



**Oprogramowanie do analizy
i wymiarowania konstrukcji**

www.dlubal.com



mgr inż. Kamil Kozdroń

Prowadzący

Senior Projects Manager / Development (PL)
Wsparcie operacyjne dla Dlubal Software Sp. z o.o.



mgr inż. Krzysztof Szewczyk

Moderator – chat on-line

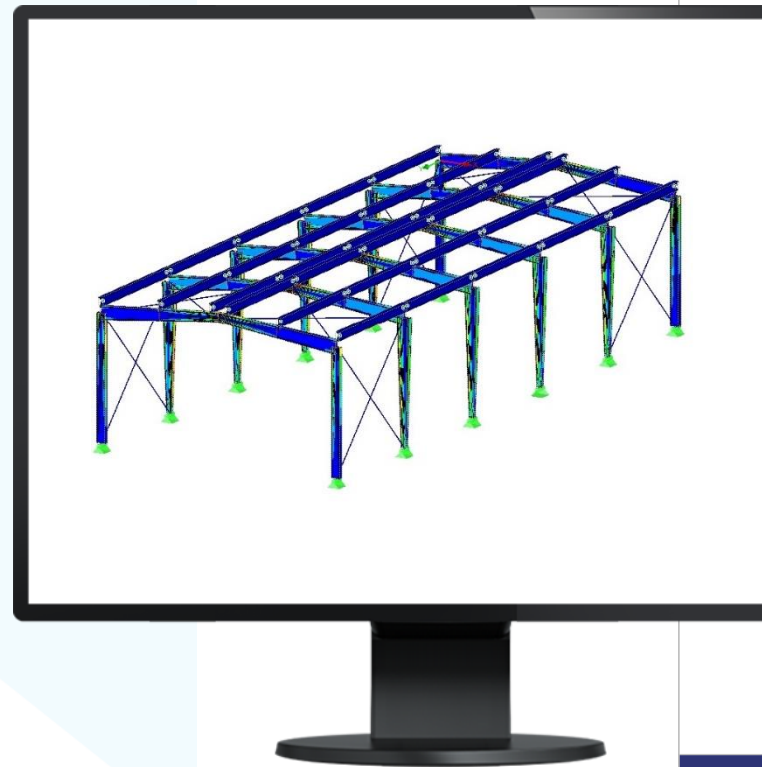
Inżynier ds. wsparcia technicznego
Dlubal Software Sp. z o.o.



Szkolenie on-line

Eurokod

3



Pytanie podczas prezentacji



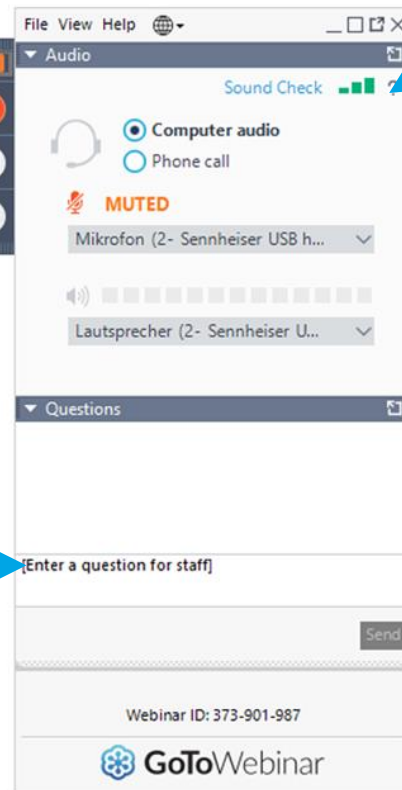
Panel sterowania GoToTraining
Desktop

Pokaż lub
ukryj panel

Podnieś rękę

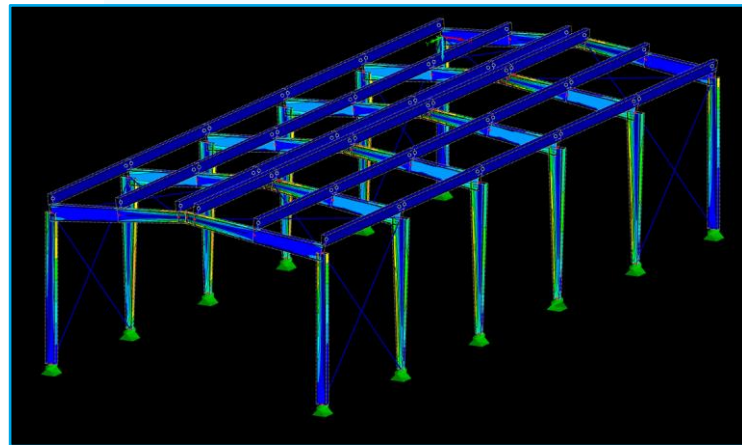
Zadaj
pytanie

Ustawienia
audio



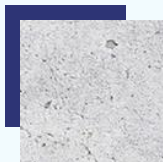
Plan szkolenia

- 01 Wprowadzenie do Eurokodów i modelu
- 02 Metoda stanów granicznych
- 03 Pierwsze kroki w module STEEL EC3
- 04 Płatew – model pojedynczych prętów
- 05 Płatew – modele belki ciągłej
- 06 Płatew – wpływ blachy trapezowej
- 07 Rama o węzłach sztywnych – metoda ogólna
- 08 Wykorzystanie STABILITY w obliczeniach EC3



Normy europejskie

- **PN-EN 1990 - Eurokod 0**
Reguły ogólne
- **PN-EN 1991 - Eurokod 1**
Oddziaływania na konstrukcje
- **PN-EN 1997 - Eurokod 7**
Geotechnika
- **PN-EN 1998 - Eurokod 8**
Projektowanie na obciążenia sejsmiczne



PN-EN 1992 - EC2

Konstrukcje z betonu i betonu sprężonego



PN-EN 1994 - EC4

Konstrukcje zespolone



PN-EN 1996 - EC6

Konstrukcje murowe



PN-EN 1993 - EC3

Konstrukcje stalowe



PN-EN 1995 - EC5

Konstrukcje drewniane



PN-EN 1999 - EC9

Konstrukcje aluminiowe

Stateczność elementów prętowych wg normy EC3

EN 1993-1-1:2005+AC:2006

(4) Warunki nośności elementów ściskanych i zginanych są następujące:

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M1} N_{Rk}} + k_{\varphi} \frac{M_{1,Ed} + \Delta M_{1,Ed}}{\gamma_{M1} M_{1,Rk}} + k_{\psi} \frac{M_{2,Ed} + \Delta M_{2,Ed}}{\gamma_{M1} M_{2,Rk}} \leq 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M1} N_{Rk}} + k_{\varphi} \frac{M_{1,Ed} + \Delta M_{1,Ed}}{\gamma_{M1} M_{1,Rk}} + k_{\psi} \frac{M_{2,Ed} + \Delta M_{2,Ed}}{\gamma_{M1} M_{2,Rk}} \leq 1 \quad (6.62)$$

gdzie: N_{Ed} , $M_{1,Ed}$, $M_{2,Ed}$ – wartości obliczeniowe siły ściskającej i maksymalnych momentów zginających względem osi y-y i z-z, $\Delta M_{1,Ed}$, $\Delta M_{2,Ed}$ – ewentualne momenty spowodowane przesunięciem środka ciężkości przekroju klasy 4 obliczone zgodnie z 6.2.9.3, patrz Tablica 6.7, χ_{φ} , χ_{ψ} – współczynniki wybożenia giętnego wg 6.3.1, χ_{LT} – współczynnik zwichrzenia wg 6.3.2, k_{φ} , k_{ψ} , $k_{\varphi\psi}$, $k_{\psi\varphi}$ – współczynniki interakcji.Tablica 6.7: Definicje A_1 , W oraz ΔM_{Ed}

klasa	1	2	3	4
A_1	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$
$\Delta M_{1,Ed}$	0	0	0	$\phi_{1,y} N_{Ed}$
$\Delta M_{2,Ed}$	0	0	0	$\phi_{1,z} N_{Ed}$

UWAGA $\chi_{LT} = 1.0$. W przypadku elementów, które nie są narażone na deformację skrętną, można przyjmować:(5) Współczynniki interakcji k_{φ} , k_{ψ} , $k_{\varphi\psi}$, $k_{\psi\varphi}$ można obliczać różnymi metodami.**UWAGA 1** Współczynniki interakcji k_{φ} , k_{ψ} , $k_{\varphi\psi}$, $k_{\psi\varphi}$ wyprowadzono stosując dwa alternatywne sposoby podejścia. Wartości współczynników można obliczać według Załącznika A (metoda 1) lub Załącznika B (metoda 2).**UWAGA 2** Załącznik krajowy może zalecić jedną z metod.**UWAGA 3** W obliczeniach sprawdzających można dla uproszczenia ograniczyć się do stanu sprężystego.**6.3.4 Ogólna metoda oceny stateczności elementów ze względu na zwichrzenie i wybożenie z płaszczyzny układu**

(1) Jeśli warunki podane w 6.3.1, 6.3.2 i 6.3.3 nie są miarodajne, to można stosować poniższą metodę ogólną, która umożliwia ocenę stateczności takich części składowych konstrukcji, jak:

- elementy pojedyncze lub złożone, o stałym lub zmiennym przekroju, i w różnych warunkach podparcia, oraz
- płaskie ramy lub podzespoły ram złożone z takich elementów,

EN 1993-1-1:2005+AC:2006

które to elementy są poddane ściskaniu i/lub jednokierunkowemu zginaniu w płaszczyźnie układu, przy czym zginanie ma charakter sprężysty.

UWAGA Zakres stosowania niniejszej metody może być uściślony w Załączniku krajowym.

(2) Ogólny warunek stateczności konstrukcji opisanych w (1) ma postać:

$$\frac{\chi_{\varphi} \alpha_{eff,k}}{\gamma_{M1}} \geq 1,0 \quad (6.63)$$

gdzie: $\alpha_{eff,k}$ – minimalny mnożnik obciążeń obliczeniowych, przy którym przekrój krytyczny osiąga nośność charakterystyczną w warunkach płaskiego stanu deformacji z uwzględnieniem właściwych imperfekcji geometrycznych; χ_{φ} – współczynnik niestateczności dla smukłości względnej $\bar{\lambda}_{eff}$ według (3), odpowiadającej wybożeniu z płaszczyzny lub zwichrzeniu.

(3) Globalną smukłość względną części składowej konstrukcji oblicza się według wzoru

$$\bar{\lambda}_{eff} = \sqrt{\frac{\alpha_{eff,k}}{\alpha_{cr,eff}}} \quad (6.64)$$

gdzie: $\alpha_{eff,k}$ – według definicji w (2) $\alpha_{cr,eff}$ – minimalny mnożnik obciążeń obliczeniowych, przy którym rozpatrywana część konstrukcji osiąga wartość obciążenia krytycznego przy niestateczności sprężystej z płaszczyzny układu.**UWAGA** Do wyznaczania mnożników $\alpha_{cr,eff}$ i $\alpha_{eff,k}$ można stosować metodę elementów skończonych.(4) Współczynnik niestateczności χ_{φ} można wyznaczyć jednym z poniższych sposobów:

a) jako mniejszą z wartości współczynników:

 χ – wybożenia z płaszczyzny wg 6.3.1 χ_{LT} – zwichrzenia wg 6.3.2,określonych w obu przypadkach dla globalnej smukłości względnej $\bar{\lambda}_{eff}$.**UWAGA** Gdy mnożnik $\alpha_{eff,k}$ wyznacza się z warunku nośności przekroju w postaci

$$\frac{1}{\alpha_{eff,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{1,Ed}}{M_{1,Rk}}, \text{ to warunek stateczności przyjmuje postać:}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{M_{1,Ed}}{M_{1,Rk} / \gamma_{M1}} \leq \chi_{\varphi} \quad (6.65)$$

b) jako wartość interpolowaną między wartościami współczynników χ i χ_{LT} , wyznaczonymi jak w a), z wykorzystaniem mnożnika $\alpha_{eff,k}$ odpowiadającego nośności przekroju krytycznego**UWAGA** Jeśli $\alpha_{eff,k}$ wyznacza się z warunku nośności przekroju $\frac{1}{\alpha_{eff,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{1,Ed}}{M_{1,Rk}}$, to warunek stateczności przyjmuje postać:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{M_{1,Ed}}{\chi_{LT} M_{1,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.66)$$

Dlubal Software

**Przerwa kawowa
– do 11:05**



Panel dyskusyjny

Jakieś pytania



— Dowiedz się więcej o programach Dlubal!



Odwiedź stronę
www.dlubal.pl

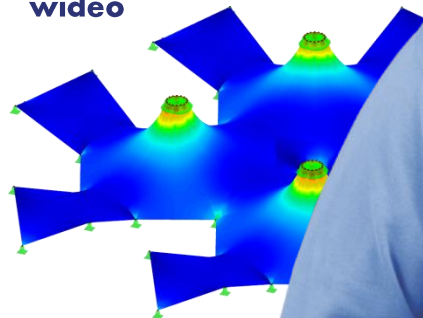
- **Materiały wideo / webinaria**
- **Newsletter**
- **Wydarzenia i konferencje**
- **Baza wiedzy – artykuły techniczne**



Poznaj możliwości programów poprzez materiały wideo



Pobierz darmową wersję „trial” (90 dni!)



Dlubal Software Sp. z o.o.
ul. Jesionowa 22,
40-158 Katowice

Telefon: (32) 782 46 26
730 DLUBAL
E-mail: info@dlubal.pl





www.dlubal.com