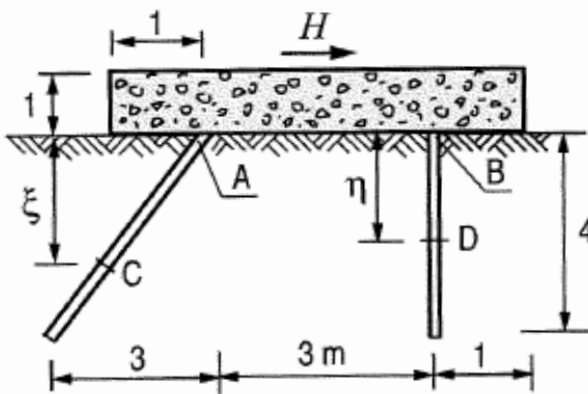
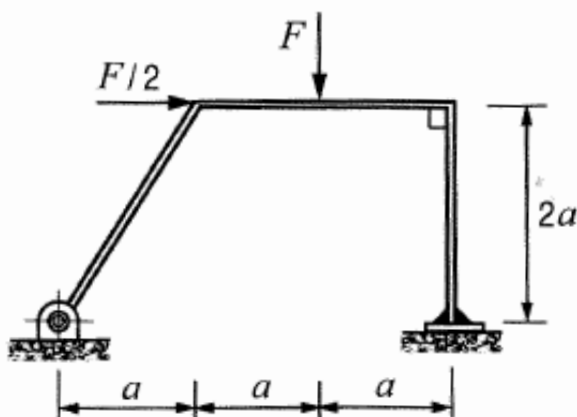


1. Määritä kuvan tasokehän rajakuormituksen alarajaestimaatti *staattisella menetelmällä*. Arvaa kehän tukireaktiot siten, että systeemi on tasapainossa annetun kuormituksen kanssa. Tee neljä erilaista arvausta.

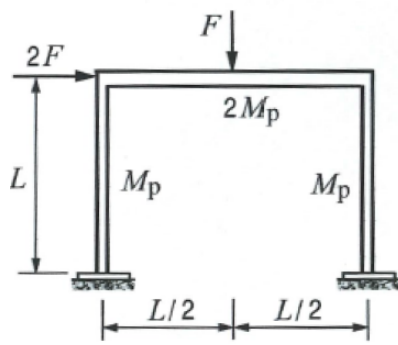


2. Määritä kuvan betoniaron vaakakuormituksen H rajakuormituksen yläraja, kun paalujen plastinen momentti on 100 kNm ja maan tasainen plastinen vastapaine on 50 kN/m . Anturan ja maan välinen plastinen pintapaine on 200 kN/m . Antura oletetaan täysin jäykäksi ja kitkaa ei oteta huomioon. Tutki mekanismi, jossa plastiset nivelet ovat kohdassa A, B, C ja D.

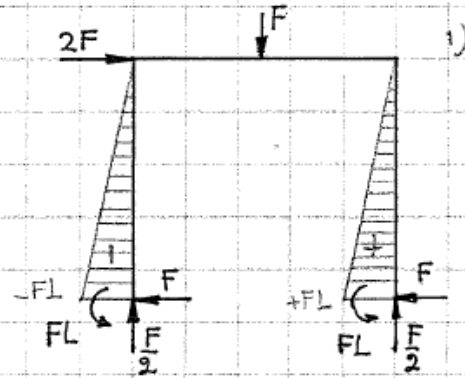


Kotitehtävä KT4.

Määritä oheisen kuvan tasakehän rajakuormituksen yläraja *kinemaattisella menetelmällä* eli *mekanismimenetelmällä*. Tutki vähintään kolme kinemaattisesti käypää mekanismia. Palkkien plastinen momentti on M_p .

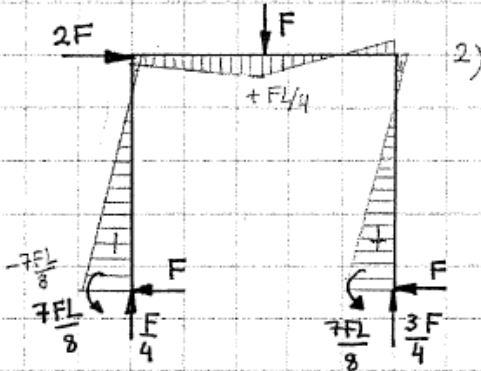


1. Määritä kuvan tasokehän rajakuormituksen alarajaestimaatti *staattisella menetelmällä*. Arvaa kehän tukireaktiot siten, että systeemi on tasapainossa annetun kuormituksen kanssa. Tee neljä erilaista arvausta.



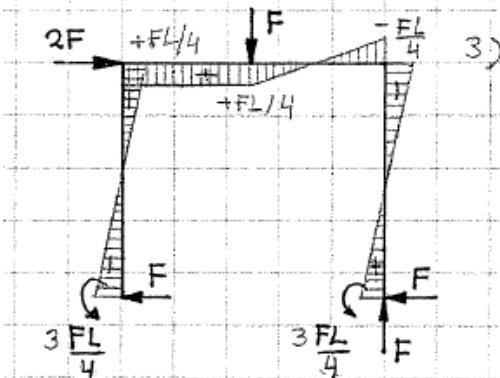
$$1) FL \leq M_p$$

$$\Rightarrow \tilde{F}_L^- = 1,0 \frac{M_p}{L}$$



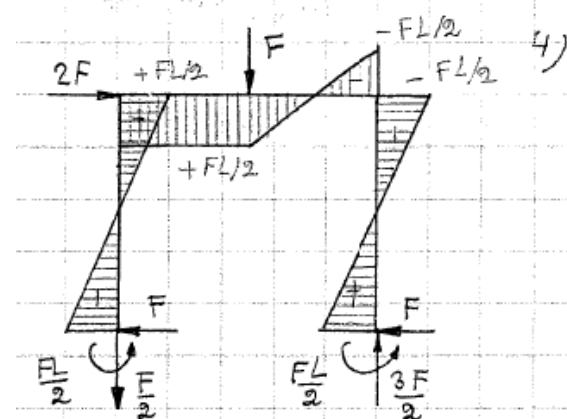
$$2) \frac{7FL}{8} \leq M_p$$

$$\Rightarrow \tilde{F}_L^- = \frac{8}{7} \frac{M_p}{L} \approx 1,143 \frac{M_p}{L}$$



$$3) \frac{3FL}{4} \leq M_p$$

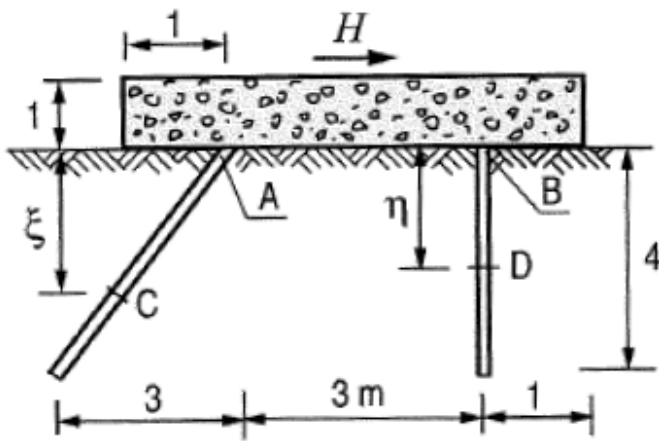
$$\Rightarrow \tilde{F}_L^- = \frac{4}{3} \frac{M_p}{L} \approx 1,333 \frac{M_p}{L}$$



$$4) \frac{FL}{2} \leq M_p \Rightarrow \tilde{F}_L^- = 2 \frac{M_p}{L}$$

Edellisen tehtävän mukaan

$$\tilde{F}_L^+ = 2 \frac{M_p}{L} \Rightarrow F_L = 2 \frac{M_p}{L}$$



2. Määritä kuvan betoniarvon vaakakuormituksen H rajakuormituksen yläraja, kun paalujen plastinen momentti on 100 kNm ja maan tasainen plastinen vastapaine on 50 kN/m . Anturan ja maan välinen plastinen pintapaine on 200 kN/m . Antura oletetaan täysin jäykäksi ja kitkaa ei oteta huomioon. Tutki mekanismi, jossa plastiset nivelet ovat kohdassa A, B, C ja D.

RATKAISU:

järy (N, m)

Annetaan siirtymä δ .

$$\varphi_{20} = \frac{\delta}{4}$$

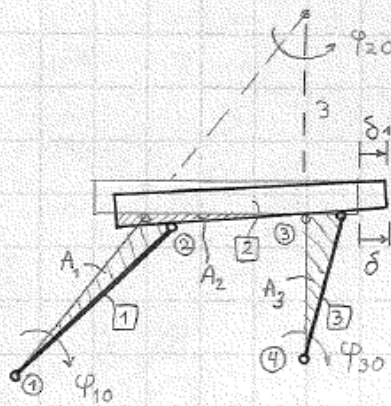
$$\delta_1 = \delta - 1 \cdot \frac{\delta}{4} = \frac{3}{4} \delta$$

$$\delta W_u = +H \delta_1 = \frac{3}{4} H \delta$$

$$\varphi_{10} = \frac{\delta}{\xi}, \quad \varphi_{20} = \frac{\delta}{\eta}$$

$$\varphi_{21} = \varphi_{10} + \varphi_{20} = \frac{\delta}{\xi} + \frac{\delta}{4}$$

$$\varphi_{32} = \varphi_{30} + \varphi_{20} = \frac{\delta}{\eta} + \frac{\delta}{4}$$



$$A_3 = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot \eta$$

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot \xi$$

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \varphi_{20} \cdot 4 = 2\delta$$

$$\begin{aligned} \delta W^s &= -[M_p (\varphi_{10} + \varphi_{21} + \varphi_{32} + \varphi_{30}) + p \cdot A_1 + p \cdot A_3 + q \cdot A_2] \\ &= -M_p \left(\frac{\delta}{\xi} + \frac{\delta}{\xi} + \frac{\delta}{4} + \frac{\delta}{\eta} + \frac{\delta}{4} + \frac{\delta}{\eta} \right) - \frac{1}{2} p \delta \xi - \frac{1}{2} p \cdot \delta \eta - 2q\delta \\ &= -\left[M_p \left(\frac{2}{\xi} + \frac{1}{2} + \frac{2}{\eta} \right) + \frac{1}{2} p (\xi + \eta) + 2q \right] \delta \end{aligned}$$

$$\delta W_u + \delta W^s = 0 \Rightarrow \tilde{H}_L^+ = \frac{4}{3} \left[M_p \left(\frac{2}{\xi} + \frac{2}{\eta} + \frac{1}{2} \right) + \frac{1}{2} p (\xi + \eta) + 2q \right]$$

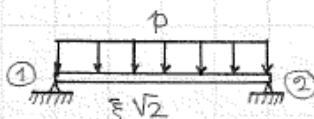
$$\frac{\partial \tilde{H}_L^+}{\partial \xi} = 0 = \frac{4}{3} \left[M_p \left(-\frac{2}{\xi^2} \right) + \frac{1}{2} p \right] \Rightarrow \xi = \eta = 2 \sqrt{\frac{M_p}{p}} \approx 2,828 \text{ m}$$

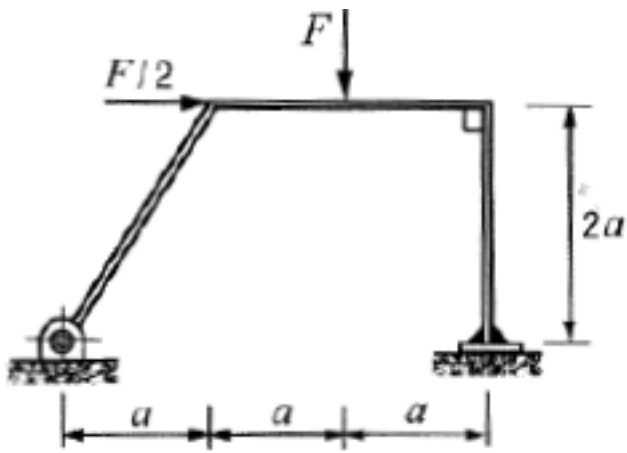
$$\Rightarrow \tilde{H}_L^+ = 977,1 \cdot 10^3 \text{ N} = 977,1 \text{ kN}$$

$$\text{tarkistus: } M_{tmax} = \frac{p \cdot \xi \sqrt{2}}{8} = 99,7 \text{ kNm}$$

$$< 100 \text{ kNm}$$

ok





Kotitehtävä KT4.

Määritä oheisen kuvan tasakehän rajakuormituksen yläraja kinemaattisella menetelmällä eli mekanismimenetelmällä. Tutki vähintään kolme kinemaattisesti käypää mekanismia. Palkkien plastinen momentti on M_p .

