



lessenaardak met q-last en horizontale rol , houten spant :

71 x 271
 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
 (gewichtsberkening) $\psi_0 =$ 0 -
 (elastische doorbuiging) $\psi_1 =$ 0 -
 (kruip) $\psi_2 =$ 0 -
 formule 6.10.a $\gamma_{G,j} =$ 1,22 -
 (niet maatgevend) $\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
 formule 6.10.b $\gamma_{Q,i} =$ 1,35 -
 (maatgevend) $\xi \gamma_{G,j} =$ 1,08 -
 formule 6.10.a en b $\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
 $\gamma_{Q,i} =$ 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 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

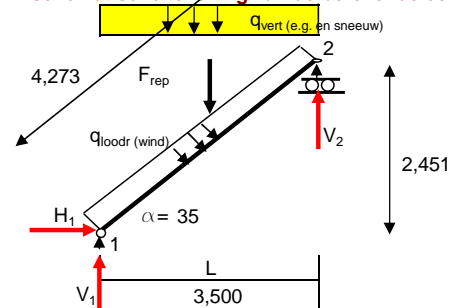
puntlast

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

overspanning $L =$ **3,5** m
 te dragen m' dakvlak (h.o.h) $c =$ **2,5** m

schematische tekening van de berekende constructie



$L_{schuin} =$ 3,500 / $\cos \alpha =$ 4,273 m
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** * L_{schuin}
 $u_{eind} <$ 4273 / 250 = 17,1 mm
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** * L_{schuin}
 $u_{bij} <$ 4273 / 250 = 17,1 mm

balk- en belastingtype 2 steunpunten + q-last
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**
 wijze van steunen **gesteund**
 aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

ongesteunde staaf lengte in z-richting $l_z =$ **4273** mm

materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

onderdeel

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	$k_{mod} =$ 0,90 kort
houthoogte	$h =$ 271 mm	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,80 kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort		
factor voor volume-effect	$s =$ 0,12 bij LVL		
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	6.32		

unity-checks	uiterste grenstoestand	6.2.4	0,61	6.3.3	0,34	bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,79	u_{bij}	0,45
--------------	------------------------	-------	------	-------	------	-----------------------------	------------	------	-----------	------

berekening karakteristieke belastingen in kN/m²

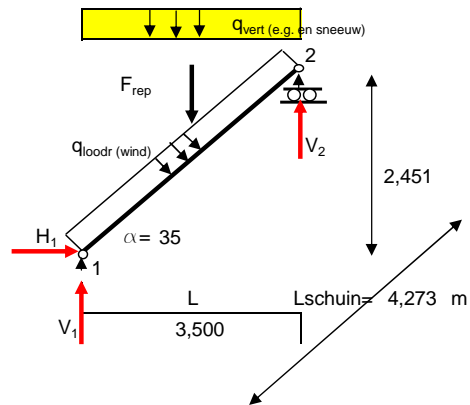
windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$ = (0,52 + 0,30) 0,49 = 0,40 kN/m²
 sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_{f1} * C_e * C_t * s_k * f$ = 0,67 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,47 kN/m²
 personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20$ = (4,00 - 0,20 20,0) = 0,00 kN/m²
 puntlast (spreiding) $I = 0,018^3 / 12 = 5E-07$ 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 0,000 - 2430 / 50000 = 0,330 -
 opgelegde belasting $F_k =$ 0,330 * 2,00 = 0,66 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	271^3		= 11776 $10^4 mm^4$
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	271	71^3		= 808 $10^4 mm^4$
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	71	271^2		= 869 $10^3 mm^3$
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	271	71^2		= 228 $10^3 mm^3$
oppervlak	$A = 1 * bh$		=	1		71	271		= 192 $10^2 mm^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(11776	/	192) = 78,2 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(808	/	192) = 20,5 mm

mechanicaberekening onderdeel

dakhelling	$\alpha = 35$ graden
overspanning	$L = 3,5$ m
te dragen m' dakvlak (h.o.h)	$c = 2,5$ m
elasticiteitsmodulus	$E = 9000$ N/mm^2
traagheidsmoment	$I_y = 11776$ cm^4
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 ² dakvlak	$G_{k_j} = 0,7$ KN/m^2
windbelasting	$(w_e + w_i) = 0,40$ KN/m^2
sneeuwbelasting	$S_{n,k} = 0,47$ KN/m^2
personenbelasting (max 10m ²)	$q_k = 0,00$ KN/m^2
puntlast F in veld 1-2	$F = 2$ kN
lengte/breedte lastvlak	= 0,05 -
dikte beplanking	$t = 18$ mm
stijfheid beplanking / beschot	$E_{0,ser,rep} = 5000$ N/mm^2



eigen gewicht	= $q_{g,rep} = c * G_{k_j} / \cos \alpha =$	2,500	0,7 / 0,82	=	2,14	KN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c * (w_e + w_i) =$	2,500	0,4034	=	1,01	KN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c * S_{n,k} =$	2,500	0,4671	=	1,17	KN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c * q_k =$	2,500	1E-07	=	0,00	KN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	= $\psi_r = 0,37 + 0,8 * c - E_{0,ser,rep} * I / 50000$			=	2,32	-	
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	2,14	1,01	1,17	0,00	2,00					
M_{1-2}	= 3,27	2,30	1,79	0,00	1,75	M_{1-2}	= 6,64	5,95	3,54	5,90
V_1	= 3,74	0,90	2,04	0,00	1,00	V_1	= 5,26	6,80	4,04	5,39
H_1	= 0,00	-2,47	0,00	0,00	0,00	H_1	= -3,34	0,00	0,00	0,00
V_2	= 3,74	2,63	2,04	0,00	1,00	V_2	= 7,59	6,80	4,04	5,39
H_2	= 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	H_2	= 0,00	0,00	0,00	0,00
N_{1-2}	= 0,00	-1,51	0,00	0,00	0,57	N_{1-2}	= -2,04	0,00	0,00	0,77
U_{1-2}	= 5,9	4,1	3,2	0,0	-					

Let op N1-2 bij wind is trek!



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	-2,04	6,64	192,4	869,1	-0,11	12,46	7,65	12,46	0,61
eigen gewicht + sneeuw	0,00	5,95	192,4	869,1	0,00	12,46	6,85	12,46	0,55
eigen gewicht + personen	0,00	3,54	192,4	869,1	0,00	12,46	4,07	12,46	0,33
eigen gewicht + puntlast	0,77	5,90	192,4	869,1	0,04	12,46	6,79	12,46	0,54

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	-2,04	6,64	192,4	869,1	-0,11	12,46	1,00	7,65	12,46	0,07	0,26
eigen gewicht + sneeuw	0,00	5,95	192,4	869,1	0,00	12,46	1,00	6,85	12,46	0,07	0,30
eigen gewicht + personen	0,00	3,54	192,4	869,1	0,00	12,46	1,00	4,07	12,46	0,07	0,11
eigen gewicht + puntlast	0,77	5,90	192,4	869,1	0,04	12,46	1,00	6,79	12,46	0,07	0,34

toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

vervorming tgV kruip: $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$ (5,9 + 0,00 4,1) = 3,5 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	$u_{1,2}$	5,9	4,1	3,5	13,5	17,1	0,79	7,7	17,1	0,45
eigen gewicht + sneeuw	$u_{1,2}$	5,9	3,2	3,5	12,6	17,1	0,74	6,7	17,1	0,39
eigen gewicht + personen	$u_{1,2}$	5,9	0,0	3,5	9,4	17,1	0,55	3,5	17,1	0,21
eigen gewicht + puntlast	$u_{1,2}$	5,9	0,0	3,5	9,4	17,1	0,55	3,5	17,1	0,21

opmerking