



ligger op 2 steunpunten met een overstek , houten balk :

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

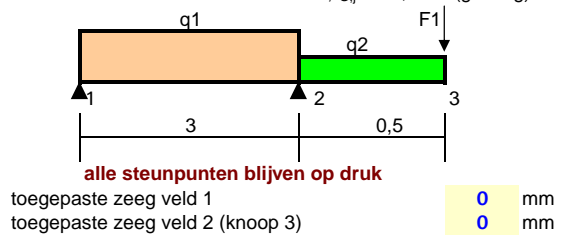
gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**

(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 -
 $\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
 $\gamma_{Q,i} =$ 1,35 -
 $\gamma_{G,j} =$ 0,90 (gunstig)

eg + vloerbelasting

liggerlengte L1= **3** m
 lengte overstek L2= **0,5** m
 staaflengte z-richting, ongesteund Lz= **3** m

aangrijpingspunt van de belasting **aan drukzijde**
 wijze van steunen **gesteund**
 aangrijpingspunt van de steunen **aan drukzijde**
 toelaatbare einddoorbuiging veld 1 1: **250** * L
 bijkomende doorbuiging veld 1 1: **333** * L
 toelaatbare einddoorbuiging uitkraging 1: **125** * L
 bijkomende doorbuiging uitkraging 1: **167** * L



toegepaste zeeg veld 1 **0** mm
 toegepaste zeeg veld 2 (knoop 3) **0** mm

belastingen en combinaties onderdeel

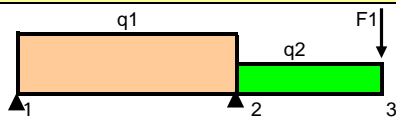
q1:

permanente belasting	$G_{k,j} =$ 1,75 kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1,75	=	1,75	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	1,75	+	1,35 0,75 = 3,14 kN/m'
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} =$ 0,4 -	STR/GEO $\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$	
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} =$ 0,4 -	6.10.b:	1,08	1,75	+	1,35 1,5 = 3,92 kN/m'
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} =$ 0,3 -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} =$ 0,3 -	6.10:	1,1	1,75	+	1,5 1,5 = 4,18 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 $G_{k,j}$	=	0,9	1,75 = 1,58 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		1,75	+	0,3	1,25 + 0,3 0,63 = 1,39 kN/m'

q2:

permanente belasting	$G_{k,j} =$ 2 kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	2	=	2,00	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	2	+	1,35 0,75 = 3,44 kN/m'
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} =$ 0,4 -	STR/GEO $\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$	
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} =$ 0,4 -	6.10.b:	1,08	2	+	1,35 1,5 = 4,19 kN/m'
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} =$ 0,3 -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} =$ 0,3 -	6.10:	1,1	2	+	1,5 1,5 = 4,45 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 $G_{k,j}$	=	0,9	2 = 1,80 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		2,00	+	0,3	1,25 + 0,3 0,63 = 1,54 kN/m'

resultaten mechanaberekeningen onderdeel



alle steunpunten blijven op druk

EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	R ₁	R ₂
6.10 overstek volbelast	1,58	4,45	4,5	-1,4	3,3	-6,7	1,4	10,0

STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	R ₁	R ₂
G _{k,j}	1,75	2,00	2,00	-2,2	3,0	-3,0	2,2	6,0
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	1,50	1,50	1,50	-1,9	2,6	-2,3	1,9	4,8
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1)	1,50	0,00	0,00	-2,3	2,3	0,0	2,3	2,3
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2)	0,00	1,50	1,50	0,3	0,3	-2,3	-0,3	2,6
k _{def} * (G _{k,j} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	1,39	1,54	1,54	-1,8	2,4	-2,3	1,8	4,7
6.10.a (alles volbelast)	3,14	3,44	3,44	-4,0	5,4	-5,2	4,0	10,6
6.10.b (alles volbelast)	3,92	4,19	4,19	-5,0	6,7	-6,3	5,0	13,0
6.10.a (veld 1 volbelast)	3,14	1,80	1,80	-4,3	5,1	-2,7	4,3	7,8
6.10.b (veld 1 volbelast)	3,92	1,80	1,80	-5,5	6,3	-2,7	5,5	9,0

maatgevende waarden

V_{Ed} = **6,7** kN R_{Ed} = **13,0** kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)	positie M _{veld,max} (m)	vervorming (mm)	
	M ₁	M ₂	M ₃			uit R ₁	u _{1,2}
G _{k,j}	0,0	-1,3	0,0	1,4	1,26	2,0	-0,5
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	0,0	-0,9	0,0	1,3	1,29	1,8	-0,5
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1)	0,0	0,0	0,0	1,7	1,50	2,8	-1,5
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2)	0,0	-0,9	0,0	#N/B	n.v.t.	-0,9	0,9
k _{def} * (G _{k,j} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	0,0	-1,0	0,0	1,1	1,27	1,6	-0,4
6.10.a (alles volbelast)	0,0	-2,2	0,0	2,5	1,27	3,7	
6.10.b (alles volbelast)	0,0	-2,6	0,0	3,2	1,28	4,6	
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-1,1	0,0	3,0	1,38	4,7	
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-1,1	0,0	3,9	1,40	6,1	

maatgevende waarden

M_{Ed,st} = **2,6** kNm M_{Ed,v} = **3,9** kNm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

combinatie	=	alles volbelast	veld volbelast	overstek volbelast
veld	=	u _{1,2} u ₃	u _{1,2} u ₃	u _{1,2} u ₃
u _{on} = G _{k,j}	=	2,0 -0,5	2,0 -0,5	2,0 -0,5
u _{elastisch} = Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	=	1,8 -0,5	2,8 -1,5	-0,9 0,9
u _{kruip} = k _{def} * (G _{k,j} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	=	1,6 -0,4	1,6 -0,4	1,6 -0,4
u _{zeeg} = volgens opgave	=	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
u _{eind} = u _{on} + u _{elastisch} + u _{kruip} + u _{zeeg}	=	5,4 -1,4	6,3 -2,3	2,7 0,1
u _{bij} = u _{elastisch} + u _{kruip}	=	3,4 -0,9	4,4 -1,9	0,7 0,6
u _{eind,toe} = u _{eind,toelaatbaar}	=	12,0 4,0	12,0 4,0	12,0 4,0
u.C. = u _{eind} / u _{eind,toelaatbaar}	=	0,45 0,34	0,53 0,58	0,22 0,03
u _{bij,toe} = u _{bij,toelaatbaar}	=	9,0 3,0	9,0 3,0	9,0 3,0
u.C. = u _{bij} / u _{bij,toelaatbaar}	=	0,38 0,30	0,48 0,62	0,08 0,19

toetsingen uiterste grenstoestand onderdeel

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting	M _{Ed,y} =	3,9 kNm	W _y =	578 cm ³	f _{m,y,d} =	14,3 N/mm ²	b =	71 mm
							h =	221 mm
	σ _{m,y,d} =	M _{Ed,y} / W _y	=	3,86 10 ⁶ /	578 10 ³		=	6,7 N/mm ²
6.11 unity-check	σ _{m,y,d} / f _{m,y,d}	=	6,7 /	14,3			=	0,47 -



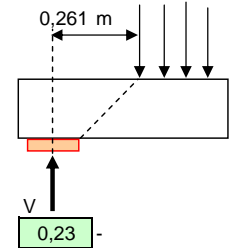
art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning	$b_r = 80$ mm	$f_{v,d} = 2,45$ N/mm ²	$b = 71$ mm
rekenwaarde q-last op balk	$q_d = 3,14$ kN/m'		$h = 221$ mm
niet gereduceerde dwarskracht	$V = 6,7$ kN		

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,221) \cdot 3,14 = 0,82 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 6,75 - 0,82 = 5,93 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2bh} = \frac{3 \cdot 5,93}{2 \cdot 71 \cdot 221} = 0,57 \text{ N/mm}^2$$



6.13 unity-check = $\tau_d / f_{v,d} = 0,57 / 2,45 = 0,23$ -

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

6.33 $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 6,7 / (1,00 \cdot 14,3) = 0,47$ -

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

drukkracht	$N_{Ed} = 0$ kN	$W_y = 578$ cm ³	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm ²	$b = 71$ mm
moment	$M_{y,Ed} = 3,9$ kNm	$A = 156,9$ cm ²	$f_{c,0,d} = 13,0$ N/mm ²	$h = 221$ mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 3000$ mm		$f_{m,k} = 18$ N/mm ²	$I_z = 659$ cm ⁴
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000$ N/mm ²		$f_{m,y,d} = 14,3$ N/mm ²	$i_z = 20,5$ mm
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000$ N/mm ²			$\lambda_z = 146,4$ -
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)	$\beta_c = 0,1$ -
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde			
wijze van steunen	gesteund			

druk $\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 156,9 \cdot 10^2 = 0,0$ N/mm²

buiging y $\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 3,9 \cdot 10^6 / 578 \cdot 10^3 = 6,7$ 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 $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 34,0} = 0,73$ -

bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven

6.31 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}} / (I_{ef} W_y)$
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{6000 \cdot 659 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2107,7 \cdot 10^4} / (3142 \cdot 578 \cdot 10^3) = 30,6$ N/mm²

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

6.32 $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (221 \cdot 3142) = 34,0$ N/mm²
 rekenen met: $\sigma_{m,crit} = 34,0$ N/mm²

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

$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$
 $\sigma_{m,crit} = (2107,7 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 221^2 \cdot 659 \cdot 10^4) / (3142^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 221^3)$
 $\sigma_{m,crit} = 44,5$ N/mm²

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

$I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 221 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 221 + 0,525 (71 / 221)^5 \} \cdot 10^{-4} = 2107,7$ cm⁴

en $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 3000 + 2 \cdot 221 = 3142$ mm

6.22 $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 146,4 / \pi \sqrt{18,0 / 6000} = 2,552$ -

6.26 $k_{\phi,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 3,87 + \sqrt{3,87^2 - 2,552^2} \} = 0,15$

6.28 $k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,1 (2,552 - 0,3) + 2,552^2) = 3,87$

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 $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,73 = 1,01$

$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$ als $1,4 < \lambda_{rel,m}$ $k_{crit} = 1 / 0,73^2 = 1,89$

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

6.33 $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 6,7 / (1,00 \cdot 14,3) = 0,47$

opmerking