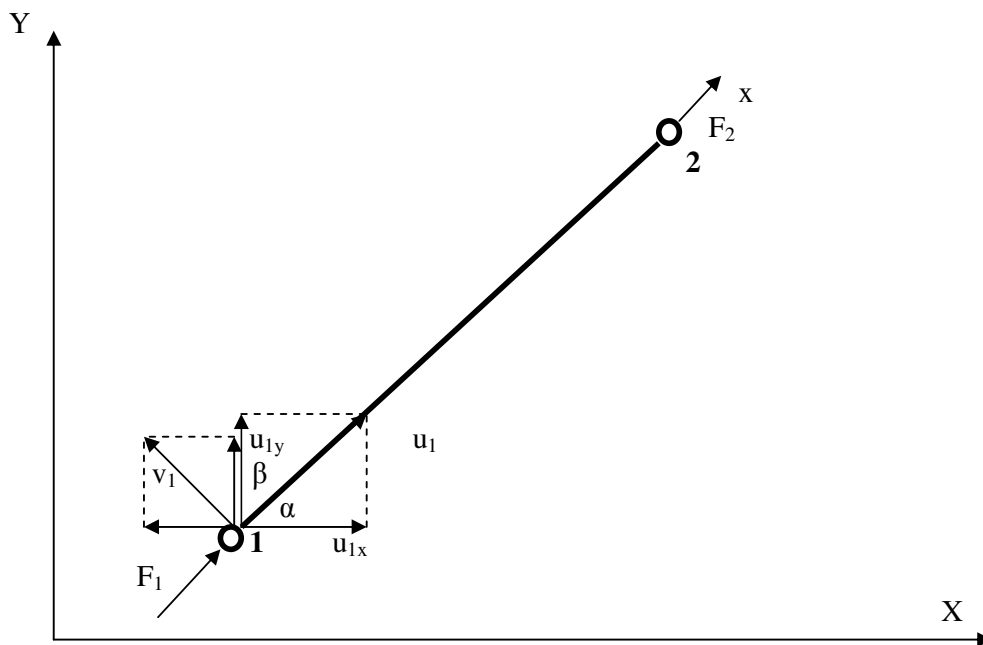


Tempiamas – gniuždomas strypas



Standumo matrica:

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{Bmatrix} = \frac{AE}{l} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix}$$

arba $\mathbf{F}_l = \mathbf{K}_l \mathbf{u}_l$. Ryšys su globaliaisiais poslinkiais: $\mathbf{F}_l = \mathbf{K}_l \mathbf{T} \mathbf{u}_g$

Koordinatų transformacija:

$$\begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \cos \beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos \alpha & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_{1x} \\ u_{1y} \\ u_{2x} \\ u_{2y} \end{Bmatrix},$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= (x_2 - x_1)/l, \\ \cos \beta &= \sin \alpha = (y_2 - y_1)/l \end{aligned}$$

Standumo matricos transformacija: $\mathbf{K}_g = \mathbf{T}^T \mathbf{K}_l \mathbf{T}$

Patogiau – iškart nagrinėti lokaliąją koordinačių sistemą su 2 laisvės laipsniais: tada koordinačių transformacija būtų

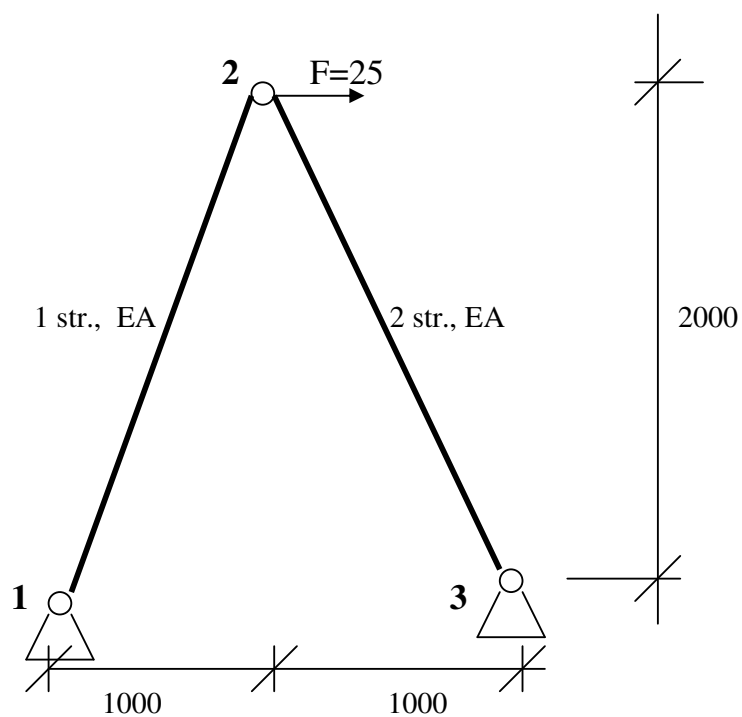
$$\begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos \alpha & \sin \alpha \\ 0 & 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_{1x} \\ u_{1y} \\ u_{2x} \\ u_{2y} \end{Bmatrix}$$

„Papildyta“ standuma matrica:

$$\begin{Bmatrix} F_{1u} \\ F_{1v} \\ F_{2u} \\ F_{2v} \end{Bmatrix} = \frac{AE}{l} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \end{Bmatrix}$$

Patogu suskaičiuoti $\mathbf{K}_g$ analitiškai, be matricių daugybų programoje.

Uždavinys:



$E = 200$
 $A = 500$

1-as BEM procedūros etapas – diskretizavimas:

1-as strypas: 1 – 2

2-as strypas: 2 – 3

2. Strypų standumo matricos globaliojoje koordinačių sistemoje:

1-o strypo krypties kosinusai: $\cos \alpha = 0.447227$, $\sin \alpha = 0.894454$

K_{g1} :

8.94	17.89	-8.94	-17.89
17.89	35.78	-17.89	-35.78
-8.94	-17.89	8.94	17.89
-17.89	-35.78	17.89	35.78

2-o strypo krypties kosinusai: $\cos \alpha = 0.447227$, $\sin \alpha = -0.894454$

K_{g2} :

8.94	-17.89	-8.94	17.89
-17.89	35.78	17.89	-35.78
-8.94	17.89	8.94	-17.89
17.89	-35.78	-17.89	35.78

3. Ansamblio standumo matrica ir jėgų vektorius:

K_g :

	8.94	17.89	-8.94	-17.89	0	0
		35.78	-17.89	-35.78	0	0
			17.89	0	-8.94	17.89
		<i>sym</i>		71.55	17.89	-35.78
					8.94	-17.89
						35.78

F_g :

0
0
25
0
0
0

4. Kraštinių sąlygų įvedimas:

Ansamblio standumo matrica $\mathbf{K}_g$ įvedus kraštines sąlygas:

$$\begin{pmatrix} 17.89 & 0 \\ 0 & 71.55 \end{pmatrix}$$

Jėgų vektorius $\mathbf{F}_g$ įvedus kraštines sąlygas:

$$\begin{pmatrix} 25 \\ 0 \end{pmatrix}$$

5. Pagrindinės statikos lygties sprendimas:

Lygčių sistema:

$$\begin{array}{rcl} 17.89 u_2 & + 0 v_2 & = 25 \\ 0 u_2 & + 71.55 v_2 & = 0 \end{array}$$

Sprendiniai:

$$\begin{array}{l} u_2 = 1.4 \\ v_2 = 0 \end{array}$$

5. Vidinių jėgų (įrašų) skaičiavimas pagal $F_l = K_l T u_g$:

1-as strypas:

$$F_1 = -27.95$$

$$F_2 = 27.95$$

– taigi, įraša strypu 1-2 yra tempianti

2-as strypas:

$$F_1 = 27.95$$

$$F_2 = -27.95$$

– taigi, įraša strypu 2-3 yra gniuždanti

**Papildoma procedūra –
reakcijų skaičiavimas:**

$$\begin{Bmatrix} R_{1x} \\ R_{1y} \\ 25 \\ 0 \\ R_{3x} \\ R_{3y} \end{Bmatrix} = [K_g] \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1.4 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

Reakcijos:

$$\begin{aligned} R_{1x} &= -12.5 \\ R_{1y} &= -25 \\ R_{3x} &= -12.5 \\ R_{3y} &= 25 \end{aligned}$$

Skaičiavimų kontrolė:

Išvertinant visas 4 reaktyviasias ir 1 aktyviąją jėgą, galima patikrinti tris pusiausvyros lygtis strypinei sistemai kaip visumai.