

Svi štapovi zadanog okvirnog nosača ABCD imaju jednake konstantne poprečne presjeke i izrađeni su od istog materijala te je izraz za određivanje energije deformiranja zakrivljenog okvirnog nosača:

$$U = U_1 + U_2 = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{EA} \int_0^l N^2(x) dx + \frac{k_z}{GA} \int_0^l Q_z^2(x) dx + \frac{1}{EI} \int_0^l M_y^2(x) dx \right] + \frac{1}{2} \left[\frac{1}{EA_s} \int N^2(s) ds + \frac{k_z}{GA_s} \int Q(s) ds + \frac{1}{EI_s} \int M_b^2(s) ds \right], J$$

Energija deformiranja dijelova zakrivljenog okvirnog nosača

1) Ravni štap BC duljine $l = 2R$:

$$U_1 = \frac{1}{2} \left[\frac{k_z}{GA} \int_0^l Q_z^2(x) dx + \frac{1}{EI} \int_0^l M_y^2(x) dx \right] = \frac{Q_z^2(x) \cdot l}{2GA} k_z + \frac{1}{8EI} \int_0^l F^2 \cdot x^2 \cdot dx =$$

$$= \frac{F^2 \cdot l}{8GA} k_z + \frac{F^2 \cdot l^3}{24EI} = \frac{12^2 \times 10^6 \cdot 2,8}{8 \cdot 387,044 \times 10^6} \cdot \frac{10}{9} + \frac{12^2 \times 10^6 \cdot 2,8^3}{24 \cdot 402,124 \times 10^3} = 0,145 + 327,541 = 327,686 J.$$

2) Kružno zakrivljeni štap ADC (element kružnog luka jest $ds = R \cdot d\varphi$):

$$U_2 = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{EA} \int_0^\pi N^2(\varphi) \cdot R d\varphi + \frac{k_z}{GA} \int_0^\pi Q_z^2(\varphi) \cdot R d\varphi + \frac{1}{EI} \int_0^\pi M_y^2(\varphi) \cdot R d\varphi \right] =$$

$$= \frac{1}{2} \left[\frac{F^2}{4EA} \int_0^\pi \sin^2 \varphi \cdot R d\varphi + \frac{k_z \cdot F^2}{4GA} \int_0^\pi \cos^2 \varphi \cdot R d\varphi + \frac{F^2 \cdot R^2}{4EI} \int_0^\pi \sin^2 \varphi \cdot R d\varphi \right] =$$

$$= \frac{1}{2} \left[\frac{F^2 \cdot R}{4EA} \cdot \frac{\pi}{2} + \frac{k_z \cdot F^2 \cdot R}{4GA} \cdot \frac{\pi}{2} + \frac{F^2 \cdot R^3}{4EI} \cdot \frac{\pi}{2} \right] =$$

$$= \frac{12^2 \times 10^6 \cdot 1,4 \cdot \pi}{16 \cdot 1005,31 \times 10^6} + \frac{12^2 \times 10^6 \cdot 1,4 \cdot \pi}{16 \cdot 387,044 \times 10^6} \cdot \frac{10}{9} + \frac{12^2 \times 10^6 \cdot 1,4^3 \cdot \pi}{16 \cdot 402,124 \times 10^3} =$$

$$= 0,039 + 0,114 + 129,937 = 193,09 J.$$

Ukupna energija deformiranja zakrivljenog ravninskog okvirnog nosača određena je zbrojem energija deformiranja svih pojedinih štapova:

$$U = U_1 + U_2 = 327,686 + 193,09 = 520,776 J.$$

Vidi se, da se energije deformiranja od smicanja i od osnovnog opterećenja u štapovima mogu zanemariti zbog malih vrijednosti u usporedbi s vrijednostima energija deformiranja od savijanja štapova.

Određeni integrali trigonometrijskih funkcija u primjeru očitani su iz priručne [tablice integrala trigonometrijskih funkcija](#) kod kružno zakrivljenih štapova.