



## berekening van een houten A-spant met een horizontale rol bij steunpunt 2

spantbeen: 2 st 71 x 271  
 regel: 2 st 71 x 171

sterkteklasse spantbeen **en** regel  
 naaldhout C18

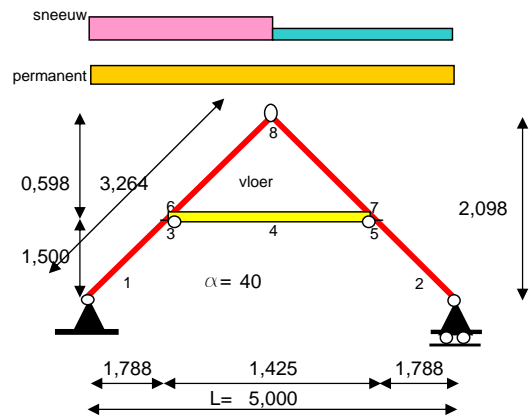
werk = **werk**  
 werknummer = **werknummer**  
 onderdeel = **onderdeel**  
 toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**  
 ontwerplevensduur klasse = **3**  
 gevolgklasse = **CC1**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi$  = **0,89**

ontwerplevensduur = 50 jaar  
 toepassing gebouwen en andere gewone constructies  
**belastingfactoren**  
 formule 6.10.a  $\gamma_{Gj}$  = 1,22 -  
**(meestal niet maatgevend)**  $\gamma_{Q;1}$  = 1,35 -  
 $\gamma_{Q;i}$  = 1,35 -  
 formule 6.10.b  $\xi \gamma_{Gj}$  = 1,08 -  
**(maatgevend)**  $\gamma_{Q;1}$  = 1,35 -  
 $\gamma_{Q;i}$  = 1,35 -  
 formule 6.10.a en b  $\gamma_{Gj}$  = 0,90 (gunstig)

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**  
 gebouwcategorie (voor tussenvloer) **A: woon- en verblijfsruimtes**  
 (gewichtsberkening)  $\psi_0$  = 0,4 -  
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1$  = 0,5 -  
 (kruip)  $\psi_2$  = 0,3 -

dakvorm = **zadeldak**  
 dakhelling  $\alpha$  = **40** graden  
 kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja** -

### schematische tekening van de berekende constructie



**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 **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

**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**  
 overspanning  $L$  = **5** m  
 hoogte regel tov steunpunt 1 en 2  $h_{onder}$  = **1,5** m  
 te dragen m<sup>2</sup> dakvlak  $a$  = **3** m  
 eigen gewicht vloer  $G_{vloer}$  = **0,4** kN/m<sup>2</sup>  
 veranderlijke belasting vloer  $Q_{vloer}$  = **1,5** kN/m<sup>2</sup>  
 momentaanfactor vloerbelasting  $\psi$  = **0,4** -

## materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren

sterkteklasse spantbeen **en** regel = **naaldhout C18**  
 materiaal = **gezaagd hout**  
 soort doorsnede = **rechthoekig**  
 klimaatklasse = **1** -  
 belastingduurklasse comb. veranderlijk = **kort** -  
 factor voor volume-effect  $s$  = **0,1** bij LVL  
 $\sigma_{m,crit}$  berekenen met formule **6.32**

materiaalfactor sterkte  $\gamma_M$  = 1,30 -  
 hoogtefactor treksterkte;breedte  $k_h$  = 1,16 -  
 hoogtefactor buigsterkte;hoogte  $k_h$  = 1,00 -  
 modificatiefactor sterkte  $k_{mod}$  = 0,90 kort  
 modificatiefactor treksterkte  $k_{mod}$  = 0,80 kort  
 modificatiefactor vervorming  $k_{def}$  = 0,60 -

**spantbenen**  
 $L_{schuin} = 0,5 * 5,000 / \cos \alpha$  = 3,264 m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $u_{eind} < 3264 / 250$  = 13,1 mm  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $u_{bij} < 3264 / 250$  = 13,1 mm  
 balk- en belastingtype **2 steunpunten + q-last**  
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
 wijze van steunen **gesteund**  
 aangrijpingspunt steunen **aan drukzijde**  
 ongesteunde lengte spantbeen; z-richting  $l_z$  = **500** mm  
 houtbreedte **spantbenen**  $b$  = **71** mm  
 houthoogte **spantbenen**  $h$  = **271** mm  
 aantal  $n1$  = **2** st

**horizontale regel**  
 $L$  = 1,425 m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $u_{eind} < 1425 / 250$  = 5,7 mm  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $u_{bij} < 1425 / 250$  = 5,7 mm  
 balk- en belastingtype **2 steunpunten + q-last**  
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
 wijze van steunen **gesteund**  
 aangrijpingspunt steunen **aan drukzijde**  
 ongesteunde lengte regel; z-richting  $l_z$  = **500** mm  
 houtbreedte **horizontale regel**  $b$  = **71** mm  
 houthoogte **horizontale regel**  $h$  = **171** mm  
 aantal  $n2$  = **2** st



**unity-check spantbenen**

uiterste grenstoestand	buiging	0,86	kip	0,79
bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{eind}$	0,65	$u_{bij}$	0,35

**unity-check horizontale regel**

uiterste grenstoestand	buiging + trek	0,36		
bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{eind}$	0,13	$u_{bij}$	0,11

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

windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e+w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$	= ( 0,57 + 0,30 )	0,49	=	0,43	kN/m <sup>2</sup>			
sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_i * C_e * C_t * s_k * f$	= 0,53	1,00	1,00	0,70	1,00	=	0,37	kN/m <sup>2</sup>
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 : $f_{x,d} =$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	<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>	
treksterkte	$f_{t,0,k}$ 11 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	1,04	1,16	11	/	1,30	= 9,18 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	$f_{vk}$ 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>	
** met $k_1 =$ minimum van $(3000/l)^{0,2}$ en 1.1		$k_1 = ( 3000 /$	1425	) ^	0,05	=	1,04	- dus $k_1 =$	1,04

**spantbenen**

traagheidsmoment	$I_y = 2 * 1/12 bh^3$	=	2	$1/12$	71	$271^3$	=	23551	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	
traagheidsmoment	$I_z = 2 * 1/12 hb^3$	=	2	$1/12$	271	$71^3$	=	1617	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	
weerstandsmoment	$W_y = 2 * 1/6 bh^2$	=	2	$1/6$	71	$271^2$	=	1738	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
weerstandsmoment	$W_z = 2 * 1/6 hb^2$	=	2	$1/6$	271	$71^2$	=	455	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
oppervlak	$A = 2 * bh$	=	2		71	271	=	385	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{ ($	23551	/	385	)	=	78,2	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{ ($	1617	/	385	)	=	20,5	mm

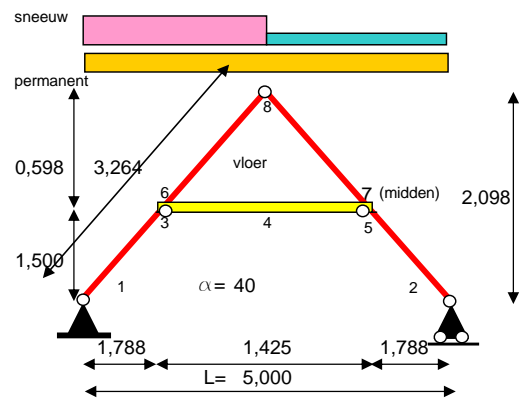
**horizontale regel**

traagheidsmoment	$I_y = 2 * 1/12 bh^3$	=	2	$1/12$	71	$171^3$	=	5917	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	
traagheidsmoment	$I_z = 2 * 1/12 hb^3$	=	2	$1/12$	171	$71^3$	=	1020	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	
weerstandsmoment	$W_y = 2 * 1/6 bh^2$	=	2	$1/6$	71	$171^2$	=	692	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
weerstandsmoment	$W_z = 2 * 1/6 hb^2$	=	2	$1/6$	171	$71^2$	=	287	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
oppervlak	$A = 2 * bh$	=	2		71	171	=	243	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{ ($	5917	/	243	)	=	49,4	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{ ($	1020	/	243	)	=	20,5	mm

**mechanicaberekening**

onderdeel

onderdeel	=	werk
overspanning	L =	5 m
dakhelling	$\alpha =$	40 graden
hoogte regel tov steunpunt 1 en 2	$h_{onder} =$	1,5 m
te dragen m <sup>2</sup> dakvlak	a =	3 m
eigen gewicht dak	$G_{dak} =$	0,7 kN/m <sup>2</sup>
eigen gewicht vloer	$G_{vloer} =$	0,4 kN/m <sup>2</sup>
veranderlijke belasting vloer	$Q_{vloer} =$	1,5 kN/m <sup>2</sup>
momentaanfactor vloerbelasting	$\psi =$	0,4 -
toelaatbare einddoorbuiging spantbeen	1:	250 x $L_{schuin}$
toelaatbare einddoorbuiging regel	1:	250 x $L_{regel}$
bijkomende doorbuiging spantbeen	1:	250 x $L_{schuin}$
bijkomende doorbuiging regel	1:	250 x $L_{regel}$
belastingfactoren voor formule 6.10.a	$\gamma_{Gj} =$	1,22 -
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gj} =$	1,08 -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Qj} =$	1,35 -
rekenwaarde buigtrekspanning	$f_{y,d} =$	12,46 N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_d =$	9000 N/mm <sup>2</sup>
	nodig	aanwezig
spantbeen	$W_y$ 1499 cm <sup>3</sup>	$W_y$ 1738 cm <sup>3</sup>
	$I_y$ 15350 cm <sup>4</sup>	$I_y$ 23551 cm <sup>4</sup>
horizont.regel	$W_y$ 247 cm <sup>3</sup>	$W_y$ 692 cm <sup>3</sup>
	$I_y$ 756 cm <sup>4</sup>	$I_y$ 5917 cm <sup>4</sup>



sneeuwfactor $\mu_{1}$ links	=	0,53	-
sneeuwfactor $0,5\mu_{1}$ rechts	=	0,27	-
$q_{p(z)}$ stuwdruk wind	=	0,49	kN/m <sup>2</sup>
$C_{pe}$ op linker dak	=	0,57	-
$C_{pe}$ op rechter dak	=	-0,37	-
$C_{pi}$ onder / overdruk	=	-0,30	-
factor sneeuw referentieperiode	f =	1,00	-



belastingen per m<sup>2</sup>

sneeuw links $s_n = \mu_{li} * C_e * C_t * s_k * f$	=	0,53	1,0	1,0	0,7	1,0	=	0,37	kN/m <sup>2</sup>	
sneeuw rechts $s_n = 0.5/\mu_{li} * C_e * C_t * s_k * f$	=	0,5	0,53	1,0	1,0	0,7	1,0	=	0,19	kN/m <sup>2</sup>
wind links $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$	=	(	0,57	+	0,30	) *	0,49	=	0,43	kN/m <sup>2</sup>
wind rechts $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$	=	(	-0,37	+	0,30	) *	0,49	=	-0,03	kN/m <sup>2</sup>

q-belasting op spantbenen en regel

$G_{rep}$ op spantbeen	= a * $G_{dak} / \cos \alpha$	=	3	*	0,7	/	0,766	=	2,74	kN/m'	grondvlak
$Q_{sneeuw}$ linker dak	= a * $S_{n,links}$	=	3	*	0,37			=	1,12	kN/m'	grondvlak
$Q_{sneeuw}$ rechter dak	= a * $S_{n,rechts}$	=	3	*	0,19			=	0,56	kN/m'	grondvlak
$Q_{wind}$ linker dak	= a * $W_{e+i,links}$	=	3	*	0,43			=	1,29	kN/m'	dakvlak
$Q_{wind}$ rechter dak	= a * $W_{e+i,rechts}$	=	3	*	-0,033			=	-0,098	kN/m'	dakvlak
$G_{rep}$ op regel	= a * $G_{vloer}$	=	3	*	0,40			=	1,20	kN/m'	grondvlak
$Q_{rep}$ op regel	= a * $Q_{vloer}$	=	3	*	1,50			=	4,50	kN/m'	grondvlak

**representatieve waarden**

belasting	eg dak	wind	sneeuw	eg vlr	vb vlr
links	2,741	1,286	1,121	1,200	4,500
rechts	2,741	-0,098	0,561	-	-
$V_1$	= -6,85	-1,74	-2,45	-0,85	-3,21
$V_2$	= -6,85	-1,23	-1,75	-0,85	-3,21
$H_1$	= 0,00	-2,9	0,00	0,00	0,00
$H_2$	= 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$M_3$	= 7,87	3,97	2,59	1,53	5,73
$M_4$	= 0,00	0,00	0,00	0,30	1,14
$M_5$	= 7,87	2,46	2,24	1,53	5,73
$N_3$	= -12,23	-3,50	-3,66	-2,51	-9,40
$N_4$	= 14,33	6,01	4,40	2,56	9,59
$N_5$	= -12,23	-5,40	-3,85	-2,51	-9,40
$u_{4,vert}$	= 0,00	0,00	0,00	0,12	0,45
$u_{6,midden}$	= 3,5	1,9	1,2	0,4	1,6
$u_{2,hor}$	= 13,4	5,4	4,1	2,4	8,8
$u_{3,8}$	= -0,2	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
$u_{8,5}$	= -0,2	-0,1	-0,1	0,0	-0,1

vervormingen van knoop 4 is berekend tov knoop 3 en 5  
 vervormingen van knoop 6 is berekend tov knoop 1 en 8

**uiterste grenstoestand**

combinatie	6.10.a		6.10.b	
	eg + vloer	eg + wind	eg + sneeuw	eg + vloer
$V_1$	= -11,1	-12,4	-13,4	-12,7 kN
$V_2$	= -11,1	-11,7	-12,4	-12,7 kN
$H_1$	= 0,0	-3,9	0,0	0,0 kN
$H_2$	= 0,0	0,0	0,0	0,0 kN
$M_3$	= 14,5	18,6	16,8	17,9 kNm
$M_4$	= 1,0	0,9	0,9	1,9 kNm
$M_5$	= 14,5	16,6	16,3	17,9 kNm
$N_3$	= -23,0	-25,7	-26,0	-28,6 kN
$N_4$	= 25,7	31,6	29,4	31,2 kN
$N_5$	= -23,0	-28,3	-26,2	-28,6 kN

bij de combinaties met sneeuw en wind is de vloer momentaan gerekend

vervormingen van knoop 2 is berekend tov knoop 1  
 vervormingen van veld 3-8 is berekend tov knoop 1 en 8  
 vervormingen van veld 8-5 is berekend tov knoop 8 en 2

**toetsing uiterste grenstoestand spantbenen (knoop 3 en 5)**

**art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning**

$$6,19 \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} < 0$$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	$W_y$	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	UC
	kN	kNm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-
<b>knoop 3</b>									
eigen gewicht + vloer mom	22,99	14,51	384,8	1738,1	0,60	12,46	8,35	12,46	0,67
eigen gewicht + wind	25,75	18,61	384,8	1738,1	0,67	12,46	10,71	12,46	0,86
eigen gewicht + sneeuw	25,95	16,76	384,8	1738,1	0,67	12,46	9,64	12,46	0,78
eigen gewicht + vloer extr	28,64	17,90	384,8	1738,1	0,74	12,46	10,30	12,46	0,83
<b>knoop 5</b>									
eigen gewicht + vloer mom	22,99	14,51	384,8	1738,1	0,60	12,46	8,35	12,46	0,67
eigen gewicht + wind	28,30	16,58	384,8	1738,1	0,74	12,46	9,54	12,46	0,77
eigen gewicht + sneeuw	26,22	16,28	384,8	1738,1	0,68	12,46	9,36	12,46	0,75
eigen gewicht + vloer extr	28,64	17,90	384,8	1738,1	0,74	12,46	10,30	12,46	0,83



**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 -
<b>knoop 3</b>											
eigen gewicht + vloer mom	22,99	14,51	384,8	1738,1	0,60	12,46	1,00	8,35	12,46	0,97	0,50
eigen gewicht + wind	25,75	18,61	384,8	1738,1	0,67	12,46	1,00	10,71	12,46	0,97	0,79
eigen gewicht + sneeuw	25,95	16,76	384,8	1738,1	0,67	12,46	1,00	9,64	12,46	0,97	0,65
eigen gewicht + vloer extr	28,64	17,90	384,8	1738,1	0,74	12,46	1,00	10,30	12,46	0,97	0,74
<b>knoop 5</b>											
eigen gewicht + vloer mom	22,99	14,51	384,8	1738,1	0,60	12,46	1,00	8,35	12,46	0,97	0,50
eigen gewicht + wind	28,30	16,58	384,8	1738,1	0,74	12,46	1,00	9,54	12,46	0,97	0,65
eigen gewicht + sneeuw	26,22	16,28	384,8	1738,1	0,68	12,46	1,00	9,36	12,46	0,97	0,62
eigen gewicht + vloer extr	28,64	17,90	384,8	1738,1	0,74	12,46	1,00	10,30	12,46	0,97	0,74

**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand spantbenen (knoop 6)**

vervorming tgv kruip:  $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi/2 Q_{k,1}) = 0,60$  ( 3,9 + 0,30 1,6 ) = 2,7 mm

belastingcombinatie	$u_{on}$ 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	knoop 6	3,9	1,9	2,7	8,5	13,1	0,65	4,6	13,1	0,35
eigen gewicht + sneeuw	knoop 6	3,9	1,2	2,7	7,8	13,1	0,60	3,9	13,1	0,30
eigen gewicht + vloer	knoop 6	3,9	1,6	2,7	8,2	13,1	0,63	4,3	13,1	0,33

**toetsing uiterste grenstoestand horizontale regel (knoop 4)**

**art. 6.2.3 gecombineerde buig- en axiale trekspanning**

$$6,17 \frac{\sigma_{t,0;d}}{f_{t,0;d}} + \frac{\sigma_{m,y;d}}{f_{m,y;d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z;d}}{f_{m,z;d}}$$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm <sup>2</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$\sigma_{t,0;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{m,y;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$k_m$ -	$\sigma_{m,z;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,z;d}$ N/mm <sup>2</sup>	UC -
eigen gewicht + vloer mom.	25,70	0,99	242,8	692,0	1,06	9,18	1,43	12,46				0,23
eigen gewicht + wind	31,56	0,95	242,8	692,0	1,30	9,18	1,37	12,46				0,25
eigen gewicht + sneeuw	29,37	0,95	242,8	692,0	1,21	9,18	1,37	12,46				0,24
eigen gewicht + vloer extreem	31,20	1,87	242,8	692,0	1,29	9,18	2,70	12,46				0,36

**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand horizontale regel (knoop 4)**

vervorming tgv kruip:  $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi/2 Q_{k,1}) = 0,60$  ( 0,1 + 0,30 0,5 ) = 0,2 mm

belastingcombinatie	$u_{on}$ 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 + vloer		0,1	0,5	0,2	0,7	5,7	0,13	0,6	5,7	0,11

**opmerking:**