

houten ligger op 2 steunpunten met 2 q-lasten en 1 F-last

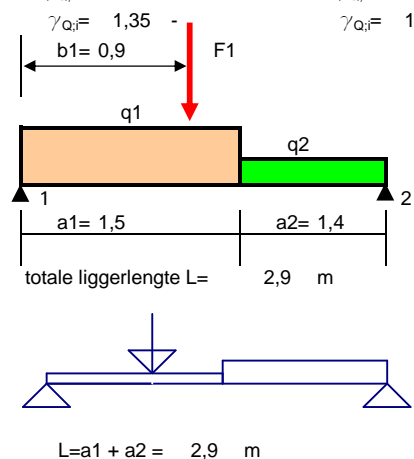
71 x 196
 naaldhout C18

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

norm **Eurocode NIEUWBOUW** ontwerplevensduur = **50** jaar
 ontwerplevensduur klasse = **3** toepassing: gebouwen en andere gewone constructies
 veiligheidsklasse = **CC1**
 correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$
belastingfactoren
 6.10a $\gamma_{G,j} = 1,22$ - 6.10b $\xi \gamma_{G,j} = 1,08$ -
 $\gamma_{Q,1} = 1,35$ - $\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$ - $\gamma_{Q,i} = 1,35$ -

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**
 (gewichtsberkening) $\psi_{0,1} = 0,4$ -
 (elastische doorbuiging) $\psi_{1,1} = 0,5$ -
 (kruip) $\psi_{2,1} = 0,3$ -
 reductiefactor vloerbelasting $\psi_{i,1} = 1,00$ -
 lengte q1 **a1 = 1,5** m
 lengte q2 **a2 = 1,4** m
 afstand F1 tot steunpunt 1 **b1 = 0,9** m
 staaflengte z-richting, ongesteund **L_z = 2,9** 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**
 toegepaste zeeg veld 1 **0** mm



belastingen en combinaties onderdeel

q1:

permanente belasting	$G_{k,j} = 0,7$ kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	0,7	=	0,70	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 0,8$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,3$ kN/m	6.10.a:	1,22	0,7	+	1,35	0,3 = 1,26
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08	0,7	+	1,35	0,8 = 1,84
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	0,7	+	1,5	0,8 = 1,97
		EQU en STR/GEO		0,9 $G_{k,j}$	=	0,9	0,7 = 0,63
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$				= (0,8 - 0,3) / (1 - 0,4) =	0,83	kN/m'	
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$				= (0,8 - 0,83) / 0,4 =	-0,08	kN/m'	
kruip = $k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60	(0,70	+	0,3	0,83	+ 0,3 -0,08) = 0,56

q2:

permanente belasting	$G_{k,j} = 1,6$ kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1,6	=	1,60	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1,3$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,8$ kN/m	6.10.a:	1,22	1,6	+	1,35	0,8 = 3,02
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08	1,6	+	1,35	1,3 = 3,49
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	1,6	+	1,5	1,3 = 3,71
		EQU en STR/GEO		0,9 $G_{k,j}$	=	0,9	1,6 = 1,44
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$				= (1,3 - 0,8) / (1 - 0,4) =	0,83	kN/m'	
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$				= (1,3 - 0,83) / 0,4 =	1,17	kN/m'	
kruip = $k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60	(1,60	+	0,3	0,83	+ 0,3 1,17) = 1,32



F1:

permanente belasting	$G_{k,j} = 1,2$ kN	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1,2	=	1,20	kN	
opgelegde belasting extreem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 0,6$ kN	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,4$ kN	6.10.a:	1,22	1,2	+	1,35	0,4 = 2,00 kN
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor ΣQ_{ki}	$\psi_{0,i} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08	1,2	+	1,35	0,6 = 2,11 kN
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	1,2	+	1,5	0,6 = 2,22 kN
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	1,2 = 1,08 kN
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$							$= (0,6 - 0,4) / (1 - 0,4) = 0,33$ kN
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$							$= (0,6 - 0,33) / 0,4 = 0,67$ kN
$kruip = k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60						$(1,20 + 0,3 \cdot 0,33 + 0,3 \cdot 0,67) = 0,90$ kN

materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren onderdeel

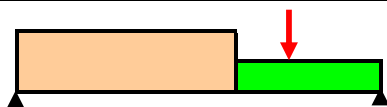
sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houtbreedte	b= 71 mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
houthoogte	h= 196 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= nee -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
factor voor volume-effect	s= 0,12 bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	6.32		

ULS	buiging	0,65	dwarskracht	0,22	stabiliteit	0,65	SLS	u_{eind}	0,65	u_{bij}	0,54
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

materiaal- en profielgegevens onderdeel

		$f_{x;d} =$	c	k_h of k_l^{**}	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m;k}$ 18 N/mm ²	$f_{m;d}$ 1	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²	
treksterkte	$f_{t;0;k}$ 11 N/mm ²	$f_{t;0;d}$ 1	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30 = 8,84 N/mm ²	
treksterkte	$f_{t;90;k}$ 0,4 N/mm ²	$f_{t;90;d}$ 1		0,80	0,4	/	1,30 = 0,25 N/mm ²		
druksterkte	$f_{c;0;k}$ 18 N/mm ²	$f_{c;0;d}$ 1		0,90	18	/	1,30 = 12,46 N/mm ²		
druksterkte	$f_{c;90;k}$ 2,2 N/mm ²	$f_{c;90;d}$ 1		0,90	2,2	/	1,30 = 1,52 N/mm ²		
schuifsterkte	$f_{v;k}$ 3,4 N/mm ²	$f_{v;d}$ 1		0,90	3,4	/	1,30 = 2,35 N/mm ²		
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean;k}$ 9000 N/mm ²	$E_{0,mean;d}$ 1		1,00	9000	/	1,00 = 9000 N/mm ²		
volumieke massa	ρ_k 320 kg/m ³	$E_{0,v;d}$ 1		0,90	9000	/	1,30 = 6231 N/mm ²		
glijdingsmodulus	G_k 560 N/mm ²	G_d 1		1,00	560	/	1,00 = 560 N/mm ²		
elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90,mean;k}$ 300 N/mm ²	$E_{90,mean;d}$ 1		1,00	300	/	1,00 = 300 N/mm ²		
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean;k}$ 300 N/mm ²	$E_{90,mean;d}$ 1		1,00	300	/	1,00 = 300 N/mm ²		
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$ 6000 N/mm ²	$E_{0,05;d}$ 1		1,00	6000	/	1,00 = 6000 N/mm ²		
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	196^3	=	4455 10^4 mm ⁴	
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	196	71^3	=	585 10^4 mm ⁴	
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	196^2	=	454,6 10^3 mm ³	
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	196	71^2	=	164,7 10^3 mm ³	
oppervlak	A= 1 *bh	=	1		71	196	=	139,2 10^2 mm ²	
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{}$		(4455 / 139)		=	56,6 mm	
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{}$		(585 / 139)		=	20,5 mm	

resultaten mechanaberekeningen onderdeel



STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)		reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V _{1,2}	V _{2,1}	R ₁	R ₂
G _{k,i}	0,70	1,60	1,20	2,1	2,3	2,1	2,3
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	0,80	1,30	0,60	1,7	1,9	1,7	1,9
k _{def} * (G _{kj} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	0,56	1,32	0,90	1,7	1,9	1,7	1,9
6.10a	1,26	3,02	2,00	3,8	4,3	3,8	4,3
6.10b	1,84	3,49	2,11	4,7	5,1	4,7	5,1

maatgevende waarden

V_{Ed} = **5,1** kN R_{Ed} = **5,1** kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie M _{veld,max} (m)	vervorming (mm)
	M ₁	M ₂			
G _{k,j}	0,0	0,0	1,7	uit R ₁ 1,35	u _{1,2} 2,9
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	0,0	0,0	1,4	1,43	2,5
k _{def} * (G _{kj} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	0,0	0,0	1,4	1,41	2,2
6.10a	0,0	0,0	3,1	1,43	
6.10b	0,0	0,0	3,7	1,40	

maatgevende waarden

M_{Ed,st} = **0,0** kNm M_{Ed,v} = **3,7** kNm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

combinatie	=	alles volbelast
veld	=	u _{1,2}
u _{on}	= G _{k,j}	= 2,9
u _{elastisch}	= Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	= 2,5
u _{kruip}	= k _{def} * (G _{kj} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	= 2,2
u _{zeeg}	= volgens opgave	= 0,0
u _{eind}	= u _{on} + u _{elastisch} + u _{kruip} + u _{zeeg}	= 7,6
u _{bij}	= u _{elastisch} + u _{kruip}	= 4,7
u _{eind,toe}	= u _{eind,toelaatbaar}	= 11,6
u.C.	= u _{eind} / u _{eind,toelaatbaar}	= 0,65
u _{bij,toe}	= u _{bij,toelaatbaar}	= 8,7
u.C.	= u _{bij} / u _{bij,toelaatbaar}	= 0,54

toetsingen uiterste grenstoestand onderdeel

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting	M _{Ed,y} =	3,7 kNm	W _y =	455 cm ³	f _{m,y,d} =	12,5 N/mm ²	b =	71 mm
							h =	196 mm
	σ _{m,y,d} =	M _{Ed,y} / W _y	=	3,69 · 10 ⁶ / 455 · 10 ³			=	8,1 N/mm ²
6.11 unity-check	σ _{m,y,d} / f _{m,y,d}	=	8,1 / 12,5				=	0,65

Rene Mom

Haarlem

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-11-2015



H ligger 2 stpt 2 q-lasten EC_NL

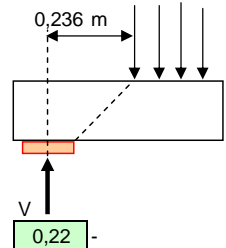
Versie : 1.1.5 ; NDP : NL

printdatum : 25-02-2013

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	$q_d = 1,26$ kN/m'		$h = 196$ mm
niet gereduceerde dwarskracht	$V = 5,1$ kN		

$$\begin{aligned}
 V_{red} &= (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,196) \cdot 1,26 = 0,30 \text{ kN} \\
 V_{Ed} &= V - V_{red} = 5,07 - 0,30 = 4,77 \text{ kN} \\
 \tau_d &= 3 V_{Ed} / 2bh = \frac{3 \cdot 4,77}{2 \cdot 71 \cdot 196} = 0,51 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$



6.13 unity-check = $\tau_d / f_{v,d} = 0,51 / 2,35 = 0,22$ -

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

6.33 $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 8,1 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,65$ -

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

drukkraft	$N_{Ed} = 0$ kN	$W_y = 455$ cm ³	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm ²	$b = 71$ mm
moment	$M_{y,Ed} = 3,7$ kNm	$A = 139,2$ cm ²	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm ²	$h = 196$ mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 2900$ mm		$f_{m,k} = 18$ N/mm ²	$I_z = 585$ 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			$\lambda_z = 141,5$ -
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 rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde			
wijze van steunen	gesteund			

druk $\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 139,2 \cdot 10^2 = 0,0$ N/mm²

buiging y $\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 3,7 \cdot 10^6 / 455 \cdot 10^3 = 8,1$ 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 $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 40,1} = 0,67$ -

bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven

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

$$\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{6000 \cdot 585 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 1812,4 \cdot 10^4} / (3002 \cdot 455 \cdot 10^3) = 35,5 \text{ N/mm}^2$$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

6.32 $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (196 \cdot 3002) = 40,1$ N/mm²

rekenen met: $\sigma_{m,crit} = 40,1$ N/mm²

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

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

$$\sigma_{m,crit} = (1812,4 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 196^2 \cdot 585 \cdot 10^4 / 3002^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 196^3)$$

$\sigma_{m,crit} = 54,4$ N/mm²

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

$I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 196 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 196 + 0,525 (71 / 196)^5 \} \cdot 10^{-4} = 1812,4$ cm⁴

en $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 2900 + 2 \cdot 196 = 3002$ mm

6.22 $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 141,5 / \pi \sqrt{18,0 / 6000} = 2,467$ -

6.26 $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 3,76 + \sqrt{3,76^2 - 2,467^2} \} = 0,15$

6.28 $k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (2,467 - 0,3) + 2,467^2) = 3,76$

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 $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,67 = 1,06$

$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$ als $1,4 < \lambda_{rel,m}$ $k_{crit} = 1 / 0,67^2 = 2,23$

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

6.33 $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 8,1 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,65$

opmerking