



houten ligger op 2 steunpunten met overstek met variabele EI
 met q1 op L1, een trapezium belasting op het overstek en F-last op willekeurige plaats op het overstek

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

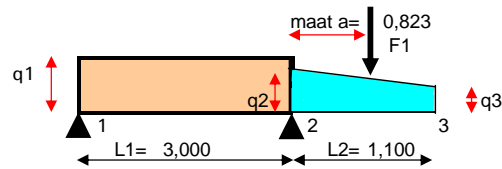
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes			
(gewichtsberekening)	$\psi_0 =$	0,4	-	formule 6.10.b
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 =$	0,5	-	
(kruip)	$\psi_2 =$	0,3	-	
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_t =$	1,00	-	formule 6.10.a en b

eg + vloerbelasting

belastingcombinatie
 liggerlengte veld 1 L1 = **3** m
 overstek veld 2 L2 = **1,1** m

staaf lengte z-richting, ongesteund Lz = **0,5** m

aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**
 wijze van steunen **gesteund**
 aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**



toelaatbare einddoorbuiging veld 1-2	1:	250	* L1	toelaatbare einddoorbuiging overstek	1:	125	* L2
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1:	333	* L1	toelaatbare bijkomende doorbuiging	1:	167	* L2
toegepaste zeeg in veld L1		0	mm	toegepaste zeeg in veld L2		0	mm

alle steunpunten blijven op druk

belastingen en combinaties

onderdeel

q1: (op veld L1)

permanente belasting	$G_{kj} =$	3	kN/m	G_{kj} : (incl.e.g.)	3	=	3,00	kN/m'				
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$	1,5	kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	G_{kj}	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	=		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$	0,75	kN/m	6.10.a:	1,22	3,00	+	1,35	0,75	=	4,66	
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} =$	0,4	-	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	G_{kj}	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=		
gewogen momentaanfactor ΣQ_{ki}	$\psi_{0,i} =$	0,4	-	6.10.b:	1,08	3,00	+	1,35	1,50	=	5,27	
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} =$	0,3	-	EQU	1,10	G_{kj}	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=	5,55	
quasie-permanente factor ΣQ_{ki}	$\psi_{2,i} =$	0,3	-	6.10:	1,10	3,00	+	1,50	1,50	=	5,55	
				EQU en STR/GEO	0,9	G_{kj}	=	0,9	3,00	=	2,70	
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$												
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$												
kruip = $k_{def} (G_{kj} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$		0,60	(3,00	+	0,3	1,25	+	0,3	0,63) =	2,14

q2 (op het overstek tpv stpt 2)

permanente belasting	$G_{kj} =$	3	kN/m	G_{kj} : (incl.e.g.)	3	=	3,00	kN/m				
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$	1,5	kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	G_{kj}	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	=		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$	0,75	kN/m	6.10.a:	1,22	3,00	+	1,35	0,75	=	4,66	
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} =$	0,4	-	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	G_{kj}	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=		
gewogen momentaanfactor ΣQ_{ki}	$\psi_{0,i} =$	0,4	-	6.10.b:	1,08	3,00	+	1,35	1,50	=	5,27	
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} =$	0,3	-	EQU	1,10	G_{kj}	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=	5,55	
quasie-permanente factor ΣQ_{ki}	$\psi_{2,i} =$	0,3	-	6.10:	1,10	3,00	+	1,50	1,50	=	5,55	
				EQU en STR/GEO	0,9	G_{kj}	=	0,9	3,00	=	2,70	
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$												
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$												
kruip = $k_{def} (G_{kj} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$		0,60	(3,00	+	0,3	1,25	+	0,3	0,63) =	2,14



q3 (op het overstek tpv het uiteind)

permanente belasting	$G_{k,j} = 3$ kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	3	=	3,00	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 3,00	+	1,35 0,75	= 4,66 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 3,00	+	1,35 1,50	= 5,27 kN/m
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} = 0,3$	EQU	1,10 $G_{k,j}$	+	1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$	
quasie-permanente factor ΣQ_{ki}	$\psi_{2,i} = 0,3$	6.10:	1,10 3,00	+	1,50 1,50	= 5,55 kN/m
		EQU en STR/GEO	$0,9 G_{k,j}$	=	0,9 3,00	= 2,70 kN/m
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$			$(1,5 - 0,75) / (1 - 0,4)$	=	1,25	kN/m
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$			$(1,5 - 1,25) / 0,4$	=	0,63	kN/m
$kruip = k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60		$(3,00 + 0,3 \cdot 1,25 + 0,3 \cdot 0,63)$	=	2,14	kN/m

F1 (op een willekeurige plaats op het overstek)

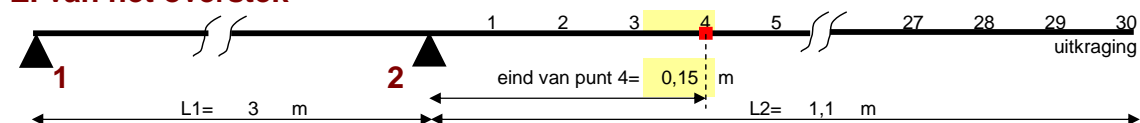
permanente belasting	$G_{k,j} = 0$ kN	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	0	=	0,00	kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1,5$ kN	STR/GEO	$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{mom}$			
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,75$ kN	6.10.a:	1,22 0,00	+	1,35 0,75	= 1,01 kN
gewogen 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 0,00	+	1,35 1,50	= 2,03 kN
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} = 0,3$	EQU	1,10 $G_{k,j}$	+	1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$	
quasie-permanente factor ΣQ_{ki}	$\psi_{2,i} = 0,3$	6.10:	1,10 0,00	+	1,50 1,50	= 2,25 kN
plaats puntlast vanaf steunpunt 2	$a = 0,823$ m	EQU en STR/GEO	$0,9 G_{k,j}$	=	0,9 0,00	= 0,00 kN
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$			$(1,5 - 0,75) / (1 - 0,4)$	=	1,25	kN
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$			$(1,5 - 1,25) / 0,4$	=	0,63	kN
$kruip = k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60		$(0,00 + 0,3 \cdot 1,25 + 0,3 \cdot 0,63)$	=	0,34	kN

materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren

onderdeel

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$	-
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_t = 1,16$	-
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	modificatiefactor vervorming	$k_{mod,ser} = 1,00$	-(TGB)
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	6.32			

EI van het overstek



traagheidsmoment van liggerdeel L1 is $I_y = 6386$ cm⁴

element	afstand uit stpt 2	I_y
nr	x (m)	cm ⁴
1	0,04	6386
2	0,07	6386
3	0,11	6386
4	0,15	6386
5	0,18	6386
6	0,22	6386
7	0,26	6386
8	0,29	6386
9	0,33	6386
10	0,37	6386

element	afstand uit stpt 2	I_y
nr	x (m)	cm ⁴
11	0,40	6386
12	0,44	6386
13	0,48	6386
14	0,51	6386
15	0,55	6386
16	0,59	6386
17	0,62	6386
18	0,66	6386
19	0,70	6386
20	0,73	6386

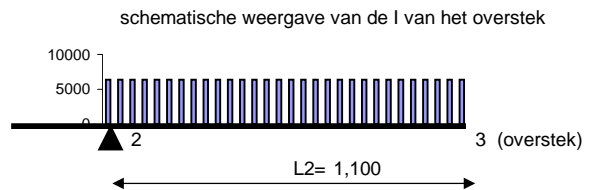
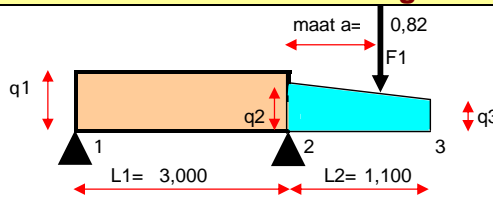
element	afstand uit stpt 2	I_y
nr	x (m)	cm ⁴
21	0,77	6386
22	0,81	6386
23	0,84	6386
24	0,88	6386
25	0,92	6386
26	0,95	6386
27	0,99	6386
28	1,03	6386
29	1,06	6386
30	1,10	6386

unity-checks				SLS		uitkraging	
ULS	buiging	0,71	dwarskracht	0,31	stabiliteit	0,71	veld
							$u_{eind} = 0,51$
							$u_{bij} = 0,37$
							$u_{eind} = 0,69$
							$u_{bij} = 0,50$

materiaal- en profielgegevens onderdeel

			$f_{x;d} =$	k_1	k_h	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M		kort	blijvend	
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m;d}$	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	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	221 ³		=	6386	10 ⁴ mm ⁴	
traagheidsmoment	$I_z =$	1	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	221	71 ³		=	659	10 ⁴ mm ⁴	
weerstandsmoment	$W_y =$	1	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	221 ²		=	578,0	10 ³ mm ³	
weerstandsmoment	$W_z =$	1	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	221	71 ²		=	185,7	10 ³ mm ³	
oppervlak	$A =$	1	$\cdot bh$	=	1		71	221		=	156,9	10 ² mm ²	
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



EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen			
	q1	q2	q3	F1
6.10 overstek volbelast	2,70	5,55	5,6	2,25

belastinggeval / combinatie	belastingen			
	q1:	q2	q3	F1
$G_{k,i}$	3,00	3,00	3,00	0,00
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (alles volbelast)	1,50	1,50	1,50	1,50
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (veld 1 volbelast)	1,50	0,00	0,00	0,00
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (veld 2 volbelast)	0,00	1,50	1,50	1,50
$k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	2,14	2,14	2,14	0,34
ULS(1) 6.10.a volbelast	4,66	4,66	4,66	1,01
ULS(2) 6.10.b volbelast	5,27	5,27	5,27	2,03
ULS(1) 6.10.a veld volbelast	4,66	2,70	2,70	0,00
ULS(2) 6.10.b veld volbelast	5,27	2,70	2,70	0,00

alle steunpunten blijven op druk

dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	R_1	R_2
-2,9	5,2	-6,1	2,9	11,3

dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	R_1	R_2
-3,9	5,1	-3,3	3,9	8,4
-1,9	2,6	-1,7	1,9	4,2
-2,3	2,3	0,0	2,3	2,3
0,3	0,3	-1,7	-0,3	2,0
-2,8	3,6	-2,4	2,8	6,0
-6,0	7,9	-5,1	6,0	13,0
-6,8	9,0	-5,8	6,8	14,8
-6,4	7,5	-3,0	6,4	10,5
-7,4	8,4	-3,0	7,4	11,4

maatgevende waarden

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)	
	M_1	M_2	$M_{1,2}$	uit R_1	$u_{1,2}$	u_3

$G_{k,i}$	0,0	-1,8	2,5	1,30	3,7	-2,0
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (alles volbelast)	0,0	-0,9	1,3	1,30	1,9	-1,0
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (veld 1 volbelast)	0,0	0,0	1,7	1,50	2,8	-3,2
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (veld 2 volbelast)	0,0	-0,9	#N/B	n.v.t.	-0,9	2,2
$k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	0,0	-1,3	1,8	1,30	2,7	-1,4
ULS(1) 6.10.a volbelast	0,0	-2,8	3,9	1,30		
ULS(2) 6.10.b volbelast	0,0	-3,2	4,4	1,30		
ULS(1) 6.10.a veld volbelast	0,0	-1,6	4,5	1,38		
ULS(2) 6.10.b veld volbelast	0,0	-1,6	5,1	1,40		

maatgevende waarden

$M_{Ed,st} =$	3,2	kNm	$M_{Ed,v} =$	5,1	kNm
---------------	------------	-----	--------------	------------	-----

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

combinatie	=	alles volbelast	veld 1 volbelast	veld 2 volbelast
veld	=	u _{1,2} u _{1,3}	u _{1,2} u _{1,3}	u _{1,2} u _{1,3}
u _{on}	=	G _{k,j}	3,7 -2,0	3,7 -2,0
u _{elastisch}	=	Q _{k1} + ψ _{0,1} · Q _{k,i}	2,8 -3,2	-0,9 2,2
u _{kruip}	=	k _{def} · (G _{k,j} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	2,7 -1,4	2,7 -1,4
u _{zeeg}	=	volgens opgave	0,0 0,0	0,0 0,0
u _{eind}	=	u _{on} + u _{elastisch} + u _{kruip} + u _{zeeg}	8,2 -4,5	9,1 -6,7
u _{eind,toe}	=	u _{eind,toelaatbaar}	12,0 8,8	12,0 8,8
u.C.	=	u _{eind} / u _{eind,toelaatbaar}	0,69 0,51	0,76 0,76
u _{bij}	=	u _{elastisch} + u _{kruip}	4,5 -2,5	5,4 -4,7
u _{bij,toe}	=	u _{bij,toelaatbaar}	9,0 6,6	9,0 6,6
u.C.	=	u _{bij} / u _{bij,toelaatbaar}	0,50 0,37	0,60 0,71

toetsingen uiterste grenstoestand onderdeel

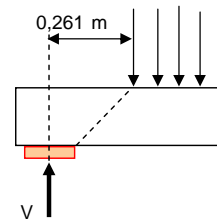
art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting	M _{Ed,y} =	5,1 kNm	W _y =	578 cm ³	f _{m,y,d} =	12,5 N/mm ²	b=	71 mm
							h=	221 mm
	σ _{m,y,d} =	M _{Ed,y} / W _y	=	5,1 10 ⁶ / 578 10 ³	=	8,9 N/mm ²		
6.11 unity-check	σ _{m,y,d} / f _{m,y,d}	=	8,9 / 12,5	=	0,71			

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 =	4,66 kN/m			h=	221 mm
niet gereduceerde dwarskracht	V=	9,0 kN				

V _{red} =	(0,5 b _r +h) · q _d	=	(0,5 0,08 + 0,221) · 4,66	=	1,22 kN
V _{Ed} =	V - V _{red}	=	8,97 - 1,22	=	7,75 kN
τ _d =	3 V _{Ed} / 2bh	=	3 7,75 1000 / (2 71 221 1)	=	0,74 N/mm ²



6.13 unity-check	τ _d / f _{v,d}	=	0,74 / 2,35	=	0,31
------------------	-----------------------------------	---	-------------	---	------

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

6.33	σ _{m,d} / (k _{krit} f _{m,d})	=	8,9 / (1,00 12,5)	=	0,71
------	---	---	---------------------	---	------

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

drukkraft	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} =	5,1 kNm	A=	156,9 cm ²	f _{c,0,d} =	12,5 N/mm ²	h=	221 mm
staallengte z-richting, ongesteund	l _z =	500 mm			f _{m,k} =	18 N/mm ²	l _z =	659 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					λ _z =	24,4 -
glijdingsmodulus	G _{0,05} =E _{0,05} / 16=	375 N/mm ²			modificatiefactor vervorming	K _{def} =	0,6 -	
factor quasi-blijvende belasting	ψ ₂ =	0,3 -			factor voor rechtheid (6.29)	β _c =	0,2 -	
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last							
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde							
wijze van steunen	gesteund							

druk	σ _{c,0,d} =N _{Ed} / A	=	0 10 ³ / 156,9 10 ²	=	0,0 N/mm ²
buiging y	σ _{m,y,d} =M _{y,Ed} / W _y	=	5,1 10 ⁶ / 578 10 ³	=	8,9 N/mm ²

2.10	E _{0,05,fin} = E _{0,05} / (1 + ψ ₂ K _{def})	=	6000 / (1 + 0,30 0,60)	=	5085 N/mm ²
2.11	G _{0,05,fin} = G _{0,05} / (1 + ψ ₂ K _{def})	=	375 / (1 + 0,30 0,60)	=	318 N/mm ²

6.30	λ _{rel,m} = √(f _{m,k} / σ _{m,crit})	=	√(18 / 119,7)	=	0,39 -
------	--	---	-----------------	---	--------



bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven

$$6.31 \quad \sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)} \\
\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 659 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2107,7 \cdot 10^4) / (892 \cdot 578 \cdot 10^3)} = 107,7 \text{ N/mm}^2$$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

$$6.32 \quad \sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (221 \cdot 892) = 119,7 \text{ N/mm}^2$$

rekenen met: $\sigma_{m,crit} = 119,7 \text{ N/mm}^2$

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

$$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{et}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3) \\
\sigma_{m,crit} = (2107,7 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 221^2 \cdot 659 \cdot 10^4 / 892^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 221^3) \\
\sigma_{m,crit} = 81,8 \text{ N/mm}^2$$

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

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

en $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 500 + 2 \cdot 221 = 892 \text{ mm}$

$$6.22 \quad \lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})} = 24,4 / \pi \sqrt{(18,0 / 6000)} = 0,425$$

$$6.26 \quad k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)} \} = 1 / \{ 0,60 + \sqrt{(0,60^2 - 0,425^2)} \} = 0,97$$

$$6.28 \quad k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (0,425 - 0,3) + 0,425^2) = 0,60$$

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

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} \text{ als } 0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,39 = 1,27$$

$$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2 \text{ als } 1,4 < \lambda_{rel,m} \quad k_{crit} = 1 / 0,39^2 = 6,65$$

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

$$6.33 \quad \sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 8,9 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,71$$

opmerking