

Riku Lähteenmaa

HITSAUKSEN LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄ

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Riku Lähteenmaa

Työn nimi: Hitsauksen laadunhallintajärjestelmä

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 49

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Asennus ja Metallityö Kontteli Oy:lle hitsauksen laadunhallintajärjestelmä. Sertifioidun laadunhallintajärjestelmän ansiosta yritys pystyy todistamaan asiakkailleen kyvykkyytensä valmistaa laatuvaatimukset täyttäviä hitsattuja teräs- ja alumiinituotteita. Hitsaavassa alihankintakonepajassa pitää olla ammattitaitoinen henkilöstö sekä tehokkaat tuotantolaitteet ja tuotantotavat, joilla varmistetaan kustannustehokas ja laadukas lopputuote.

Opinnäytetyössä käsitellään hitsauksen laadunhallintaa hitsaavan alihankintakonepajan näkökulmasta. Päätös laatia hitsauksen laadunhallintajärjestelmä kypsyi kiristyneiden viranomais- ja laatuvaatimuksien takia. Standardi ISO 3834 määrittelee laatuvaatimuksia metallien sulahitsaukselle, joiden mukaisesti laadunhallintajärjestelmän toteuttaminen suunniteltiin. Hitsauslaatuun vaikuttavia tekijöitä kehittämällä, yrityksellä on mahdollisuus parantaa tuotteiden laadukkuutta, kustannustehokkuutta ja toimitusvarmuutta sekä parantaa tuotannon hallittavuutta. Työssä tutkittiin standardin sisältöä ja sen aiheuttamia kehitystarpeita, jotta yrityksen tuotanto täyttäisi standardissa esitetyt laatuvaatimukset.

Standardiin ISO 3834 tutustumisen jälkeen valittiin yrityksen kannalta tarkoituksen mukainen laatutaso, jonka mukaisesti laadunhallintajärjestelmää ryhdyttiin toteuttamaan. Työn tuloksena saatiin aikaan selvät toimintaohjeet sille, mitä yrityksessä pitää kehittää, jotta laadunhallintajärjestelmän sertifiointi on mahdollista. Olennaisimmista tuotantolaitteista tehtiin laiteluettelot ja hitsauslaitteille konekortit. Yritykselle laadittiin standardin edellyttämiä lomakkeita dokumentointia varten ja menettelytapaohjeita, jotta yrityksen toimintatavat ovat yhdenmukaiset ja tehokkaat. Laadunhallintajärjestelmän mukaisella toiminnalla yritys pysyy mukana kilpailussa kiristyneillä markkinoilla.

Avainsanat: laatu, laadunhallinta, hitsaus, standardit

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Riku Lähteenmaa

Title of thesis: Quality management system in welding

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2017

Number of pages: 49

Number of appendices: 2

The purpose of the thesis was to make a quality management system for a company Asennus ja Metallityö Kontteli Oy. With a certified quality management system, a company can show clients its ability to produce steel and aluminium products which meet certain quality standards. In a subcontracting welding company skilled labour, efficient production equipment and production means are essential. When these three requirements are met, it is possible to make a product, which is cost-efficient and of high quality.

The thesis studied a quality management system in welding from the point of view of a subcontracting company. The decision to study quality management system in welding was because of the tightened authority and quality requirements. Standard ISO 3834 specifies quality requirements for fusion welding. This was used as a basis for the quality management system. By improving welding quality factors, the company would have an opportunity to improve product quality, cost-efficiency and reliability of delivery and to improve the production control. The thesis studied the contents of the standard and the improvement demands the standard causes to meet the production quality requirements represented in the standard.

After familiarizing with standard ISO 3834 an appropriate quality level for the company was chosen, and the implementation of the quality management system was started. As a result, a distinct guideline was created to show the improvements, which would have to be made in order to achieve the certification level. The most important production equipment was listed, and machine cards for the welding machinery created. New documentation forms and procedure instructions required by the standard were made to standardize and increase the performance of company procedures. By utilizing the quality management system, the company can sustain its competition position in the tight competitive situation.

Keywords: quality, quality management, welding, standards

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Yritysesittely.....	8
1.2 Työn tausta.....	8
1.3 Työn tavoite ja rajaukset.....	8
2 LAATUJÄRJESTELMÄ.....	10
2.1 Laadun määritelmiä.....	10
2.2 Laadunhallintajärjestelmä.....	11
2.3 Laatuyrityksen tunnusmerkit.....	12
2.4 Laatumuutokset.....	14
2.4.1 Ulkoiset virhekuulutukset.....	14
2.4.2 Sisäiset virhekuulutukset.....	15
2.4.3 Laadun ylläpitokulut.....	16
2.4.4 Ehkäisykulut.....	17
2.5 Hitsauksen laadunhallinta SFS-EN ISO 3834.....	18
3 STANDARDIN ISO 3834 MUKAISEN LAATUJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET.....	21
3.1 Vaatimustason valinta.....	21
3.2 Vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus.....	21
3.3 Alihankinta.....	23
3.4 Hitsaus henkilöstön pätevyudet.....	24
3.5 Tarkastus ja testaushenkilöstö.....	24
3.6 Tuotantolaitteisto.....	25
3.7 Hitsaus toiminnot ja hitsausohjeet.....	25
3.8 Hitsausaineet.....	33
3.9 Perusaineen varastointi.....	33

3.10	Tarkastus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen	33
3.11	Poikkeamat	34
3.12	Tarkastuslaitteiston kelpuus	34
3.13	Tunnistettavuus ja jäljitettävyys	35
3.14	Laatuasiakirjat	35
4	LAATUJÄRJESTELMÄN TOTEUTTAMINEN	37
4.1	Nykytilanne yrityksessä ja kehittämiskohteet	37
4.1.1	Vaatimusten ja tekninen katselmus	37
4.1.2	Kone- ja laiteluettelo	38
4.1.3	Tarkastukset	38
4.1.4	Poikkeamat	39
4.1.5	Jäljitettävyys	39
4.1.6	Menettelytapaohjeet	41
4.2	Sertifiointin aikataulu	41
4.3	Laatujärjestelmän toimivuus käytännössä	42
4.3.1	Menettelytapaohjeet	42
4.3.2	Laiteluettelot ja konekortit	43
4.3.3	Tarkastukset	43
4.3.4	Hitsausohjeet	44
4.3.5	Saavutettava hyöty	44
5	YHTEENVETO	45
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	49

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Kaavio hitsausohjeen laatimiselle ja hyväksymiselle (SFS-EN ISO 15607 2004, 26).....	27
Kuvio 2. Alustava hitsausohje pWPS (Kontteli Oy).....	28
Kuvio 3. Menetelmäkoepöytäkirja (Kontteli Oy).	31
Kuvio 4. Pätevyystodistus (Kontteli Oy).	32
Taulukko 1. ISO 3834-1 laatuvaatimustasot (SFS-EN ISO 3834-1 2006, 14-15)..	20

Käytetyt termit ja lyhenteet

pWPS Alustava hitsausohje	pWPS (preliminary welding procedure specification) on asiakirja, jossa määritellään hitsaukseen liittyvät parametrit. Alustava hitsausohje hyväksytään varsinaiseksi hitsausohjeeksi hyväksytytyn menetelmäkokeen avulla. (SFS-EN ISO 15607 2004, 10.)
WPS Hitsausohje	WPS (welding procedure specification) on menetelmäkein todennettu asiakirja. Hitsausohjeessa määritellään tarvittavat muuttujat hitsausprosessiin, jolla varmistetaan toistettavuus tuotantohitsauksessa. (SFS-EN ISO 15607 2004, 10.)
Hitsauskoordinoija	Henkilö, joka on vastuussa yrityksen hitsaustoiminnoista. Hitsauskoordinoijan on osoitettava osaamisena koulutuksen kautta.
Menettelytapaohje	Menettelytapaohjeessa määritellään eri toimintojen tarkoitukset ja toteutustavat yrityksen toiminnassa. Menettelytapa ohjeella varmistetaan yhtenäinen ja tehokas työsuorite. (Lindewald 2013, 9.)
SFS-EN ISO 3834	Standardi, joka määrittelee laatuvaatimuksia metallien sulahitsaukselle. (SFS-EN ISO 3834-1 2006, 10.)
NDT-tarkastus	Rikkomaton aineenkoetus (non-destructive testing), jolla tarkastetaan tuotteiden virheettömyys, sekä hitsauskokeiden kelpuus rikkomatta testattavaa kappaletta.
WPQR Hyväksymispöytäkirja	WPQR (welding procedure qualification record) on asiakirja, joka sisältää tarpeelliset hitsaustekniset asiat ja testausmenetelmät alustavan hitsausohjeen hyväksymiseen. (SFS-EN ISO 15607 2004, 10.)

1 JOHDANTO

1.1 Yritysesittely

Opinnäytetyön toimeksiantaja Asennus ja Metallityö Kontteli Oy on Kuortaneella toimiva hitsaava alihankintakonepaja, joka on perustettu vuonna 1993. Tällä hetkellä yritys työllistää yhdeksän henkilöä. Vuonna 2008 toimintaa laajennettiin rakentamalla uudet toimitilat, jotka ovat nykyaikaiset ja yrityksen toimintaa palvelevat.

Päätuotteina yrityksessä valmistetaan teollisuudelle sekä kuljetusalalle räätälöityjä siiloja ja säiliötä prosessi- ja varastointikäyttöön. Yrityksessä valmistetaan myös erilaisia mekaanisia ja pneumaattisia kuljettimia ja kuljetinjärjestelmiä jauhemais- ten ja raemaisten aineiden siirtoon. Valmistusmateriaaleina käytetään hiiliterästä, erilaisia ruostumattomia ja haponkestäviä teräksiä sekä alumiinia. Yritys tarjoaa myös asennus- ja kunnossapitotöitä toimialueenaan koko Suomi. Laittevalmistuk- sia sekä asennustöitä voidaan toteuttaa usealle eri teollisuuden alalle.

1.2 Työn tausta

Yritys on pitkään suunnitellut rakentavansa laatujärjestelmän tukemaan päivittäisiä toimintojaan. Nykyään myös teollisuuden laatuvaatimukset ja viranomaismääräyk- set ovat kiristyneet, minkä takia laatujärjestelmän laatiminen on hyvin ajankohtai- nen asia teollisuusyrityksessä. Toimeksiantajan kannalta hitsauksen laadunhallin- tajärjestelmä on kaikkein ajankohtaisin ja järkevin vaihtoehto, jolla pystytään vas- taamaan vaadittuihin laatuvaatimuksiin.

1.3 Työn tavoite ja rajaukset

Työn tavoitteena on tutustua hitsauksen laadunhallintaan standardin SFS-EN ISO 3834 mukaisesti. Työssä tutkitaan standardin asettamia vaatimuksia verraten niitä nykytilanteeseen. Opinnäytetyön tuloksena on tarkoitus saada aikaan selkeät toi-

mintaohjeet, joiden mukaisesti on mahdollista rakentaa toimiva, käytäntöä tukeva, yritykselle räätälöity hitsauksen laadunhallintajärjestelmä, joka on SFS-EN ISO 3834 vaatimuksien mukainen. Laatu järjestelmän sertifiointi tulee myös ajankohtaiseksi, kun laatu järjestelmä saadaan jalkautettua osaksi päivittäistä toimintaa. Työ rajattiin käsittelemään vain yrityksen hitsaavaa tuotantoa, mukaan lukien oheistoiminnot, jotka tukevat varsinaista hitsausprosessia. Työssä käsiteltiin tilaus-toimitus prosessin kohtia, joihin ISO 3834 ottaa kantaa.

2 LAATUJÄRJESTELMÄ

Laatujärjestelmää suunniteltaessa käsitellään laatukäsitettä teollisuusyrityksen näkökulmasta. Samalla tutkitaan laadukkaille tuotteille asetettuja vaatimuksia, sekä käydään läpi organisaatiotasolla, mitkä ovat laatuyritykselle ominaisia tunnusmerkkejä. Toimivan laadunhallintajärjestelmän avulla yritys pystyy yhtenäistämään tuotantotapojaan ja tällä voidaan saavuttaa tuotannon tehokkuuden paranemista.

2.1 Laadun määritelmiä

Laatukäsitettä tulkitaan hyvin monella tavalla tarkastelunäkökulman mukaan. Tuote on yleisesti ottaen laadukas, mikäli se täyttää asiakkaan sille asettamat tarpeet ja on yritykselle mahdollisimman tehokas ja kannattava valmistaa. Asiakastyytyväisyys ei kuitenkaan ole laadun itsetarkoitus, johon tulisi pyrkiä joka tilanteessa hinnalla millä hyvänsä. Laadukkaiden tuotteiden valmistamiseen liittyy myös yrityksessä jatkuva suoritustason parantaminen, mikäli kehitys sen sallii. Erityisesti kilpailijoiden ja markkinoiden kehittyminen synnyttää jatkuvasti tilanteita, joissa tulee tarve kehittää omaa osaamistaan, koska laadulle asetetaan täysin uudenlaisia vaatimuksia. (Lecklin 2006, 18.)

Laadulle asetettuja teknisiä elementtejä ovat:

- **Virheettömyys.** Virheellisten tuotteiden vähentäminen on ollut laadunvalvonnan keskeisin tavoite 1900-luvun alkupuolelta lähtien.
- **Asiakastyytyväisyys.** Yleisesti asiakkaita pidetään laadun lopullisina arvioijina. Tuotteet valmistetaan asiakkaita varten, joten heitä pitää kuunnella, vaikkakaan asiakkaat eivät aina ole oikeassa. Täytyy muistaa, että he rahoittavat yrityksen toiminnan. Yhteistyö ja vuorovaikutteinen toiminta asiakkaan kanssa pitäisi olla monipuolista, jonka ansiosta yritys saa arvokasta tietoa tuotteesta ja sen toimivuudesta, mikä auttaa yritystä parantamaan toimintaansa.
- **Kustannustehokkuus.** Laatu tarkoittaa virheettömien tuotteiden ohella myös taloudellista tehokkuutta. Tilaus-toimitusketju virtaviivaistetaan, jolloin turhat ja lisäarvoa tuottamattomat työvaiheet karsitaan pois. Sisäiset

ja ulkoiset laatukustannukset minimoidaan ja laatua ylläpitävät kustannukset optimoidaan.

- **Sopivuus käyttötarkoitukseen.** Valmistetun tuotteen täytyy vastata tilaajan asettamia tarpeita ja odotuksia, jolloin hän saa tuotteen käytöstä positiivisia kokemuksia.
- **Pieni hajonta.** Massatuotannossa laatua seurataan usein valvontarajojen avulla. Raaka-aineiden ja tavaroiden toimittajille asetetaan eräkohtaiset jäljitettävyyksivaatimukset, joiden avulla materiaalista johtuvat laatu-poikkeamat voidaan jäljittää. Laatu-poikkeamia pitää seurata ja poikkeamien syyt tulee selvittää. Hajontaa pienentämällä saadaan aikaan laadun parantuminen. (Lecklin 2009, 17–19.)

2.2 Laadunhallintajärjestelmä

Standardin ISO 9000 mukaan laadunhallinta tarkoittaa koordinoituja toimenpiteitä yrityksen suuntaamiseksi ja ohjaamiseksi laadukkaaseen toimintaan. Laadunhallintajärjestelmällä tarkoitetaan johtamisjärjestelmää, joka suuntaa ja ohjaa yritystä kohti laadukasta toimintaa. Laadunhallintajärjestelmän keskeisimpinä tavoitteina on luoda järjestelmällisyyttä toiminnan ohjaukseen ja valvontaan, taata asiakastyytyväisyys, varmistaa tuotteiden ja prosessien korkea laatu, parantaa työn tuottavuutta sekä tukea henkilöstöä työnohjauksessa ja koulutuksessa. Laadunhallintajärjestelmän rakenteesta ei ole standardiohjetta, joten yrityksellä on vapaus tehdä johtamisjärjestelmästä yrityksen toimintoja ja tuotantoa tukeva järjestelmä. (Lecklin 2006, 29–30.)

Laadunhallintajärjestelmä tuottaa yrityksen johdolle tietoa eri prosessien toiminoista, joiden perusteella voidaan reagoida ja tehdä päätöksiä, jos siihen on aihetta. Jokaisessa yrityksessä tehdään laadunhallintaa, koska asioiden tekemisestä on päätetty, kuitenkin yleensä vain suullisesti. Prosesseja seurataan ja tarpeen vaatiessa niihin puututaan. Pahimmillaan tehdyistä virheistä ei puhuta, vaan ne korjataan ja sen jälkeen lakaistaan maton alle. Sama virhe saattaa toistua jatkuvasti, eikä virheen syntyperää selvitetä, joten mitään ei opita. Jos yritys haluaa sanoa, että käytössä on laadunhallintajärjestelmä, se pitää kuvata ja sen mukai-

sesti täytyy toimia. Laadunhallintajärjestelmän mukaisesti toimittaessa erilaiset poikkeamat tuotantoprosesseissa saadaan kirjattua ylös, tapahtuneista virheistä opitaan ja ne saadaan kitkettyä pois. Ilman laadunhallintajärjestelmää laadunhallinta on täysin sattumanvaraista. (Pesonen 2007, 50–51.)

2.3 Laatuyrityksen tunnusmerkit

Asiakassuuntautuneisuus. Tulee aina muistaa, että laadun lopullisena arvioijana toimii asiakas. Asiakas päättää, onko tuote laadukas ja täyttääkö se tuotteelle asetetut vaatimukset laaditun suunnitelman mukaisesti. Laatuyritys ei koe asiakkaan olevan pelkästään tuotteen tilaaja ja toiminnan rahoittaja. Teollisuusyrityksen asiakasketju on usein pitkä, voi olla useita välikäsiä ennen kuluttajaa, eli tuotteen varsinaista käyttäjää ja näissä tapauksissa asiakasketju on hallittava aina kuluttajaan saakka. Markkinoilla menestyminen edellyttää jokaisen asiakassegmentin tarpeiden huomioimista jo tuotekehitysvaiheessa sekä markkinointistrategiassa. (Lecklin 2006, 26.)

Johtajuus ja toiminnan päämäärätietoisuus. Teollisuusyrityksen ylin johto määrittelee arvot, kulttuurin, hyvät hallinnointitavat ja he ovat laatutyöhön henkilökohtaisesti sitoutuneita. On tärkeää, että yrityksen johto on näkyvästi mukana yrityksen toiminnassa ja omalla esimerkillään edistävät laatuajattelua yrityksen sisällä. Hyvä johtaja käyttää aikaa parannushankkeisiin ja eri sidosryhmien kanssa työskentelyyn laadun takaamiseksi. Yrityksen tavoitteet ja strategiat pohjautuvat yrityksen perusarvoihin ja johto suorittaa säännöllisesti sisäisiä auditointeja. (Lecklin 2006, 26.)

Henkilöstön kehittäminen ja osallistuminen. Konepajateollisuudessa on tärkeää huomata, että yrityksen lopullinen laadun tekijä on henkilöstö. Laatuyrityksessä henkilöstöä ei nähdä kulueränä, josta tulisi päästä joustavasti eroon laskusuhdanteen aikana, vaan laadun ja asiakastyytyväisyyden saavuttajana. Uusimmat työvälineet ja työmenetelmät eivät takaa automaattisesti laadukasta lopputuotetta, jos niiden käyttäjät eivät ole koulutettuja ja motivoituneita. Laatuyrityksessä työntekijöiden työtyytyväisyydestä huolehditaan ja heille tarjotaan mahdollisuus vapauttaa käyttöön koko potentiaalisuus. (Lecklin 2006, 27.)

Tuloshakuisuus. Liiketoiminnassa on tärkeää, että yrityksen reagointikyky muuttuviin markkinoihin ja laatuvaatimukseen on riittävän nopeaa. Eri tuotanto- ja toimitusprosessien nopeuttaminen vaikuttaa positiivisesti yrityksen kilpailukykyyn kiristyville markkinoilla. Tuotteen valmistukseen käytettävä jalostusarvoa lisäämätön aika tulisi minimoida, koska asiakas on valmis maksamaan ainoastaan tuotteesta, eikä sen varastoinnista tai ylimääräisestä kuljettamisesta. Tuotantoprosessin yksinkertaistamisesta ja työvaiheiden vähentämisestä muodostuu yleensä kustannustehokkaampi tuote, joka on yritykselle taloudellisesti järkevämpi valmistaa. (Lecklin 2006, 27.)

Prosesseihin ja tosiasioihin perustuva johtaminen. Yritysjohdantamisen ja päätöksenteon täytyy perustua luotettavaan ja todelliseen tietoon. Erilaiset prosessimittarit keräävät ajantasaista tietoa, joista saadun tiedon perusteella voidaan tehdä muutoksia prosesseihin tavoitteisiin pääsemiseksi. On tärkeää, että poikkeamien aiheuttajat selvitetään, jolloin poikkeamien toistuminen vältetään tehokkaasti ja sen aiheuttamiin muutoksiin osataan varautua ennakoivasti. (Lecklin 2006, 28.)

Kumppanuuksien kehittäminen. Hyvin menestyvillä teollisuusyrityksillä on hyvä ja joustava yhteistyökyky yrityksen sisäisessä toiminnassa sekä ulkoisten sidosryhmien kanssa. Erilaisten projektiryhmien perustaminen yrityksen sisäisessä toiminnassa on helppoa. Asiakkaiden ja tilaajien kanssa pyritään solmimaan pitkäaikaisia, kaikkia osapuolia miellyttäviä liikesuhteita. Yhteistyötä kannattaa tehdä myös joissain määrin kilpailijoiden kanssa. (Lecklin 2006, 28.)

Yhteiskunnallinen vastuu. Laatuyrityksen päivittäinen toiminta huomioi yrityksen valmistamien tuotteiden turvallisuuden ja huolehtii henkilöstön hyvinvoinnista terveysnäkökulmasta. Yritys estää omalta osaltaan ympäristöhaittojen syntymisen, eikä tuhlaa kallisarvoisia luonnonvaroja. Yritys tukee mahdollisuuksien mukaan lähiympäristön kehittymistä. (Lecklin 2006, 28.)

Jatkuva parantaminen. Suurien investointien ja kehitysprojektien jälkeen yritys ei saa jäädä laakereilleen lepäämään, vaan kehitystyötä on jatkettava välittömästi. Laatutyön yksi merkittävimmistä asioista on jatkuva parantaminen, joka usein vaatii jatkuvaa ponnistelua, mutta on välttämätöntä muuttuvien markkinoiden ja kilpailijoiden kehittymisen takia. (Lecklin 2006, 28.)

2.4 Laatumukustannukset

Laatumukustannukset syntyvät, kun yritys varmistaa, että tuotteet vastaavat asiakkaiden niille määäämiä vaatimuksia. Laatumukustannukset jaetaan neljään eri päätyyppiin, ulkoiset virhekustannukset, sisäiset virhekustannukset, laadun ylläpitokustannukset sekä huonon laadun ehkäisykustannukset. Laatumukustannusten määäärittelyyn ei ole standardia tai laskentakaavaa, vaan jokaisen yrityksen on kyettävä itse määäärittelemään ja arviomaan oma tarkastelutapansa. Laatumukustannukset eivät ole selvästi luettavissa, vaan niiden seuraaminen edellyttää kustannuslaskelmia. Joissain tapauksissa laatumukustannuksia voidaan seurata prosessimittarien avulla, esimerkiksi virheellisten tuotteiden korjaukseen kuluneena aikana. (Lecklin 2006, 155.)

2.4.1 Ulkoiset virhekustannukset

Ulkoiset virhekustannukset syntyvät, kun asiakas havaitsee laatumukpoikkeaman tuotteessa ja laaduton tuote korjataan. Ulkoisten virhekustannusten kohdalla tuotannon laadunvarmistus on pettänyt ja virheellinen tuote on päässyt asiakkaalle asti. Ulkoiset virhekustannukset ovat organisaation kannalta vaarallisimpia, koska virheen korjaaminen maksaa moninkertaisesti verrattuna siihen, että virhe olisi huomattu jo syntypaikalla. Ulkoisilla virhekustannuksilla on myös negatiivinen vaikutus yrityksen imagoon. (Lecklin 2006, 156.)

Ulkoisia virhekustannuksia ovat

- takuukustannukset
- vahingonkorvaukset
- myöhästymissakot
- alennukset virheellisestä tuotteesta
- menetetyt tuotot
- palautettujen tuotteiden kustannukset
- virheellisten tuotteiden korjauskustannukset. (Lecklin 2006, 156.)

Konepajateollisuudessa ulkoiset virhekustannukset muodostuvat pääsääntöisesti, mikäli tuote ei täytä sille asetettuja vaatimuksia. Tuote ei välttämättä toimi toivotulla tavalla tai sen valmistuksessa on tapahtunut kirjaamaton poikkeama ennen toimitusta. Poikkeamia voivat olla virheet pintakäsittelyssä tai muussa viimeistelyssä, kokoonpanohitsauksessa tapahtuneet mitoitusvirheet tai materiaalisissa tapahtuneet lämmöstä johtuneet muotovirheet. Valmistusvirheiden korjaaminen on huomattavasti edullisempaa, mikäli virhe huomataan ennen tuotteen toimittamista, eikä vasta tuotteen asennuksen jälkeen. Mikäli tuotteen suunnittelussa on kulunut odotettua kauemman aikaa, eikä toimitusaikaa ole mahdollista siirtää, tuotteesta voidaan joutua hyvittämään osa kauppasummasta viivästymisen takia. Mikäli tuotteet toimitetaan asennettuna ja lyhyellä toimitusajalla, täytyy jonkun perehtyä asennuspaikkaan ja asennussuunnitelmaan huolellisesti. Muussa tapauksessa on hyvin todennäköistä, että törmätään ennakoimattomiin ongelmiin, joita ei ole huomioitu tuotetta valmistettaessa. Ongelmien ratkaisuun tuhlaantuu aikaa ja resursseja, jolloin varsinainen asennustyö keskeytyy ja tuotteiden käyttöönotto viivästyy.

2.4.2 Sisäiset virhekustannukset

Sisäiset virhekustannukset havaitaan yrityksen sisällä ja korjataan ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle. Sisäisiin virhekustannuksiin luetaan myös kustannukset, jotka aiheutuvat toiminnan huonosta suunnittelusta. Henkilöstön osaamattomuus, joka johtuu riittämättömästä kouluttamisesta, sekä toimittajien laatupuutteet lisäävät sisäisiä virhekustannuksia. Useissa yrityksissä valtaosa muodostuneista laatu-kustannuksista on juuri sisäisiä virhekustannuksia, jotka johtuvat toiminnan huonosta suunnittelusta sekä virheiden tekemisestä johtuvista tuotteiden korjaamisista. (Lecklin 2006, 157.)

Yleensä sisäisten virhekustannusten aiheuttajia ovat

- havaittujen virheiden korjaaminen
- virheiden tekeminen
- ylityöt/joutoaika

- virhekappaleet

- toimittajien huono laatu. (Lecklin 2006, 157.)

Sisäisiä virhekustannuksia muodostuu hyvin nopeasti, mikäli tuotteissa ilmenee tarkastuksissa laatueroja ja niitä joudutaan korjaamaan. Esimerkkeinä hitsattujen tuotteiden kohdalla on radiograafisessa tarkastuksessa havaitut virheet, jotka täytyy korjata alkuperäistä hitsausohjetta noudattaen, jonka jälkeen korjatulle kohdalle tehdään uudestaan vastaavanlainen tarkastus. Kustannusrakenne tässä tapauksessa muodostuu virheen korjaamisesta, ulkopuolisen toimijan tekemästä ylimääräisestä tarkastuskäynnistä sekä poikkeaman käsittelystä. Lukuisten virheiden korjaamisen seurauksena voidaan joutua tekemään ylitöitä kyseisen tuotteen valmistamisessa. Tämä luokitellaan myös sisäiseksi virhekustannukseksi.

2.4.3 Laadun ylläpitokustannukset

Laadun ylläpitokustannukset muodostuvat yrityksessä pääosin lopputuotteen tarkastuksista aiheutuvista kuluista. Jos yrityksessä ei panosteta laadun ylläpitoon, muodostuu hyvin nopeasti enemmän virhekustannuksia, jotka ovat usein hyvin paljon suurempia kuin ylläpitokustannukset. (Lecklin 2006, 157–158.)

Laadun ylläpidosta muodostuvat kustannukset ovat

- valvonta ja erilaiset tarkastukset

- laadun mittaukset

- katselmukset

- auditointikäynnit

- testaukset ja koeajot

- valvonta ja mittauslaitteiston ylläpito. (Lecklin 2006, 157–158.)

Viranomaisvaatimusten takia tuotteille on yleensä laadittu tarkastussuunnitelma, jonka mukaisesti lopputuote tarkastetaan ennen toimitusta asiakkaalle. Suurimmat

laadun ylläpitokustannukset aiheutuvat ulkopuolisen tarkastusyriityksen suorittamista ainetta rikkomattomista tarkastuksista (NDT). Yleisesti käytössä olevia tarkastusmenetelmiä ovat radiograafinen tarkastus, magneettijauhetarkastus, tunkeumanestetarkastus sekä ultraäänitarkastus. Mikäli valmistetut tuotteet sisältävät pyöriviä laitteita, ne täytyy testata ja suorittaa koeajo ennen tuotteen toimittamista. Tällöin havaitut poikkeamat ilmenevät jo testauksessa ja ne voidaan korjata ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle. Koeajoista ja testauksista muodostuu laadun ylläpitokustannuksia, mutta ne ovat huomattavasti pienempiä kuin ulkoiset virhekustannukset, jotka syntyisivät siinä tapauksessa, jos asiakas havaitsee tuotteen koeajossa poikkeaman.

2.4.4 Ehkäisykustannukset

Laatuvirheiden ehkäisykustannukset syntyvät, kun mahdollisuuksien mukaan pyritään eliminoimaan laatuvirheiden aiheuttajat ja laaturiskit. Tyypillisiin ennakointimenetelmiin luetaan suunnittelu, kehittäminen sekä kouluttaminen. Yrityksen panostaessa näihin asioihin voidaan vähentää laadun tarkastusta ja ylläpitoa, mutta silti yrityksessä saavutetaan korkea laatutaso. Syntyneet ehkäisykustannukset maksavat itsensä hyvin nopealla aikavälillä takaisin vähentyneiden virheiden ansiosta. (Lecklin 2006, 158.)

Ehkäisykustannusten yleisimpiä aiheuttajia ovat

- toiminnan suunnittelu
- prosessien kehittäminen
- laatukoulutus
- laadukkaan johtamisjärjestelmän rakentaminen
- henkilöstön motivointi
- työolosuhteiden ja työvälineiden suunnittelu. (Lecklin 2006, 158.)

Huonoa laatua ehkäisevien kustannusten nostaminen parantaa pääsääntöisesti tuotteiden laadukkuutta sekä vähentää ulkoisia ja sisäisiä virhekustannuksia. Ehkäisykustannukset hitsaavassa teollisuudessa muodostuvat suurelta osin hitsaajien pätevöittämisestä valmistettavien tuotteiden laatuvaatimusten mukaisesti. Toimeksiantajayrityksen hitsaajia pätevöitetään hyvin paljon, koska tuotannossa käytetään monia erilaisia materiaaleja, kuten hiiliteräksiä, ruostumattomia ja haponkestäviä teräksiä sekä alumiineja ja niiden seoksia. Huonon laadun ehkäisykustannukset muodostuvat myös tuotannon apuvälineiden suunnittelusta ja valmistamisesta. Apuvälineet parantavat tuotteiden laadukkuutta ja lisäävät työergonomi-aa.

2.5 Hitsauksen laadunhallinta SFS-EN ISO 3834

Standardin ISO 9001 mukaan hitsausta pidetään erikoisprosessina, joka edellyttää, että ennalta määritellyt spesifioidut vaatimukset täyttyvät. Vaatimusten täyttymisen osoittamista varten on olemassa yrityksille työkalu ISO 3834. Kun hitsaava yritys haluaa parantaa tuottavuutta sekä kehittää laadunhallintaa ja osoittaa hyvällä laadunhallinnalla olevansa luotettava toimittaja, ISO 3834 on hyvä työkalu tämän saavuttamiseksi. (Lindewald 2013, 7.)

Standardissa ISO 3834 määritellään laatuvaatimuksia, joiden tulee täytyä metallien sulahitsauksessa. Standardin laatuvaatimukset täyttävä yritys osoittaa kyvykkyytensä valmistaa tarkoituksen mukaisia hitsattuja teräsrakenteita. Standardi ISO 3834 määrittelee laatuvaatimukset, kun hitsataan konepajalla tai asennuspaikalla, lisäksi standardi on riippumaton hitsattavasta rakennetyypistä. (SFS-EN ISO 3834-1 2006, 10.)

ISO 3834 tarjoaa yrityksen valittavaksi kolme eri laatuvaatimustasoa. Laatuvaatimustason valinnan tulisi perustua määrättyihin tuotestandardeihin, spesifikaatioihin, viranomaismääräyksiin tai muihin sopimuksiin. Standardia ISO 3834 voidaan käyttää erilaisissa tilanteissa sekä erilaisille sovellutuksille, joten standardi ei määrittele täsmällisiä sääntöjä käytettävien laatuvaatimusten tasosta. Vaatimustasoa

valittaessa tulee ottaa huomioon tuotekohtaisia seikkoja, kuten tuotteiden turvallisuusnäkökohdat, valmistuksen monimutkaisuus, valmistettava tuotevalikoima, käytettävä materiaalivalikko, mahdolliset metallurgiset ongelmat sekä miten laajasti valmistusvirheet vaikuttavat tuotteen toimivuuteen. Taulukossa 1 nähdään eri vaatimustasojen välisiä eroja. Voidaan todeta, että ISO 3834-2 ja ISO 3834-3 välisiä eroja ovat lähinnä dokumentointiin liittyvät eroavaisuudet. (SFS-EN ISO 3834-1 2006, 10–11.)

Taulukko 1. ISO 3834-1 laatuvaatimustasot (SFS-EN ISO 3834-1 2006, 14–15).

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 tietyle alihankituille tuotteille, palveluille 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 raporteja vaaditaan	raporteja suositellaan	
9	Laitteiden kuvaus	luettelo vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
10	Tuotantosuunnitelma	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
		dokumentoidut suunnitelmat ja raporteja vaaditaan	dokumentoidut suunnitelmat ja raporteja 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	Perusainekiden varastointi	vaaditaan suojausta ympäristön vaikutukselta; tunnistettavuuden tulee säilyä varastoinnin aikana		ei erityisiä vaatimuksia
16	Hitsauksen jälkilämpökäsittely	varmistetaan, että tuotestandardin tai spesifikaation vaatimukset on täytetty		ei erityisiä vaatimuksia
		vaaditaan ohje ja pöytäkirja sekä pöytäkirjan jäljitettävyyden tuotteeseen	vaaditaan ohje ja pöytäkirja	
17	Tarkastus ja testaus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen	vaaditaan		jos vaaditaan
18	Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet	ohjaustoimenpiteitä sovelletaan		ohjaustoimenpiteitä sovelletaan
		vaaditaan menettelyohjeita korjaukseen ja/tai oikaisemiseen		
19	Mittaus- ja testauslaitteiden kalibrointi tai kelpuus	vaaditaan	jos vaaditaan	ei erityisiä vaatimuksia
20	Tuotannonaikainen tunnistus	jos vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
21	Jäljitettävyyden	jos vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
22	Laatuasiakirjat	jos vaaditaan		

3 STANDARDIN ISO 3834 MUKAISEN LAATUJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET

Standardin sisällöstä käydään läpi sen määrittelemiä vaatimuksia, joita verrataan myöhemmin yrityksen tämän hetkiseen toimintaan. Vaatimuksista etsitään kohtia, jotka vastaavat parhaiten yrityksen päivittäistä toimintaa. Tavoitteena on saada selville, miten yrityksen toimintoja pitäisi muuttaa, jotta laatujärjestelmän sertifiointi olisi mahdollista.

3.1 Vaatimustason valinta

Laatujärjestelmän laadinnan ensimmäisenä työvaiheena on määritellä yrityksen kannalta oikean, tarkoituksenmukaisen vaatimustason valinta, joka täyttää yrityksen valmistamien tuotteiden laatuvaatimukset. Liian korkealle vaatimustasolle ei ole järkevää lähteä laatujärjestelmää laatimaan, koska raportoinnit, dokumentoinnit ja testaukset tuovat tuotteelle lisäarvoa tuottamattomia kustannuksia sekä kulluttavat turhaan henkilöstön voimavaroja. Yrityksen osoittaessa kykynsä valmistaa tuotteita tietyllä vaatimustasolla oletetaan, että yritys täyttää myös alempien laatu-
tasojen vaatimukset ilman erillistä osoittamista. (SFS-EN ISO 3834-1 2006, 10.)

3.2 Vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus

ISO 3834 määrittelee yrityksen tehtäväksi vaatimusten katselmuksen, joka käytännössä tehdään jo tarjousvaiheessa. Yritysjohdon käsitellessä tarjouspyyntöä, se samalla tutkii ja tarkastaa, onko yrityksellä tarvittavat resurssit valmistaa kyseinen tuote.

Vaatimusten katselmuksen tarkasteltaviin asioihin kuuluu

- käytettävä tuotestandardi ja mahdolliset lisävaatimukset
- lakisääteiset vaatimukset ja viranomaisvaatimukset
- mikä tahansa valmistajan määrittämä lisävaatimus

- valmistajan kyky täyttää annetut vaatimukset. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 8.)

Teknisen katselmuksen tarkoituksena on käydä sopimuksessa määritellyt asiat läpi ja varmistua, että tuotteen valmistamiseen on olemassa toteutuskelpoiset suunnitelmat. Yrityksessä pitää olla nimetty henkilö, joka vastaa katselmusten tekemisestä. Hitsauskoordinoijan on oltava paikalla, kun käsitellään hitsaukseen liittyviä suoritusteknisiä kysymyksiä. (Lindewald 2013, 12.)

Tarkasteltavia teknisiä vaatimuksia ovat

- perusaineen erittely ja hitsausliitosten ominaisuudet
- hitsien laatu ja hyväksymisvaatimukset
- hitsien sijainti ja luokse päästävyys, hitsausjärjestys
- hitsausohjeet, NDT-tarkastusohjeet
- hitsausohjeen hyväksymistapa
- henkilöstön pätevyudet
- hitsaajien valinta, perusaineen tunnistus
- laadunvalvonnan järjestelyt
- tarkastuslaajuus ja tarkastusmenetelmät
- alihankinta
- jälkilämpökäsittely
- muita hitsaukseen liittyviä vaatimuksia, esimerkiksi pinnan viimeistely, hitsin muoto, hitsaussuunnitelma
- erityismenetelmien käyttö hitsauksen aikana, esimerkiksi läpihitsauksen aikaansaaminen tai juurikaasun tarve
- valmiin hitsin sekä railojen yksityiskohdat ja mitat

- hitsit, jotka tehdään konepajassa tai asennuspaikalla
- ympäristöolosuhteiden merkitys asennuspaikalla tapahtuvaan hitsaukseen
- poikkeamien käsittely. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 8.)

Katselmusten tekemistä helpottamaan laaditaan lomake, jossa on lueteltu käsiteltävät asiat. Lomakkeessa määritellään, onko tuotteelle asetettu joitain erikoismääryksiä, jotka täytyy ottaa huomioon valmistusta aloitettaessa. Lomakkeesta pitää käydä ilmi käytettävät alihankkijat, esimerkiksi ulkopuolinen tarkastusyritys, jos tuotteen asettamiin vaatimuksiin kuuluu NDT-tarkastuksia. SFS-EN ISO 3834-3 vaatii, että katselmuksot tehdään, mutta näkyvää pöytäkirjaa niiden tekemisestä ei tarvitse jädä, mikäli sitä ei erikseen vaadita. Mikäli yrityksessä on tehty aikaisemmin vastaava tai lähes vastaava tuote, katselmuksia ei tarvitse tehdä. (Lindewald 2013, 11.)

3.3 Alihankinta

Asennus ja Metallityö Kontteli Oy käyttää alihankintapalveluita pääasiassa tuotteiden esivalmisteiden leikkaamiseen sekä valmiiden tuotteiden tarkastukseen. Yrityksen täytyy toimittaa alihankkijoilleen kaikki vaatimuksien täyttymiseen tarvittavat tiedot. Vastaavasti alihankkija toimittaa työstään yrityksen vaatimat asiakirjat ja pöytäkirjat. Tässä tapauksessa yrityksen täytyy toimittaa leikkauspalveluita tarjoavalle yritykselle tarvittavat piirustukset leikkaamista varten ja antaa riittävät tiedot leikattavasta materiaalista. Yrityksen täytyy vaatia tilausta tehdessään, että alihankkija toimittaa leikatuista osista tarpeelliset aineodistukset, jotta jäljitettävyys saavutetaan läpi koko prosessin. Tarkastuspalveluita ostettaessa yrityksen pitää toimittaa tarkastusyritykselle tuotekohtaiset tarkastusvaatimukset, joissa käy ilmi tarkastusmenetelmä sekä sen laajuus ja hyväksymisluokka. Lopullisessa vastuussa alihankkijoiden tekemästä työstä on kuitenkin aina työn tilaaja, tässä tapauksessa tuotteen valmistaja, jonka pitää varmistua aina siitä, että alihankkija on kykeneväinen tekemään tilauksen mukaisen työn vaatimusten mukaisesti. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 10.)

3.4 Hitsaus henkilöstön pätevyudet

Hitsaajat suorittavat kaikki tuotteille asetettujen vaatimuksien täyttävät, tarvittavat hitsauspätevyudet hitsauskoordinaattorin ohjeiden mukaisesti. Hitsauskokeet tehdään standardin SFS-EN ISO 9606-1 (Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset), sekä SFS-EN ISO 9606-2 (Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 2: Alumiinit ja alumiiniseokset.) mukaisesti. Pätevyyskoe kattaa hitsausohjeen (WPS) mukaisen perusaineryhmän ja hitsausohjeessa mainitut perusainevahvuudet.

Yrityksen jokaisella hitsaajalla on oman erikoisalansa mukaiset hitsauspätevyudet, tarvittaessa usealle eri hitsausprosessille, perusaineryhmälle ja liitosmuodolle. Hitsauspätevyuksien voimassaoloa yrityksessä seurataan tietokoneohjelmalla, jossa näkyy yrityksessä työskentelevien hitsaajien voimassaolevat pätevyudet sekä niiden voimassaoloajat. Ohjelma antaa hälytyksen, jos pätevyudet tarvitsevat päivitystä tai pätevyyskokeen uudelleen hitsaamista.

ISO 3834-3 standardissa vaaditaan yritykseltä vähintään yhtä nimettyä hitsauskoordinoijaa. Hitsauskoordinoijalla on kokonaisvaltainen vastuu hitsausteknisistä asioista. Tarpeen vaatiessa hitsauskoordinoijalla täytyy olla oikeudet keskeyttää tuotanto. Hitsauskoordinoijan pitää olla asianmukaisesti tehtävänsä koulutettu esimerkiksi IWS (International Welding Specialist). Kontteli Oy:ssä työskentelee IWS-tutkinnon suorittanut henkilö, jonka vastuulla on muun muassa alustavien hitsausohjeiden (pWPS) laadinta, pätevyyskokeiden ylläpito, pätevyyskokeiden valvonta, hitsaajien kouluttaminen, hitsausteknisten asioiden perehdytys sekä tarkastusten organisointi ja valvonta. Laadunhallintajärjestelmään hitsauskoordinoijan tehtävät ja vastuut pitää määritellä selkeästi. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 10.)

3.5 Tarkastus ja testaushenkilöstö

Yrityksellä täytyy olla koulutettu henkilöstö tarkistamaan hitsauksen laatua ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen. Hitsaajien tekemää visuaalista tarkastusta varten on hyvä laatia menettelyohje sekä järjestää hitsaajille täydentävä koulutus hitsin visuaaliseen tarkastukseen. Mikäli tuotteelle asetetut laatuvaatimukset

timukset määrittelevät laajempaa ainetta rikkomatonta tarkastusta, se tilataan ostopalveluna tarkastusyriykseltä. (SFS- EN ISO 3834-3 2006, 10.)

3.6 Tuotantolaitteisto

ISO 3834-3 vaatii, että yrityksellä on käytössään tarvittavat tuotantovälineet, jotta tuotteille asetetut laatuvaatimukset täyttyvät. Henkilökunnan käytettävissä täytyy olla riittävä määrä muun muassa hitsauskoneita, railon valmistukseen käytettäviä työvälineitä sekä tarpeellinen määrä erilaisia mittavälineitä tuotteiden tarkastamista varten. Standardi määrittelee myös henkilöstön turvallisuuteen liittyviä asioita. Henkilökunnan käytettävissä täytyy olla tarpeellinen määrä erilaisia henkilösuojaimia sekä muita turvavälineitä, jotta kukin tuote olisi turvallinen valmistaa. Kappaleiden käsittelyä, siirtoa ja nostoa varten pitää löytyä riittävä määrä tarkoituksenmukaisia nostolaitteita.

Kaikkien tuotannossa olevien laitteiden on oltava tarkoitukseensa sopivia sekä niiden tulee olla asianmukaisesti huollettu, jotta laitteiden toimivuus olisi taattua myös tulevaisuudessa. Jokaisen laitteen kapasiteetin tulee olla riittävä suorittamaan sille osoitettu työvaihe, eikä ylikuormittamista hyväksytä. Standardin mukaisesti yrityksellä pitää olla luettelo niistä tuotannossa käytettävistä laitteista, jotka ovat ratkaisevassa roolissa konepajan kapasiteetin arvioimiseen. Luettelossa täytyy olla lueteltuna esimerkiksi siltanostureiden enimmäisnostokyky, konepajassa valmistettavien tuotteiden maksimikoko, levynmuovaus- ja leikkauslaitteiden suorituskyky sekä mekanisoitujen ja automatisoitujen hitsauslaitteiden suorituskyky. Muiden laitteiden luetteloinnissa riittää erittely laitetyypeittäin, esimerkiksi hitsausvirtalähteiden lukumäärä kullekin prosessille sekä railonvalmistukseen käytettävien laitteiden lukumäärä. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 12.)

3.7 Hitsaustoiminnot ja hitsausohjeet

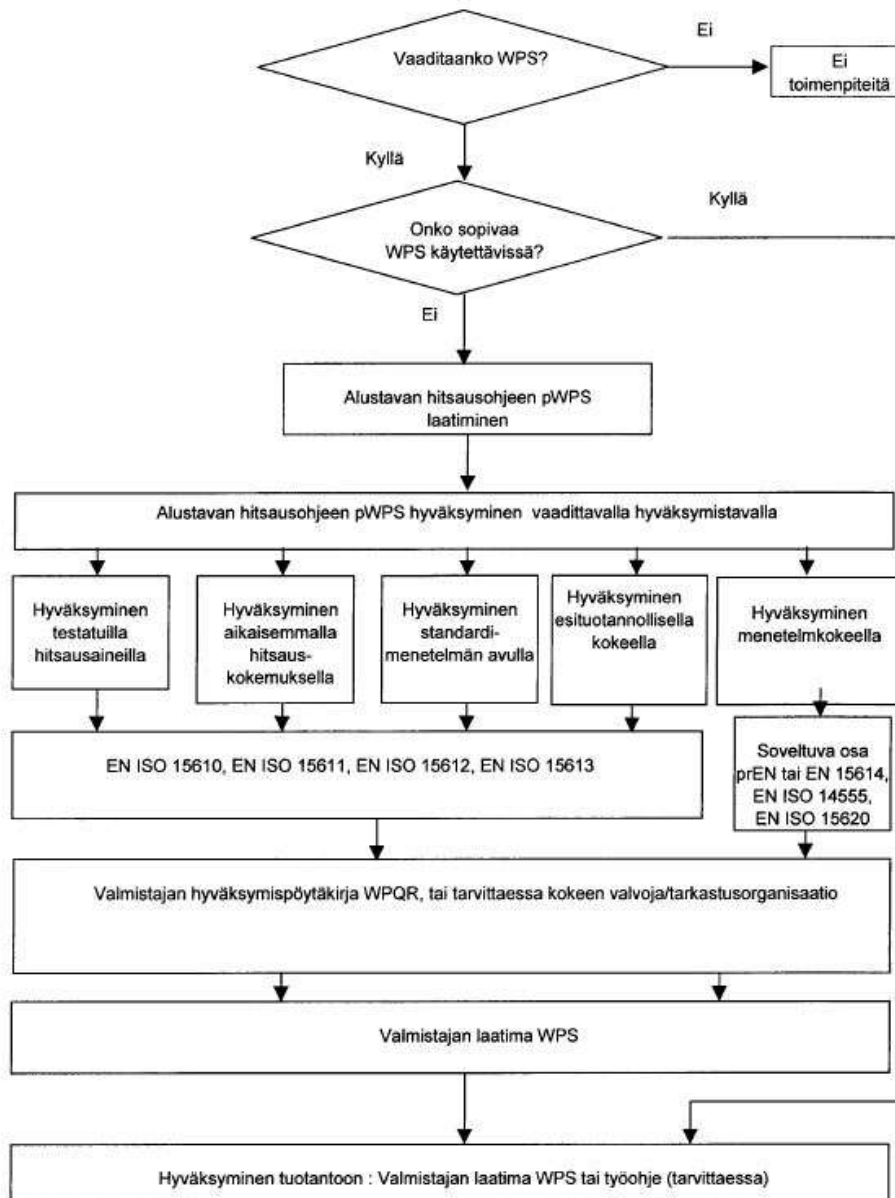
Yrityksen täytyy laatia tarkoituksenmukainen suunnitelma siitä, kuinka tuotannossa toimitaan kunkin tuotteen valmistuksen osalta. Suunnitelmassa voidaan viitata tuo-

tannon käytössä oleviin menettelytapa- ja työohjeisiin, kuinka erillisissä työvaiheissa toimitaan. (Lindewald 2013, 17.)

Tuotantosuunnitelmassa pitää käsitellä vähintään seuraavia asioita

- rakenteen valmistusjärjestys
- rakenteen valmistukseen käytettävien yksittäisten työvaiheiden tunnistaminen
- viittaus tarpeellisiin hitsausohjeisiin
- tarvittaessa hitsausjärjestyksen määrittäminen
- tarkastuksen ja testauksen erittely
- ympäristöolosuhteiden vaikutusten huomioiminen
- pätevoitettyjen henkilöiden sijoittelu asianomaisiin työtehtäviin. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 14.)

Yrityksellä tulee olla käytettävissään vaatimusten mukaiset hitsausohjeet ja tarvittaessa niitä tulee laatia lisää tarpeellinen määrä. Kontteli Oy:ssä hitsausohjeiden laatiminen ja tarvittavien hitsausohjeiden ylläpito kuuluu hitsauskoordinoijalle, joka kartoittaa tarvittavat hitsausohjeet tehdessään teknistä katselmusta ennen tuotannon aloittamista. Hitsausohjeen laatiminen alkaa aina tarpeen tunnistamisella. Hitsausohjeen tekeminen yritykselle on kallis prosessi, joten sen pitää olla tarkoin harkittua. On myös huomioitava, että hitsausohje tehdään sellaiselle materiaalille ja ainevahvuudelle, joka kattaa mahdollisimman suuren määrän eri perusainevahvuuksia ja materiaalikovuuksia. Kuviossa 1 ilmenee hitsausohjeen laatiminen ja tekemisen eteneminen SFS-EN ISO 15607 mukaan. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 14.)



Kuvio 1. Kaavio hitsausohjeen laatimiselle ja hyväksymiselle (SFS-EN ISO 15607 2004, 26).

Mikäli yrityksellä ei ole käytettävissä vaatimusten mukaista hitsausohjetta, sen laatiminen alkaa aina alustavan hitsausohjeen pWPS:n tekemisellä. Alustavan pWPS:n perusteella pätevoitetty hitsaaja hitsaa pätevyyskokeen nimetyn valvojan, tässä tapauksessa hitsauskoordinoijan, valvonnan alaisena. Alustavasta hitsausohjeesta tulee käydä ilmi seuraavat asiat: hitsausprosessi, liitosmuoto, perusainevahvuus, käytettävä lisäaine, hitsausparametrit, perusaineryhmä sekä railogeometria ja hitsauspalkojen lukumäärä. Kuviossa 2 esimerkki pWPS:n sisällöstä.

telmäprosessit määritellään hitsausainevalmistajan luettelossa. Hyväksymispöytäkirjaa (WPQR) varten vaaditaan kopiota hitsausainevalmistajan luettelosta, jossa selviää vaaditut hitsausolosuhteet sekä perusaineen ominaisuudet. Edellä mainittujen kohtien tulee vastata alustavaa hitsausohjetta. (SFS-EN ISO 15610 2004, 6-10.)

Hyväksyminen aikaisemmalla hitsauskokemuksella. Monella yrityksellä on huomattava kokemus teräsrakenteiden valmistamisesta. Tämän takia on annettu mahdollisuus hyväksyä alustava hitsausohje perustuen aikaisempaan hitsauskokemukseen, mikäli yrityksellä on esittää riittävä määrä dokumentaatiota aikaisemmasta hitsauskokemuksesta. Aikaisempi hitsauskokemus voidaan osoittaa toteen dokumentoidulla testaushistorialla ja yhteenvedolla yrityksen hitsaavasta tuotannosta tai tyydyttävästä tuotteen toiminnasta. Alustavan hitsauskokeen hyväksymispöytäkirjan pitää sisältää aikaisemmasta hitsauskokemuksesta kerättyä dokumentaatiota. (SFS-EN ISO 15611 2004, 6-10.)

Hyväksyminen standardimenetelmän avulla. Yrityksellä on mahdollisuus käyttää toisen organisaation laatimaa, menetelmäkokein todennettua hitsausohjetta. Standardihitsausohjetta voidaan käyttää ilman lisätestauksia, kunhan standardihitsausohjeen käyttäjä ottaa vastuun hitsausohjeen valinnasta ja soveltamisesta. Hitsauslaitteistosta täytyy voida seurata käytettäviä hitsausparametreja ja hitsauskoneiden kapasiteetin on täytettävä kaikki hitsausarvot, joita on käytetty standardihitsausohjeen laatimisessa käytetyssä menetelmäkokeessa. Standardihitsausohjetta saa käyttää ainoastaan SFS-EN ISO 9606 mukaisesti pätevoitetty hitsaajat. (SFS-EN ISO 15612 2004, 6-12.)

Hyväksyminen esituotannollisella kokeella. Alustava hitsausohje voidaan hyväksyä hitsausohjeeksi, jos menetelmäkokeella todentaminen ei riittävästi edusta hitsattavaa liitosta. Tällaisissa tapauksissa koekappale pitää tehdä simuloiden varsinaista tuotantokappaletta. Koekappaleet tulee hitsata mahdollisuuksien mukaan standardin ISO 15614 soveltuvan osan mukaisesti. Koekappaleen testauksessa suoritetaan yleensä vähintään seuraavat testaukset: silmämääräinen tarkastus (100 %), pintahalkeamatarkastus, kovuuskoe ja makrohietutkimus. (SFS-EN ISO 15613 2004, 6-12.)

Hyväksyminen menetelmäkokeella. Alustavan hitsausohjeen hyväksyminen menetelmäkokeella on yleisin käytössä oleva hyväksymismenetelmä. Koepala mitoitetaan ISO 15614 määrittelemien vaatimuksien mukaisesti, jossa määritellään kappaleen ulkomitat sekä sallitut ainepaksuudet liitosmuotojen mukaan. Valmiille koekappaleelle tehdään ensin silmämääräinen tarkastus, jonka jälkeen tehdään NDT-tarkastus, joko ultraäänitarkastuksena tai radiografisena tarkastuksena. Jos edellä mainitut tarkastusmenetelmät todetaan hyväksytyiksi, aloitetaan rikkova aineenkoetus. Koekappaleesta tehdään veto-, isku- ja taivutuskokeet sekä makrohietutkimus, jonka jälkeen suoritetaan vielä kovuusmittaukset. Kaikkien kokeiden jäädessä ISO 5817 määrittelemien raja-arvojen väliin todetaan menetelmäkoe hyväksytyksi ja hitsausohje voidaan laatia menetelmäkokeeseen perustuen. Muussa tapauksessa koekappale hitsataan uudelleen. Jos toinenkaan koekappaleista ei täytä asetettuja vaatimuksia, menetelmäkoe on hylätty. Menetelmäkokeella saatu hyväksyntä hitsausohjeelle kattaa kaikki saman yrityksen konepajat ja valmistuspaikat, joissa on vastaavanlainen laadunvalvonta. (SFS-EN ISO 15614-1 2004, 8-34.)

Kontteli Oy:llä on tällä hetkellä käytössään muutamia menetelmäkokein varmennettuja hitsausohjeita usealle eri hitsausprosessille ja materiaalille. Todennäköistä on, että niiden lukumäärää on tarpeellista kasvattaa useiden eri valmistusmateriaalien takia. Menetelmäkoepöytäkirjassa pitää olla mainittuna kaikki vastaavat tiedot kuin alustavassa hitsausohjeessa. Menetelmäkoepöytäkirjassa pitää olla ainakin seuraavat tiedot: hitsausprosessi, hitsausasento, liitosmuoto, perusaine, ainevahvuus, hitsauslisäaineen koko ja luokittelu, palkojen lukumäärä sekä hitsausparametrit. Kuviossa 3 menetelmäkoepöytäkirja (WPQR), jonka perusteella yritykselle on laadittu hitsausohje.

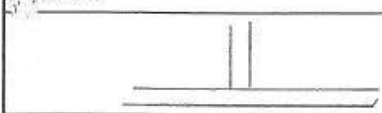
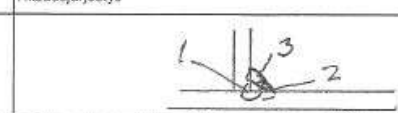
JAKK

Menetelmäkoepöytäkirja (WPQR)07KO

JAKK Liikelaitos
Kurssitie 2, 61600 Jalasjärvi
Puh. 0201 458 00

Hitsauskokeen pöytäkirja

Paikka:	Kuortane	Kokeen valvoja tai tarkistusorganisaatio:	Mauno Sippola IWS / JAKK
Valmistajan pWPS Nro.:	JW00060		
Valmistajan WPQR Nro.:	07KO	Railon valmistusmenetelmä ja puhdistus:	leikkaus, hionta, harjaus
Valmistaja:	Kontteli Oy		
Hitsaajan nimi:	Riku Lähteenmaa	Perusaineen erittely:	S420 ML
Hitsausprosessi:	111 Puikko	Ainepaksuus (mm):	12
Liitosmuoto ja hitsauslaji:	FW P	Putken ulkohalkaisija:	
Railon yksityiskohdat (kuva):		Hitsausasento:	PB

Hitsauksen kuva	Hitsausjärjestys
	

Hitsauksen suoritusarvot

palko	Hitsausprosessi	Lisäaineen koko	Virta A	Jännite V	Virtalaji / Napaisuus	Langansyöttönopeus	Kuljetusnopeus	Lämmöntuonti
1-3	111	3,2	120-140	21	DC+		140-150	0,9-1
Lisäaineen luokittelumerkintä:			AWS A/SFA 5.1 : E7018		Muu informaatio esim:			
Lisäaineen käsittely			valmistajan ohje					
Kaasu:		- suojakaasu:	Sivuttaisliike (palon eminnäislevyys):					
		- juurikaasu:						
Kaasun virtausnopeus:		- suojakaasu:	Vaaputus (splitodi, taajuus, pysäytysaika):					
		- juurikaasu:						
Volfraamielektrodi Tyyppi/Koko:			Pulssihitsauksen yksityiskohdat:					
Juuren avauksen / Juurituen yksityiskohdat:								
Korotettu työlämpötila:			Suutteisäisyys:					
Välipalkolämpötila:								
Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja/tai vanheminen:			Pulssihitsauksen yksityiskohdat:					
Aika, lämpötila, menetelmä, kuuminen- ja jäähtymisnopeudet:								
			Hitsauspistoolin / hitsaimen kulma:					

Kuvio 3. Menetelmäkoepöytäkirja (Kontteli Oy).

ISO 15614 mukaisesti testatun koekappaleen hyväksymisen jälkeen pWPS:n mukaisen hitsausohjeen laatiminen on mahdollista. Kontteli Oy:ssä hitsausohjeen laatimisesta vastaa hitsauskoordinoija, joka myös huolehtii, että tarvittava määrä hitsaajia suorittaa kyseisen pätevyyskokeen aikaisemmin laaditun hitsausohjeen perusteella. Kuviossa 4 on valmis ja hyväksytty hitsaajan pätevyystodistus, joka on hitsattu menetelmäkokein testatun hitsausohjeen mukaisesti.



Haavistontie 6
63100 Kuortane
Tel. +358 6 525 4957
Fax +358 6 525 4914

HITSAAJAN PÄTEVYYSTODISTUS
WELDER APPROVAL TEST CERTIFICATE
SFS-EN 287-1 (2011)

Pöytäkirjan nro. Report No.

KG0030

Työnantaja Employer	Toimipäikkö ja yhteystiedot Office and contact person		Valokuva (vaadittaessa) Photo (if required)
Asennus ja Metallityö Kontteli Oy	Anssi Kontteli		
Osoite Address	Puhelin Phone		
63100 Kuortane	0500 669250		
Hitsaaja (suku- ja etunimi) Welder	Tunnus ID	Syntymäaika ja -paikka Date and place of birth	
Latvateikari Pasi	A16	27.11.1970, Lapua	
Tunnistamistapa Means of identification	Tietopuoleinen osaaminen Job knowledge		
Ajokortti Driving licence	Ei testattu Not tested		
Kokoon merkintä Designation	SFS-EN 287-1 (2011) 111 P FW 2 B t12 PB ml		

VALVONTA SUPERVISION

MUUTTUJAT PARAMETERS	HITSAUSKOKKEEN MERKINTÄ / YKSITYSKOHTA WELD TEST DESIGNATION / DETAIL		PÄTEVYYSLAJI RANGE OF APPROVAL	
Hitsausprosessi Welding process	111	SMAW	111	Ks. Ref. 5.2
Levy tai putki Plate or pipe	P	Levy Plate	P, T Ø ≥ 150 mm PA PB	Ks. Ref. 5.3
Liitosmuoto Type of weld	FW	Pienahiisi Fillet weld	FW	Ks. Ref. 5.4
Perusaineryhmä Material group	2	S420ML	1, 2, 3, 9.1, 11	Ks. Ref. 5.5
Lisäaineet Filler materials	B	ESAB OK 48 00	B, A, RA, RB, RC, RR, R	Ks. Ref. 5.6
Susjakaasu Shielding gas				
Apuaineet Auxiliaries				
Aiheepaksuus (mm) Material thickness (mm)	12		≥ 3	Ks. Ref. 5.7
Putken ulkohalk. Outside pipe diam. (mm)				Ks. Ref. 5.7
Hitsausasento Welding position	PB		PA, PB	Ks. Ref. 5.8
Hitsan yksityiskohtat Weld details	ml		sl, ml	Ks. Ref. 5.9
Hitsauspäivä Weld date	Kokoon vaivaja Examiner		WPS nro WPS No	
26.9.2016	Anssi Kontteli		JW00060	

TARKASTUS INSPECTION

Tarkastusmenetelmä Type of test	Suoritettu ja hyväksytty Performed and accepted	Ei vaadittu Not required
Silmämääräinen Visuaali	26.9.2016 AK	
Röntgeni tai ultraääni Radiography or ultrasonic		*
Murtokoe Fracture	OK, AK	
Taivutuskoke Bend test		*
Makro Macro		*
Lisäkoekset Additional test		*

Huomautukset Notes

--

HYVÄKSYNTÄ APPROVAL

Päikkö Place	Kuortane	Pätevyyden jatkaminen seuraavaksi 6 kuukaudeksi (työnantaja, ks. kohta 9.2) Prolongation for approval for the following 6 months (employer, refer to 9.2)
Päivämäärä Date	28.09.2016	
Hyväksyjä Approval	Anssi Kontteli	
Yritys Company	Kontteli Oy	Pätevyyden jatkaminen seuraavaksi 2 vuodeksi (hyväksyjä, ks. kohta 8.3) Prolongation for approval for the following 2 years (examiner, refer 8.3)
Allekirjoitus Signature	<i>Anssi Kontteli</i>	
Pätevyys voimassa Validity of approval until	26.09.2018 seikka	Päiväys Date

29.9.2016

KG SFS-EN 287-1 (2011).xls tulostettu DEKRA Industrial Oy:n ohjelmaversiolla 10.10.2011

Kuvio 4. Pätevyystodistus (Kontteli Oy).

3.8 Hitsausaineet

Yrityksessä täytyy laatia ohjeistus, kuinka hitsauslisäaineita käsitellään, käytetään ja varastoidaan. Lisäaineet eivät saa sekoittua käytössä niin, että erilaatuiset lisäaineet sekaantuvat keskenään, koska joissain tapauksissa niiden oikeaksi todistaminen on mahdotonta jälkikäteen. Ohjeissa tulee määritellä kuinka hitsauslisäaineiden hapettuminen, kastuminen ja vaurioituminen vältetään. Lisäaineiden varastoinnissa tulee noudattaa valmistajan määrittelemiä ohjeita. Lisäaineiden vaurioituminen liian kosteassa tilassa on väistämätöntä, jos asiaan ei kiinnitetä huomiota. Varastointilämpötilasta ja kosteudesta olisi myös hyvä pitää dokumentaatiota. Varastointilämpötilaa tulee lisäksi muuttaa, jos lisäainetoimittajan suositukset poikkeavat käytetyistä varastointiolosuhteista. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 14.)

3.9 Perusaineen varastointi

Perusaineita varastoitaessa ennen niiden tuotantoon siirtämistä pitää huomioida, että materiaali ei vahingoitu mekaanisesta kosketuksesta tai ympäristöolosuhteiden takia. Varastoinnin aikana materiaalin jäljitettävyyttä pitää säilyä läpi koko varastointiajan. Mikäli materiaalista otetaan pala, täytyy huolehtia siitä, että jäljelle jäävään kappaleeseen siirretään tunnistamiseen vaadittava merkintä. Yrityksessä täytyy laatia ohjeet, kuinka varastoitavan kappaleen jäljitettävyyttä säilyy ja kuka tai ketkä siitä ovat pääasiallisessa vastuussa. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 14.)

3.10 Tarkastus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen

Ennen hitsausta täytyy varmistua, että hitsaajalla on voimassaoleva hitsauspätevyys kyseiseen työhön. Pitää varmistaa, että käytössä on oikeat hitsausohjeet, perusaineet ja lisäaineet. Ennen hitsauksen aloittamista pitää olla varma, että hitsausohjeessa määritellyt asiat sekä hitsausrailoa koskevat seikat, kuten muoto ja koko täsmäävät ja selvittää, onko hitsausohjeessa muita huomiota vaativia erityisvaatimuksia, jotka täytyy ottaa huomioon ennen hitsausta. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 16.)

Hitsauksen aikana täytyy määräjain tarkistaa, että hitsausohjeen mukaiset parametrit ovat käytössä, kuten hitsausnopeus, hitsausvirta ja kaarijännite. Jos hitsataan useammalla palolla, pitää huomioida myös palkokerrosten puhdistus, välipal-
kolämpötila sekä palkojen hitsausjärjestys. Lisäksi hitsauksen aikana on otettava huomioon mahdolliset kappaleen muodonmuutokset, jotka syntyvät hitsauksen seurauksena. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 16.)

Hitsauksen jälkeisen tarkastuksen suorittaa ensin silmämääräisesti hitsaaja ja tarkastuslaajuus on 100 %. Hitsaajan lisäksi hitsauskoordinoija tarkistaa hitsauksen laadun silmämääräisesti. Jos tuotteen laatuvaatimuksissa määritellään jokin muu tarkastusmenetelmä, esimerkiksi magneettijauhetarkastus, radiograafinen tarkastus tai tunkeumanestetarkastus, sen tulee suorittamaan tarkastusyritys. Kontteli Oy:ssä hitsauskoordinoija hoitaa NDT-tarkastusten toimeenpanon ja ohjeistaa ulkopuolisen tarkastusyrityksen toimittamaan vaaditut tarkastuspöytäkirjat sovituille henkilöille tarkastustulosten osalta. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 17.)

3.11 Poikkeamat

Poikkeamaksi luetaan tuotteessa ilmenevä vika, joka ei sellaisenaan täytä tuotteelle asetettuja vaatimuksia. Poikkeama saatetaan havaita silmämääräisellä tarkastuksella tai NDT-tarkastuksella saaduilla testaustuloksilla. Standardin mukaisesti aiheutuneista poikkeamista pitää suorittaa dokumentointia, jonka avulla saadaan eliminoidua poikkeaman alkuperäinen aiheuttaja. Poikkeaman korjausta varten laaditaan menetelmäohje, joka tulee olla näkyvillä jokaisella työpisteellä, jolla korjaustoimenpiteitä suoritetaan. Korjaustoimenpiteen jälkeen kappaleelle suoritetaan uudestaan vaatimusten mukaiset tarkastukset, joilla arvioidaan saatiinko kappaleen poikkeama korjatuksi. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 18.)

3.12 Tarkastuslaitteiston kelpuus

Yritys on vastuussa omistamistaan tarkoituksenmukaisista tarkistusvälineistä, joilla tuotteiden tarkastus suoritetaan. Tuotannossa käytettävien mittavälineiden pitää olla asianmukaisessa kunnossa ja viallinen mittalaite tulee hävittää, ettei sitä voida

käyttää enää uudelleen. Standardi 3834-3 ei vaadi välttämätöntä kalibrointia käytettäville mittavälineille, mutta valmistettavan tuotteen vaatimustaso voi olla sellainen, että mittavälineet joudutaan kalibroimaan ja niistä tulee olla todistus. Yrityksen on hyvä nimetä henkilö, joka vastaa mittavälineiden tarkoituksenmukaisuudesta. (SFS-EN ISO 3834-3, 18.)

Standardissa SFS-EN ISO 17662 käsitellään laajemmin hitsauksessa käytävien mittauslaitteiden kelpuutus. Kelpuutuksella tarkoitetaan mittavälineen toimintakunnon hyväksymistä tuotteen valmistamiseen ja tarkastamiseen käytettävälle mittaja tarkastuslaitteelle. Yrityksen kannalta kannattavin tapa on kalibroida ainoastaan niin sanotut master-laitteet, joiden perusteella tuotannossa yleisessä käytössä olevat mittausvälineet kelpuutetaan. Master-laitteita ei yleensä käytetä tuotteiden tarkastamiseen, paitsi jos mittalaite on hyvin arvokas, eikä usean laitteen hankkiminen ole taloudellisesti järkevää. (Lindewald 2013, 20.)

3.13 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys

Mikäli valmistettavan tuotteen laatuvaatimuksissa ilmenee tarvetta jäljitettävyyteen koko tuotantoprosessin läpi, sitä tulee ylläpitää laatuvaatimuksien mukaisesti. Jäljitettävyyteen käytettävän dokumentaation tulee sisältää hitsaukseen liittyen esimerkiksi erillisten hitsien tunnistaminen rakenteessa, hitsauslisäaineiden, perusaineen ja korjattujen kohtien tunnistaminen sekä tiettyjen hitsien yhdistäminen sen hitsanneeseen hitsaajaan tai hitsausohjeeseen. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 19–20.)

3.14 Laatuasiakirjat

Laatuasiakirjat tulee säilyttää vähintään viisi vuotta, mikäli toisin ei ole sovittu. Laatuasiakirjat ovat soveltuvilta osiltaan tärkeitä asiakirjoja yrityksen laatu politiikan määrittämiseen. Laatuasiakirjoista saadaan arvokasta tietoa aikaisemman tuotannon laadusta, ja niistä käyvät ilmi myös potentiaaliset kehityskohteet. (Lindewald 2013, 21–22.)

Laatuasiakirjojen tulee tarvittaessa sisältää

- vaatimusten ja teknisen katselmuksen pöytäkirja
- materiaalitodistukset
- hitsausainetodistukset
- hitsausohjeet
- hitsausohjeiden hyväksymispöytäkirjat (WPQR)
- hitsaajien pätevyystodistukset
- NDT-tarkastajien pätevyystodistukset
- lämpökäsittelyohjeet
- rikkomattoman aineenkoetuksen pöytäkirjat
- mittauspöytäkirjat
- poikkeamaraportit ja korjausten pöytäkirjat. (SFS-EN ISO 3834-3 2006, 20.)

4 LAATUJÄRJESTELMÄN TOTEUTTAMINEN

Nykytilannetta arvioitiin standardin ISO 3834 asettamien vaatimusten pohjalta. Yrityksen henkilökunnan kanssa pyritään havaitsemaan ristiriitaisuuksia päivittäisissä toiminnoissa, jotka eivät täytä täysin standardin vaatimuksia. Lisäksi standardin esittämiin vaatimuksiin vedoten dokumentoinnin helpottamiseksi mietittiin sopivia lomakepohjia jo olemassa olevista lomakkeista. Myöhemmin voi tarvittaessa myös tehdä uusia, jotta laatuasiakirjojen dokumentoinnista tulisi käytännössä miellyttävää ja standardin mukaista.

Yhdessä toimeksiantajan kanssa päädyimme laatimaan laatujärjestelmää SFS-EN ISO 3834-3 pohjalle, joka on metallien sulahitsauksen vakiolaatuvaatimukset täyttävä standardi. Yrityksen tuotannon ollessa pääasiallisesti tilausohjautuvaa alihankintavalmistusta, tilaaja määrittelee laatuvaatimukset tilaamilleen tuotteille.

4.1 Nykytilanne yrityksessä ja kehittämiskohteet

Yrityksen nykytilannetta kartoittaessa havaittiin, että sen hitsaava tuotanto täyttää nykyisellään standardin SFS-EN ISO 3834-4 asettamat vaatimukset, joten jatkuvaa parantamista noudattaen yrityksessä haluttiin kehittää hitsauksen laadunhallintaa. Laatujärjestelmän asettamien vaatimuksien ja nykytilanteen tarkastelun välillä löytyi muutamia poikkeamakohtia, joiden kehittämistä lähdettiin tarkastelemaan. Poikkeamakohtiin mietittiin ratkaisumenetelmiä, jotka olisivat mahdollisimman helposti toteutettavissa.

4.1.1 Vaatimusten ja tekninen katselmus

Nykytilanteessa tarjouslaskijan käytettävissä on projektikohtainen laatu- ja hitsaussuunnitelma. Suunnitelmassa määritellään projektikohtaiset vastuuhenkilöt vastuualueineen sekä erilaisia teknisiä erittelyjä, joita tulee ottaa huomioon projektin edetessä. ISO 3834-3 vaatii uuden projektin tarjousvaiheessa vaatimusten ja teknisen katselmuksen tekemistä. Tarjouskäsittelijä arvioi, pystytäänkö kyseinen tuote valmistamaan yrityksen käytössä olevalla kapasiteetilla ja laitteistolla. Hä-

nellä ei ole käytössään standardin mukaisia lomakkeita, jotka helpottaisivat arviointia. Katselmuksien tekemistä varten laaditaan yhdessä johdon kanssa lomake, jonka pohjana käytetään jo olemassa olevaa projektikohtaista laatu- ja hitsaus-suunnitelmaa, johon lisätään muutamia huomioitavia kohteita.

4.1.2 Kone- ja laiteluettelo

ISO 3834-3 vaatii käytettävissä olevista tuotantolaitteista luetteloja. Laiteluettelo laaditaan tuotannon nostovälineistä, esivalmistukseen käytettävistä muovaus- ja leikkauslaitteista sekä hitsauksessa käytettävistä apuvälineistä, kuten pyörityslaitteista. Laiteluettelosta pitää ilmetä laitteiden kapasiteetti ja lisäksi luetteloon lisätään valmistusvuosi ja yksilöllinen tunnistettavuus. Lisäksi standardi vaatii, että laatuasiakirjoista käy ilmi se kappaleiden maksimikoko, joka on mahdollista valmistaa turvallisesti. Tuotteiden valmistuskokoa rajoittaa Kontteli Oy:n tapauksessa siltanostureiden nostokapasiteetti, siltanostureiden nostokorkeus sekä oviaukkojen koko.

Hitsauskoneille laaditaan myös laiteluettelo, joka on huomattavasti yksityiskohtaisempi kuin yleinen laiteluettelo. Koneet numeroidaan ja jaotellaan hitsausprosessin mukaisesti. Konekortissa näkyy hitsauskoneen valmistaja, malli, sarjanumero, valmistusvuosi ja nimellinen hitsausteho. Hitsauskoneille laaditaan valmistajan ohjeiden mukaisesti huoltosuunnitelma, jossa eritellään päivittäiset, viikoittaiset ja kuukausittaiset huoltotoimenpiteet. Kerran vuodessa hitsauskoneille tehdään os-topalveluna validointi, josta saadaan validointitodistus dokumentaatioksi tehdystä tarkastuksesta. Hitsauslaiteluettelo on hitsauskoordinoijan hallinnassa ja hän hoitaa validointien järjestämisen. Yrityksen hitsaajille pidetään yleisperehdytys hitsauslaitteiden tarkastuksesta, jonka avulla he pystyvät ennakoimaan, tarvitaanko hitsauslaitteelle ulkopuolisen huoltajan tekemää huoltoa.

4.1.3 Tarkastukset

Hitsatuille tuotteille tehdään poikkeuksetta aina 100 % silmämääräinen tarkastus. Tarkastuksen tekevät ensitilassa hitsaajat välittömästi hitsauksen jälkeen. Kaikilla

yrittäjien hitsaajilla on vahva ammattitaito ja kokemus hitsaamisesta sekä hitsien silmämääräisestä tarkastuksesta, mutta standardin mukaisesti hitsien tarkastamista varten tehdään kirjallinen ohje, jossa luetellaan yleisimmät hitsausvirheet. Hitsaajien tekemä silmämääräinen tarkastus sisältää vähintään hitsin muodon ja koon tarkastamisen sekä pintavirheiden tunnistamisen. Hitsin koon varmistamiseksi yrityksessä on olemassa mittalaitteita, joilla todennetaan hitsin a-mitan riittävyys. Valmistettujen tuotteiden kuvanmukaisuus tarkistetaan pääsääntöisesti suorittamalla tarkastusmittaukset, jota varten yrityksellä on olemassa tarkastuspöytäkirja, johon työntekijä voi merkitä mittojen paikkansapitävyyden. NDT-tarkastukset yritykselle suorittaa ostopalveluna tarkastusyritys, jolla on käytössä asianmukaisesti pätevytetty tarkastajat.

4.1.4 Poikkeamat

Tuotannossa tapahtuneista poikkeamista täytyy raportoida laadunhallintajärjestelmää noudattaen. Yritykselle laaditaan poikkeamaraporttiaihiot, jonka henkilöstö täyttää poikkeaman havaittuaan. Poikkeamaraportissa tullessaan kuvailemaan poikkeaman tyyppiä sekä pyritään löytämään sen aiheuttaja. Poikkeamiksi lasketaan esimerkiksi hitsausvirheet, muotovirheet ja kuvanmukaisuudesta poikkeaminen. Poikkeamaraportit käsitellään ja tehdään tarvittavat toimenpiteet, jotta vastaava virhe ei toistu jatkossa. Käsitelyn jälkeen poikkeamaraportit dokumentoidaan ja niistä saadaan arvokasta tietoa yrityksen toimintaa kehitettäessä.

4.1.5 Jäljitettävyys

Mikäli valmistettavien tuotteiden vaatimuksissa määritellään vaatimuksia jäljitettävyydelle, se tarkoittaa Kontteli Oy:n tapauksessa perusaineen ja lisäaineen tunnistamista sekä joissain määrin hitsin sijaintien tunnistamista. Jäljitettävyyttä vaaditaan useimmiten ainoastaan perusaineilta. Perusaine, jota käytetään tuotteen valmistamiseen, pitää merkitä materiaalia vastaanotettaessa lähetyslistan mukaisella sulatusnumerolla, josta saadaan selville materiaalin sulatuseri mahdollisten tuotevirheiden ilmentyessä. Sulatusnumeron merkitsemisen suorittaa kuka tahansa

henkilökuntaan kuuluva, joka vastaanottaa saapuvan materiaalin. Sulatusnumeron merkintää varten tehdään menettelyohje, joka opastaa henkilökuntaa toimimaan oikeaoppisesti. On myös huomioitava materiaalia leikattaessa, että sulatusnumero siirtyy myös jäljelle jäävään osaan, jolloin jäljitettävyys säilyy.

Hitsauslisäaineiden sulatuserä ilmenee lisäainepaketin kyljestä sekä MIG/MAG -hitsauslankakelan kyljessä olevasta tarrasta. Käytetyn hitsauslisäaineen jäljitettävyys on huomattavasti helpompaa MIG/MAG -hitsauksessa, jolloin hitsaaja merkitsee käytettävään piirustukseen lisäaineen sulatuserän, josta sen voi siirtää myöhemmin tarkastuspöytäkirjaan. Tällöin hitsauskoordinoija pystyy toimittamaan myöhemmin materiaalitodistuksen tuotteen tilaajalle, joka vaatii tuotteen valmistamiseen käytetyistä lisäaineista materiaalitodistuksia.

TIG-hitsauksessa lisäaineen jäljitettävyys vaatii hitsaajalta erityistä tarkkuutta, koska lisäainelankoja yrityksen käytöstä löytyy useita eri paksuisia samalle materiaalille ja poikkeuksetta eri vahvuiset lisäaineet tehdään eri sulatuseristä. Lisäaineen jäljitettävyys saadaan toimimaan niin, että hitsaaja tyhjentää hitsauslaitteen lisäainekotelot ennen tuotteen valmistuksen aloittamista. Tuotteen valmistuksen alkaessa hitsaaja hakee lisäainevarastosta tarvittavan määrän sopivan paksuisia lisäainelankoja ja kirjaa samalla sulatuserän numeron lisäainepaketista piirustukseen. Lisäaineiden loppuessa tuotteen valmistuksen aikana, hitsaajan pitää tarkistaa, että myös uudet lisäaineet ovat samasta sulatuserästä. Jos näin ei ole, täytyy myös uusi sulatuserä kirjata piirustukseen, josta se myöhemmin siirretään tarkastuspöytäkirjaan. Hitsaajan pitää huomioida, että eripaksuiset lisäaineet eivät sekaannu valmistuksen aikana.

Yrityksessä valmistetaan myös huomattava määrä tuotteita, joilla ei ole tarvetta materiaalin jäljitettävyydelle. Tällöin yrityksen varastossa voidaan säilyttää myös merkkeamattomia materiaaleja. Tässä tapauksessa täytyy varmistua, että merkkeamaton materiaali ei päädy tuotteeseen, joka vaatii materiaalin jäljitettävyyttä.

4.1.6 Menettelytapaohjeet

Standardi SFS 3834-3 määrittelee, että yrityksen henkilöstön käytössä on menettelytapaohjeita erityishuomioita vaativille työtehtäville. Menettelytapaohjeen tarkoituksena on ohjeistaa henkilöstöä kyseisen työtehtävän suorittamiseen. Menettelytapaohjeella saavutetaan yhtenäinen ja tehokas työsuoritus. Ohjeessa täytyy määrittää tarkasti kunkin työsuorituksen vastuuhenkilöt ja heidän vastuualueensa, kyseisen toiminnon tarkoitus, mitä toiminnossa tehdään ja kuka sen tekee, sekä milloin, missä ja miten työsuorite tehdään. Kaikkiin toimintoihin ei tarvita menettelytapaohjetta, koska oletuksena on, että yrityksen henkilöstö on alan ammattilaisia ja heidän osaamisensa riittää. Menettelytapaohjeen ja osaamisen välisen rajan arviointi on monessa tapauksessa hyvin hankalaa. Mikäli jostain toiminnosta ilmenee usein kysyttävää, sitä varten on hyvä laatia menettelytapaohje. Toimeksiantajan kanssa laadittiin lista, johon kirjattiin ylös toiminnot, joihin arvioitiin tarvittavan menettelytapaohje. Menettelytapaohjeesta täytyy tehdä riittävän lyhyt ja ytimekäs, jotta sen lukeminen on riittävän vaivatonta. Mikäli jatkossa ilmenee tarvetta uusille menettelytapaohjeille, niitä laaditaan lisää. (Lindewald 2013, 9.)

4.2 Sertifioinnin aikataulu

Hitsauksen laadunhallintajärjestelmän auditointi voidaan suorittaa aikaisintaan, kun koko yrityksen henkilökunta on sisäistänyt laadunhallintajärjestelmän keskeisimmät tavoitteet ja yrityksen päivittäiset toiminnot ovat laadunhallintajärjestelmän mukaisia. Ennen mahdollista auditointia yrityksen johdolla täytyy olla esittää dokumentoitua materiaalia, jota on laadittu standardin mukaisesti sekä dokumentteja, jotka on kerätty laadunhallintajärjestelmän mukaisista katselmuksista ja tarkastuksista. Laadunhallintajärjestelmän käyttöönottoon tarvitaan runsaasti aikaa, jotta jokainen hitsaukseen liittyvä toiminto ja tukitoiminnot ovat standardin mukaisia. Henkilöstö täytyy saada sitoutumaan laadunhallintajärjestelmään, jolloin voidaan katsoa, että auditointi on mahdollista. (Pesonen 2007, 226.)

Henkilöstölle pidetään koulutus laadunhallintajärjestelmän tavoitteista ja hyödyistä, joita sillä saavutetaan. Koulutuksessa esitellään käyttöönotettavat menettelytapaohjeet ja perehdytetään henkilöstöä niiden tulkitsemiseen ja käyttämiseen. Henkilökunnalta toivotaan jalkauttamisvaiheessa kehitysideoita, joita ei välttämättä ole huomioitu ohjeita laadittaessa. Usein yrityksen johto haluaa teettää esiauditoinnin, jonka suorittaa puolueeton osapuoli. Esiauditoinnissa tarkastetaan yrityksen toiminnan standardin vaatimusten kannalta sekä antaa suosituksia ja muutosehdotuksia, esimerkiksi, kuinka tuotantoa tai dokumentaatiota on syytä muuttaa, jotta sertifiointi on mahdollista. Yrityksen läpäistessä varsinaisen auditoinnin heille myönnetään sertifiointi, jolla todistetaan, että yritys toimii standardin esittämien vaatimusten mukaisesti. (Lindewald 2013, 23.)

4.3 Laatu järjestelmän toimivuus käytännössä

Opinnäytetyötä tehdessä yrityksen nykytilannetta tarkasteltaessa huomattiin, että yrityksen hitsaustoiminnot oheistoimintoineen ovat erittäin hyvällä tasolla. Reklamaatioiden ja erilaisten poikkeamien syntyminen on todella vähäistä suhteessa siihen, että yrityksen tuotanto painottuu hitsaamiseen usealle eri materiaalille. Voidaan todeta, että yrityksen henkilökunnalla on vahva osaaminen hitsattujen alumiini- ja terästuotteiden valmistamiseen. Tämän perusteella laatu järjestelmällä on hyvät mahdollisuudet toimia hyvin.

4.3.1 Menettelytapaohjeet

Työn tuloksena laadittiin yrityksen käyttöön soveltuvia menettelytapaohjeita, joiden perusteella tuotantoa yhtenäistetään ja tehostetaan vielä entisestään. Menettelytapaohjeeseen määritettiin toiminnon tarkoitus ja vastuhenkilö, jonka avulla henkilöstölle annetaan vastuuta myös tätä kautta laadun ylläpitoon ja kehittämiseen. Menettelytapaohjeista käy ilmi, kuinka toiminnot yrityksessä suoritetaan, mikä on toimintojen pääasiallinen tarkoitus ja mikä vaikutus niillä on laadukkaiden tuotteiden valmistamiseen.

4.3.2 Laiteluettelot ja konekortit

Tuotantokäytössä olevista laitteista laadittiin laiteluettelot. Toisessa luettelossa on kappaleiden esivalmisteluun ja käsittelyyn liittyvät laitteet, esimerkiksi nostolaitteet maksimikapasiteetteineen ja tuotteiden valmistukseen käytettävät käsittelylaitteet, kuten pyöritysrollastot ja pyörityspöydät. Lisäksi yleisessä laiteluettelossa käy ilmi kappaleiden maksimikoko, joita yrityksen toimitiloissa yrityksen konekannalla pystytään valmistamaan. Toisessa luettelossa on käytössä olevat hitsauslaitteet. Hitsauslaitteet numeroitiin, joiden pohjalta niiden tunnistaminen luettelon perusteella helpottuu. Luettelossa koneet jaoteltiin hitsausprosessin mukaisesti kahteen pääryhmään, joita ovat TIG ja MIG/MAG. Hitsauslaitteille tehtiin omat konekortit, joihin ne eriteltiin yksityiskohtaisesti. Konekortteihin kirjataan tehdyt huoltotoimenpiteet ja vuosittaisen validoinnin suoritusmerkintä. Hitsauslaitteiden huoltamisesta ja tarkastamisesta laadittiin henkilöstölle ohje siitä, mitä toimenpiteitä täytyy tehdä päivittäin, viikoittain ja kuukausittain.

4.3.3 Tarkastukset

ISO 3834 määrittelee hitsatuille rakenteille tehtäviä tarkastuksia. Laadunhallintajärjestelmän mukaisesti yrityksessä otetaan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jonka mukaisesti tuotteet tarkastetaan ennen toimitusta. Hitsaushenkilöstö perehdytetään silmämääräistä tarkastusta varten, joka tehdään poikkeuksetta kaikille hitseille. Silmämääräistä tarkastusta varten tehtiin ohje, jossa eritellään yleisimmät hitsausvirheet ja helpotetaan niiden löytämistä. Ennen hitsausta ja hitsauksen aikaisinta tarkastusta varten laadittiin menettelytapaohje, jossa eritellään huomioitavat asiat liittyen hitsaajan pätevyyskseen, käytettäviin hitsausohjeisiin ja hitsausteknisiin asioihin. Muut ainetta rikkomattomat testaukset tuotetaan ostopalveluna tarkastussuunnitelman mukaisesti ja tällöin Kontteli Oy:lle riittää testaajien pätevyyksistä kopiot, joilla osoitetaan, että käytetyt testauspalvelut ovat ammattitaitoisesti toteutetut ja täyttävät tarkastussuunnitelman mukaiset vaatimukset. Tuotteen tilaaja määrittää poikkeuksetta tuotteelle asetetut tarkastusvaatimukset, jolloin tarkastussuunnitelma riittää työohjeeksi tarkastajalle.

4.3.4 Hitsausohjeet

Tässä vaiheessa laadunhallintajärjestelmän laatimista yrityksessä ei tehdä uusia hitsausohjeita, vaan toimitaan nykyisillä hitsausohjeilla. Tämä on mahdollista, koska pääasiassa tilaaja toimittaa hitsausohjeet, joiden mukaisesti toimitaan. Hitsausohjeet on eritelty tilaajien mukaisesti useaan eri kansioon. Tuotantotiloista löytyy kaikki tarvittavat hitsausohjeet vapaasti hitsaajien käytöstä ja alkuperäiset kappaleet dokumentoituna hitsauskoordinoijalla. Hitsausohjeita pitää käyttää ja niiden mukaisesti tulee toimia, mikäli valmistuspiirustuksessa on hitsausrailoon osoittava nuoli, jossa on viittaus käytettävän hitsausohjeen numeroon. Opinnäytetyön aikana saavutettiin paljon arvokasta tietoa hitsausohjeiden hyväksymismenetelmistä ja niiden toteutustavoista. Alustavat hitsausohjeet voidaan hyväksyä varsinaiseksi hitsausohjeeksi viidellä eri tavalla. Hyväksymismenetelmät eroavat toisistaan paljon, mutta on olemassa tuotantotapoja, joihin kaikki hyväksymismenetelmät eivät sovellu. Yleisin menetelmä hitsausohjeen hyväksymiseen on kuitenkin menetelmäkokein varmennettu hitsausohje.

4.3.5 Saavutettava hyöty

Laadunhallintajärjestelmän mukaisella toiminnalla yrityksellä on mahdollisuus erottua edukseen kilpailijoistaan. Toimintatavoista pyritään saamaan tehokkaat ja yhdenmukaiset, jolloin tuotannon tehokkuus kasvaa. Henkilöstön kouluttamisella ja tarvittavien menettelytapa- ja työohjeiden avulla laatupoikkeamia pyritään ehkäisemään ja laatukustannuksia alentamaan. Yritys osoittaa sertifioidulla laadunhallintajärjestelmällä kyvykkyytään asiakkailleen valmistaa tarkoituksenmukaisia tuotteita.

5 YHTEENVETO

Asennus ja Metallityö Kontteli Oy on Kuortaneella toimiva hitsaava alihankinta konepaja. Yrityksessä valmistetaan erilaisia säiliöitä, kuljettimia ja teräsrakenteita hiiliteräksistä, ruostumattomista teräksistä ja alumiineista. Suurin osa tilauksista tehdään projektitoimituksina ja osa myös asennettuina. Yrityksen asiakkaita ovat pääsääntöisesti projektitoimituksiin erikoistuneet yritykset ympäri Suomen. Laadunhallintajärjestelmän laatiminen yritykselle on ollut pitkään harkinnassa ja kiristyneet viranomais- ja laatuvaatimukset ovat vauhdittaneet laatuja järjestelmän toteuttamista.

Opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin hitsaustoimintojen nykytilanteen tutkiminen standardin ISO 3834 näkökulmasta, kehitystarpeiden arvioiminen ja hitsaustoimintojen kehittäminen siten, että ne täyttävät standardin asettamat vaatimukset. Nykytilanteen arvioinnin tärkeimpänä kohtana oli löytää hitsaustoiminnoista poikkeamia, jotka kaipaavat kehittämistä, jotta laadunhallintajärjestelmän sertifiointi olisi mahdollista. Sertifioidun laadunhallintajärjestelmän ansiosta yritys pystyy toteennäyttämään asiakkailleen kyvykkyytensä valmistaa laatuvaatimukset täyttäviä hitsattuja teräs- ja alumiinituotteita.

Laadukkaiden ja tarkoituksenmukaisten tuotteiden tehokas valmistaminen on laatuajattelun peruslähtökohtana konepajateollisuudessa. Asiakas on laadun lopullinen arvioija ja lopulta asiakas päättää aina, onko tuote laadukas vai ei. Asiakas-suhteista täytyy pitää huolta koko toimitusketjun läpi. Toimitusketjussa täytyy huomioida jokaisen asiakassegmentin tarpeet ja vastata niihin mahdollisimman hyvin. Jatkuva parantaminen on laadukkaan toiminnan peruselementti, joka vaatii jatkuvaa ponnistelua, mutta on välttämätöntä markkinoiden ja kilpailijoiden kehittymisen takia. Laatuyrityksen johdolta odotetaan esimerkillisyyttä laatutoiminnan edistäjänä ja heidän tulee toimia aktiivisesti parannus- ja kehityshankkeiden parissa. Vaatimusten mukaisia tuotteita valmistettaessa muodostuu laatu kustannuksia, jotka jaotellaan neljään eri pääryhmään: ulkoiset virhekustannukset, sisäiset virhekustannukset, laadun ylläpitokustannukset sekä huonon laadun ehkäisykustannukset. Ulkoiset ja sisäiset virhekustannukset muodostuvat huonon laadun seurauksena. Sisäiset virhekustannukset muodostuvat virheen korjaamisesta, joka ha-

vaitaan jo virheen syntypaikalla, kun taas ulkoiset virhekustannukset muodostuvat asiakkaan huomaamasta laatupoikkeamasta, joka korjataan takuutyönä. Ylläpito-kustannukset ja ehkäisykustannukset muodostuvat pääosin lopputuotteiden tarkastamisesta ja henkilöstön kouluttamisesta sekä toiminnan kehittamisestä.

ISO 3834 määrittää laatuvaatimuksia metallien sulahitsaukselle. Standardissa määritellään hitsaustyön laatuun vaikuttavia tekijöitä. Laatuun vaikuttavien tekijöiden kehittämällä yrityksen on mahdollista parantaa tuotannon tehokkuutta, vähentää laatupoikkeamia sekä parantaa tuotannon ohjattavuutta. Standardi tarjoaa yrityksen valittavaksi kolme eri laatuvaatimustasoa: kattavat laatuvaatimukset, vakiolaatuvaatimukset ja peruslaatuvaatimukset. ISO 3834 yhtenäistää yrityksen sisäisten toimintojen toteutustapoja. Standardin mukaisella laadunhallintajärjestelmällä yrityksen on mahdollista saavuttaa kilpailuetu kiristyneillä markkinoilla. (Lindewald 2013, 4.)

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla standardiin ISO 3834, jota verrattiin hyvin tarkasti yrityksen nykytilanteeseen hitsaustoimintojen osalta. Tarkoituksenmukaisen vaatimustason valintaan käytettiin runsaasti aikaa, jotta se kattaisi riittävän paljon asiakkaiden vaatimuksista. Yrityksen nykytilanne hitsaustoimintojen osalta kattaa sellaisenaan standardin ISO 3834 peruslaatuvaatimukset, jolloin jatkuvaa parantamista noudattaen laadittiin laatujärjestelmää vakiolaatuvaatimuksien mukaisesti. Vaatimustason valinnan jälkeen kartoitettiin tarve menettelytapaohjeille, hitsausohjeille ja dokumentointilomakkeille, jotka standardi vaatii olevan yrityksen käytössä. Yrityksen käytöstä löytyy hitsausohjeita entisestään, eikä niiden lukumäärää lähdetty kasvattamaan, koska yrityksen tuotanto on tilausohjautuvaa alihankintatyötä, jossa asiakas määrittää tuotteilleen vaatimukset ja samalla toimittaa tuotteen valmistamiseen liittyvät hitsausohjeet. Hitsausohjeet toimivat sellaisenaan työohjeena varsinaiselle hitsaustapahtumalle, koska niistä ilmenee hyvin yksityiskohtaisesti kaikki tarvittava tieto, jonka hitsaaja tarvitsee laadun aikaansaamiseen. Menettelytapaohjeita laaditaan tarpeellinen määrä, jotta laadunhallintajärjestelmän mukaiset toiminnot on kuvattu. Menettelytapaohjeista käy ilmi toimintojen tarkoitus, mitä toiminnolla saavutetaan, kuka sen tekee, koska se tehdään sekä vastuuhenkilöt, jotka valvovat toimintoja. Menettelytapaohjeilla saavutetaan yhtenevä käytäntö

yrityksen sisäisissä toiminnoissa ja ohjeita noudattamalla pyritään saavuttamaan laadukas lopputuote.

Työn tuloksena saatiin aikaan selkeät toimintaohjeet standardin vaatimukset täyttävän laadunhallintajärjestelmän toteuttamiselle, kartoitettiin uusien hitsausohjeiden tarve sekä mietittiin uusien tarvittavien menettelytapaohjeiden ja työohjeiden tarpeellisuutta ja niiden sisältöä. Laadunhallintajärjestelmän sertifiointi toteutetaan, kun toiminnot saadaan kehitettyä standardin mukaisiksi. Laadunhallintajärjestelmällä pyritään kokonaisvaltaiseen hitsauksen laadun varmistamiseen, laatukustannusten vähentämiseen ja uusien asiakkaiden hankkimiseen.

LÄHTEET

Kontteli Oy. Yrityksen sisäiset asiakirjat.

Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. painos. Helsinki: Talentum.

Lecklin, O., Laine, R. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki: Innovatiivisen johtamisjärjestelmän rakentaminen. Helsinki: Talentum.

Lindewald, C-G. 2013. Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

Pesonen, H. 2007. Laatu!: Asiantuntijaorganisaation laatuopas. Helsinki: Infor.

SFS-EN ISO 3834-1. 2006. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 3834-3. 2006. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 15607. 2004. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille: yleisohjeet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 15610. 2004. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille: Hyväksyntä testatuilla hitsausaineilla. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 15611. 2004. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille: Hyväksyntä aikaisemmalla kokemuksella. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 15612. 2004. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille: Standardihitsausohjeet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 15613. 2004. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille: Hyväksyntä esituotannollisella kokeella. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 15614-1. 2012. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille: Hyväksyntä menetelmäkokeella. Osa 1: Terästen kaari- ja kaasuhitsaus sekä nikkelin ja nikkelseosten kaarihitsaus. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

LIITTEET

Liite 1. Konekortti

Liite 2. Hitsien silmämääräinen tarkastus

LIITE 2. Hitsien silmämääräinen tarkastus



30.1.2017

1 / 2

HITSIEN SILMÄMÄÄRÄISEN TARKASTUKSEN OHJE

YLEISTÄ

Hitsien silmämääräinen tarkastus suoritetaan standardin ISO 17637 mukaan:

- Yrityksen hitsaajat suorittavat silmämääräistä tarkastelua ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja välittömästi sen jälkeen. Tästä ei laadita raporttia. Tällaisen tarkastelun suorittaa yleensä hitsaaja itse.
- Pätevöitetty hitsaajat suorittavat hitsaamilleen tuotteilleen silmämääräistä tarkastelua kun tuote on hitsattu valmiiksi. Mikäli tuotteelle asetetut vaatimukset vaativat raportointia hitsauksen tarkastamisesta, tarkastuksen suorittaa yleensä hitsauskoordinaattori. Tarkastuksesta laaditaan raportti tilaajan ohjeiden mukaisesti.



VAATIMUKSET

Hitsaajan suorittaman silmämääräisen tarkastuksen laajuus on 100 % ja vaatimukset ovat seuraavat:

Ajankohta	Tarkastuskohde ja vaatimus	Täsmennys
Ennen hitsausta	Railo, sovitus, silloitus	WPS:n mukaan
Hitsauksen aikana	Hitsausparametrit	
	Puhdistus	
	Lämpötilat	
	Hitsausaineiden käyttö	
	Hitsausjärjestys	
	Mittaukset	Piirustukset
Hitsauksen aikana ja välittömästi sen jälkeen	Pintaan aukeavia huokosia ei sallita	
	Halkeamia ei sallita	
	Yli 0,5 mm syviä pitkiä reunahaavoja ei sallita	
	Lopetuskraateria ei sallita	
	Vajaa kupu ja juuri, ei sallita	

30.1.2017

2/2

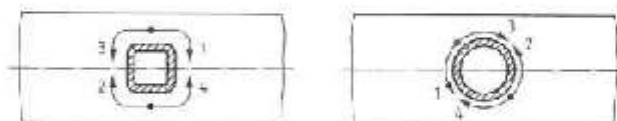
	Vajaa kupu ja juuri, ei sallita	
	Liian pieni a-mitta, ei sallita	

VIRHEIDEN HAVAITSEMINEN

- Mikäli hitsatuissa rakenteissa havaitaan silmämääräisen tarkastuksen yhteydessä pintavikoja, tarkastetuille hitseille tulee suorittaa tunkeumaneste- (PT) tai magneettijauh tarkastus (MT).
- Tuotteissa havaitut pintavirheet korjataan alla mainitun ohjeen mukaan, ellei muuta ole esitetty.

MUUT TARKASTELUT

Edellisten lisäksi tarkastellaan putkien tasoliitoksissa hitsien aloitus ja lopetuskohdat. Aloitus ja lopetuskohtia ei sijoiteta nurkkiin eikä niiden läheisyyteen:

**VIRHEIDEN KORJAAMINEN**

Mikäli hitsiä pitää korjata hitsaamalla, korjaus suoritetaan ko. hitsille määrätyn WPS:n mukaan. Hitsi tarkastetaan minimissään silmämääräisesti ja tarvittaessa muulla NDT:llä mikäli tarkastussuunnitelmassa on niin vaadittu.

