

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

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 = **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 $\gamma_{Q;1} = 1,35$
 (maatgevend) $\xi \gamma_{Gj} = 1,08$
 formule 6.10.a en b $\gamma_{Q;1} = 1,35$
 $\gamma_{Gj} = 0,90$ (gunstig)

dakvorm **zadeldak**

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

eigen gewicht
 eigen gewicht per m² dakvlak (schuin) $G_{kj} = 0,7$ kN/m²

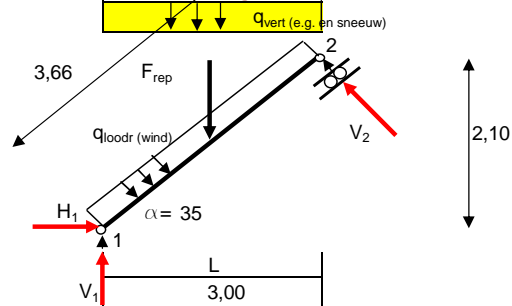
windbelasting
 windgebied = **III**
 soort terrein **bebouwd III**
 hoogte onderdeel boven maaiveld $z = 9$ m
 totale gebouwbreedte;loodrecht op wind $br = 9,25$ m
 totale gebouwhoogte $ho = 7,5$ m
 totale gebouwdiepte;in windrichting $d = 7,5$ m

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 $L = 3$ m
 te dragen m² dakvlak (h.o.h) $c = 2$ m

ongesteunde staaf lengte in z-richting $l_z = 3916$ mm

schematische tekening van de berekende constructie



$L_{schuin} = 3,000 / \cos \alpha = 3,662$ m
 toelaatbare einddoorbuiging $1: 250 * L_{schuin}$
 $u_{eind} < 3662 / 250 = 14,6$ mm
 toelaatbare bijkomende doorbuiging $1: 250 * L_{schuin}$
 $u_{bij} < 3662 / 250 = 14,6$ mm

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

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	$k_{mod} = 0,90$ kort
houthoogte	$h = 221$ 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	0,57	6.3.3	0,51	bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,74	u_{bij}	0,42
--------------	------------------------	-------	------	-------	------	-----------------------------	------------	------	-----------	------

berekening karakteristieke belastingen in kN/m²

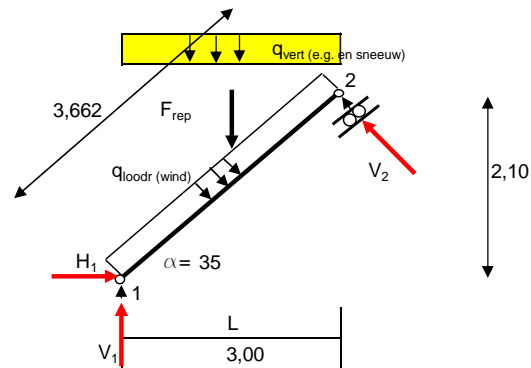
windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$ = (0,52 + 0,30) 0,49 = 0,41 kN/m²
 sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_{t1} * C_e * C_t * s_k * f$ = 0,67 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,47 kN/m²
 personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20$ = (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 materiaalgrootheid		$f_{x;d}$	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	221^3		= 6386 $10^4 mm^4$
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	221	71^3		= 659 $10^4 mm^4$
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	71	221^2		= 578 $10^3 mm^3$
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	221	71^2		= 186 $10^3 mm^3$
oppervlak	$A = 1 * bh$		=	1		71	221		= 157 $10^2 mm^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(6386	/	157) = 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(659	/	157) = 20,5 mm

mechanicaberekening onderdeel

dakhelling	$\alpha = 35$ graden
overspanning	$L = 3$ m
te dragen m' dakvlak (h.o.h)	$c = 2$ m
elasticiteitsmodulus	$E = 9000$ N/mm^2
traagheidsmoment	$I_y = 6386$ 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	$(w_e + w_i) = 0,41$ kN/m^2
sneeuwbelasting	$S_{n,k} = 0,47$ kN/m^2
personenbelasting (max 10m ²)	$q_k = 0,00$ kN/m^2
puntlast 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	= $q_{g,rep} = c * G_{k,j} / \cos \alpha =$	2,000	0,7 /	0,82	=	1,71	kN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c * (w_e + w_i) =$	2,000	0,4051		=	0,81	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c * S_{n,k} =$	2,000	0,4671		=	0,93	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c * q_k =$	2,000	1E-07		=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	= $\psi_r = 0,37 + 0,8 c - E_{0;ser,rep} * I / 50000$				=	1,00	-	
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	1,71	0,81	0,93	0,00	2,00					
M_{1-2}	= 1,92	1,36	1,05	0,00	1,50	M_{1-2}	= 3,91	3,50	2,08	4,10
V_1	= 3,41	1,22	1,86	0,00	1,33	V_1	= 5,32	6,20	3,68	5,48
H_1	= 1,20	-0,85	0,66	0,00	0,47	H_1	= 0,15	2,19	1,30	1,94
V_2	= 1,72	1,22	0,94	0,00	0,67	V_2	= 3,50	3,13	1,86	2,77
H_2	= -1,20	-0,85	-0,66	0,00	-0,47	H_2	= -2,45	-2,19	-1,30	-1,94
R_2	= 2,10	1,48	1,15	0,00	0,82	R_2	= 4,27	3,82	2,27	3,38
N_{1-2}	= 1,47	0,00	0,80	0,00	1,15	N_{1-2}	= 1,59	2,68	1,59	3,14
U_{1-2}	= 4,7	3,3	2,6	0,0	-					



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	1,59	3,91	156,9	578,0	0,10	12,46	6,77	12,46	0,54
eigen gewicht + sneeuw	2,68	3,50	156,9	578,0	0,17	12,46	6,05	12,46	0,49
eigen gewicht + personen	1,59	2,08	156,9	578,0	0,10	12,46	3,60	12,46	0,29
eigen gewicht + puntlast	3,14	4,10	156,9	578,0	0,20	12,46	7,10	12,46	0,57

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	1,59	3,91	156,9	578,0	0,10	12,46	1,00	6,77	12,46	0,09	0,39
eigen gewicht + sneeuw	2,68	3,50	156,9	578,0	0,17	12,46	1,00	6,05	12,46	0,09	0,40
eigen gewicht + personen	1,59	2,08	156,9	578,0	0,10	12,46	1,00	3,60	12,46	0,09	0,18
eigen gewicht + puntlast	3,14	4,10	156,9	578,0	0,20	12,46	1,00	7,10	12,46	0,09	0,51

toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

vervorming tgV kruip: $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$ (4,7 + 0,00 3,3) = 2,8 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	$u_{1,2}$	4,7	3,3	2,8	10,8	14,6	0,74	6,1	14,6	0,42
eigen gewicht + sneeuw	$u_{1,2}$	4,7	2,6	2,8	10,0	14,6	0,68	5,4	14,6	0,37
eigen gewicht + personen	$u_{1,2}$	4,7	0,0	2,8	7,5	14,6	0,51	2,8	14,6	0,19
eigen gewicht + puntlast	$u_{1,2}$	4,7	0,0	2,8	7,5	14,6	0,51	2,8	14,6	0,19

opmerking