



prEN1993-1-8 Liitososan uudistaminen

Mikko Malaska, professori, Tampereen yliopisto

Eurokoodi 2023 Seminaari
28.9.2023 Helsinki

Teräслиitokset

- Pääasiassa staattisesti kuormitetut liitokset
- Ruuvi-, niitti-, niveltappi- ja hitsauskiinnitykset
- H- ja I-profiilien sekä rakenneputkien liitokset
- Teräslajit S235 – **S700**



Uudistuksen keskeiset tavoitteet

- Selkeyttää rakennetta, terminologiaa ja ohjeistusta
- Tiivistää standardia ja vähentää sivumäärää
- Laajentaa sovellusaluetta korkeampiin lujuusluokkiin: S460 → S700
- Yhdenmukaistaa muiden EC3 osien, CIDECT ohjeiden sekä ISO-standardien kanssa
- Hyödyntää uusin tutkimustieto

Hyväksyntäprosessin aikataulu

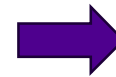
prEN 1993-1-8 siirtyy lokakuussa Formal Vote –loppuäänestykseen

Koko standardin hyväksyminen

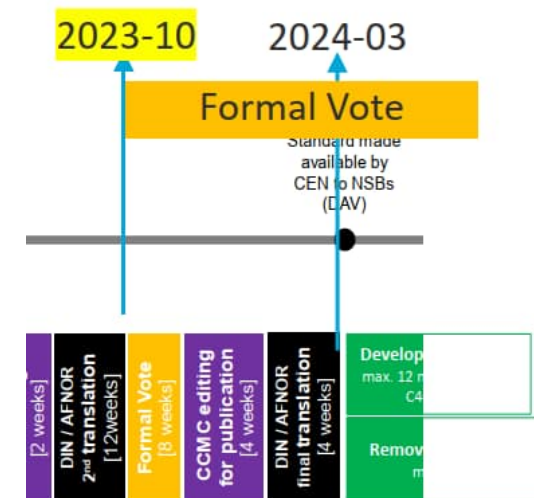
Kyllä

EI

Mahdolliset tekniset kommentit ovat mahdollisia vain ”Early Amendment” –prosessin kautta.



Standard	Start CEN Enquiry	Start Formal Vote
EN 1993-1-1	Completed 2020	Completed 2022; Approved
EN 1993-1-2	Completed March 2022	October 2023
EN 1993-1-3		
EN 1993-1-4	March 2023	October 2024
EN 1993-1-5	Completed March 2022	October 2023
EN 1993-1-6	March 2023	October 2024
EN 1993-1-7		
EN 1993-1-8	Completed June 2021	October 2023



Rakenteen selkeyttäminen

SFS-EN 1993-1-8:2005 (148 s)

1. Johdanto
2. Suunnitteluperusteet
3. Kiinnitykset, joissa käytetään ruuveja, niittejä tai niveltappeja
4. Hitsauskiinnitykset
5. Analyysi, luokitus ja mallinnus
6. H- ja I-profiilien väliset rakenteelliset liitokset
7. Rakenneputkien liitokset

prEN 1993-1-8:2023 (147 s + liitteet 67 s)

Introduction

1. Scope
 2. Normative reference
 3. Terms, definitions and symbols
 4. Basis of design
 5. Connections using bolts, rivets and pins
 6. Welded connections
 7. Structural analysis
 8. Structural joints connecting H or I sections
 9. Hollow section joints
- Annex A Structural properties of basic components
Annex B Design of moment-resisting beam-to-column joints and splices
Annex C Design of nominally pinned connections
Annex D Design of column bases

Menetelmät ja
perusperiaatteet

Detaljit ja
sovellusohjeet

Liite A: Liitoksen peruskomponentit

- Kestävyyden mitoitusarvo
- Jäykkyystekijä

Component	Designation	Graphical representation	Reference to application rules
Column web panel in shear	wp		A.4
Column web in transverse compression	c,wc		A.5
Column web in transverse tension	t,wc		A.6
Column flange in bending	t,fc		A.7
End plate in bending	t,ep		A.8
Flange cleat in bending	t,cl		A.9
Beam or column flange and web in compression	c,fw		A.10
Beam or column web in tension	t,wb		A.11
Plate in tension	tp		A.12
Plate in compression	c,p		A.12
Bolts in tension	t		A.13
Bolts in shear	v		A.14
Bearing at bolt holes	b		A.15

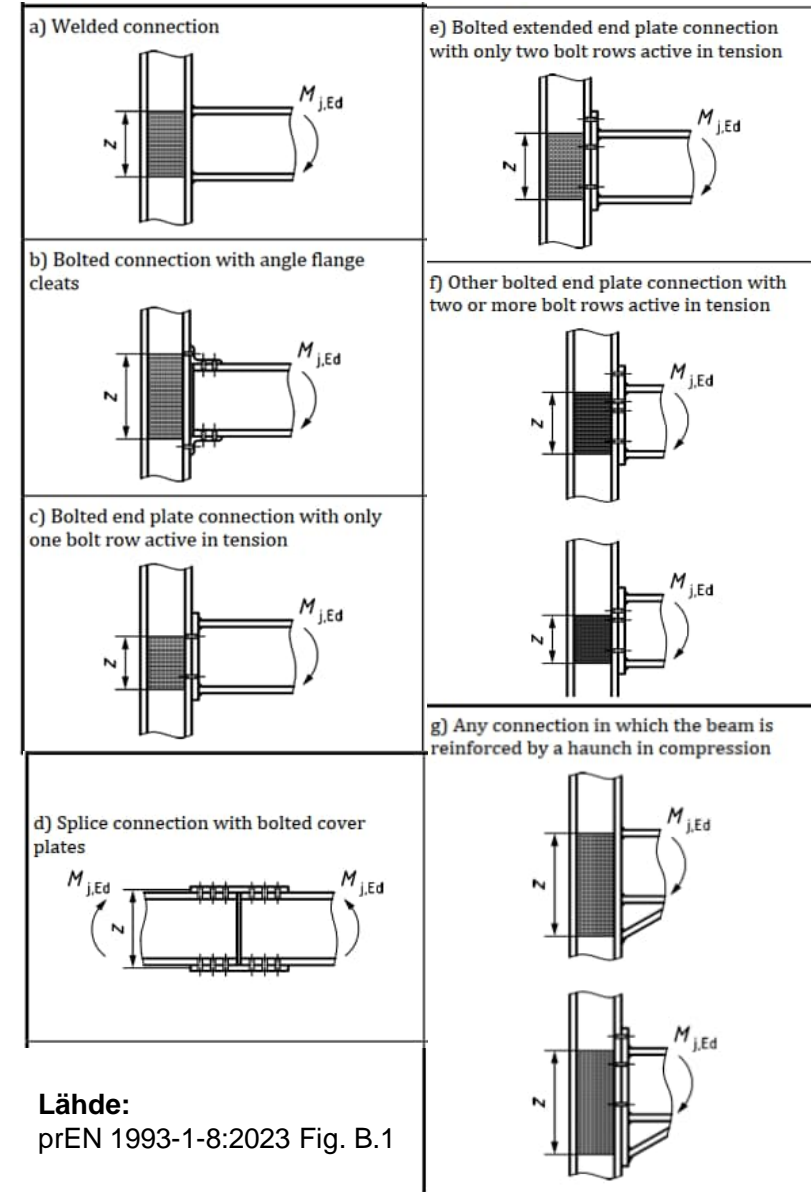
Lähde: prEN 1993-1-8:2023 Table 8.1

Component	Designation	Graphical representation	Reference to application rules
Concrete and base plate in compression	c,bp		A.16
Base plate in bending under tension	t,bp		A.17
Anchor bolts in tension	tb		A.18
Fasteners between steel and concrete in tension ^a	ta		A.19
Anchor bolts in shear	vb		A.20
Fasteners between steel and concrete in shear ^a	va		A.21
Welds	w		A.22
Beam haunch in compression	hb		A.23

^a These are a group of various components acting together, see EN 1992-4.

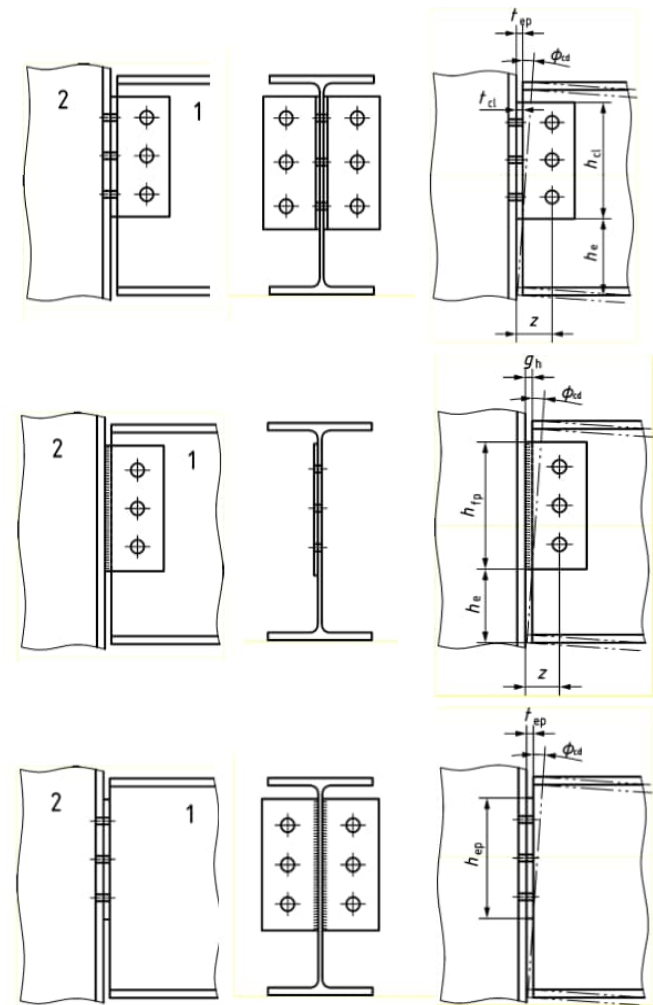
Liite B: Momenttiliitokset

- Palkki-pilariliitokset
- Jatkokset
 - ❖ Taivutuskestävyyden mitoitusarvo
 - ❖ Leikkauskestävyyden mitoitusarvo
 - ❖ Kiertymisjäykkyys
 - ❖ Kiertymiskyky



Liite C: Nivelelliset liitokset

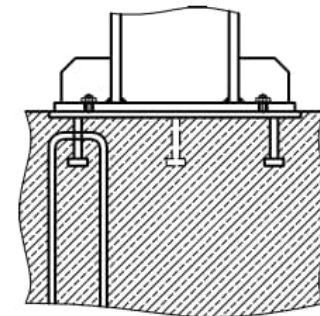
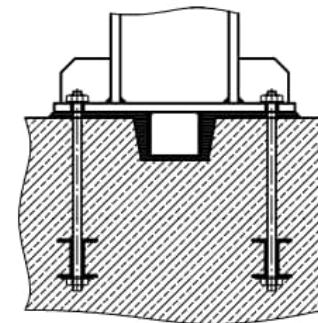
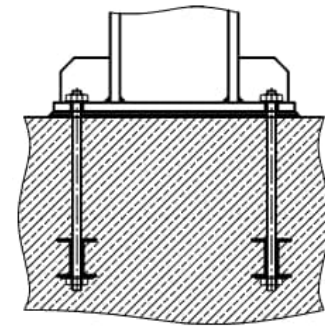
- Palkki-pilariliitokset
- Jatkokset
 - ❖ Kiertymiskyky
 - ❖ Leikkauskestävyyden mitoitusarvo
 - ❖ Sidevoimakestävyys



Lähde: prEN 1993-1-8:2023 Fig. C.1 ja Table C1

Liite D: Pilarin pohjalevy ja peruspultit

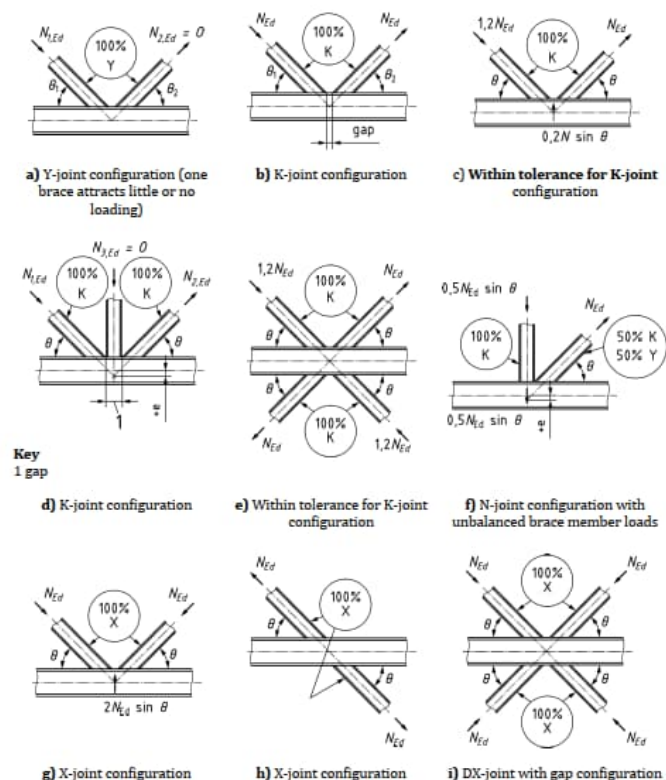
- ❖ Puristetun pohjalevyn kestävyys
- ❖ Taivutuskestävyyden mitoitusarvo
- ❖ Leikkauskestävyyden mitoitusarvo



Lähde: prEN 1993-1-8:2023 Fig. D1 ja D2

Rakenneputkien liitokset (Luku 9)

- Yleiset periaatteet pysyvät ennallaan
- Sovellusalueen laajennus teräslajiin S700 asti
- Rakenneputken seinämän paksuusvaatimusta pienennetty 2,5 mm:stä 1,5 mm:iin.
- Yhdenmukainen CIDECT- ja ISO-ohjeiden kanssa
- Putkiliitosten luokittelu voimansiirtotavan perusteella



Lähde: prEN 1993-1-8:2023 Fig. 9.5

Putkiliitoksen kestävyys

= uumasauvan suurin sallittu voima

- Liitoksen staattisen kestävyuden arvo tulee kertoa myötölujuudesta riippuvalla C_f -kertoimella.

Tällä hetkellä on käynnissä useita tutkimushankkeita, joilla pyritään tuottamaan tietoa korkealujuusterästen kertoimien parantamiseksi. Kertoimien arvoja voidaan muuttaa kansallisella valinnalla.

- Kahden murtumismuodon, paarten lävistymisleikkautuminen ja uumasauvan murtuminen, yhteydessä myötöraja f_y on rajoitettu arvoon $0,8f_u$.

Korkealujuusteräksillä tämä pienentää lujuuden alle nimellisen myötörajan. Nämä murtumismuodot eivät kuitenkaan ole usein mitoituksessa määrääviä.

Kansallinen valinta mahdollinen (NDP):

C_f sekä murtumismuodot, johon $0,8f_u$ rajoitus kohdistetaan

Table 9.1 (NDP) — Material factors to resistance

$f_y \leq 355 \text{ N/mm}^2$	$C_f = 1,00$
$355 \text{ N/mm}^2 < f_y \leq 460 \text{ N/mm}^2$	$C_f = 0,90$
$460 \text{ N/mm}^2 < f_y \leq 550 \text{ N/mm}^2$	$C_f = 0,86$
$550 \text{ N/mm}^2 < f_y \leq 700 \text{ N/mm}^2$	$C_f = 0,80$

Chord plastification should be checked if $\beta \leq 0,85$ ^c

$$N_{1,Rd} = \frac{C_f \frac{f_y t_0^2}{\sin \theta_1} \left(\frac{2\eta}{(1-\beta) \sin \theta_1} + \frac{4}{\sqrt{1-\beta}} \right) Q_r}{\gamma_{MS}}$$

Chord side wall failure for $\beta = 1,0$ ^c

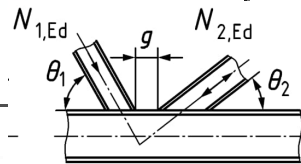
$$N_{1,Rd} = \frac{f_u t_0 \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 10t_0 \right) Q_r}{\gamma_{MS}}$$

Brace failure

$$N_{1,Rd} = \frac{C_f f_y t_1 (2h_1 - 4t_1 + 2b_{eff})}{\gamma_{MS}}$$

Chord punching shear failure should be checked if $b_1 \leq (b_0 - 2t_0)$

$$N_{1,Rd} = \frac{C_f \frac{f_y t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 2b_{v,p} \right)}{\gamma_{MS}}$$



Lähde: prEN 1993-1-8:2023 Table 9.1 ja Table 9.16

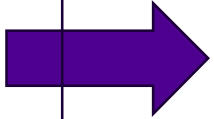
Paarteen jännitysfunktio Q_f

SFS-EN 1993-1-8:2005

$$k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$$

$$n = \frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y0}} \frac{1}{\gamma_{M5}}$$

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}}$$



prEN 1993-1-8:2023

$$Q_f = (1 - |n_0|)^{C_1} \geq Q_{f,min}$$

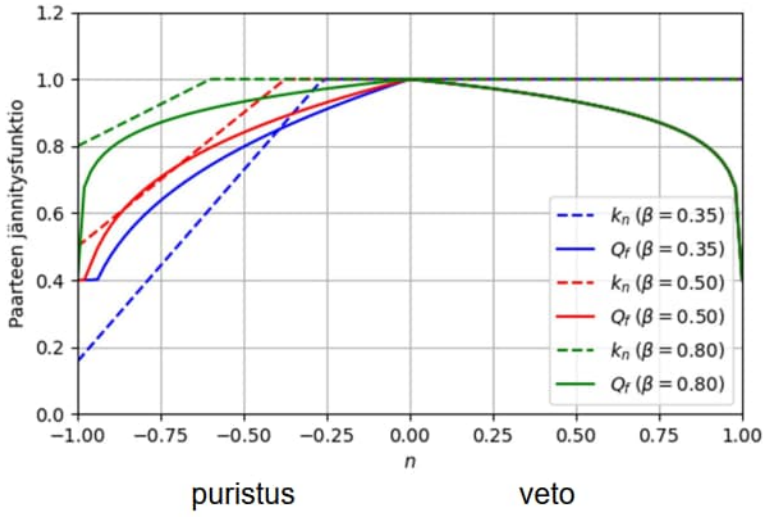
$$n_0 = \frac{N_{0,Ed}}{A_0 f_{y0}} \pm \frac{M_{ip,0,Ed}}{W_{ip,p,0} f_{y0}}$$

Table 9.2 — Exponent C_1 and minimum value of chord stress function $Q_{f,min}$

Sections		Min. value of chord stress function $Q_{f,min}$	Exponent C_1 for joint configurations with chords loaded in compression and in tension			
Brace and Plates	Chord		T-, Y- and X-		K- and N- with gap	
			Compression ($n_0 < 0$)	Tension ($n_0 \geq 0$)	Compression ($n_0 < 0$)	Tension ($n_0 \geq 0$)
CHS	CHS	0,4	$0,45 - 0,25\beta$	0,2	$0,25^a$	$0,2^a$
Plates ^b	CHS	0,3	0,25	0,2	-	-
CHS or RHS	RHS	0,4	$0,6 - 0,5\beta$	0,1	$0,5 - 0,5\beta \geq 0,1$	0,1

Chord plastification should be checked if $\beta \leq 0,85$

$$N_{1,Rd} = \frac{C_1 \frac{f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left(\frac{2\eta}{(1-\beta) \sin \theta_1} + \frac{4}{\sqrt{1-\beta}} \right) Q_f}{\gamma_{M5}}$$



Lähde: prEN 1993-1-8:2023

Uusi menetelmä putkiliitosten luokitteluun

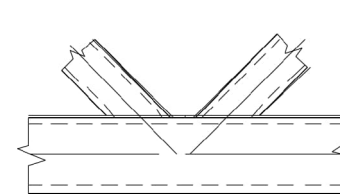
SFS-EN 1993-1-8:2005

Liitostyyppi määräytyy ulkonäön perusteella.

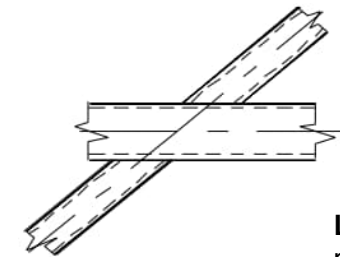
prEN 1993-1-8:2023

Tyyppi perustuu voimien siirtoon liitoksessa.

- When the force component normal to the chord in a brace member is (within 20 %) in equilibrium with the loads in other brace member(s) on the same side, the joint should be defined as **K-joint** configuration.
- When the force component normal to the chord is transmitted through the chord member and is in equilibrium with brace member(s) on the opposite side, the joint should be classified as **X-joint** configuration

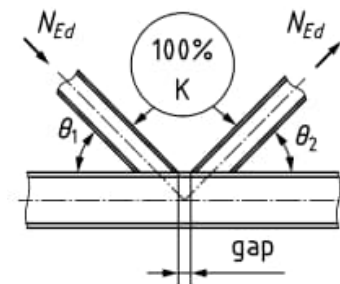


K-liitos

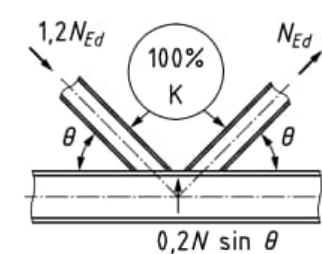


X-liitos

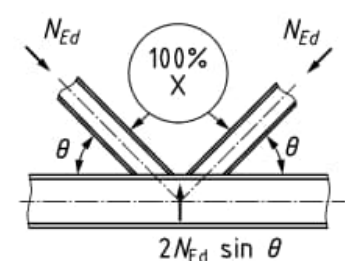
Lähde:
prEN 1993-1-8:2005 Kuva 7.1



b) K-joint configuration



c) Within tolerance for K-joint configuration



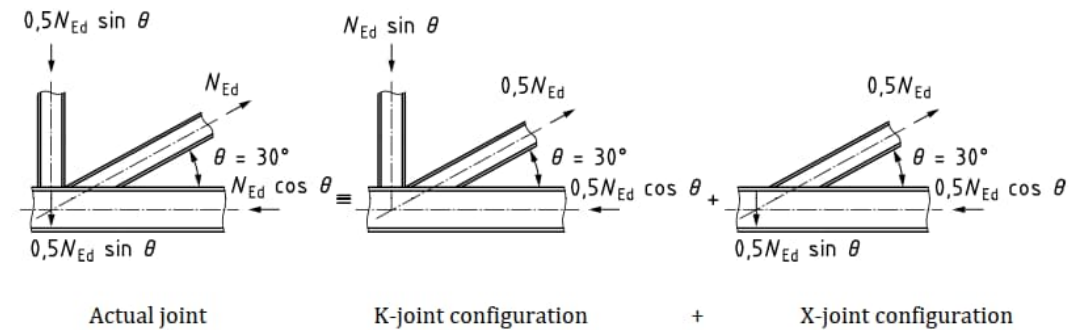
g) X-joint configuration

Lähde: prEN 1993-1-8:2023 Fig. 9.5

Mitoitus liitostyyppien yhdistelmälle

Liitoksen mitoitus voi perustua myös kahden liitostyyppin yhteisvaikutukseen.

- *When brace members transmit part of their load as K-joint configuration and part of their load as T-, Y-, or X-joint configuration, the joints should be designed by linear interaction of the proportion of the brace force involved in each type of load transfer.*



Lähde: prEN 1993-1-8:2023 Fig. 9.6

Kiitos

Mikko Malaska, professori

mikko.malaska@tuni.fi

<https://orcid.org/0000-0002-8215-9765>

Metalli- ja kevytrakenteet

Rakennetun ympäristön tiedekunta, Tampereen yliopisto

<https://research.tuni.fi/metke/about/>