

Eurokoodien koulutus  
Teräs-, liitto- ja puusillat  
Teräsrakenteiden toteutusstandardit

29.-30.3.2010

Juhani Hyvönen  
ins.tsto PONTEK Oy

Teräsrakenteiden  
toteutusstandardit

1

SFS-EN 1090-2



SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS

STANDARDI

SFS-EN 1090-2

Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry  
Mechanical Engineering and Metals Industry Standardization in Finland

Vahvistettu  
2008-09-08

1 (1 + 198)

COPYRIGHT © SFS. OSITTAINENKIN JULKAISEMINEN TAI KOPIOINTI SALLITTU VAIN SFS:N LUVALLA. TÄTÄ JULKAISUA MYY SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS  
ICS 91.080.10

Korvaa standardit ENV 1090-1, -2, -3, -4, -5, -6,  
SFS 5867: 1999, SFS 5871: 1999 ja SFS 5874: 2000

Replaces the standard ENV 1090-1, -2, -3, -4, -5, -6,  
SFS 5867: 1999, SFS 5871: 1999 ja SFS 5874: 2000

*Ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti  
Suomenkielisen käännöksen päivämäärä 2009-08-17*

*In case of interpretation disputes the English text applies  
Date of translation into Finnish 2009-08-17*

**TERÄS- JA ALUMIINIRAKENTEIDEN TOTEUTTAMINEN.**

**OSA 2: TERÄSRAKENTEITA KOSKEVAT TEKNISET VAATIMUKSET**

*Execution of steel structures and aluminium structures.*

*Part 2: Technical requirements for steel structures*

Eurooppalainen standardi EN 1090-2:2008 on vahvistettu  
suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi.

The European Standard EN 1090-2:2008 has the  
status of a Finnish national standard.

Alkuperäinen vahvistettu eurooppalainen standardi  
EN 1090-2:2008 (203 s.) on saatavissa  
Suomen Standardisoimisliitosta (SFS).

The original endorsed European Standard  
EN 1090-2:2008 (203 p.) is available from the  
Finnish Standards Association (SFS).

Juhani Hyvönen  
ins.tsto PONTEK Oy

Teräsrakenteiden  
toteutusstandardit

2

## EN 1090-2 ja infraRYL 42040

Eurooppalainen standardi EN 1090-2 (Teräs ja alumiinirakenteiden toteuttaminen, Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset) tulee vaikuttamaan myös infraRYL jakson 42040 (Sillan teräsrakenteet) sisältöön, koska EN 1090-2 esipuheessa sanotaan seuraavasti:

*Tälle eurooppalaiselle standardille on annettava kansallisen standardin asema joko julkaisemalla standardin kanssa yhtäpitävä teksti tai ilmoittamalla sen voimaansaattamisesta viimeistään tammikuun 2009 loppuun mennessä. Lisäksi ristiriidassa olevat kansalliset standardit on kumottava viimeistään maaliskuun 2010 loppuun mennessä.*

Vaikka INFRAryl:llä ei ole standardin statusta, ei sen 'tekniset vaatimukset' voi olla ristiriidassa standardin EN 1090-2 teknisten (tai muiden) vaatimusten kanssa. Sen sijaan suoranaisesti kumottavia määräyksiä sisältyy esimerkiksi Teräsrakenteiden suunnitteluohjeisiin.

## SFS-EN 1090-2

### **Kansallinen esipuhe**

Standardin SFS-EN 1993, Eurokoodi 3 – Teräsrakenteiden suunnittelu, peruslähtökohta on, että teräsrakenteiden toteutuksessa noudatetaan standardia 'SFS-EN 1090-2 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteuttaminen. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset'. Toisaalta standardissa SFS-EN 1090-2 esitetään myös teräsrakenteiden suunnitteluun vaikuttavia asioita.

Standardia SFS-EN 1993 sovelletaan Suomessa voimassa olevien kansallisten liitteiden mukaisesti. Kansallisissa liitteissä esitetään ns. kansalliset parametrit sekä muita ohjeita selostuksina. Suomen voimassa olevissa kansallisissa liitteissä esitetään sääntöjä myös standardin SFS-EN 1090-2 käyttöön liittyen.

Viranomaiset antavat rakentamista koskevia teknisiä ja muita määräyksiä ja ohjeita, jotka tulee ottaa huomioon suunniteltaessa ja toteutettaessa teräsrakenteita standardien SFS-EN 1993 ja SFS-EN 1090-2 mukaisesti.

## Soveltamisalue

### INFRAryl 42040.1

.1 Näitä sillanrakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia ja ohjeita käytetään tehtäessä tai korjattaessa teräksisiä siltoja ja niihin verrattavia rakenteita. Niitä noudatetaan soveltuvien osien lisäksi myös tehtäessä rakenteita muusta metallista kuin teräksestä.

### EN1090-2:

Tässä eurooppalaisessa standardissa esitetään toteutusta koskevat vaatimukset rakenteina tai valmistettuina kokoonpanoina käytettäville kantaville teräsrakenteille, jotka valmistetaan:

- kuumavalssatuista rakenneterästuotteista lujuusluokkaan S690 saakka
- kylmämuovatuista muotosauvoista ja muotolevyistä, ruostumattomille teräksille lujuusluokkaan S700 saakka ja seostamattomille teräksille lujuusluokkaan S690 saakka
- kuuma- ja kylmämuovatuista austeniittisista, austeniittis-ferriittisistä ja ferriittisistä teräksistä valmistetuista ruostumattomista terästuotteista
- kuuma- ja kylmämuovatuista rakenneputkista mukaan lukien standardimittaiset ja tilaustyönä tehdyt muovatut ja hitsaamalla valmistetut rakenneputket.

EN 1090-2 esittää vaatimukset *ilman viittausta teräsrakenteen tyyppiin* ja muotoon (esim. rakennukset, sillat, levy- tai ristikkokokoonpanot) ja koskee myös väsyyskuormitettuja ja maanjäristyskuormituksille alttiita rakenteita. *Vaatimukset ilmaistaan toteutusluokkien avulla.*

## Terminologiaa

### 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 mukaan lukien tämän eurooppalaisen standardin sääntöjä täydentämään ja kelpuuttamaan esitettävät lisäykset

HUOM. 1 Toteutuseritelmän sisältävät myös ne vaatimukset, jotka liittyvät asioihin, joihin tässä eurooppalaisessa standardissa edellytetään esitettävän lisävaatimuksia.

HUOM. 2 Toteutuseritelmaa voidaan pitää täydellisenä kokoelmana rakenteellisten teräsrakenteiden valmistusta ja asennusta koskevia vaatimuksia, kun teräsrakenteiden valmistusta koskevat vaatimukset esitetään kokoelmana standardin prEN 1090-1:n mukaisia kokoonpanoeritelmiä.

## Toteutuseritelmä

Toteutuseritelmässä tulee käsitellä tarpeen mukaan seuraavia asioita:

- a) liitteen A.1 mukaiset lisätiedot
- b) liitteen A.2 mukaisia vaihtoehtoja koskevat valinnat
- c) toteutusluokat (kohta 4.1.2), silloille EXC3 tai EXC4
- d) esikäsitteilyasteet (kohta 4.1.3), silloille SFS-EN Iso 8501-3 luokka P3
- e) toleranssiluokat (kohta 4.1.4), toiminnalliset toleranssit luokka 2
- f) rakennustöiden turvallisuutta koskevat teknilliset vaatimukset (kohta 4.2.3 ja 9.2)

Liitteessä A.1 on esitetty suuri joukko tyypillisesti silta- ja maakohtaisia valintoja, joita EN 1090-2 ei ole esitetty, vaan ne pitää valita kansallisesti tai kansallisesti esitettävällä (hankekohtaisesti, ao. viranomaisen päätöksellä tms.) tavalla. Esimerkiksi teräslaadut, ruuvien ja muttereiden lujusluokat, liikuntasauvojen tyyppi ja ominaisuudet jne.

Liitteessä A.2 on esitetty joukko valintoja vaatimuksista, vaihtoehtoisista ratkaisuista tai vastaavista.

Liitteessä A3 on esitetty yhteenveto eri toteutusluokkiin liittyvistä vaatimuksista.

## Terminologiaa

### **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

### **seuraamusluokka / EN 1990, Liite B**

luokka, joka kuvaa rakenteen vaurion tai vian seuraamuksia

## Seuraamusluokka / EN 1990, taulukko C1

Tarkastelemalla rakenteen vaurion ja vian seuraamuksia määritellään EN 1990 liitteessä B seuraamusluokat CC1, CC2 ja CC3.

Seuraamusluokka CC1 vastaa vähäisiä seuraamuksia ja seuraamusluokka CC3 vakavia seuraamuksia.

Sillat kuulunevat luokkiin CC2 ja CC3. Karkeasti luokiteltuina suuret ja taajamien sillat luokkaan CC3 ja muut sillat luokkaan CC2.

Taulukko B1 Seuraamusluokkien määrittely

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

## Tuotantoluokka / EN 1090-2, taulukko B.2

Tuotantoluokka valitaan tuotantotekijöihin liittyvien riskien perusteella. Nämä riskit aiheutuvat rakenteen ja/tai sen kokoonpanojen monimutkaisuudesta esim. tiettyjen tekniikoiden, menetelmien tai tarkastusten käytöstä

Taulukko B.2 Tuotantoluokille ehdotettavat kriteerit

Luokat	Kriteerit
PC1	<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>
PC2	<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>

## Käyttöluokka / EN 1090-2, taulukko B.1

Käyttöluokka valitaan käyttötekijöihin liittyvien riskien perusteella. Nämä riskit aiheutuvat rakenteeseen tai sen osiin käytön tai asennuksen aikana todennäköisesti kohdistuvista kuormista ja kokoonpanojen jännitystasojen suhteesta niiden kestävyYTEEN.

**Taulukko B.1 Käyttöluokille ehdotettavat kriteerit**

Luokat	Kriteerit
<b>SC1</b>	– 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 <sub>0</sub> )**
<b>SC2</b>	– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytkuormille. (Esimerkkejä: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat S <sub>1</sub> ...S <sub>9</sub> )**, rakenteet, jotka ovat alltiina 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.

## Toteutusluokka / EN 1090-2, taulukko B.3

Seuraamusluokan (EN1990, taulukko B1), käyttöluokan (EN 1090-2, taulukko B.1) ja tuotantoluokan valintojen perusteella valitaan toteutusluokka alla olevan EN 1090-2, taulukon B.3 perusteella.

Toteutusluokan valinta voidaan tehdä rakenteen osakokoonpano- tai yksityiskohtakohtaisesti. Tällöin myös käyttö- ja tuotantoluokka on määritelty osakokoonpano- tai yksityiskohtakohtaisesti.

**Taulukko B.3 Suositusmatriisi toteutusluokan määrittämiseen**

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

<sup>a</sup> Toteutusluokkaa EXC4 käytetään kansallisten sääntöjen edellyttämällä tavalla erityisrakenteille tai rakenteille, joiden vaurio voi aiheuttaa äärimmäisiä seuraamuksia.

## Toleranssiterminologiaa

### **toleranssi**

ks. standardi ISO 1803

### **olennainen toleranssi**

rakenteelliseen kestävyyteen ja stabiiliuteen liittyvien suunnitteluoletusten täyttämiseksi tarvittavan geometrisen toleranssin perusarvo

### **toiminnallinen toleranssi**

geometrisen toleranssi, jota voidaan tarvita muulle tarkoitukselle kuin rakenteelliselle kestävyydelle ja stabiiliudelle asetettavien vaatimusten täyttämiseksi, esim. ulkonäkö tai yhteen sopiminen

### **erityistoleranssi**

erityistapauksiin tarvittava geometrisen toleranssi, jota tämän eurooppalaisen standardin taulukoidut toleranssityypit tai -arvot eivät koske

### **valmistustoleranssi**

kokoonpanon valmistuksen seurauksena tapahtuvan kokoonpanon mitan sallittu vaihtelu.

## 42040.1.2 Rakenneteräkset

### **EN 1090-2 kohta 5.3 Rakenneterästuotteet / 5.3.1 Yleistä:**

Rakenneterästuotteiden tulee olla taulukoissa 2, 3 ja 4 esitettyjen standardien mukaisia, ellei muuta esitetä. Lajit, laadut ja tarvittaessa pinnoitteiden massat ja pinnan viimeistely tulee esittää kuten myös tuotestandardissa sallittaviin optioihin liittyvät vaatimukset mukaan lukien soveltuvuus kuumasinkitykseen.

Rakenneterästen tuotestandardit:

- EN 10025-1 ... -6
- EN 10210-1
- EN 10219-1

Kylmämuovatuissa kokoonpanoissa käytettävien terästuotteiden tulee soveltua kylmämuovaukseen. Kylmämuovaukseen soveltuvat seostamattomat teräkset esitetään taulukossa 3.

- EN 10025-1 ... -4
- EN 10149 -1... -3

### **EN 1090-2 Kohdassa 5.3.4**

Vaatus poikittaissuuntaisen vedon rasittamalle teräkselle: toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 standardin EN 10160 mukaisen laatuluokan S1 vaatimukset täyttävää terästä alueelle, jonka leveys on neljä kertaa levyn paksuus kiinnityksen molemmilla puolilla.

### **EN 1090-2 kohta 5.3.2:**

Toteutusluokassa EXC4 paksuustoleranssi EN 10029 luokka B, muuten luokka A, ellei muuta esitetä.

Määritelmien ja vaatimusten osalta tulee noudattaa standardia EN 10021 yhdessä tuotteita koskevien eurooppalaisten standardien kanssa.

## EN 1090-2 kohta 5.6 Mekaaniset liittimet

**Kohta 5.6.2: 'ruuvikokoonpano'** tarkoittaa ruuvia, mutteria ja aluslaattaa.

**Kohta 5.6.3: Esijännittämättömät rakenteelliset ruuvikokoonpanot:**

Seostamattomista teräksistä, seostetuista teräksistä ja austeniittisistä ruostumattomista teräksistä valmistettujen esijännittämättömissä sovellutuksissa käytettävien ruuvikokoonpanojen tulee olla standardin EN 15048-1 mukaisia.

Standardin EN 14399-1 mukaisia kokoonpanoja voidaan käyttää myös esijännittämättömiin sovellutuksiin.

**Kohta 5.6.4 Esijännitettävät rakenteelliset ruuvikokoonpanot:**

Lujiin esijännitettäviin ruuvikokoonpanoihin kuuluvat HR-järjestelmä, HV-järjestelmä ja HRC-ruuvit. Niiden tulee täyttää standardin EN 14399-1 ja taulukossa 7 esitetyn soveltuvan eurooppalaisen standardin vaatimukset.

Kohta 5.6.3 ja 5.6.4: Ruuvien ja muttereiden ominaisuusluokat ja tarvittaessa pinnan viimeistelyt tulee esittää yhdessä mahdollisten tuotestandardin sallimiin optioihin liittyvien vaatimusten kanssa.

## Vaarnojen materiaali

- InfraRYL 42040.1.4.4: Perusaine teräs *SFS-EN 10025-2 - S235J2C+N* tai *SFS-EN 10025-2 - S355J2+N* ja murtolujuus  $R_m = 450...600$  MPa, alempi myötöraja  $ReL \geq 350$  MPa ja murtovenymä  $A_5 \geq 15$  %
- EN 1994-2 kohta 6.6.31: Tappiliittimen materiaalin  $f_u$  murtolujuus  $\leq 500$  MPa
- SFS-EN ISO 13918:n mukainen materiaali:

Taulukko 2 Valmiiden tappien materiaalit ja mekaaniset ominaisuudet

Tunnus	Materiaali/Materiaaliryhmä/ Lujuusluokka	Standardi	Valmiin tapin mekaaniset ominaisuudet
PD RD UD ID	4.8 A2-50, A2-70, A4-50, A4-70, A5-50, A5-70	ISO 898-1 ISO 3506-1	Ks. ISO 898-1 Ks. ISO 3506-1
SD1	Materiaaliryhmä 1 seuraavin rajoituksin: $C \leq 0,2$ % <sup>a</sup> $CEV \leq 0,35$ <sup>a</sup>	ISO/TR 15608	$R_m \geq 450$ N/mm <sup>2</sup> $R_{eH} \geq 350$ N/mm <sup>2</sup> $A_5 \geq 15$ %
SD2	$Al \geq 0,02$ % <sup>a, b</sup>		$R_m = 400$ N/mm <sup>2</sup> ...550 N/mm <sup>2</sup> $R_{eH} \geq 235$ N/mm <sup>2</sup> $R_{p0,2} \geq 235$ N/mm <sup>2</sup> $A_5 \geq 20$ %
SD3	1.4301 1.4303	EN 10088-1	$R_m = 500$ N/mm <sup>2</sup> ...780 N/mm <sup>2</sup> $R_{p0,2} \geq 350$ N/mm <sup>2</sup> $A_5 \geq 25$ %



## SFS-EN ISO 13918:n mukainen sidepultti

### - Mittataulukko:

Taulukko 10 Sidepultin (SD) mitat, kun  $l_2$  on taulukon A.4 mukainen

	Mitat mm								
$d_1 - 0,4^{a, e}$	9,5	10	12,7	13	16	19	22	25	25,4
$d_5 \pm 0,3$	19		25		32 <sup>d</sup>	32	35	41	
$d_3^c$	13		17		21	23	29	31	
$h_3^{+1}_{-0,5}$	7		8		8	10	10	12	
$h_4^c$	2,5		3		4,5	6	6	7	
$\alpha \pm 2,5^\circ$	22,5°		22,5°		22,5°	22,5°	22,5°	22,5°	
$l_1 \pm 1,5$	$l_2^{b, c} + 3$		$l_2^{b, c} + 3$		$l_2^{b, c} + 4$	$l_2^{b, c} + 4,5$	$l_2^{b, c} + 5$	$l_2^{b, c} + 5,5$	

<sup>a</sup> Suuremmat halkaisijat tai tuotannosta aiheutuneet painaumat kannan alla olevalla varren alueella voidaan ylittää 0,5 mm, edellyttäen, etteivät ne haittaa tapin liikkuvuutta.  
<sup>b</sup> Pituuden  $l_2$  toleranssi on  $^{+1}_{-2}$  mm.  
<sup>c</sup> Erikoissovelluksissa, esim. kannen läpi hitsauksessa, mitat ja toleransseja ei voida soveltaa.  
<sup>d</sup> Voidaan alentaa arvoon 29 mm leikkaussovelluksissa.  
<sup>e</sup> Optimaalisten mittojen käyttö riippuu kansallisista säädöksistä.

- EN 1994-2 kohta 6.6.5.7 Kannalliset tappiliittimet:  
 (2) Kannan halkaisijan edellytetään olevan vähintään  $1,5d$  ja kannan korkeuden vähintään  $0,4d$ .

## Muuta aineet ja tarvikkeet

Koska EN-standardit kattavat periaatteessa kaikki rakennusaineet, ei vastaavaa kohtaa ole EN1090-2:ssa, vaan 'muille aineille ja tarvikkeille' sovelletaan asianomaista EN-standardia.

EN 1090-2 kohtaa 12.2.3 voidaan soveltaa aineelle tai tarvikkeelle, jolle ei ole standardia:

### 12.2.3 Ei-vaatimustenmukaiset tuotteet

Jos toimitettuihin asiakirjoihin ei sisälly toimittajan vakuutusta, että toimitetut tuotteet ovat eritelmän mukaisia, tuotteita tulee käsitellä ei-vaatimusten-mukaisina tuotteina, kunnes voidaan osoittaa, että ne täyttävät tarkastus- ja testaussuunnitelman vaatimukset.

Jos tuotteet on ensin merkitty ei-vaatimustenmukaisiksi ja vaatimusten-mukaisuus on sen jälkeen osoitettu testeillä tai uusintatesteillä, testausta koskevat tiedot tulee tallentaa.

## Muotoilu

### EN 1090-2 kohta 6.5.1 Yleistä:

Terästä voidaan taivuttaa, puristaa kokoon tai takoa vaadittuun muotoon kuuma- tai kylmämuovausprosesseilla edellyttäen, että teräksen ominaisuudet eivät heikkene työstettävälle materiaalille asetettujen vaatimusten alapuolelle.

Kuuma- ja kylmämuovausta ja liekillä oikaisua koskevien vaatimusten ja suositusten tulee olla soveltuvien tuotestandardien ja CEN/TR 10347:n mukaisia.

Kontrolloitua kuumennusta voidaan käyttää muotoilussa kohdissa 6.5.2 ja 6.5.3 esitettyjä ehtoja noudattaen.

### EN 1090-2 kohta 6.5.3 Kuumalla oikaisu:

Jos muotovirhe on tarkoitus korjata kuumalla oikaisemalla, tulee käyttää paikallista kuumennusta ja varmistaa, että teräksen korkeinta lämpötilaa ja jäähdytysmenettelyä valvotaan.

Toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 kuumalla oikaisua varten tulee kehittää menettelytapa. Menettelytavan tulee sisältää ainakin:

- a) teräksen korkein lämpötila ja sallittu jäähdystystapa
- b) kuumennusmenetelmä
- c) lämpötilan mittauksissa käytettävä menetelmä
- d) tulokset mekaanisista kokeista, joihin menetelmän hyväksyntä perustuu
- e) menetelmän käyttöön oikeutettujen henkilöiden nimeäminen.

## Muotoilu

### EN 1090-2 kohta 6.5.2 Kuumamuovaus:

Kuumamuovaamalla tehtävässä muotoilussa tulee noudattaa soveltuvan tuotestandardin vaatimuksia ja teräksen valmistajan suosituksia.

Standardin EN 10025-3 mukaisten teräslajien S420 ja S460 kuumamuovauksen tulee tapahtua lämpötila-alueella 960 °C...750 °C ja kuumamuovauksen jälkeisen jäähtymisen huoneen lämpötilassa. Jäähtymisnopeus valitaan siten, ettei karkenemista, eikä liiallista rakeen kasvua tapahdu. Jos tämä ei ole käytännöllistä, tulee kuumamuovauksen jälkeen tehdä normalisointi.

Standardin 10025-4 mukaisten terästen kuumamuovaus ei ole sallittua.

Nuorrutettujen ja karkaistujen terästen kuumamuovaus on sallittua vain standardissa EN 10025-6 esitettyjä vaatimuksia noudattaen (jännityksen-poistohehkuslämpötilan alapuolella).

Terästen kuumamuovauksen tulee tapahtua lujuusluokkaan S355 saakka punahehkualueella ja lämpötilan, keston ja jäähdytysnopeuden tulee olla kyseiselle terästyypille sopivia. Taivutus ja muotoilu eivät ole sallittuja sinihehkualueella (250 °C...380 °C).

## Leikkaus

### EN 1090-2 kohta 6.4.3:

Taulukko 9 Leikattujen pintojen laatuvaatimukset

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

### EN 1090-2 kohta 6.4.4:

Taulukko 10 Kovuuden suurimmat sallitut arvot (HV 10)

Tuotestandardit	Teräslajit	Kovuusarvot
EN 10025-2...5	S235...S460	380
EN 10210-1, EN 10219-1		
EN 10149-2 ja EN 10149-3	S260...S700	450
EN 10025-6	S460...S690	

HUOM. Nämä arvot ovat standardin EN ISO 15614-1 mukaisia arvoja standardissa ISO/TR 20172 esitetyille teräslajeille.

## Taivutus ja särmääminen

### EN 1090-2 kohta 6.5.4 Kylmämuovaus:

Muotoiltaessa kylmämuovaamalla, joko rullamuovaamalla, särmäämällä tai taivuttamalla, tulee noudattaa soveltuvassa tuotestandardissa kylmämuovattavuudelle esitetyjä vaatimuksia. Vasarointia ei saa käyttää.

HUOM. Kylmämuovauksen seurauksena sitkeys heikkenee. Lisäksi huomautetaan vetyhaurauden vaarasta, joka liittyy kylmämuovauksen jälkeen mahdollisesti tehtäviin käsittelyihin kuten pinnoittamisessa tapahtuvaan happokäsittelyyn tai kuumasinkitykseen.

Jos teräslajeille, joiden lujuus on suurempi kuin S355, suoritetaan jännityksen poistohehkus kylmämuovauksen jälkeen, tulee noudattaa seuraavia ehtoja:

- 1) lämpötila-alue on 530 °C...580 °C
- 2) pitoaika: 2 min/ainepaksuuden millimetriä kohden. Vähimmäisaika on kuitenkin 30 minuuttia.

Yli 580 °C lämpötilassa suoritettu tai yli tunnin kestävä jännityksen poistohehkus voi johtaa mekaanisten ominaisuuksien heikkenemiseen. Jos teräslajeille S420...S700 on tarkoitus tehdä pidempi tai korkeammassa lämpötilassa tapahtuva jännityksen poistohehkus, vaadittavista mekaanisten ominaisuuksien vähimmäisarvoista tulee sopia etukäteen tuotteen valmistajan kanssa.

## Reikien tekeminen

### EN 1090-2 kohta 6.6.2:

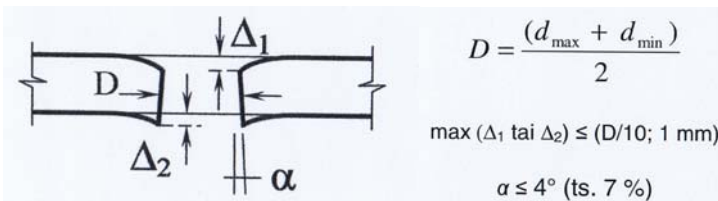
Reiän halkaisijan tulee täyttää seuraavat ehdot, ellei toisin esitetä:

- soviteruuvien ja soviteniveltappien reiät: luokka H11 standardin ISO 286-2 mukaan
- muut reiät:  $\pm 0,5$  mm, kun reiän halkaisijana käytetään reiän päiden halkaisijoiden keskiarvoa (ks. kuva 1).

### EN 1090-2 kohta 6.6.3:

Reikien tulee täyttää myös seuraavat vaatimukset:

- kartiokulma ( $\alpha$ ) ei saa ylittää kuvan 1 mukaista arvoa
- purset ( $\Delta$ ) eivät saa ylittää kuvan 1 mukaisia arvoja
- liitoskappaleiden kosketuspintojen reiät tulee lävistää samassa suunnassa.



## Reikien tekeminen

### EN 1090-2 kohta 6.6.3:

Kiinnittimien tai niveltappien reiät voidaan tehdä menetelmällä (poraaminen, lävistys, laser, plasma tai muu polttoleikkaus), joka tuottaa seuraavat vaatimukset täyttäviä reikiä:

- kohdan 6.4 mukaiset leikkausta koskevat paikalliseen karkenemiseen ja leikatun pinnan laatuun liittyvät vaatimukset täyttyvät
- kaikki yhteen kuuluvat reiät toimivat keskenään siten, että kiinnittimet voidaan vapaasti asettaa liitettävien osien läpi suorassa kulmassa kosketuksissa oleviin pintoihin nähden.

Toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 lävistys ei ole sallittua ilman avartamista. Reiät tulee lävistää vähintään 2 mm lopullista halkaisijaa pienemmiksi.

## Hitsien laatuvaatimukset

### EN 1090-2 kohta 7.1:

Hitsaus tulee suorittaa standardin EN ISO 3834 sovellettavan osan (silloilla osa 2) tai standardin EN ISO 14554 (vaarojen hitsaus) vaatimusten mukaisesti.

HUOM. CEN ISO/TR 3834-6 esittää standardin EN ISO 3834 käyttöönottoon liittyviä ohjeita metallisten materiaalien sulahitsausta koskeville laatuvaatimuksille.

Toteutusluokan mukaan käytetään seuraavia standardin EN ISO 3834 osia:

- EXC1: Osa 4 "Peruslaatuvaatimukset"
- EXC2: Osa 3 "Vakiolaatuvaatimukset"
- EXC3 ja EXC4: Osa 2 "Kattavat laatuvaatimukset".

## Hitsien vaatimuksenmukaisuus

### EN 1090-2 Taulukko 24, muun kuin silmämääräisen NDT tarkastuksen laajuus:

Hitsin tyyppi	Konepaja- ja työmaahitsit		
	EXC2	EXC3	EXC4
Poikittaiset päittäishitsit ja osittain läpihitsatut päittäishitsit, joihin kohdistuu vetojännitys:  $U \geq 0,5$ $U < 0,5$	10 % 0 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Poikittaiset päittäishitsit ja osittain läpihitsatut hitsit:  ristiliitoksissa T-liitoksissa	10 % 5 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Poikittaiset pienahitsit, joihin kohdistuu vetoa tai leikkausta:  Kun $a > 12$ mm tai $t > 20$ mm Kun $a \leq 12$ mm ja $t \leq 20$ mm	5 % 0 %	10 % 5 %	20 % 10 %
Pitkittäiset hitsit ja jäykisteiden hitsit	0 %	5 %	10 %

HUOM. 1 Kokoonpanon akselin suuntaiset hitsit katsotaan pitkittäisiksi. Kaikki muut katsotaan poikittaisiksi.  
HUOM. 2  $U$  = hitsien hyväksyttäväste kvasistaattisuuntioisille kuormille.  $U = E_t / R_t$ , missä  $E_t$  on hitsin suurin kuormavaikutus ja  $R_t$  on hitsin kestävyys murtorajalla.  
HUOM. 3 Suuret  $a$  ja  $t$  viittaavat pienahitsin  $a$  mitaan ja liitettävien materiaalien enimmäispaksuuteen.

## Hitsien vaatimuksenmukaisuus

### EN 1090-2 kohta 7.6 Hyväksymiskriteerit

Hitsausvirheiden hyväksymiskriteereinä tulee käyttää seuraavia standardin EN ISO 5817 mukaisia hitsiluokkia lukuun ottamatta virhetyppejä "Jyrkkä liittyminen" (505) ja "Mikroliitosvirhe" (401), joita ei oteta huomioon. Kaikki hitsin geometrialle ja muodolle mahdollisesti esitetyt lisävaatimukset tulee ottaa huomioon.

- EXC1 hitsiluokka D
- EXC2 yleensä hitsiluokka C, paitsi hitsiluokka D seuraaville virhetypeille "Reunahaava" (5011, 5012), "Pintapalon valuma" (506), "Sytytysjälki" (601) ja "Avoin imuontelo" (2025)
- EXC3 hitsiluokka B
- EXC4 hitsiluokka B+, joka tarkoittaa hitsiluokkaa B taulukon 17 mukaisin lisävaatimuksin.

## Hitsien vaatimuksenmukaisuus

Taulukko 17 Lisävaatimukset hitsiluokalle B+

Virhetyyppi	Virheen rajat <sup>a</sup>
Reunahaava (5011, 5012)	Ei sallita
Sisäiset huokokset (2011...2014)	Päittäishitsit $d \leq 0,1 s$ , kuitenkin enintään 2 mm
	Pienahitsit $d \leq 0,1 a$ , kuitenkin enintään 2 mm
Sulkeumat (300)	Päittäishitsit $h \leq 0,1 s$ , kuitenkin enintään 1 mm $l \leq s$ , kuitenkin enintään 10 mm
	Pienahitsit $h \leq 0,1 a$ , kuitenkin enintään 1 mm $l \leq a$ , kuitenkin enintään 10 mm
Sovitusvirhe (507)	$h < 0,05 t$ , kuitenkin enintään 2 mm
vajaa juuri (515)	Ei sallita

## Hitsien vaatimuksenmukaisuus

Lisävaatimukset siltojen kansille <sup>a, b</sup>	
Huokoisuus ja kaasuhuokokset (2011, 2012 ja 2014)	Vain yksittäiset pienet huokokset hyväksytään
Huokosryhmät (2013)	Yhteenlaskettu määrä enintään 2 %
Pitkänomainen huokonen, madonreikähuokonen (2015 ja 2016)	Ei pitkiä huokosia
Pienahitsien sovitusrinne (617)	Kaikki poikittaiset hitsit tarkastetaan kokonaan. Juuren pieni rako hyväksytään vain paikallisesti $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ , kuitenkin enintään 1 mm
Reunahaava (5011)	a) päittäishitsit: hyväksytään vain paikallisesti $h \leq 0,5 \text{ mm}$ b) pienahitsit: ei sallita kohdissa, joissa suunta on poikittain jännitykseen nähden. Reunahaavat poistetaan hiomalla
Useat samassa poikkileikkauksessa esiintyvät hitsausvirheet (n°4.1)	Ei sallita
Sulkeumat (300)	Ei sallita
<sup>a</sup> Tunnukset on määritetty standardissa EN ISO 5817.	
<sup>b</sup> Nämä ovat lisävaatimuksia luokalle B+.	

Juhani Hyvönen  
ins.tsto PONTEK Oy

Teräsrakenteiden  
toteutusstandardit

29

## Hitsien vaatimuksenmukaisuus

### EN 1090-2 kohta 12.4.2.1 Ajoitus:

Muuta NDT-tarkastusta kuin silmämääräistä tarkastusta ei yleensä saa tehdä ennen kuin taulukossa 23 esitetty vähimmäisjäähdytysaika on kulunut hitsauksen jälkeen.

Taulukko 23 Vähimmäisjäähdytysajat

Hitsin koko (mm) <sup>a</sup>	Lämmöntuonti $Q$ (kJ/mm) <sup>b</sup>	Jäähdytysajat (tunteja) <sup>c</sup>	
		S235...S420	S460 ja lujemmat
$a$ tai $s \leq 6$	Kaikki	Vain jäähdytysaika	24
$6 < a$ tai $s \leq 12$	$\leq 3$	8	24
	$> 3$	16	40
$a$ tai $s > 12$	$\leq 3$	16	40
	$> 3$	40	48

<sup>a</sup> Hitsin kokona käytetään pienahitsille  $a$ -mitan nimellisarvoa tai täysin läpihitsatulle hitsille materiaalin nimellispaksuutta  $s$ . Yhdeltä puolelta osittain läpihitsatulle hitsille määräävä kriteeri on hitsin nimellispaksuus  $a$ , mutta samanaikaisesti molemmilta puolilta osittain läpihitsatulle päittäishitsille käytetään osahitsien summaa.

<sup>b</sup> Lämmöntuonti  $Q$  lasketaan standardin EN 1011-1:1998 kohdan 19 mukaisesti.

<sup>c</sup> Hitsin valmistuksen ja NDT-tarkastuksen aloittamisen välinen aika esitetään NDT-pöytäkirjassa. Tapauksella "vain jäähdytysaika" tarkoitetaan aikaa, joka kuluu kunnes hitsi on riittävästi jäähtynyt NDT:n aloittamiseen.

Juhani Hyvönen  
ins.tsto PONTEK Oy

Teräsrakenteiden  
toteutusstandardit

30