

Informacje uzupełniające: Długości wyboczeniowe słupów i prętów kratownic w konstrukcjach ram z rygłem kratownicowym

Ten dokument przedstawia sposób określania długości wyboczeniowej słupów i prętów w ramach portalowych i kratownicach. Opisane są tu przypadki co do których nie odnosi się EN1993-1-1.

1.	Wstęp	2
2.	Słupy	2
3.	Elementy kratowe	3
4.	Przypadki szczególne	5
5.	Odniesienia	7

1. Wstęp

Ten NCCI przedstawia sposób określania długości wyboczeniowej słupów w konstrukcjach ram portalowych z ryglem kratowym. Podano także reguły obliczania długości wyboczeniowej pasów kratownic oraz prętów skratowania.

W spawanych dźwigarach kratowych, pasy i pręty skratowania są częściowo zamocowane w węzłach, chociaż w obliczeniach statycznych, siły wewnętrzne w prętach kratownicy wyznacza się przy założeniu przegubowego połączenia prętów w węzłach. Konsekwencją częściowego zamocowania prętów w węzłach jest zredukowanie długości wyboczeniowej pręta L_{eff} , w stosunku do rzeczywistej odległości pomiędzy węzłami kratownicy L .

Przedstawione poniżej zasady bazują częściowo na [EN1993-1-1 Annex BB.1](#) (Wyboczenie elementów w konstrukcjach). Szczegółowe informacje dotyczące stateczności ogólnej prętów o przekrojach rurowych przedstawiono w publikacjach CIDECT, a ich streszczenie (podsumowanie) w punkcie 3. Zasady określania długości wyboczeniowej w przypadkach szczególnych (omówione w DIN 18800) przedstawiono w punkcie 4.

2. Słupy

Tab. 2.1 przedstawia informacje na temat sposobu określania długości efektywnej słupów w zależności od warunków podparcia elementu na jego końcach. Przedstawione poniżej wartości mogą być przyjmowane podczas projektowania (wymiarowania) elementów.

Tab. 2.1 *Współczynniki długości wyboczeniowych słupów w przypadku wyboczenia w płaszczyźnie układu.*

Połączenie z fundamentem (Stopa słupa)	Połączenie z kratownicą (Głowica słupa)	Współczynnik długości wyboczeniowej L_{cr}/h	Komentarz
Nominalnie przegubowe	Sztywne	= 1,5	Połączenie nominalnie przegubowe może powodować niewielkie utwierdzenie pręta w węźle
Sztywne	Nominalnie przegubowe	= 1,5	Połączenie z kratownicą może powodować niewielkie utwierdzenie pręta w węźle
Sztywne	Sztywne	= 1,2	>1,0 ponieważ występuje pewne wygięcie słupa poniżej pasa dolnego kratownicy dźwigar nie jest w 100% sztywny podstawa słupa nie jest w 100% sztywna

Uwaga: Przedstawione powyżej współczynniki stosuje się, gdy rama nie jest dodatkowo podparta w swojej płaszczyźnie.

3. Elementy kratowe

3.1 EN 1993-1-1 Załącznik BB.1

Gdy wymagane jest dokładne określenie długości L_{cr} , można przeprowadzić analizę obliczeniową przy zastosowaniu MES polegającą na wyznaczeniu wartości własnych elementu.

3.2 Przekroje rurowe – Długość wybocheniowa pasa i prętów skratowania z bocznym podparciem

Zalecenia przy przyjmowaniu długości wybocheniowych prętów o przekrojach rurowych w kratownicach zawarte są w różnych dokumentach. Jako dodatek do załącznika do EN 1993-1-1 (Załącznik BB.1.3) można stosować:

Wyboczenie krzyżulców z i w płaszczyźnie kratownicy

Dla wszystkich proporcji średnicy lub szerokości pręta skratowania do pasa

$$L_{eff} = 0,75L \text{ (gdzie } L \text{ jest odległością pomiędzy węzłami kratownicy)}$$

Gdy stosunek średnicy lub szerokości krzyżulca do pasa jest mniejszy niż 0,6, długość wybocheniowa prętów skratowania przyjmuje się zgodnie z tab. 3.1. Zależności przedstawione w tab. 3.1 obowiązują gdy końce prętów skratowania są bez spłaszczeń i wyoblen przyspawane całym obwodem do pasów kratownicy. Z powodu braku wyników badań doświadczalnych dotyczących nośności węzłów typu „full overlap”, gdy jeden pręt skratowania przyspawany jest całym obwodem do drugiego krzyżulca, wzory podane w tab. 3.1 nie obowiązują.

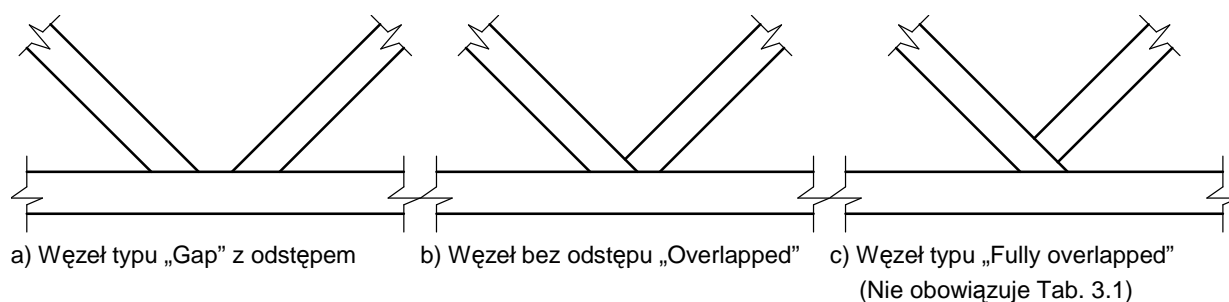
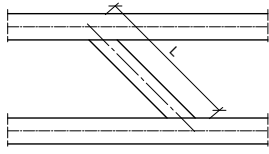


Figure 3.1 Typy węzłów

W przypadku gdy dla danego elementu nie obowiązują wzory z Tab. 3.1, należy przyjmować długość wybocheniową równą odległości pomiędzy węzłami kratownicy.

Tab. 3.1 Długości wyboczeniowe prętów skratowania kratownic.

<p>d_0: zewnętrzna średnica pasa kratownicy o przekroju kołowym</p> <p>d_1: zewnętrzna średnica krzyżulca o przekroju kołowym</p> <p>b_0: zewnętrzna szerokość pasa o przekroju kwadratowym</p> <p>b_1: zewnętrzna szerokość krzyżulca o przekroju kwadratowym</p>		$\beta = \frac{d_1}{d_0} \text{ or } \frac{d_1}{b_0} \text{ or } \frac{b_1}{b_0}$
dla wszystkich wartości β : $L_{\text{eff}}/L \leq 0,75$		
gdyn $\beta < 0,6$ i $0,5 \leq L_{\text{eff}}/L \leq 0,75$		
<p>pas: CHS krzyżulec: CHS</p>	$L_{\text{eff}}/L = 2,20 \sqrt[4]{\frac{d_1^2}{L d_0}}$	(3.1)
<p>pas: RHS krzyżulec: CHS</p>	$L_{\text{eff}}/L = 2,35 \sqrt[4]{\frac{d_1^2}{L b_0}}$	(3.2)
<p>pas: RHS krzyżulec: RHS</p>	$L_{\text{eff}}/L = 2,30 \sqrt[4]{\frac{b_1^2}{L b_0}}$	(3.3)

3.3 Przekroje rurowe – Długości wyboczeniowe pasów których węzły nie są bocznie podparte

W praktyce długość wyboczeniową pasa często przyjmuje się równą odległości pomiędzy bocznymi podparciami.

Jakkolwiek, długość wyboczeniowa niepodpartych bocznie pasów kratownic może być znacząco mniejsza od rzeczywistej odległości podparć. Obliczenia są skomplikowane i pracochłonne, więc dogodnie jest stosować programy komputerowe.

W przypadku ściskanych pasów kratownic nie podpartych bocznie, literatura zaleca dwie metody obliczeniowe. Obydwie metody są metodami iteracyjnymi możliwymi do przeprowadzenia przy zastosowaniu metod komputerowych.

W odniesieniu do typowych przypadków opracowano pomocnicze wykresy, mnożniki, itp. Są one publikowane jako załączniki do CIDECT.

Długość wyboczeniowa pasa dolnego poddanego obciążeniu ściskającemu zależy od sposobu obciążenia pasa, jego sztywności skrętnej, sztywności giętej płatwi i sztywności połączenia płatwi z pasem.

4. Przypadki szczególne

4.1 Pręty krzyżujące się

Projektowanie połączeń

Profile łączy się bezpośrednio ze sobą lub przy zastosowaniu blach węzłowych. Jeżeli obydwa kształtowniki krzyżują się, aby uwzględnić imperfekcje obciąża się je siłą działającą prostopadle do osi elementu, o wartości 0,1 maksymalnej siły ściskającej. Możliwe jest również przyjęcie większej wartości obciążenia, jeżeli imperfekcje są wyjątkowo duże.

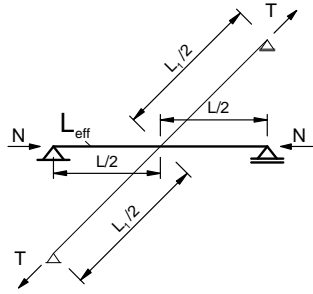
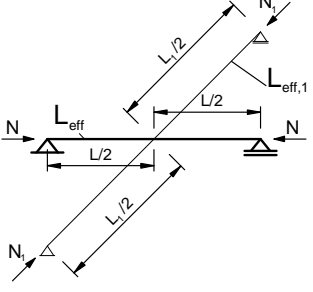
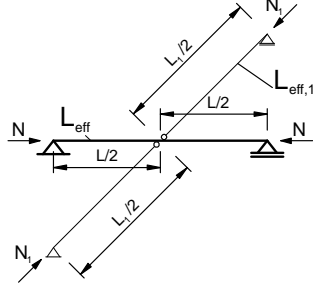
Wyboczenie w płaszczyźnie

W przypadku wyboczenia w płaszczyźnie, długość wyboczeniową L_{eff} przyjmuje się równą długości L , chyba że redukcję jej wartości można uzasadnić za pomocą analiz obliczeniowych.

Wyboczenie z płaszczyzny

W przypadku wyboczenia z płaszczyzny, długość wyboczeniową L_{eff} przyjmuje się zgodnie z Tab. 4.1, w zależności od szczegółów konstrukcyjnych.

Tab. 4.1 Długości wyboczeniowe z płaszczyzny układu prętów krzyżujących się

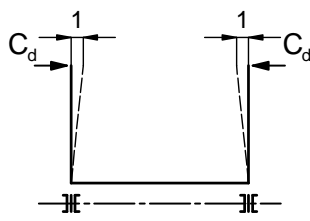
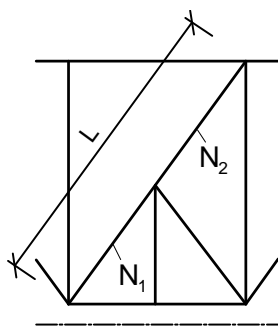
	$L_{eff} = L \sqrt{\frac{1 - \frac{3 T \cdot L}{4 N \cdot L_1}}{1 + \frac{I_1 \cdot L^3}{I \cdot L_1^3}}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$</p>
	$L_{eff} = L \sqrt{\frac{1 + \frac{N_1 \cdot L}{N \cdot L_1}}{1 + \frac{I_1 \cdot L^3}{I \cdot L_1^3}}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$</p> $L_{eff,1} = L_1 \sqrt{\frac{1 + \frac{N \cdot L_1}{N_1 \cdot L}}{1 + \frac{I \cdot L_1^3}{I_1 \cdot L^3}}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L_1$</p>
	<p>element ciągly obciążony siłą ściskającą</p> $L_{eff} = L \sqrt{1 + \frac{\pi^2 N_1 \cdot L}{12 N \cdot L_1}}$ <p>element dołączony obciążony siłą ściskającą</p> $L_{eff,1} = 0,5L_1$ <p>jeżeli</p> $(E \cdot I)_d \geq \frac{N_1 \cdot L^3}{\pi^2 \cdot L_1} \left(\frac{\pi^2}{12} + \frac{N \cdot L_1}{N_1 \cdot L} \right)$

	$L_{eff} = L \sqrt{1 - 0,75 \frac{T \cdot L}{N \cdot L_1}}$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$</p>
	$L_{eff} = 0,5L$ <p>jeżeli $\frac{N \cdot L_1}{T \cdot L} \leq 1$ lub jeżeli</p> $(E \cdot I_1)_d \geq \frac{3T \cdot L_1^2}{4\pi^2} \left(\frac{N \cdot L_1}{T \cdot L} - 1 \right)$
	$L_{eff} = L \left(0,75 - 0,25 \left \frac{T}{N} \right \right) \quad L_{eff,1} = L \left(0,75 + 0,25 \frac{N_1}{N} \right)$ <p>ale $L_{eff} \geq 0,5L$ $N_1 < N$</p>

4.2 Pręty skratowania (sprężystie podparte w środku rozpiętości)

W przypadku wyboczenia z płaszczyzny, długość wyboczeniowa L_{eff} prętów skratowania podpartych sprężystie w środku rozpiętości, może być wyznaczona według równania 4.1.

$$L_{eff} = L \sqrt{1 - \frac{3 C_d L}{16 N}} \quad (4.1)$$



gdzie: L = odległość pomiędzy węzłami
 N = maksymalna siła ściskająca z $N_1; N_2$
 C_d = sztywność ramy (siła na jednostkę długości), dotycząca wychylenia z płaszczyzny połączenia pomiędzy prętem skratowania i pasem, ale $C_d \leq 4N/L$

Figure 4.1 Pręt skratowania i sztywność ramy

5. Odniesienia

Zalecenia zawarte w tym NCCI bazują na:

- (1) *EN 1993-1-1: Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 1-1: General rules and rules for Buildings. Annex BB.1 Flexural buckling of members in triangulated and lattice structures*
- (2) *CIDECT – Structural stability of hollow sections, 1996*
- (3) *DIN 18800: Stahlbauten, Teil 1: Bemessung und Konstruktion*

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Informacje uzupełniające: Długości wybocheniowe słupów i prętów kratownic w konstrukcjach ram z ryglem kratownicowym		
Odniesienie(a)			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Matthias Oppe	RWTH Aachen	
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Christian Müller	RWTH Aachen	
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Techniczna zawartość zaaprobowana przez następujących partnerów STALE:			
1. UK	G W Owens	SCI	14/3/06
2. France	A Bureau	CTICM	14/3/06
3. Sweden	A Olsson	SBI	14/3/06
4. Germany	C Müller	RWTH	14/3/06
5. Spain	J Chica	Labein	14/3/06
Zasób zatwierdzony przez technicznego koordynatora	G W Owens	SCI	08/6/06
DOKUMENT TŁUMACZONY			
Tłumaczenie wykonane przez:		A. Wojnar, PRz	
Przetłumaczony zasób zatwierdzony przez:		A. Kozłowski, PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Informacje uzupełniające: Długości wybocheniowe słupów i prętów kratownic w konstrukcjach ram z ryglem kratownicowym	
Seria		
Opis*	Ten dokument przedstawia sposób określania długości wybocheniowej słupów i prętów w ramach portalowych i kratownicach. Opisane są tu przypadki co do których nie odnosi się EN1993-1-1.	
Poziom dostępu*	Ekspertyza	Praktyka
Identyfikator*	Nazwa pliku	C:\Documents and Settings\awojnar\Moje dokumenty\2009\tlumaczenie\2009-04-08\!_SN\031\SN031a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 8 Pages; 260kb;	
Kategoria*	Tytuł zasobu	Informacje uzupełniające
	Punkt widzenia	Inżynier
Przedmiot*	Obszar zastosowania	Budynki jednokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	03/04/2006
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*	Polski	
Kontakt	Autor	Matthias Oppe, RWTH Aachen
	Sprawdzony przez	Christian Müller, RWTH Aachen
	Zatwierdzony przez	
	Redaktor	
	Ostatnio modyfikowany przez	
Słowa kluczowe*	Długość efektywna, słupy, kratownice, ramy	
Zobacz też	Odniesienie do Eurocodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	
Omówienie	Narodowa przydatność	EU
Szczególne instrukcje		