

[http://houthavenkade.blogspot.nl/2010\\_02\\_01\\_archive.html](http://houthavenkade.blogspot.nl/2010_02_01_archive.html)



Kempenaar "Jolie", 35 x 6.60 meter  
TVR-5000m, gewicht 960 kg

Voor de diverse sterkteberekeningen van de kraanconstructie wordt uitgegaan van een last van 960 kg, een gieklucht van maximaal 8895 mm en een veiligheidsfactor 3,5.

Om energieverbruik en omvang van aangedreven delen te beperken, is gekozen voor een hoge treksterkte/rekgrens. De kolom wordt direct achter het achteronder aan de bakboordzijde geplaatst. Onderdeks is 1000 mm vrije hoogte voor inbouw van het aandrijfmechanisme. De holle kolom voert leidingen en stuelelectronica. De hoogte van het roefdak vanaf dek is 1400 mm. De hoogte van de railing vanaf het roefdak is 350 mm. Op deze hoogte rust ook de giek.

Maximale buigspanning in de kolom bij volledig uitgeschoven giek onder last. De kolom is stationair (rotatie=0).

data column, telescopic boom, payload

$$M := 960 \cdot 9.81 \cdot 8895 \cdot 3.5 \text{ N}\cdot\text{mm} = (2.932 \cdot 10^8) \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$r_{od} := \text{mm} \quad r_{id} := 25 \text{ mm}$$

$$\sigma_{max} := 690 \text{ MPa}$$

solve for  $r_{od}$  (column)

Guess Values

Constraints

Solver

$$r_{od} = \sqrt[3]{\frac{M}{\frac{1}{4} \pi \cdot \sigma_{max}}} + r_{id}$$

$$\text{find}(r_{od}) = 82.261 \text{ mm}$$

straal van de holle kolom  
mbv de buigingformule

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{\frac{1}{4} \pi (r_{od}^4 - r_{id}^4)}$$

Maximale buigspanning in een volledig uitgeschoven giek onder last. De kolom is stationair (rotatie=0). Het telescopische giekdeel van een Hiab-322 (knuckle boom) is leidraad voor deze berekeningen. De wanddikte van de Hiab-giek is geschat op 8mm.

data (telescopic boom)

$$M := 960 \cdot 9.81 \cdot 8895 \cdot 3.5 \text{ N}\cdot\text{mm} = (2.932 \cdot 10^8) \text{ N}\cdot\text{mm} \quad \sigma_{max} := 690 \text{ MPa}$$

$$I_{ideaal} := \frac{2.932 \cdot 10^8 \cdot 149.07}{690} \text{ mm}^4 = (6.334 \cdot 10^7) \text{ mm}^4 \quad I_{ideaal} \text{ bij } c=149,07\text{mm}$$

$$\sigma_{inner} = \frac{M \cdot c_{inner}}{I_{inner}}$$

$$c_{inner} := 149.07 \text{ mm}$$

$$I_{inner} := 64403119.33 \text{ mm}^4$$

$$I_{ideaal} = 63343947.83 \text{ mm}^4$$

Section properties of the selected face of boom-inner

Area = **3573.14** millimeters<sup>2</sup>

Centroid relative to output coordinate system

origin: (millimeters)

= 0.00

= 0.00

= 0.00

Moments of inertia of the area, at the centroid: (millimeters<sup>4</sup>)

Lxx = 45232006.33 Lxy = 0.00 Lxz = 0.00

Lyx = 0.00 Lyy = 64403119.33 Lyz = 0.00

Lzx = 0.00 Lzy = 0.00 Lzz = 19171113.00

Polar moment of inertia of the area, at the centroid = **64403119.33** millimeters<sup>4</sup>

Angle between principal axes and part axes = 0.00 degrees

Principal moments of inertia of the area, at the centroid: (millimeters<sup>4</sup>)

Ix = 19171113.00

Iy = 45232006.33

$$\sigma_{middle} = \frac{M \cdot c_{middle}}{I_{middle}}$$

$$c_{middle} := 137.10 \text{ mm}$$

$$I_{middle} := 64520080.17 \text{ mm}^4$$

$$I_{ideal} = 63343947.83 \text{ mm}^4$$

Section properties of the selected face of boom-middle

Area = **4148.82** millimeters<sup>2</sup>

Centroid relative to output coordinate system origin: (millimeters)  
 = 0.00  
 = 0.00  
 = 0.00

Moments of inertia of the area, at the centroid: (millimeters<sup>4</sup>)

Lxx = 45403536.41    Lxy = 0.00    Lxz = 0.00  
 Lyx = 0.00    Lyy = 64520080.17    Lyz = 0.00  
 Lzx = 0.00    Lzy = 0.00    Lzz = 19116543.75

Polar moment of inertia of the area, at the centroid = **64520080.17** millimeters<sup>4</sup>

Angle between principal axes and part axes = -0.00 degrees

Principal moments of inertia of the area, at the centroid: ( millimeters<sup>4</sup>)

Ix = 19116543.75  
 Iy = 45403536.41

$$\sigma_{outer} = \frac{M \cdot c_{outer}}{I_{outer}}$$

$$c_{outer} := 125.13 \text{ mm}$$

$$I_{outer} := 68421272.90 \text{ mm}^4$$

$$I_{ideal} = 63343947.83 \text{ mm}^4$$

Section properties of the selected face of boom-outer

Area = **5295.35** millimeters<sup>2</sup>

Centroid relative to output coordinate system origin: (millimeters)  
 X = 0.00  
 Y = 0.00  
 Z = 0.00

Moments of inertia of the area, at the centroid: (millimeters<sup>4</sup>)

Lxx = 48478268.20    Lxy = 0.00    Lxz = 0.00  
 Lyx = 0.00    Lyy = 68421272.90    Lyz = 0.00  
 Lzx = 0.00    Lzy = 0.00    Lzz = 19943004.70

Polar moment of inertia of the area, at the centroid = **68421272.90** millimeters<sup>4</sup>

Angle between principal axes and part axes = 0.00 degrees

Principal moments of inertia of the area, at the centroid: (millimeters<sup>4</sup>)

Ix = 19943004.70  
 Iy = 48478268.20

solve for  $\sigma_{max}$  (telescopic boom)

Guess Values	$\sigma_{inner} := 1 \text{ MPa}$	$\sigma_{middle} := 1 \text{ MPa}$	$\sigma_{outer} := 1 \text{ MPa}$
Constraints	$\sigma_{inner} = \frac{M \cdot c_{inner}}{I_{inner}}$	$\sigma_{middle} = \frac{M \cdot c_{middle}}{I_{middle}}$	$\sigma_{outer} = \frac{M \cdot c_{outer}}{I_{outer}}$
Solver	$\text{find}(\sigma_{inner}, \sigma_{middle}, \sigma_{outer}) = \begin{bmatrix} 678.637 \\ 623.013 \\ 536.197 \end{bmatrix} \text{ MPa}$		

buigingformule

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

rekgrens = 690MPa

NB. In deze configuratie breken dus de buitenste en middelste schuifdeel van de giek. Nog even sleutelen ...

Maximale windbelasting bij windkracht 7, frontaal op de zijkant van de giek.

data (air density, horizontal wind load, surface area)

$$\rho := 1.225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad v := 13.9 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad F_w := N$$

$$A_{\text{boom.inner}} := 3500 \text{ mm} \cdot (300 \text{ mm} + \sin(30 \text{ deg}) \cdot 153.2 \text{ mm}) = 1.318 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{boom.middle}} := 2750 \text{ mm} \cdot (288.4 \text{ mm} + \sin(30 \text{ deg}) \cdot 129.8 \text{ mm}) = 0.972 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{boom.outer}} := 2750 \text{ mm} \cdot (276.8 \text{ mm} + \sin(30 \text{ deg}) \cdot 101.8 \text{ mm}) = 0.901 \text{ m}^2$$

$$A := A_{\text{boom.inner}} + A_{\text{boom.middle}} + A_{\text{boom.outer}} = 3.191 \text{ m}^2$$

solve for  $F_w$  (wind force)

Guess Values	$F_w := 1 \text{ N}$
Constraints	$F_w = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \cdot A$
Solver	$\text{find}(F_w) = 377.609 \text{ N}$

formule windbelasting

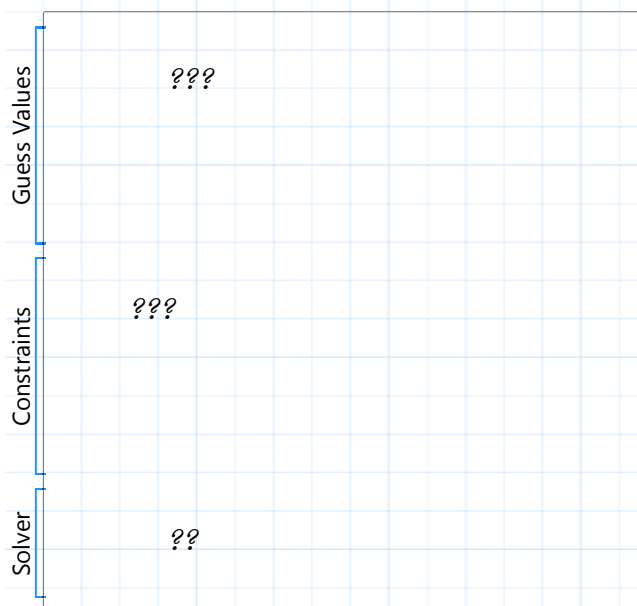
$$F_w = \frac{1}{2} \rho v^2 A$$

Het kippmoment in de giek wordt verondersteld maximaal te zijn in volledig uitgeschoven toestand, en in welke toestand de hoek waarbij de verticale hartlijn van de giek maximaal verschilt van  $F_z$ , en in welke toestand de draaiing precies dan wordt gestopt (rotatie=0) en de last even omhoog wordt gehaald. Een beslist niet ondenkbare handeling wanneer je ziet dat je te laag uit gaat komen.

data (telescopic boom)

$$M := 960 \cdot 9.81 \cdot 8895 \cdot 3.5 \text{ } N \cdot mm$$

solve for  $M_{kip}$  (telescopic boom)



formule kipbelasting

kipmoment is lastig ...  
(to be continued)