



zadeldak , balkafmeting houten spant :

71 mm x 196 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**

ontwerplevensduur = 50 jaar
 toepassing gebouwen en andere gewone constructies

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie H: daken
 (gewichtsberkening) $\psi_0 =$ 0 -
 (elastische doorbuiging) $\psi_1 =$ 0 -
 (kruip) $\psi_2 =$ 0 -

belastingfactoren
 formule 6.10.a $\gamma_{G,j} =$ 1,22 -
 (niet maatgevend) $\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
 $\gamma_{Q,i} =$ 1,35 -
 formule 6.10.b $\xi \gamma_{G,j} =$ 1,08 -
 (maatgevend) $\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
 $\gamma_{Q,i} =$ 1,35 -
 formule 6.10.a en b $\gamma_{G,j} =$ 0,90 (gunstig)

dakvorm **zadeldak**
 dakhelling $\alpha =$ **40** graden
 kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja** -

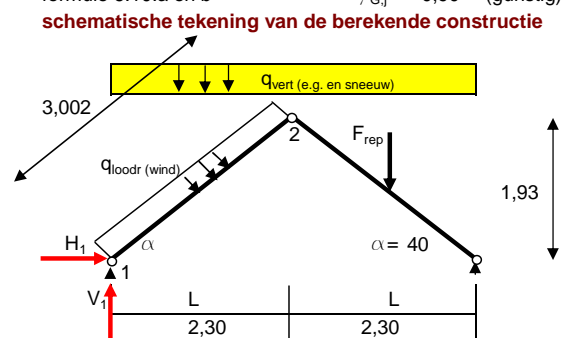
eigen gewicht
 eigen gewicht per m² dakvlak (schuin) $G_{k,j} =$ **0,7** kN/m²

windbelasting
 windgebied = **III** -
 soort terrein **bebouwd III** -
 hoogte onderdeel boven maaiveld **9** m
 totale gebouwbreedte;loodrecht op wind $br =$ **8,7** m
 totale gebouwhoogte $ho =$ **7,5** m
 totale gebouwdiepte;in windrichting $d =$ **7,5** m

puntlast
 grootte van de puntlast $F =$ **2** kN
 dikte beplanking $t =$ **18** mm
 elasticiteitsmodulus beplanking $E_{o,mean,k} =$ **5000** N/mm²

specifieke spantvorm-afhankelijke invoer
 maat L (halve overspanning) $L =$ **2,3** m
 te dragen m²dakvlak (h.o.h.spanten) $c =$ **3** m

ongesteunde staaf lengte in z-richting $l_z =$ **3002** mm



$L_{schuin} = 2,300 / \cos \alpha = 3,002$ m
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** * L_{schuin}
 $u_{eind} < 3002 / 250 = 12,0$ mm
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** * L_{schuin}
 $u_{bij} < 3002 / 250 = 12,0$ mm

gereduceerde doorsnede boven stij
 $W_{y,red} = 1,00 * \frac{1}{6} b h_{red}^2$
 $h_{red} = 196 - 0 = 196$ mm
 $W_{y,red} = 1,00 * \frac{1}{6} * 71 * 196^2 = 455 * 10^3$ mm³
 balk- en belastingtype 2 steunpunten + q-last
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**
 wijze van steunen **gesteund**
 aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

sterkteklasse = **naaldhout C18**
 materiaal = **gezaagd hout**
 soort doorsnede = **rechthoekig**
 houtbreedte $b =$ **71** mm
 houthoogte $h =$ **196** mm
 klimaatklasse = **1**
 belastingduurklasse comb. veranderlijk = **kort**
 factor voor volume-effect $s =$ **0,12** bij LVL
 $\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule **6.32**

materiaalfactor sterkte $\gamma_M =$ 1,30 -
 hoogtefactor treksterkte;breedte $k_h =$ 1,16 -
 hoogtefactor buigsterkte;hoogte $k_h =$ 1,00 -
 modificatiefactor sterkte $k_{mod} =$ 0,90 kort
 modificatiefactor treksterkte $k_{mod} =$ 0,80 kort
 modificatiefactor vervorming $k_{def} =$ 0,60 -

unity-checks	uiterste grenstoestand	veld	0,69	veld	0,82	bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,85	u_{bij}	0,49
--------------	------------------------	------	------	------	------	-----------------------------	------------	------	-----------	------

berekening karakteristieke belastingen in kN/m²

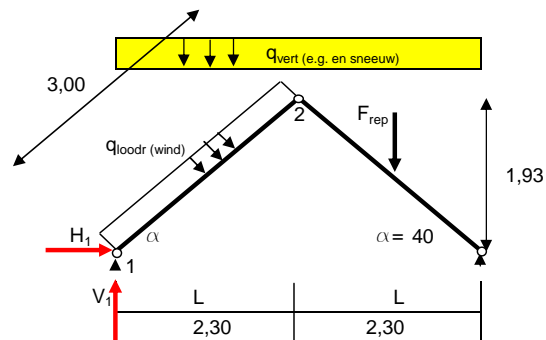
windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e + w_s = (C_{pe} + C_{pi}) * q_p(z)$ = (0,57 + 0,30) 0,49 = 0,43 kN/m²
 sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_{t1} * C_e * C_t * s_k * f$ = 0,53 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,37 kN/m²
 personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20$ = (4,00 - 0,20 20,0) = 0,00 kN/m²
 puntlast (spreiding) $l = 0,018^3 / 12 = 5E-07$ m⁴ = 48,6 10⁴ mm⁴ $EI =$ 49 5E-07 10⁶ = 2430 kNm²
 $\psi_r = > 0,33$ en $\leq 1,0$ $\psi_r =$ 0,37 + 0,8 3,000 - 2430 / 50000 = 1,000 -
 opgelegde belasting $F_k =$ 1,000 * 2,00 = 2,00 kN



algemene formule sterkte materiaalgrootte		$f_{x;d}$	k_1	k_h	k_{mod}	$f_{x;rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m;k}$ 18	N/mm^2	$f_{m;d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm^2
druksterkte	$f_{c;0;k}$ 18	N/mm^2	$f_{c;0;d}$		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm^2
druksterkte	$f_{c;90;k}$ 2,2	N/mm^2	$f_{c;90;d}$		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm^2
schuifsterkte	$f_{v;k}$ 3,4	N/mm^2	$f_{v;d}$		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm^2
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$ 9000	N/mm^2	$E_{0;mean;d}$		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm^2
volumieke massa	ρ_k 320	kg/m^3	$E_{0;u;d}$		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm^2
traagheidsmoment	$I_y = 1 * \frac{1}{12} bh^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	71	196^3		= 4455 $10^4 mm^4$
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	196	71^3		= 585 $10^4 mm^4$
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	71	196^2		= 455 $10^3 mm^3$
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	196	71^2		= 165 $10^3 mm^3$
oppervlak	$A = 1 * bh$		=	1		71	196		= 139 $10^2 mm^2$
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

mechanicaberekening onderdeel

dakhelling	$\alpha = 40$ graden
maat L (halve overspanning)	L = 2,3 m
te dragen m' dakvlak (h.o.h)	c = 3 m
elasticiteitsmodulus	E = 9000 N/mm^2
traagheidsmoment	$I_y = 4455$ cm^4
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gj} = 1,08$ -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Qj} = 1,35$ -
eigen gewicht per m ² dakvlak	$G_{kj} = 0,70$ kN/m^2
windbelasting	$(w_e + w_i) = 0,43$ kN/m^2
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,37$ kN/m^2
personenbelasting (max 10m ²)	$q_k = 0,00$ kN/m^2
puntlast F in veld 1-2	F = 2,00 kN
lengte/breedte lastvlak	= 0,05 m
dikte beplanking	t = 18 mm
stijfheid beplanking / beschot	$E_{0;ser;rep} = 5000$ N/mm^2



eigen gewicht	= $q_{g,rep} = c * G_{kj} / \cos \alpha =$	3,000	0,7 /	0,77	=	2,74	kN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c * (w_e + w_i) =$	3,000	0,4286		=	1,29	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c * s_{n,k} =$	3,000	0,3737		=	1,12	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c * q_k =$	3,000	1E-05		=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	= $\psi_r = 0,37 + 0,8 c - E_{0;ser;rep} * I / 50000$				=	1,00	-	
gereduceerde puntlast	= $F_{rep} = \psi_r * F =$	1,00	2		=	2,00	kN	vertikaal

representatieve waarde per spantbeen / spoor						uiterste grenstoestand formule 6.10.b				
belastinggeval	e.g	wind	sneeuw	pers	puntlast	combinatie	e.g. + wind	e.g. + sneeuw	e.g. + pers	e.g. + F-last
belasting	2,74	1,29	1,12	0,00	2,00					
M_{1-2}	= 1,81	1,45	0,74	0,00	1,15	M_{1-2}	= 3,92	2,96	1,96	3,51
V_1	= 6,31	2,96	2,58	0,00	2,00	V_1	= 10,81	10,30	6,82	9,52
H_1	= 3,76	0,52	1,54	0,00	1,19	H_1	= 4,77	6,14	4,06	5,67
H_2 (top)	= 3,76	3,00	1,54	0,00	1,19	H_2 (top)	= 8,12	6,14	4,06	5,67
N_{1-2}	= 4,90	2,30	2,01	0,00	2,20	N_{1-2}	= 8,41	8,01	5,30	8,27
U_{1-2}	= 4,2	3,4	1,7	0,0	-					



toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

vervorming tgv kruip: $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$ (4,2 + 0,00 3,4) = 2,5 mm

belastingcombinatie	veld	u_{on} mm	$u_{elastisch}$ mm	u_{kruip} mm	u_{eind} mm	$u_{eind,toe}$ mm	u.c. -	u_{bij} mm	$u_{bij,toe}$ mm	u.c. -
eigen gewicht + wind	$u_{1,2}$	4,2	3,4	2,5	10,2	12,0	0,85	5,9	12,0	0,49
eigen gewicht + sneeuw	$u_{1,2}$	4,2	1,7	2,5	8,5	12,0	0,71	4,3	12,0	0,36
eigen gewicht + personen	$u_{1,2}$	4,2	0,0	2,5	6,8	12,0	0,57	2,5	12,0	0,21

toetsing uiterste grenstoestand onderdeel

veld 1-2 art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning 6,19 $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} < 0$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm ²	W_y cm ³	$\sigma_{c,0,d}$ N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	$\sigma_{m,y,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	UC -
eigen gewicht + wind	8,41	3,92	139,2	454,6	0,60	12,46	8,61	12,46	0,69
eigen gewicht + sneeuw	8,01	2,96	139,2	454,6	0,58	12,46	6,51	12,46	0,52
eigen gewicht + personen	5,30	1,96	139,2	454,6	0,38	12,46	4,31	12,46	0,35
eigen gewicht + puntlast	8,27	3,51	139,2	454,6	0,59	12,46	7,73	12,46	0,62

veld 1-2 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35 $\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{krit} f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} < 0$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm ²	W_y cm ³	$\sigma_{c,0,d}$ N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{krit} -	$\sigma_{m,y,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	$k_{c,z}$ -	UC -
eigen gewicht + wind	8,41	3,92	139,2	454,6	0,60	12,46	1,00	8,61	12,46	0,14	0,82
eigen gewicht + sneeuw	8,01	2,96	139,2	454,6	0,58	12,46	1,00	6,51	12,46	0,14	0,60
eigen gewicht + personen	5,30	1,96	139,2	454,6	0,38	12,46	1,00	4,31	12,46	0,14	0,34
eigen gewicht + puntlast	8,27	3,51	139,2	454,6	0,59	12,46	1,00	7,73	12,46	0,14	0,72

opmerking