
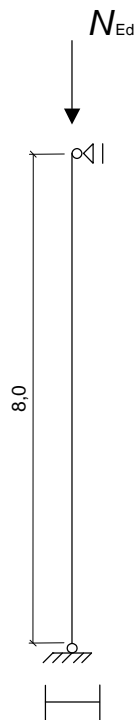


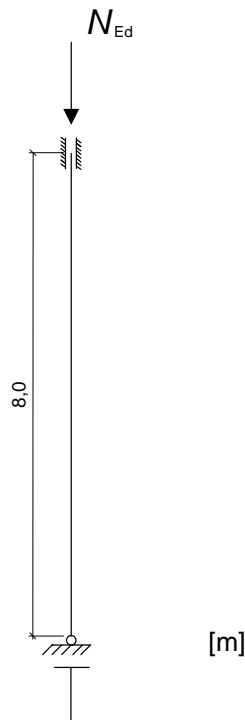
ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	SX004a-EN-EU	Strona	1 z 4
	Tytuł	Przykład: Słup przegubowy z trzonem z dwuteownika szerokostopowego lub rury o przekroju kwadratowym		
	Dot. Eurokodu	EN 1993-1-1		
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	czerwiec 2005
	Sprawdził	Christian Müller	Data	czerwiec 2005

Przykład: Słup przegubowy z trzonem z dwuteownika szerokostopowego lub rury o przekroju kwadratowym

W przykładzie przedstawiono obliczenia nośności na wyboczenie słupa przegubowo podpartego. Na podstawie pokazanych obliczeń, można wyznaczyć nośność słupa na wyboczenie, przy zastosowaniu na trzon różnych typów kształtowników, odmiennych gatunków stali, jak i różnych długości wyboczeniowych.



$$\frac{L_{cr.}}{L} = 1,0$$



$$\frac{L_{cr.}}{L} = 0,7$$


[m]

Współczynniki częściowe

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

[SN008](#)

PN-EN
1993-1-1
§6.1 (1)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX004a-EN-EU</i>	Strona	2 z 4
	Tytuł	<i>Przykład: Słup przegubowy z trzonem z dwuteownika szerokostopowego lub rury o przekroju kwadratowym</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>

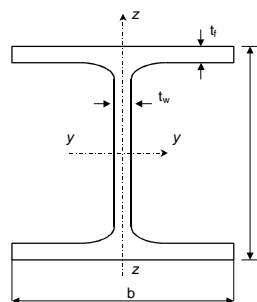
Dane podstawowe

Projektowanie słupa budynku wielokondygnacyjnego jest oparte na następujących danych:

- Siła podłużna: $N_{Ed} = 2000 \text{ kN}$
- Wysokość słupa: $8,00 \text{ m}$
- Długość wybocheniowa: w płaszczyźnie x-y: $1,0 \times 8,00 = 8,00 \text{ m}$
w płaszczyźnie x-z: $0,7 \times 8,00 = 5,60 \text{ m}$
- Gatunek stali: S235
- Klasa przekroju: Klasa 1

HE 300 B – gatunek stali S235

Wysokość	$h = 300 \text{ mm}$
Szerokość	$b = 300 \text{ mm}$
Grubość środnika	$t_w = 11 \text{ mm}$
Grubość stopki	$t_f = 19 \text{ mm}$
Promień wyokrąglenia	$r = 27 \text{ mm}$



Pole przekroju poprzecznego	$A = 149 \text{ cm}^2$
Moment bezwładności wzgl. osi y-y	$I_y = 25170 \text{ cm}^4$
Moment bezwładności wzgl. osi z-z	$I_z = 8560 \text{ cm}^4$

Granica plastyczności


Gatunek stali S235

Największa grubość ścianki wynosi $19,0 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$, 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
53-62

PN-EN
1993-1-1
Tablica [3.1](#)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	SX004a-EN-EU	Strona	3 z 4
	Tytuł	Przykład: Słup przegubowy z trzonem z dwuteownika szerokostopowego lub rury o przekroju kwadratowym		
	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 odpowiedniej krzywej wyboczeniowej. 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 N_{cr}

Siła krytyczna może zostać obliczona z następującej zależności:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times EI_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 21000 \times 25170}{800^2} = 8151,2 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times EI_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 21000 \times 8560}{560^2} = 5657,4 \text{ kN}$$

E jest modułem sprężystości podłużnej: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

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

$$L_{cr,y} = 8,00 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 5,60 \text{ m}$$

Smukłość względna

Smukłość względna jest określona wzorem:


$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{149 \times 23,5}{8151,2}} = 0,655$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{149 \times 23,5}{5657,4}} = 0,787$$

W przypadku elementów o smukłości $\bar{\lambda} \leq 0,2$ (lub gdy $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$), wpływ wyboczenia może zostać pominięty i warunek stateczności sprawdza się do warunku nośności przekroju.

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.2](#) (1)

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.2](#) (4)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	SX004a-EN-EU	Strona	4 z 4
	Tytuł	Przykład: Stup przegubowy z trzonem z dwuteownika szerokostopowego lub rury o przekroju kwadratowym		
	Dot. Eurokodu	EN 1993-1-1		
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	czerwiec 2005
	Sprawdził	Christian Müller	Data	czerwiec 2005

Współczynnik wyboczenia

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

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

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

α jest parametrem imperfekcji.

Przy stosunku $h/b = 300/300 = 1,00 < 1,2$ oraz $t_f = 19,0 < 100$ mm

- wyboczenie względem osi y-y:

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

$$\phi_y = 0,5 \left[1 + 0,34 (0,655 - 0,2) + 0,655^2 \right] = 0,792$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,792 + \sqrt{0,792^2 - 0,655^2}} = 0,808$$

- wyboczenie względem osi z-z:

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

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + 0,49 (0,787 - 0,2) + 0,787^2 \right] = 0,953$$

$$\chi_z = \frac{1}{0,953 + \sqrt{0,953^2 - 0,787^2}} = 0,671$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,808; 0,671)$$

$$\chi = 0,671 < 1,0$$

(gdy $\chi > 1$ wówczas $\chi = 1$)

Obliczeniowa nośność na wyboczenie elementu ściskanego

$$N_{b,Rd} = \chi \frac{A \times f_y}{\gamma_{M1}} = 0,671 \frac{149 \times 23,5}{1,0} = 2349,5 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{2000}{2349,5} = 0,85 < 1,0 \quad \mathbf{OK}$$

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.2](#) (1)

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.1](#) (3)

PN-EN
1993-1-1 §
[6.3.1.1](#) (1)

Protokół jakości

Tytuł zasobu	Przykład: Słup przegubowy z trzonem z dwuteownika szerokostopowego lub rury o przekroju kwadratowym		
Odniesienie			
ORIGINAL 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 W 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 Chica	Labein	30/06/05
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	07/06/06
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:		L. Ślęczka	
Tłumaczenie zatwierdzone przez:			

Informacje ramowe

Tytuł*	Przykład: Słup przegubowy z trzonem z dwuteownika szerokostopowego lub rury o przekroju kwadratowym	
Seria		
Opis*	W przykładzie przedstawiono obliczenia nośności na wyboczenie słupa przegubowo podpartego. Na podstawie pokazanych obliczeń, można wyznaczyć nośność słupa na wyboczenie, przy zastosowaniu na trzon różnych typów kształtowników, odmiennych gatunków stali, jak i różnych długości wyboczeniowych.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Specjalista
Identyfikator*	Nazwa pliku	P:\CMP\CMP554\Finalization\SX files\SX004\SX004a-EN-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 7 stron; 246kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Interaktywny 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)*		Polski
Kontakt	Autor	Matthias Oppe, RWTH
	Sprawdził	Christian Müller, RWTH
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Słup, wyboczenie	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	Europa
Instrukcje szczególne		