

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotalous / energia- ja ympäristötekniikka

Marko Yli-Petäys  
HITSAUKSEN LAADUNHALLINNAN KEHITTÄMINEN KONEPAJASSA  
Opinnäytetyö 2012

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

YLI-PETÄYS, MARKO	Hitsauksen laadunhallinnan kehittäminen konepajassa
Opinnäytetyö	58 sivua
Työn ohjaaja	Osaamisalapäällikkö Markku Huhtinen
Toimeksiantaja	Oy Laine-Tuotanto Ab
Toukokuu 2012	
Avainsanat	Laatu, laadunhallinta, prosessi, kehittäminen, hitsaus

Markkinoiden kansainvälistyessä ja kilpailun kiristyessä on yrityksen tuotettava entistä kehittyneempiä ja laadukkaampia tuotteita. Kansainväliset standardit uusiutuvat aika-ajoin vastaamaan paremmin markkinoiden tarpeita. Yrityksen täytyy pysyä ajan tasalla globaalien, tiukentuvien vaatimusten suhteen.

Myydäkseen vaatimukset täyttäviä tuotteita, yrityksen täytyy todentaa laadunhallintajärjestelmänsä vaikuttavuus. Ongelmana esiintyy, että yritykseltä kuluu resursseja näiden vaatimusten seurantaan ja päivityksiin. Työn tavoitteena oli tutkia Oy Laine-Tuotanto Ab:n hitsausvalmistuksen laadunhallintajärjestelmän vaikuttavuutta uudistettuun SFS-EN ISO 9001 –standardiin sekä SFS-EN ISO 3834 –standardiin.

Tutkimuksessa hankittiin tietoja vertaamalla Oy Laine-Tuotanto Ab:n käytännön valmistusprosessia laatukäsikirjassa kuvattuihin prosesseihin. Teoreettisena tarkasteluna verrattiin vanhempia standardeja uusiin standardeihin. Tämän jälkeen saatuja tuloksia analysoitiin nykyisiin vaatimuksiin.

Tutkimuksessa havaittiin että vaatimukset ovat kiristyneet, mutta ottavat nyt huomioon paremmin organisaation muut toiminnot. Analysoinnin pohjalta annettiin esitykset tutkimuksessa havaittujen ongelmakohtien ratkaisemiseksi.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering

YLI-PETÄYS, MARKO

Improvement of Quality Management of Welding in a Machine Shop

Bachelor's Thesis

58 pages

Supervisor

Markku Huhtinen, Manager of Departments

Commissioned by

Oy Laine-Tuotanto Ab

May 2012

Keywords

quality, quality management, process, development, welding

Globalization of markets and competition is intensifying, and therefore companies need to produce more sophisticated and higher quality products. International standards are updated at regular intervals to better meet the market requirements.

In order to sell equipment that meets these requirements, companies need to demonstrate the effectiveness of their product quality management. The problem is that companies need resources to handle these requirements, monitoring and updates. The aim of this study was to examine the company Oy Laine-Tuotanto Ab's welding manufacturing quality management system's effectiveness in relation to the revised ISO 9001 and new ISO 3834 standards.

The study compared the company's practices in the manufacturing process to the processes described in the quality manual. The theoretical analysis compared older standards to the new standards. Following this, the results were analyzed in relation to the present requirements.

The study found that the requirements have been tightened, but now take better account of the organization's other processes. An analysis of the results identified problem areas. Suggestions for improvement are presented.

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
LYHENTEET JA AVAINKÄSITTEET	6
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus	9
2 OY LAINE-TUOTANTO AB	10
2.1 Yrityksen esittely	10
2.2 Sijainti ja rakennukset	11
2.3 Konekanta	13
3. STANDARDIN SFS-EN ISO 9001MUKAINEN LAADUNHALLINTA	16
3.1 Laadun määritelmä	16
3.2 Laadun tarkastelutasot	17
3.3 Laadun seuranta	19
3.4 Laadunhallintajärjestelmä	19
3.4.1 Laadunhallintajärjestelmän tarkoitus	19
3.4.2 Sertifioitu laadunhallintajärjestelmä	20
3.5 Laadunhallintajärjestelmästandardi SFS-EN ISO 9001	21
3.5.1 Standardisarjan kuvaus ja käyttö	21
3.5.2 PDCA-menettely	23
3.5.3 Kahdeksan laadunhallinnan periaatetta	24
4 KOHDEYRITYKSEN LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄ	25
4.1 Laadunhallintajärjestelmän perusta ja tasot	25
4.2 Kohdeyrityksen laatutavoitteet ja mittarit	27
4.3 Laatu politiikka	27
5 HITS AUS	28
5.1 Yleistä	28
5.2 Hitsausliitoksen rakenne ja testaus	28

5.3 Hitsaustekniikka	30
5.5 Kaarihitsauksen kuvaus	32
5.6 Standardisarja SFS-EN ISO 3834	34
6 KOHDEYRITYKSEN HITSAUSVALMISTUS	35
6.1 Hitsausvalmistuksen vaatimukset	35
6.2 Hitsausvalmistuksen materiaalit ja tuotteet	35
6.3 Käytössä olevat kaarihitsausprosessit	36
6.3.1 Puikkohitsaus	37
6.3.2 MAG-umpilankahitsaus	38
6.3.3 MAG-täytelankahitsaus	40
6.3.4 TIG-hitsaus	42
7 TOIMENPITEET	44
8 LOPPUTULOKSET JA HUOMIOITA	45
8.1 Hitsaavaan valmistukseen vaikuttavat standardin 9001 muutokset	45
8.2 Hitsaavaan valmistukseen vaikuttavat standardin 3834 vaatimukset	49
8.3 Yhteenveto	51
8.3.1 Hitsauksen laatuvaatimusstandardin yhteensopivuus laadunhallinta- järjestelmän vaatimusstandardiin	51
8.3.2 Laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardin yhteensopivuus ympäristöjärjestelmästandardiin	51
8.3.3 Laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardin yhteensopivuus auditointistandardiin	52
8.3.4 Standardien muutosten vaikutus yrityksen hitsausvalmistukseen	52
9 POIKKEAMAT JA KEHITYSEHDOTUKSET	54
10 PÄÄTELMÄT	55
LÄHTEET	57

## LYHENTEET JA AVAINKÄSITTEET

Akkreditoida	valtuuttaa
Aktiivinen kaasu	hitsauksessa reagoiva hitsaustapahtumaa suojaava kaasu
Argon	hitsauksessa käytettävä suojakaasu
Auditointi	järjestelmällinen selvitys siitä, vastaavatko nykyiset käytännöt laatu järjestelmän vaatimuksia ja suunnitelmia.
Austeniitti	teräksen faasirakenne
BW	Butt Weld, päittäisliitos hitsauksessa
Elektrodi	hitsauspolttimen kärki, jonka kärkeen kehittyi oikosulku hitsattavaan perusaineeseen.
Erikoisprosessi	prosessi, jota ei voi valmiiksi todentaa
Force Majeure	odottamaton tilanne, joka johtuu muista toimijoista
FW	Fillet Weld, pienaliitos hitsauksessa
HAZ	Heat Affected Zone, Hitsauksen lämmön aiheuttama muutosvyöhyke faasirakenteessa (tai lyhyesti hitsin muutosvyöhyke)
Hitsausprosessi	hitsauksessa käytetyn tekniikan kuvaus
Hitsaajan pätevyyskoe	hitsaajan taidon testauksessa käytetty menetelmä
Input	prosessiin tuleva asia
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardointiorganisaatio
Inerti suojakaasu	hitsauksessa reagoimaton ja hitsaustapahtumaa suojaava kaasu.
Infrastruktuuri	prosessin toimintaa varten muodostetut laitteet ja olosuhteet.
Jatkuvan parantaminen	menettely, jolla pyritään tehostamaan prosessia
Kalibrointi	laitteen säätäminen tiettyyn arvoon käyttämällä tarkoitettua verrattavaa laitetta.
Katselmus	toiminto, joka suoritetaan asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavien toimenpiteiden, asianmukaisuuden ja vaikuttavuuden määrittämiseksi.
Kelpuus	asian hyväksyminen vertaamalla asetettuihin arvoihin tai objektiin.
Laadunhallinta	sisältää koordinoitua toimenpiteet organisaation suuntaamiseksi ja ohjaamiseksi laatuun liittyvissä asioissa
Laadunhallintajärjestelmä	yrityksen sisäinen yhteistyömalli, johon sisältyvät yrityksen kaikki toiminnot laadulle asetettujen vaatimusten täyttämiseksi.
Laatu	kyky täyttää tarpeet, odotukset ja vaatimukset
Laatupolitiikka	johdon julki tuoma laatuun liittyvä menettelytapa ja –suunta
Laatutavoite	sovittu tavoite, johon laadunhallinnalla pyritään
Laatumittari	funktio, jota mitataan tietystä prosessista laadun selvittämiseksi

MAG	Metal Active Gas welding, umpilankahitsausprosessi
Magneettijauh tarkastus	pintatarkastusmenetelmä
Makrohie	materiaalista hiottu näyte, jolla tutkitaan materiaalin sisäisiä yksityiskohtia.
Menettelytapa	sovittu tapa toimia
Murtokoe	rikkova tarkastusmenetelmä, jolla tutkitaan materiaalin ominaisuuksia.
Output	prosessista lähtevä asia
PDCA	Plan-Do-Check-Act, suunnittele, toteuta, tarkasta, kehitä, jatkuvan parantamisen menettely.
Pinch-voima	sähkömagneettinen voima, jolla hitsauspisara liittyy kappaleeseen.
Poikkeama	vaatimusten täyttämättä jättäminen
Prosessi	toistuva sarja toimintoja, jotka voidaan määritellä ja mitata sekä tuottavat toivotun tuloksen
Radiograafinen kuvaus	ainetta rikkomaton materiaalin tarkastusmenetelmä
ReH	teräksen myötöraja
Resurssi	käytettävissä oleva voimavara
Reklamaatio	vaatimukset täyttämättömästä tuotteesta tai palvelusta tehty vaatimus, johon halutaan vastine.
Sertifiointi	akkredioidun laitoksen suorittama hyväksymiskatselmointi
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
SFS-EN	EN-standardi, jonka Suomen Standardisoimisliitto on hyväksynyt
Standardi	virallisesti sovittu ja määritelty asia tai toimintamenettely
Taivutuskoe	rikkova tarkastusmenetelmä, jolla tutkitaan materiaalin ominaisuuksia.
TIG	Tungsten Inert Gas welding
Tuotantoprosessi	sarja määriteltyjä toimintoja tuotteen valmistamiseksi
Tunkeumanestetarkastus	pintatarkastusmenetelmä
Ultraäänitarkastus	ainetta rikkomaton materiaalin tarkastusmenetelmä
Valmistusprosessi	sarja määriteltyjä toimintoja tuotteen valmistamiseksi
Vetokoe	rikkova tarkastusmenetelmä, jolla tutkitaan materiaalin ominaisuuksia.
Viiteohje	ohje, jossa esitetään tarkempia tietoja jonkin toiminnon suorittamiseksi.
Ympäristöjärjestelmä	yrityksen sisäinen yhteistyömalli, johon sisältyvät yrityksen kaikki toiminnot ympäristöarvoille asetettujen vaatimusten täyttämiseksi.
WPS	Welding Procedure Specification, hitsausohje

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Työn tausta

Oy Laine-Tuotanto Ab:n tuotannosta suuri osa on sopimusvalmistusta, joka toimitetaan ABB Oy:lle. ABB asentaa tuotteet ja komponentit omiin laajempiin tuotekokonaisuuksiinsa. ABB myy nämä suuret kokonaisuudet loppuasiakkaalle kansainvälisille markkinoille. Loppuasiakkaiden edustajat vaativat samanlaista ja yhtenäistä kaupan ja teollisuuden kieltä sopimuksissaan globaalisti.

Kansainvälisille markkinoille tuotteita valmistavan tehtaan täytyy siis pysyä ajan tasalla sekä itse tuotteiden konkreettisissa vaatimuksissa että niihin liittyvien erilaisten muiden vaatimusten suhteen. Näitä vaatimuksia muodostavat erilaiset kansalliset ja kansainväliset standardit, viranomaisten vaatimukset sekä päähankkijan ja loppuasiakkaan omat vaatimukset. Kansainväliset standardit kehittyvät aika-ajoin vastaamaan paremmin globaalien markkinoiden tarpeita. Pystyäkseen myymään vaatimukset täyttäviä tuotteita, alihankintayrityksen täytyy todentaa laadunhallintajärjestelmänsä prosessien vaikuttavuus ja ajanmukaisuus päähankkijalle ja sen loppuasiakkaille.

Ongelmana on, että alihankintayritykseltä kuluu resursseja näiden erilaisten vaatimusten seurantaan ja päivityksiin. Oy Laine-Tuotanto Ab:n laadunhallintajärjestelmä perustuu hitsausvalmistuksen osalta standardien SFS-EN ISO 9001:2000 ja SFS-EN 729 ohjeistuksiin ja vaatimuksiin. Standardi 9001 määrittelee laadunhallintajärjestelmän vaatimuksia ja standardi 729 hitsauksen laatuvaatimuksia. Vanha 729-standardi on korvautunut SFS-EN ISO 3834:2006 –standardilla. ISO 9001 –standardi määrittelee hitsauksen erikoisprosessiksi. Myös Laine-Tuotannon asiakkaat edellyttävät auditoinneissaan, että LT:n hitsausvalmistus toimii standardien 9001 ja 3834 mukaisesti.



Laadunhallintajärjestelmästandardin päivitys ja uusi hitsauksen laatuvaatimusstandardi aiheuttivat tarvetta tutkia Oy Laine-Tuotanto Ab:n hitsauksen laadunhallintajärjestelmän vaikuttavuutta tämän hetken tarpeisiin. LT:n toimihenkilöt tuntevat pääpiirteittäin standardien 9001 ja 729 vaatimukset. Standardin 3834 vaatimukset eivät ole ennestään henkilöstön tiedossa. Hitsaushenkilöstö on kokenutta ja he ovat omaksuneet hyvän konepajakäytännön.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön päätavoitteena oli Oy Laine-Tuotanto Ab:ssa hitsaavaan valmistukseen vaikuttavien SFS-EN ISO 9001:2008 –laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardin muutosten tutkiminen verrattuna vanhempaan SFS-EN ISO 9001:2000 –standardiin. Päätavoitteena oli myös hitsaavaan valmistukseen vaikuttavien SFS-EN ISO 3834:2006 –hitsauksen laatuvaatimusstandardin muutosten tutkiminen verrattuna vanhempaan SFS-EN 729 –hitsauksen laatuvaatimusstandardiin.

Laine-Tuotanto valmistaa tuotteet asiakkaiden laatimien suunnitelmien mukaisesti, joten tässä yhteydessä ei huomioida standardin 9001 tuotteiden suunnittelua ja kehittämistä koskevat vaatimusten mahdolliset muutokset. Opinnäytetyön aiheen rajauksena oli hitsaukseen vaikuttavien standardien tärkeimpien muutosten ja vaatimusten kartoittaminen sekä laatukäsikirjan vaikuttavuuden tutkiminen näihin muutoksiin ja vaatimuksiin. Tulosten on tarkoitus antaa suuntaa Oy Laine-Tuotanto Ab:n tuleville kehitysprojekteille.

## 2 OY LAINE-TUOTANTO AB

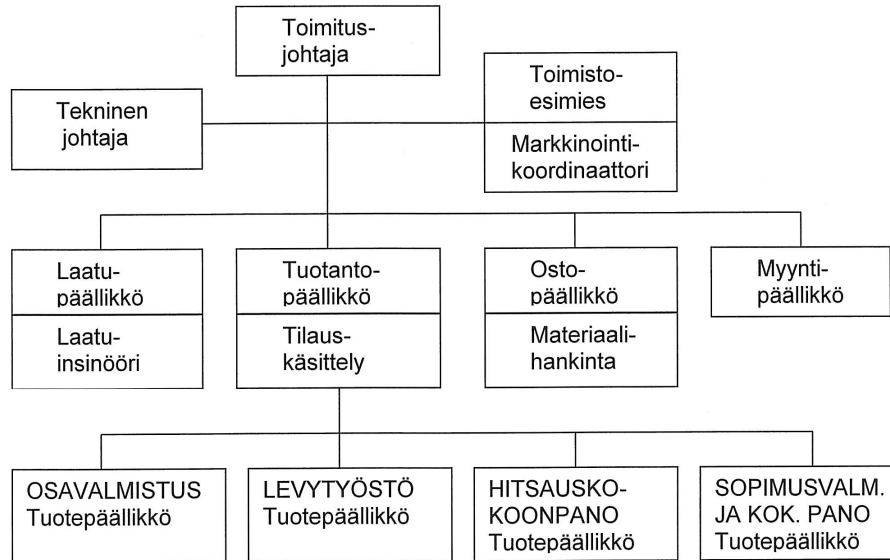
### 2.1 Yrityksen esittely

Vuonna 1959 Eino Laineen perustama Metalliliike E. Laine Ky on kasvanut yli sadan työntekijän metallituotteita valmistavaksi yritykseksi, jonka päätoimialana ovat ohutlevyvalmistus, kevyt ja keskiraskas hitsaustuotanto, metallien puristusvalmistus, kuparimateriaalien jatkojalostus sekä laitteiden ja sähkökomponenttien kokoonpano. (1).

Yrityksen kehitys on ollut nopeaa viimeisten vuosien aikana ja liikevaihto on ollut tasaisesti yli 20 milj. euroa. Henkilöstön määrä on pysynyt runsaassa sadassa. Vuokratyöntekijöitä on ollut noin 20 - 30, osa näistä Unkarilaisia maahanmuuttajia. Kasvua ja kapasiteettia on haettu Vaasan seudulla ja Eestissä sijaitsevista alihankintayrityksistä. Laatu- ja ympäristöjärjestelmät perustuu SFS-EN ISO 9001 ja SFS-EN ISO 14001 mukaisiin laatu- ja ympäristöstandardeihin. (1).

Oy Laine-Tuotanto Ab:n (myöhemmin Laine-Tuotanto tai kuten yrityslogossa LT) tuotannosta 85 % menee ABB Oy:n eri liiketoimintayksiköille ja sitä kautta kansainvälisille markkinoille. Muita asiakkaita ovat muun muassa: Wärtsilä Oy, Vaasa Engineering Oy, Dinolift Oy ja Norcar-BSB Oy. (1).

Yritys on alihankintaa valmistava tuotantoyhtiö, joten organisaatiosta on pyritty muodostamaan mahdollisimman nopeasti reagoiva asiakaskeskeinen toimintamalli, jossa muut osastot, kuten myynti- ja laatuosasto tukevat varsinaista tuotantoa. Kuvassa 1. on esitetty Oy Laine-Tuotanto Ab:n perusorganisaatio. Avainhenkilöille on laadittu erilliset toimenkuvaukset.



Kuva 1. Oy Laine-Tuotanto Ab:n organisaatiokaavio (2).

## 2.2 Sijainti ja rakennukset

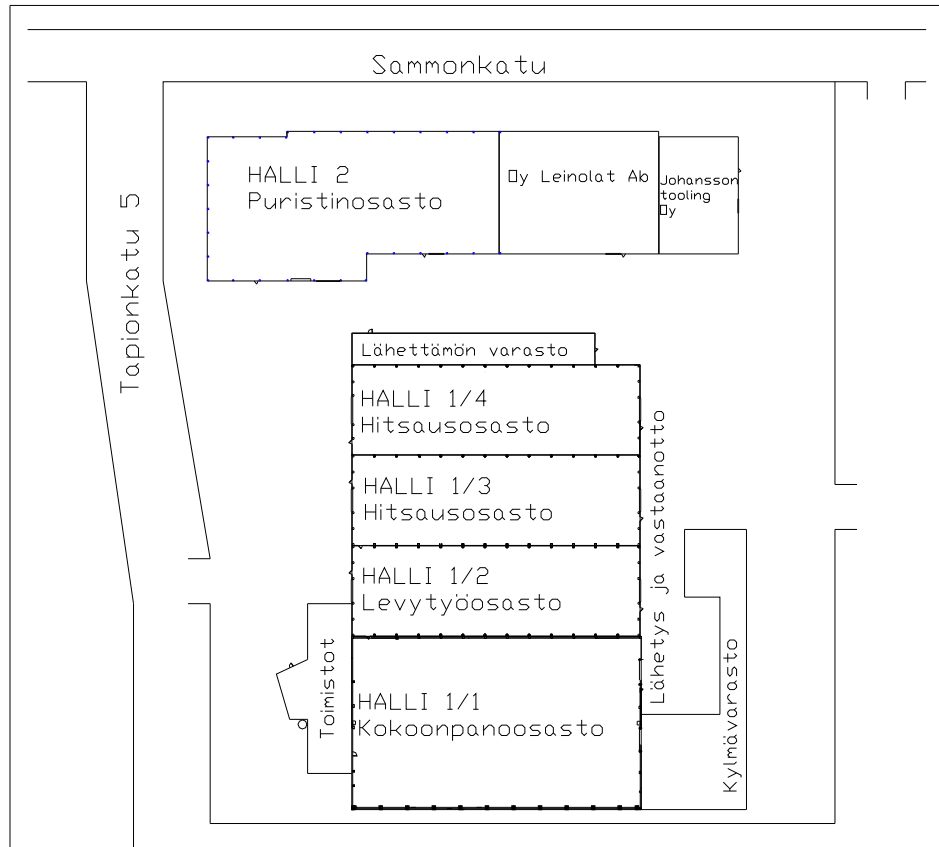
Yritys sijaitsee Vaasassa, Kotirannalla vanhalla teollisuusalueella, jonka ympärille on kohonnut pientaloasutusta. Kesällä 2003 teollisuuspallo tuhosi yrityksen koneet ja tilat lähes täysin. Toiminta jatkui väliaikaisissa tiloissa. Keväällä 2004 rauniot oli korjattu ja tilalle rakennettu uudet toimitilat. Ensin rakennettiin kuvassa 2 olevan toimistorakennuksen takana oleva kokoonpanohalli ja toimistorakennuksen vieressä oleva levytyöhalli sekä hitsaushalli. Vuonna 2005 valmistui kuvassa 3 näkyvä punatiilinen puristinhalli. Tontin pohjapiirros on esitetty kuvassa 4. Viimeisenä, vuonna 2007, valmistui toinen hitsaushalli ja lähettämön varasto. Tällä hetkellä rakennuskantaa on noin 11600 m<sup>2</sup>. Tiloissa on myös vuokralla Oy Leinolab ja Johansson Tooling Oy. Tehtaassa ei ole omaa koneistusta ja pintakäsittelyä, vaan tuotteet käsitellään alihankkijoiden koneistamoissa, maalaamoissa ja sinkityslaitoksissa (1).



Kuva 2. Kuvassa kauempana on toimistorakennus, seuraavana levytyöosasto, sitten kaksi hitsausosastoa ja viimeisenä lähettämön varasto



Kuva 3. Kuvassa kauempana on puristinosasto ja sivussa kuvassa 2. mainitut osastot



Kuva 4. Oy Laine-Tuotanto Ab:n kiinteistöt ja tontti (2.)

### 2.3 Konekanta

Yrityksen konekanta on osittain teollisuuspalon vuoksi erittäin uudenaikaista; merkittävimpinä hankintoina on muun muassa automatisoitu FMS Night Train – levyvarastoon yhdistetyt Laser Punch LP6 ja Laser Brilliance LB6 –laittekokonaisuudet sekä Luvata Oy:n Vaasan liiketoiminnan osittainen osto. Muita laitteita ovat muun muassa kaksi puoliautomaattista Mahler-kovajuotosuunia, 5 kpl FMS-särmäyskoneita, noin 25 kpl 25 - 400 tonnin epäkesko- ja hydraulipuristinta, 5 kpl 3,5 – 10 tonnin siltanostureita ja 3 kpl raskasta vannesahaa sekä noin 45 kpl hitsauskoneita. Yrityksellä on sisäiseen logistiikkaan linkkuohjattava kuormaaja, useita trukkeja, kylkitrukki ja traktori sekä lavetti. Varsinainen logistiikka, kuten kuljetukset koneistukseen ja maalaamoon, on ulkoistettu kuljetusyrietyksille. (1.)



Kuva 5. Levytyökeskus ja automaattivarasto



Kuva 6. Särmäyskoneet





Kuva 7. Hydraulisia puristimia



Kuva 8. Puoliautomaattinen Mahler-kovajuotosuuni

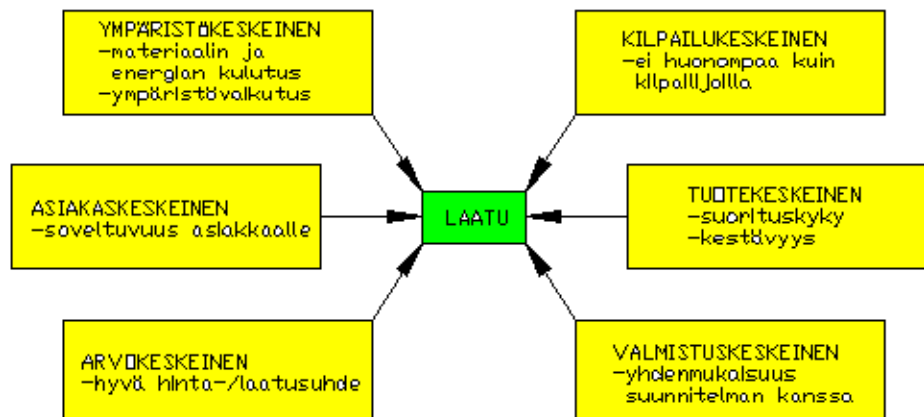


Kuva 9. Automaattinen raskas vannesaha

### 3. STANDARDIN SFS-EN ISO 9001 MUKAINEN LAADUNHALLINTA

#### 3.1 Laadun määritelmä

Laatukäsitteellä on monta erilaista tulkintaa riippuen näkökulmasta. Yleisesti laadulla tarkoitetaan asiakkaan tarpeiden täyttymistä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Asiakastyytyväisyys ei ole itsetarkoitus, johon pyritään hinnalla millä hyvänsä. Kuvasta 10 nähdään, kuinka laatua voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta.



Kuva 10. Tuotteen laadun tarkastelunäkökulmia. (3.)



Asiakaskeskeisen näkökulman mukaan voisi mainita, että laadun määritelmä on: Laatu on mitä tahansa asiakkaat ajattelevat sen olevan. Määritelmään voisi tuotannollisessa tehtaassa vielä lisätä, että asiakkaita ovat tuotteen seuraavat työvaiheet. Laatu ei voi lisätä tuotteeseen, vaan se tehdään valmistamalla ja valmistuksen aikaisella tarkastuksella. Laatu muodostuu muun muassa seuraavista määritteistä:

- suoritusarvot
- erikoisominaisuudet
- erotettavuus
- yhdenmukaisuus
- kestävyys
- huollettavuus
- esteettisyys
- oletettu laatu.

Laadun määritteet (3.)

Jokainen toimija yrityksen sisällä ja ulkona määrittää laadun oman käsityksensä mukaan. Siksi on hyvä, että määrätään eri prosesseille ja tuotteille laatuksiteerit. Laatu perustuu ensisijaisesti valmistavan organisaation kannalta tasaiseen tuotantoon ja stabiiliin prosessiin, missä ei ole häiriöitä. Ellei yrityksen menettelytapoja määritetä, prosesseja ei saada tarpeeksi stabiileiksi. Laadun määritelmään on jo alusta alkaen sisältynyt se, ettei virheitä tehdä. Mottona voisi pitää, että tehdään oikeita asioita, kerralla oikein. Laadun pitää vastata asiakkaiden toivomuksia, eikä tuote saa olla yli- eikä alilaatua. Laatuun liittyy myös tarve suoritustason jatkuvaan parantamiseen. (3.)

### 3.2 Laadun tarkastelutasot

Laatu jakautuu moneen eri tarkastelutasoon yrityksessä ja tuotantoprosessissa. Tasot on esitetty kuvassa 11. Yksi taso tarkastella laatua, on itse lopputuotteen

laatu. Asiakkaat ja käyttäjät arvioivat sitä omien kriteeriensä mukaan. Tuotteen laatu on siis asiakas- tai käyttäjäkohtaista ja tuotetta voidaan pitää laadukkaana, jos sillä on kyky täyttää markkinoiden eli asiakkaiden odotukset, tarpeet ja vaatimukset. Tuote sisältää useimmiten myös palveluita, tai olla se voi pelkästään palvelua, jolloin puhutaan palvelun laadusta. (3.)

Toinen taso on tarkastella, mistä materiaaleista ja kuinka huolellisesti tuote on tehty. Kolmas taso on tarkastella valmistavan organisaation sisäistä laadukkuutta. Tähän kuuluu yrityksen eri prosessien johtaminen, rutiinien hallinta ja menettely, henkilöstön osaaminen ja koulutus sekä laitteet, joilla tuotantoa suoritetaan. Toiminnan laadulla tarkoitetaan kaikkeen toimintaan liittyvää laatua: tuotteiden laadun aikaansaamisen taloudellisuutta ja virheettömyyttä ja kaiken muun yrityksen toiminnan virheettömyyttä. Virheeksi katsotaan kaikki turha työ. Tuotteiden laatuvirheet ovat lähes poikkeuksetta seurausta jostakin toiminnan laatuvirheestä, joten pysyviä parannuksia saadaan aikaan vain toimintaa kehittämällä. Mikäli jokin näistä tarkastelukohteista on heikko, on mahdollista, että myös lopputuotteeseen tulee laatupoikkeamia. (3.)



Kuva 11. Laadun eri tasot yrityksessä. (3)

### 3.3 Laadun seuranta

Laatua määritetään ja seurataan muun muassa seuraavilla keinoilla ja menetelmillä:

- Kansainväliset laadunhallintajärjestelmät (SFS-EN ISO 9000 –standardisarja).
- ”Avustavat standardit” (esim: mitoitusstandardit, hitsauksen standardit).
- Yrityksen prosessien sertifiointi ja auditointi.
- Standarin 9001 prosessiajatteluun perustuva yrityksen laatujärjestelmä.
- Yrityksen laatukäsikirja, johon on määritelty muun muassa avainprosessit, menettelytavat sekä opastusta vaativat työohjeet.
- Yrityksen laatupolitiikka, johon on kirjattu toiminnan kriteerit.
- Yrityksen laatutavoitteet, joista ilmenee huomioitavat kohteet, joita tulee parantaa.
- Laadun tarkkailujärjestelmät, joilla seurataan prosessien muutoksia ja poikkeamia.
- Jatkuva parannus: prosessia kehitetään ja säädetään paremmaksi saadun informaation perusteella.
- Ennalta ehkäisy: mietitään ennalta erilaisia ongelmatilanteita ja yritetään poistaa niiden ilmenemismahdollisuutta.

### 3.4 Laadunhallintajärjestelmä

#### 3.4.1 Laadunhallintajärjestelmän tarkoitus

Laadunhallintajärjestelmä on keino yhtenäistää yrityksen yhteistyötä ohjaavat toimintatavat kaikkien edun mukaisiksi. Laadunhallintajärjestelmästä käytetään usein myös termiä laatujärjestelmä. Laadunhallintajärjestelmän avulla voidaan rakentaa ja vakiinnuttaa organisaatioon suunnitelmallisuutta, hyväksi koettuja toimintamalleja, seurantaa ja jatkuvaa muutosta eteenpäin. Laatujärjestelmä on keino tarttua kiinni laadun vihollisiin, joita esiintyy muun muassa materiaaleissa,

koneissa, laitteissa, kokoonpanossa, lopputuotteissa, aikataulujen pitävyydessä ja palvelusuoritteiden kokonaisuuksissa. Laatujärjestelmä voidaan nähdä monesta eri näkökulmasta hyödylliseksi yrityksen toiminnan parantamisessa ja jokapäiväisen toiminnan tukemisessa. Laatujärjestelmä on sisäinen sopimus toimintatavoista eri vaiheissa ja eri työprosesseissa. Hyvin toteutetussa laatujärjestelmässä kuvataan samalla sisäinen tiedonkulku ja sen merkitys eri vaiheissa. Laatujärjestelmän avulla yhteiset säännöt voidaan tuoda läpinäkyväksi kaikille ja samalla rakennetaan pohja muutoksille, nykytoiminnan analysoinnille, uusien rutiinien lisäämiselle ja vertaamiselle muihin organisaatioihin. (3.)

Laatujärjestelmä ja sen erilaiset dokumentit ovat tietopankki kantapään kautta opituista asioista. Esimerkkinä poikkeavien tuotteiden merkintä ja poikkeamiin reagointi korjaavien toimenpiteiden palaverissa. Laatujärjestelmä on myös sisäisen arvioinnin lähtökohta, jonka avulla tunnistetaan oman toiminnan kannalta merkittäviä kohtia. Näiden kohtien tulisi ainakin olla kunnossa asiakastyytyväisyyden kannalta. Täytyy tunnistaa, mitä ovat inputit, mitä ovat outputit, mitä resursseja prosessi tarvitsee, mitä ovat sen vaatimukset sisäisille asiakkaille ja toimittajille, mitkä ovat prosessin tuotteet ja palvelut. Toimivassa laatujärjestelmässä pääpaino on laadun suunnittelussa, sillä laadun suunnittelu on pitkälti ongelmien ennaltaehkäisyä, joihin korjaavat toimenpiteet eivät enää auta. (3.)

### 3.4.2 Sertifioitu laadunhallintajärjestelmä

Laadunhallintajärjestelmä voi olla sertifioitu tai sertifioimaton. Sertifioitu laatujärjestelmä on akkredioituneen laitoksen hyväksymä laadunhallintajärjestelmä. Akkredioitu laitos tutkii yrityksen laatujärjestelmää sekä noudattaako yritys myös toimintatavoissaan laatujärjestelmäänsä. Akkredioitu laitos tutkii myös vastaako yrityksen laatujärjestelmä käytettävän standardin vaatimuksia. Laadunhallintajärjestelmä voi olla myös sertifioimaton.

Tällöin yritystä ei ole akkreditoitu laitos tutkinut, vaan yritys käyttää toiminnoissaan tietyn standardin mukaisia toimintatapoja. (3.)

Sertifioitu laadunhallintajärjestelmä kertoo yrityksestä asiakkaalle, että perusasiat ovat kunnossa. Laatujärjestelmä ei takaa yksittäisen tuotteen virheettömyyttä, mutta laatujärjestelmän avulla voidaan levittää haluttuja toimintamalleja koko organisaation tietoisuuteen ja näin voidaan luoda asiakaskeskeinen jatkuvan parantamisen malli. (3.)

### 3.5 Laadunhallintajärjestelmästandardi SFS-EN ISO 9001

#### 3.5.1 Standardisarjan kuvaus ja käyttö

Standardisarja SFS-EN ISO 9000 käsittelee laadunhallintaa erilaisissa organisaatioissa. Standardisarjan juuret ovat alun perin sotateollisuuden, ydinvoimaloiden ja rakennusalan laadunvarmistusstandardeissa. 1979 International Organization for Standardization, ISO alkoi kehittää näitä kansainvälisiksi standardeiksi. ISO julkaisi ensimmäiset 9000-sarjan standardit vuosina 1986 ja 1987. Suomen Standardisoimisliitto, SFS edustaa Suomea ISO:ssa ja virallistaa standardit kansallisiksi. Alun perin standardisarja keskittyi laadunvarmistukseen, mutta nykyisin standardit kattavat laajemmin laadunhallintaa. Ne ovat myös kehittyneet yksittäisten vaatimusten esittämisestä prosessilähtöisiksi, pitäen myös sisällään jatkuvan parantamisen menettelyn. (8.)

Standardissa SFS-EN ISO 9000 on esitetty laadunhallintajärjestelmän perusteet ja termit. Standardi SFS-EN ISO 9001 on vaatimusstandardi. Se määrittelee laadunhallintajärjestelmien vaatimukset organisaatiolle, tässä tapauksessa Oy Laine-Tuotanto Ab:lle sekä sen alihankkijoille. Tällä standardilla organisaatio osoittaa, että se tuottaa jatkuvasti tuotteita, jotka täyttävät asiakas- ja viranomaisvaatimukset. Standardilla pyritään asiakastyytyväisyyden jatkuvaan

parantamiseen. SFS-EN ISO 9001 on 9000-sarjan ainoa standardi, jota voidaan käyttää kolmannen osapuolen sertifiointiin sekä sopimusten perustana. SFS-EN ISO 9004 on opastava standardi, joka esittää laajempia suuntaviivoja organisaatiolle kehittyneemmän laadunhallintajärjestelmän muodostamiseen. Standardia suositellaan oppaaksi niille organisaatioille, jotka haluavat ulottaa suorituskykynsä ja jatkuvan parantamisen tason yli standardista 9001 saatavan hyödyn. SFS-EN ISO 9004 –standardilla tavoitellaan mm. laatupalkintoja. SFS-EN ISO 19011 on opastava standardi, joka opastaa laatu- ja ympäristöjärjestelmän auditointiin (4.)

Standardia SFS-EN ISO 9001 käytetään, kun tarkoituksena on rakentaa johtamisjärjestelmä, joka luo luottamusta tuotteen vaatimustenmukaisuuteen ja asiakasvaatimusten täyttämiseen. Standardissa on viisi kohtaa, joissa määritellään ne toiminnot, joita on tarpeen tarkastella järjestelmää sovellettaessa:

1. Laadunhallintajärjestelmää ja dokumentointia koskevat yleiset vaatimukset.
2. Johdon vastuu, kohteet, politiikka, suunnittelu ja tavoitteet.
3. Resurssien hallinta ja kohdentaminen.
4. Mittaus, seuranta, analysointi ja parantaminen.
5. Tuotteen toteuttaminen ja prosessien hallinta.

Neljä ensimmäiseksi mainittua kohtaa soveltuvat kaikkiin organisaatioihin.

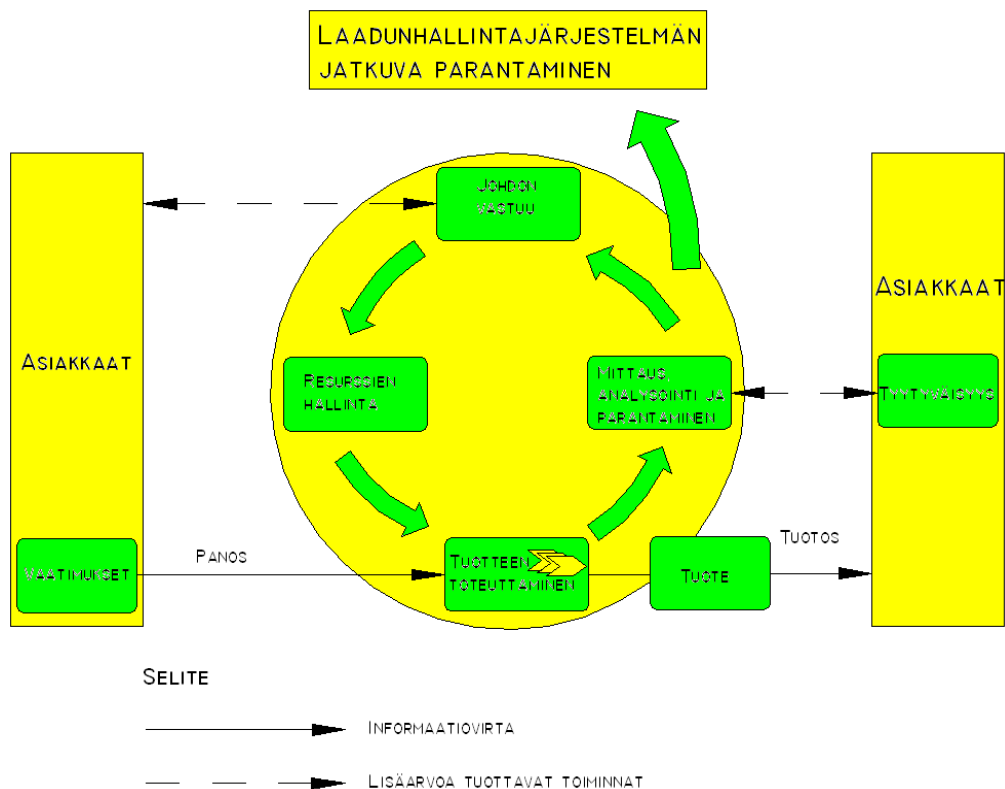
Viidenneksi mainittu kohta *tuotteen toteuttaminen*, voidaan sovittaa vastaamaan kunkin organisaation omia tarpeita. Organisaation laatukäsikirjassa esitetään, kuinka standardin 9001 vaatimukset täytetään. Nämä standardin 9001 viisi kohtaa määrittävät, mitä tulee johdonmukaisesti tehdä, jotta tuote täyttäisi sekä asiakkaiden vaatimukset että tuotetta koskevat lakien ja viranomaisten vaatimukset. Lisäksi tavoitellaan asiakastyytyväisyyden lisäämistä laadunhallintajärjestelmää jatkuvasti parantamalla. (4.)

### 3.5.2 PDCA-menettely

SFS-EN ISO 9001 perustuu jatkuvan parantamisen menettelyyn, josta käytetään englanninkielistä lyhennettä PDCA. Lyhenne tulee sanoista: Suunnittele, Toteuta, Tarkista, Kehitä. PDCA voidaan kuvata lyhyesti seuraavasti:

- Suunnittele: aseta tavoitteet ja luo prosessit, jotka ovat välttämättömiä tulosten saavuttamiseksi asiakkaan vaatimusten ja organisaation omien politiikkojen mukaisesti. Tällaisia politiikkoja voivat olla esimerkiksi laatupolitiikka, kvartaalin laatutavoitteet ja yrityksen strategia.
- Toteuta: toteuta prosessit.
- Tarkista: seuraa ja mittaa prosesseja ja tuotteita, vertaa niitä politiikkoihin, tavoitteisiin ja tuotevaatimuksiin sekä raportoi tuloksista.
- Kehitä: ryhdy toimenpiteisiin, joilla parannetaan jatkuvasti prosessien suorituskykyä. (6).

Tämä PDCA-ympyrä tai pikemminkin eteenpäin kulkeva spiraali kuvaa hyvin jatkuvaa parantamista. Ongelman mittausta aloitetaan aina uudesta pisteestä ja kehitetään ongelmaa eteenpäin. Kuvassa 12 on esitetty PDCA-ympyrän toiminta.



Kuva 12. Laadunhallintajärjestelmän jatkuva parantaminen. (6)

### 3.5.3 Kahdeksan laadunhallinnan periaatetta

SFS:n ja ISO:n mukaan on kahdeksan laadunhallinnan periaatetta, joita organisaatio voi soveltaa laadunhallintajärjestelmässään standardin 9001 mukaisesti. Nämä periaatteet on otettu huomioon 9001-standardia suunniteltaessa. Ensimmäisenä periaatteena standardissa mainitaan asiakaskeskeisyys: organisaatiot ovat riippuvaisia asiakkaistaan. Tämän vuoksi niiden tulisi ymmärtää asiakkaiden nykyiset ja tulevat tarpeet, täyttää asiakkaiden vaatimukset sekä pyrkiä ylittämään asiakkaiden odotukset. Toinen periaate on johtajuus: johtajat määrittävät organisaation tarkoituksen ja suunnan. Heidän tulisi luoda ja ylläpitää sisäistä ilmapiiriä, jossa henkilöstö voi tasapainoisesti osallistua organisaation tavoitteiden saavuttamiseen. Kolmas periaate on henkilöstön osallistuminen:



henkilöstö organisaation eri tasoilla on olennainen osa organisaatiota. Henkilöstön täysipainoinen osallistuminen mahdollistaa kykyjen hyödyntämisen organisaatiossa. Neljäs periaate on prosessimainen toimintamalli: haluttu tulos saavutetaan tehokkaammin, kun toimintoja ja niihin liittyviä resursseja johdetaan prosesseina. Viides periaate on järjestelmällinen johtamistapa: toisiinsa liittyvien prosessien muodostaman järjestelmän tunnistaminen, ymmärtäminen ja johtaminen parantaa organisaation vaikuttavuutta ja tehokkuutta ja auttaa sitä saavuttamaan tavoitteensa. Kuudes periaate on jatkuva parantaminen: organisaation pysyvänä tavoitteena tulisi olla kokonaisvaltaisen suorituskyvyn jatkuva parantaminen. Seitsemäs periaate on tosiasioihin perustuva päätöksenteko: vaikuttavat päätökset perustuvat tiedon ja informaation analysointiin. Kahdeksas periaate on molempia osapuolia hyödyttävät suhteet toimituksissa: organisaatio ja sen toimittajat ovat riippuvaisia toisistaan ja molempia osapuolia hyödyttävät suhteet lisäävät kummankin osapuolen kykyä tuottaa lisäarvoa. (4.), (6.)

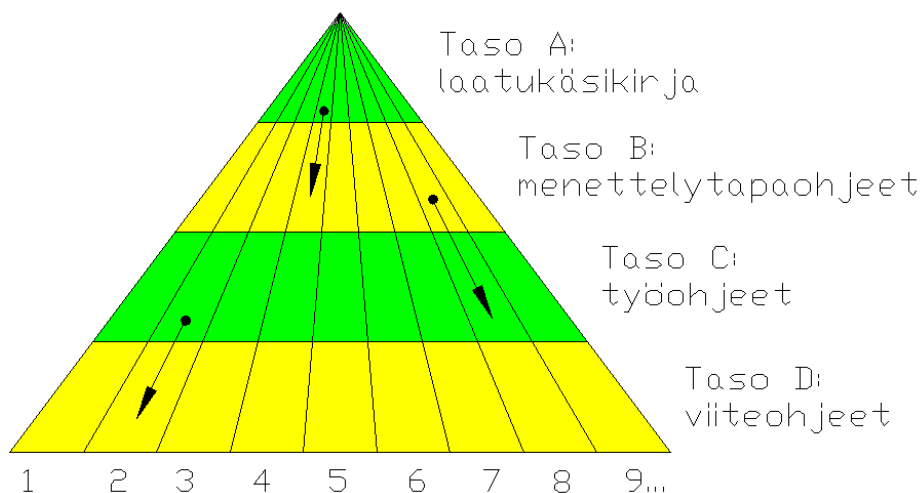
Jokaisessa alihankintaa ja sopimusvalmistusta tuottavassa tehtaassa laatujohtajajärjestelmä on sekoitus kaikkea näitä kahdeksaa periaatetta. Näin myös Oy Laine-Tuotanto Ab:ssa. Laadunhallinnan tärkeimpinä periaatteina LT:ssa ovat tällä hetkellä seuraavat periaatteet: asiakaskeisyys, johtajuus ja prosessimainen toimintamalli.

## 4 KOHDEYRITYKSEN LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄ

### 4.1 Laadunhallintajärjestelmän perusta ja tasot

Oy Laine-Tuotanto Ab:n laatuohjelmakäsikirja ja muu laadunhallintajärjestelmä perustuu SFS-EN ISO 9001:2000 mukaiseen laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardiin. Siinä on viitteitä myös vanhemmasta 9001:1994 – standardista. Standardi 9001 ei suoraan ota kantaa hitsaukseen, mutta määrittelee

sen erikoisprosessiksi, koska prosessia ei voi valmiiksi todentaa. Standardi määrittää linjat Laine-Tuotannon laadunhallintajärjestelmälle, joka määrittelee tuotantoprosessien laadunhallintaa ja valmistusta tarkemmin. Standardi edellyttää myös, että erikoisprosessien suorituksessa noudatetaan kirjallisia menettelytapaohjeita. Oy Laine-Tuotanto Ab:n laatujärjestelmä koostuu eri tasoista. Latujärjestelmän tasot on esitetty kuvassa 13. (9.), (10.), (6.)



Kuva 13. Laatujärjestelmän rakenne. (2)

Laine-Tuotanto käyttää sisäisesti laatujärjestelmää, joka sijaitsee mapeissa ja sähköisenä serverillä. Laatujärjestelmään on koostettu tason A, tason B menettelytapaohjeet ja tason C työohjeet sekä tason D viiteohjeet. Laatuvaava huolehtii revisiohallinnasta ja että tuotanto saa käyttöönsä ohjeesta aina viimeisimmän revision. Työ- ja viiteohjeiden määrä kasvaa jatkuvasti tuotannon tarpeiden mukaan. Taseon A kuuluu laatujärjestelmän alkusanat, kuvaus yrityksestä ja sen toiminnasta. Yrityksen laatupolitiikka ja keskeinen organisaatio on myös kuvattu. Taseon A kuuluu myös kuvaus yrityksen laadunvarmistuksesta ja luettelo dokumentoiduista menettelytapa- ja työohjeista. Taseon A laatukäsikirjaa ja sinä olevaa laatupolitiikkaa jaetaan yleisesti asiakkaille, toimittajille sekä muille yhteistyökumppaneille. Laatukäsikirjan käsite, mitä siihen kuuluu, vaihtelee joskus. Tässä opinnäytetyössä laatukäsikirjalla tarkoitetaan taseoa A. Käsiteltäessä muita tai kaikkia taseoja, puhutaan

laatujärjestelmästä tai laadunhallintajärjestelmästä. Tasoon B kuuluu menettelytapaohjeet, joihin on kirjattu yrityksen keskeiset prosessit ja tapa toimia eli tehdä jokin asia. Menettelytapaohjeet on kohdistettu ensisijaisesti toimihenkilöille ja tiiminvetäjille ja ne toimivat linjauksina alemman tason ohjeistuksille. Menettelytapaohjeiden perusteella muodostetaan tason C työohjeet, mikäli valmistus edellyttää sitä. Tason D viiteohjeet ovat työohjeiden yksityiskohtaisia lisätietoja. Tällaisia voi olla muun muassa ruuvien kiristysmomenttitaulukko tai hitsausohjeet (WPS). Tason C työohje siis sanelee kuinka jokin työ tehdään ja tason D viiteohjeet ilmoittavat tarvittaessa lisätiedot.

#### 4.2 Kohdeyrityksen laatutavoitteet ja mittarit

Oy Laine-Tuotanto Ab määrittelee omat laatutavoitteensa. Tällaisia ovat esimerkiksi reklamaatioiden ja sisäisten poikkeamien vähentäminen tietyllä ajanjaksolla tai tietynlaisten prosessin häiriöiden ehkäisy. Päämääränä on kuitenkin, että tavoitteita kiristetään edellisestä tavoitteesta pyrkimyksenä virheettömään lopputulokseen. Laine-Tuotannon laadunhallinta on siis pyrkimystä nollavirheeseen. LT tarvitsee myös tiettyjä mittareita, seuratakseen valmistusprosessia. Tällaisia mittareita on muun muassa mahdollisimman tehokas sisäisten poikkeamien käsittely, ulkoisten reklamaatioiden määrät suhteessa toimitettuihin tilausriveihin ja reklamaatiokustannukset sekä toimitusvarmuuden mittaus. Ellei tällaisia mittareita käytettäisi, ei myöskään tiedettäisi, mitä tapahtuu ja laadun jatkuva parantaminen vaikeutuisi.

#### 4.3 Laatupolitiikka

Oy Laine-Tuotanto Ab:n laatupolitiikkaan kuuluu seuraavat asiat:

1. Asiakkaan tyytyväisyys on meille elintärkeää.

- Asiakas määrittelee kirjallisesti laatutason, jota me noudatamme. Jos kirjallinen laatumääritys puuttuu, luomme tällaisen yhteisymmärryksessä asiakkaan kanssa.
  - Laatuyhteistyöllä toimittajiemme ja asiakkaidemme kanssa tähtäämme jatkuvaan laadun ja toiminnan parantamiseen.
2. Jatkuva parantaminen on laatutyömme kulmakivi.
- Laadun tuottamisessa tarvittavien valmiuksien kehittämisellä ja koulutuksella luomme edellytykset laadun parantamiselle.
  - Vuosittaiset laatutavoitteet ovat virstanpylväitä laadun jatkuvan parantamisen kannalta.
3. Kerralla valmiiksi.
- Periaattemme on kerralla valmiiksi. Näin varmistamme kilpailukykyiset, virheettömät tuotteet ja palvelut sekä nopean toimituksen.
4. Sisäinen asiakkuus.
- Periaattemme on, että seuraava työvaihe on asiakkaamme.
  - Jokainen on vastuussa oman työnsä laadusta ja varmistaa tämän tarvittaessa omalla nimikirjoituksellaan.
  - Jokaisella on oikeus ja velvollisuus puuttua havaitsemiinsa laatueroihin ja virheisiin.
  - Olemme kukin vastuussa oman työympäristömme järjestyksestä ja siisteydestä.

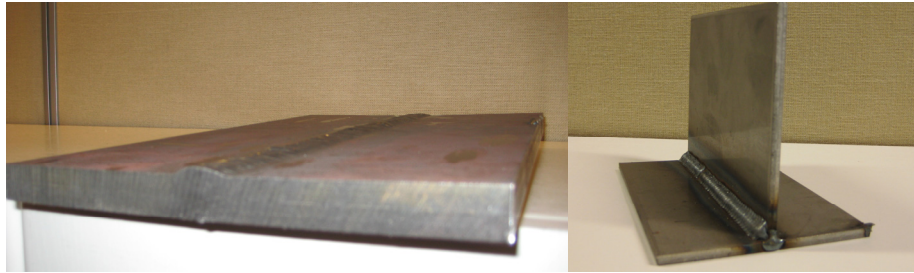
Tämän tyyppinen laatuohjelma antaa selkeät raamit laatuohjelmalle ja toimii periaatteessa ensimmäisenä menettelytapana. (2).

## 5 HITS AUS

### 5.1 Yleistä

Hitsaus on valmistusmenetelmä, jolla osia liitetään tai päällystetään käyttämällä hyväksi lämpöä tai puristusta siten, että osat muodostavat jatkuvan yhteyden.

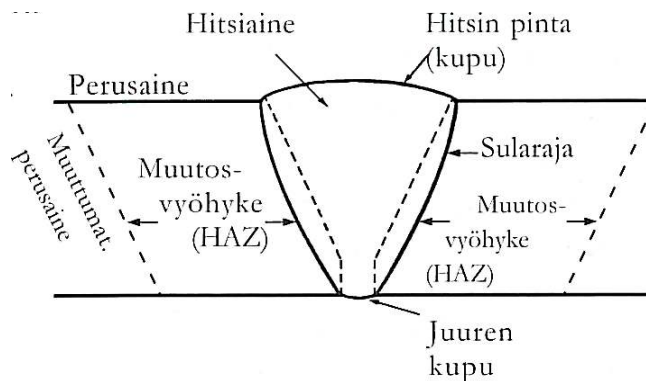
Hitsauksessa voidaan käyttää lisäainetta, jonka sulamispiste on suunnilleen sama kuin perusaineen sulamispiste. Hitsauksen kaksi pääasiallisinta liitosmuotoa ovat päittäisliitos, jota kutsutaan hitsaajan pätevyyskoestandardissa SFS-EN 287-1:2011 lyhenteellä BW (Butt Weld) ja pienaliitos, jota taas kutsutaan lyhenteellä FW (Fillet Weld). Liitosmuodot on esitetty kuvissa 14 ja 15. Liitokset ovat hitsaajan pätevyyskokeen harjoittelukappaleita. (11.), (12.)



Kuva 14 ja 15 Päittäisliitos ja pienaliitos

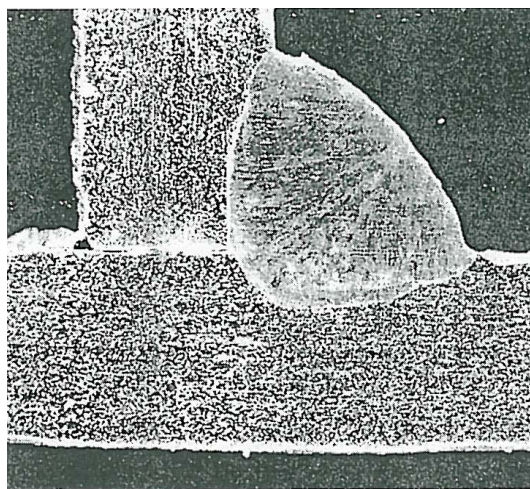
## 5.2 Hitsausliitoksen rakenne ja testaus

Hitsauksen aikana sulassa materiaalissa tapahtuu useita metallurgisia asioita: metalli sulaa ja jähmettyy, suojakaasun ja sulan sekä kuonan ja metallin välillä tapahtuu reaktioita. Lisäksi hitsauskohdan välittömässä läheisyydessä kiinteässä tilassa olevassa perusmateriaalissa tapahtuu lämpösyklin ja kutistumisen aiheuttamia sisäisten jännitysten kasvua sekä faasimuutoksia. Itse hitsaustapahtuma on erittäin nopea; se tapahtuu sekunnin murto-osissa. Hitsausliitos koostuu hitsiaineesta ja muutosvyöhykkeestä eli HAZ (Heat Affected Zone). Hitsausvyöhykkeen ulkopuolella on muuttumaton perusaine. Kuvassa 16 on esitetty hitsin osat. (13.)



Kuva 16. Hitsin osat päittäisliitoksessa. (14)

Hitsin vyöhykerajoja voidaan tarkastella niin sanotusta makrohieestä. Kuva 17 on otettu pienahitsin hiotusta poikkileikkauksesta. Makrohieestä pystyy hyvin tutkimaan hitsauksen onnistumista sekä jonkin verran kuvassa 16 esitettyjä hitsin vyöhykerajoja. Makrorakennetutkimus on edullinen laitteisto- ja käyttökustannuksiltaan. Haittana on se, että hitsattu kappale joudutaan rikkomaan, joten testausta ei voi tehdä tuotantokappaleelle. Toisena haittana voi mainita sen, että tutkimuksesta saadaan vain yksittäinen leikkaus tutkittua, eikä ole varmaa tietoa, mitä muita virheitä kappale saattaa sisältää. Muita rikkovia tarkastuksia on muun muassa taivutus- ja murtokokeet sekä vetokokeet. Rikkomattomia hitsauksen testausmenetelmiä ovat muun muassa silmämääräinen tarkastus, tunkeumanestetarkastus, magneettijauhetarkastus, radiograafinen kuvaus ja ultraäänitarkastus.

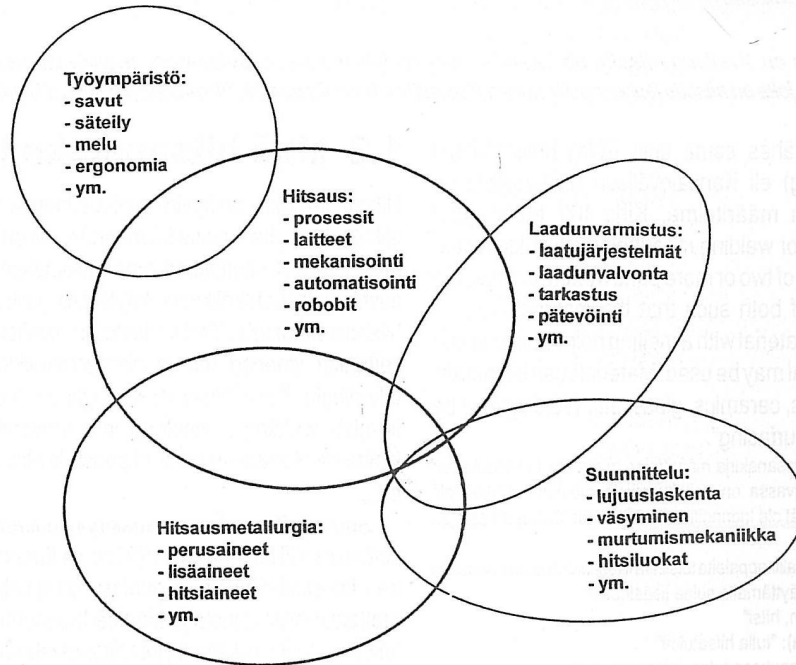


Kuva 17. Makrohie pienahitsistä. (15)

### 5.3 Hitsaustekniikka

Hitsaustekniikka on hyvin monipuolinen tekniikan ala, jonka kuvaus tai määrittely ei ole aivan yksinkertaista. Hitsaustekniikalla tarkoitetaan joskus myös hitsausprosessia tai hitsauksen suoritustapaa. Täsmällisyyden vuoksi on syytä rajoittaa termin hitsaustekniikka käyttöä tarkoittamaan tekniikan alaa. Kun tarkoitetaan prosessia, niin käytetään hitsauksen yhteydessä termiä hitsausprosessi ja kun tarkoitetaan suoritustapaa, niin käytetään termiä (hitsauksen) suoritustekniikka, (hitsauksen) suoritustapa tai (hitsaus)käytäntö. Tässä päättötyössä pyritään käyttämään termiä hitsausprosessi käsiteltäessä, minkä tyypisellä hitsauskoneella esimerkiksi puikkohitsaus tai lankahitsaus, hitsaus suoritetaan. Hitsausprosesseille on määritelty kansainväliset numerotunnukset. Esimerkiksi puikkohitsausprosessin tunnus on 111, MAG-umpilankahitsausprosessin tunnus on 135, MAG-täytelankahitsausprosessin tunnus on 136, sekä TIG-umpilankahitsausprosessin tunnus on 141. (14.), (11.)

Hitsaustekniikka käsittelee hitsattujen tuotteiden tai rakenteiden suunnittelua, valmistusta ja laadunvarmistusta. Suunnitteluun kuuluu seuraavia osa-alueita, joita ovat muun muassa lujuuslaskenta, liitosten muotoilu, väsyminen, käytännön soveltuvuus, murtumistekniikka, hitsausjännitykset, hitsausmuodonmuutokset, hitsausluokat. Valmistukseen kuuluu seuraavia osa-alueita, joita ovat muun muassa perusaineiden hitsattavuus ja siihen liittyvä perusaineiden hitsausmetallurgia, hitsauslisäaineet ja niihin liittyvä hitsiaineen metallurgia, hitsausprosessit ja suoritustekniikka, hitsauksen mekanisointi ja automatisointi, terminen ja mekaaninen leikkaus, lämpökäsittelyt, hitsauksen työturvallisuus. Laadunvarmistukseen kuuluu seuraavia osa-alueita, joita ovat muun muassa laatu järjestelmät, hitsaus henkilöstön pätevyinti, laadunvalvonta, hitsausvirheet, tarkastus, tarkastusmenetelmät. (14.)



Kuva 18. Hitsaustekniikka tekniikan alana. (14)

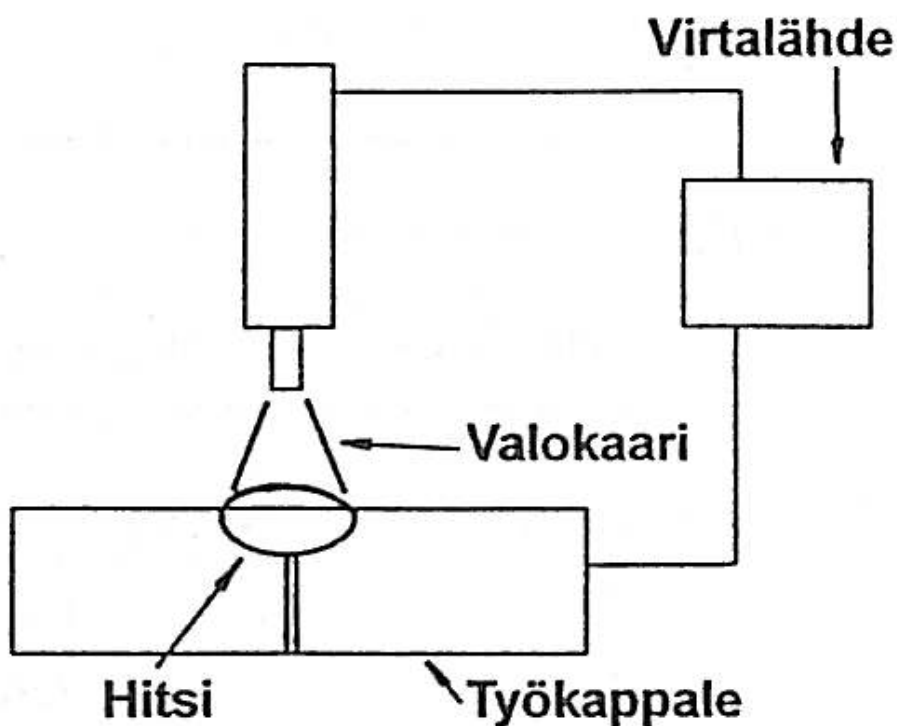
Tässä päättötyössä käsitellään hitsaustekniikan kahta keskeistä aihetta: hitsausvalmistusta ja laadunvarmistusta (kuva 18). Yleensä hitsaavan yrityksen työympäristöä koskettavat asiat ovat organisoitu kohtuullisen hyvin. Sopimusvalmistajan ja alihankkijan näkökulmasta suunnitteluun ja sen myötä perusaineisiin pystyy vain rajallisesti vaikuttamaan, joten näitä asioita käsitellään osittain vain viittaavasti.

### 5.5 Kaarihitsauksen kuvaus

Kaarihitsauksessa muutetaan sähköenergia elektrodin ja työkappaleen välissä palavan valokaaren avulla hitsauksessa tarvittavaksi lämmöksi, joka sulattaa liitettävät aineet ja lisäaineen. Periaate on esitetty kuvassa 19. Elektrodi voi olla sulava lisäainelanka tai sulamaton volframipuikko. Hitsisula, joka muodostuu sulaneista perusaineista ja lisäaineesta, jähmettyy hitsiksi, joka liittää kappaleet toisiinsa. Yleensä kaarihitsauksessa käytetään lisäainetta, mutta sitä ei välttämättä tarvita kaikkien kaarihitsausprosessien yhteydessä. Valokaaren avulla pystytään



kehittämään riittävän korkeita lämpötiloja ja suuria lämpömääriä kaikkien metallisten materiaalien sulattamiseen. Valokaaren lämpötila on erilainen eri kaarihitsausprosesseissa. Se voi olla korkeimmillaan kymmeniä tuhansia asteita. Valokaari on nykyisin yleisin ja myös tärkein hitsauksen energialähde. Tehotiheys on useimpiin kohteisiin riittävä. Sen soveltaminen hitsaukseen on helppoa ja kaarihitsausprosesseilla on laaja ja monipuolinen käyttöalue. Joku muu energialähde saattaa olla parempi ja jopa ylivoimainen joissakin erityistapauksissa, mutta kaarihitsaus on kuitenkin yleisin prosessiryhmä. (14.), (15.)



Kuva 19 Kaarihitsauksen periaate (15).

Hitsauksessa on hitsaustapahtuma suojattava ympäröivältä atmosfääriltä, varsinkin typeltä ja hapelta, joista suurelta osin ilma koostuu, noin 78 % typpeä ja 21 % happea. Nämä muun muassa haurastavat voimakkaasti hitsiä. Se tapahtuu eri hitsausprosesseissa eri tavoilla.

Suojaustavat ovat:

- kaasu: inertti tai aktiivinen,

- kuona. (14.), (15.)

Kaasukaarihitsauksessa käytetään suojakaasua, jota johdetaan hitsaustapahtuman ympärille. Suojakaasu voi olla inertti, kuten esimerkiksi TIG- ja MIG-hitsauksessa. Kuonaa käytetään suojakeinona mm. puikkohitsauksessa. Puikkohitsauksessa kuona muodostuu puikon päällysteestä, kun se sulaa yhdessä sydänlangan kanssa valokaaren lämmössä. Päällysteestä kehittyy myös kaasua, joka antaa myös suojaa hitsaustapahtumalle. (14.), (15.)

## 5.6 Standardisarja SFS-EN ISO 3834

SFS-EN ISO 3834 Standardisarja käsittelee erilaisten organisaatioiden hitsausprosessien laadunvarmistusta. Tämä kansainvälinen standardisarja korvaa vanhemman SFS-EN 729 –standardin. Standardi on horisontaalinen ja se on riippumaton hitsattavasta rakennetyypistä. Standardissa ei siis ole yksittäisiä tuotekohtaisia määrittelyjä eikä yksittäisiä tuotevaatimuksia. Standardissa on kolme laatuvaatimustasoa, joita voi käyttää erityyppiseen hitsaustuotantoon. Standardisarja 3834 on myös tuotannon hallintajärjestelmä, jolla varmistetaan tuotteen valmistuksen riittävä ohjaus ja kontrollointi. ISO 3834 –standardisarjaan kuuluu seuraavat standardit:

- ISO 3834 –standardissa on esitetty tarkoituksenmukaisen laatuvaatimustason valintaperusteet.
  - ISO 3834-2 –standardissa on esitetty kattavat laatuvaatimukset ISO 3834-3 –standardissa on esitetty vakiolaatuvaatimukset. ISO 3834-4 –standardissa on esitetty peruslaatuvaatimukset.
  - ISO 3834-5 –standardissa on esitetty asiakirjat, jotka tarvitaan ISO 3834-2, ISO 3834-3 tai ISO 3834-4 -standardien mukaisten laatuvaatimusten osoittamiseksi.
- (12.)

Standardisarjan 3834 käyttäminen on tapa, jolla valmistaja voi osoittaa kykynsä valmistaa hitsaamalla määriteltyä laatua vastaavia tuotteita. SFS-EN ISO 9001 – laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardi ei määrittele erikseen hitsausvalmistusta ja sen laatuvaatimuksia. Hitsausprosesseja ei voida valmiiksi todentaa ja standardi SFS-EN ISO 9000 määrittelee hitsauksen erikoisprosessiksi. Standardeja 3834-2 ja 3834-3 sekä 3834-4 voidaan käyttää seuraavissa tilanteissa:

- Sopimustilanteessa määriteltäessä hitsausvalmistuksen laatuvaatimustasoa.
- Hitsausvalmistuksessa laatuvaatimusten toteuttamiseen ja ylläpitoon.
- Sertifiointi- ja auditointitarkoituksiin.
- Täydentämään standardia 9001 vastaamaan hitsausvalmistuksen laadunvarmistukseen ja –ohjaukseen. (12.)

## 6 KOHDEYRITYKSEN HITSAUSVALMISTUS

### 6.1 Hitsausvalmistuksen vaatimukset

SFS-EN ISO 9001 määrittää hitsausvalmistuksen erikoisprosessiksi. Tämän vuoksi Laine-Tuotanto on siirtymässä käyttämään hitsausvalmistuksessa SFS-EN ISO 3834 –hitsauksen laatuvaatimusstandardia. Normaalituotannossa LT käyttää ISO 3834-3 –vakiolaatuvaatimusta ja hitsausluokkaa SFS-EN ISO 5817-C (12).

### 6.2 Hitsausvalmistuksen materiaalit ja tuotteet

Laine-Tuotanto hitsaa suurimmaksi osaksi niin sanottua mustaa terästä eli seostamattomia ja niukkaseosteisia teräksiä, joiden ohjeellinen myötöraja (ReH) on alle 360 N/mm<sup>2</sup>. Myöhemmässä vaiheessa tässä opinnäytetyössä näistä teräksistä käytetään nimitystä ”musta teräs” paremman ymmärrettävyyden vuoksi. Käsite musta teräs on myös metallialan ammattiipiireissä yleisesti käytetty sana, jonka tarkoituksen kaikki alan henkilöt ymmärtävät. Tällaisia teräksiä ovat mm.

levytyökeskuksen työstämät 1 – 8 mm paksuiset kylmä- ja kuumavalssatut teräslevyt, sinkityt ohutlevyt, sekä terästoimittajilta pihaan tilattavat putkipalkit, latat, profiilit ja ainestangot. Nämä mustat teräs –materiaalit ryhmitellään eurooppalaisessa teknisessä raportissa CEN ISO/TR 15608:2004 ryhmän 1. alaryhmän 1.1, 1.2 ja 1.4 teräslajeihin. Tätä raporttia käytetään hyväksi muun muassa hitsaajan pätevyyskoestandardissa SFS-EN 287-1:2011. Vuoden 2012 lopulla tämä eurooppalainen standardi saattaa korvautua standardilla ISO 9606-1. Edellisten lisäksi Laine-Tuotanto hitsaa 1 – 4 mm:n paksuisesta ruostumattomasta teräslevystä tuotteita. Yleisin käytössä oleva ruostumaton teräslevy on Aisi 304. Nämä austeniittiset ruostumattomat teräsmateriaalit ryhmitellään eurooppalaisessa teknisessä raportissa CEN ISO/TR 15608:2004 ryhmän 8. austeniittisiin teräslajeihin, joissa on kromia alle 19 %. Jäljempänä tässä päättötyössä käytetään nimitystä ”ruostumaton teräs”, mikä on ammattipiireissä yleisnimitys eri ruostumattomista teräslajeista.

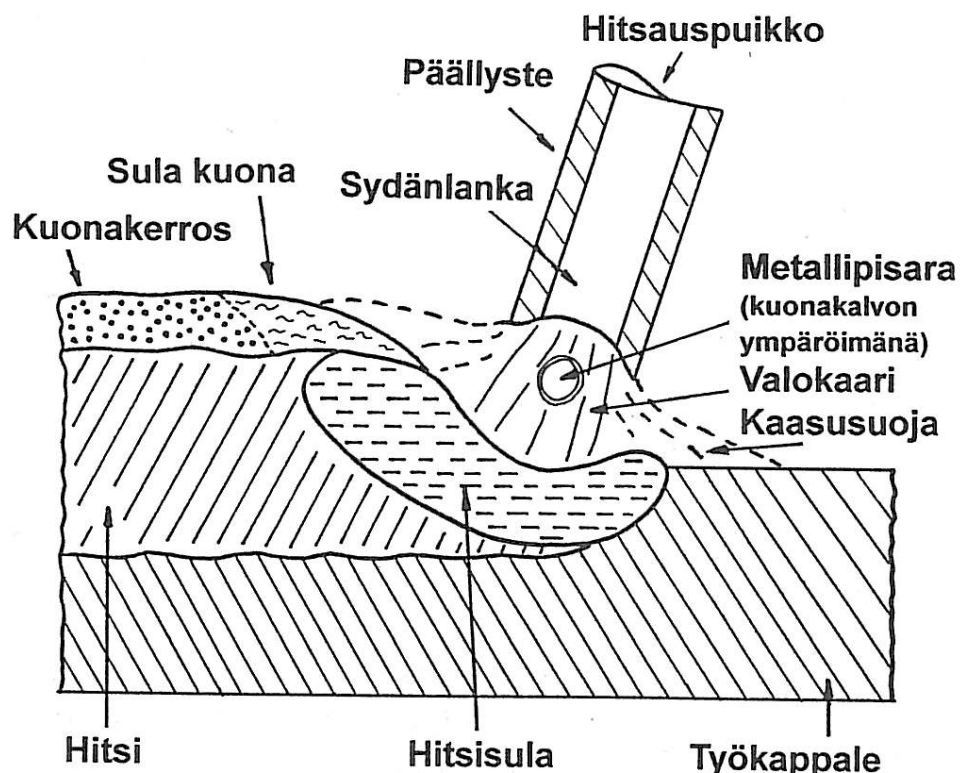
Oy Laine-Tuotanto Ab:n hitsaustuotannosta suurin osa on erilaisia sähkölaitteiden koteloja. Näitä ovat muun muassa muuntajien, isojen generaattorien ja sähkömoottoreiden kotelot ja äänenvaimentimet sekä koneikkosuojat. Materiaaleina käytetään 2 – 3 millimetrin mustaa ja ruostumatonta terästä. Laine-Tuotanto valmistaa myös moduulirakenteisia muuntajakoppeja. Suurimmat kopit vaativat erikoiskuljetusauton käyttöä mittojensa vuoksi. Nämä kopit hitsataan kotelopalkeista ja profiileista, joiden materiaalipaksuus on 5 – 12 millimetriä. Myös paksumpia materiaaleja saatetaan lisäksi käyttää rakenteen niin vaatiessa. LT valmistaa lisäksi alle 5 – 12 millimetrin paksuisesta mustasta teräksestä valmistettuja mastoja, kehikkoja ja koneikkojen sekä koneiden runkoja sekä säiliöitä. Yritys valmistaa myös hitsaamalla pieniä komponentteja erilaisiin sähkölaitteisiin ja kytkimiin. Näihin käytetään mustaa ja ruostumatonta 2 – 8 millimetrin levyä ja paksumpaa pyörötankoa.

### 6.3 Käytössä olevat kaarihitsausprosessit

Tässä päättötyössä keskitytään hitsauksessa ainoastaan niin sanottuun kaarihitsaukseen ja sen osa-alueista puikkohitsaukseen (hitsausprosessi 111) ja MAG-umpilanka hitsaukseen (hitsausprosessi 135) ja MAG-täytelankahitsaukseen (hitsausprosessi 136) sekä TIG-umpilankahitsaukseen (prosessi 141). Näistä MAG-umpilankahitsaus on ylivoimaisesti eniten käytetty prosessi.

### 6.3.1 Puikkohitsaus

Puikkohitsauksessa lämmönlähteenä käytetään sähköenergiaa. Sähköverkosta saatava virta ja jännite muutetaan hitsausvirtalähteessä hitsaukseen sopivaksi. Kun hitsauspuikolla kosketetaan työkappaletta, niiden väliin syttyy sähköä johtava valokaari. Sähköenergia sulattaa puikon kärjen ja työkappaleen pintaosan. Sähkömagneettiset voimat ja painovoima aiheuttavat sulan metallin siirtymisen puikon kärjestä työkappaleeseen. (14.), (15.)



Kuva 20 Puikkohitsausprosessin kuvaus. (15)

Oy Laine-Tuotanto Ab hitsaa puikkohitsauksena asennustyömailla kiinnikeitä, satunnaisia ”musta-kirkas”-liitoksia yliseostetulla hitsauslisäaineella sekä rakenteita, joihin MAG-hitsausprosessi ei ylety tai se on hankala siirtää työkappaleen ympärillä.

Oy Laine-Tuotanto Ab saa puikkohitsausprosessista seuraavia etuja:

- Hyvä prosessi avustavaan ja vähäiseen käyttöön.
- Tunkeuman syvyys- leveysuhde on parempi kuin MAG-umpilankaprosessissa.
- Sietää jonkin verran hitsattavan materiaalin epäpuhtautta.
- Ei ole arka vedolle ja tuulelle; soveltuu asennustyömaan olosuhteisiin.
- Ulottuvuus ja luoksepäästävyys hitsauskohteeseen hyvät.
- Nykyiset puikkohitsausinvertterit eivät paina paljon.
- Hitsausarvojen säätö on helppoa.
- Hitsauslaitteisto vaatii vain vähän huoltoa.

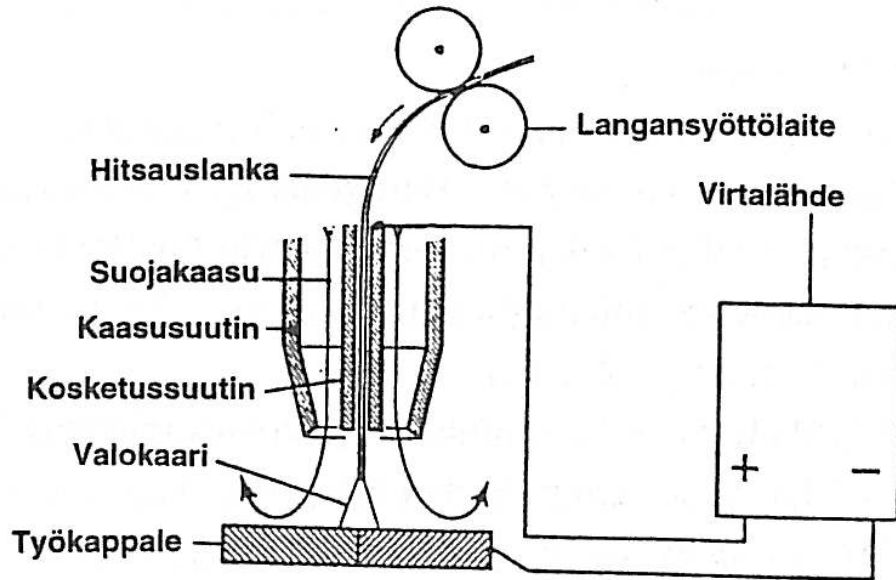
Seuraavat seikat haittaavat puikkohitsausprosessin käyttöä yrityksessä:

- Hitsauspuikon vaihtamisesta aiheutuva uudelleenaloituskohta hitsausaumaan.
- Huono tuottavuus.
- Mahdolliset kuonajäämät hitsiaineeseen.
- Nuoret hitsaajat eivät osaa kovin hyvin hitsata puikolla.

### 6.3.2 MAG-umpilankahitsaus

MAG-umpilankahitsaus on kaasukaarihitsausprosessi, jossa valokaari palaa suojakaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työkappaleen välillä. Sula metalli siirtyy pisaroina langan kärjestä hitsisulaan. Langansyöttölaite syöttää hitsauslankaa tasaisella nopeudella hitsauspistoolin läpi valokaareen. Hitsausvirta tulee virtalähteestä monitoimijohdossa kulkevaa virtajohdinta myöten

hitsauspistoolin päässä olevaan kosketussuuttimeen, josta se siirtyy hitsauslankaan. Suojakaasu suojaa kaaritilaa ja hitsisulaa ympäröivältä ilmalta. Toimintaperiaate ja laitteisto ovat kuvassa 21. (14.), (15.)



Kuva 21. MAG-hitsauksen periaate. (15)

Valokaari syttyy sillä hetkellä, kun hitsauslanka koskettaa työkappaletta. Kosketushetkellä syntyy oikosulku, jolloin tehokas oikosulkuvirta sulattaa ja höyrystää langan pään, minkä ansiosta valokaari syttyy. Aineensiirtymiseen vaikuttaa monia erilaisia voimia, joista tärkein on sähkömagneettinen pinch-voima. (14.), (15.)

Aktiivinen suojakaasu reagoi hitsisulassa olevien aineiden kanssa. Suojakaasu on yleensä argonin ja hiilidioksidin kaasuseos tai puhdas hiilidioksidi. Hitsausaineet ovat hitsauslisäaine eli hitsauslanka ja hitsausapuaine eli suojakaasu. Hitsauslanka on umpilanka. (14.), (15.) MAG-hitsaus on yleensä osittain mekanisoitua hitsausta eli hitsaajan käsin tehtyä hitsausta. Hitsauslanka syötetään koneellisesti hitsauspistoolin ja hitsauspistoolin kuljetus eli hitsausliike tehdään käsin. Se on helppo myös mekanisoida, automatisoida tai robotisoida. MAG-hitsauksessa umpilangalla virtalaji on yleensä aina tasavirta ja +napa. Vain +navassa saavutetaan vakaa valokaari ja roiskeeton aineensiirtyminen. (14.), (15.)

Oy Laine-Tuotanto Ab hitsaa 135-hitsausprosessilla muun muassa 2 – 6 millimetrin paksuisesta hiiliteräslevystä ja ruostumattomasta teräslevystä tehtäviä koteloja. 135 -prosessilla valmistetaan myös koneikkojen alustoja ja akseleita ja vipuja sähkölaitteisiin. Prosessia käytetään myös 6 – 10 millimetrin teräsrakenteiden hitsaukseen. Laine-Tuotanto valmistaa suurimman osan hitsaustuotannostaan MAG-prosessina. Suurimpana syynä on hitsauksen nopeus ja edullisuus. Muita etuja ovat:

- Hitsausta ei tarvitse keskeyttää, koska lisäaineen syöttö on automaattista.
- Helppohko hitsata ahtaita tiloja.
- Helppo muuttaa hitsausasentoa.
- Hyvä tuottavuus.
- Laaja hitsaustehojen säätömahdollisuus.
- Tunkeumaa voidaan säätää virran ja kuljetussuunnan avulla.

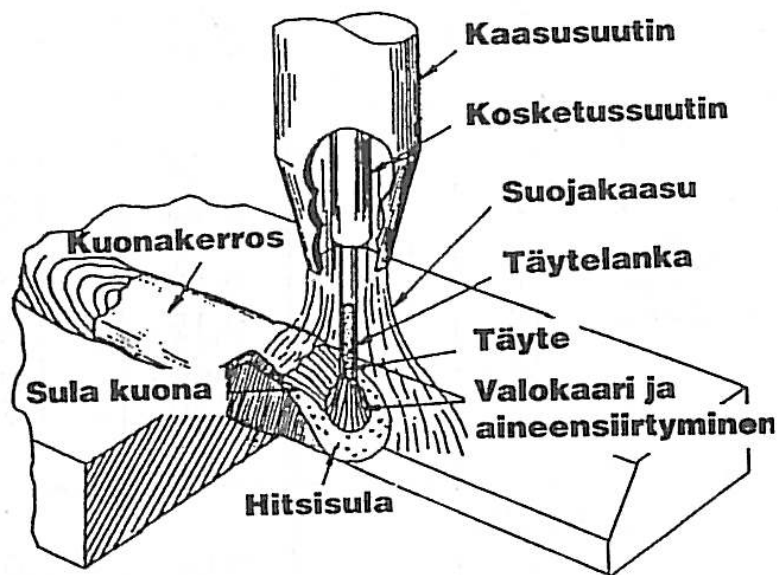
Seuraavat seikat haittaavat 135-hitsausprosessin käyttöä yrityksessä:

- Ulottuvuus ja luoksepäästävyys hitsauskohteeseen rajoitettu.
- Hitsaajan täytyy osata hallita hitsaussauman tunkeuma, muuten liitos saattaa jäädä heikoksi.

### 6.3.3 MAG-täytelankahitsaus

MAG-täytelankahitsaus on metallikaarikaasuhitsausprosessi, jossa valokaari palaa langansyöttölaitteen syöttämän täytelangan ja työkappaleen välillä suojakaasun ympäröimänä. Valokaari toimii tarvittavan hitsauslämmön lähteenä. Suojakaasu suojaa hitsaustapahtuman ympäröivältä atmosfääriltä. Jauhetäytelangoilla suoja saadaan myös täytteen tuomasta kaasusta ja kuonasta. Lisäaine on putkimainen täytelanka. Hitsaustapahtuman periaate on esitetty kuvassa 22. (14.), (15.)





Kuva 22. MAG-Täytelankahitsauksen periaate (15)

Prosessi muistuttaa toimintaperiaatteiltaan hyvin paljon MAG-umpilankahitsausta, jossa hitsauslankana oleva umpilanka on korvattu täytelangalla. Hitsausaineet ovat hitsauslisäaine eli hitsauslanka ja hitsausapuaine eli suojakaasu. Hitsauslanka on kelalla oleva jatkuva, ohut täytelanka. Suojakaasu on aktiivinen kaasu, yleensä argonin ja hiilidioksidin kaasuseos tai puhdas hiilidioksidi. MAG-täytelankahitsausta kutsutaan myös suojakaasulliseksi täytelankahitsaukseksi, kuten pätevyyskoestandardissa SFS-EN 287-1:2011 (12).

MAG-täytelankahitsaus on yleensä osittain mekanisoitua hitsausta eli käsivaraista hitsausta, jossa lisäaineen syöttö tapahtuu koneellisesti ja hitsauspistoolin kuljetus eli hitsausliike suoritetaan käsin. Se on helppo myös mekanisoida, automatisoida tai robotisoida. (14.), (15)

Oy Laine-Tuotanto Ab käyttää 136-hitsausprosessia pääasiassa 6 – 12 millimetrin teräsrakenteiden hitsaukseen. Teräsrakenteet hitsataan luotettavuuden ja onnistumisen vuoksi pääasiassa täytelangalla. Yritys saa 136-hitsausprosessista seuraavia etuja:

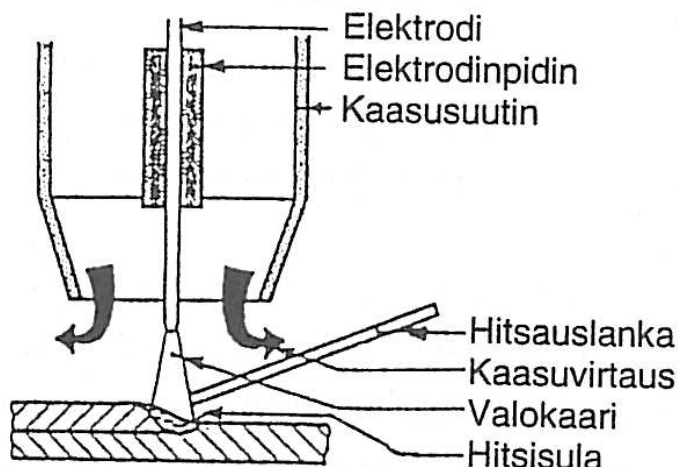
- Tunkeuman syvyys- leveysuhde on parempi kuin 135-prosessissa, hitsaussaumalta voi odottaa varmempaa lujuuutta.
- Sietää jonkin verran hitsattavan materiaalin epäpuhtautta.
- Nopeuden ja tuottavuuden vuoksi syrjäyttänyt puikkohitsausprosessia Oy Laine-Tuotanto Ab:ssa.

Seuraavat seikat haittaavat 136-hitsausprosessin käyttöä yrityksessä:

- Täytelanka on hitsauslisäaineena kalliimpaa kuin tavallinen 135-umpilanka.
- Hitsauspistooli fyysinen koko saattaa olla jonkin verran suurempi kuin umpilankaprosessin vastaavaa.
- Ei saavuteta hyötyä ohutlevyhitsauksessa.

#### 6.3.4 TIG-hitsaus

TIG-hitsaus on kaasukaarihitsausprosessi, jossa valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välillä suojakaasun ympäröimänä. Hitsaustapahtumaa suojaa inertti suojakaasu, jona käytetään argonia tai heliumia. Se suojaa samalla myös kuumen elektrodin kärjen hapettumiselta. Valokaaren lämpö sulattaa työkappaletta, johon muodostuu hitsisula. Käsinhitsauksessa tuodaan mahdollinen lisäaine erikseen toisella kädellä hitsisulaan. TIG-valokaarella voidaan myös lämmittää ja hitsata perusainetta ilman lisäainetta. TIG-hitsauksen periaate selviää kuvasta 23.



Kuva 23 TIG-hitsauksen periaate (15)

TIG-hitsauksen tärkein periaatteellinen ero muihin tässä esitettyihin kaarihitsausprosesseihin, on sulamaton elektrodi. Muissa prosesseissa lisäaine toimii sulavana, virtaa johtavana elektrodina. Hitsainta kuljetetaan toisella kädellä ja toisella kädellä viedään mahdollinen hitsauslanka sulaan. Käsinhitsauksessa lisäaine on yleensä 1000mm pitkä, suora vedetty hitsauslanka.

TIG-hitsauksen tärkeimpiä ominaisuuksia on sulan ja tunkeuman hyvä hallinta. Tämä perustuu siihen, että lämpölähde eli valokaari ja lisäaineen tuonti ovat erillään toisistaan. Tämän ansiosta hitsausenergiaa ja lisäaineen tuontia voidaan säädellä erikseen. Lisäksi hitsausvirta voi olla pienimmillään vain muutamia ampeereja. Tämä ominaisuus tekee TIG-hitsauksesta ylivoimaisen usein silloin, kun halutaan hitsata ohuita aineenpaksuuksia. Hitsausarvot voidaan valita helposti sellaiseksi, että pystytään hallitsemaan hitsisula ja läpihitsautuminen. Lisäaineen tuonnilla ja hitsaimen sivuttaisliikkeellä on helppo hallita lämmöntuontia. (14.), (15.)

Oy Laine-Tuotanto Ab hitsaa TIG-hitsausprosessilla erilaisia pienempiä osia ja koneen elimiä erityyppisiin tarpeisiin. Nämä osat ovat materiaaliltaan hiiliterästä ja ruostumatonta terästä. Tarkkuuden (toleranssin) ja hitsauksen laadukkuuden sekä puhtauden vuoksi pienempiä osia hitsataan TIG-hitsauksena. Myös kahden

millimetrin ruostumattomasta levystä tehdyissä sähkömoottorin koteloissa käytetään jonkin verran TIG-hitsausta. Yritys saa TIG-hitsausprosessista seuraavia etuja:

- Hitsausauma on siisti ja huomaamaton.
- Hitsisulan hallinta on helppoa.
- Hitsauksen tarkkuus on erinomainen.

Seuraavat seikat haittaavat TIG -hitsausprosessin käyttöä Oy Laine-Tuotanto Ab:ssa:

TIG-hitsaus on hidasta ja siksi sitä käytetään vain sellaisiin kohteisiin, joihin muita prosesseja ei voida hitsauksen tarkkuuden tai sauman visuaalisten seikkojen vuoksi käyttää.

## 7 TOIMENPITEET

Aluksi vertasin vanhempaa SFS-EN ISO 9001:2000 –standardia uudempaan ISO 9001:2008 –standardiin. Vuoden 2008 painoksessa on liitteessä B esitetty muutokset verrattuna vanhempaan painokseen. Tutkin myös aiheuttaako uusi 9001:2008 ristiriitaisuuksia Oy Laine-Tuotanto Ab:n laatukäsikirjaan ja laadunhallintajärjestelmälle kokonaisuudessaan.

Tämän jälkeen vertasin vanhempaa SFS-EN 729 –standardia uudempaan SFS-EN ISO 3834:2006 –standardiin. Koska kyse on eri standardeista, 3834 –standardissa ei ollut mitään mainintoja, kuinka se eroaa vanhasta 729-standardista, vaikka ISO 3834-standardi kumoaa EN 729 –standardin. Tutkin myös aiheuttaako uusi 3834-standardi ristiriitaisuuksia Laine-Tuotannon laadunhallintajärjestelmälle ja hitsausvalmistuksen menettelytavoille kokonaisuudessaan. Vertasin myös:

- ISO 3834 –standardin rakennetta ja termistöä ISO 9001:2008 –standardiin.
- ISO 9001:2008 –standardin rakennetta ja sanamuotoja ISO 14001:2004 –ympäristöasioiden hallintastandardiin.

- ISO 9001:2008 –standardia ISO 19011:2002 –auditointistandardiin.

## 8 LOPPUTULOKSET JA HUOMIOITA

### 8.1 Hitsaavaan valmistukseen vaikuttavat standardin 9001 muutokset

Seuraavassa on esitetty standardin SFS-EN ISO 9001:2008 oleellimmat muutokset kohta kohdalta, jotka vaikuttavat Laine-Tuotannon hitsaavaan valmistukseen. Alla olevilla kohta-numeroinnilla viitataan suoraan standardin numerojaotteluun. Standardista kopioitu teksti on vinokursivoitu. Näistä kohdista on omina huomioina kerätty kappaleeseen 8.3.4 lyhennetty yhteenveto.

Standardin kohdassa 0.1 lukee: *Organisaation (LT) laadunhallintajärjestelmän suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä on täsmennetty ja uusina asioina ovat tulleet organisaation toimintaympäristö ja tämän ympäristön muutokset sekä siihen liittyvät riskit* (6). Standardissa huomioidaan toimintaympäristö ja sen muutokset sekä kiinnitetään huomiota erilaisiin riskeihin: Force Majeure –tyyppiset asiat; lakot, palot, konerikot yms.

Standardin kohdassa 0.2 lukee: *Organisaation (LT) tulee määrittää ja hallita useita toisiinsa liittyviä toimintoja, jotta se voisi toimia vaikuttavasti. Toiminta tai joukko toimintoja, joissa käytetään resursseja ja joita johdetaan siten, että toimintaan suunnatuista panoksista saadaan tuotoksia, voidaan käsittää prosessiksi.* (6.) Vanhemmassa standardissa luki, että *organisaation tulee tunnistaa ja johtaa useita toisiinsa liittyviä toimintoja.* ISO 9001 on muuttunut prosessimaisemmaksi ja ehdottomammaksi; -ennen riitti tunnistus prosesseista, nyt ne pitää määrittää selkeästi. Prosesseista on myös maininta, että prosesseiksi voidaan kutsua sitä toimintaa, mikä tuottaa toivotun tuloksen.

Kohdassa 4.1 mainitaan: *määrittää laadunhallintajärjestelmää varten tarvittavat prosessit ja niiden soveltaminen koko organisaatiossa* (6). Vanhassa standardissa prosessien tunnistus riitti. Nyt ne pitää määrittää. Tässä kohdassa lukee edelleen:

*Organisaation tulee seurata, mitata, jos mahdollista, ja analysoida näitä prosesseja (6).* Lauseeseen on tullut täsmennys; *jos mahdollista*. Vaatimus ei ole lieventynyt, vaan sitä on järkevöitetty. Näin mittausvaatimus sopii paremmin myös erikoisprosesseiksi luettavaan hitsaukseen. Tässä kohdassa standardia on myös uutena asiana seuraava maininta: *ulkoistettujen prosessien tyyppi ja niihin sovellettavan ohjauksen laajuus tulee määritellä laadunhallintajärjestelmässä (6)*. Tämä koskettaa LT:lla ulkoistettua hitsausvalmistusta. Muita prosesseja ovat mm. erilaiset pintakäsittelyt, koneistukset ja sähköasennukset. Pintakäsittely on myös usein seuraava työvaihe hitsauksen jälkeen ja yleensä hitsausosasto tekee mm. ostotilaukset pintakäsittelylle. Tämä asia luo tarpeen uudelle menettelytapaohjeelle ja ulkoiselle prosessikaavioille.

Standardin kohtaan on myös tullut tarkennuksena analysoinnin ja parantamisen prosessit (6). Näistä prosesseista olisi hyvä olla kirjallista näyttöä LT:lla. Tähän on tullut myös lisähuomautuksena seuraava huomautus: *Ulkoistettujen prosessien ohjauksen varmistaminen ei vapauta organisaatiota (LT) sen vastuusta huolehtia kaikkien asiakasvaatimusten sekä lakien ja viranomaisten vaatimusten noudattamisesta (6)*. Organisaation, tässä tapauksessa Laine-Tuotannon vastuuta alihankkijoitaan, on täsmennetty.

Kohdassa 4.2.1 standardiin on tullut uusi tarkennus. Laadunhallintajärjestelmän dokumentointiin tulee sisältyä myös tallenteet. SFS-EN ISO 9000 –standardi määrittelee termin tallenne seuraavasti: *asiakirja, jossa esitetään saavutetut tulokset tai joka sisältää näytöt suoritetuista toimenpiteistä (5)*. Standardin mukaan tallenteita voidaan käyttää jäljitettävyyden vuoksi, dokumentoimiseen sekä antamaan näyttöä todentamisesta, ehkäisevästä toimenpiteestä ja korjaavasta toimenpiteestä. LT:n tuotantoprosesseista odotetaan tulevaisuudessa enenevässä määrin tarkastuspöytäkirjoja, poikkeamadokumentteja, muistioita, vanhoja hitsaajan pätevyystodistuksia, käytettyjä hitsausohjeita ja muita näiden tyyppisiä tallenteita. Tämä tulee aiheuttamaan haasteita LT:n asiakirjojen dokumentoinnille. Näitä tallenteita voidaan käyttää hyväksi myöhemmin prosessin toiminnan

osoittamiseksi mm. auditoinneissa. Standardissa on nyt myös maininta, että yksittäiseen asiakirjaan voi sisältyä useita menettelyjä sekä useita menettelyjä voi sisältyä yksittäiseen asiakirjaan (6).

Kohdassa 4.2.4 on täsmennetty tallenteiden käsittelyä ja viitattu selkeämmin menettelytapaohjeeseen tallenteiden käsittelystä. Standardi ei enää edellytä erikseen säilytysaikaa tallenteille (6). Säilytysaika ei vaikuta suoraan LT:n hitsaavaan valmistukseen.

Standardin kohdassa 6.2.2 on tarkennettu pätevyiden ja koulutuksen vaatimuksia. Standardi edellyttää, että tarvittava pätevyys, mikä täytyy olla, määritellään (6). Enää ei koulutuksen vaikuttavuuden arvioiminen riitä. Nyt on varmistettava, että tarvittava pätevyys on saavutettu. Standardi ei anna selkeää linjaa, kuinka pätevyys ja koulutus määritetään. Hitsausvalmistukseen kyseeseen voisi tulla eri oppilaitoksen koulutukset ja työnäytteet. LT:n hitsaushenkilöstö hitsaa määräajoin kansainvälisen standardin mukaisia hitsaajan pätevyyskokeita. Näiden edellä mainittujen asioiden pitäisi mielestäni riittää henkilöstön pätevyyksien osoittamiseksi LT:n hitsaustuotannossa.

Standardin kohdassa 6.3, infrastruktuuri, on uusi maininta tukipalveluissa tietojärjestelmistä (6). Tietojärjestelmiä on LT:lla kehitetty aktiivisesti ja niihin on panostettu. Hitsaajat kuittaavat työn tehdyksi suoraan sisäiseen tietojärjestelmään ja hakevat sieltä entistä enemmän itsenäisesti tietoa. Tämä trendi tulee huomioida myös LT:n laadunhallintajärjestelmässä.

Kohdassa 7.5.2 lukee: *organisaation tulee kelpuuttaa kaikki sellaiset tuotantoon ja palvelujen tuottamiseen liittyvät prosessit, joiden tuloksia ei voida todentaa myöhemmällä seurannalla tai mittauksella ja joiden puutteet siksi ilmenevät vasta, kun tuote on käytössä tai palvelu on toimitettu* (6). Hitsaus on tällaisia prosesseja. Siksi hitsaus määritetään standardeissa erikoisprosessiksi.

Standardissa on esitetty uusi perustelu. Uusia vaatimuksia tässä standardin kohdassa ei ole.

Kohdassa 7.5.3 lukee: *organisaation tulee määritellä tuotteen tila seuranta- ja mittausvaatimusten perusteella kaikissa tuotteen toteuttamisvaiheissa ja organisaation tulee hallita yksittäisten tuotteiden tunnistettavuutta ja ylläpitää tästä tallenteita.* (6.) Standardi painottaa nyt yksittäisen tuotteen määrittelyä pelkän tunnistamisen sijaan tuotantoprosessissa. Jatkuvaa tunnistamista ja seuranta sekä dokumentointia on kehitetty LT:lla. Standardin tämä kohta ei aiheuta isoja muutoksia hitsausvalmistukseen. huomasi ongelmaksi kuitenkin kovaleimattujen merkintöjen peittymisen maalikerroksen alle, joten asiakkaan vaatimus jäljitettävyydestä ei toteudu täydellisesti.

Standardin kohdassa 8.2.2 lukee: *organisaation tulee laatia menettelyohje, jossa määritellään auditointien suunnitteluun ja tekemiseen, tallenteiden luomiseen ja tulosten raportoimiseen liittyvät vastuut ja vaatimukset* (6). LT:n hitsausosastojen auditoinneista ja puutteista sekä poikkeamista täytyy ryhtyä pitämään tallenteita. Vastuita ja valtuuksia pitäisi myös tarkistaa.

Kohdassa 8.2.4 lukee: *organisaation tulee seurata ja mitata tuotteen ominaisuuksia todentaakseen, että tuotevaatimukset on täytetty.* Kohdassa lukee myös: *näyttö hyväksymiskriteerien täyttymisestä tulee tallentaa* (6). LT:lla on kaksi tarkastusmenetelmää: oman työn tarkastus ja lopputarkastus. Näitä tarkastuksia dokumentoidaan, mutta tässä aihe-alueessa ja tallenteiden dokumentoinnissa on vielä kehitettävää.

Standardin kappaleessa 8.3 mainitaan että poikkeavan tuotteen ohjausta koskevassa kohdassa on useita täsmennyksiä ohjauksesta, vastuista ja valtuuksista sekä toimenpiteistä (6). Ei muutoksia LT:lle, mutta standardi selventää menettelytapoja.



## 8.2 Hitsaavaan valmistukseen vaikuttavat standardin 3834 vaatimukset

Seuraavassa on esitetty oleelliset Laine-Tuotantoa koskevat muutokset siirryttäessä laatuvaatimuksista SFS-EN 729-3 laatuvaatimukseen SFS-EN ISO 3834-3.

Uudemmassa 3834-3 –standardissa vaatimusten katselmus vaaditaan ja pöytäkirja saatetaan vaatia. 3834-2 –Standardi lisäksi vaatii pöytäkirjan (12). Standardissa 729-3 terminä oli *sopimuskatselmus* (16).

Uusina asioina vaatimusten katselmuksessa on seuraavat asiat:

- Lakisäätöiset vaatimukset ja viranomaisvaatimukset.
- Mikä tahansa valmistajan määrittämä lisävaatimus.
- Valmistajan kyky täyttää annetut vaatimukset.

Vanhana asiana on yksi asia:

- Käytettävä tuotestandardi ja mahdolliset lisävaatimukset.

Standardissa 3834-3 tekninen katselmus vaaditaan ja pöytäkirja saatetaan vaatia. Standardi 3834-2 vaatii lisäksi pöytäkirjan (12). Standardissa 729-3 terminä oli *suunnittelukatselmus* ja siinä vain mainittiin että *vahvistettava hitsauksen suunnittelu*. Tekniseen katselmukseen on siirretty paljon asioita standardin 729 sopimuskatselmuksessa olleista asioista (16). Käytännössä teknisessä katselmuksessa ei ole paljon uutta Laine-Tuotantoon vaikuttavaa asiaa, mitä ei olisi ollut standardin 729 sopimus- tai suunnittelukatselmuksessa. Teknisessä katselmuksessa on nyt seuraavat asiat, jotka vaikuttavat LT:n hitsausvalmistukseen:

- Perusaineiden erittely ja hitsausliitosten ominaisuudet.
- Hitsien laatu- ja hyväksymisvaatimukset.

- Hitsien sijainti, luoksepäästävyys ja hitsausjärjestys, mukaan lukien tarkastuksen ja rikkomattoman aineenkoestuksen edellyttämä luoksepäästävyys (uusi vaatimus)
- Hitsausohjeet ja rikkomattoman aineenkoestuksen tarkastusohjeet.
- Hitsausohjeen hyväksymistapa.
- Henkilöstön pätevyudet.
- Valinta, tunnistus ja jäljitettävyys.
- Laadunvalvonnan järjestelyt.
- Tarkastus ja testaus.
- Alihankinta.
- Muita hitsaukseen liittyviä vaatimuksia, esim. hitsin muoto.
- Läpihitsautuminen yhdeltä puolelta ilman juuritukea.
- Valmiin hitsin sekä raihojen yksityiskohdat ja mitat.
- Poikkeamien käsittely. (12.)

Standardi 3834-3 vaatii laitteiden huoltoja ja niistä suositellaan raportteja.

Standardi 3834-2 lisäksi vaatii dokumentoidut suunnitelmat ja raportit. Standardi 3834-3 vaatii laitteista kalustoluettelon ja tuotantosuunnitelman. Dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja suositellaan. Standardi 3834-2 lisäksi vaatii dokumentoidut suunnitelmat ja raportit. Vanhassa standardissa 729 rajattu suunnitelma riitti. Standardissa 3834-3 vaaditaan hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä sekä lisäainetoimittajan suositusten mukaiset menettelyt. Vanhassa standardissa 729 riitti lisäainetoimittajan suositukset. Tarkastus ja testaus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen vaaditaan. Vanhassa standardissa 729 oli maininta *määritetyille toiminnoille* (16).

Standardi 3834-3 korostaa ohjaustoimenpiteitä ja menettelyohjeita korjaaville toimenpiteille. Standardi 3834-2 vaatii kalibroinnin tai kelpuutuksen mittaus- ja testauslaitteistolle. Standardi 3834-2 ilmoittaa kalibroinnista ja kelpuutuksesta uutena asiana: *jos vaaditaan*. Standardi 729 vaatii laatuasiakirjojen saatavuuden ja säilytysajan. Standardi 3834-3 ilmoittaa: *jos vaaditaan*.

## 8.3 Yhteenveto

### 8.3.1 Hitsauksen laatuvaatimusstandardin yhteensopivuus laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardiin

Hitsauksen laatuvaatimusstandardissa SFS-EN ISO 3834 on yhteneviä piirteitä SFS-EN ISO 9001 –laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardin kanssa. Muun muassa termit vaatimustenkatselemus ja tekninen katselemus ovat yhteneviä 9001-standardin kanssa. Standardin terminologia ja rakenne on yleensäkin samantyyppinen. Standardissa 3834-1 on lisäksi luettelo, mitä asioita tulee ottaa 9001-standardista huomioon, jos halutaan täydentää 3834-standardia laadunhallintajärjestelmäksi. Standardi ohjaa yritystä hitsattujen tuotteiden valmistuksen ennakoivaan ja prosessilähtöiseen hallintaan, kuten myös 9001-standardi.

### 8.3.2 Laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardin yhteensopivuus ympäristöjärjestelmästandardiin

SFS-EN ISO 9001:2008 –laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardissa, esipuheessa mainitaan, että 4. painoksen tekstiä on muutettu. Muutoksella on pyritty selkeyttämään tekstiä ja että se olisi yhdenmukaisempi ympäristöjärjestelmästandardin SFS-EN ISO 14001:2004 kanssa. Standardeja tutkiessa selvisi, että kummassakin standardissa muun muassa seuraavat kohdat ovat yhteneviä:

- Yleiset vaatimukset,

- Asiakirjojen hallinta,
- Tallenteiden hallinta,
- Laatu- ja ympäristöpolitiikka,
- Auditointi,
- Korjaava toimenpide,
- Ehkäisevä toimenpide. (6.), (18.)

Muita jo vanhemmassa 9001:2000 –standardissa yhteneviä kohtia ovat esimerkiksi seuraavat asiat:

- Vastuut ja valtuudet,
- Päämäärät, tavoitteet, toteuttamissuunnitelmat ja mittarit,
- Koulutustarpeiden tunnistus, toteutus ja vaikutusten arviointi,
- Johdon katselmus. (9.)

### 8.3.3 Laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardin yhteensopivuus auditointi-standardiin

Laadunhallintajärjestelmän vaatimusstandardia SFS-EN ISO 9001:2008 ja auditoinnin ohjstandardia SFS-EN ISO 19011:2011 tutkittaessa selvisi, että uuden 9001-standardin suunnittelussa on otettu huomioon auditointistandardi. Uudessa 9001-standardissa on myös viittauksia kyseiseen standardiin. (6.), (19.)

### 8.3.4 Standardien muutosten vaikutus yrityksen hitsausvalmistukseen

Seuraavassa on esitetty lyhyesti johtopäätökset (oma näkemys), kuinka SFS-EN ISO 9001:2008 vaikuttaa välillisesti Oy Laine-Tuotanto Ab:n hitsausvalmistukseen ja kuinka SFS-EN ISO 3834 vaikuttaa hitsausvalmistukseen. Tässä on käsitelty asiakohtia, joihin on tullut muutoksia verrattuna standardien vanhempiin versioihin.

- Standardi 9001 huomioi hitsausvalmistuksen toimintaympäristön riskejä.
- Hitsausvalmistuksen prosessit täytyy määrittää.

- Hitsausvalmistuksen prosesseja tulee mitata, jos mahdollista.
- Alihankinnan hitsausvalmistuksen prosessien ohjauksen laajuus tulee määrittää laadunhallintajärjestelmässä.
- Jatkuvan parantamisen menettelyn toimivuus osoitettava hitsausvalmistuksessa.
- Tilaajan (LT) vastuuta alihankinnan hitsausvalmistuksen prosesseista on täsmennetty.
- Standardi 9001 vaatii menettelytapaohjetta tallenteiden käsittelystä.
- Standardi 9001 vaatii dokumentoituja tallenteita hitsausvalmistuksesta.
- Hitsausvalmistuksessa tarvittavat pätevyudet tulee määritellä. Näitä ovat LT:lla muun muassa hitsaajan pätevyyskokeet ja hitsauksen koordinoijan pätevyudet.
- Hitsausprosessit tulee kelpuuttaa menettelytapaohjeistuksella, hitsausvalmistuksen kokoonpanotyöohjeistuksella ja hitsausohjeilla (WPS).
- Valmistettavan tuotteen tila ja tunnistus tulee pystyä määrittelemään hitsauksen valmistusprosessin aikana.
- Standardi 9001 vaatii hitsausvalmistukselle auditointisuunnitelmat ja vastuuhenkilöt.
- Hitsattu tuote tulee tarkastaa ja dokumentoida.
- Poikkeavan tuotteen ohjausta on täsmennetty.
- Standardi 3834 vaatii vaatimusten katselmuksen ja pöytäkirja saatetaan vaatia.
- Vaatimustenkatselmukseen kuuluvat lakisääteiset vaatimukset, viranomaisvaatimukset, valmistajan lisävaatimukset ja valmistajan kyky täyttää annetut vaatimukset sekä tuotestandardi ja sen lisävaatimukset.
- Standardi 3834 vaatii teknisen katselmuksen ja pöytäkirja saatetaan vaatia.
- Tekniseen katselmukseen kuuluvat tiedot perusaineista, tiedot hitsausliitoksen ominaisuuksista, hitsien hyväksymisvaatimukset, työjärjestys, sijainti, rikkomattomat tarkastuksen ohjeistus, hitsausohjeen hyväksyntätapa, henkilöstön pätevyudet, laadunvalvonta ja alihankinta.
- Hitsauskoneiden huolloista saatetaan vaatia dokumentoidut suunnitelmat ja tallenteet.
- Standardi 3834 vaatii kalustoluettelon hitsausvalmistuksen koneista.

- Tuotantosuunnitelma vaaditaan sekä saatetaan vaatia dokumentoituja suunnitelmia ja raportteja.
- Hyväksytyt hitsausohjeet vaaditaan.
- Hitsauslisäaineiden varastoinnista vaaditaan lisäainetoimittajan suosittamat menettelyt.
- Tarkastus ja testaus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen vaaditaan.
- Standardi 3834 korostaa ohjaustoimenpiteitä ja menettelytapaohjeita korjaaville toimenpiteille.
- Mittaus- ja testauslaitteiden kalibrointia tai kelpuutusta saatetaan vaatia. (6.), (12.)

## 9 POIKKEAMAT JA KEHITYSEHDOTUKSET

Lopputyön tuloksena ilmeni hitsausvalmistuksen käytännön menettelyissä poikkeamia, jotka eivät vastanneet SFS-EN ISO 9001 ja SFS-EN ISO 3834 – standardeja sekä Oy Laine-Tuotanto Ab:n laatukäsikirjan menettelyjä. Näitä poikkeamia ja seikkoja on suositeltavaa kehittää tulevaisuudessa. Poikkeamat ja kehityskohteet on lueteltu lyhyesti seuraavassa luettelossa:

- Toimintaympäristön riskien analysointi.
- Kalustoluettelon laatiminen sekä huolto- ja tarkustuskäytännön suunnittelu hitsauskoneille.
- Hitsauksen toimintoprosessien tarkempi määrittely.
- Vaatimustenkatkelmuksen ja teknisen katkelmuksen suorituksen kehittäminen normaaliksi ja helpoksi menettelytavaksi.
- Informaation tehostaminen yli osastorajojen.
- Auditointisuunnitelman laatiminen sisäiselle ja ulkoiselle hitsausvalmistukselle sekä auditointien tulosten dokumentointi.
- Ulkoistetusta hitsausvalmistuksesta tulee muodostaa menettelytapaohje ja prosessikaaviot.

- Jatkuvan parantamisen menettelyn kehittäminen hitsausvalmistuksessa sekä tulosten dokumentointi.
- Poikkeamamenettelyn kehittäminen hitsausvalmistuksessa.
- Poikkeamien tehokas kirjaaminen sekä seuranta- ja dokumentointijärjestelmän kehittäminen.
- Standardoitujen hitsausohjeiden (Welding Procedure Specification; WPS) käyttö hitsausvalmistuksessa.
- Työohjeiden käytön lisääminen hitsauskokoontyössä.
- Pätevöitettyjen hitsaajien käyttö valmistuksessa.
- Pätevyyksien valvonta ja dokumentoinnin kehittäminen.
- Menettelytapaohjeen kehittäminen hitsauslisäaineiden varastoinnista.

## 10 PÄÄTELMÄT

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää muuttaako uudistettu SFS-EN ISO 9001 –standardi oleellisesti Laine-Tuotannon laadunhallintajärjestelmää tai toimintatapoja hitsausvalmistuksessa ja onko tarpeen mahdollisesti toteuttaa isompia muutoksia. Uudesta 9001-standardista ja Laine-Tuotannon laadunhallintajärjestelmästä ei löytynyt suuria ristiriitaisuuksia. Uusi standardin 4. painos tuntuu huomattavasti selkeämmältä kuin vanhempi 3. painos. Standardista selvisi, että yhtään uutta varsinaista vaatimusta ei ole tullut lisää. Kuitenkin standardia on monessa kohdassa täsmennetty ja mielipiteeni on että monet vanhat vaatimukset ovat muuttuneet vaativimmiksi. Tämä ehkä johtunee siitä, että ennen standardimuutosta, muuttuneita kohtia ei ole osattu huomioida riittävästi LT:n laadunhallintajärjestelmässä.

Standardin prosessimainen toimintamalli on säilynyt ennallaan. Myös kahdeksan laadunhallinnan periaatetta säilyi entisellään. Standardia 9001 on kehitetty yhteneväksi SFS-EN ISO 14001 –ympäristöstandardien kanssa. Tämän johdosta laatu- ja ympäristöjärjestelmästä saadaan kehitettyä entistä yhtenäisempi kokonaisuus. Uudessa standardin painoksessa on myös otettu huomioon

Uudessa standardin painoksessa on myös otettu huomioon auditointistandardi SFS-EN ISO 19011:2002.

Opinnäytetyön tehtävänä oli myös selvittää muuttaako uusi SFS-EN ISO 3834-3 hitsauksen laatuvaatimusstandardi oleellisesti Oy Laine-Tuotanto Ab:n menettelytapoja hitsausvalmistuksessa ja onko tarpeen mahdollisesti toteuttaa isompia muutoksia. Uudesta 3834-3 –standardista ja vanhasta SFS-EN 729-3 laatuvaatimusstandardista ei löytynyt varsinaisia ristiriitaisuuksia. Uusi 3834-standardi on kuitenkin huomattavasti vaativampi. Uudesta standardista ja Laine-Tuotannon hitsausvalmistuksen menettelytavoista ei löytynyt suuria ristiriitaisuuksia. Uudessa hitsauksen laatuvaatimusstandardissa ja SFS-EN ISO 9001 –laadunhallintajärjestelmästandardissa on samantyyppinen prosessimainen toimintamalli, rakenne ja terminologia. Kumpikin standardi korostaa LT:n vastuuta myös ulkoistetusta hitsausvalmistuksesta (12), (6).

Sivuhuomiona havaitsin, että laadunhallintajärjestelmässä esiintyy joskus tilanteita, jolloin informaatio ei kulje odotetusti. Tämän tyyppisten organisaation kasvusta johtuvien asioiden vuoksi yrityksen tuotteen vaatimustenmukaisuuteen vaikuttavat henkilöt pitäisi saada entistä paremmin sitoutettua mukaan yrityksen toimintaan. Keinona voisi olla uusi painotus laadunhallinnan periaatteissa: laajempi henkilöstön osallistuminen, jatkuvan parantamisen lisääminen sekä prosessimaisen toimintamallin jatkokehittäminen. Tärkeimpinä hyötyinä Laine-Tuotanto saavuttaisi suuremman organisaation kehitykseen vaikuttavat ”ilmaiset” henkilöstön motivaatio ja sitoutuminen yrityksen toimintaan kasvaa.

- Resurssit saadaan tehokkaammin hyödynnettyä.
- Tuotantoprosessit saadaan joustavammiksi ja nopeammiksi.
- Saadaan uusia kehitysideoita.
- Erilaisille parannuksille saadaan selkeämmät tavoitteet.



## LÄHTEET

1. Arto Laine. Tekninen Johtaja. Oy Laine-Tuotanto Ab. Haastattelu.
2. Oy Laine-Tuotanto Ab. Laatukäsikirja. Luettavissa yhtiön työasemalta.
3. Usko Uusipaikka. Wasa Power Oy. Koulutusaineistoa. Tilattavissa <<http://www.innostu.com>
4. ISO 9000 –sarjan standardit, valinta ja käyttö, Standardisoimisliitto, SFS. 2011. Tilattavissa; [www.sfs.fi/files/62/iso9000esite.pdf](http://www.sfs.fi/files/62/iso9000esite.pdf)
5. SFS-EN ISO 9000. Laadunhallintajärjestelmät, Perusteet, Sanasto. 2005. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
6. SFS-EN ISO 9001. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 2008. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
7. SFS-EN ISO 9004. Organisaation johtaminen jatkuvaan menestykseen. Laadunhallintaan perustuva toimintamalli. 2009. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
8. John Davies. ISO 9000 Ilmiö. Sivut 6 – 7. Stellatum. SFS-Tiedotus –lehti, 5/2007, maksullinen vuosikerta. Helsinki.
9. SFS-EN ISO 9001. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 2000. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
10. SFS-EN ISO 9001. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 1994. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
11. SFS-Käsikirja 66-8. Hitsaussanasto. 2012. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.

12. SFS-Käsikirja 66-1. Hitsaus. Osa 1: Hitsauksen laadunhallinta. 2012. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
13. Toimittanut: Wittig Lars. Pettinen Reijo. Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys. Hitsauksen materiaalioppi. 2004. Helsinki.
14. Lukkari Juha. Hitsaustekniikka. Perusteet ja kaarihitsaus. 2002. Opetushallitus. Helsinki.
15. Lepola Pertti. Makkonen Matti. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. 2005. WSOY. Helsinki.
16. SFS-Käsikirja 66-1. Hitsaus. Osa 1: Hitsauksen laadunhallinta. 1998. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
17. ISO 9606-1. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Tilattavissa SFS-verkkokaupasta: <<http://sales.sfs.fi/sfs/>
18. SFS-EN ISO 14001. Ympäristöjärjestelmät. Vaatimukset ja opastusta niiden soveltamisesta. 2004. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Helsinki.
19. SFS-EN ISO 19011. Guidelines for Auditing Management Systems. 2011. Suomen Standardisoimisliitto, SFS. Tilattavissa; <<http://sales.sfs.fi/sfs/>