



met puntlasten belast zadeldak met stijl , balkafmeting houten spant :

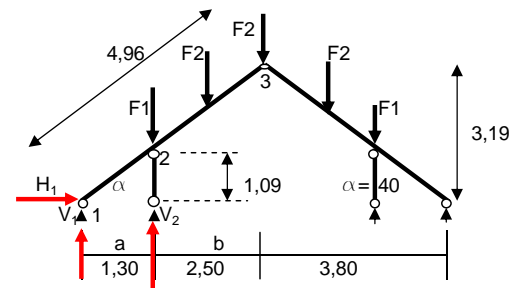
71 mm x 171 mm
 naaldhout C18

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 $\gamma_{Gj} =$ 1,22 -
 (niet maatgevend) $\gamma_{Q;1} =$ 1,35 -
 formule 6.10.b $\gamma_{Q;2} =$ 1,35 -
 (maatgevend) $\xi \gamma_{Gj} =$ 1,08 -
 formule 6.10.a en b $\gamma_{Q;1} =$ 1,35 -
 $\gamma_{Q;2} =$ 1,35 -
 $\gamma_{Gj} =$ 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 $z =$ **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

schematische tekening van de berekende constructie



$L_{\text{schuin}} = 3,800 / \cos \alpha = 4,96$ m
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** * L_{schuin}
 $U_{\text{eind}} < 4961 / 250 = 19,8$ mm
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** * L_{schuin}
 $U_{\text{bij}} < 4961 / 250 = 19,8$ mm

gereduceerde doorsnede boven stijl
 $W_{y,\text{red}} = 1,00 * \frac{1}{6} b h_{\text{red}}^2$
 $h_{\text{red}} = 171 - 0 = 171$ mm
 $W_{y,\text{red}} = 1,00 * \frac{1}{6} * 71 * 171^2 = 346 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
 balk- en belastingtype 2 steunpunten + F-last
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**
 wijze van steunen **gesteund**
 aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

specifieke spantvorm-afhankelijke invoer

maat a (spantvoet-stijl horizontaal) $a =$ **1,3** m
 maat b (stijl-nok horizontaal) $b =$ **2,5** m
 te dragen m²dakvlak (h.o.h.spanten) $c =$ **3** m
 keepdiepte bij stijl (knoop 2) $d =$ **0** mm
 ongesteunde staafte in z-richting $l_z =$ **3264** mm

materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h =$ 1,16 -
soort doorsnede	= rechthoekig	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h =$ 1,00 -
houtbreedte	$b =$ 71 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{\text{mod}} =$ 0,90 kort
houthoogte	$h =$ 171 mm	modificatiefactor treksterkte	$k_{\text{mod}} =$ 0,80 kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor vervorming	$k_{\text{def}} =$ 0,60 -
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort		
factor voor volume-effect	$s =$ 0,12 bij LVL		
$\sigma_{m,\text{crit}}$ berekenen met formule	6.31		

unity-checks	uiterste grenstoestand	knp 2	0,47	veld	0,99	bruikbaarheidsgrenstoestand	U_{eind}	0,50	U_{bij}	0,27
--------------	------------------------	-------	------	------	------	-----------------------------	-------------------	------	------------------	------

berekening karakteristieke belastingen in kN/m²

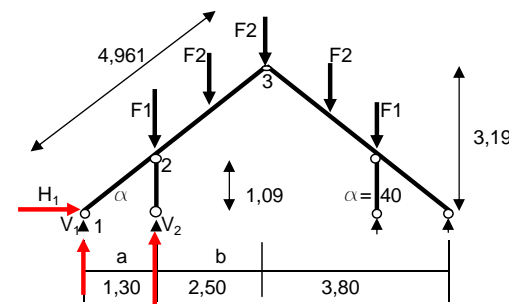
windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e + w_f = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$ = (0,57 + 0,30) 0,49 = 0,43 kN/m²
 sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_{s1} * C_e * C_t * s_k * f$ = 0,53 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,37 kN/m²
 personenbelasting grondvlak $p_{\text{rep}} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20$ = (4,00 - 0,20 20,0) = 0,00 kN/m²



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	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3$		=	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	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(	2958	/	121	)	= 49,4 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(	510	/	121	)	= 20,5 mm

mechanicaberekening onderdeel

dakhelling	$\alpha = 40$ graden
maat a (spantvoet-stijl horizontaal)	a = 1,3 m
maat b (stijl-nok horizontaal)	b = 2,5 m
h.o.h. spanten / sporen	c = 3 m
elasticiteitsmodulus	E = 9000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 2958$ cm ⁴
keepdiepte bij stijl (knoop 2)	= 0 mm
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gij} = 1,08$ -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Qij} = 1,35$ -
eigen gewicht per m ² dakvlak	$G_{k,j} = 0,7$ 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



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	0,4286		=	1,29	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot s_{n,k} =$	3,000	0,3737		=	1,12	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot q_k =$	2,632	0,00		=	0,00	kN/m'	vertikaal

eigen gewicht	$F1 = 0.5 \cdot (a + 0.5b) \cdot q_{g,rep}$	=	$0.5 \cdot (1,3 + 0.5 \cdot 2,5)$	*	2,74	=	3,50	kN
eigen gewicht	$F2 = b/2 \cdot q_{g,rep}$	=	$2,5 / 2$	*	2,74	=	3,43	kN
wind	$F1 = 0.5 \cdot (a + 0.5b) \cdot q_{w,rep}$	=	$0.5 \cdot (1,3 + 0.5 \cdot 2,5)$	*	1,29	=	1,64	kN
wind	$F2 = b/2 \cdot q_{w,rep}$	=	$2,5 / 2$	*	1,29	=	1,61	kN
sneeuw	$F1 = 0.5 \cdot (a + 0.5b) \cdot q_{sn,rep}$	=	$0.5 \cdot (1,3 + 0.5 \cdot 2,5)$	*	1,12	=	1,43	kN
sneeuw	$F2 = b/2 \cdot q_{sn,rep}$	=	$2,5 / 2$	*	1,12	=	1,40	kN
personen	$F1 = 0.5 \cdot (a + 0.5b) \cdot q_{pers,rep}$	=	$0.5 \cdot (1,3 + 0.5 \cdot 2,5)$	*	0,00	=	0,00	kN
personen	$F2 = b/2 \cdot q_{pers,rep}$	=	$2,5 / 2$	*	0,00	=	0,00	kN

representatieve waarde per spantbeen / spoor						
belastinggeval	e.g	wind	sneeuw	pers		
belasting	2,74	1,29	1,12	0,00		
F1 boven stijl	3,50	1,64	1,43	0,00	kN	
F2 in veld en nol	3,43	1,61	1,40	0,00	kN	
M ₂	=	1,06	0,65	0,43	0,00	kNm
M ₂₋₃	=	1,61	0,99	0,66	0,00	kNm
V ₂	=	6,44	3,95	2,64	0,00	kN
V ₁	=	2,19	-0,84	0,90	0,00	kN
H ₁	=	3,58	-0,41	1,46	0,00	kN
"V ₃ "	=	3,00	1,41	1,23	0,00	kN
H ₃	=	3,58	2,19	1,46	0,00	kN
N ₂	=	6,05	1,68	2,47	0,00	kN
N ₂₋₃	=	6,05	1,68	2,47	0,00	kN
u _{veld 2-3}	=	4,5	2,8	1,8	0,0	mm

uiterste grenstoestand formule 6.10.b					
combinatie	e.g. +	e.g. +	e.g. +		
	wind	sneeuw	pers		
M ₂	=	2,02	1,73	1,14	kNm
M ₂₋₃	=	3,08	2,64	1,74	kNm
V ₂	=	12,29	10,53	6,97	kN
V ₁	=	1,23	3,58	2,37	kN
H ₁	=	3,32	5,85	3,87	kN
"V ₃ "	=	5,15	4,91	3,25	kN
H ₃	=	6,83	5,85	3,87	kN
N ₂	=	8,81	9,88	6,54	kN
N ₂₋₃	=	8,81	9,88	6,54	kN



toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

vervorming tgv kruip:	$u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) =$	0,60	(	4,5	+	0,00	2,8	)	=	2,7	mm
belastingcombinatie	veld	u_{on}	$u_{elastisch}$	u_{kruip}	u_{eind}	$u_{eind,toe}$	u.c.	u_{bij}	$u_{bij,toe}$	u.c.	
		mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm	-	
eigen gewicht + wind	$u_{2,3}$	4,5	2,8	2,7	9,9	19,8	0,50	5,5	19,8	0,27	
eigen gewicht + sneeuw	$u_{2,3}$	4,5	1,8	2,7	9,0	19,8	0,46	4,5	19,8	0,23	
eigen gewicht + personen	$u_{2,3}$	4,5	0,0	2,7	7,2	19,8	0,36	2,7	19,8	0,14	

toetsing uiterste grenstoestand onderdeel

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

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	UC
	kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	-
eigen gewicht + wind	8,81	2,02	121,4	346,0	0,73	12,46	5,83	12,46	0,47
eigen gewicht + sneeuw	9,88	1,73	121,4	346,0	0,81	12,46	4,99	12,46	0,40
eigen gewicht + personen	6,54	1,14	121,4	346,0	0,54	12,46	3,30	12,46	0,27

veld 2-3 art. 6.2.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35 $UC = \frac{(\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}})^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}}{(\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}})^2} < 0$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	k_{krit}	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	$k_{c,z}$	UC
	kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-	-
eigen gewicht + wind	8,81	3,08	121,4	346,0	0,73	12,46	1,00	8,90	12,46	0,12	0,99
eigen gewicht + sneeuw	9,88	2,64	121,4	346,0	0,81	12,46	1,00	7,62	12,46	0,12	0,91
eigen gewicht + personen	6,54	1,74	121,4	346,0	0,54	12,46	1,00	5,04	12,46	0,12	0,52

opmerking