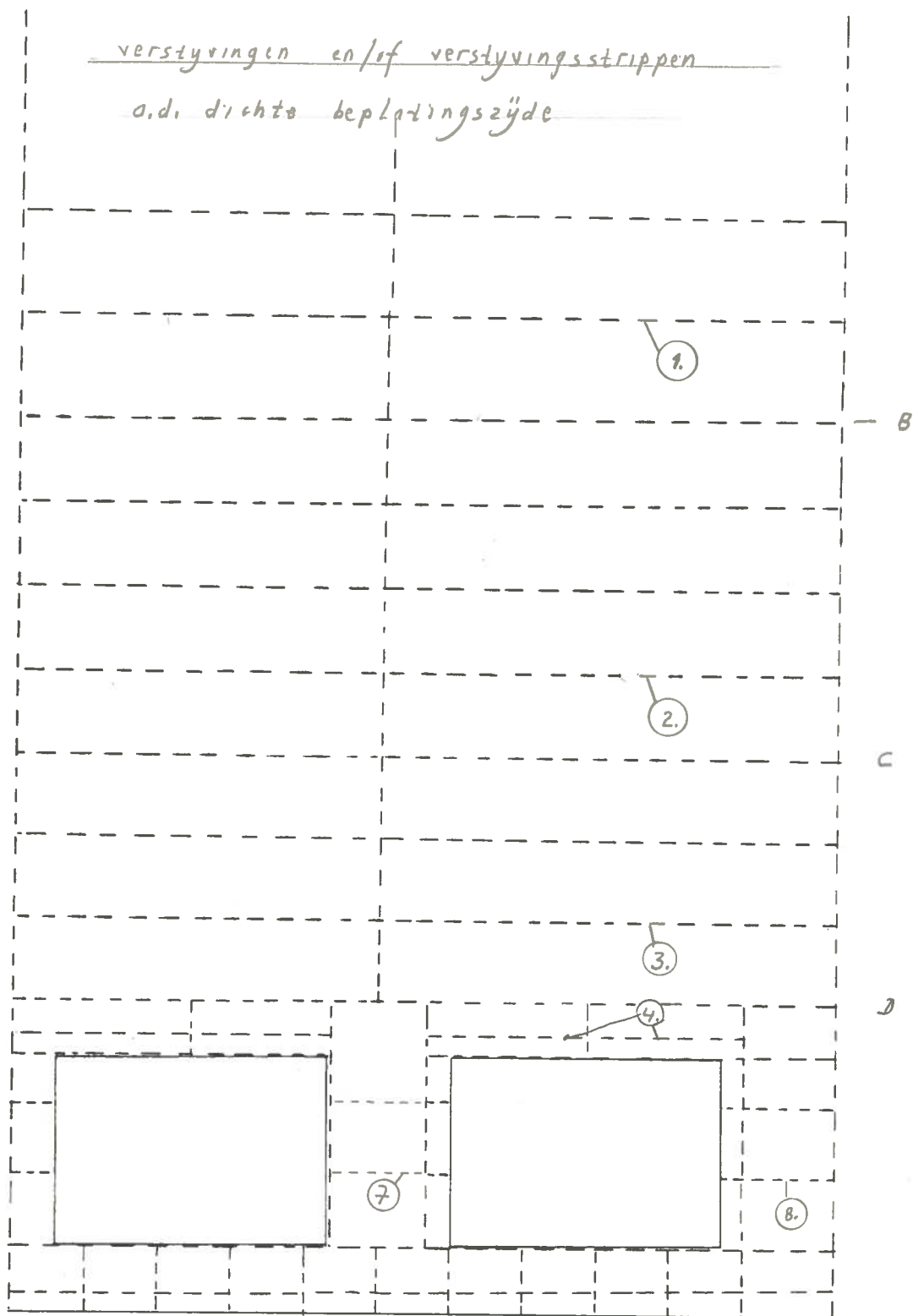


3. KONTROLE VERSTIJVERS.

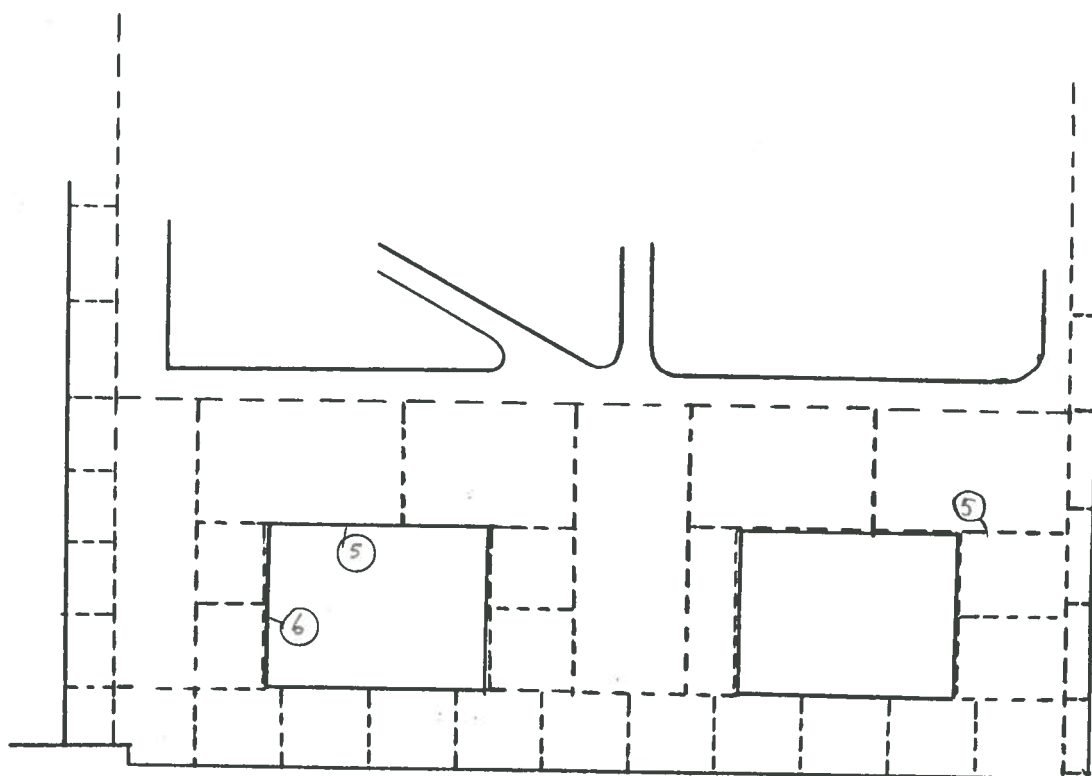
Op de volgende pagina's zijn de verstijvingen weergegeven,
die in de navolgende controle nader worden beschouwd.

verstyringen en/of verstyvingsstrippen

a.d. dichte beplatingszijde



verstijvingen en/of verstijvingsstrippen
aan de open zijde,



verstijvingsnr 1 .:

afmetingen ligger 1 = 3750 mm

$$0,017125 \times 837 = 14,33$$

maximale belasting op de ligger bedraagt 17,125 kN/m**2
beschouw deze belasting als een gelijkmatig verdeelde belasting
over de gehele ligger werkend.

bepaling toe te passen profiel:

De meewerkende breedte van het profiel wordt vastgesteld aan de hand van DIN 1073. Hiertoe wordt de ligger beschouwd (voor de bepaling van b_m) als het eindveld van een doorlopende ligger.

$$l_1 = 0,8 \times l = 3000 \quad \text{mm}$$

$$b = 419 \quad \text{mm}$$

$$b/l_1 = 419/3000 = 0,14$$

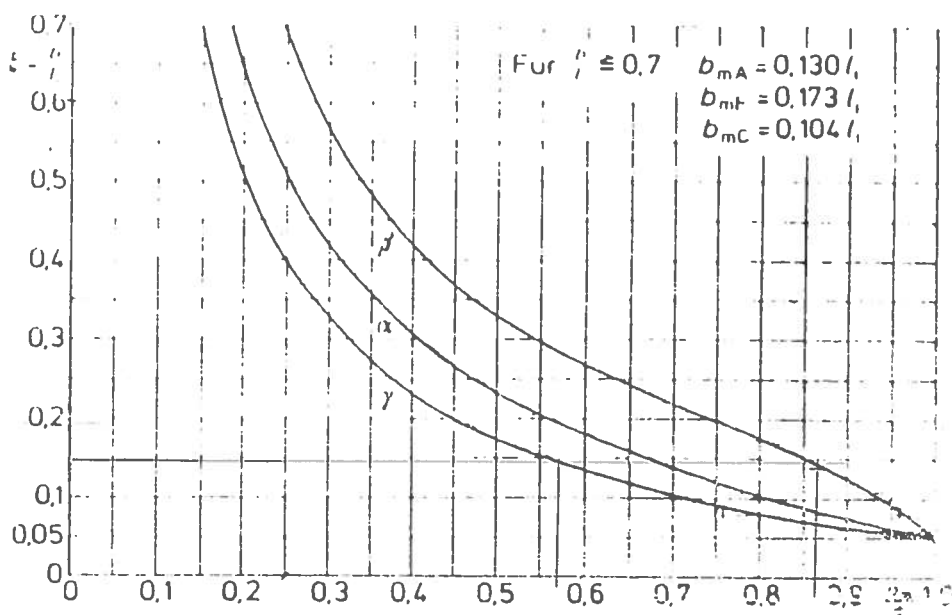


Bild 4. Mitwirkende Breite b_m , Beiwerte α , β , γ

Uit bovenstaande grafiek uit de norm blijkt dat

$$\beta = 0,87$$

$$\gamma = 0,57$$

profielgrootheden t.p.v. veld (β) :

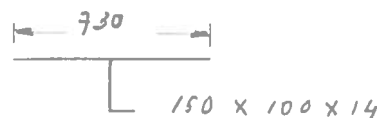
$$A = 10120 \quad \text{mm**2}$$

$$I = 22,66 \text{ €} 6 \quad \text{mm**4}$$

$$e_b = 122 \quad \text{mm}$$

$$W_o = 267 \text{ €} 3 \quad \text{mm**3}$$

$$W_b = 209 \text{ €} 3 \quad \text{mm**3}$$



profielgrootheden t.p.v. de inklemming (γ) :

$$A = 8290 \quad \text{mm**2}$$

$$I = 29,06 \text{ €} 6 \quad \text{mm**4}$$

$$e_b = 112 \quad \text{mm}$$

$$W_o = 259 \text{ €} 3 \quad \text{mm**3}$$

$$W_b = 676 \text{ €} 3 \quad \text{mm**3}$$



$$M_v = -1/24 * q * l^2 = -1/24 * 14,33 * 3750^2 = -8,29 \text{ kNm}$$

$$M_i = 1/12 * q * l^2 = 1/12 * 14,33 * 3750^2 = 16,79 \text{ kNm}$$

$$SS \text{ veld onder} = M_v / W_o = 31,4 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ veld boven} = M_v / W_b = 8,4 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl onder} = M_i / W_o = -64,8 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl boven} = M_i / W_b = -24,8 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{xy} = \frac{q * l / 2 * S}{b * I} = 13,5 \text{ N/mm}^2$$

doorbuiging :

De maximale doorbuiging vindt plaats in het midden van de ligger en bedraagt

$$\Delta = \frac{q * l^4}{384 * EI} = \frac{14,33 * 3750^4}{384 * 210000 * 32,66 \times 10^6} = 1,1 \text{ mm}$$

verstijvingsnr 2 .:

afmetingen ligger 1 = 3750 mm

$$0,046125 \times 607^5 = 31,71$$

maximale belasting op de ligger bedraagt 46,125 kN/m**2

beschouw deze belasting als een gelijkmatig verdeelde belasting over de gehele ligger werkend.

bepaling toe te passen profiel:

De meewerkende breedte van het profiel wordt vastgesteld aan de hand van DIN 1073. Hiertoe wordt de ligger beschouwd (voor de bepaling van b_m) als het eindveld van een doorlopende ligger.

$$l_1 = 0,8 \times l = 3000 \text{ mm}$$

$$b = 243,75 \text{ mm}$$

$$b/l_1 = 0,115$$

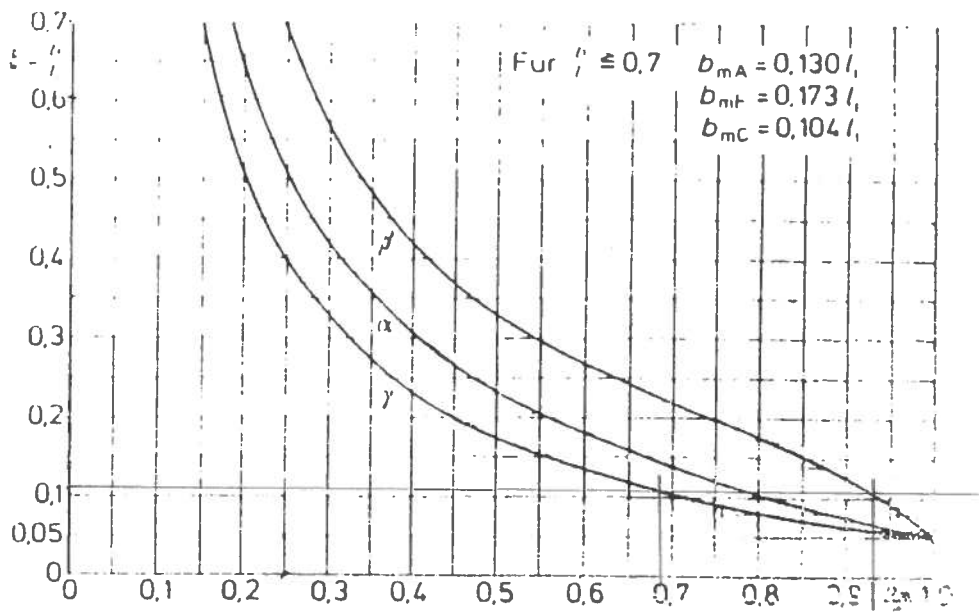


Bild 4. Mitwirkende Breite b_m , Beiwerte α, β, γ

Uit bovenstaande grafiek uit de norm blijkt dat

$$\text{beta} = 0,93$$

$$\text{gamma} = 0,68$$

profielgrootheden t.p.v. veld (beta) :

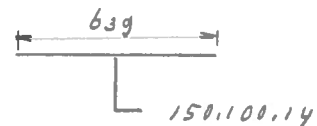
$$A = 9710 \text{ mm**2}$$

$$I = 31,53 \text{ €6 mm**4}$$

$$eb = 110 \text{ mm}$$

$$W_o = 264 \text{ €3 mm**3}$$

$$W_b = 875 \text{ €3 mm**3}$$



profielgrootheden t.p.v. de inklemming (gamma) :

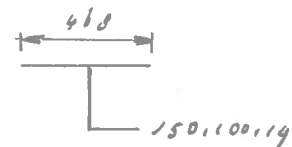
$$A = 8000 \text{ mm**2}$$

$$I = 29,02 \text{ mm**4}$$

$$eb = 112 \text{ mm}$$

$$W_o = 259 \text{ €3 mm**3}$$

$$W_b = 676 \text{ €3 mm**3}$$



$$M_v = -1/24 * q * l^2 = -1/24 * 31,71 * 3750^2 = -18,55 \text{ kNm}$$

$$M_i = 1/12 * q * l^2 = 1/12 * 31,71 * 3750^2 = 37,11 \text{ kNm}$$

$$SS \text{ veld onder} = M_v / W_o = 70,26 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ veld boven} = M_v / W_b = 21,2 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl onder} = M_i / W_o = -143,5 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl boven} = M_i / W_b = 54,9 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{xy} = \frac{q * l^2 * S}{b * I} = 30,98 \text{ N/mm}^2$$

doorbuiging :

De maximale doorbuiging vindt plaats in het midden van de ligger en bedraagt

$$\Delta = \frac{q * l^4}{384 * EI} = \frac{31,71 * 3750^4}{384 * 210000 * 31,53 \text{ E6}} = 3, \text{ mm}$$

verstijvingsnr 3 .:

afmetingen ligger 1 = 3750 mm

$$0,053 * 116 = 35,3$$

maximale belasting op de ligger bedraagt 33 kN/m**2
beschouw deze belasting als een gelijkmatig verdeelde belasting
over de gehele ligger werkend.

bepaling toe te passen profiel:

De meewerkende breedte van het profiel wordt vastgesteld aan de
hand van DIN 1073. Hiertoe wordt de ligger beschouwd (voor de
bepaling van b_m) als het eindveld van een doorlopende ligger.

$$l_1 = 0,8 * l = 3000 \text{ mm}$$

$$b = 333 \text{ mm}$$

$$b/l_1 = 0,111$$

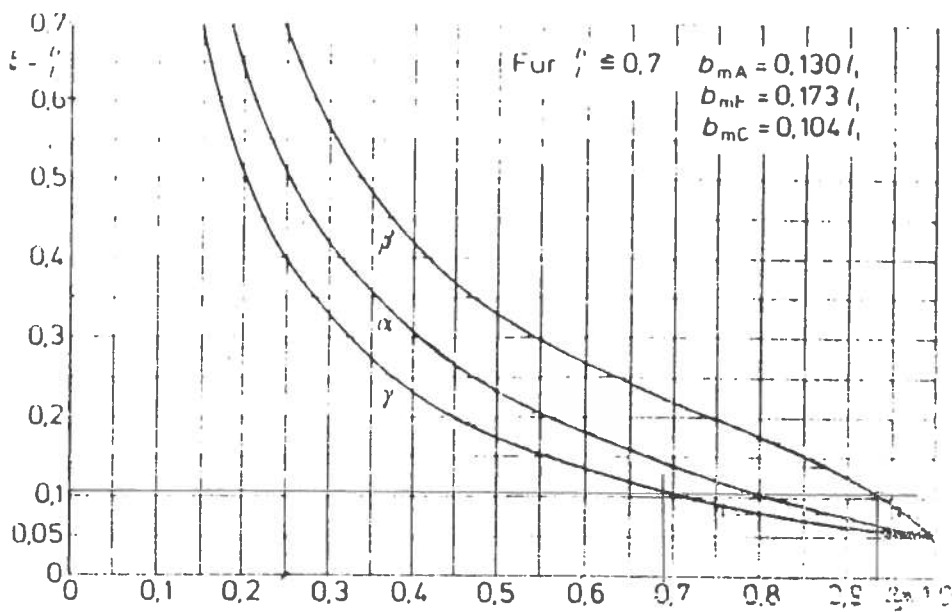


Bild 4. Mitwirkende Breite b_m , Beiwerte α, β, γ

Uit bovenstaande grafiek uit de norm blijkt dat

$$\beta = 0,93$$

$$\gamma = 0,68$$

profielgrootheden t.p.v. veld (β) :

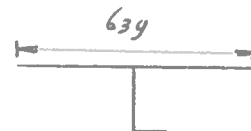
$$A = 9710 \text{ mm**2}$$

$$I = 31,53 \text{ E6 mm**4}$$

$$e_b = 119 \text{ mm}$$

$$W_o = 264 \text{ E3 mm**3}$$

$$W_b = 175 \text{ E3 mm**3}$$



profielgrootheden t.p.v. de inklemming (γ) :

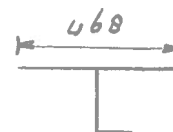
$$A = 8100 \text{ mm**2}$$

$$I = 29,02 \text{ E6 mm**4}$$

$$e_b = 112 \text{ mm}$$

$$W_o = 259 \text{ E3 mm**3}$$

$$W_b = 676 \text{ E3 mm**3}$$



$$M_v = +1/24 * q * l^2 = -1/24 * 35,3 * 3750^2 = +20,68 \text{ kNm}$$

$$M_l = -1/12 * q * l^2 = 1/12 * 35,3 * 3750^2 = -41,46 \text{ kNm}$$

$$SS \text{ veld onder} = M_v / W_o = 78,33 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ veld boven} = M_v / W_b = 23,64 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl onder} = M_l / W_o = -160,0 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl boven} = M_l / W_b = -61,33 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{xy} = \frac{q * l / 2 * S}{b * I} = 55,9 \text{ N/mm}^2$$

doorbuiging :

De maximale doorbuiging vindt plaats in het midden van de ligger en bedraagt

$$\Delta = \frac{q * l^4}{384 * EI} = \frac{35,3 * 3750^4}{384 * 210000 * 31,53 \text{ E} 6} = 3 \text{ mm}$$

$$F_{opl} = q * l / 2 = 35,3 * \frac{3750}{2} = 66187 \text{ N}$$

$$S = 43 * 8000 = 344 \text{ E} 3 \text{ mm}^3$$

$$S_{xy} = \frac{66187 * 344 \text{ E} 3}{14 * 29,06 \text{ E} 6} = 55,96 \text{ N/mm}^2$$

* vermenigvuldiging met $f = \frac{57}{53} = 1,07$
i.v.m. onjuiste aanname van
belastinggrootte betekent geen
verandering t.a.v. conclusies.

verstijvingsnr 4 .:

afmetingen ligger 1 = 1400 mm

$$0,153 * 330 = 17,5$$

maximale belasting op de ligger bedraagt 53 * kN/m**2
beschouw deze belasting als een gelijkmatig verdeelde belasting over de gehele ligger werkend.

bepaling toe te passen profiel:

De meewerkende breedte van het profiel wordt vastgesteld aan de hand van DIN 1073. Hiertoe wordt de ligger beschouwd (voor de bepaling van b_m) als het eindveld van een doorlopende ligger.

$$l_1 = 0,8 * l = 1120 \quad \text{mm}$$

$$b = 150 \quad \text{mm}$$

$$b/l_1 = 0,134$$

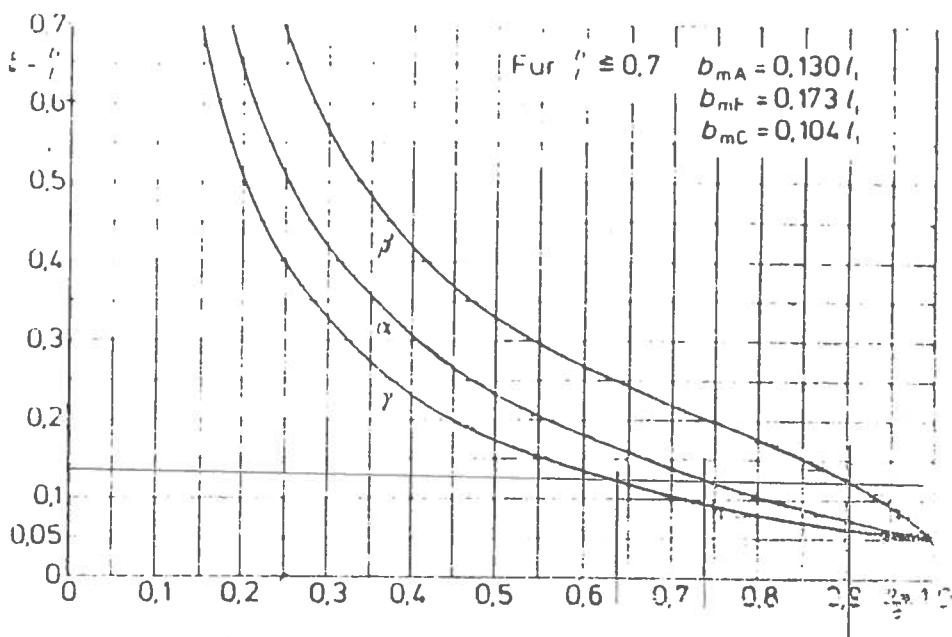


Bild 4. Mitwirkende Breite b_m , Beiwerte α, β, γ

Uit bovenstaande grafiek uit de norm blijkt dat

$$\beta = 0,90$$

$$\gamma = 0,63$$

profielgrootheden t.p.v. veld (β) :

$$A = 6470 \quad \text{mm**2}$$

$$I = 9,00 \text{ E6} \quad \text{mm**4}$$

$$e_b = 54 \quad \text{mm}$$

$$W_o = 166 \text{ E6} \quad \text{mm**3}$$

$$W_b = 250 \text{ E6} \quad \text{mm**3}$$

profielgrootheden t.p.v. de inklemming (γ) :

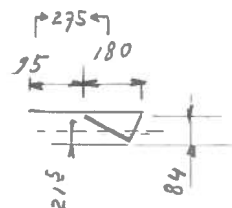
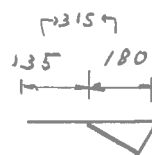
$$A = 6070 \quad \text{mm**2}$$

$$I = 3,00 \text{ E6} \quad \text{mm**4}$$

$$e_b = 52 \quad \text{mm}$$

$$W_o = 173 \text{ E6} \quad \text{mm**3}$$

$$W_b = 243 \text{ E6} \quad \text{mm**3}$$



$$M_v = -1/24 * q * l^2 = -1/24 * 17,5 * 1400^2 = 1,43 \text{ kNm}$$

$$M_i = 1/12 * q * l^2 = 1/12 * 17,5 * 1400^2 = -2,86 \text{ kNm}$$

$$SS \text{ veld onder} = M_v / W_o = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ veld boven} = M_v / W_b = 5,72 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl onder} = M_i / W_o = -16,5 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl boven} = M_i / W_b = -11,7 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{xy} = \frac{q * l^2 * S}{b * I} = 9,4 \text{ N/mm}^2$$

doorbuiging :

De maximale doorbuiging vindt plaats in het midden van de ligger en bedraagt

$$\Delta = \frac{q * l^4}{384 * EI} = \frac{17,5 * 1400^4}{384 * 210000 * 9,00 E6} = 0 \text{ mm}$$

* zie opm. vers 3.

verstijvingsnr 5 .:

afmetingen ligger l = 1500 mm

$$0,153 \times 425 = 22,5$$

maximale belasting op de ligger bedraagt 53 kN/m**2
beschouw deze belasting als een gelijkmatig verdeelde belasting
over de gehele ligger werkend.

bepaling toe te passen profiel:

De meewerkende breedte van het profiel wordt vastgesteld aan de hand van DIN 1073. Hiertoe wordt de ligger beschouwd (voor de bepaling van b_m) als het eindveld van een doorlopende ligger.

$$l_1 = 0,8 * l = 1200 \text{ mm}$$

$$b = 850/2 = 425 \text{ mm}$$

$$b/l_1 = 0,35$$

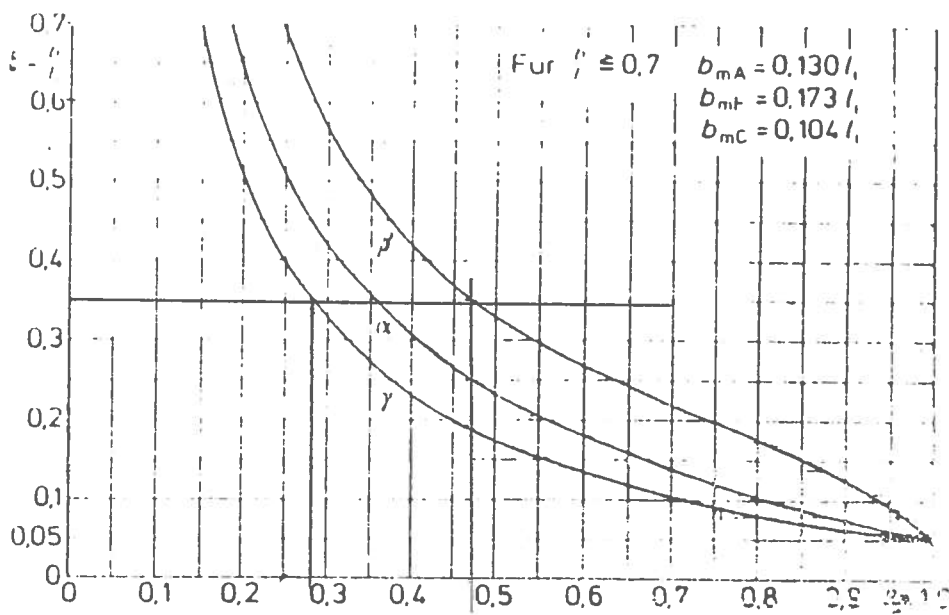


Bild 4. Mitwirkende Breite b_m , Beiwerte α, β, γ

Uit bovenstaande grafiek uit de norm blijkt dat

$$\beta = 0,47$$

$$\gamma = 0,28$$

profielgrootheden t.p.v. veld (β) :

$$A = 5500 \text{ mm**2}$$

$$I = 7,74 \text{ E6 mm**4}$$

$$e_b = 115 \text{ mm}$$

$$W_o = 67, \text{ E3 mm**3}$$

$$W_b = 258 \text{ E3 mm**3}$$



profielgrootheden t.p.v. de inklemming (γ) :

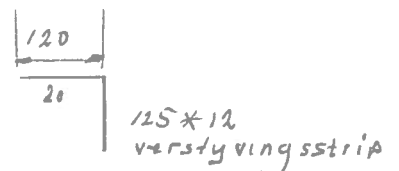
$$A = 3900 \text{ mm**2}$$

$$I = 5,21 \text{ E6 mm**4}$$

$$e_b = 110 \text{ mm}$$

$$W_o = 47, \text{ E3 mm**3}$$

$$W_b = 148 \text{ E3 mm**3}$$



$$M_v = -1/24 * q * l^2 = -1/24 * 22,5 * 1500^2 = 2,11 \text{ kNm}$$

$$M_i = 1/12 * q * l^2 = 1/12 * 22,5 * 1500^2 = -4,22 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \text{SS veld onder} &= M_v / W_o = 31,4 \text{ N/mm}^2 \\ \text{SS veld boven} &= M_v / W_b = -8,1 \text{ N/mm}^2 \\ \text{SS inkl onder} &= M_i / W_o = -89,2 \text{ N/mm}^2 \\ \text{SS inkl boven} &= M_i / W_b = +28,4 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$S_{xy} = \frac{q * l^2 * S}{2 * b * I} = 12,1 \text{ N/mm}^2$$

doorbuiging :

De maximale doorbuiging vindt plaats in het midden van de ligger en bedraagt

$$\Delta = \frac{q * l^4}{384 * EI} = \frac{22,5 * 1500^4}{384 * 210000 * 7,74 \times 10^6} = 0 \text{ mm}$$

zie opm. versta.

verstijvingsnr 6 .:

Gezien de korte opleglengte van deze ligger en de rekenresultaten van de voorgaande controleberekeningen, is het niet noodzakelijk deze verstijvin nader te controleren.

verstijvingsnr 7 .:

afmetingen ligger 1 = 790 mm

$$0,093 \times 575 = 53,5$$

maximale belasting op de ligger bedraagt 93 kN/m**2
beschouw deze belasting als een gelijkmatig verdeelde belasting over de gehele ligger werkend.

bepaling toe te passen profiel:

De meewerkende breedte van het profiel wordt vastgesteld aan de hand van DIN 1073. Hiertoe wordt de ligger beschouwd (voor de bepaling van b_m) als het eindveld van een doorlopende ligger.

$$l_1 = 0,8 * 1 = 632 \quad \text{mm}$$

$$b = 575/2 = 287 \quad \text{mm}$$

$$b/l_1 = 0,45$$

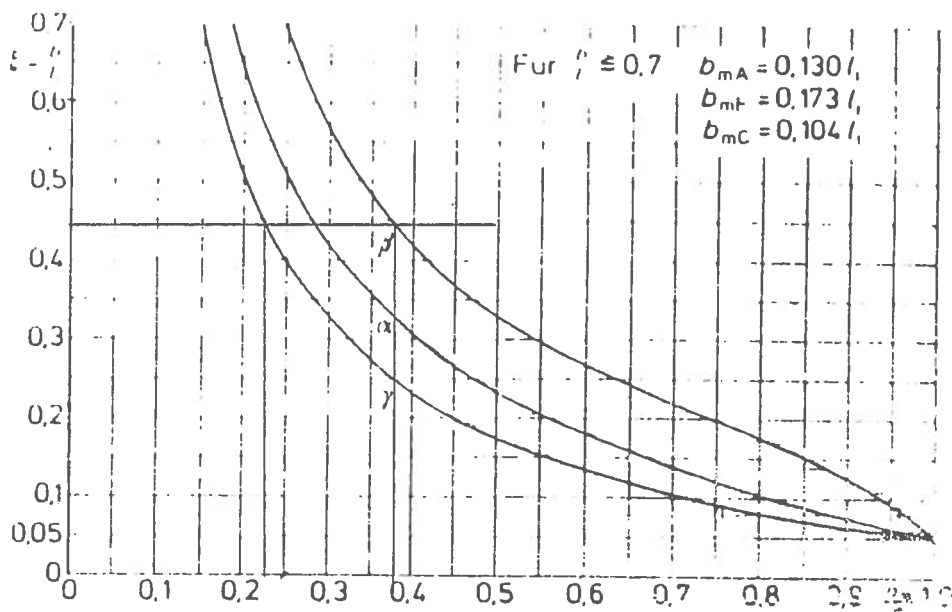


Bild 4. Mitwirkende Breite b_m , Beiwerte α, β, γ

Uit bovenstaande grafiek uit de norm blijkt dat

$$\text{beta} = 0,38$$

$$\text{gamma} = 0,23$$

profielgrootheden t.p.v. veld (beta) :

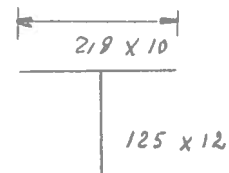
$$A = 3680 \quad \text{mm**2}$$

$$I = 6,06 \text{ E}6 \quad \text{mm**4}$$

$$e_b = 112 \quad \text{mm}$$

$$W_o = 59, \text{ E}3 \quad \text{mm**3}$$

$$W_b = 103 \text{ E}3 \quad \text{mm**3}$$



profielgrootheden t.p.v. de inklemming (gamma) :

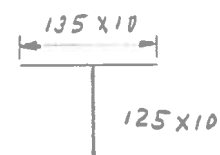
$$A = 2850 \quad \text{mm**2}$$

$$I = 5,19 \text{ E}6 \quad \text{mm**4}$$

$$e_b = 85 \quad \text{mm}$$

$$W_o = 54 \text{ E}3 \quad \text{mm**3}$$

$$W_b = 129 \text{ E}3 \quad \text{mm**3}$$



$$M_v = -1/24 * q * l^2 = -1/24 * 53,5 * 790^2 = 1,39 \text{ kNm}$$

$$M_i = 1/12 * q * l^2 = 1/12 * 53,5 * 790^2 = 2,78 \text{ kNm}$$

$$SS \text{ veld onder} = M_v / W_o = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ veld boven} = M_v / W_b = -7,5 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl onder} = M_i / W_o = -51,5 \text{ N/mm}^2$$

$$SS \text{ inkl boven} = M_i / W_b = 21,6 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{xy} = \frac{q * l / 2 * S}{b * I} = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

doorbuiging :

De maximale doorbuiging vindt plaats in het midden van de ligger en bedraagt

$$\Delta = \frac{q * l^4}{384 * EI} = \frac{53,5 * 790^4}{384 * 210000 * 6,06 \text{ e} 6} = 0 \text{ mm}$$

verstijvingsnr 8 .:

Gezien de korte opleglengte van deze ligger en de rekenresultaten van de voorgaande controleberekeningen, is het niet noodzakelijk deze verstijvin nader te controleren.