ideCAD Çelik 8
Kullanılan Yönetmelikler

Hazırlayan: Nihan Yazıcı, Emre Kösen

www.idecad.com.tr

ideCAD Çelik 8
Kullanılan Yönetmelikler

Yönetmelik	Versiyon	Webinar tarihi- Linki
Yeni Türk Çelik Yönetmeliği ve AISC 360-10 ile ideCAD ' te Kompozit Kiriş Tasarımı	8.103	https://www.youtube.com/watch?v=Of21bqRvjJo
Yeni Türk Çelik Yönetmeliği ve AISC 360-10 ile ideCAD'te Kren Kirişi Tasarımı	8.103	https://www.youtube.com/watch?v=8CUzsArdyp8
TS EN 1993-1-1 Eurocode 3 ile ideCAD'te Çelik Elemanların Tasarımı	8.5	20.04.2016
Yeni Türk Çelik Yönetmeliği ve AISC 360-10 ile ideCAD'te Petek Kiriş Tasarımı	8.103	25.04.2016
ideCAD'de 3B Analiz Modeli İnceleme ve Veri Girişi Kontrolleri	8.103	29.04.2016

En 1993-1 1:Eurocode3

Konu başlıkları

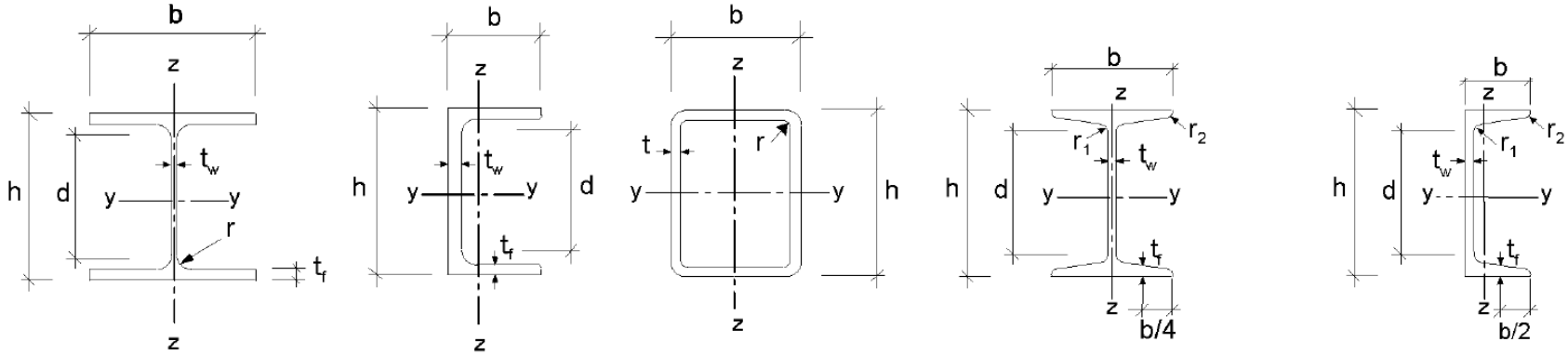
I. Giriş
II. Eksenel çekme kuvveti etkisindeki elemanlar
III. Eksenel basınç kuvveti etkisindeki elemanlar
IV. Eğilme etkisindeki elemanlar
V. Kesme etkisindeki elemanlar
VI. Birleşik etkiler altındaki elemanlar

Giriş

Eurocode3 Kesit Eksenleri

Eurocode3' te eleman eksenleri bilinenin aksine farklı adlandırılmıştır. Eleman kuvvetli ekseni y-y ekseni ve zayıf ekseni z-z ekseni göstermektedir. Ayrıca elemanların boyuna ekseni x-x ekseni olarak adlandırılır.

EN 1993-1-1: 2005 (E)



	Eurocode 3
Along the member	X
Major Axis	Y
Minor Axis	Z

Giriş

Kesitlerin Sınıflandırılması

Kesitlerin malzeme özelliklerine göre dört ana grupta sınıflandırılır.

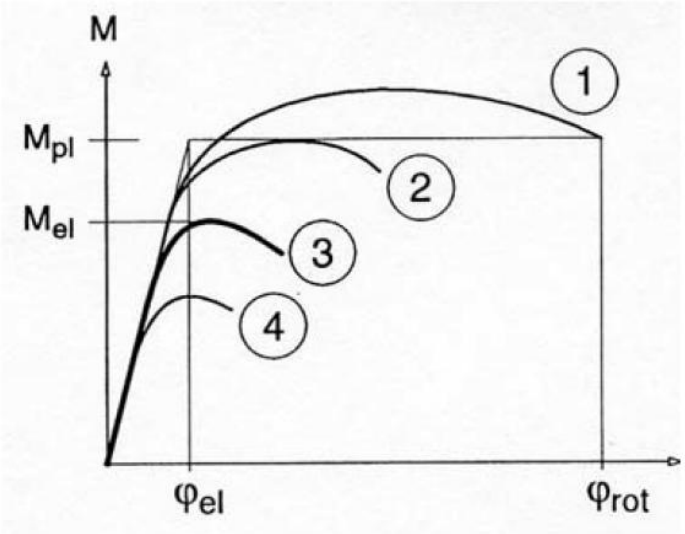


Fig. 1 Moment-rotation curve depending on cross-section classes 1 to 4

class 1: plastic cross-sections

class 2: compact cross-sections

class 3: semi-compact cross-sections

class 4: slender cross-sections

Giriş

- Sınıf 1:

Kesitin dayanımında azalma olmaksızın yapılan analizde plastik mafsal oluşturabilen kesitlerdir.

- Sınıf 2:

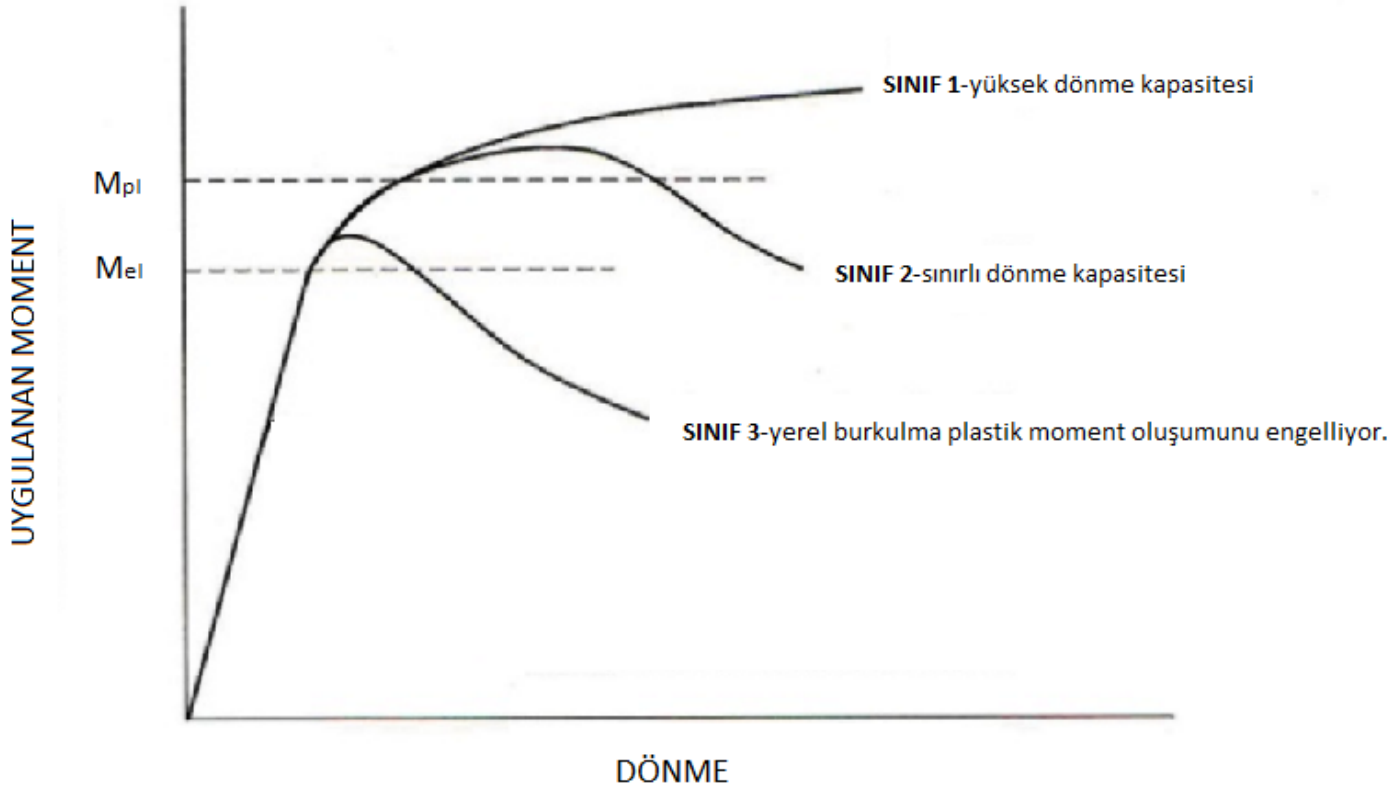
Plastik moment oluşturulabilen fakat yerel burkulmadan dolayı sınırlı dönme kapasitesine sahip kesitlerdir.

- Sınıf 3:

Çelik elemanın elastik gerilme dağılımı akma dayanımına ulaştığı anda, yerel burkulma kesitin plastik moment dayanımına ulaşmasına engel olan kesit sınıfıdır.

Giriş

- Sınıf landırma Dönme-Moment Grafiği

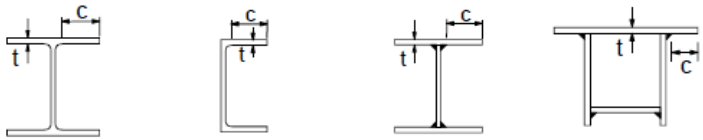


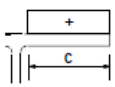
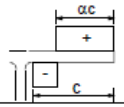
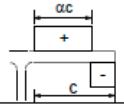
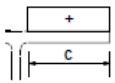
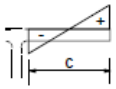
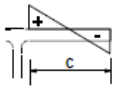
Giriş

- Sınıf landırma Sınır Değerleri

Table 5.2 (sheet 2 of 3): Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Outstand flanges

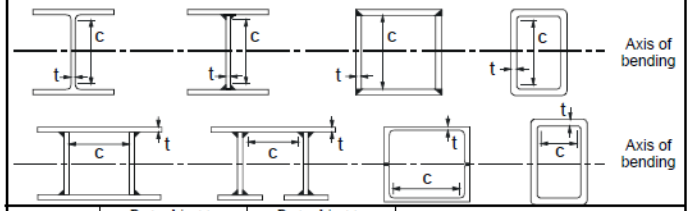


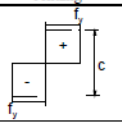
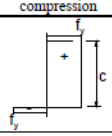
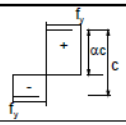
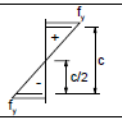
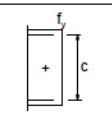
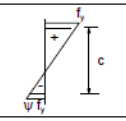
Class	Part subject to compression	Part subject to bending and compression: Tip in compression	Part subject to bending and compression: Tip in tension
Stress distribution in parts (compression positive)			
1	$c/t \le 9\varepsilon$	$c/t \le \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \le 10\varepsilon$	$c/t \le \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Stress distribution in parts (compression positive)			
3	$c/t \le 14\varepsilon$	$c/t \le 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ For k_σ see EN 1993-1-5	

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Table 5.2 (sheet 1 of 3): Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Internal compression parts



Class	Part subject to bending	Part subject to compression	Part subject to bending and compression
Stress distribution in parts (compression positive)			
1	$c/t \le 72\varepsilon$	$c/t \le 33\varepsilon$	when $\alpha > 0{,}5$: $c/t \le \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \le 0{,}5$: $c/t \le \frac{36\varepsilon}{\alpha}$
2	$c/t \le 83\varepsilon$	$c/t \le 38\varepsilon$	when $\alpha > 0{,}5$: $c/t \le \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \le 0{,}5$: $c/t \le \frac{41{,}5\varepsilon}{\alpha}$
Stress distribution in parts (compression positive)			
3	$c/t \le 124\varepsilon$	$c/t \le 42\varepsilon$	when $\psi > -1$: $c/t \le \frac{42\varepsilon}{0{,}67 + 0{,}33\psi}$ when $\psi \le -1$*): $c/t \le 62\varepsilon(1-\psi)\sqrt{(-\psi)}$

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

*) $\psi \le -1$ applies where either the compression stress $\sigma \le f_y$ or the tensile strain $\varepsilon_y > f_y/E$

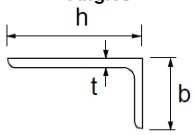
Giriş

- Sınıf landırma Sınır Değerleri

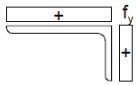
Table 5.2 (sheet 3 of 3): Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Angles

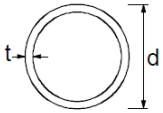
Refer also to "Outstand flanges" (see sheet 2 of 3)



Does not apply to angles in continuous contact with other components

Class	Section in compression
Stress distribution across section (compression positive)	
3	$h/t \le 15\varepsilon$; $\frac{b+h}{2t} \le 11{,}5\varepsilon$

Tubular sections



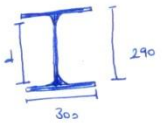
Class	Section in bending and/or compression
1	$d/t \le 50\varepsilon^2$
2	$d/t \le 70\varepsilon^2$
3	$d/t \le 90\varepsilon^2$ **NOTE** For $d/t > 90\varepsilon^2$ see EN 1993-1-6.

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

Giriş

- Sınıf landırma Örneği

HE 300 A



$b = 300$ mm
$r = 27$ mm
$t_f = 14$ mm
$t_w = 8.5$ mm

S235
$f_y = 235\ N/mm^2$
$E = 210000\ N/mm^2$
} Material Prop.

$A = 11253.759\ mm^2$
$h = 290$ mm
$d = 208$ mm
(3-3) $I_y = 182649437\ mm^4$
(2-2) $I_z = 63095852.2\ mm^4$
$i_2 = 74.878$ mm
$i_3 = 127.397$ mm
} Geometric Prop.

Solution:

$f_y = 235$

$\varepsilon = \sqrt{235/235} = 1$

web (Table 5.2)

$\frac{d}{t_w} = \frac{208}{8.5} = 24.47 \leq 33.\varepsilon = 33$ (Class 1)

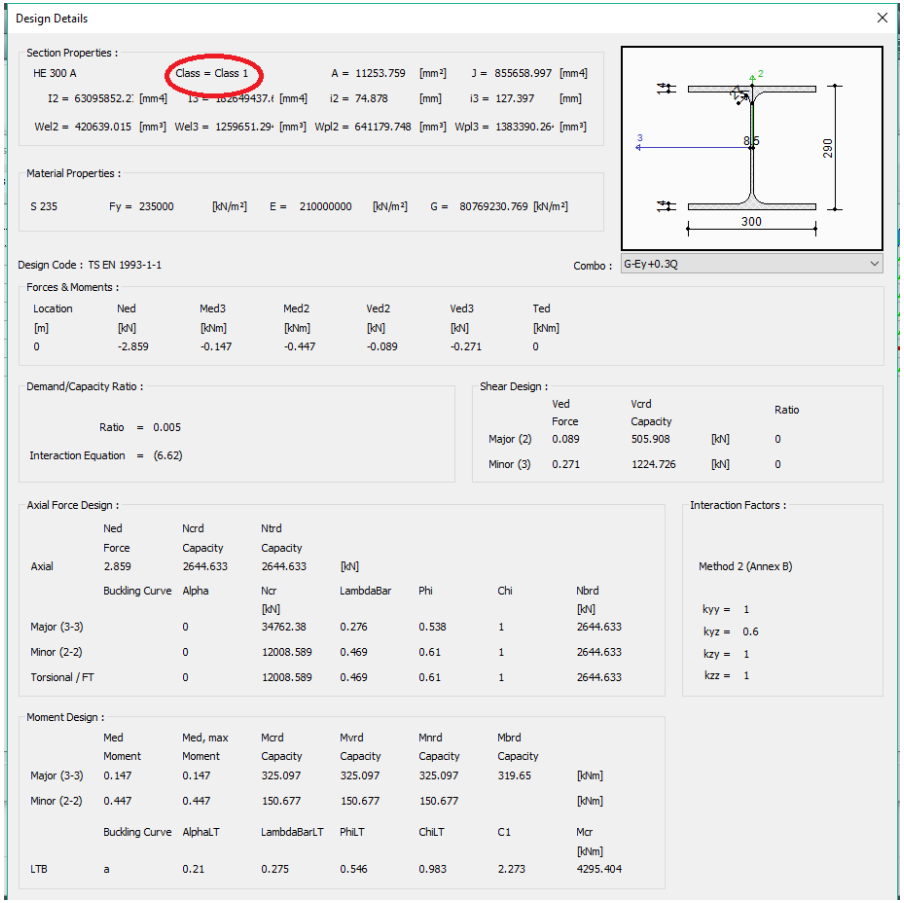
Flange (Table 5.2)

$\frac{0.5(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{(0.5(300 - 8.5 - 2.27))}{14} = 8.48$

$8.48 \leq 9.\varepsilon$ (Class 1)

→ The section is a Class 1.

-HE300A -pg1



Design Details

Section Properties :

HE 300 A — Class = Class 1 — A = 11253.759 [mm²] — J = 855658.997 [mm4]

I2 = 63095852.2 [mm4] — I3 = 182649437.0 [mm4] — i2 = 74.878 [mm] — i3 = 127.397 [mm]

Wel2 = 420639.015 [mm³] — Wel3 = 1259651.29 [mm³] — Wpl2 = 641179.748 [mm³] — Wpl3 = 1383390.26 [mm³]

Material Properties :

S 235 — Fy = 235000 [kN/m²] — E = 210000000 [kN/m²] — G = 80769230.769 [kN/m²]

Design Code : TS EN 1993-1-1 — Combo : G-Ey+0.3Q

Forces & Moments :

Location [m]	Ned [kN]	Med3 [kNm]	Med2 [kNm]	Ved2 [kN]	Ved3 [kN]	Ted [kNm]
0	-2.859	-0.147	-0.447	-0.089	-0.271	0

Demand/Capacity Ratio :

Ratio = 0.005

Interaction Equation = (6.62)

Shear Design :

	Ved Force	Vcrd Capacity		Ratio
Major (2)	0.089	505.908	[kN]	0
Minor (3)	0.271	1224.726	[kN]	0

Axial Force Design :

	Ned Force	Ncrd Capacity	Nbrd Capacity	
Axial	2.859	2644.633	2644.633	[kN]

	Bucking Curve	Alpha	Ncr [kN]	LambdaBar	Phi	Chi	Nbrd [kN]
Major (3-3)		0	34762.38	0.276	0.538	1	2644.633
Minor (2-2)		0	12008.589	0.469	0.61	1	2644.633
Torsional / FT		0	12008.589	0.469	0.61	1	2644.633

Interaction Factors :

Method 2 (Annex B)

kyy = 1
kyz = 0.6
kzy = 1
kzz = 1

Moment Design :

	Med Moment	Med, max Moment	Mcrd Capacity	Mvrd Capacity	Mnrd Capacity	Mbrd Capacity	
Major (3-3)	0.147	0.147	325.097	325.097	325.097	319.65	[kNm]
Minor (2-2)	0.447	0.447	150.677	150.677	150.677		[kNm]

	Bucking Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr [kNm]
LTB	a	0.21	0.275	0.546	0.983	2.273	4295.404

Giriş

Yük Kombinasyonları

TS EN 1991'e göre yapısal elemanların tasarımı durumunda kullanılması gereken yük kombinasyonları özet olarak;

Ölü Yük	: 1.35G
Ölü Yük ve Hareketli Yük	: 1.35G+1.5Q
Ölü Yük ve Rüzgar Yükü	: 1.35G±1.5W
Ölü Yük, Hareketli Yük ve Rüzgar Yükü	: 1.35G+1.5Q± 0.9W
Ölü Yük, Rüzgar Yükü ve Hareketli Yük	: 1.35G±1.5W+1.05Q
Ölü Yük ve Kar Yükü	: 1.35G+1.5S
Ölü Yük, Hareketli Yük ve Kar Yükü	: 1.35G+1.5Q+0.75S
Ölü Yük, Kar Yükü, Hareketli Yük	: 1.35G+1.5S+1.05Q
Ölü Yük ve Deprem Yükü	: 1.0G±1.0E
Ölü Yük,Deprem Yükü ve Hareketli Yük	: 1.0G±1.0E±0.3Q

Giriş

Malzeme Sınıf ve Dayanımları

Eurocode 3'e göre uygulamada kullanılacak yapı çelikleri için sınır değerleri tabloda gösterilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere kullanılan yapı çeliğinin nominal sınır değerleri başlık ve gövde kalınlıklarına göre farklılık göstermektedir.

EC3'e Göre Malzeme Sınıf ve Dayanımları

EC3'e Göre Malzeme Sınıf ve Dayanımları

Çelik Sınıfı	Kalınlık t mm			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} \leq t \leq 100$ mm	
	f_y (N/mm^2)	f_u (N/mm^2)	f_y (N/mm^2)	f_u (N/mm^2)
S235	235	360	215	340
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	490

Giriş

Taşıma Gücü Sınır Durumunda Güvenlik Katsayıları

EC 3 te karakteristik dayanımlarını güvenlik katsayıları ile bölerek tasarım dayanımlarına ulaşmak için kullanılır

6.1 General

(1) The partial factors γ_M as defined in 2.4.3 should be applied to the various characteristic values of resistance in this section as follows:

- resistance of cross-sections whatever the class is: γ_{M0}
- resistance of members to instability assessed by member checks: γ_{M1}
- resistance of cross-sections in tension to fracture: γ_{M2}
- resistance of joints: see EN 1993-1-8

$\gamma_{M0} = 1{,}00$

$\gamma_{M1} = 1{,}00$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

Çekme Elemanı Tanımı

EC3'te eksenel yüklü çekme elemanlarının tasarımında iki farklı sınır durumu kontrolü yapılması önerilmektedir. İlk sınır durumu elemanın fazla deformasyon yapmasını önlemek amacıyla, tasarım çekme kuvveti brüt kesitin akmasıyla sınırlandırılmıştır. İkinci sınır durumunda ise brüt kesit alanından bulon delikleri düşüldükten sonra elde edilecek net kesit alanının kopma dayanımı ile sınırlandırılmıştır.

6.2.3 Tension

(1) The design value of the tension force N_{Ed} at each cross section should satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1{,}0 \qquad (6.5)$$

(2) For sections with holes the design tension resistance $N_{t,Rd}$ should be taken as the smaller of:

a) the design plastic resistance of the gross cross-section

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \qquad (6.6)$$

b) the design ultimate resistance of the net cross-section at holes for fasteners

$$N_{u,Rd} = \frac{0{,}9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \qquad (6.7)$$

(3) Where capacity design is requested, see EN 1998, the design plastic resistance $N_{pl,Rd}$ (as given in 6.2.3(2) a)) should be less than the design ultimate resistance of the net section at fasteners holes $N_{u,Rd}$ (as given in 6.2.3(2) b)).

Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

Basınç Dayanımı

Eurocode3'te basınç enkesit dayanımı ve burkulma dayanımı iki ayrı başlık altında incelenmiştir. Basınç dayanımı kontrolü yalnızca narinliği düşük elemanlar için belirleyici olabilir. Eksenel basınç kuvveti etkisindeki tüm elemanlar için, eksenel basınç kuvvetinin tasarım değeri N_{Ed} , ilgili tüm kesitlerde aşağıdaki ifadeyi sağlamalıdır.

(1) The design value of the compression force N_{Ed} at each cross-section should satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1{,}0 \qquad (6.9)$$

(2) The design resistance of the cross-section for uniform compression $N_{c,Rd}$ should be determined as follows:

$$N_{c,Rd} = \frac{A\, f_y}{\gamma_{M0}} \qquad \text{for class 1, 2 or 3 cross-sections} \qquad (6.10)$$

Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

Burkulma Direnci

Eurocode 3 eksenel basınç kuvveti altındaki elemanların tasarımında eğilme, burulma ve eğilmeli burulma burkulması kontrolleri yapılması gerekir. Genel olarak hadde çelik elemanların burkulma şekli eğilme burkulmasıdır. Bazı durumlarda burulma veya eğilmeli burulma burkulması da düşünülmelidir. Eksenel kuvvetin eleman boyunca sabit olduğu, sabit en kesitli elemanlar uniform elemanlar olarak adlandırılır. Tasarım basınç kuvveti N Ed , basınç elemanının burkulma dayanımı Nb,Rd 'den küçük veya eşit olduğu gösterilmelidir.

(3) The design buckling resistance of a compression member should be taken as:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{for Class 1, 2 and 3 cross-sections} \qquad (6.47)$$

- χ :ilgili burkulma şekli için dayanım azaltma katsayısını göstermektedir.

Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

Burkulma Direnci

Sınıf 1, sınıf 2 ve sınıf 3 türü kesit özelliklerine sahip basınç elemanlarının burkulma dayanımı aşağıdaki hesaplanmalıdır;

6.3.1.2 Buckling curves

(1) For axial compression in members the value of χ for the appropriate non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ should be determined from the relevant buckling curve according to:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{but } \chi \leq 1{,}0 \qquad (6.49)$$

where $\Phi = 0{,}5\left[1 + \alpha\left(\bar{\lambda} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}^2\right]$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \quad \text{for Class 1, 2 and 3 cross-sections}$$

α is an imperfection factor

N_{cr} is the elastic critical force for the relevant buckling mode based on the gross cross sectional properties.

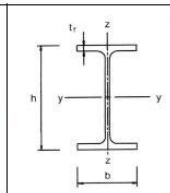
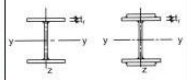
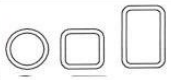
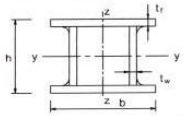
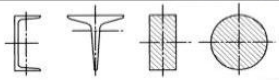
Table 6.1: Imperfection factors for buckling curves

Buckling curve	a_0	a	b	c	d
Imperfection factor α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

Burkulma Direnci

Burkulma eğrileri a_0, a, b, c, d, e değerleri aşağıdaki tablodan bulunur.

Cross section		Geometry limits		Buckling about axis	Buckling curve: S 235, S 275, S 355, S 420	Buckling curve: S 460
Rolled I or H sections		$h/b > 1.2$	$t_f \le 40mm$	y-y	a	a_0
				z-z	b	a_0
			$40mm < t_f \le 100mm$	y-y	b	a
				z-z	c	a
		$h/b \le 1.2$	$t_f \le 100mm$	y-y	b	a
				z-z	c	a
			$t_f > 100mm$	y-y	d	c
				z-z	d	c
Welded I or H sections		$t_f \le 40mm$		y-y	b	b
				z-z	c	c
		$t_f > 40mm$		y-y	c	c
				z-z	d	d
Hollow sections		hot finished		any	a	a_0
		cold formed		any	c	c
Welded box sections		Generally (except as below)		any	b	b
		thick welds: $a > 0.5t_f$, $b/t_f < 30$, $h/t_w < 30$ (a – throat thickness)		any	c	c
U, T and solid sections				any	c	c
L Sections				any	b	b

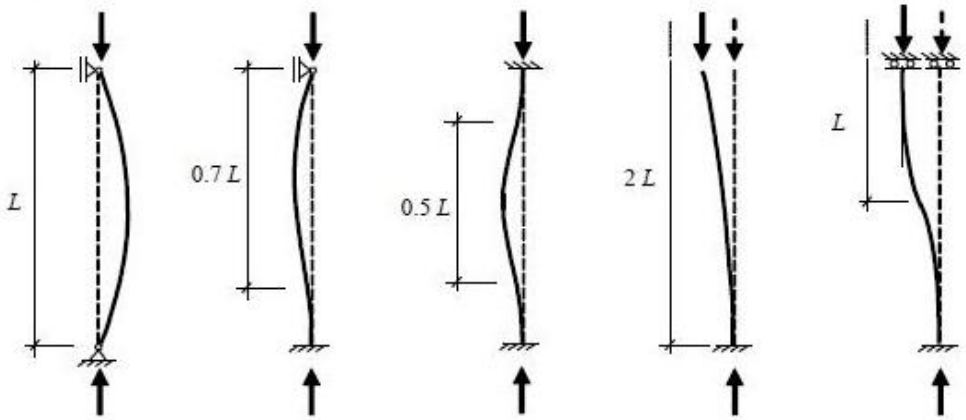
Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

Burkulma Direnci

Eğilmeli burkulma için;

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{L^2}.$$

Figure 3.43 – Buckling length L_E as a function of the real length L of the column



Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

Burkulma Direnci

Burulmalı burkulma ve eğilmeli burulmalı burkulma için;

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_C^{\,2}}\left(G I_T + \frac{\pi^2 E I_W}{L_{ET}^{\,2}}\right). \tag{3.59}$$

For the same type of cross sections, the flexural-torsional buckling critical load is given by:

$$N_{cr,TF} = \frac{1}{2\beta}\left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4\beta N_{cr,y} N_{cr,T}}\right]. \tag{3.60}$$

where, i_C is the radius of polar gyration given by $i_C^2 = y_C^2 + (I_y + I_z)/A$;

GI_T is the stiffness of the section in uniform torsion;

I_T is the torsion constant;

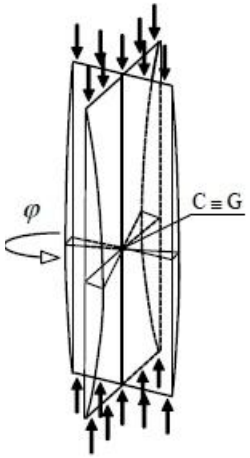
EI_W is the warping stiffness;

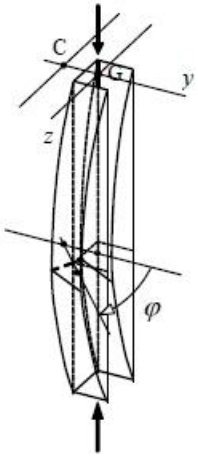
I_W is the warping constant;

L_{ET} is an equivalent length that depends on the restrictions to torsion and warping at the end sections;

$N_{cr,y}$ is the critical load for flexural buckling about the y axis;

β is a factor given by $\beta = 1 - (y_C/i_C)^2$, where y_C is the distance along the y axis between the shear centre and the centroid of the section.





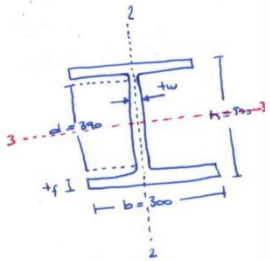
Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

- Basınç Elemanı Örneği

HE 500 B

S235
$f_y = 235\ N/mm^2$
$E = 210000\ N/mm^2$
} Material prop.

$h = 500\ mm$
$b = 300\ mm$
$d = 390\ mm$
$t_f = 28\ mm$
$t_w = 14.5\ mm$
$i_3 = 211.923\ mm$
$i_2 = 72.731\ mm$
$r = 27\ mm$
$I_3 = 107180207.0\ mm^4$
$I_2 = 126239568\ mm^4$
$L = 3300\ mm$
$A = 23864.759\ mm^2$
} Geometrik properties



→ Determine cross-section class in uniform compression

$$\varepsilon = \sqrt{235/235} = 1$$

→ web element:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{390}{14.5} = 26.897 \leq 33.\varepsilon \quad \text{- Class 1}$$

→ Outstand part of flange element:

$$\frac{0.5(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{0.5(300 - 14.5 - 2.27)}{28} = 4.12 \leq 9\varepsilon \text{ - Class 1}$$

The section is a Class 1.

Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

- Basınç Elemanı Örneği

→ Selection of buckling curve. for a cross section

$\frac{h}{b} = \frac{500}{300} = 1.667 > 1.2$

$t_f = 28 \leq 40mm$

(S235) axis

$\alpha_y = a = 0.21$ (y-y)

$\alpha_z = b = 0.34$ (z-z)

→ Imperfection factors

$\alpha = 0.21$

$\alpha = 0.34$

→ Determine buckling lenght

$L_{cr,y} = (1.0)\,3300 = 3300\ mm$

$L_{cr,z} = (1.0)\,3300 = 3300\ mm$

→ Determine non-dimensional slenderness (z-z)

$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A.f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{235.23864}{24026286}} = 0.483$

$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2\, 210000 \cdot 126239568}{3300^2} = 24026286{,}97$

$N_{cr,z} = 24026{,}2\ kN$

$\Phi_z = 0.6648$

$\chi_z = 0.8916$

→ Determine non-dimensional slenderness for (y-y)

$N_{cr,y} = 203988{,}5\ kN$

$\bar{\lambda}_y = 0{,}1658$

$\Phi_y = 0{,}5102$

$\chi_y = 1.0074 \Rightarrow$ must be $\chi_y = 1.0$

HE500B - 2 -

Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

- Basınç Elemanı Örneği

Design buckling resistance of compression member

χ_{min} is the lesser of χ_y and χ_z

$\chi_{min} = 0.8916$

$$N_{b,RD} = \frac{\chi . A . f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.8916\,(23864)(235)}{1.0} = 5000128.5\,N$$

$\gamma_{M1} = 1{,}0$

$N_{b,RD}$ = 5000,128 kN

HE 500 B-3

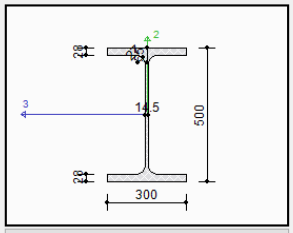
Design Details

Section Properties :

HE 500 B Class = Class 1 A = 23864.759 [mm²] J = 5401011.04 [mm4]

I2 = 126239568.([mm4] I3 = 1071802070 [mm4] i2 = 72.731 [mm] i3 = 211.923 [mm]

Wel2 = 841597.12 [mm³] Wel3 = 4287208.28 [mm³] Wpl2 = 1291665.39 [mm³] Wpl3 = 4814774.82 [mm³]



Material Properties :

S 235 Fy = 235000 [kN/m²] E = 210000000 [kN/m²] G = 80769230.769 [kN/m²]

Design Code : TS EN 1993-1-1 Combo : G-Ey+0.3Q

Forces & Moments :

Location [m]	Ned [kN]	Med3 [kNm]	Med2 [kNm]	Ved2 [kN]	Ved3 [kN]	Ted [kNm]
0	-6.062	-0.335	-0.942	-0.203	-0.571	0

Demand/Capacity Ratio :

Ratio = 0.005

Interaction Equation = (6.62)

Shear Design :

	Ved Force	Vcrd Capacity		Ratio
Major (2)	0.203	1218.757	[kN]	0
Minor (3)	0.571	2364.416	[kN]	0

Axial Force Design :

	Ned Force	Ncrd Capacity	Ntrd Capacity	
Axial	6.062	5608.218	5608.218	[kN]

	Buckling Curve	Alpha	Ncr [kN]	LambdaBar	Phi	Chi	Nbrd [kN]
Major (3-3)		0	203988.532	0.166	0	1	5608.218
Minor (2-2)	b	0.34	24026.287	0.483	0.665	0.892	5000.344
Torsional / FT	b	0.34	24026.287	0.483	0.665	0.892	5000.344

Interaction Factors :

Method 2 (Annex B)

kyy = 1
kyz = 0.6
kzy = 1
kzz = 1

Moment Design :

	Med Moment	Med, max Moment	Mcrd Capacity	Mvrd Capacity	Mnrd Capacity	Mbrd Capacity	
Major (3-3)	0.335	0.335	1131.472	1131.472	1131.472	1112.224	[kNm]
Minor (2-2)	0.942	0.942	303.541	303.541	303.541		[kNm]

	Buckling Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr [kNm]
LTB	a	0.21	0.276	0.546	0.983	2.273	14828.795

Eğilme Momenti Etkisindeki Elemanlar

Eğilme Momenti Dayanımı

EC3'te eğilme etkisindeki elemanların aşağıdaki koşulların sağlandığı durumlarda, yanal burulma burkulması kontrolü yapılmadan saf eğilme kontrolü yapılabileceğini önerilmektedir.

- Kirişin basınç başlığının yeteri sayıda yanal mesnetler ile tutulduğu durumlarda,
- Eğilme eleman zayıf ekseninde etkiyor ise,
- Kesitler yanal rijitliği ve burulma rijitliği yüksek kare ve boşluklu dairesel formda kesitler ise,
- Boyutsuz yanal burulma narinliği $\lambda_{LT} \leq 0.2$ ise yanal burulma burkulması kontrolü yapılmadan eğilme kontrolü yapılabilir.

Eğilme Momenti Etkisindeki Elemanlar

Eğilme Momenti Dayanımı

Eğilme momenti kontrolü yapılırken tasarım eğilme momenti değeri M_{Ed} ilgili tüm kesitlerde aşağıdaki ifadeyi sağlamalıdır;

(1) The design value of the bending moment M_{Ed} at each cross-section should satisfy:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1{,}0 \qquad (6.12)$$

where $M_{c,Rd}$ is determined considering fastener holes, see (4) to (6).

(2) The design resistance for bending about one principal axis of a cross-section is determined as follows:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl}\, f_y}{\gamma_{M0}} \qquad \text{for class 1 or 2 cross sections} \qquad (6.13)$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min}\, f_y}{\gamma_{M0}} \qquad \text{for class 3 cross sections} \qquad (6.14)$$

where $W_{el,min}$ and $W_{eff,min}$ corresponds to the fibre with the maximum elastic stress.

Eğilme Momenti Etkisindeki Elemanlar

Yanal Burulma Burkulması

Eğilme elemanları için yanal burkulma dayanımı aşağıdaki gibi hesaplanmalıdır;

(1) A laterally unrestrained member subject to major axis bending should be verified against lateral-torsional buckling as follows:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1{,}0 \qquad (6.54)$$

where M_{Ed} is the design value of the moment

$M_{b,Rd}$ is the design buckling resistance moment.

(2) Beams with sufficient restraint to the compression flange are not susceptible to lateral-torsional buckling. In addition, beams with certain types of cross-sections, such as square or circular hollow sections, fabricated circular tubes or square box sections are not susceptible to lateral-torsional buckling.

(3) The design buckling resistance moment of a laterally unrestrained beam should be taken as:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \qquad (6.55)$$

where W_y is the appropriate section modulus as follows:

- $W_y = W_{pl,y}$ for Class 1 or 2 cross-sections
- $W_y = W_{el,y}$ for Class 3 cross-sections
- $W_y = W_{eff,y}$ for Class 4 cross-sections

χ_{LT} is the reduction factor for lateral-torsional buckling.

Eğilme Momenti Etkisindeki Elemanlar

Yanal Burulma Burkulması

6.3.2.2 Lateral torsional buckling curves – General case

(1) Unless otherwise specified, see 6.3.2.3, for bending members of constant cross-section, the value of χ_{LT} for the appropriate non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{LT}$, should be determined from:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{but } \chi_{LT} \le 1{,}0 \qquad (6.56)$$

where $\Phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\bar{\lambda}_{LT} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$

α_{LT} is an imperfection factor

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

M_{cr} is the elastic critical moment for lateral-torsional buckling

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L_{cr}^2}\left(\frac{I_w}{I_z} + \frac{L_{cr}^2 G I_T}{\pi^2 E I_z}\right)^{0.5}$$

Table 6.3: Recommended values for imperfection factors for lateral torsional buckling curves

Buckling curve	a	b	c	d
Imperfection factor α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

Table 6.4: Recommended values for lateral torsional buckling curves for cross-sections using equation (6.56)

Cross-section	Limits	Buckling curve
Rolled I-sections	$h/b \le 2$ $h/b > 2$	**a** **b**
Welded I-sections	$h/b \le 2$ $h/b > 2$	**c** **d**
Other cross-sections	-	**d**

Kesme Etkisindeki Elemanlar

Kesme Dayanımı

Eurocode3'e göre kesme kuvveti tasarım değeri V_{Ed} ile gösterilmektedir ve ilgili tüm kesitlerde aşağıdaki eşitliği sağlamalıdır. $V_{pl\ Rd}$ kesitin plastik kesme kuvveti dayanımıdır.

6.2.6 Shear

(1) The design value of the shear force V_{Ed} at each cross section should satisfy:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1{,}0 \qquad (6.17)$$

where $V_{c,Rd}$ is the design shear resistance. For plastic design $V_{c,Rd}$ is the design plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$ as given in (2). For elastic design $V_{c,Rd}$ is the design elastic shear resistance calculated using (4) and (5).

(2) In the absence of torsion the design plastic shear resistance is given by:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v\left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}} \qquad (6.18)$$

Kesme Etkisindeki Elemanlar

Kesme Alanı

Eurocode3'e göre kullanılan kesitlerin Av kesme alanları aşağıdaki gibi hesaplanması önerilmiştir.

(3) The shear area A_v may be taken as follows:

a) rolled I and H sections, load parallel to web $A - 2bt_f + (t_w + 2r)\,t_f$ but not less than $\eta h_w t_w$

b) rolled channel sections, load parallel to web $A - 2bt_f + (t_w + r)\,t_f$

c) rolled T-section, load parallel to web $0{,}9\,(A - bt_f)$

d) welded I, H and box sections, load parallel to web $\eta \sum (h_w t_w)$

e) welded I, H, channel and box sections, load parallel to flanges $A - \sum (h_w t_w)$

f) rolled rectangular hollow sections of uniform thickness:

load parallel to depth $Ah/(b+h)$

load parallel to width $Ab/(b+h)$

g) circular hollow sections and tubes of uniform thickness $2A/\pi$

Birleşik Etki Altındaki Elemanlar

Eğilme Momenti ve Eksenel Kuvvetin Birlikte Etkimesi Durumu

Eurocode 3te birleşik etkiler altındaki elemanlarda kesit kontrolü yapılırken her sınıf türü için farklı yöntemler kullanılır. Sınıf 1 ve 2 türü kesitler için temel kural tasarım momentinin, eksenel kuvvet düşünülerek hesaplanan azaltılmış plastik moment kapasitesinden düşük olmalısıdır.

Sınıf 1 ve Sınıf 2 türü kesitler;

6.2.9 Bending and axial force

6.2.9.1 Class 1 and 2 cross-sections

(1) Where an axial force is present, allowance should be made for its effect on the plastic moment resistance.

AC1 (2)P For class 1 and 2 cross sections, the following criterion shall be satisfied: AC1

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd} \qquad (6.31)$$

where $M_{N,Rd}$ is the design plastic moment resistance reduced due to the axial force N_{Ed}.

(3) For a rectangular solid section without fastener holes $M_{N,Rd}$ should be taken as:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd}\left[1-\left(N_{Ed}/N_{pl,Rd}\right)^2\right] \qquad (6.32)$$

(4) For doubly symmetrical I- and H-sections or other flanges sections, allowance need not be made for the effect of the axial force on the plastic resistance moment about the y-y axis when both the following criteria are satisfied:

$$N_{Ed} \leq 0{,}25\,N_{pl,Rd} \text{ and} \qquad (6.33)$$

$$N_{Ed} \leq \frac{0{,}5\,h_w\,t_w\,f_y}{\gamma_{M0}} \qquad (6.34)$$

For doubly symmetrical I- and H-sections, allowance need not be made for the effect of the axial force on the plastic resistance moment about the z-z axis when:

$$N_{Ed} \leq \frac{h_w\,t_w\,f_y}{\gamma_{M0}} \qquad (6.35)$$

(5) For cross-sections where fastener holes are not to be accounted for, the following approximations may be used for standard rolled I or H sections and for welded I or H sections with equal flanges:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}\,(1-n)/(1-0{,}5a) \quad \text{but } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \qquad (6.36)$$

$$\text{for } n \leq a: \quad M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \qquad (6.37)$$

Birleşik Etki Altındaki Elemanlar

Eğilme Momenti ve Eksenel Kuvvetin Birlikte Etkimesi Durumu

Eurocode 3te birleşik etkiler altındaki elemanlarda kesit kontrolü yapılırken her sınıf türü için farklı yöntemler kullanılır. Sınıf 1 ve 2 türü kesitler için temel kural tasarım momentinin, eksenel kuvvet düşünülerek hesaplanan azaltılmış plastik moment kapasitesinden düşük olmalısıdır.

Sınıf 1 ve Sınıf 2 türü kesitler;

where $n = N_{Ed} / N_{pl.Rd}$

$a = (A-2bt_f)/A$ but $a \leq 0,5$

For cross-sections where fastener holes are not to be accounted for, the following approximations may be used for rectangular structural hollow sections of uniform thickness and for welded box sections with equal flanges and equal webs:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}(1 - n)/(1 - 0,5a_w) \quad \text{but } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \tag{6.39}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}(1 - n)/(1 - 0,5a_f) \quad \text{but } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \tag{6.40}$$

where $a_w = (A - 2bt)/A$ but $a_w \leq 0,5$ for hollow sections

$a_w = (A-2bt_f)/A$ but $a_w \leq 0,5$ for welded box sections

$a_f = (A - 2ht)/A$ but $a_f \leq 0,5$ for hollow sections

$a_f = (A-2ht_w)/A$ but $a_f \leq 0,5$ for welded box sections

Birleşik Etki Altındaki Elemanlar

İki Yönde Eğilme Durumu

Eurocode 3te birleşik etkiler altındaki elemanlarda Sınıf 1 ve Sınıf 2 türü kesitler için eksenel kuvvet olması veya olmaması durumunda iki yönde eğilme tahkiki şu şekilde yapılır;

(6) For bi-axial bending the following criterion may be used:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right]^{\beta} \leq 1 \qquad (6.41)$$

in which α and β are constants, which may conservatively be taken as unity, otherwise as follows:

- I and H sections:

  $\alpha = 2\ ;\ \beta = 5\,n \quad \text{but}\ \beta \geq 1$

- circular hollow sections:

  $\alpha = 2\ ;\ \beta = 2$

[AC2] $M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd}\,(1 - n^{1,7})$ [AC2]

- rectangular hollow sections:

  $$\alpha = \beta = \frac{1{,}66}{1 - 1{,}13\,n^2} \qquad \text{but}\ \alpha = \beta \leq 6$$

Birleşik Etki Altındaki Elemanlar

Eğilme Momenti ve Eksenel Kuvvetin Birlikte Etkimesi Durumu

Eurocode 3te birleşik etkiler altındaki elemanlarda kesit kontrolü yapılırken Sınıf 3 kesitler için ise, birleşik etki altındaki en büyük gerilme değeri akma dayanımından küçük olmalıdır. Sınıf 3 türü kesitlerde normal kesit özellikleri kullanır.

Sınıf 3 türü kesitler;

6.2.9.2 Class 3 cross-sections

[AC1] (1)P In the absence of shear force, for Class 3 cross-sections the maximum longitudinal stress shall satisfy the criterion: [AC1]

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \qquad (6.42)$$

where $\sigma_{x,Ed}$ is the design value of the local longitudinal stress due to moment and axial force taking account of fastener holes where relevant, see 6.2.3, 6.2.4 and 6.2.5

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \qquad (6.2)$$

Birleşik Etki Altındaki Elemanlar

Eğilme Momenti ve Eksenel Basınç Kuvveti Altındaki Elemanların Stabilite Kontrolü

(4) Members which are subjected to combined bending and axial compression should satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT}\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \le 1 \qquad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT}\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \le 1 \qquad (6.62)$$

where N_{Ed}, $M_{y,Ed}$ and $M_{z,Ed}$ are the design values of the compression force and the maximum moments about the y-y and z-z axis along the member, respectively

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ are the moments due to the shift of the centroidal axis according to 6.2.9.3 for class 4 sections, see Table 6.7,

χ_y and χ_z are the reduction factors due to flexural buckling from 6.3.1

χ_{LT} is the reduction factor due to lateral torsional buckling from 6.3.2

k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz} are the interaction factors

Table 6.7: Values for $N_{Rk} = f_y A_i$, $M_{i,Rk} = f_y W_i$ and $\Delta M_{i,Ed}$

Class	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y} N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z} N_{Ed}$

BİZE ULAŞIN

- Telefon ve internet aracılıyla teknik destek
- Program eğitimleri ve kullanıcı seminerleri
- Yardım menüleri ve kullanım kitapları
- Kullanıcı forumu
- Web üzerinden program güncelleme imkanı

Web sitesi: http://www.idecad.com.tr
Kullanıcı forum sitesi: http://www.idecadsupport.com/forum/
Bilgi: ideyapi@ideyapi.com.tr
Satış: satis@ideyapi.com.tr
Teknik destek: destek@ideyapi.com.tr

Şimdi siz de ideCAD® ailesiyle tanışın, planlarınızı gerçeğe dönüştürme fırsatını yakalayın.