



**vereenvoudigde berekening van een houten hoekkeper  
 tussen dakschilden met een gelijke hellingshoek**

**71 x 171**  
 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** **belastingfactoren**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89** formule 6.10.a  $\gamma_{G,j} =$  1,22 -  
**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage** (meestal niet maatgevend)  $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 gebouwcategorie H: daken  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 (gewichtsberekening)  $\psi_0 =$  0 - formule 6.10.b  $\xi \gamma_{G,j} =$  1,08 -  
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  0 - (maatgevend)  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 (kruip)  $\psi_2 =$  0 - formule 6.10.a en b  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 $\gamma_{G,j} =$  0,90 (gunstig)

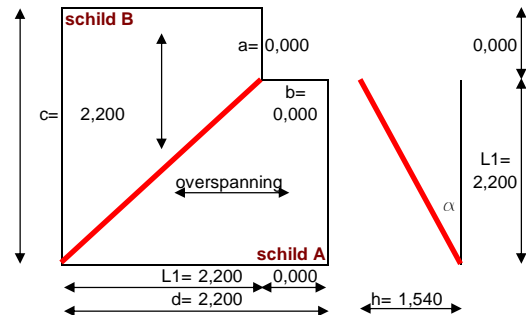
dakvorm = **zadeldak**  
 dakhelling  $\alpha =$  **35** graden  
 kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja** -

**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 **onbebouwd II** -  
 hoogte onderdeel boven maaiveld **z = 6** m  
 totale breedte;loodrecht op wind **br = 15** m  
 totale gebouwhoogte **ho = 7** m  
 totale gebouwdiepte;in windrichting **d = 12** m

**puntlast**  
 grootte van de puntlast  $F =$  **2** kN  
 zijde oppervlak waarop puntlast werkt  $t =$  **0,05** m  
 dikte beplanking  $t =$  **18** mm  
 elasticiteitsmodulus beplanking  $E_{o,mean,k} =$  **5000** N/mm<sup>2</sup>

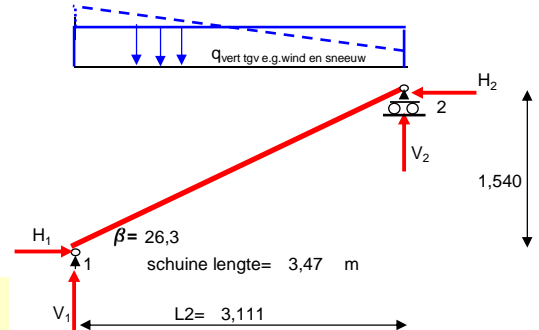
**schematische tekening van de berekende constructie**



**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**

horizontale maat (in grondvlak)  $L1 =$  **2,2** m  
 horizontale maat (in grondvlak)  $a =$  **0** m  
 horizontale maat (in grondvlak)  $b =$  **0** m

$L_{schuin} = 3,111 / \cos \alpha =$  **3,47** m  
 toelaatbare einddoorbuiging  $1: 250 * L_{schuin} =$  **13,9** mm  
 $u_{eind} < 3472 / 250 =$  **13,9** mm  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging  $1: 250 * L_{schuin} =$  **13,9** mm  
 $u_{bij} < 3472 / 250 =$  **13,9** mm  
 aangrijpingspunt belasting = **aan drukzijde**  
 wijze van steunen = **gesteund**  
 aangrijpingspunt van steunen = **aan drukzijde**  
 ongesteunde staaf lengte in z-richting  $l_z =$  **500** mm  
 balk- en belastingtype **2 steunpunten + F-last**



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

sterkteklasse = **naaldhout C18** materiaalfactor sterkte  $\gamma_M =$  1,30 -  
 materiaal = **gezaagd hout** hoogtefactor treksterkte;breedte  $k_{it} =$  1,16 -  
 soort doorsnede = **rechthoekig** hoogtefactor buigsterkte;hoogte  $k_{it} =$  1,00 -  
 houtbreedte hoekkeper  $b =$  **71** mm modificatiefactor sterkte  $k_{mod} =$  0,90 kort  
 houthoogte hoekkeper  $h =$  **171** mm modificatiefactor treksterkte  $k_{mod} =$  0,80 kort  
 klimaatklasse = **1** modificatiefactor vervorming  $k_{def} =$  0,60 -  
 belastingduurklasse comb. veranderlijk = **kort**  
 factor voor volume-effect  $s =$  **0,1** bij LVL  
 $\sigma_{m,crit}$  berekenen met formule **6.32**

unity-checks	uiterste grenstoestand	0,67	veld	0,46	bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{eind}$	0,55	$u_{bij}$	0,30
--------------	------------------------	------	------	------	-----------------------------	------------	------	-----------	------

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

windbelasting loodrecht op dakvlak  $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$  = ( 0,53 + 0,30 ) 0,62 = 0,51 kN/m<sup>2</sup>  
 de hoekkepers worden berekend op een equivalente windbelasting in het grondvlak met dezelfde grootte als loodrecht op het dakvlak  
 windbelasting loodrecht op grondvlak  $p_{wi,vert} = (w_e + w_i) * L * \cos \alpha / L * \cos \alpha = w_e + w_i =$  0,51 kN/m<sup>2</sup>  
 sneeuwbelasting in grondvlak  $s_n = \mu_{t1} * C_e * C_{t1} * s_k * f$  = 0,67 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,47 kN/m<sup>2</sup>  
 puntlast (spreiding)  $l = 0,018^3 / 12 = 5E-07$  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>  
 $\psi_f = >0,33$  en  $\leq 1,0$   $\psi_f =$  0,37 + 0,8 10,000 - 2430 / 50000 = 1,000 -  
 opgelegde belasting  $F_k =$  1,000 \* 2,00 = 2,00 kN  
 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>



### materiaal- en profielgegevens

	algemene formule : $f_{x;d} =$	$k_1$	$k_n$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	<b>kort</b>
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		$171^3$	= 2958 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$		= 1	$\frac{1}{12}$	171		$71^3$	= 510 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$		= 1	$\frac{1}{6}$	71		$171^2$	= 346 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$		= 1	$\frac{1}{6}$	171		$71^2$	= 144 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$		= 1		71		171	= 121 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
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

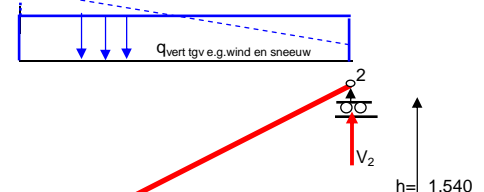
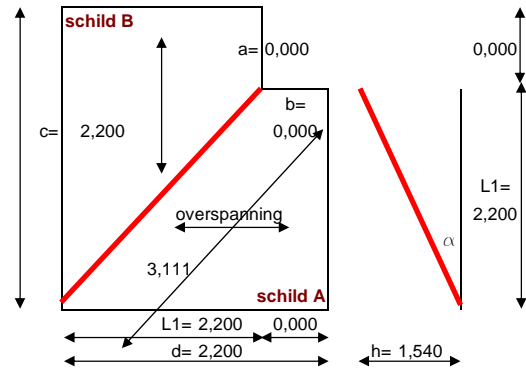
### mechanicaberekening

onderdeel

dakhelling dakvlakken	$\alpha = 35$ graden
horizontale maat	L1= 2,2 m
horizontale maat	a= 0 m
horizontale maat	b= 0 m

$h = l \cdot \tan \alpha =$	2,200	*	0,70	= 1,540 m
$c = L1 + a =$	2,200	+	0,000	= 2,200 m
$d = L1 + b =$	2,200	+	0,000	= 2,200 m
$L2 = L1 \cdot \sqrt{2} =$	2,200	*	1,414	= 3,111 m
tangens $\beta =$	1,540	/	3,111	= 0,4951 -
helling hoekkeper	$\beta = 26,3$ graden			

elasticiteitsmodulus	E= 9000 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 2958$ cm <sup>4</sup>
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{G;j} = 1,08$ -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Q;j} = 1,35$ -
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak	$G_{rep} = 0,7$ KN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting $s_n = /4_i \cdot C_{pe} \cdot C_{t1} \cdot s_k \cdot f$	= 0,47 kN/m <sup>2</sup>
windbelasting $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{p(z)}$	= 0,51 kN/m <sup>2</sup>
puntlast F in veld 1-2	F= 2,00 kN



#### berekening oppervlak dakschilden

$A = 0,5 \cdot (2,200 + 0,000) \cdot 2,200 =$	2,42						
$B = 0,5 \cdot (2,200 + 0,000) \cdot 2,200 =$	2,42						
<b>totaal oppervlak</b>	<b>= 4,84</b>						
hiervan rust 50% op de hoekkeper	0,5	4,84	=	2,42	per m'	2,42 / 3,11	= 0,78 m' =e1
voor windbelasting rekenen met	0,5	2,42	=	1,21	per m'	1,21 / 3,11	= 0,39 m' =e2

#### berekening belastingen per m2 in het grondvlak

eigen gewicht	$q_{g,rep} = e1 \cdot G_{k,j} / \cos \alpha$	=	0,78	0,7 / 0,90	=	0,61 kN/m'	vertikaal
windbelasting	$q_{w,rep} = e2 \cdot (w_e + w_i)$	=	0,39	0,51	=	0,20 kN/m'	vertikaal
sneeuwbelasting	$q_{vert,rep} = e1 \cdot s_{n,k}$	=	0,78	0,47	=	0,36 kN/m'	vertikaal
puntlast	$F_{rep} = F$	=	1,00	2	=	2,00 kN	vertikaal

#### representatieve waarde per hoekkeper

belastinggeval	e.g	wind	sneeuw	puntlast
belasting	0,61	0,20	0,36	2,00
M <sub>1-2</sub>	= 0,74	0,24	0,44	1,56
V <sub>1</sub>	= 0,95	0,31	0,57	1,00
H <sub>1</sub>	= 0,00	0,00	0,00	0,00
V <sub>2</sub>	= 0,95	0,31	0,57	1,00
H <sub>2</sub>	= 0,00	0,00	0,00	0,00
N <sub>1-2</sub>	= 0,00	0,00	0,00	0,44
U <sub>1-2</sub>	= 3,5	1,1	2,1	-
N <sub>1x</sub>	= 0,28	0,09	0,17	0,90

#### uiterste grenstoestand formule 6.10.b

combinatie	e.g. +	e.g. +	e.g. +
	wind	sneeuw	F-last
M <sub>1-2</sub>	= 1,12	1,39	2,90
V <sub>1</sub>	= 1,44	1,79	2,37
H <sub>1</sub>	= 0,00	0,00	0,00
V <sub>2</sub>	= 1,44	1,79	2,37
H <sub>2</sub>	= 0,00	0,00	0,00
N <sub>1-2</sub>	= 0,00	0,00	0,60
N <sub>1x</sub>	= 0,43	0,53	1,52

N<sub>1x</sub> is de normaalkracht op 1/3e van de overspanning die wordt gecombineerd met het maximum moment in het midden in werkelijkheid is de normaalkracht in het midden nul!



**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 <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	0,43	1,12	121,4	346,0	0,04	12,46	3,23	12,46	0,26
eigen gewicht + sneeuw	0,53	1,39	121,4	346,0	0,04	12,46	4,01	12,46	0,32
eigen gewicht + puntlast	1,52	2,90	121,4	346,0	0,12	12,46	8,37	12,46	0,67

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 <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	0,43	1,12	121,4	346,0	0,04	12,46	1,00	3,23	12,46	0,97	0,07
eigen gewicht + sneeuw	0,53	1,39	121,4	346,0	0,04	12,46	1,00	4,01	12,46	0,97	0,11
eigen gewicht + puntlast	1,52	2,90	121,4	346,0	0,12	12,46	1,00	8,37	12,46	0,97	0,46

**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand** onderdeel

vervorming tgv kruip:  $u_{kruip} = k_{def} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$  ( 3,5 + 0,00 2,1 ) = 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	$u_{2,3}$	3,5	1,1	2,1	6,7	13,9	0,48	3,2	13,9	0,23
eigen gewicht + sneeuw	$u_{2,3}$	3,5	2,1	2,1	7,6	13,9	0,55	4,2	13,9	0,30

opmerking