



## houten ligger op 2 steunpunten belast door een q- en twee F-lasten

**71 x 221**

naaldhout C18

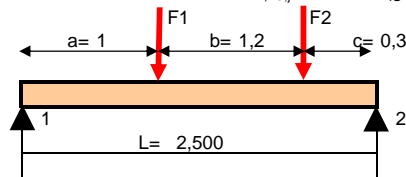
werk = **werk**  
 werknummer = **werknummer**  
 onderdeel = **onderdeel**

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	$\psi_i =$ 1,00	-	formule 6.10.a en b	$\xi \gamma_{G,j} =$ 1,08	-
belastingcombinatie	<b>eg + vloerbelasting</b>			$\gamma_{Q,1} =$ 1,35	-
liggerlengte	L=	<b>2,5</b>	m	$\gamma_{Q,i} =$ 1,35	-
staaf lengte z-richting, ongesteund	L <sub>z</sub> =	<b>2,5</b>	m	$\gamma_{G,j} =$ 0,90	(gunstig)
aangrijpingspunt belasting	<b>aan drukzijde</b>				
wijze van steunen	<b>gesteund</b>				
aangrijpingspunt van steunen	<b>aan drukzijde</b>				
toelaatbare einddoorbuiging	1:	<b>250</b>	* L		
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1:	<b>333</b>	* L		
toegepaste zeeg		<b>0</b>	mm		



## belastingen en combinaties

onderdeel

### q1:

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>3</b>	kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	3	=	3,00	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	3,00	+	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	3,00	+	1,35 1,50 =
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b>	-	EQU	1,10	$G_{k,j}$	+	1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b>	-	6.10:	1,10	3,00	+	1,50 1,50 =
			EQU en STR/GEO	$0,9 G_{k,j}$	=	0,9 3,00 =	2,70 kN/m'
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$	=	( 1,5 - 0,75 ) / ( 1 - 0,4 )	=	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	=	1,5 - 1,25	) / 0,4	=	0,63 kN/m'
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	=	0,60 ( 3,00 + 0,3 1,25 + 0,3 0,63 )	=	0,9 3,00	=	0,9 3,00	= 2,14 kN/m'

### F1

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>1,5</b>	kN	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,5	=	1,50	kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>1,5</b>	kN	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>0,75</b>	kN	6.10.a:	1,22	1,50	+	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	1,50	+	1,35 1,50 =
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b>	-	EQU	1,10	$G_{k,j}$	+	1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b>	-	6.10:	1,10	1,50	+	1,50 1,50 =
plaats puntlast vanaf steunpunt 1 (links)	a=	<b>1</b>	m	EQU en STR/GEO	$0,9 G_{k,j}$	=	0,9 1,50 =
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$	=	( 1,5 - 0,75 ) / ( 1 - 0,4 )	=	1,5 - 0,75	) / ( 1 - 0,4 )	=	1,25 kN
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$	=	( 1,5 - 1,25 ) / 0,4	=	1,5 - 1,25	) / 0,4	=	0,63 kN
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	=	0,60 ( 1,50 + 0,3 1,25 + 0,3 0,63 )	=	0,9 1,50	=	0,9 1,50	= 1,24 kN

### F2:

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>2,5</b>	kN	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	2,5	=	2,50	kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>1,5</b>	kN	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>0,75</b>	kN	6.10.a:	1,22	2,50	+	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	2,50	+	1,35 1,50 =
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b>	-	EQU	1,10	$G_{k,j}$	+	1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b>	-	6.10:	1,10	2,50	+	1,50 1,50 =
afstand van F1 tot F2	b=	<b>1,2</b>	m	EQU en STR/GEO	$0,9 G_{k,j}$	=	0,9 2,50 =
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$	=	( 1,5 - 0,75 ) / ( 1 - 0,4 )	=	1,5 - 0,75	) / ( 1 - 0,4 )	=	1,25 kN
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$	=	( 1,5 - 1,25 ) / 0,4	=	1,5 - 1,25	) / 0,4	=	0,63 kN
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	=	0,60 ( 2,50 + 0,3 1,25 + 0,3 0,63 )	=	0,9 2,50	=	0,9 2,50	= 1,84 kN

### materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren

onderdeel

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h =$ 1,16 -
houtbreedte	b= 71 mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h =$ 1,00 -
houthoogte	h= 221 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,90 kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,80 kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,60 blijvend
belastingduurklasse alleen permanent	= blijvend	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,50 blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= nee	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -
factor voor volume-effect	s= 0,12 bij LVL		
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	= 6.32		

#### unity-checks

ULS	buiging	0,93	dwarskracht	0,45	stabiliteit	0,93	SLS	$u_{eind}$	0,93	$u_{bij}$	0,71
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

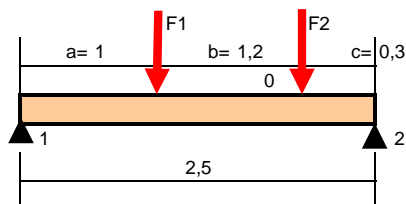
### materiaal- en profielgegevens

onderdeel

		$f_{x;d} =$	$k_i$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$		kort	blijvend
buigsterkte	$f_{m,k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$		1,00	0,90	18	/	1,30	=	12,46	8,31
treksterkte	$f_{t;0,k}$ 11 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0,d}$	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30	=	8,84	5,90
treksterkte	$f_{t;90,k}$ 0,4 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90,d}$			0,80	0,4	/	1,30	=	0,25	0,15
druksterkte	$f_{c;0,k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0,d}$			0,90	18	/	1,30	=	12,46	8,31
druksterkte	$f_{c;90,k}$ 2,2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90,d}$			0,90	2,2	/	1,30	=	1,52	1,02
schuifsterkte	$f_{v,k}$ 3,4 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$			0,90	3,4	/	1,30	=	2,35	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ 9000 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d}$			1,00	9000	/	1,00	=	9000	9000
volumieke massa	$\rho_k$ 320 kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d}$			0,90	9000	/	1,30	=	6231	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ 560 N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	=	560	560
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90,mean,k}$ 300 N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$			1,00	300	/	1,00	=	300	300
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90,mean,k}$ 300 N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$			1,00	300	/	1,00	=	300	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ 6000 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d}$			1,00	6000	/	1,00	=	6000	6000
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	71	221 <sup>3</sup>		=	6386	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} hb^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	221	71 <sup>3</sup>		=	659	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} bh^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	71	221 <sup>2</sup>		=	578,0	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} hb^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	221	71 <sup>2</sup>		=	185,7	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 \cdot bh$		=	1		71	221		=	156,9	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{}$		( 6386 / 157 )		=	63,8	mm	
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{}$		( 659 / 157 )		=	20,5	mm	

### resultaten mechanica berekeningen

onderdeel



belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1:	F1	F2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$R_1$	$R_2$
$G_{k,i}$	3,00	1,50	2,50	-5,0	6,6	5,0	6,6
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	1,50	1,50	1,50	-3,0	3,8	3,0	3,8
$k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	2,14	1,24	1,84	-3,6	4,8	3,6	4,8
ULS(1) 6.10.a	4,66	2,84	4,05	-8,0	10,5	8,0	10,5
ULS(2) 6.10.b	5,27	3,65	4,73	-9,3	12,2	9,3	12,2

#### maatgevende waarden

$V_{Ed} =$  12,21 kN

$R_{Ed} =$  12,21 kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)
	$M_1$	$M_2$	$M_{1,2}$	uit $R_1$	$u_{1,2}$
$G_{k,i}$	0,0	0,0	3,5	1,15	4,0
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	0,0	0,0	2,2	1,00	2,4
$k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	0,0	0,0	2,6	1,12	2,9
ULS(1) 6.10.a	0,0	0,0	5,7	1,11	
ULS(2) 6.10.b	0,0	0,0	6,7	1,08	

#### maatgevende waarden

$M_{Ed,st} =$  0,0 kNm

$M_{Ed,v} =$  6,7 kNm

### toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

onderdeel

combinatie	=	eg + vloerbelasting
veld	=	U <sub>1,2</sub>
U <sub>on</sub>	=	G <sub>k,i</sub> = 4,0
U <sub>elastisch</sub>	=	Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> = 2,4
U <sub>kruip</sub>	=	k <sub>def</sub> * (G <sub>k1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> ) = 2,9
U <sub>zeeg</sub>	=	volgens opgave = 0,0
U <sub>eind</sub>	=	U <sub>on</sub> + U <sub>elastisch</sub> + U <sub>kruip</sub> + U <sub>zeeg</sub> = 9,3
U <sub>eind,toe</sub>	=	U <sub>eind,toelaatbaar</sub> = 10,0
U.C.	=	U <sub>eind</sub> / U <sub>eind,toelaatbaar</sub> = 0,93
U <sub>bij</sub>	=	U <sub>elastisch</sub> + U <sub>kruip</sub> = 5,3
U <sub>bij,toe</sub>	=	U <sub>bij,toelaatbaar</sub> = 7,5
U.C.	=	U <sub>bij</sub> / U <sub>bij,toelaatbaar</sub> = 0,71

### toetsingen uiterste grenstoestand

onderdeel

#### art. 6.1.6 enkele buiging

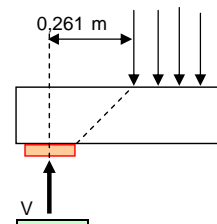
moment in y-richting	M <sub>Ed,y</sub> =	6,7	kNm	W <sub>y</sub> =	578	cm <sup>3</sup>	f <sub>m,y;d</sub> =	12,5	N/mm <sup>2</sup>	b=	71	mm	
										h=	221	mm	
	σ <sub>m,y;d</sub> =	M <sub>Ed,y</sub>	/	W <sub>y</sub>	=	6,7	10 <sup>6</sup>	/	578	10 <sup>3</sup>	=	11,6	N/mm <sup>2</sup>
6.11	unity-check	σ <sub>m,y;d</sub>	/	f <sub>m,y;d</sub>	=	11,6		/	12,5		=	0,93	-

#### art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning	b <sub>r</sub> =	80	mm	f <sub>v;d</sub> =	2,35	N/mm <sup>2</sup>	b=	71	mm
rekenwaarde q-last op balk	q <sub>d</sub> =	4,66	kN/m'				h=	221	mm
niet gereduceerde dwarskracht	V=	12,2	kN						

V <sub>red</sub> =	(0,5 b <sub>r</sub> +h) * q <sub>d</sub>	=	(0,5	0,08	+	0,221	) *	4,66	=	1,22	kN
V <sub>Ed</sub> =	V - V <sub>red</sub>	=	12,21	-	1,22				=	10,99	kN
τ <sub>d</sub> =	3 V <sub>Ed</sub> / 2bh	=	3	10,99	1000				=	1,05	N/mm <sup>2</sup>

6.13	unity-check		=	τ <sub>d</sub>	/	f <sub>v;d</sub>	=	1,05	/	2,35	=	0,45	-
------	-------------	--	---	----------------	---	------------------	---	------	---	------	---	------	---



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

6.33	σ <sub>m;d</sub> / (k <sub>krit</sub> f <sub>m;d</sub> )	=	11,6	/	(	1,00	12,5	)	=	0,93	-
------	--	---	------	---	---	------	------	---	---	------	---

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

druk	N <sub>Ed</sub> =	0	kN	W <sub>y</sub> =	578	cm <sup>3</sup>	f <sub>c;0;k</sub> =	18,0	N/mm <sup>2</sup>	b=	71	mm
moment	M <sub>y;Ed</sub> =	6,7	kNm	A=	156,9	cm <sup>2</sup>	f <sub>c;0;d</sub> =	12,5	N/mm <sup>2</sup>	h=	221	mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	l <sub>z</sub> =	2500	mm				f <sub>m;k</sub> =	18	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> =	659	cm <sup>4</sup>
elasticiteitsmodulus	E <sub>0,05</sub> =	6000	N/mm <sup>2</sup>				f <sub>m,y;d</sub> =	12,5	N/mm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> =	20,5	mm
elasticiteitsmodulus	E <sub>0,mean,d</sub> =	9000	N/mm <sup>2</sup>							λ <sub>z</sub> =	122,0	-
glijdingsmodulus	G <sub>0,05</sub> =E <sub>0,05</sub> / 16=	375	N/mm <sup>2</sup>				modificatiefactor vervorming			K <sub>def</sub> =	0,6	-
factor quasi-blijvende belasting	ψ <sub>2</sub> =	0,3	-				factor voor rechtheid (6.29)			β <sub>c</sub> =	0,2	-
balk- en belastingtype		2 steunpunten + q-last										
aangrijpingspunt belasting		aan drukzijde										
wijze van steunen		gesteund										

druk	σ <sub>c;0;d</sub> =N <sub>Ed</sub> / A	=	0	10 <sup>3</sup>	/	156,9	10 <sup>2</sup>	=	0,0	N/mm <sup>2</sup>
buiging y	σ <sub>m,y;d</sub> =M <sub>y;Ed</sub> / W <sub>y</sub>	=	6,7	10 <sup>6</sup>	/	578	10 <sup>3</sup>	=	11,6	N/mm <sup>2</sup>

2.10	E <sub>0,05,fin</sub> = E <sub>0,05</sub> / (1 + ψ <sub>2</sub> k <sub>def</sub> )	=	6000	/	(	1	+	0,30	0,60	) =	5085	N/mm <sup>2</sup>
------	--	---	------	---	---	---	---	------	------	-----	------	-------------------

2.11	G <sub>0,05,fin</sub> = G <sub>0,05</sub> / (1 + ψ <sub>2</sub> k <sub>def</sub> )	=	375	/	(	1	+	0,30	0,60	) =	318	N/mm <sup>2</sup>
------	--	---	-----	---	---	---	---	------	------	-----	-----	-------------------



$$6.30 \quad \lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{(18 / 39,7)} = 0,67$$

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

$$6.31 \quad \sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 659 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2107,7 \cdot 10^4) / (2692 \cdot 578 \cdot 10^3)} = 35,7 \text{ N/mm}^2$$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

$$6.32 \quad \sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (221 \cdot 2692) = 39,7 \text{ N/mm}^2$$

rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 39,7 \text{ N/mm}^2$

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

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

$$\sigma_{m,crit} = (2107,7 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 221^2 \cdot 659 \cdot 10^4 / 2692^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 221^3)$$

$$\sigma_{m,crit} = 45,7 \text{ N/mm}^2$$

met  $I_{tor} = 1/3 b^3 h \{ 1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5 \}$

$$I_{tor} = 1/3 \cdot 71^3 \cdot 221 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 221 + 0,525 (71 / 221)^5 \} \cdot 10^4 = 2107,7 \text{ cm}^4$$

en  $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 2500 + 2 \cdot 221 = 2692 \text{ mm}^4$

$$6.22 \quad \lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})} = 122,0 / \pi \sqrt{(18,0 / 6000)} = 2,127$$

$$6.26 \quad k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)} \} = 1 / \{ 2,94 + \sqrt{(2,94^2 - 2,127^2)} \} = 0,20$$

$$6.28 \quad k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (2,127 - 0,3) + 2,127^2) = 2,94$$

$$6.34 \quad k_{crit} = 1 \text{ als } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1 = 1,00$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} \text{ als } 0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,67 = 1,05$$

$$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2 \text{ als } 1,4 < \lambda_{rel,m} \quad k_{crit} = 1 / 0,67^2 = 2,20$$

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

$$6.33 \quad \sigma_{m,d} / (k_{crit} f_{m,d}) = 11,6 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,93$$

**opmerking**