


ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument:	<i>SX023a-PL-EU</i>	Strona	<i>1 z 9</i>
	Tytuł	<i>Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-3</i>		
	Wykonał	<i>V. Ungureanu, A. Ruff</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>
	Sprawdził	<i>D. Dubina</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>

Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego ścisnaniu

Przykład ten podaje sposób obliczania efektywnych charakterystyk przekroju ceownika czterogiętego poddanego ścisnaniu.

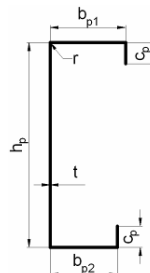
W praktyce projektowej dotyczącej przekrojów cienkościennych wg PN-EN1993, projektanci zazwyczaj używają oprogramowania lub odwołują się do danych producenta. Przykład ten jest przedstawiony dla celów ilustracyjnych.

Dane podstawowe


Wymiary przekroju poprzecznego i właściwości materiału:

Wysokość całkowita	$h = 200 \text{ mm}$	
Całkowita szerokość pasa ściskanego	$b_1 = 74 \text{ mm}$	
Całkowita szerokość pasa rozciąganego	$b_2 = 66 \text{ mm}$	
Całkowita szerokość fałdy	$c = 20,8 \text{ mm}$	
Wewnętrzny promień gięcia	$r = 3 \text{ mm}$	
Grubość nominalna	$t_{\text{nom}} = 2 \text{ mm}$	
Grubość rdzenia stalowego	$t = 1,96 \text{ mm}$	PN-EN1993-1-3 § 3.2.4(3)
Umowna granica plastyczności	$f_{yb} = 350 \text{ N/mm}^2$	PN-EN1993-1-3 § 2(3)
Moduł sprężystości	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$	
Współczynnik Poisson'a	$\nu = 0,3$	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{M0} = 1,00$	

Wymiary linii środkowej przekroju:



Wysokość środnika	$h_p = h - t_{\text{nom}} = 200 - 2 = 198 \text{ mm}$
Szerokość pasa ściskanego	$b_{p1} = b_1 - t_{\text{nom}} = 74 - 2 = 72 \text{ mm}$
Szerokość pasa rozciąganego	$b_{p2} = b_2 - t_{\text{nom}} = 66 - 2 = 64 \text{ mm}$
Szerokość fałdy	$c_p = c - t_{\text{nom}} / 2 = 20,8 - 2 / 2 = 19,8 \text{ mm}$

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument:	<i>SX023a-PL-EU</i>	Strona	2 z 9
	Tytuł	<i>Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-3</i>		
	Wykonał	<i>V. Ungureanu, A. Ruff</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>
	Sprawdził	<i>D. Dubina</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>

Sprawdzanie proporcji geometrycznych

Metoda projektowa zawarta w PN-EN1993-1-3 może być stosowana jeżeli są spełnione następujące warunki: [PN-EN1993-1-3 § 5.2](#)

$$b/t \leq 60 \quad b_1/t = 74/1,96 = 37,75 < 60 - \text{OK}$$

$$c/t \leq 50 \quad c/t = 20,8/1,96 = 10,61 < 50 - \text{OK}$$

$$h/t \leq 500 \quad h/t = 200/1,96 = 102,04 < 500 - \text{OK}$$

Aby zapewnić wystarczającą sztywność, oraz by uniknąć utraty stateczności miejscowej ścianek usztywniających, wymiary tych ścianek powinny mieścić się w następujących granicach:

$$0,2 \leq c/b \leq 0,6 \quad c/b_1 = 20,8/74 = 0,28 \quad 0,2 < 0,28 < 0,6 - \text{OK}$$

$$c/b_2 = 20,8/66 = 0,32 \quad 0,2 < 0,32 < 0,6 - \text{OK}$$

Wpływ zaokrąglenia naroży jest zanedbywalna jeżeli:

$$r/t \leq 5 \quad r/t = 3/1,96 = 1,53 < 5 - \text{OK}$$

$$r/b_p \leq 0,10 \quad r/b_{p1} = 3/72 = 0,04 < 0,10 - \text{OK}$$

$$r/b_{p2} = 3/64 = 0,05 < 0,10 - \text{OK}$$

Charakterystyki przekroju całkowitego

$$A_{br} = t(2c_p + b_{p1} + b_{p2} + h_p) = 1,96 \times (2 \times 19,8 + 72 + 64 + 198) = 732 \text{ mm}^2$$

Położenie osi środkowej w stosunku do pasa górnego:


$$z_{b1} = \frac{[c_p(h_p - c_p/2) + b_{p2}h_p + h_p^2/2 + c_p^2/2]t}{A_{br}} = 96,88 \text{ mm}$$

Efektywne charakterystyki przekroju pasa i fałdy ściskanej

Ogólnie jest stosowana procedura (iteracyjna) do obliczania efektywnych charakterystyk pasa i fałdy ściskanej (płaskiego elementu z usztywnieniem). [PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2](#)
 Obliczenie powinno być wykonane w trzech krokach:

Krok 1:

Obliczanie początkowego efektywnego przekroju poprzecznego dla fałdy używając efektywnych szerokości pasa przyjmując, że ściskany pas jest poparty z dwóch stron, fałda całkowicie usztywnia przekrój ($K = \infty$), oraz że [PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2](#) (3)
 nośność przekroju nie jest zmniejszana ($\sigma_{\text{com,Ed}} = f_{yb} / \gamma_{M0}$).

	Dokument:	<i>SX023a-PL-EU</i>	Strona	3 z 9
	Tytuł	<i>Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-3</i>		
	Wykonał	<i>V. Ungureanu, A. Ruff</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>
	Sprawdził	<i>D. Dubina</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>

Efektywna szerokość pasa ściskanego

Współczynnik rozkładu naprężeń: $\psi = 1$ (równomierne ściskanie), więc
współczynnik wyboczeniowy: $k_{\sigma} = 4$ dla wewnętrznych ścianek ściskanych.

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.2](#) i

[PN-EN1993-1-5 § 4.4](#)

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yb}}$$

Dla pasa górnego:

Smukłość względna:

$$\bar{\lambda}_{p,b1} = \frac{b_{p1}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{72/1,96}{28,4 \times \sqrt{235/350} \times \sqrt{4}} = 0,789$$

Współczynnik redukcyjny szerokości:

$$\rho_1 = \frac{\bar{\lambda}_{p,b1} - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_{p,b1}^2} = \frac{0,789 - 0,055 \times (3 + 1)}{0,789^2} = 0,914$$

Efektywna szerokość wynosi:

$$b_{\text{eff1}} = \rho_1 b_{p1} = 0,914 \times 72 = 65,8 \text{ mm}$$

$$b_{e11} = b_{e12} = 0,5 b_{\text{eff1}} = 0,5 \times 65,8 = 32,9 \text{ mm}$$

Dla pasa dolnego:

Smukłość względna:

$$\bar{\lambda}_{p,b2} = \frac{b_{p2}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{64/1,96}{28,4 \times \sqrt{235/350} \times \sqrt{4}} = 0,702$$


Współczynnik redukcyjny szerokości:

$$\rho_2 = \frac{\bar{\lambda}_{p,b2} - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_{p,b2}^2} = \frac{0,702 - 0,055 \times (3 + 1)}{0,702^2} = 0,978$$

Efektywna szerokość wynosi:

$$b_{\text{eff2}} = \rho_2 b_{p2} = 0,978 \times 64 = 62,6 \text{ mm}$$

$$b_{e21} = b_{e22} = 0,5 b_{\text{eff2}} = 0,5 \times 62,6 = 31,3 \text{ mm}$$

	Dokument:	SX023a-PL-EU	Strona	4 z 9
	Tytuł	Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego		
	Dot. Eurokodu	EN 1993-1-3		
	Wykonał	V. Ungureanu, A. Ruff	Data	grudzień 2005
	Sprawdził	D. Dubina	Data	grudzień 2005

Efektywna szerokość fałdy krawędziowej

Dla górnej fałdy krawędziowej:

Współczynnik wyboczeniowy:

jeżeli $b_{p,c}/b_p \leq 0,35$: $k_\sigma = 0,5$

jeżeli $0,35 < b_{p,c}/b_p \leq 0,6$: $k_\sigma = 0,5 + 0,83 \sqrt[3]{(b_{p,c}/b_p - 0,35)^2}$

$b_{p,c}/b_{p1} = 19,8/72 = 0,275 < 0,35$ to $k_{\sigma1} = 0,5$

Smukłość względna:

$$\bar{\lambda}_{p,c1} = \frac{c_p/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_{\sigma1}}} = \frac{19,8/1,96}{28,4 \times \sqrt{235/350} \times \sqrt{0,5}} = 0,614$$

Współczynnik redukcyjny szerokości:

$$\rho_1 = \frac{\bar{\lambda}_{p,c1} - 0,188}{\bar{\lambda}_{p,c1}^2} = \frac{0,614 - 0,188}{0,614^2} = 1,13 \text{ ale } \rho \leq 1 \text{ dlatego } \rho_1 = 1$$

Efektywna szerokość wynosi:

$$c_{\text{eff1}} = c_p \rho_1 = 19,8 \times 1 = 19,8 \text{ mm}$$

Efektywny przekrój górnego usztywnienia krawędziowego:

$$A_{s1} = t(b_{e12} + c_{\text{eff1}}) = 1,96 \times (32,9 + 19,8) = 103,3 \text{ mm}^2$$

Dla dolnej fałdy krawędziowej:

Współczynnik wyboczeniowy:

$b_{p,c}/b_{p2} = 19,8/64 = 0,309 < 0,35$ so $k_{\sigma2} = 0,5$

Smukłość względna:

$$\bar{\lambda}_{p,c2} = \frac{c_p/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_{\sigma2}}} = \frac{19,8/1,96}{28,4 \times \sqrt{235/350} \times \sqrt{0,5}} = 0,614$$

Współczynnik redukcyjny szerokości:

$$\rho_2 = \frac{\bar{\lambda}_{p,c2} - 0,188}{\bar{\lambda}_{p,c2}^2} = \frac{0,614 - 0,188}{0,614^2} = 1,13 \text{ ale } \rho \leq 1 \text{ to } \rho_2 = 1$$

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(5a\)](#)


[PN-EN1993-1-5 § 4.4](#)

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(5a\)](#)

[§ 5.5.3.2\(6\)](#)

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(5a\)](#)

[PN-EN1993-1-5 § 4.4](#)

	Dokument:	<i>SX023a-PL-EU</i>	Strona	5 z 9
	Tytuł	<i>Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-3</i>		
	Wykonał	<i>V. Ungureanu, A. Ruff</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>
	Sprawdził	<i>D. Dubina</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>

Efektywna szerokość wynosi:

$$c_{\text{eff}2} = c_p \rho_2 = 19,8 \times 1 = 19,8 \text{ mm}$$

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(5a\)](#)

Efektywny przekrój dolnego usztywnienia krawędziowego:

$$A_{s2} = t(b_{e22} + c_{\text{eff}2}) = 1,96 \times (31,3 + 19,8) = 100,2 \text{ mm}^2$$

[§ 5.5.3.2\(6\)](#)

Krok 2:

Używając początkowego efektywnego przekroju usztywnienia, określa się współczynnik redukcyjny, uwzględniając efekt ciągłego stężenia sprężystego.

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(3\)](#)

Wyboczeniowe sprężyste naprężenie krytyczne dla usztywnienia krawędziowego:

$$\sigma_{\text{cr},s} = \frac{2\sqrt{K E I_s}}{A_s}$$

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(7\)](#)

gdzie:

K jest sprężystą sztywnością na jednostkę długości,

I_s jest momentem bezwładności usztywnienia.

Dla górnego usztywnienia krawędziowego:

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.1\(5\)](#)

Sztywność sprężysta:

$$K_1 = \frac{E t^3}{4(1-\nu^2)} \cdot \frac{1}{b_1^2 h_p + b_1^3 + 0,5 b_1 b_2 h_p k_f}$$


gdzie:

b_1 – odległość od środka do środka efektywnego pola przekroju usztywnienia w strefie ściskanej (pas górny)

$$b_1 = b_{p1} - \frac{b_{e12} t b_{e12} / 2}{(b_{e12} + c_{\text{eff}}) t} = 72 - \frac{32,9 \times 1,96 \times 32,9 / 2}{(32,9 + 19,8) \times 1,96} = 61,73 \text{ mm}$$

b_2 – odległość od środka do środka efektywnego pola przekroju usztywnienia w strefie ściskanej (pas dolny)

$$b_2 = b_{p2} - \frac{b_{e22} t b_{e22} / 2}{(b_{e22} + c_{\text{eff}2}) t} = 64 - \frac{31,3 \times 1,96 \times 31,3 / 2}{(31,3 + 19,8) \times 1,96} = 54,41 \text{ mm}$$

	Dokument:	<i>SX023a-PL-EU</i>	Strona	6 z 9
	Tytuł	<i>Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-3</i>		
	Wykonał	<i>V. Ungureanu, A. Ruff</i>	Data	grudzień 2005
	Sprawdził	<i>D. Dubina</i>	Data	grudzień 2005

$$k_f = \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = \frac{100,2}{103,3} = 0,97 \text{ dla elementów osiowo ściskanych}$$

$$K_1 = 0,331 \text{ N/mm}^2$$

Efektywny moment bezwładności przekroju:

$$I_{s1} = \frac{b_{e12} t^3}{12} + \frac{c_{eff1}^3 t}{12} + b_{e12} t \left[\frac{c_{eff1}^2}{2(b_{e12} + c_{eff1})} \right]^2 + c_{eff1} t \left[\frac{c_{eff1}}{2} - \left[\frac{c_{eff1}^2}{2(b_{e12} + c_{eff1})} \right] \right]^2$$

$$I_{s1} = 3663 \text{ mm}^4$$

więc, sprężyste naprężenie krytyczne dla górnego usztywnienia krawędziowego wynosi

$$\sigma_{cr,s1} = \frac{2 \times \sqrt{0,331 \times 210000 \times 3663}}{103,3} = 309 \text{ N/mm}^2$$

Dla dolnego usztywnienia krawędziowego:

Sztywność sprężysta:

$$K_2 = \frac{E t^3}{4(1-\nu^2)} \cdot \frac{1}{b_2^2 h_p + b_2^3 + 0,5 b_1 b_2 h_p k_f},$$

$$K_2 = 0,406 \text{ N/mm}^2$$


Efektywny moment bezwładności przekroju:

$$I_{s2} = \frac{b_{e22} t^3}{12} + \frac{c_{eff2}^3 t}{12} + b_{e22} t \left[\frac{c_{eff2}^2}{2(b_{e22} + c_{eff2})} \right]^2 + c_{eff2} t \left[\frac{c_{eff2}}{2} - \left[\frac{c_{eff2}^2}{2(b_{e22} + c_{eff2})} \right] \right]^2$$

$$I_{s2} = 3618 \text{ mm}^4$$

więc, sprężyste naprężenie krytyczne dla dolnego usztywnienia krawędziowego wynosi

$$\sigma_{cr,s2} = \frac{2 \times \sqrt{0,406 \times 210000 \times 3618}}{100,2} = 350,7 \text{ N/mm}^2$$

	Dokument:	SX023a-PL-EU	Strona	7 z 9
	Tytuł	Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego		
	Dot. Eurokodu	EN 1993-1-3		
	Wykonał	V. Ungureanu, A. Ruff	Data	grudzień 2005
	Sprawdził	D. Dubina	Data	grudzień 2005

Współczynnik redukcyjny grubości χ_d usztywnienia krawędziowego

Dla górnego usztywnienia krawędziowego:

Smukłość względna:

$$\bar{\lambda}_{d1} = \sqrt{f_{yb}/\sigma_{cr,s1}} = \sqrt{350/309} = 1,064$$

Współczynnik redukcyjny będzie:

$$\text{jeżeli } \bar{\lambda}_d \leq 0,65 \quad \chi_d = 1,0$$

$$\text{jeżeli } 0,65 < \bar{\lambda}_d < 1,38 \quad \chi_d = 1,47 - 0,723\bar{\lambda}_d$$

$$\text{jeżeli } \bar{\lambda}_d \geq 1,38 \quad \chi_d = 0,66/\bar{\lambda}_d$$

$$0,65 < \bar{\lambda}_{d1} = 1,064 < 1,38 \quad \text{to} \quad \chi_{d1} = 1,47 - 0,723 \times 1,064 = 0,701$$

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(3\)](#)

Rysunek 5.10d

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.1\(7\)](#)

[PN-EN1993-1-5 § 4.4\(2\)](#)

Dla dolnego usztywnienia krawędziowego:

Smukłość względna:

$$\bar{\lambda}_{d2} = \sqrt{f_{yb}/\sigma_{cr,s2}} = \sqrt{350/350,7} = 0,999$$

Współczynnik redukcyjny będzie:

$$0,65 < \bar{\lambda}_{d2} = 0,999 < 1,38 \quad \text{to} \quad \chi_{d2} = 1,47 - 0,723 \times 0,999 = 0,748$$

Krok 3:

W przypadku gdy współczynnik redukcyjny ze względu na utratę stateczności usztywnienia $\chi_d < 1$, obliczenia powtarza się do otrzymania realnej wartości tego współczynnika.

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(3\)](#)


Rysunek 5.10e

Iteracje przeprowadza się w oparciu o zmodyfikowaną wartość współczynnika ρ obliczaną przy założeniu:

$$\sigma_{\text{com,Ed,i}} = \chi_d f_{yb} / \gamma_{M0} \quad \text{i} \quad \bar{\lambda}_{p,\text{red}} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\chi_d}$$

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2 \(10\)](#)

Iterację kończy się kiedy współczynnik redukcji χ jest zbieżny.

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument:	<i>SX023a-PL-EU</i>	Strona	8 z 9
	Tytuł	<i>Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-3</i>		
	Wykonał	<i>V. Ungureanu, A. Ruff</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>
	Sprawdził	<i>D. Dubina</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>

Dla górnego usztywnienia krawędziowego:

Wartość początkowa (iteracja 1): Wartość końcowa (n-ta iteracja):

$$\chi_{d1} = 0,701$$

$$\chi_{d1} = \chi_{d1,n} = 0,683$$

$$b_{e12} = 32,9 \text{ mm}$$

$$b_{e12} = b_{e12,n} = 36 \text{ mm}$$

$$c_{eff1} = 19,8 \text{ mm}$$

$$c_{eff1} = c_{eff1,n} = 19,8 \text{ mm}$$

Dla dolnego usztywnienia krawędziowego:

Wartość początkowa (iteracja 1): Wartość końcowa (n-ta iteracja):

$$\chi_{d2} = 0,748$$

$$\chi_{d2} = \chi_{d2,n} = 0,744$$

$$b_{e22} = 31,3 \text{ mm}$$

$$b_{e22} = b_{e22,n} = 32 \text{ mm}$$

$$c_{eff2} = 19,8 \text{ mm}$$

$$c_{eff2} = c_{eff2,n} = 19,8 \text{ mm}$$

Ostatecznie, wartości efektywnych charakterystyk przekroju strefy ściskanej:

Dla górnego pasa i fałdy:

$$\chi_{d1} = 0,683 \quad b_{e12} = 36 \text{ mm} \quad c_{eff1} = 19,8 \text{ mm}$$

$$\text{i } b_{e11} = 32,9 \text{ mm}$$

Dla dolnego pasa i fałdy:


$$\chi_{d2} = 0,744 \quad b_{e22} = 32 \text{ mm} \quad c_{eff2} = 19,8 \text{ mm}$$

$$\text{i } b_{e21} = 31,3 \text{ mm}$$

$$t_{red,1} = t\chi_{d1} = 1,96 \times 0,683 = 1,34 \text{ mm}$$

$$t_{red,2} = t\chi_{d2} = 1,96 \times 0,744 = 1,46 \text{ mm}$$

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.3.2\(12\)](#)

	Dokument:	<i>SX023a-PL-EU</i>	Strona	9 z 9
	Tytuł	<i>Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1993-1-3</i>		
	Wykonał	<i>V. Ungureanu, A. Ruff</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>
	Sprawdził	<i>D. Dubina</i>	Data	<i>grudzień 2005</i>

Efektywne charakterystyki przekroju środnika

Współczynnik rozkładu naprężeń: $\psi = 1$ (równomierne ściskanie), więc
współczynnik wybozeniowy: $k_{\sigma} = 4$ dla wewnętrznych ścianek ścispanych.

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yb}}$$

Smukłość względna:

$$\bar{\lambda}_{p,h} = \frac{h_p/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{198/1,96}{28,4 \times \sqrt{235/350} \times \sqrt{4}} = 2,171$$

Współczynnik redukcyjny szerokości:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_{p,h} - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_{p,h}^2} = \frac{2,171 - 0,055 \times (3 + 1)}{2,171^2} = 0,414$$

Efektywna szerokość środnika wynosi:

$$h_{\text{eff}} = \rho h_p = 0,414 \times 198 = 82 \text{ mm}$$

$$h_{e1} = h_{e2} = 0,5 h_{\text{eff}} = 0,5 \times 82 = 41 \text{ mm}$$

Efektywne charakterystyki przekroju

Efektywne pole przekroju poprzecznego:

$$A_{\text{eff}} = t [b_{e11} + b_{e21} + h_{e1} + h_{e2} + (b_{e12} + c_{\text{eff1}}) \chi_{d1} + (b_{e22} + c_{\text{eff2}}) \chi_{d2}]$$

$$A_{\text{eff}} = 436,7 \text{ mm}^2$$

Położenie osi obojętnej w stosunku do pasa górnego:

$$z_{G1} = \frac{t \left[c_{\text{eff2}} \chi_{d2} \left(h_p - \frac{c_{\text{eff2}}}{2} \right) + h_p (b_{e22} \chi_{d2} + b_{e21}) + h_{e2} \left(h_p - \frac{h_{e2}}{2} \right) + \frac{h_{e1}^2}{2} + \frac{c_{\text{eff1}}^2 \chi_{d1}}{2} \right]}{A_{\text{eff}}}$$

$$z_{G1} = 98,44 \text{ mm}$$

Położenie osi obojętnej w stosunku do pasa dolnego:

$$z_{G2} = h_p - z_{G1} = 198 - 98,44 = 99,56 \text{ mm}$$

[PN-EN1993-1-3 § 5.5.2](#)

i

[PN-EN1993-1-5 § 4.4](#)

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego ścisnaniu		
Odniesienie(a)			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	V. Ungureanu, A. Ruff	BRITT Ltd. Timisoara, Romania	05/12/2005
Zawartość techniczna sprawdzona przez	D. Dubina	BRITT Ltd. Timisoara, Romania	08/12/2005
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Techniczna zawartość zaaprobowana przez następujących partnerów STALE:			
1. Wielka Brytania	G W Owens	SCI	12/4/06
2. Francja	A Bureau	CTICM	12/4/06
3. Szwecja	B Uppfeldt	SBI	11/4/06
4. Niemcy	C Müller	RWTH	11/4/06
5. Hiszpania	J Chica	Labein	12/4/06
Zasób zatwierdzony przez Technicznego Koordynatora	G W Owens	SCI	11/9/06
DOKUMENT TŁUMACZONY			
To Tłumaczenie wykonane i sprawdzone przez:	Zdzisław Pisarek		
Przetłumaczony zasób zatwierdzony przez:			

Informacje ramowe

Tytuł*	Przykład: Obliczanie efektywnych charakterystyk przekroju ceownika giętego na zimno z usztywnieniami poddanego ścisaniu	
Seria		
Opis*	Przykład ten podaje sposób obliczania efektywnych charakterystyk przekroju ceownika czterogiętego poddanego ścisaniu.	
Poziom Dostęp*	Ekspertyza	Praktyka
Identyfikatory*	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SX\SX023a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Word 9.0; 11 stron; 392kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Przykład obliczeniowy
	Punkt widzenia	Inżynier
Przedmiot*	Obszar zastosowań(a)	Budynki mieszkalne
Daty	Data utworzona	09/04/2009
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny Od	
	Ważny Do	
Język(i)*	Polski	
Kontakty	Autor	V. Ungureanu, A. Ruff, BRITT Ltd. Timisoara, Romania
	Sprawdzony przez	D. Dubina, BRITT Ltd. Timisoara, Romania
	Zatwierdzony przez	
	Redaktor	
	Ostatnio modyfikowany przez	
Słowa kluczowe*	Efektywne charakterystyki przekroju, ścisanie, zimnogięte, ceownik czterogięty	
Zobacz Też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowe	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inny</i>	
Omówienie	Narodowa Przydatność	EU
Szczególne Instrukcje		