

Korvaa standardin SFS-EN 1011-1:1998 ja sen muutokset  
SFS-EN 1011-1/A1:2002 ja SFS-EN 1011-1/A2:2004Replaces the standard SFS-EN 1011-1:1998 and its  
Amendments SFS-EN 1011-1/A1:2002 and  
SFS-EN 1011-1/A2:2004*Ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti**In case of interpretation disputes the English text applies***HITSAUS. METALLISTEN MATERIAALIEN HITSAUSSUOSITUKSET.****OSA 1: YLEISOHJEET KAARIHITSAUKSELLE***Welding. Recommendations for welding of metallic materials.**Part 1: General guidance for arc welding*Tämä standardi sisältää eurooppalaisen standardin  
EN 1011-1:2009 "Welding – Recommendations for  
welding of metallic materials – Part 1: General guidance  
for arc welding" englanninkielisen tekstin.This standard consists of the English text of the European  
Standard EN 1011-1:2009 "Welding – Recommendations  
for welding of metallic materials – Part 1: General  
guidance for arc welding".Standardi sisältää myös englanninkielisen tekstin suomen-  
kielisen käännöksen.The standard also contains a Finnish translation of the  
English text.Eurooppalainen standardi EN 1011-1:2009 on vahvistettu  
suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi.The European Standard EN 1011-1:2009 has the status of  
a Finnish national standard.



English Version

## Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 1: General guidance for arc welding

Soudage – Recommendations pour le soudage des matériaux métalliques – Partie 1: Lignes directrices générales pour le soudage à l'arc

Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe – Teil 1: Allgemeine Anleitungen für das Lichtbogenschweißen

This European Standard was approved by CEN on 10 January 2009.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

**Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels**

## Sisällys

	Sivu
Esipuhe .....	4
Johdanto .....	6
1 Soveltamisala .....	8
2 Velvoittavat viittaukset .....	8
3 Termit ja määritelmät .....	10
4 Periaatteet .....	10
4.1 Yleistä .....	10
4.2 Valmistuksen lähtötiedot .....	10
4.3 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet .....	12
5 Hitsauksen tuotantovaatimukset .....	12
5.1 Laitteet ja varusteet .....	12
5.2 Hitsauspaikka .....	12
5.3 Henkilöstö .....	12
5.4 Hitsausprosessit .....	12
5.5 Alihankinta .....	14
6 Perusaineet ja hitsausaineet .....	14
6.1 Varastointi ja käsittely .....	14
6.2 Aineodistukset .....	14
7 Suunnittelu .....	14
7.1 Piirustuksissa esitettävät tiedot .....	14
7.2 Asetus hitsausta varten .....	14
7.3 Aloitus- ja lopetuspalat .....	14
7.4 Tilapäiset kiinnitykset .....	16
7.5 Valmistuksen ja tarkastuksen yhteen sovittaminen .....	16
7.6 Hitsausohjeet .....	16
7.7 Hitsausjärjestys .....	16
8 Valmistus .....	16
8.1 Hitsaustyöohjeet .....	16
8.2 Railon valmistus ja pinnan puhdistus .....	16
8.3 Esikuumennus .....	18
8.4 Sytytysjäljet .....	18
8.5 Siltahitsit .....	18
8.6 Hitsausjärjestys .....	18
8.7 Lämmöntuonti .....	18
8.8 Suojautuminen hapettumista vastaan .....	20
8.9 Hitsausvirheet .....	20
8.10 Jäljitettävyyys .....	20
9 Muodonmuutosten tai alkujännitysten eliminointi .....	22
10 Hitsien jälkilämpökäsittely .....	22
11 Pinnan puhdistus ja käsittely .....	22
12 Tarkastus ja dokumentaatio .....	22
Kirjallisuus .....	24
Opastavia tietoja .....	25

## Contents

	Page
Foreword .....	5
Introduction .....	7
1 Scope .....	9
2 Normative references .....	9
3 Terms and definitions .....	11
4 Principles .....	11
4.1 General .....	11
4.2 Fundamental information for fabrication .....	11
4.3 Non-conformance and corrective actions .....	13
5 Requirements on welding production .....	13
5.1 Equipment and devices .....	13
5.2 Workplace .....	13
5.3 Personnel .....	13
5.4 Welding processes .....	13
5.5 Sub-contracting .....	15
6 Parent metals and welding consumables .....	15
6.1 Storage and handling .....	15
6.2 Material certificates .....	15
7 Planning .....	15
7.1 Information on drawings .....	15
7.2 Assembly for welding .....	15
7.3 Run-on and run-off plates .....	15
7.4 Temporary attachments .....	17
7.5 Fabrication and inspection feasibility .....	17
7.6 Welding procedure specification .....	17
7.7 Weld sequence .....	17
8 Welding fabrication .....	17
8.1 Welding instructions .....	17
8.2 Joint preparation and surface cleaning .....	17
8.3 Preheating .....	19
8.4 Arc strikes .....	19
8.5 Tack welds .....	19
8.6 Weld run sequence .....	19
8.7 Heat input .....	19
8.8 Protection against oxidation .....	21
8.9 Weld imperfections .....	21
8.10 Traceability .....	21
9 Elimination of distortion or inherent stresses .....	23
10 Post-weld heat treatment .....	23
11 Surface cleaning and treatment .....	23
12 Inspection and documentation .....	23
Bibliography .....	24

## Esipuhe

Tämä eurooppalainen standardi on laadittu teknisen komitean CEN/TC 121 "Welding" toimesta, jonka sihteeristöä hoitaa DIN.

Tälle eurooppalaiselle standardille on annettava kansallisen standardin asema joko julkaisemalla standardin kanssa yhtäpitävä teksti tai ilmoittamalla sen voimaansaattamisesta viimeistään syyskuun 2009 loppuun mennessä. Lisäksi ristiriidassa olevat kansalliset standardit on kumottava viimeistään syyskuun 2009 loppuun mennessä.

On huomattava, että tämä kansainvälinen standardi saattaa sisältää patenttioikeuksien suojattuja elementtejä. CEN [ja/tai CENELEC] ei vastaa tällaisten patenttioikeuksien yksilöimisestä.

Tämä standardi korvaa standardin EN 1011-1:1998.

Standardi EN 1011-1 koostuu seuraavista osista yleisotsikolla *Hitsaus – Metallisten materiaalien hitsaussuosituksat*.

- Osa 1: Yleiset ohjeet kaarihitsaukseen
- Osa 2: Ferriittisten terästen kaarihitsaus
- Osa 3: Ruostumattomien terästen kaarihitsaus
- Osa 4: Alumiinin ja alumiiniseosten kaarihitsaus
- Osa 5: Päälystettyjen terästen hitsaus
- Osa 6: Laserhitsaus
- Osa 7: Elektronisuihkuhitsaus
- Osa 8: Valurautojen hitsaus.

CEN/CENELECin sisäisten sääntöjen mukaan seuraavat maat ovat veloitettuja vahvistamaan tämän eurooppalaisen standardin: Belgia, Bulgaria, Espanja, Hollanti, Irlanti, Islanti, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Kreikka, Kypros, Latvia, Liettua, Luxemburg, Malta, Norja, Portugali, Puola, Ranska, Romania, Ruotsi, Saksa, Slovakian tasavalta, Slovenia, Suomi, Sveitsi, Tanska, Tšekin tasavalta, Unkari ja Viro.

## Foreword

This document (EN 1011-1:2009) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 121 "Welding", the secretariat of which is held by DIN.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by September 2009, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by September 2009.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document supersedes EN 1011-1:1998.

EN 1011 consists of the following parts, under the general title *Welding – Recommendations for welding of metallic materials*:

- *Part 1: General guidance for arc welding*
- *Part 2: Arc welding of ferritic steels*
- *Part 3: Arc welding of stainless steels*
- *Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys*
- *Part 5: Welding of clad steel*
- *Part 6: Laser beam welding*
- *Part 7: Electron beam welding*
- *Part 8: Welding of cast irons.*

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

---

## Johdanto

Standardi EN 1011 on julkaistu useassa osassa, jotta se kattaisi erilaisia hitsattavia metalleja ja erityisiä hitsausprosesseja.

Tässä standardissa esitetään metallien kaarihitsauksen tuotantoon ja ohjaukseen liittyviä asioita ja se soveltuu kaikentyyppiseen valmistukseen.

Eryyisiä materiaaliakohtaisia ohjeita annetaan standardin EN 1011 osissa 2, 3, 4 ja 8. Osissa 6 ja 7 esitetään laser- ja elektronisuihkuhitausta ja kumpikin kattaa erilaisia materiaaleja.

Hitsien sallittuja suunnittelujännityksiä, tarkastusmenetelmiä tai hyväksymisrajoja ei esitetä tässä standardissa, koska niihin vaikuttavat tuotteen käyttöolosuhteet. Näitä yksityiskohtia esitetään tarkoituksenmukaisissa sovellutusstandardeissa tai suunnitteluspesifikaatioissa.

Tämän standardin laadinnassa on oletettu, että vaatimusten toteuttamisesta vastaa asianmukaisesti pätevoidetty, koulutettu ja kokenut henkilökunta.



---

## Introduction

EN 1011 is issued in several parts in order that it may cover the different types of weldable metallic materials and specific welding processes.

This part of EN 1011 deals with the production and control of arc welding of metallic materials and is appropriate for all types of fabrication.

Specific materials advice is covered by parts 2, 3, 4, 5 and 8. Parts 6 and 7 refer to laser and electron beam welding and each cover a range of materials.

Permissible design stresses in welds, methods of testing and acceptance levels are not included because they depend on the service conditions of the fabrication. These details may be obtained from the relevant application standard or design specification.

It has been assumed in the drafting of this standard that the execution of its provisions is entrusted to appropriately qualified, trained and experienced personnel.

## 1 Soveltamisala

Tässä standardissa annetaan yleiset suositukset metallisten materiaalien sulahitsaukseen. Standardi kattaa kaikki tuotemuodot (esim. valetut, muokatut, pursotetut ja taotut tuotteet).

Tässä standardissa mainitut prosessit ja tekniikat eivät välttämättä sovellu kaikille materiaaleille. Standardin tarkoituksen mukaiset muut osat antavat lisää tietoja eri materiaaleista.

## 2 Velvoittavat viittaukset

Seuraavat viiteasiakirjat ovat tarpeellisia tämän standardin soveltamiseen. Päivätyjen viittausten kohdalla sovelletaan vain päivättyä painosta. Päiväämättömien viittausten kohdalla sovelletaan viiteasiakirjan viimeisintä painosta (muutokset mukaan lukien).

EN 287-1<sup>1)</sup>, *Qualification test of welders – Fusion welding – Part 1: Steels*

EN 473<sup>1)</sup>, *Non destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel – General principles*

EN 1011-2<sup>1)</sup>, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 2: Arc welding of ferritic steels*

EN 1011-3<sup>1)</sup>, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 3: Arc welding of stainless steels*

EN 1011-4<sup>1)</sup>, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys*

EN 1011-5<sup>1)</sup>, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 5: Welding of clad steel*

EN 1011-6, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 6: Laser beam welding*

EN 1011-7, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 7: Electron beam welding*

EN 1011-8, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 8: Welding of cast irons*

EN 1418<sup>1)</sup>, *Welding personnel – Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials*

EN 22553<sup>1)</sup>, *Welded, brazed and soldered joints – Symbolic representation on drawings (ISO 2553:1992)*

EN ISO 4063<sup>1)</sup>, *Welding and allied processes – Nomenclature of processes and reference numbers (ISO 4063:1998)*

EN ISO 9606-2<sup>1)</sup>, *Qualification test of welders – Fusion welding – Part 2: Aluminium and aluminium alloys (ISO 9606-2:2004)*

EN ISO 9606-3<sup>1)</sup>, *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 3: Copper and copper alloys (ISO 9606-3:1999)*

EN ISO 9606-4<sup>1)</sup>, *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 4: Nickel and nickel alloys (ISO 9606-4:1999)*

EN ISO 9606-5<sup>1)</sup>, *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 5: Titanium and titanium alloys, zirconium and zirconium alloys (ISO 9606-5:2000)*

EN ISO 9692 (all parts)<sup>1)</sup>, *Welding and allied processes – Recommendations for joint preparation*

EN ISO 14175<sup>1)</sup>, *Welding consumables – Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes (ISO 14175:2008)*

<sup>1)</sup> Vastaava suomenkielisenä julkaistu SFS-standardi, ks. Opastavia tietoja.

## 1 Scope

This European Standard contains general guidance for the arc welding of metallic materials in all forms of product (e.g. cast, wrought, extruded, forged).

The processes and techniques referred to in this Part of EN 1011 may not all be relevant to all materials. Additional information relevant to specific materials is given in the relevant Parts of the Standard.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 287-1, *Qualification test of welders – Fusion welding – Part 1: Steels*

EN 473, *Non destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel – General principles*

EN 1011-2, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 2: Arc welding of ferritic steels*

EN 1011-3, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 3: Arc welding of stainless steels*

EN 1011-4, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys*

EN 1011-5, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 5: Welding of clad steel*

EN 1011-6, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 6: Laser beam welding*

EN 1011-7, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 7: Electron beam welding*

EN 1011-8, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 8: Welding of cast irons*

EN 1418, *Welding personnel – Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials*

EN 22553, *Welded, brazed and soldered joints – Symbolic representation on drawings (ISO 2553:1992)*

EN ISO 4063, *Welding and allied processes – Nomenclature of processes and reference numbers (ISO 4063:1998)*

EN ISO 9606-2, *Qualification test of welders – Fusion welding – Part 2: Aluminium and aluminium alloys (ISO 9606-2:2004)*

EN ISO 9606-3, *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 3: Copper and copper alloys (ISO 9606-3:1999)*

EN ISO 9606-4, *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 4: Nickel and nickel alloys (ISO 9606-4:1999)*

EN ISO 9606-5, *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 5: Titanium and titanium alloys, zirconium and zirconium alloys (ISO 9606-5:2000)*

EN ISO 9692 (all parts), *Welding and allied processes – Recommendations for joint preparation*

EN ISO 14175, *Welding consumables – Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes (ISO 14175:2008)*

EN ISO 15607<sup>1)</sup>, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – General rules (ISO 15607:2003)*

EN ISO 15609-1<sup>1)</sup>, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 1: Arc welding (ISO 15609-1:2004)*

EN ISO 15609-3, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 3: Electron beam welding (ISO 15609-3:2004)*

EN ISO 15609-4, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 4: Laser beam welding (ISO 15609-4:2004)*

EN ISO 17662<sup>1)</sup>, *Welding – Calibration, verification and validation of equipment used for welding, including ancillary activities (ISO 17662:2005)*

CEN/TR 14599:2005, *Terms and definitions for welding purposes in relation with EN 1792*

IEC/TS 62081, *Arc welding equipment – Installation and use.*

### 3 Termit ja määritelmät

Tässä standardissa käytetään raportin CEN/TR 14599:2005 mukaisten termien ja määritelmien lisäksi myös seuraavaa termiä ja määritelmää:

#### 3.1 terminen hyötysuhde

**k**  
lämmöntuonnin suhde kaarienergiaan.

### 4 Periaatteet

#### 4.1 Yleistä

Jos suositellaan, että valmistaja käyttää laadunohjausjärjestelmää, niin vaatimukset pitäisi valita standardin EN ISO 3834 tarkoituksenmukaisesta osasta.

#### 4.2 Valmistuksen lähtötiedot

Ennen valmistuksen aloittamista asiakkaan on ilmoitettava kaikista tärkeistä valmistukseen liittyvistä vaatimuksista, käyttökuormituksista sekä tuotteen odotetusta käyttöiästä. Ellei laatuvaatimuksia määritetä, on virheiden raja-arvojen oltava tarkoituksenmukaisen spesifikaation mukaiset. Tarvittava tieto voisi olla esimerkiksi:

- 1) Sovellusstandardi ja mahdolliset lisävaatimukset, kuten tekniset ohjeet, opastukset ja lakisääteiset vaatimukset.
- 2) Hitsauksen, tarkastuksen ja lämpökäsittelyn erityisvaatimukset.
- 3) Tuotantopiirustukset (yksityiskohdat), joissa esitetään hitsien mitat ja muodot, ellei valmistajan asiakirjoja katsota asiakkaan tai viranomaisten toimesta riittäviksi.
- 4) Hitsauksen hyväksymisvaatimukset, hitsaushenkilöstö ja NDT-henkilöstö.
- 5) Hitsaustavat ja testausmenetelmät.
- 6) Tarvittaessa vaatimukset materiaalin ja henkilöstön valinnasta, tunnistamisesta ja jäljittämisestä.
- 7) Pinnan koneistus- ja viimeistelyvaatimukset.

<sup>1)</sup> Vastaava suomenkielisenä julkaistu SFS-standardi, ks. Opastavia tietoja.

EN ISO 15607, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – General rules (ISO 15607:2003)*

EN ISO 15609-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 1: Arc welding (ISO 15609-1:2004)*

EN ISO 15609-3, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 3: Electron beam welding (ISO 15609-3:2004)*

EN ISO 15609-4, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 4: Laser beam welding (ISO 15609-4:2004)*

EN ISO 17662, *Welding – Calibration, verification and validation of equipment used for welding, including ancillary activities (ISO 17662:2005)*

CEN/TR 14599:2005, *Terms and definitions for welding purposes in relation with EN 1792*

IEC/TS 62081, *Arc welding equipment – Installation and use.*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in CEN/TR 14599:2005 and the following apply.

#### 3.1

##### thermal efficiency

*k*

ratio of heat energy introduced into the weld to the electrical energy consumed by the arc.

### 4 Principles

#### 4.1 General

If the manufacturer is recommended to use a control system, the requirement should be in accordance with the appropriate part of EN ISO 3834.

#### 4.2 Fundamental information for fabrication

Before the start of fabrication, the customer shall inform the manufacturer of all the information, which is important to the manufacturing process, the operational loading and the envisaged service life of the end product. If no quality requirements are defined, the limiting values for imperfections shall be as stated in the relevant specification. Such information should comprise, for example:

- 1) Application standard and any additional requirements such as technical rules, guidelines, and statutory requirements.
- 2) Any specific requirements for welding production, testing and heat treatment.
- 3) Production (detail) drawings with information relating to dimensions and weld forms, if documents from the manufacturer are not viewed as adequate by the customer or regulatory authority.
- 4) Qualification requirements for welding, welding related and NDE personnel.
- 5) Methods of welding and testing.
- 6) Requirements relating to the selection, identification and traceability of material and personnel, if required.
- 7) Requirements on machining and surface finish.

### 4.3 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet

Tarvittaessa määritetään poikkeamien kirjaamisen menettelyt ja laajuus. Ennen valmistuksen aloittamista määritetään menettelyt poikkeamien korjaamiseen, vetelyiden välttämiseen sekä hitsausvirheiden korjaamiseen.

## 5 Hitsauksen tuotantovaatimukset

### 5.1 Laitteet ja varusteet

Valmistajalla tulee olla tarkoituksenmukaiset laitteet ja resurssit sopimusvaatimusten toteuttamiseksi. Kaikkien hitsaukseen liittyvien laitteiden pitää olla sopivia käytettävälle hitsausprosessille, työtehtäviin ja lopputuotteen rakenteeseen.

Kaikki sähköiset laitteet, joita käytetään hitsauksessa, asennetaan ja niitä käytetään teknisen spesifikaation IEC/TS 62081 ja paikallisten määräysten mukaan. Laitteet, joilla mitataan hitsausparametreja, kuten kaarijännite, hitsausvirta, kuljetusnopeus ja suojakaasun/juurikaasun virtausnopeudet sekä laitteet, joilla hallitaan esikuumennus- ja välipalkolämpötiloja pitää olla käytettävissä joko hitsauslaitteen osana tai erillisenä laitteena. Tarvittaessa tällaiset laitteet kalibroidaan, tarkistetaan tai kelpuutetaan standardin EN ISO 17662 mukaan.

### 5.2 Hitsauspaikka

Hitsauspaikka suojataan tehokkaasti sään, esim. tuulen, sateen, lumen, vedon jne. haitallisilta vaikutuksilta siten, ettei synny hitsausvirheitä, jotka ylittävät sopimuksessa esitetyt hyväksymisrajat.

### 5.3 Henkilöstö

Hitsaushenkilöstöön kuuluvat hitsaajat, hitsausoperaattorit ja hitsauskoordinoijat. Heidän on oltava yrityksen palkkaamia tai heillä on oltava sitova sopimus yrityksen kanssa ja tarvittavat tekniset ja henkilökohtaiset edellytykset työtehtäviensä hoitamiseen. Ennen kaikkea heillä on oltava riittävä tietoa ja käytännön kokemusta hitsausalalta ja käytettävistä materiaaleista. Heidät on valtuutettava, jotta varmistetaan, että laatuvaatimukset toteutuvat.

Hitsauskoordinoijan tehtävät ja vastuut määritetään, ks. esim. EN ISO 14731.

Ellei toisin sovita, hitsaajat pätevoidetään standardin EN 287-1 tai standardin EN ISO 9606 tarkoituksenmukaisen osan mukaisesti ja heillä on oltava voimassaoleva pätevyystodistus.

Ellei toisin sovita, hitsausoperaattorit pätevoidetään standardin EN 1418 mukaisesti ja heillä on oltava voimassaoleva pätevyystodistus.

Jos tarkastusta vaaditaan, niin tarkastushenkilöiden on oltava pätevoidettyjä standardin EN 473 mukaisesti, ellei toisin sovita.

### 5.4 Hitsausprosessit

Tämä standardi koskee hitsejä, jotka on tehty seuraavilla standardin EN ISO 4063 mukaisilla hitsausprosesseilla tai niiden yhdistelmillä:

- 111 Puikkohitsaus
- 114 Täytelankahitsaus ilman suojakaasua
- 12 Jauhekaarhitsaus
- 131 MIG-umpilankahitsaus
- 135 MAG-umpilankahitsaus
- 136 MAG-täytelankahitsaus
- 137 MIG-täytelankahitsaus
- 141 TIG-hitsaus
- 15 Plasmahitsaus.

### 4.3 Non-conformance and corrective actions

Where applicable, the method and extent of recording non-conformance has to be specified. Before the start of fabrication, the procedure and the methods for rectifying deficiencies, for compensating for distortion and for correcting weld defects are to be defined.

## 5 Requirements on welding production

### 5.1 Equipment and devices

The manufacturer shall have adequate equipment and resources for meeting the requirements of the contract. All the welding related equipment shall be matched to the respective welding process, the working task and the design of the final product.

All electrical equipment which is used in connection with the welding operation shall be installed and used in accordance with IEC/TS 62081 and local regulations. Devices for measuring the welding parameters, such as arc voltage, welding current, wire feed rate, travel speed and shielding/purging gas flow rates, and also for monitoring the preheat and interpass temperatures, shall be available either as part of the welding apparatus or by providing portable equipment. Such equipment shall be calibrated, verified or validated in accordance with EN ISO 17662 where relevant.

### 5.2 Workplace

The workplace shall be efficiently protected against the detrimental effects of weather, for example wind, rain, snow and draught, in order not to generate weld defects beyond the acceptance levels specified in the contract.

### 5.3 Personnel

The welding personnel comprises welders, operators and welding coordinators. They shall be employees of the company or shall be contractually bound and shall have the necessary prerequisites from a technical and personal point of view for the job area. Above all, they shall have sufficient knowledge and practical experience in the area of welding and the materials to be processed. They shall be authorized to ensure the quality requirements are met.

Tasks and responsibilities of the welding coordinators shall be specified, see for example EN ISO 14731.

Welders shall be tested in accordance with the requirements of EN 287-1 or the appropriate part of EN ISO 9606, unless otherwise specified, and shall hold valid test certificates.

Welding operators shall be tested in accordance with the requirements of EN 1418, unless otherwise specified, and shall hold valid test certificates.

If inspection is required, the inspection personnel shall be qualified in accordance with EN 473, unless otherwise specified.

### 5.4 Welding processes

This standard covers welds made by one of the following welding processes to EN ISO 4063 or by a combination of these processes:

- 111 Manual metal-arc welding with covered electrode;
- 114 Self-shielded tubular cored arc welding;
- 12 Submerged arc welding;
- 131 Metal inert gas welding; MIG welding;
- 135 Metal active gas welding; MAG welding;
- 136 Tubular-cored metal-arc welding with active gas shield;
- 137 Tubular-cored metal-arc welding with inert gas shield;
- 141 Tungsten inert gas welding; TIG welding;
- 15 Plasma arc welding.



## 5.5 Alihankinta

Valmistaja voi tehdä sopimuksen muiden yritysten kanssa valmistuksesta tai osatehtävistä, kuten lämpökäsittely tai tarkastus. Näiden yritysten pitää olla osaavia. Jos sopimuksessa tai sovellutuksessa näin vaaditaan, niiden pitää sopivalla tavalla osoittaa osaamisensa tarvittavalla näytöllä. Alihankkijoille pitää hyvissä ajoin toimittaa kaikki valmistukseen tarvittava tieto sekä työnkuvaukset, laatuvaatimusten määritykset ja vaadittava dokumentaatio. Valmistaja on aina vastuussa asiakkaalle, että lopputuote on valmistettu niin, että se täyttää riittävän laadun.

## 6 Perusaineet ja hitsausaineet

### 6.1 Varastointi ja käsittely

Perusaineet on oltava hitsattavia. Perusaineet ja hitsausaineet varastoidaan ja käsitellään hyvän käytännön mukaan, jotta esim. tunnistettavuus säilyy ja vaurioituminen estetään.

Hitsausaineiden pitää soveltua perusaineeseen ja valittuun hitsausprosessiin. Hitsausaineet varastoidaan ja käsitellään li-säainetoimittajan suositusten mukaisesti.

Jos hitsausaineissa tai niiden pakkauksissa näkyy merkkejä vaurioitumisesta, niitä ei saa käyttää. Esimerkkeinä ovat hitsauspuikot, joiden päällysteet ovat haljenneet ja lohkeilleet, ruostuneet tai likaiset hitsauslangat sekä hitsauslangat, joiden kuparipinnoite on irronnut.

Varastoon palautetut hitsausaineet käsitellään ennen uudelleenkäyttöä valmistajan/toimittajan suositusten mukaisesti.

### 6.2 Ainestodistukset

Perusaineet ja hitsausaineet pitäisi merkitä tarkoituksenmukaisten eurooppalaisten standardien mukaan. Jos sovellutusstandardissa tai sopimuksessa vaaditaan, esitetään todistukset kemiallisesta koostumuksesta, mekaanisista/teknisistä ominaisuuksista ja varmistetuista laatuominaisuuksista.

## 7 Suunnittelu

### 7.1 Piirustuksissa esitettävät tiedot

Hitsausliitosten merkintöjen ja merkkien on oltava standardin EN 22553 mukaiset.

### 7.2 Asetus hitsausta varten

Hitsattavat osat asetetaan niin, että liitokset ovat helposti hitsaajien ja/tai hitsausoperaattoreiden luoksepäästävissä ja nähtävissä. Tarkastuksen luoksepäästävyys otetaan myös huomioon.

Hitsien kerääntymistä yhteen paikkaan ja risteäviä hitsejä tulisi välttää. Ellei tämä ole mahdollista, pitäisi etukäteen harkita, tarvitaanko jäännösjännitysten mittaamista tai lisätarkastuksia näillä alueilla.

Ellei toisin ole määritetty, niin pienahitsauksessa railopintojen tulee olla mahdollisimman tiiviisti toisiaan vasten. Pienahitsit merkitään selkeästi a-mittana tai kyljen leveytenä. On myös otettava huomioon hitsausliitosten erityisratkaisut sekä hitsausprosessit, joilla saadaan aikaan syvä tunkeuma.

Renkaiden ja nauhojen käyttö pysyvinä juuritukina sekä päällekkäisliitosten käyttö sallitaan vain, jos ne eivät haittaa käytötarkoituksia (esim. vaihtelevat kuormitukset, korrosio, alhaiset käyttölämpötilat). Juuritukimateriaalin on oltava yhteensopiva perusaineen ja/tai hitsiaineen kanssa.

### 7.3 Aloitus- ja lopetuspalat

Päittäisliitosten päät hitsataan niin, että hitsi niissä on yhtä paksu kuin muu hitsi. Tätä varten voidaan käyttää aloitus- ja/tai lopetuspaloja. Aloitus- ja lopetuspalat valmistetaan materiaalista, joka on yhteensopiva liitettävien osien kanssa. Niiden paksuus, railomuoto ja pituus riippuvat suoritettavasta hitsaustehtävästä ja hitsausprosessista.



## 5.5 Sub-contracting

The manufacturer can contract other companies to carry out the fabrication or partial jobs, such as the heat treatment or testing. These companies shall be adequately qualified and be able to demonstrate this with the necessary transparency, if required in the contract or the application standard. The sub-contractors shall be provided in good time with all the customer information necessary for fabrication, together with the description of the job and the definition of the quality requirements and documentation. Nevertheless, the manufacturer is responsible to the customer for the required manufacture of the final product to a suitable quality.

## 6 Parent metals and welding consumables

### 6.1 Storage and handling

The parent metals shall be suitable for welding. Parent metals and welding consumables shall be stored and processed in accordance with best practice e.g. to retain identification and avoid damage and deterioration.

Welding consumables shall be matched to the parent metals and the selected welding process. They are to be stored and handled in accordance with the recommendations of the suppliers.

If the consumables or their packaging show signs of damage or deterioration, they shall not be used. Examples are cracked or flaked coatings on covered electrodes, rusty or dirty wire electrodes and wires with flaked or damaged protective coatings.

Welding consumables returned to the stores shall be treated in accordance with the manufacturer's/supplier's recommendations before re-issue.

### 6.2 Material certificates

The parent metals and welding consumables should be designated in accordance with the relevant European Standard. If required by the application standard or the contract, certificates relating to chemical composition, to mechanical/technological properties and other assured quality characteristics shall be presented.

## 7 Planning

### 7.1 Information on drawings

Designations and symbols of the welded joints shall be in accordance with EN 22553.

### 7.2 Assembly for welding

The parts to be welded shall be assembled in such a way that the joints are easily accessible and visible to the welders/operators involved. The accessibility for inspection shall also be considered.

Accumulations of welds and cross-joints should be avoided. If this is not possible, consideration should be given in advance as to whether measures for the relief of stresses or additional inspection, are/is needed in these areas.

Unless otherwise specified, the edges and surfaces to be joined by fillet welds shall be in as close contact as possible. Fillet welds are to be clearly indicated as throat thickness or the leg length. The application of deep penetration processes or special weld designs may be taken into account.

The use of rings or strips as permanent material backing, and use of socket or lap joints is only permissible providing they are not rejected for any operational reasons (for example alternating load, corrosion, low-temperature use). The backing material shall be compatible with the parent metal and/or weld metal.

### 7.3 Run-on and run-off plates

The ends of butt welds shall be welded to provide the full weld thickness. This may be achieved by the use of run-on and/or run-off plates. These shall be produced from a material which is compatible with that of the parts to be joined. The thickness, the weld preparation and the length of the run-on and run-off plates depend on the welding task and the welding process.

## 7.4 Tilapäiset kiinnitykset

Hitsattuja kiinnityksiä, joihin kohdistuu käsittelystä tai asennuksesta aiheutuvia ulkoisia voimia, mitoitetaan niin, että ne pystyvät välittämään näitä voimia vahingoittamatta rakennetta. Levyn reunat pyöristetään tarvittaessa. Tuuletusreikiä saataan tarvittaen (esim. satulaliitokset) estämään paineen muodostumista, kun sisään jäänyt kaasu laajenee termisesti.

Kun kokoonpano tai asennustapa vaatii tilapäisten kiinnitysten hitsausta, ne tehdään niin, että ne voidaan helposti poistaa vahingoittamatta rakennetta. Niiden paikkaan on kiinnitettävä huomiota. Kiinnitysten ja lisäaineiden materiaalin tulee olla yhteensopiva perusaineen kanssa. Varmistetaan, että tällaiset hitsaukset tehdään ainoastaan, jos sopimuksessa näin sallitaan ja jos niiden odottamattomat haitalliset vaikutukset voidaan välttää, esim. kasvavat jännitykset ja/tai kutistumisjännitykset.

Tilapäisten kiinnitysten poistamisen jälkeen hiotaan perusaineen pinta huolellisesti sileäksi. Tarvittaessa suoritetaan perusaineelle pintatarkastus, jotta voidaan osoittaa, ettei materiaalissa esiinny hylättäviä virheitä.

## 7.5 Valmistuksen ja tarkastuksen yhteen sovittaminen

Kiinnittimiä ja käsittelylaitteita käytetään kohteissa, joissa ne ovat käyttökelpoisia, jotta hitsaus voidaan tehdä edullisemmassa hitsausasennossa. Asetuksen ja hitsausjärjestyksen pitää olla sellainen, että kaikki hitsit voidaan tarkastaa annettujen vaatimusten mukaisesti. Hitsit, jotka valmistuksen aikana joutuvat piiloon, pitää tarkastaa etukäteen silmämääräisesti ainakin kerran tai niille tehdään sovellutusstandardeissa tai sopimuksissa vaadittavia lisätarkastuksia.

## 7.6 Hitsausohjeet

Ennen valmistuksen aloittamista laaditaan tarvittaessa hitsausohjeet, myös tilapäisille kiinnityksille, standardisarjan EN ISO 15609 mukaan. Hitsausohjeet hyväksytään sopivalla standardissa esitetyllä EN ISO 15607 hyväksymistavalla.

## 7.7 Hitsausjärjestys

Hitsausjärjestys määritetään hitsaus suunnitelmassa. Muodonmuutosten ja/tai erittäin korkeiden alkujännitysten pienentämiseksi voi olla tarpeen määrittää palko- tai hitsausjärjestys.

# 8 Valmistus

## 8.1 Hitsaustyöohjeet

Kaikissa hitsaustoiminnoissa on hitsaajien ja hitsausoperaattoreiden käytettävissä oltava tarkoituksenmukaiset ohjeet.

## 8.2 Railon valmistus ja pinnan puhdistus

Railon valmistus suoritetaan termisellä, mekaanisella tai muulla sopivalla menetelmällä, ottaen huomioon valittu hitsausprosessi, aineenpaksuus sekä standardissa EN ISO 9692 tai tarkoituksenmukaisissa sovellutusstandardeissa esitetyt vaatimukset. Kosketuspinnoina ei saa esiintyä halkeamia eikä lovia.

Välttömästi ennen hitsausta materiaaleissa ei saa olla ruostetta tai muita oksideja, maalia, rasvaa, hilseitä, hiekkapuhallusjätteitä, kosteutta tai muita epäpuhtauksia, jotka vaikuttavat heikentävästi hitsin laatuun. Konepajapohjamaalin päälle saa hitsata (ks. EN ISO 17652) edellyttäen, etteivät syntyvät hitsausvirheet asetu hyväksymisrajojen ulkopuolelle. Jos on tarpeen, niin muovaustyökalut, hitsauksen veto- ja kiinnityslaitteet sekä hitsauskiinnittimet, ohjaimet ja käsittelylaitteet puhdistetaan ennen käyttöä.

Tietyt materiaalit, esim. ruostumattomat teräkset tai alumiini tai mekaanisesti siirretty ferriittinen teräslevy voi haitata käyttösuoritusta ja näin voi olla tarpeen peittää kiinnityspinnat kosketuksen estämiseksi. Kaikkien pintojen kosketusta sopimattomien materiaalien kanssa, esim. kupari alumiiniin tai teräkseen tai hiomapöly, vältetään.

## 7.4 Temporary attachments

Welded attachments for the introduction and transmission of external forces from handling or assembly are to be dimensioned in such a way that they are able to transmit these forces without damaging the structure. If necessary, the plate edges shall be rounded. Vent holes may be needed (for example on saddle plates) to prevent build-up of pressure by thermal expansion of a trapped gas.

Where the assembly or erection method requires the use of temporary welded attachments, these shall be configured in such a way that they can be easily removed without damaging the structure. The location of these attachments shall also be taken into consideration. The material of attachments, welding consumables, and the welding procedures used shall be compatible with the parent metal. It should be ensured that welds of this type are executed only when they are contractually permissible, and that unintended detrimental effects, for example stress raisers and/or shrinkage stresses, are avoided.

The surface of the parent metal shall be carefully ground after the removal of these welded-on parts. If necessary, a surface inspection may be carried out to demonstrate that the material is free from unacceptable imperfections.

## 7.5 Fabrication and inspection feasibility

Jigs, fixtures and manipulators should be used, in order that the welding can be carried out in the most suitable welding position. The sequence of assembly and welding shall be carried out in such a way that all the welds can be examined in accordance with the relevant requirements. Welds which become hidden in the course of the fabrication process shall previously be subjected to at least one visual inspection, and to additional tests as required by the application standard or contract requirements.

## 7.6 Welding procedure specification

If required, welding procedure specifications, including for attachment welds, shall be prepared in accordance with the EN ISO 15609 series of standards before the start of fabrication. Welding procedure specifications shall be qualified by an appropriate method according to EN ISO 15607.

## 7.7 Weld sequence

The weld sequence shall be defined in the welding plan. In order to avoid distortion and/or excessively high inherent stresses, the weld buildup and the welding sequence shall be optimized.

# 8 Welding fabrication

## 8.1 Welding instructions

Appropriate instructions for all relevant welding activities shall be available for the welder/operator.

## 8.2 Joint preparation and surface cleaning

The joint preparation shall be carried out by thermal, mechanical, or other suitable methods, taking into account the selected welding process and the workpiece thickness, in accordance with the requirements of EN ISO 9692 series or a relevant application standard. The facing surfaces shall be free of cracks and notches.

Directly before welding, the material surface in the joint area shall be free of rust or other oxides, paint, grease, scale, remains from sandblasting, moisture and other contaminants which would have a detrimental effect on the quality of the weld. It is permissible to weld parent material covered with primer paint (see EN ISO 17652), provided it does not generate weld imperfections beyond the acceptance levels specified. If necessary, shaping tools, tensioning and clamping means for the welding, as well as jigs, fixtures and manipulators, should be cleaned before use. For some materials, e.g. stainless steel or aluminium, mechanically transferred ferritic steel can be detrimental to service performance, and thus it may be necessary to cover steel clamping faces to prevent contamination. Contamination of all surfaces by contact with non-compatible materials, e.g. copper on aluminium or steel, or by grinding dust, shall be avoided.

### 8.3 Esikumennus

Kun teräkset ovat halkeama-alttiita, voi esikumennus olla tarpeen. Esikumennuksen yksityiskohdat riippuvat materiaalisista, hitsausprosessista ja hitsausolosuhteista ja ne määritetään standardissa EN 1011-2 useimmille sovellutuskohteille. Esikumennuksen mittaamisessa tulisi viitata standardiin EN ISO 13916.

Esikumennus suoritetaan tarkoituksenmukaisen hitsausohjeen mukaan ja se tehdään hitsauksen aikana mukaan lukien silloitushitsaus ja tilapäisten kiinnittimien hitsaus sekä aloitus- ja lopetuspalat.

### 8.4 Sytytysjäljet

Hitsauksen, vioittuneiden kaapelien tai virheellisesti suoritettujen magneettijauhettarkastuksen aiheuttamia sytytysjälkiä on vältettävä kaikin keinoin. Kaikki valokaaren sytytykset tulisi tehdä railopinnoilla tai aloituspaloissa. Lisäksi varmistetaan, ettei sytytysjälkiä synny muualla.

Jos sytytysjälkiä on päässyt syntymään tahattomasti muualla, metallin pinta tasoitetaan kevyesti ja tarkastetaan tarvittaessa silmämääräisesti ja/tai pintatarkastusmenetelmällä.

### 8.5 Siltahitsit

Tarvittaessa käytetään siltahitsejä osien pitämiseksi paikoillaan hitsauksen aikana. Siltahitsien pituudet ja silloistius tiheys tulisi tarvittaessa määrittää asiaankuuluvassa hitsausohjeessa (WPS) tai jossakin muussa sopivassa asiakirjassa. Siltahitsit tehdään sellaisessa järjestyksessä, että muodonmuutokset ovat pieniä ja sovitus on hyvä.

Kun siltahitsi jää hitsausliitoksen osaksi, niin siltahitsin muodon tulee olla sellainen, että se sopii valmiin hitsin osaksi. Siltahitsin saa hitsata ainoastaan pätevästi hitsaaja. Siltahitseissä ei saa olla halkeamia eikä muita hylättäviä virheitä, kuten liitosvirheitä tai kraatterihalkeamia ja ne puhdistetaan kauttaaltaan ennen lopullista hitsausta. Halkeamat sekä muut havaitut virheet poistetaan. Kaikkien siltahitsien, jotka eivät jää lopullisen hitsin osaksi, on myös täytettävä laatuvaatimukset.

### 8.6 Hitsausjärjestys

Hitsausjärjestys määritetään hitsausohjeessa. Hitsausprosessi, materiaalin ominaisuudet ja käyttövaatimukset otetaan huomioon. Monipalkohitsauksessa on yleensä tarve hioa edellistä palkoa niin, että saadaan aikaan palolle sopiva laatu (esim. poistamalla liitospinnasta lovet ja/tai kuonaa). Halkeamien, kuonansulkeumien ja liitosvirheiden päälle ei saa hitsata ilman edeltävää korjausta.

### 8.7 Lämmöntuonti

Useimpien terästen nopeata jäähtymistä pitää välttää, koska on vaara halkeamisiin ja kovettumisiin. Tämän takia materiaallilajista, aineenpaksuudesta ja lämmöntuonnista riippuen voidaan vaatia esikumennusta sekä ylempään että alemman välipalkolämpötilan ylläpitämistä, kuten standardin EN 1011 tarkoituksenmukaisessa osassa esitetään. Lämmöntuonti määritetään niin, että se soveltuu hitsausprosessille (ks. taulukko 1).

Hitsauksen lämmöntuonti voi olla tärkeä hitsin ominaisuuksiin vaikuttava tekijä, erityisesti ferriittisille teräksille ja ferriittis-austeniittisille teräksille. Tämä vaikuttaa lämpötila-aika-sykliin hitsauksen aikana.

Lämmöntuonti  $Q$  voidaan tarvittaessa laskea seuraavan kaavan avulla:

$$Q = k \frac{U \cdot l}{v} \cdot 10^{-3} \text{ (kJ/mm)} \quad (1)$$

jossa

$Q$  on lämmöntuonti

$k$  on terminen hyötysuhde

### 8.3 Preheating

In the case of steels susceptible to cracking, preheating may be necessary. Details of preheating depend on material, welding process and welding conditions and are specified in EN 1011-2 for most applications. Reference should be made to EN ISO 13916 for measurement of preheat temperature.

Preheating shall be undertaken according to the applicable welding procedure specification and applied during welding, including tack welding and welding of temporary attachments, including run-on and run-off plates.

### 8.4 Arc strikes

Arc strikes on the material surface caused by welding, damaged welding cables or by improper execution of the magnetic particle testing are to be avoided at all costs. All initial striking of the arc should be within the fusion faces or on the run-on plate. Precautions shall be taken to avoid unintentional arc strikes.

If accidental arcing occurs, the metal surface shall be lightly dressed and, if necessary, subjected to visual inspection and/or crack detection.

### 8.5 Tack welds

If necessary, tack welds shall be applied to retain the components in their alignment during welding. The lengths of the individual tack welds and their frequency should be specified in the relevant welding procedure specification (WPS) or in other documents, if required. The tack welds shall be carried out in a balanced sequence in order to reduce the risk of distortion and to maintain good fit-up.

If a tack weld is to be included in a welded joint, the form of the tack weld shall be suitable for incorporation into the final weld and shall be carried out by qualified welders. These tack welds shall be free of cracks and other imperfection, such as lack of fusion and end crater cracks. Before welding over the tack weld, it shall be cleaned. Cracks or visible unacceptable imperfections shall be removed. All tack welds which are not included in the final weld should also fulfil the quality requirements.

### 8.6 Weld run sequence

The weld run sequence shall be specified in the welding procedure specification. The welding process, material properties and operating requirements have to be taken into account. In the case of multi-layer welding it is usually necessary to dress the surfaces of the preceding run in such a way that satisfactory quality in the subsequent run is possible (for example by removing edge notches in the faying surfaces and/or slag on the surface). Welding over cracks, surface pores, slag inclusions and lack of fusion without previous correction is not permitted.

### 8.7 Heat input

For many steels, abrupt cooling from the heat of welding is to be avoided, because of the risk of hardening or cracking. For this reason, depending on the type of material, thickness of material and heat input, preheating and the maintenance of an upper or lower interpass temperature may be required, as listed in the relevant parts of EN 1011. The heat input shall be chosen so as to be matched to the welding process (see table 1).

The heat input during welding can be viewed as a main influencing factor on the properties of ferritic and ferritic-austenitic stainless steel welds in particular. This influences the time/temperature cycle occurring during welding.

Where appropriate, the heat input value may be calculated as follows:

$$Q = k \frac{U \cdot I}{v} \cdot 10^{-3} \text{ (kJ/mm)} \quad (1)$$

where

$Q$  is the heat input;

$k$  is the thermal efficiency;

$U$  on kaarijännitemitattuna mahdollisimman läheltä valokaarta,  $V$

$I$  on hitsausvirta,  $A$

$v$  on kuljetusnopeus, mm/s.

Lisätietoja, ks. standardi EN 1011-2.

Taulukko 1 Terminen hyötysuhde  $k$

Numerotunnus	Hitsausprosessi	Terminen hyötysuhde $k$
12	Jauhekaarilankahitsaus	1,0
111	Puikkohitsaus	0,8
131	MIG-umpilankahitsaus	0,8
135	MAG-umpilankahitsaus	0,8
114	Täytelankahitsaus ilman suojakaasua	0,8
136	MAG-täytelankahitsaus	0,8
137	MIG-täytelankahitsaus	0,8
141	TIG-hitsaus	0,6
15	Plasmahitsaus	0,6

## 8.8 Suojautuminen hapettumista vastaan

Kun hitsataan korkean kromopitoisuuden omaavia ferriittisiä tai martensiittisiä teräksiä ja austeniittisiä ja ferriittis-austeniittisiä teräksiä, käytetään pohjapalon hitsauksessa sekä myös sen jälkeen hitsattaville paloille juuren hapettumisen estämiseksi standardin EN ISO 14175 mukaista juurikaasua, jotta ei vaikuteta haitallisesti korroosionesto-ominaisuuksiin.

HUOM. Muille materiaaleille voidaan yhdeltä puolelta hitsauksessa myös saavuttaa parempi pohjapalon laatu käyttämällä juurensuojajärjestelmää.

## 8.9 Hitsausvirheet

Hylättävät hitsausvirheet, jotka eivät täytä sopimuksessa tai sovellusstandardissa määritettyjä hitsiluokkia, korjataan määrityksellä menetelmällä.

Jos reunahaavaa tai muita hitsausvirheitä poistetaan hiomalla tai muilla menetelmillä, varmistetaan, ettei perusaine tai hitsin paksuus jää alle sallitun vähimmäisrajan.

Hylättävän reunahaavan tai pienahitsien sovitusrinnojen korjaaminen lisähitseillä tehdään standardin EN 1011 tarkoituksemukaisen osan mukaisesti.

Korjaushitsaukset, jotka tehdään hitsien jälkilämpökäsittelyn jälkeen, vaativat erikseen hyväksytyyn hitsausohjeeseen.

## 8.10 Jäljitettävyys

Tarvittaessa laaditaan sopivat tunnistamistavat, joko tunnistusleima tai jokin muu tapa. Jäljitettävyyttä voidaan vaatia esim. perusaineelle, hitsausaineille hitsaajille/hitsausoperaattoreille, asiakirjoille ja korjauksille.

HUOM. Kovaleimasimien käyttöä pitäisi välttää. Jos niitä käytetään, se on kuitenkin kielletty voimakkaasti rasi- ja oletetuilla alueilla, oletetuilla väsyttävillä kuormitettavilla alueilla ja jännityskorroosiolle alttiilla alueilla.

$U$  is the arc voltage, measured as near as possible to the arc, in V;

$I$  is the welding current, in A;

$v$  is the travel speed in mm/s.

For further information see EN 1011-2.

Table 1 Thermal efficiency factor  $k$  of welding processes

Process No	Welding process	$k$
12	Submerged arc welding	1,0
111	Manual metal-arc welding	0,8
131	MIG welding	0,8
135	MAG welding	0,8
114	Self-shielded tubular-cored arc welding	0,8
136	Tubular-cored wire metal-arc welding with active gas shield	0,8
137	Tubular-cored wire metal-arc welding with inert gas shield	0,8
141	TIG welding	0,6
15	Plasma arc welding	0,6

## 8.8 Protection against oxidation

In the case of high chromium ferritic or martensitic steels, austenitic and ferritic-austenitic stainless steels, during the welding of the root run, and also during subsequent runs, oxidation of the root of the weld shall be effectively prevented by the use of backing gas according to EN ISO 14175, in order not to impair the properties e. g. the corrosion resistance.

NOTE: In the case of other materials, better surface quality may be achieved during single-sided welding of the root run by using a gas backing system.

## 8.9 Weld imperfections

Unacceptable imperfections outside the quality levels defined in the contract or in the application standard shall be repaired in accordance with a specified method.

If undercut or other imperfections are removed by grinding or other mechanical methods, care shall be taken to ensure that the thickness of the parent material or weld is not reduced below the specified minimum thickness.

Correction of unacceptable undercuts or incorrect root gaps in fillet welds by deposition of additional weld metal shall be in accordance with the corresponding parts of EN 1011.

Weld repairs performed after any post weld heat treatment require a separately qualified welding procedure specification.

## 8.10 Traceability

If specified, adequate identification measures shall be provided either by means of a marking or by other methods. Traceability may be required e.g. for parent metal, welding consumables, welders/operators, documentation and repairs.

NOTE: Hard stamping should be avoided. If it is carried out, its use is forbidden in areas which are highly stressed, where dynamic loads are anticipated or in areas which are at risk of corrosion.

## 9 Muodonmuutosten tai alkujännitysten eliminointi

Osia, joiden muodonmuutokset hitsauksessa ovat ylittäneet määritetyt toleranssit, saa korjata vain määritetyllä menettelytavalla. Muodonmuutosten korjausmenettely ei saa vahingoittaa itse komponenttia.

HUOM. Materiaalista ja sovellutuksesta riippuen mekaaninen oikaisu, jonka jälkeen tehdään jännityksiä vähentävä lämpökäsittely, saattaa olla parempi vaihtoehto kuin kuumilla oikaisu.

Hitsien vasarointia saa tehdä ainoastaan, jos näin on määritetty.

## 10 Hitsien jälkilämpökäsittely

Hitsien jälkilämpökäsittely suoritetaan määritettyjen ohjeiden mukaisesti. Jälkilämpökäsittelyparametrit kirjataan vaadittaessa.

## 11 Pinnan puhdistus ja käsittely

Tarvittaessa puhdistetaan komponenttien pinnat.

Hiominen, abrasiivinen puhallus tai suihkupuhallus sekä lisäpintakäsittelyt, kuten peittäus (tarvittaessa jälkeen tehtävällä huuhtelulla ja kuivauksella) tai pinnoitus määritetään.

## 12 Tarkastus ja dokumentaatio

Tarkastuslaajuus, käytettävät tarkastusmenetelmät sekä tarve tarkastusparametrien seurantaan määritetään tarvittaessa. Tarkastus- ja testaustulokset dokumentoidaan.

Valmistuksenaikaiset laadunvarmistusjärjestelyt on otettava huomioon.



## 9 Elimination of distortion or inherent stresses

Parts which have been distorted beyond the specified tolerances by welding may be corrected only by a specified method. The method for correcting the distortion should not be deleterious to the component.

NOTE: Depending on the material and application, mechanical straightening with subsequent heat treatment to reduce stresses may be better than flame straightening.

Peening of welds may be used only if specified.

## 10 Post-weld heat treatment

Post-weld heat treatment shall be carried out in accordance with specified procedures. The post-weld heat treatment parameters shall be documented, if required.

## 11 Surface cleaning and treatment

The surface of components shall be cleaned as required.

The use of grinding, abrasive blasting or jet blasting, and additional surface treatments, such as pickling (if necessary with subsequent rinsing and drying) or coating shall be specified.

## 12 Inspection and documentation

The extent of inspection, the test methods used and the need for parameter monitoring are to be specified when required. Inspections and test results shall be documented.

Any hold points during fabrication shall be considered.

## Kirjallisuus

## Bibliography

- [1] EN 1792, *Welding – Multilingual list of terms for welding and related processes*
- [2] EN ISO 3834-1, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials – Part 1: Criteria for the selection of the appropriate level of quality requirements (ISO 3834-1:2005)*
- [3] EN ISO 3834-2, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials – Part 2: Comprehensive quality requirements (ISO 3834-2:2005)*
- [4] EN ISO 3834-3, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials – Part 3: Standard quality requirements (ISO 3834-3:2005)*
- [5] EN ISO 3834-4, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials – Part 4: Elementary quality requirements (ISO 3834-4:2005)*
- [6] EN ISO 3834-5, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials – Part 5: Documents with which it is necessary to conform to claim conformity to the quality requirements of ISO 3834-2, ISO 3834-3 or ISO 3834-4 (ISO 3834-5:2005)*
- [7] EN ISO 13916, *Welding – Guidance on the measurement of preheating temperature, interpass temperature and preheat maintenance temperature (ISO 13916:1996)*
- [8] EN ISO 14731, *Welding coordination – Task and responsibilities (ISO 14731:2006)*
- [9] EN ISO 17652 (all parts), *Welding – Test for shop primers in relation to welding and allied processes.*

## Opastavia tietoja

Vastaavat SFS-standardit kohtaan 2 Velvoittavat viittaukset

EN 287-1	SFS-EN 287-1	<i>Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset</i>
EN 473	SFS-EN ISO 15614-1	<i>Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hyväksyntä menetelmäkokeella. Osa 1: Terästen kaari- ja kaasuhitsaus sekä nikkelin ja nikkeliseosten kaarihitsaus</i>
EN 1011-2	SFS-EN 1011-2	<i>Hitsaus. Metallisten materiaalien hitsaussuosituksen. Osa 2: Ferriittisten terästen kaarihitsaus</i>
EN 1011-3	SFS-EN 1011-3	<i>Hitsaus. Metallisten materiaalien hitsaussuosituksen. Osa 3: Ruostumattomien terästen kaarihitsaus</i>
EN 1011-4	SFS-EN 1011-4	<i>Hitsaus. Metallisten materiaalien hitsaussuosituksen. Osa 4: Alumiinin ja alumiiniseosten kaarihitsaus</i>
EN 1418	SFS-EN 1418	<i>Hitsaushenkilöstö. Hitsausoperaattorien pätevyyskokeet. Metallisten materiaalien mekanoitu ja automaattinen sulahitsaus sekä vastushitsaus</i>
EN 22553	SFS-EN 22553	<i>Hitsausliitokset ja juotokset. Merkinnät piirustuksiin</i>
EN ISO 4063	SFS-EN ISO 4063	<i>Hitsaus ja sen lähiprosessit. Prosessien nimikkeet ja numerotunnukset</i>
EN ISO 9606-2	SFS-EN ISO 9606-2	<i>Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 2: Alumiini ja alumiiniseokset</i>
EN ISO 9606-3	SFS-EN ISO 9606-3	<i>Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 3: Kupari ja kupariseokset</i>
EN ISO 9606-4	SFS-EN ISO 9606-4	<i>Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 4: Nikkeli ja nikkeliseokset</i>
EN ISO 9606-5	SFS-EN ISO 9606-5	<i>Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 5: Titaani ja titaaniseokset, zirkonium ja zirkoniumseokset</i>
EN ISO 9692	SFS-EN ISO 9692	<i>Hitsaus ja sen lähiprosessit. Railomuodot</i>
EN ISO 14175	SFS-EN ISO 14175	<i>Hitsausaineet. Kaasut ja kaasuseokset sulahitsaukseen ja lähiprosesseille</i>
EN ISO 15607	SFS-EN ISO 15607	<i>Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Yleisohjeet</i>
EN ISO 15609-1	SFS-EN ISO 15609-1	<i>Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metallisille materiaaleille. Osa 1: Hitsausohjeet kaarihitsaukselle</i>
EN ISO 15609-2	SFS-EN ISO 15609-2	<i>Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metallisille materiaaleille. Osa 2: Hitsausohjeet kaasuhitsaukselle</i>
EN ISO 17662	SFS-EN ISO 17662	<i>Hitsaus. Hitsauksessa ja siihen liittyvissä oheistoiminnoissa käytettävien laitteiden kalibrointi, tarkistus ja kelpuus</i>