



berekening gording op 3 steunpunten

71 x 221

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 CC = **CC1** formule 6.10.a $\gamma_{Gj} = 1,22$ -
 correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$ **(niet maatgevend)** $\gamma_{Q1} = 1,35$ -
 $\gamma_{Q2} = 1,35$ -

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie **H: daken** formule 6.10.b $\xi \gamma_{Gj} = 1,08$ -
 (gewichtsberekening) $\psi_{G1} = 0$ - **(maatgevend)** $\gamma_{Q1} = 1,35$ -
 (elastische doorbuiging) $\psi_{1} = 0$ - $\gamma_{Q2} = 1,35$ -
 (kruip) $\psi_{2} = 0$ - formule 6.10.a en b $\gamma_{Gj} = 0,90$ (gunstig)
 reductiefactor vloerbelasting $\psi_{1} = 1,00$ -

dakvorm **zadeldak**
 dakhelling $\alpha = 35$ graden

permanente- en toevallige veranderlijke belasting

eigen gewicht dakvlak $G_{kj} = 0,7$ kN/m²
 extra veranderlijke vlakbelasting in grondvlak $Q_{kj} = 0$ kN/m²

wind- en sneeuwbelasting

windgebied = **III** -
 soort terrein **onbebouwd II** -
 hoogte onderdeel boven maaiveld $z = 9$ m
 totale gebouwbreedte loodrecht op wind $br = 6$ m
 totale gebouwhoogte $ho = 7$ m
 totale gebouwdiepte in windrichting $d = 8$ m
 kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja**

belasting door puntlast

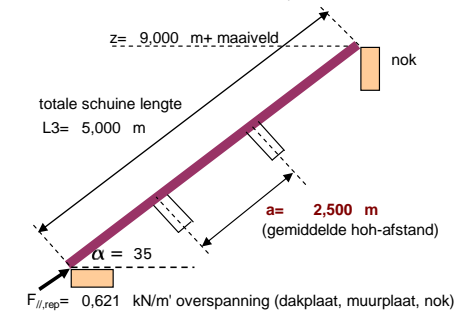
puntlast $F = 2$ kN
 dikte beplanking $t = 18$ mm
 elasticiteitsmodulus beplanking $E_{o,mean,k} = 5000$ N/mm²

toelaatbare doorbuiging

toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** * L_{schuin}
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** * L_{schuin}

gegevens gording

overspanning veld 1 $L1 = 4$ m
 overspanning veld 2 $L2 = 4$ m
 totale schuine lengte dakvlak $L3 = 5$ m
 aantal gordingen $n = 1$ st
 wijze van ondersteuning gording in zwakke richting (z):
volledig gesteund, enkele buiging



in totale dakvlak optredende afschuifkracht tgv eg + vb
 $F_{//,rep} = 2,01 + 1,10 = 3,10$ kN/m'

dat is per m' schuin dakvlak:

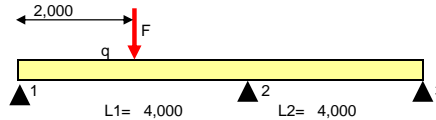
$$F_{//,rep} = 3,10 / 5,000 = 0,621 \text{ kN/m/m}^2$$

in totale dakvlak opneembaar per m' gording

$$F_{//,rep} = 0,621 * 5,000 = 3,10 \text{ kN/m}$$

door alle gordingen samen op te nemen (per m' gording)

$$F_{//,rep} = 3,10 - 3,10 = 0,00 \text{ kN/m}$$



unity-checks

UGT	buiging	0,43	0,72	0,89	0,55	0,43
-----	---------	------	------	------	------	------

BGT	u_{eind}	0,51	0,51	u_{bij}	0,30	0,30
-----	------------	------	------	-----------	------	------

materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

sterkteklasse **naaldhout C18** materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$ -
 materiaal **gezaagd hout** hoogtefactor buigsterkte; hoogte $k_h = 1,00$ -
 houtbreedte $b = 71$ mm. modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort
 houthoogte $h = 221$ mm. modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,80$ kort
 klimaatklasse = **1** modificatiefactor vervorming $k_{def} = 0,60$ -
 belastingduurklasse veranderlijke belasting **kort**
 factor voor volume-effect $s = 0,1$ bij LVL

q-belastingen per m² grondvlak (personen, sneeuw) of dakvlak (wind)

eigen gewicht dakconstructie $p_{rep} = G_{rep} / \cos \alpha = 0,7 / 0,82 = 0,85$ kN/m²
 personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20 = (4,0 - 0,20 * 35) = 0,00$ kN/m²
 sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_{t1} * C_e * C_t * s_k * f = 0,67 * 1,00 * 1,00 * 0,70 * 1,00 = 0,47$ kN/m²
 windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_p(z) = (0,50 + 0,30) * 0,62 = 0,49$ kN/m²
 windbelasting vertikaal op grond $p_{rep} = (w_e + w_i) / \cos^2 \alpha = 0,49 / 0,671 = 0,74$ kN/m²
 veranderlijke vlakbelasting in grondvlak $\psi_{1i} Q_k = 1,00 * 0,00 = 0,00$ kN/m²

F-last

puntlast (spreiding) $I = 0,018^3 / 12 = 5E-07$ m⁴ = $48,6 * 10^4 \text{ mm}^4$ $EI = 49 * 5E-07 * 10^6 = 2430$ kNm²
 $\psi_{1i} > 0,33$ en $\leq 1,0$ $\psi_{1i} = 0,37 + 0,8 * 2,500 = 2430 / 50000 = 1,000$ -
 opgelegde belasting $F_k = 1,000 * 2,00 = 2,00$ kN

q-belastingen per m² dakvlak en evenwijdig aan het dakvlak

de gemiddelde hart op hart-afstand van de gordingen waarmee wordt gerekend is a = 5,000 / 2 = 2,500 m

belasting	loodrecht dakvlak= p cos ² α			evenwijdig dakvlak=1/2 p*sin2α			loodrecht per gording (y-richting)		
eigen gewicht	0,85	0,671	= 0,57 kN/m ²	0,43	0,940	= 0,40 kN/m ²	2,500	0,57	= 1,43 kN/m
personen	0,00	0,671	= 0,00 kN/m ²	0,00	0,940	= 0,00 kN/m ²	2,500	0,00	= 0,00 kN/m
sneeuw	0,47	0,671	= 0,31 kN/m ²	0,23	0,940	= 0,22 kN/m ²	2,500	0,31	= 0,78 kN/m
wind	0,74	0,671	= 0,49 kN/m ²			= 0,00 kN/m ²	2,500	0,49	= 1,24 kN/m
vlakbelasting	0,00	0,671	= 0,00 kN/m ²	0,00	0,940	= 0,00 kN/m ²	2,500	0,00	= 0,00 kN/m

F-last loodrecht op- en evenwijdig aan het dakvlak

puntlast	loodrecht dakvlak= Fcosα			evenwijdig dakvlak=F*sinα			loodrecht per gording (y-richting)		
	2,00	0,819	= 1,64 kN	2,00	0,000	= 0,00 kN			= 1,64 kN

afschuifkrachten

maximale reductie afschuifkracht op de veranderlijke belasting = F_{ij} - F_{ij,G,rep} = 0,62 - 0,40 = 0,22 kN/m'

belasting	evenwijdig			af door dakplaat			rest			evenwijdig dakvlak=1/2 p*sin2α * L3			evenwijdig per gording (z-richting)		
eigen gewicht	0,40	-	0,40	= 0,00	0,40	5,000	= 2,01 kN	2,500	0,00	= 0,00 kN/m					
personen	0,00	-	0,00	= 0,00	0,00	5,000	= 0,00 kN	2,500	0,00	= 0,00 kN/m					
sneeuw	0,22	-	0,22	= 0,00	0,22	5,000	= 1,10 kN	2,500	0,00	= 0,00 kN/m					
wind	0,00	-	0,00	= 0,00	0,00	5,000	= 0,00 kN	2,500	0,00	= 0,00 kN/m					
vlakbelasting	0,00	-	0,00	= 0,00	0,00	5,000	= 0,00 kN	2,500	0,00	= 0,00 kN/m					

materiaal- en profielgegevens

	algemene formule : f _{xd} = k ₁ k _n 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	* 1/12 bh ³		1	1/12	71	221 ³		= 6386	10 ⁶ mm ⁴		
traagheidsmoment	I _z	1	* 1/12 hb ³		1	1/12	221	71 ³		= 659	10 ⁶ mm ⁴		
weerstandsmoment	W _y	1	* 1/6 bh ²		1	1/6	71	221 ²		= 578	10 ³ mm ³		
weerstandsmoment	W _z	1	* 1/6 hb ²		1	1/6	221	71 ²		= 186	10 ³ mm ³		
oppervlak	A	1	* bh		1		71	221		= 157	10 ² mm ²		
traagheidsstraal	i _y		√ (I _y / A )		√ (	6386	/	157	)	= 63,8	mm		
traagheidsstraal	i _z		√ (I _z / A )		√ (	659	/	157	)	= 20,5	mm		

resultaten mechanica berekening

	eigen gewicht		personen		sneeuw		wind		puntlast		vlaklast	
	y	z	y	z	y	z	y	z	y	z	y	z
q of F	1,43	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	1,24		1,64	0,00	0,00	0,00
M ₂	-2,87	0,00	0,00	0,00	-1,57	0,00	-2,47		-0,61	0,00	0,00	0,00
M _{1,2}	1,61	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	1,39		1,33	0,00	0,00	0,00
M _{2,3}	1,61	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	1,39		-0,31	0,00	0,00	0,00
u _{1,2}	3,33	0,00	0,00	0,00	1,82	0,00	2,87		2,73	0,00	0,00	0,00
u _{2,3}	3,33	0,00	0,00	0,00	1,82	0,00	2,87		-1,07	0,00	0,00	0,00

toetsing uiterste grenstoestand

	eigen gewicht(6.10.a)		personen		sneeuw		wind		puntlast		vlaklast	
	y	z	y	z	y	z	y	z	y	z	y	z
q of F	1,74	0,00	1,55	0,00	2,61	0,00	3,22	0,00	3,76	0,00	1,55	0,00
M ₂	-3,48	0,00	-3,10	0,00	-5,22	0,00	-6,44	0,00	-3,93	0,00	-3,10	0,00
M _{1,2}	1,96	0,00	1,74	0,00	2,93	0,00	3,62	0,00	3,54	0,00	1,74	0,00
M _{2,3}	1,96	0,00	1,74	0,00	2,93	0,00	3,62	0,00	1,33	0,00	1,74	0,00

art. 6.1.6 dubbele buiging

voorbeeldberekening controle veldmoment M_{1,2} tgv eigen gewicht + wind

moment in y-richting	M _{Ed,y}	= 3,62	kNm	W _y	= 578	cm ³	f _{m,y,d}	= 12,5	N/mm ²	b	= 71	mm
moment in z-richting	M _{Ed,z}	= 0,00	kNm	W _z	= 186	cm ³	f _{m,z,d}	= 12,5	N/mm ²	h	= 221	mm
soort doorsnede			rechthoekig	k _m	= 0,7							

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{\sigma_{m,y,d}} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{3,62}{578} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,z,d}}{\sigma_{m,z,d}} = \frac{M_{Ed,z}}{W_z} = \frac{0,00}{186} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

6,11	unity-check		$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}}$	+	k _m	$\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}}$	=	$\frac{6,3}{12,5}$	+	0,7	$\frac{0,0}{12,5}$	=	0,50
6,12	unity-check		k _m	$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}}$	+	$\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}}$	=	0,7	$\frac{6,3}{12,5}$	+	$\frac{0,0}{12,5}$	=	0,35



in tabelvorm alle combinaties		M _{Ed,y}	M _{Ed,z}	σ _{m,y;d}	σ _{m,z;d}	σ _{m,y;d}	σ _{m,z;d}	unity check		maximum
				f _{m,y;d}		f _{m,z;d}				
eigen gewicht (6.10.a)	M ₂	-3,48	0,00	6,03	0,00	0,48	0,00	0,48	0,34	
	M _{1,2}	1,96	0,00	3,39	0,00	0,27	0,00	0,27	0,19	= 0,48
	M _{2,3}	1,96	0,00	3,39	0,00	0,27	0,00	0,27	0,19	
eigen gewicht + personen	M ₂	-3,10	0,00	5,36	0,00	0,43	0,00	0,43	0,30	
	M _{1,2}	1,74	0,00	3,02	0,00	0,24	0,00	0,24	0,17	= 0,43
	M _{2,3}	1,74	0,00	3,02	0,00	0,24	0,00	0,24	0,17	
eigen gewicht + sneeuw	M ₂	-5,22	0,00	9,03	0,00	0,72	0,00	0,72	0,51	
	M _{1,2}	2,93	0,00	5,08	0,00	0,41	0,00	0,41	0,29	= 0,72
	M _{2,3}	2,93	0,00	5,08	0,00	0,41	0,00	0,41	0,29	
eigen gewicht + wind	M ₂	-6,44	0,00	11,14	0,00	0,89	0,00	0,89	0,63	
	M _{1,2}	3,62	0,00	6,27	0,00	0,50	0,00	0,50	0,35	= 0,89
	M _{2,3}	3,62	0,00	6,27	0,00	0,50	0,00	0,50	0,35	
eigen gewicht + puntlast	M ₂	-3,93	0,00	6,80	0,00	0,55	0,00	0,55	0,38	
	M _{1,2}	3,54	0,00	6,13	0,00	0,49	0,00	0,49	0,34	= 0,55
	M _{2,3}	1,33	0,00	2,30	0,00	0,18	0,00	0,18	0,13	
eigen gewicht + vlaklast	M ₂	-3,10	0,00	5,36	0,00	0,43	0,00	0,43	0,30	
	M _{1,2}	1,74	0,00	3,02	0,00	0,24	0,00	0,24	0,17	= 0,43
	M _{2,3}	1,74	0,00	3,02	0,00	0,24	0,00	0,24	0,17	

toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

veld 1	$u_{kruip,y} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,60	(	3,33	+	0,00	2,87	)	=	2,00	mm
	$u_{kruip,z} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,60	(	0,00	+	0,00	0,00	)	=	0,00	mm
veld 2	$u_{kruip,y} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,60	(	3,33	+	0,00	2,87	)	=	2,00	mm
	$u_{kruip,z} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,60	(	0,00	+	0,00	0,00	)	=	0,00	mm

doorbuigingen	u _{on}	t.g.v.	G _{kj}	u _{kruip}	t.g.v.	k _{def} * (G _{kj} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,i})	u _{eind}	t.g.v.	u _{on} + u _{kruip} + u _{elastisch} - u _{zeeg}	u _{bij}	t.g.v.	u _{kruip} + u _{elastisch}
	u _{elastisch}	t.g.v.	ψ ₁ · Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	u _{eind}	t.g.v.	u _{on} + u _{kruip} + u _{elastisch} - u _{zeeg}						

toelaatbare doorbuigingen		u _{eind,toe}	voor	u _{1,2}	<=	4000	/	250	=	16,0	mm
		u _{bij,toe}	voor	u _{1,2}	<=	4000	/	250	=	16,0	mm
		u _{eind,toe}	voor	u _{2,3}	<=	4000	/	250	=	16,0	mm
		u _{bij,toe}	voor	u _{2,3}	<=	4000	/	250	=	16,0	mm

veld	u _{1,2}	u _{on}		u _{elastisch}		u _{kruip}		u _{eind}		totaal	u.c.	u _{bij}		totaal	u.c.
		y	z	y	z	y	z	y	z			y	z		
eg + personen		3,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,32	0,00	5,32	0,33	2,00	0,00	2,00	0,12
eg + sneeuw		3,33	0,00	1,82	0,00	2,00	0,00	7,14	0,00	7,14	0,45	3,81	0,00	3,81	0,24
eg + wind		3,33	0,00	2,87	0,00	2,00	0,00	8,19	0,00	8,19	0,51	4,86	0,00	4,86	0,30
eg + F-last		3,33	0,00	2,73	0,00	2,00	0,00	8,05	0,00	8,05	0,50	4,73	0,00	4,73	0,30
eg + vlaklast		3,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,32	0,00	5,32	0,33	2,00	0,00	2,00	0,12

veld	u _{2,3}	u _{on}		u _{elastisch}		u _{kruip}		u _{eind}		totaal	u.c.	u _{bij}		totaal	u.c.
		y	z	y	z	y	z	y	z			y	z		
eg + personen		3,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,32	0,00	5,32	0,33	2,00	0,00	2,00	0,12
eg + sneeuw		3,33	0,00	1,82	0,00	2,00	0,00	7,14	0,00	7,14	0,45	3,81	0,00	3,81	0,24
eg + wind		3,33	0,00	2,87	0,00	2,00	0,00	8,19	0,00	8,19	0,51	4,86	0,00	4,86	0,30
eg + F-last		3,33	0,00	-1,07	0,00	2,00	0,00	4,25	0,00	4,25	0,27	0,93	0,00	0,93	0,06
eg + vlaklast		3,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,32	0,00	5,32	0,33	2,00	0,00	2,00	0,12

afschuifbelasting door de dakplaten bij (gedeeltelijke) dubbele buiging

spanningen in dakbeschoot	effectieve breedte dakbeschoot t.b.v. opname afschuifkracht	=	500	mm						
	weerstandsmoment dakplaat	1/6	18	500 ²	=	750	10 ³ mm ³			
afschuifbelasting per m' permanent	F _{//,G,rep}	=	0,40	kN/m'	UGT	1,08	0,40	=	0,43	kN/m'
afschuifbelasting per m' veranderlijk	F _{//,Q,rep}	=	0,22			1,35	0,22	=	0,30	
	F _{//,totaal,rep}	=	0,62	kN/m'	F _{//,totaal,d}			=	0,73	kN/m'
afschuifbelasting totale dak	F _{//,totaal,d}	=	5,000	0,73	=	3,65	kN / m'			
afschuifbelasting per dakbeschootbreedte	F _{//,totaal,d}	=	0,500	0,73	=	0,37	kN / m'	per dakbeschootbreedte		
moment in dakbeschoot in L1	L1=	4,00	m	Md=	1/8	0,37	4,00 ²	=	0,73	kNm
buigspanning in overspanning L1	σ=	0,73	10 ⁶	/	750	10 ³ mm ³	=	0,97	N/mm ²	
moment in dakbeschoot in L2	L2=	4,00	m	Md=	1/8	0,37	4,00 ²	=	0,73	kNm
buigspanning in overspanning L2	σ=	0,73	10 ⁶	/	750	10 ³ mm ³	=	0,97	N/mm ²	



afschuifbelasting op gehele dakvlak op te nemen door starre steunen															
representatieve waarden steun in veld L1						uiterste grenstoestand steun in veld L1, maximum kracht F_{steun}						=	0,00	kN	
eigen gewicht	2	0,00	=	0,00											
personen	2	0,00	=	0,00	e.g. + personen	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN		
sneeuw	2	0,00	=	0,00	e.g. + sneeuw	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN		
vlaklast	2	0,00	=	0,00	e.g. + vlaklast	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN		
representatieve waarden steun in veld L2						uiterste grenstoestand steun in veld L2, maximum kracht F_{steun}						=	0,00	kN	
eigen gewicht	2	0,00	=	0,00											
personen	2	0,00	=	0,00	e.g. + personen	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN		
sneeuw	2	0,00	=	0,00	e.g. + sneeuw	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN		
vlaklast	2	0,00	=	0,00	e.g. + vlaklast	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN		
opmerking															