



**ligger op 3 steunpunten belast door 2 q-lasten , houten balk :**

**71 x 271**  
 naaldhout C18

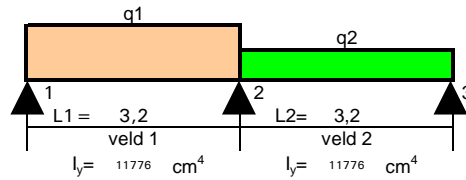
werk = **werk**  
 werknummer = **werknummer**  
 onderdeel = **onderdeel**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw** ontwerplevensduur = 50 jaar  
 ontwerplevensduur klasse = **3** toepassing: gebouwen en andere gewone constructies  
 gevolgklasse CC = **CC1** **belastingfactoren**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89** formule 6.10.a

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**  
 (gewichtsberekening)  $\psi_0 =$  0,4 - formule 6.10.b  $\gamma_{G,j} =$  1,22 -  
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  0,5 -  $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 (kruip)  $\psi_2 =$  0,3 -  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 reductiefactor vloerbelasting  $\psi_t =$  1,00 - formule 6.10.a en b  $\xi \gamma_{G,j} =$  1,08 -  
 $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 $\gamma_{G,j} =$  0,90 (gunstig)

**eg + vloerbelasting**  
 liggerlengte L1 = **3,2** m  
 liggerlengte L2 = **3,2** m  
 staaflengte z-richting, ongesteund Lz = **1** m  
 aangrijpingspunt van de belasting **aan drukzijde**  
 wijze van steunen **gesteund**  
 aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333** \* L  
 toegepaste zeeg veld 1 **0** mm  
 toegepaste zeeg veld 2 **0** mm



**alle steunpunten blijven op druk**

**belastingen en combinaties** onderdeel

**q1:**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>1,75</b> kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,75	=	1,75	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>1,5</b> kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>0,75</b> kN/m	6.10.a:	1,22	1,75	+	1,35	0,75
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	1,75	+	1,35	1,5
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,1	1,75	+	1,5	1,5
		EQU en STR/GEO		0,9 $G_{k,j}$	=	0,9	1,75
					=		1,58
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$				$= ( 1,5 - 0,75 ) / ( 1 - 0,4 )$			$= 1,25$ kN/m'
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$				$= ( 1,5 - 1,25 ) / 0,4$			$= 0,625$ kN/m'
kruip $= k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60			$( 1,75 + 0,3 \cdot 1,25 + 0,3 \cdot 0,63 )$			$= 1,39$ kN/m'

**q2:**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>1,75</b> kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,75	=	1,75	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>1,5</b> kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>0,75</b> kN/m	6.10.a:	1,22	1,75	+	1,35	0,75
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	1,75	+	1,35	1,5
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,1	1,75	+	1,5	1,5
		EQU en STR/GEO		0,9 $G_{k,j}$	=	0,9	1,75
					=		1,58
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$				$= ( 1,5 - 0,75 ) / ( 1 - 0,4 )$			$= 1,25$ kN/m'
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$				$= ( 1,5 - 1,25 ) / 0,4$			$= 0,625$ kN/m'
kruip $= k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60			$( 1,75 + 0,3 \cdot 1,25 + 0,3 \cdot 0,63 )$			$= 1,39$ kN/m'



**materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren** onderdeel

sterkteklasse	<b>naaldhout C18</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
materiaal	<b>gezaagd hout</b>	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_{t1} =$ 1,16 -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_{t2} =$ 1,00 -
houthoogte	h= <b>271</b> mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,80 middellang
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,65 middellang
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= <b>middellang</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,60 blijvend
belastingduurklasse alleen permanent	= <b>blijvend</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,50 blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= <b>nee</b> -	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL		
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>		

**unity-checks**

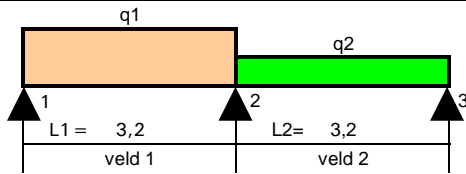
ULS	buiging	0,52	dwarskracht	0,26	stabiliteit	0,52	SLS	$u_{eind}$	0,23	$u_{bij}$	0,22
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

**materiaal- en profielgegevens** onderdeel

			$f_{x;d} =$	$k_t$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	<b>middellang</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$		1,00	1,00	0,80	18	/	1,30	= <b>11,08</b>	8,31
treksterkte	$f_{t;0;k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,80	11	/	1,30	= <b>7,86</b>	5,90	
treksterkte	$f_{t;90;k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$			0,65	0,4	/	1,30	= <b>0,20</b>	0,15	
druksterkte	$f_{c;0;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$			0,80	18	/	1,30	= <b>11,08</b>	8,31	
druksterkte	$f_{c;90;k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$			0,80	2,2	/	1,30	= <b>1,35</b>	1,02	
schuifsterkte	$f_{v;k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,80	3,4	/	1,30	= <b>2,09</b>	1,57	
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean;k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000	
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u;d}$			0,80	9000	/	1,30	= <b>5538</b>	4154	
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560	
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90,mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300	
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90,mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300	
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$			1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000	
traagheidsmoment	$I_y =$ <b>1</b> * $1/12$ bh <sup>3</sup>	=	1	$1/12$	71	$271^3$	=	11776	$10^4$ mm <sup>4</sup>		
traagheidsmoment	$I_z =$ <b>1</b> * $1/12$ hb <sup>3</sup>	=	1	$1/12$	271	$71^3$	=	808	$10^4$ mm <sup>4</sup>		
weerstandsmoment	$W_y =$ <b>1</b> * $1/6$ bh <sup>2</sup>	=	1	$1/6$	71	$271^2$	=	869,1	$10^3$ mm <sup>3</sup>		
weerstandsmoment	$W_z =$ <b>1</b> * $1/6$ hb <sup>2</sup>	=	1	$1/6$	271	$71^2$	=	227,7	$10^3$ mm <sup>3</sup>		
oppervlak	A= <b>1</b> *bh	=	1		71	271	=	192,4	$10^2$ mm <sup>2</sup>		
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{(I_y / A)}$	=	$\sqrt{}$	(	11776	/	192	) =	78,2	mm	
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{(I_z / A)}$	=	$\sqrt{}$	(	808	/	192	) =	20,5	mm	

## resultaten mechanica berekeningen

onderdeel



alle steunpunten blijven op druk

### EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
6.10 veld 1 volbelast	4,18	1,58	-5,5	7,8	-3,7	1,4	5,5	11,5	1,4
6.10 veld 2 volbelast	1,58	4,18	-1,4	3,7	-7,8	5,5	1,4	11,5	5,5

### STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
G <sub>k,i</sub>	1,75	1,75	-2,1	3,5	-3,5	2,1	2,1	7,0	2,1
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	1,50	1,50	-1,8	3,0	-3,0	1,8	1,8	6,0	1,8
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	1,50	0,00	-2,1	2,7	-0,3	-0,3	2,1	3,0	-0,3
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,00	1,50	0,3	0,3	-2,7	2,1	-0,3	3,0	2,1
k <sub>def</sub> * (G <sub>k,i</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	1,39	1,39	-1,7	2,8	-2,8	1,7	1,7	5,6	1,7
6.10.a (volbelast)	3,14	3,14	-3,8	6,3	-6,3	3,8	3,8	12,6	3,8
6.10.b (volbelast)	3,92	3,92	-4,7	7,8	-7,8	4,7	4,7	15,7	4,7
6.10.a (veld 1 volbelast)	3,14	1,58	-4,1	6,0	-3,5	1,6	4,1	9,4	1,6
6.10.b (veld 1 volbelast)	3,92	1,58	-5,2	7,4	-3,6	1,4	5,2	11,0	1,4
6.10.a (veld 2 volbelast)	1,58	3,14	-1,6	3,5	-6,0	4,1	1,6	9,4	4,1
6.10.b (veld 2 volbelast)	1,58	3,92	-1,4	3,6	-7,4	5,2	1,4	11,0	5,2
<b>maatgevende waarden</b>			V <sub>Ed</sub> =	<b>7,8</b>		kN	R <sub>Ed</sub> =	<b>15,7</b>	kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M <sub>veld,max</sub> (m)		vervorming (mm)	
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1,2</sub>	M <sub>2,3</sub>	uit R <sub>1</sub>	uit R <sub>2</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>
G <sub>k,i</sub>	0,0	-2,2	0,0	1,3	1,3	1,20	2,00	0,9	0,9
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	0,0	-1,9	0,0	1,1	1,1	1,20	2,00	0,8	0,8
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	0,0	-1,0	0,0	1,5	0,0	1,40	n.v.t.	1,4	-0,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,0	-1,0	0,0	0,0	1,5	n.v.t.	1,80	-0,6	1,4
k <sub>def</sub> * (G <sub>k,i</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	0,0	-1,8	0,0	1,0	1,0	1,20	2,00	0,7	0,7
6.10.a (volbelast)	0,0	-4,0	0,0	2,3	2,3	1,20	2,00		
6.10.b (volbelast)	0,0	-5,0	0,0	2,8	2,8	1,20	2,00		
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-3,0	0,0	2,7	0,8	1,30	2,20		
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-3,5	0,0	3,4	0,6	1,32	2,30		
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-3,0	0,0	0,8	2,7	1,00	1,90		
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-3,5	0,0	0,6	3,4	0,90	1,88		
<b>maatgevende waarden</b>	M <sub>Ed,st</sub> =	<b>5,0</b>	kNm	M <sub>Ed,v</sub> =	<b>3,4</b>		kNm		

## toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

onderdeel

combinatie	=	alles volbelast		veld 1 volbelast		veld 2 volbelast	
		u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>
u <sub>on</sub>	= G <sub>k,i</sub>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
u <sub>elastisch</sub>	= Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	0,8	0,8	1,4	-0,6	-0,6	1,4
u <sub>kruip</sub>	= k <sub>def</sub> * (G <sub>k,i</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
u <sub>zeeg</sub>	= volgens opgave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
u <sub>eind</sub>	= u <sub>on</sub> + u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub> + u <sub>zeeg</sub>	2,4	2,4	3,0	1,0	1,0	3,0
u <sub>bij</sub>	= u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub>	1,5	1,5	2,1	0,1	0,1	2,1
u <sub>eind,toe</sub>	= u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
u.C.	= u <sub>eind</sub> / u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	0,19	0,19	0,23	0,08	0,08	0,23
u <sub>bij,toe</sub>	= u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
u.C.	= u <sub>bij</sub> / u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	0,15	0,15	0,22	0,01	0,01	0,22



**toetsingen uiterste grenstoestand**

onderdeel

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting  $M_{Ed,y} = 5,01 \text{ kNm}$   $W_y = 869 \text{ cm}^3$   $f_{m,y;d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$   $b = 71 \text{ mm}$   
 $h = 271 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y;d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{5,01 \cdot 10^6}{869 \cdot 10^3} = 5,8 \text{ N/mm}^2$$

6.11 unity-check  $\sigma_{m,y;d} / f_{m,y;d} = 5,8 / 11,1 = 0,52$

**art. 6.1.7 dwarskracht**

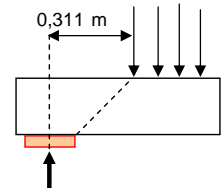
oplegbreedte ondersteuning  $b_r = 80 \text{ mm}$   $f_{v;d} = 2,09 \text{ N/mm}^2$   $b = 71 \text{ mm}$   
 rekenwaarde q-last op balk  $q_d = 3,14 \text{ kN/m}^2$   $h = 271 \text{ mm}$   
 niet gereduceerde dwarskracht  $V = 7,8 \text{ kN}$

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,271) \cdot 3,14 = 0,98 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 7,83 - 0,98 = 6,86 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 6,86}{2 \cdot 0,071 \cdot 0,271} = 0,53 \text{ N/mm}^2$$

6.13 unity-check  $\tau_d / f_{v;d} = 0,53 / 2,09 = 0,26$



**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

6.33  $\sigma_{m;d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 5,8 / (1,00 \cdot 11,1) = 0,52$

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

drukkraft  $N_{Ed} = 0 \text{ kN}$   $W_y = 869 \text{ cm}^3$   $f_{c;0;k} = 18,0 \text{ N/mm}^2$   $b = 71 \text{ mm}$   
 moment  $M_{y;Ed} = 5,0 \text{ kNm}$   $A = 192,4 \text{ cm}^2$   $f_{c;0;d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$   $h = 271 \text{ mm}$   
 staaf lengte z-richting, ongesteund  $l_z = 1000 \text{ mm}$   $f_{m;k} = 18 \text{ N/mm}^2$   $I_z = 808 \text{ cm}^4$   
 elasticiteitsmodulus  $E_{0,05} = 6000 \text{ N/mm}^2$   $f_{m,y;d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$   $i_z = 20,5 \text{ mm}$   
 elasticiteitsmodulus  $E_{0,mean;d} = 9000 \text{ N/mm}^2$   $\lambda_z = 48,8$   
 glijdingsmodulus  $G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375 \text{ N/mm}^2$  modificatiefactor vervorming  $K_{def} = 0,6$   
 factor quasi-blijvende belasting  $\psi_2 = 0,3$  factor voor rechtheid (6.29)  $\beta_c = 0,2$   
 balk- en belastingtype **2 steunpunten + q-last**  
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
 wijze van steunen **gesteund**

druk  $\sigma_{c;0;d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 192,4 \cdot 10^2 = 0,0 \text{ N/mm}^2$   
 buiging y  $\sigma_{m,y;d} = M_{y;Ed} / W_y = 5,01 \cdot 10^6 / 869 \cdot 10^3 = 5,8 \text{ N/mm}^2$

2.10  $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,6) = 5085 \text{ N/mm}^2$   
 2.11  $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,6) = 318 \text{ N/mm}^2$

6.30  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m;k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 60,4} = 0,55$

**bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven**

6.31  $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$   
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 808 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2701,6 \cdot 10^4) / (1442 \cdot 869 \cdot 10^3)} = 55,6 \text{ N/mm}^2$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede  
 6.32  $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h l_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (271 \cdot 1442) = 60,4 \text{ N/mm}^2$   
 rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 60,4 \text{ N/mm}^2$



**bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)**

$$\sigma_{m,crit} = \left( G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3.2 h^2 I_z / L_{ef}^2 \right) 4 * E_{0,05} / (b h^3)$$

$$\sigma_{m,crit} = ( 2701,6 \cdot 10^4 / 16 + 3.2 \cdot 271^2 \cdot 808 \cdot 10^4 / ( 1442^2 ) ) 4 * 6000 / ( 71 \cdot 271^3 )$$

$$\sigma_{m,crit} = 44,2 \text{ N/mm}^2$$

met  $I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0.63 b/h + 0.525 (b/h)^5 \}$   
 $I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 271 \{ 1 - 0.63 \cdot 71 / 271 + 0.525 ( 71 / 271 )^5 \} 10^{-4} = 2701,6 \text{ cm}^4$   
 en  $I_{ef} = a * I_z + n * h = 0,9 \cdot 1000 + 2 \cdot 271 = 1442 \text{ mm}$

6.22  $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi * \sqrt{ (f_{c,0,k} / E_{0,05}) } = 48,8 / \pi * \sqrt{ ( 18,0 / 6000 ) } = 0,851 -$

6.26  $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{ (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2) } \} = 1 / \{ 0,92 + \sqrt{ ( 0,92^2 - 0,851^2 ) } \} = 0,79$

6.26  $k_z = 0.5 ( 1 + \beta_c ( \lambda_{rel,z} - 0.3 ) + \lambda_{rel,z}^2 ) = 0.5 ( 1 + 0,2 ( 0,851 - 0.3 ) + 0,851^2 ) = 0,92$

6.34  $k_{crit} = 1$  als  $\lambda_{rel,m} \leq 0.75$   $k_{crit} = 1 = 1,00$

$k_{crit} = 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m}$  als  $0.75 < \lambda_{rel,m} \leq 1.4$   $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,55 = 1,15$

$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$  als  $1.4 < \lambda_{rel,m}$   $k_{crit} = 1 / 0,55^2 = 3,35$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt  $k_{crit} = 1,0$  maatgevende waarde  $k_{crit} = 1,00 -$

6.33  $\sigma_{m,d} / ( k_{crit} f_{m,d} ) = 5,8 / ( 1,00 \cdot 11,1 ) = 0,52$

**opmerking**