

balklaag in een plat dak , berekening volgens eurocode 5

71 mm x 171 mm - 600 mm
 naaldhout C18

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

toegepaste norm = eurocode nieuwbouw
 ontwerplevensduur klasse = **3**
 gevolgklasse = **CC1**
 correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi =$ **0,89**

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie H: daken
 $\psi_0 =$ (gewichtsberekening) = 0 -
 $\psi_1 =$ (elastische doorbuiging) = 0 -
 $\psi_2 =$ (kruip) = 0 -
 $\psi_t = 1 + (1 - 0) / 9 * \ln(50 / 50) = 1,00 -$

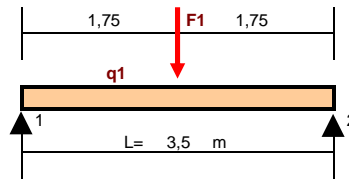
overige invoegegevens:

liggerlengte (theoretische overspanning) L= **3,5** m
 te dragen m' dak (h.o.h. balken) a= **0,6** m
 opleglengte t.p.v. ondersteuning $b_i =$ **50** mm
 dikte beplanking t= **18** mm
 elasticiteitsmodulus beplanking $E_{o,mean,k} =$ **5000** N/mm²

belastingen

eigen gewicht van de vloerconstructie $G_{k,j} =$ **0,31** kN/m²
 personen (op maximaal 10m²) $Q_{k1} =$ **1,00** kN/m²
 regen **0,10** m * 10 kN/m³ = $Q_{k1} =$ 1,00 kN/m²
 sneeuw **1,00** 0,80 0,70 = $Q_{k1} =$ 0,56 kN/m²
 puntlast F= **1,5** kN

ontwerplevensduur = 50 jaar
 toepassing : gebouwen en andere gewone constructies
 formule 6.10.a formule 6.10.b
belasting- factoren $\gamma_{G,j} =$ 1,22 - $\xi \gamma_{G,j} =$ 1,08 -
 $\gamma_{Q,1} =$ 1,35 - $\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
 $\gamma_{Q,i} =$ 1,35 - $\gamma_{Q,i} =$ 1,35 -



berekening eigen gewicht dakconstructie $G_{k,j}$ in kN/m²

	d(m)	γ		
beplanking t	0,018	*	6,5	kN/m ³ = 0,12
plafond	0,01	*	9,0	kN/m ³ = 0,09
overige		*		kN/m ³ = 0,00
	b(m)	h(m)	γ	hoh(m)
balken	0,071	0,171	5,0	/ 0,6 = 0,10
tengels				/ = 0,00

overige belastingen = **0,00**

totaal $G_{k,j}$ = 0,31

vervormingseisen en zeeg

toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** * L
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333,3** * L
 toegepaste zeeg = **0** mm

$u_{eind} <=$ 3500 / 250 = 14,0 mm

$u_{bij} <=$ 3500 / 333,3 = 10,5 mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren onderdeel

sterkteklasse = **naaldhout C18** materiaalfactor sterkte $\gamma_M =$ 1,30 -
 materiaal = **gezaagd hout** hoogtefactor treksterkte/breedte $k_{tr} =$ 1,16 -
 houtbreedte b= **71** mm hoogtefactor buigsterkte/hoogte $k_{tr} =$ 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
 modificatiefactor treksterkte $k_{mod} =$ 0,50 blijvend
 belastingduurklasse alleen permanent = **blijvend** modificatiefactor vervorming $k_{def} =$ 0,60 -
 factor voor volume-effect s= **0,12** bij LVL modificatiefactor vervorming $k_{mod,ser} =$ 1,00 -(TGB)

resultaten

M_{Ed}	1,73
u.c.	0,40

V_{Ed}	2,28
u.c.	0,12

u_{eind}	6,6	6,2
u.c.	0,47	0,44

u_{bij}	5,2	4,8
u.c.	0,50	0,46



materiaal- en profielgegevens onderdeel

			$f_{x,d} =$	k_{η}	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	/	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
elasticiteitsmod 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		171^3	=	2958	10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z =$	1	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1		$\frac{1}{12}$	171		71^3	=	510	10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y =$	1	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1		$\frac{1}{6}$	71		171^2	=	346	10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z =$	1	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1		$\frac{1}{6}$	171		71^2	=	144	10 ³ mm ³
oppervlak	$A =$	1	$\cdot bh$	=	1			71		171	=	121	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

berekening belastingen onderdeel

q1	permanente belasting	$G_{k,j} =$	0,600	*	0,31	=	0,18	kN/m'
	opgelegde belasting	$Q_{k,1} =$	0,600	*	1,00	maatgevende belasting t.g.v.:	personen	= 0,60 kN/m'
F1	spreiding puntlast	$l =$	$0,018^3 / 12 =$	5E-07	m ⁴	=	48,6	10 ⁴ mm ⁴ El= 5000 5E-07 10 ⁶ = 2430 kNm ²
	$\phi_r = >0,33$ en $\leq 1,0$	$\phi_r =$	0,37	+	0,8	0,600	-	2430 / 50000 = 0,80 -
	opgelegde belasting	$F_k =$	0,80	*	1,50	=	1,20	kN

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{on})	=	0,18	=	0,18	kN/m'
$Q_{k,1}$	(u_{elas})	=	0,60	=	0,60	kN/m'
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	(u_{kruip})	=	0,60 (0,18 + 0,00 0,60)	=	0,11	kN/m'
$F_k = \phi_r \cdot F$	(u_{elas})	=		=	1,20	kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting											
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,18	+	1,35	0	0,60	=	0,22	kN/m'	
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,18	+	1,35	0,60	personen	=	1,01	kN/m'	
eigen gewicht + puntlast in het midden											
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,18	=	0,22	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	1,20	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,18	=	0,20	kN/m'	$F_d =$	1,35	1,20	=	1,62 kN
eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging											
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,18	=	0,22	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	1,50	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,18	=	0,20	kN/m'	$F_d =$	1,35	1,50	=	2,03 kN
$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	0,00	0,60	t.b.v. berekening reductie dwarskracht			=	0,00	kN	
$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	0,60	t.b.v. berekening reductie dwarskracht			=	0,81	kN		

resultaten mechanische berekeningen onderdeel

reacties

karakteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,18	3,500	=	0,32	kN
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,60	3,500	=	1,05	kN
$K_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,11	3,500	=	0,19	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,22	3,500	=	0,39	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,01	3,500	=	1,77	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,22	3,500	+	0,00	(3,500 - 0,171) / 3,500	=	0,39	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,20	3,500	+	2,03	(3,500 - 0,171) / 3,500	=	2,28	kN
							$R_{Ed} =$	2,28	kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting	$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d$							
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,39	-	(0,5 0,050 + 0,171) *	0,00	=	0,39	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	1,77	-	(0,5 0,050 + 0,171) *	0,81	=	1,61	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,39	=	0,39	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,28	=	2,28	kN
			$V_{Ed} =$	2,28	kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting								
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,22	3,500 ²	=	0,34	kNm	
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,01	3,500 ²	=	1,55	kNm	

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,22	3,500 ²	+	0,25	0	1,62	3,500	=	0,34	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,20	3,500 ²	+	0,25	1,62	3,500	=	1,73	kNm	
									$M_{Ed,y} =$	1,73	kNm	

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,18	3500 ⁴ / (384 9000 2958 10 ⁴)	=	1,4	mm
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	0,60	3500 ⁴ / (384 9000 2958 10 ⁴)	=	4,4	mm
$K_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,11	3500 ⁴ / (384 9000 2958 10 ⁴)	=	0,8	mm
$F_k = \phi_r \cdot F$	$u_{1,2} =$		1202	3500 ³ / (48 9000 2958 10 ⁴)	=	4,0	mm

alternatieve berekening kruip:	=	$K_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$					
met q-belasting	=	0,6	*	(1,4 + 0 * 4,4 q-last)	=	0,8	mm
met puntlast	=	0,6	*	(1,4 + 0 * 4,0 F-last)	=	0,8	mm

toetsingen uiterste grenstoestand onderdeel

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting $M_{Ed,y} = 1,73$ kNm $W_y = 346$ cm³ $f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm² $b = 71$ mm
 $h = 171$ mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{1,73 \cdot 10^6}{346 \cdot 10^3} = 5,0 \text{ N/mm}^2$$

6,11 unity-check $= \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 5,0 / 12,5 = 0,40$

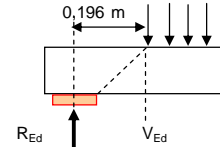
art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning $b_r = 50$ mm $f_{v,d} = 2,35$ N/mm² $b = 71$ mm
 niet gereduceerde dwarskracht $V = R_{Ed} = 2,28$ kN $h = 171$ mm
 gereduceerde dwarskracht $V_{Ed} = V - V_{red} = 2,28$ kN

met $V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,050 + 0,171) \cdot q_d = 0,196 q_d$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 2,28 \cdot 1000}{2 \cdot 71 \cdot 171} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

6,13 unity-check $= \tau_d / f_{v,d} = 0,28 / 2,35 = 0,12$



toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

combinatie	=	eg + q	eg + F
veld	=	u _{1,2}	u _{1,2}
u _{on}	=	G _{k,j}	1,36 1,36
u _{elastisch}	=	Q _{k,1} resp. $\phi_r \cdot F$	4,40 4,03
u _{kruip}	=	k _{def} * (G _{k,j} + $\psi_2 Q_{k,1}$)	0,81 0,81
u _{zeeg}	=	volgens opgave	0,00 0,00
u _{eind}	=	u _{on} + u _{kruip} + u _{elastisch} - u _{zeeg}	6,57 6,20
u _{eind,toe}	<=	3500 / 250 = 14,00 mm	14,00 14,00
u.c.	=	u _{eind} / u _{toelaatbaar}	0,47 0,44
u _{bij}	=	u _{kruip} + u _{elastisch}	5,22 4,85
u _{bij,toe}	<=	3500 / 333,3 = 10,50 mm	10,50 10,50
u.c.	=	u _{bij} / u _{toelaatbaar}	0,50 0,46

opmerking