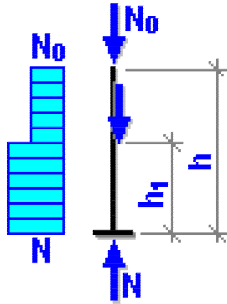
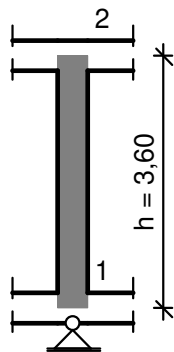


Element 1**Słup pojedynczy o stałym przekroju****DANE:**

Wysokość słupa	$h = 6,60 \text{ m}$
Odległość	$h_1 = 3,00 \text{ m}$
Moment bezwładności słupa	$J = 5409,7 \text{ cm}^4 \text{ (HE 220 A)}$
Moduł sprężystości podłużnej	$E = 210,0 \text{ GPa (S235)}$
Siła osiowa	$N_0 = 130,00 \text{ kN}$
Siła osiowa	$N = 220,00 \text{ kN}$

WYNIKI:

Współczynnik	$\mu = 1,62$
Długość wyboczeniowa	$l_e = \mu \cdot h = 1,62 \cdot 6,60 = 10,70 \text{ m}$
Siła krytyczna	$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J / l_e^2 = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 5409,7 / 1070^2 = 979,2 \text{ kN}$

Element 2**Układ ramowy wg PN-90/B-03200/Z1****DANE:**

Układ o węzłach:	przesuwnych
Słup główny	$J_c = 5696,2 \text{ cm}^4, h = 3,60 \text{ m}$
Węzeł górny 2	
Rygiel lewy	$J_b = 23128,4 \text{ cm}^4 \text{ (IPE 400)}, L_B = 7,20 \text{ m}, \text{ zamocowany sztywno na drugim końcu}$
Rygiel prawy	$J_b = 23128,4 \text{ cm}^4 \text{ (IPE 400)}, L_B = 7,20 \text{ m}, \text{ zamocowany sztywno na drugim końcu}$
Węzeł dolny 1	
Rygiel lewy	$J_b = 33742,9 \text{ cm}^4 \text{ (IPE 450)}, L_B = 7,20 \text{ m}, \text{ zamocowany przegubowo na drugim końcu}$
Rygiel prawy	$J_b = 33742,9 \text{ cm}^4 \text{ (IPE 450)}, L_B = 7,20 \text{ m}, \text{ zamocowany przegubowo na drugim końcu}$
Moduł sprężystości podłużnej	$E = 210,0 \text{ GPa (S235)}$

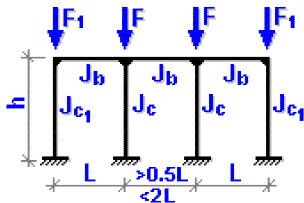
WYNIKI:

Współczynnik	$\mu = 1,23$
Długość wyboczeniowa	$l_e = \mu \cdot h = 1,23 \cdot 3,60 = 4,43 \text{ m}$
Siła krytyczna	$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J_c / l_e^2 = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 5696,2 / 443^2 = 6015,8 \text{ kN}$

Element 3

Rama jednokondygnacyjna trójprzęsłowa

DANE:



Wysokość ramy	$h = 6,60$ m
Rozpiętość przęsła ramy	$L = 6,00$ m
Moment bezwładności słupa	$J_c = 5409,7$ cm ⁴ (HE 220 A)
Moment bezwładności słupa	$J_{c1} = 5409,7$ cm ⁴ (HE 220 A)
Moment bezwładności rygła	$J_b = 11766,9$ cm ⁴ (IPE 330)
Moduł sprężystości podłużnej	$E = 210,0$ GPa (S235)
Siła	$F = 120,00$ kN
Siła	$F_1 = 36,00$ kN

WYNIKI:

Słupy skrajne

Współczynnik	$\mu = 1,59$
Długość wyboczeniowa	$l_e = \mu \cdot h = 1,59 \cdot 6,60 = 10,46$ m
Siła krytyczna	$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J_{c1} / l_e^2 = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 5409,7 / 1046^2 = 1023,9$ kN

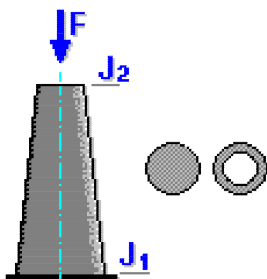
Słupy środkowe

Współczynnik	$\mu = 0,87$
Długość wyboczeniowa	$l_e = \mu \cdot h = 0,87 \cdot 6,60 = 5,73$ m
Siła krytyczna	$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J_c / l_e^2 = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 5409,7 / 573^2 = 3413,1$ kN

Element 4

Słup-wspornik o zmiennym przekroju

DANE:



Wysokość słupa	$h = 12,50$ m
Moment bezwładności słupa u podstawy	$J_1 = 480854,9$ cm ⁴ (Ø813x25,0)
Moment bezwładności słupa przy wierzchołku	$J_2 = 54701,9$ cm ⁴ (Ø406,4x25,0)
Moduł sprężystości podłużnej	$E = 210,0$ GPa (S355)

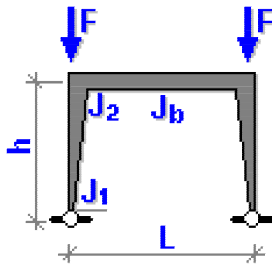
WYNIKI:

Współczynnik	$\mu = 2,83$
Długość wyboczeniowa	$l_e = \mu \cdot h = 2,83 \cdot 12,50 = 35,34$ m
Siła krytyczna	$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J_1 / l_e^2 = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 480854,9 / 3534^2 = 7979,1$ kN

Element 5

Rama ze słupami o zmiennym przekroju

DANE:



Rama przechyłowa

Wysokość ramy $h = 4,50 \text{ m}$ Rozpiętość ramy $L = 12,00 \text{ m}$ Moment bezwładności słupów u podstawy $J_1 = 45000,0 \text{ cm}^4$ (prostokąt 30x20)Moment bezwładności słupów na poziomie rygła $J_2 = 360000,0 \text{ cm}^4$ (prostokąt 60x20)Moment bezwładności rygła $J_b = 853333,3 \text{ cm}^4$ (prostokąt 80x20)Moduł sprężystości podłużnej $E = 12,0 \text{ GPa}$ (GL26c)

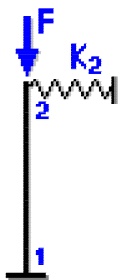
WYNIKI:

Współczynnik $\mu = 1,02$ Długość wyboczeniowa $l_e = \mu \cdot h = 1,02 \cdot 4,50 = 4,57 \text{ m}$ Siła krytyczna $N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J_1 / l_e^2 = \pi^2 \cdot 12000 \cdot 45000,0 / 457^2 = 2552,9 \text{ kN}$

Element 6

Pręt z podporami sprężystymi

DANE:

Długość pręta $h = 6,60 \text{ m}$ Moment bezwładności słupa $J = 5409,7 \text{ cm}^4$ (HE 220 A)Moduł sprężystości podłużnej $E = 210,0 \text{ GPa}$ (S235)

Sztynności podparć węzła górnego 2:

- obrót: swobodny
- przesuw $K_2 = 115,7 \text{ kN/m}$

Sztynności podparć węzła dolnego 1:

- obrót: zablokowany
- przesuw: zablokowany

WYNIKI:

Współczynnik $\mu = 1,43$ Długość wyboczeniowa $l_e = \mu \cdot h = 1,43 \cdot 6,60 = 9,46 \text{ m}$ Siła krytyczna $N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J / l_e^2 = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 5409,7 / 946^2 = 1251,8 \text{ kN}$