

# Berekeningen voor een brug met trappen

Noordkust, gebiedsontwikkeling Oranjewerf  
(Nieuwendammerdijk 538)

Gemeente Amsterdam

Prefazo® Type 1A

Projectnummer

20190024-190273

Bewerkt

K. Wiersma

Datum

20-02-2019

ING BANK NV, BIC: INGBNL2A REK. NR: 65.53.63.181; IBAN: NL31INGB0655363181  
G-REK ING NR: 99.60.25.812 IBAN-NR: NL37INGB0996025812  
KVK LEEUWARDEN NR: 010 39070, BTW NR: NL 0090.60.856.B01

Op al onze aanbiedingen, contracten en leveringen zijn de Algemene Verkoopvoorwaarden van Groot Lemmer B.V. van toepassing, zoals deze voorwaarden ter griffie van de Arrondissementsrechtbank te Leeuwarden zijn gedeponeerd onder nummer 167/2003.



Alleen de producten die als zodanig zijn omschreven op dit document zijn FSC gecertificeerd.

## **Inhoud:**

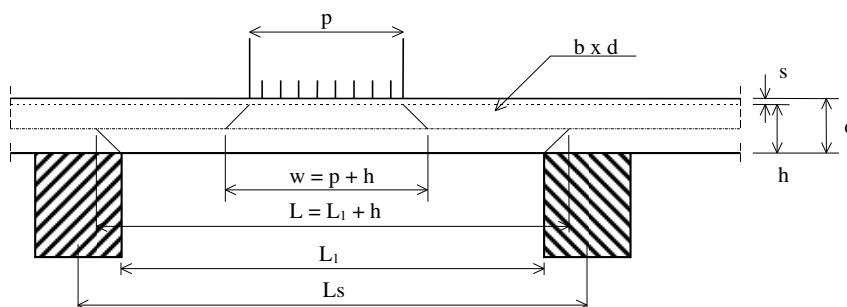
<b>Specificatie:</b>	<b>3</b>
<b>Dek:</b>	<b>4</b>
<b>Hoofdligger (brug):</b>	<b>5</b>
Voetgangers:	5
Puntlast:	7
<b>Leuning:</b>	<b>9</b>
<b>Wind:</b>	<b>10</b>
Winddruk:	10
windbelasting:	11
<b>Oplegging:</b>	<b>12</b>
belastingen:	12
Oplegreacties:	12
<b>Draagportaal:</b>	<b>13</b>
Geometrie:	13
Totale karakteristieke belastingen:	14
Doorgerekende combinaties:	14
Resultaten:	15
Oplegreacties:	17

**Tekening** : **190273-G[1]**

## Specificatie:

<b>Totale lengte</b>	± 11,00 m (verdeeld in 2,5m trap - 6,0m brug - 2,5m trap)		
<b>steunpuntsafst.</b>	Maximaal $L_s = 5,83$ m (brug)		
<b>Breedte</b>	$B = 3,50$ m		
<b>Dek</b>	Azobé dekplanken voorzien van GLstrip		
<b>Leuning</b>	Spijlenleuning (Groot Lemmer type E)		
<b>Ondersteuning</b>	Vanwege de hooggelegen aansluitingen van de trappen welke hun krachten ter plaatse hiervan niet kunnen afdragen is er een portaal bedacht met uitkragingen. Op de uitkragingen rusten de lage einden van de trappen. Voor de stabiliteit in dwarsrichting worden tussen de kolommen schoren gezet. Voor de stabiliteit in de lengte worden de schoren voor de uitkragingen doorgezet naar de horizontale portaalbalk. Het portaal draagt de verticale belastingen af via 4 kolommen.		
<b>belasting</b>			
eigen gew.	DL	$(D_{p\ rep})$ KN/m <sup>3</sup> (incl. staaldelen)	
nutt. bel.	LL	$q_{rep} = 5$	KN/m <sup>2</sup> (EN 1991-2)
	PL	$Q_{fwk} = 7$ KN	(EN 1991-2)
windbelasting	WL1	Brug zonder nutt. bel.	(EN 1991-1-4)
	WL2	Brug met nutt. bel.	(EN 1991-1-4)
Leuningbelasting	$q_{rep} = 3$	KN/m <sup>1</sup>	
<b>Voertuig</b>	Niet van toepassing		
<b>materiaal</b>			
Ligger	D70	$D_{p\ rep} = 12$	KN/m <sup>3</sup>
Dek	D70	$D_{p\ rep} = 12$	KN/m <sup>3</sup>
Leuning	D70	$D_{p\ rep} = 12$	KN/m <sup>3</sup>
Portaal	D70	$D_{p\ rep} = 12$	KN/m <sup>3</sup>
<b>staaldelen</b>	thermisch verzinkt		
<b>berekening</b>	Eurocode		

## Dek:



<b>Dek</b>	$L_s = 840$ mm	$b = 180$ mm	(minimum)
	$L_1 = 740$ mm	$d = 40$ mm	
	$L = 780$ mm	$s = 0$ mm	groeven
	$p = 100$ mm	$h = 40$ mm	netto dikte
		$w = 140$ mm	
<b>belasting</b>	$F_k = 7$ KN	$\gamma_{f,F} = 1,35$	
<b>buiging</b>	$M_d = F_k * \gamma_{f,F} * (2L - w) / 8$		
	$M_d = 1,677$ KNm		
<b>schuif</b>	$V_d = F_k * \gamma_{f,F} * (L_1 - 0,5 w) / L_1$		
	$V_d = 8,56$ KN		

## Uiterste Grenstoestand (ULS)

sterkte klasse	<b>D70</b>	klimaatklasse	3	$\gamma_M = 1,30$	
belastingduur	4	ST	$k_{mod} = 0,7$		
(3.1)	$k_h = (h_x/h)^{0,2}$		$h_x = 150$		max. $k_h = 1$
	$k_{cr} = 1,00$		$k_{h,y} = 1$		

## belasting

<b>Moment</b>	$M_{y,d} = 1,677$ KNm	$\sigma_{m,y,d} = 34,94$ N/mm <sup>2</sup>	$= 6 * M_{y,d} / (b * h^2)$
	$f_{m,k} = 70$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} = 37,69$ N/mm <sup>2</sup>	$= f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$
(6.11)	$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,927$	$\leq 1$	

## schuif

$V_d = 8,56$ KN	$\tau_d = 1,78$ N/mm <sup>2</sup>	$= 1,5 V_d / (b * k_{cr} * h)$
$f_{v,k} = 5$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 2,69$ N/mm <sup>2</sup>	$= f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M$
$\tau_d / f_{v,d} = 0,662$	$\leq 1$	

## Bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

doorbuiging	$E_{mean} = 20000$ N/mm <sup>2</sup>	
	$I = bh^3 / 12 = 960000$ mm <sup>4</sup>	
	$W_{inst,g} = F_k * (2 * L^3 - L * w^2 + 0,25 * w^3) / 96 E_{mean} I$	
	$W_{inst,g} = 3,55$ mm	$= L / 220$

## Hoofdligger (brug):

### Voetgangers:

#### **Randligger**

bel. breedte	0,49	m				
Dek	0,040	x 0,485	x 12,0	=	0,23	KN/m <sup>1</sup>
Ligger	0,100	x 0,250	x 12,0	=	0,30	KN/m <sup>1</sup>
Leuning	0,5	KN/m <sup>1</sup>		=	0,5	KN/m <sup>1</sup>
				g <sub>k</sub> =	1,03	KN/m <sup>1</sup>
nutt. bel.	5,00	x 0,490	=	q <sub>k</sub> =	2,45	KN/m <sup>1</sup>

#### **Middenligger**

bel. breedte	0,84	m				
Dek	0,040	x 0,840	x 12,0	=	0,40	KN/m <sup>1</sup>
slijtlaag	1	x 0,840	x 0	=	0,00	KN/m <sup>1</sup>
Ligger	0,100	x 0,250	x 12,0	=	0,30	KN/m <sup>1</sup>
				g <sub>k</sub> =	0,70	KN/m <sup>1</sup>
nutt. bel.	5,00	x 0,840	=	q <sub>k</sub> =	4,20	KN/m <sup>1</sup>

#### **maatgevend**

g <sub>k</sub> =	0,70	KN/m <sup>1</sup>	γ <sub>f,g</sub> =	1,35
q <sub>k</sub> =	4,20	KN/m <sup>1</sup>	γ <sub>f,q</sub> =	1,35
L =	5,83	m		

#### Moment

$$M_{g,k} = g_k \cdot L^2 / 8 = 2,97 \quad \text{KNm}$$

$$M_{q,k} = q_k \cdot L^2 / 8 = 17,81 \quad \text{KNm}$$

$$M_d = M_{g,k} \cdot \gamma_{f,g} + M_{q,k} \cdot \gamma_{f,q} = 28,05 \quad \text{KNm}$$

#### Dwarskracht

$$V_{g,k} = g_k \cdot L / 2 = 2,04 \quad \text{KN}$$

$$V_{q,k} = q_k \cdot L / 2 = 12,23 \quad \text{KN}$$

$$V_d = V_{g,k} \cdot \gamma_{f,g} + V_{q,k} \cdot \gamma_{f,q} = 19,26 \quad \text{KN}$$

### Uiterste Grenstoestand (ULS)

afm.:	b = 100 mm	$L_{buc,z} = 5825$ mm	$I_z = 20833333$ mm <sup>4</sup>
	h = 250 mm	$L_{buc,y} = 5825$ mm	$I_y = 130208333$ mm <sup>4</sup>
sterkte klasse	<b>D70</b>	$\gamma_M = 1,30$	$C_{tor} = 0,249$
klimaatklasse	3		$I_{tor} = C_{tor} * h * b^3$
	$G_{0,05} = 1050$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05} = 16800$ N/mm <sup>2</sup>	$I_{tor} = 62250000$ mm <sup>4</sup>
	$k_{cr} = 1,00$	$k_m = 0,7$	
	$\ell_{ef} = 5825$ mm	$\ell_{ef} / \ell = 1$	
	$M_{crit,y} = 81,57$ KNm	$= \pi * (E_{0,05} * I_z * G_{0,05} * I_{tor})^{0,5} / \ell_{ef}$	
	$\sigma_{m,crit,y} = 78,3$ N/mm <sup>2</sup>	$= 0,75 * E_{0,05} * b^2 / (h * L_{buc,y})$	
(6.30)	$\lambda_{rel,m,y} = 0,95$	$= (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{0,5}$	
(6.34)	$k_{crit,y} = 0,85$		
(3.1)	$k_h = (h_x/h)^{0,2}$	$h_x = 150$	$max.k_h = 1$
		$k_{h,y} = 1$	
belastingsduur	4	ST	$k_{mod} = 0,7$
<b>belasting</b>			
<b>buiging</b>	$M_{y,d} = 28,05$ KNm	$\sigma_{m,y,d} = 26,93$ N/mm <sup>2</sup>	$= 6 * M_{y,d} / (b * h^2)$
	$f_{m,k} = 70$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} = 37,69$ N/mm <sup>2</sup>	$= f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$
(6.33)	$\sigma_{m,d} / (k_{crit} * f_{m,d}) = 0,841$	$\leq 1$	
<b>schuif</b>	$V_d = 19,26$ KN	$T_d = 1,16$ N/mm <sup>2</sup>	$= 1,5 V_d / (b * h * k_{cr})$
	$f_{v,k} = 5$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 2,69$ N/mm <sup>2</sup>	$= f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M$
	$T_d / f_{v,d} = 0,431$	$\leq 1$	

### Bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

<b>Ligger</b>	b = 100 mm		
	h = 250 mm		
sterkte klasse	<b>D70</b>	$E_{mean} = 20000$ N/mm <sup>2</sup>	
	$I = bh^3 / 12 = 130208333$ mm <sup>4</sup>		
doorbuiging	L = 5,83 m		
eigen gew.	$g_k = 0,70$ KN/m <sup>1</sup>	$k_{def} = 2$	
	$W_{inst,g} = 5g_k * L^4 / 384 E_{mean} I$		
	$W_{inst,g} = 4,03$ mm = L / 1445		
	$W_{cr,g} = W_{inst,g} * k_{def} = 8,06$ mm		
	$W_{fin,g} = W_{inst,g} + W_{cr,g} = 12,09$ mm		
nut. bel.	$q_k = 4,20$ KN/m <sup>1</sup>	$k_{def} = 2$	$\psi_2 = 0$
	$W_{inst,q} = 5q_k * L^4 / 384 E_{mean} I$		
	$W_{inst,q} = 24,18$ mm = L / 241		
	$W_{cr,q} = W_{inst,q} * \psi_2 * k_{def} = 0$ mm		
	$W_{fin,q} = W_{inst,q} + W_{cr,q} = 24,18$ mm		
totale bel.	$W_c = 0$ mm (extra zeeg)		
	$W_{net,fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} - W_c =$		
	$W_{net,fin} = 36,27$ mm = L / 161		
	$W_{fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} =$		
	$W_{fin} = 36,27$ mm = L / 161		

### Puntlast:

<b>Puntlasten</b>	$L = 5,83$	m	$h = 0,25$	m
$P_1 \geq P_2$	$P_1 = 7$	KN	$c = 10$	m
	$P_2 = 7$	KN	$\gamma_{f,F} = 1,35$	
<b>Dwarskracht</b>	$x = 2h = 0,5$	m	$L_{lim} = x + c = 10,5$	m
$L > L_{lim}$	$D_{max} = (P_1 (L-x) + P_2 (L-x-c)) / L$			
$L < L_{lim}$	$D_{max} = P_1 (L-x) / L$ maatgevend			
	<b><math>D_{max} = 6,4</math> KN</b>			
<b>Moment</b>	$L_{lim} = c * (1 + (P_1 / (P_1 + P_2))^{0,5})$	17,071	m	
$L > L_{lim}$	$x = (P_1 L + P_2 (L-c)) / (2P_1 + 2P_2)$	0,413	m	
	$R_a = (P_1 (L-x) + P_2 (L-x-c)) / L$	0,99	KN	
	$M_{max} = R_a * x = 0,41$	KNm		
$L < L_{lim}$	$M_{max} = P_1 L / 4 = 10,19$	10,19	KNm	maatgevend
	<b><math>M_{max} = 10,19</math> KNm</b>			
eigen gew.	$g_k = 0,7$	KN/m <sup>1</sup>	$\gamma_{f,g} = 1,35$	
<b>totale bel.</b>				
Moment	$M_{g,k} = g_k * L^2 / 8 = 2,97$	KNm		
	$M_{F,k} = 10,19$	KNm		
	$M_d = M_{g,k} * \gamma_{f,g} + M_{F,k} * \gamma_{f,F} = 17,77$	KNm		
Dwarskracht	$V_{g,k} = g_k * L / 2 = 2,04$	KN		
	$V_{F,k} = 6,4$	KN		
	$V_d = V_{g,k} * \gamma_{f,g} + V_{F,k} * \gamma_{f,F} = 11,39$	KN		

### Uiterste Grenstoestand (ULS)

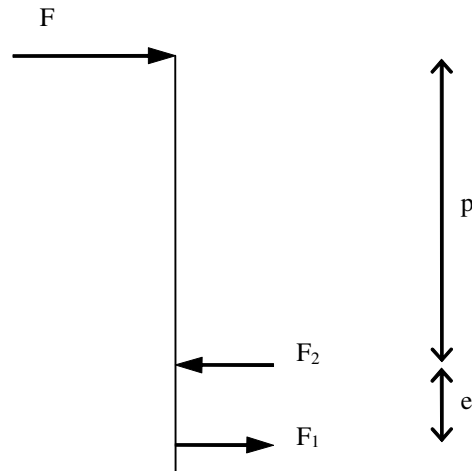
afm.:	b = 100 mm	$L_{buc,z} = 5825$ mm	$I_z = 20833333$ mm <sup>4</sup>
	h = 250 mm	$L_{buc,y} = 5825$ mm	$I_y = 130208333$ mm <sup>4</sup>
sterkte klasse	<b>D70</b>	$\gamma_M = 1,30$	$C_{tor} = 0,249$
klimaatklasse	3		$I_{tor} = C_{tor} * h * b^3$
	$G_{0,05} = 1050$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05} = 16800$ N/mm <sup>2</sup>	$I_{tor} = 62250000$ mm <sup>4</sup>
	$k_{cr} = 1,00$	$k_m = 0,7$	
	$\ell_{ef} = 5825$ mm	$\ell_{ef} / \ell = 1$	
	$M_{crit,y} = 81,57$ KNm	$= \pi * (E_{0,05} * I_z * G_{0,05} * I_{tor})^{0,5} / \ell_{ef}$	
	$\sigma_{m,crit,y} = 78,3$ N/mm <sup>2</sup>	$= 0,75 * E_{0,05} * b^2 / (h * L_{buc,y})$	
(6.30)	$\lambda_{rel,m,y} = 0,95$	$= (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{0,5}$	
(6.34)	$k_{crit,y} = 0,85$		
(3.1)	$k_h = (h_x/h)^{0,2}$	$h_x = 150$	$max.k_h = 1$
		$k_{h,y} = 1$	
belastingsduur	4	ST	$k_{mod} = 0,7$
<b>belasting</b>			
<b>buiging</b>	$M_{y,d} = 17,77$ KNm	$\sigma_{m,y,d} = 17,06$ N/mm <sup>2</sup>	$= 6 * M_{y,d} / (b * h^2)$
	$f_{m,k} = 70$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} = 37,69$ N/mm <sup>2</sup>	$= f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$
(6.33)	$\sigma_{m,d} / (k_{crit} * f_{m,d}) = 0,532$	$\leq 1$	
<b>schuif</b>	$V_d = 11,39$ KN	$T_d = 0,68$ N/mm <sup>2</sup>	$= 1,5 V_d / (b * h * k_{cr})$
	$f_{v,k} = 5$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 2,69$ N/mm <sup>2</sup>	$= f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M$
	$T_d / f_{v,d} = 0,253$	$\leq 1$	

### Bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

<b>Ligger</b>	b = 100 mm		
	h = 250 mm		
sterkte klasse	<b>D70</b>	$E_{mean} = 20000$ N/mm <sup>2</sup>	
	$I = bh^3 / 12 = 130208333$ mm <sup>4</sup>		
doorbuiging	L = 5,83 m		
eigen gew.	$g_k = 0,70$ KN/m <sup>1</sup>	$k_{def} = 2$	
	$W_{inst,g} = 5g_k * L^4 / 384 E_{mean} I$		
	$W_{inst,g} = 4,03$ mm = L / 1445		
	$W_{cr,g} = W_{inst,g} * k_{def} = 8,06$ mm		
	$W_{fin,g} = W_{inst,g} + W_{cr,g} = 12,09$ mm		
nut. bel.	$M_{F,k} = 10,19$ KNm	$k_{def} = 2$	$\psi_2 = 0$
	$W_{inst,q} = 5M_{F,k} * L^2 / 48 E_{mean} I$		
	$W_{inst,q} = 13,83$ mm = L / 421		
	$W_{cr,q} = W_{inst,q} * \psi_2 * k_{def} = 0$ mm		
	$W_{fin,q} = W_{inst,q} + W_{cr,q} = 13,83$ mm		
totale bel.	$W_c = 0$ mm (extra zeeg)		
	$W_{net,fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} - W_c = 25,92$ mm = L / 225		
	$W_{fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} = 25,92$ mm = L / 225		



## Leuning:



### leuningbelasting

$$q_{p,k} = 3 \quad \text{KN/m}^1 \quad \gamma_{sup} = 1,5$$

$$a = 1,4 \quad \text{m} \quad \text{h.o.h. Stijl}$$

$$p = 1,05 \quad \text{m}$$

$$e = 0,15 \quad \text{m}$$

$$F_k = q_{p,k} * a = 4,2 \quad \text{KN}$$

$$F_{1,k} = F_k * p/e = 29,4 \quad \text{KN} \quad F_{1,d} = 44,1 \quad \text{KN} = F_{1,k} * \gamma_{sup}$$

$$F_{2,k} = F_{1,k} + F_k = 33,6 \quad \text{KN} \quad F_{2,d} = 50,4 \quad \text{KN} = F_{2,k} * \gamma_{sup}$$

$$F_{ax,Ed} = F_{2,d} / n = 50,4 \quad \text{KN} \quad n = 1$$

### bout

$$d = 16 \quad \text{mm} \quad A_s = 157 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{kwal.: } \mathbf{8.8} \quad f_{ub} = 800 \quad \text{N/mm}^2$$

$$F_{ax,Ed} = 50,40 \quad \text{KN} \quad \gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{t,Rd} = k_2 f_{ub} A_s / \gamma_{M2} \quad k_2 = 0,9$$

$$F_{t,Rd} = 90,43 \quad \text{KN} > F_{ax,Ed}$$

### Stijl

$$\text{afm.: } b = 95 \quad \text{mm}$$

$$h = 145 \quad \text{mm}$$

sterkte klasse  
klimaatklasse  
belastingduur  
buiging

$$D70$$

$$3 \quad \gamma_M = 1,30$$

$$4 \quad \text{ST} \quad k_{mod} = 0,7$$

$$M_d = F_k * p * \gamma_{sup} = 6,62 \quad \text{KNm}$$

$$W = (b-d)h^2 / 6 = 276829 \quad \text{mm}^3$$

(3.1)

$$k_h = (h_x / h)^{0,2} = 1 \quad h_x = 150 \quad \text{max. } k_h = 1$$

(6.11)  
schuif

$$\sigma_{m,d} = M_d / W = 23,91 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{m,k} = 70 \quad \text{N/mm}^2 \quad f_{m,d} = 37,69 \quad \text{N/mm}^2 = f_{m,k} * k_h * k_{mod} / \gamma_M$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,634 \leq 1$$

$$e > 2h \quad V_d = F_{1,d} \quad e < 2h \quad V_d = F_{1,d} * e / 2h$$

$$A = b * h = 13775 \quad \text{mm}^2 \quad k_{cr} = 1,00 \quad k_v = 1,00$$

$$V_d = 22,81 \quad \text{KN} \quad \tau_d = 2,48 \quad \text{N/mm}^2 = 1,5V_d / A * k_{cr}$$

$$f_{v,k} = 5 \quad \text{N/mm}^2 \quad f_{v,d} = 2,69 \quad \text{N/mm}^2 = f_{v,k} * k_v * k_{mod} / \gamma_M$$

$$\tau_d / f_{v,d} = 0,922 \leq 1$$

ring

$$d_o = 56 \quad \text{mm} \quad \ell = 95 \quad \text{mm}$$

$$k_c = 1 \quad A_c = 10314 \quad \text{mm}^2$$

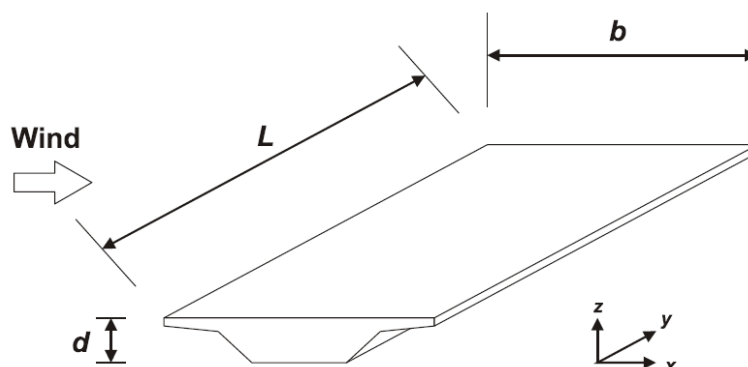
druk

$$F_{ax,Ed} = 50,40 \quad \text{KN} \quad \sigma_{c,90,d} = 4,89 \quad \text{N/mm}^2 = F_{ax,Ed} / A_c$$

$$f_{c,90,k} = 13,5 \quad \text{N/mm}^2 \quad f_{c,90,d} = 7,27 \quad \text{N/mm}^2 = f_{c,90,k} * k_{mod} / \gamma_M$$

$$(6.3) \quad \sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} * f_{c,90,d}) = 0,672 \leq 1 \quad \text{N/mm}^2$$

## Wind:



## Winddruk:

Brug zonder nutt. bel.  
Brug met nutt. bel.

**WL1**  
**WL2**

### windbelasting

hoogte boven maaiveld  
basiswindsnelheid.  
richtingsfactor  
seizoensfactor  
Terrein categorie  
ruwheidslengte

	WL1		WL2		
$z =$	5	m	5	m	
$v_{b,0} =$	27	m/s	23	m/s	
$C_{dir} =$	1		1		
$C_{season} =$	1		1		
	II		II		
$z_{0,II} =$	0,2	m	0,2	m	(T 4.1)
$z_0 =$	0,2	m	0,2	m	(T 4.1)
$z_{min} =$	4	m	4	m	(T 4.1)

terreinfactor  
orografiefactor  
turbulentiefactor

$k_r =$	0,21		0,21		(4.5)	$k_r = 0,19 * (z_0 / z_{0,II})^{0,07}$
$C_o =$	1		1			
$k_t =$	1		1			

windsnelheid  
hoogte boven maaiveld  
ruigheidsfactor  
gem. windsnelheid

$v_b =$	27	m/s	23	m/s	(4.1)
$z =$	5	m	5	m	
$C_r(z) =$	0,68		0,68		(4.4)
$v_m(z) =$	18,4	m/s	15,6	m/s	(4.3)

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0}$$

$$= \max. (z, z_{min})$$

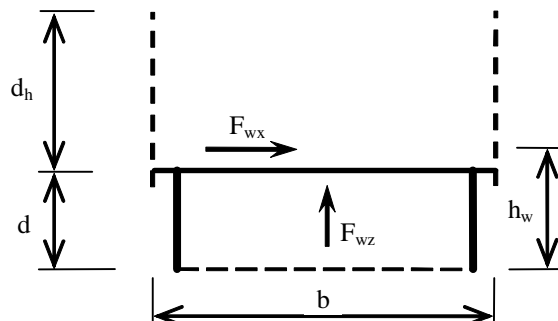
$$C_r(z) = k_r * \ln(z / z_0)$$

$$v_m(z) = C_r(z) * C_o(z) * v_b$$

basis winddruk  
turbulentie intensiteit  
extreme winddruk  
blootstellingsfactor

$\rho =$	1,25	kg/m <sup>3</sup>	1,25	kg/m <sup>3</sup>		
$q_b =$	456	N/m <sup>2</sup>	331	N/m <sup>2</sup>	(4.10)	$q_b = 0,5 \rho * v_b^2$
$I_v(z) =$	0,311		0,311		(4.7)	$I_v(z) = k_t / (C_o(z) * \ln(z / z_0))$
$q_p(z) =$	672	N/m <sup>2</sup>	483	N/m <sup>2</sup>	(4.8)	$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0,5 \rho * v_m^2(z)$
$C_e(z) =$	1,47		1,46		(4.9)	$C_e(z) = q_p(z) / q_b$

## windbelasting:



Brug zonder nutt. bel.  
Brug met nutt. bel.

**WL1**  
**WL2**

### windbelasting

hoogte boven maaiveld  
extreme winddruk  
Totale lengte  
Breedte  
konstruktiehoogte

	<b>WL1</b>		<b>WL2</b>	
z =	5	m	5	m
q <sub>p</sub> (z) =	672	N/m <sup>2</sup>	483	N/m <sup>2</sup>
L =	6	m	6	m
b =	3,5	m	3,5	m
d =	0,29	m	0,29	m
φ =	0,6		1	

leuning/verkeersband

d <sub>h</sub> =	1,00	m	1	m
d <sub>1</sub> =	0,6	m	1	m
d <sub>tot</sub> =	0,89	m	1,29	m
b/d <sub>tot</sub> =	3,93		2,71	

### x- richting (⊥)

	<b>WL1</b>		<b>WL2</b>		
A <sub>ref,x</sub> =	0,89	m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>	1,29	m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>	A <sub>ref,x</sub> = d <sub>tot</sub> * L
C <sub>fx,o</sub> =	1,32		1,69		(F 8.3)
w <sub>x</sub> =	0,89	KN/m <sup>2</sup>	0,82	KN/m <sup>2</sup>	w <sub>x</sub> = q <sub>p</sub> (z) * C <sub>fx</sub>
q <sub>wx</sub> =	0,79	KN/m <sup>1</sup>	1,06	KN/m <sup>1</sup>	q <sub>wx</sub> = w <sub>x</sub> * A <sub>ref,x</sub>
F <sub>wx</sub> =	4,74	KN	6,36	KN	F <sub>wx</sub> = q <sub>wx</sub> * L
h <sub>w</sub> =	0,58	m	0,65	m	

### z- richting (↓↑)

	<b>WL1</b>		<b>WL2</b>		
A <sub>ref,z</sub> =	3,5	m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>	3,5	m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>	A <sub>ref,z</sub> = b * L
C <sub>fz,o</sub> =	0,9		0,9		(F 8.6)
w <sub>z</sub> =	0,41	KN/m <sup>2</sup>	0,3	KN/m <sup>2</sup>	w <sub>z</sub> = 0,5 ρ * v <sub>b</sub> <sup>2</sup> * C <sub>fz</sub>
q <sub>wz</sub> =	1,44	KN/m <sup>1</sup>	1,05	KN/m <sup>1</sup>	q <sub>wz</sub> = w <sub>z</sub> * A <sub>ref,z</sub>
F <sub>wz</sub> =	8,64	KN	6,3	KN	F <sub>wz</sub> = q <sub>wz</sub> * L

### y- richting (//)

q <sub>wy</sub> =	0,2	KN/m <sup>1</sup>	0,27	KN/m <sup>1</sup>	q <sub>wy</sub> = 0,25 * q <sub>wx</sub>
F <sub>wy</sub> =	1,2	KN	1,62	KN	F <sub>wy</sub> = q <sub>wy</sub> * L

## Oplegging:

### belastingen:

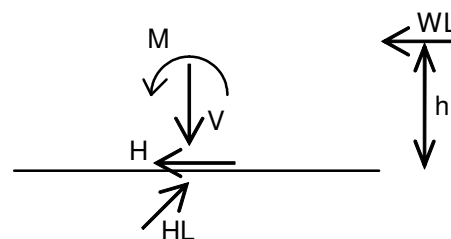
DL -eigen gew.	$g_k =$	4,16	KN/m <sup>1</sup>		
LL -nutt. bel.	$q_k =$	17,5	KN/m <sup>1</sup>		
VL -Voertuig	VL =	0	KN		
AL -accidental	AL =	0	KN		
WL1 -windbelasting	$q_{wx,k} =$	0,79	KN/m <sup>1</sup>	(⊥)	$h = 0,58$ m
	$q_{wz,k} =$	1,44	KN/m <sup>1</sup>	(↓↑)	
	$q_{wy,k} =$	0,2	KN/m <sup>1</sup>	(//)	
WL2 -windbelasting	$q_{wx,k} =$	1,06	KN/m <sup>1</sup>	(⊥)	$h = 0,65$ m
	$q_{wz,k} =$	1,05	KN/m <sup>1</sup>	(↓↑)	
	$q_{wy,k} =$	0,27	KN/m <sup>1</sup>	(//)	

### Oplegreacties:

nutt. bel.	L =	3	m
	*L =	6	m

#### Oplegkrachten

belasting	Vk [KN]	Hk [KN]	HLk* [KN]	Mk [KNm]
DL -eigen gew.	12,5	-	-	-
LL -nutt. bel.	52,5	-	-	-
VL -Voertuig	0,0	-	-	-
AL -accidental	0,0	-	-	-
WL1 -windbelasting	4,3	2,4	1,2	1,4
WL2 -windbelasting	3,2	3,2	1,6	2,1



Combi	$\gamma_{f,g}$	$\gamma_{f,q}$	$\psi_0$	$\gamma_{f,q}$	Vd [KN]	Hd [KN]	Md [KNm]
1 (STR/GEO)	1,35	* DL			16,9	-	-
2 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,35		* LL	87,8	-	-
3 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,50		* WL1	23,3	3,6	2,1
4 (EQU)	0,95	* DL + 1,50		* WL1	5,4	3,6	2,1
5 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,35	0,3	* LL + 1,50	89,2	1,4	0,9
6 (STR/GEO)	1,00	* DL + 1,50	0,4	* WL2 + 1,35	45,7	4,8	3,2
7 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,35		* VL	16,9	-	-
8 (ACC)	1,00	* DL + 1,00		* AL	12,5	-	-

De waarden in de Combi tabel gelden voor het uiteinde van de brugsectie van 6,0m. Voor de bepaling van de belastingen op het portaal worden bovenvermelde waarden gebruikt met voor de trap dezelfde waarden per strekkende meter als voor de brug.

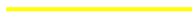




## Draagportaal:

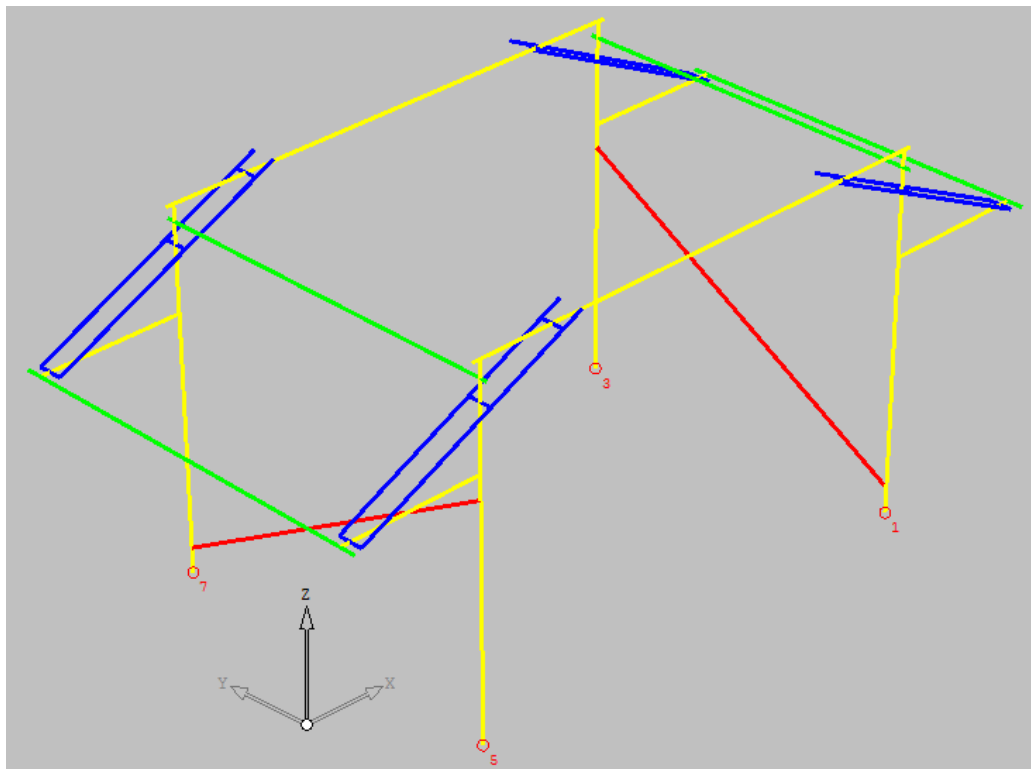
### Geometrie:

#### BASIC CHARACTERISTICS:

Structural nodes	100
Additional nodes	24
Number of elements	120
Number of beam elements	120
Number of bound nodes	4
Number of property definitions	12
Number of auxilliary system definitions	0
Model span distance	11162
Total length of beam elements	91032
Length of longest beam element	4838 (P106*111*109)
Length of shortest beam element	95 (S11*9*53)
Length of average beam element	759

ELEMENT LIBRARY										
Description			Type	Emod	Gmod	Area	Iy	Iz		
SYSTEEMLIJN HORIZONTAAL	Rect bar 190 x 190		Standard beam	20000	800	36100	1,09E+08	1,09E+08		
SYSTEEMLIJN KOLOM	Rect bar 200 x 200		Standard beam	20000	800	40000	1,33E+08	1,33E+08		
SYSTEEMLIJN OPLEGBALK	Rect bar 200 x 200		Standard beam	20000	800	40000	1,33E+08	1,33E+08		
SYSTEEMLIJN SCHOOR LANGS	Rect bar 190 x 95		Standard beam	20000	800	18050	1,36E+07	5,43E+07		
SYSTEEMLIJN SCHOOR DWARS	Rect bar 190 x 95		Pinned beam	20000	800	18050	1,36E+07	5,43E+07		

SYSTEEMLIJN KOLOM	
SYSTEEMLIJN HORIZONTAAL	
SYSTEEMLIJN SCHOOR LANGS	
SYSTEEMLIJN SCHOOR DWARS	
SYSTEEMLIJN OPLEGBALK	



**BOUNDARY CONDITIONS:**

NODE	X	Y	Z	Xrot	Yrot	Zrot
1	Fixed	Fixed	Fixed	Free	Free	Free
3	Fixed	Fixed	Fixed	Free	Free	Free
5	Fixed	Fixed	Fixed	Free	Free	Free
7	Fixed	Fixed	Fixed	Free	Free	Free

**Totale karakteristieke belastingen:**

eigen gewicht draagportaal	[N]	32613	-Z
eigen gewicht uit trap en brug	[N]	45764	-Z
nuttige belasting uit trap en brug	[N]	192504	-Z
stabiliteitskracht uit belaste trap en brug	[N]	19252	-X
wind op belaste trap en brug	[N]	11660	+Y
wind op onbelaste trap en brug	[N]	8692	+Y

**Doorgerekende combinaties:**

Load set	UGT 01	UGT 02	UGT 03	UGT 04	UGT 05	UGT 06	UGT 07	GGT 01	GGT 02
eigen gewicht draagportaal.lsb	1,35	1,35	1,35	0,95	1,35	1	1,35	1	1
eigen gewicht uit trap en brug.lsb	1,35	1,35	1,35	0,95	1,35	1	1,35	1	1
nuttige belasting uit trap en brug.lsb	0	1,5	0	0	1,35	0,54	1,5	1	1
stabiliteitskracht uit belaste trap en brug.lsb	0	0	0	0	0	0	1	0	1
wind op belaste trap en brug.lsb	0	0	0	0	0,45	1,5	0	0	0
wind op onbelaste trap en brug.lsb	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0

## Resultaten:

MAX-MIN BENDING STRESS, SBZ - Maximum of either end (5 Property names)								
Property name	UGT 01	UGT 02	UGT 03	UGT 04	UGT 05	UGT 06	UGT 07	Max/min
SYSTEEMLIJN KOLOM	4,6	27,6	6,3	5,2	25,5	12,9	27,6	27,6
	-4,2	-18,7	-4	-2,7	-17,1	-8	-29,5	-29,5
SYSTEEMLIJN HORIZONTAAL	1,3	6,8	1,4	1	6,3	3,1	17,6	17,6
	-1,3	-6	-1,4	-1	-5,5	-2,8	-10,8	-10,8
SYSTEEMLIJN SCHOOR LANGS	0,7	2,8	1,2	0,9	2,6	1,8	4,4	4,4
	-1,2	-4,3	-1,5	-1,1	-4,1	-2,3	-8,6	-8,6
SYSTEEMLIJN SCHOOR DWARS	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
SYSTEEMLIJN OPLEGBALK	5,4	34,7	6,2	4,6	32,1	15,6	34,9	34,9
	-4,8	-28,8	-6,3	-5,1	-26,7	-13,2	-28,9	-28,9

SYSTEEMLIJN OPLEGBALK:  $b = 205$  mm  
 $h = 205$  mm

sterkte klasse **D70**  $\gamma_M = 1,30$   
klimaatklasse 3

(3.1)  $k_h = (h_x/h)^{0,2}$   $h_x = 150$  max. $k_h = 1$   
 $k_{h,z} = 1$   $k_{h,y} = 1$

belastingduur 5 INS  $k_{mod} = 0,9$

**belasting**

**Moment**  $M_{y,d} = 32,44$  KNm  $\sigma_{m,y,d} = 22,59$  N/mm<sup>2</sup> =  $6 * M_{y,d} / (b * h^2)$   
 $f_{m,k} = 70$  N/mm<sup>2</sup>  $f_{m,y,d} = 48,46$  N/mm<sup>2</sup> =  $f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$

**Moment**  $M_{z,d} = 46,56$  KNm  $\sigma_{m,z,d} = 32,42$  N/mm<sup>2</sup> =  $6 * M_{z,d} / (b^2 * h)$   
 $f_{m,z,d} = 48,46$  N/mm<sup>2</sup> =  $f_{m,k} * k_{h,z} * k_{mod} / \gamma_M$

(6.11)  $\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m * \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,935 \leq 1$   
(6.12)  $k_m * \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,995 \leq 1$

MAX-MIN SHEAR STRESS, Z - Maximum of either end (5 Property names)								
Property name	UGT 01	UGT 02	UGT 03	UGT 04	UGT 05	UGT 06	UGT 07	Max/min
SYSTEEMLIJN KOLOM	0,2	0,8	0,2	0,2	0,8	0,4	1,6	1,6
	-0,2	-0,8	-0,2	-0,2	-0,7	-0,4	-1,3	-1,3
SYSTEEMLIJN HORIZONTAAL	0	0,2	0	0	0,2	0,1	0,2	0,2
	0	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2
SYSTEEMLIJN SCHOOR LANGS	0,5	1,6	0,6	0,5	1,5	1	2,5	2,5
	-0,5	-1,7	-0,5	-0,4	-1,6	-0,9	-2,7	-2,7
SYSTEEMLIJN SCHOOR DWARS	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
SYSTEEMLIJN OPLEGBALK	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
	0	0	0	0	0	0	-0,1	-0,1

SYSTEEMLIJN SCHOOR LANGS  $b = 190$  mm  $k_{cr} = 1$  ((A1-6.1.7)  
 $h = 115$  mm

sterkte klasse **D70**  $\gamma_M = 1,30$   
klimaatklasse 3

belastingduur 5 INS  $k_{mod} = 0,9$

**belasting**

**schuif**  $V_d = 49,36$  KN  $\tau_d = 3,39$  N/mm<sup>2</sup> =  $1,5 V_d / (b * h * k_{cr})$   
 $f_{v,k} = 5$  N/mm<sup>2</sup>  $f_{v,d} = 3,46$  N/mm<sup>2</sup> =  $f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M$   
 $\tau_d / f_{v,d} = 0,980 \leq 1$

MAX-MIN AXIAL STRESS - Maximum of either end (5 Property names)								
Property name	UGT 01	UGT 02	UGT 03	UGT 04	UGT 05	UGT 06	UGT 07	Max/min
SYSTEEMLIJN KOLOM	0	0,2	0	0	0,2	0,1	0,7	0,7
	-0,7	-2,5	-0,8	-0,6	-2,4	-1,3	-2,7	-2,7
SYSTEEMLIJN HORIZONTAAL	0,2	0,8	0,2	0,2	0,7	0,4	1,7	1,7
	-0,3	-1,1	-0,3	-0,2	-1	-0,5	-1,2	-1,2
SYSTEEMLIJN SCHOOR LANGS	0,4	1,9	0,6	0,5	1,8	1,1	2	2
	-0,3	-1,2	-0,4	-0,3	-1,1	-0,7	-2,3	-2,3
SYSTEEMLIJN SCHOOR DWARS	0,1	0,4	0,6	0,6	0,6	0,9	0,4	0,9
	0,1	0,4	-0,5	-0,5	0,1	-0,5	0,4	-0,5
SYSTEEMLIJN OPLEGBALK	0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
	-0,1	-0,4	-0,2	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4

SYSTEEMLIJN KOLOM: b =	200	mm	$L_{buc,z} =$	1500	mm	$I_z =$	133333333	mm <sup>4</sup>
h =	200	mm	$L_{buc,y} =$	1500	mm	$I_y =$	133333333	mm <sup>4</sup>
sterkte klasse	<b>D70</b>	$\gamma_M =$	1,30					
klimaatklasse	2							
	$\beta_c =$	0,2		$E_{0,05} =$	16800	N/mm <sup>2</sup>		
	$i_z =$	57,7	mm	$k_m =$	0,7			
	$\lambda_z =$	26,0		$i_y =$	57,7	mm	$= (I_y / A)^{0,5}$	
(6.22 - 6.21)	$\lambda_{rel,z} =$	0,372		$\lambda_y =$	26,0		$= L_{buc,y} / i_y$	
(6.28 - 6.27)	$k_z =$	0,576		$\lambda_{rel,y} =$	0,372		$= (\lambda_y / \pi) * (f_{c,0,k} / E_{0,05})^{0,5}$	
(6.26 - 6.25)	$k_{c,z} =$	0,984		$k_y =$	0,576		$= 0,5 * (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)$	
(3.1)	$k_h =$	$(h_x/h)^{0,2}$		$k_{c,y} =$	0,984		$= 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{0,5})$	
	$k_{h,z} =$	1		$h_x =$	150		$\max.k_h = 1$	
belastingduur	4	ST		$k_{h,y} =$	1			
<b>belasting</b>				$k_{mod} =$	0,9			
<b>druk</b>	$F_{c,d} =$	104,03	KN	$\sigma_{c,0,d} =$	2,60	N/mm <sup>2</sup>	$= F_{c,d} / (b*h)$	
	$f_{c,0,k} =$	34	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} =$	23,54	N/mm <sup>2</sup>	$= f_{c,0,k} * k_{mod} / \gamma_M$	
<b>Moment</b>	$M_{y,d} =$	10,51	KNm	$\sigma_{m,y,d} =$	7,89	N/mm <sup>2</sup>	$= 6 * M_{y,d} / (b*h^2)$	
	$f_{m,k} =$	70	N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} =$	48,46	N/mm <sup>2</sup>	$= f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$	
<b>Moment</b>	$M_{z,d} =$	23,85	KNm	$\sigma_{m,z,d} =$	17,89	N/mm <sup>2</sup>	$= 6 * M_{z,d} / (b^2*h)$	
				$f_{m,z,d} =$	48,46	N/mm <sup>2</sup>	$= f_{m,k} * k_{h,z} * k_{mod} / \gamma_M$	
(6.19)	$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m * \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} =$		N/A	$\leq$	1			
(6.20)	$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m * \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} =$		N/A	$\leq$	1			
(6.23)	$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} * f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m * \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} =$	0,533		$\leq$	1			
(6.24)	$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} * f_{c,0,d}) + k_m * \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} =$	0,595		$\leq$	1			



**Oplegreacties:**

<b>UGT 01</b>				<b>UGT 02</b>			
Node	Rx	Ry	Rz	Node	Rx	Ry	Rz
1	1889	484	25939	1	8336	2814	96042
3	1549	-730	26046	3	6316	-4273	100321
5	-1549	730	26046	5	-6316	4273	100321
7	-1889	-484	25939	7	-8336	-2814	96042
<b>UGT 03</b>				<b>UGT 04</b>			
Node	Rx	Ry	Rz	Node	Rx	Ry	Rz
1	1771	-7353	20065	1	1211	-7497	12379
3	1667	588	31920	3	1208	804	24202
5	-1430	2049	20172	5	-971	1832	12455
7	-2008	-8322	31813	7	-1448	-8178	24127
<b>UGT 05</b>				<b>UGT 06</b>			
Node	Rx	Ry	Rz	Node	Rx	Ry	Rz
1	7643	-573	86668	1	3561	-9316	36571
3	5887	-3388	95257	3	3022	-48	53912
5	-5791	4449	90530	5	-2704	3585	38152
7	-7739	-5735	91395	7	-3879	-11711	52331
<b>UGT 07</b>							
Node	Rx	Ry	Rz				
1	13158	2922	89776				
3	11119	-4382	94055				
5	-1512	4165	106587				
7	-3513	-2705	102308				