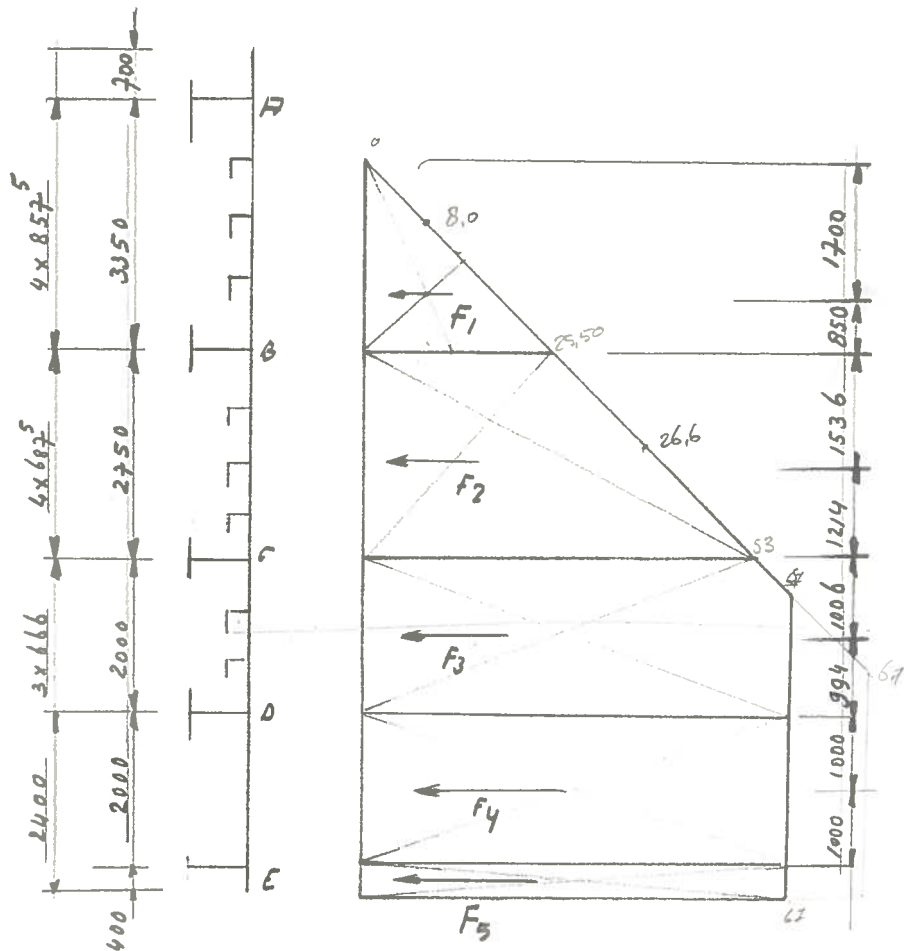


#### 4. KONTROLE REGELS.



$$F_1 = 25,5^2 \times 0,5 = 32,51 \text{ kN}$$

$$F_2 = 25,5 \times 2,75 + 27,5^2 / 2 = 107,93 \text{ kN}$$

$$F_3 = 57,0 \times 2,1 + 4 \times 0,4 \times 0,5 = 113,20 \text{ kN}$$

$$F_4 = 57,0 \times 2,0 = 114,0 \text{ kN}$$

$$F_5 = 57,0 \times 4,0 / 10 = 22,8 \text{ kN}$$

$$F_{\text{REGEL A}} = 32,51 \times 850 / 3350 = 8,25 \text{ kN}$$

$$F_{\text{REGEL B}} = 32,51 \times 2500 / 3350 + 107,93 \times 1214 / 2750 = 71,90 \text{ kN}$$

$$F_{\text{REGEL C}} = 107,93 \times 1536 / 2750 + 113,2 \times 994 / 2000 = 116,54 \text{ kN}$$

$$F_{\text{REGEL D}} = 113,2 \times 1006 / 2000 + 114 / 2 = 113,94 \text{ kN}$$

$$F_{\text{REGEL E}} = 114 + 22,8 / 2 = 79,8 \text{ kN}$$

## ALGEMEEN.

Aan regel A is de trekduwstang bevestigd op de zelfde wijze als bij Panheel is ontworpen. T.p.v. de aansluiting van de t-d-stang aan de lijfplaat is plaatselijk de helft van de flensplaat weggenomen. De flensplaat is daar echter wel dikker uitgevoerd.

Belastingklassen bewegingswerken :

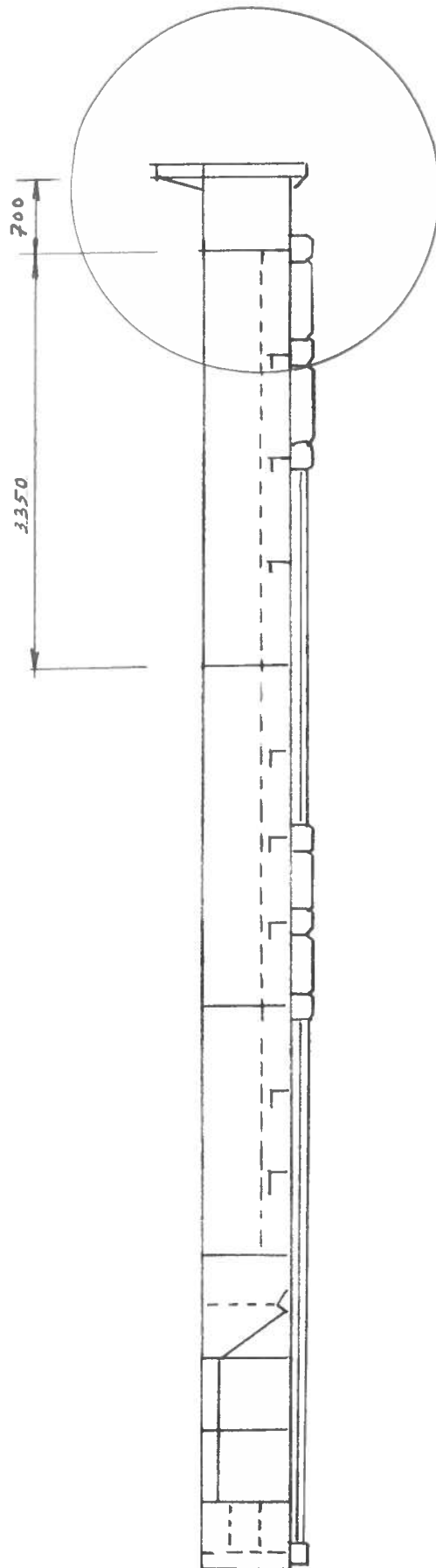
Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee klassen :

belastingklasse 1.

- Tot deze klasse behoren de belastingen die bij iedere beweging in het machinewerk optreden en belastingen waardoor het aantal te verwachten spanningswisselingen zo groot is, dat dit tot vroegtijdige breuk kan leiden (F bel. klasse = 132 kN).

belastingklasse 2.

- Tot deze klasse behoren belastingen die gerekend worden die slechts in buitengewone gevallen optreden (Fbel. klasse = 175 kN).



REGAL A.

FLENSPLaat 200x20

Dijfplaat 690x10

bepaling momenten, spanningen t.p.v. doorsnede A - A

\* t.p.v. aansluiting trekduwstang

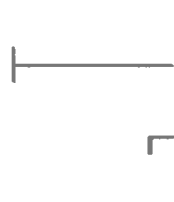
belastingen:

- waterdruk
- spatkracht
- trekduwstang (Fh en Fv)

sterktegrootheden beschouwde doorsnede

sterktegrootheden:

A = 47220 mm<sup>2</sup>  
Ix = 2.713921E+09 mm<sup>4</sup>  
Iy = 2.493429E+09 mm<sup>4</sup>  
ex onder = 472 mm  
ex boven = 247 mm



$$F_h = F_{\text{trekduwstang}} \cdot \sin \gamma = 132,0 \quad * \sin 51,57 = 104 \quad \text{KN}$$
$$F_v = F_{\text{trekduwstang}} \cdot \cos \gamma = 132,0 \quad * \cos 51,57 = 82,4 \quad \text{KN}$$

$$q \text{ waterdruk} = 0,25 \quad \text{KN/m}$$
$$N = 0,25 \cdot 6657 \cdot 1,5 = 82,4 \quad \text{KN}$$

waterdruk: (snede op 2,61 m van draaiings-as)

$$M = (2,61 - 0,293) \cdot \frac{0,25 \cdot 6,658}{2} - (2,61 - 0,293)^2 \cdot \frac{0,25}{2} = 41,5 \quad \text{KNm}$$

spatkracht:

$$M_{\text{rechts}} = (82,4 + 104) \cdot (0,240 - 0,247) = -1,3 \quad \text{KNm}$$

$$M_{\text{links}} = 104 \cdot 0,007 = -0,73 \quad \text{KNm}$$

Fh t.g.v. trekduwstang:

$$M = 104 \cdot (0,310 + 0,472) = 81,32 \quad \text{KNm}$$

Fv t.g.v. trekduwstang:

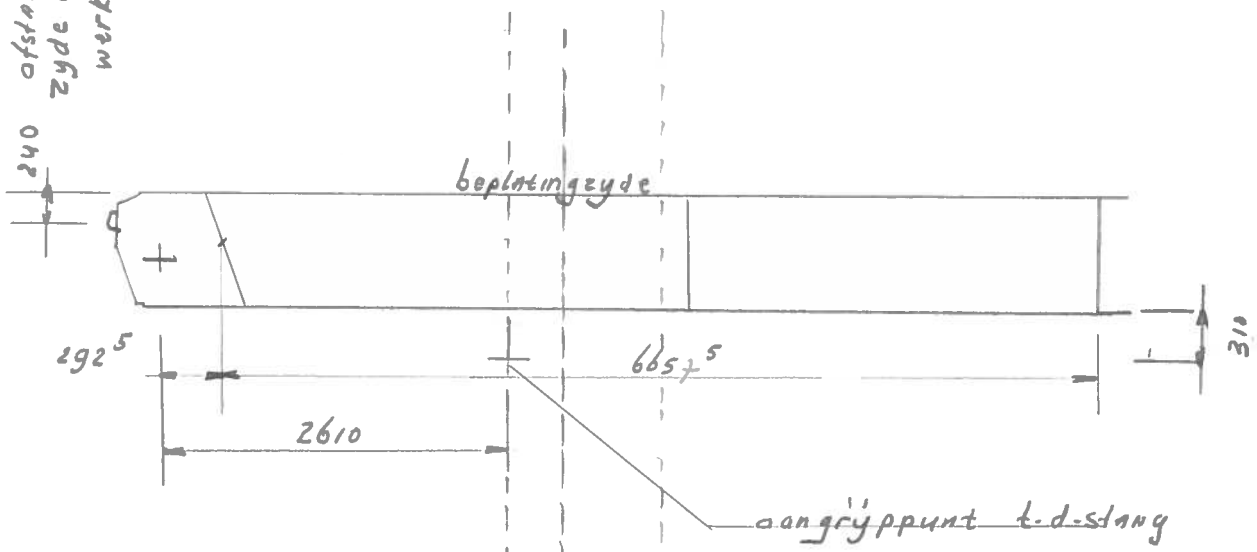
$$M = 82 \cdot (6,657 - 2,317) \cdot \frac{2,317}{6,657} = 123,9 \quad \text{KNm}$$

$$M_{\text{max}} = 41,5 + 81,32 + 123,9 \cdot 0,973 = 245,9 \quad \text{KNm}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS onder} = & \frac{+245,9 \text{ } \epsilon 6 \times 247}{2,713 \text{ } \epsilon 9} - \frac{(82,4 + 104) \text{ } \epsilon 3}{47220} & = +10,44 \quad \text{N/mm**2} \\ \text{bep1.} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS boven} = & \frac{-245,9 \text{ } \epsilon 6 \times 472}{2,713 \text{ } \epsilon 9} - \frac{(82,4 + 104) \text{ } \epsilon 3}{47220} & = -46,72 \quad \text{N/mm**2} \\ \text{fiens} & & \end{array}$$

afstand buiten-  
zyde beplating /  
werklijn spot-  
kracht.



Doorsnede B-B,  
Doorsnede A-A.

bepaling momenten, spanningen t.p.v. doorsnede B - B

1,

belastingen:

- waterdruk
- spatkracht
- trekduwstang (Fh en Fv)

sterktegrootheden beschouwde doorsnede

sterktegrootheden:

A = 28620 mm<sup>2</sup>  
I<sub>x</sub> = 2.047195E+09 mm<sup>4</sup>  
I<sub>y</sub> = 2.501711E+09 mm<sup>4</sup>  
ex onder = 516 mm  
ex boven = 203 mm



$$\begin{aligned} F_h &= F_{\text{trekduwstang}} * \sin \gamma = 132.0 & * \sin 51.57^\circ &= 104 & \text{KN} \\ F_v &= F_{\text{trekduwstang}} * \cos \gamma = 132.0 & * \cos 51.57^\circ &= 82.4 & \text{KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{\text{waterdruk}} &= 8.25 \text{ KN/m} \\ N &= 8.25 * 6.657 * 1.5 = 82.4 \text{ KN} \end{aligned}$$

waterdruk:

$$M = 8.25 * 6.658 / 2 * 2.77 - 2.77^2 * 8.25 / 2 = 44.4 \text{ KNm}$$

spatkracht:

$$M_{\text{rechts}} = (82.4 + 104) (0.240 - 0.203) = 6.8 \text{ KNm}$$

~~Mlinks =~~

Fh t.g.v. trekduwstang :

$$M = 104 * (0.310 + 0.516) = 85.9 \text{ KNm}$$

Fv t.g.v. trekduwstang :

$$M = 82 * \left( \frac{6.657 - 2.117}{6.657} \right) * 2.77 + 82 * (2.317 - 2.777) = 110.9 \text{ KNm}$$

$$M_{\text{max}} = 44.4 + 6.8 + 85.9 + 110.9 = 248.0 \text{ KNm}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS onder} = & & = 18,1 \quad \text{N/mm}^2 \\ \text{bopl.} & \frac{+248 \text{ E6} \times 203}{2,047 \text{ E9}} - \frac{186,4 \text{ E3}}{28620} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS boven} = & & = -69,1 \quad \text{N/mm}^2 \\ \text{flens} & \frac{-248 \text{ E6} \times 516}{2,047 \text{ E9}} - \frac{186,4 \text{ E3}}{28620} & \end{array}$$

In geval dat de extreme belasting II geldt:

$$M \text{ spatkracht} = (82,4 + 138) (0,240 - 0,203) = 8,15 \text{ kNm}$$

$$M_{Fh} = 138 / 104 \times 85,9 = 113,9 \text{ kNm}$$

$$M_{Fv} = 175 / 132 \times 110,9 = 147,0 \text{ kNm}$$

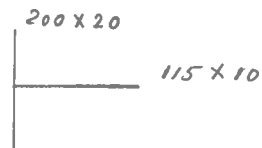
$$M_t = 64,4 + 8,15 + 113,9 + 147,0 = 313,45 \text{ kNm}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS onder} = & \frac{313,45 \times 203}{2,047 \text{ E9}} - \frac{220,4 \text{ E3}}{28620} = & 23,4 \text{ N/mm}^2 \\ \text{bopl.} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS boven} = & \frac{-313,45 \times 516}{2,047 \text{ E9}} - \frac{220,4 \text{ E3}}{28620} = & -86,7 \text{ N/mm}^2 \\ \text{flens} & & \end{array}$$

kontrole knikken :

profiel :



$$i = \sqrt{I_x / A} = \sqrt{1334 \text{ E4} / 5150} = 51$$

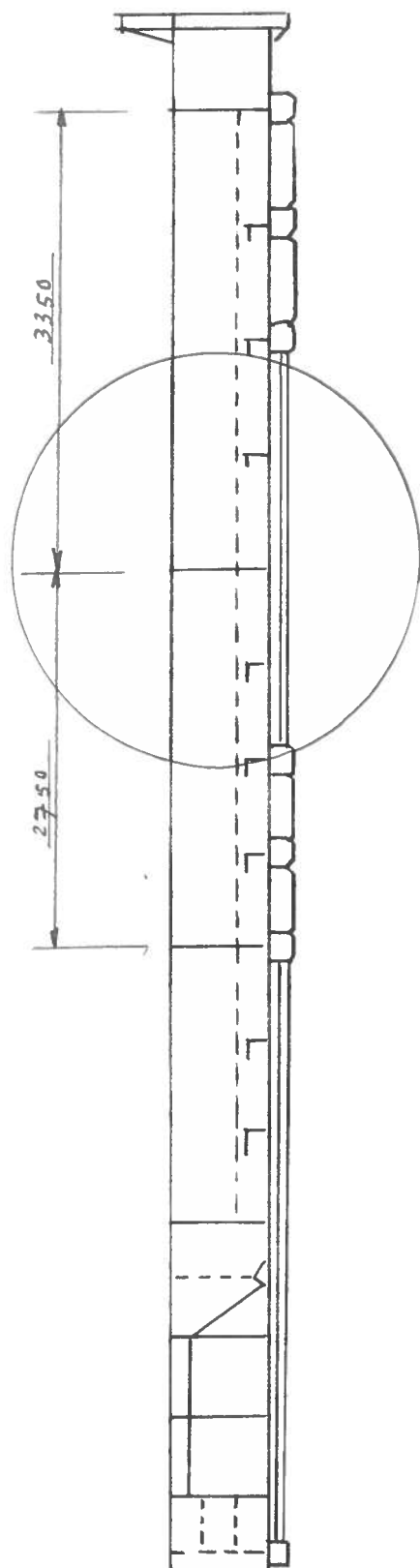
$$\text{kniklengte} = 1500 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{\text{kniklengte}}{i} = \frac{1500}{51} = 29,5$$

$$\omega = 1,08$$

$$\omega * \sigma_{\text{Stijlens}} = 1,08 * 86,7 = 93,6 \text{ N/mm}^2$$

konklusie : voldoet.



REGEL B  
flensplaat 300x20  
lyfplaat 690x10

bepaling momenten, spanningen t.p.v. doorsnede - midden

belastingen:

- waterdruk
- spatkracht
- trekduwstang (Fh en Fv)

sterktegrootheden beschouwde doorsnede

sterktegrootheden:

-----  
 A = 40740 mm<sup>2</sup>  
 Ix = 2.842107E+09 mm<sup>4</sup>  
 Iy = 7.985164E+09 mm<sup>4</sup>  
 ex onder = 530 mm  
 ex boven = 189 mm



~~$$F_h = F_{\text{trekduwstang}} \cdot \sin \gamma = \quad \quad \quad \text{KN}$$

$$F_v = F_{\text{trekduwstang}} \cdot \cos \gamma = \quad \quad \quad \text{KN}$$~~

$$q \text{ waterdruk} = 71.9 \text{ KN/m}$$

$$N = 71.9 \cdot 6.657 \cdot 1.5 = 717.9 \text{ KN}$$

waterdruk: (midden).

$$M = \frac{1}{8} \cdot 71.9 \cdot 6.657^2 = 398.3 \text{ KNm.}$$

spatkracht:

$$M_{\text{rechts}} = 717.9 \cdot (0.240 - 0.189) = + 36.6 \text{ KNm}$$

midden

$$M_{\text{links}} = n.v.z.$$

Fh t.g.v. trekduwstang :

$$M = n.v.z.$$

Fv t.g.v. trekduwstang :

$$M = n.v.z.$$

$$M_{\text{max}} = 398.3 + 36.6 = 434.9 \text{ KNm.}$$

midden,

$$\begin{array}{lcl} \text{SS order} = & + 434,9 \text{ E} 6 \times 199 & - 717,9 \text{ E} 3 \\ \text{bep1.} & \underline{2,842 \text{ E} 9} & \underline{40740} \end{array} = 11,3 \quad \text{N/mm**2}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS boven} = & - 434,9 \text{ E} 6 \times 530 & - 717,9 \text{ E} 3 \\ \text{fiens} & \underline{2,842 \text{ E} 9} & \underline{40740} \end{array} = - 98,7 \quad \text{N/mm**2}$$

Kontrole knikken :

profiel :



$$1 = \text{SQRT } I_x/A = \sqrt{4526/7150} = 79$$

$$\text{kniklengte} = 1500 \quad \text{mm}$$

$$\lambda = \frac{\text{kniklengte}}{1} = \frac{1500}{79} = 19.0$$

$$\omega = 1.05$$

$$\omega * \sigma_{\text{silens}} = 1.05 * -98.7 = 103.6 \text{ N/mm}^2$$

konklusie : voldoet

kontrole dwarskracht:

belasting op regel =  $71.9$  kN/m

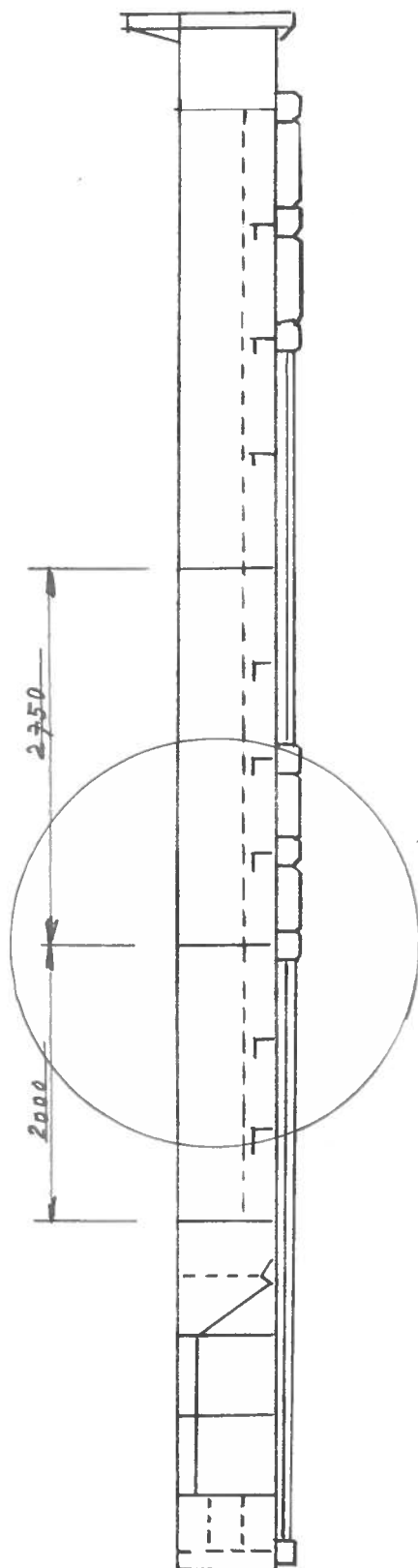
D max = belasting \* l \* 0.5 =  $239$  kN

T.p.v. de aansluiting van de regel aan de harren is de meewerkende plaatbreedte anders dan in het midden van de regel. De maximale dwarskracht treedt op t.p.v. de neutrale lijn van de ligger. A.g.v. de vermindering van meewerkende plaatbreedte zal de neutrale lijn in de richting van de flens verschuiven. De S (statisch moment) zal als gevolg hiervan minder worden. Rekenen met de S volgens de neutrale lijn van het profiel t.p.v. de midden snede geldend, betekent een conservatieve aanname, maar betekent eveneens dat indien  $S_{xy}$  hierbij voldoet, dit voldoen betekent met een extra veiligheid (5-10%).

$$\begin{aligned} S_m &= 6000 \cdot 179 + 169.10 \cdot 85 = 1217 \text{ E}3 \text{ mm}^3 \\ I &= 2.84 \text{ E}9 \text{ mm}^4 \\ b &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{xy} \text{ max} = \frac{239 \text{ E}3 \cdot 1217 \text{ E}3}{2.84 \text{ E}9 \cdot 10} = 10.2 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{xy} 1 = \frac{239 \text{ E}3 \cdot 1174 \text{ E}3}{2.84 \text{ E}9 \cdot 10} = 9.0 \text{ N/mm}^2$$



REKEL C  
flensplaat 400x20  
Lijfplaat 690x12

bepaling momenten, spanningen t.p.v. doorsnede - midden

belastingen:

- waterdruk
- spatkracht
- trekduwstang (Fh en Fv)

sterktegrootheden beschouwde doorsnede

sterktegrootheden:

A = 41720 mm<sup>2</sup>  
Ix = 3.323083E+09 mm<sup>4</sup>  
Iy = 5.643993E+09 mm<sup>4</sup>  
ex onder = 489 mm  
ex boven = 230 mm



$$\begin{aligned} F_h &= F_{\text{trekduwstang}} \cdot \sin \gamma = \text{---} \cdot \text{---} = \text{---} \text{ kN} \\ F_v &= F_{\text{trekduwstang}} \cdot \cos \gamma = \text{---} \cdot \text{---} = \text{---} \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q \text{ waterdruk} &= 116,54 = 116,54 \text{ kN/m} \\ N &= 116,54 \cdot 6,657 \cdot 1,5 = 1164 \text{ kN} \end{aligned}$$

waterdruk:

$$M = \frac{1}{8} \cdot 116,54 \cdot 6,657^2 = \underline{645,6 \text{ kNm}}$$

spatkracht:

$$M_{\text{rechts}} = 1164 \cdot (0,240 + 0,230) = \underline{11,6 \text{ kNm}}$$

Mlinks =

Fh t.g.v. trekduwstang :

$$M = \text{n.v.t.}$$

Fv t.g.v. trekduwstang :

$$M = \text{n.v.t.}$$

$$M_{\text{max}} = 645,6 + 11,6 = \underline{657,2 \text{ kNm}}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS onder} = & + \frac{657.256 \times 230}{3.323 \text{ Eg}} - \frac{1164000}{41720} & = +17.6 \quad \text{N/mm}^{**2} \\ \text{bopl.} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{SS boven} = & - \frac{657.256 \times 409}{3.323 \text{ Eg}} - \frac{1164000}{41720} & = -124.6 \quad \text{N/mm}^{**2} \\ \text{fiens} & & \end{array}$$

kontrole knikken :

profiel :

400 x 200



$$i = \sqrt{I_x / A} = \sqrt{106 \text{ E6} / 9380} = 106$$

$$\text{kniklengte} = 1500 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{\text{kniklengte}}{i} = \frac{1500}{106} = 14$$

$$\omega = 1.05$$

$$\omega * \sigma_{flens} = 1.05 * -124.6 = -130.8 \text{ N/mm}^2$$

konklusie : voldoet.

kontrole dwarskracht:

belasting op regel = 416,5 kN/m

D max = belasting \* l \* 0.5 = 388 kN

T.p.v. de aansluiting van de regel aan de harren is de meewerkende plaatbreedte anders dan in het midden van de regel. De maximale dwarskracht treedt op t.p.v. de neutrale lijn van de ligger. A.g.v. de vermindering van meewerkende plaatbreedte zal de neutrale lijn in de richting van de flens verschuiven. De S (statisch moment) zal als gevolg hiervan minder worden. Rekenen met de S volgens de neutrale lijn van het profiel t.p.v. de midden snede geldend, betekent een conservatieve aanname, maar betekent eveneens dat indien Sxy hierbij voldoet, dit voldoen betekent met een extra veiligheid (5-10%).

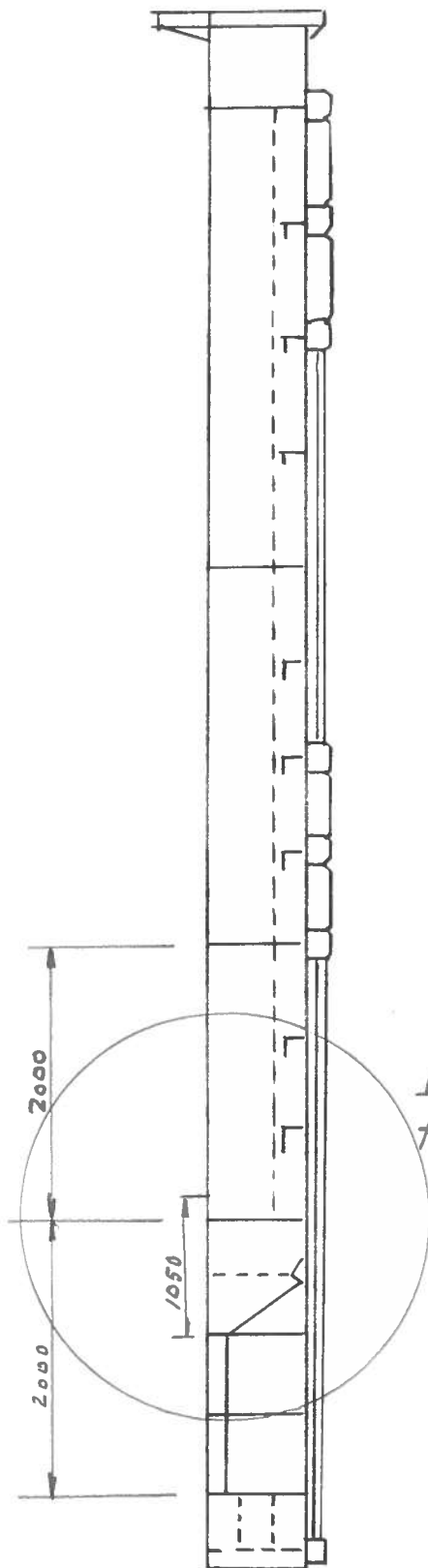
$$S = 8000 \cdot 220 + 210 \cdot 105 \cdot 10 = 1980 \text{ €3 mm}^3$$

$$I = 3,323 \text{ €9 mm}^4$$

$$b = 10$$

$$S_{xy} \text{ max} = \frac{388 \text{ €3} * 1980 \text{ €3}}{3,323 \text{ €9} * 10} = 23,1 \text{ N/mm}^2$$

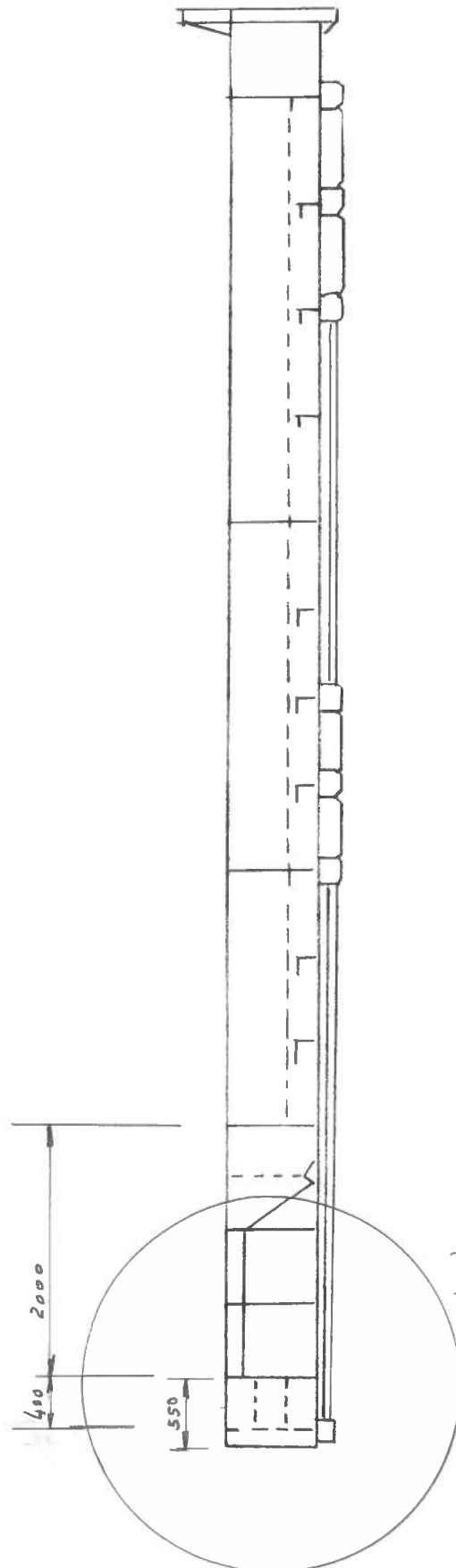
$$S_{xy} 1 = \frac{388 \text{ €3} * 1760 \text{ €3}}{3,323 \text{ €9} * 10} = 20,5 \text{ N/mm}^2$$



REGEL D  
 flansplaat 1050 x 20  
 lyfplaat 190 x 12

$$\begin{array}{lcl}
 \text{SS onder} = & & = \text{N/mm}^2 \\
 \text{bopl.} & \text{-----} & \\
 \\
 \text{SS boven} = & & = \text{N/mm}^2 \\
 \text{flens} & \text{-----} & 
 \end{array}$$

De profilering van Regel D is gelijk aan die van Regel C. De belasting is lager dan bij Regel C.  
 konkl: voldoet



REGEL E  
flens plank 275 x 20  
lyf plank 690 x 14.

bepaling momenten, spanningen t.p.v. doorsnede - midden.

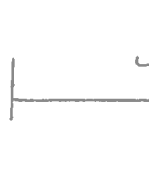
belastingen:

- waterdruk
- spatkracht
- trekduwstang (Fh en Fv)

sterktegrootheden beschouwde doorsnede

sterktegrootheden:

A = 25660 mm<sup>2</sup>  
Ix = 2.247291E+09 mm<sup>4</sup>  
Iy = 9.995067E+08 mm<sup>4</sup>  
ex onder = 432 mm  
ex boven = 287 mm



$$\begin{aligned} F_h &= F_{\text{trekduwstang}} * \sin \gamma = \text{---} * \text{---} = \text{---} \text{ KN} \\ F_v &= F_{\text{trekduwstang}} * \cos \gamma = \text{---} * \text{---} = \text{---} \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q \text{ waterdruk} &= 79.8 \text{ KN/m} \\ N &= 79.8 * 6.657 * 1.5 = 796 \text{ KN} \end{aligned}$$

waterdruk:

$$M = 1/8 * 79.8 * 6.657^2 = \underline{442.1 \text{ KNm}}$$

spatkracht:

$$M_{\text{rechts}} = 796 * (0.240 - 0.287) = \underline{-50.1 \text{ KNm}}$$

Mlinks =

Fh t.g.v. trekduwstang :

M =

Fv t.g.v. trekduwstang :

M =

$$M_{\text{max}} = 442.1 - 50.1 = 392 \text{ KNm.}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{SS onder} = & + \frac{34256.287}{2,24 \text{ Eg}} - \frac{796 \text{ E3}}{25660} & = +19,2 \text{ N/mm**2} \\ \text{bepl.} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{SS boven} = & - \frac{34256.432}{2,24 \text{ Eg}} - \frac{796 \text{ E3}}{25660} & = -106,6 \text{ N/mm**2} \\ \text{flens} & & \end{array}$$

Kontrole knikken :

profiel :

$$\begin{array}{|l} 275,22 \\ \hline 14,115 \end{array}$$

$$I = \sqrt{I_x/A} = \sqrt{3556 / 7110} = 70$$

$$kniklengte = 1500 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{kniklengte}{I} = \frac{1500}{70} = 21$$

$$\omega = 1,11$$

$$\omega * SS_{flens} = 1,11 * -106,6 = -118,3 \text{ kNm.}$$

konklusie : *voldoet*

kontrole dwarskracht:

belasting op regel = 79,9 kN/m

$$D_{\max} = \text{belasting} \cdot l \cdot 0.5 = 266 \text{ kN}$$

T.p.v. de aansluiting van de regel aan de harren is de meewerkende plaatbreedte anders dan in het midden van de regel. De maximale dwarskracht treedt op t.p.v. de neutrale lijn van de ligger. A.g.v. de vermindering van meewerkende plaatbreedte zal de neutrale lijn in de richting van de flens verschuiven. De  $S$  (statisch moment) zal als gevolg hiervan minder worden. Rekenen met de  $S$  volgens de neutrale lijn van het profiel t.p.v. de midden snede geldend, betekent een conservatieve aanname, maar betekent eveneens dat indien  $S_{xy}$  hierbij voldoet, dit voldoen betekent met een extra veiligheid (5-10%).

$$S = 277,275,20 + 267,134,14 = 2024,34 \text{ mm}^3$$

$$I = 2,247 \text{ E}9 \text{ mm}^4$$

$$b = 14 \text{ mm}$$

$$S_{xy \max} = \frac{266 \text{ E}3 \cdot 2024 \text{ E}3}{2,247 \text{ E}9 \cdot 14} = 17,1 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{xy 1} = \frac{266 \text{ E}3 \cdot 1524 \text{ E}3}{2,247 \text{ E}9 \cdot 14} = 12,9 \text{ N/mm}^2$$