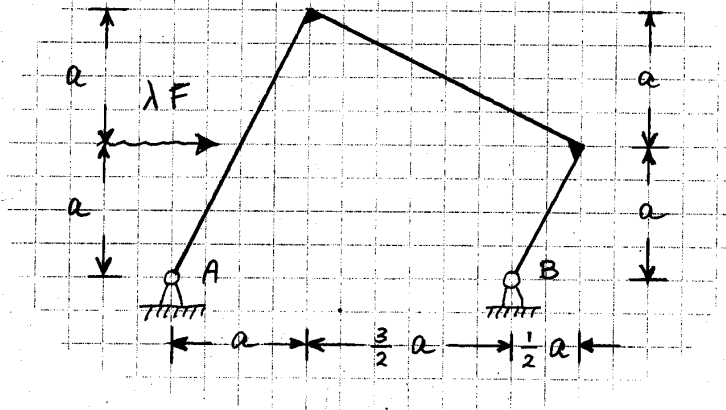


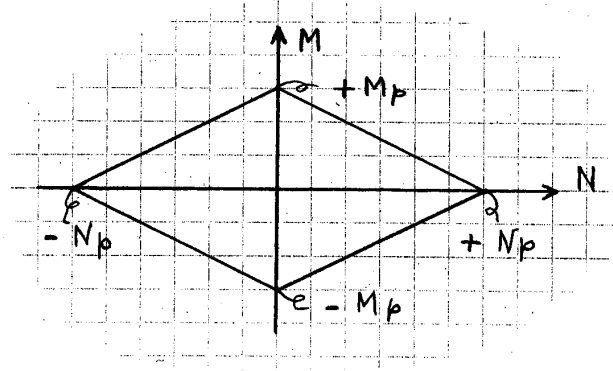
Waardering: Achter elke vraag is het aantal punten vermeld, dat bij een goede beantwoording behaald kan worden.

Opgave 1



Een raamwerk, volgens bovenstaand schema, is opgebouwd uit 3 balken, die stijf met elkaar verbonden zijn. Het raamwerk is in de punten A en B scharnierend opgelegd. De constructie wordt belast door een puntlast λF .

Voor alle balken is nevenstaande vloeicontour van kracht. De invloed van dwarskracht op de vloeicontour wordt verwaarloosd en knik blijft buiten beschouwing. Tussen het volplastisch moment M_p en de volplastische normaalkracht N_p bestaat het volgende verband: $N_p = \beta \cdot M_p / a$



Vragen voor het geval $\beta \rightarrow \infty$

- Bepaal voor elk mogelijk mechanisme de bezwijkbelasting λF uitgedrukt in M_p en a . Welk mechanisme is maatgevend en hoe groot is de werkelijke bezwijkbelasting? (W=1,5).
- Teken voor de hele constructie de momenten- en normaalkrachtenlijn op het ogenblik van bezwijken. (W=1).

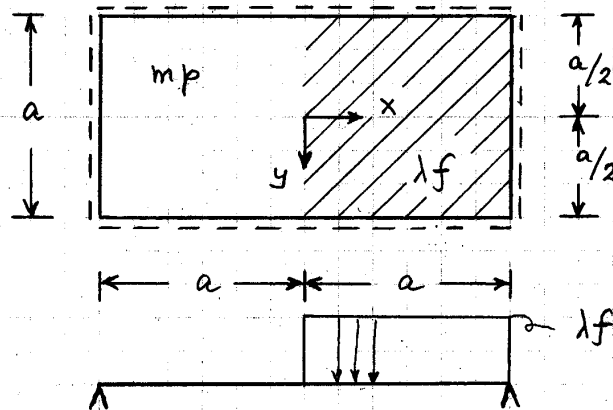
N.B.: T.p.v. de puntlast λF treedt een sprong in de N-lijn op van $\lambda F / \sqrt{5}$

Vraag voor het geval $\beta = \sqrt{5}$:

- Bepaal naar keuze een zo laag mogelijke bovengrens of een zo hoog mogelijke ondergrens van λF , met het maatgevende mechanisme van vraag a) als uitgangspunt. (W=2,5).

Waardering: Achter elke vraag is het aantal punten vermeld, dat bij een goede beantwoording behaald kan worden.

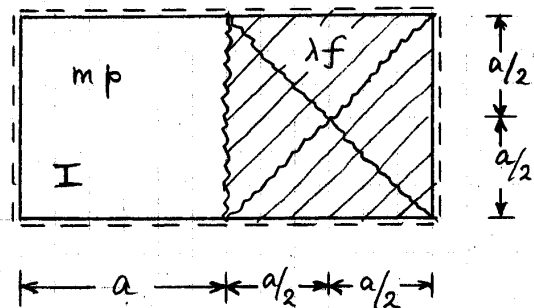
Opgave 2



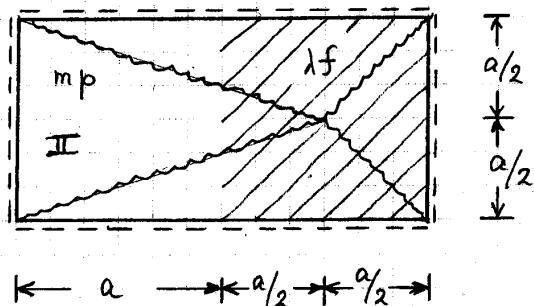
Een plaat volgens bovenstaand schema, met zijden a en $2a$, is langs alle randen vrij opgelegd. De plaat wordt t.p.v. de rechterhelft belast door een gelijkmatig verdeelde belasting λf (kracht/lengte²). De plaat is homogeen en isotroop met plaatvloeiementen m_p .

Vragen:

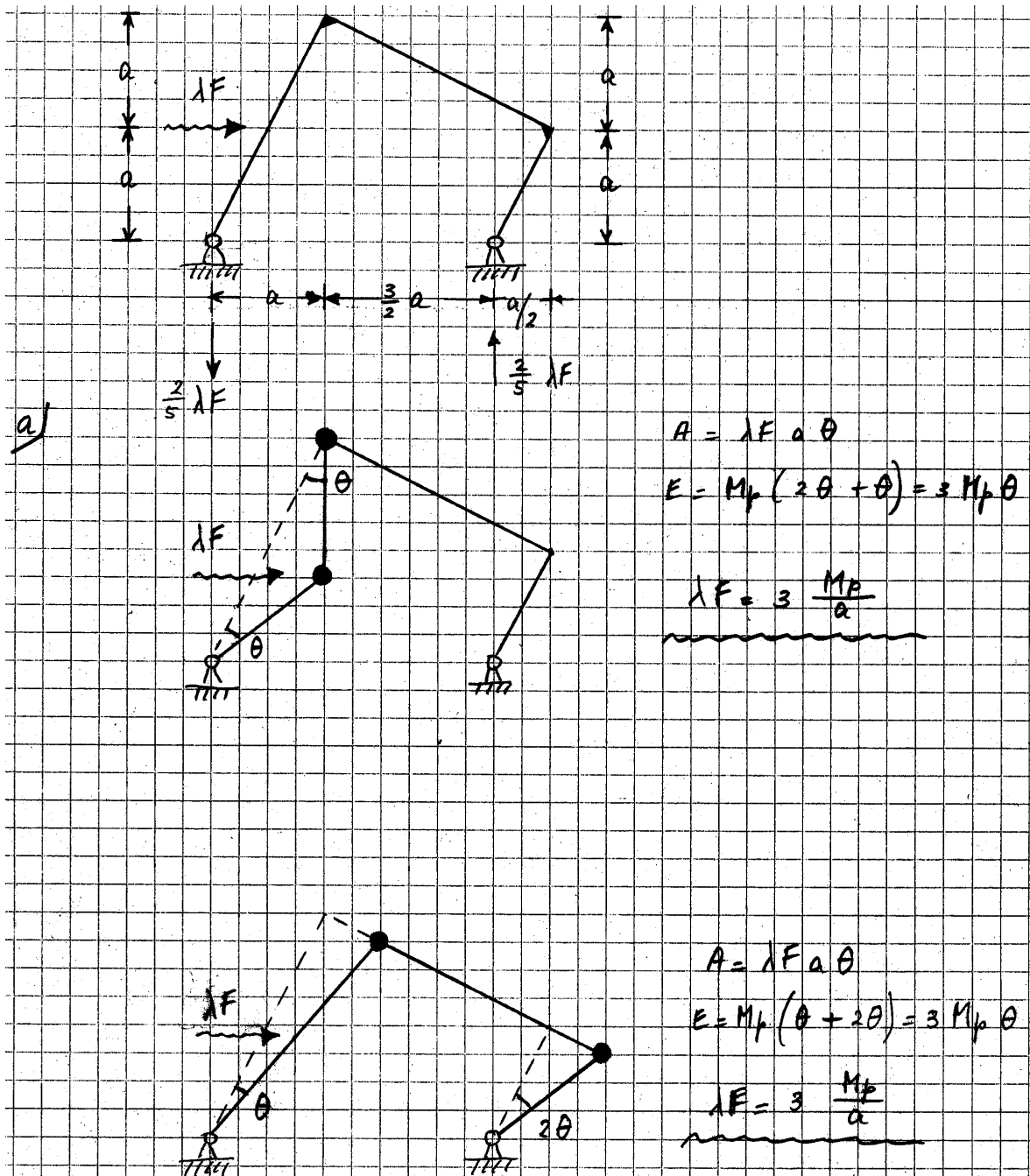
- a) Bepaal m.b.v. vloeilijnen patroon I een bovengrens van λf , uitgedrukt in m_p en a . (W=1).

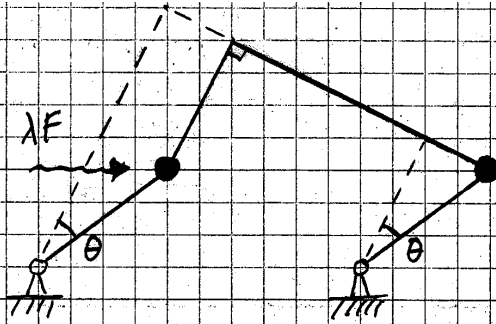


- b) Bereken m.b.v. vloeilijnen patroon II een bovengrens van λf uitgedrukt in m_p en a (W=2).



- c) Bereken een zo hoog mogelijke ondergrens van λf door de belasting te dragen m.b.v. wringingsloze ($m_{xy}=0$) balken in X- en Y-richting. (W=2).





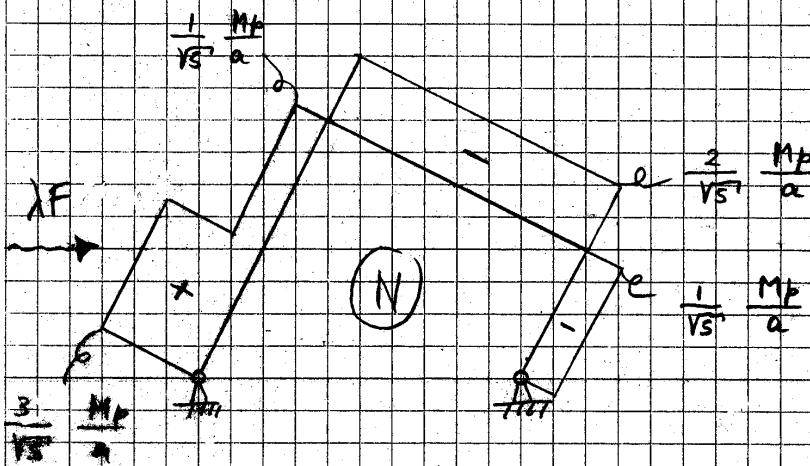
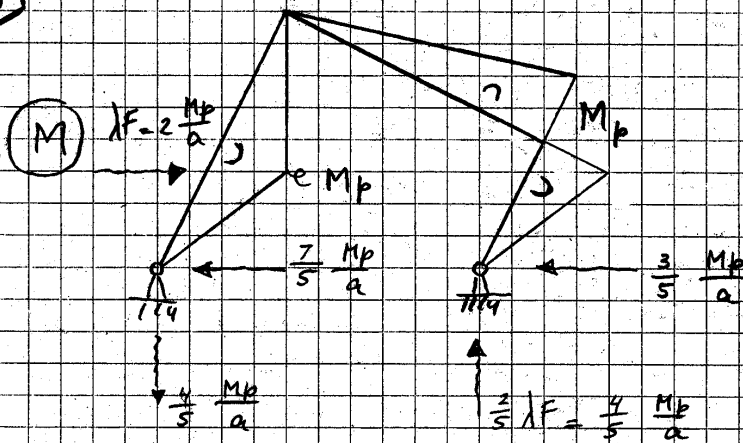
$$R = \lambda F a \theta$$

$$E = M_p (\theta + \theta) = 2 M_p \theta$$

$$\lambda F = 2 \frac{M_p}{a}$$

ε maatgevend

b)



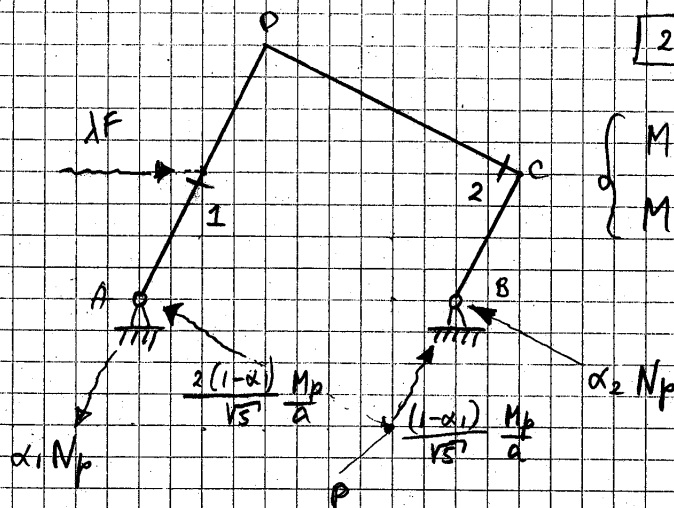
N.B.: T.p.v. de puntlast λF treedt een sprong in de N-lijn op van $-\frac{\lambda F}{\sqrt{5}} (= -\frac{2}{\sqrt{5}} \frac{M_p}{a})$

Ondergrens

c)

$$N_p = \beta \frac{M_p}{a}$$

2) pp op de vloei conto



$$\begin{cases} M_1 = (1-\alpha_1) M_p \\ M_2 = (1-\alpha_2) M_p \end{cases}$$

$$M_2 = (1-\alpha_2) M_p = \alpha_2 N_p \cdot \frac{1}{2} a \sqrt{5}$$

$$(1-\alpha_2) M_p = \frac{1}{2} a \sqrt{5} \alpha_2 \beta \frac{M_p}{a}$$

$$1-\alpha_2 = \frac{1}{2} \beta \sqrt{5} \alpha_2$$

$$\alpha_2 (1 + \frac{1}{2} \beta \sqrt{5}) = 1 \rightarrow$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \beta \sqrt{5}}$$

$$\beta = \sqrt{5} \rightarrow \alpha_2 = \frac{2}{7}$$

$$\sum T_p = 0$$

$$\lambda F \cdot 2a = \alpha_1 N_p \cdot a \sqrt{5} + \alpha_2 N_p \cdot \frac{1}{2} a \sqrt{5}$$

$$2 \lambda F = \alpha_1 \frac{M_p}{a} \sqrt{5} + \alpha_2 \frac{M_p}{a} \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$\lambda F = \frac{5}{4} (2\alpha_1 + \alpha_2) \frac{M_p}{a} \quad \text{--- (1)}$$

$$\frac{2}{\sqrt{5}} \alpha_1 N_p - \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{2(1-\alpha_1)}{\sqrt{5}} \frac{M_p}{a} = \frac{2}{5} \lambda F = A_v$$

$$2\alpha_1 \frac{M_p}{a} - \frac{2}{5} (1-\alpha_1) \frac{M_p}{a} = \frac{2}{5} \lambda F$$

$$\lambda F = 5\alpha_1 \frac{M_p}{a} - (1-\alpha_1) \frac{M_p}{a} = (6\alpha_1 - 1) \frac{M_p}{a}$$

$$\lambda F = (6\alpha_1 - 1) \frac{M_p}{a} \quad \text{--- (2)}$$

$$\textcircled{1} = \textcircled{2} \rightarrow 6\alpha_1 - 1 = \frac{5}{7} (2\alpha_1 + \alpha_2)$$

$$24\alpha_1 - 4 = 10\alpha_1 + 5\alpha_2$$

$$14\alpha_1 = 4 + 5\alpha_2$$

$$14\alpha_1 = 4 + \frac{10}{7} = \frac{28+10}{7} = \frac{38}{7}$$

$$\alpha_1 = \frac{38}{7 \cdot 14} = \frac{19}{49}$$

$$\boxed{\alpha_1 = \frac{19}{49}}$$

$$\lambda F = \frac{5}{7} (2\alpha_1 + \alpha_2) \frac{M_p}{a}$$

$$\lambda F = \frac{5}{7} \left(\frac{38}{49} + \frac{14}{49} \right) \frac{M_p}{a}$$

$$\lambda F = \frac{5}{a} \frac{\overset{13}{52}}{49} \frac{M_p}{a} = \frac{65}{49} \frac{M_p}{a}$$

$$\boxed{\lambda F = \frac{65}{49} \frac{M_p}{a} = 1,326 \frac{M_p}{a}}$$

$$E = M_p \left[\frac{35}{37} \theta + \frac{30}{37} \theta \right] = \frac{65}{37} M_p \theta$$

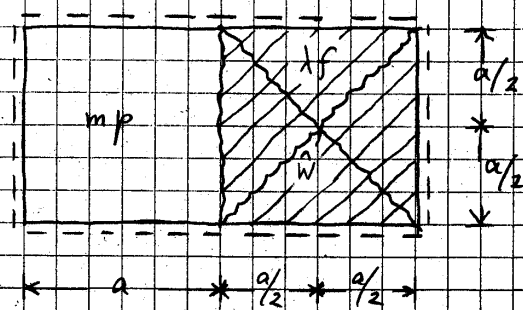
$$A = E \rightarrow \lambda F = \frac{37}{49} \frac{65}{37} \frac{M_p}{a}$$

$$\lambda F = \frac{65}{49} \frac{M_p}{a}$$

$K_{opt} ?$

Oppgave 2

a)

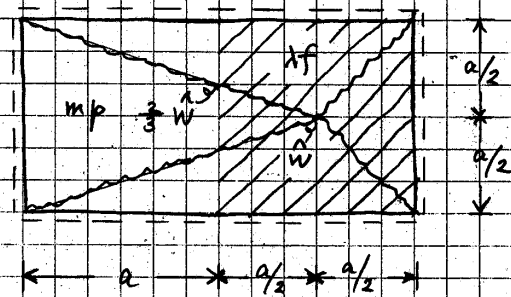


$$A = \frac{1}{3} \lambda f a^2 \hat{W}$$

$$E = 5 a \text{ mp} \frac{\hat{W}}{\frac{1}{2} a} = 10 \text{ mp} \hat{W}$$

$$A = E \rightarrow \boxed{\lambda f = 30 \frac{\text{mp}}{a^2}}$$

b)



$$A = \lambda f \frac{1}{2} a^2 \frac{1}{3} \hat{W} + \frac{1}{2} a \frac{1}{3} a \lambda f \left(\hat{W} + \frac{2}{3} \hat{W} \right) + 2 \cdot \frac{1}{3} a \frac{1}{2} a \lambda f \frac{1}{3} \hat{W}$$

$$A = \frac{11}{27} \lambda f a^2 \hat{W}$$

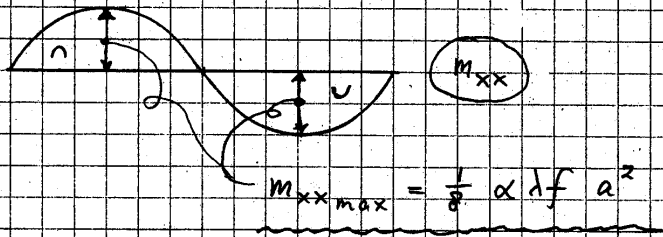
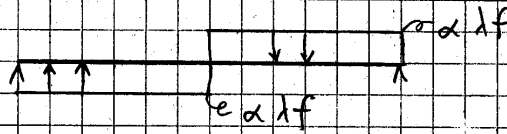
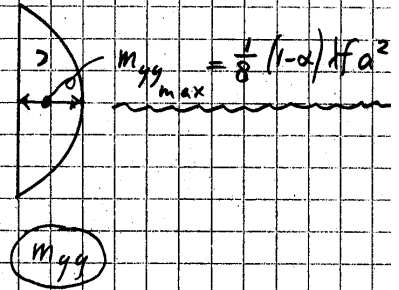
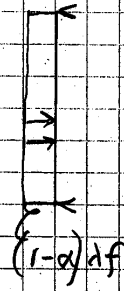
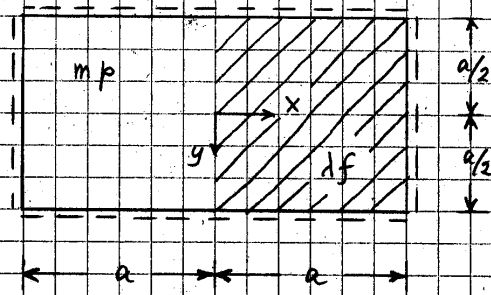
$$E = 5 a \text{ mp} \frac{\hat{W}}{\frac{1}{2} a} + a \text{ mp} \frac{\hat{W}}{\frac{2}{3} a}$$

$$E = \frac{32}{3} \text{ mp} \cdot \hat{W}$$

$$A = E \rightarrow \lambda f = \frac{27}{11} \frac{32}{3} \frac{\text{mp}}{a^2} = \frac{288}{11} \frac{\text{mp}}{a^2}$$

$$\boxed{\lambda f = \frac{288}{11} \frac{\text{mp}}{a^2} = 26,2 \frac{\text{mp}}{a^2}}$$

10



$$m_{xx \max} = m_{yy \max}$$

$$\frac{1}{8} \alpha \lambda f a^2 = \frac{1}{8} (1-\alpha) \lambda f a^2$$

$$\alpha = 1 - \alpha \longrightarrow$$

$$\alpha = \frac{1}{2}$$

$$m_{xx \max} = m_p$$

$$\frac{1}{8} \frac{1}{2} \lambda f a^2 = m_p \longrightarrow$$

$$\lambda f = 16 \frac{m_p}{a^2}$$