



**zadeldak met knieschot en q-belasting, balkafmeting :**

**71 mm x 221 mm**  
 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 = **CC1**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi = 0,89$   
**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**  
 gebouwcategorie H: daken  
 (gewichtsberekening)  $\psi_0 = 0$   
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1 = 0$   
 (kruip)  $\psi_2 = 0$   
 formule 6.10.a belastingfactoren  
 (niet maatgevend)  $\gamma_{Gij} = 1,22$   
 $\gamma_{Q,1} = 1,35$   
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$   
 formule 6.10.b  $\xi \gamma_{Gij} = 1,08$   
 (maatgevend)  $\gamma_{Q,1} = 1,35$   
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$   
 formule 6.10.a en b  $\gamma_{Gij} = 0,90$  (gunstig)

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

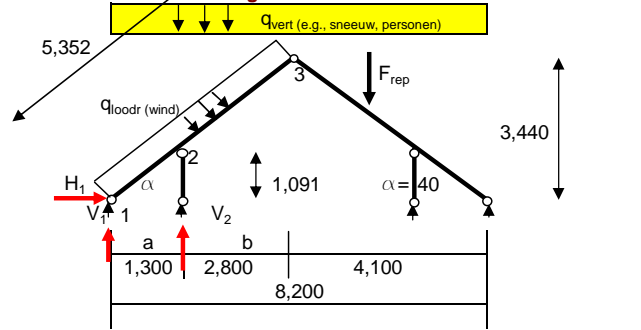
**eigen gewicht**  
 eigen gewicht per m<sup>2</sup> dakvlak (schuin)  $G_{k,j} = 0,7$  kN/m<sup>2</sup>  
**windbelasting**  
 windgebied = **III**  
 soort terrein **bebouwd III**  
 hoogte onderdeel boven maaiveld  $z = 9$  m  
 totale gebouwbreedte;loodrecht op wind  $br = 8,7$  m  
 totale gebouwhoogte  $ho = 7,5$  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/mm<sup>2</sup>

**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**  
 maat a (spantvoet-stijl horizontaal)  $a = 1,3$  m  
 maat b (stijl-nok horizontaal)  $b = 2,8$  m  
 te dragen m<sup>2</sup> dakvlak (h.o.h.spanten)  $c = 3$  m

keepdiepte bij stijl (knoop 2)  $d = 0$  mm  
 ongesteunde staaf lengte in z-richting  $l_z = 3655$  mm

**schematische tekening van de berekende constructie**



$L_{schuin} = 4,100 / \cos \alpha = 5,352$  m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $u_{eind} < 5352 / 250 = 21,4$  mm  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $u_{bij} < 5352 / 250 = 21,4$  mm

**gereduceerde doorsnede boven stijl**  
 $W_{y,red} = 1,00 * 1/6 bh_{red}^2$   
 $h_{red} = 221 - 0 = 221$  mm  
 $W_{y,red} = 1,00 * 1/6 * 71 * 221^2 = 578$  10<sup>3</sup>mm<sup>3</sup>  
 balk- en belastingtype 2 steunpunten + q-last  
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
 wijze van steunen **ongesteund**  
 aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

**materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen**

sterkteklasse	= <b>naaldhout C18</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$
materiaal	= <b>gezaagd hout</b>	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_{tr} = 1,16$
soort doorsnede	= <b>rechthoekig</b>	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_{tr} = 1,00$
houtbreedte	$b = 71$ mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
houthoogte	$h = 221$ mm	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= <b>kort</b>		
factor voor volume-effect	$s = 0,12$ bij LVL		
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>		

unity-checks	uiterste grenstoestand	knop 2	0,61	veld	0,77	bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{eind}$	0,40	$u_{bij}$	0,23
--------------	------------------------	--------	------	------	------	-----------------------------	------------	------	-----------	------

**berekening karakteristieke belastingen in kN/m<sup>2</sup>**

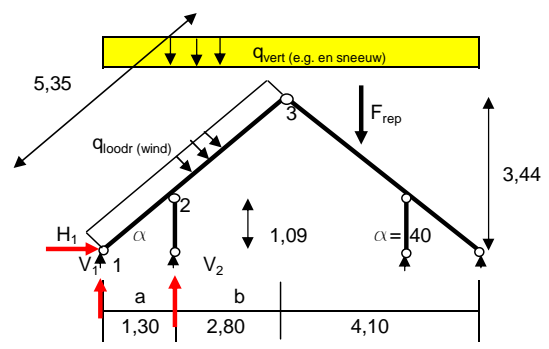
windbelasting loodrecht op dakvlak  $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$  = ( 0,57 + 0,30 ) 0,49 = 0,43 kN/m<sup>2</sup>  
 sneeuwbelasting in grondvlak  $s_n = \mu_i * C_e * C_t * s_k * f$  = 0,53 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,37 kN/m<sup>2</sup>  
 personenbelasting grondvlak  $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$  met  $15 < \alpha < 20$  = ( 4,00 - 0,20 20,0 ) = 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 puntlast (spreiding)  $I = 0,018^3 / 12 = 5E-07$  m<sup>4</sup> = 48,6 10<sup>4</sup>mm<sup>4</sup> EI = 49 5E-07 10<sup>6</sup> = 2430 kNm<sup>2</sup>  
 $\psi_i = >0,33$  en  $\leq 1,0$   $\psi_i = 0,37 + 0,8$  3,000 - 2430 / 50000 = 1,000 -  
 opgelegde belasting  $F_k = 1,000 * 2,00$  = 2,00 kN



algemene formule sterkte materiaalgrootheid		$f_{x;d}$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	kort
buigsterkte	$f_{m;k}$	18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;0;k}$	18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;90;k}$	2,2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm <sup>2</sup>
schuifsterkte	$f_{v;k}$	3,4 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$	9000 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm <sup>2</sup>
volumieke massa	$\rho_k$	320 kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;u;d}$		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$221^3$			= 6386 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	221	$71^3$			= 659 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$221^2$			= 578 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	221	$71^2$			= 186 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$	=	1		71	221			= 157 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
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

**mechanicaberekening** onderdeel

dakhelling	$\alpha = 40$ graden
maat a (spantvoet-stijl horizontaal)	a= 1 m
maat b (stijl-nok horizontaal)	b= 2,8 m
te dragen m'dakvlak (h.o.h.spanten)	c= 3 m
elasticiteitsmodulus	E= 9000 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 6386$ cm <sup>4</sup>
keepdiepte bij stijl (knoop 2)	= 0 mm
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{G;j} = 1,08$ -
<b>(formule 6.10.a is niet maatgevend)</b>	$\gamma_{Q;j} = 1,35$ -
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak (schuin)	$G_{k;j} = 0,70$ kN/m <sup>2</sup>
windbelasting	$(w_e+w_i) = 0,43$ kN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,37$ kN/m <sup>2</sup>
personenbelasting (max 10m <sup>2</sup> )	$q_k = 0,00$ kN/m <sup>2</sup>
puntlast F in veld 2-3	F= 2,0 kN
lengte/breedte lastvlak	= 0,05 m
dikte beplanking	t= 18,0 mm
stijfheid beplanking / beschoot	$E_{0;ser;rep} = 5000$ N/mm <sup>2</sup>



**berekening belastingen ( van personen of sneeuw wordt alleen de maatgevende waarde berekend)**

eigen gewicht	= $q_{g,rep} = c \cdot G_{k,j} / \cos \alpha =$	3,000	0,7 / 0,77	=	2,74	kN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c \cdot (w_e+w_i) =$	3,000	0,43	=	1,29	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c \cdot s_{n,k} =$	3,000	0,37	=	1,12	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c \cdot q_k =$	2,439	0,00	=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	= $\psi_r =$	0,37	+ 0,8 c - E <sub>0,ser,rep</sub> * l / 50000	=	1,00	-	
gereduceerde puntlast	= $F_{rep} = \psi_r \cdot F =$	1,00	2,00	=	2,00	kN	vertikaal

**resultaten**

representatieve waarde per spantbeen / spoor						uiterste grenstoestand formule 6.10.b				
belastinggeval	e.g.	wind	sneeuw	pers	F-last	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 <sub>2</sub>	= 2,02	1,61	0,83	0,00	0,72	M <sub>2</sub>	= 4,36	3,30	2,18	3,15
M <sub>2-3</sub>	= 1,77	1,42	0,72	0,00	1,04	M <sub>2-3</sub>	= 3,83	2,89	1,92	3,32
V <sub>2</sub>	= 7,89	6,31	3,23	0,00	1,81	V <sub>2</sub>	= 17,05	12,89	8,54	10,98
V <sub>1</sub>	= 3,35	-1,04	1,37	0,00	0,19	V <sub>1</sub>	= 2,22	5,47	3,62	3,88
H <sub>1</sub>	= 3,71	-1,45	1,52	0,00	0,89	H <sub>1</sub>	= 2,05	6,07	4,02	5,21
"V <sub>3</sub> "	= 3,12	1,91	1,27	0,00	0,00	"V <sub>3</sub> "	= 5,95	5,09	3,37	3,37
H <sub>3</sub>	= 3,71	2,97	1,52	0,00	0,89	H <sub>3</sub>	= 8,03	6,07	4,02	5,21
N <sub>2</sub>	= 7,78	2,27	3,18	0,00	1,96	N <sub>2</sub>	= 11,48	12,71	8,41	11,06
N <sub>2-3</sub>	= 5,31	2,27	2,17	0,00	1,96	N <sub>2-3</sub>	= 8,82	8,68	5,74	8,40
u <sub>veld 2-3</sub>	= 3,6	2,9	1,5	0,0	1,7					



**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand** onderdeel

vervorming tgv kruip:  $u_{kruip} = k_{def} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$  ( 3,6 + 0,00 1,7 ) = 2,1 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	$u_{2,3}$	3,6	2,9	2,1	8,6	21,4	0,40	5,0	21,4	0,23
eigen gewicht + sneeuw	$u_{2,3}$	3,6	1,5	2,1	7,2	21,4	0,34	3,6	21,4	0,17
eigen gewicht + personen	$u_{2,3}$	3,6	0,0	2,1	5,7	21,4	0,27	2,1	21,4	0,10
eigen gewicht + puntlast	$u_{2,3}$	3,6	1,7	2,1	7,4	21,4	0,35	3,8	21,4	0,18

**toetsing uiterste grenstoestand** onderdeel

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

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm <sup>2</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$\sigma_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	UC
eigen gewicht + wind	11,48	4,36	156,9	578,0	0,73	12,46	7,54	12,46	0,61
eigen gewicht + sneeuw	12,71	3,30	156,9	578,0	0,81	12,46	5,70	12,46	0,46
eigen gewicht + personen	8,41	2,18	156,9	578,0	0,54	12,46	3,78	12,46	0,30
eigen gewicht + puntlast	11,06	3,15	156,9	578,0	0,71	12,46	5,45	12,46	0,44

veld 2-3 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35  $UC = \left( \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{krit} f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} < 0$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm <sup>2</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$\sigma_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$k_{krit}$ -	$\sigma_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$k_{c,z}$ -	UC
eigen gewicht + wind	8,82	3,83	156,9	578,0	0,56	12,46	0,97	6,62	12,46	0,10	0,77
eigen gewicht + sneeuw	8,68	2,89	156,9	578,0	0,55	12,46	0,97	5,01	12,46	0,10	0,63
eigen gewicht + personen	5,74	1,92	156,9	578,0	0,37	12,46	0,97	3,32	12,46	0,10	0,38
eigen gewicht + puntlast	8,40	3,32	156,9	578,0	0,54	12,46	0,97	5,75	12,46	0,10	0,67

**opmerking**