



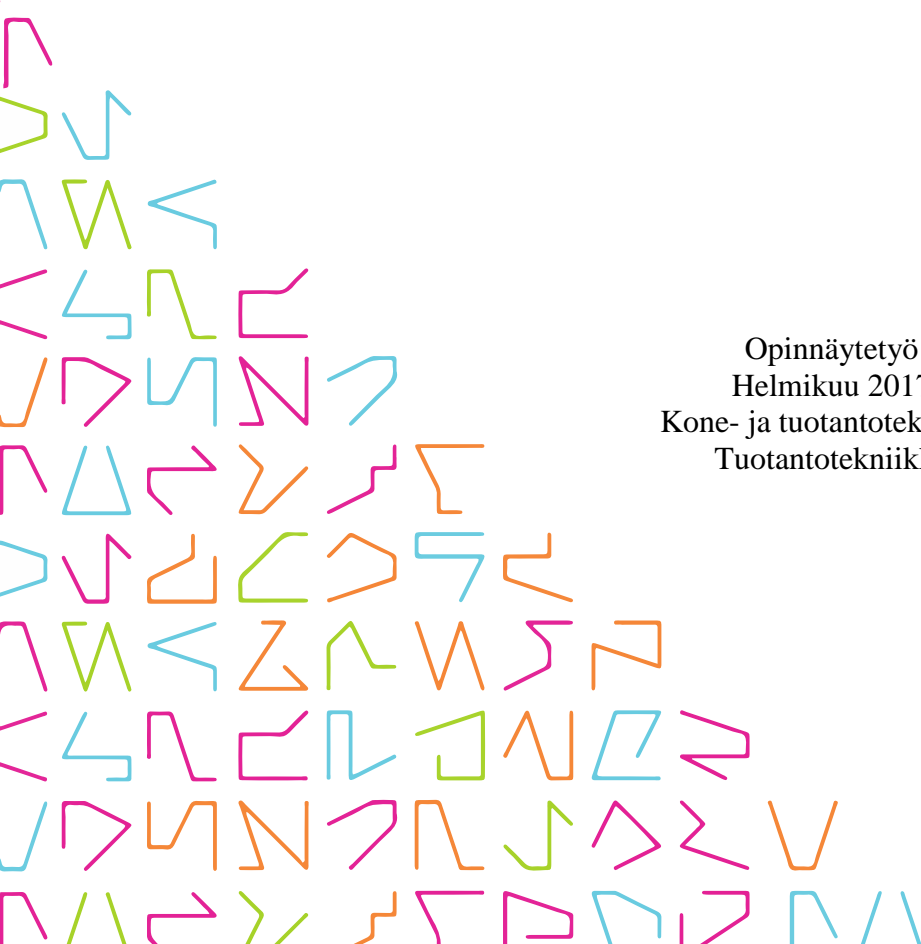
TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# CE-MERKINNÄN KÄYTTÖÖNOTTO

CASE AVEMET OY

Roope Tuomainen

Opinnäytetyö  
Helmikuu 2017  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantotekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantotekniikka

TUOMAINEN, ROOPE:  
CE-merkinnän käyttöönotto  
CASE AVEMET OY

Opinnäytetyö 50 sivua, joista liitteitä 15 sivua  
Helmikuu 2017

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Avemet Oy:lle. Yritys on erikoistunut alihankintaan, ja sillä on käytössään modernit leikkausmenetelmät sekä laajat jatkojalostusvalmiudet. Yrityksen päätoimiala on metalliteollisuuden eri toimijat ja SFS EN 1090 -sertifikaatin myötä myös rakennusteollisuus.

CE-merkintä tuli pakolliseksi heinäkuussa vuonna 2014. Uuden rakennustuoteasetuksen tarkoituksena on edistää rakennustuotteiden vapaata liikkuvuutta unionin alueella sekä parantaa yritysten kilpailukykyä. Teräsrakenteiden kestävyys, kantavuus ja laatu ovat olennaisia kaikille alan toimijoille, joten tästä syystä on luotu yhteiseurooppalainen SFS EN 1090 -standardi teräs- ja alumiinikokoonpanoille. Jokaisesta markkinoille ilmestyvästä uudesta rakennustuotteesta täytyy ilmoittaa rakennuskohteen tilaajalle CE -merkinnällä sekä suoritustasoilmoituksella eli DoP:lla.

Työn tarkoituksena oli luoda Avemetin henkilökunnalle selkeä ohjeistus siitä, miten toimitaan CE-tilausten yhteydessä sekä ottaa huomioon niitä asioita, jotka ovat valmistuksen kannalta tärkeitä. Työssä keskityttiin vain siihen näkökulmaan, joka oli Avemetin toiminnan kannalta kriittistä. Opinnäytetyön projektissa käytettiin apuna FPC-manuaalia, asiantuntijoita sekä aiheeseen liittyviä standardeja.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering  
Production engineering

TUOMAINEN, ROOPE:  
Introducing CE Marking to Employees  
Case Avemet Oy CASE AVEMET OY

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 15 pages  
February 2017

---

This thesis was made for Avemet Ltd which is a company specialized in subcontracting. Avemet provides different kinds of services to its customers, including advance cutting and extensive reprocessing. Avemet`s main market area is metal industry and nowadays since the introduction of the SFS EN ISO 1090 certificate, they can provide their services to construction industry as well.

CE marking became mandatory for all the manufacturers operating in the field in July 2014. The purpose of CE marking is to improve mobility of construction products around the European economic area and also to improve companies` competitive abilities. Construction products` durability, capacity and quality are essential for all practitioners along with other regulations. Therefore, SFS EN ISO 1090 was created for steel and aluminum structures. When the manufacturers` products are placed to the market, all the products must include a specific CE mark.

The purpose of this thesis was to increase employees` level of awareness concerning the SFS EN 1090 standard at Avemet by creating a manual. This thesis contains only those topics which are crucial for Avemet`s operation. Other instructions were also created alongside the manual during this project, none of which are shown here. Related standards concerning the SFS EN ISO 1090, the FPC -manual and specialists in this field were used in the research phase.

---

Key words: CE -marking. DoP. SFS EN 1090

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	CASE-ESIMERKKI.....	10
2.1	Yritys esittely.....	10
3	SFS EN 1090 CE -MERKINTÄ .....	12
3.1.1	Vaatimukset CE -merkinnälle.....	12
3.1.2	CE -merkinnän tiedot .....	14
3.1.3	Suoritustasoilmoitus.....	16
3.1.4	Säilytys.....	18
3.2	Toteutusluokat .....	18
3.2.1	Toteutusluokan valinta.....	19
3.2.2	Toteutusluokkien erot.....	22
3.3	Käytettävät tuotteet .....	23
3.3.1	Tuotteiden ja materiaalien vaatimukset .....	23
3.3.2	Ainestodistukset sekä jäljitettävyys .....	28
3.4	Pintakäsittely SFS EN 1090 mukaan .....	29
3.4.1	Puhdistus koneellisesti ja käsityökaluilla.....	31
3.4.2	Sinkopuhdistus .....	31
4	TERMINEN LEIKKAUS JA KYLMÄMUOVAUS .....	33
4.1	Terminen leikkaus.....	34
4.1.1	Tilausprosessi sekä leikkaukseen liittyvät toimenpiteet .....	36
4.1.2	Mittatoleranssit.....	38
4.2	Reikien teko .....	40
4.3	Kylmämuovaus .....	42
5	TESTAUKSET SFS EN 1090 MUKAAN.....	44
5.1	Alkutestaus.....	44
5.2	Laadunvalvonta.....	46
6	POHDINTA.....	47
	LÄHTEET.....	49
	LIITTEET .....	51
	Liite 1. Toteutusluokan määräykset .....	51
	Liite 2. Toteutusluokkien, luokkaerot .....	54
	Liite 3. Pintakäsittely EN 12994 mukaan.....	57
	Liite 4. Termisen leikkauksen raja-alueet .....	60
	Liite 5. Koekappale alkutestaukseen sekä laadunvalvontaan.....	62
	Liite 6. Alkutestauksen näytteenottopohjan esimerkki .....	63
	Liite 7. Laadunvalvonnan näytteenottopohjan esimerkki .....	64

Liite 8. FPC -manuaalin sisällysluettelo..... 65

**TERMIT JA LYHENTEET**

AVCP	Assessment and verification of constancy of performance. Suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä
CE -merkintä	Merkintä, joka osoittaa, että tuote on EU:n direktiivien mukainen
DoP	Declaration of Performance. Suoritustasoilmoitus
EAD	European Assesment Document. Eurooppalainen arviointiasiakirja, jonka pohjalta ETA voidaan laatia.
EN	European Standard. Eurooppalainen standardi
ETA	European Technical Assessment. Eurooppalainen tekninen arviointi
ETAG	ETA Guideline. Rakennustuotedirektiivin mukainen eurooppalainen tekninen hyväksyntäohje, jonka pohjalta ETA voidaan laatia.
Eurokoodi	Eurocode. Kantavien rakenteiden suunnitteluohjeet
EXC	Execution class. Toteutusluokka
FPC -manuaali	Factory product control manual. Tehtaan sisäinen laadunvalvonta käsikirja.
HEN	Harmonised European Standard. Eurooppalainen harmonisoitu tuotestandardi
ITC	Initial type calculation. Laskennallinen alkutestaus

ITT	Initial type testing. Alkutestaus
Kokoonpanoeritelmä	Asiakirja tai asiakirjat, jotka sisältävät kaiken tarvittavan tiedon ja tekniset vaatimukset, jotka ovat rakenteellisen kokoonpanon kannalta tärkeitä
Rekristallisaatiolämpötila	Metallin kylmämuovaus, jossa muodostuu uusia kiteitä sekä teräksen sitkeys paranee. Samalla kuitenkin menetetään hieman teräksen lujuutta
Rz arvo	Pinnankarheus mittauksen mittaussuunnitelma. Kertoo mittauksessa tapahtuneen jaksojen korkeimmat ja alhaisimmat huiput, josta lasketaan keskiarvo
Suunnitteluseloste	Asiakirja, joka sisältää tietoja kokoonpanon rakenteelliseen suunnitteluun
Toteutusluokka	Kokoelma vaatimuksia luokittain
Tuoteperhe	Materiaaliryhmä. Esimerkiksi rakenneteräs, kulutusteräs tai ruostumaton teräs
Tn	Tonni eli tuhat kiloa.

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Avemet Oy:lle. Avemet Oy on alihankintaan erikoistunut yritys, jonka palveluihin kuuluvat leikkaus -, särmäys -, mankelointi -, esikäsitteily – sekä koneistuspalvelut. Avemet Oy on perustettu vuonna 1989 ja sillä on pitkäaikainen kokemus teräksen työstämisestä sekä jatkojalostamisesta. Yrityksen päätoimiala on metalliteollisuus, mutta SFS EN ISO 1090 myötä Avemet on laajentanut toimintaympäristöään myös rakennusteollisuuteen. CE -merkintä ja sen aiheuttamat muutokset ovat Avemetille oleellisia.

Uuden rakennustuoteasetuksen myötä kaikissa EU- ja ETA maissa CE -merkintä tuli pakolliseksi heinäkuussa vuonna 2014. Rakennustuoteasetuksen tarkoituksena on edistää rakennustuotteiden vapaata liikkuvuutta unionin alueella sekä parantaa yritysten kilpailukykyä. Tuotteen saattaessa markkinoille, harmonisoidun standardin soveltamisalaan kuuluvat rakennustuotteet ilmoitetaan aina CE -merkinnällä ja DoP:lla. CE -merkintä kertoo, että tuote täyttää EU direktiivien olennaiset vaatimukset eli tuote on turvallinen ja valmistettu standardien mukaisesti. Rakennustuotteissa merkintä kertoo vain tuotteen ominaisuudet, mikä ei ole automaattisesti osoitus tuotteen kohdekohtaisesta määräyksestä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli listata kattavasti case -yrityksen näkökulmasta SFS EN 1090 aiheuttamat muutokset valmistuksessa, tilausprosessissa sekä tuotannon suunnittelussa. Työn tarkoituksena oli myös luoda kattavat ohjeet case -yrityksen henkilökunnalle, helpottamaan heidän suoriutumistaan työtehtävistään standardien vaatimalla tavalla. Työssä on selvitetty niitä aihe-alueita, jotka ovat Avemetin toiminnan sekä tuotteiden valmistusprosessin kannalta tärkeitä. Tämä työ on rajattu käsittelemään aihetta case -yrityksen näkökulmasta. Tämä opinnäytetyö ei ole siis yleinen ohje alan toimijoille, liittyen SFS EN 1090 standardiin.

Opinnäytetyön keskeinen näkökulma oli lähestyä SFS EN 1090 standardia Avemetin toimihenkilöiden näkökulmasta, joilla ei ollut ennestään olemassa tarvittavaa ja kattavaa tietämystä aiheesta. Standardiin liittyen yrityksessä ei ole aiemmin laadittu selkeää ohjeistusta ja manuaalia siitä, kuinka tuotannossa ja myynnissä tulee toimia standardien mu-



kaisesti. Tässä opinnäytetyössä koottu manuaali antaa sekä tuotannon että myynnin työntekijöille riittävän informaation, jotta he voivat tehdä ratkaisuja eri tilanteissa, joissa vaaditaan standardin tuntemusta. Tämä mahdollistaa paremman ja asiakaslähtöisemmän tavan toimia yrityksessä. Aiheeseen liittyen on myös tämän opinnäytetyön lisäksi laadittu ohjeita muun muassa tuotantoon, tilauksen menettelytapoihin, koepalojen tekoon, testauksiin sekä tilauksen merkintätapoihin, tuotannollisista näkökulmista.

Opinnäytetyöstä selviävät muun muassa ne tuotteet, joita CE -tilauksissa saa käyttää ja miten eri toleranssit ja toteutusluokat vaikuttavat eri tuotantomenetelmiin. Edelleen on tyypillistä, että SFS EN 1090 tilauksissa teollisuudessa tehty määräykset ovat epäselviä sekä työn tilaajalle, että valmistajalle. Tämä opinnäytetyö auttaa näin ollen paitsi Avemetin omaa henkilökuntaa, myös heidän asiakkaitaan. Perehtynyt henkilökunta voi antaa myös tilaajalle esimerkkejä sekä ohjeistusta siitä, miten toimitaan SFS EN 1090 tilauksissa. Tähän liittyen pitää kuitenkin huomioida, että Avemet ei voi tehdä mitään rakenteellisia muutoksia rakenteisiin eikä päättää kokoonpanon eri osista. Jos muutoksia täytyy tehdä rakenteisiin, on tällöin käännyttävä rakennuskohteen suunnittelijan puoleen.

Tässä työssä on käytetty apuna muun muassa alan asiantuntijoita, FPC -manuaalia sekä aiheeseen liittyviä standardeja. Aiheesta on keskusteltu DEKRAN asiantuntijoiden sekä laatukonsulttien kanssa, minkä perusteella on analysoitu kyseistä standardia ja päästy selkeisiin johtopäätöksiin. Jokainen keskustelu rajautuu edelleen vain case -yrityksen näkökulmaan, joten työssä esitetyt toimenpiteet tai ehdotetut muutokset eivät ole yleisiä. Tämän työn keskeinen perusoletus on, että työn lukijalla on osaaminen ja tietämys alan toimintaan liittyen. Näin ollen työssä keskitytään kuvamaan SFS EN 1090 kannalta olennaisia asioita paneutumatta yksittäisiin menetelmiin sekä yksityiskohtiin.

## 2 CASE-ESIMERKKI

### 2.1 Yritys esittely

Avemet Oy on vuonna 1989 perustettu yritys, jolla on vankka kokemus teräksen työstämisestä sekä jatkojalostamisesta. Avemet on alihankintaan erikoistunut yritys, joka tarjoaa asiakkailleen alihankintapalveluitaan. Yritys tarjoaa asiakkailleen muun muassa leikkaus -, särmäys -, mankelointi -, esikäsitteily - sekä koneistuspalveluja. Alla on listattu tarkemmin Avemetin palveluja:

- Laserkone, jonka maksimi leikkausala on 1500 x 3000 (mm)
- Polttoleikkauskone (3 kpl), jonka maksimi leikkausala on 3850 x 24 000 (mm). Polttokoneilla on mahdollista myös tehdä viisteitä
- Plasmaleikkauskone (2 kpl), josta toinen pystyy tekemään yläpuolisia sekä alapuolisia viisteitä. Maksimi leikkausala on 3500 x 12500 (mm)
- Vesileikkauskone, jonka maksimi leikkausala on 2000 x 6000 (mm)
- Särmäyspuristin (2 kpl), jonka maksimi työstömitat ovat 4100 mm sekä 8500 mm. Isomman särmäyspuristimen puristusvoima on 2000 tn ja pienemmän 240 tn
- Poraus- ja kierteitysyksikkö, jonka maksimi työskentelyala on 1750 x 6000 mm
- Mankelointikone, jonka äärimitat ovat paksuuden 200 mm ja leveyden suhteen 3000 mm. Maksimi puristusvoima on 730 tn ja maksimi valssausvoima 1200 tn
- Viimeistelylinja, joka puhdistaa kappaleet leikkauspurseista sekä valssihilseistä.

Yrityksen johtajina toimivat Jukka Seppä sekä Tuomo Valkama, joilla on monen kymmenen vuoden kokemus teräksen parista. Avemetin päätoimipiste sijaitsee tällä hetkellä Tampereella, Messukylässä. Näissä samoissa toimitiloissa ovat aikanaan harjoittaneet toimintaansa Ruukki sekä Tampella. Hyvän sijaintinsa vuoksi Avemet pystyy tarjoamaan asiakkailleen ydin palveluidensa lisäksi muun muassa hitsausta, maalausta sekä kemiallista peittausta. Yrityksellä on myös tytäryhtiö Virossa, jonka erikoisala on hitsaus sekä pienkoneistukset.

Avemetilla on erittäin laaja asiakaskunta, johon kuuluvat lähes kaikki metalliteollisuuden toimijat Suomessa. Pääasiassa heidän asiakkaitaan ovat eri konepajat, koska Avemetilla

on erittäin laaja teräsvalikoima, joka vähentää esimerkiksi koneistuskustannuksia. Avemetin materiaalivalikoimasta löytyy perinteisten materiaalien paksuuskokojen lisäksi kattava valikoima välikokoja rakenneteräksestä, kuten 35 mm, 45 mm, 55 mm, 65 mm, 75 mm ja 85 mm. Tämä mahdollistaa huomattavasti alhaisemmat työkustannukset asiakkaille, koska esimerkiksi perinteiset laipat voidaan tehdä välikokojen mukaan, jonka vuoksi laippoja ei tarvitse koneistaa myös paksuussuunnassa. Myös yrityksen teräsvalikoima on laaja ja sieltä löytyy paksuuksia jopa 300 mm saakka. Materiaalit tulevat pääosin SSAB:lta, Kontinolta sekä Spartan UK:lta. Heidän Avemetin materiaalivalikoimat on mainittu alla olevassa listassa:

- laserlevyt | LASER 355/ DOMEX 355
- kylmävalssatut teräkset | DC01
- lujat, muovattavat teräkset | OPTIM/DOMEX teräkset
- lujat rakenneteräkset | STRENX/S690QL
- kulutusteräkset | HARDOX, RAEX
- ruostumattomat teräkset
- alumiinit

Avemetin henkilökunta koostuu huippuammattilaisista, joilla on monen vuoden kokemus teräksen työstämisestä. Yrityksellä on myös käytössään 4500 m<sup>2</sup> tuotantotilat, mikä mahdollistaa isojen kappaleiden käsittelyn sekä varastoinnin. Avemetin toimintaperiaatteisiin kuuluvat nopea toimitus, hyvä toimitusvarmuus ja ostajan päivittäisen työn helpottaminen, mikä tarkoittaa sitä, että ostaja saa kaikki tuotteet sekä palvelut yhdestä toimipisteestä. Avemetin toimintaperiaatteisiin kuuluu myös korkean laadun ylläpito. Varmistaakseen laadun ylläpidon yrityksellä on käytössään sisäinen laatujärjestelmä, joka ohjaa yrityksen toimintaa. Yritys myös panostaa levyjen puhdistukseen sinkopuhdistuksella, joka poistaa teräslevyistä muun muassa valssihilseet.

### 3 SFS EN 1090 CE -MERKINTÄ

Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto hyväksyivät 2011 rakennustuoteasetuksen (305/2011/EC), joka astui kokonaisuudessaan voimaan 1.7.2013 kaikissa EU- ja ETA-maissa. Rakennustuoteasetuksen tarkoituksena on edistää rakennustuotteiden vapaata liikkuvuutta unionin alueella sekä yritysten kilpailukyvyn ja kannattavuuden parantamista 500 miljoonan henkilön markkina-alueella. Tuotteen saattaessa markkinoille harmonisoidun standardin soveltamisalaan kuuluvat rakennustuotteet ilmoitetaan DoP:lla ja CE -merkinnällä, jotka osoittavat tuotteen ominaisuuksien arvon. (CE -merkintä ja EN 1090-1:n soveltaminen 2014). Teräsrakenteiden kestävyys, kantavuus ja laatu ovat olennaisia kaikille alan toimijoille. Teräsrakenteita löytyy lähes kaikkialta esimerkiksi taaloista, silloista, savupiipuista sekä torneista, jotka ovat hengenvaarallisia väärin toteutettuna. Teräsrakenteiden laadun takaa yhteiseurooppalainen SFS EN 1090 (myöh. EN 1090) standardi teräs- ja alumiinikokoonpanoille. (Teräsrakenteiden C E -merkintä).

CE -merkintä tarkoittaa, että tuote täyttää direktiivien olennaiset vaatimukset eli tuote on turvallinen ja valmistettu standardien vaatimien perusteiden mukaisesti. Rakennustuotteissa merkintä kertoo käytännössä vain tuotteen ominaisuudet. Tämä ei sinänsä ole automaattisesti osoitus tuotteen kohdekohtaisesta määräyksestä, sillä rakennustuotteissa merkintä ei ole perinteinen laatumerkki, vaan valmistaja varmistaa ilmoittamiensa tuoteominaisuuksien arvoista sekä luokista. (Rakennusalan standardointi selvitys. Ympäristöministeriö ja Rakennusteollisuus. 2011).

#### 3.1.1 Vaatimukset CE -merkinnälle

Ehto CE -merkinnälle on, että tuote täyttää EU:n rakennustuoteasetuksen (EU nro 305/2011) mukaiset vaatimukset. Rakennustuoteasetuksen artiklassa selostetaan, että ”rakennustuotteella tarkoitetaan tuotetta tai tuotejärjestelmää, joka valmistetaan ja saatetaan markkinoille käytettäväksi pysyvinä osina rakennuskohteissa tai niiden osissa, jonka suoritusaste vaikuttaa rakennuskohteen suoritusasteeseen rakennuskohteen perusvaatimusten osalta.” (CE -merkintä ja EN 1090-1:n soveltaminen 2014.) Artiklassa mainitaan myös,

että rakennuskohde määritellään seuraavasti: ”rakennuskohteilla tarkoitetaan sekä rakennuksia, että maa- ja vesirakennuskohteita.” (CE -merkintä ja EN 1090-1:n soveltaminen 2014.) Yhteiseurooppalainen EN 1090 käsittää lukuisia standardeja. Yleisimmät standardit mitä valmistajaa tarvitsee ovat EN 1090-1, 1090-2, 1090-3, EN 9013 sekä EN 6507. Loput standardit ovat lähinnä suunnittelijalle tärkeitä, kuten esimerkiksi eurokoodit. EN 1090-1 sisältää teräs- ja alumiinikokoonpanojen toiminnallisten ominaisuuksien arviointia koskevia vaatimuksia. Standardi ei sisällä rakenteellista valmistusta tai suunnittelua koskevia sääntöjä. Valmistusta ja suunnittelua koskevia vaatimuksia määrittelevät EN 1090-2, EN 1090-3 sekä EN -eurokoodit.

CE-merkintäoikeutta voi hakea tuotteille monella eri tapaa. Suomessa normaalisti lähestytään sertifiointilaitoksia, joita ovat muun muassa INSPECTA tai DEKRA. Joissakin tapauksissa riittää pelkästään valmistajan vakuutus, mutta yleisin lähestymistapa on ottaa yhteyttä sertifiointilaitoksiin. (CE -merkintä). Perusvaatimukset EN 1090 sertifikaatin hyväksymiseen ovat:

- laatukäsikirja (FPC -manuaali), joka on lähellä ISO 9001.
- yleiskuvaus yrityksen toiminnasta
- valmistuksessa käytettävät tuotteet
- valmistusprosessin kuvaus sekä muut oleelliset prosessit
- suunnittelu (tuotantoprosessien sekä tuotteiden)
- johtaminen (vastuut ja valtuudet)
- organisaation kuvaus (vastuut ja valtuudet)
- eri tuotantomenetelmien kirjaus
- hankinta/osto prosessi
- tilausten ja kappaleiden käsittely
- alkutestaus eri tuoteperheille
- tehtaan laadunvalvonnan kuvaus
- tuotteiden/kappaleiden jäljitettävyyys
- valmistajan dokumentaatiot
- säilytys/varastointi (tuotteet, dokumentit)
- suoritustasoilmoitukset
- CE -merkit eri tuoteperheille
- ei-vaatimustenmukaisten raaka-aineiden, tuotteiden ja kokoonpanojen käsittely

### 3.1.2 CE -merkinnän tiedot

CE- merkinnän kiinnittämisestä vastaa Euroopan talousalueella toimiva edustaja tai valmistaja. CE -merkin on oltava direktiivin 93/68/EC mukainen ja sen tulee löytyä joko kokoonpanossa tai tilauksessa mukana olevissa etiketeissä, paketissa tai asiakirjoissa (SFS EN 1090-1 +A1. 2012, 54). Mikko Kettusen (2014) mukaan CE -merkinnän kiinnittäminen on määritelty rakennusasetuksen 9 artiklassa seuraavasti; CE -merkintä on kiinnitettävä rakennustuotteeseen tai siihen kiinnitettyyn etikettiin mahdollisimman näkyvästi, helposti luettavasti ja pysyvästi. Jos tämä ei mahdollista, on CE -merkki kiinnitettävä pakkaukseen tai mukana oleviin asiakirjoihin. CE- merkintä on myös kiinnitettävä ennen rakennustuotteen markkinoille saattamista. Merkkiin voidaan liittää kuvaesimerkki tai muu merkki, joka ilmoittaa erityisesti erityisriskeistä tai sen käytöstä. Merkki voi olla esimerkiksi kilpi tai se voidaan painaa suoraan tuotteeseen. On myös tärkeää huomata, että jokaisen CE -merkki tarvitsee olla yhteydessä suoritusasoilmoitukseen. Eli CE -merkki liitetään vain niihin tuotteisiin, joista on tehty suoritusasoilmoitus. Jos valmistaja ei ole tehnyt suoritusasoilmoitusta esimerkiksi rakenneteräksestä, tällöin valmistaja ei voi liittää CE -merkkiä kyseiseen tuotteeseen.

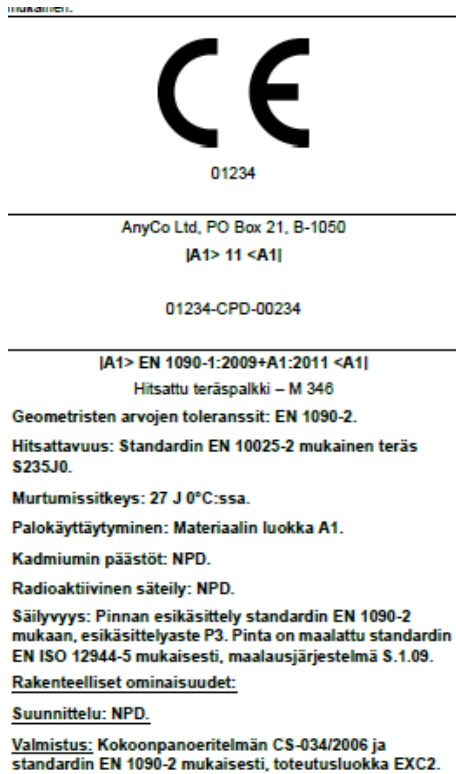
Kun CE -merkki kiinnitetään rakennustuotteeseen, valmistaja ilmoittaa rakennuskohteen tilaajalle ottavansa vastuun siitä, että tuote on suoritusasoilmoitusten ja CE -merkin mukainen. Täten on hyvin tärkeää, että yritys on tietoinen siitä, mitä tietoja merkkiin laitetaan tai millainen vastuu valmistajalla on tehdessään EN 1090 mukaisia tilauksia.

CE- merkissä täytyy olla esillä seuraavat tiedot:

- tehtaan sisäisen laadunvalvonnan tunnusnumero
- valmistajan nimi tai tunnusmerkki sekä osoite
- merkinnän kiinnittämivuoden kaksi viimeistä numeroa
- tehtaan sisäisen laadunvalvontatodistuksen numero
- viittaus EN 1090-1 standardiin
- kokoonpanojen kuvaus, josta selviää muun muassa yleisnimi, mitat ja käyttötarkoitus
- kokoonpanon toteutusluokka viitaten standardiin EN 1090-2 tai EN 1090-3
- viittaus kokoonpanoeritelämään

- geometriset tiedot (mittojen toleranssit)
- hitsattavuus: jos valmistaja ei tee hitsausta voidaan kyseiseen kohtaan merkitä NPD, eli ominaisuutta ei ole määritetty
- rakenteellisten tuotteiden murtumissitkeys
- palokäyttäytyminen
- kadmiumin ja sen yhdisteiden päästöt. Ilmoitetaan NPD
- radioaktiivinen säteily. Ilmoitetaan NPD
- säilyvyys. Ilmoitetaan tilaajan määritelmien mukaisesti eli kokoonpanoeritelmän mukaan.
- Toteutusluokka (EXC1, EXC2, EXC3 tai EXC 4)
- Viittaus kokoonpanoeritelmaan.

Kuvassa 1 esitetään yksinkertainen CE -merkki. Merkki on yrityskohtainen tai tuoteperhekohtainen, joten jokainen CE -merkki on erilainen. Tämä esimerkki on kuitenkin erittäin kattava lähtötietojen suunnittelemiseen. On hyvä myös muistaa, että CE -merkki laitetaan jokaisen tilauksen yhteydessä tuotteisiin tai merkin voi lähettää sähköisesti rakennuskohteen tilaajalle.



KUVA 1. CE -merkki. (SFS EN 1090-1 +A1. 2012, 56).

### 3.1.3 Suoritustasoilmoitus

Suoritustasoilmoituksen laatiminen ja dokumentointi ovat edellytyksenä CE -merkin-  
nälle. Tarkoituksena on ilmoittaa rakennuskohteen tilaajalle, että valmistaja takaa tuot-  
teilleen EN 1090 mukaiset vaatimukset. Toimitusjohtaja Mikko Kettusen (2014) mukaan  
Rakennustuoteasetuksen (CPR 305/2011) artiklassa 4 on säädetty vaatimukset suoritus-  
tasoilmoituksen laatimiseksi. AVCP-järjestelmä 2+ edellyttää ilmoitetun laitoksen myön-  
tämää tuotannon sisäisen laadunvalvonnan vaatimustenmukaisuustodistusta, jonka pe-  
rusteella valmistaja voi laatia suoritustasoilmoituksen.

Valmistaja laatii silloin suoritustasoilmoituksen sekä CE -merkin, kun markkinoille saa-  
tetaan uusi rakennustuote, valmistaja tuo valikoimaansa uuden materiaalin, uuden tuotan-  
tomenetelmän tai yritys siirtyy valmistamaan korkeamman toteutusluokan mukaisia tuot-  
teita. Laatimalla suoritustasoilmoituksen valmistaja ottaa täyden vastuun siitä, että tuot-  
teen suoritustasot ovat valmistajan ilmoitettujen tietojen mukaisia.

Suoritustasoilmoituksen laatimisessa on kuitenkin poikkeuksia. Esimerkiksi valmistaja  
voi jättää suoritustasoilmoitukset laatimatta rakennuskohteisiin, jos siellä missä raken-  
nustuotteita tarvitsee käyttää, ei ole unionin säännösten tai kansallisten säännösten mu-  
kainen. Tällä viitataan sellaisiin paikkoihin, joissa ei edellytetä perusominaisuuksien il-  
moittamista. Tämä on kuitenkin hyvin harvinaista, joten lähtökohtana on se, että suori-  
tustasoilmoitus sekä CE -merkki lähetetään jokaisen tilauksen yhteydessä. (Euroopan  
unionin virallinen lehti 2011, artikla 5).

Suoritustasoilmoituksesta täytyy selvittää:

- tuotetyypin viittaus, jota varten suoritustasoilmoitus on laadittu
- suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä
- yhdenmukaistetun standardin tai eurooppalaisten teknisen arvioinnin julkaisu-  
päivä ja viitenumero, joita on käytetty perusominaisuuksien arvioinnissa
- tuotteen perusominaisuudet sekä suoritustasot
- valmistajan tiedot
- sertifikaatin hyväksyjä
- sertifikaatin numero



- mahdollinen käyttötarkoitus
- toteutusluokka

Kuvassa 2 esitetään yksinkertainen malli suoritustasoilmoitukselle. Kuten edellä mainittiin, tarkoituksena on luoda aina tuoteperhe- tai yrityskohtaisesti suoritustasoilmoitus, joten kyseessä ei ole yleinen merkki. Uutta suoritustasoilmoitusta laadittaessa valmistajan on hyvä ottaa huomioon sellaiset ominaisuudet, jotka ovat olennaisia tuotteen valmistuksessa. Tämän lisäksi valmistajan tulee huomioida myös rakennustuoteasetusten määräykset. Valmistuksen kannalta tärkeää on esimerkiksi, mihin toteutusluokkaan asti voidaan tuotteita valmistaa tai mihin tuoteperheeseen suoritustasoilmoitus on sidottu.

	<b>Suoritustasoilmoitus</b>	Tiedosto:
		Versio: 1.0

1. Tuotetyypin yksilöllinen tunnistus: Teräskokoonpanojen valmistuksessa käytettävät komponentit ja teräsoosat
2. Aiottu käyttötarkoitus/käyttötarkoitukset: EN 1090-1: EN 1090-1 + A1: 2012 mukaiset tuotteet
3. Valmistaja:
4. Valtuutettu edustaja:
5. Suoritustason pysyvyyden arvioinnissa ja varmentamisessa käytetty järjestelmä: AVCP-luokka 2+
6. Yhdenmukaistettu standardi: EN 1090-1 + A1: 2012
7. Ilmoitetut suoritustasot:

Perusominaisuudet	Suoritustaso	Harmonisoitu tuotestandardi
Geometristen arvojen toleranssit	EN 1090-2:2008 + A1:2011	
Hitsattavuus	Kokoonpanoentelmän mukainen teräs	
Murtumissitkeys	Kokoonpanoentelmän mukaisesti	
Palokäyttäytyminen	Materiaalin luokka A1	
Kadmiumin päästöt	NPD	
Radioaktiivinen säteily	NPD	
Säilyvyys	Kokoonpanoentelmän mukaisesti	
Rakenteelliset ominaisuudet	NPD	
Suunnittelu	Kokoonpanoentelmän mukaisesti	
Valmistus	Kokoonpanoentelmän mukaisesti ja standardin EN 1090-2 mukaisesti toteutusluokkaan EXC3 asti	

8. Asianmukainen tekninen asiakirja: Ei tarvita. Kyseessä on yhdenmukaistettu standardi.

Edellä yksilöidyn tuotteen suoritustaso on ilmoitettujen suoritustasojen joukon mukainen. Tämä suoritustasoilmoitus on asetuksen (EU) N:o 305/2011 mukaisesti annettu edellä ilmoitetun valmistajan yksinomaisella vastuulla.

Valmistajan puolesta allekirjoittanut:

Nimi  
Paikka Aika

Allekirjoitus

KUVA 2. Suoritustasoilmoitus. (Avemet Oy. 2016).

### 3.1.4 Säilytys

Laadunvalvonnan edellyttämän dokumentaation säilytys toteutetaan paperikansioissa/tietojärjestelmässä rakennustuoteasetusten määräysten mukaisesti. Tallenteiden tulee olla tarpeeksi yksityiskohtaisia sekä tarkkoja, jotta pystytään osoittamaan, että valmistajan suunnitteluun liittyvät velvoitteet on täytetty. Asiakirjojen tallenteiden tulee olla säilytetynä FPC -manuaalin menettelyjen mukaisesti. Taulukossa 1 esitetään kaikki oleelliset dokumentit, jotka täytyy säilyttää yrityksen tietokannassa taulukossa määritettyjen aikojen mukaisesti. Yrityksellä pitää myös olla tarkasti määritellyt vastualueet, jotta dokumenttien säilytys olisi selkeää.

TAULUKKO 1. Dokumenttien säilytysaika

Dokumentti	Säilytysaika	Päivitysvastuu
FPC -manuaali	10 -vuotta	laatupäällikkö, prosessinomistajat
liitteet	jatkuva	laatupäällikkö, prosessinomistajat
projektindokumentaatiot	ilmoitettu asiakirjan tunnistetiedoissa	toimihenkilöt
tarkastuspöytäkirjat	10 -vuotta	toimihenkilöt
suoritustasoilmoitus	10 -vuotta	toimihenkilöt
CE -merkintä	10 -vuotta	toimihenkilöt
katselmointipöytäkirjat	10 -vuotta	toimihenkilöt
testausraportit (alkutestaus yms.)	10 -vuotta	toimihenkilöt
poikkeamaraportit	4 -vuotta	laatupäällikkö

### 3.2 Toteutusluokat

Toteutusluokka on valmistajan näkökulmasta erittäin tärkeä, koska toteutusluokka määrittää sen, miten tuotteet jäljitetään tai kuinka tiukkoja toleransseja tuotteille asetetaan. Toteutusluokat menevät EXC1 - EXC4 saakka, joista EXC4 on haastavin. Toteutusluokan valinnalla on tärkeä osuus valmistusprosessin kannalta, koska jos rakenne tai kokoonpano on suoritettava EXC3 tai EXC4 kriteerien mukaisesti, on mietittävä esimerkiksi, miten

reiät tehdään, koska reikien soikeus toleranssit ovat +/- 0,5mm tarkkuudella. Mikäli pakottavaa syytä noudattaa EXC3 tai EXC4 kriteerejä ei ole, rakenteita ei kannata toteuttaa näiden mukaisesti, sillä se lisää huomattavasti rakenteiden kustannuksia. Jos rakennuskohteen tilaaja ei ole esittänyt mitään toteutusluokkaa, on tällöin noudatettava EXC2 mukaisia vaatimuksia (SFS-EN 1090-2 +A1. 2012, 19). Normaalissa tapauksissa toteutusluokat löytyvät suunnitteluselosteesta, toteutuseritelmästä tai kokoonpanoeritelmästä.

Erilaiset vaatimukset eri toteutusluokkia valittaessa, ovat tärkeitä valmistajalle, joten liitteessä 1 esitetään vaatimukset eri toteutusluokille. Liitteestä 1 selviää, että lähes jokaisessa toteutusluokassa vaaditaan jonkinlainen jäljitettävyyys tuotteiden osalta, paitsi EXC1:ssa. Liitteessä 1 lyhenne Nr. tarkoittaa, että kyseisellä ominaisuudella ei ole vaatimuksia. Lisävaatimukset on lueteltu standardin SFS EN 1090-2 +A1 liitteessä A.

### **3.2.1 Toteutusluokan valinta**

EN 1090-2 mukaisen toteutusluokan valintaan ja käyttöön on laadittu erilaiset vaatimukset. Oletuksena on, että suunnittelijan perustana olevat oletukset ja toteutusta koskevat vaatimukset ovat yhtenäisiä EN1993 ja EN 1994 standardien mukaan. Toteutusluokan määrittäminen tehdään jo suunnitteluvaiheessa, jossa suunnittelijat arvioivat rakenteen ominaispiirteitä sekä toteutusta koskevia vaatimuksia. Kaikki suunnittelijan laatimat määräykset täytyy esittää toteutuseritelmässä, kokoonpanoeritelmässä tai suunnitteluselosteessa.

Ensimmäinen vaihe toteutusluokan valinnassa on seuraamusluokan valinta. Taulukossa 2 esitetään muun muassa ne riskit, jotka ovat oleellisia rakennuksen ulkoympäristölle, tuotannolliset riskit sekä riskit, joita rakennus tai kokoonpano voi aiheuttaa ihmisille (SFS EN 1990 +A1+AC. 2016, 136).

TAULUKKO 2. Seuraamusluokkataulukko. (SFS EN 1990 +A1+AC. 2016, 136).

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä maa- ja vesirakennuskohteita koskevia esimerkkejä
CC3	<b>Suuret</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Pääkatsomot; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat suuret (esim. konserttitalo)
CC2	<b>Keskisuuret</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai merkittävien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Asuin- ja liikerakennukset; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat keskisuuret (esim. toimistorakennus)
CC1	<b>Vähäiset</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Maa- ja metsätalousrakennukset, joissa ei yleensä oleskele ihmisiä (esim. varastorakennukset), kasvihuoneet

Toisessa vaiheessa tarkastellaan käyttöluokan valintakriteereitä, jotka esitetään taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Käyttöluokan valinta. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 103).

Luokat	Kriteerit
<b>SC1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille (Esimerkki: Rakennukset)</li> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille matalan seismisen aktiiviteetin perusteella ja luokassa DCL*</li> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan nostureista aiheutuville väsytytkuormille (luokka S<sub>0</sub>)**</li> </ul>
<b>SC2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytytkuormille. (Esimerkkejä: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat S<sub>1</sub>...S<sub>9</sub>)**, rakenteet, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille</li> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiiviteetin perusteella ja luokissa DCM* ja DCH*</li> </ul>
*	DCL, DCM, DCH: standardin EN 1998-1 mukaisia sitkeysluokkia.
**	Ks. nostureista aiheutuvien väsytytkuormitusten luokittelu standardeista EN 1991-3 ja EN 13001-1.

Rakenne tai rakenteen osa voi sisältää kokoonpanoja tai rakenteellisia yksityiskohtia, jotka kuuluvat eri käyttöluokkiin.

Kolmannessa vaiheessa valitaan tuotantoluokka. Tuotantoluokan valintaan vaikuttaa muun muassa se, onko kyseisessä rakenteessa esimerkiksi hitsisaumoja tai ovatko teräslajien lujuusluokat alempia kuin S355, jotka ovat havaittavissa taulukosta 4 (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 103).

TAULUKKO 4. Tuotantoluokan valinta. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 103).

Luokat	Kriteerit
<b>PC1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä</li> <li>– Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on alempi kuin S355</li> </ul>
<b>PC2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän</li> <li>– Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla</li> <li>– Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumamuovaamalla tai joita lämpökäsittellään valmistuksen aikana</li> <li>– Pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokokoonpanot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon.</li> </ul>

Rakenne tai rakenteen osa voi sisältää kokoonpanoja tai rakenteellisia yksityiskohtia, jotka kuuluvat eri tuotantoluokkiin.

Kun kaikki vaiheet on tehty, lopuksi käytetään apuna suositusmatriisia toteutusluokan valitsemiseen. Tällä siis tarkoitetaan, että kaikki edellä mainitut luokat ”liitetään” suositusmatriisiin (taulukko 5), josta valitaan toteutusluokka rakennuskohteelle.

TAULUKKO 5. Suositusmatriisi. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012. 104).

Seuraamusluokat		CC1		CC2		CC3	
Käyttöluokat		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Tuotantoluokat	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC3 <sup>a</sup>
	PC2	<b>EXC2</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC3</b>	<b>EXC3<sup>a</sup></b>	<b>EXC4</b>
<sup>a</sup> Toteutusluokkaa EXC4 käytetään kansallisten sääntöjen edellyttämällä tavalla erityisrakenteille tai rakenteille, joiden vaurio voi aiheuttaa äärimmäisiä seuraamuksia.							

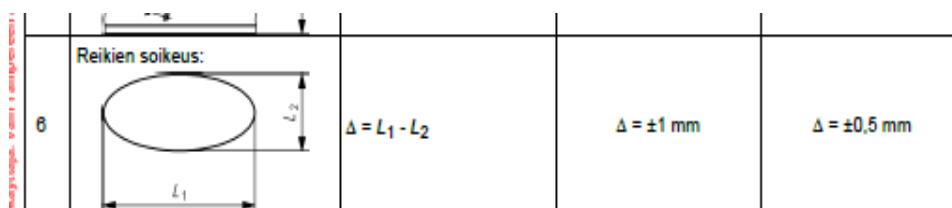
Edellä mainitut vaiheet suoritetaan aina ennen rakennuskohteen toteutusluokan valintaa. Tässä kohtaa suunnittelijalla täytyy olla tarkat tiedot kohteen vaaroista sekä erilaisten määräysten asetuksista. Tähän liittyen käydään läpi esimerkkitilanne, jossa suunnittelija on valinnut seuraamusluokaksi CC1, käyttöluokaksi SC2 ja tuotantoluokaksi PC2. Näiden valintojen perusteella noudatettava toteutusluokka on EXC2 yllä olevien taulukkojen kriteerien mukaisesti.

### 3.2.2 Toteutusluokkien erot

Toteutusluokissa on valtavia eroja varsinkin valmistajan näkökulmasta. Suunnittelija voi esimerkiksi tehdä rakenteesta erittäin monimutkaisen tai luokitella rakenteelle sellaisia toleransseja, että valmistuksen kannalta kustannukset kasvavat kaksinkertaisiksi perinteisiin menetelmiin verrattuna. Täten olisi tärkeää, että suunnittelija valitsee sellaiset menetelmät ja toleranssit, että rakennuskohteen tuotteet olisivat helposti valmistettavia ja niistä ei synny ylimääräistä työtä valmistajalle.

Esimerkkinä kuvataan seuraavaksi EN 1090-2 toteutusluokkien valmistustoleranssien luokka 1 ja 2 erot. Kyseessä on perinteinen jalkalappu, joka olisi suorakaiteen muotoinen, jossa on reiät kahdelle pultille. Jos suunnittelija on määrännyt, että toteutusluokka on EXC3, tällöin on käytettävä luokan 2 mukaisia toleransseja. Kun toleranssit ja toteutusluokat on määritetty, tulee selvittää, millä menetelmillä reiät pulteille on mahdollista toteuttaa. Perinteisillä poltto- ja plasmaleikkausmenetelmillä tämä ei onnistu, sillä polttoleikkauksen leikkuutarkkuus on +/-2 mm ja plasmaleikkauksen +/- 1 mm. Tällöin kappaleet jouduttaisiin leikkaamaan laserilla tai poraamaan porakoneella, koska reiän soikeuden tarkkuus on +/- 0,5mm. Yllä mainittujen menetelmien käyttö nostaisi siis huomattavasti tuotantokustannuksia, sillä yksinkertaisiin kohteisiin tulee aina valita niihin soveltuvat tarkkuudet.

Kuvassa 7 esitetään luokkien 1 ja 2 mukaiset erot reiän soikeuden suhteen. Jos suunnittelija tai rakennuskohteen tilaaja ei ole erikseen määrittänyt valmistustoleransseja, niin luokat valitaan toteutusluokkien perusteella. Toteutusluokka EXC1 ja EXC2 noudattaa luokkaa 1 ja toteutusluokka EXC3 ja EXC4 noudattaa luokkaa 2. Liitteessä 2 esitetään loput valmistukseen liittyvistä toleransseista.



KUVA 3. Luokka 1 ja luokka 2. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012. 134).

### 3.3 Käytettävät tuotteet

Alihankkijoiden tai muiden valmistajien näkökulmasta yksi tärkeä osa on käytettävät tuotteet teräs- ja alumiinikokoonpanoissa eli mitä teräslajeja saa käyttää EN 1090 tilauksissa. Jos rakennuskohteen tilaaja ei ole ilmoittanut valmistajalle mitään toteutusluokkaa, käytetään EXC2 mukaista protokollaa (SFS-EN 1090-2 +A1. 2012, 19). Tällöin valmistaja voi noudattaa EN 1090-2 asetettuja geometrisia toleransseja sekä käytettäviä tuotteita. On kuitenkin hyvin tärkeää, että valmistaja varmistaa asian rakennuskohteen tilaajalta, koska EN 1090 on vielä hyvin uusi käsite monille toimijoille. Hyvä tapa on aina ilmoittaa sekä toimittaa tarjouksen tai tilauksen yhteydessä,

- suoritustasoilmoitus (kerran)
- sertifikaatti (kerran)
- CE -merkintä eri tuoteperheille, jos tilauksessa on monta eri terälajia (kerran)
- ilmoittaa käytettävät tuotteet
- ilmoittaa valmistustoleranssit
- ilmoittaa toteutusluokka

Normaalisti suunnittelija määrää rakennuskohteen materiaalit sekä valmistustoleranssit, mutta hyvin usein kuitenkin törmätään siihen, että rakennuskohteen tilaajalle ei ole annettu riittäviä lähtötietoja toleransseihin sekä toteutusluokkiin. Osittain tämä johtuu siitä, että CE -merkintä ei ole vielä vakiinnuttanut asemaansa monissa teollisuusyrityksissä, eikä näin ollen realisoidu kaikissa tilauksissa.

#### 3.3.1 Tuotteiden ja materiaalien vaatimukset

Tässä luvussa käsitellään materiaalien ja tuotteiden vaatimuksia. Tarkoituksena on selvittää, lukijalle miten tuotteet luokitellaan EN 1090 standardin piiriin ja mitkä tuotteet kuuluvat EN 1090 piiriin.

SFS EN 1090-1 standardin soveltamisalan piiriin kuuluvat teräs- ja alumiinikokoonpanot, jos ne täyttävät seuraavat määritelmät:

- Tuotteita käytetään tai sovelletaan rakennuskohteissa
- Tuotteet ovat pysyvästi osana rakennuskohdetta
- Tuotteilla on jatkuvaa tai hetkellistä kuormaa rakennuskohteissa
- Tuotteet eivät ole jonkun muun harmonisoidun tuotestandardin tai ETAG:in/EAD:n piirissä tai valmistajalle on myönnetty ETA
- Tuotteet kuuluvat rakennustuoteasetuksen artiklan 2.1 määritelmään
- Tuotteita ei koske mitkään muut määräykset, kuin mitä on käsitelty EN 1090-1 standardissa. (Kettunen, Suomalainen tulkinta rakenteellisten teräs- ja alumiinikokoonpanojen harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1090-1+A1:2012 soveltamisalasta. 2014).

Kuvassa 8 esitetään, mitkä tuotteet ja rakenteet kuuluvat SFS EN 1090-1 soveltamisalan piiriin. Kuvasta 8 nähdään, että kaikki tuotteet ovat kantavia rakenteita, joten ne kuuluvat yhteiseurooppalaiseen standardiin EN 1090. Listan mukaiset tuotteet ovat luotu helpottamaan suunnittelijoita sekä valmistajia.

- Rakenteelliset rakennusten runkorakenteet (kehärakenteissa, teollisuushalleissa)
- Rakenteelliset runkorakenteet katoksiin ja parvekkeisiin
- Ikkunoiden ja ovien (mukaan lukien teollisuusovet) rakenteelliset runkorakenteet
- Rakenteelliset teollisuuslaitteiden (mukaan lukien koneet ja kuljettimet) runkorakenteet ja tukirakenteet (rungot, pilarit ja palkit ja ristikot), jotka eivät muodosta laitteen kiinteää osaa ja jotka toimitetaan erikseen
- Ristikot, palkit, kannattimet ja orret; esimerkiksi alapohjissa, välipohjissa, katoissa, parvekkeissa, rampeissa, katoksissa ja rakennusrungoissa
- Rakennusrunkojen pilarit
- Portaat, jotka eivät kuulu ETAG 008 soveltamisalaan sekä kulkusillat lukuun ottamatta koneeseen kiinteästi liittyviä kulkusilloja ja kattokulkusilloja
- Rakenteelliset aidat, reunakaiteet ja käsijohteet
- Rakenteelliset siilot
- Nosturien liikkumattomat kantavat rakenteet
- Tornien, mastojen ja ristikkopylväiden rakenteelliset osat
- Rakenteelliset vetotangot
- Rakenteelliset kiinnitysteräslevyt, jotka kiinnitetään erillisillä kiinnikkeillä esim. puuhun tai betoniin
- Ei rakenteelliset pysyvät muottilevyt
- Liittorakenteiden rakenteelliset teräspalkit ym., joiden yhteisvaikutus voidaan mitoittaa EN 1994 mukaan
- Rakenteelliset teräsmuotolevyt kattoihin, julkisivuverhouksiin ja sisäverhouksiin
- Teollisuuslaitosten putkisiltojen kantavat rakenteet
- Rakenteelliset teräsosat jalankulku-, tie- ja rautatiesiltoihin
- Liikennekäyttöön tarkoitettujen tien alikulkutunnelien rummut
- Liikenneopasteiden portaalikehät ja -ulokkeet
- Satamalaiturien ja telakoiden rakenteelliset teräsosat

KUVA 4. Teräs- ja alumiinikokoonpanojen käytettävien tuotteiden selvitys. (Kettunen. 2014)



Suunnitteluselosteesta tai kokoonpanoeritelmästä selviää valmistajalle, mitä tuotteita rakennuskohteessa käytetään. Kuitenkin on tärkeää huomata, että EN 1090-2 taulukoiden 2, 3 ja 4 esitettyjen tuotestandardien tulee täyttyä, ellei toisin ilmoiteta. Yksinkertaisimmillaan suunnitteluseloste voi olla kuvan 9 mukainen, josta selviää toteutusluokka sekä valmistukseen liittyvät toleranssit. Kuvasta myös ilmenee geometriset mitat, kappaleen paino, materiaali sekä lukumäärä. Tällöin valmistaja voi toteuttaa kappaleen EXC2 mukaisen toleranssien mukaan.

Teollisuudessa on törmätty jatkuvasti siihen, että voiko LASER 355MC levyä käyttää rakennuskohteissa. SSAB:een ohjeistuksesta nähdään, että LASER 355MC voidaan käyttää, kunhan rakennuskohteen tilaaja viittaa EN 1090 standardiin / työhön, valmistustoleranssit ovat EN 1090-2 mukaisia ja LASER 355MC levy täyttää standardin EN 1090-2 taulukon 3 arvot (LASER 355MC).



OSA:	PL/1
PROFIILI:	PL15*200
MATERIAALI:	S355J2
LKM:	12
PITUUS:	270
PAINO:	6.3
YHTEENSÄ:	75.6

TOTEUTUSLUOKKA: EXC2, SFS-EN 1090-2

KUVA 5. Suunnitteluseloste. (Teräsnyrkki. 2014).

Kylmämuovatuissa kokoonpanoissa olevien terästuotteiden tulee soveltua kylmämuovaukseen. Kylmämuovattu teräs tarkoittaa sitä, että teräs valssataan alle rekristallisaatiolämpötilan, eli tällöin valssaus on kylmämuokkausta. Valssauksessa yleensä saavutetaan haluttu loppumitta, pinnanlaatu, mittatoleranssit sekä lujuus. Taulukossa 6 on esitetty käytettävien tuotteiden tuotestandardit. Kun kyseessä on EN 1090 mukainen tilaus, voi valmistaja käyttää taulukon 6 tuotteita rakennuskohteissa.

TAULUKKO 6. Eri terälajien tekniset vaatimukset sekä toleranssit. (SFS-EN 1090-2 +A1. 2012, 22-23).

Taulukko 2 Rakenneterästen tuotestandardit

Tuotteet	Tekniset toimitusvaatimukset	Mitat	Toleranssit
I- ja H-profiilit	EN 10025-1 ja EN 10025-2 EN 10025-3 EN 10025-4 EN 10025-5 EN 10025-6 Tuotteen mukaan	Ei olemassa	EN 10034
Kuumavalssatut viistolaippaiset I-profiilit		Ei olemassa	EN 10024
U-teräkset		Ei olemassa	EN 10279
Tasakylkiset ja ei-tasakylkiset kulmateräkset		EN 10056-1	EN 10056-2
T-profiilit		EN 10055	EN 10055
Levyt, latat, leveät latat		Ei määritelty	EN 10029 EN 10051
Tangot ja sauvat		EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Kuumamuovautat rakenneputket	EN 10210-1	EN 10210-2	EN 10210-2
Kylmämuovautat rakenneputket	EN 10219-1	EN 10219-2	EN 10219-2

HUOM. Teräslajien määrittelyt ja luokitukset esitetään standardissa EN 10020. Nimeen ja numeroon perustuvat teräsnimikkeet esitetään standardeissa EN 10027-1 ja -2

Taulukko 3 Kylmämuovaukseen soveltuvien levyjen ja nauhojen tuotestandardit

Tuotteet	Tekniset toimitusvaatimukset	Toleranssit
Seostamattomat rakenneteräkset	EN 10025-2	EN 10051
Hitsattavat hienoraerakenneteräkset	EN 10025-3, EN 10025-4	EN 10051
Lujat kylmämuovattavat teräkset	A1> EN 10149 <A1 , EN 10268	A1> EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN 10131, EN 10140 <A1
Kylmämuokatut rakenneteräkset	ISO 4997	EN 10131
Jatkuvatoimisella kuumapotusmenetelmällä pinnoitetut ohutlevyteräkset	A1> EN 10346 <A1	EN 10143
Orgaanisilla aineilla pinnoitetut ohutlevyteräkset	A1> EN 10169 <A1	A1> EN 10169 <A1
Kapeat nauhat	EN 10139	EN 10048 EN 10140

Taulukko 4 Ruostumattomien terästen tuotestandardit

Tuotteet	Tekniset toimitusvaatimukset	Toleranssit
Ohutlevyt, levyt ja nauhat	EN 10088-2	EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN ISO 9445
Putket (hitsatut)	EN 10296-2	EN ISO 1127
Putket (saumattomat)	EN 10297-2	
Tangot, sauvat ja profiilit	EN 10088-3	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061

HUOM. Nimeen ja numeroon perustuvat teräsnimikkeet esitetään standardissa EN 10088-1.

Suomalaisen käytännön mukaan voidaan EN 1090 tilauksissa käyttää myös kuvan 11 mukaisia tuotteita kunhan kaikki tuotteille, geometrisille toleransseille sekä suunnittelulle määritetyt vaatimukset täyttyvät. Kuvassa 11 esitetään muut materiaalit, joita ei esitetä EN 1090-2 käytettävien tuotteiden taulukoissa.

4.1.2	<p>Jos kokoonpanossa käytetään terästä joka ei ole minkään EN-standardin mukaista, niin voiko ko. teräksestä tehdyn rakenneosan CE-merkitä, jos toteutus on muutoin EN 1090-2 mukaista?</p>	<p>REVISIOITU VASTAUS 23.6.2014:</p> <p>Yleisesti:</p> <p>Kun käytetään standardissa EN 1090-2 lueteltuja teräksiä rakenneosissa, ne voidaan CE-merkitä standardin EN 1090-1 mukaisesti ja saattaa markkinoille EU- ja ETA-maissa.</p> <p>Eri maiden tulkinnat voivat olla erilaisia, josta syystä viennin yhteydessä tulkinta on syytä tarkistaa maakohtaisesti.</p> <p>Kun teräsrakennekohde sijaitsee Suomessa ja noudatetaan EN 1993 mukaista mitoitusta ottaen huomioon kyseessä olevan EN 1993 osan kansallinen liite, niin voidaan menetellä seuraavasti:</p> <p>Standardit EN 1993 ja niiden kansalliset liitteet ovat standardien EN 1090-1 ja EN 1090-2 viitestandardeja. Standardissa EN 1993 (osat) esitettyjä ja/tai niiden kansallisen liitteen mukaisia materiaaleja voidaan käyttää EN 1993 kyseessä olevan osan mukaisesti mitoitettuna rakenteellisen kokoonpanon CE-merkintään edellyttäen materiaalin muiden ominaisuuksien soveltuvuus valmistukseen. Esimerkiksi standardin SFS-EN 1993-1-1 kansallisessa liitteessä voidaan määrittää muitakin materiaaleja kuin standardin taulukossa 3.1.</p>
-------	---	--

KUVA 6. Muut käytettävät materiaalit. (SFS EN 1090-1 sekä SFS EN 1090-2 kysymykset. 2015).

### 3.3.2 Ainestodistukset sekä jäljitettävyys

Teräsrakenteiden kestävyys ja kantavuus ovat olennaisia teräsrakenteissa, joiden ominaisuuksia haluttiin yhtenäistää helpottamaan sekä valmistajan että tilaajan toimintaa ja vastuunjakoa. Tämän tavoitteen pohjalta on luotu yhteiseurooppalainen EN 1090 standardi teräs- ja alumiinikokoonpanoille. Standardissa on määritetty, että valmistajilla on vastuu tuotteiden tunnistamisessa, ainestodistuksien dokumentoinnissa sekä tuotteiden jäljitettävyydessä. Jokaisesta kappaleesta tai tuotteesta pitää olla merkintä valmistajan tietokannassa. Varsinkin EXC3 ja EXC4 toteutusluokissa vaaditaan täydellistä jäljitettävyyttä tuotteiden osalta, joten on tärkeää, että yrityksellä on käytössä toiminnanohjausjärjestelmä, josta saadaan helposti selville tuotteen tiedot. Ilman minkäänlaista järjestelmää tuotteen jäljittäminen olisi lähes mahdotonta. Erilaisia tuotannonhallintajärjestelmiä ovat muun muassa Workmanager tai erilaiset ERP -järjestelmät. EXC1 toteutusluokassa ei vaadita minkäänlaista jäljitettävyyttä, EXC2 vaaditaan osittainen jäljitettävyys, joka tarkoittaa, että rakennustuotteista täytyy löytyä esimerkiksi sulatusnumerot.

Ainestodistuksissa on listattuna materiaalin ominaisuudet, tarkastukset, toimitusehdot, toimittajan tiedot, erilaiset luokittelut sekä materiaalin käsittelijän tiedot. Taulukossa 7 esitetään ainestodistusten määräykset eri teräslajeille. Jos toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4 tilauksissa ilmenee erilaisia teräslajeja, tulee jokaisen eri terälajin täyttää standardin mukaiset ainestodistukset (SFS-EN 1090-2 +A1. 2012, 21).

TAULUKKO 7. Aineodistukset. (SFS EN ISO 1090-2, 21. 2012).

Tuote	Aineodistukset
Rakenneteräkset (taulukot 2 ja 3)	EN 10025-1:n <sup>a, b</sup> taulukon B.1 mukaan
Ruostumattomat teräkset (taulukko 4)	3.1
Teräsvalut	EN 10340:2007:n taulukon B.1 mukaan
Hitsausaineet (taulukko 5)	2.2
Ruuvikokoonpanot	2.1 <sup>c</sup>
Kuumaniitit	2.1 <sup>c</sup>
Kierteittävät ja porautuvat ruuvit ja karaniitit	2.1
Kaarihitsattavat leikkausliittimet	2.1 <sup>c</sup>
Siltojen liikuntasaumot	3.1
Korkealujuusköydet	3.1
Rakenteelliset laakerit	3.1
<sup>a</sup> Rakenneteräksille S355 JR tai J0 vaaditaan aineodistus 3.1 toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4. <sup>b</sup> EN 10025-1 vaatii, että CEV:n kaavaan sisältyvät aineet tulee esittää aineodistuksessa. Muihin standardissa EN 10025-2 esitettäviksi vaadittaviin aineisiin kuuluvat myös Al, Nb ja Ti. <sup>c</sup> Jos vaaditaan todistustyyppi 3.1, tämä voidaan korvata valmistuserän tunnuksella.	

### 3.4 Pintakäsittely SFS EN 1090 mukaan

Pintakäsittelyksi käsitetään kaikki menetelmät, jotka muokkaavat teräksen pintaa. Erilaisia pintakäsittelymenetelmiä voivat olla maalaus, sinkitys, erilaiset suojauskäsittelyt, leikkauksen ja hitsauksen jälkeiset korjaukset sekä erilaiset puhdistusmenetelmät. Pinnan esikäsittelyn päätarkoitus on varmistaa, että kaikki haitalliset aineet voidaan poistaa pinnasta. Käsittelyn tarkoituksena on myös siirtää kaikki epäpuhtaudet pois, jotta teräksen tai kokoonpanon pintaan ei aiheutuisi korroosiota. Liitteessä 3 esitetään muun muassa pintakäsittelyn eri luokitusmenetelmät sekä standardit.

EN 12944 standardisarja käsittelee hiili- sekä niukkaseosteisten teräksien pintoja ja niiden esikäsittelyä. EN 1090-2 standardissa määritetään, että kaikkien maalattavien pintojen täytyy täyttää EN 12994 ja standardin EN 1090-2 liitteen F mukaiset toimenpiteet. Standardin EN 1090-2 liitteessä F sekä kohdassa 10.9 otetaan myös kantaa leikattujen pintojen vaatimuksiin. Kuva 13 havainnollistaa standardin liitteen F mukaiset pintakäsittelyn velvoitteet.

Liite F (velvoittava) Korroosionesto .....	164
F.1 Yleistä .....	164
F.2 Seostamattomien terästen pinnan esikäsittely .....	165
F.3 Hitsit ja hitsattavat pinnat .....	166
F.4 Esijännitettävien liitosten pinnat .....	166
F.5 Kiinnittimien esikäsittely .....	166
F.6 Pinnoittamismenetelmät .....	166
F.7 Tarkastus (Inspection) ja tarkistus (checking) .....	167

KUVA 7. Pintakäsittelyn velvoitteet F. (SFS EN ISO 1090-2 +A1. 2012. 164-167).

EN 12994 standardiin voidaan luokitella seuraavat teräkset, käsittelyt ja pinnat:

- pinnoittamaton teräs
- termisesti suihkutetut pinnat esimerkiksi alumiini, sinkki tai näiden yhdistelmät
- kuumasinkityt pinnat
- sheraroidut pinnat
- sähkösinkityt pinnat
- konepajapohjamaalilla maalatut pinnat
- muut maalatut pinnat. (SFS EN ISO 12944-4. 1998, 6).

Taulukossa 8 esitetään maalaukseen liittyvät rasitusluokat ja esikäsittelyasteet. Jos tilaaja esittää korroosioneston odotetun käyttöiän, esikäsittelyasteen sekä rasitusluokan, täytyy valmistajan noudattaa EN 1090-2 standardin taulukon 22 (taulukko 8) mukaisia luokkia. Ellei tilaaja ole esittänyt eri esikäsittelyluokkia, noudatetaan P1 luokan vaatimuksia EXC1, EXC2, EXC3 sekä EXC4 toteutusluokissa. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 73).

TAULUKKO 8. Maalauksen eri luokat. (SFS EN ISO 1090-2 +A1.2012, 73).

Korroosioneston odotettu käyttöikä <sup>a</sup>	Rasitusluokka <sup>b</sup>	Esikäsittelyaste
>15 vuotta	C1	P1
	C2 ... C3	P2
	Yli C3	P2 tai P3, kuten esitetty
5...15 vuotta	C1...C3	P1
	Yli C3	P2
< 5 vuotta	C1...C4	P1
	C5...Im	P2
<sup>a, b</sup> Korroosioneston odotetun käyttöiän ja rasitusluokan osalta viitataan tapauskohtaisesti standardeihin EN ISO 12944 ja EN ISO 14713-1.		

### 3.4.1 Puhdistus koneellisesti ja käsityökaluilla

Perinteisiksi puhdistusmenetelmiksi luokitellaan kaikki koneellisesti pyörivät teräsharjat, iskuvasarat, erilaiset hiomalaitteet sekä neulapyssyt (SFS EN ISO 12944-4, 14). Standardissa esitetään, että pintojen puhdistusmenetelmät eivät saa aiheuttaa minkäänlaisia muodon muutoksia teräksen pintaan. Kun esimerkiksi teräsharjoja käytetään teräksen puhdistuksessa, on hyvin tärkeää varmistaa, että teräksen pinta ei pelkästään kiillotu vaan, että epäpuhtaudet saadaan myös pois teräksen pinnasta. Jos teräksen pinnalle jää esimerkiksi valssihilsettä, voi valssihilse heikentää huomattavasti maalin tarttumista metallin pintaan. (SFS EN ISO 12994-4. 1998, 14).

Normaaleihin käsityökaluihin kuuluvat erilaiset lastat, teräsharjat, hiomakankaat, ruostenpoistohakut sekä hioma-aineista tehdyt tyynyt. Näitä menetelmiä käsittelee standardi EN ISO 8504-3, jota kuvataan tässä kappaleessa lyhyesti. Tässä luvussa ei siis ole tarkoitus avata koko EN ISO 8504-3 standardia. Käsityökalujen määräykset ovat suhteellisen samanlaiset kuin koneellisesti puhdistettujen pintojen määräykset. Tällä viitataan siihen, että puhdistusprosessissa ei saa tapahtua muodonmuutoksia metallin pintaan. Lisäksi edellisten puhdistusmenetelmien tueksi, on tärkeää tutustua teräksen eri esikäsitteilyasteisiin standardin EN 1090-2 liitteen F avulla. Standardin liitteessä otetaan muun muassa kantaa siihen, että saako pintoja puhdistaa esimerkiksi perinteisillä teräsharjoilla tai sinkopuhdistamalla.

### 3.4.2 Sinkopuhdistus

Sinkopuhdistusmenetelmää käytetään tyypillisesti ennen maalausta tai ennen poltto- sekä plasmaleikkausta. Sinkopuhdistuksen tarkoituksena on poistaa teräslevyistä muun muassa valssihilseet. Avemet käyttää sinkopuhdistusta lähinnä teräslevyjen puhdistamiseen. Normaalit sinkopuhdistuskoneet käyttävät puhdistukseen hiekkaa tai teräsrakeita, jotka poistavat erilaiset epäpuhtaudet levystä. Taulukossa 9 esitetään standardin EN 1090-2 mukaisten kitkapintojen luokittelu. Standardissa kerrotaan, että taulukon 9 mukaiset menetelmät voidaan kuitenkin suorittaa ilman minkäänlaista testausta, koska EN 1090-2

standardissa oletetaan, että jokainen valmistaja pystyy täyttämään taulukon asettamat arvot sinkopuhdistuskoneillansa (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 57). Taulukon 9 luokka A, B, C ja D on määritetty kitkakertoimien ominaisarvojen mukaan.

TAULUKKO 9. Sinkopuhdistus. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 57).

Pintakäsittely	Luokka	Kitkakerroin $\mu$
Pinnat, joilta irtonainen ruoste on poistettu hiekka- tai teräsrakepuhalluksella, ei pistemäisiä syöpymiä.	A	0,50
Hiekalla tai teräsrakeilla puhalletut pinnat: a) alumiini- tai sinkkipohjaisella tuotteella ruiskupääjlystetty pinta b) alkali- tai alkali-sinkkimaali, jonka paksuus on 50 $\mu\text{m}$ ...80 $\mu\text{m}$ .	B	0,40
Teräsharjalla tai liekipuhalluksella puhdistetut pinnat, irtonainen ruoste poistettu.	C	0,30
Käsittlemättömät pinnat.	D	0,20



## 4 TERMINEN LEIKKAUS JA KYLMÄMUOVAUS

EN 1090-2 standardissa syvennyttään hyvin tarkasti termiseen leikkaukseen sekä kylmämuovaukseen. Toisaalta EN 1090-2 viitataan EN 9013 standardiin, jossa otetaan enemmän kantaa termiseen leikkaukseen. Osittain tarkoituksena on ollut luoda yhtenäinen tapa valmistaa erilaisia kappaleita rakennuskohteisiin. Jos leikkausprosessit eivät täytä standardin vaatimia kovuuksia sekä toleransseja, ei kyseisiä leikkausmenetelmiä saa tällöin käyttää. Menetelmää voidaan kuitenkin käyttää sellaisissa kohteissa tai raja-alueilla, joissa vaatimukset täyttyvät. Teollisuudessa leikataan välillä myös sellaisia levyjä, joissa on jo valmiiksi pinoite. Tällöin on tärkeää, että valitaan leikkausmenetelmäksi sellainen menetelmä, joka ei vahingoita pintaa huomattavasti. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 32). Termisiin leikkausmenetelmiin voidaan luetella:

- laserleikkaus
- polttoleikkaus
- plasmaleikkaus
- vesileikkaus
- sahaaminen (ei Avemetilla käytössä)
- mekaaninen leikkaus (ei Avemetilla käytössä)
- käsipolttoleikkaus

Terästä voidaan muotoilla hyvin monella eri tavalla. Erilaisia muotoilumenetelmiä voivat olla esimerkiksi rullamuovaus, taivutus, eri puristusmenetelmät sekä takominen. Tyypillisen alihankintakonepajan muotoilutapa on metallin taivutus särmäyskoneilla tai manke-loimalla, joten tässä työssä paneudutaan enemmän metallin taivuttamiseen ja sille asetettuihin toleransseihin. Työssä paneudutaan myös sen takia kylmämuovaukseen, koska tässä opinnäytetyössä perehdytään Avemetin toimintaan.

## 4.1 Terminen leikkaus

Avemetilla panostetaan erittäin paljon siihen, että heidän eri leikkauskoneet ovat huollettuja ja, että heidän eri valmistusmenetelmille tehdään määräajoin tarkastuksia. Yrityksellä on myös käytössään ohjeet valmistukseen liittyvissä proseduureissa, mikä helpottaa toimihenkilöiden sekä tuotantotyöntekijöiden päivittäistä työskentelyä. Tällä hetkellä Avemetilla on käytössään viisteplasma, jossa on 3D- leikkauspää, laserkone, plasmakone, vesileikkauskone sekä polttoleikkauskoneet. Tässä luvussa käydään läpi ne asiat, jotka ovat olennaisia eri leikkausmenetelmien näkökulmasta, EN 1090 standardin mukaisesti.

Eri leikkausmenetelmille on luotu hyvin yksityiskohtaiset ohjeet EN 1090 standardissa. Eli jokaisen termisen leikkausmenetelmän toimivuus täytyy tarkastaa määrävälein sekä tehdä alkutestaus tapauksissa, joissa kyseessä oleva yritys ottaa käyttöön uuden tuotteen, materiaalin, työstömenetelmän tai siirtyy valmistamaan korkeamman toteutusluokan tuotteita EN 1090 tilauksiin. Tarkemmin alkutestauksen sekä laadunvalvonnan prosesseista kerrotaan kappaleessa viisi. Käytettävistä materiaaleista tai tuotteista tulee varmistaa neljä näytettä eli kolme koepalaa. Koepaloista täytyy selvittää alla listatut asiat:

- suoraleikkaus paksuimmasta raaka-aineesta
- suoraleikkaus ohuimmasta raaka-aineesta
- teräväkulma edustavasta paksuudesta
- kaari edustavasta paksuudesta

Suoraleikkaus täytyy mitata vähintään 200 mm:n matkalta ja sen täytyy täyttää eri toteutusluokkien vaatimat toleranssit. Edustava paksuus tarkoittaa paksuutta, jota valmistaja käyttää eniten. Mikäli yritys leikkaa 20 mm:stä levyä eniten tuotannossaan, täytyy kyseiselle levyille tehdä tarkastukset EN 1090 standardin mukaisesti. Edustavan paksuuden koekappaleille voidaan tehdä vain tarkastukset eli koepalaa voidaan verrata suoraleikkauksen koepaloihin. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 32). Seuraavassa taulukossa (taulukko 10) esitetään leikattujen pintojen määräykset. Taulukosta 10 selviää arvot pinnankarheudelle, kohtisuoruudelle sekä kaltevuudelle eri toteutusluokkien perusteella. Näitä arvoja käytetään, kun tehdään EN 1090 tuotteita, alkutestauksia sekä laadunvalvontaa. Avemetin tilanteessa laadunvalvonnassa sekä alkutestauksessa käytetään aina EXC3 mukaisia

raja-alueita, koska Avemetilla on oikeus tehdä rakennuskohteisiin toteutusluokan EXC3 mukaisia tuotteita. Alueiden eri raja-arvot voidaan tarkastaa liitteestä 4.

TAULUKKO 10. Leikattujen pintojen laatuvaatimukset. (SFS EN 1090-2 +A1, 2012, 33).

	Kohtisuoruuden tai kaltevuuden toleranssi u	Profilisyyden keskiarvo Rz5
EXC2	Alue 4	Alue 4
EXC3	Alue 4	Alue 4
EXC4	Alue 3	Alue 3

Taulukossa 11 esitetään maksimikovuusarvot eri teräslajeille. Näitä arvoja käytetään, kun tehdään tilauksia, alkutestauksia sekä laadunvalvontaa. HV tarkoittaa Vickers kovuuskokeen kovuuden arvoa. EN 1090-2 standardissa kerrotaan, että jokainen kovuusmittaus täytyy tehdä EN ISO 6507 standardin mukaisesti. Avemetilla on kuitenkin sovittu auditoinnin ja sertifiointiprosessien yhteydessä sertifiointilaitoksen kanssa, että Avemet voi suorittaa kovuuskokeen sovelletusti TH-180 kovuusmittarin avulla. Työn tilaaja määrittää lähes jokaisessa tapauksessa edellä mainitut toleranssialueet sekä pinnankarheuden alueet. Tällöin valmistaja näkee suoraan tilauksesta, onko kyseisten raja-arvojen toteuttaminen mahdollista yritykselle. Mikäli kyseessä on alkutestaus tai laadunvalvonnan määräämääräaikaistarkastus, täytyy Avemetin noudattaa EXC3 mukaisia raja-arvoja.

TAULUKKO 11. Kovuusarvot. (SFS EN 1090-2 +A1, 33).

Taulukko 10 Kovuuden suurimmat sallitut arvot (HV 10)

Tuotestandardit	Teräslajit	Kovuusarvot
EN 10025-2...5	S235...S460	380
EN 10210-1, EN 10219-1		
EN 10149-2 ja EN 10149-3	S260...S700	450
EN 10025-6		
HUOM. Nämä arvot ovat standardin EN ISO 15614-1 mukaisia arvoja standardissa ISO/TR 20172 esitetyille teräslajeille.		

#### 4.1.1 Tilausprosessi sekä leikkaukseen liittyvät toimenpiteet

Kuvassa 18 esitellään suunnitteluseloste. Suunnitteluselosteen perustella valmistajan on helppo tutkia eri valmistusluokat. Kun kuvan 18 suunnitteluselostetta käytetään esimerkkinä, voidaan havaita, että kyseessä on EN 1090 mukainen työ. Ensimmäisenä tulee tarkastaa toteutusluokka, eli voiko yritys toteuttaa EXC2 mukaiset vaatimukset. Tämän jälkeen pitää selvittää valmistukseen liittyvät toleranssit liitteestä 2 käyttäen apuna samalla liitettä 1. Seuraavaksi tulee tutkia, pystyvätkö eri leikkausmenetelmät täyttämään luokan 1 arvoja, vai tarvitseeko reikien teossa käyttää toista menetelmää, kuten esimerkiksi poraamista. Jos tilauksessa käytetään toista alihankkijaa, täytyy alkuperäisen valmistajan tai toimihenkilön olla varma siitä, että kyseisellä yrityksellä on EN 1090 sertifikaatti, tai että alkuperäinen valmistaja on käynyt auditoimassa alihankkijan, jonka perusteella valmistaja voi varmistua siitä, että alihankkija pystyy toimittamaan EN 1090 mukaisia tuotteita. Auditoinnista täytetään pöytäkirja, joka arkistoidaan. On tärkeää huomioida, että toisen yrityksen tekemä auditointi ei oikeuta auditoitua yritystä tekemään EN 1090 tuotteita muille toimijoille. Jos kyseinen yritys haluaa toimittaa EN 1090 mukaisia tuotteita kaikille alan toimijoille, täytyy heidän saada sertifiointilaitokselta sertifikaatti, joka oikeuttaa toimittamaan tuotteita EN 1090 töihin. Kun eri valmistusmenetelmät on valittu, voidaan siirtyä normaaleihin toimenpiteisiin, jotka on lueteltu Avemetin käyttöohjeessa.

Tärkeintä jokaisessa tilauksessa ja tarjouksessa on se, että tilauksen tekijä on tietoinen niistä asioista, jotka ovat oleellisia EN 1090 töissä. Näitä ovat jäljitettävyyys, varmuus siitä, että tehdas pystyy tuottamaan toteutusluokan mukaisia tuotteita sekä se, että kaikki tarvittavat dokumentaatiot lähetetään työn tilaajalle ja molemmat osapuolet tallentavat dokumentit asianmukaisiin arkistoihin. Tuotannosuunnittelijoilla sekä tuotannontyöntekijöillä on omalta osaltaan olemassa vastuu tilauksen valmistusprosessista, mutta ilman hyvää ohjeistusta, työtä ei ole mahdollista saattaa loppuun tyydyttävällä tavalla.

Valmistuksessa noudatettavat tekniset vaatimukset		Toteutusluokka <b>EXC2</b>
Valmistusta koskeva standardi <b>SFS-EN 1090-2</b>	Valmistustoleranssit <b>EN 1090-2, liite D, luokka 1</b>	
Toteutusertelmä, asiakirja nro	Valmistustoleransseja koskevat lisävaatimukset	
Pinnan esikäsitteilyluokka	Hitsien tarkastus, yleiset vaatimukset <b>EN 1090-2, taulukko 24</b>	
Teräksen pintakäsittely <b>EN ISO 12944, A2.02 (AK 120/2)</b>	NDT hitsitarkastusten laajuus, pienhitsit <b>MT, SFS EN ISO 17638</b>	
Pintakäsittelyä koskevat lisävaatimukset	NDT hitsitarkastusten laajuus, läpihitsit <b>UT, SFS-EN ISO 23279 SFS-EN ISO 17640</b>	
Pinnan värisävy <b>RAL9007</b>	Kaikkien jatkohitsien tarkistuslaajuus <b>UT, SFS-EN ISO 23279 SFS-EN ISO 17640, 100% HITSEISTÄ</b>	
Hitsatun profiilin hitsit <b>0,9* AINEVAHVUUS</b>	Reikien tekoa koskevat vaatimukset <b>EN 1090-2, 6.6.3</b>	
Hitsien koko, ellei toisin ole merkitty		Hitsausluokka <b>C, EN ISO 5817</b>
		Materiaalin lisätarkastukset

KUVA 8. Suunnitteluseloste. (Teräsnyrkki 2016).

#### 4.1.2 Mittatoleranssit

Kaikki piirustuksiin merkityt mitat nimetään nimellismitoiksi. Tosimitat määritetään puolestaan leikattujen pintojen perusteella vasta puhdistuksen jälkeen. Taulukossa 12 ja 13 esitetään sallitut eromitat niille tilauksille, jossa viitataan EN 9013 standardiin sekä tapauksiin, joissa ei ole toleranssimerkintää kappaleen geometrian suhteen. Tärkeä huomio eromittoihin liittyen on se, että kyseiset mitat koskevat vain poltto- ja plasmaleikattuja työkappaleita, joiden pituuden ja leveyden suhde on korkeintaan 4:1 tai kappaleen ympärysmitta on vähintään 350 mm. Laserleikkaus on äärimmäisen tarkka leikkausmenetelmä, joten standardi olettaa, että taulukoissa 12 ja 13 olevat mitat toteutuvat ongelmitta. Tämän vuoksi laserleikkausmenetelmää ei ole huomioitu kyseisissä taulukoissa. (SFS EN ISO 9013. 2003, 34). On hyvä muistaa, että EN 1090 tilauksissa noudatetaan aina suunnitteluselosteen tai kokoonpanoeritelmän mukaisia arvoja, mutta välillä tilaaja voi viitata suoraan EN 9013 standardeihin. Tästä johtuen on tärkeää, että valmistaja on tietoinen EN 9013 standardin vaatimuksista.

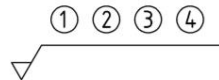
TAULUKKO 12. Nimellismittoja koskevia eromittoja, toleranssiluokalla 1. (SFS EN ISO 9013.2003, 34).

Työkappaleen aineenpaksuus	Nimellismitat							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000
	Sallitut eromitat							
> 0 ≤ 1	± 0,04	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,3
> 1 ≤ 3,15	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,4
> 3,15 ≤ 6,3	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,6
> 6,3 ≤ 10	–	± 0,5	± 0,6	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,7	± 0,8
> 10 ≤ 50	–	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,8	± 1	± 1,6	± 2,5
> 50 ≤ 100	–	–	± 1,3	± 1,3	± 1,4	± 1,7	± 2,2	± 3,1
> 100 ≤ 150	–	–	± 1,9	± 2	± 2,1	± 2,3	± 2,9	± 3,8
> 150 ≤ 200	–	–	± 2,6	± 2,7	± 2,7	± 3	± 3,6	± 4,5
> 200 ≤ 250	–	–	–	–	–	± 3,7	± 4,2	± 5,2
> 250 ≤ 300	–	–	–	–	–	± 4,4	± 4,9	± 5,9

TAULUKKO 13. Nimellismittoja koskevia eromittoja, toleranssiluokalla 2. (SFS EN ISO 9013. 2003, 36).

Työkappaleen aineenpaksuus	Nimellimitat							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000
	Sallitut eromitat							
> 0 ≤ 1	± 0,1	± 0,3	± 0,4	± 0,5	± 0,7	± 0,8	± 0,9	± 0,9
> 1 ≤ 3,15	± 0,2	± 0,4	± 0,5	± 0,7	± 0,8	± 0,9	± 1	± 1,1
> 3,15 ≤ 6,3	± 0,5	± 0,7	± 0,8	± 0,9	± 1,1	± 1,2	± 1,3	± 1,3
> 6,3 ≤ 10	–	± 1	± 1,1	± 1,3	± 1,4	± 1,5	± 1,6	± 1,7
> 10 ≤ 50	–	± 1,8	± 1,8	± 1,8	± 1,9	± 2,3	± 3	± 4,2
> 50 ≤ 100	–	–	± 2,5	± 2,5	± 2,6	± 3	± 3,7	± 4,9
> 100 ≤ 150	–	–	± 3,2	± 3,3	± 3,4	± 3,7	± 4,4	± 5,7
> 150 ≤ 200	–	–	± 4	± 4	± 4,1	± 4,5	± 5,2	± 6,4
> 200 ≤ 250	–	–	–	–	–	± 5,2	± 5,9	± 7,2
> 250 ≤ 300	–	–	–	–	–	± 6	± 6,7	± 7,9

Taulukoissa 12 ja 13 esitetyt mitat on ilmoitettu millimetreinä. Nimellimitat esittävät kuvassa kappaleen pituutta. Kuvassa 21 kuvataan esimerkki siitä, miten leikkauksen toleranssit voidaan ilmoittaa EN 1090 tilauksissa. Tarkkuusaste viittaa kuvassa taulukoihin 12 ja 13.



**Selite**

- 1 Viittaus tähän standardiin
- 2 Kohtisuoruus tai kaltevuustoleranssi, *u*, kohdan 7.2.2 mukaan
- 3 Profiilisyvyyden keskiarvo, *Rz5* kohdan 7.2.3 mukaan
- 4 Tarkkuusasteen tunnus kohdan 8 mukaan

KUVA 9. Esimerkki EN 9013 viittauksesta. (SFS EN ISO 9013. 2003, 40).

Jos valmistaja ei ole aivan varma siitä, kuinka paljon kappaleisiin pitää jättää koneistuva-voja, voi hän turvautua EN 9013 mukaisiin arvoihin. Toisaalta valmistajan pitää olla varma siitä, että työn tilaaja ei ole ilmoittanut konevaroista. Ellei työn tilaaja ole antanut selkeää ohjeistusta konevarojen suhteen kuvissa tai sähköpostitse, voi valmistaja valita konevarat taulukon 14 mukaan.

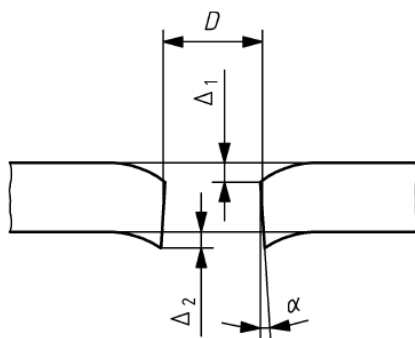
TAULUKKO 14. Konevarat. (SFS EN ISO 9013. 2003, 38).

Mitat mm	
Leikkaussyvyys $a$	Jokaisen leikkauksen pinnan koneistusvara, $B_z$
$\geq 2 \leq 20$	2
$> 20 \leq 50$	3
$> 50 \leq 80$	5
$> 80$	7

## 4.2 Reikien teko

Reiät voidaan tehdä muun muassa leikkaamalla, lävistämällä tai poraamalla. Jotta kyseisiä menetelmiä voidaan käyttää, täytyy standardin EN 1090-2 kohdan 6.4 mukaiset vaatimukset täytyä. Näihin standardeihin tutustuttiin tämän opinnäytetyön alaluvussa 4.1. Lisäksi täytyy varmistaa, että kaikki reiät toimivat keskenään siten, että kiinnittimet voidaan asettaa vapaasti liitettävien osien läpi. Jos tilaaja ei ole erikseen esittänyt mitään määräyksiä reikien tekoon, täytyy valmistajan ottaa huomioon EN 1090-2 standardin kohdan 6.6.2 määräykset. Määräyksissä kerrotaan, että reiän halkaisijan täytyy noudattaa kuvan 23 ehtoja, jossa toleranssi on  $\pm 0,5$  mm, kun reiän halkaisijana käytetään reiän päiden keskiarvoa. (EN 1090-2. 2012, 37). Apuna tässäkin tapauksessa voi käyttää liitettä 1 sekä liitettä 2 toleranssien suhteen. HUOM! Tämä koskee vain plasmaleikattuja kappaleita sekä lävistämällä tehtyjä kappaleita. Taas kerran voi todeta sen, että jokaisessa tilauksessa noudatetaan työntilajan antamia arvoja sekä valmistustoleransseja.





$$D = \frac{(d_{\max} + d_{\min})}{2}$$

$$\max(\Delta_1 \text{ tai } \Delta_2) \leq |A1| > D/10 < A1|$$

$$\alpha \leq 4^\circ \text{ (ts. 7 \%)}$$

KUVA 10. Reikien sallitut painaumat. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 38).

Reiät kuuluvat alkutestaukseen, laadunvalvonnan testauksiin sekä määräaikaistarkastuksiin. Valmistajalla on vastuu hoitaa yritykseen asianmukaiset mittausvälineet sekä toteuttaa mittaukset standardin mukaisella tavalla. Määräaikaiset tarkastukset täytyy tehdä alla olevan listauksen mukaisella tavalla:

- testissä tulee olla kahdeksan koekappaletta, jotka kattavat mahdollisimman laajasti valmistusprosessin materiaalit, materiaalien lujuudet sekä reikien koot
- reiät tulee tarkastaa rajatulvilla, jossa mittausperusteita on kaksi: mahtuu ja ei mahdu
- reikien tulee täyttää standardin EN 1090-2 kohdan 6.6.2 määräykset sekä standardin kuvan yksi määräykset. (SFS EN 1090-2. 2012, 37).

Jos testattava menetelmä ei täytä standardin mukaisia vaatimuksia, täytyy tällöin kyseistä tuotetta käsitellä tuotteena, joka ei ole vaatimusten mukainen. Ainoa vaihtoehto saada tuote täyttämään standardin vaatimukset, on korjata virheellinen prosessi standardin vaatimalle tasolle.

### 4.3 Kylmämuovaus

Kylmämuovaukseksi voidaan luokitella muun muassa rullamuovaus, taivutus sekä särmäys. Valmistusprosessissa on tärkeää huomioida, että vasaraa ei missään tilanteessa saa käyttää, koska se voi aiheuttaa teräksen pintaan murtumia. Jos valmistajan täytyy taivuttaa teräksiä, jonka lujuus on suurempi kuin S355, suoritetaan teräkselle jännityksen poistoherkutus, jonka täytyy täyttää seuraavat ehdot:

- lämpötila-alue 530 °C – 580 °C
- pitoaika vähintään 30 minuuttia, mutta nyrkkisääntönä 2 minuuttia ainepaksuuden millimetriä kohden
- jos teräslajeille S420 – S700 täytyy tehdä pidempi hehkutus tai jännityksen poistoherkutus korkeammassa lämpötilassa, on tästä sovittava erikseen työn tilaajan sekä valmistajan kanssa. (SFS EN 1090-2. 2012, 35).

Liitteessä 2 on esitetty toleranssien raja-arvot kylmämuovaukselle. Näitä arvoja voidaan käyttää, jos rakennuskohteen tilaaja ei ole määrittänyt valmistajalle muita arvoja. Liitteessä otetaan muun muassa kantaa siihen, millaiset taivutussäteet tai tasomaisuudet särmäytyissä profiileissa täytyisi olla. Loput määräykset on esitetty kuvassa 24. Kuvasta huomataan, että teräksen muovaamiseen otetaan enemmän kantaa ruostumattomien terästen sekä putkien suhteen.

b) Ruostumattomille teräksille sisäpuolisen taivutussäteen vähimmäisarvojen tulee olla, ellei toisin esitetä:

- 1) 2 t austeniittisille teräslajeille 1.4301, 1.4401, 1.4404, 1.4541 ja 1.4571
- 2) 2,5 t austeniittis-ferrittiselle teräslajille 1.4462,

jossa t on ainepaksuus.

c) Muille ruostumattomille teräslajeille tulee ilmoittaa sisäpuolisen taivutussäteen vähimmäisarvot.

Pienempien taivutussäteiden käyttö voidaan sallia, jos teräseritelmä, toimitustila, ainepaksuus ja taivutussuunta valssaussuuntaan nähden ja muut vastaavat tekijät otetaan asianmukaisesti huomioon.

Takaisinjoustopuolien vaikutusten eliminoimiseksi ruostumattomia teräksiä tulee taivuttaa yli hieman enemmän kuin seostamattomia teräksiä.

HUOM. Ruostumattomien terästen taivuttaminen vaatii muokkauksittomien vuoksi enemmän voimaa (noin 50 % enemmän austeniittisille teräksille ja jopa vielä enemmän austeniittis-ferrittiselle teräslajille 1.4462) kuin geometrialtaan vastaavien seostamattomien terästuotteiden taivuttaminen.

d) Kylmämuovattuja muotolevyjä ja muotosauvoja voidaan muovata kulmaan taivuttamalla, kevyesti kaarevaksi tekemällä tai poimuttamalla käytettävästä materiaalista riippuen.

Rakenteellisissa kokoonpanoissa käytettävien kylmämuovattujen muotolevyjen ja muotosauvojen kylmämuovaamisen tulee tapahtua seuraavia ehtoja noudattaen:

- 1) pinnoitteen pinta ja poikkileikkauksen mittatarkkuus eivät saa heikentyä
- 2) toteutuseritelmässä tulee esittää tarvitseeko muovattavat tuotteet varustaa suojakalvolla ennen muovausta.

HUOM. 1 Jotkut pinnoitteet ja pinnat ovat erityisen herkkiä hankausvaurioille sekä muovaamisen että asennuksen aikana. Ks. lisätietoja standardeista EN 508-1 ja EN 508-3.

Rakenneputkikokoonpanoja voidaan taivuttaa kylmämuovaamalla edellyttäen, että taivutettujen tuotteiden kovuus ja geometria tarkastetaan.

HUOM. 2 Kylmämuovaamalla tapahtuva taivutus voi muuttaa profiilin ominaisuuksia (esim. kovuus, soikeus ja seinämän oheneminen) ja lisätä kovuutta.

e) Taivutettaessa pyöreitä putkia kylmämuovaamalla tulee noudattaa seuraavia vaatimuksia, ellei toisin esitetä:

- 1) putken ulkohalkaisijan ja seinämäpaksuuden suhde ei saa ylittää arvoa 15
- 2) taivutussäde (putken keskilinjalla) ei saa alittaa suurempaa arvoista 1,5 d ja  $d + 100$  mm, jossa d on putken ulkohalkaisija
- 3) [A1] poikkileikkauksen pitkästä hitsausliitos <A1] tulee sijoittaa lähelle neutraaliakselia hitsin taivutusjännitysten pienentämiseksi.

KUVA 11. Kylmämuovaamisen määräykset. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 35).

## 5 TESTAUKSET SFS EN 1090 MUKAAN

### 5.1 Alkutestaus

Alkutestauksella tarkoitetaan eri testejä tai menettelyjä eri tuotteille, joiden avulla osoitetaan, että tuote toimii sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. Tarkoituksena on myös osoittaa, että valmistaja pystyy tuottamaan tämän standardin mukaisia tuotteita asiakkailleen. Arviointimenetelmät voidaan jakaa kahteen eri ryhmään, joita ovat laskennallinen testaus (ITC) sekä alkutestaus (ITT). Laskennallinen alkutestaus kuuluu sellaisille valmistajille, jotka ovat keskittyneet vain suunnitteluun, kun taas alkutestaus (ITT) puolestaan kuuluu sellaisille valmistajille, jotka työstävät materiaalia. Jos valmistaja tekee suunnittelua sekä työstää eri materiaaleja sekä kappaleita, joutuu yritys tällöin suorittamaan molemmat testaukset. Tällä tavoin yritys pystyy osoittamaan suorituskykynsä sekä suunnittelun että valmistuksen osalta.

Alkutestaus sekä laskennallinen testaus suoritetaan alla listatuissa tilanteissa:

- yritys ottaa käyttöön uusia tuotteita tai materiaaleja
- yritys ottaa käyttöön uuden tuotantomenetelmän tai muokkaa vanhaa tuotantomenetelmää
- yritys siirtyy tuottamaan korkeamman toteutusluokan tuotteita markkinoille

Alkutestausta voidaan vähentää, jos kyseisille tuotteille on jo tehty alkutestaus tai alkuarviointi. Jos valmistaja on osoittanut, että toiminnallisiin ominaisuuksiin ei ole vaikutettu mitenkään verrattuna aikaisempiin tuotteisiin. Standardin EN 1090-2 mukaan alkutestausta voidaan vielä vähentää ”jos käytetään kokoonpanoja, joiden ominaisuudet kokoonpanon valmistaja on jo määrittänyt osoittamalla vaatimustenmukaisuuden joidenkin muiden tuotestandardien perusteella (esim. valmistus käyttäen tuotteita, joiden on ilmoitettu olevan eurooppalaisen teknisen eritelmän mukaisia), näitä ominaisuuksia ei tarvitse arvioida uudelleen edellyttäen, että valmistusprosessissa käytetyt tuotteet ja kokoonpanot säilyttävät ilmoitetut ominaisuutensa. Soveltuvan yhdenmukaistetun eurooppalaisen eritelmän mukaisesti CE-merkittyjen tuotteiden ja kokoonpanojen voidaan olettaa omaavan CE-merkinnässä esitetyt ominaisuudet.” (SFS EN 1090-2 +A1. 2012, 26.)

Avemetilla alkutestaus suoritetaan plasmakoneille, laserkoneelle sekä polttokoneille. Jokaiselle koneelle tehdään tuoteperheittäin koekappaleet, jonka jälkeen kappaleista mitataan pinnankarheus, kovuus sekä kohtisuoruus ja kaltevuus. Kuvassa 25 on esitetty Avemetin alkutestauspöytäkirjan ohjeistus siitä, että kuinka monta kertaa kovuus tai u eli kohtisuoruus tai kaltevuus täytyy mitata kappaleista. Koekappaleet ovat liitteen 5 mukaiset.

**Määräaikaistarkastus terminen leikkaus**  
**Terminen leikkaus (4 näytettä), SFS 9013**  
 Käytettävistä tuotteita tulee varmistaa neljä näytettä, jotka leikataan käytettävällä prosessilla. Suora leikkaus tulee mitata vähintään 200mm pituudelta.

- 1.) **Suora leikkaus ohuin raaka-aine** (pinnankarheus, kovuus,kohtisuoruus/kaltevuus)
- 2.) **Suora leikkaus paksuin raaka-aine** (pinnankarheus, kovuus,kohtisuoruus/kaltevuus)
- 3.) **Terävä kulma edustava paksuudesta** (Tarkastus)
- 4.) **Kaari edustavasta paksuudesta** (Tarkastus)

Terävä kulma/kaari kpl voi olla samassa kappaleessa

**Mittauspisteiden lukumäärä**  
 Ellei vaatimuksia ole esitetty u Kaksi kertaa kolme mittausta 20 mm välein leikattua metriä kohden. Rajattu alue, ylä- ja alareunasta vähennetään mahdollisen reunan sulamisen vuoksi taulukon 1 mukaiset määrät - Rz5 kerran yksi mittaus leikattua metriä kohden, sijainti 2/3 yläreunasta. Menetelmä leikkasuunnassa 15 mm etäisyydeltä.  
 Kovuus n.4 krt per pinta

Huom! Valmistaja voi määrittää mittauspisteden lukumäärän ja niiden paikan

KUVA 12. Määräaikaistarkastus termiselle leikkaukselle. (Avemet Oy. 2014).

Koekappaleita arvioidaan liitteen 6 mukaisten kohtien perusteella. Liitteessä 6 oleva ohje on yleinen, joten valmistajan tarvitsee toteuttaa alkutestaus vain niiden menetelmien osalta, jotka yrityksellä on käytössä. Mikäli yrityksellä ei ole käytössä hitsausmenetelmää, ei kyseistä menetelmää tarvitse testata tai arvioida. Avemetilla pöytäkirja ja raporttipohja on mukautettu yrityksen tarpeiden mukaisesti.

Jos kappaleet suoriutuvat standardin vaatimista raja-arvoista, voidaan tällöin täyttää Avemetin tietokannasta löytyvä raporttipohja, jonka jälkeen raportti arkistoidaan. Kokeen suoritukseen on tehty myös ohjeistus sekä pöytäkirjat, jotka löytyvät Avemetin tietokannasta. Kun raportti on laadittu, tämän jälkeen luodaan tuoteperheittäin eri tuotteille CE -merkki sekä suoritusasoilmoitus.

## 5.2 Laadunvalvonta

Valmistajalla on vastuu varmistaa, että heidän tehtaansa pystyy tuottamaan standardin mukaisia tuotteita jatkuvasti markkinoille. Valmistajan tuotannon sisäinen laadunvalvontajärjestelmä (FPC, Factory Production Control) varmistaa, että tuotteet ovat jatkuvasti vaatimusten mukaisia. FPC-järjestelmän tulee sisältää muun muassa kirjallisia menettelytapoja, tarkastuksia sekä testauksia tai arviointeja. Lisäksi FPC -manuaalissa tulee olla lueteltuna tulosten tarkistustavat, joiden perusteella valvotaan kokoonpanossa käytettäviä tuotteita, välineitä, tuotantoprosesseja ja valmiiksi asennettua tai valmistettua kokoonpanoa. (SFS EN 1090-1 +A1. 2012, 30).

Standardin EN ISO 9001 vaatimukset tulee täytyä yrityksen FPC -järjestelmässä, ottaen huomioon EN 1090 standardin sekä EN 1090 liitteen B mukaiset vaatimukset. Tiivistetyksi sanottuna laatuajärjestelmän ei siis tarvitse kuitenkaan olla aivan standardin SFS-EN 9001 mukainen täyttääkseen SFS-EN 1090- standardin vaatimuksia.

Avemetilla tehdään FPC -manuaalin mukaisesti vuosittain tuoteperheittäin sekä työstökoneittain laadunvalvontaa. Yritys käyttää liitteen 5 mukaisia koekappaleita, arvioidakseen tuotteidensa laatua. Avemetilla on käytössä pinnankarheusmittari, kovuusmittari sekä erilaisia mittavälineitä, joilla yritys voi suorittaa alkutestaukset sekä laadunvalvonnan standardin mukaisesti. Pinnankarheusmittauksessa täytyy noudattaa EN 1090-2, EN 9013 standardia sekä EN ISO 4288 standardia. Helpottaakseen kokeen tekoa, Avemet on luonut ohjeet kokeen menettelylle. Edellisen luvun kokeen suoritusmenettely on aivan samanlainen kuin laadunvalvonnassa, ainoa eroavaisuus on raporttipohjassa, joka esitetään liitteessä 7.

## 6 POHDINTA

Rakennustuoteasetus on aiheuttanut monille eri alan toimijoille haasteita. Suomessa teollisuus ja eri konepajat ovat suurilta osin järjestäytyneitä, mutta vaikeasti tulkittavissa olevat, lakitekstimäiset säädökset sekä standardia koskeva tietämättömyys ovat aiheuttaneet vaikeuksia lukuisille toimijoille alalla. Valmistusprosessien eri määräykset ovat olleet yksi eniten vaikeuksia aiheuttaneista tekijöistä. Tähän liittyy esimerkiksi epätietoisuus siitä, mitä materiaaleja saa käyttää EN 1090 -töissä tai mitä menetelmää tulee käyttää eri prosesseissa. Työssä on pyritty selventämään niitä asioita, jotka ovat aiheuttaneet epäselvyyttä standardiin liittyen. Työn tuloksena onnistuttiin luomaan kattava ja selkeä manuaali, jossa on käyty läpi kaikki epäselvyydet liittyen EN 1090 -standardiin. Henkilökohdaisesti näen EN 1090 standardin erittäin hyödyllisenä, koska se avaa uusia markkinoita yrityksille ja mahdollistaa entistä paremman asiakaslähtöisen toimintatavan. Hyvänä puolena standardissa on myös se, että standardin määrittämien jatkuvien laadunvalvontojen perusteella yritykset valvovat heidän tuotantonsa laatua ja seuraavat sitä systemaattisesti. Yksi standardin keskeinen etu on mielestäni se, että yritys on motivoitunut käyttämään luomaansa FPC -manuaalia, jossa käsitellään yrityksen toiminnan jokainen osa-alue. Manuaalissa on luotuna jokaiselle toimihenkilölle tarkat ohjeet siihen, miten toimitaan eri tilanteissa, jolloin välttyään epäselvyyksiltä. Tämä on myös yrityksen asiakkaiden ja muiden yhteistyökumppaneiden etu.

CE -merkinnän ohjeistus oli haastava prosessi. Osittain tähän oli syynä se, että kyseinen SFS EN 1090 standardi on vasta niin uusi, että tarkkoja toimenpiteitä ei ole luotu jokaiselle sektorille selkeästi. Lisähaastetta työn laatimiseen toi lähteiden ja materiaalin laki-kielimäinen teksti, joka vaati syvällistä perehtymistä. Lisäksi standardista on kirjoitettu tietoja lukuisiin eri lähteisiin, joiden yhdisteleminen selkeällä ja kattavalla tavalla osoittautui haastavaksi. Tämän prosessin pohjalta syntynyt manuaali ja opinnäytetyö ovat kuitenkin kaikilta osin onnistuneita ja vastaavat juuri siihen tarpeeseen, joka case-yrityksellä oli tätä työtä kohtaan. Olen saanut opinnäytetyöhöni hyvää tukea ja asiantuntevaa apua Kettusen Mikolta (CERIFFI Oy) sekä Rissasen Anssilta (DEKRA OY). He ovat auttaneet minua niissä asioissa, jotka ovat olleet epäselviä.

Opinnäytetyö prosessina toi minulle lisätietämystä haastavasta aiheesta, koska jouduin pureutumaan aiheeseen vielä syvällisemmin, mitä koskaan aikaisemmin. Aiheeseen liittyen pääsin myös pitämään erilaisia koulutuksia Avemetin henkilökunnalle. Uskon, että tästä on minulle hyötyä jatkossa todella paljon ja koen, että olen tämän osa-alueen asiantuntija. Nykypäivänä eri standardien ja määräysten kasvu vain lisääntyy, joten seuraavan standardin tutkiminen on jatkossa varmasti helpompaa.

Opinnäytetyöni on tiivistelmä SFS EN 1090 standardeista, rajattuna ottamaan huomion vain ne asiat, jotka ovat oleellisia Avemetin tuotanto-, tarjous-, lähetys- tai tilausprosessin näkökulmasta. Työssä paneuduttiin myös siihen, miksi kyseinen CE -merkintä on astunut voimaan tai miten eri toteutusluokat vaikuttavat tuotantoon sekä minkä perusteella toteutusluokat valitaan. Tämä antaa myös Avemetin henkilökunnalle paljon laajemman näkökulman aiheeseen, jonka avulla he voivat myös auttaa asiakkaitaan. Opinnäytetyön ansiosta henkilökunnan on helppo käydä katsomassa muiden laatimieni ohjeiden lisäksi, millaisia toleransseja esimerkiksi EXC3:ssa vaaditaan, joten olen erittäin tyytyväinen lopputulokseen. Olen huomannut, että pelkkä standardin tutkiminen ilman minkäänlaista syventymistä, on lähes mahdotonta.

Uskon, että lähitulevaisuudessa Avemet hankkii CE -merkintäoikeuden myös hitsattaville rakenteille, jolloin FPC -manuaalia on muutettava. Tällä hetkellä käytössä oleva FPC -manuaali esitetään liitteessä 8. Lisäksi erilaiset testaukset sekä hitsauskoordinaattoreiden palkkaukset tulevat tällöin kyseeseen. Avemetilla on kuitenkin kyseinen prosessi hyvin hallussa, joten standardin päivittäminen ei ole mielestäni kovinkaan suuri projekti. Minusta tuntuu, että tätä ohjekirjaa muiden ohjeiden ohella tullaan varmasti muokkaamaan tulevaisuudessa erilaisten koneinvestointien myötä. Tämä asettaa näin ollen myös mielenkiintoisten jatkotutkimus- ja perehtymisaiheen tulevaisuudelle.



## LÄHTEET

CE-merkintä ja EN 1090-1:n soveltaminen. Tukes. 21.5.2014. Luettu 22.12.2016

<http://www.tukes.fi/tiedostot/rakennustuotteet/ohjeet/en-1090-1.pdf>

Teräsrakenteiden CE -merkintä. Inspecta Oy. Luettu 22.12.2016

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

Rakennusalan standardointi selvitys. Ympäristöministeriö ja Rakennusteollisuus. 2011. Luettu 22.12.2016

<http://www.sfs.fi/files/308/RakennusalanStandardiNETTI.pdf>

CE -merkintä. Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. Luettu 23.12.2016

[http://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi/ce-merkinta](http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-merkinta)

Suomen standardisoimisliitto SFS. SFS EN 1090-1 + A1. 16.4.2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus osa 1. Luettu 9.1.2017.

<https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>

Kettunen, M. Toimitusjohtaja. Ceriffi Oy. Haastattelu 2014. Haastattelija Tuomainen, R. Tampere.

Euroopan unionin virallinen lehti. Rakennustuoteasetus. 4.4.2011. Luettu 12.1.2017.

[www.ym.fi/download/noname/%7B463E943A-8CFE-4901-B702.../31337](http://www.ym.fi/download/noname/%7B463E943A-8CFE-4901-B702.../31337)

Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS-EN 1090-2 + A1. 3.5.2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus osa 2. Luettu 11.1.2017.

<https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>

Suomen standardisoimisliitto SFS. SFS EN 1990 + A1 + AC. 26.6.2006. Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet. Luettu 12.1.2017

<https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>

Mikko Kettunen. Ceriffi Oy. Suomalainen tulkinta rakenteellisten teräs- ja alumiinikoonpanojen harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1090-1+A1:2012 soveltamisalasta. 12.8.2014. Luettu 11.1.2017

<http://www.ceriffi.fi/blogi/uusia-tulkintoja-sfs-en-1090-1-soveltamisalasta>

LASER 355MC. SSAB. Luettu 11.1.2017

<http://www.ssab.fi/tuotteet/brandit/ssab-laser-plus/products/ssab-laser-355mc-plus>

Teräsrakenneyhdistys. SFS EN 1090-1 sekä SFS EN 1090-2 kysymykset. 6.2015. Luettu 30.1.2017

[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/207/1aef673/FAQ\\_EN\\_1090\\_julkaisu\\_6\\_rev.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/207/1aef673/FAQ_EN_1090_julkaisu_6_rev.pdf)

Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS-EN ISO 12944-4. Maalit ja lakat.

Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 4. 30.11.1998. Luettu 14.1.2017.

<https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>

Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS-EN ISO 9013. Terminen leikkaus. Termisesti leikattujen pintojen luokittelu. 31.3.2003. Luettu 16.1.2017.

<https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>

## LIITTEET

### Liite 1. Toteutusluokan määräykset

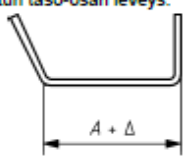
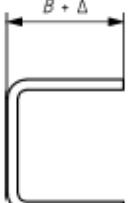
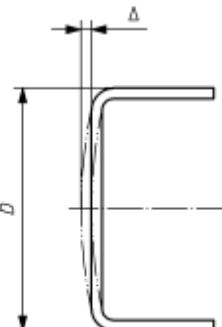
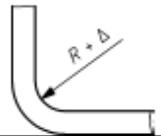
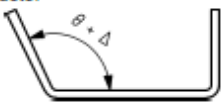
Kohta	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
<b>4 Eritelmät ja asiakirjat</b>				
<b>4.2 Toteuttajan asiakirjat</b>				
4.2.1 Laatuasiakirjat	Nr (Ei vaatimuksia)	Kyllä	Kyllä	Kyllä
<b>5 Käytettävät tuotteet</b>				
<b>5.2 Tunnistaminen, aineodistukset ja jäljitettävyys</b>				
Aineodistukset	Ks. taulukko 1	Ks. taulukko 1	Ks. taulukko 1	Ks. taulukko 1
Jäljitettävyys	Nr (Ei vaatimuksia)	Kyllä (osittainen)	Kyllä (täydellinen)	Kyllä (täydellinen)
Merkintä	Nr	Kyllä	Kyllä	Kyllä
<b>5.3 Rakenneterästuotteet</b>				
5.3.2 Paksuustoleranssit	Luokka A	Luokka A	Luokka A	Luokka B
5.3.3 Pinnan laadut	Levyt – Luokka A2 Pitkät tuotteet – Luokka C1	Levyt – Luokka A2 Pitkät tuotteet – Luokka C1	Tiukempia vaatimuksia, jos erikseen vaaditaan	Tiukempia vaatimuksia, jos erikseen vaaditaan
5.3.4 Erityisominaisuudet	Nr	Nr	Laatuluokka S1 sisäisille epäjatkuvuuksille hitsatuissa ristiliitoksissa	Laatuluokka S1 sisäisille epäjatkuvuuksille hitsatuissa ristiliitoksissa
<b>6 Esivalmistus ja kokoaminen</b>				
6.2 Tunnistaminen	Nr	Nr	Valmiit kokonpanot/ Aineodistukset	Valmiit kokonpanot/ Aineodistukset
<b>6.4 Leikkaus</b>				
6.4.3 Polttoleikkaus	Ei merkittäviä epätasaisuuksia  Kovuus taulukon 10 mukaisesti, jos vaaditaan	EN ISO 9013 u = alue 4 Rz5 = alue 4  Kovuus taulukon 10 mukaisesti, jos vaaditaan	EN ISO 9013 u = alue 4 Rz5 = alue 4  Kovuus taulukon 10 mukaisesti, jos vaaditaan	EN ISO 9013 u = alue 3 Rz5 = alue 3  Kovuus taulukon 10 mukaisesti, jos vaaditaan
<b>6.5 Muotoilu</b>				
6.5.3 Kuumalla oikaisu	Nr	Nr	Kehitettävä soveltuva menettelytapa	Kehitettävä soveltuva menettelytapa
<b>6.6 Rei'itys</b>				
6.6.3 Reikien tekeminen	Lävistäminen	Lävistäminen	Lävistäminen + avartaminen	Lävistäminen + avartaminen
6.7 Aukot	Nr	Pienin pyörityssäde 5 mm	Pienin pyörityssäde 5 mm	Pienin pyörityssäde 10 mm Lävistäminen ei ole sallittua
6.9 Kokoaminen	Sovittaminen: Reikien pidentäminen Toiminnallinen toleranssi Luokka 1	Sovittaminen: Reikien pidentäminen Toiminnallinen toleranssi Luokka 1	Sovittaminen: Reikien pidentäminen Toiminnallinen toleranssi Luokka 2	Sovittaminen: Reikien pidentäminen Toiminnallinen toleranssi Luokka 2
<b>7 Hitsaus</b>				
7.1 Yleistä	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	EN ISO 3834-2

7.4 Hitsausmenetelmien ja hitsaushenkilöstön hyväksyminen				
7.4.1 Hitsausmenetelmien hyväksyminen	Nr	Ks. taulukko 12 ja taulukko 13	Ks. taulukko 12 ja taulukko 13	Ks. taulukko 12 ja taulukko 13
7.4.2 Hitsaajat ja hitsausoperaattorit	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418	Hitsaajat: EN 287-1 Operaattorit: EN 1418
7.4.3 Hitsauksen koordinointi	Nr	Tekninen tietämys taulukoiden 14 tai 15 mukainen	Tekninen tietämys taulukoiden 14 tai 15 mukainen	Tekninen tietämys taulukoiden 14 tai 15 mukainen
7.5.1 Railot	Nr	Nr	Konepajapohjamaalia ei sallita	Konepajapohjamaalia ei sallita
7.5.6 Tilapäiset kiinnitykset	Nr	Nr	Käyttö on esitettävä Leikkaaminen ja lastuaminen eivät ole sallittuja	Käyttö on esitettävä Leikkaaminen ja lastuaminen eivät ole sallittuja
7.5.7 Siltahitsit	Nr	Hyväksytty hitsausmenetelmä	Hyväksytty hitsausmenetelmä	Hyväksytty hitsausmenetelmä
7.5.9 Päittäishitsit 7.5.9.1 Yleistä 7.5.9.2 Yhdeltä puolelta hitsatut hitsit	Nr	Aloitus- ja lopetuspalat, jos vaaditaan	Aloitus- ja lopetuspalat Pysyvä jatkuva juurituki	Aloitus- ja lopetuspalat Pysyvä jatkuva juurituki
7.5.17 Hitsaustyön suoritus			Roiskeiden poisto	Roiskeiden poisto
7.6 Hyväksymiskriteerit	EN ISO 5817 Hitsiluokka D [A1] > poistettu teksti <A1]	EN ISO 5817 Yleensä hitsiluokka C	EN ISO 5817 Hitsiluokka B	EN ISO 5817 Hitsiluokka B+
9 Asentaminen				
9.6 Asentaminen ja työskentely työmaalla				
9.6.3 Käsittely ja varastointi työmaalla	Nr	Dokumentoitu korjausmenetelmä	Dokumentoitu korjausmenetelmä	Dokumentoitu korjausmenetelmä
9.6.5.3 Sovitus ja linjaus	Nr	Nr	Kohdan 7 vaatimukset koskevat täytelevyjen hitsaamalla tapahtuvaa varmistamista	Kohdan 7 vaatimukset koskevat täytelevyjen hitsaamalla tapahtuvaa varmistamista

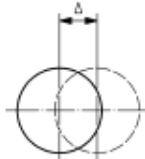
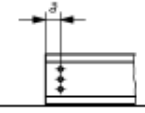
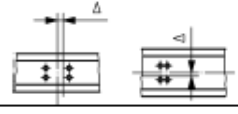
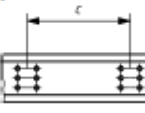
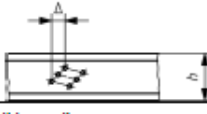
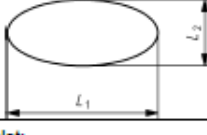
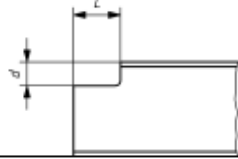
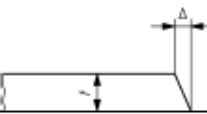
<b>12 Tarkastus, testaus ja korjaaminen</b>				
<b>12.4.2 Tarkastus hitsauksen jälkeen</b>				
<b>12.4.2.2</b> Tarkastuslaajuus	Silmämääräinen tarkastus	NDT: Ks. taulukko 24	NDT: Ks. taulukko 24	NDT: Ks. taulukko 24
<b>12.4.2.5</b> Hitsien korjaus	Ei vaadita hyväksyttyä hitsausohjetta	Hyväksytyn hitsausohjeen mukaisesti	Hyväksytyn hitsausohjeen mukaisesti	Hyväksytyn hitsausohjeen mukaisesti
<b>12.4.4</b> Hitsauksen työkokeet	Nr	Nr	Erikseen vaadittaessa	Erikseen vaadittaessa
<b>12.5.2</b> Esijännitettyjen ruuviliitosten tarkastaminen ja testaaminen	Nr	seuraavasti	seuraavasti	seuraavasti
<b>12.5.2.2</b> Ennen kiristämistä		Kiristysmenetelmän tarkastaminen	Kiristysmenetelmän tarkastaminen	Kiristysmenetelmän tarkastaminen
<b>12.5.2.3</b> Kiristyksen aikana ja kiristyksen jälkeen		Kiristyksen 2. vaihe Peräkkäisnäytetyyppi A	Kiristyksen 1. vaihe Kiristyksen 2. vaihe Peräkkäisnäytetyyppi A	[A1] Kiristyksen 1. vaihe <A1] Kiristyksen 2. vaihe Peräkkäisnäytetyyppi B
<b>12.5.2.4</b> Vääntömomenttiin perustuva menetelmä		Kokoonpanoerien sijainti 2. kiristysvaihe	Kokoonpanoerien sijainti Kiristysmenetelmän tarkastaminen (jokainen ruuvierä) 2. kiristysvaihe	Kokoonpanoerien sijainti Kiristysmenetelmän tarkastaminen (jokainen ruuvierä) 2. kiristysvaihe
<b>12.5.2.5</b> Yhdistetty menetelmä		Merkinnän tarkastaminen 2. kiristysvaihe	1. kiristysvaihe Merkinnän tarkastaminen 2. kiristysvaihe	1. kiristysvaihe Merkinnän tarkastaminen 2. kiristysvaihe
<b>12.5.3.1</b> Kuumaniittien tarkastus, testaus ja korjaus	Nr	Sointikoe Peräkkäisnäytetyyppi A	Sointikoe Peräkkäisnäytetyyppi A	Sointikoe Peräkkäisnäytetyyppi B
<b>12.7.3.1</b> Liitosnurkkien geometrisen sijainnin tarkastus	Nr	Nr	Tallenne tarkastuksesta	Tallenne tarkastuksesta

Vaatimukset toleranssiluokille. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012. 98-101).

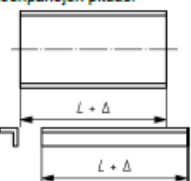


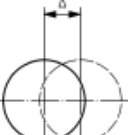
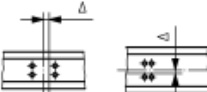
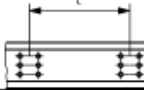
## Liite 2. Toteutusluokkien, luokkaerot

Nro	Poikkeaman tyyppi	Mittauskohde	Sallittu poikkeama $\Delta$	
			Luokka 1	Luokka 2
1	Tuetun taso-osan leveys: 	Taivutusten välinen leveys $A$ : $t < 3$ mm: Pituus $< 7$ m Pituus $\geq 7$ m $ A1  \geq 3$ mm: $< A1$ Pituus $< 7$ m Pituus $\geq 7$ m	$\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = -3$ mm / +5 mm $\Delta = \pm 5$ mm $\Delta = -5$ mm / +9 mm	$\Delta = \pm 2$ mm $\Delta = -2$ mm / +4 mm $\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = -3$ mm / +6 mm
2	Vapaareunaisen taso-osan leveys: 	Taivutuksen ja vapaan reunan välinen leveys $B$ : - Valssattu reuna: $t < 3$ mm $ A1  \geq 3$ mm $< A1$ - Leikattu reuna: $t < 3$ mm $ A1  \geq 3$ mm $< A1$	$\Delta = -3$ mm / +6 mm $\Delta = -5$ mm / +7 mm $\Delta = -2$ mm / +5 mm $\Delta = -3$ mm / +6 mm	$\Delta = -2$ mm / +4 mm $\Delta = -3$ mm / +5 mm $\Delta = -1$ mm / +3 mm $\Delta = -2$ mm / +4 mm
3	Tasomaisuus: 	Kuperuus tai koveruus	$\Delta = \pm D / 50$	$\Delta = \pm D / 100$
4	Taivutussäde: 	Sisäpuolinen taivutussäde $R$	$\Delta = \pm 2$ mm	$\Delta = \pm 1$ mm
5	Muoto: 	Viereisten taso-osien välinen kulma $\theta$	$\Delta = \pm 3^\circ$	$\Delta = \pm 2^\circ$

## D.2.8 Toiminnalliset valmistustoleranssit– Kiinnittimien reiät, kolot ja leikatut reunat

Nro	Poikkeaman tyyppi	Mittauskohde	Sallittu poikkeama $\Delta$	
			Luokka 1	Luokka 2
1	Kiinnittimien reikien sijainti: 	Yksittäisen reiän keskilinjan poikkeama $\Delta$ tarkoitetusta sijainnista reikäryhmän sisällä:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
2	Kiinnittimien reikien sijainti: 	Yksittäisen reiän ja katkaistun pään välisen etäisyyden poikkeama $\Delta$ :	$-\Delta = 0$ $+\Delta \leq 3 \text{ mm}$	$-\Delta = 0$ $+\Delta \leq 2 \text{ mm}$
3	Reikäryhmän sijainti: 	Reikäryhmän poikkeama $\Delta$ tarkoitetusta sijainnistaan:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
4	Reikäryhmien välimatka: 	Reikäryhmien keskiöiden välimatkan $c$ poikkeama $\Delta$ : – yleinen tapaus – kun yksittäinen kappale kiinnitetään kahdella kiinnittinryhmällä:	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
5	Ruuviryhmän kiertymä: 	Kiertymä $\Delta$ : – jos $h \leq 1\,000 \text{ mm}$ – jos $h > 1\,000 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
6	Reikien soikeus: 	$\Delta = L_1 - L_2$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
7	Kolot: 	Kolon syvyyden ja pituuden poikkeama $\Delta$ : – syvyys $d$ – pituus $L$	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 3 \text{ mm}$ $-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 3 \text{ mm}$	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 2 \text{ mm}$ $-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 2 \text{ mm}$
8	Leikattujen reunojen suorakulmaisuus: 	Leikatun reunan poikkeama $\Delta$ 90°:een kulmasta	$\Delta = \pm 0,1 t$	$\Delta = \pm 0,05 t$

## D.2.12 Toiminnalliset valmistustoleranssit – Tornit ja mastot

Nro	Poikkeaman tyyppi	Mittauskohde	Sallittu poikkeama $\Delta$	
			Luokka 1	Luokka 2
1	Kokoonpanojen pituus: 	Pituus keskilinjaa pitkin (tai kulman kärkeen) mitattuna:	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
2	Pituus tai välimatka:	Mitataan, jos vähimmäismitat esitetään:	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 1 \text{ mm}$	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 1 \text{ mm}$
3	Kulmaterästen rei'itys:	Etäisyys kulmateräksen harjalta reiän keskipisteeseen:	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
4	Leikattujen reunojen suorakulmaisuus: 	Leikatun reunan poikkeama $\Delta$ 90°:een kulmasta:	$\Delta = \pm 0,05 t$	$\Delta = \pm 0,05 t$
5	Päiden suorakulmaisuus: 	Suorakulmaisuus pituussuuntaisen akselin suhteen: – päät on tarkoitettu täydelle kosketuspaineelle: – päitä ei ole tarkoitettu täydelle kosketuspaineelle:	$\Delta = \pm D / 1000$ $\Delta = \pm D / 300$	$\Delta = \pm D / 1000$ $\Delta = \pm D / 300$
6	Täydelle kosketuspaineelle tarkoitetut pinnat:	Tasaisuus:	1:1 500	1:1 500
7	Kiinnittimien reikien sijainti: 	Yksittäisen reiän keskilinjan poikkeama $\Delta$ tarkoitettua sijainnistaan ruuviryhmän sisällä:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
8	Reikäryhmän sijainti: 	Reikäryhmän poikkeama $\Delta$ tarkoitettua sijainnistaan:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
9	Reikäryhmien välimatka: 	Reikäryhmien keskiöiden välimatkan $c$ poikkeama $\Delta$ :	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$

HUOM. [A1]> Esitystapa  $\Delta = \pm 0,10 \%$  kuitenkin  $|\Delta| \geq 5 \text{ mm}$  tarkoittaa, että  $|\Delta|$  on suurempi arvoista  $0,10 \%$  ja  $5 \text{ mm}$  <A1].

Toteutusluokkien erot. (SFS EN 1090-2 +A1. 2012. 110-138).



## Liite 3. Pintakäsittely EN 12994 mukaan

Standardi esikäsitteilyaste <sup>1)</sup>	Esikäsitteilymenetelmä	Edustavat valokuvaesimerkit standardissa ISO 8501-1 <sup>2) 3) 4)</sup>	Esikäsitteilyjen pintojen olennaiset ominaisuudet: Lisätietoja käsittelyistä ennen pinnan esikäsitteilyä ja sen jälkeen (sarake 2), ks. ISO 8501-1.	Soveltumisalue
Sa 1	Suihkupuhdistus (6.2.3)	B Sa 1 C Sa 1 D Sa 1	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. <sup>5)</sup>	Pintojen esikäsitteily teräspinnat;  a) pinnoittamattomat teräspinnat;  b) pinnoitetut teräspinnat, jos pinnoitetta poistetaan siinä määrin, että määritelty puhtausaste saavutetaan. <sup>6)</sup>
Sa 2		B Sa 2 C Sa 2 D Sa 2	Suurin osa valssihilseestä, ruosteesta, maalipinnoitteista ja vieraasta aineesta on poistettu. Jäljellejäävien epäpuhtauksien on oltava tiukasti kiinni alustassa.	
Sa 2½		A Sa 2½ B Sa 2½ C Sa 2½ D Sa 2½	Valssihilse, ruoste, maalipinnoitteet ja vieras aines on poistettu. Jäljelleolevien epäpuhtausjäämien tulee näkyä ainoastaan lievänä täplien tai raitojen muotoisena värjäytymisenä.	
Sa 3 <sup>7)</sup>		A Sa 3 B Sa 3 C Sa 3 D Sa 3	Valssihilse, ruoste, maalipinnoitteet ja vieras aines on poistettu. Pinnan on oltava kauttaaltaan metallin värinen.	
St 2	Puhdistus käsityökaluilla tai koneellisesti (6.2.1, 6.2.2)	B St 2 C St 2 D St 2	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. <sup>5)</sup>	
St 3		B St 3 C St 3 D St 3	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. <sup>5)</sup> Pinta on kuitenkin käsiteltävä hyvin paljon huolellisemmin kuin esikäsitteilyasteessa St 2, jotta pintaan saataisiin metallialustan mukainen hohde.	
FI	Liekkipuhdistus (6.3)	A FI B FI C FI D FI	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. Jäljelleolevien epäpuhtausjäämien tulee näkyä ainoastaan lievänä pinnan värjäytymisenä (eri värien sävyjä).	<sup>6)</sup>
Be	Happopeittaus (6.1.8)		Valssihilse, ruoste ja maalipinnoitejäämät on poistettu täydellisesti. Maalipinnoitteet on poistettava sopivalla menetelmällä ennen peittäystä.	Esimerkiksi ennen kuumasinkitystä.

<sup>1)</sup> Käytetyt lyhenteet:  
Sa = suihkupuhdistus (ISO 8501-1)  
St = puhdistus käsityökaluilla tai koneellisesti (ISO 8501-1)  
FI = liekkipuhdistus  
Be = happopeittaus

<sup>2)</sup> A, B, C, D kuvaavat pinnoittamattoman teräspinnan alkuperäistä kuntoa (ks. ISO 8501-1).

<sup>3)</sup> Edustavissa valokuvaesimerkeissä esitetään ainoastaan pintoja tai pinta-aloja, jotka olivat aikaisemmin pinnoittamattomia.

<sup>4)</sup> Kun kysymyksessä ovat maalaamattomat tai maalatut teräksellä olevat metallipinnoitteet, voidaan sopia tiettyjen vakioesikäsitteilyasteiden vastaavasta soveltamisesta edellyttäen, että nämä ovat teknisesti toteutettavissa kyseisissä olosuhteissa.

<sup>5)</sup> Valssihilseen katsotaan olevan tiukasti kiinni, jos sitä ei saada poistettua pyöristetillä kittausveitsellä nostamalla.

<sup>6)</sup> Arviointiin vaikuttaviin tekijöihin on kiinnitettävä erikoista huomiota.

<sup>7)</sup> Tämä pinnan esikäsitteilyaste voidaan saavuttaa ainoastaan määrättyissä olosuhteissa, joita kenties ei ole mahdollista saavuttaa rakennuspaikalla.

(SFS EN ISO 12994-4. 1998, 24).

Standardi-esikäsitteilyaste <sup>1)</sup>	Esikäsitteilymenetelmä	Edustavat valokuvaesimerkit standardissa ISO 8501-1 tai ISO 8501-2 <sup>2) 4) 6)</sup>	Esikäsitteilyjen pintojen olennaiset ominaisuudet: Lisätietoja käsitteilyistä ennen pinnan esikäsitteilyä ja sen jälkeen (sarake 2), ks. ISO 8501-2.	Soveltumisalue
P Sa 2 <sup>3)</sup>	Paikallinen suihku-puhdistus	B Sa 2 C Sa 2 D Sa 2 (koskevat pinnan pinnoittamattomia alueita)	Tiukasti kiinniolevien maalipinnoitteiden on oltava vahingoittumattomia. <sup>5)</sup> Pinnan muilta osilta on poistettu irtonaiset maalipinnoitteet ja suurin osa valssihilseestä, ruosteesta ja vieraasta aineksesta. Jäljellejäävien epäpuhtauksien on oltava tiukasti kiinni alustassa.	Sellaisten pinnoitettujen teräspintojen esikäsitteily, joilla on pinnoitteita jonkin verran jäljellä. <sup>7)</sup>
P Sa 2½ <sup>3)</sup>		B Sa 2½ C Sa 2½ D Sa 2½ (koskevat pinnan pinnoittamattomia alueita)	Tiukasti kiinniolevien maalipinnoitteiden on oltava vahingoittumattomia. <sup>5)</sup> Pinnan muilta osilta on poistettu irtonaiset maalipinnoitteet ja valssihilse sekä ruoste ja vieras aines. Jäljelläolevien epäpuhtausjäämien tulee näkyä ainoastaan lievänä täplien tai raitojen muotoisena värjäytymisenä.	
P Sa 3 <sup>3) 8)</sup>		C Sa 3 D Sa 3 (koskevat pinnan pinnoittamattomia alueita)	Tiukasti kiinniolevien maalipinnoitteiden on oltava vahingoittumattomia. <sup>5)</sup> Pinnan muilta osilta on poistettu irtonaiset maalipinnoitteet ja valssihilse sekä ruoste ja vieras aines. Pinnan on oltava kauttaaltaan metallin värinen.	
P Ma <sup>3)</sup>	Paikallinen koneellinen puhdistus	P Ma	Tiukasti kiinniolevien maalipinnoitteiden on oltava vahingoittumattomia. <sup>5)</sup> Pinnan muilta osilta on poistettu irtonaiset maalipinnoitteet ja valssihilse sekä ruoste ja vieras aines. Jäljelläolevien epäpuhtausjäämien tulee näkyä ainoastaan lievänä täplien tai raitojen muotoisena värjäytymisenä.	
P St 2 <sup>3)</sup>	Paikallinen puhdistus käsitali- tai konetyökaluilla	C St 2 D St 2	Tiukasti kiinniolevien maalipinnoitteiden on oltava vahingoittumattomia. <sup>5)</sup> Pinnan muilta osilta on poistettu heikosti kiinniolevä valssihilse, ruoste, maalipinnoitteet ja vieras aines.	
P St 3 <sup>3)</sup>		C St 3 D St 3	Tiukasti kiinniolevien maalipinnoitteiden on oltava vahingoittumattomia. <sup>5)</sup> Pinnan muilta osilta on poistettu heikosti kiinniolevä valssihilse, ruoste, maalipinnoitteet ja vieras aines. Pinta on kuitenkin käsiteltävä hyvin paljon huolellisemmin kuin esikäsitteilyasteessa P St 2, jotta pintaan saataisiin metallialustan mukainen hohde.	

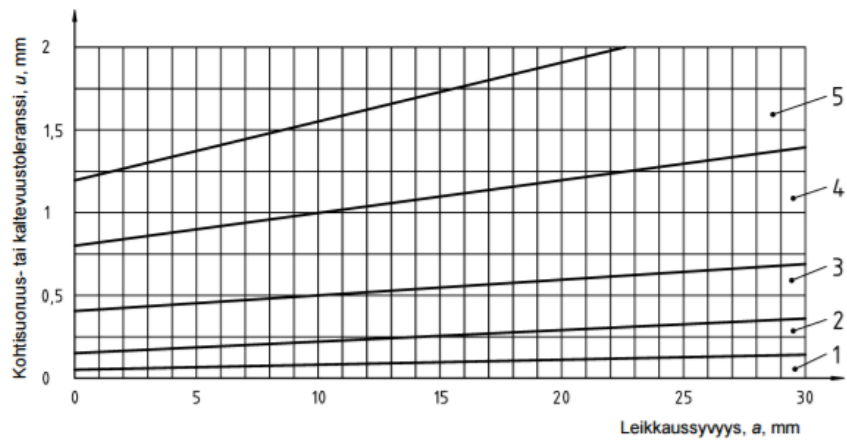
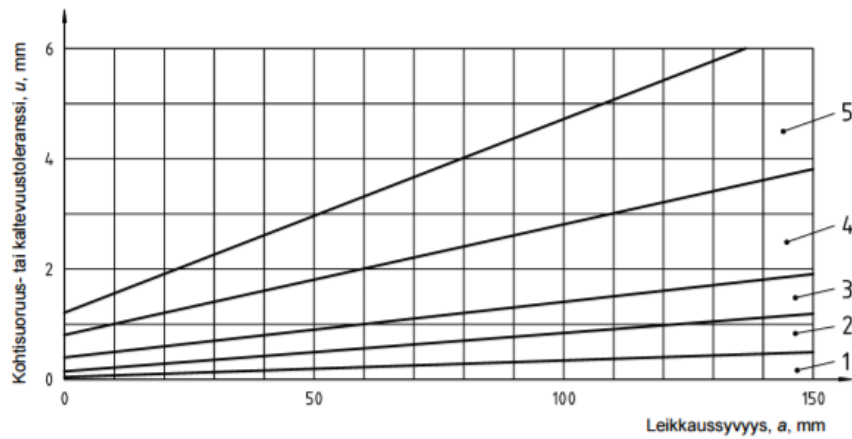
Alaviittet, ks. seuraava sivu.

(SFS EN ISO 12944-4. 1998, 26).

Raesuihkupuhdistus	ISO 8504-2
Suihkupuhdistus	ks. raesuihkupuhdistus
Rakkuloituminen, (kupliminen)	ks. rakkuloitumisaste
Karkaistu särmikäs rautarae	ISO 11124-2
Kloridit esikäsitellyillä teräspinnalla (määritys)	ISO 8502-2
Koksauskuona	ISO 11126-4
Kondensoituminen esikäsitellyillä teräspinnoilla (todennäköisyys)	ISO 8502-4
Kuparikuona	ISO 11126-3
Halkeilu, halkeileminen	ks. halkeiluaste
Teräslankakatko	ISO 11124-5
Rakkuloitumisaste	ISO 4628-2
Halkeiluaste	ISO 4628-4
Hilseilyaste	ISO 4628-5
Ruostumisaste (pinnoitettu teräs)	ISO 4628-3
Pöly esikäsitellyillä teräspinnoilla (määritys)	ISO 8502-3
Hilseily	ks. hilseilyaste
Liekkipuhdistus	ISO 8501-1
Sintrattu alumiinioksidi	ISO 11126-7
Puhdistus käsityökaluilla	ISO 8504-3
Korkeahiilinen pyöreä ja särmikäs valuteräsrae	ISO 11124-3
Kuumasinkitys	ISO 1461
Raudan korroosiotuotteet esikäsitellyillä teräspinnoilla	ISO/TR 8502-1
Rautakuona	ISO 11126-6
Matalahiilinen pyöreä valuteräsrae	ISO 11124-4
Nikkelikuona	ISO 11126-5
Oliivinihiekkä	ISO 11126-8
Puhdistus konetyökaluilla	ISO 8504-3
Esikäsitelyaste	ks. pinnan esikäsitelyaste
Ruostumisaste	
— pinnoitettu teräs	ks. ruostumisaste
— pinnoittamaton teräs	ISO 8501-1
Pinnan esikäsitelyaste	ISO 8501-1, ISO 8501-2
Pintaprofiili	ISO 8503-1, 2, 3 ja 4
Pintaprofiilivertailukappale	
sovellutus	ISO 8503-2
kalibrointi	ISO 8503-3, ISO 8503-4
spesifiointi	ISO 8503-1
Terminen ruiskutus	ISO 2063

(SFS EN ISO 12944-4. 1998, 36).

## Liite 4. Termisen leikkauksen raja-alueet

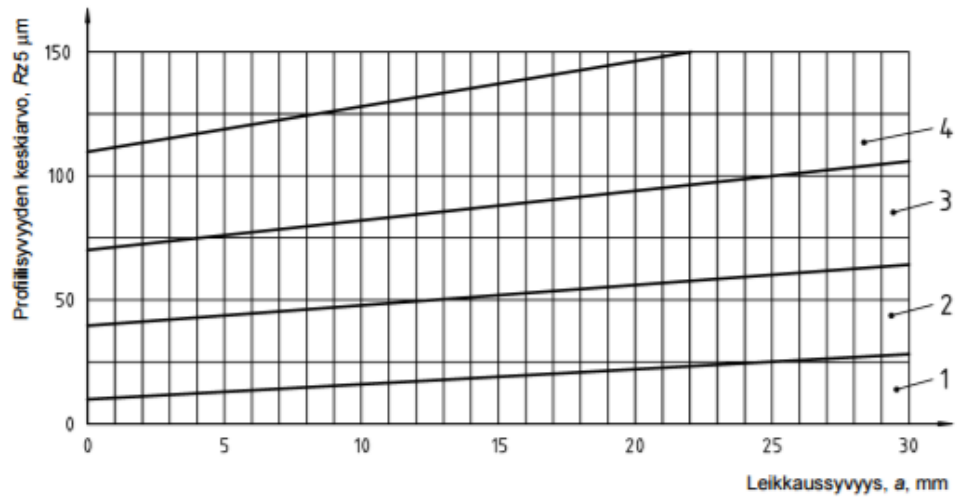
a) Kohtisuorus- tai kaltevuustoleranssi,  $u$  – Työkappaleen paksuus korkeintaan 30 mmb) Kohtisuorus- tai kaltevuustoleranssi,  $u$  – Työkappaleen paksuus korkeintaan 150 mm

## Selite

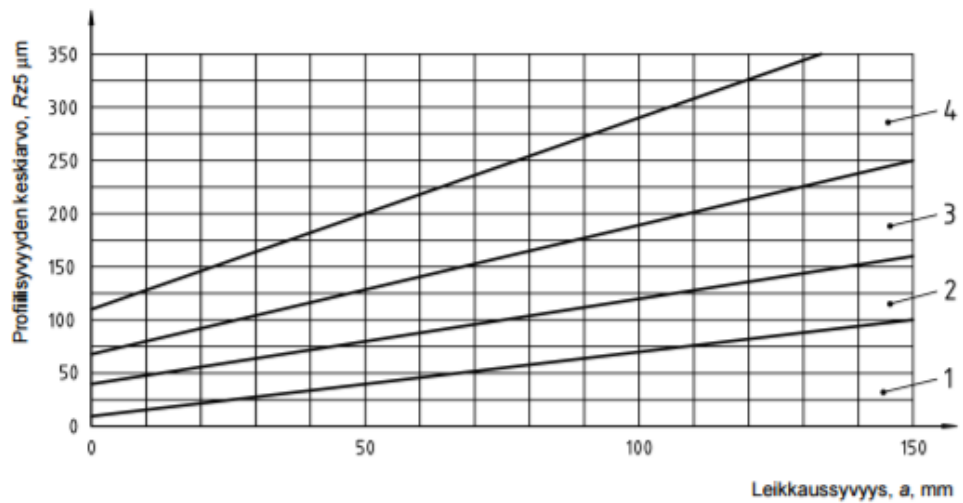
1...5 Alue (ks. taulukko 4)

Kuva 12 Kohtisuorus- tai kaltevuustoleranssi,  $u$ 

(SFS-EN ISO 9013. 2003, 30).



a) Profillisyyden keskiarvo,  $Rz5 \mu\text{m}$  – Työkappaleen paksuus korkeintaan 30 mm



b) Profillisyyden keskiarvo,  $Rz5 \mu\text{m}$  – Työkappaleen paksuus korkeintaan 150 mm

**Selite**

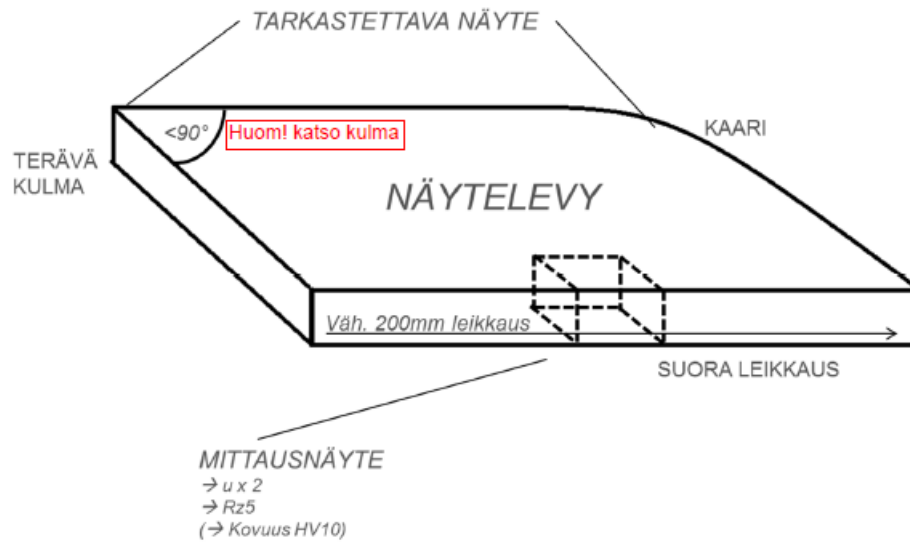
1...4 Alue (ks. taulukko 5)

(SFS-EN ISO 9013. 2003, 32).

## Liite 5. Koekappale alkutestaukseen sekä laadunvalvontaan



LIITE. Esimerkki menetelmäkoekappaleesta temisesti leikattujen pintojen luokittelua varten.



SFS-EN 1090-2 + A1:2012

- Paksuin raaka-aine
- Ohuin raaka-aine
- Edustava paksuus terävän kulman ja kaaren arviointia varten

(DEKRA INDUSTRIAL OY. 2014. Esimerkki menetelmäkoekappaleesta).



## Liite 6. Alkutestausten näytteenottopohjan esimerkki

Ominaisuus	Vaatimuksia koskeva kohta	Arviointimenetelmä	Näytteiden lukumäärä	Vaatimusten mukaisuuskriteeri
Mittojen ja muodon toleranssit	4.2	Tarkastus ja testaus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaan	1	5.3
Hitsattavuus	4.3	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	1	5.4
Murtumisriski/hauras murtumislujuus (vain teräskokoonpanoille)	4.4	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	1	5.5
Kantavuus	4.5, 4.5.2	Soveltuvan standardien EN 1993, EN 1994, EN 1999 osan mukainen laskelma tai soveltuvan eurooppalaisen teknisen eritelmän mukainen testaus <sup>b</sup> Kokoonpanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukainen valmistus <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.6
Väsymislujuus	4.5, 4.5.3	Soveltuvan standardien EN 1993, EN 1994 tai EN 1999 osan mukainen laskelma <sup>b</sup> Valmistus kokoonpanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaan <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.6
[A1] Muodonmuutos käyttörajatilassa <sup>b</sup>	4.5.5	Soveltuvan standardien EN 1990, EN 1993, EN 1994, EN 1999 osan mukainen laskelma tai soveltuvan eurooppalaisen teknisen eritelmän mukainen testaus <sup>b</sup> Kokoonpanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukainen valmistus <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.6 <A1]
Palonkestävyys	4.5, 4.5.4	Toiminnalliselle ominaisuudelle R standardien EN 1993, EN 1994 tai EN 1999 mukainen laskelma tai standardiin EN 13501-2 mukainen testaus ja luokitus toiminnallisille ominaisuuksille R, E, I ja/tai M <sup>b</sup> Valmistus kokoonpanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaan <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.7
Palokäyttäytyminen	4.6	Pinnoitettujen kokoonpanojen tarkistaminen standardin EN 13501-1 mukaisesti	1	5.8
Vaaralliset aineet	4.7	Käytettävien tuotteiden tarkistaminen eurooppalaisten standardien mukaisesti	1	5.9
Iskunkestävyys	4.8	Arviointi murtumisriskin perusteella	1	5.10
Säilyvyys	4.9	Pinnan esikäsittelyn toteuttaminen kokoonpanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaan	1	5.11

<sup>a</sup> Yhden laskelman tulee riittää vaatimustenmukaisuuden arviointiin. Jos ominaisuus määritetään testeillä, koekappaleiden lukumäärä tulee valita standardissa EN 1990, EN 1993, EN 1994 ja EN 1999 koetulojen arvioinnille esitettyjen ohjeiden mukaan.

<sup>b</sup> Jos valmistaja ilmoittaa rakenteellisen suunnittelun perusteella määritettyjä ominaisuuksia.

<sup>c</sup> Alkutestausten kohteena olevan toteutusluokan mukaisesti.

(EN 1090-1 +A1, 2012, 30).

## Liite 7. Laadunvalvonnan näytteenottopohjan esimerkki

Taulukko 2 Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan sisältämän tuotetestauksen taajuus

Ominaisuus	Vaatimuksia koskeva kohta	Arviointimenetelmä	Näytteenotto	Vaatimustenmukaisuuskriteeri
Mittojen ja muodon toleranssit	4.2	Tarkastus ja testaus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaisesti	Jokainen kokoonpano <sup>a</sup>	5.3
Hitsattavuus	4.3	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	Kaikkien valmistuksessa käytettävien tuotteiden dokumenttien tarkistus	5.4
Murtumismitkeys/haurasmurtumislujuus (vain teräskokoonpanoille) + Iskun kestävyys <sup>b</sup>	4.4 4.8	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	Kaikkien valmistuksessa käytettävien tuotteiden dokumenttien tarkistus	5.5 5.10
Valmistuksessa käytettävien tuotteiden myötölujuus, suhteellisuusraja tai murtolujuus	4.5	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	Kaikkien valmistuksessa käytettävien tuotteiden dokumenttien tarkistus	5.2
<b> A1&gt;</b> Rakenteellisen suunnittelun perusteella määräytyvät rakenteelliset ominaisuudet (kantavuus, muodonmuutos käyttörajatilassa, väsymislujuus, palonkestävyys) <b>&lt;A1 </b>	4.1	Tarkistetaan, että suunnittelu tehdään soveltuvan eurokoodin mukaisesti	Tarkistetaan, että valmistettuja kokoonpanoja koskevat laskelmat ovat asianmukaiset ja varmennetut	5.6.2
Valmistuksen perusteella määräytyvät rakenteelliset ominaisuudet	4.5.1	Tarkistetaan, että valmistus tehdään kokoonpanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaisesti	Tarkistus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 tarkastusta koskevien vaatimusten ja kokoonpanoeritelmän mukaisesti	5.6.3
Säilyvyys	4.9	Tarkistetaan, että valmistus tehdään standardien EN 1090-2 ja EN 1090-3 mukaisesti	Tarkistus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 tarkastusta koskevien vaatimusten mukaisesti	5.11
<sup>a</sup> Tätä vaatimusta voidaan lieventää, jos kokoonpanot valmistetaan samalla tavalla tai, jos geometria ei ole kriittinen tekijä niiden käytölle.				
<sup>b</sup> Katso 4.8 ja 5.10.				

(EN 1090-1 +A1. 2012. 36).



## Liite 8. FPC -manuaalin sisällysluettelo

Sisällysluettelo	
1	Tiivistelmä
1.1	Yleisiä vaatimuksia tehtaan sisäiselle laadunvalvonnalle
2	Yleiskuvaus tuotantolaitoksesta
2.1	Tehtaan tunnistetiedot
2.2	Valmistustekniikka ja toiminnan yleiskuvaus
2.3	Tuotantotilojen yleiskuvaus ja materiaalivirrat
3	Kokoonpanot, tuotejärjestelmät, tuoteperheet
3.1	Toteutusluokan määrittäminen
3.2	Tuoteperheet
3.3	Organisaatorakenne
3.4	Työtehtävät, vastuut, valtuudet, pätevyudet
4	Välineet, valmistustilat ja olosuhteet
4.1	Tuotanto- ja varastotilat ja niiden olosuhteet
4.2	Punnitus, mittaus- ja testausvälineet
4.3	Tuotantokoneet ja – laitteet, tarkastus, huolto ja kunnossapito
4.4	Huolto-ohjelman laatiminen ja ylläpito
4.5	Huoltojen suunnittelu, suorittaminen ja raportointi
4.6	Tietojärjestelmät
5	Suunnittelun asianmukaisuuden arviointi
5.1	PPCS, Valmistus ostajan toimittaman kokoonpanoeritelmän perusteella
5.2	MPCS, Valmistus valmistajan laatiman kokoonpanoeritelmän perusteella.
5.2.1	MPCS, ilmoitusmenetelmä 1
5.2.2	MPCS, ilmoitusmenetelmä 2
5.3	Rakenteelliset testaukset
5.4	Muutoksenhallinnan prosessi suunnittelun ja valmistuksen aikana
6	Valmistuksessa käytettävät tuotteet ja palvelut
6.1	Ostotoiminnan kuvaus
6.2	Toimittajien ja alihankkijoiden hyväksyntä ja valvonta
6.3	Vastaanotto
6.4	Tunnistaminen ja jäljitettävyys
7	Valmistus
7.1	Esivalmistus ja kokoaminen
7.1.1	Yleistä
7.1.2	Tunnistaminen
7.1.3	Käsittely ja fuusointi
7.1.4	Leikkaus
7.1.5	Muotoilu
7.1.6	Rei'itys
7.1.7	Aukot
7.1.8	Kokoonpanojen kokoaminen ja tarkastus
7.2	Hitsaus
7.3	Mekaaninen kiinnittäminen
7.4	Asentaminen
7.5	Pintäkäsittely
7.6	Mittaukset ja arvioinnit
8	Tuotteiden ja kokoonpanojen arvioinnit
9	Ei-vaatimustenmukaisten raaka-aineiden, tuotteiden ja kokoonpanojen käsittely
10	Muutosten hallinta
11	Kokoonpanojen merkintä
12	Suoritusasoilmoitus
13	CE-merkintä
14	Dokumenttien säilytys
15	Liitteet
16	Termit ja määritelmät

(FPC -manuaalin sisällysluettelo. Avemet Oy. 2017).