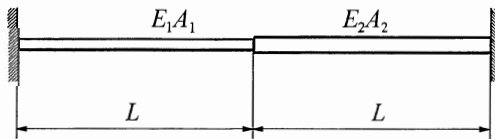
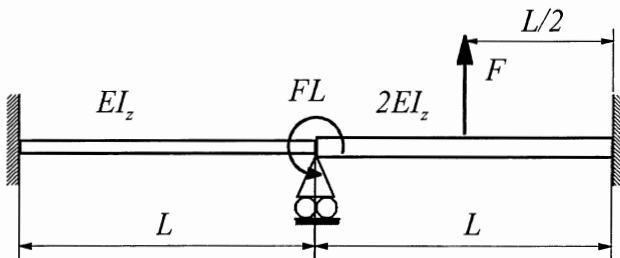


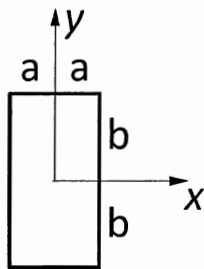
1. Laske kuvan palkin oikean pään siirtymän likiarvo potentiaalienergian $\Pi = U + WP$ minimin periaatteella käyttämällä kinemaattisesti käypää yrittettä $\tilde{v}(x) = \alpha_2 \left(\frac{x}{L}\right)^2$.



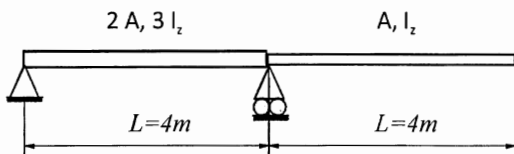
2. Määritä elementtimenetelmällä kuvan sauvarakenteen keskipisteen siirtymä sekä sauvojen normaalivoimat. Rakenne on levossa, jonka jälkeen lämpötila nousee 100°C . Pituus $L = 200$ mm. Kimmomoduulit: $E_1 = 70$ GPa, $E_2 = 200$ GPa. Pituuden lämpötilakertoimet: $\alpha_1 = 24 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, $\alpha_2 = 12 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$. Pinta-alat: $A_1 = 100$ mm² ja $A_2 = 200$ mm².



3. Määritä kuvan palkkirakenteen siirtymä keskituella ja oikeanpuoleisen palkin solmuvoimavektori. Käytä kahden elementin laskentamallia ja kahden solmuvapausasteen palkkielementtejä.



4. Laske kuvan nelisolmuisen elementin hitausmomentti J_z numeerisesti Gauss'in integroinnilla käyttäen 2:2 näytteenottoa. Elementin paksuus on t ja tiheys on ρ .
 Vihje: $J_z = \int_V \rho (x^2 + y^2) dV$



5. Määritä kuvan rakenteen globaali jäykkyyso- ja massamatriisi. Käytä kahden solmuvapausasteen palkkielementtejä ja konsistenttia massamatriisiä (se täydempi). Lähtöarvot ovat:

Suure	Arvo	Yksikkö
ρ	7850	kg/m ³
E	200	GPa
I_z	10^{-5}	m ⁴
A	0.01	m ²