



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# HITSAUSTOIMINNAN KEHITTÄMINEN YRITYKSESSÄ

Opinnäytetyö

TEKIJÄ/T: Janne Simonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Janne Simonen	
Työn nimi Hitsaustoiminnan kehittäminen yrityksessä	
Päiväys 21.5.2015	Sivumäärä/Liitteet 30 / 1
Ohjaaja(t) projekti-insinööri Kari Solehmainen, projekti-insinööri Aku Tuunainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savo-Karjalan Vesihuolto Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:n hitsaustoimintaa. Tavoite oli kartoittaa mitä eri hitsaustoimintaan liittyviä lakeja ja standardeja yrityksen on huomioitava hitsaustoiminnassaan.</p> <p>Hitsaustoiminnan kehittäminen aloitettiin tarkastelemalla standardeja ja lainsäädäntöjä, joita yrityksen tulee noudattaa hitsaustoiminnassaan. Standardien ja lakien kartoituksen jälkeen hitsaustoiminnan kehittäminen rajattiin standardiin ISO 3834 ja sen mukaisten hitsauksen laatuvaatimusten käyttöönottoon yrityksessä. Lähdemateriaalina työssä toimi standardi ISO 3834, joka käsittelee hitsauksen laatuvaatimuksia. Toinen tärkeä lähde työssä oli Carl-Gustaf Lindewaldin teos <i>Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834</i>. Työssä sovellettiin standardin ISO 3834-2 mukaisia hitsauksen kattavia laatuvaatimuksia. Työ oli kolmivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin yrityksen lähtötilanne standardiin ISO 3834-2 verraten. Toisessa vaiheessa yrityksen hitsaustoimintaa muokattiin vastaamaan standardia ja laadittiin tarvittavat menettelyohjeet ja muut yrityksen toimintaa ohjaavat dokumentit. Kolmannessa vaiheessa standardi otettiin käyttöön yrityksessä.</p> <p>Opinnäytetyön lopputulos oli yrityksen toiminnan mukautuminen standardiin ISO 3834-2. Lisäksi konkreettisia tuloksia työssä olivat laaditut menettelyohjeet ja muut yrityksen toimintaa ohjaavat dokumentit.</p>	
Avainsanat ISO 3834-2, Hitsaus, Laatu	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Janne Simonen			
Title of Thesis Development of a Welding Process in a Company			
Date	21 May 2015	Pages/Appendices	30 / 1
Supervisor(s) Mr Kari Solehmainen, Project Engineer; Mr Aku Tuunainen, Project Engineer			
Client Organisation /Partners Savo-Karjalan Vesihuolto Oy			
Abstract  <p>The aim of this final year project was to improve the welding process of Savo-Karjalan Vesihuolto Oy.</p> <p>First, the standards and laws covering the type of welding that was done in the company were studied. After a brief research, the project was defined to cover the quality requirements for fusion welding of metallic materials specified in the standard EN ISO 3834. The standard ISO 3834 was used as a resource for this thesis as well as the book <i>Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834</i> of Carl-Gustaf Lindewald. The work was done in three phases. In the first phase, the company's welding process was studied and compared to the standard ISO 3834-2, which consists of comprehensive quality requirements for fusion welding of metallic materials and is the most demanding quality requirement level in ISO 3834. In the second phase the welding process was adjusted to meet the requirements given in ISO 3834-2. Also all the necessary documents to guide the company's welding process were made. In the last phase ISO 3834-2 was put into practice within the company.</p> <p>As a result of the thesis the welding process of the company was enhanced with the help of ISO 3834-2. Concrete results were instructional documents that help the company to meet the requirements of ISO 3834-2.</p>			
Keywords ISO 3834-2, quality, welding			
public			

## ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:lle Kuopiossa 5.1.2015–30.4.2014 aikana. Haluan kiittää Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:tä haastavasta opinnäytetyön aiheesta ja varsinkin koneistotyön työpäällikkö Kalevi Savolaista, joka on toiminut työssäni suurena apuna.

Haluan kiittää myös projekti-insinööri Kari Solehmaista työn ohjaamisesta ja avustamisesta sekä tutkimus- ja kehityspäällikkö Esa Jääskeläistä ja projekti-insinööri Aku Tuunaista heidän avustaan.

Erytysmaininnan haluan antaa avopuolisolleni, joka jaksoi kannustaa työn tekoon silloin, kun en olisi itse siihen pystynyt. Haluan myös kiittää perhettäni, jolta sain tukea opinnäytetyön aikana.

\_\_\_\_\_ Kuopiossa 21.5.2015

Janne Simonen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	SAVO-KARJALAN VESIHUOLTO OY.....	8
3	SFS-EN ISO 3834 .....	9
3.1	Sulahitsauksen laatuvaatimustason valintaperusteet.....	9
3.1.1	Metallien sulahitsauksen kattavat laatuvaatimukset .....	11
3.1.2	Metallien sulahitsauksen vakiolaatuvaatimukset .....	11
3.1.3	Metallien sulahitsauksen peruslaatuvaatimukset.....	11
4	SFS-EN ISO 3834-2 .....	12
4.1	Vaatimusten katselmus .....	12
4.2	Tekninen katselmus .....	12
4.3	Alihankinta .....	12
4.4	Hitsaushenkilöstö.....	13
4.5	Tarkastus- ja testaushenkilöstö.....	13
4.6	Laitteet .....	13
4.7	Hitsaustoiminnot.....	14
4.8	Hitsausaineet.....	15
4.9	Perusaineen varastointi .....	15
4.10	Hitsien jälkilämpökäsittely.....	16
4.11	Tarkastus ja testaus.....	16
4.12	Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet.....	17
4.13	Mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus.....	17
4.14	Tunnistettavuus ja jäljitettävyys.....	17
4.15	Laatuasiakirjat .....	18
5	MENETTELYOHJEET.....	19
6	AUDITOINTI JA SERTIFIOINTI .....	20
7	TYÖN SUUNNITTELU .....	21
7.1	EN 1090-1 .....	21
7.2	ISO 3834.....	21
8	TYÖN TOTEUTUS .....	23
8.1	Nykytilanteen kartoittaminen .....	23
8.2	Standardin soveltaminen .....	23

8.2.1	Vaatimusten katselmus.....	23
8.2.2	Tekninen katselmus .....	24
8.2.3	Alihankinta.....	24
8.2.4	Hitsaushenkilöstö .....	24
8.2.5	Tarkastus- ja testaushenkilöstö .....	24
8.2.6	Laitteet.....	24
8.2.7	Hitsaustoiminnot .....	25
8.2.8	Hitsausaineet .....	25
8.2.9	Perusaineen varastointi .....	25
8.2.10	Hitsien jälkilämpökäsittely.....	25
8.2.11	Tarkastus ja testaus .....	26
8.2.12	Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet.....	26
8.2.13	Mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus.....	26
8.2.14	Tunnistettavuus ja jäljitettävyys.....	26
8.2.15	Laatuasiakirjat .....	26
8.3	Standardin käyttöönotto .....	27
9	TULOKSET .....	28
10	YHTEENVETO JA POHDINTA .....	29
	LÄHTEET .....	30
	LIITE 1: MENETTELYOHJEEN ESIMERKKI .....	31

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kehittää Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:n hitsaustoimintaa. Opinnäytetyön aihe syntyi, kun yritys huomasi, että sen hitsaukseen liittyvä tietotaito on osittain vanhentunutta. Yrityksen hitsaustoimintaa kehitetään tutkimalla lainsäädäntöä ja standardeja, joita sen tulee noudattaa hitsaustoiminnassaan. Yritys valmistaa lähinnä ruostumattomia ohutseinämäputkistoja ja niihin liittyviä metallituotteita.

Opinnäytetyön aihe rajataan standardiin ISO 3834, joka käsittelee hitsauksen kattavia laatuvaatimuksia. Työssä yritykselle kehitetään standardin ISO 3834-2 mukainen laatutaso, joka on standardin ISO 3834 vaativin laatutaso. Hitsauksen laatu on oleellista hitsaavalle yritykselle, koska se vaikuttaa tuotteen kustannuksiin ja yrityksen kilpailukykyyn. Standardi käsittelee hitsausprosessin mukaisesti kaiken oleellisen, mikä liittyy hitsauksen laadun tekemiseen.

Laatu on aina sopimuskysymys tuotteen tilaajan ja valmistajan kesken. Nykyään tuotteilta odotetaan jatkuvasti halvempaa hintaa ja parempaa laatua. Yhtälö on vaikea, sillä perinteisesti on saanut ostaa kaksi erillistä tuotetta, hyvän ja halvan. ISO 3834 toimii hyvänä työkaluna hitsaustuotannon laadun kehittämisessä. Kun laatua kehitetään, johtaa se yleensä myös kustannussäästöihin, koska esimerkiksi tuotteiden poikkeamat vähenevät. Tämä taas vähentää tuotteen korjauskustannuksia.

## 2 SAVO-KARJALAN VESIHUOLTO OY

Savo-Karjalan Vesihuolto Oy (kuva 1) on perustettu vuonna 1985. Yritys toimii rakennusalalla ja on erikoistunut vesilaitosrakentamiseen ja yhdyskuntatekniseen urakointiin. Yrityksen tuotannosta suurin osa tehdään rakennustyömailla, mutta yrityksellä on myös tuotantotilat toimipisteen yhteydessä. Yrityksen vuosittainen liikevaihto on noin viisi miljoonaa euroa, ja sillä on kolmen A:n luottoluokitus. Yritys toimii pääsääntöisesti Savo-Karjalan ja Keski-Suomen alueella. (SKVH.fi)

Savo-Karjalan Vesihuollon toimialoihin kuuluvat

- johtolinjat
- jv-puhdistamot ja saneeraukset
- maarakennustyöt
- pohja- ja perustustyöt
- pumppaamot
- viemäreiden saneeraus
- vedenottamot
- vesilaitokset ja saneeraukset
- vesistön alitukset
- yv-säiliöt
- vesi- ja jätevesilaitosten SIA-työt.



KUVA 1. Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:n logo.



### 3 SFS-EN ISO 3834

Sulahitsaus on yleisesti käytetty liitännämenetelmä metallituotteiden valmistuksessa. Se on tärkeä prosessi tuotteen valmistuksessa, koska se vaikuttaa läheisesti tuotteen laatuun ja kustannuksiin. Onkin oleellista, että sulahitsausprosessia pystytään valvomaan ja ohjaamaan oikealla tavalla. Hitsauslaatua ei voi saavuttaa tarkastamalla, vaan se täytyy aina luoda tuotteen valmistusvaiheessa. Hitsauslaatu voidaan saavuttaa oikeanlaisella suunnittelulla, materiaalivalinnoilla, valmistuksella ja tarkastuksella. Yrityksen johdon tulisi tunnistaa hitsaustuotannon ongelmakohdat ja muokata laadunohjaus toimivaksi saavuttaakseen tehokkaan hitsaustuotannon. Standardia ISO 3834 voidaan käyttää konepajatuotannossa tai asennuspaikalla tapahtuvassa valmistuksessa. (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 6–8.)

Standardi SFS-EN ISO 3834 koostuu sulahitsauksen laatuvaatimuksista. Se koostuu viidestä eri standardista: SFS-EN ISO 3834-1 käsittelee standardin mukaisen metallien sulahitsauksen laatuvaatimustason valintaperusteet, SFS-EN ISO 3834-2 metallien sulahitsauksen kattavat laatuvaatimukset, SFS-EN ISO 3834-3 metallien sulahitsauksen vakiolaatuvaatimukset, SFS-EN ISO 3834-4 metallien sulahitsauksen peruslaatuvaatimukset ja SFS-EN ISO 3834-5 tarvittavat asiakirjat standardien ISO 3834-2, ISO 3834-3 ja ISO 3834-4 mukaisten vaatimusten osoittamiseksi. (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 8.)

#### 3.1 Sulahitsauksen laatuvaatimustason valintaperusteet

Standardi SFS-EN ISO 3834-1 on ensimmäinen viidestä ISO 3834:ään kuuluvista standardeista ja se antaa yleiskuvauksen standardista ISO 3834. Sen tarkoitus on auttaa standardin mukaisen sulahitsauksen laatuvaatimustason valinnassa, ennen kuin varsinaisia laatuvaatimuksia ryhdytään selvittämään. Valittavia laatuvaatimustasojen on kolme: korkein laatuvaatimustaso on sulahitsauksen kattavat laatuvaatimukset standardin ISO 3834-2 mukaan, keskitaso on sulahitsauksen vakiolaatuvaatimukset standardin ISO 3834-3 mukaan ja kevyin laatuvaatimustaso on sulahitsauksen peruslaatuvaatimukset standardin ISO 3834-4 mukaan. (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 2.)

ISO 3834-1-standardin tärkein tarkoitus on yksinkertaistaa ISO 3834-standardiin sisältyvät eri laatuvaatimustasot niin, että lukija saa yleiskuvan standardeista ja pystyy valitsemaan yrityksensä tilanteeseen parhaiten sopivan laatuvaatimustason. Taulukossa 1 on esitetty standardin liitteenä A oleva ”Asiat, jotka helpottavat tarkoituksenmukaisen laatuvaatimustason valintaa” – taulukko, jossa on listattu asioita tarkoituksenmukaisen laatuvaatimustason valintaan. Tässä taulukossa esitetään kohtia, joihin standardi ISO 3834 ottaa kantaa, ja määrittää, mitä eri laatuvaatimustasot vaativat näissä kohdissa. Kun standardia ISO 3834 aloitetaan soveltamaan yrityksen käyttöön, valinnan tulisi perustua tuotestandardiin, spesifikaatioon, viranomais määräyksiin tai sopimukseen. Esimerkiksi yrityksen yhteistyöyritykset voivat velvoittaa tiettyä hitsauksen laatuvaatimustasoa, ja tämä vaatimus tulisi ottaa huomioon tarkoituksenmukaisessa laatuvaatimustason valinnassa. Valintaa tehdessä tulisi myös muistaa, että käytettäessä tiettyä laatuvaatimustasoa, valmistajan oletetaan täyttävän vaatimukset myös käy-

tettyä laatuosaa alemmista laatusasoista, mikä mahdollistaa esimerkiksi tietyn tuotteen valmistamisen standardin ISO 3834-4 mukaan, vaikka yrityksellä olisikin käytössä standardi 3834-2. Olisi myös suotavaa aloittaa standardin ISO 3834 käyttöönotto standardin ISO 3834-2 mukaisilla kattavilla hitsauksen laatuvaatimuksilla, sillä kaikkia standardissa esitettyjä asioita ei tarvitse toteuttaa, mikäli ne eivät ole tarkoituksenmukaisia. Mikäli joitain kohtia jätetään pois, tulee näiden kohtien pois jättäminen perustella. Tulee myös huomioida, että asetetut laatuvaatimukset eivät saa alittaa standardissa ISO 3834-4 esitettyjä vaatimuksia. (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 10-12; Lindewald 2013, 8.)

TAULUKKO 1. Asiat, jotka helpottavat tarkoituksenmukaisen standardin ISO 3834-2, ISO 3834-3 tai ISO 3834-4 valintaa (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 14.)

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	Pätevöintiä vaaditaan		
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, testaustarkastukselle, kuljetukselle ja nostotehtäville yhdessä turvalaitteiden ja suojavaatetusten kanssa		
8	Laitteiden Huolto	Vaaditaan tuotteen vaatimustenmukaisuuden saavuttamiseksi ja ylläpitoon Dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja vaaditaan	Raportteja suositellaan	Ei erityisiä vaatimuksia
9	Laitteiden kuvaus	Luettelo vaaditaan		Ei erityisiä vaatimuksia
10	Tuotantosuunnitelma	Vaaditaan Dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja vaaditaan	Dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja suositellaan	Ei erityisiä vaatimuksia
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
16	Hitsauksen jälkilämpökäsittely	Varmistetaan, että tuotestandardin tai spesifikaation vaatimukset on täytetty Vaaditaan ohje ja pöytäkirja, sekä pöytäkirjan jäljitettävyyden tuotteeseen	Vaaditaan ohje ja pöytäkirja	Ei erityisiä vaatimuksia
17	Tarkastus ja testaus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen	Vaaditaan		Jos vaaditaan
18	Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet	Ohjaustoimenpiteitä sovelletaan Vaaditaan menettelyohjeita korjaukseen ja/tai oikaisemiseen		Ohjaustoimenpiteitä sovelletaan
19	Mittaus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus	Vaaditaan	Jos vaaditaan	Ei erityisiä vaatimuksia
20	Tuotannonaikainen tunnistus	Jos vaaditaan		Ei erityisiä vaatimuksia
21	Jäljitettävyys	Jos vaaditaan		Ei erityisiä vaatimuksia
22	Laatuasiakirjat	Jos vaaditaan		Ei erityisiä vaatimuksia

### 3.1.1 Metallien sulahitsauksen kattavat laatuvaatimukset

Metallien sulahitsauksen kattavat laatuvaatimukset on käsitelty standardissa ISO 3834-2. Laatuvaatimukset ovat standardin vaativimmat ja suurin ero standardin ISO 3834-3 mukaisiin laatuvaatimuksiin on dokumentoinnissa, sillä standardi ISO 3834-2 vaatii kattavamman dokumentoinnin. Standardien välisten laatuvaatimusten minimivaatimukset on esitetty taulukossa 1. (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 14.)

Standardin ISO 3834-2 mukaiset hitsauksen laatuvaatimukset on esitetty tarkemmin luvussa 5.

### 3.1.2 Metallien sulahitsauksen vakiolaatuvaatimukset

Metallien sulahitsauksen vakiolaatuvaatimukset on käsitelty standardissa ISO 3834-3. Vakiolaatuvaatimukset ovat lähellä ISO 3834-2 mukaisia kattavia laatuvaatimuksia, mutta sisältävät vähemmän dokumentointia. (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 14.)

### 3.1.3 Metallien sulahitsauksen peruslaatuvaatimukset

Metallien sulahitsauksen peruslaatuvaatimukset on käsitelty standardissa ISO 3834-4. Peruslaatuvaatimukset muodostuvat alimmasta standardin ISO 3834 mukaisesta laatuvaatimustasosta. Peruslaatuvaatimuksissa dokumentointi on minimoitu ja vaatimukset kohdistuvat lähinnä osaavaan henkilökuntaan ja toimivaan prosessiin. (SFS-EN ISO 3834-1:2006, 14.)

## 4 SFS-EN ISO 3834-2

Seuraavissa luvuissa käydään standardin ISO 3834-2 yrityksen toimintaa ja dokumentointia koskevat vaatimukset läpi standardissa käsitellyssä järjestyksessä.

### 4.1 Vaatimusten katselmus

Vaatimusten katselmus tulee suorittaa ennen tarjouksen lähettämistä ja siitä voi vastata esimerkiksi myynti- tai projektipäällikkö, joka käy läpi tarjouspyynnöt. Mikäli vaatimuksen katselmuksen suorittava henkilö ei ole hitsauskoordinoija, on tärkeää, että hitsauskoordinoija on paikalla, kun vaatimusten katselmuksessa käsitellään hitsausta koskevia asioita. (Lindewald 2013, 11.)

Vaatimusten katselmuksessa yrityksen tulee tarkastella ainakin käytettävä tuotestandardi, lakisääteiset vaatimukset, valmistajan kyky täyttää vaatimukset ja mahdolliset lisävaatimukset. Vaatimuksen katselmuksen tarkoituksena on varmistaa, että yrityksellä on tarvittavat tekniset ja muut edellytykset toteuttaa asiakkaan tilaus, sekä että kaikki tuotteen hitsaukseen olennaisesti liittyvät vaatimukset kirjataan sopimukseen. (SFS-EN ISO 3834-2, 6-7; Lindewald 2013, 11.)

### 4.2 Tekninen katselmus

Tekninen katselmus tulee suorittaa alustavan suunnitteluvaiheen aikana ennen sopimuksen laatimista. Teknisen katselmuksen tarkoitus on tarkistaa yrityksen osaaminen ja kapasiteetti tehtävään työhön nähden. Yrityksen tulee nimetä henkilö, joka vastaa teknisestä katselmuksesta, esimerkiksi projektin pääsuunnittelija. Mikäli teknisen katselmuksen suorittaja ei ole hitsauskoordinoija, on tärkeää, että hitsauskoordinoija on paikalla teknisen katselmuksen aikana. (Lindewald 2013, 11–12.)

Teknisessä katselmuksessa tarkasteltavat asiat koskevat standardin ISO 3834-2 mukaisia vaatimuksia ja ne on esitetty standardissa ISO 3834-2 (ISO 3834-2, 8).

### 4.3 Alihankinta

Kun käytetään alihankintapalveluita, tärkeintä on, että valmistaja pystyy todentamaan alihankkijan kyvyn täyttää käytetyn hitsauksen laatutason vaatimukset. Alihankkija voi täyttää vaatimukset omistamalla sertifioidun hitsauksen laatutason. Mikäli alihankkijalla ei ole sertifioitua hitsauksen laatutason, tulisi valmistajan auditoida alihankintayritys ja varmistaa soveltuvin osin, että alihankkijan toiminta on vähintään käytetyn laatutason mukaista. (ISO 3834-2, 10; Lindewald 2013, 13.)

Alihankkijalle tulee toimittaa kaikki tarvittavat tiedot työn toteuttamista varten ja alihankkijan tulee toimittaa tilaajalle kaikki tilaajan vaatimat dokumentaatiot. Alihankkijan kanssa tulisi käydä läpi vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus alihankkijan työn soveltuvin osin. (ISO 3834-2, 10; Lindewald 2013, 13–14.)

#### 4.4 Hitsaushenkilöstö

Standardin mukaan hitsaushenkilöstön tulee olla riittävän pätevä ja kykenevä työhönsä. Hitsaushenkilöstön tulee toteuttaa hitsaukseen liittyvä tuotannon suunnittelu, suorittaminen ja valvonta eriteltyjen vaatimusten mukaisesti. Tämä pätee hitsaajiin, hitsausoperaattoreihin sekä hitsauskoordinoitihenkilöihin. (ISO 3834-2, 10; Lindewald 2013, 15.)

Hitsaajien tulee olla päteviä ja suorittaa pätevyys standardin ISO 9606 tai EN 287 soveltuvien osien mukaan sekä hitsausoperaattorien standardin ISO 14732 tai EN 1418 mukaan. Jos tilaajalta tulee hitsaajien pätevyyskoskevia erityisvaatimuksia, tulisi vaatimukset toteuttaa. (ISO 3834-2, 10; ISO 3834-5, 10, 16; Lindewald 2013, 15.)

Jokaisessa yrityksessä, jossa on käytössä standardin ISO 3834-2 mukainen laatutaso, tulisi olla ainakin yksi hitsauskoordinoija. Hitsauskoordinoijalla tulee olla riittävät valtuudet, jotta kaikki tarpeelliset hitsaukseen liittyvät laatutoiminnot voidaan suorittaa. Hitsauskoordinoijia voi olla yrityksessä enemmän kuin yksi, mutta tällöin yksi heistä tulee valita vastuulliseksi hitsauskoordinoijaksi, jolla on päävastuu yrityksen hitsaustoiminnasta. Hitsauskoordinoijan tulee olla pätevä työhönsä ja pätevyys voi todistaa joko kokemuksella tai koulutuksella (esim. IIW tai EWF). Hitsauskoordinoijien tehtävien ja vastuiden määrittämiseen sovelletaan standardia ISO 14731 tai EN 719. (ISO 3834-2, 10; ISO 3834-5, 10, 16; Lindewald 2013, 15.)

#### 4.5 Tarkastus- ja testaushenkilöstö

Standardin mukaan valmistajalla tulee olla käytettävissä riittävä ja pätevä henkilöstö hitsauksen tarkastukseen ja testaukseen. Tämä sisältää hitsauksen tarkastuksen ja testauksen suunnittelemisen, suorittamisen sekä valvomisen. (ISO 3834-2, 10.)

NDT-tarkastuksen henkilöiden tulee olla päteviä standardin ISO 9712 tai EN 473 mukaan, mikäli tilaaja ei ole asettanut muita edellytyksiä. Jos pätevöintiä ei vaadita, valmistajan on osoitettava tarkastajien pätevyys. Pelkkä silmämääräinen tarkastus ei tarvitse pätevöintiä. (ISO 3834-2, 10; Lindewald 2013, 16.)

#### 4.6 Laitteet

Standardi ottaa kantaa laitteisiin, joita valmistajalla tulisi tarvittaessa olla, sekä laitelistojen ylläpitämiseen, uusien laitteiden testaukseen ja dokumentointiin sekä laitteiden huoltoon. (ISO 3834-2, 12–14.) Standardin ISO 3834-2 mukaan tuotanto- ja testauslaitteista tulisi valmistajalla olla tarpeen mukaan saatavissa

- hitsauslaitteet
- railon valmistuslaitteet, pinnan viimeistelylaitteet sekä leikkauslaitteet
- esikuumennus- ja jälkilämpökäsittelylaitteet
- mittauslaitteet
- ohjaimet ja kiinnittimet

- nosto- ja käsittelylaitteet
- henkilösuojaimet ja turvalaitteet
- hitsausaineiden säilytys- ja kuivauslaitteet
- pinnan puhdistuslaitteet.

Valmistajan tulee pitää yllä luetteloa laitteista, jotka ovat tuotannon kannalta oleellisia. Luettelossa esiintyvien laitteiden tulisi määrittää konepajan kyky valmistaa tuotteita, eli sen tulisi sisältää kaikki oleelliset laitteet sekä niiden kapasiteetti. Konepajan luettelo voisi sisältää esimerkiksi:

- kappaleen koko
- hitsauslaitteiden kapasiteetti ja lukumäärä
- nostureiden nostokyky
- jälkilämpökäsittelyn kapasiteetti
- työstökoneet ja niiden kapasiteetti. (ISO 3834-2, 12; Lindewald 2013, 16.)

Standardin mukaan laitteiden tulee olla tarkoitukseensa sopivia eli laitteen tulee olla suunniteltu käyttötarkoitukseensa. Uudet ja kunnostetut laitteet tulee lisäksi testata tarkoituksenmukaisella tavalla. Testauksen tarkoitus on varmistaa, että laitteet toimivat moitteettomasti. Testaus olisi hyvä tehdä ja dokumentoida sopivien standardien mukaisesti. (ISO 3834-2, 12.)

Laitteille tulee laatia dokumentoitu huoltosuunnitelma. Huoltosuunnitelmassa tulee olla ainakin laitteiden ne osat, jotka voivat vaikuttaa oleellisiin hitsausparametreihin. Huoltosuunnitelmat tulee laatia ainakin sellaisille laitteille, jotka vaikuttavat hitsauksen laatuun. Viallisia laitteita ei saa käyttää. Huolto-ohjeet voivat sisältää esimerkiksi:

- hitsauslaitteiden kaapeleiden, langansyöttölaitteen ja pistoolin kunnan
- hitsauslaitteiden mittareiden kunnan
- valvontajärjestelmien kunnan
- mittauslaitteiden kunnan. (ISO 3834-2, 14; Lindewald 2013, 16–17.)

#### 4.7 Hitsaustoiminnot

Standardin hitsaustoiminnot-osio koostuu tuotantosuunnitelmasta, hitsausohjeista, hitsausohjeiden hyväksymisestä, työohjeista sekä menettelyohjeista asiakirjojen laadintaan ja ylläpitoon. Standardi ISO 3834-2 vaatii, että valmistaja tekee tarkoituksenmukaisen tuotannon suunnittelun. Tämä tarkoittaa siis, että tuotantosuunnitelma laaditaan jokaiselle projektille, jossa standardia käytetään.

Tuotantosuunnitelmassa tulisi tarkastella ainakin

- rakenteen valmistusjärjestys ja yksittäisten työvaiheiden tunnistaminen
- hitsausohjeet ja muut liittyvät ohjeistukset
- hitsausjärjestys
- yksittäisten prosessien suorittamisjärjestys ja ajoitus
- tarkastus ja testaus
- ympäristöolosuhteet
- tunnistaminen sulatusnumerosta tai vastaavasta tarvittaessa

- henkilöiden pätevyys
- työkoe tarvittaessa. (ISO 3834-2, 14; Lindewald 2013, 17.)

Standardi vaati, että yrityksen on käytettävä tuotannossaan hyväksytyjä hitsausohjeita. Hyväksymistapojen tulee olla sellaisia, että ne ovat asiaan kuuluvien tuotestandardien mukaisia. Tällaisia hyväksymistapoja ovat hyväksyntä hyväksytyjen hitsausaineiden perusteella, aikaisemman kokemuksen perusteella, standardimenetelmän perusteella, esituotannollisella kokeella sekä menetelmäkokeella. Nämä hyväksyntätavat on esitelty tarkemmin SFS-EN-standardieissa ISO 15610, ISO 15611, ISO 15612, ISO 15613 ja ISO 15614. (ISO 3834-2, 14–16; Lindewald 2013, 17.)

Hyväksytyistä hitsausohjeista voidaan laatia vielä tarkemmat työohjeet, mikäli valmistaja näin haluaa. Työohjeet sisältävät tarkemman työkuvausten kuin hitsausohjeet yksinään. (ISO 3834-2, 16; Lindewald 2013, 17.)

Yrityksen tulee laatia ja ylläpitää ohjeita, joissa käsitellään laatuasiakirjojen laatimista ja valvomista. Näiden ohjeiden tulee kattaa esimerkiksi hitsausohjeiden hyväksymispöytäkirjat, hitsausohjeet sekä hitsaushenkilöstön pätevyystodistukset. (ISO 3834-2, 16.)

#### 4.8 Hitsausaineet

Hitsausaineissa standardi ottaa kantaa eräkohtaiseen testaukseen sekä varastointiin ja käsittelyyn. Standardin mukaan hitsausaineisiin liittyvästä käsittelystä ja varastoinnista tulee laatia ohjeet ja nimetä vastuuhenkilöt. Vastuuhenkilö voi olla hitsauskoordinoija tai tämän valtuuttama henkilö, esimerkiksi varastonhoitaja. (ISO 3834-2, 16; Lindewald 2013, 18.)

Hitsausaineiden varastoinnista, käsittelystä ja käytöstä tulee laatia ohjeet, jotka ovat hitsausainevalmistajien ohjeistuksien mukaisia. Näillä ohjeilla on tarkoitus välttää hitsausaineiden vääränlainen käyttö, sekä hitsausaineiden kostuminen, hapettuminen ja sekaantuminen. (ISO 3834-2, 16; Lindewald 2013, 18.)

Mikäli on tarpeen, voidaan lisäaineille järjestää myös eräkohtainen testaus (ISO 3834-2, 16).

#### 4.9 Perusaineen varastointi

Perusaineen varastoinnissa tulee ottaa huomioon, ettei varastoitava materiaali vahingoitu. Myös tunnistettavuuden tulee säilyä varastoinnin ajan. (ISO 3834-2, 16.)

Lisäksi voidaan luoda menettelyohjeita, joilla varmistetaan oikean perusaineen käyttö työssä. Tällainen menettelyohje voi olla esimerkiksi menettelyohje materiaalin tunnistamisesta. Materiaalin tunnistamisen menettelyohje sisältää ainakin kohdat, joissa käydään läpi materiaalille annetut viranomaismääräykset, tuotekohtaiset vaatimukset, sopimuskohtaiset vaatimukset ja standardikohtaiset vaatimukset. (Lindewald 2013, 18.)

#### 4.10 Hitsien jälkilämpökäsittely

Jos valmistaja suorittaa lämpökäsittelyä, on hänellä täysi vastuu määrittää ja suorittaa ne tavalla, joka on yhteensopiva ainakin perusaineen, hitsausliitoksen ja rakenteen kannalta. Lisäksi valmistajan tulee ottaa huomioon tuotestandardit ja mahdolliset lisävaatimukset. Kun lämpökäsittelyä suoritetaan, tulee suorituksen ajalta pitää lämpökäsittelypöytäkirjaa. Lämpökäsittelypöytäkirjasta tulee ilmetä ainakin, että lämpökäsittelyohjetta on noudatettu, ja että ohjeistus on yhdistettävissä valmistettuun tuotteeseen. Lämpökäsittelyn tavoitteena tulee olla hitsatun tuotteen suunnittelyvaiheessa asetettujen vaatimusten täyttyminen. Vastuuhenkilö lämpökäsittelyistä tulee nimetä, ja se voi olla esimerkiksi hitsauskooorinoija tai valmistuksesta vastaava henkilö. Hitsien jälkilämpökäsittelyssä pitää noudattaa standardia ISO 17663. (ISO 3834-2, 16; Lindewald 2013, 19.)

#### 4.11 Tarkastus ja testaus

Valmistajan tulee suorittaa säännöllisiä tarkoituksenmukaisia tarkastuksia ja testauksia, jotta yhdenmukaisuus sopimusehtoihin voidaan todeta täyttyneen. Tarkastuksen ja testauksen laajuus riippuu paljon siitä, mitä tilaaja vaatii valmistajalta. Tarkastuksen ja testauksen suorittamisesta tulee antaa vastuu henkilölle, joka ei ole tuotantoprosessissa läheisesti mukana. Tällainen henkilö voi olla esimerkiksi laatupäällikkö. Tarkastuksesta ja testauksesta itsestään annetaan vastuu tarkastuksen suorittajalle, oli tämä sitten yksittäinen työntekijä tai erillinen tarkastusorganisaatio. Tarkastus ja testaus jaetaan kolmeen osaan: tarkastus ja testaus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen. (ISO 3834-2, 18; Lindewald 2013, 19.)

Standardin ISO 3834-2 mukaan ennen hitsausta tulee tarkistaa tarvittaessa

- hitsaajien pätevyys työhön
- hitsausohjeiden soveltuvuus työhön
- perusaineen soveltuminen työhön ja sen tunnistaminen
- hitsausaineiden soveltuminen työhön ja niiden tunnistaminen
- railon muodot ja mitat, sekä niiden soveltuvuus työhön
- sovitus, kiinnitys ja silloitus
- mahdolliset erityisvaatimukset
- hitsausolosuhteiden soveltuvuus työhön (ISO 3834-2, 18).

Standardin ISO 3834-2 mukaan hitsauksen aikana tulee tarkistaa sopivin välein

- hitsausparametrit
- esikuumennuksen lämpötila
- palkojen ja palkokerrosten puhdistus ja muoto
- juuren avaus
- hitsausjärjestys
- hitsausaineiden oikeanlainen käyttö ja käsittely
- muodonmuutosten seuranta



- tarvittavat välitarkastukset (ISO 3834-2, 18).

Standardin ISO 3834-2 mukaan hitsauksen jälkeen tulisi suorittaa esimerkiksi seuraavia tarkastuksia:

- silmämääräiset tarkastukset
- mittojen tarkastus
- NDT-tarkastukset
- rikkovan aineenkoetuksen tarkastukset
- dokumentaatioiden laajuuden tarkastaminen (ISO 3834-2, 18–19).

Tarkastuksen ja testauksen vaatimukset on esitetty tarkemmin standardeissa ISO 13916, ISO 17671-2, ISO 17844, ISO 17635, ISO 17636, ISO 17637, ISO 17638, ISO 17639 ja ISO 17640 (ISO 3834-2, 18–19; ISO 3834-5, 14).

#### 4.12 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet

Jos jokin toiminto tai kohde ei täytä annettuja vaatimuksia, tulee valmistajan ryhtyä toimenpiteisiin ja valvoa sekä kehittää kyseistä toimintoa tai kohdetta niin, että annetut vaatimukset saadaan täytettyä. Jos tuotteessa havaitaan poikkeama, tulee tuote korjata tai tarvittaessa korvata tuotteella, jossa poikkeama on korjattu. Poikkeaman korjaamiseksi tulee laatia ohjeistus, joka sisältää kaikki työpisteet, joita poikkeaman korjaus koskee. Korjauksen jälkeen tulee tuote tarkastaa ja testata uudelleen, jotta voidaan varmistaa, että poikkeama on saatu korjattua tuotannossa. Tuotetta ei tule hyväksyä, mikäli se ei täytä alkuperäisiä vaatimuksia. On myös tärkeää, että valmistaja määrittää, mitä termi poikkeama tarkoittaa. Koko henkilökunnan velvollisuutena on ilmoittaa havaituista poikkeamista. Tarvittaessa myös tuotanto pitää pystyä keskeyttämään, mikäli on syntynyt laadun kannalta oleellinen poikkeama. Kun poikkeama on havaittu, tulee määrittää vastuuhenkilö poikkeaman korjaamiseksi. (ISO 3834-2, 20; Lindewald 2013, 20.)

#### 4.13 Mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus

Mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteiden tulee olla tarkoituksenmukaisesti kalibroituja tai kelpuutettuja. Tämä koskee kaikkia laitteita, joita käytetään rakenteen laadun arvioimiseen. Laitteiden kalibroinnin aikaväli ja tarkkuus riippuu paljon siitä, kuinka tarkkoihin mittauksiin laitteita käytetään. Laitteiden kalibroinnille tulee nimetä vastuuhenkilö. Laitteiden kalibrointi- ja kelpuutusvaatimukset käsitellään tarkemmin standardissa ISO 17662. (ISO 3834-2, 20; ISO 3834-5, 14; Lindewald 2013, 20–21.)

#### 4.14 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys

Standardin mukaan valmistajan tulee ylläpitää tunnistettavuutta ja jäljitettävyttä valmistusprosessin läpi. Hitsauksen tunnistettavuuteen ja jäljitettävyteen liittyviä dokumentteja, joita valmistaja voi tarpeen mukaan käyttää, ovat esimerkiksi:

- hitsien jäljitettävyys hitsausohjeeseen sekä hitsaajaan tai hitsausoperaattoriin
- hitsien jäljitettävyys hitsausasemaan

- tilapäisten kiinnitysten sijainnin tunnistaminen
- perusaineen jäljitettävyyden ja tunnistaminen
- korjattujen kohtien tunnistaminen
- hitsauksessa käytettyjen lisäaineiden tunnistaminen
- tuotantosuunnitelmat
- jäljitettävyysskartat
- hitsin sijainti rakenteessa (Lindewald 2013, 21; ISO 3834-2, 20).

#### 4.15 Laatuasiakirjat

Laatuasiakirjat ovat osa yrityksen laatu politiikkaa ja niiden pohjalle rakentuvat yrityksen laatu politiikka, laatu tavoitteet ja toimintatavat. Laatuasiakirjoilla varmistetaan menettelyjen toistettavuus. Niillä on myös mahdollista osoittaa yhteistyö yrityksille yrityksen kyky valmistaa ja toimittaa haluttu tuote. Jotta laatuasiakirjat palvelisivat tarkoitustaan, tulee niiden olla käytössä ja niitä tulee noudattaa. Laatuasiakirjoja on kahdenlaisia: yrityksen omaan toimintaan liittyvät asiakirjat ja laatu tiedostot, jotka liittyvät tiettyyn tuotteeseen. Yrityksen omaan toimintaan liittyviin asiakirjoihin kuuluvat esimerkiksi hitsaajien ja hitsausoperaattorien pätevyystodistukset, kun tuotteeseen liittyviin asiakirjoihin kuuluvat esimerkiksi hitsausohjeet ja materiaalitodistukset. Laatuasiakirjoja tulisi säilyttää vähintään viisi vuotta, ellei toisin sovita tai jokin taho sitä edellytä. (ISO 3834-2, 22; Lindewald 2013, 21–22.)

## 5 MENETTELYOHJEET

Menettelyohjeet ovat tärkeä osa standardia ISO 3834, mutta niiden tekeminen voi olla vierasta monelle yritykselle. Menettelyohjeen tarkoitus on kertoa, mitä tehdään ja kuka on vastuussa, ja se määrittelee yleensä asiasta tehtävän dokumentoinnin. Menettelyohjeessa voi myös esittää esimerkiksi miksi, milloin, missä ja miten jokin toiminto tehdään, mikä on toimintoon liittyvä soveltamisala tai mitä resursseja siihen käytetään. Hyvän menettelyohjeen tunnistaa yleensä siitä, että se sopii yhdelle A4-kokoiselle sivulle ja sen voi lukea sekä ymmärtää niin helposti, ettei lukijan tarvitse istua lukeakseen ohjeistuksen. Kaikista standardin kohdista ei kuitenkaan tarvitse tehdä menettelyohjetta, joskus pelkkä osaaminen voi riittää. Menettelyohje on kuitenkin tarpeen, mikäli jokin tietty standardin mukainen toiminto tai prosessi tehdään jatkuvasti väärin tai jätetään tekemättä kokonaan. (Lindewald 2013, 9.)

## 6 AUDITOINTI JA SERTIFIOINTI

Laatu on aina asiakkaan ja toimittajan välinen sopimuskysymys, ja tämä pätee myös standardiin ISO 3834. Standardia ei ole välttämätöntä sertifioida, mikäli yritys haluaa hyödyntää sitä vain työkaluna parantamaan hitsauksensa laatua. Tällöin yritys voi sanoa noudattavansa tiettyä ISO 3834 mukaista laatutasoa, mutta sertifiointin puuttuessa väitettä ei välttämättä voida virallisesti todentaa. Toinen ääripää on tilanne, jossa yritys sertifioidi tietyn ISO 3834 mukaisen laatutason itselleen minimaalisella dokumentoinnilla ja työllä eikä pyri kehittämään hitsauksensa laatutasoa käytännössä. Tällöin yritys on ostanut vain mainoksen, jolla se voi mahdollisesti edistää myyntiään ja parantaa imagoaan. (Lindewald 2013, 23.)

Mikäli yritys haluaa sertifioida itselleen standardin ISO 3843 mukaisen laatutason, se voi järjestää auditoinnin, jonka suorittaa riippumaton kolmas osapuoli (Inspecta ISO 3834).

## 7 TYÖN SUUNNITTELU

Opinnäytetyön aiheesta oli ensimmäisen kerran puhetta ennen joulua 2014. Yrityksen puolelta tuli ehdotus, että rupeaisin kartoittamaan standardeja ja lainsäädäntöjä, joita yritys joutuu noudattamaan hitsaustoiminnassaan. Tällöin yrityksellä ei ollut tarkkaa kuvaa siitä, mitä vaatimuksia heidän tulisi täyttää.

Työn alku oli hidas, koska kokemukseni hitsauksesta liittyivät lähinnä vain hitsauksen käytännön toteuttamiseen. Työn alussa kävin yrityksen kanssa läpi heidän hitsaustoimintaansa: miten ja mitä hitsataan ja missä hitsataan? Kävi ilmi, että suurin osa yrityksen hitsaustoiminnasta muotoutuu ruostumattomien ohutseinämäputkien hitsauksen ympärille, mutta yritys on myös valmistanut pienissä määrin hoitotasoja, putkien kiinnikkeitä ja vastaavia mustasta teräksestä.

### 7.1 EN 1090-1

Lyhyen selvityksen jälkeen tuli vastaan CE-merkintä kantaville metallirakenteille, joka tuli pakolliseksi heinäkuussa 2014. CE-merkinnän vaatimukset on annettu standardissa EN 1090-1. Standardin mukaan yrityksellä tulee olla sertifioitu sisäinen laadunvalvontajärjestelmä, jos yritys suunnittelee tai valmistaa kantavia teräsrakenteita. (Inspecta EN 1090-1.)

Tarkemman selvityksen jälkeen todettiin kuitenkin, että standardi EN 1090-1 ei koske yrityksen toimintaa, sillä heidän valmistamansa tuotteet, esimerkiksi putkistot ja hoitotasot, eivät kuulu standardin EN 1090-1 piiriin. (Tukes.)

### 7.2 ISO 3834

Keskusteltuani opinnäytetyöstä Kari Solehmaisen ja Esa Jääskeläisen kanssa, muodostui idea rakentaa opinnäytetyö standardin SFS-EN ISO 3834 ympärille. Kyseinen standardi käsittelee hitsauksen laatuvaatimuksia ja toimisi sen kautta hyvänä siltana laadukkaaseen hitsaustuotantoon. Tämä aihe otettiin puheeksi opinnäytetyön aloituskokouksessa, jossa todettiin sen olevan hyvä lähtökohta yrityksen hitsaustoiminnan kartoittamiseen ja kehittämiseen.

Aihe rajattiin siis standardin ISO 3834 ympärille, jonka jälkeen rupesin suunnittelemaan aikataulusta opinnäytetyön suorittamiseen. Sovittiin myös, että työn alussa lähdetään tavoittelemaan standardin kattavia laatuvaatimuksia ja jos näiden toteuttaminen vaikeutuu liikaa, tiputetaan laatuvaatimustasoa sen mukaisesti. Jaoin opinnäytetyön kolmeen osaan: nykytilanteen kartoitus, standardin soveltaminen ja standardin käyttöönotto. Laadin työstä aikataulun opinnäytetyösuunnitelman yhteydessä, joka on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Opinnäytetyön aikataulu.

Tehtävä (viikko)	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SFS-EN ISO 3834 peruskartoitus	■	■	■									
SFS-EN ISO 3834 soveltaminen				■	■	■	■	■				
-Sopimus- ja suunnittelukatselmus				■	■	■	■	■				
-Alihankinta				■								
-Hitsaushenkilöstö					■	■						
-Tarkastus- ja testaushenkilöstö					■	■						
-Laitteet					■	■						
-Hitsaustoiminnot						■	■	■				
-Hitsausaineet						■	■	■				
-Hitsausaineiden varastointi						■	■	■				
-Hitsien jälkilämpökäsittely						■	■	■				
-Hitsien tarkastus ja testaus						■	■	■				
-Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet							■	■	■			
-Kalibrointi							■	■	■			
-Tunnistus ja jäljitettävyys							■	■	■			
-Laatuasiakirjat							■	■	■	■		
Käyttöönotto								■	■	■		
Esiauditointi										■	■	
Mahdollinen auditointi ja sertifiointi											■	■
Opinnäytetyö (viikko)	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Työsuunnitelman palautus	■	■										
Opinnäytetyön teoriaosuus	■	■	■	■								
Opinnäytetyön käytännön osuus		■	■	■	■	■	■	■				
Opinnäytetyön viimeistely								■	■	■	■	
Ensimmäinen kieliasun tarkastus					■	■						
Toinen kieliasun tarkastus									■	■		
Opinnäytetyöseminaari ja kypsyyskoe									■	■		

Työn ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan yrityksen lähtötilanne standardiin ISO 3834 nähden. Ensimmäisessä vaiheessa tulisi tarkastella yrityksen toimintaa käytännössä ja peilata tätä toimintaa standardiin.

Työn toisessa vaiheessa tulisi hyödyntään jo suoritettua nykytilanteen kartoitusta ja peilata sitä standardiin ISO 3834. Mikäli poikkeamia löytyy, tulee ne korjata vastaamaan standardia. Tässä vaiheessa tulee myös tehdä standardin mukaiset menettelyohjeet ja tarvittavat dokumentaatiot, jotka tukevat yritystä standardin käyttöönotossa ja käytössä.

Työn kolmannessa vaiheessa standardi otetaan käyttöön yrityksessä. Silloin viimeistään korjataan poikkeamat yrityksen toiminnassa, jotka eivät vastaa standardia ISO 3834. Myöskin menettelyohjeet ja niihin liittyvä tukimateriaali otetaan käyttöön. Tämän jälkeen yrityksen toiminta tulisi esiauditoida projektin ulkopuolisen asiantuntijan toimesta, jotta huomaamatta jääneet poikkeamat saataisiin korjattua. Kun yrityksen hitsaustoiminta on näillä toimilla saatu standardin ISO 3834 mukaiseksi, voi yritys halutessaan sertifioida saavutetun hitsauksen laatutason. Tämä tapahtuu esimerkiksi Inspectan suorittamalla auditoinnilla.

## 8 TYÖN TOTEUTUS

Toteutin työn kolmessa osassa. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen kulutin vähemmän aikaa nykytilanteen kartoittamiseen, kun taas standardin soveltamiseen kului odotettua enemmän aikaa. Työn vaiheet on nimetty standardin ISO 3834-2 osien mukaan ja selostettu lyhyesti.

### 8.1 Nykytilanteen kartoittaminen

Työn ensimmäisessä vaiheessa tutustuin tarkasti standardiin ISO 3834 ja sitä tukevaan teokseen *Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834*. Ennen tätä työtä en ollut kuullut standardikokoelmaa ISO 3834:sta, joten standardin sisäistämiseen meni suhteellisen kauan aikaa.

Opiskeltuani standardin perusteet, lähdin käymään standardia tarkemmin läpi yrityksen koneistotyön työpäällikkö Kalevi Savolaisen kanssa, joka toimii tässä opinnäytetyössä ohjaajana yrityksen puolelta. Kävimme läpi yrityksen hitsausasiat standardin sisällysluettelon mukaan ja tutustuimme yrityksen toimintaan myös käytännössä. Läpikäynnissä verrattiin, kuinka asiat suoritetaan tällä hetkellä ja alustavasti peilattiin tätä toimintaa standardissa vaadittuun toimintaan. Nykytilanteen kartoittamisesta saatiin siis aikaiseksi lyhyt listaus asioista, jotka standardin käyttöönotossa tulee huomioida.

Nykytilanteen kartoittaminen oli suhteellisen lyhyt vaihe, koska olen ollut töissä yrityksessä jo pitkään ja tiedän melko hyvin, millaisessa tilassa hitsaus yrityksessä on.

### 8.2 Standardin soveltaminen

Työn toisessa vaiheessa sovelsin standardin ISO 3834-2 sisältöä ja vaatimuksia yrityksen toimintaan. Seuraavissa luvuissa on esitetty pääpiirteittäin, mitä muutoksia yrityksen toimintaan tehtiin ja millaisia menettelyohjeita ja dokumentteja työssä luotiin.

#### 8.2.1 Vaatimusten katselmus

Savo-Karjalan Vesihuolto Oy oli ennenkin suorittanut epämuodollisen vaatimusten katselmuksen tarjousten yhteydessä, mutta katselmusta oli tarpeen tarkentaa standardin ISO 3834-2 kannalta. Käytännössä tämä tarkoitti vaatimusten katselmuksen menetelmäohjeen ja tarkastuslomakkeen luontia. Lisäksi tarkastuslomake arkistoidaan työkohtaisesti siltä varalta, että epäkohtien ilmetessä siihen voidaan palata.

## 8.2.2 Tekninen katselmus

Savo Karjalan Vesihuolto Oy oli suorittanut myös teknisiä katselmuksia aiemmin. Teknisestä katselmuksesta tuli kuitenkin tehdä virallisempi ja se tuli dokumentoida standardin tarpeisiin, joten luotiin teknisen katselmuksen menettelyohje ja tarkastuslomake. Luotu tarkastuslomake on yhdistetty vaatimusten katselmuksen tarkastuslomakkeen kanssa selkeyden vuoksi. Teknisen katselmuksen tarkastuslomake arkistoidaan työkohtaisesti yhdessä vaatimusten katselmuksen tarkastuslomakkeen kanssa.

## 8.2.3 Alihankinta

Alihankinnasta tehtiin yritykselle alihankinnan yhdistetty menettelyohje, joka kattaa kaiken hitsaukseen liittyvän alihankinnan. Lisäksi tehtiin tarkastuslomake, jonka avulla arvioidaan lyhyesti ja tehokkaasti alihankkijan pätevyys tehtävään työhön nähden. Tarkastuslomake arkistoidaan työkohtaisesti, jotta epäkohtien ilmetessä siihen voidaan palata.

## 8.2.4 Hitsaushenkilöstö

Työssäni jouduin määrittämään yritykselle tarpeelliset hitsaajien pätevyudet ja hitsauskoordinoijien tehtävät ja vastualueet. Hitsaajilla ei yrityksessä ollut tarpeellisia standardin mukaisia pätevyksiä eikä yrityksessä ollut nimetty hitsauskoordinoijaa, joten hitsaajien ja hitsauskoordinoijien pätevytyksestä luotiin menettelyohjeet. Lisäksi päätettiin kouluttaa yksi koneistopuolen työpäällikkö IWS:ksi, jotta saadaan yritykseen vastuullinen hitsauskoordinoija. Yrityksessä ei ole hitsausoperaattoreita, joten hitsausoperaattorien pätevyysiin ei tarvinnut puuttua. Liitteessä 1 on esitetty hitsauskoordinoijien menettelyohje.

## 8.2.5 Tarkastus- ja testaushenkilöstö

Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:lla ei ole NDT-tarkastajia töissä, joten tämä kohta standardia ei ole täysin tarkoituksenmukainen. Koska standardi ei velvoita silmämääräisen tarkastuksen päteväntiä, joka yleensä riittää yrityksen hitsaustoiminnassa, päätettiin, että kaikki vaativampi tarkastus- ja testaustoiminta hankitaan alihankintana standardin ISO 3834 vaatimukset täyttävältä alihankintayritykseltä. Tarkastus- ja testaushenkilöstön päteväinnistä laadittiin menettelyohje.

## 8.2.6 Laitteet

Työläin vaihe tässä standardin kohdassa oli yrityksen laitekannan kartoittaminen. Yritykselle laadittiin laiteluettelo sekä kapasiteettiluettelo standardia soveltaen. Luettelot sisältävät tarkasti yrityksen tuotantohallin laitteet, mutta työmailla olevista laitteista on lueteltu vain yleisimmät ja tärkeimmät.

Tutkittuani yrityksen hitsauslaitteiden huolto-ohjeita, huomasin, että suurimmalla osalla laitteista on melkein samanlaiset huolto-ohjeet. Tämän takia tein yrityksen käyttöön hitsauslaitteiden yhdistetyn



huolto-ohjeen, joka kattaa yrityksen laitekannan. Tässä huolto-ohjeessa käsitellään päivittäiset ja kolmen kuukauden välein tehtävät tarkastukset sekä puolen vuoden välein tehtävät huollot, jotka kirjataan hitsauslaitteiden huoltolistaan.

Yritykselle laadittiin myös menettelyohjeet hitsauslaitteiden käyttöönotosta ja laitteiden hyväksynnästä.

#### 8.2.7 Hitsaustoiminnot

Standardin hitsaustoiminnot-osiosta yritykselle laadittiin menettelyohje tuotantosuunitelmasta ja hitsausohjeista sekä ohje hitsausohjeiden hyväksymisestä. Lisäksi laadittiin tuotantosuunnitelman loma, jossa on käyty läpi standardin mukaisesti kaikki tarvittavat kohdat yrityksen tuotannon suunnittelusta. Lisäksi pohdittiin, mitä ja millaisia hitsausohjeita yritys tarvitsisi toiminnassaan. Koska Savo-Karjalan Vesihuolto Oy keskittyy hitsauksessaan lähinnä ruostumattomien ohutlevyputkien hitsaukseen, ei hitsausohjeiden tarvitse olla kovin monimutkaisia. Työssä selvisi, että Kempiltä on tulossa valmis hitsausohjepaketti, joka kattaa suuren osan ruostumattomien putkien hitsaamisesta. Yrityksen kannattaa odottaa vielä hetki kyseistä pakettia, koska sen hinta on lähes yhtä kallis kuin yhden hitsausohjeen hyväksyminen menetelmäkokeella.

#### 8.2.8 Hitsausaineet

Hitsausaineet-osiosta kartoitettiin yrityksen käyttämät hitsauslisäaineet. Lisäaineista koottiin datalehdet talteen yhteen kansioon, jos on tarve tarkistaa lisäaineiden tietoja. Kun käytetyt lisäaineet oli selvitetty, luotiin ohjeistus hitsauslisäaineiden käsittelystä ja varastoinnista. Yrityksen hitsauslisäaineiden varastointi oli lähtökohtaisesti jo hyvällä mallilla, ja esimerkiksi puikot kuivatettiin oikeaoppisesti puikonkuivaimella ennen käyttöä. Hitsauslisäaineiden varastoinnin käytäntö sen sijaan oli seka-va ja sitä tuli yhtenäistää. Hitsauslisäaineiden varastoinnista laadittiin ohjeistus.

#### 8.2.9 Perusaineen varastointi

Perusaineen varastoinnin käsittely aloitettiin tutkimalla, miten perusainetta säilytettiin työpajalla. Työpajalla perusaine rajoittuu yleensä lähinnä ruostumattomiin ohutlevyihin ja ohutseinämäputkiin, joten suurta sekaantumisen vaaraa perusaineen varastoinnissa ei siis ollut. Ohjeistus varastoinnille kuitenkin tarvittiin, sillä yritys työstää jonkin verran myös haponkestäviä teräksiä, jotka ovat helposti sekoitettavissa ruostumattomiin teräksiin. Tämän vuoksi laadittiin ohje perusaineen varastoinnista.

#### 8.2.10 Hitsien jälkilämpökäsittely

Savo-Karjalan Vesihuolto Oy ei tee hitsien jälkilämpökäsittelyitä, joten tämä osa ei ole tarkoituksenmukainen yrityksen näkökulmasta. Jos hitsaus vaatii jälkilämpökäsittelyä, hoidetaan työ alihankintana. Selkeyden vuoksi hitsien jälkilämpökäsittelystä tehtiin menettelyohje, jossa viitataan alihankinnan menettelyohjeeseen.

### 8.2.11 Tarkastus ja testaus

Tarkastus ja testaus – osio aloitettiin tutkimalla yrityksen nykyistä käytäntöä tarkastuksessa ja testauksessa. Kävi ilmi, että käytäntö oli moninaista ja sitä tulisi yhtenäistää. Toiminnan yhtenäistämiseksi luotiin kolme ohjetta: hitsauksen esivalmistelun ohje, hitsauksen aikaisen seurannan ohje ja hitsauksen lopputarkastuksen ohje. Näissä ohjeissa käsitellään lähinnä toimintatapoja ja silmämääräistä tarkastusta. Yrityksessä ei ole töissä NDT-tarkastajia, vaan tarvittaessa NDT-tarkastukset ja rikkovan aineenkoetuksen tarkastukset ostetaan alihankintana.

### 8.2.12 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet

Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet – osiossa selvitettiin aluksi yrityksen toimintaa poikkeamatilanteissa. Käytäntö oli moninaista ja sitä tuli yhtenäistää. Dokumentointia tuli myös parantaa vastamaan standardin ISO 3834-2 vaatimuksia. Vaatimusten seurauksena luotiin poikkeamien menettelyohje ja poikkeamaraportti. Poikkeamaraportti on lyhyt lomake, joka täytetään poikkeaman sattuessa. Sen on tarkoitus toimia dokumentaationa tapahtuneesta sekä muistilistana, kuinka poikkeamatilanteissa tulee toimia.

### 8.2.13 Mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus

Yritykseltä selvitettiin aluksi millaisia mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteita sillä on käytössä. Saatiin selville, että laitteet rajoittuvat lähinnä mittauslaitteisiin kuten mittanauhoihin, työntömittoihin ja kulmamittoihin. Lisäksi yrityksellä on käytössä hitsaukseen liittyviä virta- ja jännitemittareita sekä kaasuvirtausmittareita. Koska ohjeistusta laitteiden kalibroinnista ja kelpuutuksesta ei ollut, luotiin standardin ISO 3834-2 mukainen ohje. Ohjeessa käydään lyhyesti läpi, mitkä laitteet tulee kalibroida ja millaisella aikavälillä sekä miten kalibroinnit dokumentoidaan.

### 8.2.14 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys

Tunnistettavuus ja jäljitettävyys – osiosta laadittiin tunnistettavuuden ja jäljitettävyyden yhdistetty menettelyohje. Menettelyohjeessa käsitellään, millaisiin asioihin tulee kiinnittää huomiota, jotta tuotteen tunnistettavuus ja jäljitettävyys säilyisi läpi valmistusprosessin.

### 8.2.15 Laatuasiakirjat

Laatuasiakirjoista laadittiin ohje, jossa eritellään työkohtaiset ja yleisluontoiset laatuasiakirjat sekä ohjeistetaan niiden dokumentaatioissa. Laatuasiakirjojen dokumentointia oli tehty yrityksessä ennenkin, mutta käytäntö oli sekava ja koski lähinnä työkohtaisia laatuasiakirjoja, joten käytännön selvittäminen oli tarpeen.

### 8.3 Standardin käyttöönotto

Viimeinen vaihe opinnäytetyösuunnitelmassa oli standardin käyttöönotto. Tätä raporttia tehtäessä käyttöönottovaiheessa on keretty tilanteeseen, jossa menettelyohjeita ja muita ohjaavia dokumentteja on otettu käyttöön ja henkilöstön kouluttamista standardin mukaiseen toimintaan on suunniteltu. Standardia ei kuitenkaan päästä ottamaan kokonaan käyttöön tämän opinnäytetyön aikana. Tämä johtuu muutamasta standardin kannalta oleellisesta seikasta: hitsauskoordinaattori on pätevyyskoulutuksessa, hitsaajille hankitaan vielä luokkia ja hitsausohjeet ovat tekeillä. Nämä prosessit ovat kokonaisuudessaan niin pitkiä, ettei niitä saada kohtuuden rajoissa tehtyä yhden opinnäytetyön aikana. Standardin käyttöönottoa haittaa myös opinnäytetyön kirjoitushetken huono työtilanne, joka estää standardin käytännön toteuttamista ja testaamista. Standardin käyttöönottoa kuitenkin jatketaan vielä opinnäytetyön päättyttyä.

## 9 TULOKSET

Työn konkreettiset tulokset olivat yrityksen hitsaustoiminnan mukauttaminen standardiin ISO 3834-2 ja standardin mukaisten menettelyohjeiden sekä ohjaavien dokumenttien laatiminen. Standardin ISO 3834-2 käyttöönotosta yritys hyötyy varsinkin hitsauslaadun parantumisena. Hyötyä voidaan myös saada yrityksen yhtenäisemmästä toiminnasta, joka helpottaa esimerkiksi uuden työntekijän koulutamisessa. Myös yrityksen imago voi parantua, kun sen toiminta on kansallisen standardin mukaista.

Työn tuloksena yritys sai myös lisää tietoa sitä koskevista hitsauksen standardeista ja lainsäädännöstä, joka oli opinnäytetyön alkuperäinen tavoite. Tärkeää yritykselle oli varsinkin selvitys kantavien teräsrakenteiden CE-merkinnästä, koska sen tarpeellisuus on laissa määritetty. Standardi ISO 3834-2 viittaa myös moneen muuhun standardiin, jotka liittyvät oleellisesti hitsaukseen. Tästä on hyötyä, jos yritys haluaa kehittää hitsaustoimintaansa jatkossa.

## 10 YHTEENVETO JA POHDINTA

Työn tavoitteena oli hitsaustoiminnan kehittäminen yrityksessä. Yritys myös toivoi, että selvittäisiin sen hitsaustoimintaan liittyviä standardeja ja lainsäädäntöä. Työ alkoi hitsaustoimintaan liittyvän lainsäädännön ja standardien kartoittamisella. Työn alussa selvitettiin kantavien teräsrakenteiden CE-merkinnän tarpeellisuutta yrityksessä. Todettiin kuitenkin, että yrityksen toiminta ei edellytä CE-merkintää.

Tämän jälkeen esitettiin, että yrityksen hitsaustoiminta yhdenmukaistetaan standardin ISO 3834-2 mukaiseksi. Tästä saataisiin konkreettista hyötyä yrityksen hitsaustoiminnan kehittymisenä sekä samalla saataisiin kartoitettua eri standardeja, joita yritys tarvitsee ja voi käyttää hitsaustoiminnassaan. Työ jaettiin kolmeen osaan: aluksi kartoitettiin yrityksen lähtötilanne, seuraavaksi sovellettiin standardia ISO 3834-2 yrityksen käyttöön ja viimeiseksi otettiin standardi käyttöön yrityksessä. Käytönotto jäi kuitenkin osittain kesken aikataulusyistä. Lopputuloksena yrityksen hitsaustoiminta kehittyi ja sitä saatiin yhdenmukaistettua standardin ISO 3834-2 kanssa.

Työ onnistui kokonaisuutena hyvin. Joitakin asioita, joita olisin opinnäytetyössäni halunnut vielä käsitellä, jäi aikataulusyistä työn ulkopuolelle. Työ oli mielestäni laaja ja vaati paljon syventymistä standardeihin ja niihin liittyviin asiateksteihin.

Työ oli mielestäni vaativa, koska lähtötietoni hitsauksesta ja varsinkin standardista ISO 3834-2 olivat hyvin vähäisiä. Työ oli kuitenkin opettavainen ja sain paljon uutta tietoa hitsauksesta ja hitsaukseen liittyvistä standardeista ja lainsäädännöstä. Itse työn teoriaosuuden opiskelu oli pitkälti standardien ja niitä tukevien teoksien lukemista sekä välillä myös tuskastumista niihin liittyvään termistöön. Käytännön puoli oli mielenkiintoisempi, kun pääsin tutustumaan yrityksen hitsaustoimintaan.

Jos tekisin vastaavanlaisen työn uudestaan, aloittaisin työn tekemisen aktiivisesti jo aikaisemmassa vaiheessa. Standardien läpikäyminen on hidasta ja yleensä pitkäväteistä puuhaa, joten läpikäymiseen tulisi varata reilusti aikaa. Suosittelisin myös käyttämään asiantuntijoiden konsultaatiota standardien läpikäymisessä, varsinkin jos tuntuu siltä, ettei standardi oikein aukea itsekseen lukiessa.

## LÄHTEET

INSPECTA ISO 3834. Hitsauksen laadunvarmistus [Viitattu 2015-04-14.] Saatavissa:

<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Sertifiointi/Jarjestelmasertifiointi/Hitsauksen-laadunvarmistus-ISO-3834/>

INSPECTA EN 1090-1. Kantavien metallirakenteiden CE-merkintä EN 1090-1 -standardin mukaan [Viitattu 2015-04-13.] Saatavissa:

<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Sertifiointi/Tuotesertifiointi/Kantavien-metallirakenteiden-CE-merkinta-EN-1090-1--standardin-mukaan/>

LINDEWALD, Carl-Gustaf 2013. Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834. Helsinki: Teknologia teollisuus ry.

METALLIEN SULAHITSAUKSEN LAATUVAATIMUKSET 2005. Osa 1: Tarkoituksenmukaisen laatuvaatimustason valintaperusteet. SFS-EN ISO 3834-1. Vahvistettu 2006. Teknologiateollisuus ry, Standardisointi.

METALLIEN SULAHITSAUKSEN LAATUVAATIMUKSET 2005. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset. SFS-EN ISO 3834-2. Vahvistettu 2006. Teknologiateollisuus ry, Standardisointi.

METALLIEN SULAHITSAUKSEN LAATUVAATIMUKSET 2005. Osa 5: Asiakirjat, jotka tarvitaan standardien ISO 3834-2, ISO 3834-3 tai ISO 3834-4 mukaisten laatuvaatimusten osoittamiseksi. SFS-EN ISO 3834-5. Vahvistettu 2006. Teknologiateollisuus ry, Standardisointi.

SAVO-KARJALAN VESIHUOLTO OY. Puhtaasti vesilinjalla [Viitattu 2015-04-13.] Saatavissa:

<http://www.skvh.fi>

TUKES. CE-merkintä ja EN 1090-1:n soveltaminen [Viitattu 2015-04-13.] Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/Tiedostot/rakennustuotteet/ohjeet/EN-1090-1.pdf>

## LIITE 1: MENETTELYOHJEEN ESIMERKKI

 <b>SAVO-KARJALAN</b> <b>VESIHUOLTO OY</b>	Ohje 7.3 Hyväksytty: Versio 0.1 Hyväksynyt: Allekirjoitus:
<b>Hitsauskoordinoijien menettelyohje</b>	Laadittu: 7.4.2015 Laatinut: Janne Simonen Muokattu viimeksi: Muokannut viimeksi:

**Tarkoitus**

Tällä menettelyohjeella osoitetaan hitsauskoordinoijien vaatimukset, vastuut ja tehtäväalueet.

**Soveltamisala**

Tämä menettelyohje pohjaa standardiin SFS-EN 719, joka käsittelee hitsauksen koordinoinnin tehtäviä ja vastuita.

**Vastuu**

Yrityksen johdolla on vastuu siitä, että vastuullinen hitsauskoordinoija on nimetty.

**Hitsauksen koordinointi**

Vastuullisen hitsauskoordinoijan tulee pystyä vaikuttamaan yrityksen hitsaustoimintaan ja siihen läheisesti liittyviin prosesseihin.

Vastuullinen hitsauskoordinoija voi nimetä muita hitsauskoordinoijia.

Hitsauskoordinoijan tulee olla pätevyity. Pätevyys voidaan todistaa joko koulutuksella (esim. IIW, EWF) tai riittävällä kokemuksella.

Hitsauskoordinoijan tehtävät ja vastuualueet on lueteltu liitteessä 7.3.

**Dokumentointi**

Vastuullinen hitsauskoordinoija ylläpitää tietokantaa, jossa on luettelo hitsauskoordinoijista ja dokumentit, jotka todistavat heidän pätevyytensä (CV ja/tai tutkintotodistus).