



ligger op 3 steunpunten met scharnier in veld 2 , houten balk :

71 x 171
 naaldhout C18

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

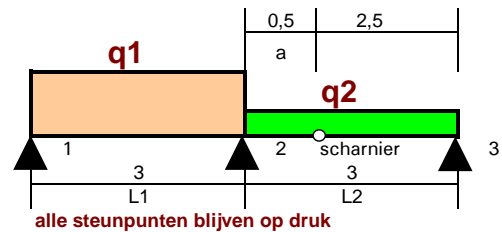
toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw** ontwerplevensduur = 50 jaar
 ontwerplevensduur klasse = **3** toepassing: gebouwen en andere gewone constructies
 gevolgklasse CC = **CC1** **belastingfactoren**
 correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi =$ **0,89** formule 6.10.a

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	$\psi_f =$ 1,00 -	formule 6.10.a en b	$\xi \gamma_{G,j} =$ 1,08 -
liggerlengte	L1 = 3 m		$\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
liggerlengte	L2 = 3 m		$\gamma_{Q,i} =$ 1,35 -
plaats scharnier tot R2	a = 0,5 m		$\gamma_{G,j} =$ 0,90 (gunstig)
staaf lengte z-richting, ongesteund	Lz = 0,6 m		

aangrijpingspunt 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 mm
 toegepaste zeeg veld 2 mm



alle steunpunten blijven op druk

belastingen en combinaties onderdeel

q1:

permanente belasting	$G_{k,j} =$ 1 kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1	=	1,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ 1,5 kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ 0,75 kN/m	6.10.a:	1,22	1	+	1,35 0,75 = 2,23 kN/m'
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} =$ 0,4 -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor ΣQ_{ki}	$\psi_{0,i} =$ 0,4 -	6.10.b:	1,08	1	+	1,35 1,5 = 3,11 kN/m'
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} =$ 0,3 -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor ΣQ_{ki}	$\psi_{2,i} =$ 0,3 -	6.10:	1,1	1	+	1,5 1,5 = 3,35 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9 1 = 0,90 kN/m'
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$					=	(1,5 - 0,75) / (1 - 0,4) = 1,25 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 (1,00 + 0,3 1,25 + 0,3 0,63) = 0,94 kN/m'

q2:

permanente belasting	$G_{k,j} =$ 1 kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1	=	1,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ 1,5 kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ 0,75 kN/m	6.10.a:	1,22	1	+	1,35 0,75 = 2,23 kN/m'
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} =$ 0,4 -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor ΣQ_{ki}	$\psi_{0,i} =$ 0,4 -	6.10.b:	1,08	1	+	1,35 1,5 = 3,11 kN/m'
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} =$ 0,3 -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor ΣQ_{ki}	$\psi_{2,i} =$ 0,3 -	6.10:	1,1	1	+	1,5 1,5 = 3,35 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9 1 = 0,90 kN/m'
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$					=	(1,5 - 0,75) / (1 - 0,4) = 1,25 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 (1,00 + 0,3 1,25 + 0,3 0,63) = 0,94 kN/m'



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	$k_{h1} =$ 1,00 -
houthoogte	h= 171 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		

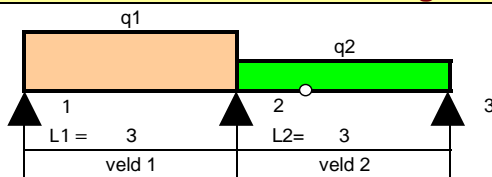
unity-checks

ULS	buiging	0,73	dwarskracht	0,26	stabiliteit	0,73	SLS	u_{eind}	0,76	u_{bij}	0,75
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

materiaal- en profielgegevens onderdeel

			$f_{x;d} =$	k_t	k_h	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M		kort	blijvend
buigsterkte	$f_{m;k}$	18 N/mm ²	$f_{m;d}$	1,00	1,00	0,90	18	/	1,30	=	12,46	8,31
treksterkte	$f_{t;0;k}$	11 N/mm ²	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30	=	8,84	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k}$	0,4 N/mm ²	$f_{t;90;d}$			0,80	0,4	/	1,30	=	0,25	0,15
druksterkte	$f_{c;0;k}$	18 N/mm ²	$f_{c;0;d}$			0,90	18	/	1,30	=	12,46	8,31
druksterkte	$f_{c;90;k}$	2,2 N/mm ²	$f_{c;90;d}$			0,90	2,2	/	1,30	=	1,52	1,02
schuifsterkte	$f_{v;k}$	3,4 N/mm ²	$f_{v;d}$			0,90	3,4	/	1,30	=	2,35	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean;k}$	9000 N/mm ²	$E_{0,mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	=	9000	9000
volumieke massa	ρ_k	320 kg/m ³	$E_{0;u;d}$			0,90	9000	/	1,30	=	6231	4154
glijdingsmodulus	G_k	560 N/mm ²	G_d			1,00	560	/	1,00	=	560	560
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90,mean;k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	300	300
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90,mean;k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	300	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$	6000 N/mm ²	$E_{0,05;d}$			1,00	6000	/	1,00	=	6000	6000
traagheidsmoment	$I_y =$	1 * $1/12 bh^3$	=	1	$1/12$	71	171^3	=	2958	$10^4 mm^4$		
traagheidsmoment	$I_z =$	1 * $1/12 hb^3$	=	1	$1/12$	171	71^3	=	510	$10^4 mm^4$		
weerstandsmoment	$W_y =$	1 * $1/6 bh^2$	=	1	$1/6$	71	171^2	=	346,0	$10^3 mm^3$		
weerstandsmoment	$W_z =$	1 * $1/6 hb^2$	=	1	$1/6$	171	71^2	=	143,7	$10^3 mm^3$		
oppervlak	$A =$	1 * bh	=	1		71	171	=	121,4	$10^2 mm^2$		
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{(I_y / A)}$		=	$\sqrt{}$		(2958 /	121)	=	49,4	mm		
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{(I_z / A)}$		=	$\sqrt{}$		(510 /	121)	=	20,5	mm		

resultaten mechanieberekeningen onderdeel



alle steunpunten blijven op druk

EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)					reactie (kN)		
	q1	q2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	$V_{3,2}$	V_{schar}	R_1	R_2	R_3
6.10 veld 1 volbelast	3,35	0,90	-4,8	5,3	-1,6	1,1	-1,1	4,8	6,8	1,1
6.10 veld 2 volbelast	0,90	3,35	-0,5	2,2	-5,9	4,2	-4,2	0,5	8,1	4,2

STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)					reactie (kN)		
	q1	q2	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	V _{3,2}	V _{schar}	R ₁	R ₂	R ₃
G _{k,i}	1,00	1,00	-1,3	1,8	-1,8	1,3	-1,3	1,3	3,5	1,3
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	1,50	1,50	-1,9	2,6	-2,6	1,9	-1,9	1,9	5,3	1,9
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1)	1,50	0,90	-2,0	2,5	-1,6	1,1	-1,1	2,0	4,1	1,1
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2)	0,90	1,50	-1,0	1,7	-2,6	1,9	-1,9	1,0	4,4	1,9
k _{def} * (G _{k,i} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	0,94	0,94	-1,2	1,6	-1,6	1,2	-1,2	1,2	3,3	1,2
6.10.a (volbelast)	2,23	2,23	-2,8	3,9	-3,9	2,8	-2,8	2,8	7,8	2,8
6.10.b (volbelast)	3,11	3,11	-3,9	5,4	-5,4	3,9	-3,9	3,9	10,9	3,9
6.10.a (veld 1 volbelast)	2,23	0,90	-3,1	3,6	-1,6	1,1	-1,1	3,1	5,1	1,1
6.10.b (veld 1 volbelast)	3,11	0,90	-4,4	4,9	-1,6	1,1	-1,1	4,4	6,5	1,1
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,90	2,23	-0,8	1,9	-3,9	2,8	-2,8	0,8	5,8	2,8
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,90	3,11	-0,6	2,1	-5,4	3,9	-3,9	0,6	7,6	3,9
maatgevende waarden			5,4	kN				R _{Ed} =	10,9	kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M _{veld,max} (m)		vervorming (mm)		
	M ₁	M ₂	M ₃	M _{1,2}	M _{2,3}	uit R ₁	uit R ₂	u _{1,2}	u _{2,3}	u _{schar}
G _{k,i}	0,0	-0,8	0,0	0,8	0,8	1,25	1,75	2,4	1,7	-0,5
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	0,0	-1,1	0,0	1,2	1,2	1,25	1,75	3,6	2,5	-0,7
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1)	0,0	-0,7	0,0	1,4	0,7	1,35	1,75	4,5	0,9	-1,7
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2)	0,0	-1,1	0,0	0,5	1,2	1,08	1,75	1,2	3,1	0,5
k _{def} * (G _{k,i} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	0,0	-0,7	0,0	0,7	0,7	1,25	1,75	2,2	1,6	-0,4
6.10.a (volbelast)	0,0	-1,7	0,0	1,7	1,7	1,25	1,75			
6.10.b (volbelast)	0,0	-2,3	0,0	2,4	2,4	1,25	1,75			
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-0,7	0,0	2,2	0,7	1,40	1,75			
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-0,7	0,0	3,2	0,7	1,43	1,75			
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-1,7	0,0	0,3	1,7	0,88	1,75			
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-2,3	0,0	0,2	2,4	0,64	1,75			
maatgevende waarden	M _{Ed,sl} =	2,3	kNm	M _{Ed,v} =	3,2	kNm				

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

onderdeel

belastinggevallen en combinaties

veld	=	alles volbelast			veld 1 volbelast			veld 2 volbelast		
		u _{1,2}	u _{2,3}	u _{schar}	u _{1,2}	u _{2,3}	u _{schar}	u _{1,2}	u _{2,3}	u _{schar}
u _{on}	= G _{k,i}	2,4	1,7	-0,5	2,4	1,7	-0,5	2,4	1,7	-0,5
u _{elastisch}	= Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	3,6	2,5	-0,7	4,5	0,9	-1,7	1,2	3,1	0,5
u _{kruip}	= k _{def} * (G _{k,i} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	2,2	1,6	-0,4	2,2	1,6	-0,4	2,2	1,6	-0,4
u _{zeeg}	= volgens opgave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
u _{eind}	= u _{on} + u _{elastisch} + u _{kruip} + u _{zeeg}	8,2	5,7	-1,6	9,1	4,1	-2,6	5,8	6,4	-0,4
u _{bij}	= u _{elastisch} + u _{kruip}	5,8	4,1	-1,2	6,7	2,4	-2,1	3,4	4,7	0,1
u _{eind,toe}	= u _{eind,toelaatbaar}	12,0	12,0		12,0	12,0		12,0	12,0	
u.C.	= u _{eind} / u _{eind,toelaatbaar}	0,68	0,48		0,76	0,34		0,48	0,53	
u _{bij,toe}	= u _{bij,toelaatbaar}	9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0	
u.C.	= u _{bij} / u _{bij,toelaatbaar}	0,64	0,45		0,75	0,27		0,38	0,52	

toetsingen uiterste grenstoestand

onderdeel

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting	M _{Ed,y} =	3,17	kNm	W _y =	346	cm ³	f _{m,y,d} =	12,5	N/mm ²	b=	71	mm	h=	171	mm
	σ _{m,y,d} =	M _{Ed,y}	/	W _y	=	3,17	10 ⁶	/	346	10 ³	=	9,1	N/mm ²		
6.11 unity-check	σ _{m,y,d}	/	f _{m,y,d}	=	9,1	/	12,5	=	0,73	-					

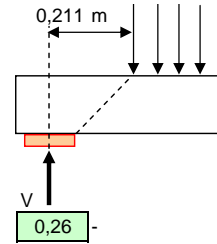
art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning	b _r =	80	mm	f _{v,d} =	2,35	N/mm ²	b=	71	mm
rekenwaarde q-last op balk	q _d =	2,23	kN/m ²	h=	171	mm			
niet gereduceerde dwarskracht	V=	5,4	kN						





$$\begin{aligned}
 V_{red} &= (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,171) \cdot 2,23 = 0,47 \text{ kN} \\
 V_{Ed} &= V - V_{red} = 5,44 - 0,47 = 4,97 \text{ kN} \\
 \tau_d &= 3 V_{Ed} / 2bh = \frac{3 \cdot 4,97}{2 \cdot 71 \cdot 171} = 0,61 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$



6.13 unity-check = $\tau_d / f_{v,d} = 0,61 / 2,35 = 0,26$ -

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

6.33 $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 9,1 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,73$ -

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

drukkraft	$N_{Ed} = 0$ kN	$W_y = 346$ cm ³	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm ²	$b = 71$ mm
moment	$M_{y,Ed} = 3,2$ kNm	$A = 121,4$ cm ²	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm ²	$h = 171$ mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 600$ mm		$f_{m,k} = 18$ N/mm ²	$I_z = 510$ cm ⁴
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000$ N/mm ²		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm ²	$i_z = 20,5$ mm
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000$ N/mm ²			$\lambda_z = 29,3$ -
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375$ N/mm ²		modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$ -
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0,3$ -		factor voor rechttheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde			
wijze van steunen	gesteund			

druk $\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 121,4 \cdot 10^2 = 0,0$ N/mm²
 buiging y $\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 3,165 \cdot 10^6 / 346 \cdot 10^3 = 9,1$ N/mm²

2.10 $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085$ N/mm²
 2.11 $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 318$ N/mm²

6.30 $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 156,4} = 0,34$ -

bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven

6.31 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}} / (I_{ef} W_y) = 135,9$ N/mm²
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 510 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 1519,7 \cdot 10^4)} / (882 \cdot 346 \cdot 10^3) = 135,9$ N/mm²

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

6.32 $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 156,4$ N/mm²
 rekenen met: $\sigma_{m,crit} = 156,4$ N/mm²

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

$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$
 $\sigma_{m,crit} = (1519,7 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 171^2 \cdot 510 \cdot 10^4) / (882^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 171^3) = 105,7$ N/mm²

met $I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5 \}$
 $I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 171 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 171 + 0,525 (71 / 171)^5 \} \cdot 10^{-4} = 1519,7$ cm⁴
 en $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 600 + 2 \cdot 171 = 882$ mm

6.22 $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 29,3 / \pi \sqrt{18,0 / 6000} = 0,510$ -

6.26 $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 0,65 + \sqrt{0,65^2 - 0,510^2} \} = 0,95$

6.28 $k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (0,510 - 0,3) + 0,510^2) = 0,65$

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 $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,34 = 1,31$
 $k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$ als $1,4 < \lambda_{rel,m}$ $k_{crit} = 1 / 0,34^2 = 8,69$
 als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt $k_{crit} = 1,0$ maatgevende waarde $k_{crit} = 1,00$ -

6.33 $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 9,1 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,73$ -

opmerking