



# TERÄS- JA ALUMIINIRAKENTEI- DEN TOTEUTUSSTANDARDI 1090-2

- Yhteenveto ja ohjeistus rakennesuunnitteluun

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Santeri Halinen			
Työn nimi Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutusstandardi 1090-2 yhteenveto ja ohjeistus rakennesuunnitteluun			
Päiväys	19.3.2015	Sivumäärä/Liitteet	30
Ohjaaja(t) lehtori, Harry Dunkel ja lehtori Ville Kuusela			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Wise Group Finland Oy			
Tiivistelmä  <p>Tämän opinnäytetyön kehittämistehtävän tavoitteena oli laatia yhteenveto ja ohjeistus rakennesuunnitteluun teräs- ja alumiinirakenteiden toteutusstandardista EN 1090-2 + A1. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Wise Group Finland Oy.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin teräs- ja alumiinirakenteiden toteutusstandardi EN 1090-2 + A1:een, ja siihen liittyviin kansallisiin liitteisiin. Tavoitteena oli poimia toteutustandardin sisällöstä kaikki rakennesuunnitteluun liittyvät asiat. Lisäksi keskeinen osa opinnäytetyötä oli Wise Group Finland Oy:n oma teräsrakenteiden toteutuseritelmäpohja, jonka eri vaiheista tehtiin vuokaavio.</p> <p>Lopputuloksena tehty ohje auttaa selventämään teräsrakennehankkeen toteutuseritelmän laadintaa. Ohje helpottaa kaikkia teräsrakenteiden toteutukseen osallistuvia toimihenkilöitä.</p>			
Avainsanat rakennesuunnittelu, teräsrakenteet			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Santeri Halinen			
Title of Thesis Execution of steel structures and aluminium structures. Part 2: Technical requirements for steel structures. Summary and guidance for structural designing			
Date	19 March 2015	Pages/Appendices	30
Supervisor(s) Mr Harry Dunkel, Lecturer and Mr Ville Kuusela, Lecturer			
Client Organisation /Partners Wise Group Finland Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to make a summary of the execution of steel and aluminium structures standard EN 1090-2, and to formulate instructions for structural designing. The work was commissioned by Wise Group Finland Oy.</p> <p>An important part of the thesis was to familiarize oneself with the execution of steel and aluminium structures standard EN 1090-2 and with the related national supplementary material. The aim was to select all issues related to structural designing from the content of the execution standard. In addition, Wise Group Oy Finland's own execution classification form for steel structures constituted a central part of the thesis, and a flow chart was created from its different phases.</p> <p>As a result, instructions were made in order to clarify the drawing up of the execution classification for steel structures. The instructions will benefit all people involved in steel construction projects.</p>			
Keywords execution classification, execution class			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Tausta ja tavoitteet.....	5
1.2	Termit ja määritelmät.....	5
2	ERITELMÄT JA ASIAKIRJAT .....	7
2.1	Teräsrakenteiden toteutuseritelmä .....	7
2.2	Toteuttajan asiakirjat .....	7
2.3	CE-merkintä .....	8
2.4	Käytettävät tuotteet .....	9
3	TERÄSKOKKOONPANON TOTEUTUS.....	10
3.1	Toteutusluokat .....	10
3.2	Hitsaus .....	14
3.3	Mekaaninen kiinnitys .....	14
3.4	Asentaminen .....	16
3.5	Pintakäsittely .....	17
3.6	Geometriset toleranssit.....	21
3.7	Testaus, tarkastaminen ja korjaus .....	22
4	YHTEENVETO.....	24
4.1	Opinnäytetyön yhteenveto.....	24
4.2	Toteutuseritelmän yhteenveto.....	25
5	LÄHTEET .....	26

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Tausta ja tavoitteet

Varsinaiset eurokoodit tulivat käyttöön vuonna 2007, jonka jälkeen Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä on alettu kumota uusilla eurokoodeilla. Tätä ennen käytettiin ns. esistandardeja rinnakkain Suomen rakentamismääräyskokoelman kanssa. Eurokoodit ovat kantavien rakenteiden suunnittelua koskevia standardeja, joiden soveltamiseen voidaan käyttää eri maiden kansallisia liitteitä. Eurokoodeissa määritellään kokonaisvarmuuden määrittämisperiaatteet, kuormat, onnettomuus-, lämpö- ja nosturikuomitukset sekä ohjeet eri rakennusmateriaaleille. (Ympäristöministeriö, 2014.)

Ympäristöministeriön asetukset kantavista rakenteista astuivat voimaan 1.9.2014. Tuolloin kumottiin kantavien rakenteiden suunnittelua koskevat rakentamismääräyskokoelman B-osa. Asetusten mukaan kantavia rakenteita koskevat tekniset vaatimukset toteutuvat, kun rakenteet toteutetaan ja suunnitellaan eurokoodien sekä kansallisten liitteiden mukaan. Muidenkin suunnitteluohjeiden soveltaminen on mahdollista, mikäli suunniteltu rakenne täyttää eurokoodien mukaiset olennaiset tekniset vaatimukset, joita ovat käyttöikä, käyttökelpoisuus, lujuus ja vakaus. (Ympäristöministeriö, 2014.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä voimaan astuneen teräsrakennestandardin EN 1090-2 + A1 yhteenveto ja ohjeistus rakennesuunnittelijoille, jotka ovat tekemisissä teräsrakenteiden kanssa. Tavoitteena on selvittää standardista keskeisimmät asiat rakennesuunnittelun kannalta. Standardin soveltamisala, eli mille rakenneterästuotteille standardia voidaan käyttää, löytyy standardin sivulta 7.

### 1.2 Termit ja määritelmät

Tässä opinnäytetyössä käytetään seuraavia termejä ja määritelmiä:

**Rakennuskohde:** Rakennukset sekä maa- ja vesirakennuskohteet. Se viittaa valmiiseen rakenteeseen ja sisältää rakenteelliset sekä ei-rakenteelliset osat

**Rakennustyöt:** rakennuskohteen rakenteelliset teräsrakennetyöt

**Rakenteellinen terästyö:** Rakennuskohteessa käytettävät teräsrakenteet tai valmistetut teräskokoonpanot

**Toteuttaja:** Henkilö tai organisaatio, joka toteuttaa rakennustöitä

**Valmistus:** Kaikki toimenpiteet, joita tarvitaan kokoonpanon tuottamiseen ja toimittamiseen. Tilanteen mukaan tähän kuuluvat esim. hankinnat, esivalmistus ja kokoaminen, hitsaaminen, mekaaninen kiinnittäminen, kuljetus, pintakäsittely sekä tarkastus ja dokumentointi

**Toteutus:** Kaikki toiminnot, jotka tarvitaan rakennustyön fyysiseen toteuttamiseen, ts. hankinnat, konepajavalmistus, hitsaaminen, mekaaninen kiinnittäminen, kuljetus, asennus, pintakäsittely sekä tarkastus ja dokumentointi

**Toteutuseritelmä:** Asiakirjat, jotka sisältävät tietyn teräsrakenteen tekniset tiedot ja vaatimukset

**Toteutusluokka:** Luokiteltu kokoelma toteutukselle eriteltyjä vaatimuksia, jotka voivat koskea koko rakennustyötä, yksittäistä kokoonpanoa tai kokoonpanon yksityiskohtaa

**Käyttöluokka:** Luokka, joka kuvaa kokoonpanon käyttöolosuhteita

**Tuotantoluokka:** Luokka, joka kuvaa kokoonpanon toteutuksessa käytettäviä menetelmiä

**Käytettävät tuotteet:** Kokoonpanon valmistukseen käytettävät aineet tai tarvikkeet, jotka jäävät kokoonpanon osaksi, esim. rakenneterästuote, ruostumaton terästuote, mekaaninen kiinnitin ja hitsausaine

**Kokoonpano:** Teräsrakenteen osa, joka voi koostua useista pienemmistä osakokoonpanoista

## 2 ERITELMÄT JA ASIAKIRJAT

### 2.1 Teräsrakenteiden toteutuseritelmä

Teräsrakenteen toteuttamiseen tarvitaan aina toteutuseritelmä. Toteutuseritelmä sisältää tietyn teräsrakenteen tekniset tiedot, rakennuskohteen tiedot ja listan vaadittavista asiakirjoista. Suunnittelija vastaa toteutuseritelmän laatimisesta. Teräskokoonpanon valmistus voidaan aloittaa vasta toteutuseritelmän laatimisen ja hyväksymisen jälkeen (Teknologiateollisuus ry, 13.) Teräsrakennetta koskevien tarvittavien tietojen ja toteutusta koskevien vaatimusten tulee olla sovittuna ja valmiina ennen kyseisen rakennustyön osan toteutuksen käynnistämistä. Menettelytavat on sovittava etukäteen jos aiemmin sovitusta toteutuseritelmästä poiketaan. Toteutuseritelmässä käsitellään seuraavia asioita tarpeen mukaan (SFS EN 1090 + A1, 18):

- a) Standardin SFS EN 1090-2 + A1 liitteen A.1 mukaiset lisätiedot
- b) Standardin SFS EN 1090-2 + A1 liitteen A.2 mukaisia vaihtoehtoja koskevat valinnat
- c) Toteutusluokat, ks. 3.1
- d) Rakennustöiden turvallisuutta koskevat teknilliset vaatimukset, ks. 3.4
- e) Toleranssiluokat, ks. 3.6
- f) Esikäsittelyasteet

### 2.2 Toteuttajan asiakirjat

#### **Laatuasiakirjat**

Laatuasiakirjoilla varmistetaan toteutettavan teräsrakenteen laatu. Rakenteen toteutusluokka määrittelee laatuasiakirjojen sisällön. Asiakirjat tulee olla laadittuna ennen kuin toteutus voidaan aloittaa. Seuraavat asiat tulee merkitä asiakirjoihin toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4:

- a) organisaatiokaavio ja toteutuksesta vastaavat henkilöt
- b) noudatettavat menettelytavat, menetelmät ja työohjeet
- c) työtä koskeva tarkastussuunnitelma
- d) menettelytavat muutosten käsittelyyn
- e) menettelytavat poikkeavuuksien käsittelyyn, toimilupapyyntöihin ja laatukiistojen käsittelyyn
- f) ennalta määritetyt kontrollipisteet (hold-point) ja vaatimukset tarkastusten ja testausten suorittamisen varmentamiseen, ja niihin liittyvät luoksepäästävyttä koskevat vaatimukset.

Valmiiksi tehdyistä rakenteista laaditaan asiakirjat tallenteiksi, jotka osoittavat, että toteutus on suoritettu toteutuseritelmän mukaisesti. Asennustöiden työturvallisuudesta vastaa toteuttaja, ellei toisin ole sovittu. (SFS EN 1090 + A1, 19.)

### **Laatusuunnitelma**

Toteutuseritelmissä tulee esittää mahdollinen laatusuunnitelma rakennustöiden toteuttamisesta. Terästuotteen tai kokoonpanon toimittajan tulee toimittaa laatusuunnitelma tilaajalle kolme viikkoa ennen valmistuksen aloittamista. Laatusuunnitelma on määritelty standardissa EN ISO 9000. Laatusuunnitelma sisältää yleisen laadunhallinnan dokumentaation, jossa tulee esittää seuraavat asiat: 1) Katselmointi, jossa käsitellään esitettyjä vaatimuksia verraten prosessin suorituskykyyn, 2) Projektin eri vaiheiden työtehtävät sekä niiden jakaminen ja valtuutukset, ja 3) Vastuun kohdentaminen jokaiselle tarkastustehtävälle, sekä tarkastusperiaatteet. Ennen teräsrakenteen toteuttamista vaadittavien laatuasiakirjojen tulee näkyä laatusuunnitelmassa. Standardin SFS-EN 1090-2 + A1 liitteessä C on esitetty opastava tarkistuslista laatusuunnitelman tarkistamista varten. (SFS EN 1090 + A1, 20.)

### 2.3 CE-merkintä

Teräsrakenteissa pakollinen CE-merkintä astui voimaan 1.7.2014. Teräsrakenteen valmistajalla eli toteuttajalla tulee olla pätevyys valmistaa CE-merkinnän alaisia teräsrakenteita. Pätevyyksien omaava toimija on myös oikeutettu CE-merkin käyttöön. Rakennustuotteiden hankinnassa tulee varmistaa, että hankittavat tuotteet soveltuvat rakennuskohteeseen suunnitelmien, sekä Suomen rakentamismääräysten mukaisesti. CE-merkintä ei suoraan takaa soveltuvuutta aiottuun käyttötarkoitukseen. CE-merkinnän käyttäminen auttaa tuotteiden vertailussa, sillä merkintä sisältää tuotteen ominaisuuksia. (Teknologiateollisuus ry, 10.)



## 2.4 Käytettävät tuotteet

Kantavissa teräsrakenteissa käytettävien tuotteiden tuotestandardit on listattu taulukoissa 1 ja 2. Taulukoissa näkyy kunkin rakenneterästuotteen tuotestandardi. Suunnittelijan tulee merkitä käytettävien tuotteiden tuotestandardit rakennepiirustuksiin. Standardoitut tuotteet ovat samantasoisia keskenään valmistajasta riippumatta.

Taulukko 1 rakenneterästen tuotestandardit (SFS EN 1090 + A1, 22)

I- ja H-profiilit	EN 10025-1
Kuumavalssatut viistolaippaiset I-profiilit	EN 10025-2
U-teräkset	EN 10025-3
Tasakylkiset ja ei-tasakylkiset kulmateräkset	EN 10025-4
T-profiilit	EN 10025-5
Levyt, latat ja leveät latat	EN 10025-6
Tangot ja sauvat	Tuotteen mukaan
Kuumamuovatut rakenneputket	EN 10210-1
Kylmämuovatut rakenneputket	EN 10219-1

Taulukko 2 ruostumattomien terästen tuotestandardit (SFS EN 1090 + A1, 23)

Ohutlevyt, levyt ja nauhat	EN 10088-2
Putket (hitsatut)	EN 10296-2
Putket (saumattomat)	EN 10297-2
Tangot, sauvat ja profiilit	EN 10088-3

### 3 TERÄSKOKOONPANON TOTEUTUS

#### 3.1 Toteutusluokat

Tässä kappaleessa esitetään ohjeita toteutettavan teräsrakenteen toteutusluokan valintaan. Teräsrakenteille voidaan esittää neljä eri toteutusluokkaa EXC1, EXC2, EXC3 ja EXC4 siten, että vaatimukset suurentuvat siirryttäessä toteutusluokasta EXC1 toteutusluokkaan EXC4. Toteutusluokka voi vaihdella kokoonpanon sisällä, ja yksittäiselle rakenteelle voidaan esittää myös useita eri toteutusluokkia. Yksityiskohdalle esitetään yleensä vain yksi toteutusluokka. Jos suunnittelija ei ilmoita mitään toteutusluokkaa, käytetään toteutusluokkaa EXC2. (SFS EN 1090 + A1, 19.) Toteutusluokkiin liittyvät vaatimukset on esitetty liitteessä A.3. Toteutusluokan valinta on perusedellytys standardin EN 1090-2 + A1 käytölle. Toteutusluokan määrittäminen tehdään suunnitteluvaiheessa, jolloin suunnittelun ja toteutuksen ominaispiirteet arvioidaan ja toteutusta koskevat vaatimukset esitetään toteutuseritelmässä. (SFS EN 1090 + A1, 102.)

Rakenteille on esitetty seuraamusluokat standardin EN 1990 kansallisessa liitteessä, jossa on myös ohjeet seuraamusluokan valintaa varten. Seuraamusluokat on jaettu kolmeen eri tasoon, joita ovat CC1, CC2 ja CC3. Seuraamusluokka voi vaihdella rakenteen sisällä yksittäisten osien kesken. (EN 1090 + A1, 102.) Seuraamusluokan määrittämisessä käytetään taulukkoa 3. Ensimmäisessä pystysarakkeessa on seuraamusluokka, toisessa kuvaus ja kolmannessa esimerkki seuraamusluokan rakenteelle.

Taulukko 3 seuraamusluokan määrittäminen (SFS-EN1990-YM, 6)

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä
<b>CC3</b>	Suuret seuraamukset hengenmenetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennuksen kantava runko <sup>1)</sup> jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein suuri joukko ihmisiä, kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>– yli 8-kerroksiset<sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset</li> <li>– konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot</li> <li>– raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset</li> <li>– erikoisrakenteet kuten esim. suuret mastot ja tornit</li> <li>– Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet hienorakeisten maalajien alueilla siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä</li> </ul>
<b>CC2</b>	Keskisuuret seuraamukset hengenmenetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät ole luokissa CC3 tai CC1
<b>CC1</b>	Vähäiset seuraamukset hengenmenetysten tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot <ul style="list-style-type: none"> <li>– matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja</li> <li>– ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne</li> <li>– sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilmanpaine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana</li> <li>– standardin SFS-EN 1993-1-3 rakenneluokkien II ja III muotolevyrakenteet</li> <li>– standardin SFS-EN 1993-1-3 rakenneluokan I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pintaa vasten kohtisuorille kuormille<sup>3)</sup></li> </ul>

<sup>1)</sup> Ylä- ja välipohjat kuuluvat luokkaan CC2, elleivät ne toimi koko rakennusta jäykistävänä rakenteena. Rakennuksen koostuessa erilaisista toisistaan riippumattomista rakennusosista

<sup>2)</sup> Kellarikerrokset mukaan luettetuina.

<sup>3)</sup> Ei koske kuormituksia, jotka syntyvät, kun muotolevyrakenteita käytetään siirtämään levytason suuntaisia leikkausvoimia (levyvaikutuksen hyväksikäyttö) tai normaalivoimia.

Toteutusluokan valinnassa tulee ottaa huomioon mahdolliset riskitekijät. Tässä kohtaa riskitekijöillä tarkoitetaan rakenteen käyttöön ja toteutukseen liittyviä seikkoja. Käyttötekijät aiheutuvat rakenteeseen sen asennuksen ja käytön aikana. Mahdolliset käyttötekijät johtuvat todennäköisesti epätasaisesti jakautuneista kuormista, jotka aiheuttavat rakenteeseen epätasaisia jännitystasoja suhteessa rakenteen kestävyuteen. Tuotantotekijät aiheutuvat rakenteen monimutkaisuudesta, esimerkiksi tiettyjen menetelmien, tekniikoiden tai tarkastusten käytöstä. Käyttöluokat ja toteutusluokat on otettu käyttöön eritasoisten riskitekijöiden huomioon ottamiseksi. (EN 1090 + A1, 102.) Luokat voidaan määrittää taulukoista 4 ja 5. Käyttö- sekä tuotantoluokat voivat vaihdella rakenteessa yksittäisten osien kesken.

Taulukko 4 Käyttöluokille suositeltavat ehdot (SFS EN 1090 + A1, 103)

Luokat	Suositeltavat ehdot
<b>SC1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin staattisille kuormille, esimerkiksi rakennukset</li> <li>- Rakenteet, kokoonpanot ja kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille matalan seismisen aktiviteetin perusteella ja luokassa DCL*</li> <li>- Rakenteet, jotka suunnitellaan nostureista aiheutuville väsytytkuormille (luokka <math>S_0</math>)**</li> </ul>
<b>SC2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytytkuormille. Esimerkiksi: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat <math>S_1...S_9</math>)**. Rakenteet, jotka ovat alttiita tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille</li> <li>- Rakenteet, kokoonpanot ja kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin perusteella ja luokissa DCM* ja DCH*</li> </ul>

\* DCL, DCM, DCH: standardin EN 1998-1 mukaisia sitkeysluokkia.

\*\* Ks. nostureista aiheutuvien väsytytkuormitusten luokittelu standardeissa EN 1991-3 ja EN 13001-1.

Taulukko 5 Tuotantoluokille suositeltavat ehdot (SFS EN 1090 + A1, 103)

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

Toteutusluokka voidaan määrittää kolmivaiheisen menettelyn avulla. Ensimmäisenä valitaan sortumisesta tai vaurioitumisesta aiheutuvien inhimillisten, ympäristöllisten tai taloudellisten seuraamusten perusteella ilmaistu seuraamusluokka (ks. standardi EN 1990). Toisena valitaan käyttö- ja tuotantoluokka taulukoista 4 ja 5. Viimeisenä katsotaan lopullinen toteutusluokka määrittämällä se taulukosta 6 kahden edellisen tuloksen perusteella. Toteutusluokan valintaan vaikuttavat sekä suunnittelija että rakennuskohteen omistaja, mutta tarpeen mukaan asiasta tulee neuvotella myös projektipäällikön ja toteuttajan kanssa. (SFS EN 1090 + A1, 103.)

Taulukko 6 toteutusluokan määrittämiseen (SFS EN 1090 + A1, 104)

Seuraamusluokat		CC1		CC2		CC3	
Käyttöluokat		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Tuotantoluokat	PC1	<b>EXC1</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC3</b>	<b>EXC3<sup>a</sup></b>	<b>EXC3<sup>a</sup></b>
	PC2	<b>EXC2</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC3</b>	<b>EXC3<sup>a</sup></b>	<b>EXC4</b>

<sup>a</sup> EXC4 valitaan silloin kuin kyseessä on erityisrakenne tai rakenne, joiden vauriosta voi aiheutua äärimmäisiä seuraamuksia.

EXC1 toteutusluokan rakenteita ovat esimerkiksi kaiteet ja potkulevyt. Yleisesti voidaan sanoa, että kaikki kantavat teräsrakenteet kuuluvat toteutusluokkaan EXC2, paitsi voimalaitoksissa olevat kattilan kannatusrakenteet, jotka kuuluvat luokkaan EXC3.

### 3.2 Hitsaus

Teräsrakenteet sekä kokoonpanot hitsataan konepajoilla. Osa hitseistä saatetaan kuitenkin joutua suorittamaan työmaalla, mikäli asennussuunnitelmassa valittu asennusjärjestys näin vaatii. Kokoonpanon kiinnittäminen esimerkiksi perustuksiin tapahtuu hitsaamalla tai mekaanisella kiinnittämisellä – eli pulttiliitoksella. Työmaalla tapahtuvien hitsattavien liitosten rakenteet tulee suunnitella siten, että hitsaaja pääsee helposti käsiksi liitoksiin. Myös hitsausten tarkastuksen kannalta luokse päästävyys on otettava huomioon. Käytettävät hitsausaineet tulee olla säilytetty valmistajan ohjeiden mukaisesti. (SFS EN 1090 + A1, 48.)

Hitsattavalle teräслиitokselle tulee tehdä esikuumennus, mikäli teräksen lämpötila on alle 5 °C ja lujuusluokka on yli S355. On suositeltavaa tehdä esikuumennus myös muille lujuusluokille, jos lämpötila laskee alle 5 °C. Teräsrakenteen tai kokoonpanon asennusmenetelmä saattaa vaatia tilapäisillä hitseillä kiinnitettyjen osien käyttöä. Tilapäisiä kiinnityksiä voidaan tarvita esimerkiksi asennusaikaiseen tuentaan. Hitsit tulee sijoittaa siten, että ne voidaan helposti purkaa, ilman että asennettu teräsrakenne vahingoittuu. Kaikki tilapäiset hitsit tulee tehdä hyväksytyjen hitsausmenetelmien mukaisesti. Mikäli rakenteessa on alueita, joille ei saa tehdä tilapäisiä hitsejä, tulee ne ilmoittaa toteutuseritelmässä. Toteutusluokkien EXC3 ja EXC4 tilapäiset hitsit tulee ilmoittaa toteutuseritelmässä. Poistetusta tilapäisestä hitsistä jäävä jälki perusaineen pintaan tulee hioa sileäksi. Tilapäisten hitsien poistamisen jälkeen on tarkistettava, että perusaineen pinnalle ei ole muodostunut säröjä. Kun teräслиitos tapahtuu pienahitsillä, ilmaistaan se joko hitsin a-mittana ja/tai kyljen leveytenä. Terästuotteiden jatkoksissa käytettävien päittäishitsien sijainnit tulee ilmoittaa toteutuseritelmässä. Päittäishitsi lopetetaan siten, että palko on yhtenäinen. Päittäishitsien syvyudet ilmoitetaan toteutuseritelmässä. (SFS EN 1090 + A1, 48–49.) Standardin EN 1090-2 + A1 liitteessä E on esitetty opastavia rakenneputkien hitsausliitoksia.

### 3.3 Mekaaninen kiinnitys

Tässä kohdassa käsitellään työmaalla tapahtuvaa mekaanista kiinnittämistä. Teräskokoonpanon tai tuotteiden kiinnitys työmaalla tapahtuu usein esimerkiksi ruuvikokoonpanoilla. Ruuvikokoonpanolla tarkoitetaan ruuvia ja mutteria sekä tarvittaessa aluslaattaa tai laattoja. Liittimet, kiinnittimet ja tiivistävät aluslaatat tulee olla korroosiokestävyydeltään samaa luokkaa kuin kokoonpano. Lujina esijännitettynä ruuvikokoonpanoina voidaan pitää HR- ja HV-järjestelmät sekä HRC-ruuvit (EN 1090 + A1, 26). Puristusta suoraan ilmaisevia aluslaattoja ei saa asentaa säänkestävien tai ruostumattomien terästen kanssa. Perustusruu-

veina voidaan käyttää raudoitusteräksiä, jos niin on ilmoitettu. Kun kokoonpano kiinnitetään perustuksiin, tulee perustusruuvien sekä muiden kosketuksissa olevien teräsosien olla korroosiokestäviä betonin sisällä vähintään 50 mm:n matkalta. (SFS EN 1090 + A1, 75.) Mikäli kiinnittämiseen käytetään apuna lukkomuttereita tai muita lukitusvälineitä, jotka estävät ruuvikokoonpanojen löystymisen, tulee se ilmoittaa toteutuseritelmässä (SFS EN 1090 + A1, 27).

Standardin EN 1090-2 kohdassa 5.8 kerrotaan mekaanisessa kiinnittämisessä käytettävät juotoslaastit. Käytettävät juotoslaastit ovat sementtipohjaisia juotoslaasteja, erikoisjuotoslaasteja tai hienokiviaineksista betonia. Betoniperustuksen ja teräsosan tukipinnan välissä käytettävä sementtipohjainen juotoslaasti tulee olla puhdasta Portland-sementtiä, jos pohjalevyn ja perustuksen välin nimellispaksuus on alle 25 mm. Kun nimellispaksuus on välillä 25...50 mm, käytetään juoksevaa Portland-sementtipohjaista laastia, jossa sementin ja hienon kiviaineksen suhde on vähintään 1:1. Nimellispaksuuden ylittäessä 50 mm käytetään mahdollisimman jäykkää eli kuivaa Portland-sementtipohjaista laastia, jossa hienon kiviaineksen ja sementin suhde on vähintään 1:2. Juotoslaasteina käytettävät materiaalit tulee määrittellä ja ilmoittaa toteutuseritelmässä. Lisäaineita sisältäviä juotoslaasteja kutsutaan erikoisjuotoslaasteiksi. Näitä ovat esimerkiksi paisuvat juotoslaastit sekä hartsipitoiset juotoslaastit. Pienirakeista betonia voidaan käyttää vain, jos raon nimellispaksuus on vähintään 50 mm. (SFS EN 1090 + A1, 29.)

### 3.4 Asentaminen

Työmaalla tapahtuvassa teräsrakenteiden asennuksessa tulee ottaa huomioon työturvallisuusasiat, mahdollisten tukien asennus sekä pohjalevyjen juotosvalut. Työmaalla tapahtuva esivalmistus, hitsaus, mekaaninen kiinnittäminen ja pintakäsittely tehdään kohtien 3.2, 3.3 ja 3.5 mukaisesti. Kaikki työmaalla tapahtuva rakenteiden asennus tarkastetaan, korjataan ja hyväksytään kohdan 3.7 mukaisesti. Rakennesuunnittelussa tulee tarpeen mukaan ottaa huomioon seuraavat asiat:

- a) rakenteiden asennuksessa käytettävien tukien mahdollinen painuminen
- b) työmaalle toimitettavien teräskokoonpanojen mitta- ja painorajoitukset
- c) asennustöiden vaikutus lähellä oleviin rakenteisiin
- d) teräsrakenteille sallittavat rakennusaikaiset kuormat
- e) työmaalla tapahtuvien kiinnitysten sijainnit ja tyypit
- f) asennusjärjestys sekä osien sijainnit
- g) perustuskiinnitysten ja juotosvalujen ajoitus ja säätötapa
- h) mahdollisia tukia ja tunkkauksia koskevat ehdot ja suorituskohdat
- i) osittain asennetun rakenteen mahdolliset muodonmuutokset
- j) yksityiskohtaiset ohjeet tilapäisistä rakenteista, tuennoista ja niiden kiinnittimistä pysyviin rakenteisiin kuten myös niiden poistamista koskevat ohjeet.

Teräsrakenteen asennus tulee toteuttaa asennusmenetelmän mukaisen asennussuunnitelman perusteella. Asennussuunnitelmaa laatiessa tulee suunnittelijan erityisesti ottaa huomioon osittain asennetun rakenteen kestävyys ja stabiilius asennuksesta aiheutuville ja muille kuormille. Toteuttajan omaa asennussuunnitelmaa voidaan käyttää, mikäli se on todettu turvalliseksi. Asennussuunnitelma sisältää teräsrakenteen turvallisessa asentamisessa käytettävät menetelmät. Menetelmiin tulee myös liittää työohjeet tai asennuspiirustukset. Betoni-teräs liittorakenteiden asennuksessa tulee ottaa huomioon betonointijärjestys, esijännitys, teräksen ja tuoreen betonin välinen lämpötilaero, mahdollinen tunkkaus ja tuennat. (SFS EN 1090 + A1, 65–67.)

Toteuttajan tulee hankkia asennussuunnitelman lisäksi asennuspiirustukset tai riittävät työohjeet rakenteen asennusta varten. Piirustuksen sisältöön kuuluvat pohjapiirustukset ja leikkaukset sellaisessa mittakaavassa, jossa kokoonpanojen asennusmerkit näkyvät selkeästi. Piirustuksissa tulee ilmoittaa mittalinjojen sijainnit, tukien paikat ja kokoonpanojen koostuminen toleranssivaatimusten sallimalla tavalla. Toteutettavan teräsrakenteen lähtöpisteen sijainti ja suunta tulee näkyä perustuspiirustuksissa. Perustuksiin luetaan pilarin pohjan tuet ja muut rakenteelliset tuennat. Perustuspiirustuksissa ilmoitetaan kaikki suoraan perustusten kanssa kosketuksissa olevat kokoonpanot, sekä niiden sijainnit ja korkeusasetat. Piirustuksissa tulee ilmoittaa myös tukipinnan tavoite korko, johon kokoonpano tu-



keutuu, sekä vertailutaso. Leikkauspiirustuksissa ilmoitetaan suunnitellut rakenteiden korkeustasot. (SFS EN 1090 + A1, 67–70.)

Mikäli teräsrakenne sisältää mekaanisia kiinnittimiä, täytelevyjä, juotosvaluja, laakereita tai muita yksityiskohtaisia osia, tulee niistä olla tarvittavat piirustukset. Kaikki tilapäiset tuennat, sekä niitä koskevat asennukseen liittyvät turvallisuusjärjestelyt tulee ilmoittaa. Kaikkien suurten epäsäännöllisten sekä yli 5 tonnia paivavien kokoonpanojen painopiste tulee ilmoittaa piirustuksissa. Työmaalla koottavat tai asennettavat kokoonpanot tulee merkitä asennusmerkinnällä, joka tulee sijoittaa siten, että se jää näkyviin varastoitaessa sekä asennuksen jälkeen. Kokoonpanojen asennussuunnat tulee merkitä, mikäli ne eivät ole itsestään selviä muodon perusteella. (SFS EN 1090 + A1, 67–70.)

Teräksisten muotolevyrakenteiden asennusta varten tarvitaan piirustukset, joissa tulee ilmoittaa vähintään

- a) käytettävien levyjen mitat, tyyppi, materiaali ja merkintä
- b) kiinnittimien tyyppi, kiinnitintyyppien asennusta koskevat erityisohjeet ja levyjen kiinnitysjärjestys
- c) levyjen rakennejärjestelmä, liikuntasaumot, päittäisjatkosten ja sivulimitysten liitokset
- d) työmaalla tapahtuvaan valmistukseen liittyvät vaatimukset
- e) kaikkien rakennuspaikalla tapahtuvien jatkosten paikat
- f) aukot ja mahdolliset reunukset
- g) jalustat ja mahdolliset kiinnikkeet esim. putkia ja johdinkanavia varten
- h) sallittu asennuksen aikainen kuormitettavuus.

### 3.5 Pintakäsittely

Tässä kohdassa esitetään vaatimukset, joita tulee noudattaa, kun teräspintoja pinnoitetaan maalilla tai jollain muulla vastaavalla tuotteella. Samoja vaatimuksia noudatetaan myös hitsatuille sekä työstetyille pinnoille. Mikäli käytettävän pinnoitejärjestelmän vaatimukset ovat erilaiset, tulee sen vaatimukset esittää erikseen. Jos pintakäsittelyltä vaaditaan sekä palonsuojausta että korroosionestoa, tulee niiden yhteensopivuus tarkastaa, sillä palonsuojausta ei yleensä käytetä hyväksi korroosioneston osana. Maalaus voi olla myös vaadittu esteettisistä syistä, jolloin noudatetaan taulukkoa 5 yhdessä korroosioneston vaatimusten kanssa. Korroosionestoa ei tarvita, mikäli rakennetta tullaan käyttämään vain lyhyen aikaa (alle yksi vuosi), tai jos sitä käytetään ympäristössä, jonka syövyttävyyys on vähäistä. Tällaiseen ympäristöön kuuluvat rasisluokassa C1 olevat rakenteet sekä esteettisistä syistä maalatut rakenteet. Ilmastorasitusluokat on määritelty taulukossa 8. Korroosiovara voidaan ottaa huomioon rakenteen mitoituksessa, jolloin sitä ei tarvitse enää pintakäsittelä korroosiota varten. (SFS EN 1090 + A1, 72)

Korroosionestojärjestelmistä saa lisätietoa viitestandardeista, joita ovat

- a) maalattaville pinnoille EN ISO 12944
- b) metallipinnoitteilla kuumaruiskutettaville pinnoille EN 14616 ja EN 15311
- c) sinkittäville pinnoille EN ISO 1461, EN ISO 14713-1 ja EN ISO 14713-2.

Vaadittaessa rakenteen korroosionestolle sen arvioitu käyttöikä sekä rasitusluokka, mää-  
räytyy esikäsitelyaste taulukon 7 mukaisesti. Mikäli esikäsitelyastetta ei ole esitetty, käyte-  
tään toteutusluokissa EXC2-4 esikäsitelyastetta P1. Taulukko 7 ei koske ruostumattomia  
teräksiä. Niiden pinnan puhtauden vaatimukset tulee esittää erikseen. (SFS EN 1090 +  
A1, 73.) Esikäsitelyasteet on esitetty taulukossa 7, jossa luokat on nimetty P1:stä P3:een.  
Vaatimukset suurentuvat, kun siirrytään luokasta P1 luokkaan P3. Esikäsitelyasteiden vaa-  
timukset esitetään standardissa ISO 8501-3. Esikäsitelyasteet liittyvät rakenteen rasitus-  
luokkaan sekä korroosioneston käyttöikään. Esikäsitelyasteluokka voi vaihdella kokoonpa-  
non sisällä, ja yksittäinen rakenne voi myös sisältää monia esikäsitelyasteita. (SFS EN  
1090 + A1, 18.)

Taulukko 7 esikäsitelyasteen määrittämiseen

Korroosionestolle odotettava käyttöikä	Ilmastorasitusluokka	Esikäsitelyaste
Yli 15 vuotta	C1	P1
	C2...C3	P2
	Yli C3	P2 tai P3, kuten esitetty
5...15 vuotta	C1...C3	P1
	Yli C3	P2
Alle 5 vuotta	C1...C4	P1
	C5...	P2

Taulukko 8. Ilmastorasitusluokkien määritelmät (SFS-EN ISO 12944-2)

Rasitusluokka	Määritelmä
C1; Hyvin lievä	Kuivat sisätilat.
C2; Lievä	Lämmittämättömät sisätilat, kuiva ja puhdas ulkoilma sekä maaseutuilmasto.
C3; Kohtalainen	Kaupunki- ja teollisuusilmasto, jossa kohtalainen rikkidioksidikuormitus. Rannikot joissa alhainen suolapitoisuus. Sisällä tuotantotilat joissa korkea kosteus ja epäpuhtauksia ilmassa.
C4; Ankara	Ulkona teollisuusalueet ja rannikkoalueet, joissa kohtalainen suolapitoisuus. Rannikolla telakat. Sisätiloissa kemianteollisuuden tuotantolaitokset, uimahallit ja –altaat.
C5; Hyvin ankara	Teollisuusalueet, joissa korkea kosteus ja syövyttävä ilmasto. Sisätilat, joissa kondensoituminen miltein jatkuvaa ja ilman saastemäärät korkeita.

Pinnoittamattomien säänkestävien terästen käytöstä voi aiheutua visuaalista haittaa, kun teräksen pinnalle alkaa muodostua sen ominaisuuksista johtuva korroosiota kestävä kerros. Menetelmät viusaalisen haitan ratkaisemiseksi on sovittava etukäteen. Sateelle altistuvat pinnat muuttavat värinsä nopeammin kuin suojassa olevat. Tällöin voidaan joutua suihkukupuhaltamaan sateelta suojassa olevat pinnat tämän säävaikutuksen takia. Myös pinnan kontaminaation aiheuttama visuaalinen haitta tulee ottaa huomioon. Kontaminaatio voi aiheutua esimerkiksi rasvasta, öljystä, maaleista, betoneista tai asfaltista, ja se tarkoittaa tässä tapauksessa teräksen pinnan ei-toivottua värin muutosta. Mikäli ei-säänkestäviä teräksiä on kosketuksissa säänkestävien terästen kanssa, tulee tämä ottaa huomioon. Sähkökemiallisten parien muodostumista tulee välttää. Tällainen pari on esimerkiksi ruostumaton teräs ja tavallinen rakenneteräs. Jos rakenneterästä jatketaan hitsaamalla siihen ruostumatonta terästä, tulee teräsrakenteen korroosionestoa jatkaa vähintään 20 mm hitsausaumasta ruostumattoman teräksen päälle. (SFS EN 1090 + A1, 73.)

Teräskokoonpanon sisäpuoliset tilat yleensä sinkitään, ja ne täytyy myös varustaa ilmanpoisto- ja tyhjennysrei'illä. Sisäpuolen käsittelytapa tulee ilmoittaa, jos se varustetaan suojauskäsittelyllä tai jos sisäpuolen tilat on tarkoitutus tiivistää hitsaamalla. Hitsauksen ainoana tehtävänä voi olla tilan tiivistäminen, jolloin hitsaukset tarkistetaan silmämääräisesti. Mikäli silmämääräinen tarkastelu ei riitä, tulee se ilmoittaa kokoonpanon toteutuseritelmässä. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että vettä saattaa päästä suljettuun tilaan sellaisten halkeamien kautta, joita ei voida silmämääräisesti nähdä. Toteutuseritelmässä tulee ilmoit-

taa liitosten tiivistys, mikäli tukitut sisäpuoliset tilat sisältävät sen seinämiä lävistäviä mekaanisia kiinnittimiä. (SFS EN 1090 + A1, 74.)

Standardin EN 1090-2 + A1 liitteessä F on velvoittavia ohjeita ja vaatimuksia teräsrakenteiden korroosionestolle. Soveltamisalana ovat korroosionestotavat, jotka perustuvat pintojen esikäsitteilyyn, maalaukseen, kuumasinkitykseen ja metalleilla pinnoittamiseen kuumaruiskutusta käyttäen. Katodinen suojaus sekä köysien ja niiden liitoskappalaleiden korroosionesto eivät sisälly liitteeseen. Teräsrakenteiden toteutuseritelmässä tulee olla korroosionestolle asetetut vaatimukset, jotka esitetään toimivuuskuvauksena tai suojauskäsittelyn toiminnallisena vaatimuksena. Toimivuuskuvauksessa esitetään korroosionestolle odotettava käyttöikä sekä rasitusluokka. Tässä kohdassa voidaan myös esittää mahdolliset suositukset maalaamisesta, termisestä ruiskuttamisesta sekä kuumasinkityksestä. Maalien tai vastaavien pinnoitteiden teknisen toimivuuden kestoa voidaan arvioida standardista EN ISO 4628.

Jos korroosionestolle on vaadittu odotettu käyttöikä ja rasitusluokka, tulee niille laatia luokitteluvaatimukset. Mikäli rakenteelle ei ole esitetty käyttöikää ja rasitusluokkaa, tulee toteutuseritelmässä ilmoittaa luokitteluun perustuvia vaatimuksia. Näiden vaatimusten pohjalta laaditaan myös laatusuunnitelma pintakäsittelyn osalta (SFS EN 1090 + A1, 164–165):

- a) Teräskokoonpanon pintojen esikäsitteily, jotka ovat tarkoitettu maalattaviksi.
- b) Teräskokoonpanon pintojen esikäsitteily, jotka ovat tarkoitettu termisellä ruiskutuksella maalattaviksi.
- c) Teräskokoonpanon pintojen esikäsitteily, jotka kuumasinkitään.
- d) Menetelmät, joita käytetään kiinnittimien pinnan esikäsitteilyyn.
- e) Pinnoitteiden värejä koskevat rajoitukset tai koristepinnoitteiden käytöstä aiheutuvat vaatimukset.
- f) Työmenetelmät, joita käytetään maalauksessa ja korjauksessa. Pinnoitteiden korjaamisesta työmaaolosuhteissa tulisi välttää.
- g) terminen ruiskuttaminen
- h) kuumasinkitys
- i) erityisvaatimukset, jotka koskevat teräskokoonpanon pintojen tarkastusta
- j) erityisvaatimukset, jotka koskevat eri metallien liittämistä
- k) erityisvaatimuksen, jotka koskevat muotolevyjä.

### 3.6 Geometriset toleranssit

Tässä opinnäytetyössä geometrisilla toleransseilla tarkoitetaan valmiiden terästuotteiden tai kokoonpanojen tahattomien mittapoikkeamien sallittuja arvoja. Teräsrakenteisiin liittyy kaksi erilaista toleranssityyppiä. Ensimmäinen toleranssityyppi on nimeltään olennaiset toleranssit, johon kuuluvat valmiin rakenteen mekaaniseen kestävyys- ja stabiiliuteen olennaisesti vaikuttavat poikkeamat. Toinen tyyppi on nimeltään toiminnalliset toleranssit, johon kuuluvat muut vaatimukset, kuten teräsosien yhteensopivuus sekä ulkonäkö poikkeamat. Molemmat toleranssityypit vaatimuksineen ovat velvoittavia eli niitä tulee noudattaa teräsrakennetta toteuttaessa. Kokoonpanojen omasta massasta johtuvat kimmoiset eli palautuvat muodonmuutokset eivät sisälly sallituille poikkeamille esitettyihin rajoihin. (SFS EN 1090 + A1, 76.)

Standardin EN 1090+A1 liitteessä D.1 on esitetty olennaiset toleranssit. Liitteessä esitetyt arvot ovat sallittuja poikkeamia. Mikäli jokin poikkeama ylittää olennaisten toleranssien mukaisen sallitun arvon, tulee se dokumentoida. Poikkeaman mahdollinen korjaus ja uusi tarkastus tulee toteuttaa kohdan 3.7 mukaisesti. Jossain tapauksissa poikkeama on mahdollista osoittaa hyväksytyksi rakenteellisen kantavuuden kannalta, mikäli poikkeaman vaikutus voidaan selvittää uusintalaskelmilla.

Olennaiset toleranssit jaetaan kahteen osaan, valmistustoleransseihin sekä asennustoleransseihin. Asennustoleranssit kuuluvat rakennesuunnittelijalle, joka on tarkastamassa asennettua teräsrakennetta. Perustusruuviryhmän tai muun tuen keskipiste ei saa poiketa enempää kuin  $\pm 6$  mm asemastaan. Pilareiden pohjalevyt sekä muut kiinnityslevyt reikineen mitoitetaan siten, että liikkumisvarat vastaavat teräsrakenteiden tuille sallittuja poikkeamia. Standardin EN 1090+A1 liitteessä D, kohdassa 1.11–12 on ilmoitettu asennettujen pilareiden sallitut mittapoikkeamat yksi- ja monikerroksisissa rakennuksissa. Väljennyksenä yksittäisen pilarin vinoudelle suurin sallittu poikkeama päällekkäisten kerrosten välillä voidaan määrittellä kaavasta  $\Delta = \pm h / 100$ , jossa  $h$  on pilarin korkeus ja  $\Delta$  on sallittu poikkeama. Tukipintojen pinta-ala voi vaatia täyden kosketuspinnan, mutta mikäli tukipintojen väliin jää kuitenkin rako, voidaan se korjata käyttämällä täytelevyjä enimmäispaksuudella 3 mm. Missään kohdassa ei tule käyttää enempää kuin kolmea täytelevyä, ja ne voidaan tarvittaessa hitsata kiinni. (SFS EN 1090 + A1, 77.)

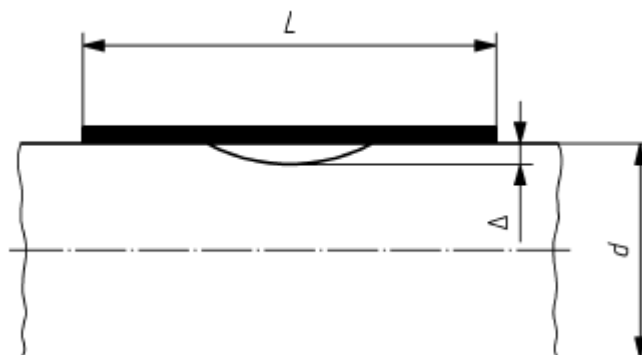
Toiminnalliset toleranssit ovat sallittuja poikkeamia, jotka vaikuttavat rakenteiden yhteensopimiseen sekä ulkonäköön. Standardin liitteessä D, kohdissa 2.20–28 on esitetty keskeisimmät kohdat rakennesuunnittelun kannalta. Sallitut poikkeamat on esitetty toleranssiluokille 1 ja 2. Kokoonpanon sisällä toleranssiluokka voi vaihdella, ja jos toleranssiluokkaa

ei ole ilmoitettu, noudatetaan toleranssiluokkaa 1. Esimerkkinä toleranssiluokan valinnalle voidaan pitää rakennetta, johon kiinnitetään lasijulkisivu. Tällöin vaaditaan toleranssiluokka 2, jotta voidaan pienentää välyksiä sekä liittymäpinnalta vaadittavaa säädetävyyttä. Toiminnallisten toleranssien sallitut poikkeamat betoniperustuksille ja tuille on esitetty liitteessä sivuilla 146–147.

### 3.7 Testaus, tarkastaminen ja korjaus

Toteutuseritelmään tulevat laatuasiakirjat sisältävät laatusuunnitelman, jonka sisältöön kuuluvat toteutetun teräsrakenteen tarkastus ja testaaminen. Rakenteiden tarkastukseen käytettävät menettelytavat tulee olla etukäteen suunniteltuina. Kaikki tarkastukset, testaukset, ja niihin liittyvät korjaukset dokumentoidaan. Työmaalle toimitetut terästuotteet sekä teräskokoonpanot tulee tarkastaa tilauksen mukaisiksi tilauksen mukana tulleiden asiakirjojen avulla. Asiakirjat ovat aineistodistuksia, testausraportteja sekä vaatimustenmukaisuusvaikutuksia. Toimitettujen tuotteiden tarkastuksella pyritään välttämään tuotteiden testaus. Pintojen esivalmistuksen aikana ilmenneet viat tulee dokumentoida. Korjatut pinnat tulee tarkastaa tarkastussuunnitelman mukaisesti. Kun korjaukset tehdään standardin EN 1090-2 mukaisesti, niin tuotteita voidaan käyttää nimellisvaatimusten täytyessä. Korjattuja tuotteita ei tarvitse testata, ellei toisin ole sovittu. Mikäli toimitetut tuotteet eivät osottaudu vaatimusten mukaiseksi, tulee niiden vaatimustenmukaisuus todentaa testeillä, testausta koskevat tiedot tulee dokumentoida. (SFS EN 1090 + A1, 79.)

Tarkistussuunnitelman tulee sisältää tarvittavat vaatimukset ja tarkistukset esivalmistetuille terästuotteille sekä teräskokoonpanoille. Kokoonpanojen geometriset mittaukset tehdään standardien ISO 7976-1 ja ISO 7976-2 esitettyjen menetelmien mukaan. Mittauspisteet ja mittausaajuus tulee ilmoittaa tarkastussuunnitelmassa. Mittapoikkeavuuksien tulee pysyä olennaisten toleranssien sisällä. Mittauksia suoritettaessa tulee ottaa huomioon mahdolliset esikorotukset. Mikäli tarkastuksessa huomataan poikkeavuus, voidaan se korjata standardin EN 1090-2 + A1 mukaisia menetelmiä käyttäen ja tarkistaa uudelleen. Rakenneputkien pinnalla olevia paikallisia lommoja voidaan mitata kuvan 1 mukaisella tavalla. Mittauksen jälkeen voidaan arvioida korjauksen tarve.



Kuva 1. Esimerkki tarkastuksesta. Poikkileikkauksen kokoa kuvaava mitta on  $d$ , viivainpituus  $L \geq 2 d$ . Rako  $\Delta \leq$  suurempi arvoista  $d / 100$  tai  $2 \text{ mm}$

Mikäli rakenneputken pinnalla oleva lommo on syvämpi kuin sallittu poikkeama, voidaan korjaus tehdä esimerkiksi hitsaamalla rakenneputken seinämän paksuista peitelevyä käyttäen. Tällaiset korjaukset eivät ole epätavallisia, sillä rakenneputkilla on suhteellisen ohuet seinämät. Korjauksessa tapahtuvat hitsaukset tarkastaa tehtävään nimitetty hitsauskoordinaattori.

## 4 YHTEENVETO

### 4.1 Opinnäytetyön yhteenveto

Opinnäytetyön tärkeimpänä aiheena oli toteutuseritelmä, joka tarvitaan aina kun toteutetaan teräsrakenne. Toteutuseritelmä sisältää tietyn teräsrakenteen tekniset tiedot, rakennuskohteen tiedot ja listan vaadittavista asiakirjoista. Rakennesuunnittelija vastaa toteutuseritelmän laatimisesta. Teräsrakennetta suunniteltaessa määritetään sen toteutusluokka, joka vaikuttaa teräsrakenteen valmistukseen, esikäsittelyyn, korroosionestoon, käytettäviin tuotteisiin, tarkastukseen, testaamiseen ja korjaamiseen.

Toteutusluokka määritellään seuraamusluokkien, käyttöluokkien sekä tuotantoluokkien avulla. Seuraamusluokkia ovat CC1, CC2 ja CC3. Käyttöluokkia ovat SC1 ja SC2. Tuotantoluokkia ovat PC1 ja PC2. Toteutusluokka määrittää toteutukselle eriteltyjä vaatimuksia, jotka voivat koskea koko rakennustyötä, yksittäistä kokoonpanoa tai kokoonpanon yksityiskohtaa. Teräsrakenteen esikäsittelyasteeseen vaikuttavat odotettu käyttöikä sekä rasisluokat C1...C5.

Teräskokoonpanon valmistus voidaan aloittaa vasta toteutuseritelmän laatimisen ja hyväksymisen jälkeen. Teräsrakennetta koskevien tarvittavien tietojen ja toteutusta koskevien vaatimusten tulee olla sovittuna ja valmiina ennen kyseisen rakennustyön osan toteutuksen käynnistämistä. Menettelytavat on sovittava etukäteen jos aiemmin sovitusta toteutuseritelmästä poiketaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää keskeisimmät asiat standardista rakennesuunnittelun kannalta. Tavoitteet saavutettiin yhdessä toimeksiantajan sekä ohjaavan opettajan kanssa. Jatkossa työtä voisi kehittää pidemmälle etsimällä rakennepiirustuksissa vaadittavat piirustusmerkinnät sekä selvittämällä erilaisten liitosten vaikutuksia ympäröiviin rakenteisiin.



## 4.2 Toteutuseritelmän yhteenveto

Vuokaavion tietojen lähteenä on käytetty opinnäytetyön toimeksiantajan Wise Group Finland Oy:n omaa toteutuseritelmäpohjaa. Vuokaavion tarkoituksena on näyttää tiivistetysti toteutuseritelmän sisältö. Numerointi otsikoiden edessä viittaa ko. toteutuseritelmäpohjan kohtiin. Luvut 5-12 luetaan yhdessä SFS EN 1090-2 +A1 ja sen liitteiden kanssa.

(Vuokaavio piilotettu)

## 5 LÄHTEET

EN1990: Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet. SFS EN 1990 + A1 + AC, [viitattu 2015-02-14] Helsinki: Suomen Standardoimisliitto. Saatavissa: <http://www.eurocodes.fi/1990/1990/Contents1990.htm>

EN1990: Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet. Kansallinen liite: YM (talot ja niiden liikennealueet). SFS EN 1990 + A1 + AC, [viitattu 2015-02-14] Helsinki: Suomen Standardoimisliitto. Saatavissa: <http://www.eurocodes.fi/1990/1990/Contents1990.htm>

Teknolohiateollisuus ry. Teräskokoonpanojen CE-merkintä. Esite [verkkajulkaisu]. Rakennustuoteasetus ja – direktiivi. [viitattu 2015-01-28]. Saatavissa: <http://www.metsta.fi/julkaisut/esitteet/teraskokoonpanot.pdf>

Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. SFS EN 1090-2 + A1, [viitattu 2015-01-20] Helsinki: Suomen Standardoimisliitto. Saatavissa: <http://www.eurocodes.fi/1993/1090-2/Contents1090.htm>

Eurokoodi edellyttää työnsuorituksen osalta standardin EN 1090-2 noudattamista.

Ympäristöministeriö 2014. Lainsäädäntö ja ohjeet. Tietoa eurokoodeista. [Viitattu 2015-01-09.] Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Tietoa\\_eurokoodeista](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Tietoa_eurokoodeista)