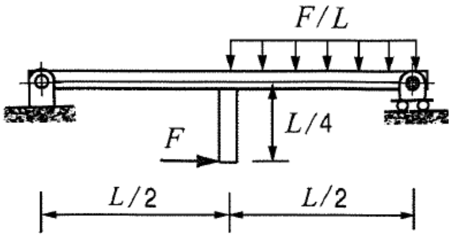
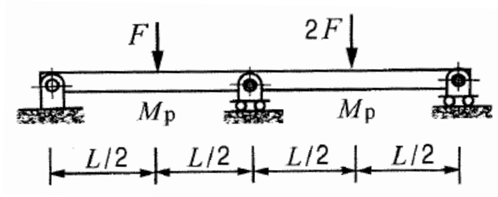
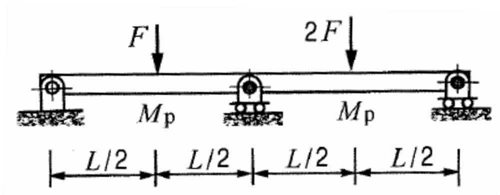


1. Palkin, jonka poikkileikkaus on suorakulmio $b \times h$, materiaali on lineaarisesti kimmoista ja ideaalisesti plastista. Määritä palkin eniten rasitettu poikkileikkaus sekä varmuus plastiseen rajaan nähden, kun taivutuksen lisäksi myös normaalivoima otetaan huomioon.
$L = 1000$ mm, $b = 50$ mm,
$h = 100$ mm, $F = 100$ kN,
$R_e = 220$ MPa

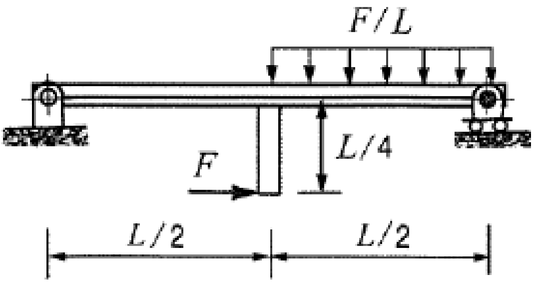


2. Määritä oheisen kuvan jatkuvan palkin rajakuormitus *kinemaattisella menetelmällä*. Totea, että tulos on tarkka rajakuorma.

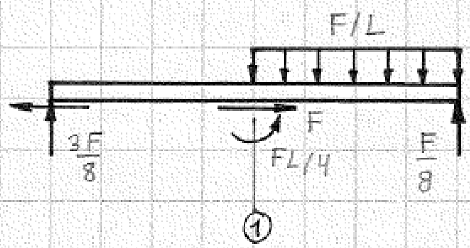


3. Määritä oheisen kuvan jatkuvan palkin rajakuormitus *staattisella menetelmällä*. Totea, että tulos on tarkka rajakuormitus.

KT 2. Kotitehtävä 2 jaettiin harjoituksissa 4.



1. Palkin, jonka poikkileikkaus on suorakulmio $b \times h$, materiaali on lineaarisesti kimmoista ja ideaalisesti plastista. Määritä palkin eniten rasitettu poikkileikkaus sekä varmuus plastiseen rajaan nähden, kun taivutuksen lisäksi myös normaalivoima otetaan huomioon.
$L = 1000$ mm, $b = 50$ mm,
$h = 100$ mm, $F = 100$ kN,
$R_e = 220$ MPa

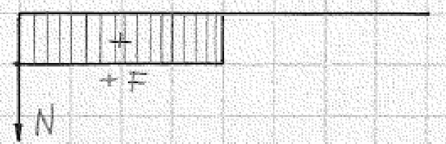


$N_p = R_e bh = 1100$ kN

$M_p = \frac{1}{4} R_e bh^2 = 27$ kNm

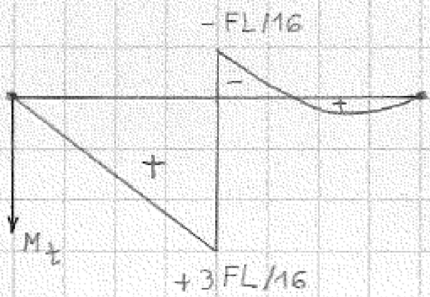
Leikkaus 1 on eniten rasitettu. Siinä on

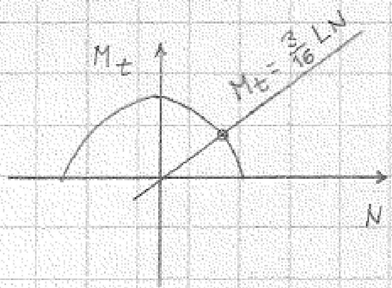
$$\begin{cases} N = +F \\ M_t = 3FL/16 = \frac{3}{16} LN \end{cases}$$



Myötöehto:

$$\frac{M_t}{M_p} + \left(\frac{N}{N_p}\right)^2 = 1$$





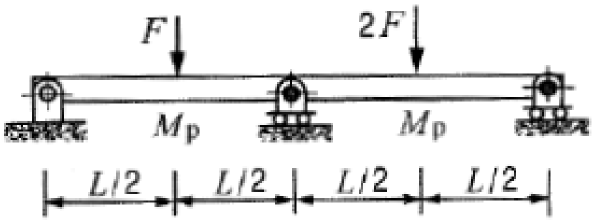
ehto: $$\begin{cases} M_t = \frac{3}{16} LN \\ \frac{M_t}{M_p} + \left(\frac{N}{N_p}\right)^2 = 1 \end{cases}$$ järj. (kN, m)

$$N^2 + \frac{3}{16} \frac{L N_p^2}{M_p} N - N_p^2 = 0$$

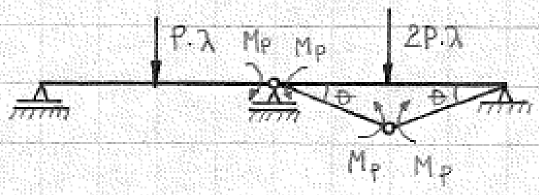
$\Rightarrow$ $N^2 + 8402{,}8\,N - 1\,210\,000 = 0$ $\Rightarrow$ $N = 141{,}6$ kN

Toisaalta: $N = F = 100$ kN

$\Rightarrow$ $n = \frac{N}{F} = \frac{141{,}6 \text{ kN}}{100 \text{ kN}} = 1{,}42$



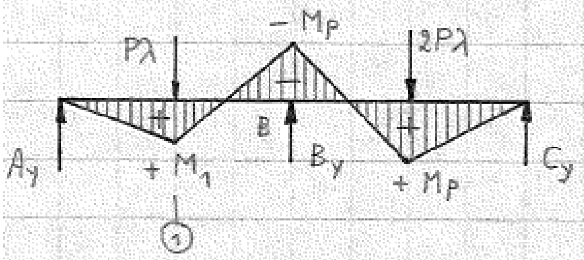
2. Määritä oheisen kuvan jatkuvan palkin rajakuormitus *kinemaattisella menetelmällä*. Totea, että tulos on tarkka rajakuorma.



Valitaan kuvan kinemaattisesti käypä mekanismi.

$$\delta W = 2P\lambda \frac{L}{2}\theta - 3M_p\theta = (P\lambda L - 3M_p)\theta = 0 \quad , \forall\theta$$

$$\Rightarrow \quad P\lambda L - 3M_p = 0 \quad \Rightarrow \quad P\lambda_L^+ = 3\,\frac{M_p}{L} \quad \triangleleft$$



$$\circlearrowleft B \quad -M_p = A_y \cdot L - P\lambda\frac{L}{2}$$

$$\Rightarrow \quad A_y = \frac{1}{2}P\lambda - M_p/L$$

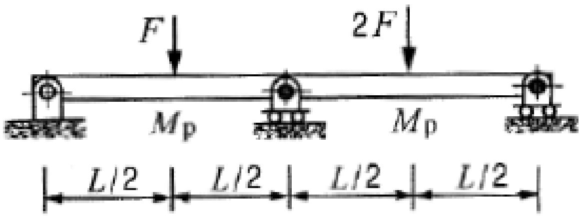
$$\circlearrowleft 1 \quad +M_1 = A_y \cdot \frac{L}{2} = \frac{1}{4}P\lambda L - \frac{1}{2}M_p$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\left(3\frac{M_p}{L}\right)L - \frac{1}{2}M_p = \frac{1}{4}M_p$$

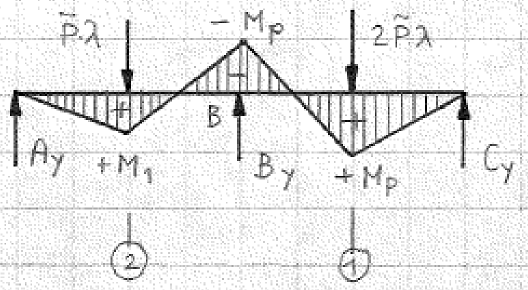
$$\Rightarrow \quad M_1 < M_p$$

Mekanismia vastaava momenttipinta on staattisesti käypä, joten tulos on oikea rajakuormitus.

$$P\lambda_L = 3\,\frac{M_p}{L} \quad \blacktriangleleft$$



3. Määritä oheisen kuvan jatkuvan palkin rajakuormitus *staattisella menetelmällä*. Totea, että tulos on tarkka rajakuormitus.



Valitaan kuvan taivutusmomenttiestimaatti:

1) $M_p = +C_y \cdot \frac{L}{2} \Rightarrow C_y = 2\frac{M_p}{L}$

B) $-A_y \cdot L + C_y \cdot L + \tilde{P}\lambda\frac{L}{2} - 2\tilde{P}\lambda\frac{L}{2} = 0$

$\Rightarrow A_y = -\frac{\tilde{P}\lambda}{2} + 2\frac{M_p}{L}$

2) $+M_1 = A_y \cdot \frac{L}{2} = -\tilde{P}\lambda\frac{L}{4} + M_p < M_p \Rightarrow$ staattisesti käypä

B) $-M_p = +C_y \cdot L - 2\tilde{P}\lambda \cdot \frac{L}{2}$

$\Rightarrow -M_p = 2M_p - \tilde{P}\lambda L \Rightarrow \tilde{P}\lambda = 3\frac{M_p}{L}$

$\Rightarrow P\tilde{\lambda}_L = 3\frac{M_p}{L}$

Tulos on oikea rajakuormitus, sillä momenttipinta on staattisesti käypä ja myötöehtoa ei rikota sekä momenttipinta vastaa kinemaattisesti käypää mekanismia:

$P\lambda_L = 3\frac{M_p}{L}$