Analiza globalnej stateczności przy użyciu ogólnej metody wstępnych imperfekcji

Informacje ogólne

Globalna analiza stateczności elementów stalowych lub ram może być przeprowadzona przez sprawdzenie nośności przekrojów. W metodzie tej siły wewnętrzne powinny być obliczone teorią drugiego rzędu, a geometria modelu powinna zawierać wstępne imperfekcje globalne (wstępna imperfekcja przechyłowa) i lokalne (wstępna imperfekcja łukowa). Cechy tej metody podsumowane są poniżej:

kategorie modelu i analizy	**szczegóły metody**
imperfekcje	globalne i lokalne
analiza	drugiego rzędu
sprawdzenie elementów konstrukcji	wytrzymałość przekrojów (równanie konserwatywne)

Przykład obliczeniowy

Sprawdzimy stateczność słupa (przekrój: HEA200; materiał: S235; wysokość: 6000mm) stosując zapisy EN 1993-1-1 5.2.2. Słup jest utwierdzony w podporze i podparty na górze w kierunku osi słabszej. Słup obciążony jest skupioną siłą osiową 160 kN na górze (siła ta jest równa wytrzymałości słupa podanej przez EN 1993-1-1 6.3.1). Kroki sprawdzenia są następujące:

- Określenie wstępnych imperfekcji:

  - wstępna **imperfekcja przechyłowa** (EN 1993-1-1 5.3.2):

$$\phi_0 = \frac{1}{200} = 0{,}0050$$
$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{L}} = \frac{2}{\sqrt{6}} = 0{,}816$$
$$\alpha_m = 1{,}0$$
$$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m = 0{,}0041$$

  - wstępna **imperfekcja łukowa** (EN 1993-1-1 5.3.2 Tabela 5.1):

krzywa "c"

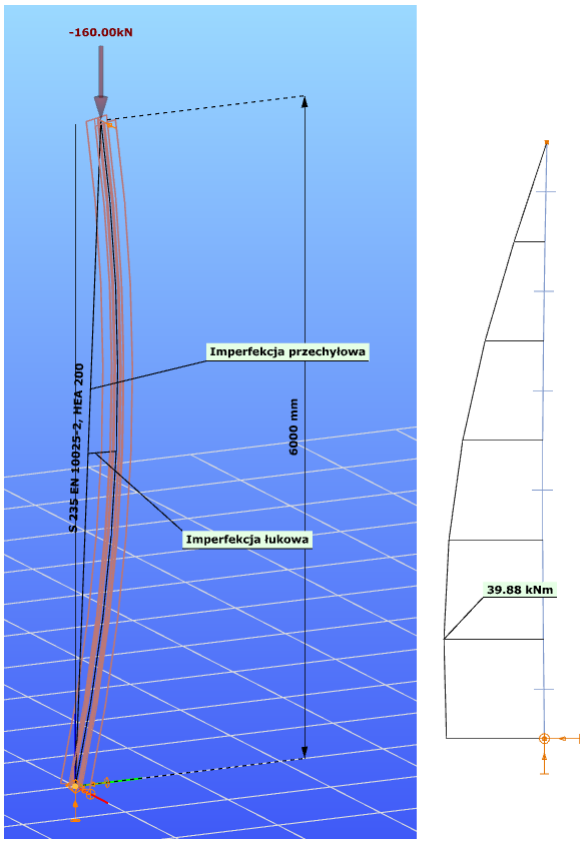
$$e_0 = \frac{1}{200}$$

- Obliczenia sił obliczeniowych drugiego rzędu (maksymalny moment zginający i siły wewnętrzne) w modelu obciążonym wstępnymi imperfekcjami (ConSteel 7.0):

$N_{Ed} = 160\ kN$

$M_{y,Ed} = 0$

$M_{z,Ed} = 39{,}88\ kNm$



- Obliczenia wytrzymałości przekrojowej w miejscach maksymalnych momentów stosując konserwatywne równanie obliczeniowe:

$$N_{pl.Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} = 1.265kN$$

$$M_{pl.z.Rd} = \frac{W_{pl.z}f_y}{\gamma_{M0}} = 47{,}0kN$$

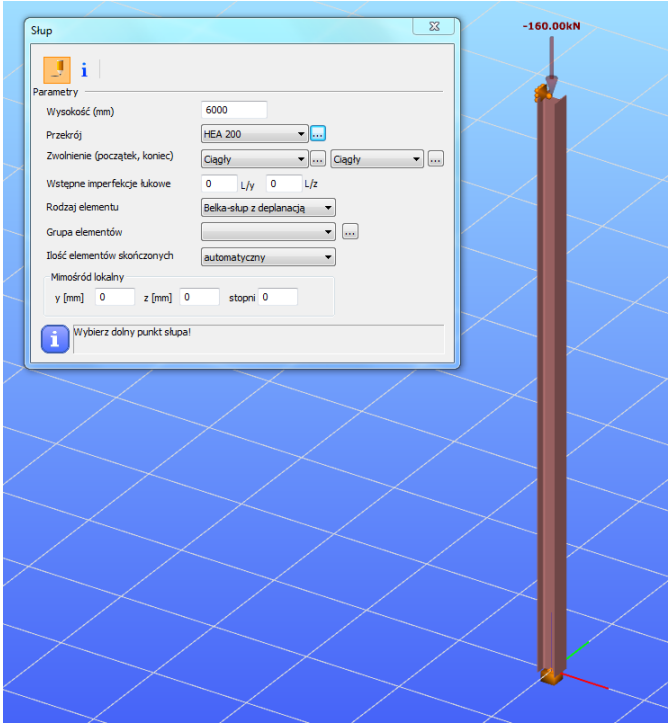
$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} + \frac{M_{z.Ed}}{M_{pl.z.Rd}} = \frac{160}{1.265} + \frac{39{,}88}{47{,}0} = 0{,}975 < 1{,}0$$

Odpowiedni!

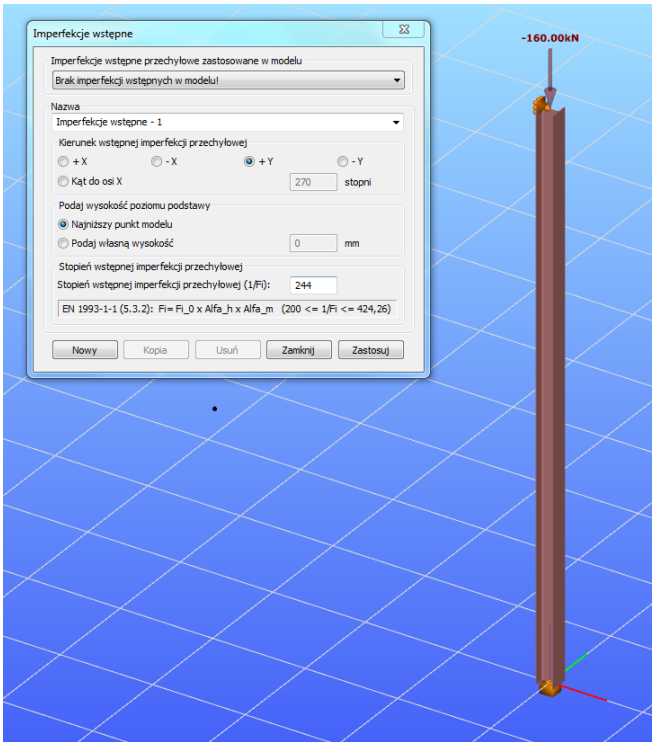
Obliczając powyższą metodą wstępnych imperfekcji globalnych i lokalnych, otrzymujemy takie samo wytężenie elementu, jak przy użyciu metody projektowej opartej na krzywych wyboczeniowych.

Jak używać ogólnej metody imperfekcji stosując program ConSteel

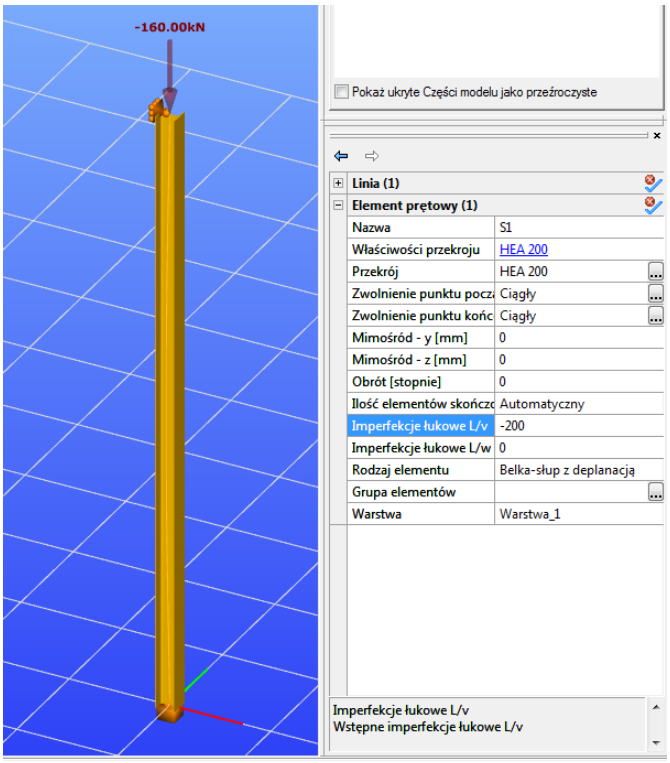
- Słup jest zdefiniowany jako model bez imperfekcji używając opcji ***Elementy konstrukcyjne/Słup***:



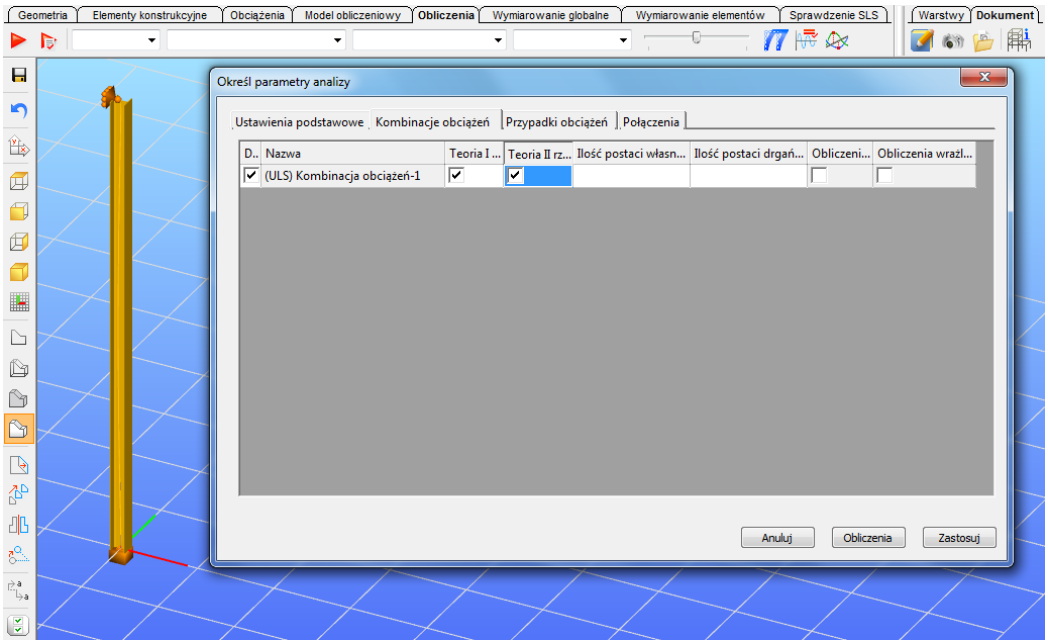
- Do modelu geometrycznego dodana została **wstępna imperfekcja przechyłowa**:



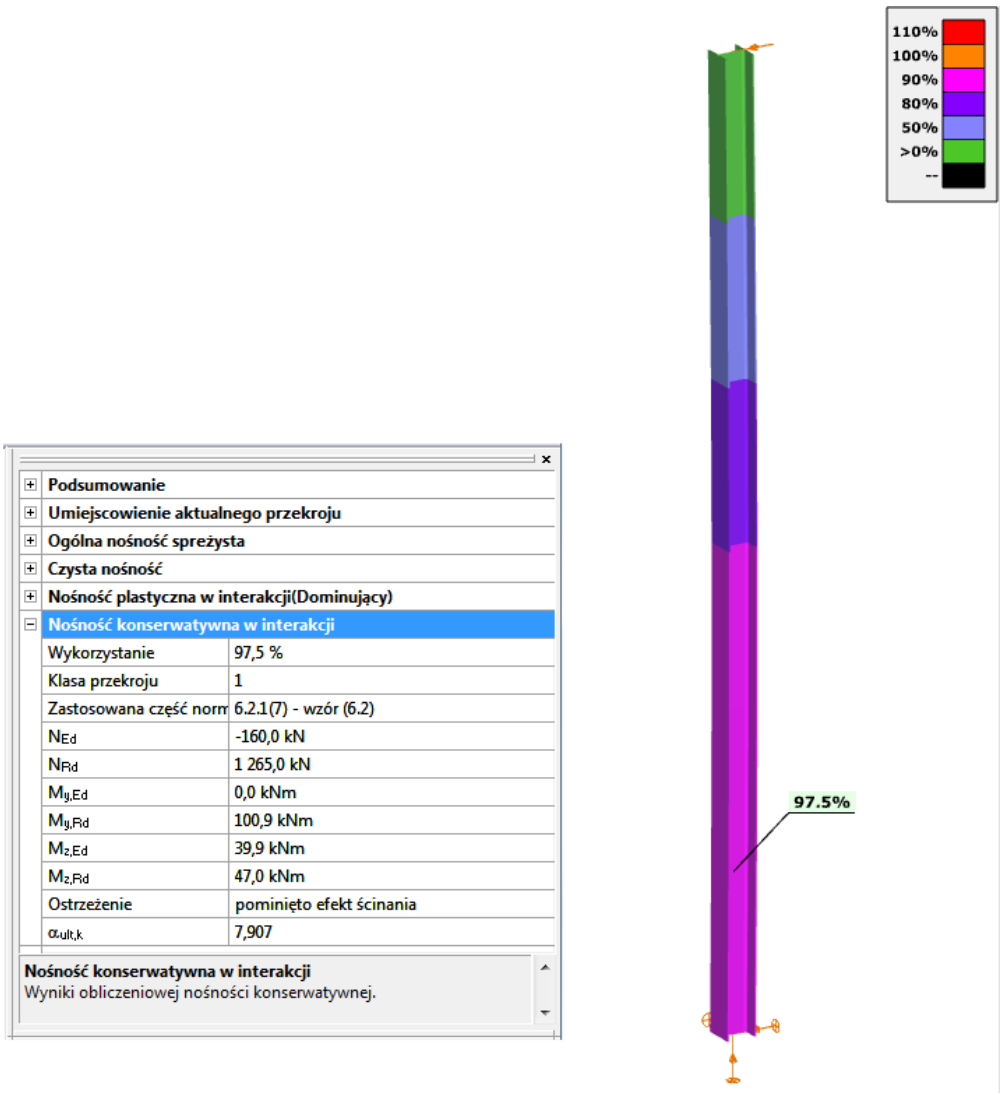
- Do modelu geometrycznego dodana została **wstępna imperfekcja łukowa**:



- Przeprowadzenie **analizy II rzędu**:



- Obliczenie wytrzymałości przekrojowej używając konserwatywnego równania interakcji EN 1993-1-1 6.2.1 (6.2):



Podsumowanie	
Umiejscowienie aktualnego przekroju	
Ogólna nośność sprężysta	
Czysta nośność	
Nośność plastyczna w interakcji(Dominujący)	
Nośność konserwatywna w interakcji	
Wykorzystanie	97,5 %
Klasa przekroju	1
Zastosowana część norm	6.2.1(7) - wzór (6.2)
N_{Ed}	-160,0 kN
N_{Rd}	1 265,0 kN
$M_{y,Ed}$	0,0 kNm
$M_{y,Rd}$	100,9 kNm
$M_{z,Ed}$	39,9 kNm
$M_{z,Rd}$	47,0 kNm
Ostrzeżenie	pominięto efekt ścinania
$\alpha_{ult,k}$	7,907

Nośność konserwatywna w interakcji
Wyniki obliczeniowej nośności konserwatywnej.

Wytrzymałość przekrojowa słupa jest wykorzystana w 98%. Wynik ten jest bliski do tego podanego w metodzie ogólnej opartej na krzywych wyboczeniowych.

Tłumaczenie: mgr inż. Adam Machowiak