ZAŁĄCZNIK 3

1. Macierz sztywności liniowego elementu dwuwęzłowego o dużej krzywiźnie, całkowanie analityczne (por. Rys. 3.1).

$$\mathbf{K}_{lina} = \frac{EI^*}{a^3}\left(\mathbf{K}_B + \mathbf{K}_S + \mathbf{K}_A\right),$$

gdzie:

$$\mathbf{K}_B = \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 6\alpha^2 & 3\alpha^3 & -6\alpha & -6\alpha^2 & 3\alpha^3 & 6\alpha \\ & 2\alpha^4 & -3\alpha^2 & -3\alpha^3 & \alpha^4 & 3\alpha^2 \\ & & 6 & 6\alpha & -3\alpha^2 & -6 \\ & & & 6\alpha^2 & -3\alpha^3 & -6\alpha \\ & \text{sym.} & & & 2\alpha^4 & 3\alpha^2 \\ & & & & & 6 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{K}_S = \frac{1}{12d\copyright}\begin{bmatrix} 4\alpha^2 & -6\alpha & -4\alpha & 2\alpha^2 & 6\alpha & -2\alpha \\ & 12 & 6 & -6\alpha & -12 & 6 \\ & & 4 & -2\alpha & -6 & 2 \\ & & & 4\alpha^2 & 6\alpha & -4\alpha \\ & \text{sym.} & & & 12 & -6 \\ & & & & & 4 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{K}_A = \frac{1}{12e\copyright}\begin{bmatrix} 12 & 6\alpha & 0 & -12 & 6\alpha & 0 \\ & 4\alpha^2 & 0 & -6\alpha & 2\alpha^2 & 0 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & 12 & -6\alpha & 0 \\ & \text{sym.} & & & 4\alpha^2 & 0 \\ & & & & & 0 \end{bmatrix}$$

2. Macierz sztywności liniowego elementu dwuwęzłowego o dużej krzywiźnie, całkowanie zredukowane dla składnika związanego ze ścinaniem.

$$\mathbf{K}_{linr1} = \frac{EI^*}{a^3}\left(\mathbf{K}_B + \mathbf{K}'_S + \mathbf{K}_A\right),$$

gdzie:

$$\mathbf{K}'_S = \frac{1}{12d'}\begin{bmatrix} 3\alpha^2 & -6\alpha & -3\alpha & 3\alpha^2 & 6\alpha & -3\alpha \\ & 12 & 6 & -6\alpha & -12 & 6 \\ & & 4 & -3\alpha & -6 & 2 \\ & & & 3\alpha^2 & 6\alpha & -3\alpha \\ & \text{sym.} & & & 12 & -6 \\ & & & & & 4 \end{bmatrix}$$

3. Macierz sztywności liniowego elementu dwuwęzłowego o dużej krzywiźnie, całkowanie zredukowane dla składników związanych ze ścinaniem i siłami osiowymi.

$$\mathbf{K}_{linr2} = \frac{EI^*}{a^3}\left(\mathbf{K}_B + \mathbf{K}'_S + \mathbf{K}'_A\right)$$

gdzie:

$$\mathbf{K}'_A = \frac{1}{12e\copyright}\begin{bmatrix} 12 & 6\alpha & 0 & -12 & 6\alpha & 0 \\ & 3\alpha^2 & 0 & -6\alpha & 3\alpha^2 & 0 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & 12 & -6\alpha & 0 \\ & \text{sym.} & & & 3\alpha^2 & 0 \\ & & & & & 0 \end{bmatrix}$$

<u>Uwaga</u>: we wszystkich macierzach: $d' = \frac{I^*}{J} d$ oraz $e' = \frac{I^*}{J} e$.