



EN 1993-1-2 – Mitä uutta?

Teemu Tiainen
Teräsrakenneyhdistys ry



EN 1993-1-2

- EN 1993-1-2 kehityksestä vastannut **TC250/SC3/WG2**, jossa Suomesta (METSTA/SR103) mukana T. Tiainen ja M. Malaska
- SC3/WG2 kokoontunut SC4/WG4/AHG2 ja ECCS:n paloasioiden TC3:n kanssa
- TC250:ssä myös **Horizontal Group Fire**, jossa pyritti mm. yhtenäistämään materiaalikohtaisia palo-osia
- Osa oli keväällä 2022 TC250 lausuntokierroksella (enquiry)

NORME EUROPEENNE

EUROPÄISCHE NORM

March 2022

ICS 13.220.50; 91.010.30; 91.080.13

Will supersede EN 1993-1-2:2005

English Version

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall

This draft European Standard is submitted to CEN members for enquiry. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 250.

If this draft becomes a European Standard, CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.



EN 1993-1-2 TC250 enquiry

- Hyväksynnälle 100% kannatus
- Kommentteja noin 80
- Lisäksi kommentteja technical revieweriltä ja HG fireltä
- Kommentit käsitelty, mutta varsinainen dokumentti kaikkine muutoksineen toimitetaan SC3:lle marraskuussa 2022
- SC3-kokous ei tehnyt FV-päätöstä, vaan siitä tehdään sähköinen äänestys (CIB)

NORME EUROPEENNE

EUROPÄISCHE NORM

March 2022

ICS 13.220.50; 91.010.30; 91.080.13

Will supersede EN 1993-1-2:2005

English Version

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu

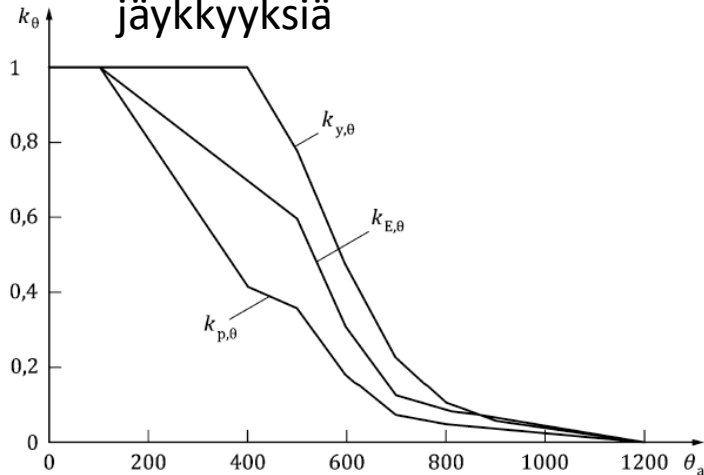
Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall

This draft European Standard is submitted to CEN members for enquiry. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 250.

If this draft becomes a European Standard, CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Materiaaliominaisuudet

- Mitoitusperiaate säilyy: alennetaan normaalin lämpötilan kestävyksiä ja jäykkyyksiä



4.5 Design values of material properties

(1) Design values of mechanical (strength and stiffness) material properties for the fire situation $X_{d,fi}$ should be determined as follows:

$$X_{d,fi} = k_{\theta} X_k / \gamma_{M,fi} \quad (4.1)$$

where

X_k is the characteristic value of a strength or stiffness property (generally f_k or E_k) for normal temperature design according to EN 1993-1-1;

k_{θ} is the temperature-dependent reduction factor ($X_{k,\theta}/X_k$) for a strength or stiffness property, see 5.3;

$\gamma_{M,fi}$ is the partial safety factor for the relevant mechanical material property for the fire situation.

NOTE The value of $\gamma_{M,fi}$ is 1,0 unless the National Annex gives a different value for use in a country.

- Kuitenkin: mukana nyt lujuudet S235-S700 asti (ennen S460) joillakin rajauksilla

(5) In case of thermal actions according to prEN 1991-1-2:2021, 5.3 (physically based), the values specified in Figure 5.3 for the stress-strain relationship of structural steel up to and including S500 may be used as an approximation.



Oletettuun palokehitykseen perustuva mitoitus

4.3 Physically based fire exposure

(1) The loadbearing function shall be maintained during the complete duration of the fire, including the cooling phase or during a required period of time according to 4.4 (4) of EN 1991-1-2.

- Oletettuun palonkehitykseen perustuva mitoitus nyt uudella termillä ”physically based fire” (myös EN 1991-1-2:ssa)
- Kuitenkaan palon hiipumisvaiheeseen ei materiaalitietoja tarjolla S500-S700 enquiry-draftissa

4.7 Member analysis

(1) The design effect of actions should be determined for time $t = 0$ using combination factors according to prEN 1991-1-2:2021, 6.3.

(2) As a simplification, the value of $\eta_{\text{fi}}=0,65$ should be used, except for imposed loads according to category E as given in EN 1991-1-1 (areas susceptible to accumulation of goods, including access areas) where the value should be $\eta_{\text{fi}}=0,7$.

(3) The effects of thermal deformations resulting from thermal gradients across the cross-section shall be considered. The effects of axial or in-plane thermal expansions may be neglected.

(4) The kinematic boundary conditions at supports and ends of members, applicable at time $t = 0$, may be assumed to remain unchanged throughout the fire exposure.

(5) Tabulated design data, simplified or advanced design methods given in Clauses 6, 7 and 8 respectively are suitable for verifying members under fire conditions.

Nykyään Suomessa
YM:n ohjeissa:
”yksinkertaistusta ei
käytetä”

Päätetty WG:ssä, että toinen ”should” vaihtuu ”mayksi” ja numeroarvoon tulee NDP

Suomessa valittu
kuormayhdistely tehty valmiiksi
käyrästöksi (helppokäyttöinen)

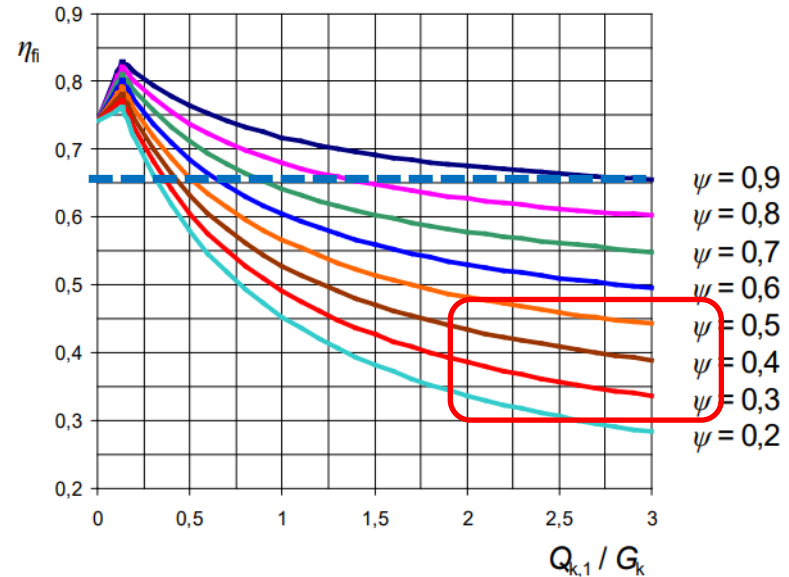
Esim. teräshallin katto:

$Q/G = 2...4$

$\psi = 0,4$ tai $0,5$ (lumi)

$\Rightarrow \eta_{fi} = 0,3...0,5$

\Rightarrow yksinkertaistus epätarkka

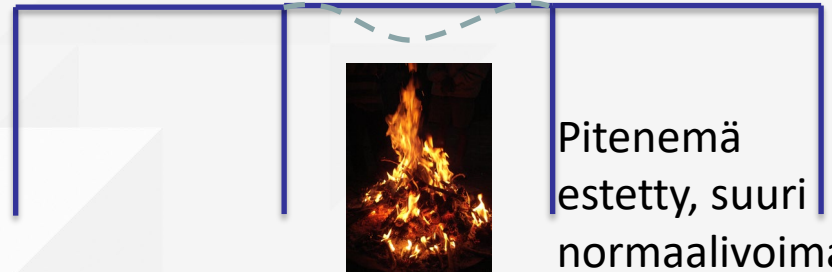


Epäsuorat vaikutukset

- Teräsrakenteet lämpölaajenevat palossa ja tällä voi olla vaikutusta mekaaniseen käyttöön
- Standardin ohjeistus milloin vaikutukset tulisi ottaa huomioon ei aivan yksiselitteinen
- Tätä kommentoitiin Suomesta, mutta ei johtanut muutokseen
- Täydentävä ohjeistus (mm. ECCS) olemassa, mutta ei suomeksi



Lähes
vapaa
pitenemä



Pitenemä
estetty, suuri
normaalivoima

Sinkityksen vaikutus

- Teräsosan lämpenemistä lasketaan edelleen aika-askelkohtaisesti (1) konvektion (2) ja säteilyn (3) kautta siirtyvän lämmön summan [prEN 1991-1-2] kautta
- Kaavat edelleen samat, mutta sinkityn pinnan tavallisesta teräspinnasta poikkeava säteilykäyttäytyminen otetaan huomioon
- Myös ruostumattomien terästen emissiviteetti on alempi kuin rakenneteräksellä

C.2 Thermal properties

C.2.1 Emissivity coefficient

(1) The emissivity coefficient of a stainless steel surface ε_m should be taken as 0,4.

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \frac{A_m / V}{c_a \rho_a} \dot{h}_{net,d} \Delta t \quad (1)$$

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

$$\dot{h}_{net,c} = \alpha_c \cdot (\Theta_g - \Theta_m) \quad (2)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \Phi \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_f \cdot \sigma \cdot \left[(\Theta_r + 273)^4 - (\Theta_m + 273)^4 \right] \quad (3) \quad [W/m^2]$$

5.2 Thermal properties

5.2.1 Carbon steel

5.2.1.1 Emissivity coefficient

(1) In addition to prEN 1991-1-2:2021, 5.1(6), the values of surface emissivity, ε_m , related to different types of steel from Table 5.1 may be taken:

Table 5.1 — Values of surface emissivity ε_m

Type of steel	$\varepsilon_m (\leq 500^\circ\text{C})$	$\varepsilon_m (> 500^\circ\text{C})$
Carbon steel		0,7
HDG steel ^a	0,35	0,7

^a Steel that has been hot-dip galvanized according to EN ISO 1461 and with steel composition according to Category A or B of EN ISO 14713-2, Table 1.

Sinkityksen vaikutus

- Taustalla erilaisia tutkimuksia, joissa mainittu kerroin saanut arvoja välillä 0,2...0,4
- Todellisuudessa kerroin on jossakin määrin lämpötilan, sinkkiteräskerroksen koostumuksen ja palokaasujen koostumuksen funktio, mutta mitoituskäyttöön yksinkertaistettu arvo näyttäisi toimivan kohtalaisella tarkkuudella
- Oheisen artikkelin lisäksi aiheesta tekeillä ECCS-julkaisu

Emissivity of hot-dip galvanized surfaces in future development of EN 1993-1-2

Batuhan Der, Sylvie Raszková and František Wald
Czech Technical University in Prague, Prague, Czech Republic

Gisèle Bihina

CTICM Centre Technique Industriel de la Construction Métallique, Saint Aubin, France

Christian Gaigl

Technical University of Munich, Munich, Germany

Vasile Rus

European General Galvanizers Association, Birmingham, UK, and

Mikko Malaska

Tampere University, Tampere, Finland

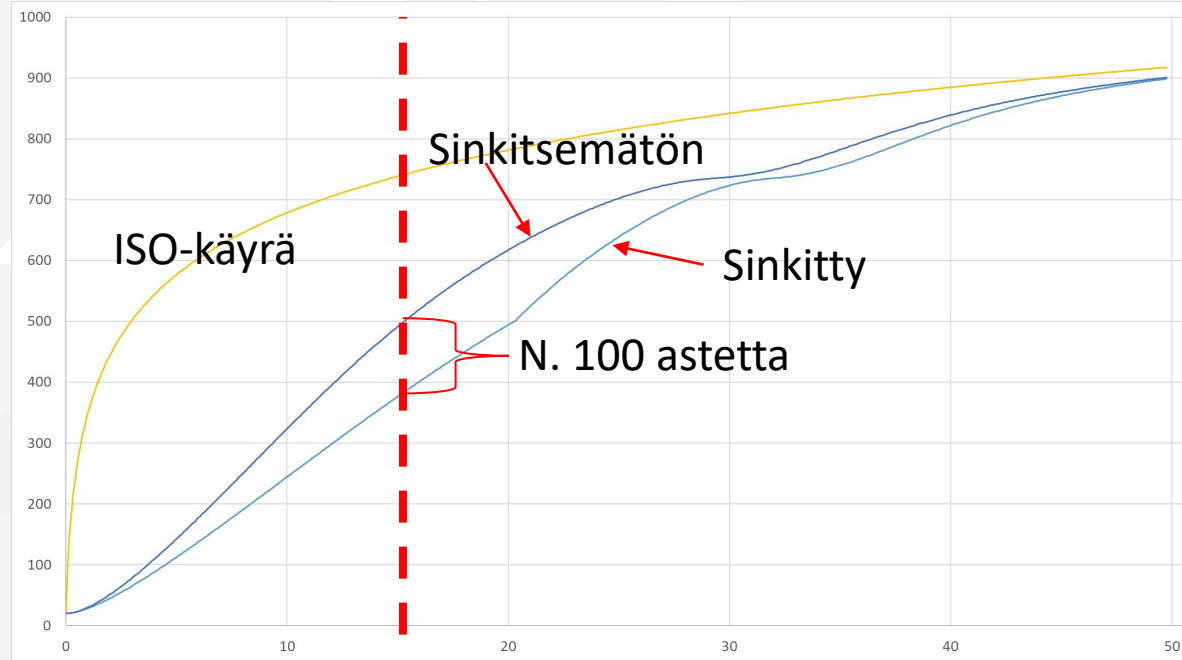
Emissivity of
hot-dip
galvanized
surfaces

Received 16 November 2021
Revised 19 December 2021
Accepted 3 January 2022

<https://www.emerald.com/insight/2040-2317.htm>

Sinkityksen vaikutus

- Vaikutus riippuu poikkileikkauksen muodosta ja paloaltistuksesta
- Oheisissa käyrissä oletettu poikkileikkaustekijä 75, varjostustekijä 1



Taivutus + puristus

- Kaavat tällä hetkellä samat kuin nykyisessä standardissa (kehitetty ENV-aikoihin)
- Lisäksi puuttuu tietoa soveltuvuudesta esim. korkealujuusterästen kanssa
- Tekeillä kuitenkin **”early amendment”** (tarkoitus julkaista ennen toisen sukupolven Eurokoodien käyttöönottoa), jossa kaavat päivitetään

Consistent rules for steel beam-columns in fire – Proposal for an early amendment to FprEN 1993-1-2:2022

Lukas Schaper and Markus Knobloch



Ruhr-Universität Bochum
Chair of Steel, Lightweight and Composite Structures
Prof. Markus Knobloch
www.rub.de/stahlbau

CEN TC250/SC3/WG2 & ECCS TC3
Paris/online, 26. September 2022

Proposal

$$\bar{\lambda}_\theta = \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}}$$

$$\phi_\theta = 0.5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_\theta - 0) + \bar{\lambda}_\theta^2]$$

$$\alpha = 0.65 \cdot \frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}} \cdot \sqrt{235/f_y}$$

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\phi_\theta + \sqrt{\phi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2}} \text{ but } \chi_{fi} \leq 1.0$$

Proposal

$$\bar{\lambda}_{LT,\theta} = \bar{\lambda}_{LT} \cdot \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}}$$

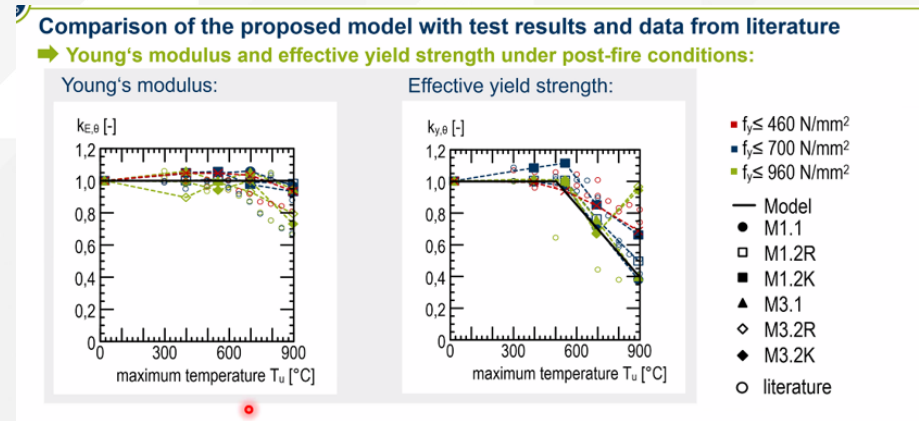
$$\phi_{LT,\theta} = 0.5 \cdot \left[1 + f_M \cdot \left(\frac{\bar{\lambda}_{LT,\theta}}{\bar{\lambda}_{z,\theta}} \right)^2 \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{z,\theta} - 0) + \bar{\lambda}_{LT,\theta}^2 \right]$$

$$\alpha_{LT} = 0.85 \cdot \frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}} \cdot \sqrt{235/f_y}$$

$$\chi_{LT,\theta} = \frac{f_M}{\phi_{LT,\theta} + \sqrt{\phi_{LT,\theta}^2 - f_M \cdot \bar{\lambda}_{LT,\theta}^2}} \text{ but } \chi_{LT,\theta} \leq 1.0$$

S500 –S700 materiaaliominaisuudet

- Etenkin jäähtymisvaiheen lujuus- ja jäykkyysominaisuuksista tutkimuksia käynnissä
- Vaikuttaisi, että jäykkyys (kimmokerroin) palaa jokseenkin täysin
- Lujuus ei välttämättä palaa täysin yli S500 lujuuksilla (riippuu maksimilämpötilasta)
- ("Early amendment"-prosessista ei kuitenkaan ole ollut puhetta)



Liite C

- WG:n kokouksissa ollut esillä, että liitteeseen C haluttaisiin uusi materiaali
- Lopullista liitettä ei kuitenkaan vielä enquiry-versiossa ollut tarjolla
- Ilmeisesti tulossa CIB-versioon (lähettäminen loppuäänestykseen)

A new austenitic stainless steel alloy **1.4420** has been developed for structural applications over the last 7 or so years. It has undergone structural testing at room temperature, and in fire, and there are a number of published papers covering this[†]. The conclusion is that the degradation of strength and stiffness with elevated temperatures follows that of 'Austenitic I' in Table C.1.

→ WG4 requests that this alloy is included in Table C.1 in the Austenitic I group.

prEN 1993-1-2:2021 (E)

Table C.1 Reduction factors for strength and stiffness at elevated temperature

Temperature θ (°C)	Reduction factor $k_{T0,2,4}$	Reduction factor $k_{2,0}$	Reduction factor $k_{4,0}$	Reduction factor $k_{1,0}$
Austenitic I				
1.4301, 1.4307, 1.4310, 1.4420				
20	1,00	1,31	1,00	1,00
100	0,78	1,02	0,81	0,96
200	0,65	0,88	0,72	0,92
300	0,60	0,82	0,68	0,88
400	0,55	0,78	0,66	0,84

[†] Liang, Y., Manninen, T., Zhao, O., Walport, F., Gardner, L. (2019). Elevated temperature material properties of a new high-chromium austenitic stainless steel. Journal of Constructional Steel Research, 152, 261–273.)



Liitteet

- Nykyiset

Annex A	[normative] Strain-hardening of carbon steel at elevated temperatures....	
Annex B	[normative] Heat transfer to external steelwork	
Annex C	[informative] Stainless steel	
Annex D	[informative] Joints	
Annex E	[informative] Class 4 cross-sections	76

- Uudet

=> pakollisia

ANNEX A (NORMATIVE) STRAIN-HARDENING OF CARBON STEEL AT ELEVATED TEMPERATURES	48
ANNEX B (NORMATIVE) HEAT TRANSFER TO EXTERNAL STEELWORK	50
ANNEX C (NORMATIVE) STAINLESS STEELS	
ANNEX D (NORMATIVE) JOINTS	
ANNEX E (NORMATIVE) BEAMS WITH LARGE WEB OPENINGS ...	



Kiitos!

