



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ANSSI TAPIOLA
TERÄSRAKENTEIDEN TOTEUTTAMISEN VAATIMUKSET
STANDARDIN EN 1090 MUKAAN
Diplomityö

Tarkastajat: professori Markku Heinisuo ja professori Reijo Kouhia
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Teknisten tieteiden tiedekuntaneuvoston kokouksessa 6. maaliskuuta
2013

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

TAPIOLA, ANSSI: Teräsrakenteiden toteuttamisen vaatimukset standardin EN 1090 mukaan

Diplomityö, 68 sivua, 5 liitesivua

Toukokuu 2013

Pääaine: Konstruktitekniikka

Tarkastajat: professori Markku Heinisuo ja professori Reijo Kouhia

Avainsanat: CE-merkintä, rakennustuoteasetus, teräsrakenne, standardi, sertifi-
kaatti

Työssä on paneuduttu 1.7.2013 täysimääräisesti voimaan tulevan rakennustuoteasetuksen ja 1.7.2014 voimaan tulevan harmonisoidun standardin EN 1090-1 ja toteuttamista koskevan standardin EN 1090-2 uusien vaatimusten käytännön merkitykseen alan yrityksen toiminnassa. Tutkittavan yrityksen rooli on vastata suunnittelusta ja toimittaa tarvittava dokumentaatio valmistavalle osapuolelle. Asetuksen ja standardien tekstien taustoja on pohdittu pyrkimyksenä saada vastauksia siihen, että mihin vaatimuksilla pyritään, mitä rakenteita vaatimukset koskevat ja miten uusia vaatimuksia käytännössä sovelletaan.

Pakollista CE-merkintää vaativa osuus teräskokoonpanojen valmistuksesta koskee konepajalla suoritettavaa valmistusta. Työmaatoiminta on suljettu pois poikkeuspykälällä CE-merkinnän piiristä, mutta standardin toista osaa ja sen vaatimuksia voidaan soveltaa myös työmaalla. Työ on erittäin ajankohtainen, ja määräysten tulkinta teollisuudessa ja viranomaisilla vaihtelee. Tämä aiheutti merkittävästi lisätyötä. Tulkinnanvaraisuuksiin erityisesti soveltamisalaa koskien pitäisi EU-tasolla saada mahdollisimman pian yhteinen linja. Ongelmia syntyy, jos tuotteeseen voidaan soveltaa useaa määräystä tai säännöstä samanaikaisesti, jotka muodostavat keskenään ristiriitaisia vaatimuksia.

Selvitystyön tuloksena oli, että Andritz Oy, Wood Processing ei itse CE-merkitse teräskokoonpanoja, koska valmistus on yrityksessä ulkoistettu. CE-merkintäoikeudet edellyttävät sisäisen laadunvalvontajärjestelmän perustamista ja ulkopuolisen laitoksen sille myöntämää sertifiikaattia. Standardissa on entistä tarkemmin määritelty suunnittelusta valmistukseen ja asennukseen siirtyvät tiedot. Näin syntyi standardin EN 1090 mukaista toteutusta tukeva ohje kuljetinsiltarakenteelle. Toteutukseen luetaan valmistuksessa käytettävät tuotteet ja niiden dokumentit, esivalmistus, kokoaminen, hitsaus, mekaaninen kiinnittäminen, asentaminen, pintakäsittely, geometriset toleranssit sekä tarkastus, testaus ja korjaaminen. Standardin nimitys ohjeelle on toteutuseritelmä. Tämä ohje antaa kaikki tarvittavat tiedot kyseisen teräsrakennetuotteen valmistajalle, joiden avulla se voi noudattaa standardia ja CE-merkitä tuotteen. Dokumentissa on ohjeita myös työmaalla suoritettaviin työvaiheisiin.

Määräysten vaikutuksia kustannuksiin ja turvallisuuteen pohdittiin. Myös taustalla mahdollisesti olevia kauppapoliittisia syitä nostettiin esiin. Tutkittua tietoa ja kokemuksia ei vielä juurikaan ole, koska määräykset eivät ole astuneet vielä voimaan. Päätelmiä voitiin kuitenkin jo tehdä. Huomattiin, että rakennustuoteasetus soveltuu paremmin sarjavalmistamiseen tuotantoon ja talonrakennukseen kuin erikoisvalmistaisille teollisuusrakenteille. Joka tapauksessa valmistuksen laatu- ja turvallisuusvaatimukset saadaan nousemaan, mutta määräykset vaikeuttanevat etenkin pienten konepajojen toimintamahdollisuuksia lisääntyvien pätevyys- ja dokumentointivaatimusten takia.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Department of Mechanics and Design

TAPIOLA, ANSSI: Requirements for the execution of steel structures according to the standard EN 1090

Master of Science Thesis, 68 pages, 5 Appendix pages

May 2013

Major: Mechanics and Design

Examiners: Professor Markku Heinisuo and Professor Reijo Kouhia

Keywords: CE-marking, construction product regulation, steel structure, standard, certificate

The construction product regulation takes full effect on 1st of July 2013 and the harmonized standard EN 1090-1 on 1st of July 2014. The technical requirements for the execution of steel structures are treated in the second part of the standard, named EN 1090-2. In this thesis work, effects of these three have been studied and implemented on the routines of a company that operates in the industry. The company's role is to design structures and to deliver drawings and other information to a workshop that manufactures the structures. The purpose and scope of the regulation and the standards have been discussed in order to find out how the requirements are applied in practice.

Compulsory CE-marking of steel assemblies affects the part of manufacturing that is carried out by a workshop. Operations to be made at the construction site are excluded from CE-marking but the second part of the standard can be applied at site, too. This thesis is very topical at the moment and the interpretation of regulations varies among the authorities and the industry. This has caused quite a lot extra work. The ambiguities should be removed by the European Commission as soon as possible. A common view is missing especially if there are several regulations that apply to one product.

The result of the survey was that Andritz Oy, Wood Processing does not CE-mark products itself as manufacturing is outsourced in the company. The rights to CE-mark require an internal quality control system (Factory Production Control) certificated by an external institution (Notified Body). The information to be transferred from design to execution is defined more accurately than before. Execution is covering constituent products and their documents, preparation, assembly, welding, mechanical fastening, erection, surface treatment, geometrical tolerances, inspection, testing and correction. As a result of this thesis, an execution specification was created for a single product, conveyor gallery structure. This document gives all the necessary information to the manufacturer to apply the standard and to CE-mark the product. The document also includes information that can be applied at site.

Effects of the regulations on the safety and cost of steel structures were examined. Possible trade policy reasons in the background were also raised up. Experiences and research data were still missing as the regulations have not become fully effective yet but some speculations were made. It was noticed that the construction product regulation suits better to series production and building construction than to custom-built industrial structures. Anyway, the quality of structures will obviously improve but the new regulations will most likely complicate especially the business of small workshops because of increased requirements for documentation and qualification.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty syystalvella 2012-2013 Andritz Oy:n Hollolan toimipaikassa Wood Processing-tuoteryhmän toimeksiannosta. Kiitokset avunannosta työhön ja tarvittavien resurssien tarjoamisesta kuuluvat Andritzin Janne Lähteenmäelle, Jaakko Pitkänkankaalle, Pekka Vainikalle ja Keijo Minkkiselle. Andritz työnantajana osoittautui joustavaksi ja apua sai aina, kun sitä pyysi.

Myös Teräsrakenneyhdistyksen Pekka Yrjölä ja Jouko Kouhi olivat avuksi, kun työssä tuli esiin tulkinnanvaraisia asioita. Inspectan Unto Kalamies antoi myös hyviä näkökulmia joihinkin asioihin.

Hollolassa 3.5.2013

Anssi Tapiola

anssi.tapiola@andritz.com
työpuh. 040 8606945

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	1
1.1	Andritz-konserni.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja työn rakenne.....	2
2	Lähtökohdat	3
2.1	EU:n rooli rakennustuotteissa	3
2.2	Standardi	7
2.2.1	Standardi EN 1090.....	9
3	Alkuseelvitys	11
3.1	Määräysten soveltamisala	11
3.1.1	Andritzin tulkinta.....	13
3.2	CE-merkintävastuu ja merkin sisältö.....	15
3.3	Sertifiointi	19
3.4	Prosessin kulku yrityksen sisällä.....	21
3.5	Toteutuseritelmä.....	22
4	Toteutuseritelmä kuljetinsilloille	24
4.1	Yleinen tuoteinformaatio	24
4.2	Teräsrakenteiden suunnittelu	27
4.3	Teräsrakenteiden toteutus	28
4.4	Dokumentaatio	32
4.5	Käytettävät tuotteet.....	34
4.6	Esivalmistus ja kokoaminen	37
4.7	Hitsaus	39
4.8	Mekaaninen kiinnittäminen	46
4.9	Asentaminen.....	50
4.10	Pintakäsittely	50
4.11	Geometriset toleranssit	52
4.12	Tarkastus, testaus ja korjaaminen.....	54
5	Yhteenveto.....	59
5.1	Kustannusnäkökohdat.....	59
5.2	Kauppapoliittiset näkökohdat	60
5.3	Turvallisuusnäkökohdat.....	61
	Lähteet.....	64
	Liite 1: Vuokaavio CE-merkinnän tarpeen arviointiin	
	Liite 2: Suoritustasoilmoitus	
	Liite 3: Esimerkki projektin toimitusketjusta	
	Liite 4: Toleranssitaulu	

LYHENTEET, TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AVCP	Assessment and verification of constancy of performance, suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä
AWS	American Welding Society
CC	Consequence class, seuraamusluokka
CE	<i>Conformité Européenne</i> , European Conformity, vaatimustenmukaisuus
CEN	European Committee for Standardization
CPD	Construction Product Directive, rakennustuotedirektiivi
CPR	Construction Product Regulation, rakennustuoteasetus
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik, Saksan rakennustekniikan instituutti
DoP	Declaration of Performance, suoritustasoilmoitus
EAD	European Assessment Document, eurooppalainen arviointiasiakirja
EN-standardi	Eurooppalainen CEN-järjestön julkaisema standardi
ETA	European Technical Approval, eurooppalainen tekninen hyväksyntä
ETA (suom.)	Euroopan talousalue
EXC	Execution class, toteutusluokka
EU	Euroopan Unioni
FPC	Factory Production Control, tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä
GOST R	Järjestelmä standardisointiin ja sertifiointiin Venäjällä
hEN	Harmonised European Norm, harmonisoitu eurooppalainen standardi
ISO	International Standardization Organization
ISO-standardi	Kansainvälinen ISO- järjestön julkaisema standardi
ITC	Initial type calculation, laskennallinen alkutestaus
ITT	Initial type testing, alkutestaus
MPCS	Manufacturer provided component specification, valmistajan laatima kokoonpanoeritelmä
NANDO	New Approach Notified and Designated Organisations, Euroopan komission palvelu, josta löytyy ilmoitetut laitokset
NB	Notified Body, ilmoitettu laitos
NDP	Nationally Determined Parameter, kansallinen parametri
NDT	Non-destructive testing, rikkomaton aineenkoetus
NPD	No Performance Determined, ominaisuutta ei esitetä

PC	Production category, tuotantoluokka
PPCS	Purchaser provided component specification, ostajan toimit- tama kokoonpanoeritelmä
SAE	Society of Automotive Engineers
SC	Service category, käyttöluokka
SFS	Suomen standardisoimisliitto
SFS-standardi	Suomalainen SFS-järjestön julkaisema standardi
SI-järjestelmä	Kansainvälinen mittayksikköjärjestelmä
WPS	Welding Procedure Specification, hitsausohje
WPQR	Welding Procedure Qualification Record, hitsausohjeen hyväksymispöytäkirja
ZA-liite	hEN-standardien liite, jota noudatetaan CE-merkinnässä
Component specification	Ks. kokoonpanoeritelmä
Execution specification	Ks. toteutuseritelmä
Kokoonpanoeritelmä	Asiakirjat, jotka sisältävät kaiken tarvittavan tiedon raken- teellisen kokoonpanon valmistusta varten
Toteutuseritelmä	Asiakirjat, jotka sisältävät kaiken tarvittavan tiedon teräsra- kenteen valmistusta ja asennusta varten
Toteutusluokka	Määrittää toteutusta koskevia vaatimuksia, suunnittelijan välittämä tieto toteuttavalle osapuolelle

1 JOHDANTO

Tämän diplomityön pohjana olevan selvitystyön kipinä sai alkunsa Teknologiateollisuus ry:n, Teräsrakenneyhdistys ry:n ja Metsta ry:n elokuussa 2012 julkaisemasta Teräskoonpanojen CE-merkintä-esitteestä [1]. Tämän pohjalta havahduttiin Andritzin Hollolan toimipisteessä tarpeesta merkitä kantavat teräskoonpanot tulevaisuudessa CE-merkillä. Takaraja lain edellyttämälle merkinnälle määräytyy tuotteen markkinoille saattamisen hetkestä ja sen ilmoitettiin olevan 1.7.2014, joten aikaa oli alle kaksi vuotta. Aikajännettä lyhentävä seikka oli, että projektin valmistelu ja suunnittelu aloitetaan usein noin 1-1,5 vuotta ennen teräsrakenteiden pystytystä ja käyttöönottoa työmaalla.

Työlle ei voitu laatia tarkkaa suunnitelmaa, mutta sille annettiin tavoitteet ja aikataulu, jotka pyrin täyttämään. Alkuvaiheessa ei vielä tiedetty, mitä kaikkia tuotteitamme merkintätarve koskee vai koskeeko mitään eikä sitä, mitä muita velvoitteita asiaan mahdollisesti liittyy. Aloitin asiaan perehtymisen lukemalla rakennustuoteasetusta ja teräsrakenteita koskevaa standardia EN 1090-1. Löysin myös ohjeita ja lyhyitä esitelmiä aiheesta muun muassa Teräsrakenneyhdistyksen, The British Constructional Steelwork Association Ltd:n, Rakennusteollisuuden, Ympäristöministeriön, Euroopan Unionin, Rakennetun ympäristön, Eurocoden ja Suomen standardisoimisliiton internetsivuilta.

1.1 Andritz-konserni

Puunkäsittelylaitteita on suunniteltu Hollolan toimipisteessä kymmeniä vuosia. Vuonna 1994 nimi vaihtui omistussuhteiden muuttuessa Kone Woodista Andritz Oy:ksi. Andritz Group AG on monikansallinen teollisuuden prosessilaitteita valmistava konserni, jonka pääkonttori sijaitsee Grazissa, Itävallassa. Hollolan toimipiste kuuluu nykyään Andritz Group AG:n Pulp and Paper-segmentin Fiber Technologies-divisioonan Wood Processing-tuoteryhmään.

Suomen konserniyhtiö Andritz Oy:n liikevaihto on noin 600 miljoonaa euroa ja henkilökunnan määrä on noin 1 000. Toimipaikkoja ovat Hollola, Kotka, Helsinki, Tampere, Savonlinna ja Varkaus. Suomessa tuotealueita ovat puunkäsittely, kuituprosessit, kemikaalien talteenotto, massankäsittely ja vesivoima. Hollolassa vastuualueena ovat puukentän puunkäsittelylaitteet kattaen raakapuun kuorimisen ja haketuksen lastuiksi, kuljetuksen välivarastoon ja kaikki siihen liittyvät toiminnot. Hollolassa suunnitellaan myös muun muassa biopolttoaineen kuljettamiseen soveltuvaa laitteistoa. Laitteiden tukemiseksi tarvitaan rakenteita, joihin tämä työ tarkemmin paneutuu.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja työn rakenne

Työn tekeminen aloitettiin syyskuussa 2012 ja tavoitteena oli saada selville uusien määräysten merkitys yritykselle ja toimeenpanna tarvittavat toimet niiden täyttämiseksi helmikuun 2013 loppuun mennessä. Projektille asetettiin seuraavia tavoitteita:

- Selvitetään rakennustuoteasetuksen ja harmonisoitujen standardien vaikutus lainsäädäntöön ja yrityksen toimintaan
- Selvitetään, kuka on vastuussa CE-merkittämisestä ja mitä toimia eri osapuolilta vaaditaan
- Tutustutaan yrityksen tuotteisiin ja selvitetään, mitkä tuotteet tai rakenteet ovat uusien määräysten soveltamisalan mukaisia
- Saatetaan tuotteet ja niiden ohjeistus sellaiseksi, että ne voidaan CE-merkitä
 1. Käydään läpi olemassa olevat dokumentit tuotteen valmistamista ja asentamista varten ja päivitetään niitä tarpeen mukaan.
 2. Laaditaan uutta täydentävää ohjeistusta.
- Saatetaan yrityksen toiminta uusien määräysten mukaisiksi
 1. Koulutetaan toimipisteen eri osastojen henkilöstöä tietoisiksi uusien määräysten vaikutuksesta heidän toimintaansa.
 2. Osallistutaan CE-merkittävän teräsrakenteen hankinta- ja toteutusprosessiin tilaajan näkökulmasta.

Työn sisältö on jaettu lukuihin. Luku 2 käsittelee EU-määräysten ja standardien roolia rakennustuotteissa ja teräsrakentamisessa. Luvussa 3 käydään läpi määräysten soveltamista yrityksen tuotevalikoimaan, teräsrakenteen tilaajalta tarvittavia toimia, CE-merkintäoikeuksiin liittyvää kolmannen osapuolen valvontaa ja prosessin kulkua yrityksen eri osastojen kannalta. Luvussa 4 perehdytään uuden teräsrakennestandardin edellyttämän ohjeistuksen laadintaan ja käydään läpi eräälle tuotteelle tehdyn ohjeen sisältö. Tähän osaan liittyy paljon valmistusteknistä määrittelyä ja tiedonhakua yrityksen sisällä. Luvussa 5 vedetään yhteen kokonaisuutta ja pohditaan määräysten vaikutusta erityisesti kustannuksiin ja turvallisuuteen.

2 LÄHTÖKOHDAT

2.1 EU:n rooli rakennustuotteissa

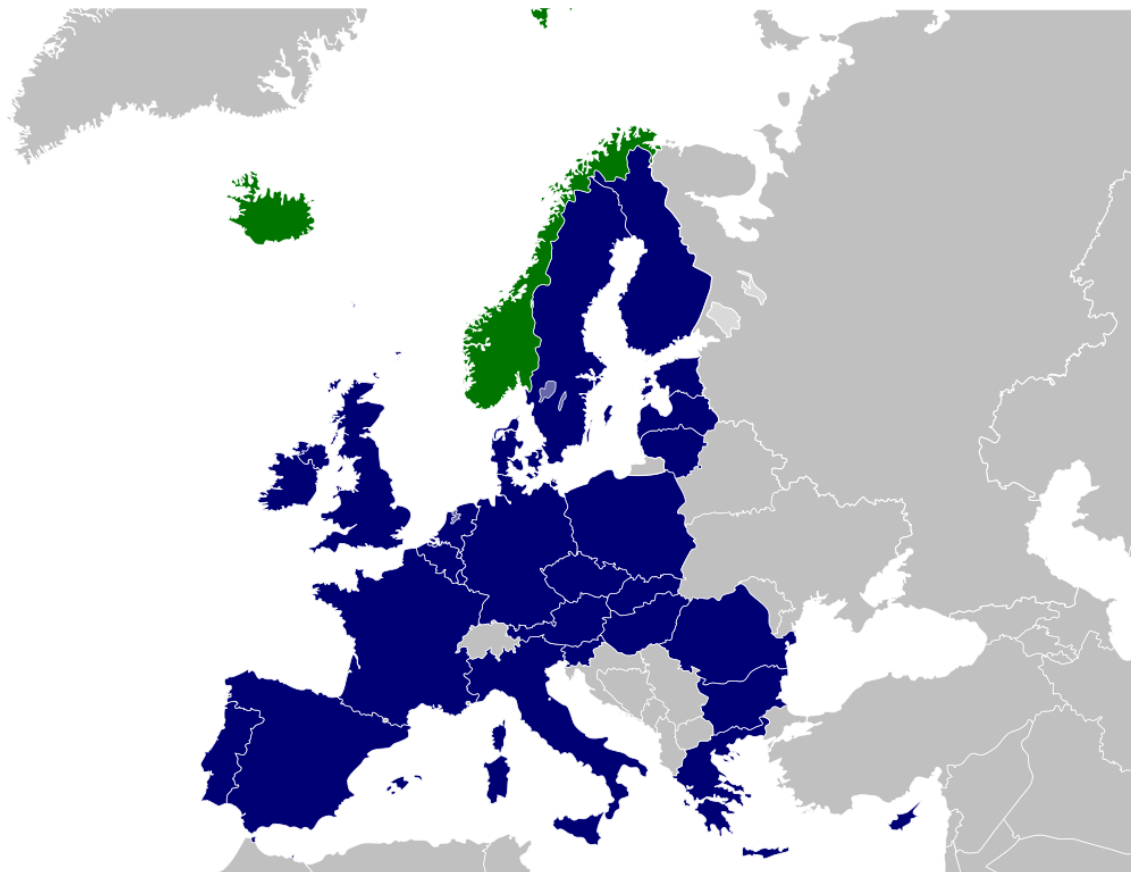
Euroopan Unioni pyrkii avaamaan Euroopan talousalueen sisämarkkinat kaikkien jäsenmaiden toimijoille yhtenäistämällä säännöt ja helpottamalla tavaroiden, ihmisten, palvelujen ja pääomien liikkumista EU:n sisällä. Yhtenä keinona on direktiivien luonti. Direktiivit ovat jäsenmaille annettavia lainsäädäntöohjeita, joiden pohjalta määrätään lakeja. Ne kuitenkin antavat kansallisille lainsäätäjille soveltamisvaltaa, jolloin lainsäätäjä saa itse päättää keinot direktiivin sisällön toteuttamiseksi [2].

Rakennustuotteet ovat yksi ryhmä, jota edellä oleva EU:n markkinoiden vapauttamisen tavoite koskee. Tämän tavoitteen pohjalta luotiin 21.12.1988 rakennustuotedirektiivi (CPD). Sen yhtenä tavoitteena oli kaupan teknisten esteiden poistaminen jäsenmaiden väliltä eli viranomaisten vaatimusten ja lainsäädännön yhtenäistäminen [3]. Pyrkimyksenä oli, että jäsenmaassa X valmistettavat rakennustuotteet täyttäisivät jäsenmaan Y lainsäädännön vaatimukset sellaisenaan, jolloin rakennustuotteille avautuisivat suuremmat markkinat. Muita tavoitteita oli turvallisuuden takaaminen säännöksiä yhtenäistämällä, tuotteiden vertailtavuuden parantaminen ja tarkempien tietojen saanti rakennustuotteista. Käytännössä vaatimusten lisääminen voi vaikeuttaa myös kolmansien maiden valmistajien tuontia EU-alueelle ja toimii näin ollen tuontia rajoittavana tekijänä.

Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi päätettiin rakennustuotteita merkittäväksi CE-merkillä, joka osoittaa niiden vaatimustenmukaisuuden Euroopan talousalueella. Merkin kanssa yhdessä laaditaan aina vaatimustenmukaisuusvakuutus. Nämä yhdessä kertovat, että valmistaja vakuuttaa tuotteensa olevan määräysten mukaisia, vain osassa tapauksista valmistajan toiminta tai yksittäinen tuote pitää hyväksyttää ulkopuolisella taholla. Merkki voidaan ajatella olevan passi tuotteelle, jonka avulla se saa liikkua EU-alueella. CE-merkintää ei kuitenkaan asetettu direktiivissä pakolliseksi, jolloin Suomi, Ruotsi, Irlanti, Iso-Britannia ja Norja eivät vaatineet CE-merkkiä markkina-alueillaan. Muitakin aukkoja direktiiviin jäi mahdollistaen kansallisten viranomaisten vaatimusten hankaloittavan rakennustuotteiden kauppaa.

Rakennustuotedirektiiviin jääneet aukot pyritään tukkimaan 24.4.2011 voimaan tulleella rakennustuoteasetuksella (CPR). Asetuksen luonne on erilainen kuin direktiivin, se velvoittaa jäsenmaita välittömästi. Se tulee koko laajuudeltaan voimaan sellaisenaan osaksi jäsenmaiden lainsäädäntöä siirtymäajan päättyessä 1.7.2013, jolloin direktiivin jäljiltä jääneet loput kaupan esteet pitäisi poistua jäsenmaiden oman soveltamisoikeuden poistuessa. Asetuksessa on selkeä kielto, että enää kansalliset viranomaiset eivät voi suosia oman maansa valmistajia vaatimalla omia merkintöjään ja kansallisten standardien mukaisia toimia. Tulevina vuosina tulemme näkemään onnistuuko rakennustuotease-

tus tavoitteen saavuttamisessa. Rakennustuoteasetus koskee Euroopan talousalueen maita, joihin kuuluu Euroopan Unionin jäsenmaiden lisäksi Norja, Islanti ja Liechtenstein. Kroatia on liittymässä EU:hun 1.7.2013. Myös muun muassa Sveitsissä ja Turkissa voidaan CE-merkkiä vaatia joillekin tuotteille. Kuvassa 1 on esitetty 1.1.2013 tilanteen mukaiset ETA-maat kartalla.



Kuva 1. Sinisellä merkitty EU-maat, vihreällä ETA-maat, jotka eivät kuulu EU:hun [4].

Rakennustuoteasetus määrittelee rakennuskohteelle seitsemän perusvaatimusta, jotka sen on täytettävä koko sen taloudellisesti kohtuullisen käyttöiän ajan. Nämä perusvaatimukset käännetään yksittäisille rakennustuotteille asetettaviksi vaatimuksiksi yhdenmukaistetuissa teknisissä eritelmissä, joita ovat harmonisoidut standardit (hEN) ja eurooppalaiset arviointiasiakirjat (EAD). Perusvaatimuksia ovat [3, s. 33-34]:

1. Mekaaninen lujuus ja vakaus
2. Paloturvallisuus
3. Hygienia, terveys ja ympäristö
4. Käyttöturvallisuus ja esteettömyys
5. Meluntorjunta
6. Energiansäästö ja lämmöneristys
7. Luonnonvarojen kestävä käyttö

CE-merkintävelvoite koskee kaikkia rakennustuotteita, joille on laadittu niin sanottu yhdenmukaistettu standardi. Rakennustuotteita koskevia harmonisoituja standardeita on julkaistu yli 400 EU:n virallisessa lehdessä. Lista standardeista löytyy EU-komission nettisivuilta [36] tai niitä voi hakea myös suomenkielisestä hEN Helpdesk-palvelusta [37]. Uuden harmonisoidun standardin julkaisun yhteydessä sille määritetään siirtymäaika, jonka jälkeen standardin soveltamisalan mukaisten tuotteiden CE-merkintä on pakollista. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutusta koskevan harmonisoidun standardin EN 1090-1 viimeinen jatkettu siirtymäaika päättyy 1.7.2014, jonka jälkeen käyttöön otettavilla tuotteilla pitää olla CE-merkintä. Merkintä on edellytyksenä tuotteen markkinoille saattamiseksi. Standardin liite ZA määrittelee tarkemmin CE-merkinnän muotoiseikat ja viittaukset standardin varsinaisen osan kohtiin, joiden noudattaminen on pakollista. Tämän työn liitteenä 1 on vuokaavio CE-merkitsemisen tarpeen arvioimiseksi. Jos ei tuotteelle ole olemassa harmonisoitua standardia, se voidaan silti haluttaessa CE-merkitä eurooppalaisen teknisen arviointiasiakirjan avulla.

Muita rakennustuoteasetuksen mukanaan tuomia asioita ovat suoritustasoilmoitus, uudet ympäristövaatimukset sekä vaatimukset tarkastuslaitoksille ja eri talouden toimijoille. Suoritustasoilmoitus korvaa vaatimustenmukaisuusvakuutuksen. Erilaisia vaatimuksia asetetaan riippuen siitä, onko yritys tuotteen valmistaja, jakelija vai maahantuojaja. Suomessa rakennustuoteasetuksen tuomien vaatimusten implementointi yrityksissä ja viranomaisten keskuudessa tuottaa hyvin todennäköisesti enemmän töitä kuin sellaisissa EU-maissa, joissa rakennustuotteita on CE-merkitty jo rakennustuotedirektiivin pohjalta. Muun muassa ulkopuolisten tarkastuslaitosten (ilmoitettu laitos) rajallisen kapasiteetin takia valmistavien yritysten pitäisi kiireellisesti ryhtyä toimiin CE-merkintävalmiuksien saavuttamiseksi organisaatiossaan.

Rakennustuoteasetuksen liitteessä V on määritelty suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä (AVCP), joka määrittelee valmistajalle ja ilmoitetulle laitokselle jakautuvat vastuut luokittain. Tuotteelle lankeava luokka on määritelty kukin harmonisoidun standardin liitteessä ZA. Taulukossa 1 on esitetty eri AVCP-luokkien vaatimukset ja se, miten tehtävät jakautuvat valmistajan ja ilmoitetun laitoksen välillä. [3, s. 42-43.]

Taulukko 1. Suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmentaminen.

		AVCP				
		1+	1	2+	3	4
Valmistaja, maahantuoja	Tuotteen perusominaisuuksien suoritustasoilmoitus	X	X	X	X	X
	Tuotetyypin määrittäminen			X		X
	Tuotannon sisäinen laadunvalvonta	X	X	X	X	X
	Tehtaalta otettujen näytteiden testaus	X	X	X		
Ilmoitettu laitos	Varmentamistodistus sisältäen seuraavaa	X	X	X		
	- Tuotetyypin määrittäminen	X	X		X	
	- Tehtaan ja sen sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastus, jatkuva valvonta, arviointi ja hyväksyminen	X	X	X		
	- Näytteiden pistokoetustaus	X				

Teräsrakenteiden toteutuksen vaatimustenmukaisuutta koskevassa standardissa EN 1090-1 on määritelty AVCP-luokaksi 2+. Tämä tarkoittaa, että ilmoitetun laitoksen myöntämä varmentamistodistus eli sertifikaatti koskien tehtaan sisäistä laadunvalvontaa (FPC) edellytetään valmistajalta, joka toteuttaa kantavia teräsrakenteita. Valmistajan vastuulla ovat suoritustasoilmoituksen laatiminen yhdessä CE-merkin kanssa, tuoteperheiden alkutestaus ja näytteiden testaus ja tehtaan sisäisen laadunvalvonnan järjestäminen. Suoritustasoilmoitus on laadittava rakennustuoteasetuksen liitteen III mallin mukaisesti. Malli suoritustasoilmoitukselle on tämän työn liitteenä 2 [5]. Valmistajan on säilytettävä sitä ja muita teknisiä asiakirjoja 10 vuotta tai EU:n todennäköisesti tulevilla päätöksellä tuotteen koko käyttöajan ajan. Ilmoitus pitää toimittaa tuotteen mukana tai olla esillä yrityksen nettisivuilla. [3.]

Rakennustuoteasetuksen mukaisten tuotteiden markkinavalvontaa harjoittavat kansalliset viranomaiset. Suomessa ympäristöministeriö on valjastanut tehtävään Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes). Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tulee seurata rakennustuotteiden käyttämistä ja tarpeen mukaan ilmoittaa CE-merkinnän käyttämisessä havaituista epäkohdista markkinavalvontaviranomaiselle. Rikkeen vakavuudesta riippuen Tukes voi korjauttaa tuotteeseen tai asiakirjoihin liittyvät puutteet, rajoittaa tai kieltää tuotteen myynnin tai vetää tuotteet markkinoilta, jos se epäilee, ettei tuotteen CE-merkitsemiselle ole ollut edellytyksiä tai merkintä puuttuu kokonaan. Muissa maissa mahdolliset rangaistukset määräytyvät kunkin maan kansallisen lainsäädännön mukaan. [6; 7.]

Asetuksessa veloitetaan myös perustamaan rakennustuoteyhteyspiste. Sen perustaminen on Suomessa työ- ja elinkeinoministeriön tehtävä. Yhteyspisteestä on tarkoitus saada tietoa siitä, minkälaisia vaatimuksia kyseisessä maassa kullekin rakennustuotteelle asetetaan.

2.2 Standardi

Standardi voidaan määritellä laajimmillaan jonkin organisaation määrittelemäksi menettelytavaksi jollekin toiminnalle tai asialle. Yleisesti hyväksytyjä standardeja julkaisevat standardisoimisjärjestöt ja niiden laatimiseen osallistuvat eri osapuolet mukaan lukien viranomaiset, yritykset, kuluttajat ja puolueettomat asiantuntijat. Standardien pitää olla yleisesti saatavilla ja ne ovat tarkoitettu toistuvaan käyttöön. Niiden valmistelu ja ylläpito aiheuttaa kustannuksia, jotka katetaan standardeista perittävillä maksuilla. Standardi ei ole kuten laki, jota on pakko noudattaa, vaan luonteeltaan pikemminkin suositus. Viranomaiset voivat kuitenkin vaatia jonkin standardin noudattamista. Monet nykyiset säädökset, lait, direktiivit ja asetukset eivät esitä tarkkoja teknisiä ehtoja tuotteille tai palveluille, koska kehitys on niin nopeaa, että lainsäätäjät eivät pysy perässä. Tämän takia on yleistä, että säädöksissä vain viitataan standardeihin, joita pitää noudattaa teknisissä seikoissa, koska standardeja on helpompi pitää ajan tasalla. [8, s. 7.]

Standardit voidaan jakaa lajeihin. Näistä ensimmäinen on perusstandardit, joilla määritellään mittayksiköitä, tunnuksia, käsitteitä ja merkkejä. Tuotestandardit määrittelevät vaatimuksia tuotteille ja menetelmästandardeissa annetaan ohjeita tuotantoprosessista ja raaka-aineiden ominaisuuksista. Erikseen ovat vielä palvelu-, turvallisuus-, sanasto ja testausstandardit. Tässä työssä käsiteltävä standardin EN 1090 ensimmäinen osa voidaan luokitella tuotestandardiksi ja toinen osa menetelmästandardiksi. [8. s. 8-10.]

Yrityksmaailmassa standardeja käytetään yhteisen kielen löytymiseksi sovittaviin asioihin. Standardien avulla myyjä ja ostaja voivat määritellä minkälaiset vaatimukset tuotteelle tai palvelulle asetetaan. Näin luodaan puitteet esimerkiksi tuotteen suunnittelulle ja pelisäännöt yhdessä sovittuihin asioihin.

Hyvin moninaisia asioita voidaan standardoida, esimerkiksi pistorasian mitat on standardoitu, jotta sähkölaitteiden valmistajat osaavat valmistaa niihin käyviä sähköpistokkeita. Se, että pistorasiat ovat eri puolilla maailmaa erilaisia, johtuu siitä, että standardeja laativia tahoja on monia. Muita kuin yhteensopivuuteen liittyviä syitä standardointiin ovat muun muassa turvallisuus, ympäristön suojeleminen ja kaupankäynnin helpottuminen.

Standardisointi voidaan jakaa tapahtuvaksi kansainvälisellä, kansallisella ja yritystasolla. Standardisoimisjärjestöt julkaisevat kirjallisia standardeja esimerkiksi viranomaisten tai yritysten tarpeisiin. Kansainvälisellä tasolla muita kuin telekommunikaatiota tai sähkötekniikkaa koskevia standardeja julkaisee ISO, Euroopassa CEN ja Suomessa SFS. Standardien tunnus kertoo, mikä taho on julkaissut tai vahvistanut standardin käyttöön. Jos tunnuksessa on useampia tunnuksia, esimerkiksi SFS-EN ISO 4014, kaikki tunnuksessa mainitut järjestöt ovat vahvistaneet kyseisen standardin käyttöön. Numerosarjan avulla voidaan hakea standardin sisältöä eri järjestöjen hakupalveluista. Liiketoiminnan globalisoitumisen myötä kansainväliset standardit ovat nostaneet suosiotaan. Samalle asialle tai ominaisuudelle voi kuitenkin olla sisällöltään toisistaan eriävä kan-

sainvälinen ja kansallinen standardi. Eri järjestöjen samaa asiaa tai ominaisuutta koskeva standardi ei myöskään noudata samaa numerosarjaa.

Suomen standardisoimisliitto SFS ry:n vahvistamien standardien alkuperä oli noin 85 prosenttisesti kotimainen vielä vuonna 1989. Vuoden 2012 lopussa enää 8 % oli puhtaasti kansallisia. Suurin osa SFS ry:n nykyään vahvistettavista standardeista on alkupeältään eurooppalaisia EN- tai kansainvälisiä ISO-standardeja. Näistäkin osa todellisuudessa periytyy 1900-luvun alkupuolella perustettujen ensimmäisten standardisointijärjestöjen standardeihin. Iso-Britannia, Alankomaat ja Saksa olivat ensimmäisinä vanhalla mantereella perustamassa omia järjestöjään. Esimerkiksi kiinnikkeissä saksalaisten DIN-standardit ovat edelleen hallitsevassa asemassa. [8, s. 14-15.]

Kansainvälisessä projektiluontoisessa toiminnassa asiaa hankaloittaa eri maiden toistaan eriävät standardit ja niiden vaatimukset. Useat eri asiakkaat lisäksi vaativat oman tehdasstandardinsa noudattamista. Asiakkaalla voi olla ennestään olemassa oleva tuotantolaitos ja heidän investoidessa uuteen halutaan noudattaa samoja käytäntöjä kuin muissa tuotantolaitoksissa. Ihannetilanne olisi, että joka asiaan olisi universaalisti kaikkialla hyväksytty toimintatapa, mutta tämä ei ole mahdollista.

Euroopan unionin alueella pyritään yhtenäistämään tärkeimmät standardit jäsenmaiden välillä. CEN-järjestön julkaisemat EN-standardit on vahvistettava jäsenmaissa kansalliseen käyttöön, mutta niihin voidaan tehdä joissain tapauksissa kansallisesti lisäyksiä tai muutoksia (esimerkiksi Eurocoden kansalliset liitteet). Yhä enenevässä määrin EN-standardit myös pohjautuvat ISO-standardiin, jolloin ne ovat käytössä usein myös Euroopan ulkopuolella. Silti on vielä pitkä matka universaaleihin standardeihin, sillä eihän maailmassa ole saatu vielä edes mittayksikköjärjestelmää yhtenäistettyä, vaan Yhdysvalloissa on käytössä oma Brittiläiseen yksikköjärjestelmään pohjautuva malli ja muualla maailmassa pääsääntöisesti metrinen SI-järjestelmä. Yhdysvallat ja sen kauppakumppanit luottavat yleisesti amerikkalaisten ASME-, ASTM-, AWS- ja SAE-järjestöjen julkaisemiin koodeihin, normeihin ja standardeihin. Suomen tärkeällä kauppakumppanilla Venäjällä on käytössä pääsääntöisesti kansalliset GOST R-standardit ja -sertifioinnit.

Yritystason standardisoinnissa otetaan käyttöön yrityksen taloudellisen toiminnan kannalta tarpeellisia kansallisia ja kansainvälisiä standardeja tai laaditaan omaa toimintaa velvoittava sisäinen standardi. Yritykset luovat omia standardeja usein sellaisissa tapauksissa, joissa yleisesti hyväksyttyä tapaa toteuttaa jokin asia ei vielä ole. Taloudellista hyötyä saadakseen yritykset myös pyrkivät vaikuttamaan standardoimisjärjestöjen laatimien standardien sisältöön.

Yrityksissä standardit ovat käytössä eri tasoilla. Matalin taso on materiaalit ja tarvikkeet, esimerkkeinä standardeista ovat teräslaadut ja ruuvit. Lisäksi matalimmalta tasolta löytyvät muun muassa sovitestandardit ja mittatoleranssit. Tällä tasolla luotetaan standardisointijärjestöjen yleisesti hyväksytyihin standardeihin. Seuraavana on komponenttitaso, jolla ovat esimerkiksi sähkömoottorit, vaihteet, kytkimet ja laakerit. Yritystasojen standardisoinnin vaativin taso on sisäinen tuotestandardisointi, jonka tuloksena syn-

tyy standardituote tai moduulijärjestelmä, jossa tuote kootaan standardoituja moduuleja yhdistämällä. Tuotestandardisoinnista käytetään myös termiä vakiointi.

2.2.1 Standardi EN 1090

Standardi EN 1090 on englanninkielinen standardisointijärjestö CEN:in laatima standardi. SFS-EN 1090 on saman standardin suora suomenkielinen käännös. Standardissa on kolme osaa, joista osa 1 on harmonisoitu. Tätä osaa ja sen liitettä ZA rakennustuoteasetus velvoittaa käyttämään teräsrakenteiden CE-merkintään viitaten. Osassa 2 kerrotaan teräsrakenteiden ja osassa 3 alumiinirakenteiden teknisistä toteutusvaatimuksista. Tässä työssä keskitytään osiin 1 ja 2. Standardin osat ovat tarkoitettu käytettäväksi yhdessä kuitenkin niin, että osaa 1 sovelletaan vain konepajan osuuteen työstä.

Käytännön ongelmia standardin tulkitsemisessa aiheutui siitä, että standardin EN 1090-1 liite ZA on kirjoitettu rakennustuotedirektiivin aikana. Rakennustuoteasetuksen korvatessa direktiivin standardi pitää päivittää termeiltään ja lisäyksiltään asetuksen mukaiseksi. Tässä päivytysoperaatioissa menee kuitenkin moniportaisesta byrokraattisesta hyväksymiskäytännöstä johtuen useampi vuosi. Revisioitu standardiversio ilmestyy aikaisintaan 2016. Tähän asti uusia rakennustuoteasetuksen mukaisia perusvaatimuksia (muun muassa rakennustuotteiden kestävä kehityksen mukainen käyttö) ei tarvitse soveltaa eikä näin ollen myöskään ilmoittaa CE-merkinnässä. [9.]

Standardin toisessa osassa EN 1090-2 esitetään valmistusta koskevat tekniset toteutusvaatimukset. Siinä määritellään tarkemmin muun muassa hitsausta, toleransseja ja tarkastuksia koskevat määräykset. Tätä standardin osaa voidaan käyttää myös työmaalla, mutta sitä ei rakennustuoteasetuksessa velvoiteta siellä käyttämään. Työmaatoimintaan sovellettavat vaatimukset riippuvat siis edelleen asiakkaan kanssa tehdystä sopimuksesta tai viranomaismääräyksistä. Pyrkimyksenä kuitenkin on, että Euroopassa käytettäisiin Eurocode-standardikokoelmaa teräsrakenteiden suunnittelusta aina pystytykseen asti. Eri työmenetelmiä ja tuotteita koskien viitataan muihin standardeihin ja näitä viitestandardeja on 176 kpl. Toisessa osassa kerrotaan myös tarkemmin suunnitteluun kohdistuvista lisätoimista toteutuseritelmän tekemisen ja toteutusluokan päättämisen muodossa. Standardin EN 1090-2 kansalliseksi soveltamiseksi on valmisteilla kansallinen standardi SFS 5976.

Standardin EN 1090-2 laatimisen pohjalla on ollut tavoite määrittää minimivaatimukset, jotka tulee täyttää, jotta varmistetaan yhdenmukaisuus toteutuksen ja suunnittelussa tehtyjen oletusten kanssa niin, että rakenne saavuttaa tarkoitetun luotettavuuden. Se muodostaa yhtenäiset vaatimukset ja toimii linkkinä suunnittelevan ja toteuttavan osapuolen välillä. [10, s. 3.]

Periaatteessa standardin toista osaa voidaan käyttää myös yksinään. Tällöin rakennustuoteasetusta ei sovelleta eikä CE-merkintää vaadita, mutta teknisesti toteutuksessa noudatetaan samoja vaatimuksia. Näin voidaan toimia silloin, kun asiakas tai viranomaiset eivät vaadi CE-merkintää. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi Euroopan talousalueen ulkopuolelle toimitettavat tuotteet tai ennen vuoden 2014 takarajaa toimitettavat tuotteet.

Tässä työssä käytettiin standardin versioita EN 1090-1:2009+A1 [11] ja EN 1090-2:2008+A1 [12] ja näiden Suomen standardisoimisliiton vahvistamia suomenkielisiä käännöksiä, jotka alkavat merkinnällä SFS-EN [13; 14]. Standardin numeron jälkeen kaksoispisteellä on erotettu vahvistamisvuosi. Termi A1 viittaa jälkeempään ilmestyneeseen korjausliitteeseen.

3 ALKUSELVITYS

Tässä luvussa pohditaan määräysten sovellusalan suhdetta yrityksen tuoterakenteeseen. Eri sidosryhmille jakautuvat vastuut ja CE-merkinnän muotoseikat yhdessä sertifikaatin kanssa selvitetään. Yrityksen eri osastoille uusista määräyksistä seuraavat tehtävät käydään myös läpi. Alkuseelvityksen perusteella hahmottuvat toimenpiteet, joita Andritzilta vaaditaan uusien rakennustuotemääräysten perusteella.

3.1 Määräysten soveltamisala

Suurin työ alkuvaiheessa oli selvittää, mitä kaikkia tuotteitamme voimaan tulevat määräykset koskevat. Andritzin Hollolan konttorin tuoteskaala on moninainen. Se ylittää aina raakapuuta siirtävistä nostureista satoja metrejä pitkiin hakekuljettimiin, joiden tukemiseksi valmistetaan jaloilla seisovia siltoja. Tuotteita toimitetaan ympäri maailman. Koska Andritz Oy toimii pääosin vientimarkkinoilla, ei Suomen rakentamismääräyskoelman uudistuksia tai niiden suhdetta EU:n rakennustuoteasetukseen lähdetty erikseen selvittämään. Ensinnäkin tutkittiin, soveltaisiko Euroopan talousalueen markkinoille toimitettavat tuotteemme rakennustuoteasetuksen poikkeuspykälien mukaisiksi. Poikkeuksia on kolme, joista kaksi ensimmäistä voisi olla sovellettavissa Andritzin tuotteisiin. Ensimmäinen koskee muita kuin sarjavalmisteisia tuotteita ja toinen valmistusta rakennuspaikalla. Pykälien tarkka sanamuoto on kirjattu liitteen 1 vuokaavioon. Ideana rakennuspaikalla valmistamisen sulkemiseen pois CE-merkinnän piiristä on, että työmaatoiminta ei ylitä rajoja.

Käytännössä kaikki Andritzin teräsrakenteet ovat asiakasräätälöityjä johtuen erilaisista laitteista, layouteista ja rakennuspaikoista eri projekteissa. Poikkeuksessa mainittu määritelmä ”muu kuin sarjavalmisteinen tuote” ei kuitenkaan täyty, sillä EU-komissio on määritellyt sarjavalmisteisuuden niin, että valmistavalle konepajalle teräskokoonpanojen toteuttaminen on sarjavalmisteinen prosessi, vaikka mitat olisivat projektikohtaisesti räätälöityjä [9]. Rakennuspaikalla valmistamista CE-merkintä ei koske. Työmaan olosuhteista ja resursseista johtuen rakenteet pyritään tekemään konepajalla mahdollisimman valmiiksi. Toimintatapaa, jossa rakenteet valmistetaan alusta loppuun työmaalla, ei käytetä.

Standardin SFS-EN 1090-1 soveltamisalaa koskevassa ensimmäisessä luvussa sanotaan muun muassa seuraavaa: ”Tämä eurooppalainen standardi sisältää markkinoille rakennustuotteina ja tuotejärjestelminä toimitettujen rakenteellisten teräs- ja alumiinikokoonpanojen toiminnallisten ominaisuuksien arviointia koskevat vaatimukset. Vaatimustenmukaisuuden arviointi kattaa valmistuksen perusteella määräytyvät ominaisuudet ja tilanteen mukaan suunnittelun perusteella määräytyvät rakenteelliset ominaisuudet.”

[13, s. 10.] Termi rakenteellinen kokoonpano määritellään: ”Kokoonpanot, joita käytetään rakennustöissä kuormaa kantavina osina, ja jotka on suunniteltu antamaan rakennustöille mekaanista kestävyyttä ja stabiiliutta ja/tai palonkestävyyttä ominaisuuksien säilyvyyteen ja käytettävyyteen liittyvät näkökohdat mukaan lukien.” [13, s. 14.] Rakenteelliset kokoonpanot ovat siis osa kantavaa rakennetta. Rakenteellinen tuotejärjestelmä käsittää erän rakenteellisia kokoonpanoja, jotka on tarkoitettu koottaviksi ja asennettaviksi työmaalla, ja jotka muodostavat rakenteen. CE-merkki voidaan myöntää kokoonpanolle tai tuotejärjestelmälle. Luvussa todetaan myös, että jos tietylle tuotetyypille on olemassa erityinen standardi, sitä noudatetaan ensisijaisesti. Esimerkkinä tällaisesta tuotteesta käytetään terässavupiippuja. Asian voi tulkita niin, että standardia EN 1090-1 pitää käyttää yleisluontoisena tuotestandardina teräksestä valmistetulle kokoonpanolle, jos ei ole olemassa erityistä tuotestandardia. Liitteen ZA soveltamisala on sama kuin standardin ensimmäisessä luvussa mainittu.

Standardi EN 1090-1 on laadittu toteuttamaan Euroopan Komission julkaisema mandaatti M 120 - Rakenteelliset metallituotteet ja lisäosat (2/4). Siinä on eritelty tarkemmin kantavia osia, joita ovat ristikkopalkit, kannatinpalkit, pilarit ja pylvääät, rappuset, paalut, pontit ja muotoon leikatut osat. Yhteistä näille on, että valmistusmateriaalina on teräs. Käyttökohteista on mainittu perustukset, seinät mukaan lukien katepellit, lattiat, käytävät, katot, rungot, portaat ja kaiteet. [22.]

Standardin eri osia on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä ja niissä on useita ristiviittauksia. Silti soveltamisalaa koskeva luku ei ole täysin yhtenevä. Standardin toisessa osassa EN 1090-2 asetetaan teräsrakenteita koskevia toteutusvaatimuksista. Toteutus käsittää kaikki toiminnot, jotka tarvitaan rakennustyön fyysiseen toteuttamiseen, toisin sanoen hankinnat, konepajavalmistus, hitsaaminen, mekaaninen kiinnittäminen, kuljetus, asennus, pintakäsittely sekä tarkastus ja dokumentointi [14, s. 17]. Luvussa eritellään Eurokoodien 3 ja 4 mukaan suunnitellut ja rakenneputkista koostuvat rakenteet. Eurokoodi 3-standardin (EN 1993) eri aliosat käsittelevät terässilloja, mastoja, savupiippuja, paineettomia siiloja ja säiliöitä, putkilinjoja, paaluja ja nosturirakenteita. Eurokoodi 4 (EN 1994) käsittelee betoni-teräs-liittorakenteita.

Yksi CE-merkinnän kannalta kiistanalaisista kohteista on Andritzinkin liittorakenteissa käyttämät perustuslevyt. Yksi Euroopan johtavista toimittajista kyseisille tuotteille on suomalainen Peikko. Yrityksen tulkinnan mukaan perustuslevyjä ei tarvitse CE-merkitä, koska niille ei ole olemassa erityistä harmonisoitua EN-standardia. Kyseisille perustuslevyille Peikko on hakenut vapaaehtoisen ETA-hyväksynnän. Tämän dokumentin pohjalta CE-merkintä on mahdollista mutta ei pakollista. Standardin EN 1090-1 soveltamisalassa kuitenkin erikseen mainitaan betonin ja teräksen muodostamien liittorakenteiden teräskokoonpanot. [48.]

Tulkinnanvarainen on myös markkinoille saattamisen hetki, jonka perusteella CE-merkintä tulee pakolliseksi. Kyseinen takaraja teräskokoonpanoille on 1.7.2014. Andritzin suunnitteleminen teräskokoonpanojen ei voida sanoa olevan markkinoilla missään vaiheessa, koska ne suunnitellaan ja valmistetaan räätälöitynä asiakkaan tilauksesta. Markkinoille saattamisen hetkenä voitaneen pitää tässä tapauksessa hetkeä, jona ne luo-

vutetaan konepajalta Andritzille. Toisena vaihtoehtona voidaan pitää hetkeä, jona ne saapuvat työmaalle, koska tässä tilanteessa markkinavalvonta pääsee niihin ensi kertaa käsiksi. Takarajan ylityksissä pitäisi löytyä markkinavalvonnasta joustoa, koska voihan olla, että sopimus loppuasiakkaan kanssa teräsrakenteista on tehty kauan ennen kuin on ollut tiedossa koko CE-merkinnän pakollisuus. Olemassa olevaa vanhaa rakennetta vahvistettaessa tai liitettäessä uusia osia rakenteeseen periaate on, että uusi osa on CE-merkitty siinä tapauksessa, että se on esivalmistettu konepajalla takarajan päivämäärän jälkeen. Rakennuspaikalla valmistaminen on suljettu pois CE-merkinnän piiristä rakennustuoteasetuksen poikkeuspykälällä. Varman päälle toimittaessa kaikki konepajoilta vähintään puolta vuotta ennen takarajaa lähtevät teräskokoonpanot pitäisi merkitä, vaikka projektisopimuksissa ei ole CE-merkinnästä tai standardin EN 1090-1 noudattamisesta mainintaa. Hankintasopimusten tapauksessa toimitusaikojen vaihtelu johtaa siihen, että tapauksesta riippuen suunnilleen kesästä 2013 eteenpäin tehtävät teräsrakenteiden osien tilaukset veloitettaisiin toimitettavaksi ETA-alueelle CE-merkittynä.

3.1.1 Andritzin tulkinta

Ongelmalliseksi tulkinnan tekee Andritzin tuoteskaalan laajuus ja rajaaminen, mihin osiin tuotteita ja laitteita standardia sovelletaan. Otetaan esimerkiksi ruuvikuljetin. Kuljetin on yleensä tuettu jaloilla layoutin perusteella sopivaan korkoon riippuen kuljete-taanko materiaalia vaakasuoralla tasolla vai alemmalta tasolta ylemmälle esimerkiksi siiloon. Jalat ja niiden välillä mahdollisesti kulkeva vinotuki voidaan lukea kantavaksi teräsrakenteeksi, mutta ne ovat myös luettavissa osaksi laitetta, pyörivää ruuvikuljetinta. Vielä lähemmäksi liikkuvia osia mentäessä seuraavaksi eteen tulee ruuvikuljettimen kouru, joka myös kantaa muun muassa kuljettavan materiaalin aiheuttaman kuorman. Ruuvikuljetinta ja muita koneita ja laitteita, joissa on liikkuvia osia, koskee EU:n kone-direktiivi, joka edellyttää kyseisen direktiivin mukaista CE-merkintää.

Loogisesti rajanveto voitaisiin tehdä niin, että konedirektiivin alaiset koneet ja lait-teet ja niiden osat jätettäisiin teräsrakenteita koskevan standardin ulkopuolelle. Koneen ja teräsrakenteen välisen rajapinnan määrittelyyn ei ole olemassa mitään virallisia ohjei-ta, joten joudumme turvautumaan uusien määräysten voimaantulon alkuvaiheissa omiin tulkintoihin. Tulkinnat pyrimme perustelemaan mahdollisimman kattavasti ja tulkintojen tueksi hankkimaan määräysten parissa toimivien asiantuntijoiden yhteneviä lausuntoja.

Rakennustuoteasetuksen mukaisen ilmoitetun laitoksen Inspectan edustajan ehdotus rajapinnaksi on samanlainen eli konedirektiivin mukaiset koneet ja laitteet jätettäisiin soveltamisalan ulkopuolelle [15]. Ongelmalliseksi asian tekee, että standardissa SFS-EN 1090-1 liitteessä ZA todetaan seuraavaa [13, s. 48]: ”Tämän eurooppalaisen standardin soveltamisalaan kuuluvia rakenteellisia kokoonpanoja saattavat koskea myös muut vaa-timukset ja muut EU:n direktiivit, jotka eivät vaikuta kokoonpanojen soveltavuuteen suunniteltuun käyttöön.”

Teräsrakenneyhdistyksen kanta on samankaltainen. Yhdistyksen tulkinnassa teolli-suuslaitosten selvästi vain prosessin koneisiin ja laitteisiin kuuluvat rakenteet ovat osia

koneesta, jolloin niitä ei varusteta standardin EN 1090-1 mukaisella CE-merkillä. Koneen osina ne sisältyvät konedirektiivin soveltamisalueen vaatimustenmukaisuusvakuuksiin ja CE-merkintöihin. Esimerkkeinä laitteisiin liittyvistä rakenteista esitetään hoitotasot ja niiden tukijalat, portaat, kaiteet, laitteiden tukijalat ja niiden perustukset. Teollisuusrakennukset ja niihin liittyvät rakenteet sen sijaan kuuluvat EN 1090-1 mukaiseen CE-merkintään. [16.]

Andritz Oy Wood Processing toimittaa pääasiassa koneita ja laitteita ja myöntää niille konedirektiivin mukaiset vakuutukset ja merkinnät. Niitä ei Andritzin tulkinnalla lueta teräsrakenteiksi rakennustuoteasetuksen tarkoittamalla tavalla. Sama tulkinta koskee koneiden tai laitteiden huoltoa, valvontaa tai käyttöä palvelevia hoitotasorakenteita, johon kuuluvat portaat, tikkaat ja kaiteet. Koneturvallisuuden kannalta työskentelytasoja, kulkuteitä, portaita, tikkaita ja kaiteita käsittelevä standardisarja EN ISO 14122 on käytössä niiden suunnittelussa laajasti ja myös kyseisen standardin jokaisen osan soveltamisalaa koskevassa luvussa sanotaan, että standardi koskee kulkuteitä, jotka ovat osa konetta [17].

Standardi EN 1090-2 on valmisteltu erityisesti eurokoodistandardien EN 1993 ja EN 1994 mukaan suunniteltujen teräsrakenteiden toteutukseen. Sitä voidaan kuitenkin käyttää sovelletusti myös muiden suunnittelusääntöjen mukaan suunniteltujen rakenteiden toteutukseen, jos niiden ehdot toteutuvat. [14, s. 7.] Yksi perusteltu syy sulkea pois koneiden tukijalat on viitata siihen, että tukijalat kantavat koneesta syntyviä värähtelyjä, iskuja ja virhetilannekuormia, jotka tulevat konestandardien puolelta. Vaikka eurokoodit ovatkin käytössä ympäristökuormien ja kantokyvyn määrittämisessä, niin yksiselitteisesti ei voida todeta, että rakenne kuuluisi standardin EN 1090-2 soveltamisalaan.

Tulkintavaihtoehtoja on monia muitakin. Yksi mahdollisuus on sellainen, että jos sekä kone että sitä tukeva rakenne tulee samalta valmistajalta, tapauksessa riittäisi CE-merkintä konedirektiivin osalta. Toinen mahdollisuus on jako seuraamusten perusteella niin, että jos koneen ja sitä tukevan rakenteen alle meno on mahdollista, teräsrakenteen osuus pitäisi CE-merkitä [27]. Joka tapauksessa tulkinnanvaraa ei saisi olla, vaan asiasta pitäisi olla yksimielisyys koko Euroopan alueella, jotta eri maiden markkinavalvojat ja kaikki teräsrakenteiden parissa toimivat teollisuuden osapuolet eivät asettaisi toisistaan poikkeavia vaatimuksia.

Tässä vaiheessa on jo viitteitä, että asiakkaiden intressinä on laajentaa standardin EN 1090-1 ja sitä kautta CE-merkinnän soveltamisalaa sellaiselle alueelle, jossa soveltaminen on käytännössä ongelmallista. Sitä pyritään käyttämään laadunvarmistustyökäluna kaikelle teräksen kanssa tehtävälle rakentamiselle. Tulkinnanvaraisuudet tähän liittyen pitäisi EU-komission taholta kiireellisesti poistaa. Keinona tähän olisi julkaista rakennustuoteasetusta koskien vastaavanlainen soveltamisopas, joka on julkaistu konedirektiivin tiimoilta. Toistaiseksi tulkinnanvaraisissa kohdissa yhteinen linja Andritzin ja asiakkaan välillä pitäisi sopia mieluusti viimeistään projektisopimuksen tekohetkellä. Todennäköisesti alalla tehdyistä tulkinnoista muodostuu tulevien kuukausien ja vuosien aikana kaikkien yhteinen linja, joka kirjataan aikanaan virallisiin papereihin. Viran-

omaisia voidaan käyttää apuna riitatilanteissa ja tehdä selvityspyyntöjä kiistanalaisista asioista.

Andritzin Wood Processing-tuoteryhmän tuotevalikoimaan kuuluu kuitenkin koneiden lisäksi myös joitakin varastoja, rakennuksia, katoksia ja silloja. Nämä tulkitaan kuu- luvaksi rakennustuoteasetuksen ja EN 1090-1 mukaisen CE-merkinnän alaiseksi yksise- litteisesti. Teräsrakenteen osuudeksi tulkitaan myös kuljettimia varten suunniteltujen kuljetinsiltojen tukiristikkorakenteet ja niiden tukijalat, koska niiden mitoituksessa Eu- rokoodistandardien perusteella määräytyvät kuormitukset ovat hallitsevia. Nykyinen Andritzin piirustusrakenne ei noudata edellä esitetyn kaltaista jakoa rakennustuotease- tuksen soveltamisalan mukaan, mikä voi aiheuttaa jatkossa epäselvyyksiä. Teräsraken- teiden toimittajien vaihtuvuus ja eri projektien toimituskokonaisuuksien ainutkertaisuus asettavat myös lisähaasteita. Joitakin rakenteita joudutaan väkisin tarkastelemaan projektikohtaisesti.

3.2 CE-merkintävastuu ja merkin sisältö

CE-merkintä laaditaan aina yhdessä suoritustasoilmoituksen kanssa. Rakennustuotease- tuksessa edellä olevat asiat on määritelty valmistajan vastuulle. Merkintä teräskokoon- panojen tapauksessa edellyttää ilmoitetun laitoksen sertifiointia. Ilmoitettu laitos ei myönnä CE-merkkiä vaan antaa valmistajalle oikeuden CE-merkitä. Valmistajasta sano- taan rakennustuoteasetuksessa seuraavaa [3, s. 11]: ”Valmistajalla tarkoitetaan luonnol- lista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka valmistaa tai antaa suunnitella tai valmistuttaa rakennustuotetta ja markkinoi sitä omalla nimellään tai tavaramerkillään.” Maahantuoja määrittää seuraavasti [3, s. 11]: ”Maahantuojalla tarkoitetaan unioniin sijoittautunutta luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka saattaa kolmannelta maasta tuodun ra- kennustuotteen unionin markkinoille.” Jakelijan määritelmä kuuluu [3, s. 11]: ”Jakelijal- la tarkoitetaan toimitusketjuun kuuluvaa luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, ei kuitenkaan valmistajaa tai maahantuojaa, joka asettaa rakennustuotteen saataville mark- kinoilla”. Toisaalla todetaan myös [3, s. 16]: ”Maahantuojaa tai jakelijaa pidetään tässä asetuksessa tarkoitettuna valmistajana ja maahantuojaan tai jakelijaan sovelletaan 11 artiklan mukaisia valmistajan velvollisuuksia, silloin kun hän tai se saattaa tuotteen markkinoille nimellään tai tuotemerkillään tai muuttaa markkinoille jo saatettua raken- nustuotetta siten, että se saattaa vaikuttaa suoritustasoilmoituksen mukaisuuteen.”

Edellä olevat kohdat kiteyttävät vastuun niin, että jos Andritz myy teräskokoon- panoja omissa nimissään, niin olemme valmistajaan verrattavana toimijana vastuullisia huolehtimaan merkinnästä. Myös tapauksissa, joissa Andritz on jakelijana tai maahan- tuojana kolmannen osapuolen valmistamissa teräsrakenteissa, on se velvollinen huoleh- timaan, että kokoonpanot on asianmukaisesti CE-merkitty.

Andritz Oy, Wood Processing ei itse valmista enää Hollolan toimipisteessä suunni- teltavia laitteita ja rakenteita vaan kaikki teetetään ulkopuolisilla toimittajilla. Andritz- konsernilla on tosin Kiinassa konepaja, mutta se luetaan erilliseksi yhtiöksi. Teräsraken- teita hankitaan konepajoilta, jotka sijaitsevat pääosin Suomessa, Baltian maissa ja Kii-

nassa. Kaikki laitteet ja rakenteet suunnitellaan kuitenkin Andritzin oman väen tai ali-hankkijoiden toimesta ja Andritz on päävastuullisena prosessissa erityisesti asiakkaan suuntaan. Liitteessä 3 on kuvattu kaaviolla yksi esimerkki mahdollisesta toimitusketjusta. Vastuiden jakautuminen moneen portaaseen aiheutti lisäselvittelyjen tekoa siitä, että mikä taho on CE-merkintävastuullinen. Ongelmalliseksi osoittautui käytännössä rakennustuoteasetuksen ja standardin EN 1090-1 liitteen ZA osittainen ristiriitaisuus, joka johtuu siitä, että liite ZA on valmisteltu rakennustuotedirektiivin mukaiseksi.


Standardin EN 1090-1 liitteessä ZA esitetään neljä erilaista mahdollisuutta CE-merkin muodolle. Merkissä ilmoitettavat ominaisuudet erottavat ne toisistaan. Eri mallien muodot noudattavat komission ohjeen L (Guidance Paper L) [18] menetelmien 1, 2a, 2b, 3a tai 3b mukaista jakoa. Taulukossa 2 esitellään menetelmien ja CE-merkkien keskeiset eroavuudet.

Taulukko 2. CE-merkin muoto eri tilanteissa.

	Menetelmä				
	1	2a	2b	3a	3b
Standardin EN 1090-1 luku	ZA.3.2	ZA.3.3	ZA.3.3	ZA.3.4	ZA.3.5
Standardin EN 1090-1 esimerkkikuva	ZA.1	ZA.3	-	ZA.4	ZA.5
Valmistus PPCS:n avulla				X	
Valmistus MPCS:n avulla	X	X	X		X
Rakenteelliset ominaisuudet ilmoitetaan ja laskelmat toimitetaan (esim. kantavuus)		X	X		X
Käyttökohde tiedetään		X		X	X
Suunniteltu eurokoodien mukaan		X	X	(X)	

Valmistajan laatiman kokoonpanoeritelmän lyhenteenä standardissa käytetään MPCS, ostajan toimittaman ja määrittelemän kokoonpanoeritelmän lyhenteenä on PPCS. Kokoonpanoeritelmiä on standardin nimitys asiakirjoille, jotka sisältävät kaiken tarvittavan tiedon, joita teräskokoonpanon valmistuksessa tarvitaan. Käytännössä kokoonpanoeritelmiä koostuu piirustuksista ja esimerkiksi pintakäsittelyä ja valmistusta koskevista muista ohjeista. PPCS-tapauksessa valmistajan tehtävänä on tuottaa kokoonpano ostajan kokoonpanoeritelmän mukaisesti.

Kaikkien menetelmien mukaisissa merkinnöissä valmistaja vakuuttaa valmistaneensa teräskokoonpanon tai tuotejärjestelmän standardin EN 1090-2 mukaan. Tämä tarkoittaa, että tekninen toteuttaja eli konepaja on vastuussa CE-merkitsemisestä ja siihen liittyvistä velvoitteista. Eihän suunnitteleva taho voi vakuuttaa, millä tavalla teräskokoonpano on valmistettu, jos sen valmistaa piirustusten ja ohjeiden perusteella ulkopuolinen yritys. Menetelmän 3a mukainen merkki soveltuu tilanteeseen, jossa kokoonpanon on suunnitellut joku muu kuin valmistaja. Suunnittelun perustana voi olla eurokoodit tai muut suunnittelusäännöt. Tämän muotoinen merkki soveltuu Andritzin toimintatapaan. Standardissa esitetyn mallin pohjalta laadittiin kuvan 2 mukainen merkki.

 01234
Konepaja XXX Oy, Pajatie 1, 12345 Pajala, Suomi 13 01234-CPD-00000
EN 1090-1:2009+A1:2011 Kuljetinsillan muodostavat teräskokoonpanot sisältäen ristikkosillan, jalat ja poimulevyt Tuotekoodi CF Piirustusnumero 111112222333 Geometrinen arvojen toleranssit: EN 1090-2. Hitsattavuus: Standardien EN 10025-2 ja EN 10219-1 mukainen. Murtumissitkeys: Teräslaadun mukainen. Palokäyttäytyminen: NPD. Kadmiumin päästöt: NPD. Radioaktiivinen säteily: NPD. Säilyvyys: Esikäsitteilyaste P2-P3, suihkupuhdistusaste Sa 2,5, EN ISO 12944-5 mukainen maalausjärjestelmä A4.14. <u>Rakenteelliset ominaisuudet:</u> <u>Suunnittelu:</u> ANDRITZ Oy:n suorittama. <u>Valmistus:</u> Toteutuseritelmän PD312 ja standardin EN 1090-2 mukaan, toteutusluokka EXC2.

Kuva 2. CE-merkin malli eräälle Andritzin tuotevalikoiman tuotteelle.

Merkki sisältää seuraavia tietoja:

- määritelmän mukaisesti esitetyt kirjaimet ”CE”
- ilmoitetun laitoksen tunnusnumero
- valmistajan nimi ja osoite
- merkinnän kiinnittämivuoden kaksi viimeistä numeroa
- sertifiointin numero
- harmonisoidun standardin tunnus
- tuotteen kuvaus ja
- tiedot tuotteen ominaisuuksista vaadittavissa määrin.

Kaikissa tapauksissa CE-merkissä on kentät seuraaville ominaisuuksille: geometrisen arvojen toleranssit, hitsattavuus, murtumissitkeys, palokäyttäytyminen, kadmiumin päästöt, radioaktiivinen säteily, säilyvyys ja viittaus valmistusdokumentteihin. Menetelmän 2a, 2b ja 3b mukaisissa merkinnöissä voidaan ilmoittaa myös rakenteellisia ominaisuuksia, jotka ovat kantavuus, muodonmuutos käyttörajatilassa, väsymislujuus ja palonkestävyys. Menetelmässä 3a rakenteellisten ominaisuuksien osalta viitataan tilaajan suorittamaan suunnitteluun, jonka perustana voi olla joko eurokoodit tai muut suunnittelusäännöt.

Andritzin projektien piirustusnumerojärjestelmällä voidaan yksilöidä ja tunnistaa teräskokoonpanot, joita CE-merkintä koskee. Kuvan 2 mukaisessa merkinnässä ensimmäiset kuusi numeroa kertovat projektin, seuraavat neljä numeroa laitteen ja kolme viimeistä laitteen osan. Esimerkin tapauksessa ei haluta merkitä jokaista teräskokoonpanoa erikseen vaan yksi merkintä kattaa yhden laitteen teräsrakenteen kaikki osat, joita standardi kutsuu tuotejärjestelmäksi. Samasta syystä kokoonpanoeritelmä korvautuu toteutuseritelmällä, jossa annetaan kaikkia erillisiä kokoonpanoja yhteisesti koskevat ohjeet.

Kenttiin ilmoitettavat ominaisuudet hitsattavuuden ja murtumissitkeyden osalta riippuvat käytetyistä materiaaleista. Piirustuksen osaluettelo kertoo valmistajalle tarkan teräslajin. Toleranssit ilmoitetaan olevan standardin EN 1090-2 mukaisia. Palokäyttäytyminen on kaikille ei-orgaanisilla aineilla pinnoitetuille teräksille luokka A1. Jos orgaanista ainetta on pinnoitteessa yli 1 %, ilmoitetaan kyseisen aineen perusteella määräytyvä luokka. Kadmiumin päästöt ja radioaktiivinen säteily voidaan jättää ilmoittamatta, tällöin käytetään merkintää NPD, joka tarkoittaa, että ominaisuutta ei ole määritetty. Kyseistä NPD-merkintää voidaan käyttää muissakin kentissä, jos kokoonpanon käyttömaan lainsäädännössä ei ole kyseiselle ominaisuudelle asetettu vaatimuksia. Sitä ei kuitenkaan voi käyttää, jos ominaisuudelle on olemassa kynnysarvo. Esimerkiksi hitsattavuus ilmoitetaan käytettyjen materiaalien avulla, tällöin ominaisuudet pitää ilmoittaa, koska hitsattavuudelle on olemassa kynnysarvo rakenneteräksiä käsittelevissä standardeissa. Tiedot kunkin maan vaatimuksista tietyille tuotteille tietyssä suunnittelussa käyttötarkoituksessa pitäisi saada kyseisen maan rakennustuoteyhteyspisteestä.

Säilyvyys ilmoitetaan projektikohtaisesti tilaajan ja toimittajan välisessä sopimuksessa määriteltävän maalausjärjestelmän mukaisesti. Sen perusteella valikoituvat muun muassa esikäsitelymenetelmät, maalityypit ja kalvonpaksuudet. Toteutuseritelmässä esitetään täydentäviä tietoja muun muassa suljettujen tilojen korroosioneston osalta. Suunnittelu-kentässä viitataan tilaajan suorittamaan suunnitteluun. Valmistus-kohdassa todetaan valmistuksessa noudatetun standardia EN 1090-2 ja sitä täydentävää tilaajan laatimaa toteutus- tai kokoonpanoeritelmiä. Toteutusluokka määräytyy suunnitteluvaiheessa rakenteen vaativuuden ja mahdollisen rikkoutumisen tai romahtamisen seuraamusten mukaan. Sen valintaa käsitellään tämän työn luvussa 4.3.

Jos CE-merkinnässä halutaan ilmoittaa rakenteellisia ominaisuuksia menetelmien 2a, 2b tai 3b mukaisesti, valmistajan pitää alkutestata myös suunnittelun osuus ja sisällyttää se sertifiikaattiin. Tästä käytetään termiä ITC, laskennallinen alkutestaus. Pelkäs-

tään suunnittelua suorittavalta yritykseltä, joka tuottaa piirustuksia, laskelmia ja ohjeita, ei edellytä sertifikaattia, koska se ei valmista eikä näin ollen CE-merkitse terästuotteita.

Lopputuloksena oli, että Andritzin ei tarvitse ryhtyä CE-merkitsemään rakenteita eikä muihinkaan tähän liittyviin toimiin, koska sillä ei ole omaa valmistusta. Vaikka Andritz myy nimissään kokonaisia teollisuuden laitosprosessikonaisuuksia, voivat toimituksen yksittäiset teräskokoonpanot olla muiden kuin Andritzin merkitsemiä. Rakennustuoteasetuksen tekstin perusteella asiasta voi saada eri käsityksen. Kokonaisuutta ei tarvitse erikseen merkitä vaan riittää, kun kaikki yksittäiset kokoonpanot on merkitty, vaikka ne tulisivat eri konepajoilta. Tämä helpotti tulevaa työkuormaa ja rajasi omaa työnkuvaani jatkossa.

3.3 Sertifiointi

Sertifiointin avulla osoitetaan, että standardien mukaisia vaatimuksia noudatetaan. Todistuksena tästä myönnetään sertifikaatti puolueettoman tahon puolesta. Sertifiointeja voidaan suorittaa tuotteille, henkilöille, järjestelmille tai palveluille [8, s. 28]. Kuten taulukosta 1 käy ilmi, valmistavat konepajat tarvitsevat sertifioitua laadunvalvontajärjestelmän (FPC), että ne voivat liittää CE-merkin valmistamiinsa terästuotteisiin. Sertifiointinissa keskitytään erityisesti hitsaukseen liittyviin toimiin, koska hitsaus määritellään erikoisprosessiksi.

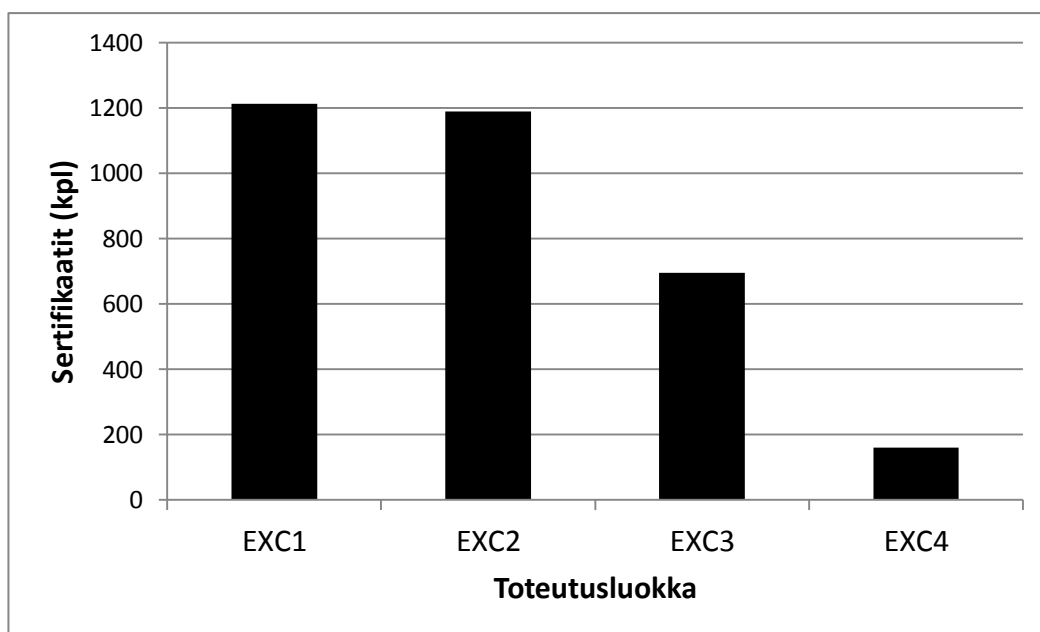
Andritz-konsernin pääkonttorista Itävallan Grazista kesäkuussa 2012 julkaistun ohjeen mukaan sertifikaatti tarvitaan, jos mitoitetaan ja suunnitellaan teräsrakenteita. Sertifikaattia ei tarvita, jos toteuttavalle osapuolelle luovutetaan vain kuormia ja pisteitä, jonka perusteella se suunnittelee ja valmistaa rakenteen. Tulkinta korjattiin joulukuussa 2012 niin, että sertifikaatti tarvitaan vain, jos Andritz-konsernin jokin toimipiste itse valmistaa teräsrakenteita.

Konepaja saa käyttää alihankkijoita valmistuksessa, kunhan niiden toiminta sisällytetään sertifioituun laadunvalvontajärjestelmään. Ohjeita asian käytännön toteutuksesta saa ilmoitetuilta laitoksilta. Periaate alihankkijan suorittaman työn osalta on, että CE-merkin myöntänyt konepaja auditoi alihankkijansa ja vastaa sen työn laadusta. Ilmoitettu laitos päättää tarpeen alihankkijan arvioinnille [16]. Jos alihankkijan toimintaa ei haluta tai voida sisällyttää sertifioitua pajan laatujärjestelmään, alihankkija voi hankkia ilmoitetulta laitokselta erityisen sertifikaatin tiettyä standardin EN 1090-2 prosessia varten. Näin esimerkiksi maalaamo voi tehdä pintakäsittelyjä teräskokoonpanoille, mutta CE-merkintäoikeus on vain työn teettäneellä konepajalla. Osaprosesseille ei voi myöntää CE-merkkiä.

Sertifiointeja suorittavat ja sertifikaatteja myöntävät ilmoitetut laitokset, jotka on listattu Euroopan komission NANDO-palvelussa [19]. Suomalaisia standardin EN 1090-1 mukaisia sertifikaatteja myöntäviä sertifiointilaitoksia on kaksi, Inspecta Sertifiointi Oy ja VTT Expert Services Oy. EU:n alueella toimivat sertifiointilaitokset eivät ole sidottuja toimimaan oman maan rajojensa sisällä vaan suomalaisia konepajoja voivat sertifioida mitkä tahansa EU-alueella toimivat ilmoitetut laitokset. Sertifikaatista käy ilmi muun

muassa sertifikaatin tunnus, haltijayrityksen nimi ja tuotantolaitokset osoitteineen, taulukon 2 mukainen CE-merkintämenetelmä, toteutusluokat, voimassaoloaika ja myöntäjän tunniste. Se voi sisältää myös tarkempaa tietoa siitä, minkälaisia tuotteita sertifikaatin nojalla voidaan valmistaa tai mitä valmistusmenetelmiä voidaan käyttää. Inspecta Sertifiointi Oy esimerkiksi erottelee hitsatut ja hitsaamattomat tuotteet.

Yleistä tietokantaa sertifikaateista ja niiden haltijoista ei ole. Yritykset esittelevät omilla nettisivuillaan hallussaan olevat sertifikaatit ja useat sertifiointilaitokset pitävät omaa luetteloa myöntämistään sertifikaateista. Laajin käytettävistä olevista tietokannoista on SLV Halle GmbH-yrityksen tietokantaan perustuva saksankielinen Online Register EN 1090 [20]. Se löytää yli 1200 EN 1090-1-sertifikaattia (tilanne 2/2013). Näistä Saksan ulkopuolelle on myönnetty vajaa 400, joista Suomeen vain yksi, joka on myönnetty lahtelaiselle Peikko Oy:lle. Euroopan ulkopuolellekin on myönnetty muutamia kymmeniä sertifikaatteja, joista suurin osa kiinalaisille valmistajille. Sertifikaatit ovat jakautuneet toteutusluokittain kuvan 3 mukaisesti. Kuvassa on huomioitu, että tietyn toteutusluokan sertifikaatin haltija voi valmistaa myös sitä alemman toteutusluokan mukaisia tuotteita.



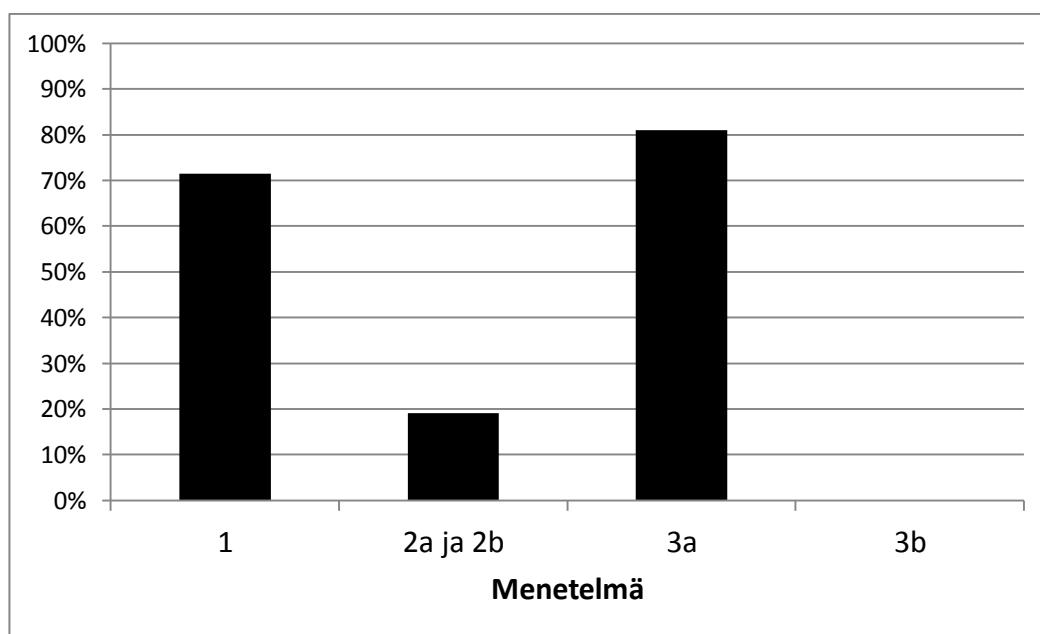
Kuva 3. Online Register EN 1090-tietokannan sertifikaattien jakautuminen toteutusluokittain.

Lähes kaikki sertifioidut yritykset ovat oikeutettuja valmistamaan toteutusluokkien EXC1 ja EXC2 tuotteita. Toteutusluokkaan EXC3 yltävien osuus on 57 % ja vaativimman luokan teräskokoonpanoja valmistavien osuus on vain 13 %.

Suomen Inspecta Sertifiointi Oy ylläpitää omaa tietokantaa. Se on myöntänyt 21 EN 1090-1-sertifikaattia suomalaisille tai ruotsalaisille yrityksille tai niiden eurooppalaisille tuotantolaitoksille (tilanne 2/2013). Tästä erityisesti saksalaisiin yrityksiin verrattuna hyvin vähäisestä määrästä voidaan päätellä, että Suomessa ei olla uusista määräyksistä

kovinkaan hyvin tietoisia verrattuna Keski-Eurooppaan. Todennäköistä on, että sertifiointeja suorittavat laitokset ruuhkautuvat lähestyttäessä heinäkuun 2014 takarajaa.

Kaikki Inspectan sertifioidut yritykset tai toimipaikat voivat valmistaa vähintään toteutusluokan EXC2 tuotteita, luokkaan EXC3 yltävien osuus on yhtä suuri kuin Online Register EN 1090-tietokannassa eli 57% ja korkeimman toteutusluokan osuus on vähän alle puolet. Yrityksistä tai niiden toimipaikoista 76 % valmistaa hitsattuja ja 24 % hitsaamattomia tuotteita. Sertifikaatit oikeuttavat merkitsemään erilaisilla CE-merkeillä. Ne ovat jakautuneet kuvan 4 menetelmien mukaisesti. Samassa sertifikaatissa voidaan mainita useita eri menetelmiä. [21.]



Kuva 4. Inspectan myöntämien sertifikaattien jakautuminen menetelmittäin.

Ylivoimaisesti käytetyimmät CE-merkin muodot ovat menetelmien 1 ja 3a mukaisia. Menetelmää 3b ei ole oikeutettu käyttämään yksikään ja menetelmiä 2a tai 2b käyttää alle viidennes. Eri menetelmien keskeiset eroavaisuudet on esitelty taulukossa 2.

3.4 Prosessin kulku yrityksen sisällä

Vaikka Andritz ei päätenyt merkitsemään rakenteita, aiheutti standardi silti lisätöitä. Isossa organisaatiossa ei ole mahdollista, että kaikki tutustuvat ja ovat perillä uusista säännöksistä omatoimisesti. Tämän takia oli tärkeää, että henkilöstöä koulutettiin ja kaikille kerrottiin, mitä uutta säädökset ja erityisesti standardi EN 1090 tuovat heidän työnsänsä. Yksittäisen projektin etenemiseen vaikuttavat yrityksen eri osastojen toiminta. Andritzin Hollolan vastuulla olevien puunkäsittelylaitteiden päätyminen asiakkaalle edellyttää karkeasti seuraavien osastojen toimimista: myynti, suunnittelu, ostos, toimitus- ja asennusvalvonta. Osastot toimivat tiiviissä yhteistyössä, mutta kaikilla on kuitenkin tietty vastuu prosessissa.

Standardin EN 1090 kanssa toimittaessa myynnin pitää huomioida lisääntyneet vaatimukset, jotka aiheuttavat kustannuspaineita. Lisäksi edellä luvussa 3.1 käsiteltyihin tulkinnanvaraisuuksiin liittyen yhteinen linja olisi tärkeä muodostaa jo neuvotteluissa ja selkeästi määritellä rakenteet, jotka toimitetaan CE-merkittynä. Suunnittelu on avainasemassa kustannusten syntymisessä, sillä myöhästyvät toimitukset ja virheistä aiheutuvat lisäkustannukset kertautuvat helposti myöhemmissä vaiheissa. Toteutuseritelmän määrittely ja sen noudattaminen jo suunnitteluvaiheessa on suunnittelun tehtävä. Oston ja toimitusvalvonnan tehtävä on hankkia teräsrakenteet sertifioiduilta pajoilta ja toimia linkkinä tilaajan ja toimittajan välillä. Niiden pitää huolehtia, että toteutuseritelmissä vaaditut asiat täytetään ja kaikki tarvittavat dokumentit saadaan toimittajilta tilaajalle ja asiakkaalle. Asennuksen tehtävä on työmaalla varmistaa, että teräsrakenteet toteutetaan luovutusvaiheeseen asti kaikkien vaatimusten mukaisesti. Projektipäälliköt pitävät yhteyttä asiakkaisiin ja vastaavat kokonaisuuden toimimisesta.

3.5 Toteutuseritelmä

Jotta valmistavat konepajat voivat toteuttaa rakenteita EN 1090-2 mukaisesti ja CE-merkitä teräsrakenteiden osia, sen pitää tietää monia asioita, jotka määräytyvät suunnitteluvaiheessa. Näitä asioita yhteisesti nimitetään standardissa toteutuseritelmäksi. Sen on tarkoitus olla suunnittelijan apuväline tiedon siirtämisessä valmistukseen ja varmistaa, että lopputuote vastaa suunniteltua. Toteutuseritelmän tiedot voivat sisältyä myös piirustuksiin mutta ainakin standardin käyttöönoton alkuvaiheissa siitä tehdään erillinen dokumentti. Toteutuseritelmä täydentää piirustuksia ja standardissa mainittuja vaatimuksia. Se sisältää Andritzin tapauksessa ainakin seuraavia asioita:

- mitä tuotteita tai sen osia se kattaa
- tietoa tuotteesta
- tuotteen rakenteita kuormittavat tekijät
- suunnittelussa käytetyt standardit
- millaisille kokonaisuuksille yksittäinen CE-merkki myönnetään
- toteutusluokat
- Andritzin toimittajalle luovuttamat dokumentit
- lista toimittajilta vaadittavista dokumenteista
- toleranssien määrittely
- esikäsitteilyasteet
- täydentäviä ohjeita korroosionestoon
- tuotekohtaiset erityisohjeet
- standardin liitteen A mukaiset asiat ja
- tarkastuksia koskevat erityisvaatimukset.

Tähän asti yleisohjeita on toimitettu alihankkijoille Andritzin laatiman Alihankkijan käsikirjan muodossa. Se sisältää teknisten seikkojen lisäksi muun muassa raportointiin, laadunvarmistukseen, ja kaupankäyntiin liittyviä asioita. Käsikirjan liitteenä on toimitet-

tu Andritzin omia EN ISO-standardiin perustuvia maalausohjeita, pakkaus-, kuljetus- ja merkintäohjeita, valmistuksen laaduntarkastusraportin pohja ja pintakäsittelyraportin pohja. Tämän alkupaketin yhteydessä pajalle toimitetaan piirustukset jokaisesta sopimuksen mukaisesta Andritzin suunnittelemaasta osasta tai kokonaisuudesta. Piirustukset ja projektikohtaiset sopimusasiakirjat ovat aina etusijalla suhteessa muihin ohjeisiin.

Toteutuseritelmiä ryhdytään tekemään tuotekohtaisesti laajan tuoteskaalan erilaisten vaatimusten takia. Toteutuseritelmiä tulee laatia siten, että toteuttavat osapuolet (konepaja ja työmaa-asennuksesta vastaava yritys) voivat noudattaa teräsrakenteita ja niiden osia toteuttaessaan standardin EN 1090 molempia osia ilman tulkinnanvaraisia kohtia. Toteutuseritelmiä ei haluttu tehdä projektikohtaisia, koska projektien aikataulu on usein tiukka ja projektiorganisaation työkuorma muutenkin suuri. Edellä esitelty toteutuseritelmiä tekeminen yhdelle tuotteelle ja mahdollisten liitteiden tuottaminen ja olemassa olevien dokumenttien päivittäminen muodostaa tämän työn luvun 4 sisällön. Tämän dokumentin pohjalta voidaan tehdä toteutuseritelmiä myöhemmin muille Andritzin tuotteille.

Andritz Oy on mukana tukemassa Teräsrakenneyhdistyksen toimintaa. Yhdistys on laatinut julkaisun [28], josta löytyy ohjeet ja suositukset standardin SFS-EN 1090-2 liitteen A mukaisten vaatimusten esittämiseksi. Liitteessä A.1 on listattu noin 60 teknistä asiaa, joihin tulee esittää toteutuseritelmissä kohdekohtainen vaatimus ja liitteessä A.2 noin 90 asiaa, joita koskien standardi antaa mahdollisuuden esittää vaihtoehtoisia vaatimuksia. Nämä liitteen A mukaiset asiat ovat samankaltainen kansallisen soveltamisen salliva keino kuin eurokoodien kansalliset liitteet. Kansallisesti valittavasta arvosta käytetään lyhennettä NDP. Standardin teksti on sama eri maissa ja eri kielillä, mutta liite A antaa soveltamismahdollisuuksia moniin standardin kohtiin. Teräsrakenneyhdistys myös käynnisti kesällä 2011 kehityshankeprojektin nimeltään TEP - Teräsrakenteiden eurooppalaiset pelisäännöt - suunnittelu ja toteutus. Sen yhtenä tavoitteena oli muodostaa malli SFS-EN 1090-2 mukaisen toteutuseritelmiä laadintaan. Sain käyttööni mallidokumentteja, jota käytin apuna toteutuseritelmiä laadinnassa.

4 TOTEUTUSERITELMÄ KULJETINSILLOILLE

Laadittiin toteutuseritelmädokumentti kuljetinsilloille, jonka sisältö jaettiin kahteentoista lukuun. Luku 1 kertoo yleisesti tuotteesta, luku 2 tuotteen suunnittelusta, luku 3 tuotteen valmistuksesta, luku 4 dokumenteista ja luvut 5-12 noudattavat samaa jakoa kuin standardi EN 1090-2 noudattaa. Myös tämän työn luvun 4 aliotsikot noudattavat samaa jakoa. Ohjeistus laadittiin englanniksi, koska suurin osa konepajoista ja asennusfirmoista, joita käytämme, ei ole suomalaisia. Pyrin välttämään toistelemasta standardin kohtia, joten kerroin vain tuotteen kannalta oleellisista vaatimuksista ja standardin vaihtoehtoisten kohtien noudattamisesta. Varsinaista dokumenttia tämä työ ei sisällä, mutta siinä pyritään kertomaan oleelliset tiedot dokumentin luomisesta.

Valmistus tapahtuu standardin EN 1090-2 perusteella, mutta standardi antaa useassa kohdassa vaihtoehtoisia tapoja toteutukseen, jotka toteutuseritelmässä määritellään. Keskeisin näistä on toteutusluokka, jonka perusteella määräytyy suuri osa toteutuksen vaatimuksista. Standardi ei sisällä viittausta käyttökohteeseen vaan sitä voidaan käyttää yleisesti riippumatta siitä, onko teräsrakenne esimerkiksi silta, rakennus, siilo tai ristikkorakenne. Tästä johtuen työssä luotua dokumenttia voidaan käyttää pohjana myös muille Andritzin tuotteille. Toisaalta kuljetinsilta erityislaatuiseina tuotteena kuitenkin vaati useilta kohdin tarkennuksia standardin tekstiin.

4.1 Yleinen tuoteinformaatio

Dokumentin luvussa 1 kerrotaan yleistietoa tuotteestamme. Siinä määritellään muun muassa ne osat, jotka luokittelemme tuotteestamme kantavaksi teräsrakenteeksi eli osat, joihin dokumentin vaatimuksia sovelletaan. Dokumentissa käsitellään kaikkia valmistukseen liittyviä työvaiheita, joita ovat valmistuksessa käytettävät materiaalit ja tuotteet, esivalmistus, kokoaminen, hitsaus, mekaaninen kiinnittäminen, asentaminen, pintakäsittely, geometriset toleranssit sekä tarkastus, testaus ja korjaaminen. Sen lisäksi mitä standardissa EN 1090-2 vaaditaan toteutuseritelmältä, on dokumentissa esitetty CE-merkinnän kannalta olennaista tietoa, koska asiat liittyvät kiinteästi toisiinsa.

Kyseessä oleva tuote on kuljetinta tukeva teräsrakenteinen kuljetinsilta. Itse kuljetin on yleensä tyypiltään hihnakuljetin ja sitä käytetään yleensä puuhakkeen kuljetukseen. Se on sijoitettu ristikkorakenteen sisälle. Teräsrakenteeksi luetaan jalat ja niiden päälle tuleva ristikkorakenne katepelteineen. Tässä työssä kuljetinsillasta puhuttaessa tarkoitetaan sekä jalkoja että ristikkorakennetta. Betoniperustukseen valettavat perustuslevyt rajattiin tästä dokumentista pois, koska ne tulevat usein eri toimittajilta ja toimitetaan itse kuljetinsiltaa aikaisemmin työmaalle samalla kertaa muiden laitteiden perustusosien kanssa. Esimerkkejä kuljetinsilloista on esitetty kuvissa 5 ja 6.



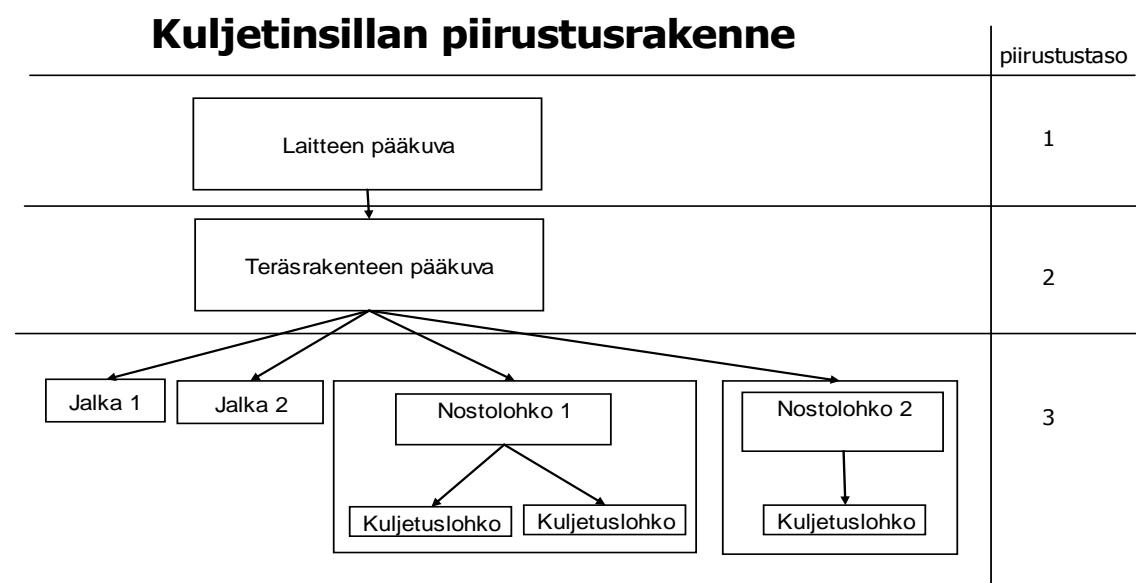
Kuva 5. Kuljetinsilta, jossa hoitotasot ristikkorakenteen ulkopuolella.



Kuva 6. Siltarakenteen muodostaa teräsputkista ja -palkeista koostuva ristikkorakenne.

Muut osat tuotteesta kuin edellä luetellut teräsrakenteet luetaan koneenosiksi tämän työn luvussa 3.1 esitetyillä perusteilla, ja koneille myönnetään konedirektiivin mukainen CE-merkki. Koneeksi luetaan kaikki muut tuotteen osat kuten kuljettimen tukirakenteet ristikkorakenteen sisällä, rullapukit, rullat, hihna, veto- ja taittopäät ja muu varustelu. Myös kaikki hoitotasorakenteet kuten ritilät, portaat, tikkaat, potkulevyt ja kaiheet lukeutuvat tähän joukkoon. Osa edellä luetelluista osista ostetaan valmiina komponentteina ja osa suunnitellaan ja valmistutetaan itse.

Tämän jälkeen kerrotaan miten tuotteen teräsrakenteen piirustus rakenne muodostuu. Se tehdään asennusta silmällä pitäen niin, että teräsrakenne on jaettu jalkoihin ja nostolohkoihin. Kuvassa 7 on esitetty malli, miten piirustus rakenne ja -tasot muodostuvat. Jalkojen ja lohkojen määrä riippuu sillan pituudesta. Kuvan päätasojen lisäksi on vielä tarvittava määrä detaljikuvia, joissa näytetään tarkemmin muun muassa liitoksia, hitsausohjeita, toleransseja ja katkaisumittoja. Kuljetuslohko on siis suurin yksittäinen konepajalta valmistuva kokoonpano ja nostolohko suurin yksittäin asennettava yhdellä kertaa jalkojen päälle nostettava kokonaisuus, joka on noin yhden jännevälin mittainen osa koko sillasta.



Kuva 7. Esimerkki piirustus rakenteesta.

Ristikkorakenne ja jalat ovat liian suuri kokonaisuus kuljetettavaksi ja asennettavaksi yhdessä osassa. Tämän takia se on jaettu kokonaisuuksiin, joka hoidetaan niin sanotun lohkotuksen avulla. Lohkotuksen tuloksena syntyy lohkoluetelo, jossa listataan kaikki rakenteen muodostamiseen tarvittavat osat. Valmistus pyritään toteuttamaan niin, että vaativimmat työvaiheet tehdään konepajalla, koska siellä olosuhteet esimerkiksi hitsaamiselle ovat usein huomattavasti työmaata paremmat. Sen ansiosta työ sujuu nopeammin, tarkemmin ja halvemmalla. Rakenne asennetaan työmaalla niin, että pitkät jalat tarvittaessa hitsataan kuljetuspätkistä täyteen mittaansa, yläosaan asennetaan poikkipalkit pulttikiinnityksellä, jalat nostetaan betoniperustusten päälle, harustetaan maa-

han asennuksen ajaksi ja hitsataan betoniin valettuihin teräksisiin perustuslevyihin kiinni. Ristikkorakenne kootaan nostolohko kerrallaan kuljetuslohkoista maassa ja nostetaan jalkojen päälle ja kiinnitetään jalkoihin. Nostolohkot kiinnitetään toisiinsa korkeuksissa aina pulttiliitoksin. Yksittäisen nostolohkon pituus on tyypillisesti noin 25-40 metriä.

Siltatyyppinä on kahta erilaista; pieniä siltoja ja isoja siltoja. Pienen sillan tuotekoodi on CFO ja ison sillan CFI. Pienessä sillassa hoitotaso on ristikkorakenteen ulkopuolella ja isossa sillassa sisäpuolella. Ristikkorakenteen mitat vaihtelevat riippuen sisälle sijoitettavien kuljettimien koosta ja määrästä. Myös jalkojen mitat vaihtelevat. Yleensä pitkinä jalkoina käytetään kuvassa 5 näkyviä A-kirjaimen muotoisia jalkoja ja lyhyinä jalkoina erityyppisiä ratkaisuja. Ristikkorakenteen sauvojen yksittäiset liitokset voivat olla hitsattuja tai pulttiliitoksia. Pulttiliitoksia käytetään yleensä vain silloissa, joita pitää kuljettaa konepajalta työmaalle merikonteissa. Pulttatut liitokset mahdollistavat ristikkorakenteen pakkaamisen pienempään tilaan ja kasauksen työmaalla ilman hitsausliitoksia. Pultattuja liitoksia käytetään katto- ja lattiasauvoissa, jotka yhdistävät hitsattua ristikkorakennetta olevat pystyseinät toisiinsa. Projektista riippuen käytetään erilaisia variaatioita.

4.2 Teräsrakenteiden suunnittelu

Suunnittelussa huomioon otettavat kuormitukset koostuvat seuraavista:

- teräsrakenteen oma paino
- laitteiden ja varusteiden paino
 - vetopää
 - taittopää
 - hihnan kiristyslaite
 - hihna
 - hihnan rullat ja niiden pukit
 - hoitotasorakenteet
 - eristykset ja pellitykset
 - sähköjohdot ja vesiputket
- materiaalin paino hihnalla
- lumikuorma
- tuulikuorma
- hoitotasoilla oleva muuttuva kuorma
- lämpötilakuorma
- hihnan kiristyksestä aiheutuva kuorma ja
- maanjärjestykskuorma tarvittaessa.

Teräsrakenteiden suunnittelussa käytetään Andritzin omaa Gallery-ohjelmaa, joka mitoittaa teräsrakenteen käyttäjän syöttämällä mitoilla ja kuormilla käyttäen laskennan taustalla eurokoodi-standardikokoelmaa [47]. Jalkojen ja ristikkorakenteen lisäksi se mitoittaa ristikkoon jalkojen yläpäiden kohdalle tuulikehän, jolla pystytään siirtämään

ristikkoon aiheutuvat sivusuuntaiset tuulikuormat tehokkaasti jalkoihin ja perustuksiin. Kuvassa 6 näkyy yksittäinen tuulikehä, muista sauvoista sen erottaa järeämpi koko. Ohjelmalla voidaan optimoida teräsrakenteen massaa jänneväliden pituutta muuttamalla. Sillä voidaan generoida myös piirustuksia osaluetteloihin, joihin sitten suunnittelija lisää tarvittavia kuljettimen osia ja hoitotasoja. Osa kuormituksista määräytyy kansallisten standardien mukaan. Tästä esimerkkinä on lumi- ja tuulikuormien määräytyminen eurokoodien kansallisten liitteiden mukaan. Hoitotasojen muuttuvat kuormat on määritetty standardissa EN ISO 14122 [17].

4.3 Teräsrakenteiden toteutus

Tässä luvussa esitetään lyhyesti mitä vaatimuksia toteutukseen ja erityisesti CE-merkkitsemiseen liittyy. Myös toteutusluokan valintaa koskevat taustat käydään läpi. Kuten luvussa 3 on käsitelty, CE-merkintäoikeuden saaminen edellyttää sisäisen laadunvalvontajärjestelmän sertifiointia ulkopuolisen laitoksen toimesta. Toimittajan alihankinnan käyttö on sallittua tietyillä edellytyksillä ja CE-merkin myöntäminen tuotteelle vaatii standardin EN 1090-2 mukaista valmistamista.

CE-merkinnässä ilmoitettavat tiedot määräytyvät suunnittelun ja toteutuksen perusteella. Jokaista erillistä teräskokoonpanoa ei kuljetinsiltojen tapauksessa haluta merkittävän, vaan määrittelemme yksittäisen kuljetinsillan kokoonpanot tuotejärjestelmäksi, jolloin yksi CE-merkki riittää yhtä kuljetinsiltaa kohden. Yksittäiselle sillalle on olemassa tietty laitenumero ja se voi sisältää useamman kuin yhden nostolohkon ja monia jalkoja. Malli CE-merkistä kuljetinsilloille on esitetty tämän työn luvun 3.2 kuvassa 2.

CE-merkin toimittaa toteutuksesta vastaava konepaja. Lähtökohtaisesti linjaus on, että asennusaikaiseen toimintaan pitää soveltaa samoja sääntöjä kuin konepajassakin, mutta CE-merkkiä ei työmaalla muokatuille rakenteiden osille tarvitse myöntää. CE-merkki kertoo asentavalle osapuolelle toteutusvaatimusten täyttyneen konepajalta lähtiessä puolivalmisteille, joiksi työmaalla toisiinsa liitettäviä teräskokoonpanoja voi siinä vaiheessa nimittää.

Toteutusluokka määräytyy eurokoodistandardin EN 1990 liitteen B seuraamusluokkien ja standardin EN 1090-2 liitteen B käyttöluokkien ja tuotantoluokkien perusteella. Valinnassa suositellaan käytettävän taulukoita 3, 4, 5 ja 6, jotka on poimittu standardeista. Siiloille ja säiliöille on oma seuraamusluokkataulukko niille paremmin soveltuvilla kriteereillä (kapasiteetti, sijainti, käyttötarkoitus, säilöttävä aine) niitä käsittelevissä eurokoodin osissa.

Standardi antaa vapauksia valita toteutusluokka vaikka jokaiselle yksityiskohdalle erikseen. Toteutusluokka voi myös vaihdella eri vaatimuksille. Käytännössä asiat menevät erittäin monimutkaisiksi, jos jokaiselle osalle määritellään erikseen toteutusluokka koskien eri vaatimusta. Myöskään toteutusluokan valinnan kriteerit eivät ole enää selkeästi perusteltavissa. Selkeyden vuoksi haluttiin soveltaa kaikkiin rakenteiden osiin samaa toteutusluokkaa.

Taulukko 3. Seuraamusluokat [30, s. 136].

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

Kuljetinsilta sijoittuu teollisuusalueelle eikä sen vaikutusalueella ole yleensä ihmisiä. Joissakin projekteissa sillan alta voi kulkea esimerkiksi tehdasalueen työntekijöitä palveleva huoltotie. Kuljetinsillan rakennettua työskentelytasoa ei ole tarkoitus käyttää yleisenä kulkutienä, vaan ainoastaan kuljettimen huoltoa tai valvontaa vaativien kohteiden luoksepäästävyuden varmistamiseksi. Näillä perusteilla seuraamusluokaksi voidaan valita CC1. Kuljetinsillan suuren koon ja korkeuden ja muiden projektikohtaisten tekijöiden perusteella myös luokka CC2 voi tulla kyseeseen.

Taulukko 4. Käyttöluokat [14, s. 103].

Luokat	Kriteerit
SC1	<ul style="list-style-type: none"> – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille (Esimerkki: Rakennukset) – Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille matalan seismisen aktiviteetin perusteella ja luokassa DCL* – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan nostureista aiheutuville väsytkuormille (luokka S_0)**
SC2	<ul style="list-style-type: none"> – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytkuormille. (Esimerkkejä: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat $S_1 \dots S_8$)**, rakenteet, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille – Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin perusteella ja luokissa DCM* ja DCH*
*	DCL, DCM, DCH: standardin EN 1998-1 mukaisia sitkeysluokkia.
**	Ks. nostureista aiheutuvien väsytkuormitusten luokittelu standardeista EN 1991-3 ja EN 13001-1.

Silta kannattelee pääosin vain staattisia kuormia. Dynaamisia kuormia aiheuttavat tuuli, hoitotasoilla olevat ihmiset ja hihnalla liikkuva materiaali. Myös lumi- ja lämpötilakuorma vaihtelevat eri aikoina, mutta kuormituksen vaihtelu tapahtuu yleensä pidemmän ajan kuluessa. Vaikka esimerkiksi tuulen aiheuttama kuormitus on vaihtelevan suuntaista ja suuruista, siltaa ei mitoiteta väsytkuormille. Täten käyttöluokaksi voidaan valita SC1. Maanjäristysalueille suunniteltavat sillat ovat oma lukunsa ja niitä varten täytyy tarvittaessa tehdä erillinen toteutuseritelmä.

Taulukko 5. Tuotantoluokat [14, s. 103].

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

Tuotantoluokkia koskeva jako on hankalin valittava. Kuljetinsillan teräskokoonpanoissa on käytetty projektista riippuen perusmateriaalina joko S235 tai S355 terästä. Kokonaan erikseen on sitten Kiinassa tehtävät kokoonpanot, joissa käytetään Kiinan omien standardien mukaisia Q235 tai Q345 teräksiä. Vaikka perusmateriaali olisi S235 terästä, joitakin rakenteen osia tehdään myös S355 teräksestä. Sillassa esiintyy myös aina asennuspaikalla hitsausta vaativia kokoonpanoja. Koska selkeyden vuoksi haluttiin pitäytyä yhdessä toteutusluokassa kaikille kuljetinsillan osille, valittiin PC2.

Taulukko 6. Toteutusluokat [14, s. 104].

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

Toteutusluokkamatriisista huomataan, että jos kaikki kolme edeltävää valintaa on luokassa 1, voidaan toteutusluokaksi valita EXC1. Tässä tapauksessa tuotantoluokaksi kuitenkin valikoitui PC2, joten toteutusluokaksi määräytyy näin ollen luokka EXC2. Sama toteutusluokka valikoituisi, vaikka sillan romahtamisen seuraukset olisivat yhtä luokkaa vakavammat eli luokassa CC2.

Suomessa on erityisesti kritisoitu taulukon 5 tuotantoluokkien välisen jaon tekemistä materiaalin lujuusluokan mukaan. Teräsluokka S355 on käytössä hyvin yleinen ja pitäisi monen mielestä sijoittaa alempaan tuotantoluokkaan. Ilmeisesti Euroopassa se koetaan kuitenkin hitsauksen kannalta niin vaativaksi materiaaliksi, että se tulee sijoittaa ylempään luokkaan. Kyseisen asian takia monet rakenteet siirtyvät toteutusluokasta EXC1 ylempään toteutusluokkaan, millä on suuri vaikutus valmistukselle asetettaviin vaatimuksiin. Voi jopa olla, että asiassa aletaan edetä ikään kuin takaperin, ja valitaan teräs-

lajiksi S235, jolloin päästään alempaan toteutusluokkaan. Rakenteelle tulee painoa jonkin verran enemmän, mutta toisaalta valmistuksen muissa kustannuksissa säästetään. Tällainen menettely ei varmaankaan noudattele standardin kirjoittajien ideaa toteutusluokkiin jaosta.

Toteutusluokan valinta on tärkein standardin tuoma uusi asia ja vaikuttaa valmistukseen aina konepajan valinnasta lähtien. Sertifikaatissa on ilmoitettu, kuinka vaativan toteutusluokan kokoonpanoja sen haltija voi valmistaa. Toteutusluokka EXC2 ei kuitenkaan vielä rajoita toimittajien määrää juurikaan kuten luvusta 3.3 ja kuvasta 3 käy ilmi, sillä lähes kaikki sertifioidut konepajat yltyvät tälle tasolle. Toteutusluokkien vaikutukset itse valmistuksen vaatimuksiin on taulukoitu standardin liitteessä A.3. Taulukosta on huomattavissa selkeä ero etenkin toteutusluokasta EXC1 toteutusluokkaan EXC2 siirryttäessä. Eroja löytyy varsinkin hitsaukseen ja tarkastuksiin liittyvistä työvaiheista.

Standardin mukaan toteutusluokan valinta tehdään yhteistyössä suunnittelijan, toteuttajan ja loppuasiakkaan kanssa. Andritzin kanta on, että rakenteet suunnittelevalla osapuolella on näistä tahoista selkeästi paras tietämys valinnan perusteista. Toteutusluokan nosto muiden vaatimuksesta on toki mahdollista, kunhan sen aiheuttamat kustannukset otetaan huomioon. Liitteet B, joista taulukot 3-6 löytyvät, ovat opastavia, joka tarkoittaa, että kukin maa voi päättää niiden käytöstä. Esimerkiksi Saksan rakennustekniikan instituutti (DIBt) esittää erilaiset kriteerit toteutusluokan valintaan, tosin kuljetinsillan tapauksessa päädytään samaan toteutusluokkaan EXC2. Standardissa myös sanotaan, että toteutusluokkaa EXC2 tulee käyttää, jos mitään luokkaa ei ole esitetty. Koko toteutuseritelmä laadittiin sillä oletuksella, että kaikki sen mukaan valmistettavat kuljetinsillat ovat kyseisessä toteutusluokassa.

Toteutusluokan valintaa ohjaavat kriteerit ovat eurokoodistandardien seuraavalla revisiokierroksella siirtymässä teräsrakenteiden suunnittelua käsittelevän standardin EN 1993-1-1 liitteeksi. Tämä puoltaa kantaa, että toteutusluokan valinta pitää olla suunnittelun tehtävä. Ehdotus uusista kriteereistä on taulukon 7 mukainen ja siitä äänestetään tämän vuoden syksyllä.

Taulukko 7. Ehdotus toteutusluokan valintaan tulevaisuudessa [27].

Suositukset toteutusluokan (EXC) valinnalle			
Seuraamusluokka	Luotettavuusluokka	Staattinen kuormitus ja maanjäristyksen suhteen DCL käyttäytyminen	Väsyttävä kuormitus, dynaaminen vaikutus ja maanjäristyksen suhteen DCM ja DCH käyttäytyminen
CC3	RC3	EXC3*	EXC3*
CC2	RC2	EXC2	EXC3
CC1	RC1	EXC1	EXC2

*EXC4 voidaan vaatia erityisrakenteille, jossa mahdollisen vaurion seuraukset olisivat erityisen vakavat.

Luotettavuusluokan valintaan ei tarkemmin tässä yhteydessä mennä, mutta todettakoon, että se riippuu vaurioitumisen todennäköisyydestä ja mitoituksen varmuuskertoimista. Esimerkiksi luokassa RC1 vaurioitumisen todennäköisyys 50 vuoden käyttöiän aikana on alle 0,1 %. Kuormien dynaaminen vaikutus tulee arvioida tarkemmin, mutta todennäköisesti päädyttäisiin samaan tai alempaan toteutusluokkaan kuin nykyisillä menettelyillä. Lisähuomautuksena kerrotaan, että hitsauksen osalta noudatettaisiin edelleen vähintään toteutusluokan EXC2 vaatimuksia, kun teräksen lujuusluokka on S355 tai enemmän. Kuljetinsiltojen tapauksessa standardin revisio ei siis tuo todennäköisesti juuri mitään uutta.

4.4 Dokumentaatio

Rakennustuoteasetuksen vaatima dokumentaatio teräskokoonpanojen valmistuksen yhteydessä käsittää CE-merkin ja suoritustasoilmoituksen. Molemmat pitää toimittaa tois-taiseksi tuotteen mukana. Kaiken muun laatudokumentaation, joka standardin ensimmäisessä tai toisessa osassa vaaditaan, laatiminen ja säilyttäminen on valmistajan vastuulla. Useimmiten loppuasiakas haluaa nähdä näitä dokumentteja, jonka takia Andritz arkistoi syntyvät dokumentit myös itselleen.

Luvussa 4 listasin teknisiä dokumentteja, joita Andritz lähettää toimittajille tilauksen yhteydessä. Samalla piti käydä läpi näitä dokumentteja ja tarkistaa niiden ajantasaisuus ja välttää keskenään ristiriitaisten tietojen toimittamista. Useita standardin vaatimia tietoja löytyy jo olemassa olevista Andritzin dokumenteista, joihin toteutuseritelmässä sitten viitataan. Muun muassa standardin vaatimaa tarkastussuunnitelmaa vastaava dokumentti löytyy kuljetinsilloille, mutta se sisältää muitakin, kun teräsrakenteita koskevia tarkastuskohtia. Näitä olemassa olevia dokumentteja päivitettiin työn edetessä.

Standardi tuo aikaisempaa enemmän dokumentointivaatimuksia valmistavalle osapuolelle. Standardista ei löydy mistään kohdasta koottua listaa vaadittavista dokumenteista, joten kokosin toteutuseritelmaan sellaisen. Dokumentaation sisältöön paneudutaan tarkemmin sitä koskevassa luvussa. Hieman ongelmia aiheutti se, että laatudokumentaation laajuus vaihtelee hieman projektittain, mutta standardi ja toteutusluokka asettavat kuitenkin jonkinlaisen minimitason.

Laatuasiakirjoissa vaadittavat asiat, jotka eivät suoranaisesti liity mihinkään työvaiheeseen, on listattu standardin kohdassa 4.2.1. Niitä ovat

- organisaatiokaavio ja toteutuksesta vastaavat henkilöt
- noudatettavat menettelytavat, menetelmät ja työohjeet
- työtä koskeva tarkastussuunnitelma
- menettelytavat muutosten käsittelyyn
- menettelytavat poikkeavuuksien käsittelyyn, toimilupapyyntöihin ja laatukiistojen käsittelyyn ja
- ennalta määritetyt kontrollipisteet (hold-point) ja vaatimukset tarkastusten ja testausten suorittamisen varmentamiseen, ja niihin liittyvät luoksepäästävyyttä koskevat vaatimukset. [14, s. 20.]

Laatusuunnitelman laatiminen on standardissa määritelty yhdeksi asioista, joihin tulee esittää tarvittaessa vaatimus. Kaikki tällaiset asiat on listattu standardissa liitteeseen A. Andritz vaatii, että toimittajalla tulee olla dokumentoitu laatu- ja tarkastussuunnitelma, joka tulee esittää kaupanteon yhteydessä. Lopullinen läpikäyty ja kuitattu suunnitelma tulee lähettää muun valmistusdokumentaation kanssa tilaajalle tilauksen ollessa valmis. Muu valmistusdokumentaatio käsittää muun muassa aineodistukset. Standardin liitteessä C on esitetty tarkistuslista laatusuunnitelman sisältöä varten.

Seuraavaan listaan on koottu asetettuja dokumentointivaatimuksia kuljetinsillan tapauksessa. Niitä ovat muun muassa

- sertifikaatti osoituksena oikeudesta CE-merkitä EN 1090-1 mukaisesti
- aineodistukset rakenneteräksille, hitsausaineille ja ruuvikokoonpanoille
- hitsareiden ja hitsauskoordinaattoreiden pätevyystodistukset
- hitsausohjeet ja niiden hyväksymispöytäkirjat
- ainetta rikkomattoman tarkastuksen (NDT) tekijät ja pätevyystodistukset
- hitsien tarkastuspöytäkirjat (silmämääräinen ja muu NDT)
- mittatarkastuksen tulokset
- pintakäsittelyraportit täytettynä
- muut laatusuunnitelmaan kuuluvat tarkastuspöytäkirjat
- raportti ja tehdyt toimenpiteet kohdattaessa ei-vaatimustenmukaisia asioita ja
- CE-merkki ja suoritustasoilmoitus.

Lukuisia käytännön kysymyksiä jouduttiin ratkomaan asioiden edetessä. Yksi näistä oli, että mitä dokumentteja valmistaja toimittaa tilaajalle toteutusvaiheista. Riittääkö vaatimusten täyttymisen kirjaaminen valmistajan laatusuunnitelmaan vai lähettääkö konepaja konkreettisesti esimerkiksi hitsareiden pätevyystodistuksia tilaajalle? Koska Andritz kuitenkin on tehnyt sopimuksen asiakkaan kanssa laitteiden toimituksista, se kantaa myös vastuun dokumentaatiosta. Asian tulkintaan otettiin lähtökohdaksi ”mielummin liikaa kuin liian vähän” ja valmistajalta pyydettiin kaikki standardin vaatimuksen mukaiset dokumentit säilöttäväksi Andritzin järjestelmiin. Loppuasiakkaan kanssa asioidessa nämä dokumentit on sitten helposti saatavissa ja niitä voidaan käydä tarvittaessa läpi. Ei ole harvinaista, että toimittaja esimerkiksi menee konkurssiin, jonka jälkeen mitään dokumentteja ei ole enää saatavissa.

Konepajalta teräskokoonpanot lähtevät käytännössä aina suoraan työmaalle, joten osa dokumenteista täytyy laittaa kuljetuksen mukaan. Tunnistemerkitöjen, rahtikirjojen ja muiden asiaan liittyvien dokumenttien lisäksi CE-merkki ja suoritustasoilmoitus pitäisi kulkea rakenteen mukana. CE-merkki voidaan toimittaa myös paperiversiona, ja kuljetinsillan tapauksessa näin onkin järkevintä tehdä. Tilaajana haluamme tietää valmiiden osien saapuessa työmaalle, että mikä osa kuuluu minnekin. Isojen kokoonpanojen ollessa kyseessä ongelmia harvoin esiintyy, mutta pienempien kappaleiden tunnistaminen pelkän ulkonäön perusteella sen saapuessa isolle työmaalle on lähes mahdotonta. Tämä on hoidettu tulostamalla ja lähettämällä toimittajalle tarralistat, jotka kertovat piirustusnumeron ja muiden tunnistetietojen avulla, mistä laitteesta tai rakenteesta

on kyse. Näitä tarroja sitten käytetään osien merkitsemiseen konepajalla ja tunnistamiseen työmaalla. Tarrassa olevan piirustusnumeron avulla yhdistetään CE-merkki tiettyyn teräskokoonpanoon.

4.5 Käytettävät tuotteet

Standardi määrittelee minkä muotoisen ainestodistuksen tyyppin tarvitsee olla millekin tuotteelle. Rakenneteräksille ainestodistuksen tyyppi riippuu iskusitkeyden testauslämpötilasta ja myötöraajasta. Normaalisti käytettäville teräslajeille, joiden myötölujuus on pienempi tai yhtä suuri kuin 355 MPa, ja joiden iskuenergian testauslämpötila on 0 °C (merkintä J0) tai +20 °C (merkintä JR), riittää ainestodistus tyyppiltään 2.2. Myötölujuudeltaan korkeammille tai alemmassa lämpötilassa testatulle iskuenergialle ainestodistuksen tyyppin täytyy olla 3.1 tai 3.2. Standardin EN 1090-2 taulukon 1 alaviitteessä kuitenkin vaaditaan ainestodistustyyppi 3.1 myös rakenneteräksille S355 JR tai J0 toteutusluokassa EXC2 tai korkeampi. [32, s. 40.]

Ero ainestodistustyyppien 2.2 ja 3.1 välillä on se, että tyyppin 2.2 ainestodistukseksi riittää valmistusmenetelmäkohtaisen tarkastuksen tulokset, kun taas tyyppin 3.1 ainestodistuksesta pitää ilmetä toimituseräkohtaisen tarkastuksen tulokset. Lisäksi ainestodistuksen vahvistaja täytyy tyyppissä 3.1 olla valmistajan tuotanto-osastosta riippumaton edustaja, kun tyyppissä 2.2 se voi olla itse valmistaja. Tyyppissä 3.2 tarvitaan toiseksi vahvistajaksi vielä erillinen ulkopuolinen tarkastaja. Ainestodistus sisältää muun muassa sulatusanalyysinä todennetun kemiallisen koostumuksen teräksen sisältämistä alkuaineista sekä teräksen testatut mekaaniset ominaisuudet. Hiilielkvivalentin kaavassa esiintyvät alkuaineiden pitoisuudet tulee esittää ainestodistuksessa. Teräksen hitsattavuus voidaan päätellä hiilielkvivalentin kaavasta. CE-merkissä ei kuitenkaan tarvitse esittää pitoisuuksia vaan hitsattavuuden osoituksena riittää viittaus teräksen nimikkeeseen (esimerkiksi teräs S355 J0). IIW (International Institute for Welding) on määrittänyt hiilielkvivalentin kaavaksi [32, s. 16]

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}. \quad (1)$$

Kaavassa (1) olevien alkuaineiden lisäksi seostamattomille rakenneteräksille tulee esittää standardissa EN 10025-2 listattujen alkuaineiden Al, Nb ja Ti pitoisuudet. [33, s. 10.]

Hitsausaineille pitää olla tyyppin 2.2 ainestodistus ja ruuvikokoonpanoille ja porautuville ruuveille tyyppin 2.1 todistus. Tyyppin 2.1 todistus on valmistajan laatuvaraus, johon ei tarvita liittää kokeilla osoitettuja tarkastustuloksia. Muun kaltaisia tuotetyyppejä kuten ruostumattomia teräksiä, teräsvaluja, kuumaniittejä eikä korkealujuusköysiä kuljetinsillassa käytetään.

Standardi EN 1090-2 vaatii lisäksi tuotteiden jäljitettävyyttä. Toteutusluokassa EXC2 tuotteet tulee olla kohdekohtaisesti jäljitettävissä [16]. Jokaisen tuotteen jäljitettävyyttä ei vaadita. Käytännössä jäljitettävyyttä toteutetaan merkitsemällä irtonaiset kap-

paleet konepajalla sellaisin merkinnöin, että ne ovat yhdistettävissä tiettyyn ainestodistukseen. Merkinnöistä on kerrottu lisää seuraavassa luvussa.

Standardin taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty mitä standardeja sovelletaan eri teräsprofiilien, -levyjen, -lattojen, -sauvojen, -tankojen ja -putkien teknisiin toimitusvaatimukseen, mittoihin ja toleransseihin. Lisäksi on viitattu standardeihin, jotka määrittävät pinnanlaadulle vaatimukset ja esitetty vaadittava luokka. Andritzin piirustusten osaluettelossa on viitattu standardoiduin nimityksin eri teräslajeihin, joita kyseisessä kohdassa rakennetta tulee käyttää.

Käytännön ongelma, joka nousi esiin taulukkoa lukiessa, oli se, että miten toimitaan esimerkiksi Kiinan standardien mukaisten materiaalien kanssa. Andritz ostaa Kiinasta teräsrakenteita. Materiaalit eivät ole taulukoiden esittämien eurooppalaisten standardien mukaisia, vaikka tiettyjä vastaavuuksia on olemassa. Teräsrakenneyhdistyksen [16] kantana on, että muita kuin eurooppalaisten standardien mukaisia tuotteita ei saa käyttää CE-merkittävissä rakenteissa, koska harmonisoitu standardi EN 1090-1 sanoo [13, s. 16], että ”teräskokoonpanoissa käytettävien tuotteiden tulee olla standardissa EN 1090-2 esitettyjen eurooppalaisten standardien mukaisia.” Standardi EN 1090-2 toteaa, että jos käytetään muita tuotteita kuin taulukoissa 2,3 ja 4 on esitetty, niiden ominaisuudet tulee esittää toteutuseritelmässä. Toisin sanoen tällä tulkinnalla ei-eurooppalaisten standardien mukaisilla tuotteilla voidaan valmistaa teräskokoonpanoja EN 1090-2 mukaisesti, mutta niitä ei voida CE-merkitä eikä näin ollen myydä Euroopassa 1.7.2014 jälkeen.

Andritz Energy & Environment GmbH Itävallassa on hankkinut Saksan rakennustekniikan instituutin (DIBt) välityksellä Euroopan teknisen hyväksynnän (ETA), jossa on määritelty Kiinan standardien mukaisten materiaalien mekaanisia ominaisuuksia ja kemiallisia koostumuksia sekä vastaavuuksia EN-standardeihin. Tästä dokumentista on käytetty joissain yhteyksissä myös nimitystä EN-lisenssi. Tämä dokumentti on yrityskohtainen, joten Andritz Oy:n pitäisi hankkia vastaava hyväksyntä itse. Toinen mahdollisuus on, että kiinalainen terästekhdas hankkii hyväksynnän. Tällä järjestelyllä voidaan ilmeisesti valmistuttaa Kiinassa EN 1090-1 sertifioidulla konepajalla Kiinan standardien mukaisilla materiaaleille valmistettuja teräskokoonpanoja CE-merkittynä Eurooppaan toimitettavaksi.

EN 1090-2 vaatii määriteltäväksi myös terästen erityisominaisuudet. Kuljetinsillassa käytetään parannetuin murtokoumaominaisuuksin varustettua terästä lohkoliitosten laippojen materiaaleina. Standardi EN 10164 määrittelee Z-luokkien avulla teräksen ominaisuudet paksuussuuntaisen vetojännityksen aiheuttaman lamellirepeilyn estämiseksi. Piirustuksen osaluettelossa on määritelty tarvittava Z25-luokan teräs. Tämä vaatimus lisättiin myös toteutuseritelmiin. Ilmeisesti pitkistä toimitusajoista johtuen Z-laatuisten saatavuus on heikkoa ja vaihtoehtoisena ratkaisuna voidaan käyttää normaalia teräslaatuja, joka ultraäänitarkastetaan hitsauksen jälkeen lamellirepeilyn varalta [34, s.328].

Hitsausaineiden tuotestandardit on määritetty standardin luvussa 5.5 ja taulukossa 5. Eri hitsauslangoille, -jauheille, -puikoille ja -kaasuille on olemassa yleisen tuotestandardin lisäksi erityinen tarkentava tuotestandardi. Tarkemman hitsausainevalinnan tekee

tilanteen mukaan yleensä konepajan hitsausinsinööri tai -koordinaattori. Lisää hitsauksesta on kerrottu luvussa 4.7.

Mekaanisia kiinnittimiä hitsatuissa silloissa tavallisesti käytetään kuljetinsillan jalokojen ja poikkipalkkien välisessä liitoksessa sekä ristikkorakenteessa nostolohkojen välisessä liitoksessa. Kuljetinsiltarakenteet ovat poikkeuksetta sijoitettu ulkoilmaan, jolloin niiden ilmastorasitusluokka on C3 tai korkeampi. Ilmastorasitusluokat on määritetty projektisopimuksessa ja ne nojautuvat standardiin EN ISO 12944-2. Käytettävä maalausjärjestelmä valitaan ilmastorasitusluokan mukaan. Kiinnittimien korroosion suojaus pitää olla samalla tasolla muun rakenteen korroosionsuojan kanssa. Pulttiliitoksia ei työmaalla maalata, joten kiinnittimien täytyy olla valmiiksi korroosiosuojattu. Eurokoodistandardissa EN 1993-1-3 määritetään suositeltavat kiinnittimien materiaalit eri ilmastorasitusluokissa erilaisten terästen kanssa korroosioneston näkökulmasta. Sähkösinkittyjen ja pinnoittamattomien kiinnittimien käyttö on rajattu ilmastorasitusluokkaan C1. Vaihtoehdot korkeampiin ilmastorasitusluokkiin ovat ruostumattomasta teräksestä valmistetut tai kuumasinkityt teräskiinnittimet. Andritz käyttää kuumasinkittyjä kiinnittimiä silloissa, koska ne ovat kustannustehokkain ratkaisu. [35, s. 115.]

Pultti- ja mutteritoimittajien luetteloissa kuumasinkitystä merkitsevä tunnus vaihtelee. Joillakin on merkitty HDG (hot dip galvanized), toisilla HOT tai tZn. Virallinen standardin mukainen merkintä on tZn. Andritzin piirustusten osaluetteloissa on käytetty yleisesti merkintää ZNK, mutta merkinnässä on tulkinnanvaraa sähkösinkityn ja kuumasinkityn välillä. Lisää mekaanisista kiinnittimistä on kerrottu luvussa 4.8.

Teräksen ja betonin liittorakenne on silloissa toteutettu suoraan betoniin valetuilla teräksisillä perustuslevyillä, joihin jalat hitsataan kiinni. Näin ollen standardin kohdat, jotka käsittelevät tappeja ja leikkausliittimiä sekä juotoslaasteja, eivät ole relevantteja toteutuksen kannalta. Myöskään siltojen liikuntasauvoja eikä korkealujuusköysiä käytetä rakenteessa. Normaaleja teräsköysiä käytetään kuljetinhihnan kiristyslaitteissa kannattelemaan betonista punnusta, mutta niitä ei lueta teräsrakenteeksi. Sillan ollessa tuettu toisesta päästä esimerkiksi kattilarakennukseen, tuki on toteutettu niin, että se sallii pienen lämpölaajenemisen aiheuttaman liikkeen sillan pitkittäissuunnassa, mutta erityistä liukulaakeria ei ole käytetty.

Osa standardin luvussa 5 luetelluista tuotestandardeista lukeutuu harmonisoituihin standardeihin, joka tarkoittaa, että konepajalle tai työmaalle pitää toimittaa sellaisten tuotteiden mukana CE-merkki. Taulukossa 8 on koottu kuljetinsillassa käytettäviä CE-merkin vaativia tuotteita. Kaikkien taulukossa lueteltujen harmonisoitujen standardien siirtymäaika on päättynyt, mikä tarkoittaa, että niitä koskee CE-merkintäpakko heti, kun rakennustuoteasetus astuu kokonaisuudessaan voimaan 1.7.2013.

Taulukko 8. Harmonisoituja standardeja.

standardi	versio	nimi suomennettuna
EN 10025-1	2004	Kuumavalssatut rakenneteräkset. Osa 1: Yleiset tekniset toimitusehdot
EN 10210-1	2006	Kuumamuovatut seostamattomista teräksistä ja hienoraeteräksistä valmistetut rakenneputket. Osa 1: Tekniset toimitusehdot
EN 10219-1	2006	Kylmämuovatut hitsatut seostamattomista teräksistä ja hienoraeteräksistä valmistetut rakenneputket. Osa 1: Tekniset toimitusehdot
EN 13479	2004	Hitsausaineet. Yleinen tuotestandardi metallien sulahitsauksen lisäaineille ja jauheille
EN 15048-1	2007	Esijännittämättömät kantavien rakenteiden ruuviliitokset. Osa 1: Yleiset vaatimukset

Muillekin tuotteille kuten aluslaatoille, lukkomuttereille ja porautuville ruuveille on lueteltu standardeja, jonka mukaisia niiden pitää olla. Niiltä ei kuitenkaan edellytetä CE-merkkiä, koska ne eivät lukeudu harmonisoituihin standardeihin. Muitakin tuotteita voidaan käyttää, jos niiden ominaisuudet esitetään toteutuseritelmissä.

4.6 Esivalmistus ja kokoaminen

Teräskappaleiden tunnistaminen pitää järjestää niin, että jokainen osa tulee olla tunnistettavissa valmistuksen eri vaiheissa. Konepajoille on annettu vapaus päättää itse, miten tunnistaminen järjestetään. Vaatimuksen takana lienee se, että voidaan varmistua suunnittelun mukaisten materiaalien käytöstä. Ainakin Ruukin toimittamissa rakenneputkissa jäljitettävyyserkinnät tehdään jo putken valmistusvaiheessa jatkuvalla mustesuihkukirjoituksella. Tunnistaminen voi tapahtua myös osan koon tai muodon perusteella.

Eräällä konepajalla, johon käytiin tutustumassa, asia oli hoidettu tussikynällä tehdyn merkinnöin. Kappaleisiin kirjattiin sama tunnus, mikä esiintyi ainestodistuksessa. Näin ollen irralliset teräskappaleet pystyttiin yhdistämään ainestodistuksiin. Merkinnät säilyvät vain teräsrakenteen suihkupuhallukseen asti, joten puolivalmiit teräskokoonpanot merkittiin kuvan 8 mukaisella hitsauskirjoituksella ennen suihkupuhallusta. Pysyviä merkintöjä ei tule sijoittaa väsymiselle alttiisiin rakenteiden kohtiin. Toteutuseritelmissä myös ohjeistettiin, että lopputuotteeseen jäävät merkinnät eivät saa olla silmiinpistäviä.



Kuva 8. Teräskappaleiden merkintöjä.

Pakkaamiseen, osien työmaalla tunnistamiseen ja kuljetukseen on annettu tarkemmin ohjeita muissa Andritzin toimittajille luovuttamissa asiakirjoissa. Standardin taulukossa 8 on luetteloitu perusohjeita käsittelyä ja varastointia koskevista varoimenpiteistä, joilla voidaan estää pintavaurioiden ja muodonmuutosten syntymistä.

Leikkaamiselle standardi asettaa useita vaatimuksia. Nämä koskevat geometrisiä toleransseja, pintojen kovuutta ja vapaiden reunojen tasaisuutta. Kuljetinsilloissa käytettävien rakenneputkien yleisin katkaisumenetelmä on sahaus [34, s. 471]. Jos käytetään polttoleikkausta, polttoleikkausprosessin toimivuuden todistamiseksi pitää määrävälein leikata neljä näytettä, joiden leikkauspinnan toleransseille asettamat vaatimukset pitää täyttyä. Leikkauspinnan toleranssit tulevat standardista EN ISO 9013 ja vaatimukset on asetettu toteutusluokittain. Kohtisuoruuden tai kaltevuuden toleranssille u ja profiilisyvyyden keskiarvolle $Rz5$ on määritelty alue 4 toteutusluokassa EXC2. Vapaiden reunojen kovuudelle on esitetty suurimmat sallitut arvot, joita noudatetaan, jos niin vaaditaan. Tälle ominaisuudelle ei koettu aiheelliseksi esittää vaatimuksia.

Terästen muotoilua koskien standardi antaa ohjeita liittyen kuumamuovaukseen, kuumalla oikaisuun ja kylmämuovausmenetelmiin. Muotoiluun luetaan taivuttaminen, oikaiseminen, kokoonpuristaminen ja takominen. Näitä ei kuitenkaan kuljetinsillan tapauksessa tarvitse normaalisti huomioida, sillä muotoiltuja osia ei käytetä kuljetinsillan päärakenteissa.

Kuljetinsillassa on muun muassa jalkojen yläpäissä ja sillan lohkojen jatkoksissa pulttiliitoksia, jotka edellyttävät reikien tekoa. Standardin taulukossa 11 on esitetty reikien välykselle arvot. Normaaleja pyöreitä reikiä käytettäessä nimellisvälyys on 12–14 mm rei'ille 1 mm, 16–24 mm rei'ille 2 mm ja 27 mm ja suuremmille rei'ille 3 mm. Pienille rei'ille voidaan kuitenkin käyttää myös 2 mm välystä EN 1993-1-8 esitettyjä ehtoja noudattaen. Kyseinen eurokoodistandardi käsittelee liitoksia. Liitokset on mitoitettu niin, että 2 mm nimellisvälystä voidaan käyttää. Nimellisvälyys tarkoittaa piirustukseen määritetyn reiän nimellishalkaisijan ja pultin tai ruuvin nimellishalkaisijan erotusta. Soviterekkiä ei tuotteessa käytetä. Toleranssi reikien halkaisijalle niitä tehtäessä on $\pm 0,5$ mm.

Useimmiten reiät joko leikataan plasmalla tai porataan. Reikien teossa käytettävän menetelmän toimivuus tulee tarkastaa määrävällein samaan tapaan kuin polttoleikkausmenetelmän kohdalla. Näytekappaleista pitää mitata toleranssien vaatimusten täyttyminen. Standardin kuvassa 1 on esitetty myös suurimmat sallitut arvot reikien kartiokulmalle ja purseille, jotka mitataan näytekappaleista.

Sisäkulmille on esitetty minimipyöristyysäteeksi 5 mm toteutusluokassa EXC2. Kuljetinsillan rakenteissa ei tosin esiinny teräviä sisäkulmia. Myöskään täydelle kosketukselle tarkoitetuille pinnoille asetettuja tiukkoja toleranssivaatimuksia ei käytetä. Kokoamisessa yhteensovittamiseksi tehtävä reikien suurentaminen on sallittua, mutta reikien soikiomaisuuden toleranssi on ± 1 mm. Hitsaamalla kokoamista koskeva ohjeistus on annettu piirustuksissa. Lohkoliitosten sopiminen toisiinsa varmistetaan hitsausjärjestyksellä. Ristikkorakenne hitsataan niin, että ensimmäisen lohkon valmistuttua seuraavan lohkon kiinnityslaipat kiinnitetään pulttikiinnityksellä ensimmäiseen lohkoon, jonka jälkeen hitsataan seuraavan lohkon ristikkorakennetta tarvittava määrä laippojen jatkoksi riittävän jäykkyyden saavuttamiseksi, jonka jälkeen pultit irroitetaan. Näin varmistetaan pulttikiinnitteisten lohkojen sopiminen toisiinsa asennuspaikalla. Pulttisiltaa, jossa yksittäiset katto- ja lattiasauvat ovat pulttikiinnitteisiä, koskien on olemassa oma ohjeensa, jossa käsitellään kasaamista ja sinkitystä.

4.7 Hitsaus

Hitsaus on kuljetinsillan rakenneosien tärkein ja yleisin liittämistapa ja standardin tekstissä asetetaan hitsaukseen liittyville toiminnoille paljon uusia vaatimuksia. Hitsaus määritellään erikoisprosessiksi ja sille annetaan iso painoarvo standardissa. Taustalla on todennäköisesti se, että valmiin hitsin perusteella ei useinkaan voida varmistua hitsauksen onnistumisesta. Vaikka hitsi näyttäisi silmämääräisesti kriteerit täyttävältä, se voi olla hitsattu väärillä arvoilla ja aineilla tai kappaleiden sovitus on tehty väärin. Tämän seurauksena liitoksen todellinen lujuus ei ole riittävä suunniteltuun nähden. Keinona tämän estämiseksi on otettu muun muassa pätevyysvaatimukset hitsaustyön suunnittelijoille ja työn suorittaville henkilöille. Tärkein standardin EN 1090-2 viitestandardi on hitsauksen laatuvaatimuksia käsittelevä standardi EN ISO 3834, joka on jaettu kuuteen osaan. Osassa 1 esitetään laatuvaatimustason valintaperusteita, osat 2-4 esittelevät eri

vaatimustasoja, osa 5 eri vaatimustasoilla vaadittavia dokumentteja ja osa 6 standardin käyttöönottoon liittyviä ohjeita. Standardi EN ISO 3834 on monille konepajoille jo ennestään tuttu standardi. Joillakin pajoilla on myös standardin jonkin osan vaatimusten täyttymisen osoittava sertifikaatti. Vaatimustaso määräytyy toteutusluokittain ja toteutusluokassa EXC2 noudatetaan standardin osaa 3, vakiolaatuvaatimukset.

Standardi EN 1090-2 esittää lisävaatimuksia ja tarkennuksia standardiin EN ISO 3834 nähden. Standardit siis täydentävät toisiaan, mutta eivät ole tyypiltään toisiaan poissulkevia. Muun muassa hitsaus suunnitelman sisällölle on eritelty käsiteltäviä kohtia, käytettävät hitsausprosessit on lueteltu, hitsausmenetelmien hyväksymiselle on esitelty vaatimuksia ja hitsaushenkilöstölle on pätevyysvaatimukset. Osa vaatimuksista on jaettu vielä toteutusluokkien sisällä käytettävän materiaalien myötörajan tai aineenpaksuuden mukaan. Kuljetinsiltoja koskevassa toteutuseritelmässä pyrin poimimaan juuri kyseistä tuotetta koskevat minimivaatimukset aineiston seasta.

Standardin EN 1090-2 luku 7.3 luetteloit käyttävät hitsausprosessit, jotka on nimetty standardin EN ISO 4063 mukaisesti. Kuljetinsiltojen tapauksessa hitsausprosessien määrä haluttiin rajata kahteen; 111: puikkohitsaus ja 136: MAG-jauhetäytelankahitsaus. Prosessia 135: MAG-hitsaus umpilangalla voidaan käyttää, jos tilaaja antaa siihen erikseen luvan.

Hitsauksessa vaaditaan käytettäväksi hitsausohjetta (WPS) standardin EN ISO 15609 mukaisesti. Hitsausohjeet vaaditaan standardissa EN ISO 3834-2 ja -3 eli toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4. Hitsausohjeen kehittyminen tuotantokäyttöön vaatii useita vaiheita. Ensin laaditaan alustava hitsausohje (pWPS), jolla hitsataan koekappaleet, jotka testataan. Tarvittavien testien kriteerien täytyttyä hitsausohje hyväksytään hyväksymispöytäkirjalla (WPQR). Tämän jälkeen hitsausohje (WPS) voidaan ottaa tuotantokäyttöön. Vuokaavio hitsausohjeen kehitymisestä ja hyväksymisestä on esitetty standardin EN ISO 15607 liitteessä C. Standardin EN 1090-2 taulukossa 12 on esitetty hitsausmenetelmien hyväksymistä koskevat tavat. Kuljetinsiltojen tapauksessa voidaan käyttää jotakin seuraavista kolmesta tavasta; menetelmäkoe, esituotannollinen koe tai standardimenetelmä. Kaksi ensin luetelluista ovat valmistajakohtaisia, joka tarkoittaa, että ainoastaan kyseisen yrityksen itse laatimia hitsausohjeita voidaan käyttää. Menetelmäkoe viittaa standardiin EN ISO 15614-1, esituotannollinen koe standardiin EN ISO 15613 ja standardimenetelmä standardiin EN ISO 15612. Edellä luetellut tavat ovat mahdollisia kuljetinsiltojen tapauksessa, koska materiaalina käytetään yleisesti maksimissaan myötölujuudeltaan terästä S355, robottihitsausta ei käytetä ja toteutusluokka on EXC2. Hitsausohjeen hyväksynnän voimassaololle on annettu myös lisäehtoja. Jos ei menetelmäkokeella hyväksyttyä hitsaustapaa ole käytetty vuosiin, vaaditaan lisäkokeita.

Mielenkiintoinen huomio on, että hitsauslaitevalmistajat ovat alkaneet tarjota lisähintaan uuden hitsauskoneen kylkiäisenä valmiiksi hyväksyttyä hitsausohjekokoelmaa, jonka mukaisia hitsausohjeita voidaan käyttää yleisesti standardimenetelmän nimissä edellä mainituilla materiaali-, hitsaustapa- ja toteutusluokkaehdoilla. Hitsauskoneen valmistaja on siis tehnyt tai teettänyt menetelmäkokeet erilaisille alustaville hitsausohjeille, jotka kokeen valvoja on hyväksynyt ja julkaissut, ja valmistaja myy tuloksena

syntyneet hitsausohjeet (WPS) ostajien käytettäväksi. Näin konepaja välttyy hitsausohjekokoelman keräämiseltä ja siihen vaadittavien kokeiden teolta.

Hitsaajilla ja hitsausoperaattoreilla on pätevyysvaatimus kaikissa toteutusluokissa. Hitsareilla tulee olla standardin EN 287-1 ja operaattoreilla standardin EN 1418 mukainen todistus pätevyydestä. Hitsarien pätevyyskokeeseen kuuluu nykyään myös pienahitsaustaitojen osoittaminen. Kuljetinsillan ristikkoo koskien myös rakenneputkien haara-liitosten hitsaajille vaaditaan erityinen koe kulman ollessa alle 60°. Toteutusluokasta EXC2 lähtien myös pätevoidetty hitsauskoordinaattori vaaditaan koordinoimaan hitsausta. Hitsauskoordinoijan pätevyysvaatimuksen taso riippuu teräslaaduista, toteutusluokasta ja ainepaksuudesta. Kuljetinsillassa käytettävien tuotteiden ainepaksuudet täyttävät lähes aina ehdon $t \leq 25$ mm yleisesti ja $t \leq 50$ mm pilarien pohjalevyille ja päätylevyille. Näin ollen kyseisessä toteutusluokassa riittää koordinoijan teknisen tietämyksen taso B (basic) standardin EN ISO 14731 mukaisesti.

Kyseisen standardin liitteessä A viitataan perustietämyksen tason tapauksessa kansainvälisen hitsausjärjestön International Institute of Welding (IIW) koulutustasoon International Welding Specialist (IWS). Myös The European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) myöntää vastaavan tietämystason omaaville koordinoijille todistuksia nimikkeellä European Welding Specialist (EWS). Tätä tasoa korkeampi on IWT/EWT ja korkein taso IWE/EWE. Lyhenteet tulevat sanoista Welding Technologist ja Welding Engineer. Suomenkieliset termit vastaaville ovat hitsausneuvoja, hitsausteknikko ja hitsausinsinööri. Kyseiset todistukset eivät ole ainoa keino osoittaa tietämyksensä, vaan ilmoitetuilla laitoksilla on oikeus hyväksyä tiettyä tasoa vastaavan osaamisen osoittavan henkilön toimiminen hitsauskoordinaattorina.

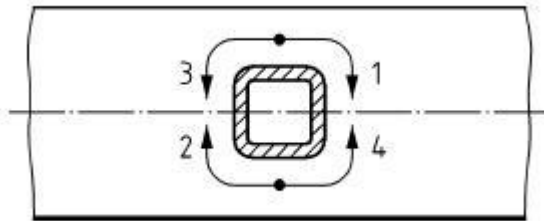
Siltahitsaus tai silloitushitsaus, ammattislangilla heftaus tai heppaus, tarkoittaa jonkin osan kiinnittämistä vain osittain niin, että se on helppo poistaa, jos ei se ole linjassa muuhun rakenteeseen nähden. Käytännössä esimerkiksi kuljetinsillan ristikossa useita sauvoja hitsataan lyhyillä siltahitseillä kiinni, sauvojen asento tarkastetaan, jonka jälkeen sauvat vasta hitsataan lopullisesti kiinni. Standardi EN 1090-2 määrittää siltahitsit tehtäväksi hitsausohjetta (WPS) käyttäen. Lopullisten hitsien alle jäävien siltahitsien hitsaajien tulee olla lisäksi pätevoidettyjä. Lisäksi siltahitsin minimipituudeksi on määrätty pienempi seuraavista: neljä kertaa paksumman osan aineenpaksuus tai 50 mm, ellei kokeella osoiteta lyhyemmän hitsin riittävän. Nämä ovat uusia vaatimuksia aikaisempaan nähden, ja aiheuttavat luultavasti koulutustarvetta konepajoilla. Tilapäisiä kiinnikkeitä saadaan hitsata toteutusluokassa EXC2. Kiinnikkeitä hitsataan usein tukemaan keskeneräistä rakennetta. Kun rakenne on tarpeeksi tukeva, kiinnikkeet poistetaan.

Aloitus- ja lopetuspaloja ei vaadita käytettäväksi. Kuona ja hitsausroiskeet pitää poistaa huolellisesti myös toteutusluokassa EXC2. Standardi esittää myös vaatimuksia muun muassa hitsausaineiden varastoinnille.

Kuljetinsillan ristikkolohkojen piirustukset on laadittu pääsääntöisesti niin, että projektikohtaisissa lohkojen teräsrakennepiirustuksissa eritellään kaikki ristikon jäsenten teräslajit osaluettelossa mittoineen ja ristikon kokonaismitat. Tämän lisäksi tilauksen liitteeksi laitetaan vakioituja standardipiirustuksia, jossa on esitetty hitsausohjeet ja tole-

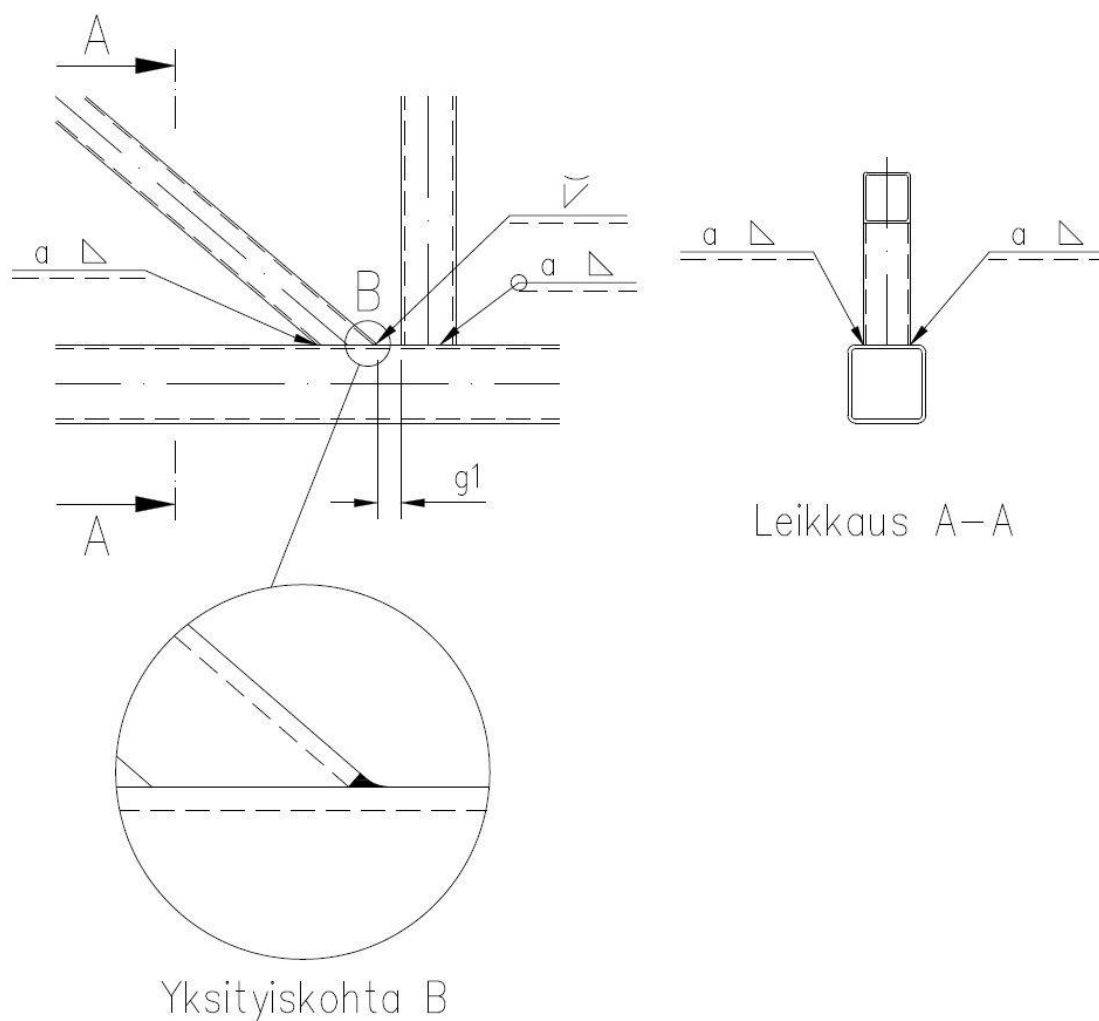
ranssit ristikon sauvoille ja yksityiskohtaisia kuvia lähinnä liitoksista. Näitä hitsausohjekuvia korjattiin standardin liitteen E mukaisiksi ja myös toleranssit päivitettiin standardin luvun 11 mukaisiksi.

Standardin liite E käsittelee rakenneputkien hitsausliitoksia. Siinä on esitetty suositeltavia railomuotoja, ohjeita aloitus- ja lopetuskohtia ja uumasauvojen paarteeseen sovitusta koskien ja sopivia juuritukien muotoja. Kuljetinsillasta pääosa ristikon sauvoista on neliö- tai suorakaideputkea. Hitsien aloitus- ja lopetuskohtia ei tule sijoittaa nurkkiin tai niiden lähelle. Suositeltavaa hitsausjärjestystä paarteen ja uuman väliselle liitokselle on esitelty kuvassa 9. Hitsi voidaan myös hitsata kerralla ympäri, jos hitsausasento ja tilanne sen mahdollistavat.



Kuva 9. Hitsien aloitus- ja lopetuskohdat [14, s. 156].

Railomuodoille ristikkoliitoksissa liite esittää suosituksia erimuotoisten putkien tapauksille. Kuljetinsillan ristikon sauvojen väliset kulmat ovat joko 90° pystysauvojen ja paarteiden välillä tai noin $35-45^\circ$ vinotukien tapauksessa. Suorakulmaliitokset toteutetaan ympärähitsattuna pienaliitoksena, jonka a-mitta vaihtelee käytettävän teräslajin ja aineenpaksuuden mukaan. Ruukin Rakenneputket-käsikirjassa tarvittava hitsin a-mitta on laskettu auki eurokoodin mukaisilla kaavoilla ja taulukoitu [34, s. 201]. Vinotukien liitokselle standardi suosittaa ulommalle tylpälle kulmalle päittäishitsiä ja terävälle sisänurkalle pienahitsiä tapauksille, jossa kulma on $30-60^\circ$. Päittäishitsin aikaansaamiseksi putken kärkeä viistetään. Liitos pitää hitsata koko piirin matkalta ympäri. Kuvassa 10 on ote korjatusta piirustuksesta, joka selventää käytettäviä hitsaustyypppejä. Suure $g1$ esittää uumasauvojen vapaaväliä, jolle eurokoodissa annetaan ohjeita. Hitsausohjeessa tulisi näkyä kuvan 9 mukainen hitsausjärjestys ja menettelytavat kuvan 10 mukaisten vinotukien tapauksessa miten hitsataan kohdat, joissa päittäishitsi ja pienahitsi kohtaavat.

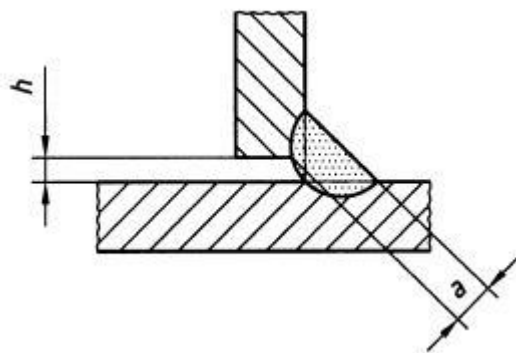


Kuva 10. Hitsausmerkit ristikkorakenteen sauvojen ristikkoliitokseen.

Yleisin kuljetinsillassa esiintyvä hitsityyppi on pienahitsi. Staattisesti kuormitettuja hitsausliitoksia käsittelevässä tutkimusraportissa yksi vaikeimmin havaittavista hitsausvirheistä on mainittu olevan pienahitsin sovitusrinhe (virhekoodi 617) [35, s. 27]. Sitä ei voi selvittää hitsauksen jälkeen luotettavasti millään ainetta rikkomattomalla menetelmällä (NDT). Sovitusrinhetä esittää kuvassa 11 suure h . Liitteessä E pienahitsin sovitusrinheeksi esitetään enintään 2 mm ja standardin EN ISO 5817 hitsiluokassa C se on määritetty enintään arvoon $0,5 \text{ mm} + 0,2a$, kuitenkin alle 3 mm. Standardin EN 1090-2 tekstiosuudessa sanotaan, että ilmaraon h ylittäessä sallitun enimmäisarvon, a -mittaa voidaan kasvattaa kaavan (2) mukaisesti [14, s. 48]. Kaavassa

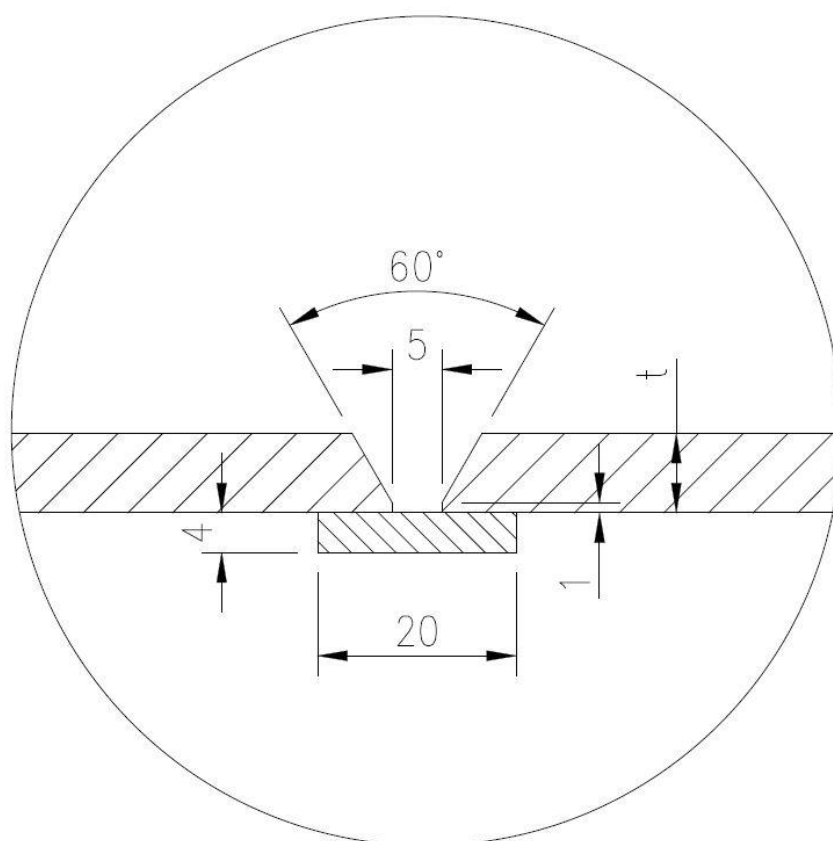
$$a_{tod} = a + 0,7 * h \quad (2)$$

a_{tod} kuvaa lopullista a -mittaa ja a piirustuksissa esiintyvää suunniteltua a -mittaa. Käytännössä siis sovitusrinhetä voidaan kompensoida hitsaamalla lisää pienaa edellyttäen, että rinhe huomataan ennen hitsausta tai sen aikana.



Kuva 11. Pienahitsin sovitusrinhe [39, s. 46].

Kuljetinsillan teräsrakenteessa käytetään pienahitsien lisäksi päittäishitsejä. Päittäishitsejä koskien tulisi toteutuseritelmässä esittää jatkoshitsien sijainnit. Käytännössä jatkokset näytetään piirustuksissa. Kaikkia jatkoksia ei voida piirustuksissa näyttää, koska konepaja hitsaa pitkiä rakenneputkia tarvittaessa useasta lyhyestä, jos ei yhtenäistä kappaletta ole saatavilla. Teräksen valmistajat toimittavat rakenneputkia yleensä 6 m tai 12 m pätkissä. Kuljetinsillan ristikko-osan standardipiirustuksissa on kuitenkin näytetty, mille osalle rakennetta paarteiden jatkoksia ei saa sijoittaa. Näitä ovat jalkojen kohdat, koska niiden kohdalle tulee taivutusmomentin paikallinen ääriarvo [34, s. 424]. Päittäisjatkoksia ei myöskään tule sijoittaa samaan kohtaan, jossa uumasauva hitsataan paarteeseen (kuva 10). Kaikki onttojen rakenneputkien päittäisjatkokset ristikon paarteissa, pystysauvoissa, diagonaaleissa ja jalkaputkissa hitsataan ympäri läpihitsattuna päittäishitsinä pysyvällä juurituella. Standardissa EN 1090-2 ei ole esitetty suositeltavia railomuotoja päittäisjatkoksiin, mutta viitestandardeista löytyy suosituksia. Kuvassa 12 on ote piirustuksesta, jossa on esitetty päittäisjatkoksen railomuoto ja juurituki mittoineen [45, katso 34, s. 487]. Kuvan mukaisilla mitoilla voidaan tehdä liitos kaikkiin rakenneputkiin, joiden seinämänpaksuus t toteuttaa ehdon $t < 20$ mm.



Kuva 12. Leikkauskuva rakenneputken päittäisjatkoksen railosta.

Hitsien hyväksymiskriteerit määräytyvät toteutusluokan perusteella. Toteutusluokalle EXC2 on määritelty standardin EN ISO 5817 mukainen hitsiluokka C muutamien poikkeuksin. Kaikki Andritzin suunnittelemat kokoonpanot, joihin tulee hitsejä, on tähänkin asti määritelty minimissään hitsiluokkaan C. Luokka on esitetty tämän työn liitteen 4 mukaisessa toleranssitaulussa, joka esiintyy kaikissa Andritzin piirustuksissa. Tämä vaatimus ei siis tuo mitään uutta.

4.8 Mekaaninen kiinnittäminen

Kuljetinsiltojen tapauksessa mekaaninen kiinnittäminen koskee pääasiassa pulttiliitoksia, joita käytetään rakenteessa. Myös pintapeltien kiinnittämiseen ruuveilla on annettu ohjeita. Pulttiliitoksia esiintyy hitsatuissa silloissa jalkojen yläpäiden kiinnityksessä ja nostolohkojen liitoksissa. Niin sanotuissa pulttisilloissa on paljon suurempi määrä pulttiliitoksia, koska kaikki yksittäiset katto- ja lattiasauvat on kiinnitetty pulteilla. Sovite-ruuveja tai nittejä ei käytetä. Piirustuksesta ilmenee aina käytettävän kiinnittimen tyyppi. Standardi antaa hieman tulkinnanvaraa erilaisten ruuvikokoonpanojen kiristämiseksi, joten koin aiheelliseksi selventää kiristämistä ja käytettäviä ruuvityyppejä toteutuseritelmässä.

Standardi jakaa ruuvikokoonpanot esijännittämättömiin ja esijännitettyihin. Esijännittämättömien ruuvikokoonpanojen pitää olla standardin EN 15048-1 ja esijännitetty standardin EN 14399 eri osien mukaisia. Molemmat näistä lukeutuvat lisäksi harmonisoiuihin standardeihin, mikä tarkoittaa, että ne luetaan CE-merkittäviin rakennustuotteisiin. Eurokoodin 3 liitosten suunnittelua käsittelevä osa (EN 1993-1-8) [40] jakaa ruuvikiinnitykset viiteen eri luokkaan. Leikkausvoiman rasittamat kiinnitykset jaetaan luokkiin A, B ja C ja vetovoiman rasittamat luokkiin D ja E. Liitoksen liukumisen estäviä esijännitettyjä ruuveja pitää käyttää leikkausvoiman kuormittamisissa liitoksissa, joihin kohdistuu isku, värähtely tai vaihtuvasuuntainen kuormitus. Hallitseva tämän työn luvussa 4.2 listattu dynaaminen kuorma on tuulen aiheuttama etenkin korkeissa silloissa. Eurokoodissa todetaan [40, s. 20]: ”Tuulikuorman rasittamisissa jäykistysjärjestelmissä ja/tai stabiiliuden takaavissa jäykistysjärjestelmissä voidaan käyttää ruuvikiinnitysluokan A mukaisia kiinnityksiä.” Kiinnitysluokkaa D käsittelevässä kohdassa todetaan [40, s. 22]: ”Tämän luokan kiinnityksiä voidaan käyttää tapauksissa, joissa kiinnityksiin kohdistuu tavallisia tuulikuormia.”

Kuljetinsiltarakenteen ja jalkojen kaikki liitokset ovat suunniteltu luokkien A ja D mukaisiksi. Näissä luokissa ei vaadita esijännitettyjä liitoksia. Sillan ristikkorakenteen pulttikiinnitteisten lohkoliitosten laipoissa on lisäksi niin sanottu leikkaustappi ottamassa vastaan leikkausvoimaa niin, että pulteille sitä ei juurikaan aiheudu. Eurokoodissa kuitenkin mainitaan, että vaikka esijännitystä ei hyödynnetä liukumiskestävyyksien las-kennassa, esijännityksen taso voidaan esittää kansallisessa liitteessä, jos esijännitystä vaaditaan toteuttamisen tai laadun takia [40, s. 20]. Suomen kansallisessa liitteessä [41] esijännityksen taso on valittu kiinnitysluokassa D kaavan (3) mukaiseen arvoon

$$F_{p,C} = 0,7 * f_{ub} * A_s, \quad (3)$$

jossa f_{ub} on ruuvin aineen nimellismurtolujuus ja A_s ruuvin jännityspoikkipinta-ala. Liitteessä myös sanotaan, että tällöin ruuvikiinnitykset tarkistetaan vähintään kuten esijännittämättömät ruuvikiinnitykset. Kaava (3) on sama, jonka standardi EN 1090-2 määrittelee esijännitetyille ruuvikokoonpanoille.

Tulkinta on siis se, että silloissa voidaan käyttää standardin EN 15048-1 mukaisia ruuvikokoonpanoja, jotka kuitenkin kiristetään vastaavaan esijännitysvoimaan kuin esijännitetyt EN 14399 osien mukaiset ruuvikokoonpanot. Asiaa sekoittaa entisestään se, että edellä luetellut ruuvikokoonpanoja käsittelevät standardit ovat eriluonteisia.

Esijännitettyjä ruuvikokoonpanoja käsittelevässä standardissa EN 14399 on kymmenen osaa, joissa käsitellään muun muassa HV-, HR- ja HRC-järjestelmän mukaisia ruuveja, muttereita ja aluslevyjä. HV- ja HR-järjestelmien erona on se, että toinen polveutuu englantilais-ranskalaisesta ja toinen saksalaisesta lähestymistavasta. Näillä on keskenään myös mittaeroja ja erilainen käyttäytymisluonne ylikiristämistapauksissa. Eri järjestelmien osia ei saa sekoittaa keskenään. Pulttitoimittajilta voi suoraan tilata esimerkiksi standardin EN 14399-4 mukaisia HV-järjestelmän ruuvi-mutterikokoonpanoja. Kyseisessä standardin osassa on esitetty kaikki pultin yksityiskohtaiset mitat muuan muassa kannalle ja kierteelle. Mukana tulevassa CE-merkissä ilmoitetaan k -luokka, jonka perusteella voidaan laskea tarvittava kiristysmomentti standardissa EN 1090-2 ilmoitettavalla kaavalla (4). Kyseinen k -luokka ottaa huomioon toimitustilaisten ruuvikokoonpanojen pinnoitus- ja voitelutilan mukaisen kitkan. Kaavassa

$$M_{r,n} = k_m * d * F_{p,C} \quad (4)$$

vääntömomenttia merkitään $M_{r,n}$, k -luokkaa k_m ja ruuvin halkaisijaa d . [42.]

Standardi EN 15048-1 käsittelee esijännittämättömiä ruuvikokoonpanoja. Siinä ei käsitellä mittoja, muotoja tai niiden toleransseja, vaan nojataan olemassa oleviin standardeihin kuten EN ISO 4014: Osakierteisistä kuusioruuveista. Pultteja ja muttereita tilatessa pitäisi siis ilmoittaa standardin EN 15048-1 lisäksi jokin viitestandardi, jossa määritellään mitat. Lisäkirjaimet SB (Structural Bolting) pultin ja mutterin kannassa ilmoittavat soveltuvuudesta kantavien rakenteiden osiksi. Standardin EN 15048-1 mukaiset tuotteet muodostuvat yhdessä toimitetusta ruuvi-mutteri-yhdistelmästä. Aluslevyiltä ei edellytetä merkintöjä ja ne voidaan toimittaa myös erikseen. Standardin laatimisen taustalla lienee pyrkimys varmistaa, että vaadittu vetovoimakestävyys ruuvikokoonpanolle saavutetaan. Standardin tekstissä asiaa perustellaan sillä, että kyseinen ominaisuus on altis valmistuksessa tapahtuville vaihteluille, jonka takia on tärkeää, että ruuvit ja mutterit toimittaa yksi ja sama valmistaja, joka vastaa liitoksen toimivuudesta ja pinnoituksesta. Keinona liitoksia käsittelevän eurokoodin [40] mukaisen vetovoimakestävyuden $f_{ub} * A_s$ varmistamiseksi vaaditaan liitoksen valmistajilta standardin toisen osan EN 15048-2 mukainen vetokoe. Vähimmäisvetovoimakestävyuden arvo tietyn halkaisijan omaavalle liitokselle on sama kuin vastaavan lujuusluokan ruuvin vetomurtokuorma. Esimerkiksi kuljetinsillassa yleisesti käytössä olevan koon M24 lujuusluokan 8.8 ruuviliitoksen vetovoimakestävyudeksi on määritetty 293 kN. Käytännössä standardin avulla pyritään siis varmistamaan, ettei ruuvin tai mutterin kierre leikkaudu vetokuormituksessa ennen

ruuvin murtumista. Kyseisessä tapauksessa kierteet ”korkkaavat” ja mutteri pääsee liukumaan pitkin ruuvin vartta, jolloin liitoksen jännitysvoima menetetään. [43.]

Edellä kerrottu tapaus on mahdollinen erityisesti kuumasinkittyjen kiinnittimien tapauksessa, jos ei toimita huolellisesti. Pinnoittaminen kuumasinkitysmenetelmällä tuottaa paksun sinkkipinnoitteen (yli 40 μm). Siksi on tarpeen valmistaa ruuvikierteet erikoismittaisiksi käytettäessä tällaisia paksuja pinnoitteita, jotta mutteri voi kiertyä vapaasti ruuvin kierteille. Tähän on kaksi vaihtoehtoista tapaa, jotka yksinkertaistettuna tarkoittavat, että joko valmistetaan ruuvi alimittaiseksi tai kierteitetään mutteri ylimittaiseksi. Jos näitä molempia tapoja käytetään yhtäaikaaisesti eli väärin, ruuvin ja mutterin yhdistämisen ja kiristämisen tuloksena on hyvin todennäköisesti kierteen kuoriutuminen ja käyttökelvoton ruuvikokoonpano. [44.]

EN 15048-1 mukaisessa CE-merkinnässä ei ilmoiteta k -luokkaa, joten kiristysmomentin laskentaa ei voida suorittaa edellä mainitulla kaavalla (4). Saavutettavan esijännitysvoiman saavuttamiseksi pitää kiristysmomentin laskennassa ottaa huomioon kokoonpanon pinnoitus ja voitelun tila. Kiinnitinvalmistajilla ja -toimittajilla on olemassa taulukot kiristysmomenteista eri yhdistelmille, mutta niillä saavutettava esijännitysvoima ei välttämättä noudata kaavaa (3).

Päädettiin käyttämään Andritzin omaa kiristysohjetta myös jatkossa. Kiristäminen suoritetaan kaksivaiheisesti. Ennen kiristämistä ruuvin kierre ja mutterin ja aluslevyn vastinpinnat voidellaan molybdeenisulfidipitoisella (MoS_2) rasvalla. Se pienentää kitkaa ja parantaa kiristämällä saavutettavaa ruuvin esijännitysvoiman tarkkuutta verrattuna kuivana kiristämiseen. Ensin kaikki yksittäisen ruuviryhmän ruuvikokoonpanot kiristetään tasaisesti käsikireyteen. Tämän jälkeen suoritetaan momenttiavaimella kiristys määrättyyn kiristysmomenttiin. Lopullisen kiristysmomentin arvoina käytettiin historian saatossa hyväksi havaittuja arvoja, jotka ovat hyvin lähellä standardin EN 1090-2 kaavan (4) avulla laskettuja arvoja, jossa suureen k_m arvona käytettiin standardissa esitettyä yksinkertaistetun kaavan arvoa 0,13. Momenttiavaimen kalibroiminen on tarpeen erityisesti, jos on aihetta epäillä sen näyttävän väärin. Kiristuksen viimeisen vaiheen suorittamisen jälkeen kyseisen ruuvin kantaan merkitään tussilla merkki osoituksena vaadittuun momenttiin kiristyksestä. Tämän ansiosta ei erityistä kiristysmomentin tarkistamista jälkikäteen vaadita. Täyteen esijännitysvoimaan kiristettyjä ja sen jälkeen avattuja ruuvikokoonpanoja ei saa enää käyttää uudestaan.

Vaikka standardi EN 15048-1 on julkaistu jo 2007 ja CE-merkinnän siirtymäaikakin päättynyt vuonna 2009, standardin mukaisten ruuvikokoonpanojen saatavuus on heikko. Toimitusaika on tätä kirjoitettaessa suurimmillakin kiinnitintoimittajilla vähintään viikkoja tai jopa kuukausia, kun vastaavia ruuveja ilman CE-merkkiä ja SB-leimaa löytyy suoraan varastosta. Lisäksi saatavissa on ainoastaan kaikkein yleisimpien mittojen mu-kaista ruuvi-mutteri-yhdistelmää kuumasinkittynä. Kuljetinsillan jalkojen yläpäiden liitoksessa mutterien tyyppi vaihdettiin lukkomutterista tavalliseen. Syinä tähän olivat lukkomutterillisten ruuvikokoonpanojen olematon saatavuus CE-merkittynä, korroosioneston hankaluus (nylonia sisältäviä lukkomuttereita ei voi kuumasinkitä) ja se,

että kyseinen kohta rakennetta ei ole altis tärinälle tai vastaavalle syyllä, jonka takia lukkomuttereita erityisesti tarvitsisi käyttää.

Standardissa määritetään myös ruuvien, mutterien ja aluslaattojen lujuusluokkien sopivat yhdistelmät. Koska kuljetinsillan liitokset kiristetään kohtalaisen suureen esijännitysvoimaan, haluttiin aluslevyn kovuusvaatimusta nostaa. Samasta syystä esijännitettävien liitosten kontaktipintojen maalaus suoritetaan vain konepajapohjamaalia käyttäen. Paksut maalikerrokset ja pehmeät aluslevyt painuvat kiristettäessä ja ajan saatossa hiljalleen kasaan ja heikentävät esijännitysvoimaa. Lujuusluokaltaan 8.8 ruuvin kanssa käytetään vähintään luokan 8 mutteria ja aluslevyä kovuudeltaan 200 HV. Tämän yhdistelmän mukaisia tuotteita on yleisesti saatavilla kuumasinkittynä.

Lisävaikeutta asiaan lisää vielä se, että kiinnittimiä myydään edelleen yleisesti viitauksella saksalaisiin DIN-standardeihin. Myös Andritzin piirustuksissa käytössä olevat standardiosakirjastot ovat vielä pääosin DIN-standardien mukaisia. DIN-, EN- ja ISO-standardien välillä on olemassa tiettyjä vastaavuuksia, mutta ne eivät ole täydellisiä. Myös standardien numerointi eroaa toisistaan. Muun muassa jotkin EN ISO-standardien mukaiset mutterit ovat korkeampia kuin DIN-standardin mukaiset. Eroja on myös avainväleissä ja nimellismittan ilmoitustavassa aluslevyille siten, että EN ISO-standardi ilmoittaa kierteen nimellishalkaisijan ja DIN-standardi aluslevyn reiän nimellishalkaisijan. Pääosin mitat ovat kuitenkin samoja. Poimin kiinnittimien eri standardien välisistä vastaavuuksista yleisimmin käytetyt taulukkoon 9, jota voi käyttää apuna standardien mukaisten tuotteiden löytämisessä.

Taulukko 9. Kiinnittimien vastaavuuksia eri standardeissa.

DIN	EN ISO	Kuvaus
125	7089, 7090	aluslevy
9021	7093-1	korialuslevy
912	4762	kuusiokoloruuvi
931	4014	kuusioruuvi, osakierteinen
933	4017	kuusioruuvi, täysikierteinen
934	4032	kuusiomutteri
985	7040	kuusiomutteri, nyloc
7504 K	15480	porautuva kuusioruuvi

Muttereita ei saa hitsata pois lukien erityisesti hitsattavaksi tarkoitetut mutterit, eikä niitä tarvitse kiristämisen lisäksi muutoin varmistaa. Lukkomuttereita voidaan käyttää sellaisissa tilanteissa, joissa sen käyttö on perusteltua tärinän tai muun vastaavan syyn takia. Erikoismutterien tapauksessa täytyy korroosionestosta huolehtia asianmukaisella tavalla, jos normaalisti käytetty kuumasinkitseminen ei ole mahdollista. Pintapellit (poimulevyt) toimivat kuljettimen sääsuojana. Poimulevyt kiinnitetään joissain tapauksissa suoraan rakenneputkien kylkeen porautuvilla ruuveilla. Niiden kanssa tulee käyttää aina tiivisteellistä aluslevyä, jotta estetään veden pääsy rakenneputken sisään. Standar-

dissa on myös monia sääntöjä muun muassa aluslevyjen käytöstä, mutterin vapaasta kiertymisestä, sovitelevyjen käytöstä ja ohutlevyjen kiinnittimien kiristyksestä.

4.9 Asentaminen

Standardin EN 1090-2 luvussa 9 kerrotaan työmaa-asennukselle asetettavat vaatimukset. Heti alussa kerrotaan, että työmaatoiminnassa pitää noudattaa kaikkia muitakin standardin kohtia, jotka soveltuvat työmaalla tehtäville töille, muun muassa hitsauksen osalta lukua 7. Standardi ei siis tee eroa konepajalla ja työmaalla tehtäville töille. Andritzin tapauksessa kuitenkin usein työmaatoiminnasta vastaa eri osapuoli kuin konepajavalmistuksesta. Asiasta sovitaan sopimuksentekovaiheessa ja asennuksesta vastaa käytännössä Andritz tai asiakas. Osittain vastuut jakautuvat vielä työvaiheittain, esimerkiksi perustusten toteutus on asiakkaan vastuulla, mutta perustusten sijainti määritetään Andritzin piirustusten perusteella ja perustuslevyjen suunnittelu ja toimittaminen on Andritzin vastuulla. Standardin yleisluontoisen soveltamisalan takia sen vaatimusten soveltaminen tällaisiin tapauksiin ei ole aivan yksinkertaista.

Andritz ostaa yleensä asennuspalvelun ulkopuoliselta, mutta Andritz kantaa päävastuun asiakkaan suuntaan asennuksen onnistumisesta ja aikataulusta. Andritzin asennusvastuu kattaa vain sen toimittamat laitteet ja rakenteet ja yksittäiseen projektiin osallistuu paljon muitakin laitteita ja rakenteita toimittavia yrityksiä. Rakennustuoteasetuksen poikkeuspykälän mukaisesti työmaatoimintaa ei koske CE-merkintävelvoite. Kun konepajalta tulevat puolivalmiiksi tehdyt teräskokoonpanot asennetaan työmaalla, ei asentavalta osapuolelta siis edellytetä EN 1090-1 mukaista sertifikaattia. Laki ei siis välttämättä velvoita toimimaan työmaalla EN 1090-2 mukaisesti, mutta EN 1090 standardin eri osia on tarkoitus käyttää yhdessä, minkä lisäksi asiakassopimus velvoittaa. Asennuksessa tarvitsee käytännössä aina muokata, koota, hitsata, kiinnittää, pintakäsittää ja tarkastaa teräskokoonpanoja.

Erityisesti asentamista koskeva luku standardissa käsittelee rakennusolosuhteita, asennusmenetelmiä, työmaamittauksia, tukia, työskentelyä työmaalla, sovitusta sekä linjausta. Yleisluontoisten ohjeiden teko näihin asioihin on vaikeaa projektikohtaisesti jakautuvien vastuiden, erilaisten rakenteiden, työmaaolosuhteiden ja kansallisten lainsäädäntöjen asettamien vaatimusten takia. Tämän takia toteutuseritelmässä ei käsitelty asentamista muuten kuin viittaamalla siihen, että toimitaan standardin EN 1090-2 luvun 9 mukaisesti.

4.10 Pintakäsittely

Pintakäsittelyä käsitellään standardin luvussa 10 ja korroosionestoa liitteessä F. Maalaukseen ja esikäsitteilyyn liittyen on Andritzilla olemassa erilliset ohjeet, jotka pohjautuvat asiaankuuluviin standardeihin. Maalaukseen liittyen ohjeet nojaavat standardisarjaan EN ISO 12944 ja esikäsitteilyyn liittyen EN ISO 8501. Ohjeissa kerrotaan muun muassa maalausolosuhteista, pinnan suihkupuhalluksesta, kalvonpaksuuksien mittauksesta ja

sinkityksestä. Niissä on poimittu standardien tekstin seasta tärkeimmät kohdat ja valittu eri olosuhteisiin sopiva maalausjärjestelmä, jota yleensä käytetään. Projektisopimuksessa määritellään rakenteen ilmastorasitusluokka, joka on yleensä ulkotiloissa C3 tai C4. Sen perusteella määräytyy käytettävä maalausjärjestelmä, jossa määritellään käytettävät maalityypit ja kalvonpaksuudet. Värisävyille on usein asiakkaalla jokin toive, jonka mukaan edetään.

Standardin EN 1090-2 luku 10 keskittyy erityisesti hitsattujen ja työstettyjen kohtien pintakäsittelyyn. Toteutuseritelmässä viittasin olemassa oleviin Andritzin pintakäsittelyohjeisiin, joita täydennettiin toteutuseritelmässä tämän standardin vaatimilla asioilla. Yksi näistä asioista oli standardin ISO 8501-3 mukaisen esikäsittelyasteen määrittely. Esikäsittelyasteeksi valikoitui P3 terävien leikkattujen särmien osalta, koska vaatimus 2 mm minimipyörityssäteelle on kirjattu olemassa oleviin ohjeisiin, eikä vaatimuksia haluttu keventää. Hitsejä ja pintavirheitä yleisesti koskien valittiin esikäsittelyaste P2. Syy siihen, miksi teräviä reunoja ei sallita on se, että niihin ei saada maalaamalla vaatimukset täyttävää kalvonpaksuutta [45, s.10]. Tulkintaa aiheuttava kysymys on se, että tarvitseeko materiaalien toimittajilta tulevien valmiiden profiilien ja kulmarautojen teräviä reunojakin pyöristää. Standardin SFS-EN ISO 8501-3 suomenkielisessä versiossa taulukossa 1 puhutaan leikkaussärmistä, mutta englanninkielisessä versiossa termi on ”edges”. Teräsrakenneyhdistyksen kanta on, että pyöritysvaatimus koskee myös näitä reunoja. Aineen poistaminen kuitenkin heikentää jonkin verran profiilin lujuutta. Erään projektin tapauksessa asiakkaan konsultti totesi, että asia on suunnittelijan päätäntävallassa. Kuljetinsillan tapauksessa tämä ei ole suuri ongelma, koska pääosa materiaaleista on neliö- tai suorakaideputkea, jonka kantit eivät ole teräviä.

Niin sanottujen pulttisiltojen erilliset osat upotetaan sinkkiliuoksessa eikä niitä maalata enää tämän jälkeen. Pulttisillan rakenne eroaa tavallisesta hitsatusta sillasta niin, että siinä pystyseiniä väliset katto- ja lattiasauvat kiinnitetään pulttiliitoksia. Pulttisiltojen sinkitystä ja kasaamista koskien on erillinen ohje, johon toteutuseritelmässä viitataan. Sinkityksessä on huomattava, että rakenneputkien päät tulee jättää auki, jotta varmistetaan sisäpuolinen suojaus ja vältytään sinkityksen aikaiselta räjähdykseltä. Kokoonpanoja ei tarvitse tarkastaa sulametallihaurausvaaran (LMAC) varalta sinkityksen jälkeen.

Hitsatuissa silloissa onttojen rakenneputkien päät suljetaan ympärhitsaamalla, joten sisäpuolista käsittelyä ei tarvita. Pellitykset kiinnitetään tiivistetyillä aluslevyillä varustetuilla poraruuveilla, jolloin rakenneputkiin syntyvät reiät eivät päästä vettä putken sisään. Esijännitettävien liitosten kontaktipinnat maalataan vain pohjamaalilla. Työmaalla tehtäviä hitsausta ja hitsien tarkistamista varten hitsien lähellä olevat alueet suojataan teippaamalla maalautumiselta. Lopullisten hitsausten ja leikkausten aiheuttamat vauriot konepajan tekemään pinnoitukseen korjataan työmaalla kyseisten työvaiheiden jälkeen. Työmaaolosuhteet aiheuttavat omat vaikeutensa maalaus- ja käsittelyyn liittyen, koska saatavilla ei ole yleensä esimerkiksi suihkupuhalluslaitteita eikä lämmitettyjä kuivia tiloja. Pintojen puhdistamiseen käytetään tarvittaessa teräsharjausta.

4.11 Geometriset toleranssit

Standardin noin 200 sivun laajuudesta toleransseja käsitellään noin 60 sivun verran eli lähes kolmasosa sisällöstä. Kuljetinsiltojen kannalta oleellisia näistä on vain murto-osa. Toleranssit on jaettu kahteen tyyppiin, olennaisiin ja toiminnallisiin. Sekä olennaiset että toiminnalliset toleranssit on vielä jaettu valmistus- ja asennustoleransseihin. Myös erityistoleransseja voidaan määrätä. On tärkeä huomata, että kokoonpanon omasta painosta aiheutuvat muodonmuutokset, jotka eivät ole pysyviä, eivät sisälly poikkeamiin.

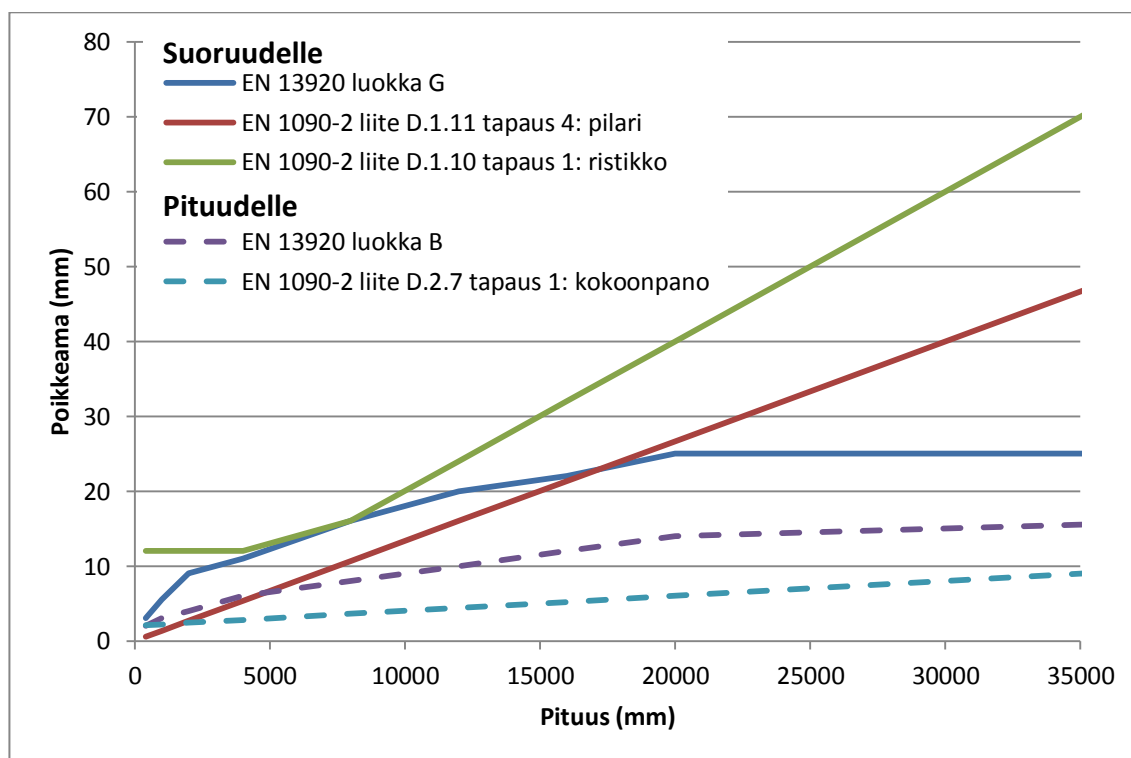
CE-merkissä ilmoitettavat toleranssit viittaavat olennaisiin toleransseihin. Ne määritellään valmiin rakenteen mekaaniseen kestävyys- ja stabiiliuteen olennaisesti vaikuttaviksi poikkeamiksi. Olennaiset toleranssit eri tapauksille löytyvät standardin liitteestä D.1. Valssattujen profiilien osalta noudatetaan soveltuvia standardin taulukon 2 tuotestandardeja, ellei liitteessä D.1 esitetä tiukempia toleransseja. Jos konepaja valmistaa profiileja hitsaamalla, sen täytyy noudattaa liitteen D mukaisia toleransseja. Kylmämuovattujen rakenneputkien valmistaja noudattaa standardissa EN 10219-2 määrättyjä toleransseja.

Toiminnalliset toleranssit takaavat rakenteiden muiden kuin mekaaniseen kestävyys-teen liittyvien vaatimusten täyttymisen. Esimerkkeinä käytetään rakenteiden yhteen sopimista ja ulkonäköä. Toiminnallisina toleransseina voidaan käyttää joko liitteen D.2 mukaisia arvoja tai vaihtoehtoisia kriteerejä. Liitteessä D.2 on määritelty poikkeamille luokat 1 ja 2, joista jälkimmäinen on tiukempi. Vaihtoehtoisiksi kriteereiksi on esitetty standardin EN ISO 13920 mukaisia yleistoleransseja, pituudelle ja kulmasuureille luokkaa C ja suoruudelle, tasomaisuudelle ja yhdensuuntaisuudelle luokkaa G. Andritzin piirustuksissa on liitteen 4 mukainen toleranssitaulu, joka kertoo noudatettavat yleistoleranssit, jollei piirustuksessa ole määrätty erityisiä arvoja. Siinä on esitetty toleransseja pituudelle, kulmasuureille ja geometrialle sekä viittaukset standardeihin, jonka mukaisia merkintöjä ja symboleita piirustuksissa käytetään. Olennaisten toleranssien lisäksi noudatetaan piirustuksen erityistoleransseja ja toleranssitaulua. Pituudelle ja kulmasuureille toleranssitaulussa määrätty luokka B on standardin esittämää luokkaa C tiukempi.

Erityistoleransseja on esitetty kuljetinsiltaa koskevissa standardipiirustuksissa, jotka eivät ole nimensä mukaisesti projektikohtaisia vaan lähetetään aina kuljetinsiltojen tilauksen yhteydessä valmistavalle konepajalle. Standardipiirustuksia on kaksi, toisessa esitetään hitsausmerkit ristikon sauvojen liitoksille, kuvia yksityiskohdista ja toleranssit ristikon uumasauvoille ja paarteen suoruudelle. Suoruudelle asetetut toleranssit ovat tarkoitettu erityisesti hitsattujen jatkosten kohdille. Toisessa piirustuksessa esitetään tapa, jolla työmaalla toteutettava ristikon jatkos eli kuljetuslohkojen liitos toteutetaan. Revisioin toleranssit samoiksi, jotka liite D.1.10 esittää ristikkorakenteen olennaisiksi toleransseiksi. Ristikkorakenteen suoruuden (mitataan paarteesta) sallitaksi poikkeamaksi Δ esitetään suurempi arvoista $L/500$ ja 12 mm ja uumasauvoille vastaavasti $L_1/750$ ja 6 mm. Konepajalla mitattavien toleranssien osalta pituus L on paarteen tapauksessa yhden kuljetuslohkon pituus (yleensä maksimissaan noin 12 m) ja uumasauvan tapauksessa L_1 on vino- tai pystysauvan pituus. Hitsattavien uumasauvojen katkaisupi-

tuuden L_1 toleranssi on $-3...0$ mm. Kahden pystysauvan välisen paarteen osan suoruuspoikkeamaksi on lisäksi määrätty $L/500$.

Korkeiden siltojen tapauksissa jalkaputkia joudutaan jatkamaan työmaalla. Lähes aina myös ristikkorakenteen nostolohko (pituus maksimissaan noin 35 m) kasataan useasta lyhyemmästä kuljetuslohkosta. Jännevälän mitta on likimain sama kuin nostolohkon mitta. Jatsettujen yli 16 metriä pitkien jalkojen suoruuspoikkeamaksi sallitaan toleranssitaulun standardin EN ISO 13920 luokan G perusteella 25 mm [46, s. 7]. Tätä lyhyempien jalkojen toleranssit on porrastettu jalan pituuden mukaan. Standardin liitteen D.1 olennaisista toleransseista tilanteeseen parhaiten soveltuisi kohdan D.1.11 tapauksen 4 yksikerroksisen rakennuksen pilarin suoruus. Toleranssin löytäminen eri tilanteisiin ei ole kovin yksiselitteistä. Ristikkorakenteen poikkileikkauksen mitoille on asetettu toiminnallinen toleranssi ± 10 mm, mutta nykyisissä piirustuksissa ristimitoille asetettu toleranssi on ± 2 mm. Sillan jännevälille ja korkeusasemalle löytyy asennustoleranssi, mutta niillä tarkoitetaan todennäköisesti maantie- ja rautatiesiltoja. Asennukseen liittyviä toleransseja on asetettu jalkojen piirustuksissa ja perustuspiirustuksessa. Betoniin valettavien perustuslevyjen sivuttais- ja pitkittäissuuntainen poikkeama saa olla ± 20 mm. Standardin toiminnallisissa toleransseissa vaatimus on ± 10 mm. Korkeussuunnassa oikea taso saavutetaan tekemällä jalat hieman ylipitkiksi, jonka ansiosta työmaalla voidaan jalkojen pituutta säätää katkaisemalla ne sellaiseen mittaan, jolla jalkojen yläpää on halutussa korkeudessa. Lopulta muualla kuin ristikkorakenteen suoruudessa päädyttiin käyttämään toleransseja, joita ennenkin on käytetty. Kuvassa 13 on vertailtu eri standardeissa ja niiden kohdissa määrättyjen toleranssien vaikutusta sallittavan poikkeaman arvoon.



Kuva 13. Rakenneosalle sallitut toleranssit eri standardien mukaan.

Kuvassa x-akselilla on rakenneosan pituus ja y-akselilla sallittu suoruuden tai pituuden poikkeama. Kuvasta huomataan, että pituudelle sallitut poikkeamat eri standardeissa ovat melko lähellä toisiaan. Suoruudelle asetetut poikkeamat sen sijaan eroavat selvästi, kun rakenneosan pituus kasvaa 20 metristä ylöspäin. Toleranssitaulun yleistoleranssi asettaa suoruudelle tiukemmat rajat hitsatuilla jatkoksilla tehdyille pitkille jalkaputkille ja ristikkolohkoille kuin standardi EN 1090-2.

Kiinnittimien reikien sijainnille on lisäksi asetettu olennaisia toleransseja, jotka pitää ottaa huomioon. Kuljetinsillan tapauksessa näitä esiintyy jalkojen yläpäissä ja nostolohkojen liitoslaipoissa. Reiät on ohjeistettu porattavaksi vastakappaleet yhdessä, millä varmistetaan reikien kohdistus kappaleiden välillä.

4.12 Tarkastus, testaus ja korjaaminen

Andritz tilaajana edellyttää, että toimittaja valmistelee laatu- ja tarkastussuunnitelman, jonka mukaan teräsrakenteet tarkastetaan. Tarkastussuunnitelmassa tarkistettavia asioita löytyy standardin luvusta 12, mutta esimerkiksi hitsaukseen liittyen niitä löytyy myös standardin luvusta 7. Standardi ja tilaaja määrittelevät, mitä asioita pitää tarkastaa toteutuksen yhteydessä, mutta toteuttaja esittelee suunnitelmassa käytännön toimenpiteet, niiden tekijät, kirjaamistavan ja muut yksityiskohtaiset asiat. Tarkastussuunnitelman pääkohdat tulee esitellä tilauksen teon yhteydessä. Toimittaja pitää tilaajan ajan tasalla valmistuksen aikana viikoittain lähetettävillä edistymäraporteilla. Andritzin toimitusvalvontaosaston henkilökunta tekee myös säännöllisesti vierailuja konepajoille ja valvoo valmistuksen edistymistä. Luovutuksen yhteydessä lopullinen täydellinen tarkastussuunnitelma täytettynä kaikkine dokumentteineen toimitetaan tilaajalle.

Valmistajalle toimitetaan tilauksen yhteydessä tarkastuslomake, jossa mainitut kohdat tulee kuitata tehdyksi. Lomaketta käytetään täydentämään standardin vaatimia asioita. Siinä mainitaan myös itse kuljettimen toimintaan liittyviä asioita, joka tilataan käytännössä aina yhdessä teräsrakenteen kanssa samalta valmistajalta. Seuraavan listan mukaisia asioita velvoitetaan tarkastamaan ja kuittaamaan lomakkeeseen teräsrakenteiden osalta.

Yleisiin asioihin liittyen pitää kuitata, että

- valmistaja on käynyt tilaussopimuksen läpi
- valmistajalla on käytettävissään tarvittavat piirustukset, ohjeet ja standardit
- aikataulut on käyty läpi ja hyväksytty tilaajan kanssa
- valmistajalla on oma laadunvarmistussuunnitelma
- hitsareilla on pätevyystodistus
- materiaalit ovat yhteneväisiä piirustuksissa ja standardeissa vaadittuihin
- materiaaleille on ainestodistukset
- hitsausaineet ovat hyväksytyjä ja
- merkintä- ja pakkausohjeet on vastaanotettu tilaajalta.

Teräsrakenteisiin liittyen pitää kuitata, että

- runkorakenteen päämitat (leveys, pituus, korkeus) ovat piirustusten mukaisia
- vinotukien sijainti ja liitoksen solmupisteet ovat piirustusten mukaisia
- rakenneputkien ja -palkkien jatkohitsit on hitsattu pysyväällä juurituella ja hitsijälki on standardin EN ISO 5817 luokan C mukainen
- lohkojen päädyt ovat vaatimusten mukaisia (poikkileikkauksen mitat)
- liitettäviksi tarkoitetut kokoonpanot on sovitettu toisiinsa ja
- hitsit on tarkastettu sopimuksen vaatimalla tarkkuudella.

Pintakäsittelyyn liittyen pitää kuitata, että

- rakenteet on suihkupuhallettu ja jälki on vaaditun mukainen
- maalien valmistajat ja värisävyt ovat hyväksytyt
- pintakäsittelyn pöytäkirja on täytetty ja kalvonpaksuudet ovat vaatimusten mukaisia
- työmaahitsausta edellyttävät alueet rakenteissa on suojattu pohjamaalauksen jälkeiseltä maalautumiselta ja suojateipit on poistettu
- ruostumattomat ja haponkestävät osat on hapotettu ja
- esijännitettävien ruuviliitosten kontaktipinnat on jätetty pohjamaaliin.

Pakkaamiseen ja merkitsemiseen liittyen pitää kuitata, että

- lohkoluetteloa on noudatettu pakkaamisessa ja lähettämisessä
- kaikki osat on merkitty asiaankuuluvasti
- kaikki kiinnitysosat on pakattu lähetykseen
- koneistetut pinnat on suojattu korroosiolta
- osat on pakattu niin, etteivät ne vahingoitu kuljetuksen aikana
- pakkaamisessa käytetty puutavara on ISPM15-standardin mukaista ja
- kaikki vaadittavat laatu- ja tarkastusdokumentit on täytetty ja toimitettu tilaajalle.

Standardin perusidea kaikessa tarkastamisessa on, että tuotteiden testaamiselta vältytään, jos edellisestä valmistusvaiheesta saadaan tarvittavat dokumentit, jotka todistavat vaatimustenmukaisuuden täytyneen. Tämä koskee esimerkiksi aineistodistuksia. Jos ne ovat saatavissa materiaalin toimittajalta, ei tuotteita tarvitse uudestaan testata. Osakokoonpanojen osalta pätee sama periaate. Jos työmaalle tulee kokoonpanoja monelta eri valmistajalta, niiden mittoja ei tarvitse tarkastaa, jos kokoonpanojen toimittajilta saadaan dokumentit, jotka todistavat mittojen olevan vaatimusten mukaisia. CE-merkki on teräskokoonpanojen tapauksessa tällainen dokumentti, joka todistaa kokoonpanon vaatimustenmukaisuuden täytyneen. Kuljetinsillan koko teräsrakennetta ei siis tarvitse tilata yksittäiseltä valmistajalta vaan riittää, kun kokonaisuuden kaikki osakokoonpanot ovat CE-merkittyjä.

Kuljetinsillan päämitat pitää aina tarkastaa ja dokumentoida toteuttajan toimesta. Päämitoilla tarkoitetaan ristikkorakenteen tapauksessa erityisesti poikkileikkauksen ris-

timittoja, leveyttä ja korkeutta sekä ristikkolohkojen pituutta. Mitat voidaan kirjata esimerkiksi piirustukseen, jonka yhteydessä mittauksen tekijä kuittaa mitat omalla allekirjoituksella ja päivämäärällä. Toteutuneiden mittojen pitää täyttää mitoille asetetut toleranssivaatimukset.

Hitsaukseen liittyvissä tarkastuksissa standardi EN 1090-2 asettaa uusia vaatimuksia. Ennen hitsausta ja hitsauksen aikana tehtävät tarkastukset on kerrottu luvussa 7 ja standardin EN ISO 3834 asiaankuuluvassa osassa, joka määräytyy toteutusluokan perusteella. Hitsauksen jälkeistä tarkastusta koskevat vaatimukset on esitetty luvussa 12. Hitsejä voidaan tarkastella joko rikkomattomalla aineenkoetuksella, johon myös silmämääräinen tarkastus lukeutuu, tai rikkovalla aineenkoetuksella. Hitsit tulee tarkastaa ennen kyseisen alueen pintakäsittelyä. Rikkovan aineenkoetuksen menetelmiä ei edellytetä käytettäväksi. Käytettävä menetelmä valitaan standardin EN 12062 perusteella. Yleensä käytetään aineenpaksuudesta riippuen päittäishitseille ultraäänitarkastusta (UT) tai radiografista tarkastusta (RT) ja pienahitseille tunkeumaneste- (PT) tai magneettijauheta- kastusta (MT). Tarkastajilla tulee olla standardin EN 473 tason 2 mukainen pätevyys. Tarkastus voidaan aloittaa hitsin koosta riippuen viimeistään 24 tunnin kuluttua hitsauksen suorittamisesta.

Rikkomatonta aineenkoetusta (NDT) käsittelevät standardit ovat uudistuneet osittain standardin EN 1090-2:2008+A1 ilmestymisen jälkeen. Aikaisemmat EN-standardit on kumottu ja ne ovat korvautuneet EN ISO-standardeilla ja samassa yhteydessä numerointi on mennyt uusiksi. Täten on päästy osittain eroon erillisistä kansainvälisistä ja eurooppalaisista versioista, jotka käsittelevät rikkomatonta aineenkoetusta. Sisällöllisesti uudistukset eivät ole suuria. Mikään ei estä käyttämästä kumottuja EN-versioita, mutta standardin EN 1090-2 seuraavassa versiossa viitataan todennäköisesti EN ISO-versioihin. Standardien numeroinnin vastaavuus on listattu taulukossa 10. Sisällöltään vastaavuus ei ole identtinen.

Taulukko 10. Rikkomatonta aineenkoetusta käsittelevien standardien vastaavuudet.

kumottu	korvaava	suomalainen nimi
EN 473	EN ISO 9712	NDT-henkilöiden pätevänti ja sertifiointi. Yleisperiaatteet
EN 970	EN ISO 17637	Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus
EN 1289	EN ISO 23277	Hitsien tunkeumanestetarkastus. Hyväksymisrajat
EN 1290	EN ISO 17638	Hitsien magneettijauheta- kastus
EN 1291	EN ISO 23278	Hitsien magneettijauheta- kastus. Hyväksymisrajat
EN 1712	EN ISO 11666	Hitsausliitosten ultraäänitarkastus. Hyväksymisrajat
EN 1713	EN ISO 23279	Ultraäänitarkastus. Hitsausvirheiden tyyppin määrittäminen
EN 1714	EN ISO 17640	Ultraäänitarkastus. Tekniikat, tarkastustasot ja arviointi
EN 12062	EN ISO 17635	Yleisohjeet metallisille materiaaleille

Silmämääräinen tarkastus vaaditaan hitseille kaikissa toteutusluokissa 100 % laajuudessa. Muutoin rikkomattoman aineenkoetuksen laajuus vaihtelee toteutusluokittain ja hitsityypeittäin. Laajuudet esitetään standardin taulukossa 24. Esitetyt prosenttiluvut koskevat tarkastuksen laajuutta tiettyä hitsiohjetta käyttäen hitsattuja liitoksia kohti. Havaittiin, että taulukon tulkinta ja sen vaatimusten soveltaminen kuljetinsillan liitoksiin on konepajalle käytännössä mahdoton tehtävä. Standardi antaa mahdollisuuden yksilöidä tietyt liitoksia tarkastettavaksi toteutuseritelmässä ja tätä mahdollisuutta käytettiin hyväksi. Laadittiin standardipiirustus, joka täyttää taulukon 24 vaatimukset, mutta esittää kuitenkin tarkastettavat hitsit selkeästi.

Taulukko esittää toteutusluokassa EXC2 tarkastuslaajuuden hitsityypeittäin. Ensimmäinen kenttä koskee vetojännityksen alaisia poikittaisia osittain ja täysin läpihitsattuja päittäishitsejä. Näistä ainoastaan hitsit, joiden kuormitusaste on yli 50 %, tarvitsee tarkastaa 10 % laajuudessa. Valmistajahan ei voi tietää kuormitusasteita eri osille, koska ne määräytyvät suunnittelun perusteella ja voidaan todeta vain lujuuslaskennan avulla. Muut poikittaiset päittäishitsit tulee tarkastaa 10 % laajuudessa ristiliitoksissa ja 5 % laajuudessa T-liitoksissa. Poikittaiset vedon tai leikkauksen alaiset pienahitsit, joiden a-mitta on suurempi kuin 12 mm tai liitettävien osapuolien ainepaksuus yli 20 mm tarvitsee tarkastaa 5 % laajuudessa. Muille kuljetinsillassa esiintyville hitseille ei ole asetettu tarkastusvaatimusta.

Useimmat ristikon sauvoista on mitoitettu yli 50 % kuormalle, erityisesti paarreputket ovat tällaisia. Päittäishitsejä esiintyy kaikissa sauvojen jatkoksissa, joita ristikossa esiintyy ja korkeiden siltojen tapauksissa myös pitkissä jalkaputkissa, joita joudutaan jatkamaan. Rakenteissa on paljon jatkoliitoksia, joita ei näy piirustuksissa. Tämä johtuu siitä, että materiaalien toimittaja toimittaa putkia ja palkkeja yleisesti joko 6 m tai 12 m pituisina pätkinä. Näitä konepaja katkoo ja jatkaa sitten tarpeen mukaan, jotta syntyy piirustusten mukaisia mittoja täyttäviä rakenteita. Myös työmaalla tarvitsee tehdä rakenteisiin jatkoksia, jos konepajalta lähtevien rakenteiden mitat ovat kuljetusta ajatellen muuten liian suuret. Näiden jatkosten sijainti ja toteuttamistapa kuitenkin määrätään piirustuksissa.

Muiden kuin silmämääräisten tarkastusten yksinkertaistamiseksi määrättiin kaikki päittäishitsatut jatkokset tarkastettavaksi NDT-menetelmillä vähintään 10 % laajuudessa. Prosenttiosuudet tarkoittavat hitsien lukumäärää kaikista rakenneosien vastaavista hitseistä. Valitut yksittäiset hitsit tarkastetaan kauttaaltaan. Tietty kriittiset tai suuren a-mittan pienahitsit tai paksujen materiaalien väliset pienahitsit määrättiin tarkistettavaksi vähintään 5 % laajuudessa. Kustannuksia ja aikaa ajatellen NDT-tarkastusten teossa suurin kynnys on pätevyityjen henkilöiden ja laitteistojen paikalle saaminen. Se, että onko vaadittu tarkastuslaajuus 10 % vai 20 %, ei ole kokonaisuuden työmäärän kannalta ratkaisevaa. Vaatimukset esitettiin taulukon 11 kaltaisella esitystavalla ja havainnollistamisen avuksi laadittiin vielä piirustus, jossa viitataan taulukon kohtiin.

Taulukko 11. Muun kuin silmämääräisen NDT-tarkastuksen laajuus.

Viite	Hitsin sijainti	Hitsityyppi	Hitsauspaikka	Laajuus
1	Paarteiden ja uumasauvojen jatkokset	Päittäishitsi	Konepaja	10 %
2	Kuljetuslohkojen jatkokset	Päittäishitsi	Asennustyömaa	10 %
3	Nostolohkojen liitoslaippojen hitsit	Pienahitsi	Konepaja	5 %
4	Jalkojen yläpään poikkipalkki ja jalkaputken laippa	Pienahitsi	Konepaja	5 %
5	Jalkaputkien liitos perustuslevyyn	Pienahitsi	Asennustyömaa	5 %
6	Jalkaputkien jatkokset	Päittäishitsi	Konepaja/työmaa	10 %
A-A	Jalan kiinnikelevyn liitos tuulikehään	Pienahitsi	Konepaja	5 %
B-B	Jalan ja ristikon välisen kiinnitystapin hitsit	Päittäishitsi	Konepaja	10 %

Arviointikriteerinä silmämääräisissä tarkastuksissa käytetään hitsiluokkaa C ja muissa NDT-menetelemissä kyseistä hitsiluokkaa vastaavaa kriteeriä, joka on esitetty tarkastusta käsittelevässä standardissa EN 12062 (tai sen uudessa versiossa EN ISO 17635). Tarkemmin menetelmän toteutusta koskevat ohjeet löytyvät kyseistä menetelmää käsittelevässä standardissa. Jos hitsejä joudutaan korjaamaan, hitsit tulee hitsata hitsausohjeiden mukaisesti ja tarkastaa uudelleen.

Tämän lisäksi standardissa asetetaan erityisvaatimuksia viiden ensimmäisen samaa uutta hitsausohjetta (WPS) käyttäen hitsattujen hitsien tarkastukselle. Tarkastuslaajuus tulee olla niille kaksinkertainen taulukoituihin arvoihin verrattuna, vähimmäistarkastuspituus on 900 mm ja arviointikriteerinä käytetään standardin EN ISO 5817 mukaista hitsiluokkaa B. Tarkoituksena edellä kuvattujen erityisvaatimusten tekemiselle on varmistaa, että uutta hitsausohjetta hyväksikäyttäen voidaan hitsata vaatimusten mukaisen luokan täyttäviä hitsejä.

Mekaanisten kiinnittimien osalta pitää kaikkien pulttien, mutterien ja aluslevyjen avulla tehdyt kiinnitykset tarkastaa silmämääräisesti. Kiinnittimistä tarkastetaan niiden olemassaolo ja kiristämisen osoittavan merkinnän olemassaolo. Jos ei kynällä tai muulla vastaavalla tehtyä merkintää kiristämisestä ole, tulee liitoksen kireyden tarkistus suorittaa momenttiavaimella. Esijännitettyjen standardin EN 14399 eri osien mukaisten ruuvikokoonpanojen kiristämistä koskevaa standardin EN 1090-2 lukua 12.5.2 ei sovelleta, koska kyseisiä HV- tai HR-järjestelmän mukaisia komponentteja ei käytetä.

Pintakäsittelyä ja korroosionestoa koskien tulee täyttää pintakäsittelyraportit, joihin kirjataan kaikki tiedot, jotka siinä edellytetään, muun muassa tunnistetiedot, esikäsitteilymenetelmät, maalausolosuhteet, maalien toimittajat ja kalvonpaksuudet. Erityisiä vertailualueita ei esitetä.

Asennetun rakenteen sijainti tulee tarkistaa tihennyspisteistön suhteen. Mittauksesta ei kuitenkaan tarvitse tehdä tallennetta toteutusluokassa EXC2. Vertailupisteiksi kuljetinsillan mittauksissa suositellaan käyttämään ristikkorakenteen yläpinnan keskiötä. Mittauksen arvojen tulee olla asennustoleransseille sallittujen mittojen mukaisia.

5 YHTEENVETO

Tässä luvussa vedetään yhteen rakennustuoteasetuksen ja sen määrittämien standardien vaikutusta kustannuksiin, turvallisuuteen ja alan toimijoiden toimintaan. Samalla pyritään arvioimaan saavutetaanko määräysten avulla niillä tavoiteltuja asioita.

5.1 Kustannuskohdat

Teräsrakenteita koskeva CE-merkintä tuo alalle suuria muutoksia. Kaikkien standardin EN 1090-1 ja -2 ja viitestandardien vaatimusten ymmärtäminen ja käyttöönotto täydessä laajuudessa konepajojen lattiatasolla ja työmailla heti määräysten alkutaipaleella on vaikea tehtävä. Jos valmistajalla on jo käytössään ISO 9001 mukainen laatujärjestelmä ja/tai EN ISO 3834 mukainen hitsauksen laatustandardi, asiat helpottuvat jo huomattavasti. Uusien vaatimusten kustannusvaikutus riippuu siitä, millä tasolla valmistajan henkilöstön osaaminen ja pätevyudet, laitteistot ja tilat ovat ennestään. Yksistään eri standarditekstien hankkimisen kustannus voi olla tuhansia euroja. Standardien sisällön paneutumiseen on käytettävä runsaasti aikaa. On vaarana, että muutamia henkilöitä työllistävät pienyritykset karsiutuvat pois kantavien teräsrakenteiden valmistajien joukosta, koska aiheutuvat kustannukset ovat pienille yrityksille suhteellisesti suuremmat. Rakennustuoteasetukseen on kirjattu yksinkertaistettu menettely mikroyrityksille, mutta se koskee vain AVCP-luokkia 3 ja 4, joten sitä ei sovelleta standardin EN 1090-1 tapauksessa [3, s. 23].

Suurin kynnyksyrityksille lienee ulkopuolisen tahon suorittaman sertifiointin vaatimusten täyttäminen, etenkin jos kokemusta laatujärjestelmästä tai sertifiointista ei ole. Yksi mahdollisuus pienille pajoille on toimia alihankkijana konepajalle, jolla on CE-merkintäoikeudet. Tällöin omaa sertifikaattia ei tarvita vaan alihankkijan toiminta voidaan sisällyttää sertifioidun konepajan laadunvalvontajärjestelmään. Samat tekniset vaatimukset koskevat silti myös alihankkijan toimintaa. Standardi EN 1090 pohjautuu saksalaiseen DIN 18800-7 ja DIN 18200 standardeihin [26], jonka takia saksalaisilla yrityksillä on etulyöntiasema teräskokoonpanojen valmistusta koskevassa sertifiointissa ja sertifikaatteja ylivoimaisesti eniten Euroopassa.

Suomalaisten konepajavalmistajien CE-merkintävalmiuksien hankkiminen oli syksyllä 2012 tehdyn opinnäytetyön kyselytutkimuksen perusteella vielä alkutekijöissään [29]. Tätä tukee ilmoitettujen laitosten suomalaisille yrityksille suorittamien sertifiointien vähäinen määrä. Erityisesti maissa, joissa CE-merkintää ei ole rakennustuotteille aikaisemmin sovellettu, ollaan isojen muutosten edessä ja näistä maista yksi on Suomi. Koko ala on muutoksen kourissa CE-merkittyjen rakennustuotteiden käytön yleistyessä rakennustuoteasetuksen voimaantullessa kesällä 2013.

Valmistajan tilaajalle siirtämistä kustannuksista ei ole vielä tarpeeksi kattavaa tutkimusaineistoa, että siitä voitaisiin vetää johtopäätöksiä. Konepajojen hinnoitteluun vaikuttaa aina muun muassa sen hetkinen kuormitustaso, asiakkuussuhde, tilauksen koko ja toimitusaika. Diplomityön kirjoitushetkellä talvella 2013 vasta kolme kuljetinsiltaa oli tilattu CE-merkittynä yksittäiseen projektiin ja niiden valmistus oli kesken. Tilauksesta ei saatu toimittajalta kustannuserittelyä, joten standardin EN 1090 aiheuttamia kustannuksia ei voitu päätellä kokonaishinnasta. Kyseisen tilauksen hinnassa ei kuitenkaan ollut merkittävää eroa budjetoituun verrattuna. Joka tapauksessa teräskokoonpanoja valmistavien konepajojen määrä pienenee. Tilaajan kannalta konepajojen valinnanvaran pieneneminen voi lisätä kustannuksia.

5.2 Kauppapoliittiset näkökohdat

Eurooppalaiset EN-standardit muodostavat tietynlaisen perheen yhdessä ISO-standardien kanssa. Standardin EN 1090-2 useassa kohdassa viitataan muihin standardeihin, koska yhteen standardiin ei ymmärrettävästi voi sisällyttää kaikkea tietoa kaikkiin teräsrakentamisen työvaiheisiin liittyen. Kaikki nämä viittaukset on tehty EN- tai ISO-standardeihin. Näistä esimerkkinä ovat materiaalistandardit, hitsausstandardit ja henkilöiden pätevytyymiseen liittyvät standardit. Pätevyyden osoittama sertifikaatti, joka myönnetään esimerkiksi hitsaajalle, perustuu usein johonkin standardiin tai normiin. Esimerkiksi amerikkalaisen AWS-järjestön laatiman standardin mukaisesti pätevyitynyt hitsari voi tehdä työnsä käytännössä yhtä mallikelpoisesti kuin EN-standardin mukaan pätevyitynyt hitsari, mutta tarkkaa vastaavuutta ei pystytä esittämään. Tämä kilpailutilanne johtaa siihen, että standardin EN 1090 mukaisia teräskokoonpanoja ei saa valmistaa ilman EN-standardin mukaisia pätevyyskriteerejä ja materiaaleja. Kun asiaan lisätään lain mukaan pakollinen CE-merkintä, muodostetaan käytännössä jonkinlainen tullimuuri EU:n ulkopuolelta tuleville teräskokoonpanoille, sillä Euroopan ulkopuolella ei juurikaan käytetä eurooppalaisia standardeja. Kuten luvussa 3.3 on kerrottu, sertifikaatteja on ei-eurooppalaisille valmistajille kuitenkin myönnetty, joten vaatimusten täyttäminen ei Euroopan ulkopuolella ole mitenkään mahdotonta.

Siitä, onko tullimuurin muodostuminen ollut tahaton vai tahallinen tapahtuma, voidaan olla montaa mieltä. Voidaan kysyä, onko standardin laatijoilla ollut muita mahdollisuutta, kuin viitata saman standardiperheen muihin standardeihin? Erittäin vaikeaa se ainakin olisi ollut, koska sama järjestö ei siinä tapauksessa hallinnoisi viitestandardien sisältöä. Standardista on kuitenkin haluttu tehdä mahdollisimman kattava soveltamisalan ja eri valmistusmenetelmien osalta. CE-merkintävaatimus sen sijaan voidaan rinnastaa osittain tullimuurin muodostamiseksi. Todennäköisesti halutaan hillitä erityisesti Kiinan ja muiden Aasian valmistajien tuontia Eurooppaan ja vahvistaa näin EU-alueen valmistajien asemaa. Tätä teoriaa tukee viime aikojen uutiset EU:n Kiinan terästuottajille asettamista tuontitulleista [31].

Rakennustuotedirektiivin ja -asetuksen tavoitteina on kaupan teknisten esteiden poistaminen EU:n sisällä ja tuotteen vertailtavuuden parantaminen tuoteinformaatiota

lisäämällä ja yhtenäistämällä. Asetus soveltuu paremmin talonrakentamiseen ja rauta-kaupan tuotteisiin, mutta ei kovinkaan hyvin erikoisvalmisteisiin teollisuuden rakenteisiin. Andritzin tuotteet ovat täysin asiakasräätelöityjä teollisuuskäyttöön tarkoitettuja prosessilaitteita ja rakenteita. Eurokoodin ja kansallisten sääntöjen mukaan suunnitellut ja hyvän konepajakäytännön mukaan valmistetut rakenteet ovat olleet menneinä vuosina kriteereinä ja ongelmia ei vientimaissa viranomaisten kanssa ole juurikaan ollut. Vaatimukset kuitenkin ovat kasvaneet koko ajan ja standardi EN 1090 on työkalu valmistuksen vaatimustason määrittämiseen.

5.3 Turvallisuusnäkökohdat

Kokonaisuutena standardien avulla saavutettavat aikaisempaa säntillisemmät toimintatavat pitäisivät nostaa teräsrakenteiden laatutasoa, mikä nähdään teräsrakenteiden tilaajan kannalta erittäin hyvänä asiana. Andritzillakin ollaan nähty kaikentasoista hitsausjälkeä konepajojen toimittamissa teräsrakenteissa. Pahimmillaan hitsisaumat ovat jääneet pelkän silloitushitsin varaan, kun on unohdettu hitsata varsinainen hitsi. Tilaajan suorittaman auditoinnin ja valvonnan tarvetta eivät kuitenkaan uudet määräykset poista, koska tulevat määräykset eivät koske läheskään kaikkia Andritzin laitteita ja rakenteita. Kokemukset ovat myös osoittaneet, että CE-merkintä, ISO 9000-laatujärjestelmä tai muutkaan toimenpiteet eivät kaikissa tapauksissa takaa, että valmistajan tuote on oikeasti turvallinen ja laadullisesti kunnossa.

Tarve tämänkaltaisen standardin käyttöönotolle on turvallisuuden kannalta tärkeä. Konkreettinen esimerkki tästä saatiin 13.2.2013, kun Laukaan kunnassa sattui teräsrakenteisen ratsastusmaneesin romahdus, jonka syistä on tutkinta käynnissä. Turmassa kuoli yksi ja loukkaantui useita. Romahduksen syynä ovat olleet virheet suunnittelussa, valmistuksessa, asennuksessa, huollossa tai todennäköisesti näiden yhteisvaikutus. Paikkatutkinnan perusteella erityisesti nostettiin esille teräsrakenteiden huomattavan laaja ruostuminen. Todellinen lumikuorma ei ylittänyt suunnittelussa käytettyä. [23.]

Suomessa rakennusvalvonta on kuntien ja kaupunkien vastuulla. Tämä voi aiheuttaa sen, että lakien ja säädösten noudattamista valvotaan hieman soveltaen eri paikkakunnilla. Laukaan tapauksen yhteydessä on noussut esille, että viranomaiset ovat tehneet työsuojelu- ja palotarkastuksia maneesille, mutta kukaan ei ole rakentamisvaiheen jälkeen seurannut itse rakenteiden tilaa. Rakennusvalvonta painottuu rakentamisvaiheeseen ja sen jälkeistä rakennusten turvallisuuden valvontaa järjestetään vain, jos siihen nähdään aihetta. Kun tietoon tulee jokin tietty tai yleinen ongelma, kunkin kunnan rakennusvalvonta toimii omien menettelytapojensa mukaan sen sijaan, että toiminta olisi kansallisesti koordinoitua. [24, s. 73.]

Vuoden 2010 runsaslumisen talven aikana sattuneita sortumia tutkittiin onnettomuustutkintalautakunnan toimesta. Tutkinta keskittyi Järvenpään urheiluhallin romahkamiseen, mutta tutkinnassa käytiin lyhyesti läpi myös muita samaan ajankohtaan sattuneita sortumia ja vaaratilanteita erilaisissa rakenteissa. Syyt sortumiin vaihtelivat, mutta rakennesuunnittelussa tehdyt virheet nähtiin pahimman laatusina, koska virheet toistui-

vat saman valmistajan useissa rakenteissa. Tämän takia suuri määrä ihmisiä on alttiina samojen virheiden aiheuttamalle vaaralle ja yhteenlasketut korjauskustannukset nousevat suuriksi. [24.]

Rakenteiden turvallisuuden kannalta vähintään yhtä tärkeitä työvaiheita kuin valmistus ja asennus on suunnittelu. Olisi tärkeää valvoa suunnittelun onnistumista ja laadunvarmistuksen avulla välttää suunnitteluvirheiden syntyminen. Vaikka rakennus olisi suunniteltu oikein, voivat ajan mittaan esiin tulevat viat esimerkiksi pintakäsittelyssä ja liitoksissa vaikuttaa rakenteen turvallisuuteen. Pintakäsittelyn epäonnistumisesta aiheutunut korrosio ei tule esille vielä rakennusvaiheessa vaan vasta ajan myötä. Pultti- ja ruuviliitosten löystyminen esimerkiksi rakenteen värinän takia vaikuttaa suoraan liitosten kykyyn kantaa rakennetta. Nämä viat rakenteissa tulevat esiin usein tavallisesta poikkeavissa kuormitustilanteissa kuten lumi- tai tuulikuorman aiheuttamina. Pahin tilanne on se, että rakenne ei varoita millään lailla heikentymisestään vaan romahtaa kerralla, jolloin tilanteeseen ei ole osattu varautua ollenkaan.

Teräsrakenneprojektin kokonaisuudesta täytyy vastata selkeästi yksi nimetty taho, joka vastaa, että rakenne on turvallinen ja täyttää määräykset alusta loppuun asti. Laukaan tapauksessa suunnittelijan ja rakentajien välinen yhteistyö on yksi tutkittavista asioista. Asentajien ohjeistus on voinut olla ollut puutteellista ja rakenne ei ole toiminut suunnittelijan tarkoittamalla tavalla. Syyt romahdukseen selviävät aikanaan mutta todennäköistä on, että jonkinlaisia katsastuksia rakenteille vaaditaan pakolliseksi tulevaisuudessa. Erityisesti sellaisten rakenteiden tapauksessa, joiden romahtamisesta seuraa vakavia vahinkoja ihmisille, ympäristölle tai taloudelle, katsastukset olisivat aiheellisia. Eurokoodista tulevat seuraamusluokat ovat yksi tapa jaotella rakenteita romahtamisen seuraamusten perusteella vähäisiin, keskiuuriin ja suuriin seuraamuksiin.

Rakennustuotedirektiivin ja -asetuksen tuoman CE-merkinnän käyttöönoton yksi tarkoitus on parantaa rakennustuotteiden turvallisuutta. On kuitenkin huomattava, että CE-merkki ei osoita tuotteen kelpoisuutta aiottuun käyttötarkoitukseen. Esimerkiksi ulkomailla valmistettujen kattopeltien CE-merkki ei tarkoita, että ne täyttävät automaattisesti Suomen ilmasto-olosuhteiden mukaiset lumikuormat. Suunnittelun tehtävänä on edelleen valita vaaditut ominaisuudet täyttävät tuotteet.

Vaikka teräskokoonpano on standardin EN 1090-1 mukaisesti CE-merkitty, se ei tarkoita, että suunnittelu olisi onnistunut. CE-merkinnässä voidaan ilmoittaa suunnittelun perusteella määräytyviä rakenteellisia ominaisuuksia mutta se ei ole pakollista. Tämä on yleistä etenkin, jos toteuttava konepaja ei itse ole suunnitellut rakenteita, mikä on hyvin tavallinen toimintatapa metalliteollisuudessa, jossa on paljon alihankkijoita. Vaikka onnistuneen suunnittelun avulla saatuja rakenteellisia ominaisuuksia yksittäiselle kokoonpanolle ilmoitettaisiinkin, se ei vielä takaa, että kokoonpanoista tehty rakenne kantaisi vaaditut kuormat.

Valmistukseen uusien määräysten ainakin pitäisi tuoda parantuneita käytäntöjä. Järvenpään vuonna 2010 romahtaneen hallin tapauksessa VTT tutki rakenteiden hitsausliitoksia ja löysi niistä useita virheitä. Vaikka virheiden ei katsottu aiheuttaneen romahdusta, ne heikensivät rakennetta. Virheet tulivat esiin sortuman seurauksena. Päittäishit-

seistä löydettiin vajaata hitsautumissyvyyttä ja pienahitseistä liitosvirheitä. Virheet ylittivät hitsiluokkastandardissa SFS-EN ISO 5817 kyseiselle luokalle sallitut arvot. Syinä päittäishitsien virheisiin olivat vaillinainen railonvalmistus ja puuttuvat juurituet, jotka johtivat riittämättömään hitsin tunkeumaan. Standardin EN 1090-2 vaatimilla hitsausohjeilla (WPS) ja niiden hyväksymiseksi vaadituilla kokeilla olisi todennäköisesti huomattu ja vältetty virheet hitsin suunnittelussa. [25.]

Yhä useammin teräsrakenneprojekti jakautuu monelle eri taholle, jolloin vastuiden jakaminen tulee olla selkeää ja yhteydenpito toimijoiden välillä täytyy olla saumatonta kokonaisuuden onnistumiseksi. Konepajalla sisäisesti näihin seikkoihin pyritään saamaan parannusta muun muassa ulkopuolisen tahon sertifioiman tehtaan sisäisen laadunvalvontajärjestelmän ja lisääntyvien dokumentointivaatimusten avulla. Myös työmaatoiminnalle voidaan asettaa samoja vaatimuksia sillä erotuksella, että samanlaista laatu-järjestelmää tai CE-merkintää ei voida vaatia. Luontevaa olisi, että esimerkiksi työmaalla tehtävät hitsit tarkistettaisiin samoin kriteerein ja samassa laajuudessa kuin konepajalla tehtävät hitsit. Kokonaisuutena voidaan olettaa, että standardilla EN 1090 tullaan saamaan aikaan entistä turvallisempia teräsrakenteita.

LÄHTEET

- [1] Teräskokoonpanojen CE-merkintä. Helsinki 2012, Teknologiateollisuus ry, Teräsrakenneyhdistys ry ja Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys (MetSta) ry. 12 s.
- [2] Tiivistelmät EU:n lainsäädännöstä. Direktiivi. [WWW]. [Viitattu 19.2.2013]. Saatavissa:
http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/decisionmaking_process/114527_fi.htm
- [3] A 305/2011. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus rakennustuotteille. Euroopan Unionin virallinen lehti, 4.4.2011, s. 5-43.
- [4] Wikimedia Commons. File: EEA.svg. [WWW]. [Viitattu 20.2.2013]. Saatavissa:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EEA.svg>
- [5] Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. CE-merkintään vaadittavat asiakirjat. Suoritus-tasoilmoituksen malli. [WWW]. [Viitattu 20.2.2013]. Saatavissa:
http://tukes.fi/Tiedostot/rakennustuotteet/ohjeet/DoP-pohja_fi.doc
- [6] Ympäristöministeriö. CE-merkintä. [WWW]. [Viitattu 20.2.2013]. Saatavissa:
www.ymparisto.fi/ce-merkinta
- [7] Tukes. Rakennustuotteet. [WWW]. [Viitattu 20.2.2013]. Saatavissa:
<http://tukes.fi/fi/Toimialat/Rakennustuotteet>
- [8] SFS-Käsikirja 1. Standardit ja standardisointi. 8. painos, Helsinki 2013, Suomen standardisointiliitto. 40 s.
- [9] Pekka Yrjölä. 2012. Teräsrakenteiden tekninen erityisasiantuntija, Teräsrakenneyhdistys ry. Tampere. Haastattelu Alihankintamessuilla 19.9.2012.
- [10] SFS 5867. 1999. Teräsrakenteiden toteuttaminen. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt sekä lujia teräksiä koskevat lisäsäännöt. Helsinki, Suomen standardisointiliitto. 89 s.
- [11] EN 1090-1:2009+A1:2011. Execution of steel structures and aluminium structures - Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components. Brysseli, European Committee for Standardization. 43 s.

- [12] EN 1090-2:2008+A1:2011. Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures. Brysseli, European Committee for Standardization. 209 s.
- [13] SFS-EN 1090-1+A1. 2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 72 s.
- [14] SFS-EN 1090-2+A1. 2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 198 s.
- [15] Unto Kalamies. 2012. Tarkastusinsinööri, tuotepäällikkö, Inspecta Sertifiointi Oy. Puhelu 24.9.2012.
- [16] Teräsrakenneyhdistys ry. FAQ/SFS-EN 1090-1 ja SFS-EN 1090-2. Usein esitetyt kysymyksiä – kysymyksiin esitetyt vastaukset. Julkaisu 2, 2013. [WWW]. [Viitattu 25.2.2013]. Saatavissa: <http://www.terasrakenneyhdistys.fi/>
- [17] SFS-EN ISO 14122+A1. 2010. Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osat 1-4. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto.
- [18] Guidance Paper L. Application and use of Eurocodes. European Commission. Brysseli, 27.11.2003. 38 s.
- [19] European Commission. Enterprise and Industry. Notified bodies. [WWW]. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavissa: <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm>
- [20] SLV Halle GmbH. Online Register EN 1090. [WWW]. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavissa: <http://en1090.net>
- [21] Inspecta. Tuotteiden varmentamiseen liittyvät sertifikaatit. CE-merkintä. Kantavat metallirakenteet. [WWW]. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavissa: http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Sertifiointi/Sertifikaattihaku/tuotteiden_varmentaminen
- [22] Mandate M/120. Structural metallic products and ancillaries. European Commission. Brysseli, 11.3.1998. 20 s.
- [23] Onnettomuustutkintakeskus. Y2013-01 Ratsastusmaneesin sortuminen Laukaalla 13.2.2013. Tiedote 1.3.2013. [WWW]. [Viitattu 5.3.2013]. Saatavissa: <http://www.turvallisuustutkinta.fi/Etusivu/Tutkintaselostukset/Muutonnettomuudet/Muutonnettomuudet2013/1347274259559>

[24] Valonen, K., Leino, T., Ylönen, K., Korttesmaa, M. & Suuriniemi, S. Tutkintaselostus B1/2010Y. Urheiluhallin katon romahtaminen Järvenpäässä 23.2.2010 ja muita rakennevaurioita kevättalvella 2010. Vantaa 2011, Onnettomuustutkintakeskus. 82 s. + liitteet. [WWW]. Saatavissa:

<http://www.turvallisuustutkinta.fi/Etusivu/Tutkintaselostukset/Muutonnettomuudet/Muutonnettomuudet2010/1274105550829>

[25] Nevasmaa, P. Tutkimusraportti VTT-R-05508-10. Järvenpään romahtaneen urheiluhallin kattoteräsrakenteiden hitsausliitosten tutkinta. Espoo 2010, VTT. 7 s. + liitt. 15 s. [WWW]. Saatavissa:

<http://www.turvallisuustutkinta.fi/Etusivu/Tutkintaselostukset/Muutonnettomuudet/Muutonnettomuudet2010/1274105550829>

[26] DIN EN 1090 (TEIL 1-3) - Ersatz für DIN 18800-7 / DIN V 4113-3. Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH. [WWW]. [Viitattu 6.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.slv-hal->

[le.de/fileadmin/user_upload/Halle/Qualitaetsicherung/DIN_EN_1090/Flyer_1090_2011-01.pdf](http://www.slv-hal.de/fileadmin/user_upload/Halle/Qualitaetsicherung/DIN_EN_1090/Flyer_1090_2011-01.pdf)

[27] Unto Kalamies. Tarkastusinsinööri, tuotepäällikkö, Inspecta Sertifiointi Oy. Kotka. Koulutustilaisuus Andritzilla 7.3.2013.

[28] Teräsrakenteiden toteuttaminen. Ohjeita toteutuseritelmän laatimiseksi, SFS-EN 1090-2 liite A. Helsinki 2010, Teräsrakenneyhdistys ry. 61 s.

[29] Enbuske, K. 2012. Koneiden ja teräskokoonpanojen CE-merkintä osana vanhaa laitosta. Opinnäytetyö. Tornio. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu YAMK, Teknologiajohtaminen, Kunnossapito. 92 s + liitt. 17 s.

[30] SFS-EN 1990+A1+AC. 2006. Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 184 s.

[31] EU uhkaa kiinalaisia teräsyhtiöitä uusilla tulleilla. Kauppalehti, verkkouutinen 18.2.2013. [WWW]. [Viitattu 15.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.kauppalehti.fi/etusivu/eu+uhkaa+kiinalaisia+terasyhtioita+uusilla+tulleilla/201302364065>

[32] SFS-EN 10025-1. 2004. Kuumavalssatut rakenneteräkset. Osa 1: Yleiset tekniset toimitusehdot. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 56 s.

- [33] SFS-EN 10204. 2004. Metallituotteiden aineodistukset. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 19 s.
- [34] Ongelin, P., Valkonen I. Rakenneputket, EN 1993-käsikirja. Hämeenlinna 2012, Rautaruukki Oyj. 688 s.
- [35] SFS-EN 1993-1-3+AC. 2006. Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-3: Yleiset säännöt. Lisäsäännöt kylmämuovatuille sauvoille ja levyille. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 127 s.
- [36] European Commission. Enterprise and Industry. Construction products (CPD/CPR). Harmonised standards. [WWW]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm
- [37] hEN Helpdesk. [WWW]. Saatavissa: <http://www.henhelpdesk.fi>
- [38] Leino, T. Tutkimusraportti. Laajarunkoisten liikuntahallien rakenteellinen turvallisuus. Staattisesti kuormitettujen hitsausliitosten suunnittelu. 19.7.2006, VTT. 65 s. + liitt. 9 s. [WWW]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74097>
- [39] SFS-EN ISO 5817. 2006. Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 63 s.
- [40] SFS-EN 1993-1-8. 2005. Eurocode 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-8: Liitosten mitoitus. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 148 s.
- [41] A 15.10.2007. Ympäristöministeriön asetus Eurocode –standardien soveltamisesta talonrakentamisessa. SFS-EN 1993-1-8 liite 11.
- [42] SFS-EN 14399-1. 2005. Korkealujuuksiset esijännitetyt ruuviliitokset. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 43 s.
- [43] SFS-EN 15048-1. 2007. Esijännittämättömät kantavien rakenteiden ruuviliitokset. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 48 s.
- [44] SFS-EN ISO 10684+AC. 2005. Kiinnittimet. Kuumasinkkipinnoitteet. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 40 s.
- [45] CIDECT. 1995. Design guide for structural hollow sections in mechanical applications. CIDECT Design Guide No 6. Verlag TÜV Rheinland GmbH. 157 s.

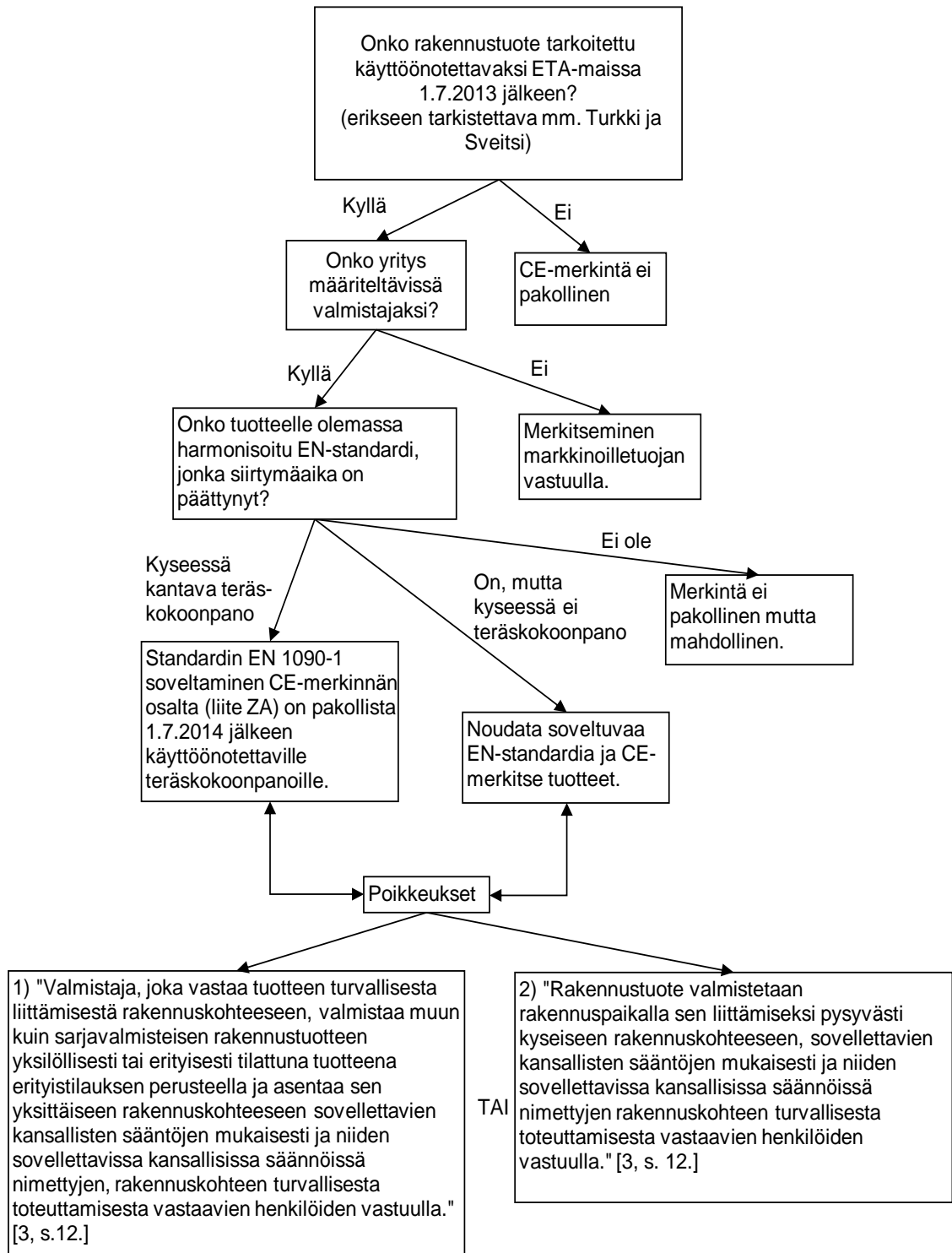
[46] SFS-EN ISO 13920. 1996. Hitsaus. Hitsattuja rakenteita koskevat yleistoleranssit. Pituus- ja kulmamitat. Muoto ja sijainti. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 9 s.

[47] Salakka, S. 2004. Hakkeen varastointijärjestelmän suunnittelu. Diplomityö. Hollola. Tampereen teknillinen yliopisto, Konetekniikan osasto, koneensuunnittelu. 92 s. + liitt. 16 s.

[48] Peikko Group. CE Marking and Peikko's Products. [WWW]. [Viitattu 2.5.2013]. Saatavissa: <http://www.peikko.fi/about-peikko/quality/ce-marking-and-peikko-products>

LIITE 1: VUOKAAVIO CE-MERKINNÄN TARPEEN ARVIOINTIIN

CE-merkitsemisen tarpeen arviointi



LIITE 2: SUORITUSTASOILMOITUS

SUORITUSTASOILMOITUS Nro . [valmistajan antama tieto]

1. Tuotetyypin yksilöllinen tunniste:

[valmistajan antama tieto]

2. Tyypin-, erä- tai sarjanumero tai muu merkintä, jonka ansiosta rakennustuotteet voidaan tunnistaa, kuten 11 artiklan 4 kohdassa edellytetään:

[valmistajan antama, tuotannon laadunvalvontajärjestelmän (FPC) mukainen tunnistetieto]

3. Valmistajan ennakoima, sovellettavan yhdenmukaistetun teknisen eritelmän mukainen rakennustuotteen aiottu käyttötarkoitus tai -tarkoitukset:

[tuotetta koskevan yhdenmukaistetun standardin kappaleesta 1 ”soveltamisala” otettu tieto]

4. Valmistajan nimi, rekisteröity kaupp nimi tai tavaramerkki sekä osoite, josta valmistajaan saa yhteyden, kuten 11 artiklan 5 kohdassa edellytetään:

[valmistajan antama tieto, jonka on vastattava tuotteen CE-merkinnässä annettavaa tietoa]

5. Mahdollisen valtuutetun edustajan, jonka toimeksiantoon kuuluvat 12 artiklan 2 kohdassa eriteltyt tehtävät, nimi sekä osoite, josta tähän saa yhteyden:

[valmistajan antama tieto]

6. Rakennustuotteen suoritusasteen pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä(t) liitteen V mukaisesti:

[tuotetta koskevan yhdenmukaistetun standardin liitteen ZA taulukon ZA.2 viimeisestä sarakkeesta otettu tieto]

7. Kun kyse on yhdenmukaistetun standardin piiriin kuuluvan rakennustuotteen suoritusasteilmoituksesta:

[ilmoitetun laitoksen nimi ja numero, jos tuote kuuluu AVCP-luokkaan 1+, 1, 2+ tai 3]

suoritti [tuotetta koskevan yhdenmukaistetun standardin liitteen ZA kappaleesta ZA.2.2 otettu kuvaus ilmoitetun laitoksen suorittamista tuotteen AVCP-luokan mukaisista tehtävistä, joiden on vastattava rakennustuoteasetuksen liitteessä V esitettyjä kolmannen osapuolen tehtävien kuvauksia]

järjestelmän [tuotetta koskevan yhdenmukaistetun standardin liitteen ZA taulukon ZA.2 viimeisestä sarakkeesta otettu tieto] mukaisesti

ja antoi [sertifikaatin tuotteen suoritusasteojen pysyvyydestä, tuotannon sisäisen laadunvalvonnan vaatimustenmukaisuustodistuksen, testi/laskentaraaportit – valitaan tieto tarpeen mukaan]

8. Kun kyse on suoritusasteilmoituksesta, joka koskee rakennustuotetta, josta on annettu eurooppalainen tekninen arviointi:

[teknisestä arvioinnista vastaavan laitoksen nimi ja numero tarvittaessa]

antoi [eurooppalaisen teknisen arvioinnin viitenumero]

joka perustuu [eurooppalaisen arviointiasiakirjan viitenumero]

suoritti [rakennustuoteasetuksen liitteessä V esitettyjen kolmannen osapuolen tehtävien kuvaus tuotteen AVCP-luokan mukaisesti]

järjestelmän [tuotetta koskevasta eurooppalaisesta teknisestä arvioinnista otettu tieto] mukaisesti

ja antoi [sertifikaatin suoritusasteojen pysyvyydestä, tuotannon sisäisen laadunvalvonnan vaatimusten mukaisuustodistuksen, testi/laskentaratportit – valitaan tieto tarpeen mukaan]

9. Ilmoitetut suoritusastot

Perusominaisuudet (ks. huomautus 1)	Suoritusasto (ks. huomautus 2)	Yhdenmukaistetut tekniset eritelmat (ks. huomautus 3)

Taulukkoa koskeva huomautus:

1. Sarake 1 sisältää luettelon perusominaisuuksista, siten kuin ne määritetään yhtä tai useampaa edellä 3 kohdassa ilmoitettua käyttötarkoitusta koskevissa kyseisissä yhdenmukaistetuissa teknisissä eritelmissä; [tämä tieto otetaan tuotetta koskevan yhdenmukaistetun standardin liitteen ZA kappaleen ZA.1 taulukosta/taulukoidista. Täydellinen lista perusominaisuuksista on esitettävä samassa järjestyksessä ja sanamuodossa kuin taulukossa ZA.1]
2. Sarake 2 sisältää kutakin sarakkeessa 1 luetteloitua 6 artiklan vaatimukset täyttävää perusominaisuutta kohden ilmoitetun suoritusasteon, ilmaistuna tasoittain, luokittain tai kuvauksittain, joka liittyy vastaavaan perusominaisuuteen. [tämä tieto otetaan tuotetta koskevan yhdenmukaistetun standardin liitteen ZA kappaleen ZA.1 taulukon/taulukoiden viimeisestä sarakkeesta]. Sarakkeeseen merkitään lyhenne "NPD" (No Performance Determined, suoritusastea ei ole määritelty), kun suoritusastea ei ilmoiteta;
3. Sarake 3 sisältää kutakin sarakkeessa 1 luetteloitua perusominaisuutta kohden:
 - a) vastaavan yhdenmukaistetun standardin päivätyn viitteen ja tarvittaessa käytetyn teknisen erityisasiakirjan tai asianmukaisen teknisen asiakirjan viitenumeron;
 - tai
 - b) vastaavan eurooppalaisen arviointiasiakirjan päivätyn viitteen, mikäli se on saatavilla, ja käytetyn eurooppalaisen teknisen arvioinnin viitenumeron. Perusominaisuudet (ks. huomautus 1)

Vaatimukset, jotka tuote täyttää, kun teknistä erityisasiakirjaa on käytetty 37 ja 38 artiklan nojalla: [Tämä tieto jätetään pois suoritusasteoilmoituksesta, kun valmistaja ei ole käyttänyt artiklan 37 tai 38 mukaisia yksinkertaisettuja menettelyjä tai kun tuote ei ole yksilöllisesti tai erityisesti tilattu erityistilauksen perusteella ja jonka valmistaja itse asentaa rakennuskohteeseen]

10. Edellä 1 ja 2 kohdassa yksilöidyn tuotteen suoritusastot ovat 9 kohdassa ilmoitettujen suoritusasteojen mukaiset. Tämä suoritusasteoilmoitus on annettu 4 kohdassa ilmoitetun valmistajan yksinomaisella vastuulla:

Valmistajan puolesta allekirjoittanut:

.....
(nimi, tehtävä)

.....
(paikka ja päivämäärä)

.....
(allekirjoitus)

LIITE 3: ESIMERKKI PROJEKTIN TOIMITUSKETJUSTA

