POLITECHNIKA POZNAŃSKA
INSTYTUT ANALIZY KONSTRUKCJI
ZAKŁAD MECHANIKI BUDOWLI

ĆWICZENIE NR _____

OBLICZANIE RAM METODĄ PRZEMIESZCZEŃ – WERSJA KOMPUTEROWA

Nazwisko i imię studenta ________________________________

Rok akademicki ________________________________

Semestr ________________________________

Grupa ________________________________

Dla układu nr ___ należy obliczyć rozkład sił wewnętrznych (momenty zginające, siły poprzeczne, siły normalne) komputerową metodą przemieszczeń. Obliczenia wykonać w dwóch wersjach – z redukcją statyczną oraz bez redukcji statycznej.

Poprawność obliczeń należy sprawdzić wykonując kontrole: kinematyczną i statyczną.

Macierze sztywności elementów prętowych

1. Pręt obustronnie utwierdzony

$$\tilde{\mathbf{K}}_{(e)} = \frac{1}{l^3}\begin{bmatrix} EAl^2 & 0 & 0 & -EAl^2 & 0 & 0 \\ 0 & 12EI & 6EIl & 0 & -12EI & 6EIl \\ 0 & 6EIl & 4EIl^2 & 0 & -6EIl & 2EIl^2 \\ -EAl^2 & 0 & 0 & EAl^2 & 0 & 0 \\ 0 & -12EI & -6EIl & 0 & 12EI & -6EIl \\ 0 & 6EIl & 2EIl^2 & 0 & -6EIl & 4EIl^2 \end{bmatrix}$$

2. Pręt z przegubem na lewym końcu

$$\tilde{\mathbf{K}}_{(e)} = \frac{1}{l^3}\begin{bmatrix} EAl^2 & 0 & 0 & -EAl^2 & 0 & 0 \\ 0 & 3EI & 0 & 0 & -3EI & 3EIl \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -EAl^2 & 0 & 0 & EAl^2 & 0 & 0 \\ 0 & -3EI & 0 & 0 & 3EI & -3EIl \\ 0 & 3EIl & 0 & 0 & -3EIl & 3EIl^2 \end{bmatrix}$$

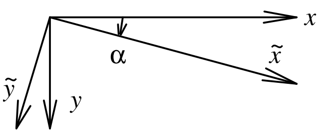
3. Pręt z przegubem na prawym końcu

$$\tilde{\mathbf{K}}_{(e)} = \frac{1}{l^3}\begin{bmatrix} EAl^2 & 0 & 0 & -EAl^2 & 0 & 0 \\ 0 & 3EI & 3EIl & 0 & -3EI & 0 \\ 0 & 3EIl & 3EIl^2 & 0 & -3EIl & 0 \\ -EAl^2 & 0 & 0 & EAl^2 & 0 & 0 \\ 0 & -3EI & -3EIl & 0 & 3EI & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

<u>Równanie równowagi elementu</u>: $\tilde{\mathbf{R}}_{(e)[6\times1]} = \tilde{\mathbf{K}}_{(e)[6\times6]}\tilde{\mathbf{q}}_{(e)[6\times1]} + \tilde{\mathbf{R}}^0_{(e)[6\times1]}$,

gdzie: $\tilde{\mathbf{R}}_{(e)}$ – wektor sił przywęzłowych, $\tilde{\mathbf{K}}_{(e)}$ – macierz sztywności elementu, $\tilde{\mathbf{q}}_{(e)}$ – wektor przemieszczeń węzłów elementu, $\tilde{\mathbf{R}}^0_{(e)}$ – wektor sił przywęzłowych od obciążenia przęsłowego.

<u>Transformacja do układu globalnego</u>



macierz sztywności: $\mathbf{K}_{(e)} = \mathbf{T}^{\mathbf{T}}\tilde{\mathbf{K}}_{(e)}\mathbf{T}$,

wektor $\tilde{\mathbf{R}}^0_{(e)}$: $\mathbf{R}^0_{(e)} = \mathbf{T}^{\mathbf{T}}\tilde{\mathbf{R}}^0_{(e)}$,

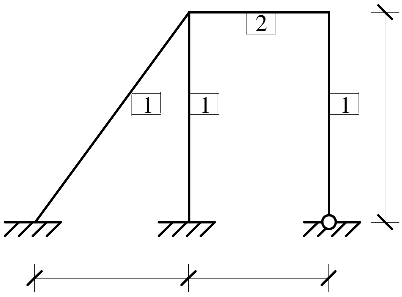
gdzie: $\mathbf{T}$ – macierz transformacji: $\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \mathbf{C} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C} \end{bmatrix}$, $\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$,

α – kąt pomiędzy osią x układu globalnego, a osią $\tilde{x}$ układu lokalnego.

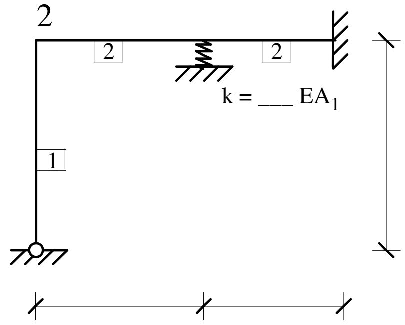
<u>Równanie równowagi układu</u>: $\mathbf{K}_{[n\times n]}\mathbf{q}_{[n\times1]} = \mathbf{P}_{[n\times1]}$,

gdzie: $\mathbf{K}$ – macierz sztywności układu, $\mathbf{q}$ – wektor przemieszczeń węzłów układu, $\mathbf{P} = \mathbf{P}^{\mathrm{w}} - \mathbf{R}^0$, $\mathbf{P}^{\mathrm{w}}$ – wektor zewnętrznych sił węzłowych układu, $\mathbf{R}^0$ – wektor sił przywęzłowych układu od obciążenia przęsłowego, n – liczba niewiadomych przemieszczeń węzłów.

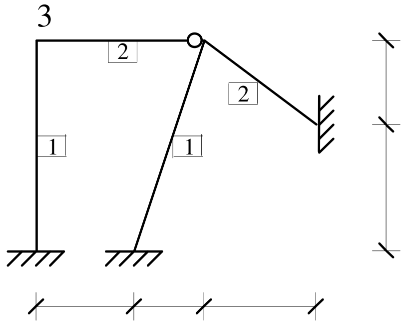
1



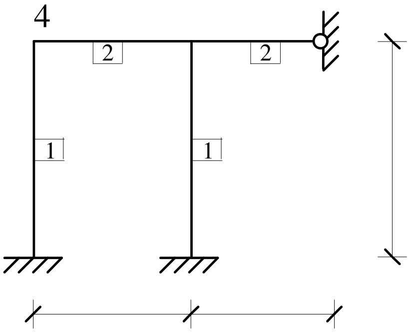
2



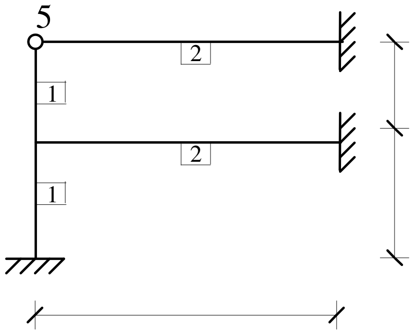
3



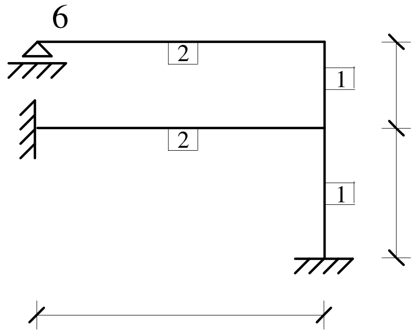
4



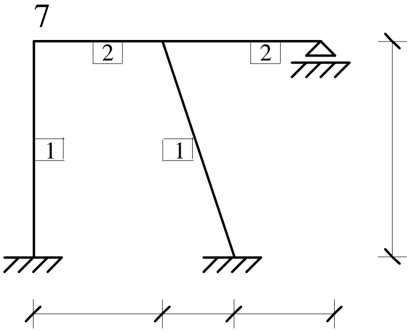
5



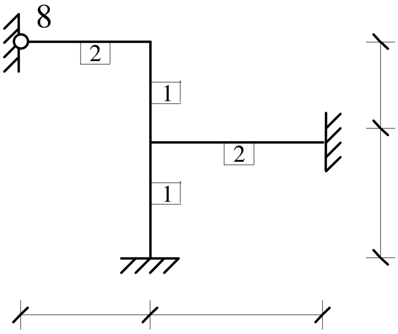
6



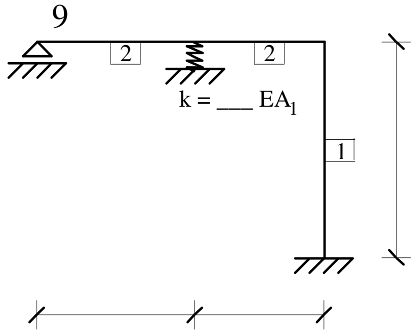
7



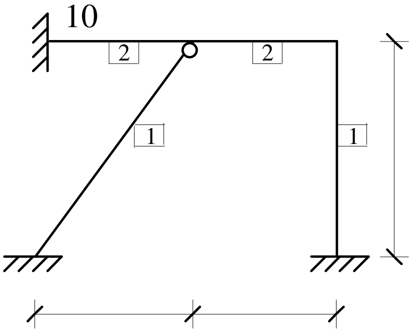
8



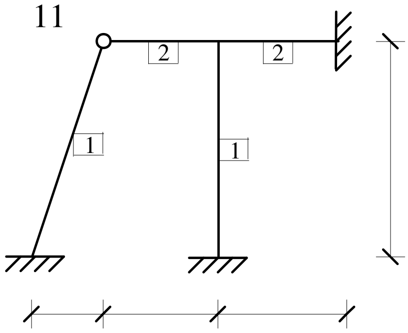
9



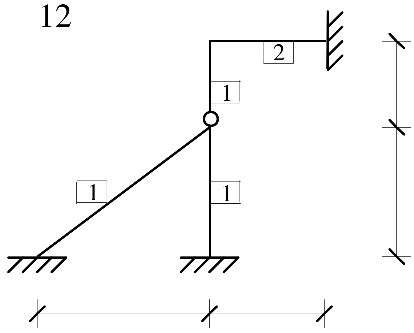
10



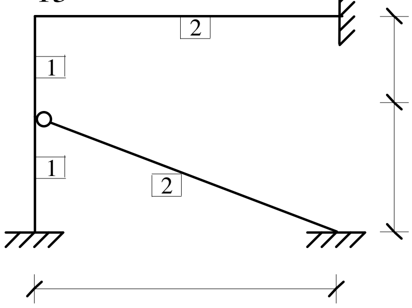
11



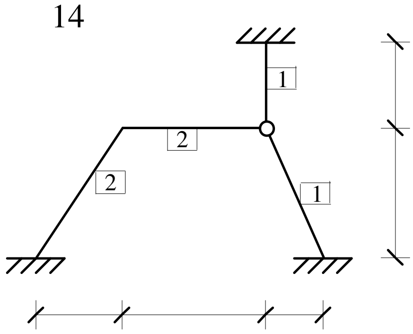
12



13



14



Przekroje prętów:

1 – ______________________

2 – ______________________