



# Metoda elementów skończonych (MES1)

Ściąga na kol.2

06.2024

## Zasady pisania kolokwium 2

Aby sprawnie napisać i nie marnować czasu:

- Wchodzimy na salę tylko z przyborami do pisania w rękę,
- Przy wejściu na salę zostawiamy torby pod ścianą lub na parapecie okna,
- sprawnie zajmujemy miejsce (od ostatniej ławki, 5 osób w ławce, z odstępami).

**Grupa A** (*osoby o nazwiskach na literę od A do Ł włącznie*)

wchodzi na salę od godz. 12.00

rozdanie zadań 12.05

start kolokwium 12.10

koniec pisania 13.00

sprawne opuszczenie sali

**Grupa B** (*osoby o nazwiskach na literę od M do Ź włącznie*)

wchodzi na salę od godz. 13.05

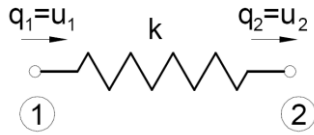
rozdanie zadań 13.10

start kolokwium 13.15

koniec pisania 14.05

sprawne opuszczenie sali

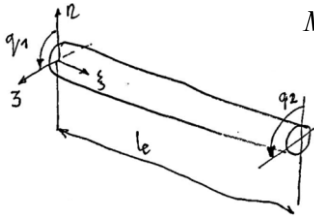
## Element typu sprężyna



Macierz sztywności sprężyny:

$$[k]_e = \begin{bmatrix} k & -k \\ -k & k \end{bmatrix}$$

## Element skręcany

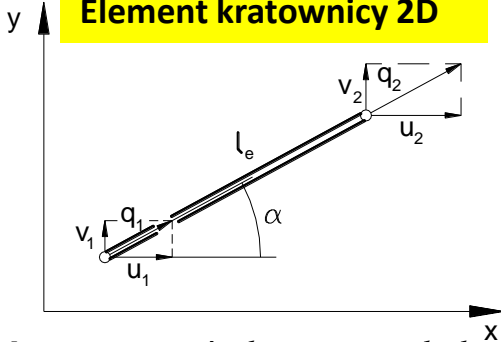


Macierz sztywności wałka:

$$[k]_e = \frac{GJ_s}{l_e} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Funkcje kształtu:  $N_1(\xi) = 1 - \frac{\xi}{l_e}$ ,  $N_2(\xi) = \frac{\xi}{l_e}$

## Element kratownicy 2D

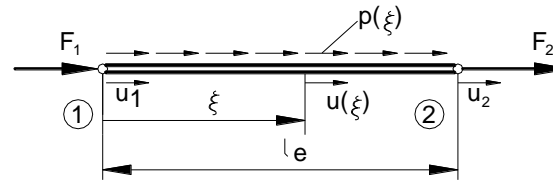


Macierz sztywności kratownicy płaskiej:

$$[k_g]_e = \frac{EA}{l_e} \begin{bmatrix} c^2 & sc & -c^2 & -sc \\ sc & s^2 & -sc & -s^2 \\ -c^2 & -sc & c^2 & sc \\ -sc & -s^2 & sc & s^2 \end{bmatrix}$$

$$s = \sin \alpha, c = \cos \alpha$$

## Element typu pręt



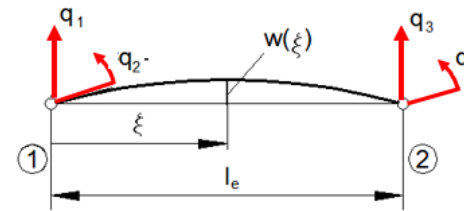
Funkcje kształtu:

$$N_1(\xi) = 1 - \frac{\xi}{l_e}, \quad N_2(\xi) = \frac{\xi}{l_e}$$

Obciążenie zastępcze:

$$F_i^e = \int_0^{l_e} N_i(\xi) p(\xi) d\xi$$

## Element typu belka



Obciążenie zastępcze:

$$F_i^e = \int_0^{l_e} N_i(\xi) p(\xi) d\xi$$

Funkcje kształtu:

$$N_1(\xi) = 1 - 3\frac{\xi^2}{l_e^2} + 2\frac{\xi^3}{l_e^3},$$

$$N_2(\xi) = \xi - 2\frac{\xi^2}{l_e} + \frac{\xi^3}{l_e^2},$$

$$N_3(\xi) = 3\frac{\xi^2}{l_e^2} - 2\frac{\xi^3}{l_e^3},$$

$$N_4(\xi) = -\frac{\xi^2}{l_e} + \frac{\xi^3}{l_e^2}.$$

Macierz sztywności elementu belkowego:

$$[k]_e = \frac{2EI}{l_e^3} \begin{bmatrix} 6 & 3l_e & -6 & 3l_e \\ 3l_e & 2l_e^2 & -3l_e & l_e^2 \\ -6 & -3l_e & 6 & -3l_e \\ 3l_e & l_e^2 & -3l_e & 2l_e^2 \end{bmatrix}$$

Sily zastępcze w elemencie belkowym dla obciążenia ciągłego:

