



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Mikko Virta

SFS-EN 1090-1 MUKAISEN
LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Kone- ja Tuotantotekniikan koulutusohjelma

2017

SFS-EN 1090-1 MUKAISEN LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Virta Mikko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja Tuotantotekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2017
Ohjaaja: Nolvi Leena
Liitteitä: 3
Sivumäärä: 33

Asiasanat: Laatujärjestelmä, hitsaus, teräsrakentaminen

Tämän opinnäytetyön aiheena oli luoda metalliteknologia-alan yritykselle standardin SFS-EN 1090-1 mukainen laatujärjestelmä. Hyväksytty laatujärjestelmä antaa valmistajalle oikeuden myöntää tuotteilleen CE-merkinnän, joka tuli pakolliseksi kantaville teräsrakenteille 1.7.2014 alkaen. Opinnäytetyössä tutkittiin valmistajan toimintaa, standardia SFS-EN 1090-1, sen viitestandardia SFS-EN 1090-2 sekä sulahitauksen standardia SFS-EN ISO 3834. Tutkimuksen avulla määritettiin yrityksen tuotantoon vaadittavat määräykset sekä ohjeet ja niiden pohjalta luotiin yritykselle laatujärjestelmä. Opinnäytetyö oli tarpeellinen, jotta yritys pystyy myymään tuotteitaan koko Euroopan markkinoilla. Yrityksen toimintatapoja tutkittiin olemalla mukana yrityksen päivittäisessä työarjessa. Toimintatapojen ja tutkimuksessa saadun tiedon pohjalta luotiin laatujärjestelmän sisältämät kirjalliset menettelytavat standardien vaatimiin toimiin. Lisäksi tausta-aineistoa kerättiin internetistä, alan asiantuntijoilta sekä alan kirjallisuudesta ja julkaisusta. Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin Kiwa Inspectan myöntämä todistus vaatimustenmukaisuudesta. Todistuksen myötä yritys pystyy myöntämään valmistamilleen tuotteilleen CE-merkinnän. FPC-manuaalia ei liikesalaisuuksista johtuen julkaista tämän opinnäytetyön mukana.

DEVELOPMENT OF FACTORY PRODUCTION CONTROL SYSTEM ACCORDING TO STANDARD SFS-EN 1090-1

Virta Mikko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Productional Engineering

December 2017

Supervisor: Nolvi Leena

UDC: 3

Number of Pages: 33

Key Words: Factory production control, welding, steel structure

The purpose of this thesis is to create a factory production control system (FPC) for a company working in metal technology. FPC conforms to standard SFS-EN 1090-1. Approved FPC-manual gives the manufacturer a right to place a CE-marking on its products. CE marking became compulsory to steel structures since 1st July 2014. In this thesis, operations of client, along with standards SFS-EN 1090-1, SFS-EN 1090-2 and SFS-EN ISO 3834 were studied. Based on the research performed, necessary information and requirements were described and FPC-manual was created. The research from this thesis provides invaluable information for the manufacturer to produce steel structures and sell them in European markets. Operations and acts of client were studied by being a part of the company's daily work. Literal rules and methods of operations for the necessary demands were created by the result of this research. The literature review and state-of-the art is obtained both from internet and handbooks. The result of this thesis was; an approved FPC-manual and operation according to an inspection institution Kiwa Inspecta. Following to the manual, a CE marking on manufactured products is now possible. Because of a business secret FPC-manual is not published within this thesis.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tutkimusote ja opinnäytetyön rajaaminen.....	6
1.2	Toimeksiantaja.....	7
2	TERÄSRAKENTAMINEN JA LAADUNHALLINTA.....	9
2.1	CE-merkintä.....	9
2.2	Soveltamisala.....	10
2.3	Tuoteperheet.....	11
2.4	Toteutusluokka.....	12
3	TEHTAAN SISÄISEN LAADUNVALVONNAN MANUAALI.....	14
3.1	Yleiset vaatimukset tehtaan sisäiselle laadunvalvonnalle.....	14
3.2	Dokumentaatio.....	14
3.3	Henkilöstö.....	14
3.4	Ostotoiminta.....	15
3.5	Laitteisto.....	15
4	VALMISTUS.....	16
4.1	Esivalmistus.....	16
4.1.1	Tunnistaminen.....	16
4.1.2	Käsittely ja varastointi.....	16
4.1.3	Leikkaus.....	17
4.1.4	Muotoilu.....	17
4.1.5	Rei'itys.....	17
4.1.6	Kokoonpanojen kokoaminen ja tarkistus.....	18
4.2	Hitsaus.....	19
4.3	Mekaaninen kiinnittäminen.....	20
4.3.1	Ruuvikokoonpanot.....	20
4.3.2	Ohutlevykokoonpanojen kiinnittäminen.....	22
4.4	Asentaminen.....	23
4.5	Pintakäsittely.....	23
4.6	Geometriset toleranssit.....	24
4.7	Tarkastus, testaus ja korjaaminen.....	24
5	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Kantavia teräsrakenteita valmistavalta yritykseltä vaaditaan laatujärjestelmä, mikäli se haluaa saattaa tai myydä tuotteitaan markkinoilla. Hyväksytyt laatujärjestelmät antavat yritykselle oikeuden myöntää CE-merkinnän valmistamilleen tuotteilleen. CE-merkintä tuli pakolliseksi EU- ja ETA-maissa 1.7.2014, jolloin Rakennustuoteasetuksen (CPR) siirtymäaika päättyi. CE-merkintä edellytetään markkinoille saatettujen tuotteiden perusominaisuuksien osoittamiseen suoritustasoilmoituksella, mikäli rakennustuotteille on olemassa eurooppalainen harmonisoitu tuotestandardi. (TRY, Teknologia Teollisuus & Metsta Ry 2012, 1). Rakennustuoteasetuksen tarkoituksena on edistää ja yhtenäistää yritysten kilpailukykyä sekä tuotteiden liikkuvuutta laajalla jopa 500 miljoonan asukkaan talousalueella (Teknologiateollisuus ry, 2013). Kantavia teräsrakenteita koskeva standardi on SFS-EN 1090-1 + A1: Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. Standardi SFS-EN 1090-1 kattaa tuotantolaitoksessa tehtyjen tuotteiden valmistuksen. ”Valmistus kattaa työvaiheet materiaalin hankinta, kokoonpanojen esivalmistus ja kokoaminen, hitsaus, mekaaninen kiinnittäminen, geometristen toleranssien toteutumisen mittaaminen ja valmiin rakenteellisen kokoonpanon tarkistaminen sekä asiakirjojen laadinnan, joilla todetaan kokoonpanon vastavuus suunnitelmiin.” (Teknologiateollisuus ry, 2013).

Yritys varmistaa tuotannon sisäisellä laadunvalvonnan järjestelmällään eli FPC:llä (Factory Production Control), sen että tuotteet ja tuotanto täyttävät standardin SFS-EN 1090-1 mukaiset vaatimukset. SFS-EN 1090-1 standardi edellyttää myös viitestandardien mukaisen toiminnan joita ovat muun muassa SFS-EN 1090-2 + A1 ja SFS-EN ISO 3834. Näistä ensimmäinen käsittelee teräsrakenteita koskevia teknisiä vaatimuksia ja jälkimmäinen sulahitsauksen laatuvaatimuksia. FPC sisältää kirjallisen kuvauksen yrityksen toimitavoista. Yrityksellä on lisäksi oltava käytettävissään hyväksytyt ja viimeisimmät standardit osana FPC-dokumentaatiota. CE-merkinnän saamiseksi tuotteisiinsa tulee yrityksen lisäksi osoittaa suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmentaminen järjestelmän 2+ mukaisesti (AVCP-luokka) (Järvenpää & Yrjölä, 2012).

Syy kyseisen aiheen valitsemiselle on kiinnostus asiaan ja toimeksiantajaa kohtaan. Toimeksi antavalla yrityksellä on jo kauan ollut tarkoituksena luoda standardin mukainen laadunvalvontajärjestelmä, mutta työ on lykkääntynyt työkiireiden vuoksi.

Toisessa kappaleessa käydään läpi teräsrakentamista ja laadunhallintaa. Kappaleessa kerrotaan, mitä CE-merkintä oikeastaan tarkoittaa, mihin sitä sovelletaan, miten tuotteet jaotellaan eri tuoteperheisiin ja lopuksi yrityksen toiminnan vaatimuksiin vaikuttavaa toteutusluokkaa. Kolmannessa kappaleessa päästään itse laatukäsikirjan sisältöön. Kappaleessa käydään läpi yleisiä laadunhallintaan vaikuttavia asioita, joita on otettava huomioon. Neljännessä kappaleessa paneudutaan standardien esittämiin vaatimuksiin koskien tuotannossa tapahtuvaa valmistusta. Viidennessä ja viimeisessä kappaleessa käydään läpi projektin vaiheet ja mitä todellisuudessa tehtiin.

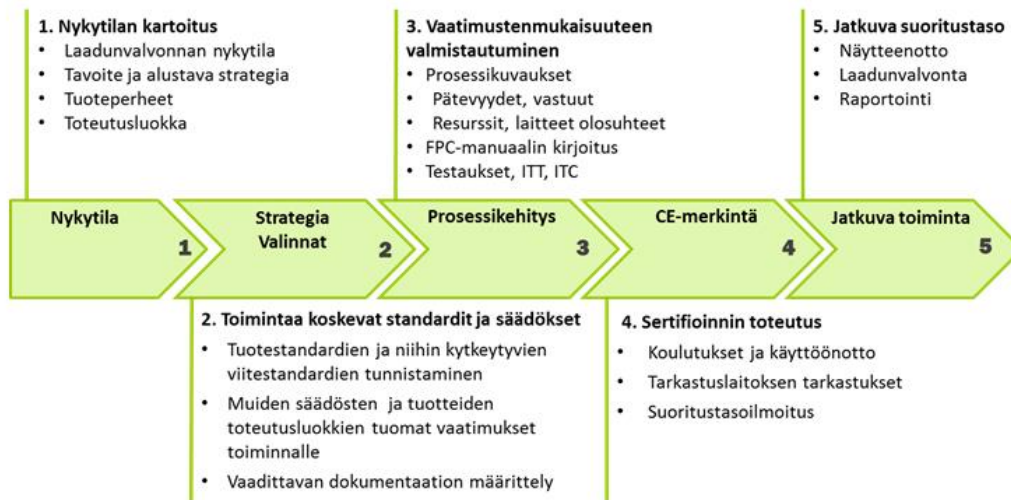
1.1 Tutkimusote ja opinnäytetyön rajaaminen

Opinnäytetyön tutkimusote on kvalitatiivinen eli laadullinen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään analysoimaan aihetta ja kehittämään siitä päätelmiä omien pohdintojen ja tietämyksen avulla. Kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän aineistonkeruumenetelmiä ovat muun muassa haastattelut ja havainnot. (Hirsijärvi, Remes & Sajaavaara, 2006.) Opinnäytetyössä siis analysoidaan standardeja SFS EN 1090-1+A1, SFS EN 1090-2 ja EN ISO 3834 sekä niiden viitestandardeja ja pyritään hakemaan niistä oleellisin toimeksiantajalle rakennettavaan laatujärjestelmään. Toimeksiantajan tilannetta pyritään selvittämään muun muassa haastatteluilla. Tilannetta on myös tutkittu työskentelemällä toimeksiantajalla usean vuoden ajan.

Laadunvalvontajärjestelmän kehittämisessä ja käyttöönotossa on kokonaisuudessaan viisi eri vaihetta (kuva 1) Opinnäytetyö rajataan koskemaan ainoastaan neljää ensimmäistä kohtaa. Kohdan 4 lopussa pitäisi yrityksellä olla ilmoitetun laitoksen hyväksymä FPC-manuaali, ja sen myötä Tuotannon sisäisen laadunvalvonnan todistus, johon opinnäytetyö myös päättyy. Vastaavanlaisia opinnäytetöitä on tehty aikaisemminkin, mutta johtuen yritysten erilaisista toimintaympäristöistä ja totutuista tavoista, on jokainen yritys omanlaisensa. Näin ollen opinnäytetöitä voidaan pitää uniikkina.

Työn etenemisen malli

Kehitystyössä on viisi eri vaihetta.



Kuva 1. Laatuajärjestelmän kehittämisen vaiheet. (Teknologiateollisuus ry, 2013).

1.2 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Metallikiillotus Vesa Virta Oy, jonka toimitilat sijaitsevat Ulvilan Kaasmarkussa. Yritys on perustettu vuonna 1991, mutta vuonna 2014 yritys muutettiin osakeyhtiö-muotoiseksi toiminnan laajennuttua. Yrityksen pääasiallinen asiakas on rakennusteollisuus. Yritys valmistaa erilaisia tarkasti viimeistelyjä tuotteita muun muassa kaiteita ja putoamissuojia kerrostaloihin, metallikalusteita, ohutlevytuotteita, uimahallituotteita ynnä muita. Yritys valmistaa tuotteensa pääosin ruostumattomasta-, haponkestävästä- sekä S355 teräksestä. Lisäksi yritys valmistaa tuotteita muun muassa messingistä, kuparista sekä alumiinista. Yrityksellä ei ole omia tuotteita, joten yritys valmistaa kaikki tuotteensa yksilöllisesti tilaustyönä asiakkaan tarpeiden mukaan. Yrityksen henkilömäärä vaihtelee 3-6 henkilöstä tarpeen mukaan.

Toimeksi antavalta yritykseltä siis puuttuu oikeus myöntää tuotteilleen CE-merkintä. Tämä onkin rajannut yrityksen mahdollisuuksia valmistaa tuotteita asiakkailleen.

Yritys on kuitenkin kyennyt jättämään suoritustasoilmoituksen toimittamisen ja valmistamaan osan tuotteista vedoten viidennen artiklan pykälään: ”Valmistaja, joka vastaa tuotteen turvallisesta liittamisestä rakennuskohteeseen, valmistaa muun kuin sarjavalmistetun rakennustuotteen yksilöllisesti tai erityisesti tilattuna tuotteena erityistilauksen perusteella ja asentaa sen yksittäiseen rakennuskohteeseen sovellettavien kansallisten sääntöjen mukaisesti ja niiden sovellettavissa kansallisissa säännöissä nimettyjen rakennuskohteen turvallisesta toteuttamisesta vastaavien henkilöiden vastuulla.” (Euroopan Unionin virallinen lehti. 2011, L88/12.) Artiklan 5 soveltamisesta on kuitenkin paljon eriäviä mielipiteitä, joten vaadittavan CE-merkintäoikeuden hankkiminen yritykselle on välttämätöntä, jotta yritys kykenee laajenemaan toimialallaan ja valmistamaan hyväksynnän mukaisia tuotteita.

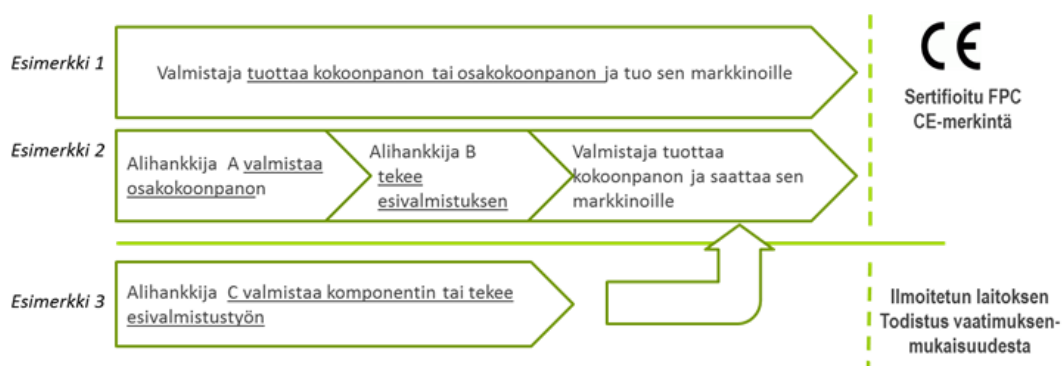
2 TERÄSRAKENTAMINEN JA LAADUNHALLINTA

2.1 CE-merkintä

CE-merkityillä rakennustuotteillaan valmistaja osoittaa, että tuotteeseen sovellettavat harmonisoidut tuotestandardit ovat otettu huomioon tuotteen valmistuksessa. Harmonisoitu tuotestandardi ilmoittaa tuotteilta selvitettävät ominaisuudet ja muut vaatimukset tuoteryhmäkohtaisesti. Valmistaja vakuuttaa CE-merkinnällä edellä mainittujen vaatimusten toteutumisen. CE-merkintä mahdollistaa tuotteiden myymisen ympäri Eurooppaa yhtenevällä merkinnällään. (Rakennusteollisuus RT Ry www-sivut 2017.) Korkean turvallisuusvaatimuksen omaavat tuotteet vaativat ilmoitetun sertifiointilaitoksen sertifiointia. Tuotannolta vaaditaan laadunvalvontajärjestelmää ja tuotteen alkutestausta, jotka ilmoitettu laitos varmentaa ja myöntää Tuotannon Sisäisen laadunvalvonnan todistuksen. Todistuksella valmistaja voi merkitä tuotteensa vaatimuksenmukaisuuden osoittavalla tunnuksella, CE-merkillä. (Inspecta www-sivut 2017.) CE-merkintä koskettaa kaikkia tuotantoketjun osatekijöitä (kuva 2) lopputuotteen markkinoille tuojasta aina yksittäisen osatoimittajaan. Useimmiten malli menee siten, että kokoonpanon tekijä tai rakennuksen pääurakoitsija on sertifioinut oman toimintansa ja kiinnittää tuotteeseensa CE-merkin joko kiinteänä kylttinä tuotteeseen kiinnitettynä, tai tuotteen mukana toimitettavilla dokumenteilla. Pääurakoitsija vaatii alihankkijoiltaan ilmoitetun laitoksen todistuksen vaatimustenmukaisuudesta (Kuva 3 Esimerkki 3) tai mikäli alihankkijoilta sellainen puuttuu, ulottaa pääurakoitsija oman laadunhallintansa alihankkijan piiriin. (Teknologiateollisuus ry, 2013.) Alihankkijoiden on myös mahdollista CE-merkitä omat tuotteensa itse.



Kuva 2. CE-merkinnän ulottuvuus koko toimitusketjuun. (Teknologiateollisuus ry, 2013).



Kuva 3. CE-merkin kiinnittäminen tuotteisiin. (Teknologiateollisuus ry, 2013).

2.2 Soveltamisala

Standardin 1090-1 mukainen CE-merkintä koskee kaikkia talonrakentamisen sekä maa- ja vesirakentamisen rakennustuotteita, joihin sovelletaan eurooppalaisia harmonisoituja tuotestandardeja. Rakennustuotteiksi voidaan katsoa kuuluvan kaikki kohteeseen kiinteäksi osaksi tulevat tuotteet, kuten esimerkiksi betonielementit, ikkunat, kantavat teräsrakennneosat, rakennesahatavarat, kiviaines ja tiemerkinntät. CE-merkintä koskee kaikkia markkinoille saatettuja rakennustuotteita. (hEN Helpdesk www-sivut 2017.) Mikäli rakennustuotteen valmistajan tuotteet voidaan lukea yhdenmukaistetun standardin piiriin, tulee valmistajan laatia suoritusasoilmoitus artikkelin 4 mukaisesti. Valmistaja voi kuitenkin jättää suoritusasoilmoituksen tekemisen,

mikäli sen tuotteet täyttävät artiklan 5 mukaiset ehdot: ”Valmistaja, joka vastaa tuotteen turvallisesta liittämisestä rakennuskohteeseen, valmistaa muun kuin sarjavalmistaisen rakennustuotteen yksilöllisesti tai erityisesti tilattuna tuotteena erityistilauksen perusteella ja asentaa sen yksittäiseen rakennuskohteeseen sovellettavien kansallisten sääntöjen mukaisesti ja niiden sovellettavissa kansallisissa säännöissä nimettyjen rakennuskohteen turvallisesta toteuttamisesta vastaavien henkilöiden vastuulla.” (Euroopan Unionin virallinen lehti. 2011, L88/12.)

Todellisuudessa standardin soveltamisala liittyen toimeksiantajan tuotteisiin kuten kaiteisiin ja käsijohteisiin on epäselvä. Standardin laatinut komitea on julkaissut listan tuotteista, jotka kuuluvat komitean näkemyksen mukaan CE-merkinnän piiriin. Kyseisen listan mukaan putoamisen estävät kaiteet ja käsijohteet kuuluvat standardin soveltamisalaan. (European Committee for Standardization, 2013.)

2.3 Tuoteperheet

Toisin kuin yleisesti tuotteilla, teräsrakenteet eivät ole sarjavalmistaisia ja ne valmistetaan usein käyttökohteeseen ainutlaatuisina. Metallirakenteet voidaan nähdä useimmiten asiakasprojekteina. Metallirakenteista puhuttaessa tuoteperheellä tarkoitetaan perusaineen ja hitsaus- ja työmenetelmien yhdistelmää. Tuoteperheitä määriteltessä pienemmän lujuuden ja paremman hitsattavuuden omaavat materiaalit voidaan lukea samaan tuoteperheeseen kuuluvaksi. Myös samaan toteutusluokkaan kuuluvia kokoonpanoja, jotka eivät sisällä hitsejä, voidaan käsitellä yhtenä perheenä. (SFS-EN 1090-1+A1, 2012.) Jos valmistajan yhtenä tuoteperheen materiaalina on terä S355 ja hitsausmenetelmänä Tig-hitsaus, lukeutuvat kaikki alemman lujuuden omaavat teräkset samaan tuoteperheeseen.

2.4 Toteutusluokka

Markkinoille saatettujen kantavien teräsrakenteiden valmistus on tehtävä siten, että ne kestävät käyttökohteeseen altistuvia rasituksia aiheuttamatta vaaraa ihmisille tai taloudelle. Rakenteiden tekniset vaatimukset teräskokoonpanoille on esitetty toteutusluokkien avulla, joita on neljä: EXC1-EXC4, joista EXC4 on vaativin. Suunniteluvaiheessa suunnittelija määrää teräsrakenteille tai kokoonpanolle toteutusluokan käytön vaativuuden perusteella. Vaativuuteen vaikuttaa kohteen erilaiset luokittelu-arvot (kuva 4). Luokittelu-arvot määräävät sen, mihin toteutusluokkaan kokoonpano kuuluu (Kuva 5). Toteutusluokka määrittää kokoonpanon valmistuksen vaatimukset. Erilaisia vaatimuksia on yhteensä 36. Vaatimuksia ovat muun muassa aineistodistukset, jäljitettävyys, hitsaajien pätevyydet ym. Liitteessä 1. on esitetty tarkemmin toteutusluokan EXC2 vaativat vaatimukset, joka on samalla myös yleisimmin vaadittava toteutusluokka tavallisissa talonrakentamiskohteissa. (Järvenpää & Yrjölä, 2012; Teknologiateollisuus ry, 2013.)

Seuraamusluokka	Käyttöluokka	Tuotantoluokka
CC1: Vähäiset seuraamukset hengenmenetysten tai pienien ja merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristö-vahinkojen takia.	SC1: Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille, matalan seismisen aktiiviteetin (tärinä) perusteella luokassa	PC1: Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on
CC2: Keskisuuret seuraamukset hengenmenetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristö-vahinkojen takia.	SC2: Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille välisytyksille, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille, seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiiviteetin (tärinä) perusteella ja	PC2: - Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän - Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla, kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumaamalla tai joita lämpökäsittelyä valmistuksen aikana
CC3: Suuret seuraamukset hengenmenetysten tai hyvin suuren taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristö-vahinkojen takia.		

Kuva 4. Toteutusluokkaan vaikuttavat luokittelu-arvot. (Teknologiateollisuus ry, 2013).

CC1	SC1	PC1	EXC1
CC1	SC2	PC1	EXC2
CC1	SC1	PC2	EXC2
CC1	SC2	PC2	EXC2
CC2	SC1	PC1	EXC2
CC2	SC1	PC2	EXC2
CC2	SC2	PC1	EXC3
CC2	SC2	PC2	EXC3
CC3	SC1	PC1	EXC3 TAI EXC4
CC3	SC2	PC1	EXC3 TAI EXC4
CC3	SC1	PC2	EXC3 TAI EXC4
CC3	SC2	PC2	EXC4

Kuva 5. Toteutusluokkiin johtavat luokitteluarvot (Teknologiateollisuus ry, 2013).

3 TEHTAAN SISÄISEN LAADUNVALVONNAN MANUAALI

3.1 Yleiset vaatimukset tehtaan sisäiselle laadunvalvonnalle

Tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä tulee luoda, dokumentoida sekä ylläpitää valmistajan toimesta. Tällä varmistetaan se, että saatetut tuotteet vastaavat niiden ilmoitettuja ominaisuuksia. FPC-manuaali sisältää toimintatavat, joilla yrityksen tuotanto tulee tapahtua. FPC-manuaali sisältää kirjallisia menettelytapoja, tarkastuksia ja testauksia, sekä ohjeet, joiden perusteella valvotaan tuotteissa käytettyjä materiaaleja, työvälineitä, työvaiheita ym. FPC-manuaalia on päivitettävä aina tarpeen mukaan ja manuaali on aina tuotantolaitoskohtainen. Mikäli yrityksellä on useampia tuotantolaitoksia, tulee kullakin laitoksella olla oma FPC-manuaalinsa. (Teknologiateollisuus ry, 2013).

3.2 Dokumentaatio

Yrityksen tulee raportoida ja dokumentoida erilaisia asiakirjoja osana laadunhallintajärjestelmää. Yrityksen on määriteltävä FPC-manuaalissaan, miten dokumentaatio tulee hoitaa. Määritettynä tulee olla dokumenttien tallennustapa, tallennuspaikka, tallenteiden säilytysaika sekä tallennuksista vastaavat henkilöt. Lisäksi yrityksellä on oltava käytössään hyväksytyt standardit osana laadunvalvontajärjestelmän dokumentaatiota. Standardin 1090-1 vaatima dokumenttien säilytys aika on vähintään 10 vuotta. (Teknologiateollisuus ry, 2013).

3.3 Henkilöstö

Tuotannon ja tuotteiden vaatimustenmukaisuuteen vaikuttavien töiden suorittajien ja johtavien henkilöiden vastuut ja valtuudet tulee määrittää. Erityisesti henkilöt, jotka käynnistävät poikkeavat toimenpiteet, kun virhe tai virheellinen toiminta havaitaan, on määriteltävä. FPC-manuaaliin kuvataan toimenpiteet, joilla varmistetaan vastaavien henkilöiden riittävästä pätevyydestä. (SFS-EN 1090-1+A1, 2012.)

3.4 Ostotoiminta

Yrityksen ostot voivat olla muun muassa erilaiset valmistuksessa käytettävät raaka-aineet ja tarvikkeet, valmiit osakokoonpanot tai muut palvelut. Valmistajan tulee luoda ostotoimintaa kuvaavat ohjeet, joissa on syytä käsitellä ostotoiminnan periaatteita, toimittajien ja alihankkijoiden hyväksymistä, tavaroiden vastaanottamista sekä tuotteiden ja palvelujen jäljittämistä. (Teknologiateollisuus ry, 2013.)

Ostotoiminnassa olennaista on se, että hankitaan oikeita tuotteita ja että tuotteen alkuperä on selvä (jäljitettävissä). FPC-manuaaliin tulee kuvata ostotoiminnan vastuut, eli kenellä on lupa ostaa, kuka hyväksyy ja että miten ostot hyväksytään. Manuaaliin on kirjattava myös hankintaperiaatteet. Hankintaperiaatteissa määritellään se, että minkälaista dokumentaatiota edellytetään hankittavilta tuotteilta. Valmistajan on muun muassa määriteltävä, että edellytetäänkö hankittavilta tuotteilta aineistodistuksia tai mahdollisesti laajempaa dokumentaatiota. (Teknologiateollisuus ry, 2013.) FPC-manuaaliin kootaan myös ohjeet toimittajien ja alihankkijoiden hyväksyntään ja valvontaan. Valmistajan on määriteltävä kriteerit, jotka se vaatii alihankkijoiltaan. Näitä voivat olla muun muassa CE-hyväksytyt osakokoonpanot, laatujärjestelmät ym. Valmistaja voi ulottaa oman laadunvalvontansa alihankkijan tuotantoon ja varmistaa näin ostettavien tuotteiden vastaavanlaisuuden. (Haapaniemi henkilökohtainen tiedoksianto 3.5.2017)

3.5 Laitteisto

Valmistajan on pidettävä listaa valmistuksessa käytettävistä koneista osana FPC-manuaalia. Listasta tulee löytyä kaikki tuotannossa käytettävät laitteet. Samaan yhteyteen on hyvä koota kaikkien laitteiden huolto-ohjelmat, jotka yleisimmin saadaan laitteen valmistajalta. Laiteluettelosta on käytävä ilmi kunkin laitteen huolto-ohjelma, huollon tarkastusväli sekä huollosta vastaava henkilö tai henkilöt. Tarkastukset ja niiden dokumentointi tulee suorittaa FPC-manuaaliin koottujen ohjeiden mukaisesti (SFS-EN 1090-1+A1, 2012).

4 VALMISTUS

Yrityksen on syytä kuvata ja dokumentoida valmistuksen ja kokoonpanojen työprosessit omina menettelyohjeinaan. Näin taataan tuotannon tasalaatuisuus, ennustettavuus, seurattavuus ja kehitettävyyden mahdollistaminen. Työohjedokumentaatiossa tulee kuvata yksittäisten työpisteiden työohjeet. (Teknologiateollisuus ry, 2013.)

4.1 Esivalmistus

Esivalmistuksella teräskokoonpanoissa tarkoitetaan käytettävien materiaalien leikkausta, muotoilua, reikien tekoa ja kokoamista. Esivalmistuksen tulee tapahtua standardin SFS-EN 1090-2 vaativalla tavalla. Kokoonpanojen valmistuksessa käytettäviä työkaluja tulee huoltaa siten, että ne toimivat eivätkä aiheuta poikkeamia valmistusprosessiin. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.1.1 Tunnistaminen

Valmistuksessa käytetyt osat ja materiaalit tulee olla tunnistettavissa tuotannon jokaisessa vaiheessa. Tunnistamiseen on jokaisella tuotantolaitoksella omanlaisensa tapansa, mutta tunnistaminen voi tapahtua esimerkiksi materiaalin koon, muodon, värin perusteella. Tunnistamisen apuna käytettävät merkinnät eivät kuitenkaan saa vahingoittaa materiaalia. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.1.2 Käsittely ja varastointi

Materiaaleja ja tuotteita tulee käsitellä ja varastoida valmistajan ohjeiden mukaan. Tuotteiden käyttö valmistajan määrittämän säilyvyysajan jälkeen on kielletty. Samaten, jos tuotteet on varastoitu siten, että niiden ominaisuudet ovat saattaneet muuttua, tulee tuotteet tarkastaa ennen käyttöä. Tuotteet tulee käsitellä, pakata ja kuljettaa noudattaen liitteen 2 mukaisia varotoimenpiteitä. Näin pystytään vähentämään pysyviä muodonmuutoksia ja pintavaurioita. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.1.3 Leikkaus

Leikkauksen tuloksena syntyneet vapaat reunat tulee tarkistaa ja hioa merkittävien poikkeamisen poistamiseksi. Koneellisen leikkauksen jälkeen koneellisesti työstettävän reunan käsittelysyvyyden tulee olla vähintään 0,5 mm. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.1.4 Muotoilu

Teräksen muotoilun perusedellytys on, että sen ominaisuudet eivät saa heiketä työstettävälle materiaalille asetettujen vaatimusten alapuolelle. Teräksen kylmämuotoilua ovat taivuttaminen, rullamuovaaminen ja särmääminen. Ruostumattomia teräksiä taivutettaessa tulee sisäpuolisen taivutussäteen olla vähintään kaksikertainen ai-nepaksuuteen verrattuna (austeniittiset teräslajit). Ruostumattomia teräksiä tulee taivuttaa hieman enemmän yli, kuin seostamattomia teräksiä takaisinjouston vaikutusten eliminoimiseksi. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.1.5 Rei'itys

Teräskokoonpanojen rei'itys tehdään useimmiten liitosten mekaanisille kiinnittimille ja niveltapeille. Nimellisvälyksellä tarkoitetaan pyöreille rei'ille reiän nimellishalkaisijan ja ruuvin nimellishalkaisijan eroa ja pidennetyille rei'ille pituuden tai leveyden ja ruuvin nimellishalkaisijan eroa. Muiden kuin soviteliitoksena olevien reikien nimellisvälykset tulee olla Taulukon 1 mukaisia. Soviteruuviliitoksissa vaadittava reiän nimellishalkaisija tulee olla yhtä suuri kuin liitoksessa käytetyn ruuvin nimellishalkaisija. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Taulukko 1. Reikien nimellisvälykset (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012).

Ruuvien tai niveltapin nimellishalkaisija (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27 ja yli
Normaalit pyöreät reiät ^a	1 ^{b, c}		2					3
Ylisuuret pyöreät reiät	3		4			6		8
Lyhyet pidennetyt reiät (pituudelle) ^d	4		6			8		10
Pitkät pidennetyt reiät (pituudelle) ^d	1,5 <i>d</i>							
^a Torneille, mastoille ja vastaaville sovellutuksille normaalien pyöreiden reikien nimellisvälystä pienennetään 0,5 mm, ellei erikseen toisin esitetä. ^b Pinnoitetuille kiinnittimille 1 mm:n nimellisvälystä voidaan suurentaa kiinnittimen pinnoitteen paksuuden verran. ^c Ruuveille, joiden nimellishalkaisija on 12 tai 14 mm ja uppokantaruuveille voidaan käyttää myös 2 mm:n välystä standardissa EN 1993-1-8 esitettyjä ehtoja noudattaen. ^d Pidennetyissä rei'issä ruuvien nimellisvälyksen tulee leveysuunnassa olla sama kuin normaaleilla pyöreillä rei'illä.								

Uppokantaruuvien käyttöä varten tehtävien upotusten nimellismittojen tulee olla niin syvät, että asennettu ruuvi on samalla tasolla materiaalin uloimman osan kanssa. Mikäli uppokantaruuveilla on vetojännitystä, tulee upotuksen nimellissyvyyden olla vähintään 2 mm pienempi kuin uloimman levyn nimellispaksuus. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Reikien teossa reiän halkaisijan toleranssi tulee soviteruuveilla olla H11 standardin ISO 286-2 mukaan ja muille rei'ille $\pm 0,5$ mm, kuin reiän päiden halkaisijoiden keskiarvo. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.1.6 Kokoonpanojen kokoaminen ja tarkistus

Kokoonpanojen kokoamisessa on noudatettava toleransseille esitettyjä vaatimuksia. Sähkökemiallisen korroosion välttämiseksi eri materiaalia olevien metallien kuten ruostumattoman teräksen ja rakenneteräksen kosketusta on vältettävä ruostumattoman teräksen pinnan kontaminaation vuoksi. Kokoonpanossa olevia yhteen sovitettavia reikiä ei saa suurentaa enempää kuin siten, että leveys saa olla ± 1 mm, enemmän kuin korkeus (toteutusluokat EXC1 ja EXC2).

Kokoonpanot, jotka sisältävät useita kiinnityskohtia, yhteen sopiminen tulee varmistaa joko tietokoneavusteisella kolmiulotteisella mallinnuksella tai koeasentamalla. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.2 Hitsaus

Tuotannossa tapahtuva hitsaus tulee suorittaa standardin EN ISO 3834 mukaisesti. Standardilla on eri osia, joista kullakin on omat laatuvaatimuksensa. Toteutusluokka määrää sen, mikä laatuvaatimus edellytetään.: EXC1 - Osa 4. ”Peruslaatuvaatimukset”, EXC2 - Osa 3. ”Vakiolaatuvaatimukset” sekä EXC3 ja EXC4 - osa 2. ”Kattavat laatuvaatimukset”. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

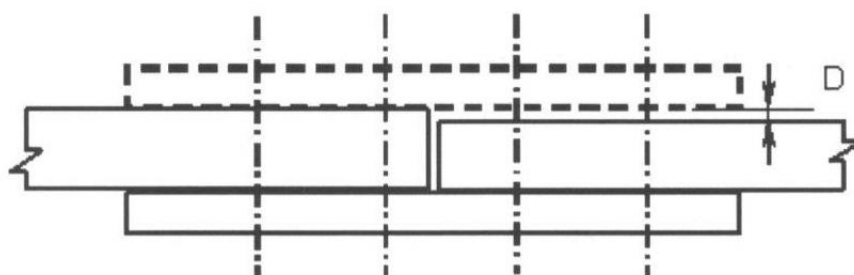
Valmistajalla on oltava osana tuotannon suunnitteluun hitsaussuunnitelma standardin EN ISO 3834 soveltuvan osan vaatimusten mukaisesti. Hitsaussuunnitelmassa määritellään muun muassa hitsausohjeet, hitsausaineet, hitsauksen aikana tai sen jälkeen tapahtuneen vääntymien välttämiseen tehtävät toimenpiteet, hitsausjärjestys, hitsin muoto ja viimeistely sekä pintakäsittelyä koskevat vaatimukset. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Yrityksen tulee pätevoittää hitsauksesta vastaavat henkilönsä standardin EN 287-1 mukaisesti ja hitsausoperaattorit standardin EN 1418 mukaisesti. Toteutusluokassa EXC2 suoritettavaa hitsaustyötä varten vaaditaan hitsauksen koordinoitua. Tähän tarkoitukseen yrityksellä on oltava oma koordinoitihenkilö, jolla on riittävät pätevyudet ja standardin EN ISO 14731 mukainen kokemus valvottavasta hitsaustyöstä. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Hitsattavien materiaalien railomuotojen tulee olla hitsausprosessiin soveltuvia ja menetelmäkokeessa käytetynlaisia. Railon pintojen tulee olla ehjiä ja puhtaita, Mikäli suuria lovia tai muita pintavirheitä joudutaan korjaamaan hitsaamalla, tulee hitsauksessa käyttää hyväksyttyä hitsausmenetelmää ja pinta on hiottava tasaiseksi. Hitsattavat pinnat eivät saa sisältää nesteitä eikä muitakaan aineita, jotka voivat vaikuttaa hitsin laatuun tai hitsausprosessiin. Hitsausaineet ja muut hitsauksessa käytettävät välineet tulee varastoida valmistajan suositusten mukaan. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.3 Mekaaninen kiinnittäminen

Mekaanisella kiinnittämisellä tarkoitetaan tuotantolaitoksessa ja työmaalla tapahtuvaa kiinnittämistä erilaisilla ruuveilla. Samaa tasoa olevien kahden erillisen osan välinen korkeusero D (kuva 6) saa olla enintään 2 mm ja esijännitetyillä ruuveilla 1 mm. Mikäli korkeusero on suurempi, kuin sallittu 2 mm, voidaan välissä käyttää täytelevyä, jonka paksuus on minimissään 2 mm. Joissain tapauksissa saatetaan vaatia tiiviimpää kontaktia rakokorroosion välttämiseksi. Täytelevyjen enimmäismääränä tulee olla maksimissaan kolme kappaletta ja niiden on oltava ominaisuuksiltaan peruskappaletta vastaavia. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)



Kuva 6. Saman kerroksen muodostavien osien välinen paksuusero. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012).

4.3.1 Ruuvikokoonpanot

Ruuvikokoonpanot koostuvat yhteensopivista ruuveista, muttereista ja aluslaatoista. Rakenteellisissa kokoonpanoissa ruuvien minimi nimellishalkaisija on 12 mm. Ruuvien pituus vaihtelee käyttökohteen mukaan, mutta ruuvien on oltava vähintään niin pitkä, että vähintään yksi täysi kierre tulee mutterin yläpuolelle. Samoin mutterin pinnan ja ruuvien kierteettömän osan väliin on jätävä vähintään yksi täysi kierre esijännittämättömillä ruuveilla. Esijännitetyillä ruuveilla edellä mainittu mitta on vähin-

tään neljä täyttä kierrettä standardien EN 14399-3, EN 14399-7 ja EN 14399-10 mukaisesti. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Mutterien kuuluu kiertyä ilman suurempaa voimaa vapaasti sen kanssa samankokoisessa ruuvissa. Mikäli mutterit eivät kierry käsin käännettynä, tulee vioittuneet poistaa ja korvata paremmin toimivalla kokoonpanolla. Mutterien asennus tulee tapahtua niin, että niiden merkinnät on mahdollista tarkistaa asentamisen jälkeen. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Yleisesti aluslaattojen käyttö pyöreissä rei'issä ei ole pakollista esijännittämättömien ruuvien kanssa. Mikäli aluslaattojen käyttö kuitenkin vaaditaan, on määritettävä, laitaanko aluslaatat vain kierrettävän osan vai molempien alle. Mikäli liitoksena on yksileikkeinen päällekkäisjatkos, jossa kiinnitys tapahtuu pelkästään yhdellä ruuvilla, aluslaatat vaaditaan ruuvien ja mutterien alle. Pyöreitä aluslaattoja tulee käyttää lujuusluokan 8.8 ruuviliitosten kanssa siten, että kiertyvän osan (ruuvin kanta tai mutteri) alla on aluslaatta. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Jokainen kokoonpanon ruuvi tulee kiristää tiukasti. Lyhyitä ja M12 ruuveja kiristettäessä on varottava ylikiristämistä. Kiinnitys tulee aloittaa kokoonpanon jäykimmästä kohdasta edeten kohti ruuviryhmän vähiten jäykintä kohtaa. Tasaisen kiristyksen saavuttamiseksi on jokainen ruuvikokoonpano kiristettävä useaan kertaan. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Ennen ruuvikokoonpanojen asentamista on kiristettävien kappaleiden kosketuspintojen ylimääräiset purseet poistettava ja pinnat puhdistettava huolellisesti liasta. Eri pinnanlaatuja vaikutuksia kitkakertoimeen ja siten ruuvikokoonpanon lujuuteen on esitetty taulukossa 2 (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Taulukko 2. Kitkapintojen luokat. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012).

Pintakäsittely	Luokka	Kitkakerroin μ
Pinnat, joilta irtonainen ruoste on poistettu hiekka- tai teräsraepuhalluksella, ei pistemäisiä syöpymiä.	A	0,50
Hiekalla tai teräsraakeilla puhalletut pinnat:		
a) alumiini- tai sinkkipohjaisella tuotteella ruiskupäälystetty pinta	B	0,40
b) alkali- tai alkali-sinkkimaali, jonka paksuus on 50 μm ...80 μm .		
Teräsharjalla tai liekkipuhalluksella puhdistetut pinnat, irtonainen ruoste poistettu.	C	0,30
Käsitlemättömät pinnat.	D	0,20

Ruuvien kiristämisen esijännitysvoimia esijännitetyissä kiinnityksissä on esitetty taulukossa 3 standardin EN 1993-1-8 mukaisesti. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Taulukko 3. Ruuvien nimellinen esijännitysvoimat [kN]. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012).

Lujuusluokka	Ruuvien halkaisija (mm)							
	12	16	20	22	24	27	30	36
8.8	47	88	137	170	198	257	314	458
10.9	59	110	172	212	247	321	393	572

4.3.2 Ohutlevykoonpanojen kiinnittäminen

Ohutlevykoonpanot muodostuvat levyistä, joiden aineen paksuus on pienempi kuin 4 mm. Poraruuvien pituus ja kierremuoto vaihtelevat käytettävän kohteen mukaan. Ruuvien pituus tulee valita siten, että ruuvien kierteellinen osa kiinnittyy kiinnitettävään osaan. Ruuvien valmistajan on määriteltävä ruuvien kiristysmomentit ja kiinnitysnopeudet. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.4 Asentaminen

Työmaalla tapahtuva valmistus tulee tehdä noudattaen samoja ehtoja, jotka on asetettu tehdasvalmistukselle. Ennen asennuksen alkamista tulee työmaan täyttää turvallisuudelle asetetut tekniset vaatimukset. Valmistajan on yhdessä tuotteen tilaajan kanssa käytävä läpi erilaisia työmaan sääntöjä, joita ovat muun muassa työmaalla liikkuminen, valmistelujen tekeminen sekä varastointiin käytettävät alueet. Nämä kaikki kootaan ja esitetään työmaasuunnitelmassa. Hyvin usein teräsrakennetyöt menevät päällekkäin muiden toimijoiden töiden kanssa. Tällaisissa tapauksissa on etukäteen hoidettava järjestelyt ja tiedotukset muiden osapuolien kanssa sekä sovittava mahdollisista töiden keskeytyksistä. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Teräsrakenteen asennuksen suorittajan tulee suunnitella asennuksen järjestys ja aikataulus. Suunnitelmassa on kuvattava asennuksessa käytettävät turvalliset menetelmät sekä tekniset vaatimukset. Asennus tulee tehdä niin, että se ei aiheuta vaaraa muille työmaalla oleville ihmisille tai materiaaleille. Mikäli asennustyö tapahtuu vaiheittain, tulee valmistajan suunnitella myös tuotteen mahdollinen tuenta, sillä välin, kun asennustyö ei ole käynnissä. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.5 Pintakäsittely

Teräsrakenteiden pinnoituksella pyritään estämään korroosiota. Ennen pinnoittamista pinnat tulee puhdistaa liasta, pölystä, rasvasta ym. standardien EN ISO 12944-4 ja EN ISO 8501 mukaisesti. Mikäli tuotetta on tarkoitus pinnoittamisen jälkeen hitsata, tulee jättää 150 millimetriä väliä pinnoitteen ja hitsattavan kohdan välille. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Ennen maalauksen aloittamista, tulee pinnan kunto tarkistaa, jotta se täyttää eritelmässä esitetyt vaatimukset standardien EN ISO 12944-4, EN ISO 8501 ja EN ISO 8503-2 mukaisesti. Maalaus tulee tehdä standardin EN ISO 12944-7 mukaisesti ja mikäli maalia levitetään useampana kerroksena, tulee kerroksissa käyttää erilaisia sävyjä. Taulukossa 4 on esitetty korroosioneston odotetun käyttöiän mukaan vaaditut

esikäsitteilyasteet. Mikäli tuotteen rasitusluokka on C3 tai yli, tulee tuotteen reunojen olla pyöristettyjä ja reunat suojattuna pinnoitekaistalla standardin EN ISO 12944-3 mukaisesti. Maalauksen jälkeen on noudatettava maalin valmistajan ohjeita tuotteiden kuivumisessa. Näin saavutetaan paras pinnanlaatu ja korroosionesto. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Taulukko 4. Esikäsitteilyaste. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012).

Korroosioneston odotettu käyttöikä ^a	Rasitusluokka ^b	Esikäsitteilyaste
>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
^{a, b} Korroosioneston odotetun käyttöiän ja rasitusluokan osalta viitataan tapauskohtaisesti standardeihin EN ISO 12944 ja EN ISO 14713-1.		

4.6 Geometriset toleranssit

Geometrisiä poikkeamia eli toleransseja on kahta eri tyyppiä: olennaiset toleranssit ja toiminnalliset toleranssit. Olennaisella toleranssilla tarkoitetaan valmiin rakenteen stabiiliuteen ja mekaaniseen kestävyysvaikuttavien poikkeamien joukkoa, kun taas toiminnallisella toleranssilla tarkoitetaan yhteen sopimiseen ja ulkonäköön vaikuttavien poikkeamien joukkoa. Oleellisten ja toiminnallisten toleranssien hyväksytyt enimmäismitat ovat esitettyinä standardin SFS-EN 1090-2 liitteessä D. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

4.7 Tarkastus, testaus ja korjaaminen

Valmistuksen jälkeen tehtävät tarkastukset, testaukset ja korjaukset on tehtävä suunnitellun mukaisesti käyttäen hyväksi yrityksen FPC-manuaalin dokumentoituja me-

nettelytapoja. Mikäli tuotteen esivalmistamisen aikana on ilmennyt vikoja, voidaan tuotteet edelleen myydä, kunhan ne on ennen myyntiä tarkastettu standardin SFS-EN 1090-2 mukaisesti. Mikäli tuotteet ovat ennen valmistusta todettu ei-vaatimustenmukaisiksi tuotteiksi, tulee tuotteita käsitellä ei-vaatimustenmukaisina tuotteina. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Tarkastussuunnitelmaan on koottava kaikki vaatimukset ja tarkistukset, joita voidaan suorittaa valmiille tuotteelle. Tuotetta on koko sen valmistuksen ajan tarkistemitattava. Mittauksen menetelmiä ja tarkastuslaitteita on käsitelty standardeissa ISO 7976-1 ja ISO 7976-2. Suoritettujen mittausten tarkkuus tulee olla standardin ISO 17123 mukaisia. Eri tuotteiden mittauskohdat ja mittausten taajuus tulee esittää tarkastussuunnitelmassa. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Hitsaukseen liittyvät tarkastukset tulee myös esittää tarkastussuunnitelmassa ja niiden tulee olla standardin EN ISO 3834 sovellettavan osan vaatimusten mukaisia. Hitsit on tarkastettava silmämääräisesti koko pituudeltaan. Jos tarkastetuissa hitseissä ilmenee pintavirheitä, tulee hitsille suorittaa tunkeumaneste- tai magneettijauheta-
kustus. Toteutusluokassa EXC1 riittää silmämääräinen tarkastus. Silmämääräisessä tarkastuksessa todetaan hitsien olemassaolo ja sijainti oikeiksi, tarkastetaan hitsit standardin EN 970 mukaiseksi, jonka lisäksi tarkastetaan sytytysjäljet ja roiskeet. Silmämääräisen tarkastuksen suorittaa useimmiten hitsauksen suorittaja. Muissa toteutusluokissa tulee samaa hitsausohjetta käyttävän viiden ensimmäisen hitsin täyttää seuraavat vaatimukset: yrityksen hitsaajilta edellytetään hitsiluokka B, tarkastuslaajuus on kaksi kertaa suurempi, kuin taulukossa 5 esitetyt arvot, hitsin vähimmäismitta on 900 mm. Kun tuotantohitsauksen on kerran osoitettu täyttävän hitsausohjeen mukaiset laatuvaatimukset, tulee sen jälkeen NDT-testaus suorittaa taulukon 5 mukaisesti. Tarkastukseen valitaan tuotteet standardin EN 12062:1997 liitteen C mukaisesti. Mikäli hitsejä on korjattava jälkeenpäin, tulee se tehdä hitsausohjeiden mukaisesti. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012.)

Taulukko 5. Muun kuin silmämääräisen NDT-tarkastuksen laajuus. (SFS-EN 1090-2 + A1, 2012).

Hitsin tyyppi	Konepaja- ja työmaahitsit		
	EXC2	EXC3	EXC4
Poikittaiset päittäishitsit ja osittain läpihitsatut päittäishitsit, joihin kohdistuu vetojännitys: $U \geq 0,5$ $U < 0,5$	10 % 0 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Poikittaiset päittäishitsit ja osittain läpihitsatut hitsit: ristiliitoksissa T-liitoksissa	10 % 5 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Poikittaiset pienahitsit, joihin kohdistuu vetoa tai leikkausta: Kun $a > 12$ mm tai $t > 20$ mm Kun $a \leq 12$ mm ja $t \leq 20$ mm	5 % 0 %	10 % 5 %	20 % 10 %
JA1 > Läpihitsatut pitkittäiset hitsit nosturin kannattajien uuman ja ylälaipan välissä:	10 %	20 %	100 %
Muut pitkittäiset hitsit ja jäykisteiden hitsit	0 %	5 %	10 % <A1
<p>HUOM. 1 Kokoonpanon akselin suuntaiset hitsit katsotaan pitkittäisiksi. Kaikki muut katsotaan poikittaishitseiksi.</p> <p>HUOM. 2 U = hitsien hyväksikäyttöaste kvasistaattisluontoisille kuormille. $U = E_a / R_a$, missä E_a on hitsin suurin kuormavaikutus ja R_a on hitsin kestävyys murtorajatilassa.</p> <p>HUOM. 3 Suureet a ja t viittaavat pienahitsin a mittaan ja liitettävien materiaalien enimmäispaksuuteen.</p>			

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Projekti aloitettiin kartoittamalla yrityksen toimintaa ja hakemalla sen omat toimintatavat ja tottumukset. Alusta asti kävi ilmi, että yrityksen toiminta oli jo ennen projektin aloittamista melko lähellä standardin 1090-1 mukaista toimintaa, joten suuria muutoksia ei yrityksen jokapäiväiseen toimintaan tarvinnut ottaa.

Jo heti projektin alkuvaiheessa yrityksessä päätettiin ottaa käyttöön projektinumerot, jonka mukaisesti tuotanto tulisi jatkossa jakautumaan eri projektien kesken. Projektinumerokäytäntöä ei ole vaadittu standardissa 1090-1, mutta yrityksessä todettiin sen helpottavan jokapäiväistä tekemistä. Näin ollen esimerkiksi tilaukset ja tuotteet on helppo kohdistaa kuhunkin projektiin ja kaikki projektiin liittyvät asiakirjat on helppo dokumentoida projektinumeron avulla 1090-1 vaatimusten mukaisesti.

FPC-manuaalin laatiminen aloitettiin toteutusluokan valinnalla. Yritykselle ei ole aiemmin esitetty tilaajien toimesta vaatimuksia toteutusluokasta, niinpä haettavaksi toteutusluokaksi päätettiin valita korkeintaan EXC2, joka täyttää hyvin yrityksen tuotteille esitetyt vaatimukset. Toteutusluokan jälkeen määritettiin yritykselle tuoteperheet. Tuoteperheiksi valittiin kaksi; Perusaineryhmään 1.2 kuuluvat teräkset ja hitsausprosessi 135, perusaineryhmään 8.1 kuuluvat teräkset sekä hitsausprosessi 141.

Yrityksen FPC-manuaalista pyrittiin jättämään pois kaikki ylimääräinen ja saamaan siitä mahdollisimman yksinkertainen ja käytännössä toimiva sekä helposti päivitettävä. Asioita yritettiin pohtia siltä kannalta, miten yrityksessä nyt toimitaan ja vertaamaan sitä standardien 1090-1 ja -2 vaatimuksiin ja niiden pohjalta luomaan yksinkertaiset kirjalliset ohjeet toimintatavoille ja toiminnoille. Yritykselle nimitettiin laatu-päällikkö, joka vastaa yrityksen laatu järjestelmästä ja ylläpidosta.

Toteutusluokan EXC2 vaatimuksesta yritykselle ostettiin alihankintana hitsauskoordinaattori, joka auttaa ja valvoo yrityksessä tapahtuvaa hitsaustyötä. Hitsauskoordinaattorin avustuksella hankittiin yrityksen tuotantoon sopivat hitsausohjeet (WPS). Hitsausohjeiksi hankittiin Kempin tarjoama universaali hitsausohjepaketti

MIG/MAG-hitsaukselle, jonka avulla saatiin MAG-hitsaustyö pätevoitettyä. TIG hitsauksen pätevoittämiseen ostettiin pienemmille ainevahvuuksille Staco Oy:ltä hitsausohjepaketti ruostumattomille teräksille (perusaineryhmä 8.1). Isommille ainevahvuuksille tapahtuva TIG-hitsaus päätettiin pätevoittää hyväksytyjen hitsauslisäaineiden mukaan perustuvalla menetelmällä ISO 15610. Hitsaushenkilöstö pätevoitettiin menetelmäkokeella ISO 15614-1. Menetelmäkokeen valvoi hitsauskoordinaattori, joka lisäksi toimitti hitsatut saumat röntgenkuvaukseen ja allekirjoitti hyväksytyt hitsausluokat. Hitsaushenkilöstö suoritti lisäksi näkökyvyn testauksen, jossa varmistettiin riittävästä näön tarkkuudesta. Yrityksen hitsauslaitteistoa päivitettiin samalla, jolloin saatiin hankittua yritykselle hyväksytyt ja validoidut hitsauslaitteet. Hitsauslisäaineiden varastointiin jouduttiin hankkimaan erillinen kaappi, jotta hitsauslisäaineille asetetut ohjearvot täyttyisivät lämpötilan ja ilmankosteuden osalta.

FPC-manuaalin kirjoittamisen ja tarvittavien koulutusten jälkeen seuraavana vaiheena oli tarkastuslaitoksen suorittama alkutarkastus. Alkutarkastuksen suoritti Kiwa Inspecta. Alkutarkastukseen osallistuivat lisäksi toimeksiantajan vastuuhenkilöt sekä hitsauskoordinaattori. Tarkastuksessa katsottiin, että toimiiko yritys omien FPC-manuaaliin kirjaamien ohjeiden mukaisesti. Aineisto oli toimitettu etukäteen tarkasteltavaksi. Lopuksi tarkastaja suoritti tehdaskierroksen, jossa käytiin läpi FPC-manuaalin toimintatapoja. Hyväksytyin alkutarkastuksen jälkeen yritys sai tarkastuslaitoksen myöntämän Tuotannon sisäistä laadunvalvontaa koskevan sertifikaatin. Kopio todistuksesta liitteessä 3. Todistuksen myötä valmistajalla on oikeus myöntää tuotteilleen CE-merkintä.

LÄHTEET

Euroopan Parlamentin ja Neuvoston asetus (EU) N:o 305/2011. 2011. Euroopan Unionin Virallinen lehti. L88

Execution of steel structures and aluminium structures: Response from the secretariat of CEN/TC135 to request from the Commission, DG Enterprise and Industry, on the Scope of EN 1090-1. 2013. European Committee for Standardization

Haapaniemi, H. 2017. Liiketoimintapäällikkö, Inspecta Sertifiointi Oy. Ulvila. Haastattelu 3.5.2017. Haastattelijana Mikko Virta.

hEN Helpdesk www-sivut. Viitattu 8.5.2017.
<http://henhd.multiedition.fi/www/fi/>

Hirsjärvi S, Remes P, Sajavaara P.: Tutki ja kirjoita, Tammi 2006

Inspecta www-sivut. Viitattu 4.5.2017 www.inspecta.fi

Järvenpää, H. & Yrjölä, P. 2012. Teräsrakentaminen, rakennustuoteasetus ja CE-merkintä. Metallitekniikka 7-8 / 2012.

Rakennusteollisuus RT Ry:n www-sivut. Viitattu 4.5.2017
www.rakennusteollisuus.fi

Rakenteelliset teräs ja alumiinikokoonpanot SFS-EN 1090-1 Sisäisen laadunvalvonnan käyttöönottot opas. 2013. Helsinki. Teknologiateollisuus ry.
http://www.metsta.fi/terasrakenteet_ce-merkinta.php Viitattu 2.5.2017

SFS-EN 1090-1+A1 Teräs ja Alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. 2012. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS

SFS-EN 1090-1+A1 Teräs ja Alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. 2012. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS

Teräskokoonpanojen CE-merkintä. 2012. Teknologiateollisuus ry. Teräsrakenneyhdistys ry. Metsta ry. Viitattu 14.3.2017.

http://www.metsta.fi/ajankohtaista/METSTA-tiedotus/2012/liitteet/Terasrakenteet_jaCE_2012-08_net.pdf

LIITE 1

Arvioinnin kohde	Kuvaus	Toteutusluokka
Seuraamusluokka	CC1: Vähäiset seuraamukset hengenmenetysten tai pienten ja merkityksellisten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahtien takia.	EXC2
Käyttöluokka	SC1: Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille, matalan seismisen aktiiviteetin (tärinä) perusteella luokassa DCL, tai nostureista aiheutuville väsytyksuormille; SC2: Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytyksuormille, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille, seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiiviteetin (tärinä) perusteella ja luokissa DCM ja DCH	
Tuotantoluokka	PC1: Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on alempi kuin S355; PC2: Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla, Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuuma-muovaamalla tai joita lämpökäsitellään valmistuksen aikana Pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokokoonpanot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon	
Toteutusluokan määrittelyssä suunnittelijoiden on huomioitava kohdemaan kansalliset määräykset.		

Vaatimukset toteutusluokan mukaan, SFS-EN 1090-2 + A1		TERÄSKOKOONPANOT
Kappale	Vaatus	Vaatimuksen täsmennys ja lähdeviite
4	Eritelmät ja asiakirjat	
4.2	Toteuttajan asiakirjat	
4.2.1	Laatuasiakirjat	Kyllä
5	Käytettävät tuotteet	
5.2	Tunnistaminen, aineodistukset ja jäljitettävyyden	
	Aineodistukset	SFS-EN 1090-2 + A1, Taulukon 1 mukaan
	Jäljitettävyyden	Osittainen
	Merkintä	Kyllä
5.3	Rakennusterästuotteet	
5.3.2	Paksuustoleranssit	Luokka A
5.3.3	Pinnan laadut	Levyt: Luokka A2, Pitkät tuotteet: Luokka C2
6	Esivalmistus ja kokoaminen	
6.4	Leikkaus	
6.4.3	Polttoleikkaus	EN ISO 9013, u=alue 4, Rz5=alue 4, Kovuus SFS-EN 1090-2 + A1, Taulukon 10 mukaisesti jos vaaditaan
6.5	Muotoilu	
6.6	Reiitys	
6.6.3	Reikiä tekeminen	Lävistäminen
6.7	Aukot	Pienin pyörityssäde 5 mm
6.9	Kokoaminen	Sovittaminen: reikiä pidetään, Toiminnallinen toleranssi Luokka 1
7	Hitsaus	
7.1	Yleistä	EN ISO 3834-3
7.4	Hitsausmenetelmien ja hitsaushenkilöstön hyväksyminen	
7.4.1	Hitsausmenetelmien hyväksyminen	SFS-EN 1090-2 + A1, Taulukot 12 ja 13
7.4.2	Hitsaajat ja hitsausoperaattorit	Hitsaajat: EN 287-1, Operaattorit: EN 1418
7.4.3	Hitsauksen koordinaatio	SFS-EN 1090-2 + A1, Tekninen tietämys Taulukot 14 tai 15
7.5.1	Railot	
7.5.7	Siltahitsit	Hyväksytty hitsausmenetelmä
7.5.9	Päittäishitsit	Aloitus- ja lopetuspalat, jos vaaditaan
7.6	Hyväksymiskriteerit	EN ISO 5817, Hitsiluokka C
9	Asentaminen	
9.6	Asentaminen ja työskentely työmaalla	
9.6.3	Käsittely ja varastointi työmaalla	Dokumentoitu korjausmenetelmä
12	Tarkastus, testaus ja korjaaminen	
12.4.2	Tarkastus hitsauksen jälkeen	
12.4.2.2	Tarkastuslaajuus	SFS-EN 1090-2 + A1, NDT: Taulukko 24
12.4.2.5	Hitsien korjaus	Hyväksytyn hitsausohjeen mukaisesti
12.5.2	Esijännitettyjen ruuviliitosten tarkastaminen ja testaaminen	Seuraavasti
12.5.2.2	Ennen kiristämistä	Kiristysmenetelmän tarkastaminen
12.5.2.3	Kiristysajan aikana ja kiristysajan jälkeen	Kiristysmenetelmän 2. vaihe, Peräkkäisnäytetyyppi A
12.5.2.4	Vääntömomenttiin perustuva menetelmä	Kokoonpanoerien sijainti, 2. kiristysvaihe
12.5.2.5	Yhdistetty menetelmä	Merkinnän tarkastaminen, 2. kiristysvaihe
12.5.3.1	Kuumanäytteen tarkastus, testaus ja korjaus	Sointioke, Peräkkäisnäytetyyppi A

Nostot	
1	Kokoonpanojen suojaaminen vaurioilta nostokohdissa
2	Yhden pisteen nostojen välttäminen käyttämällä tarvittaessa pitkien kokoonpanojen nostoissa jakopalkkeja
3	Yksitellen nostettaessa reunan vauriolle, kiertymälle ja vääristymiselle herkkien ohutlevykokoonpanojen niputtaminen. Paikallisten vaurioiden välttäminen kokoonpanojen kosketuskohdissa, nostokohtien jäykisteettömissä reunoissa ja muissa kohdissa, joissa merkittävä osa nipun painosta kohdistuu yksittäiseen vahvistamattomaan reunaan
Varastointi	
4	Ennen kuljetusta tai asennusta varastoitavien kokoonpanojen pinoaminen irti maasta siten, että ne pysyvät puhtaina
5	Tarvittava tukeminen pysyvien muodonmuutosten välttämiseksi
6	Profililevyjen ja muiden esivalmistetulla koriste-pinnalla varustettujen tuotteiden varastointi asiaan kuuluvien standardien vaatimusten mukaisesti
Korroosionesto	
7	Veden kerääntymisen välttäminen
8	Toimenpiteet, joilla vältetään kosteuden tunkeutuminen metallilla pinnoitetusta materiaalista valmistettujen profiilien nippuun HUOM. Varastoitaessa profiilinippuja työmaalla pitkään ulkona niput on syytä avata ja irrottaa profiilit toisistaan, jotta vältetään "musta- tai valkorooste" ilmaantuminen.
9	Alle 4 mm:n aineesta valmistettujen kylmämuovattujen teräskokoonpanojen tarkoituksen mukainen korroosionestokäsittely ennen kuin kokoonpanot lähtevät tehtaasta. Suojauksen tulee kestää ainakin kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana odotettavissa olevat rasitukset
Ruostumattomat teräkset	
10	Ruostumattomien terästen käsittely siten, että estetään käsittelylaitteiden ja pidikkeiden aiheuttama pintojen kontaminaatio. Ruostumattoman teräksen huolellinen varastointi siten, että pinnat suojataan vaurioilta ja, että kontaminaatiota ei tapahdu
11	Käytetään suojakalvoa tai muuta pinnoitetta, joka jätetään pinnalle niin pitkäksi aikaa kuin on käytännössä mahdollista
12	Suolapitoisessa, kosteassa ulkoilmassa tapahtuvan varastoinnin välttäminen
13	Varastohyllyjen suojaaminen puusta, kumista tai muovista valmistetuilla listoilla tai eristeillä, jotta vältetään seostamattomien terästen, kuparipitoisten materiaalien ja lyijyn hankautuminen ruostumattoman teräksen pintaan
14	Klorideja ja sulfideja sisältävien merkintäkynien käyttö on kielletty HUOM. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää suojakalvoa ja tehdä kaikki merkinnät tämän kalvon päälle.
15	Ruostumattomien terästen suojaaminen suoralla kosketukselta seostamattomaan teräkseen nostotaljoissa tai käsittelyvälineissä kuten ketjuissa, koukuissa, vanteissa, teloissa, haarukoissa tai haarukkatrukeissa käyttämällä eristäviä materiaaleja, ohutta vaneria tai imukuppeja. Sopivien asennustyökalujen käyttäminen, jotta varmistetaan, että pintojen kontaminaatiota ei tapahdu
16	Vältetään kosketusta kemikaaleihin, kuten väriaineet, liimat, tarrateipit, liiallinen määrä öljyä ja rasvaa HUOM. Jos näiden aineiden käyttö on välttämätöntä, soveltavuus on syytä tarkastaa niiden valmistajan kanssa.
17	Seostamattomien terästen ja ruostumattomien terästen valmistuksen eriyttäminen, jotta vältetään seostamattomien terästen hiukkasten tarttuminen ruostumattoman teräksen pintaan. Pelkästään ruostumattomille teräksille tarkoitettujen työkalujen käyttö. Tämä koskee erityisesti hiontalaikkoja ja teräsharjoja. Ruostumattomille teräksille suositellaan austeniittisistä teräksistä valmistettuja teräsharjoja tai teräshilloja
Kuljetus	
18	Valmistettujen kokoonpanojen suojaamiseksi tarvittavat erityistoimenpiteet kuljetuksessa.

**TUOTANNON SISÄISTÄ LAADUNVALVONTAA
KOSKEVA SERTIFIKAATTI**
0416-CPR-10087-01

Inspecta

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) N:o 305/2011
(eurooppalainen rakennustuoteasetus, CPR), annettu 9. päivänä maaliskuuta 2011,
mukaisesti tämä sertifiikaatti myönnetään rakennustuotteelle

Rakenteellisten hitsattujen teräskokoonpanojen ja tuotejärjestelmien valmistus

Toteutusluokat EXC1 ja EXC2
Ominaisuuksien ilmoittaminen ZA.3.4 (Menetelmä 3a)

Tuotteen on saattanut markkinoille omalla nimellään tai tavaramerkillään

Metallikiillotus Vesa Virta Oy

Kaasmarkuntie 547, 29310 Kaasmarkku

ja sen valmistuspaikka on Kaasmarkku.

Tällä sertifiikaatilla vahvistetaan, että kaikki suoritustason pysyvyyden arviointiin ja varmentamiseen
liittyvät ehdot, jotka on esitetty seuraavan standardin liitteessä ZA

EN 1090-1:2009+A1:2011

on täytetty järjestelmän 2+ mukaisesti ja että
tuotannon sisäisen laadunvalvonnan on arvioitu olevan sovellettavien vaatimusten mukainen.

Tämä sertifiikaatti on myönnetty ensimmäisen kerran **2017-10-27** ja on voimassa toistaiseksi, ellei
yhdenmukaistettua standardia, rakennustuotetta, AVCP-menetelmiä eikä valmistusolosuhteita tuotantolaitoksella
ole oleellisesti muutettu tai ellei tuotannon sisäisestä laadunvalvonnan sertifiointista vastaava
ilmoitettu laitos ole sertifiikaattia keskeyttänyt tai peruuttanut.

Tämän sertifiikaatin voimassaolon voi tarkistaa osoitteesta www.inspecta.fi.

Inspecta Sertifiointi Oy, ilmoitettu laitos n:o 0416, on myöntänyt tämän sertifiikaatin 2017-10-27.



Mikko Törmänen, toimitusjohtaja

CE

Inspecta Sertifiointi Oy
P.O. Box 1000, Sörmäistenkatu 2
FI-00581 Helsinki, Finland
Tel.+358 10 521 600

Group headquarters: Inspecta Group Oy, Helsinki, Finland

TRUST & QUALITY www.inspecta.com