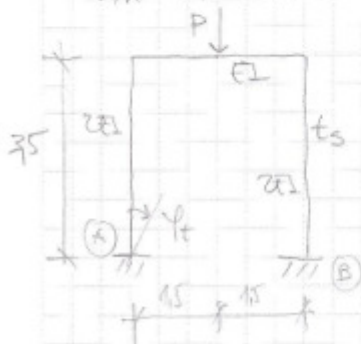




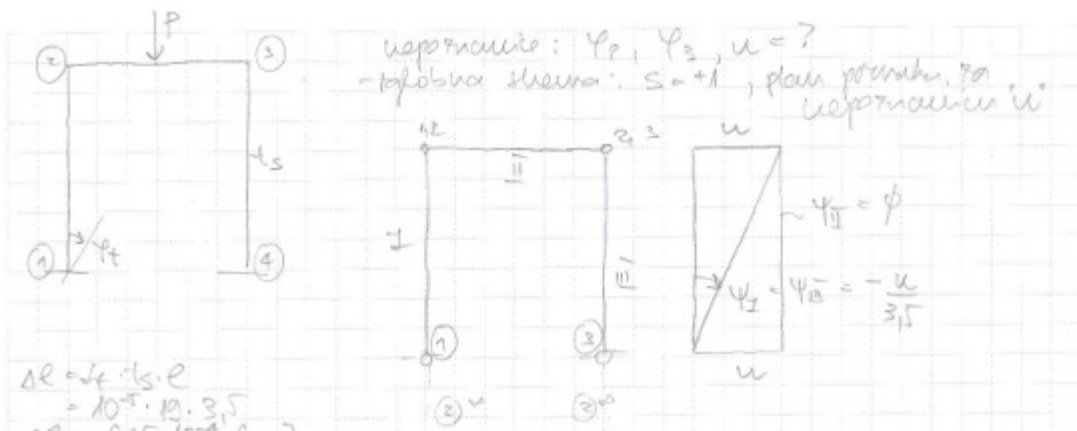
2) Metodom pomaka odredite veličinu momenta na vrhovu ležnju
 M_A ako je moment na vrhovu ležnju
 $M_A = 240 \text{ kNm}$.



$$P = 100 \text{ kN}$$
$$EI = 90000 \text{ kNm}^2$$
$$t_s = 19^\circ\text{C}$$
$$\alpha = 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

- poznat nam je veličina momenta na vrhovu ležnju M_A a traži se opterećenje koje daje taj moment.

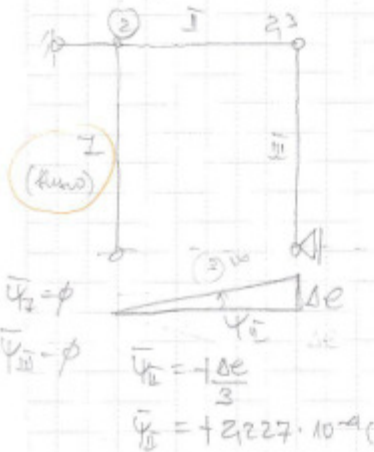
- procedura je da, ako je bilo u funkciji nepoznatog momenta M_A , kada dobijemo izraz za kvadratni moment na ležnju A, izjednačimo ga sa zadanim momentom i dobijemo opterećenje P .



$$\Delta l = \frac{P \cdot t_s \cdot e}{AE} = 10^{-4} \cdot 10 \cdot 3,5$$

$$AE = 965 \cdot 10^{-4} \text{ (m)}$$

- plan pomak φ_0 Δl (priklikno u, a odlikovno Δl):



- momenti upokisti:

$$M_{12} = -4 \cdot \frac{2EI}{3,5} \cdot \varphi_2 = -2,29 \cdot EI \cdot \varphi_2$$

$$M_{21} = -2 \cdot \frac{2EI}{3,5} \cdot \varphi_2 = -1,14 \cdot EI \cdot \varphi_2$$

$$M_{12}(P) = \frac{100 \cdot 3}{8} = 37,5 \text{ kNm}$$

$$M_{21}(P) = -37,5 \text{ kNm}$$

$$M_{12}(\Delta l) = -6 \cdot \frac{EI}{3} \cdot \varphi_2 = -40,1 \text{ kNm}$$

$$M_{21}(\Delta l) = -6 \cdot \frac{EI}{3} \cdot \varphi_3 = -40,1 \text{ kNm}$$

$$M_{12} = M_{12}(P) + M_{12}(\Delta l) = 37,5 - 40,1 = -2,6 \text{ kNm}$$

$$M_{21} = -37,5 - 40,1 = -77,6 \text{ kNm}$$

- momenti od dopunjenih pomakova:

$$M_{12} = 2 \cdot \frac{2EI}{3,5} \cdot \varphi_2 - 6 \cdot \frac{2EI}{3,5} \cdot \left(\frac{-u}{3,5} \right)$$

$$M_{12} = 1,14 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 9,98 \cdot EI \cdot u$$

$$M_{21} = 2,28 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 0,998 \cdot EI \cdot u$$

$$M_{23} = 4 \cdot \frac{EI}{3} \cdot \varphi_2 + 2 \cdot \frac{EI}{3} \cdot \varphi_3$$

$$M_{23} = 1,33 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 0,67 \cdot EI \cdot \varphi_3$$

$$M_{32} = 2 \cdot \frac{EI}{3} \cdot \varphi_2 + 4 \cdot \frac{EI}{3} \cdot \varphi_3$$

$$M_{32} = 0,67 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 1,33 \cdot EI \cdot \varphi_3$$

$$M_{34} = 4 \cdot \frac{2EI}{3,5} \cdot \varphi_3 - 6 \cdot \frac{2EI}{3,5} \cdot \left(\frac{-u}{3,5} \right)$$

$$M_{34} = 2,28 \cdot EI \cdot \varphi_3 + 0,998 \cdot EI \cdot u$$

$$M_{43} = 1,14 \cdot EI \cdot \varphi_3 + 0,998 \cdot EI \cdot u$$



- lobična vrijednost usmerena na krajivna elementa:

$$M_{12} = -2,29 \cdot EI \cdot \varphi_1 + 1,14 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 0,98 EI \cdot u$$

$$M_{21} = -1,14 \cdot EI \cdot \varphi_1 + 2,28 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 0,98 \cdot EI \cdot u$$

$$M_{23} = -2,6 + 1,33 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 0,67 \cdot EI \cdot \varphi_3$$

$$M_{32} = -77,6 + 0,67 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 1,33 \cdot EI \cdot \varphi_3$$

$$M_{34} = 2,28 \cdot EI \cdot \varphi_3 + 0,98 \cdot EI \cdot u$$

$$M_{43} = 1,14 \cdot EI \cdot \varphi_3 + 0,98 \cdot EI \cdot u$$

- ravnoteža čvora (2): $M_{21} + M_{23} = \phi$

$$-1,14 \cdot EI \cdot \varphi_1 + 2,28 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 0,98 \cdot EI \cdot u - 2,6 + 1,33 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 0,67 \cdot EI \cdot \varphi_3 = \phi$$

$$3,61 \cdot \varphi_2^* + 0,67 \cdot \varphi_3^* + 0,98 \cdot u^* = +2,6 + 1,14 \cdot EI \cdot \varphi_1 \quad \dots (1)$$

- ravnoteža čvora (3): $M_{32} + M_{34} = \phi$

$$-77,6 + 0,67 \cdot EI \cdot \varphi_2 + 1,33 \cdot EI \cdot \varphi_3 + 2,28 \cdot EI \cdot \varphi_3 + 0,98 \cdot EI \cdot u = \phi$$

$$0,67 \cdot \varphi_2^* + 3,61 \cdot \varphi_3^* + 0,98 \cdot u^* = +77,6 \quad \dots (2)$$

- jednadžba čvora (u=1): $\varphi_1^1 \cdot (M_{12} + M_{21}) + \varphi_2^1 \cdot (M_{23} + M_{43}) = \phi$

$$-\frac{1}{35} \cdot [-2,29 \cdot \varphi_1 \cdot EI + 1,14 \cdot \varphi_2^* + 0,98 \cdot u^* - 1,14 \cdot EI \cdot \varphi_1 + 2,28 \cdot \varphi_2^* + 0,98 \cdot u^* + 2,28 \cdot \varphi_3^* + 0,98 \cdot u^* + 1,14 \cdot \varphi_3^* + 0,98 \cdot u^*] = \phi$$

$$0,98 \cdot \varphi_1 \cdot EI - 0,98 \cdot \varphi_2^* - 0,98 \cdot \varphi_3^* - 0,84 \cdot u^* = \phi \quad / \cdot (-1)$$

$$0,98 \cdot \varphi_2^* + 0,98 \cdot \varphi_3^* + 0,84 \cdot u^* = 0,98 \cdot \varphi_1 \cdot EI \quad \dots (3)$$

$$u^* = -46,77 + 1,834 \cdot EI \cdot \varphi_1$$

$$\varphi_2^* = +7,273 - 0,0912 \cdot EI \cdot \varphi_1$$

$$\varphi_3^* = +32,81 - 0,481 \cdot EI \cdot \varphi_1$$

$$M_{12} = M_A = -2,29 \cdot EI \cdot \varphi_1 + 1,14 \cdot (+7,273 - 0,0912 \cdot EI \cdot \varphi_1) + 0,98 \cdot (-46,77 + 1,834 \cdot EI \cdot \varphi_1) = +240 \text{ (redukovano uzaditku)}$$

$$-0,997 \cdot EI \cdot \varphi_1 - 37,94 = 240 \quad \dots \quad \underline{\underline{\varphi_1 = -464,90/EI = -0,00577 \text{ rad}}}$$