

Garage Onem

Fultonstraat 5

te Vlaardingen

**Inhoud : Controle HSB draagconstructie
garage**

Datum : 6-6-2018
Documentnummer : BR-25052018-1
Status : Definitief

INHOUDSOPGAVEpagina

Inleiding	1
Opbouw constructie	1
Fundering	1
Stabiliteit	1
Algemeen gegevens	2
Aanname belasting op dak	3
Controle balklaag dak	4
Controle houten regel boven kolom	5 en 6
Controle houten kolom	7 t/m 9

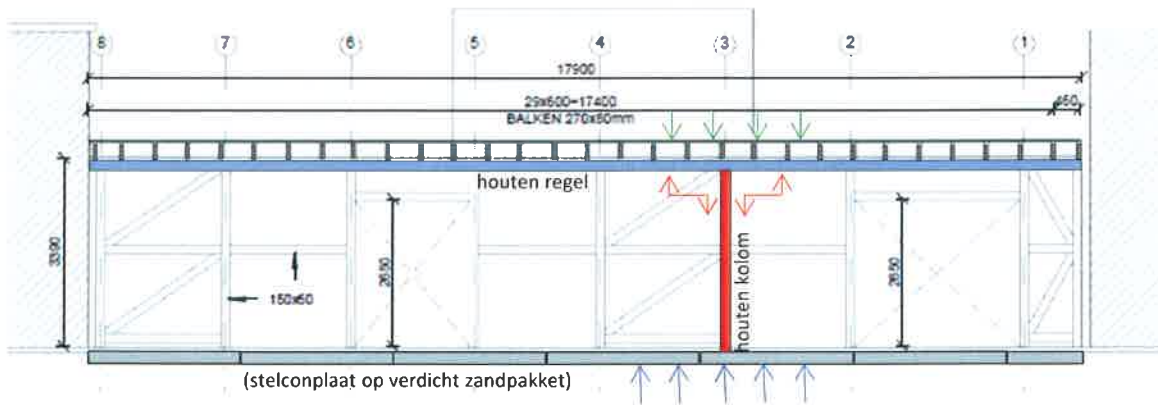
Inleiding

In dit rapport wordt de constructie (vooral de dragende houten elementen) van een *bestaande* garage (garage Onem) in Vlaardingen gecontroleerd/beoordeeld.

Opbouw constructie

Constructie bestaat uit 1 bouwlaag waarbij de constructie-elementen (dragende delen) van hout zijn met uitzondering van de fundering.

Belasting uit houten dak wordt afgedragen via houten regels en kolommen naar de fundering.

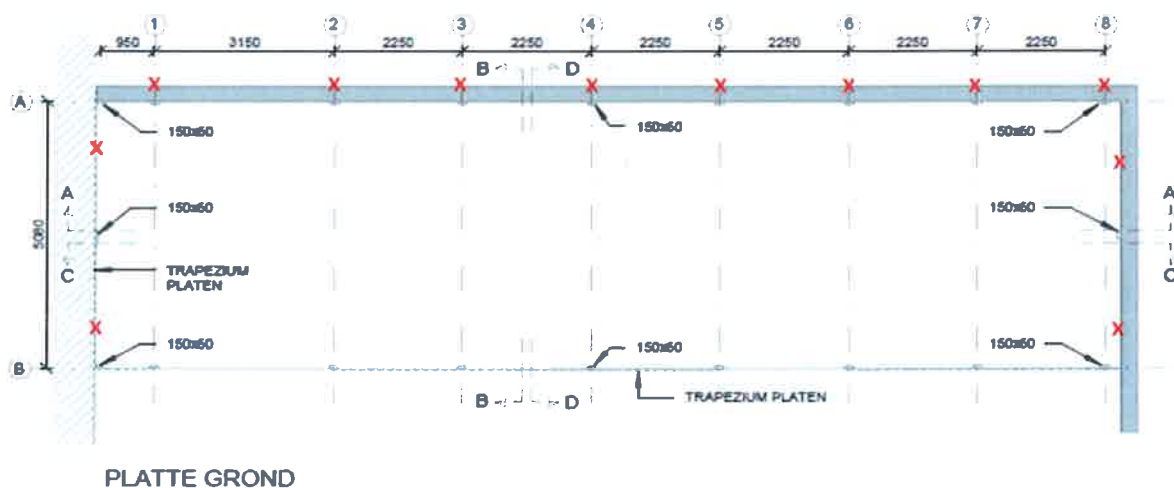


Fundering:

Gebouw is gefundeerd op staal (op stelconplaten die op verdicht zand rust).
(Controle fundering in dit rapport buiten beschouwing gelaten)

Stabiliteit:

Constructie garage is in x- en y- richting gekoppeld aan de (overige) bestaande bebouwing.
Horizontale krachten (windbelasting) worden afgedragen via schuifwerking dakvloer + overige hsb elementen (zoals kolommen) naar de fundering en bestaande bebouwing.
Hierdoor controle stabiliteit buiten beschouwing gelaten.



PLATTE GROND

Algemeen gegevens

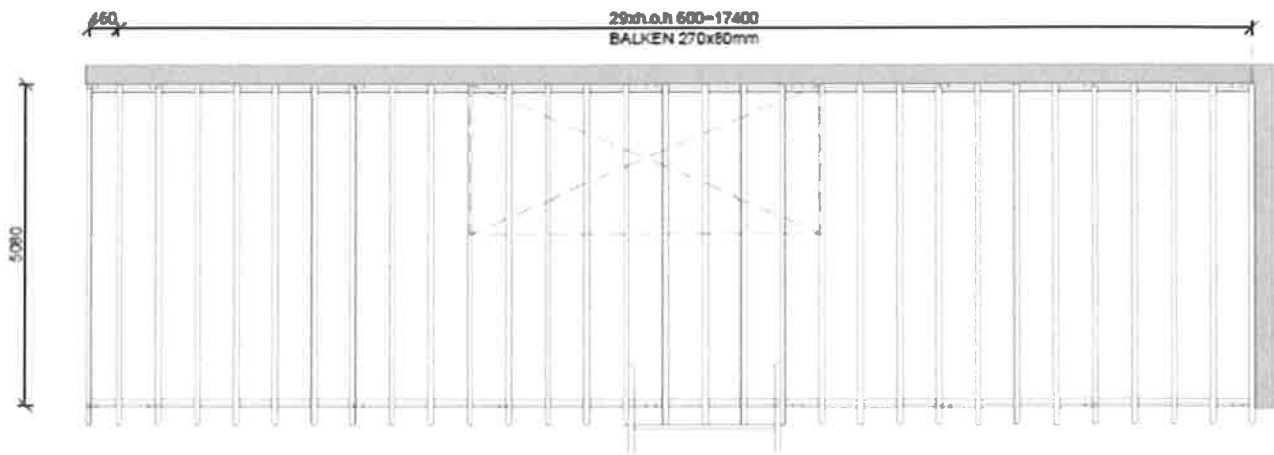
Referentieperiode	: 50
Gevolgklasse	: CC1
Betrouwbaarheidsklasse	: RC1
Gebruiksklasse	: Lichte industrie waarbij bouwlagen < 2
Groep belastingcombinatie	: Groep B
Uiterste grenstoestand	: STR/GEO
Kfi	: 0,9
ξ	: 0,89

GROEP B	Belastingcombinaties UGT
CC1 •	$1,08 \cdot G_k + 1,35 \cdot Q_{k1} + 1,35 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$ $1,22 \cdot G_k + 1,35 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$
CC2	$1,20 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k1} + 1,5 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$ $1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$
CC3	$1,32 \cdot G_k + 1,65 \cdot Q_{k1} + 1,65 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$ $1,49 \cdot G_k + 1,65 \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$

Gebruikte normen	: - NEN-EN 1990 - grondslag van het constructief ontwerp - NEN-EN 1991 - belasting op constructies - NEN-EN 1995 - houtconstructies - tabellenboek Eurocode
Gebruikt software	: Technosoft versie V6 : Excelscheets
Uitgangspunt/referentie's	: Tekening architect van d.d. 08-09-2009

Belastingen (algemeen)

Houten dak (niet toegankelijk)	d	m	gk	qk			
dakbeschot + balklaag	=	*	= 0,50 kN/m ²				
V-dak	=			= 1,00	ψ_0	ψ_1	ψ_2
per m2 dakvlak:	=		0,50 kN/m ²	1,00 kN/m ²	0,00	0,00	0,00



Enkele gegevens balklaag:

lengte balken	≈	5,1 m	
h.o.h. balken	=	610,0 mm	
Hoogte balk	=	270 mm	
Breedte balk	=	80 mm	
I;balk	=	2E+09 mm ⁴	(1/12*b*h ³)
W;balk	=	972000 mm ³	(1/6*b*h ²)
A;balk	=	21600 mm ²	(b*h)
Houtkwaliteit	=	C24 (constructiehout)	
$f_{c,0;k}$	=	21 N/mm ²	
$E_{0,05;fin}$	=	7400 N/mm ²	
γ_m (materiaalfactor sterkte)	=	1,3	
k_h	=	1,0	

* Zie volgende pagina voor toetsing balklaag

Berekening dakbalklaag garage

Algemene gegevens:

Klimaatklasse:	(I, II, IIIa, IIIb)	II
Duurzaamheidsklasse:	(I t/m IV)	III MVH = 20%
Sterkteklasse:		C24
Veiligheidsklasse:		CC1
Referentieperiode:		50 jaar
Belastingduurklasse permanente belastingen:		I
Belastingduurklasse extreme veranderlijke belastingen:		III
Belastingduurklasse momentane waarde van de ver. bel.:		1

theoretische lengten	5,10	m, resp.	0,00	m	
balklaag max. h.o.h.	610	mm			
balk breedte	80	mm	W =	9,72E+05	mm ³
hoogte	270	mm	I =	1,31E+08	mm ⁴
			A =	2,16E+04	mm ²
					k(h)= 1,00
beplanking bovenzijde	10	mm			
beplanking onderzijde	0	mm	psi(r) =	0,85	
E(0;ser;rep)	7000	N/mm ²			

Belastingen:

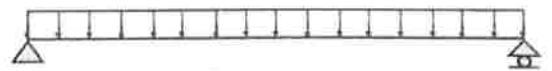
			Psi		
permanente belasting	0,50	kN/m ²			
veranderlijke belasting	1,00	kN/m ²	0,40		
puntlast	2,00	kN	0,00	idem voor doorbuiging	1,00 kN

Berekening op enkele bulging als ligger op 2 steunpunten.

Uiterste grenstoestand : gamma-m = 1,3

Uiterste grenstoestand - fundamentele combinaties:

combinatie 1: 1,35g	0,41	kN/m		
combinatie 2: 1,08g + 1,35q	1,15	kN/m		
combinatie 3: 1,08g + 1,35f	0,33	kN/m	+	2,29 kN



combinatie 1	Md;max =	1,34 kNm	combinaties 2 t/m 3	Md;max =	3,98 kNm
	k(mod) =	0,70		k(mod) =	0,85
	f(m;0;d) =	12,9 N/mm ²		f(m;0;d) =	15,69 N/mm ²
	Vd;max =	1,0 kN		Vd;max =	2,94 kN
	f(v;0;d) =	2,2 N/mm ²		f(v;0;d) =	2,6 N/mm ²

Trekspanning:

sigma(m;0;d) = 1,38 N/mm²
is accoord

Trekspanning:

sigma(m;0;d) = 4,10 N/mm²
is accoord

Schuifspanning:

sigma(v;0;d) = 0,05 N/mm²
is accoord

Schuifspanning:

sigma(m;0;d) = 0,14 N/mm²
is accoord

Bruikbaarheidsgrenstoestand: gamma-m = 1,0

klimaatklasse = II ==> k-mod = 0,9
elasticiteitsmodulus: Ed = 9900 N/mm²

	perm. bel.:	ver. bel.:	puntlast:	0,31 kN/m	0,61 kN/m	0,85 kN	psi-kr =	1	0,5	0,5	w-onm.	w-kruip	totaal	4,1 mm	5,0 mm	1,8 mm
											2,1	2,1				

bijkomende doorbuiging w(ser) = 7,0 mm = kleiner dan 15,3 mm is accoord
doorbuiging in eindtoestand w(ser) = 9,1 mm = kleiner dan 20,4 mm is accoord

Controle houten regel boven kolommen

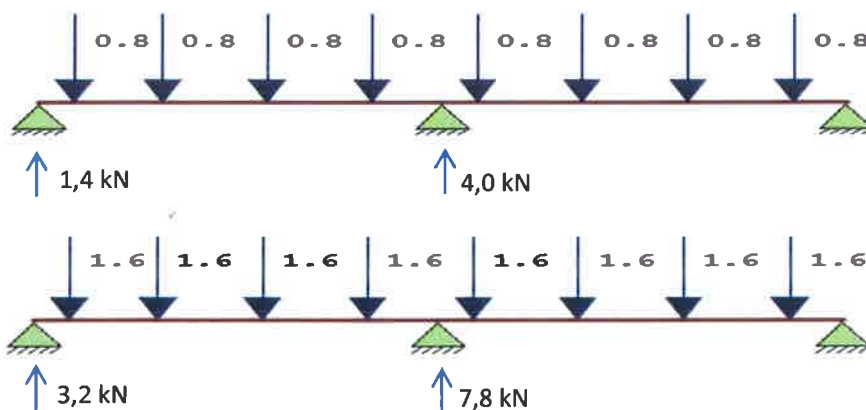
Enkele gegevens:

hoh kolommen	=	2,25 m		
lengte balk	≈	4,50 m		
Hoogte balk	=	150 mm		
Breedte balk	=	60 mm		
I;balk	=	2E+07 mm ⁴		
W;balk	=	225000 mm ³		
A;balk	=	9000 mm ²		
Houtkwaliteit	=	C24 (constructiehout)		
$f_{m,k}$	=	24 N/mm ²	$f_{m,d} =$	15,7 N/mm ² ($f_{m,k} * k_{mod} * k_h / \gamma_m$)
$f_{v,k}$	=	4,0 N/mm ²	$f_{v,d} =$	2,15 N/mm ² ($f_{v,k} * k_{mod} * k_h / \gamma_m$)
$E_{0,05;fin}$	=	7400 N/mm ²		
γ_m (materiaalfactor sterkte)	=	1,3		
K_{mod}	=	0,85		
K_m	=	0,7		
K_h	=	1,0		

Karakteristieke eigenschappen en sterkteklassen van gezaagd naaldhout													Eenheid
Eigenschap	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	
$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	N/mm ²
$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	kN/mm ²
ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	kg/m ³
ρ_k	290	300	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	kg/m ³
$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	N/mm ²
$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	N/mm ²
$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	N/mm ²
$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	N/mm ²
$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	N/mm ²
$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	kN/mm ²
$E_{0,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	kN/mm ²
G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	kN/mm ²
$G_{0,05}$	0,29	0,34	0,38	0,40	0,42	0,46	0,48	0,50	0,54	0,59	0,63	0,67	kN/mm ²

Aanname belasting op regel:

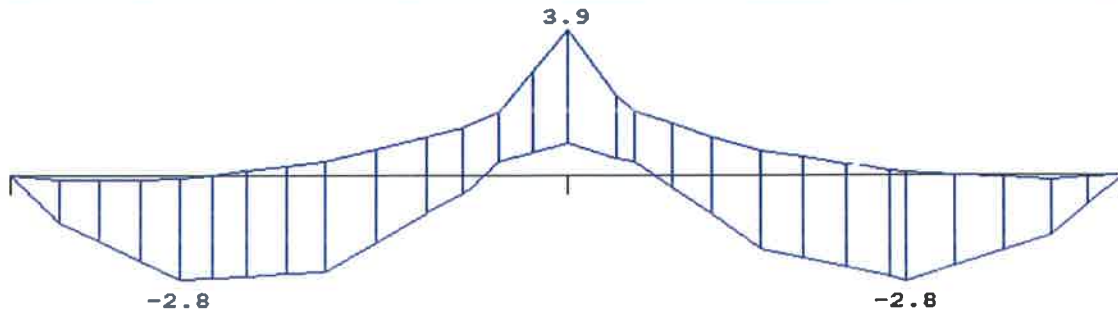
Frep;permanent uit dakbalken	=	0,8 kN/m	((0,5*0,61)*(5,1*0,5))
Frep;veranderlijk uit dakbalken	=	1,6 kN/m	((1,0*0,61)*(5,1*0,5))



OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

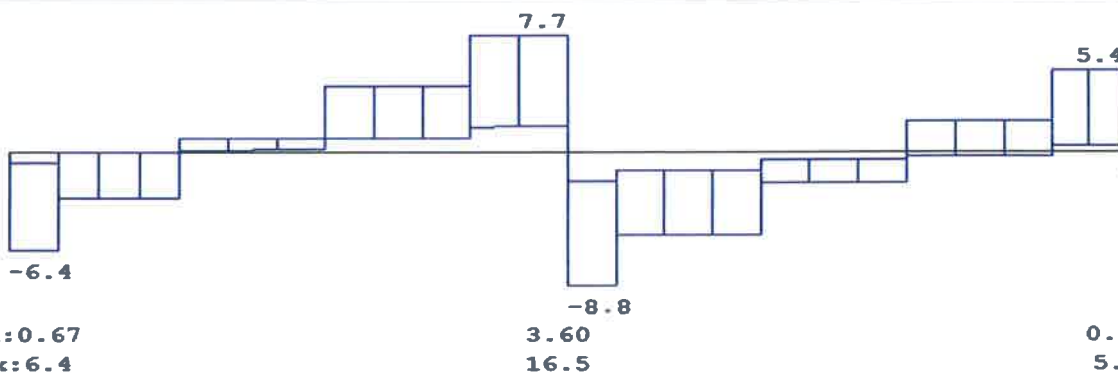
MOMENTEN

Ligger:1 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:1 Fundamentele combinatie



$$\begin{aligned} M_{d;\max} &= 3,9 \text{ kNm} \\ V_{d;\max} &= 8,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

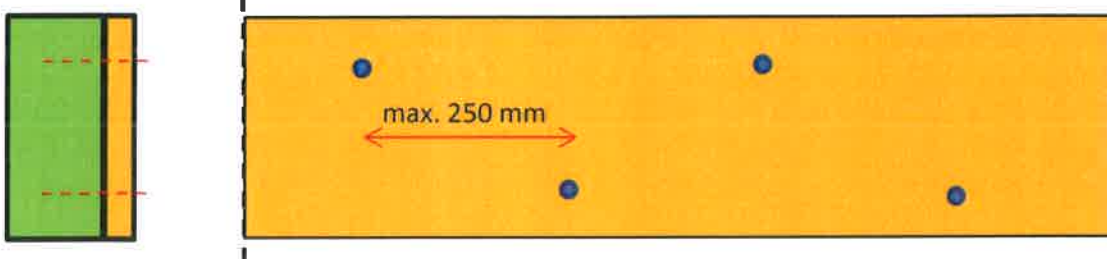
Eis moment:

$$\begin{aligned} \sigma_{m;d} &\leq f_{m,0,d} \\ f_{m,0,d} &= 15,7 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m;d} &\approx 17,3 \text{ N/mm}^2 \quad (M_d/W_y) \end{aligned}$$

Voldoet niet,voorziening nodig

Voorziening (voorstel):

Balk versterken met bijvoorbeeld multiplex 22 mm + bouten M10 (of gelijkwaardig)



$$\begin{aligned} W_{y;\text{nieuw}} &= 307500,0 \text{ mm}^3 \\ \sigma_{m;d} (\text{nieuw}) &\approx 12,7 \text{ N/mm}^2 \quad (W_{y;\text{oud}}/W_{y;\text{nieuw}}) * \sigma_{m;d} \end{aligned}$$

Voldoet

Eis dwarskracht:

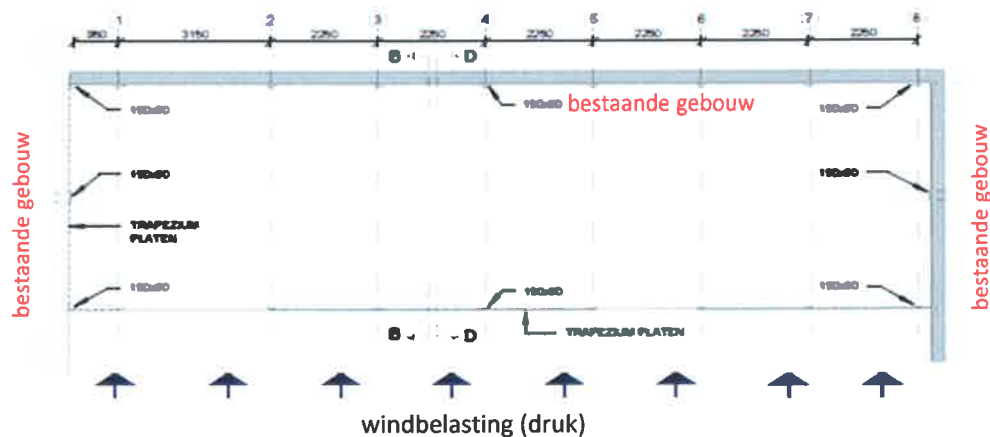
$$\begin{aligned} \tau_h &= 1,5 * \tau_{vd} \leq f_{vd} \\ f_{vd} &\approx 2,15 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{vd} &= 0,98 \text{ N/mm}^2 \quad (V_d/b*h) \\ \tau_h &\approx 1,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Voldoet

Controle houten kolom

Aanname windbelasting:

Terreincategorie	= onbebouwd	0,00	0,20	0,00
Correlatiefactor	=	0,85		
Bouwwerkfactor ($C_s \cdot C_d$)	=	1		
Hoogte gebouw	=	4 m		
Stuwdruk $q_{p(z)}$	=	0,6 kN/m ²		
C_{druk}	=	0,8 kN/m ²		
$C_{zuiging}$	=	0,4 kN/m ²		
C_{pi} (onderdruk)	=	0,3 kN/m ²		
$q_{wind;rep} = q_{p(z)} \cdot C_{druk}$	$\approx$	0,48 kN/m ²	(voor controle houten kolom)	



Overige gegevens:

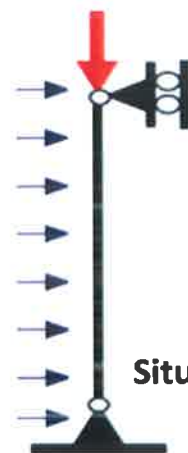
lengte kolom	$\approx$	3,3 m
Kniklengte (y- en z- richting)	$\approx$	3,3 m
Hoogte balk	$\approx$	150 mm
Breedte balk	$\approx$	60 mm
I_{balk}	$\approx$	1687,5 e4mm ⁴
W_{balk}	$\approx$	225000 mm ³
A_{balk}	$\approx$	9000 mm ²
Houtkwaliteit	$\approx$	C24 (constructiehout)
$f_{c,0;k}$	$\approx$	24 N/mm ²
$f_{v;k}$	$\approx$	4,0 N/mm ²
$E_{0,05;fin}$	$\approx$	7400 N/mm ²
γ_m (materiaalfactor sterkte)	$\approx$	1,3
K_{mod}	$\approx$	0,85
K_m	$\approx$	0,7
K_h	$\approx$	1,0

Belasting op kolom:

$F_{rep;permanent}$ uit dak	$\approx$	4,0 kN
$F_{rep;veranderlijk}$ uit dak	$\approx$	7,8 kN
$Q_{rep;wind;rep}$	$\approx$	1,1 kN/m
F_d uit dak;extreem	$\approx$	16,5 kN
F_d uit dak;momentaan	$\approx$	8,6 kN
Q_d ;wind;extreem	$\approx$	1,5 kN/m
Q_d ;wind;momentaan	$\approx$	0,0 kN/m

Belastingcombinaties:

Situatie 1- F_d ;extreem) + Q_d ;momentaan
Situatie 2- F_d ;momentaan + Q_d ;extreem



Berekening op knik volgens Eurocode 5 (Hout), (NEN-EN 1995-1-1)

door ir. T.v. Huijstee, Hogeschool van Amsterdam

Aangezien hier al eerdere keren kniktabellen zijn gepubliceerd, was ook de Eurocode weer een reden om dat te doen. Nu kan volstaan worden met minder tabellen, maar daarnaast is iets meer rekenwerk nodig. Bij de gebruikte formules zijn de nummers uit de Eurocode vermeld.

Rechthoekige massieve doorsnede: $b \cdot h$, dus traagheidsstraal

$$i = b \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} \quad \text{resp.} \quad i = h \cdot \sqrt{\frac{1}{12}}$$

$$\lambda = \frac{l_{\text{trc}}}{i}$$

$$E_{\text{min}, \text{rel}} = \frac{E_{\text{min}}}{1 + \psi_2 \cdot k_{\text{rel}}} \quad (2.10)$$

zie art. 2.3.2.2 (2)

Voor E_{min} moet voor zover bekend de $E_{\text{a,app}}$ worden ingevuld, aangezien deze formule hoort bij berekeningen op sterkte (ultimate limit state).

$E_{\text{a,app}}$ moet waarschijnlijk gezien worden als $E_{\text{a,05}}$. Indien er inmiddels nadere ontwikkelingen zijn, waarbij er duidelijker wordt omschreven, welke waarden moeten worden ingevuld, dan sta ik uiteraard open voor aanvullingen hieromtrent.

In art. 6.3.2 staat verder aangegeven hoe een kolom op knik moet worden berekend.

Vanuit λ is λ_{rel} te bepalen en daaruit vervolgens k en k_{rel} .

$$\lambda_{\text{rel}} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{t,0.05}}{E_{0.05}}} \quad (6.21)$$

Voor de druksterkte $f_{t,0.05}$ moet de in NEN 6760 vermelde $f_{t,0.05}$ worden ingevuld.

$$k = 0,5 \cdot (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel}} - 0,3) + \lambda_{\text{rel}}^2) \quad (6.27/28)$$

De waarde β_c is:

0,2 voor gezaagd hout en

0,1 voor gelamineerd hout, en LVL (Laminated veneer lumber).

$$k_{\text{rel}} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{\text{rel}}^2}} \quad (6.25/26)$$

$$k_{\text{rel}} = 1,0 \quad \text{als} \quad \lambda_{\text{rel}} \leq 0,3$$

Vanzelfsprekend is het, dat vanuit λ , de waarde k_{rel} wordt bepaald (λ , geeft k_{rel}).

Vanuit de formules (6.23) en (6.24) is dan af te leiden bij alleen druk:

$$\sigma_{c,0.05} \leq k_{\text{rel}} \cdot f_{c,0.05}$$

Algemeen:

$$f_d = \frac{f_{c,0.05}}{\gamma_M} = k_{\text{rel}}$$

(N.B. gewijzigde tabellen voor γ_M en k_{rel})

Om vanuit λ_{rel} naar k_{rel} te komen is β_c de enige variabele (0,1 of 0,2), zodat daarvoor slechts twee tabellen hoeven te worden gemaakt.

Eurocode Hout		gezaagd hout	
kniktabel voor gelam.hout			
$\beta_c =$	0,1	$\beta_c =$	0,2
$\lambda_{\text{rel}} =$	$k_{\text{rel}} =$	$\lambda_{\text{rel}} =$	$k_{\text{rel}} =$
0,3	1	0,3	1
0,4	0,988	0,4	0,977
0,5	0,974	0,5	0,960
0,6	0,956	0,6	0,918
0,7	0,931	0,7	0,877
0,8	0,895	0,8	0,825
0,9	0,841	0,9	0,762
1	0,768	1	0,689
1,1	0,684	1,1	0,615
1,2	0,600	1,2	0,545
1,3	0,526	1,3	0,482
1,4	0,462	1,4	0,427
1,5	0,408	1,5	0,379
1,6	0,362	1,6	0,338
1,7	0,323	1,7	0,304
1,8	0,290	1,8	0,274
1,9	0,261	1,9	0,248
2	0,237	2	0,225
2,1	0,216	2,1	0,206
2,2	0,197	2,2	0,188
2,3	0,181	2,3	0,173
2,4	0,166	2,4	0,160
2,5	0,154	2,5	0,148
2,6	0,142	2,6	0,137
2,7	0,132	2,7	0,128
2,8	0,123	2,8	0,119
2,9	0,115	2,9	0,111
3	0,107	3	0,104
3,1	0,101	3,1	0,098
3,2	0,095	3,2	0,092
3,3	0,089	3,3	0,087
3,4	0,084	3,4	0,082
3,5	0,079	3,5	0,077
3,6	0,075	3,6	0,073
3,7	0,071	3,7	0,069
3,8	0,067	3,8	0,066
3,9	0,064	3,9	0,063
4	0,061	4	0,060

Controle kolom op knik

i_y	$\approx$	43,3 mm	
i_z	$\approx$	17,3 mm	
λ_y	$\approx$	76,2	
λ_z	$\approx$	190,5	
$\lambda_{rel,y}$	$\approx$	1,38	(zie voor formule vorige pagina)
$\lambda_{rel,z}$	$\approx$	3,46	(zie voor formule vorige pagina)
β_c	$=$	0,2	
K_y	$=$	1,6	
K_z	$=$	7,9	
K_{def}	$=$	0,6	
factor ψ_2	$=$	0,3	
$E_{0,05;fin}$	$\approx$	6271 N/mm ²	(zie voor formule vorige pagina)
K_{cy} (uit tabel)	$\approx$	0,48	(zie tabel vorige pagina)
K_{cz} (uit tabel)	$\approx$	0,10	(zie tabel vorige pagina)

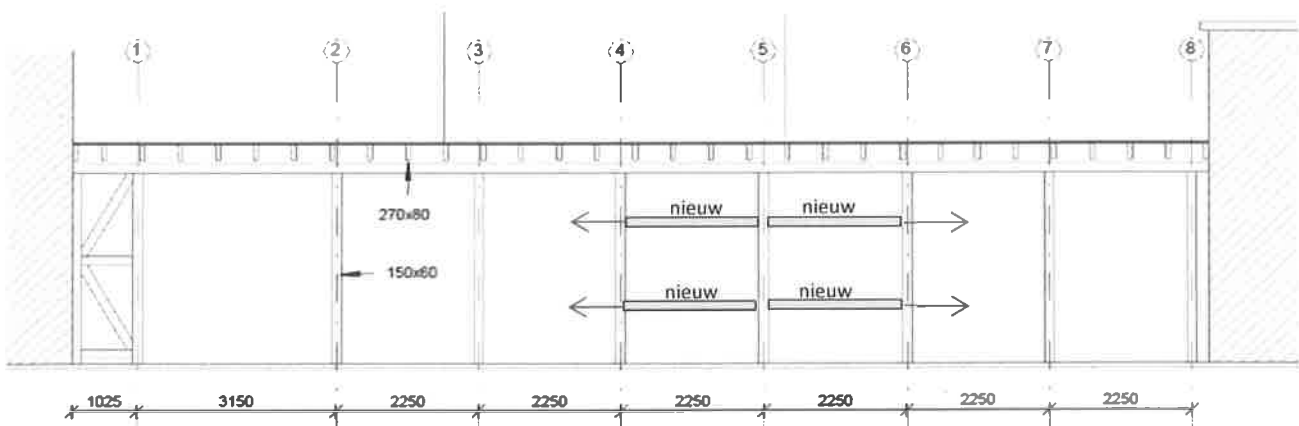
Toetsing kolom combinatie 1 (alleen op normaalkracht):

$\sigma_{c;0;d}$ (y- en z-richting)	$\approx$	1,8 N/mm ²	$f_{c;d} =$	13,7 N/mm ²
$f_{c;d} * k_{cy}$	$\approx$	6,6 N/mm ²		$(f_{c;k} * k_{mod} * k_h / \gamma_m)$
Voldoet				

$f_{c;0;d} * k_{cz}$	$\approx$	1,4 N/mm ²
Voldoet niet, voorziening nodig		

Voorziening (voorstel):

Kolom zijdelings ondersteunen (regels aanbrengen in z-richting)
(minimaal 2 per hoogte)



Toetsing kolom combinatie 2 (buiging en normaalkracht):

$\sigma_{c;d}$ (tgv druk)	$\approx$	1,0 N/mm ²
$\sigma_{m;d}$ (tgv buiging)	$\approx$	8,8 N/mm ²
$\sigma_{c;d} + \sigma_{m;d}$	$\approx$	9,8 N/mm ²

Eis:

$(f_{c;d} * k_{cy}) + f_{m;d} \geq (\sigma_{c;d} + \sigma_{m;d})$		
$f_{c;d} * k_{cy}$	$=$	6,6 N/mm ² (zie vorige pagina)
$f_{m;d}$	$=$	15,7 N/mm ² (C24)
$(f_{c;d} * k_{cy}) + f_{m;d}$	$\approx$	22,3 N/mm ² > 9,8 N/mm ²
oke!		

(eis anders geformuleerd)

$\sigma_{c;d} / (f_{c;d} * k_{cy}) + (\sigma_{m;d} / f_{m;d}) \geq 1.0$		
$\sigma_{c;d} / (f_{c;d} * k_{cy}) + (\sigma_{m;d} / f_{m;d})$	$\approx$	0,7 oke!