
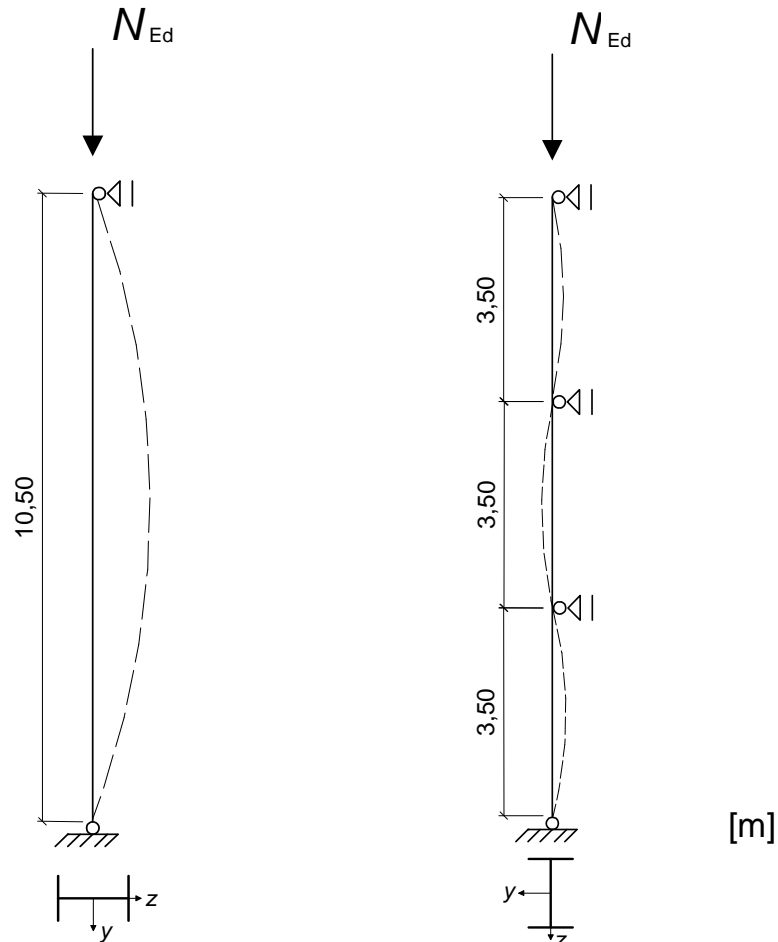


ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX002a-EN-EU</i>	Strona	<i>1 z 4</i>
	Tytuł	<i>Przykład: Nośność na wyboczenie słupa przegubowego ze stężeniami pośrednimi</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-1</i>		
	Wykonał	<i>Matthias Oppe</i>	Data	<i>czerwiec 2005</i>
	Sprawdził	<i>Christian Müller</i>	Data	<i>czerwiec 2005</i>

Przykład: Nośność na wyboczenie słupa przegubowego z stężeniami pośrednimi

Przykład pokazuje procedurę wyznaczania nośności na wyboczenie słupa przegubowo podpieranego z stężeniami pośrednimi..



Trzon słupa stanowi kształtownik walcowany szerokostopowy HE, stężony bocznie w rozstawie co 3,5 m.


$$N_{Ed} = 1000 \text{ kN}$$

Przykład nie obejmuje wymiarowania przekrojów klasy 4.

Współczynniki częściowe

- $\chi_{M0} = 1,0$
- $\chi_{M1} = 1,0$

PN-EN
1993-1-1 §
[6.1](#) (1)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX002a-EN-EU</i>	Strona	2 z 4
	Tytuł	<i>Przykład: Nośność na wyboczenie słupa przegubowego ze stężeniami pośrednimi</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-1</i>		
	Wykonał	<i>Matthias Oppe</i>	Data	<i>czerwiec 2005</i>
	Sprawdził	<i>Christian Müller</i>	Data	<i>czerwiec 2005</i>

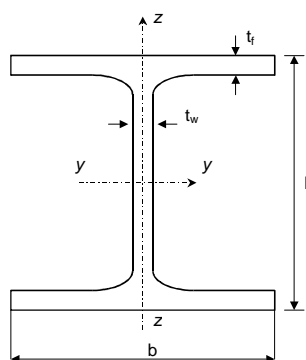
Dane podstawowe

Projektowanie słupa przegubowego budynku wielokondygnacyjnego jest oparte na następujących danych:

- Długość słupa: 10,50 m
- Rozstaw bocznych stężeń (w płaszczyźnie x-y) 3,50 m
- Gatunek stali: S235
- Klasa przekroju: Klasa 1

HE 260 A – gatunek stali S235

Wysokość	$h = 250 \text{ mm}$
Szerokość	$b = 260 \text{ mm}$
Grubość środnika	$t_w = 7,5 \text{ mm}$
Grubość stopki	$t_f = 12,5 \text{ mm}$
Promień wyokrąglenia	$r = 24 \text{ mm}$



Pole przekroju poprzecznego	$A = 86,8 \text{ cm}^2$
Moment bezwładności wzgl. osi y-y	$I_y = 10450 \text{ cm}^4$
Moment bezwładności wzgl. osi z-z	$I_z = 3668 \text{ cm}^4$

Granica plastyczności

Gatunek stali S235


Największa grubość ścianki wynosi $12,5 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$, więc :

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

Uwaga: Załącznik krajowy może narzucić wartości f_y z Tablicy 3.1 lub wartości z norm wyrobu.

Euronorm
19-57

PN-EN
1993-1-1
Tablica 3.1

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	SX002a-EN-EU	Strona	3 z 4
	Tytuł	Przykład: Nośność na wyboczenie słupa przegubowego ze stężeniami pośrednimi		
	Dot. Eurokodu	EN 1993-1-1		
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	czerwiec 2005
	Sprawdził	Christian Müller	Data	czerwiec 2005

Obliczeniowa nośność na wyboczenie elementu ściskanego

W celu wyznaczenia obliczeniowej nośności elementu na wyboczenie $N_{b,Rd}$, należy określić współczynnik wyboczenia χ , korzystając z właściwej krzywej wyboczenia. Wartość współczynnika wyboczenia wylicza się zależnie od smukłości względnej $\bar{\lambda}$, wyznaczonej na podstawie sprężystej siły krytycznej odpowiadającej miarodajnej postaci wyboczenia i na podstawie nośności przekroju na ściskanie.

Sprężysta siła krytyczna wyboczenia odpowiadająca miarodajnej postaci wyboczenia N_{cr}

Siła krytyczna może zostać obliczona z następującej zależności:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times EI_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 21000 \times 10450}{1050^2} = 1964,5 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times EI_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 21000 \times 3668}{350^2} = 6206,0 \text{ kN}$$

E jest modułem sprężystości podłużnej:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

L_{cr} jest długością wyboczeniową w rozpatrywanej płaszczyźnie wyboczenia:

$$L_{cr,y} = 10,50 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 3,50 \text{ m}$$


Smukłość względna

Smukłość względna jest określona wzorem:

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{86,8 \times 23,5}{1965}} = 1,019$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{86,8 \times 23,5}{6206}} = 0,573$$

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.2](#) (1)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX002a-EN-EU</i>	Strona	4 z 4
	Tytuł	<i>Przykład: Nośność na wyboczenie słupa przegubowego ze stężeniami pośrednimi</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-1</i>		
	Wykonał	<i>Matthias Oppe</i>	Data	<i>czerwiec 2005</i>
	Sprawdził	<i>Christian Müller</i>	Data	<i>czerwiec 2005</i>

Współczynnik wyboczenia

W przypadku elementów ściskanych osiowo wartość współczynnika wyboczenia χ wyznacza się zależnie od smukłości względnej $\bar{\lambda}$, z właściwej krzywej wyboczenia według zależności:

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{lecz } \chi \leq 1,0$$

gdzie: $\varphi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$

α jest parametrem imperfekcji.

Przy stosunku $h/b = 250/260 = 0,96 < 1,2$ oraz $t_f = 12,5 < 100$ mm

- wyboczenie względem osi y-y:

Krzywa wyboczenia b , parametr imperfekcji $\alpha = 0,34$

$$\varphi_y = 0,5 \left[1 + 0,34 (1,019 - 0,2) + 1,019^2 \right] = 1,158$$

$$\chi_y = \frac{1}{1,158 + \sqrt{1,158^2 - 1,019^2}} = 0,585$$

- wyboczenie względem osi z-z:

Krzywa wyboczenia c , parametr imperfekcji $\alpha = 0,49$

$$\varphi_z = 0,5 \left[1 + 0,49 (0,573 - 0,2) + 0,573^2 \right] = 0,756$$

$$\chi_z = \frac{1}{0,756 + \sqrt{0,756^2 - 0,573^2}} = 0,801$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z)$$

$$\chi = 0,585 < 1,0$$

Obliczeniowa nośność na wyboczenie elementu ściskanego

$$N_{b,Rd} = \chi \frac{A \times f_y}{\gamma_{M1}} = 0,585 \frac{86,8 \times 23,5}{1,0} = 1193 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{1000}{1193} = 0,84 < 1,0 \quad \mathbf{OK}$$

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.2](#) (1)

PN-EN
1993-1-1
Tablica 6.1
Tablica 6.2

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.1](#)

Protokół jakości

Tytuł zasobu	Przykład: Nośność na wyboczenie słupa przegubowego z stężeniami pośrednimi		
Odniesienie			
ORIGINAŁ DOKUMENTU			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Matthias Oppe	RWTH	16/06/05
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Christian Müller	RWTH	16/06/05
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez	D C Iles	SCI	15/07/05
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. Wielka Brytania	G Owens	SCI	30/06/05
2. Francja	A Bureau	CTICM	30/06/05
3. Szwecja	A Olsson	SBI	30/06/05
4. Niemcy	C Müller	RWTH	30/06/05
5. Hiszpania	J Chhica	Labein	30/06/05
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	21/05/06
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:		L. Ślęczka	
Tłumaczenie zatwierdzone przez:			

Informacje ramowe

Tytuł*	Przykład: Nośność na wyboczenie słupa przegubowego ze stężeniami pośrednimi	
Seria		
Opis*	Przykład pokazuje procedurę wyznaczania nośności na wyboczenie przegubowo podpartego słupa z pośrednimi stężeniami bocznymi.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Specjalista
Identyfikator*	Nazwa pliku	P:\CMP\CMP554\Finalization\SX files\SX002\SX002a-EN-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 6 stron; 1498kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Przykład obliczeniowy
	Punkt widzenia	Inżynier
Temat*	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	15/07/2005
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*		
Kontakt	Autor	Matthias Oppe, RWTH
	Sprawdził	Christian Müller, RWTH
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Wyboczenie, słup, stężenia pośrednie	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	Europa
Instrukcje szczególne		