



Statische berekening

Projectnummer: 21P62

Project: Verbouwing woning a/d Wetering 4 te Nederweert

Opdrachtgever:



Datum: 09-12-2021



Schansweg 11a
5758 RG Neerkant



06-51518950



info@smitsbouwadvies.nl

Op alle adviezen en opdrachten is de DNR2011 van toepassing.

Inhoudsopgave

1.	Algemene gegevens.....	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Geldende normen	3
1.3	Bijbehorende tekeningen en rapporten.....	3
1.4	Gebouwgegevens	3
1.5	Belastingcombinaties	3
1.6	Materialen	4
1.7	Uitgangspunten	4
2.	Belastingen	5
2.1	Permanente belastingen.....	5
2.2	Belastingen t.g.v. personen, meubilair en aankleding	5
2.3	Sneeuwbelasting.....	6
2.4	Windbelasting.....	6
3.	Stabiliteit.....	8
4.	Dak.....	9
4.1	Gordingen	9
4.2	Kilkeper	9
4.3	Spant 1.....	10
4.4	Spant 2.....	11
5.	2 ^e verdiepingsvloer	12
5.1	Houten balklaag	12
6.	Gevel.....	13
6.1	Wanden	13
6.2	Lateien	14
7.	Fundering.....	15
7.1	Stroken.....	15
7.2	Poeren.....	16
8.	Bijlagen	17

1. Algemene gegevens

1.1 Inleiding

Het project betreft de verbouwing van een woning gelegen aan de Wetering 4 te Nederweert. Aan de achterzijde wordt een aanbouw gerealiseerd, welke wordt opgetrokken uit traditioneel metselwerk. De vloer en kap worden uitgevoerd in hout. Het geheel wordt, overeenkomstig met de bestaande bouw, gefundeerd op staal.

1.2 Geldende normen

NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991-1 t/m 1991-3	Belastingen op constructies
NEN-EN 1992-1 t/m 1992-3	Ontwerp en berekening van betonconstructies
NEN-EN 1993-1 t/m 1993-6	Ontwerp en berekening van staalconstructies
NEN-EN 1995-1 t/m 1995-2	Ontwerp en berekening van houtconstructies
NEN-EN 1996-1 t/m 1996-3	Ontwerp en berekening van metselwerkconstructies
NEN-EN 1997-1 t/m 1997-2	Geotechnisch ontwerp
NEN 9997-1	Geotechnisch ontwerp van constructies
NEN 8700	Constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk

1.3 Bijbehorende tekeningen en rapporten

Bouwkundig / Architect

T01 – Bestaande toestand d.d. 17-11-2021
B02- Nieuwe toestand d.d. 17-11-2021
B03 – Constructies en details d.d. 17-11-2021

1.4 Gebouwgegevens

Gebouwklasse	: A	Gebouwfunctie	: Woonfunctie
Gevolgklasse	: CC1	K_{FI} - Factor:	: 0,9
Betrouwbaarheidsklasse	: RC1	Betrouwbaarheidsinde	: $\beta = 3,3$
Ontwerplevensduurklasse	: 3	Ontwerplevensduur	: 50 jaar

1.5 Belastingcombinaties

Belastingcombinaties UGT			NEN-EN 1990	
Vergelijking	Blijvend		Veranderlijk	
	Ongunstig	Gunstig	Overheersend	Gelijktijdig
6.10a	1,22 G_k	0,9 G_k	1,35 Q_k	1,35 $\psi_0 Q_k$
6.10b	1,08 G_k	0,9 G_k		1,35 $\psi_0 Q_k$

1.6 Materialen

<u>Beton:</u>	Betonkwaliteit:	In het werk gestort:	minimaal C20/25
		Prefab:	minimaal C35/45
	Wapening:	Staven:	B500A
		Netten:	B500A
<u>Staal:</u>	Staalsoort:	Walsprofielen:	S235JR
		Kokerprofielen:	S275JOH (CF)
		Gelaste profielen:	S355JO
	Boutkwaliteit:	8.8	
	Ankerkwaliteit :	4.6	
	Lassen:	minimaal a = 5 mm	
<u>Hout:</u>	Houtsoort:	Europees Naaldhout	
	Sterkteklasse:	C24	
	Droogteklasse:	III	
<u>Metselwerk:</u>	Baksteen	f_k	= 5,22 N/mm ²
	Kalkzandsteen CS12	f_k	= 6,61 N/mm ²
	Poriso Stuc	f_k	= 5,22 N/mm ²
	Betonsteen	f_k	= 6,29 N/mm ²

Bovenstaande gegevens zijn van toepassing, tenzij elders in dit rapport anders vermeld.

1.7 Uitgangspunten

De in dit rapport gebruikte overspanningslengtes zijn gemeten vanaf de bouwkundige tekeningen. Deze dienen te allen tijde in het werk gecontroleerd te worden.

Permanente belastingen zijn bepaald aan de hand van de gekozen opbouw zoals vermeld op de bouwkundige tekeningen. Indien zich wijzigingen voordoen in deze opbouw, dient dit te allen tijde gemeld te worden.

2. Belastingen

2.1 Permanente belastingen

Hellend dak ($\alpha = 48^\circ$)

Dakpannen	=	0,50
Dakplaten Isobouw Slimfix 8/8 (Rc=6.0)	=	0,15
Gordingen	=	0,10
G_k	=	<u>0,75 kN/m²</u>

$$G_k \text{ in grondvlak} = 1,12 \text{ kN/m}^2$$

Verdiepingsvloer

Houten balklaag + vloerbeschot	=	0,30
Fermacell vloerelementen	=	0,30
Plafond	=	0,15
G_k	=	<u>0,75 kN/m²</u>

Gevels

$$\text{Pui-elementen} \quad G_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

Spouwmuur:

Binnenblad kzst	d = 100 mm	=	0,10	*	20,00	=	2,00
Buitenblad metselw	d = 100 mm	=	0,10	*	20,00	=	2,00
G_k						=	<u>4,00 kN/m²</u>

2.2 Belastingen t.g.v. personen, meubilair en aankleding

Klasse A - Woonruimte	q_k (kN/m ²)	Q_k (kN)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Vloeren:	1,75	3,00	0,4	0,5	0,3
Lichte scheidingswanden $\leq 2,0$ kN/m	<u>0,80</u>				
	2,55				
Klasse H - Daken	q_k (kN/m ²)	Q_k (kN)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Niet toegankelijk:	1,00	2,00	0,0	0,0	0,0

2.3 Sneeuwbelasting

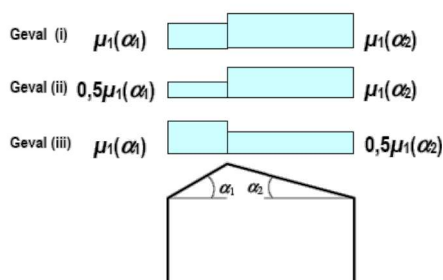
Algemeen

Standaardwaarden voor Nederland:

Karakteristieke sneeuwbelasting:	$s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$
Coëfficiënt uitz. Sneeuwbelasting:	$C_t = 1,00$
Blootstellingscoëfficiënt:	$C_e = 1,00$
Warmtecoëfficiënt:	$C_{esl} = 1,00$

Zadeldak

$\alpha_1 = 48^\circ$	$\alpha_2 = 48^\circ$
$\mu_1 = 0,32$	$\mu_2 = 0,32$
$s_1(\alpha_1) = 0,32 * 0,70 * 1,00 = 0,22 \text{ kN/m}^2$	
$s_1(\alpha_2) = 0,32 * 0,70 * 1,00 = 0,22 \text{ kN/m}^2$	



2.4 Windbelasting

Algemeen

Windgebied	= III
Omgeving	= onbebouwd
Windrichtingfactor c_{dir}	= 1,00
Seizoensfactor c_{season}	= 1,00
Reductiefactor c_{prob}	= 1,000
Correlatiefactor	= 0,85
Stuwdruk q_p	= $0,61 \text{ kN/m}^2$

Bouwwerkafmetingen:

Lengte:	13,6 m
Breedte:	10,7 m
Hoogte:	6,8 m

Bouwwerkfactor:

$c_s c_d$	= 1,00 (B = 10,7 m)
	1,00 (B = 13,6 m)

Wrijvingscoëfficiënten

Dakoppervlakte	= Zeer ruw	Geveloppervlakte	= Zeer ruw
Wrijvingscoëfficiënt c_{fr}	= 0,04	Wrijvingscoëfficiënt c_{fr}	= 0,04

Wrijvingsloze lengte L	= 27,2 m (bij dak- of gevellengte 13,6 m)	L_{fr}	= 0,0 m
	= 21,4 m (bij dak- of gevellengte 10,7 m)	L_{fr}	= 0,0 m

Inwendige drukcoëfficiënten

Overdruk:	$c_{pi} = 0,2$
Onderdruk:	$c_{pi} = -0,3$

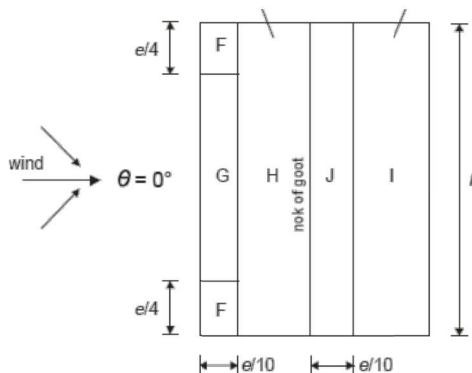
Uitwendige drukcoëfficiënten

WINDZONES HELLEND DAKVLAK:

Breedte loodrecht op wind: 13,6 m

$$\begin{aligned} e &= 10,7 \text{ m} \\ e/4 &= 2,7 \text{ m} \\ e/10 &= 1,1 \text{ m} \end{aligned}$$

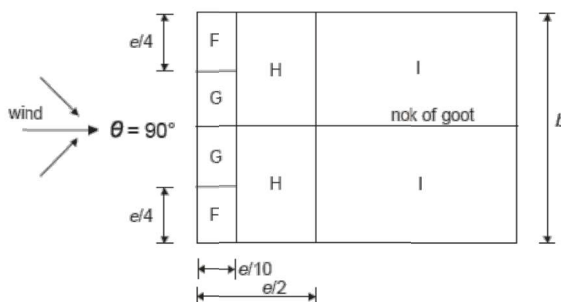
Type:	Zone				
	F	G	H	I	J
Zuiging	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,30
Druk	0,70	0,70	0,62	0,00	0,00



Breedte loodrecht op wind: 10,7 m

$$\begin{aligned} e &= 13,6 \text{ m} \\ e/4 &= 3,4 \text{ m} \\ e/10 &= 1,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Type:	Zone			
	F	G	H	I
Zuiging	-1,10	-1,36	-0,88	-0,50
Druk	0,00	0,00	0,00	0,00



WINDZONES GEVELS:

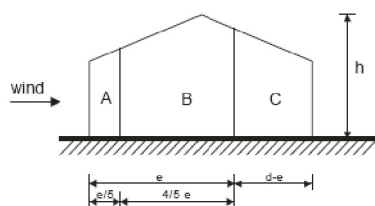
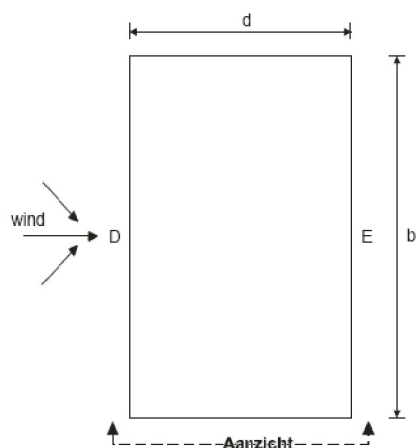
Breedte loodrecht op wind: 13,6 m

$$\begin{aligned} d &= 10,7 \text{ m} \\ e &= 10,7 \text{ m} \quad (e=d) \\ h/d &= 0,636 \end{aligned}$$

Breedte loodrecht op wind: 10,7 m

$$\begin{aligned} d &= 13,6 \text{ m} \\ e &= 13,6 \text{ m} \quad (e=d) \\ h/d &= 0,500 \end{aligned}$$

Verhouding	Zone				
	A	B	C	D	E
$h/d \leq 1$	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,5



3. Stabiliteit

Stabiliteit wordt gewaarborgd door de aanwezigheid van voldoende wand-, vloer- en dakschijven en de onderlinge koppeling van deze onderdelen.

Een nadere beschouwing van de stabiliteit wordt niet noodzakelijk geacht.

4. Dak

4.1 Gordingen

Uitgangspunten:

- Gordingen worden hart op hart 2,1 m toegepast.
- Gordingen worden belast op enkele buiging. Afschuiving wordt opgevangen door muurplaat.

ALGEMENE GEGEVENS:

Afmetingen:	100 x 250 mm	Sterkteklasse:	C20
Hart op hart:	2100 mm	Klimaatklasse:	1 (Verwarmd)
Overspanning:	4650 mm	Belastingduurklasse:	Kort
Helling:	48°		

TECHNISCHE SPECIFICATIES:

$k_m = 0,70$	$W_y = 1041667 \text{ mm}^3$
$k_h = 0,90$	$I_y = 130208333 \text{ mm}^4$
$k_{mod} = 0,90$	$E_{0,mean} = 9500 \text{ N/mm}^2$
$k_{def} = 0,60$	$f_{m;y;d} = 12,50 \text{ N/mm}^2$
$\gamma_M = 1,30$	$f_{v;d} = 2,25 \text{ N/mm}^2$

BELASTINGEN:

Permanent:	$G_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$	$G_{k,L} = 0,47 \text{ kN/m}^2$	
Sneeuw:	$\mu_1 = 0,32$	$Q_{sn,L} = 0,10 \text{ kN/m}^2$	($\psi_0 = 0,0$ $\psi_2 = 0,0$)
Wind:	$q_p = 0,61 \text{ kN/m}^2$		
druk:	$c_{pe} = 0,7$ $c_{pi} = 0,3$	$Q_{wi,L} = 0,61 \text{ kN/m}^2$	($\psi_0 = 0,0$ $\psi_2 = 0,0$)
zuig:	$c_{pe} = -1,4$ $c_{pi} = -0,2$	$Q_{wi,o} = -0,98 \text{ kN/m}^2$	($\psi_0 = 0,0$ $\psi_2 = 0,0$)

Rekenwaarden:	$P_{Ed,max} = 1,33 \text{ kN/m}^2$	$P_{Ed,min} = -0,90 \text{ kN/m}^2$	(gordingen opwaarts verankeren!)
	$P_{k;cr,max} = 1,36 \text{ kN/m}^2$	$P_{k;cr,min} = -0,51 \text{ kN/m}^2$	

TOETSING:

$M_{Ed} = 7,55 \text{ kNm}$	$\sigma_{m;y;d} = 7,25 \text{ N/mm}^2$	u.c. = 0,58
$V_{Ed} = 6,49 \text{ kN}$	$\tau_{v;d} = 0,39 \text{ N/mm}^2$	u.c. = 0,17
$u_{onm} = 4,8 \text{ mm}$	= 0,0010L	u.c. = 0,35
$u_{tot} = 14,1 \text{ mm}$	= 0,0030L	u.c. = 0,76

Toepassen: Eiken 100x250-C20

4.2 Kilkeper

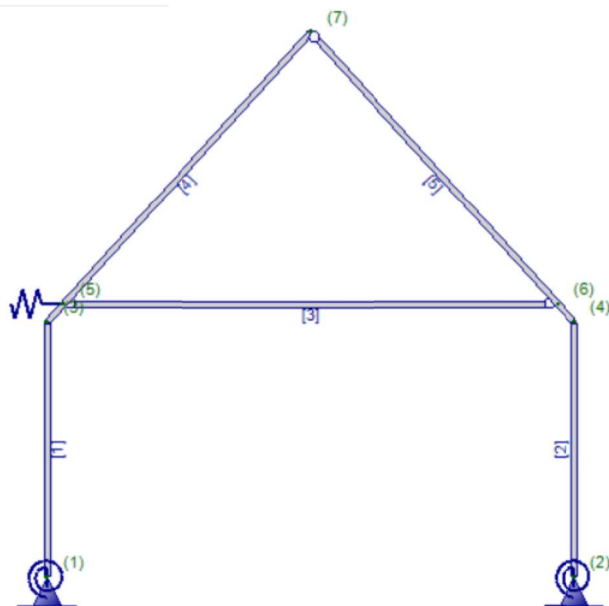
Uitgangspunten:

- Kilkeper wordt ondersteund door kreupele stijl tpv wand.
- Praktisch uitvoeren conform gordingen.

Toepassen: Eiken 100x250-C20

4.3 Spant 1

Schema:



Belastingen:

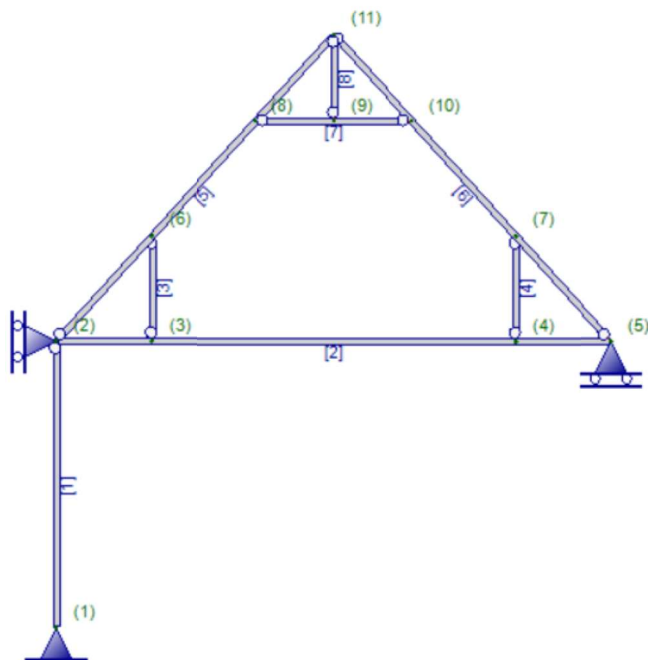
- | | | | | |
|-------------------|--|------------|----------------|-----------|
| 1) Permanent: | $q_1 =$ | uit dak: | $3,0 * 0,75 =$ | 2,25 kN/m |
| | $q_2 =$ | uit vloer: | $2,3 * 0,75 =$ | 1,73 kN/m |
| 2) Veranderlijk: | $q_2 =$ | uit vloer: | $2,3 * 2,55 =$ | 5,87 kN/m |
| 3) t/m 5) Sneeuw: | Volgens belastinggenerator, zie bijlage. | | | |
| 6) t/m 15) Wind: | Volgens belastinggenerator, zie bijlage. | | | |

Uitvoer: Zie bijlage 1

Toepassen: Staaf 1, 2, 4, 5: IPE180
Staaf 3: IPE220

4.4 Spant 2

Schema:



Belastingen:

- 1) Permanent:

$q_1 =$	uit dak:	$3,5 * 0,75 =$	2,63 kN/m
$q_2 =$	uit vloer:	$2,3 * 0,75 =$	1,73 kN/m
$F_1 =$	best. ligger:	$0,7 * 2,8 * 0,75 =$	1,5 kN
- 2) Veranderlijk:

$q_2 =$	uit vloer:	$2,8 * 2,55 =$	5,87 kN/m
$F_1 =$	best. ligger:	$0,7 * 2,8 * 2,55 =$	5,0 kN
- 3) t/m 5) Sneeuw: Volgens belastinggenerator, zie bijlage.
- 6) t/m 15) Wind: Volgens belastinggenerator, zie bijlage.

Uitvoer: Zie bijlage 2

Toepassen:

Staaf 1:	K100x100x5 (S275)
Staaf 2:	HEA220
Staaf 3, 4, 7:	75x150-C20
Staaf 5, 6, 8:	100x250-C20

Oplegging: HEA220 wordt aan rechterzijde opgelegd op metselwerk. Toetsing zie 6.1.

5. 2^e verdiepingsvloer

5.1 Houten balklaag

ALGEMENE GEGEVENS:

Afmetingen:	71 x 221 mm	Sterkteklasse:	C24
Hart op hart:	407 mm	Klimaatklasse:	1 (Verwarmd)
Overspanning:	4650 mm	Belastingduurklasse:	Middellang

TECHNISCHE SPECIFICATIES:

$k_m = 0,70$	$W_y = 577952 \text{ mm}^3$
$k_h = 0,93$	$I_y = 63863678 \text{ mm}^4$
$k_{mod} = 0,80$	$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$
$k_{def} = 0,60$	$f_{m;y;d} = 13,67 \text{ N/mm}^2$
$\gamma_M = 1,30$	$f_{v;d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$

BELASTINGEN:

Permanent:	$G_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
Veranderlijk:	$Q_k = 2,55 \text{ kN/m}^2 \quad (\psi_0 = 0,3 \quad \psi_2 = 0,4)$

Rekenwaarden: $P_{Ed} = 4,25 \text{ kN/m}^2$ $P_{k;cr} = 4,36 \text{ kN/m}^2$

TOETSING:

$M_{Ed} = 4,68 \text{ kNm}$	$\sigma_{m;y;d} = 8,09 \text{ N/mm}^2$	u.c. = 0,59
$V_{Ed} = 4,02 \text{ kN}$	$\tau_{v;d} = 0,38 \text{ N/mm}^2$	u.c. = 0,17
$u_{onm} = 2,6 \text{ mm}$	= 0,0006L	u.c. = 0,19
$u_{tot} = 15,4 \text{ mm}$	= 0,0033L	u.c. = 0,83

Toepassen: 71x221-C24 hoh 407 mm

6. Gevel

6.1 Wanden

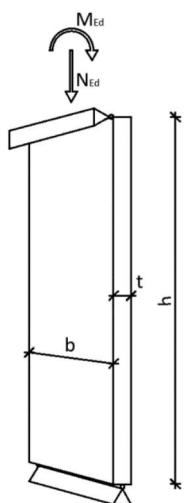
Wand keuken - kelder

Belasting uit HEA220 wordt gespreid onder een hoek van 60°.

$$b_{\text{eff}} = 0,22 + 2 * \cos 60^\circ * \frac{1}{2} * 2 * 2,50 = 1,47 \text{ m}$$

R_{Ed} =	uit HEA220:	zie 4.4	48,3 kN
	uit vloer:	$1,47 * 1,2 * (0,75 * 1,08 + 2,55 * 1,35) =$	7,5 kN
	uit wand:	$1,47 * 2,5 * 2,00 * 1,08 =$	7,9 kN
	uit dak:	$1,47 * 2,3 * 1,12 * 1,08 =$	<u>4,1 kN</u>
			67,8 kN

Schema:



Gegevens wand:

Geometrie:

$h = 2500 \text{ mm}$	Vloertype:	Houten balklaag
$b = 1470 \text{ mm}$	Wandsteun:	Ja, een zijde
$t = 100 \text{ mm}$	$L_{\text{ongesteund}} =$	500 mm

Kwaliteit:

Materiaal: Kalkzandsteen CS12
Verwerking: Gemetseld

Technische specificaties:

$\rho_n = 0,30$	$f_k = 4,51 \text{ N/mm}^2$
$h_{\text{eff}} = 750 \text{ mm}$	$E = 700 * f_k = 3157 \text{ N/mm}^2$

$$\text{Gevolgklasse: CC1} \quad f_d = 4,51 / 1,5 = 3,01 \text{ N/mm}^2$$

Belastingen:

$$N_{\text{Ed}} = 67,3 \text{ kN} \quad M_{\text{Ed},t} = 0 \text{ kNm}$$

Toetsing:

$$\text{Stabiliteit:} \quad \lambda_c = 7,5 \quad \lambda_{c,\text{max}} = 27 \quad \text{u.c.} = 0,28 \quad \text{O.K.}$$

$$\begin{aligned} \text{Sterkte:} \quad e_{\text{init}} &= 11,7 \text{ mm} & A_1 &= 0,77 & \Phi_t &= 0,72 \\ e_t &= 0 \text{ mm} & \lambda_\Phi &= 0,28 & \alpha &= 1,00 \\ e_{\text{mk}} &= 11,7 \text{ mm} & u &= 0,37 \end{aligned}$$

$$N_{\text{Rd}} = 0,72 * 1,00 * 100 * 1470 * 3,01 = 316 \text{ kN} \quad \text{u.c.} = 0,21 \quad \text{O.K.}$$

$$\text{Oplegspanning tpv HEA220:} \quad 48,3 * 10^3 / (220 * 100) = 2,20 \text{ N/mm}^2 < 3,01 \text{ N/mm}^2$$

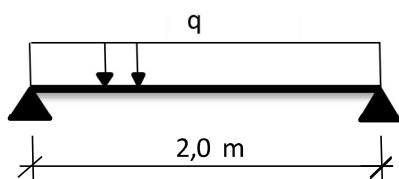
6.2 Lateien

Binnenblad

Ter plaatse van wandopeningen dienen ravelingen in de verdiepingsvloer opgenomen te worden. Alle binnenwerklateien zijn derhalve niet vloerdragend. betonlatei/staltonlatei kan praktisch gekozen worden.

Buitenblad

Sparingen < 2,00 m:



Belastingen:

$$q_k = 1,4 \cdot 2,0 = 2,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot 2,80 \cdot 1,22 \cdot 2,00^2 = 1,71 \text{ kNm}$$

Toepassen: L100x100x10,
 $M_{Rd} = 5,78 \text{ kNm}$, u.c. = $0,30 < 1,00$ o.k.
 $u_{eind} = 1,6 \text{ mm} = 0,0008L < 0,002L$ o.k.

Sparingen > 2,00 m maar < 3,00

Belastingen:

$$q_k = 1,4 \cdot 2,0 = 2,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot 2,80 \cdot 1,22 \cdot 3,00^2 = 3,85 \text{ kNm}$$

Toepassen: L150x100x10,
 $M_{Rd} = 12,71 \text{ kNm}$, u.c. = $0,30 < 1,00$ o.k.
 $u_{eind} = 2,5 \text{ mm} = 0,0008L < 0,002L$ o.k.

7. Fundering

7.1 Stroken

Stroken nieuw

Afmetingen: 800x300 mm (bxh)

$q_{Ed} =$	E.g. :	$0,8 * 0,3 * 25 * 1,08 =$	6,5 kN/m
	Uit spouwmuur:	$3,0 * 6,00 * 1,08 =$	<u>19,4 kN/m</u>
			25,9 kN/m

$$\sigma_{gr} = 25,9/0,8 = 32 \text{ kN/m}^2 \text{ o.k.}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{2} * 32 * 0,4^2 = 2,6 \text{ kNm}$$

$$A_{s,ben} = 2,6 * 10^6 / (435 * 0,9 * 230) = 29 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Toepassen: #ø8-150 (o) (335 mm²/m).

Strook tpv pui

Praktisch: 500x300 mm. Wapening: #ø8-150 b/o.

Strook tpv keuken – kelder (bestaand)

Afmetingen: 400x400 mm (bxh)

Belasting uit HEA220 wordt gespreid onder een hoek van 60°.

$$b_{eff} = 0,22 + 2 * \cos 60^\circ * 3,0 = 3,2 \text{ m.}$$

$q_{Ed} =$	e.g. :	$0,4 * 0,4 * 25 * 1,08 =$	4,3 kN/m
	uit wand:	$5,5 * 2,00 * 1,08 =$	11,9 kN/m
	uit HEA220:	zie 4.4: $48,3 / 3,2 =$	15,1 kN/m
	uit vloer:	$1,2 * (0,75 * 1,08 + 2,55 * 1,35) =$	5,1 kN/m
	uit dak:	$2,3 * 1,12 * 1,08 =$	<u>2,8 kN/m</u>
			39,2 kN/m

$$\sigma_{gr} = 39,2/0,4 = 98 \text{ kN/m}^2 \text{ o.k.}$$

7.2 Poeren

Poer tpv kokerkolom

Afmetingen: 700x700x400 mm (b x l x h)

$R_{Ed} =$	E.g. :	$0,7^2 * 0,4 * 25 * 1,08 =$	5,3 kN
	Uit st. kolom:	zie 4.4:	<u>46,2 kN</u>
			51,5 kN

$$\sigma_{gr} = 51,5 / 0,7^2 = 105 \text{ kN/m}^2 \text{ o.k.}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{2} * 105 * 0,35^2 = 6,4 \text{ kNm}$$

$$A_{s,ben} = 6,4 * 10^6 / (435 * 0,9 * 300) = 55 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Toepassen: $\varnothing 10-200$ (393 mm²/m) inlijmen op 100 mm vanaf o.k. bestaande fundering.

Poer tpv spant

Afmetingen: 1000x800x300 mm (b x l x h)

$R_{Ed,max} =$	E.g. :	$0,8 * 1,0 * 0,3 * 25 * 1,08 =$	6,5 kN
	uit spant:	zie bijlage 1, comb. 3.1:	<u>39,3 kN</u>
			45,8 kN

$M_{Ed,max} =$	zie bijlage 1, comb. 13.2:	$2,1 + 5,7 * 0,3 =$	3,8 kNm
----------------	----------------------------	---------------------	---------

$R_{Ed,13.2} =$	E.g. :	$0,8 * 1,0 * 0,3 * 25 * 0,9 =$	5,4 kN
	uit spant:	zie bijlage 1, comb. 13.2:	<u>27,2 kN</u>
			32,6 kN

$$e = 3,8 / 32,6 = 0,12 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 1,00 - 2 * 0,12 = 0,76 \text{ m}$$

$$\sigma_{gr,3.1} = 45,8 / (0,8 * 1,0) = 57 \text{ kN/m}^2 \text{ o.k.}$$

$$\sigma_{gr,13.2} = 32,6 / (0,8 * 0,76) = 54 \text{ kN/m}^2 \text{ o.k.}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{2} * 57 * 0,5^2 = 7,1 \text{ kNm}$$

$$A_{s,ben} = 7,1 * 10^6 / (435 * 0,9 * 230) = 79 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Toepassen: # $\varnothing 8-150$ (b/o) (335 mm²/m).

8. Bijlagen

Bijlage 1 – Spant 1 (41 bladzijden)

Bijlage 2 – Spant 2 (44 bladzijden)

Bestand :.....Berekeningen\S4U bestanden\Spant 1.xfr2

Inhoudsopgave

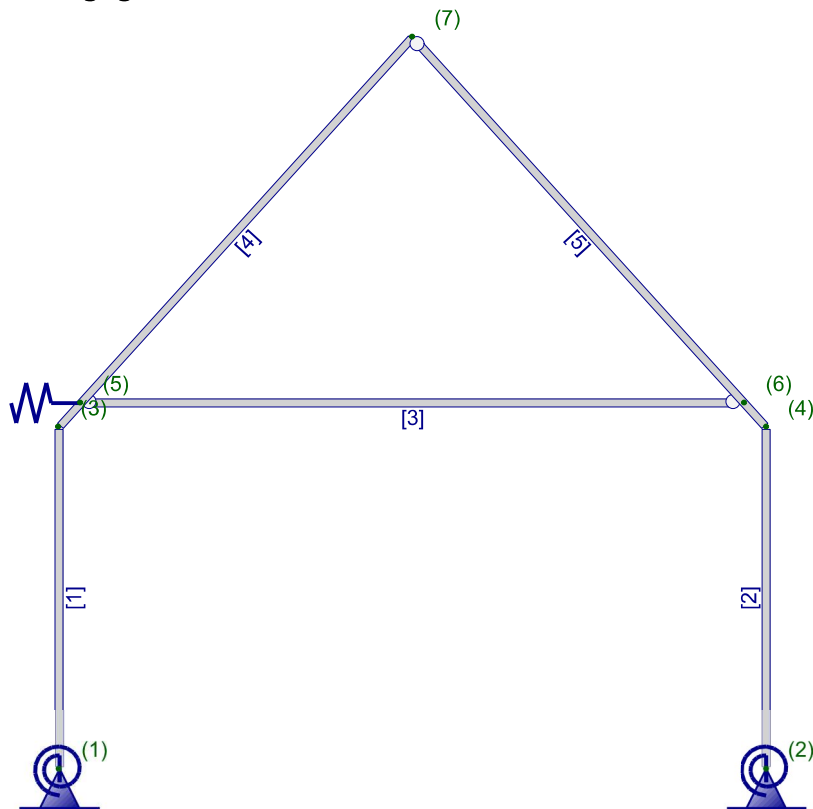
1.1 KNOPEN.....	3
1.2 STAVEN.....	3
1.3 PROFIELEN.....	4
1.4 Sneeuwbelasting.....	5
1.5 Winddrukken.....	5
1.6 Windbelastingen.....	6
1.7 BELASTINGSGEVALLEN.....	7
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	8
1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	9
1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1.....	10
1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2.....	11
1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3.....	12
1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk.....	13
1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk.....	14
1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk.....	15
1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk.....	16
1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk.....	17
1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk.....	18
1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk.....	19
1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk.....	20
1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind loodrecht A + Onderdruk.....	21
1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind loodrecht A + Overdruk.....	22
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	23
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	23
2.2.1 Reactiekrachten.....	23
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	24
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	30
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	31
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	32
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	33
2.5 EN1993 TOETSINGEN.....	34
2.5.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	36
Staaf 3 - IPE220.....	36
Staaf 5 - IPE180.....	38

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl

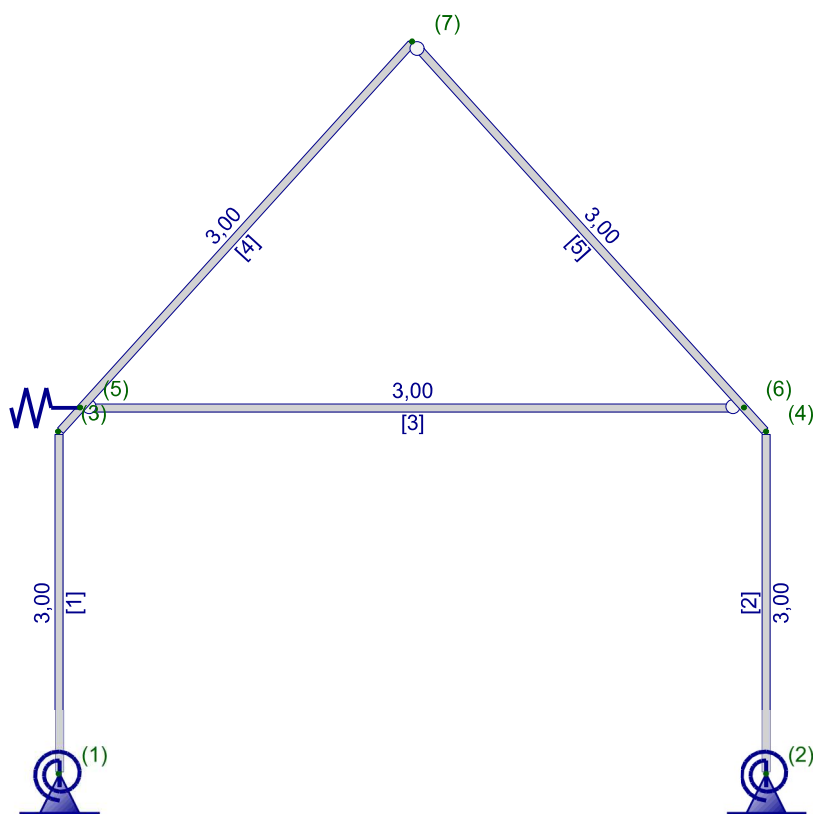
Gevolklasse : CC1

Zwaartekrachtversnelling g : $9,81 \text{ m/s}^2$

1 Invoergegevens



Belastingbreedten



1.1 KNOPEN

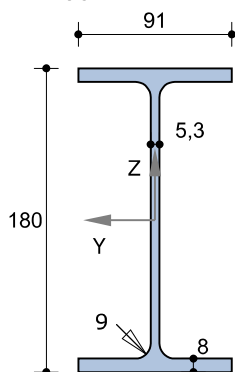
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen			Veerwaarden		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry	Kx [kN/m]	Kz [kN/m]	Cy [kNm/rad]
1	0	-500	A	A	S			500
2	5800	-500	A	A	S			500
3	0	2300						
4	5800	2300						
5	181	2500	S			1000		
6	5619	2500						
7	2900	5500						

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	3	■	IPE180	2800
2	4	2	■	IPE180	2800
3	5	6	□	IPE220	5438
4	3	7	■	IPE180	4319
5	7	4	□	IPE180	4319

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	IPE180	18,8	210000	2,396E3	1,3178E7	1,4642E5	1,4642E5
2	IPE220	26,2	210000	3,339E3	2,774E7	2,5218E5	2,5218E5

IPE180**Materiaalgegevens**

Staalsoort

S235 (Warmgewalst)

Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

 $y_{max} =$

45,5 mm

 $z_{max} =$

90,0 mm

Minimale coördinaat

 $y_{min} =$

-45,5 mm

 $z_{min} =$

-90,0 mm

Zwaartelij

 $z_s =$

0,0 mm

 $y_s =$

0,0 mm

Oppervlak / Gewicht

A =

2396,0 mm²

G =

18,8 kg/m

Statisch moment

 $S_y =$ 83258 mm³ $S_z =$ 17304 mm³

Traagheidsmoment

 $I_y =$ 13177594 mm⁴ $I_z =$ 1008559 mm⁴

Traagheidsstraal

 $i_y =$

74,2 mm

 $i_z =$

20,5 mm

Elastisch weerstandsmoment

 $W_{y,el} =$ 146418 mm³ $W_{z,el} =$ 22166 mm³

Centrifugaalmoment

 $C_{yz} =$ 0 mm³

hoek =

0,00 graden

Traagheidsmoment

 $I_{max} =$ 13177594 mm⁴ $I_{min} =$ 1008559 mm⁴

Traagheidsstraal

 $i_{max} =$

74,2 mm

 $i_{min} =$

20,5 mm

Halveringslijn

 $z_h =$

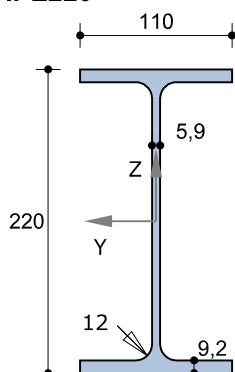
0,0 mm

 $y_h =$

0,0 mm

Plastisch weerstandsmoment

 $W_{y,pl} =$ 166517 mm³ $W_{z,pl} =$ 34607 mm³

IPE220**Materiaalgegevens**

Staalsoort	S235 (Warmgewalst)
Elasticiteitsmodulus	E = 210000 N/mm ²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	$y_{max} =$	55,0 mm	$z_{max} =$	110,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{min} =$	-55,0 mm	$z_{min} =$	-110,0 mm
Zwaartelijn	$z_s =$	0,0 mm	$y_s =$	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A =	3339,3 mm ²	G =	26,2 kg/m
Statisch moment	$S_y =$	142814 mm ³	$S_z =$	29064 mm ³
Traagheidsmoment	$I_y =$	27739744 mm ⁴	$I_z =$	2049015 mm ⁴
Traagheidsstraal	$i_y =$	91,1 mm	$i_z =$	24,8 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el} =$	252179 mm ³	$W_{z,el} =$	37255 mm ³
Centrifugaalmoment	$C_{yz} =$	0 mm ³	hoek =	0,00 graden
Traagheidsmoment	$I_{max} =$	27739744 mm ⁴	$I_{min} =$	2049015 mm ⁴
Traagheidsstraal	$i_{max} =$	91,1 mm	$i_{min} =$	24,8 mm
Halveringslijn	$z_h =$	0,0 mm	$y_h =$	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl} =$	285627 mm ³	$W_{z,pl} =$	58127 mm ³

1.4 Sneeuwbelasting

Karakteristieke sneeuwbelasting op de grond : 0,700 kN/m²

Dakhelling	47,8 graden	$\mu_1 = 0,32$	$\mu_2 = 1,60$
Dakhelling	-47,8 graden	$\mu_1 = 0,32$	$\mu_2 = 1,60$

Let op! De belastinggenerator houdt geen rekening met situatie voor μ_2 (sneeuwophoping voor daken met meer dan één overspanning) volgens art. 5.3.4 - figuur 5.4!

Belastingsschikkingen

art. 5.2

1.5 Winddrukken

Windgebied	: III	Referentieperiode wind T	: 50 jaar
Terreincategorie	: II Onbebouwd gebied		
Hoogte van het gebouw h	: 7,00 m	Hoogte boven maaiveld	: 7,0 m
Breedte van het gebouw	: 6,00 m	Diepte van het gebouw d	: 6,0 m
A - De afstand kopgevel - hart spant	: 1,00 m	B - Belastingbreedte spant	: 3,0 m

Terreinruwheid**art. 4.3.2**

$$k_r(z) = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,2}{0,05} \right)^{0,07} = 0,209 \quad (4.5)$$

$$z_{\min}(4) < z < z_{\max}(200) \quad c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,209 \times \ln\left(\frac{7}{0,2}\right) = 0,744 \quad (4.4)$$

Variatie met hoogte**art. 4.3.1**

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0} = 1,000 \times 1,000 \times 24,5 = 24,5 \text{ m/s} \quad (4.1)$$

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,744 \times 1,000 \times 24,5 = 18,237 \text{ m/s} \quad (4.3)$$

Windturbulentie**art. 4.4**

$$\sigma_v = k_r \cdot V_b \cdot k_l = 0,209 \times 24,50 \times 1,000 = 5,129 \text{ m/s} \quad (4.6)$$

$$z_{\min} < z < z_{\max} \quad I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{5,129}{18,237} = 0,281 \quad (4.7)$$

Extremes tuwdruk**art. 4.5**

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) = (1 + 7 \times 0,281) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 18,237^2 = 0,617 \text{ kN/m}^2 \quad (4.8)$$

Bepaling van $c_s c_d$ **art. 6.2**

$$c_s c_d = 1,00$$

ze1 [m]	ze2 [m]	qp(ze1) [kN/m2]	qp(ze2) [kN/m2]
0,00	6,00	0,582	0,582
1,00	7,00	0,617	0,617

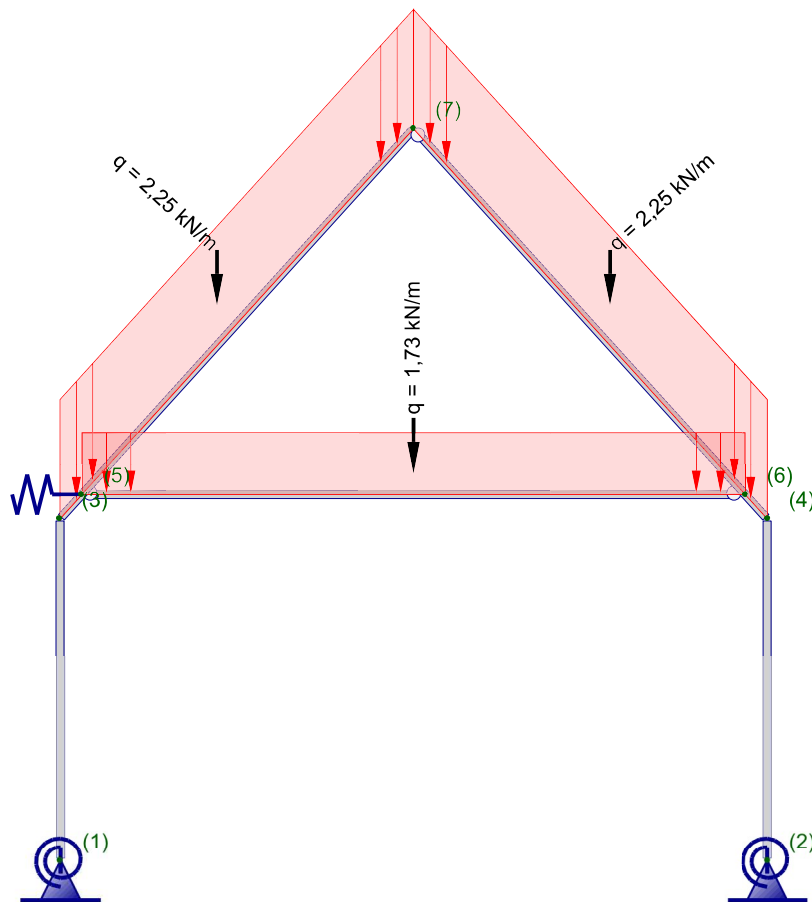
1.6 Windbelastingen

Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m2]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw01		D	+0,800	6,00	0,582	3,0	1,396	Art. 7.2.2
qw02		E	-0,508	6,00	0,582	3,0	-0,887	"
qw03	0,0	A/B	-1,136	6,00	0,582	3,0	-1,983	Art. 7.4.1
qw04		D	+0,800	7,00	0,617	3,0	1,481	Art. 7.2.2
qw05		E	-0,508	7,00	0,617	3,0	-0,941	"
qw06	0,0	A/B	-1,136	7,00	0,617	3,0	-2,103	Art. 7.4.1
qw07	47,8	→ F/G	+0,700	7,00	0,617	3,0	1,296	Tabel 7.4
qw08	47,8	→ F/G	+0,131	7,00	0,617	3,0	0,243	"
qw09	47,8	→ H	+0,619	7,00	0,617	3,0	1,146	"
qw10	47,8	→ H	+0,131	7,00	0,617	3,0	0,243	"
qw11	-47,8	→ I	-0,200	7,00	0,617	3,0	-0,370	"
qw12	-47,8	→ I	-0,038	7,00	0,617	3,0	-0,070	"
qw13	-47,8	→ J	-0,300	7,00	0,617	3,0	-0,555	"
qw14	-47,8	→ J	-0,056	7,00	0,617	3,0	-0,104	"
qw15	47,8	↑ G/H	-0,997	7,00	0,617	3,0	-1,845	"
qw16	47,8	↑ F/H	-0,934	7,00	0,617	3,0	-1,729	"
qw17	-47,8	↑ F/H	-0,934	7,00	0,617	3,0	-1,729	"
qw18	-47,8	↑ G/H	-0,997	7,00	0,617	3,0	-1,845	"

Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m2]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw19		→	-0,300	6,00	0,582	3,0	-0,524	Art. 7.2.9
qw20		→	+0,200	6,00	0,582	3,0	0,349	"
qw21		→	-0,300	7,00	0,617	3,0	-0,555	"
qw22		→	+0,200	7,00	0,617	3,0	0,370	"
qw23		↑	-0,300	6,00	0,582	3,0	-0,524	"
qw24		↑	+0,200	6,00	0,582	3,0	0,349	"
qw25		↑	-0,300	7,00	0,617	3,0	-0,555	"
qw26		↑	+0,200	7,00	0,617	3,0	0,370	"

1.7 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ0	ψ1	ψ2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30
3	Sneeuw 1	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
4	Sneeuw 2	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
5	Sneeuw 3	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
6	Wind van links A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
7	Wind van links A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
8	Wind van links B + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
9	Wind van links B + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
10	Wind van links C + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
11	Wind van links C + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
12	Wind van links D + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
13	Wind van links D + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
14	Wind loodrecht A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
15	Wind loodrecht A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

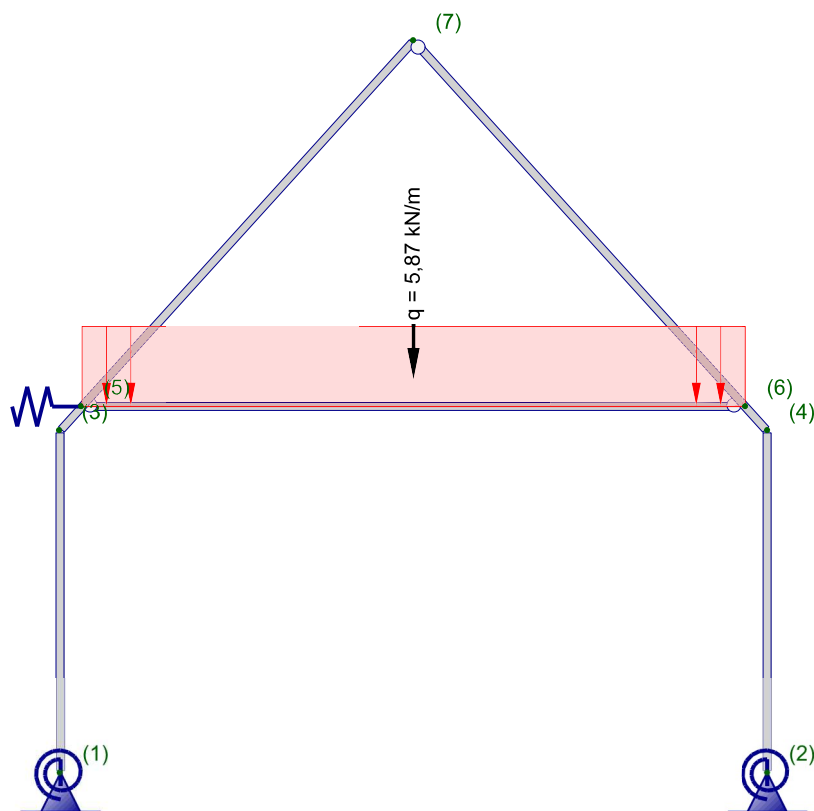
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

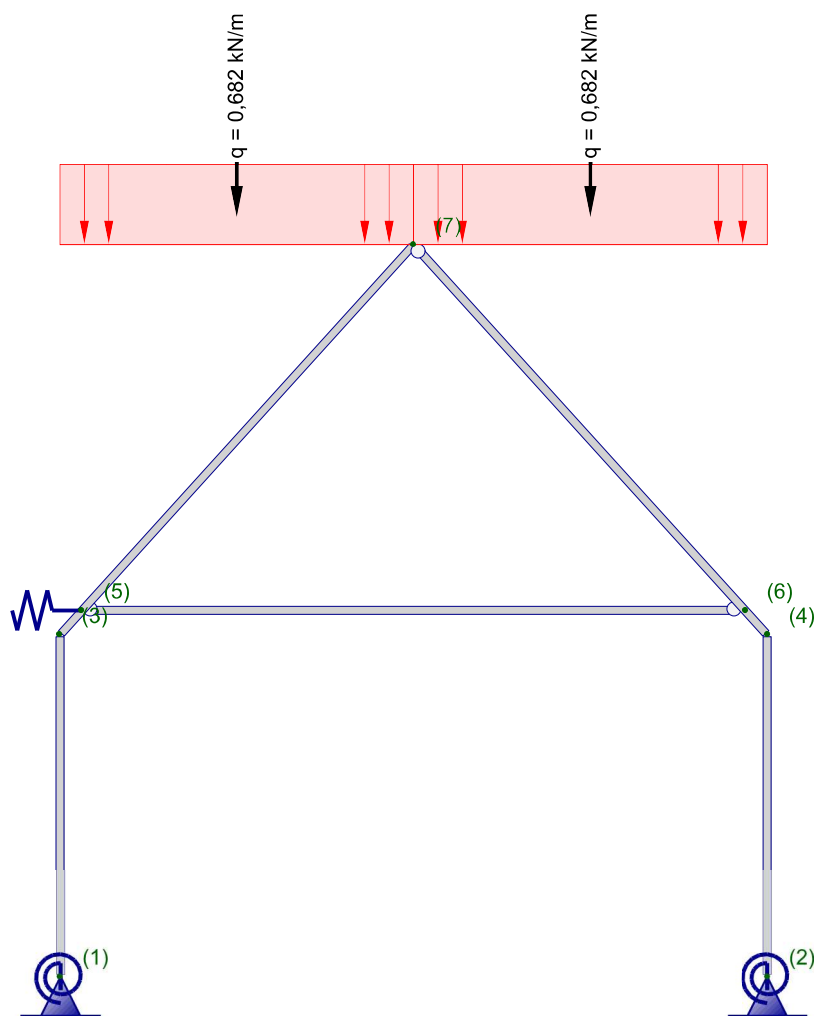
Totaal eigen gewicht: : 403 kg.

1.8.1 Staafbelastingen

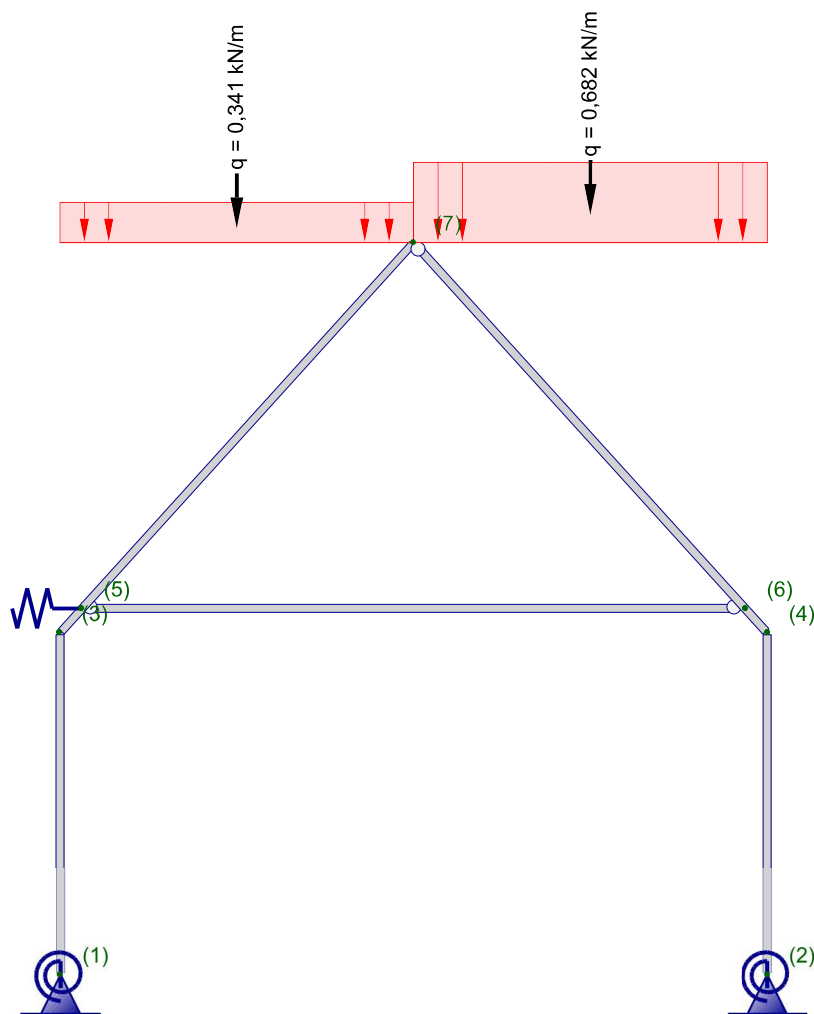
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,185 kN/m	-0,185 kN/m	-90,0	1	0	2800
2	q	-0,185 kN/m	-0,185 kN/m	90,0	4	0	2800
3	q	-0,257 kN/m	-0,257 kN/m	0,0	5	0	5438
3	q	-1,730 kN/m	-1,730 kN/m	0,0	5	0	5438
4	q	-0,185 kN/m	-0,185 kN/m	-47,8	3	0	4319
4	q	-2,250 kN/m	-2,250 kN/m	-47,8	3	0	4319
5	q	-0,185 kN/m	-0,185 kN/m	47,8	7	0	4319
5	q	-2,250 kN/m	-2,250 kN/m	47,8	7	0	4319

1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.9.1 Staafbelastingen**

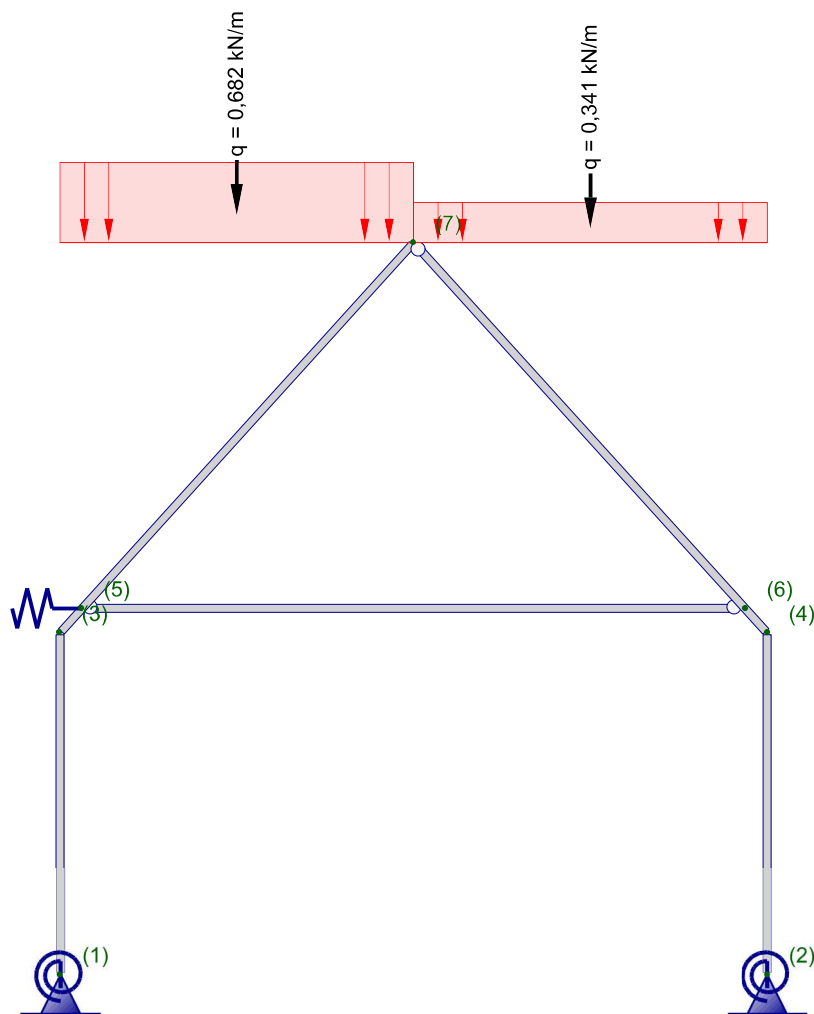
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	q	-5,870 kN/m	-5,870 kN/m	0,0	5	0	5438

1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1**1.10.1 Staafbelastingen**

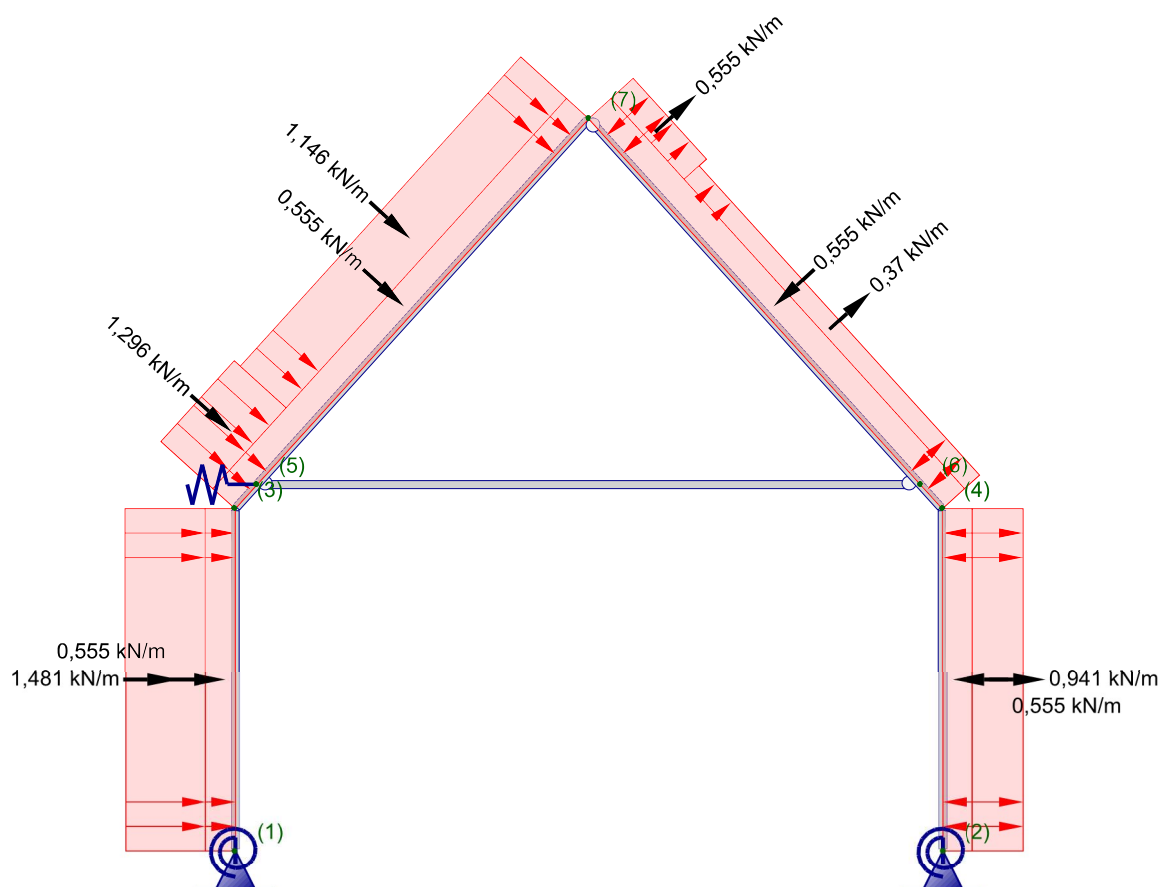
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
4		-0,682 kN/m	-0,682 kN/m	-47,8	3	0	4319
5		-0,682 kN/m	-0,682 kN/m	47,8	7	0	4319

1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2**1.11.1 Staafbelastingen**

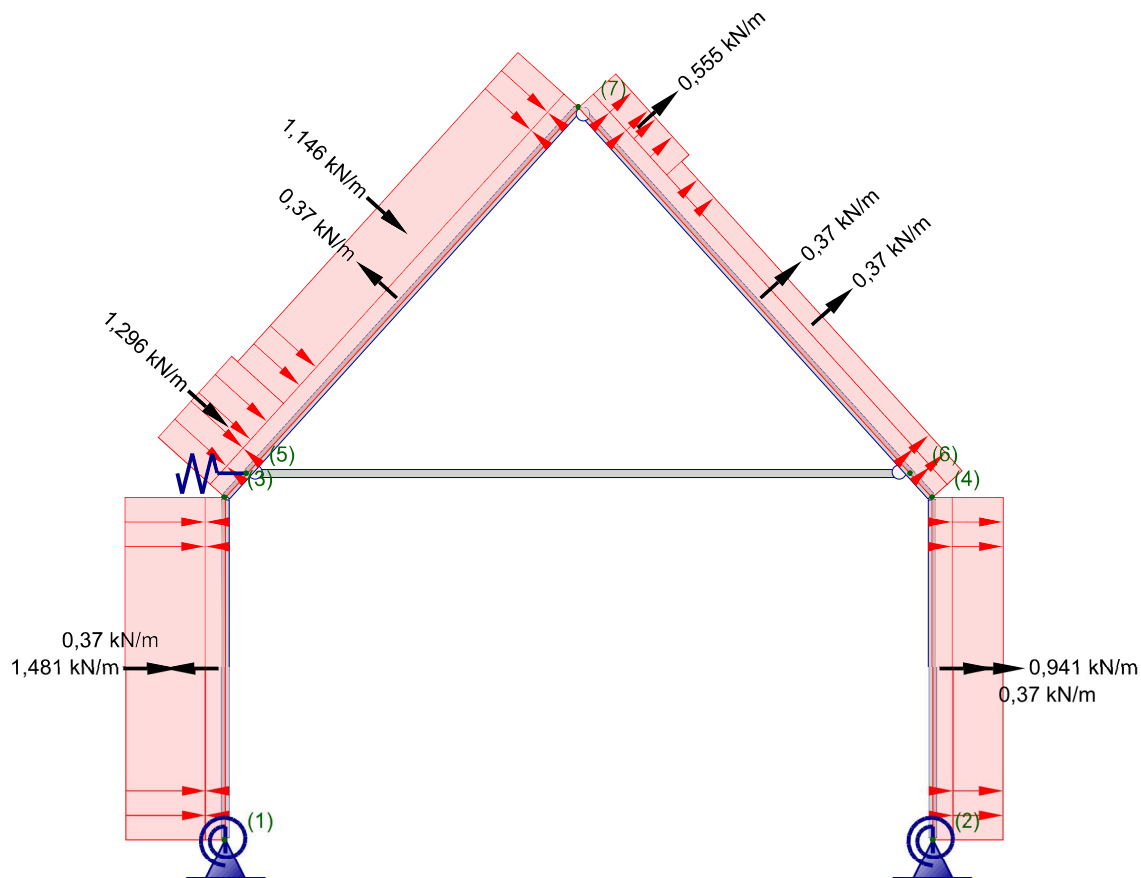
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
4		-0,341 kN/m	-0,341 kN/m	-47,8	3	0	4319
5		-0,682 kN/m	-0,682 kN/m	47,8	7	0	4319

1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3**1.12.1 Staafbelastingen**

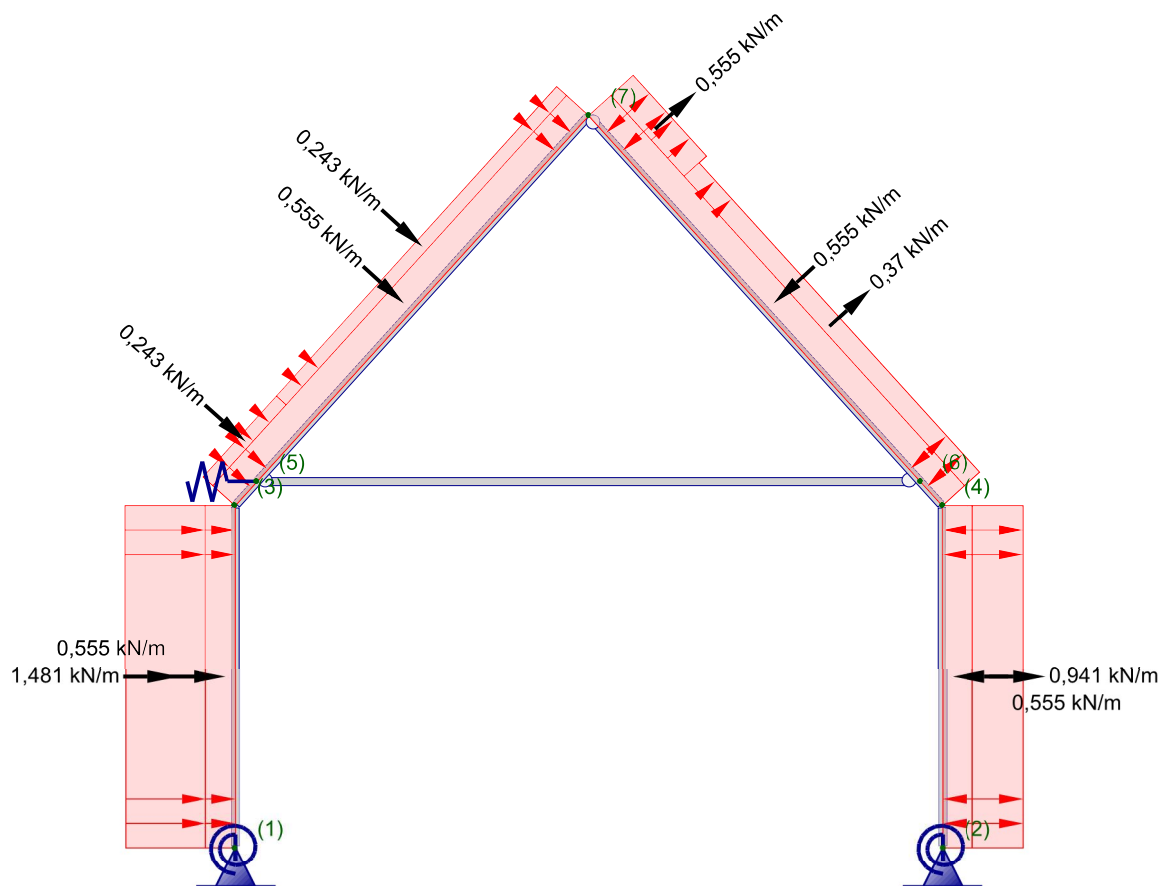
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
4		-0,682 kN/m	-0,682 kN/m	-47,8	3	0	4319
5		-0,341 kN/m	-0,341 kN/m	47,8	7	0	4319

1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk**1.13.1 Staaftbelastingen**

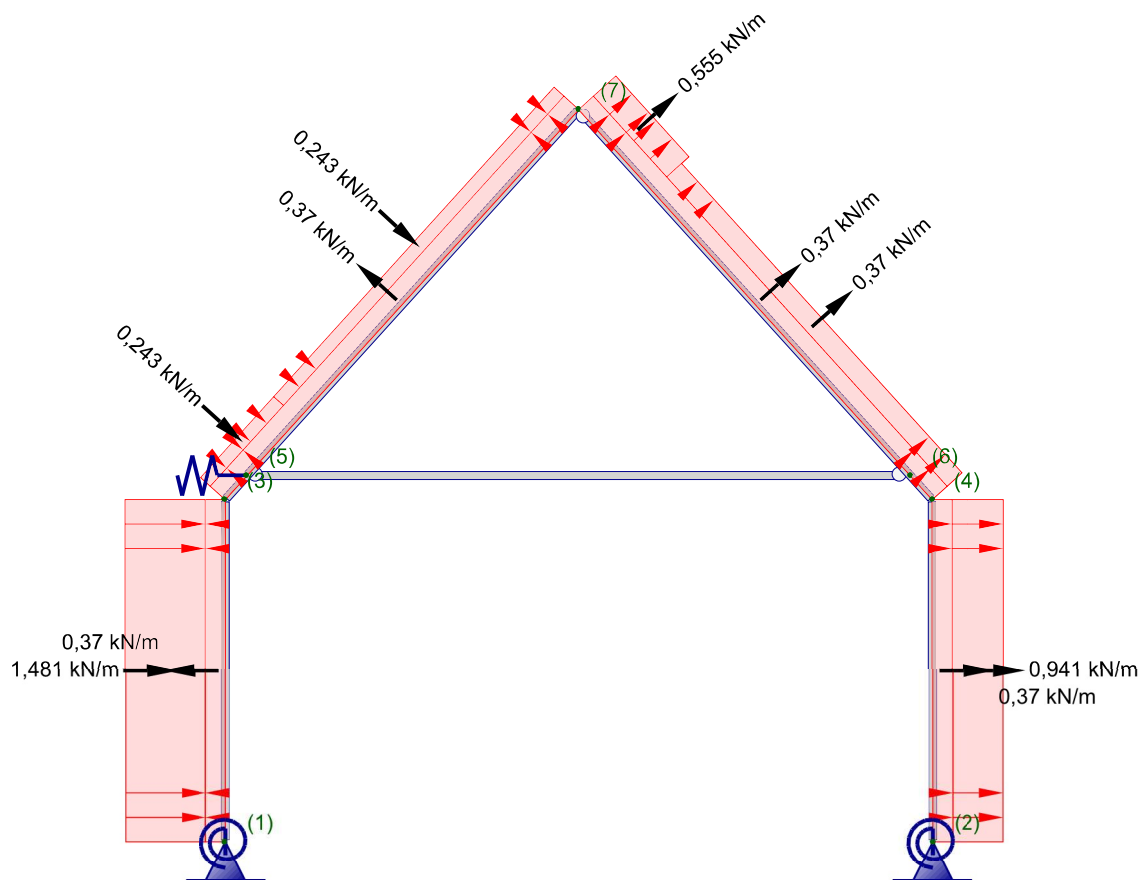
Staaft- nummer	Type	Belasting			Hoek	Knoop	Afstand van	
		q1	q2				a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	0	2800
1	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	1	0	0	2800
2	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	4	0	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	0	2800
4	qw07	-1,296 kN/m	-1,296 kN/m	0,0	3	0	0	893
4	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	3	0	0	4319
4	qw09	-1,146 kN/m	-1,146 kN/m	0,0	3	893	3425	
5	qw11	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	893	3425	
5	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	7	0	4319	
5	qw13	0,555 kN/m	0,555 kN/m	0,0	7	0	893	

1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk**1.14.1 Staafbelastingen**

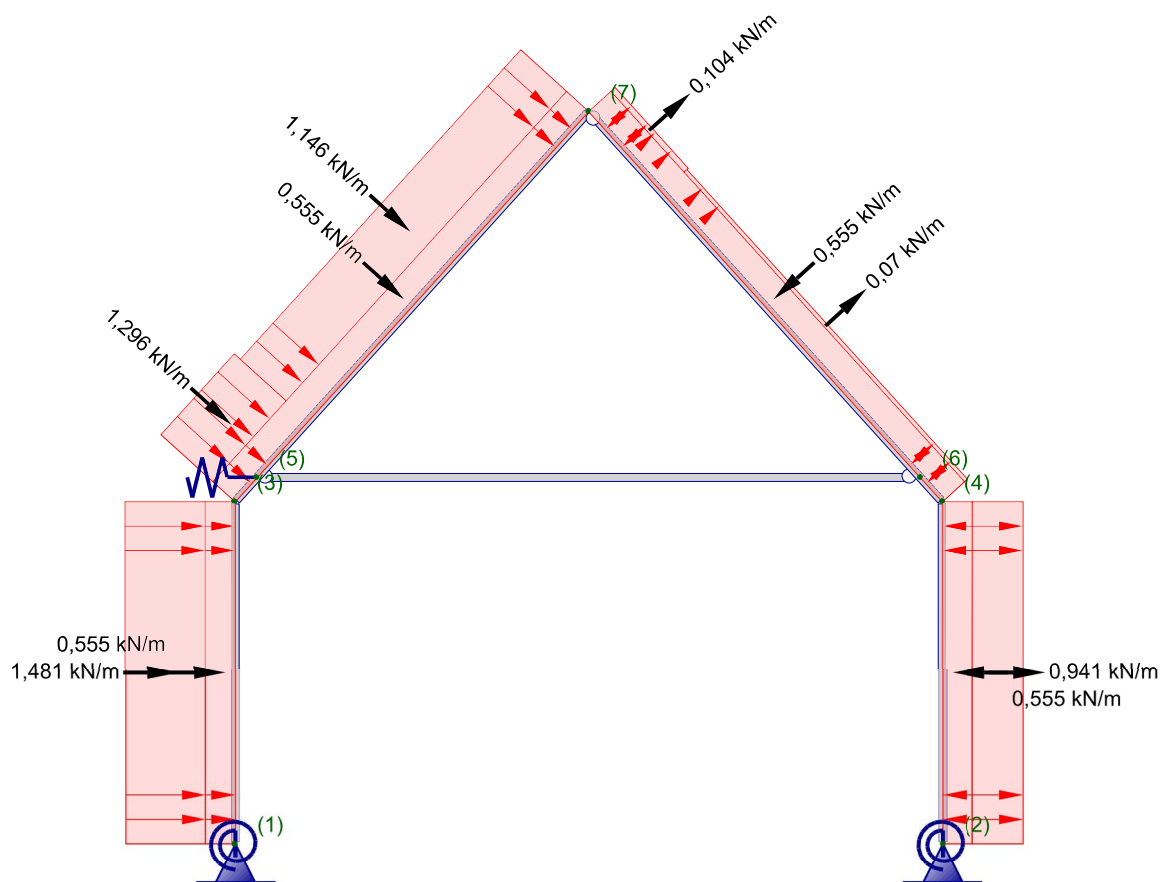
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	2800
1	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	1	0	2800
2	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	4	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	2800
4	qw07	-1,296 kN/m	-1,296 kN/m	0,0	3	0	893
4	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	3	0	4319
4	qw09	-1,146 kN/m	-1,146 kN/m	0,0	3	893	3425
5	qw11	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	893	3425
5	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	0	4319
5	qw13	0,555 kN/m	0,555 kN/m	0,0	7	0	893

1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk**1.15.1 Staafbelastingen**

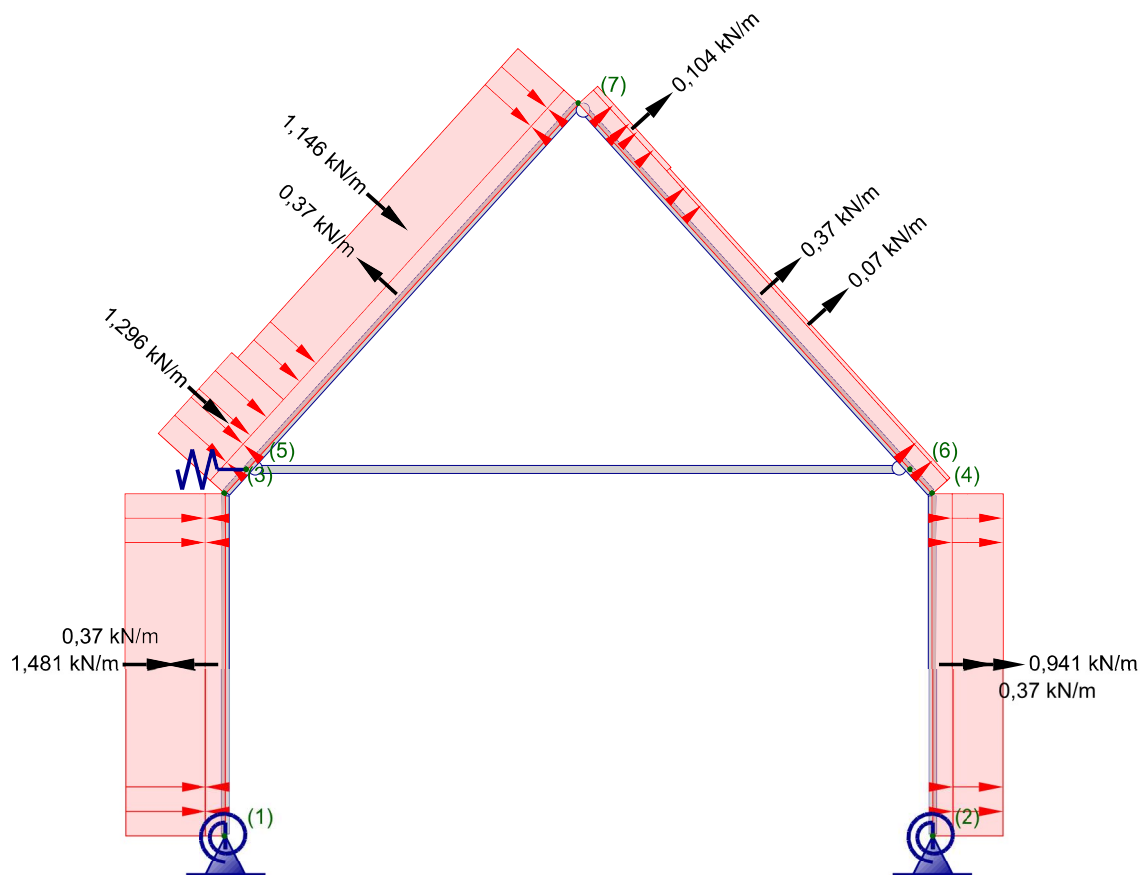
Staaf-nummer	Type	Belasting			Hoek	Knoop	Afstand van	
		q1	q2				a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	0	2800
1	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	1	0	0	2800
2	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	4	0	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	0	2800
4	qw08	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	0	0	893
4	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	3	0	0	4319
4	qw10	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	893	893	3425
5	qw11	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	893	893	3425
5	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	7	0	0	4319
5	qw13	0,555 kN/m	0,555 kN/m	0,0	7	0	0	893

1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk**1.16.1 Staafbelastingen**

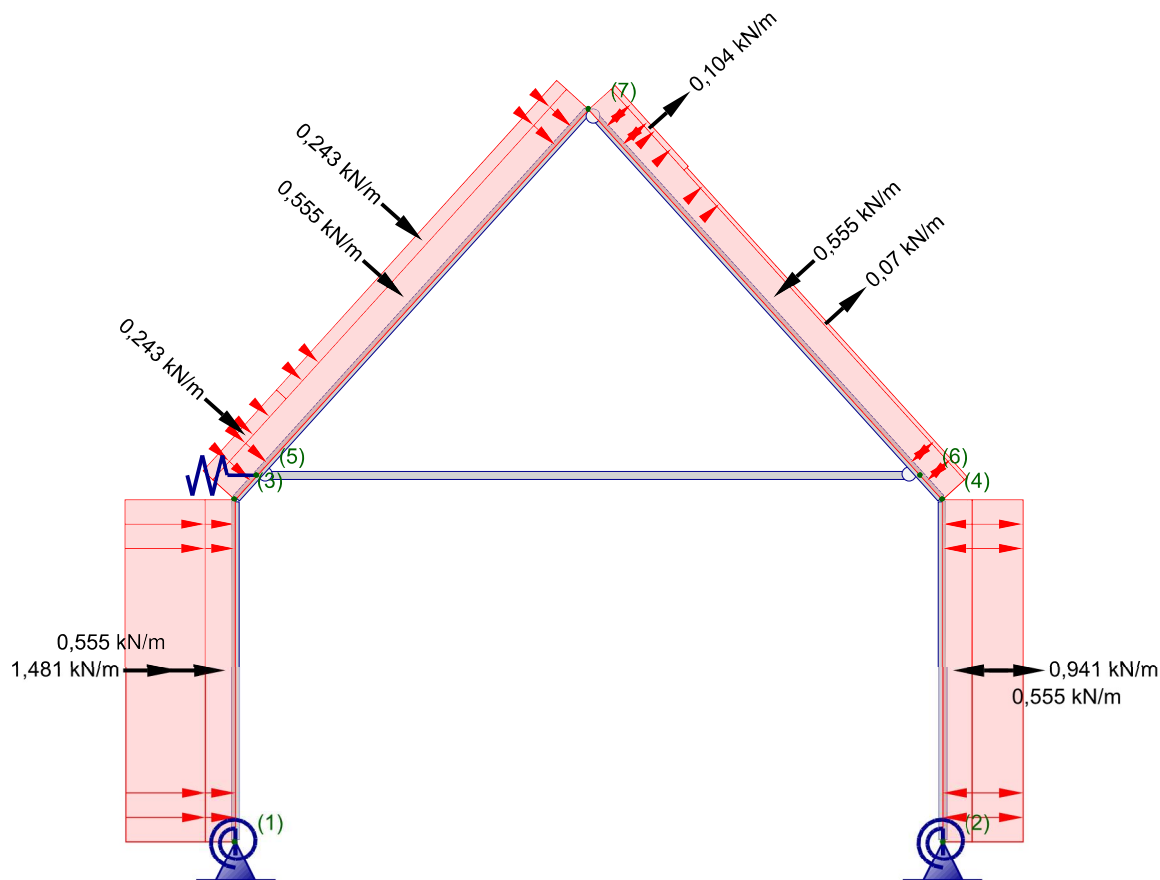
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	2800
1	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	1	0	2800
2	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	4	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	2800
4	qw08	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	0	893
4	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	3	0	4319
4	qw10	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	893	3425
5	qw11	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	893	3425
5	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	0	4319
5	qw13	0,555 kN/m	0,555 kN/m	0,0	7	0	893

1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk**1.17.1 Staafbelastingen**

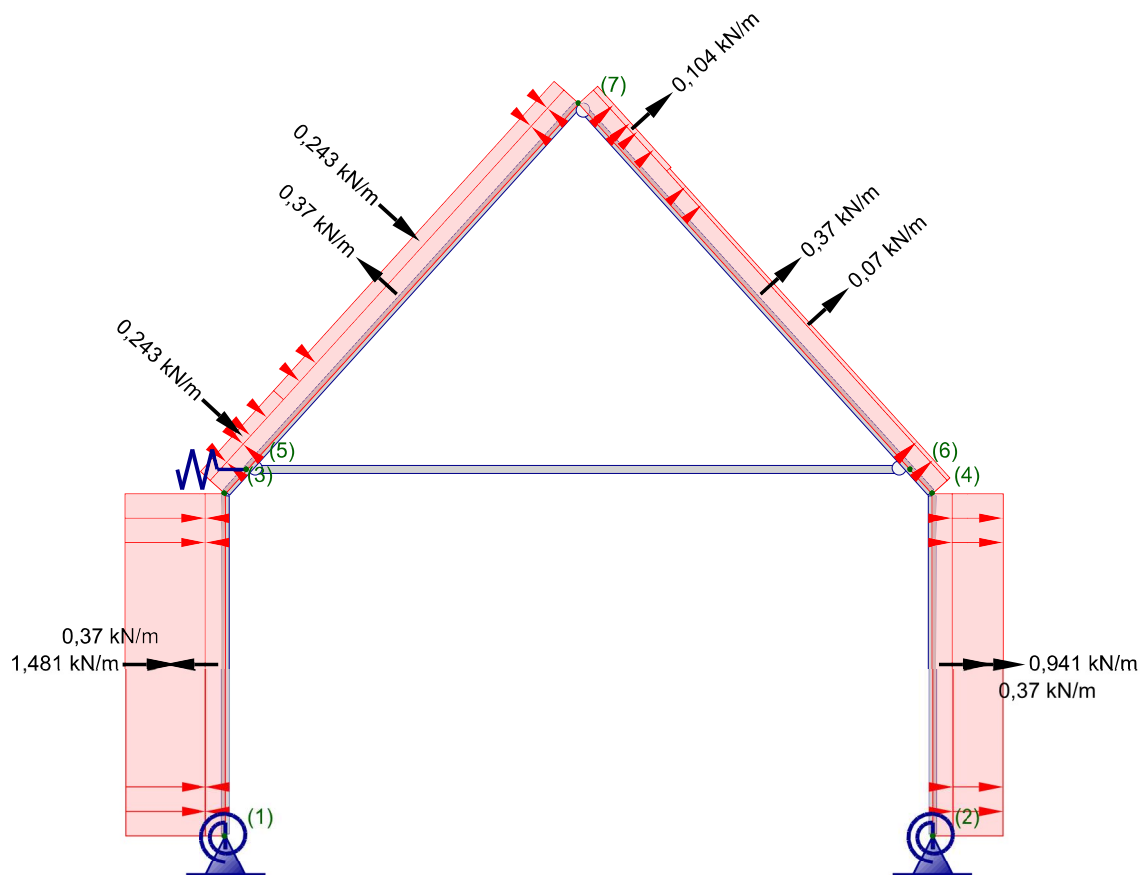
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	2800
1	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	1	0	2800
2	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	4	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	2800
4	qw07	-1,296 kN/m	-1,296 kN/m	0,0	3	0	893
4	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	3	0	4319
4	qw09	-1,146 kN/m	-1,146 kN/m	0,0	3	893	3425
5	qw12	0,070 kN/m	0,070 kN/m	0,0	7	893	3425
5	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	7	0	4319
5	qw14	0,104 kN/m	0,104 kN/m	0,0	7	0	893

1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk**1.18.1 Staafbelastingen**

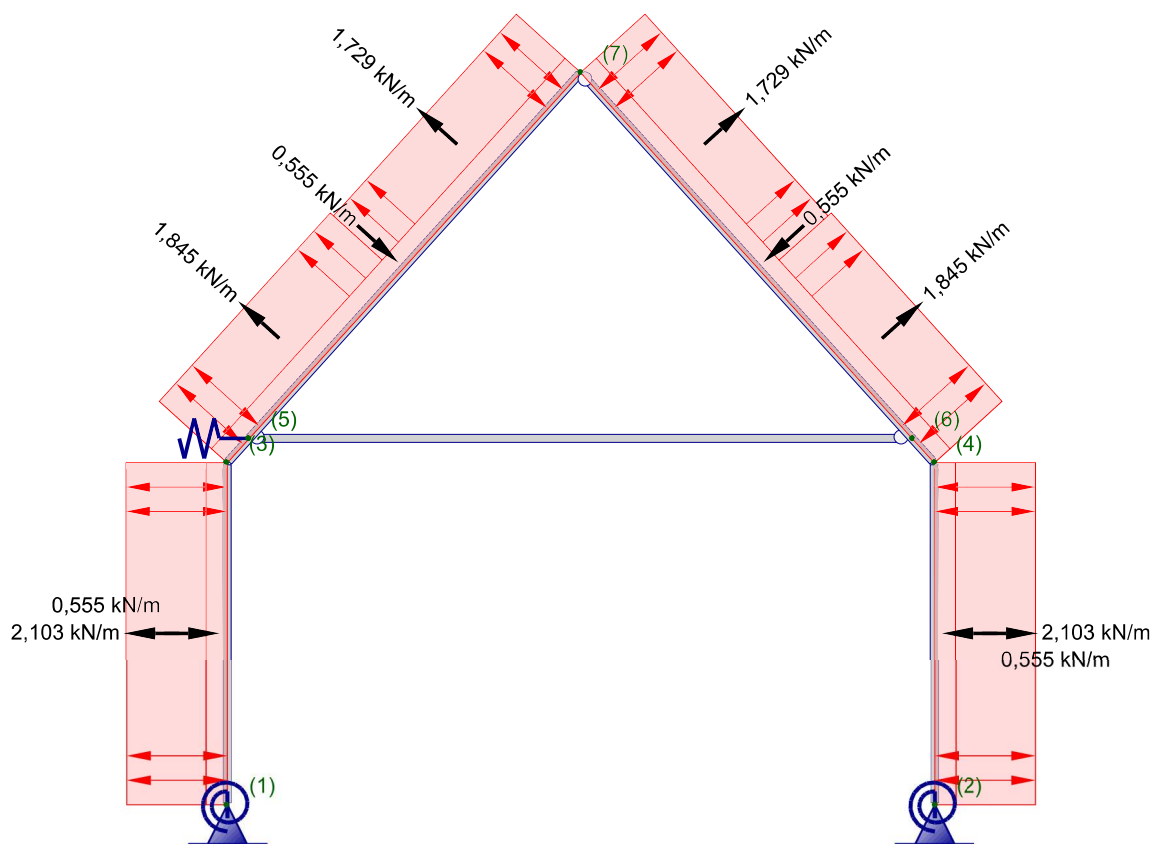
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	2800
1	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	1	0	2800
2	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	4	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	2800
4	qw07	-1,296 kN/m	-1,296 kN/m	0,0	3	0	893
4	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	3	0	4319
4	qw09	-1,146 kN/m	-1,146 kN/m	0,0	3	893	3425
5	qw12	0,070 kN/m	0,070 kN/m	0,0	7	893	3425
5	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	0	4319
5	qw14	0,104 kN/m	0,104 kN/m	0,0	7	0	893

1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk**1.19.1 Staafbelastingen**

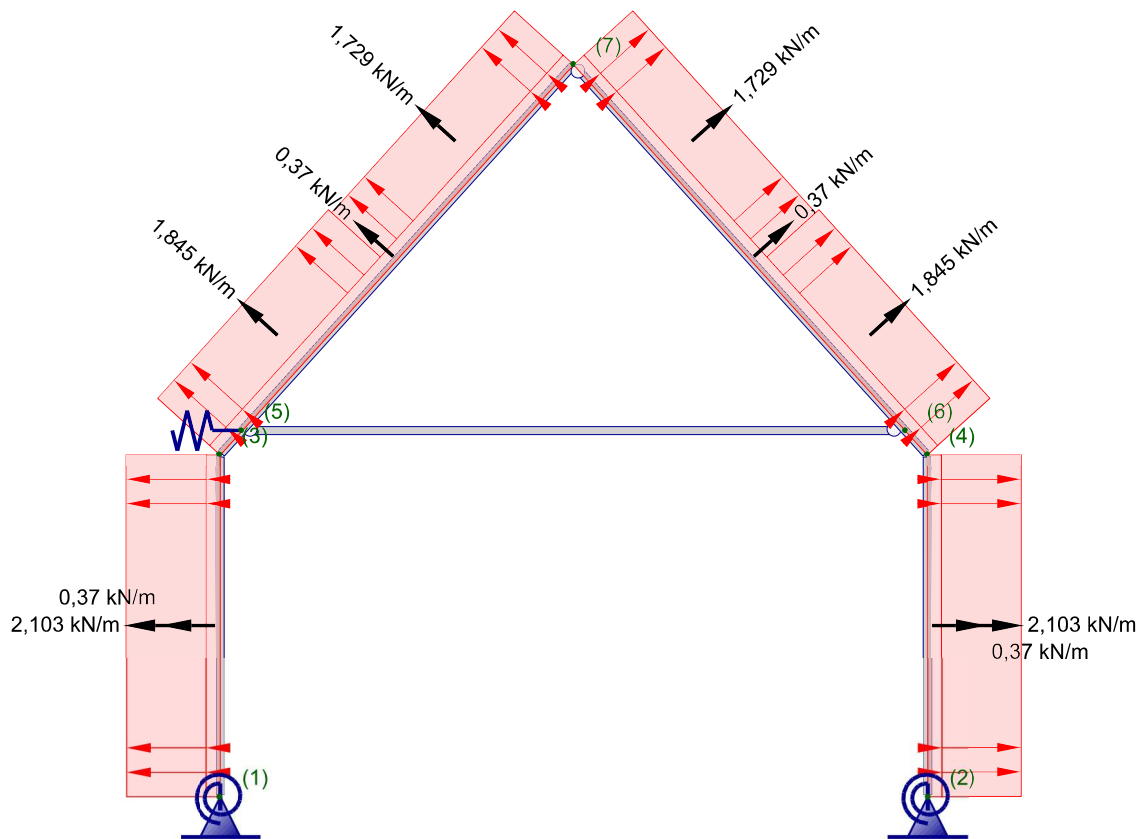
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	2800
1	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	1	0	2800
2	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	4	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	2800
4	qw08	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	0	893
4	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	3	0	4319
4	qw10	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	893	3425
5	qw12	0,070 kN/m	0,070 kN/m	0,0	7	893	3425
5	qw21	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	7	0	4319
5	qw14	0,104 kN/m	0,104 kN/m	0,0	7	0	893

1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk**1.20.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw04	-1,481 kN/m	-1,481 kN/m	0,0	1	0	2800
1	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	1	0	2800
2	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	4	0	2800
2	qw05	0,941 kN/m	0,941 kN/m	0,0	4	0	2800
4	qw08	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	0	893
4	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	3	0	4319
4	qw10	-0,243 kN/m	-0,243 kN/m	0,0	3	893	3425
5	qw12	0,070 kN/m	0,070 kN/m	0,0	7	893	3425
5	qw22	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	0	4319
5	qw14	0,104 kN/m	0,104 kN/m	0,0	7	0	893

1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind loodrecht A + Onderdruk**1.21.1 Staaftbelastingen**

Staaft- nummer	Type	Belasting			Hoek	Afstand van		
		q1	q2			Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q̄w06	2,103 kN/m	2,103 kN/m	0,0	1	0	0	2800
1	q̄w25	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	1	0	0	2800
2	q̄w25	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	4	0	0	2800
2	q̄w06	2,103 kN/m	2,103 kN/m	0,0	4	0	0	2800
4	q̄w15	1,845 kN/m	1,845 kN/m	0,0	3	0	0	2085
4	q̄w25	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	3	0	0	4319
4	q̄w16	1,729 kN/m	1,729 kN/m	0,0	3	2085	0	2233
5	q̄w17	1,729 kN/m	1,729 kN/m	0,0	7	0	0	2234
5	q̄w25	-0,555 kN/m	-0,555 kN/m	0,0	7	0	0	4319
5	q̄w18	1,845 kN/m	1,845 kN/m	0,0	7	2234	0	2085

1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind loodrecht A + Overdruk**1.22.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw06	2,103 kN/m	2,103 kN/m	0,0	1	0	2800
1	qw26	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	1	0	2800
2	qw26	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	4	0	2800
2	qw06	2,103 kN/m	2,103 kN/m	0,0	4	0	2800
4	qw15	1,845 kN/m	1,845 kN/m	0,0	3	0	2085
4	qw26	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	3	0	4319
4	qw16	1,729 kN/m	1,729 kN/m	0,0	3	2085	2233
5	qw17	1,729 kN/m	1,729 kN/m	0,0	7	0	2234
5	qw26	0,370 kN/m	0,370 kN/m	0,0	7	0	4319
5	qw18	1,845 kN/m	1,845 kN/m	0,0	7	2234	2085

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop-nummer	1/245 in +X		1/245 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	-500	0	-500
2	5800	-500	5800	-500
3	11	2300	-11	2300
4	5811	2300	5789	2300
5	193	2500	169	2500
6	5631	2500	5607	2500
7	2924	5500	2876	5500

2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop-nummer	Belastingsgeval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1	1,320	16,432	-0,281
	2	0,645	15,961	-0,136
	3	0,207	1,978	-0,044
	4	0,126	1,205	-0,035
	5	0,185	1,762	-0,032
	6	-3,359	2,137	1,236
	7	-2,555	-0,548	1,212
	8	-3,295	0,976	0,911
	9	-2,491	-1,710	0,888
	10	-3,163	2,744	1,084
	11	-2,359	0,058	1,061
	12	-3,099	1,582	0,760
	13	-2,295	-1,103	0,736
	14	1,513	-3,567	-0,075
	15	2,317	-6,253	-0,099
2	1	-1,324	16,435	0,284
	2	-0,645	15,960	0,136
	3	-0,208	1,979	0,045
	4	-0,185	1,763	0,032
	5	-0,127	1,206	0,035
	6	-2,050	3,311	1,222
	7	-2,857	0,628	1,248
	8	-1,500	1,766	0,793
	9	-2,307	-0,917	0,819
	10	-2,021	3,668	1,105
	11	-2,828	0,984	1,132
	12	-1,472	2,122	0,676
	13	-2,279	-0,561	0,702
	14	-1,518	-3,564	0,079
	15	-2,325	-6,247	0,106
5	1	0,004		
	2	0,000		
	3	0,001		
	4	0,060		

Knoop- nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
5	5	-0,058		
	6	-6,446		
	7	-6,443		
	8	-4,073		
	9	-4,070		
	10	-5,609		
	11	-5,606		
	12	-3,235		
	13	-3,232		
	14	0,005		
	15	0,008		
Minimale / maximale waarden				
5	6	-6,446		
1	15	2,317		
1	15		-6,253	
2	1		16,435	
1	1			-0,281
2	7			1,248

2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

2.3.1 Belastingscombinaties

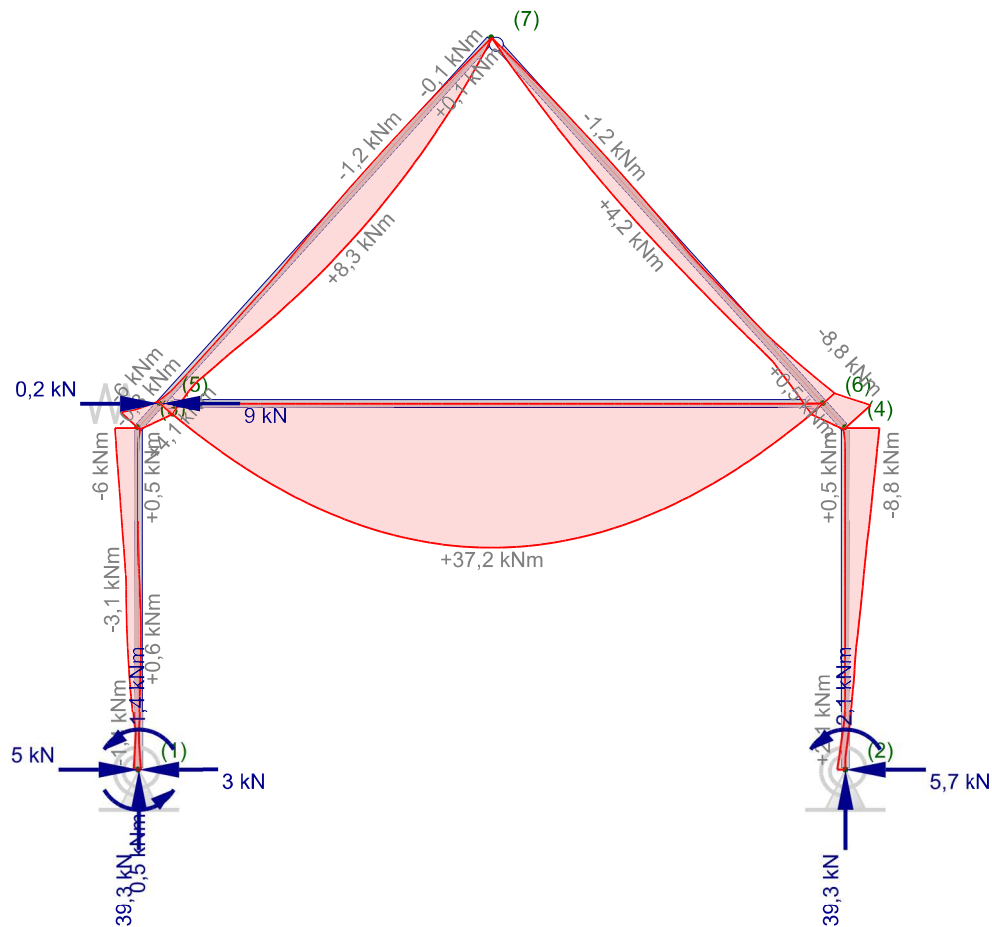
(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Permanent + Scheefstand 1/245 +X	UGT
1.2	Permanent + Scheefstand 1/245 -X	UGT
2.1	Permanent + Scheefstand 1/245 +X	UGT
2.2	Permanent + Scheefstand 1/245 -X	UGT
3.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
3.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
4.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
4.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
5.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/245 +X	UGT
5.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/245 -X	UGT
6.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/245 +X	UGT
6.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/245 -X	UGT
7.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/245 +X	UGT
7.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/245 -X	UGT
8.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/245 +X	UGT
8.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/245 -X	UGT
9.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/245 +X	UGT
9.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/245 -X	UGT
10.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/245 +X	UGT
10.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/245 -X	UGT
11.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
11.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
12.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
12.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
13.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
13.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
14.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
14.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
15.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
15.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
16.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
16.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
17.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
17.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
18.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
18.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
19.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
19.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
20.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
20.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
21.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
21.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
22.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
22.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
23.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
23.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
24.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
24.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
25.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
25.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
26.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
26.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
27.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
27.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
28.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
28.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
29.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
29.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
30.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/245 +X	UGT

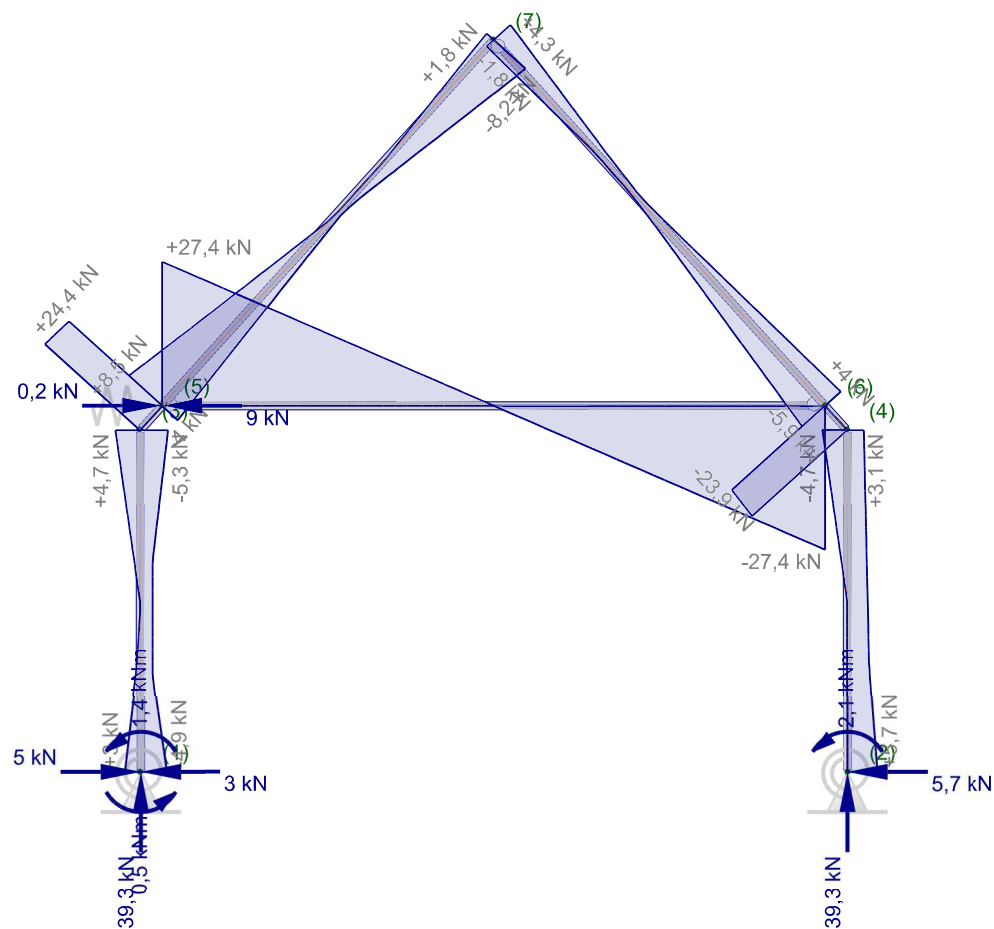
30.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/245 -X	UGT
------	--	-----

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1,00x1,22	0,40x1,35								
1.2	1,00x1,22	0,40x1,35								
2.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
2.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
3.1	1,00x1,08	1,00x1,35								
3.2	1,00x1,08	1,00x1,35								
4.1	1,00x0,90	1,00x1,35								
4.2	1,00x0,90	1,00x1,35								
5.1	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
5.2	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
6.1	1,00x0,90	0,40x1,35	1,00x1,35							
6.2	1,00x0,90	0,40x1,35	1,00x1,35							
7.1	1,00x1,08	0,40x1,35		1,00x1,35						
7.2	1,00x1,08	0,40x1,35		1,00x1,35						
8.1	1,00x0,90	0,40x1,35		1,00x1,35						
8.2	1,00x0,90	0,40x1,35		1,00x1,35						
9.1	1,00x1,08	0,40x1,35			1,00x1,35					
9.2	1,00x1,08	0,40x1,35			1,00x1,35					
10.1	1,00x0,90	0,40x1,35			1,00x1,35					
10.2	1,00x0,90	0,40x1,35			1,00x1,35					
11.1	1,00x1,08	0,40x1,35				1,00x1,35				
11.2	1,00x1,08	0,40x1,35				1,00x1,35				
12.1	1,00x0,90	0,40x1,35				1,00x1,35				
12.2	1,00x0,90	0,40x1,35				1,00x1,35				
13.1	1,00x1,08	0,40x1,35					1,00x1,35			
13.2	1,00x1,08	0,40x1,35					1,00x1,35			
14.1	1,00x0,90	0,40x1,35					1,00x1,35			
14.2	1,00x0,90	0,40x1,35					1,00x1,35			
15.1	1,00x1,08	0,40x1,35						1,00x1,35		
15.2	1,00x1,08	0,40x1,35						1,00x1,35		
16.1	1,00x0,90	0,40x1,35						1,00x1,35		
16.2	1,00x0,90	0,40x1,35						1,00x1,35		
17.1	1,00x1,08	0,40x1,35							1,00x1,35	
17.2	1,00x1,08	0,40x1,35							1,00x1,35	
18.1	1,00x0,90	0,40x1,35							1,00x1,35	
18.2	1,00x0,90	0,40x1,35							1,00x1,35	
19.1	1,00x1,08	0,40x1,35								1,00x1,35
19.2	1,00x1,08	0,40x1,35								1,00x1,35
20.1	1,00x0,90	0,40x1,35								1,00x1,35
20.2	1,00x0,90	0,40x1,35								1,00x1,35
21.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
21.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
22.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
22.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
23.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
23.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
24.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
24.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
25.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
25.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
26.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
26.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
27.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
27.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
28.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
28.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
29.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
29.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
30.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
30.2	1,00x0,90	0,40x1,35								

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15					
1.1										
1.2										
2.1										
2.2										
3.1										
3.2										
4.1										
4.2										
5.1										
5.2										
6.1										
6.2										
7.1										
7.2										
8.1										
8.2										
9.1										
9.2										
10.1										
10.2										
11.1										
11.2										
12.1										
12.2										
13.1										
13.2										
14.1										
14.2										
15.1										
15.2										
16.1										
16.2										
17.1										
17.2										
18.1										
18.2										
19.1										
19.2										
20.1										
20.2										
21.1	1,00x1,35									
21.2	1,00x1,35									
22.1	1,00x1,35									
22.2	1,00x1,35									
23.1		1,00x1,35								
23.2		1,00x1,35								
24.1		1,00x1,35								
24.2		1,00x1,35								
25.1			1,00x1,35							
25.2			1,00x1,35							
26.1			1,00x1,35							
26.2			1,00x1,35							
27.1				1,00x1,35						
27.2				1,00x1,35						
28.1				1,00x1,35						
28.2				1,00x1,35						
29.1					1,00x1,35					
29.2					1,00x1,35					
30.1					1,00x1,35					
30.2					1,00x1,35					



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	3.2	2,169	39,331	-0,527
	12.1	-2,847	26,305	1,380
	12.2	-3,032	26,256	1,341
	29.1	4,954	17,857	-0,497
	29.2	4,847	17,990	-0,529
	30.1	4,706	14,902	-0,448
2	2.1	-1,461	23,432	0,350
	2.2	-1,615	23,387	0,313
	3.1	-2,171	39,332	0,530
	13.1	-5,488	27,275	2,111
	13.2	-5,662	27,182	2,069
	30.2	-4,719	14,913	0,459
5	7.2	0,208		
	11.1	-8,965		
Minimale / maximale waarden				
5	11.1	-8,965		
1	29.1	4,954		
1	30.1		14,902	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
2	3.1		39,332	
1	29.2			-0,529
2	13.1			2,111

2.3.3 Omhullende staafkrachten

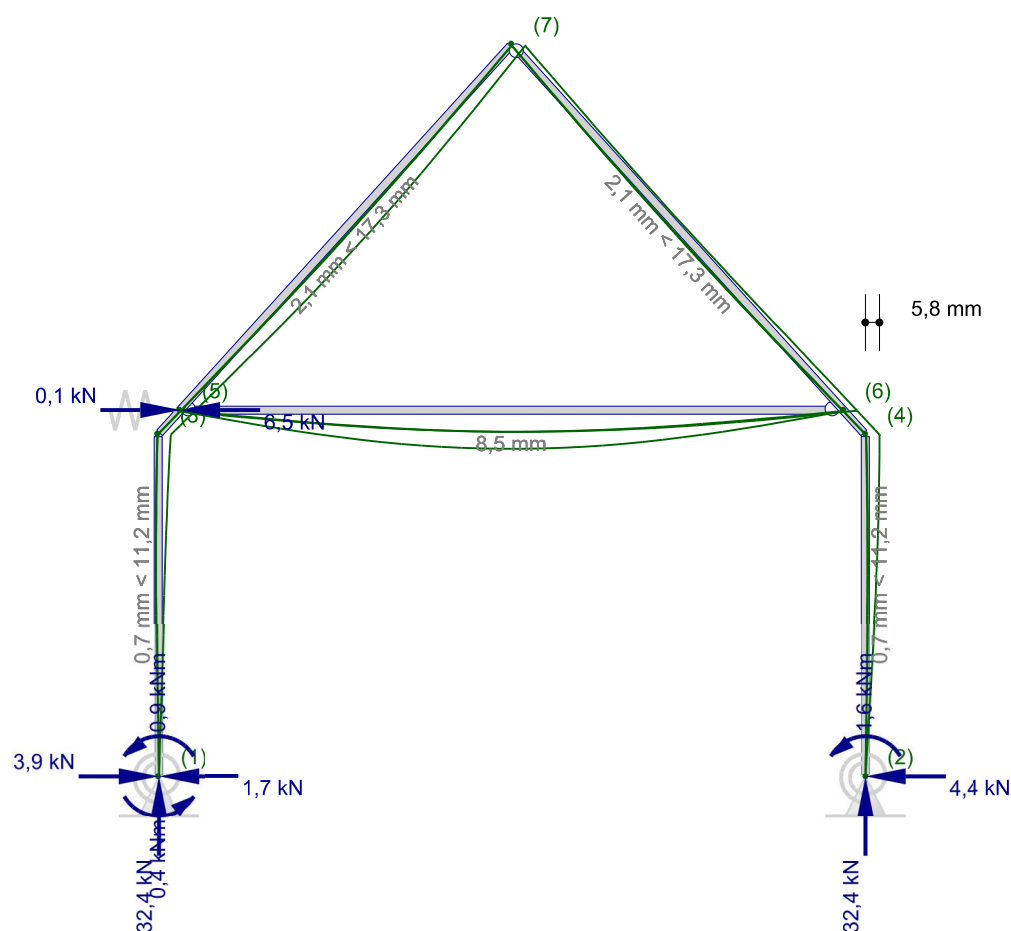
Staa-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	3.2	1		39,322	-2,338	-0,527
	12.1	1		26,294	3,031	1,380
	29.2	1		17,970	-4,922	-0,529
	30.1	1		14,921	-4,646	-0,448
	16.1		1069	-24,545	0,000	0,638
	3.2	3		-38,764	2,338	-6,019
	23.2	3		-27,937	5,301	-4,703
	30.1	3		-14,456	-4,704	0,529
	3.1	4		38,765	2,340	6,021
	11.1	4		30,307	3,141	8,754
2	19.1	4		30,785	3,099	8,797
	30.2	4		14,467	-4,691	-0,503
	28.2		1092	-18,282	0,000	-2,626
	2.2	2		-23,394	-1,521	0,313
	3.1	2		-39,323	-2,340	0,530
	13.1	2		-27,253	-5,684	2,111
	30.2	2		-14,932	-4,659	0,459
	3.1	5		-2,798	27,382	0,000
	8.2	5		-2,894	13,481	0,000
	24.2	5		-1,707	13,481	0,000
3	29.1	5		-12,105	14,454	0,000
	3.1		2719	2,798	0,000	37,226
	3.2	6		2,622	27,382	0,000
	24.2	6		1,707	13,481	0,000
	26.2	6		5,283	13,481	0,000
	29.1	6		12,105	14,454	0,000
	3.1	3		30,263	24,303	5,880
	3.2	3		30,260	24,397	6,019
	3.1	5		-29,738	23,827	0,612
	11.1		2309	-6,022	0,000	8,269
4	23.2	5		-11,609	5,944	-0,798
	30.1	5		-4,926	-4,006	4,147
	30.1	7		1,646	-1,730	0,000
	7.2	7		3,464	4,280	0,000
	11.2	7		7,931	2,941	0,000
	3.1	6		-29,736	-23,919	0,482
	3.2	6		-29,739	-23,826	0,624
	7.2		1962	-8,185	0,000	4,198
	11.1	6		-15,803	-5,042	-3,990
	30.2	6		-7,165	-13,587	4,120
5	3.1	4		-30,262	23,412	-6,021
	3.2	4		-30,264	22,979	-5,880
	19.1	4		-24,813	19,850	-8,797

2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)**2.4.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
31	Permanent	BGT
32	Veranderlijk	BGT
33	Sneeuw 1	BGT
34	Sneeuw 2	BGT
35	Sneeuw 3	BGT
36	Wind van links A + Onderdruk	BGT
37	Wind van links A + Overdruk	BGT
38	Wind van links B + Onderdruk	BGT
39	Wind van links B + Overdruk	BGT
40	Wind van links C + Onderdruk	BGT
41	Wind van links C + Overdruk	BGT
42	Wind van links D + Onderdruk	BGT
43	Wind van links D + Overdruk	BGT
44	Wind loodrecht A + Onderdruk	BGT
45	Wind loodrecht A + Overdruk	BGT
46	BGT Blijvend	BGT Blijvend

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	1,00x1,00	0,40x1,00								
32	1,00x1,00	1,00x1,00								
33	1,00x1,00	0,40x1,00	1,00x1,00							
34	1,00x1,00	0,40x1,00		1,00x1,00						
35	1,00x1,00	0,40x1,00			1,00x1,00					
36	1,00x1,00	0,40x1,00				1,00x1,00				
37	1,00x1,00	0,40x1,00					1,00x1,00			
38	1,00x1,00	0,40x1,00						1,00x1,00		
39	1,00x1,00	0,40x1,00							1,00x1,00	
40	1,00x1,00	0,40x1,00								1,00x1,00
41	1,00x1,00	0,40x1,00								
42	1,00x1,00	0,40x1,00								
43	1,00x1,00	0,40x1,00								
44	1,00x1,00	0,40x1,00								
45	1,00x1,00	0,40x1,00								
46	1,00x1,00									

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15					
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41	1,00x1,00									
42		1,00x1,00								
43			1,00x1,00							
44				1,00x1,00						
45					1,00x1,00					
46										



Omhullende verplaatsing

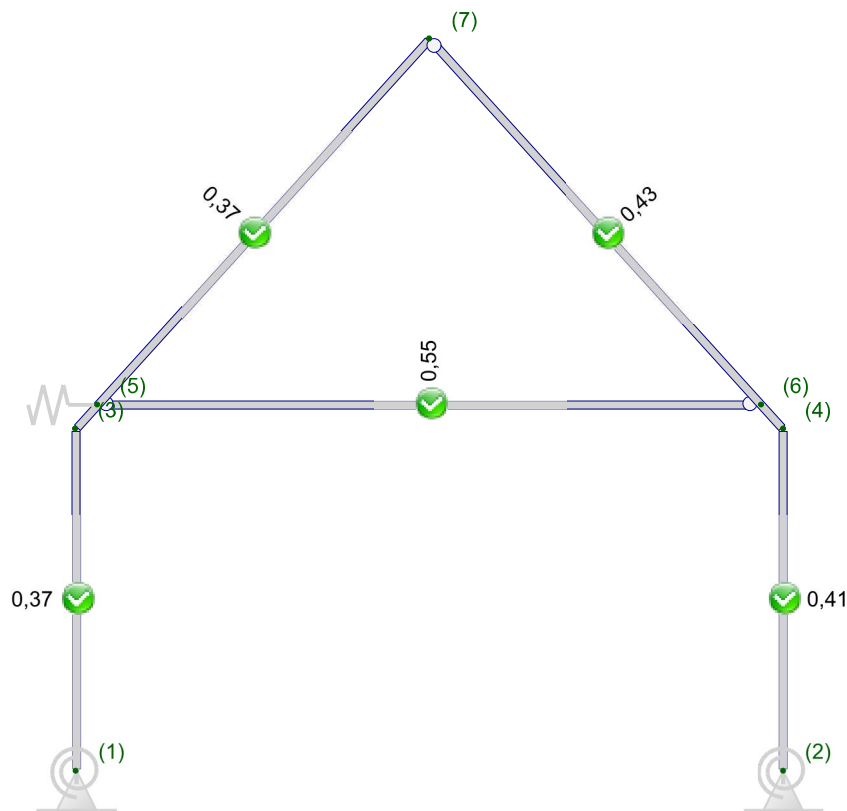
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop- nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	32	0,0	0,0	0,8
	36	0,0	0,0	-1,8
	45	0,0	0,0	0,9

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	46	0,0	0,0	0,6
2	32	0,0	0,0	-0,8
	37	0,0	0,0	-3,2
	46	0,0	0,0	-0,6
3	32	-0,3	-0,2	-1,5
	34	-0,3	-0,1	-1,3
	36	5,9	-0,1	-2,9
	37	6,0	-0,1	-2,7
	45	-0,2	-0,1	-0,9
	46	-0,2	-0,1	-1,0
4	32	0,3	-0,2	1,5
	36	6,6	-0,1	-0,1
	37	6,6	-0,1	-0,2
	45	0,2	-0,1	0,9
	46	0,2	-0,1	1,0
5	34	-0,1	-0,4	-1,5
	36	6,5	-0,7	-3,1
	45	0,0	-0,3	-0,8
6	32	0,0	-0,5	1,8
	34	0,0	-0,4	1,6
	37	6,6	-0,1	0,1
7	32	0,0	-0,6	1,7
	34	0,0	-0,5	1,6
	36	6,3	-0,5	3,3
	45	0,0	-0,3	0,2
Minimale / maximale waarden				
3	34	-0,3		
4	36	6,6		
5	36		-0,7	
1	46		0,0	
2	37			-3,2
7	36			3,3

2.5 EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaft- nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	IPE180	3.2	1	6.2.4	0,07
		3.2	1	6.2.5	0,15
		23.2	1	6.2.6	0,03
		3.2	1	6.2.8	0,15
		3.2	1	6.2.9.1	0,15
		3.2	1	6.3.2.1	0,18
		3.2	1	6.3.3	0,37
2	IPE180	3.1	1	6.2.4	0,07
		19.1	1	6.2.5	0,22
		13.1	1	6.2.6	0,04
		19.1	1	6.2.8	0,22
		19.1	1	6.2.9.1	0,22
		19.1	1	6.3.2.1	0,27
		19.1	1	6.3.3	0,41
		40	1	Doorbuiging	0,10
3	IPE220	29.1	1	6.2.3	0,02
		3.1	1	6.2.5	0,55
		3.1	1	6.2.6	0,13
		3.1	1	6.2.8	0,55
		27.1	1	6.2.9.1	0,29
		1.1	1	6.3.2.1	0,00
4	IPE180	3.1	1	6.2.4	0,05

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
4	IPE180	11.1	1	6.2.5	0,21
		3.2	1	6.2.6	0,16
		11.1	1	6.2.8	0,21
		11.1	1	6.2.9.1	0,21
		11.1	1	6.3.2.1	0,30
		11.1	1	6.3.3	0,37
		36	1	Doorbuiging	0,26
5	IPE180	3.2	1	6.2.4	0,05
		19.1	1	6.2.5	0,23
		3.1	1	6.2.6	0,16
		19.1	1	6.2.8	0,23
		19.1	1	6.2.9.1	0,23
		11.1	1	6.3.2.1	0,35
		11.1	1	6.3.3	0,43
		34	1	Doorbuiging	0,14

2.5.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

Staaf 3 - IPE220

Axiale trek

art. 6.2.3

Combinatie: 29.1 x = 2719 mm Nx = 12,105 kN Vz = 0 kN My = 19,65 kNm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3339,3 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 784,7 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{12,1}{784,7} = 0,02 < 1,0 \quad (6.5)$$

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 3.1 x = 2719 mm Nx = 2,798 kN Vz = 0 kN My = 37,226 kNm

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285627,1 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 67,122 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{37,226}{67,122} = 0,55 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 3.1 x = 0 mm Nx = 2,798 kN Vz = 27,382 kN My = 0 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1590,1 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 215,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{27,4}{215,7} = 0,13 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 3.1 x = 2719 mm Nx = 2,798 kN Vz = 0 kN My = 37,226 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1590,1 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 215,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 215,738 / 2 = 107,869 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Buiging en normaalkracht

art. 6.2.9

$$\begin{aligned} \text{Combinatie: 27.1} \quad x &= 2719 \text{ mm} \quad N_x = 8,524 \text{ kN} \quad V_z = 0 \text{ kN} \quad M_y = 19,65 \text{ kNm} \\ N_{Ed} &< 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 784,7 = 196,2 \text{ kN} \end{aligned} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} < \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 201,6 \times 5,9 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 139,8 \text{ kN} \quad (6.34)$$

Het effect van de normaalkracht op het vloeimoment hoeft niet in rekening te worden gebracht. (4)

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

$$\text{Combinatie: 1.1} \quad x = 388,4 \text{ mm} \quad N_x = 3,387 \text{ kN} \quad V_z = 14,124 \text{ kN} \quad M_y = 5,486 \text{ kNm}$$

Aantal kipsteunen: 13

Afstanden kipsteunen: 388 388 388 388 388 388 388 388 388 388 388 388 388 388

$$d' = h - t = 220 - 9,2 = 210,8 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(210,8)^2 \times 110^3 \times 9,2}{24} = 22672 \times 10^6 \text{ mm}^6$$

$$\text{torsiestijfheid volgens Roark geval 26} \quad I_t = 91071 \text{ mm}^4$$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 5438 \text{ mm} \quad L_{st} = 388 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 5,486 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 194 \text{ mm}) = 2,849 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 5,594 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 5,486 \times 10^6}{8 \times |5,486 \times 10^6| + 5,594 \times 388^2} = 0,981 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{5,486} = 0 \quad C_1 = 1,755 \quad C_2 = -0,013$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 110 \text{ mm}$

$$L_{kip} = (1,4 - (0,8 \times \beta)) \times L_{st} = (1,4 - (0,8 \times 0)) \times 388 = 544 \text{ mm} \rightarrow L_{kip} = 544 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{220}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 2049015}{80769 \times 91071}} = 841 \text{ mm} \quad (\text{NB.159})$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) = \\ &= \frac{\pi \times 1,755 \times 5438}{544} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 841^2}{544^2} \times (-0,013^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,013 \times 841}{544} \right) = 270,235 \end{aligned} \quad (\text{NB.157})$$

$$h / t_w = 220 / 5,9 = 37,3 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (NB.153)$$

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} = \quad (NB.148)$$

$$= 1 \times \frac{270,235}{5438} \times \sqrt{210000 \times 2049015 \times 80769 \times 91071} \times 10^{-6} = 2795,739 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{285627 \times 235}{2795739434}} = 0,155 < \lambda_{Lt,0} = 0,4 \quad \rightarrow \chi_{Lt} = 1,00$$

$$\lambda_{Lt} = 0,155 < \lambda_{Lt,0} = 0,4 \rightarrow \chi_{Lt} = 1,00$$

Staal 5 - IPE180**Axiale druk**

art. 6.2.4

Combinatie: 3.2 $x = 4318,6 \text{ mm}$ $N_x = -30,264 \text{ kN}$ $V_z = -24,302 \text{ kN}$ $M_y = -5,867 \text{ kNm}$

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2396,0 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 563,065 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{30,3}{563,1} = 0,05 < 1,0 \quad (6.9)$$

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 19.1 $x = 4318,6 \text{ mm}$ $N_x = -24,813 \text{ kN}$ $V_z = -18,478 \text{ kN}$ $M_y = -8,807 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{166516,5 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 39,131 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{8,807}{39,131} = 0,23 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 3.1 $x = 4318,6 \text{ mm}$ $N_x = -30,262 \text{ kN}$ $V_z = -24,396 \text{ kN}$ $M_y = -6,034 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1126,4 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 152,8 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{24,4}{152,8} = 0,16 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 19.1 $x = 4318,6 \text{ mm}$ $N_x = -24,813 \text{ kN}$ $V_z = -18,478 \text{ kN}$ $M_y = -8,807 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1126,4 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 152,8 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 18,478 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 152,827 / 2 = 76,413 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Buiging en normaalkracht

art. 6.2.9

Combinatie: 19.1 $x = 4318,6 \text{ mm}$ $N_x = -24,813 \text{ kN}$ $V_z = -18,478 \text{ kN}$ $M_y = -8,807 \text{ kNm}$
 $N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 563,1 = 140,8 \text{ kN}$ (6.33)

$$N_{Ed} < \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 164 \times 5,3 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 102,1 \text{ kN}$$
 (6.34)

Het effect van de normaalkracht op het vloeimoment hoeft niet in rekening te worden gebracht. (4)

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 11.1 $x = 4318,6 \text{ mm}$ $N_x = -24,48 \text{ kN}$ $V_z = 0,944 \text{ kN}$ $M_y = -8,764 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 1

Afstanden kipsteunen: 2159 2159

$$d' = h - t = 180 - 8 = 172 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(172)^2 \times 91^3 \times 8,0}{24} = 7431 \times 10^6 \text{ mm}^6$$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26 $I_t = 48104 \text{ mm}^4$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 4319 \text{ mm} \quad L_{st} = 2159 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 1,938 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 1080 \text{ mm}) = 2,094 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 1,93 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 1,938 \times 10^6}{8 \times |1,938 \times 10^6| + 1,93 \times 2159^2} = 0,633$$
 (D.4.3 (3))

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{1,938} = 0 \quad C_1 = 1,147 \quad C_2 = -0,226$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 90 \text{ mm}$

$$L_{kip} = (1,4 - (0,8 \times \beta)) \times L_{st} = (1,4 - (0,8 \times 0)) \times 2159 = 3023 \text{ mm} \rightarrow L_{kip} = 3023 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E x I_z}{G x I_t}} = \frac{180}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 1008559}{80769 \times 48104}} = 664 \text{ mm}$$
 (NB.159)

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) =$$

$$= \frac{\pi \times 1,147 \times 4319}{3023} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 664^2}{3023^2} \times (-0,226^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,226 \times 664}{3023} \right) = 5,506$$
 (NB.157)

$$h / t_w = 180 / 5,3 = 34 < 75 \rightarrow k_{red} = 1$$
 (NB.153)

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} = \quad (NB.148)$$

$$= 1 \times \frac{5,506}{4319} \times \sqrt{210000 \times 1008559 \times 80769 \times 48104} \times 10^{-6} = 36,576 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{166517 \times 235}{36576367}} = 1,034 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

$$\text{Kipkromme a} \quad \alpha_{Lt} = 0,21$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - 0,2) + \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (1,034 - 0,2) + 1,034^2] = 1,123$$

$$\chi_{Lt} = \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \lambda_{Lt}^2}} = \frac{1}{1,123 + \sqrt{1,123^2 - 1,034^2}} = 0,642 \quad (6.56)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,642 \times 166516,5 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 25,1 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{8,8}{25,1} = 0,35 < 1,0 \quad (6.54)$$

Prismatische, op buiging en druk belaste staven**art. 6.3.3**

$$\text{Combinatie: 11.1} \quad x = 4318,6 \text{ mm} \quad N_x = -24,48 \text{ kN} \quad V_z = 0,944 \text{ kN} \quad M_y = -8,764 \text{ kNm}$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{4318,6}{74,2} \frac{1}{93,9} = 0,62 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{2159,3}{20,5} \frac{1}{93,9} = 1,121 \quad (6.50)$$

$$\text{Knikkromme }_{y-y} \text{ a} \quad \alpha = 0,21$$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,62 - 0,2) + 0,62^2] = 0,736$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,736 + \sqrt{0,736^2 - 0,62^2}} = 0,882 \quad (6.49)$$

$$\text{Knikkromme }_{z-z} \text{ b} \quad \alpha = 0,34$$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (1,121 - 0,2) + 1,121^2] = 1,284$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,284 + \sqrt{1,284^2 - 1,121^2}} = 0,523 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 235 \times 2396 \times 10^{-3} = 563,1 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 235 \times 166517 \times 10^{-6} = 39,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 235 \times 34607 \times 10^{-6} = 8,1 \text{ kNm}$$

Interactiefactoren volgens methode 2 (EN 1993-1-1, Bijlage B)

$$\varphi = M_z / M_1 = 0/1,938 = 0 \quad \alpha_h = M_h / M_s = 1,938/2,094 = 0,93$$

$$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0,05 \times 0,93 = 0,996$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,996 \times \left(1 + (0,62 - 0,2) \times \frac{24,48}{0,882 \times 563,065 / 1,00} \right) = 1,017$$

$$\varphi = M_z / M_1 = 0/1,938 = 0 \quad \alpha_h = M_h / M_s = 1,938/2,094 = 0,93$$

$$C_{mLT} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0,05 \times 0,93 = 0,996$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{(0,996 - 0,25)} \times \frac{24,48}{0,523 \times 563,065 / 1,00} \right) = 0,989$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{24,48}{0,882 \times 563,065 / 1,00} + 1,017 \times \frac{8,764}{0,642 \times \frac{39,131}{1,00}} = 0,40 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{24,48}{0,523 \times 563,065 / 1,00} + 0,989 \times \frac{8,764}{0,642 \times \frac{39,131}{1,00}} = 0,43 < 1 \quad (6.62)$$

Doorbuiging

$$\text{Combinatie: 34} \quad x = 2070,7 \text{ mm} \quad N_x = -7,568 \text{ kN} \quad V_z = -0,248 \text{ kN} \quad M_y = 3,652 \text{ kNm}$$

$$\text{Lokale knoopverplaatsingen } d_{z1} = -0,4 \text{ mm} \quad d_{z2} = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -2,4 - 0 = -2,4 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-2,4|}{4319 / 250} = \frac{|-2,4|}{17,3} = 0,14 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_z - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -2,4 + 1,9 = -0,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-0,5|}{4319 / 250} = \frac{|-0,5|}{17,3} = 0,03 < 1,0$$

Bestand :.....Berekeningen\S4U bestanden\Spant 2.xfr2

Inhoudsopgave

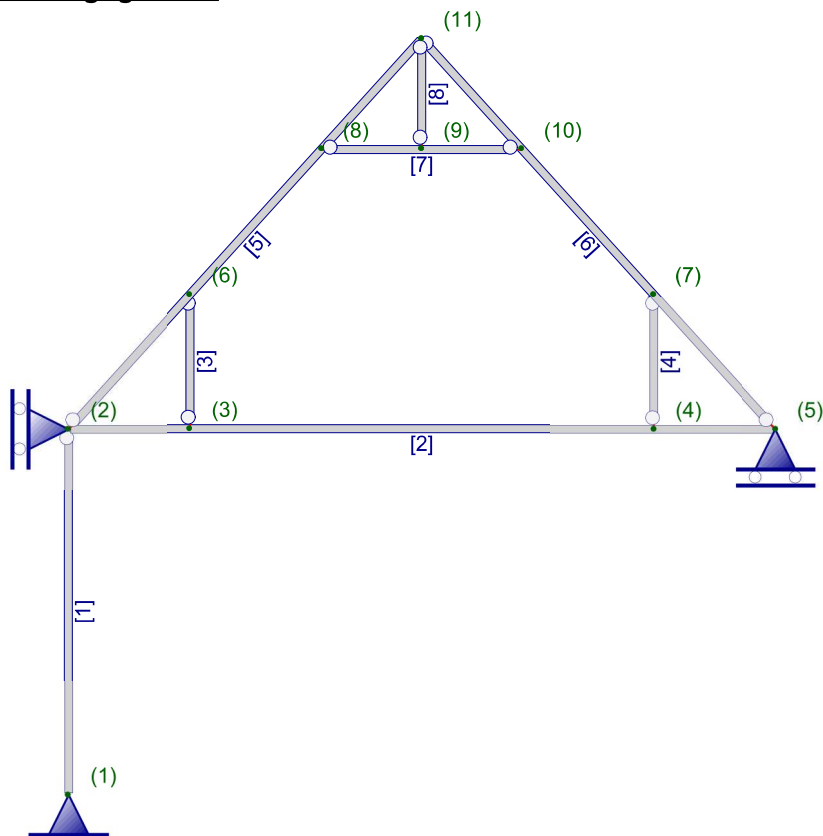
1.1 KNOPEN.....	3
1.2 STAVEN.....	3
1.3 PROFIELEN.....	4
1.4 Sneeuwbelasting.....	7
1.5 Winddrukken.....	7
1.6 Windbelastingen.....	8
1.7 BELASTINGSGEVALLEN.....	8
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	9
1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	10
1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1.....	11
1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2.....	12
1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3.....	13
1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk.....	14
1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk.....	15
1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk.....	16
1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk.....	17
1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk.....	18
1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk.....	19
1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk.....	20
1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk.....	21
1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind loodrecht A + Onderdruk.....	22
1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind loodrecht A + Overdruk.....	23
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	24
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	24
2.2.1 Reactiekrachten.....	24
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	25
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	31
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	32
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	33
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	35
2.5 EN1993 TOETSINGEN / EN1995 TOETSINGEN.....	35
2.5.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	37
Staaf 1 - CFRHS100X100X5.....	37
Staaf 2 - HEA220.....	38
2.5.2 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	41
Staaf 6 - 100x250 (C20 Klimaatklasse:1).....	41
Staaf 7 - 75 x 150 (C20 Klimaatklasse:1).....	43

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl
NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

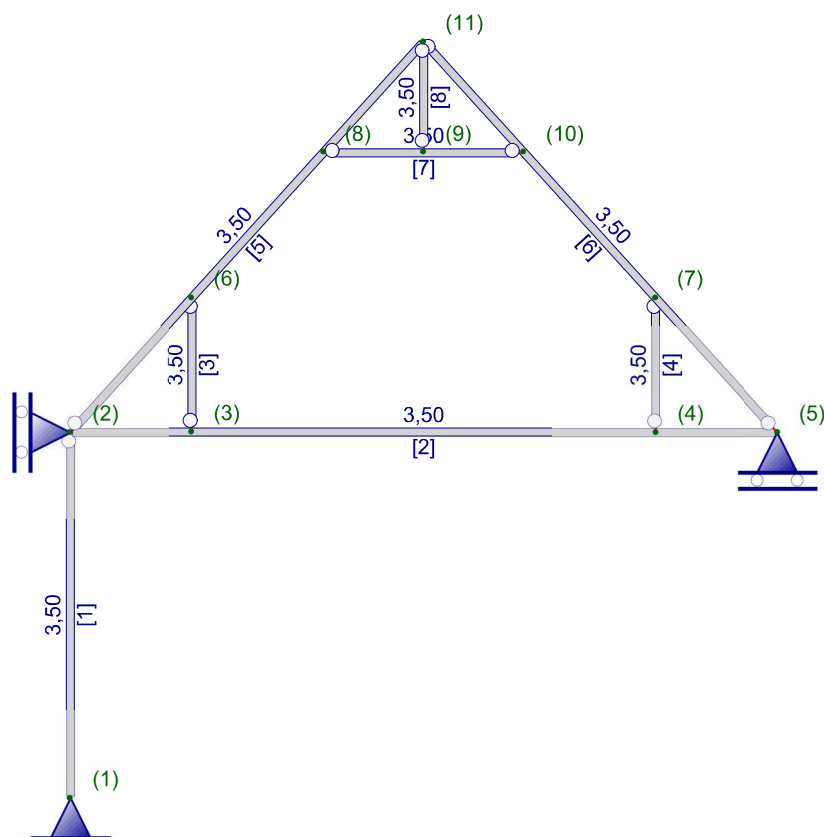
Gevolgklasse : CC1

Zwaartekrachtversnelling g : $9,81 \text{ m/s}^2$

1 Invoergegevens



Belastingbreedten



1.1 KNOPEN

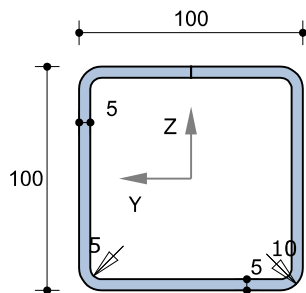
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	-500	A	A	
2	0	2500	A		
3	1000	2500			
4	4800	2500			
5	5800	2500		A	
6	1000	3603			
7	4800	3603			
8	2075	4790			
9	2900	4790			
10	3725	4790			
11	2900	5700			

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2	□	CFRHS100X100X5	3000
2	2	5	■	HEA220	5800
3	3	6	□	75 x 150	1103
4	4	7	□	75 x 150	1103
5	2	11	□	100x250	4319
6	11	5	□	100x250	4319
7	8	10	□	75 x 150	1650
8	9	11	□	100x250	910

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	CFRHS100X100X5	14,4	210000	1,834E3	2,7083E6	5,4167E4	5,4167E4
2	HEA220	50,5	210000	6,436E3	5,4113E7	5,1537E5	5,1537E5
3	100x250	9,8	9500	2,5E4	1,3021E8	1,0417E6	1,0417E6
4	75 x 150	4,4	9500	1,125E4	2,1094E7	2,8125E5	2,8125E5

CFRHS100X100X5**Materiaalgegevens**

Staalsoort

S275 (Koudgevormd)

Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

 $y_{max} =$

50,0 mm

 $z_{max} =$

50,0 mm

Minimale coördinaat

 $y_{min} =$

-50,0 mm

 $z_{min} =$

-50,0 mm

Zwaartelijn

 $z_s =$

0,0 mm

 $y_s =$

0,0 mm

Oppervlak / Gewicht

A =

1834,4 mm²

G =

14,4 kg/m

Statisch moment

 $S_y =$ 32267 mm³ $S_z =$ 32267 mm³

Traagheidsmoment

 $I_y =$ 2708326 mm⁴ $I_z =$ 2708326 mm⁴

Traagheidsstraal

 $i_y =$

38,4 mm

 $i_z =$

38,4 mm

Elastisch weerstandsmoment

 $W_{y;el} =$ 54167 mm³ $W_{z;el} =$ 54167 mm³

Centrifugaalmoment

 $C_{yz} =$ 0 mm³

hoek =

45,00 graden

Traagheidsmoment

 $I_{max} =$ 2708326 mm⁴ $I_{min} =$ 2708326 mm⁴

Traagheidsstraal

 $i_{max} =$

38,4 mm

 $i_{min} =$

38,4 mm

Halveringslijn

 $z_h =$

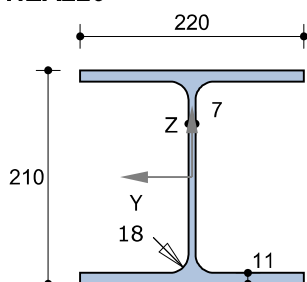
0,0 mm

 $y_h =$

0,0 mm

Plastisch weerstandsmoment

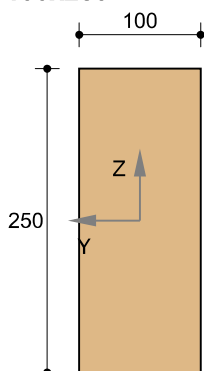
 $W_{y;pl} =$ 64535 mm³ $W_{z;pl} =$ 64535 mm³

HEA220**Materiaalgegevens**

Staalsoort	S235 (Warmgewalst)
Elasticiteitsmodulus	E = 210000 N/mm ²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	$y_{max} = 110,0 \text{ mm}$	$z_{max} = 105,0 \text{ mm}$
Minimale coördinaat	$y_{min} = -110,0 \text{ mm}$	$z_{min} = -105,0 \text{ mm}$
Zwaartelij	$z_s = 0,0 \text{ mm}$	$y_s = 0,0 \text{ mm}$
Oppervlak / Gewicht	$A = 6436,3 \text{ mm}^2$	$G = 50,5 \text{ kg/m}$
Statisch moment	$S_y = 284322 \text{ mm}^3$	$S_z = 135308 \text{ mm}^3$
Traagheidsmoment	$I_y = 54113401 \text{ mm}^4$	$I_z = 19545887 \text{ mm}^4$
Traagheidsstraal	$i_y = 91,7 \text{ mm}$	$i_z = 55,1 \text{ mm}$
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el} = 515366 \text{ mm}^3$	$W_{z,el} = 177690 \text{ mm}^3$
Centrifugalmoment	$C_{yz} = 0 \text{ mm}^3$	hoek = 0,00 graden
Traagheidsmoment	$I_{max} = 54113401 \text{ mm}^4$	$I_{min} = 19545887 \text{ mm}^4$
Traagheidsstraal	$i_{max} = 91,7 \text{ mm}$	$i_{min} = 55,1 \text{ mm}$
Halveringslijn	$z_h = 0,0 \text{ mm}$	$y_h = 0,0 \text{ mm}$
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl} = 568644 \text{ mm}^3$	$W_{z,pl} = 270616 \text{ mm}^3$

100x250**Materiaalgegevens**

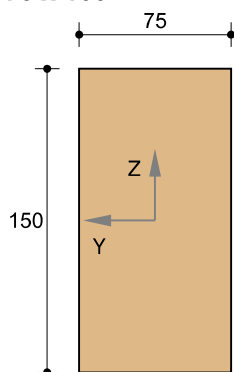
Sterkteklasse	C20
Klimaatklasse	1
Materiaaltype	Gezaagd hout $\gamma_M = 1,30$ $k_{def} = 0,60$
Elasticiteitsmodulus	E = 9500 N/mm ²

	k_{mod}	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$
		$f_{m,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{t,90,d}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,d}$	$f_{v,d}$
Belastingsduurklasse							
Blijvend	0,60(0,50)	9,23	5,54	0,15	8,77	1,06	1,66N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	12,31	7,38	0,20	11,69	1,42	2,22
Kort	0,90(0,80)	13,85	8,31	0,25	13,15	1,59	2,49

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	390 kg/m ³	ρ_k	=	330 kg/m ³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,\text{mean}}$	=	9500 N/mm ²	$E_{90,\text{mea}}$	=	320 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,\text{fin}}$	=	5938 N/mm ²	$E_{90,\text{fin}}$	=	200 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	6400 N/mm ²	$E_{0,d}$	=	7308 N/mm ²
Afschuifmodulus	G_{mean}	=	590 N/mm ²	$G_{0,05}$	=	400 N/mm ²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	50,0 mm	z_{max}	=	125,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-50,0 mm	z_{min}	=	-125,0 mm
Zwaartelij	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	25000,0 mm ²	G	=	9,8 kg/m
Statisch moment	S_y	=	781250 mm ³	S_z	=	312500 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	130208333 mm ⁴	I_z	=	20833333 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	72,2 mm	i_z	=	28,9 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,\text{el}}$	=	1041667 mm ³	$W_{z,\text{el}}$	=	416667 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	0,00 graden
Traagheidsmoment	I_{max}	=	130208333 mm ⁴	I_{min}	=	20833333 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	72,2 mm	i_{min}	=	28,9 mm

75 x 150**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse	C20
Klimaatklasse	1
Materiaaltype	Gezaagd hout $\gamma_M = 1,30$ $k_{\text{def}} = 0,60$
Elasticiteitsmodulus	$E = 9500 \text{ N/mm}^2$

Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$
		$f_{m,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{t,90,d}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,d}$	$f_{v,d}$
Blijvend	0,60(0,50)	9,23	5,54	0,15	8,77	1,06	1,66 N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	12,31	7,38	0,20	11,69	1,42	2,22
Kort	0,90(0,80)	13,85	8,31	0,25	13,15	1,59	2,49

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	390 kg/m ³	ρ_k	=	330 kg/m ³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,\text{mean}}$	=	9500 N/mm ²	$E_{90,\text{mea}}$	=	320 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,\text{fin}}$	=	5938 N/mm ²	$E_{90,\text{fin}}$	=	200 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	6400 N/mm ²	$E_{0,d}$	=	7308 N/mm ²
Afschuifmodulus	G_{mean}	=	590 N/mm ²	$G_{0,05}$	=	400 N/mm ²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	37,5 mm	z_{max}	=	75,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-37,5 mm	z_{min}	=	-75,0 mm

Zwaartelij	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	11250,0 mm ²	G	=	4,4 kg/m
Statisch moment	S_y	=	210938 mm ³	S_z	=	105469 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	21093750 mm ⁴	I_z	=	5273438 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	43,3 mm	i_z	=	21,7 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	281250 mm ³	$W_{z,el}$	=	140625 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	0,00 graden
Traagheidsmoment	I_{max}	=	21093750 mm ⁴	I_{min}	=	5273438 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	43,3 mm	i_{min}	=	21,7 mm

1.4 Sneeuwbelasting

Karakteristieke sneeuwbelasting op de grond : 0,700 kN/m²

Dakhelling	47,8 graden	$\mu_1 = 0,32$	$\mu_2 = 1,60$
Dakhelling	-47,8 graden	$\mu_1 = 0,32$	$\mu_2 = 1,60$

Let op! De belastinggenerator houdt geen rekening met situatie voor μ_2 (sneeuwophoping voor daken met meer dan één overspanning) volgens art. 5.3.4 - figuur 5.4!

Belastingsschikkingen

art. 5.2

1.5 Winddrukken

Windgebied	: III	Referentieperiode wind T	: 50 jaar
Terreincategorie	: II Onbebouwd gebied		
Hoogte van het gebouw h	: 7,00 m	Hoogte boven maaiveld	: 7,0 m
Breedte van het gebouw	: 6,00 m	Diepte van het gebouw d	: 6,8 m
A - De afstand kopgevel - hart spant	: 6,60 m	B - Belastingbreedte spant	: 3,5 m

Terreinruwheid

art. 4.3.2

$$k_r(z) = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,2}{0,05} \right)^{0,07} = 0,209 \quad (4.5)$$

$$z_{min}(4) < z < z_{max}(200) \quad c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,209 \times \ln\left(\frac{7}{0,2}\right) = 0,744 \quad (4.4)$$

Variatie met hoogte

art. 4.3.1

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 1,000 \times 1,000 \times 24,5 = 24,5 \text{ m/s} \quad (4.1)$$

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,744 \times 1,000 \times 24,5 = 18,237 \text{ m/s} \quad (4.3)$$

Windturbulentie

art. 4.4

$$\sigma_v = k_r \cdot V_b \cdot k_l = 0,209 \times 24,50 \times 1,000 = 5,129 \text{ m/s} \quad (4.6)$$

$$z_{min} < z < z_{max} \quad I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{5,129}{18,237} = 0,281 \quad (4.7)$$

Extreme stuwdruk

art. 4.5

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) = (1 + 7 \times 0,281) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 18,237^2 = 0,617 \text{ kN/m}^2 \quad (4.8)$$

Bepaling van c_{s,c_d}

art. 6.2

$$c_{s,c_d} = 1,00$$

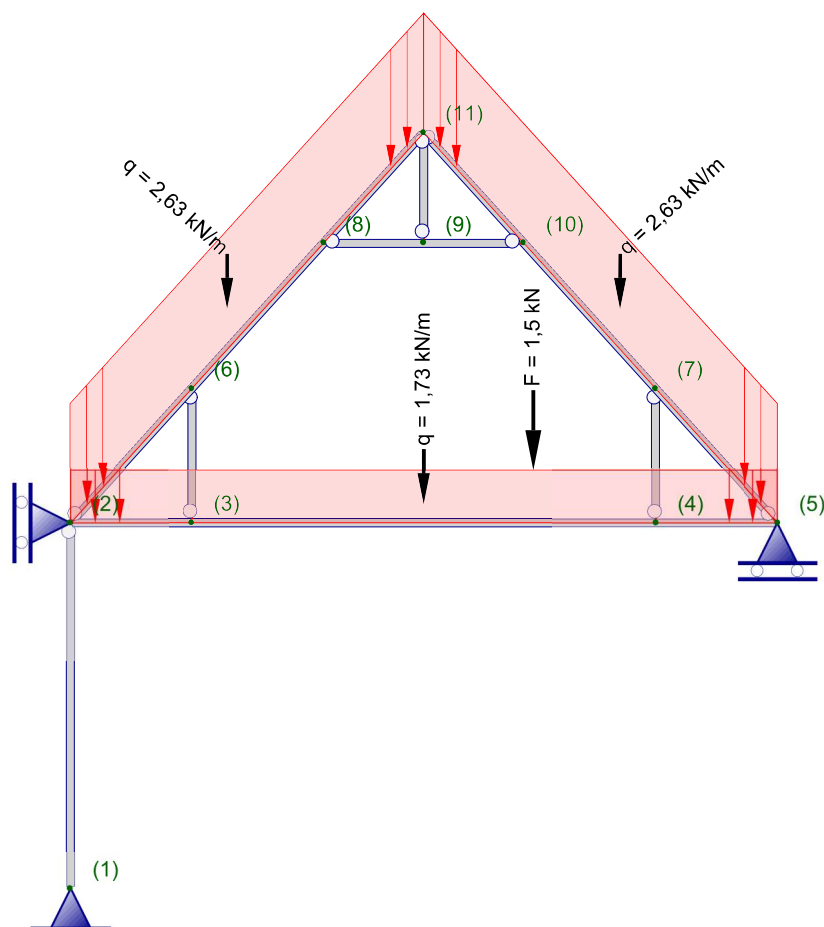
ze1 [m]	ze2 [m]	qp(ze1) [kN/m2]	qp(ze2) [kN/m2]
0,00	6,00	0,582	0,582
1,00	7,00	0,617	0,617

1.6 Windbelastingen

Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m2]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw01	47,8	→ F/G	-0,521	7,00	0,617	3,5	-1,124	Tabel 7.4
qw02	47,8	→ F/G	-0,098	7,00	0,617	3,5	-0,211	"
qw03	47,8	→ H	+0,619	7,00	0,617	3,5	1,336	"
qw04	47,8	→ H	+0,131	7,00	0,617	3,5	0,284	"
qw05	-47,8	→ I	-0,200	7,00	0,617	3,5	-0,432	"
qw06	-47,8	→ I	-0,038	7,00	0,617	3,5	-0,081	"
qw07	-47,8	→ J	-0,300	7,00	0,617	3,5	-0,648	"
qw08	-47,8	→ J	-0,056	7,00	0,617	3,5	-0,122	"
qw09	47,8	↑ I	-0,500	7,00	0,617	3,5	-1,080	"
qw10	47,8	↑ I	-0,500	7,00	0,617	3,5	-1,080	"
qw11	-47,8	↑ I	-0,500	7,00	0,617	3,5	-1,080	"
qw12	-47,8	↑ I	-0,500	7,00	0,617	3,5	-1,080	"
qw13		→	-0,300	6,00	0,582	3,5	-0,611	Art. 7.2.9
qw14		→	+0,200	6,00	0,582	3,5	0,407	"
qw15		→	-0,300	7,00	0,617	3,5	-0,648	"
qw16		→	+0,200	7,00	0,617	3,5	0,432	"
qw17		↑	-0,300	6,00	0,582	3,5	-0,611	"
qw18		↑	+0,200	6,00	0,582	3,5	0,407	"
qw19		↑	-0,300	7,00	0,617	3,5	-0,648	"
qw20		↑	+0,200	7,00	0,617	3,5	0,432	"

1.7 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30
3	Sneeuw 1	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
4	Sneeuw 2	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
5	Sneeuw 3	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
6	Wind van links A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
7	Wind van links A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
8	Wind van links B + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
9	Wind van links B + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
10	Wind van links C + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
11	Wind van links C + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
12	Wind van links D + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
13	Wind van links D + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
14	Wind loodrecht A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
15	Wind loodrecht A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

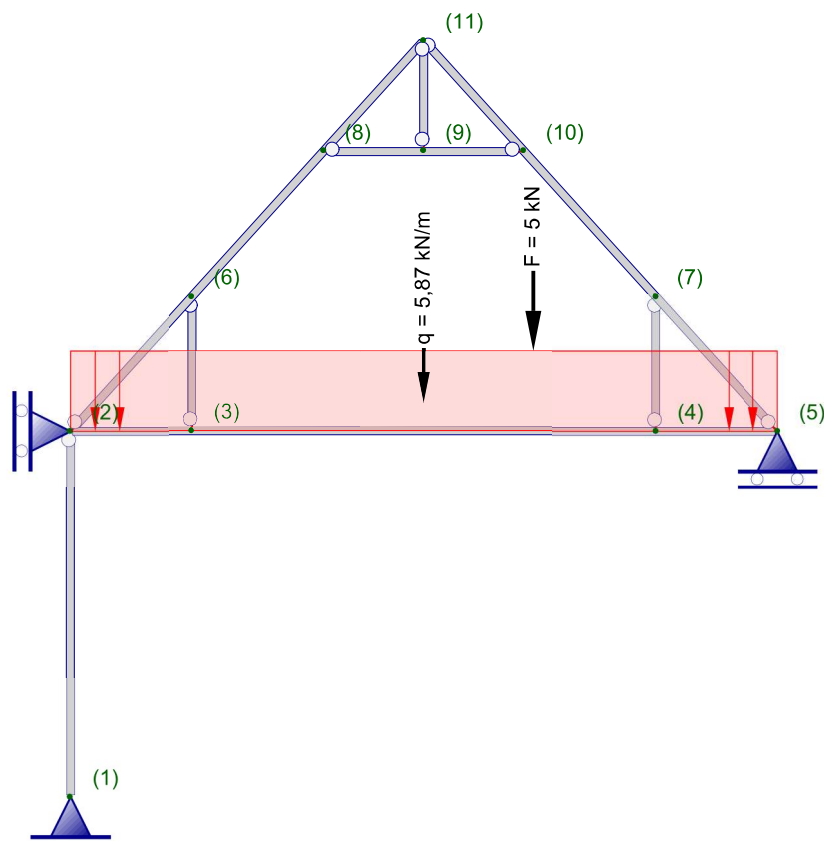
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht



*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

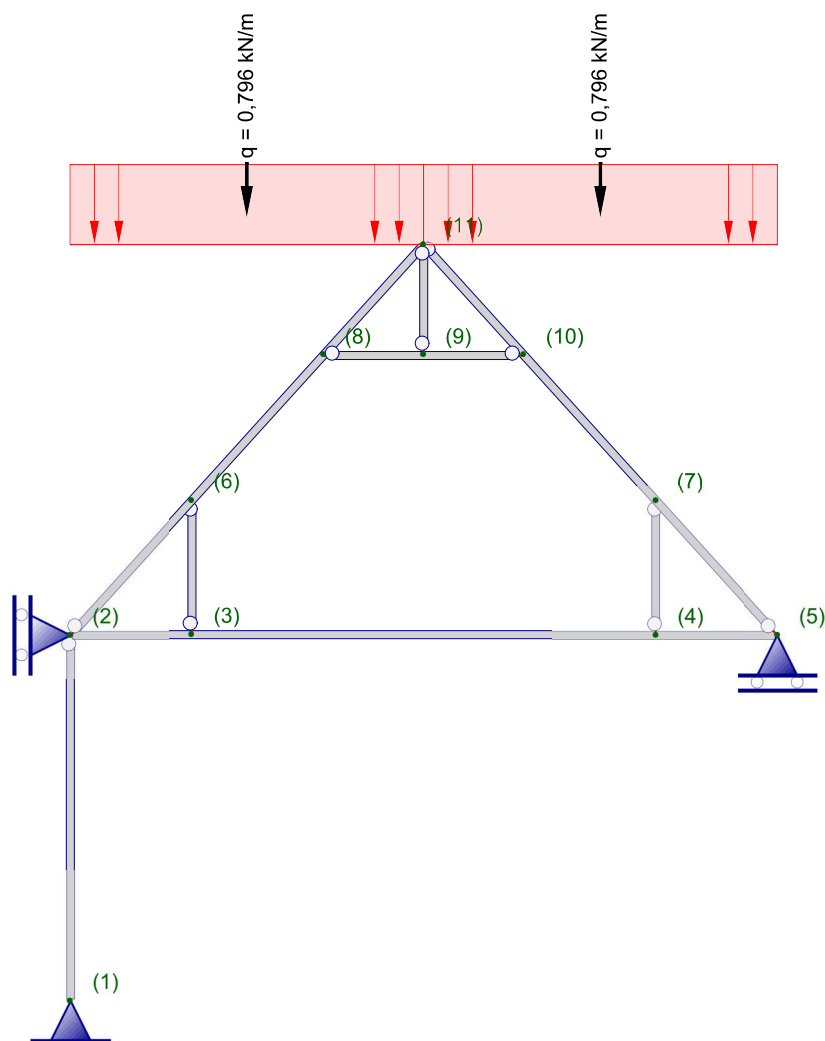
Totaal eigen gewicht: : 438 kg.

1.8.1 Staafbelastingen

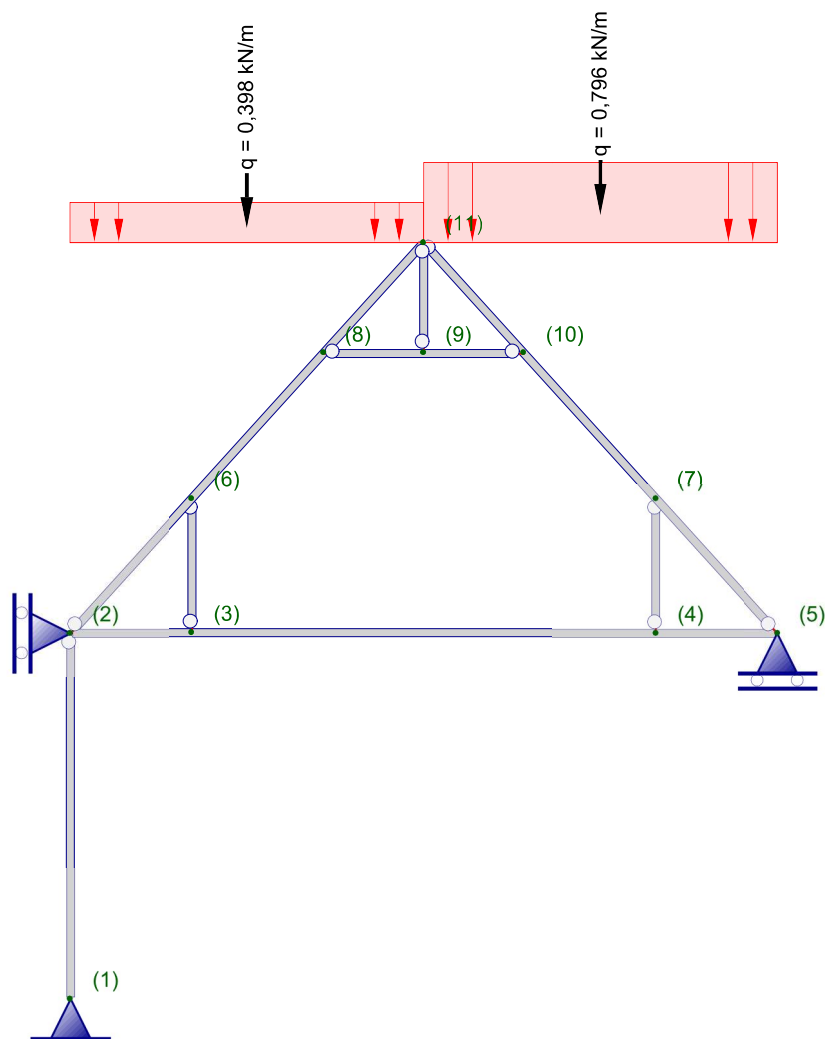
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,141 kN/m	-0,141 kN/m	-90,0	1	0	3000
2	q	-0,496 kN/m	-0,496 kN/m	0,0	2	0	5800
2	F	-1,500 kN		0,0	2	3800	
2	q	-1,730 kN/m	-1,730 kN/m	0,0	2	0	5800
3	q	-0,043 kN/m	-0,043 kN/m	-90,0	3	0	1103
4	q	-0,043 kN/m	-0,043 kN/m	-90,0	4	0	1103
5	q	-0,096 kN/m	-0,096 kN/m	-47,8	2	0	4319
5	q	-2,630 kN/m	-2,630 kN/m	-47,8	2	0	4319
6	q	-0,096 kN/m	-0,096 kN/m	47,8	11	0	4319
6	q	-2,630 kN/m	-2,630 kN/m	47,8	11	0	4319
7	q	-0,043 kN/m	-0,043 kN/m	0,0	8	0	1650
8	q	-0,096 kN/m	-0,096 kN/m	-90,0	9	0	910

1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.9.1 Staafbelastingen**

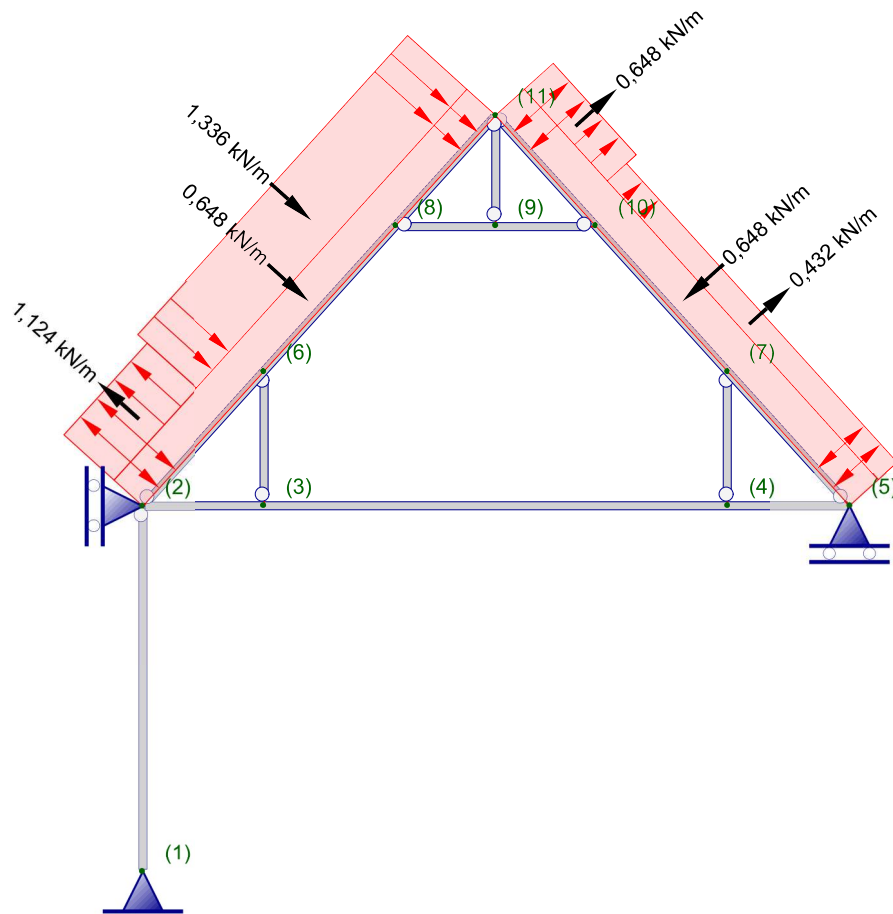
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	 F	-5,000 kN		0,0	2	3800	
2	 q	-5,870 kN/m	-5,870 kN/m	0,0	2	0	5800

1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1**1.10.1 Staafbelastingen**

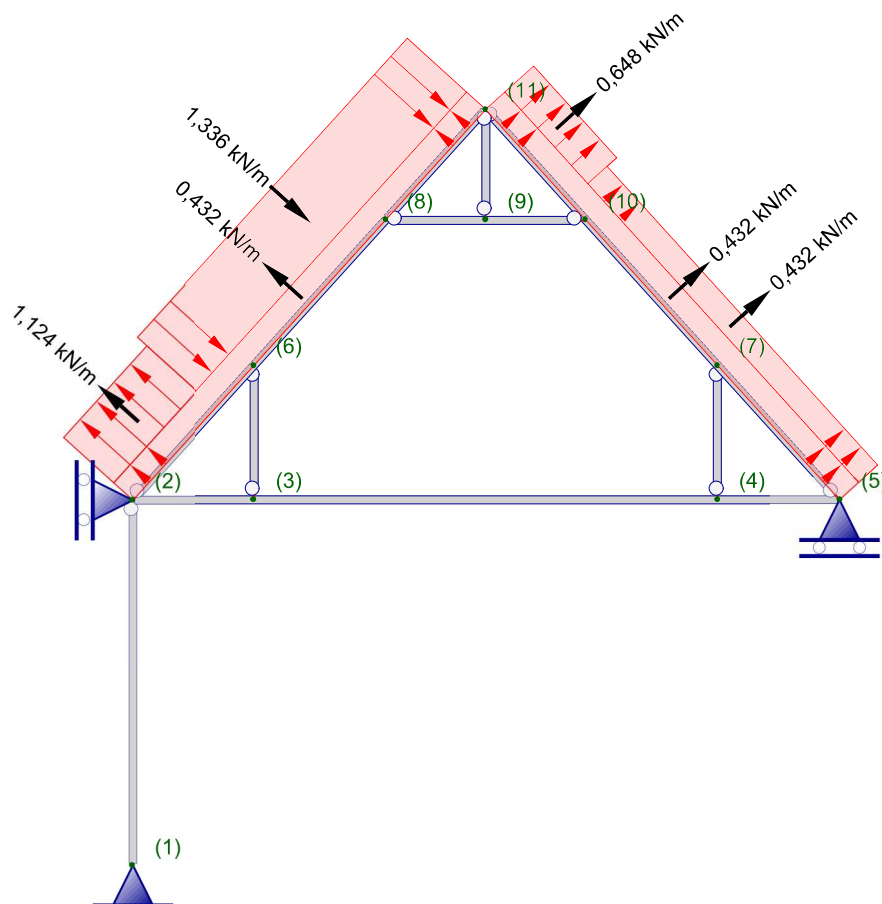
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5		-0,796 kN/m	-0,796 kN/m	-47,8	2	0	4319
6		-0,796 kN/m	-0,796 kN/m	47,8	11	0	4319

1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2**1.11.1 Staafbelastingen**

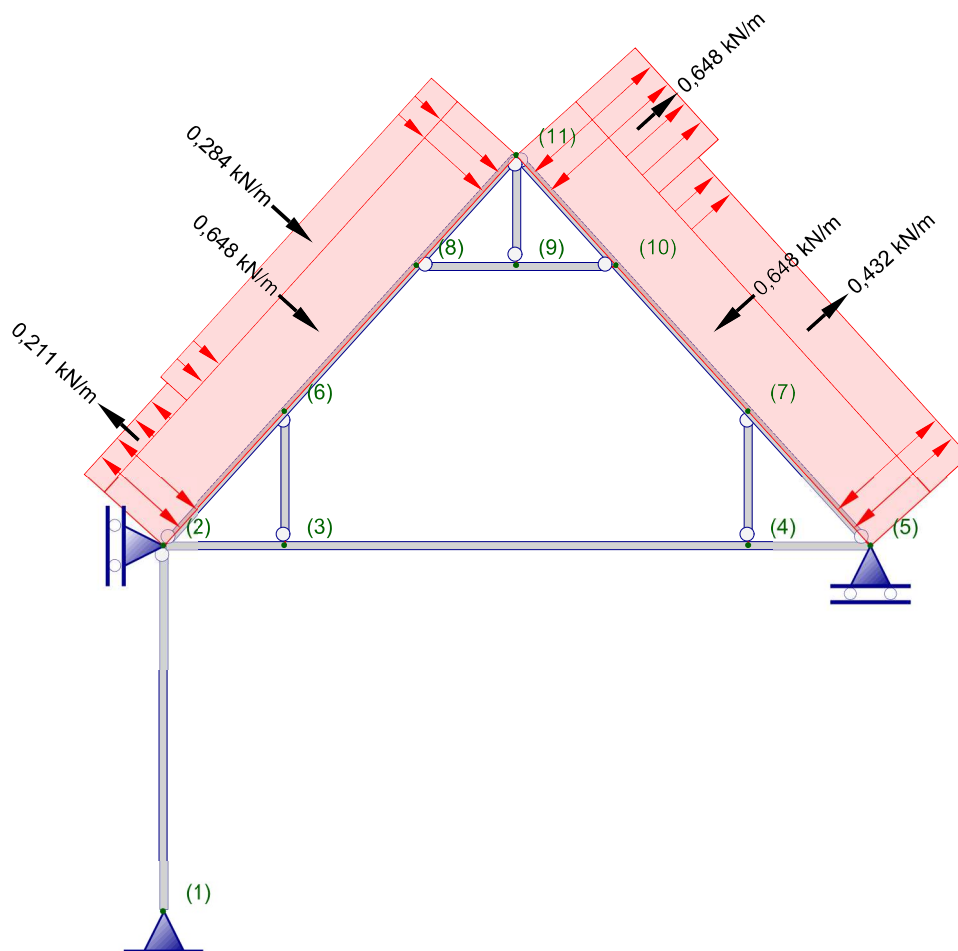
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5		-0,398 kN/m	-0,398 kN/m	-47,8	2	0	4319
6		-0,796 kN/m	-0,796 kN/m	47,8	11	0	4319

1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk**1.13.1 Staaftbelastingen**

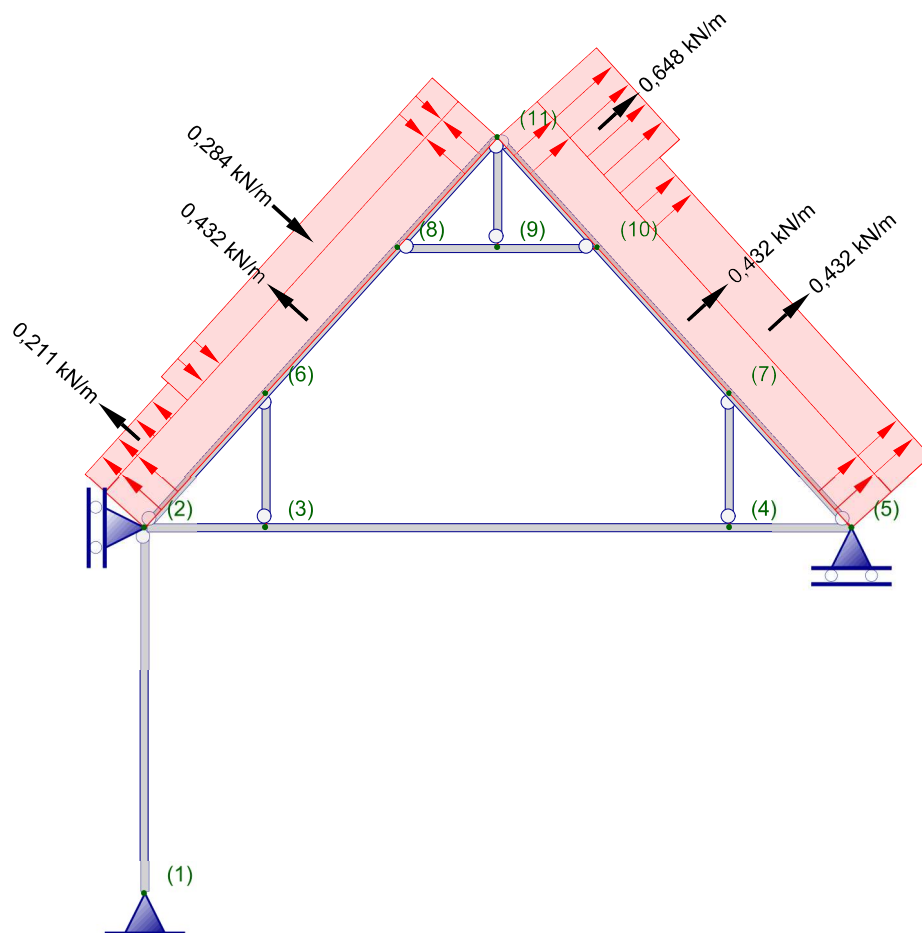
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	qw01	1,124 kN/m	1,124 kN/m	0,0	2	0	1013
5	qw03	-1,336 kN/m	-1,336 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	2	0	4319
6	qw05	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	11	0	4319
6	qw07	0,648 kN/m	0,648 kN/m	0,0	11	0	1013

1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk**1.14.1 Staafbelastingen**

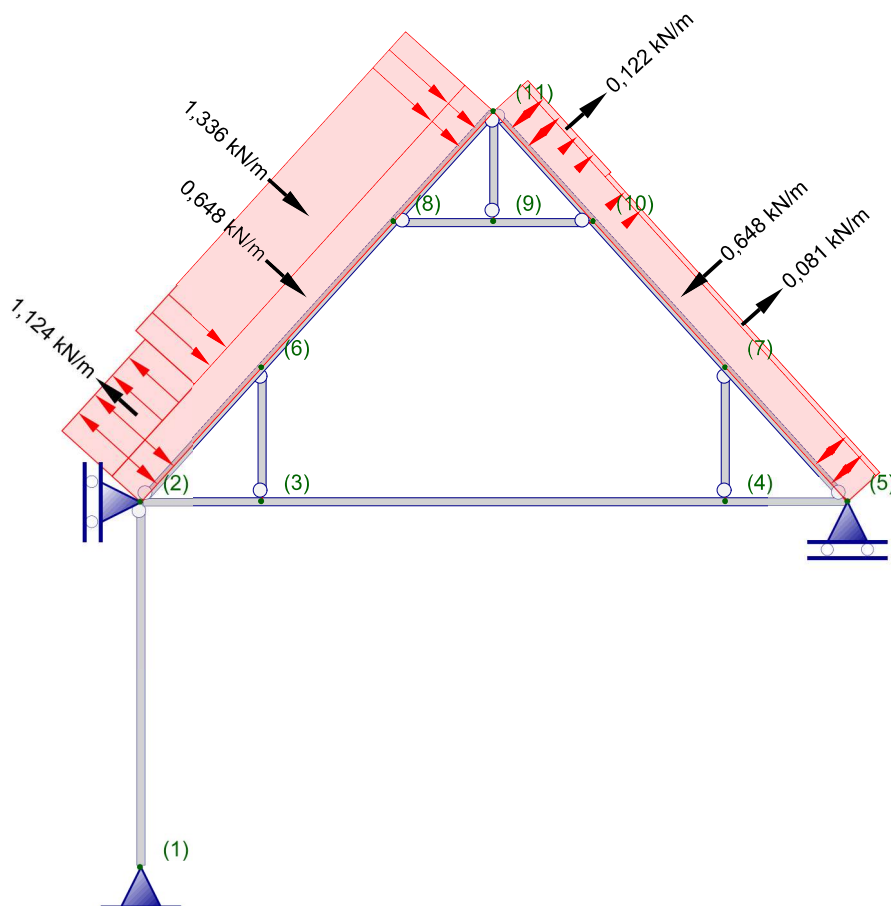
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	→qw01	1,124 kN/m	1,124 kN/m	0,0	2	0	1013
5	→qw03	-1,336 kN/m	-1,336 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	→qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	2	0	4319
6	→qw05	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	→qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	0	4319
6	→qw07	0,648 kN/m	0,648 kN/m	0,0	11	0	1013

1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk**1.15.1 Staafbelastingen**

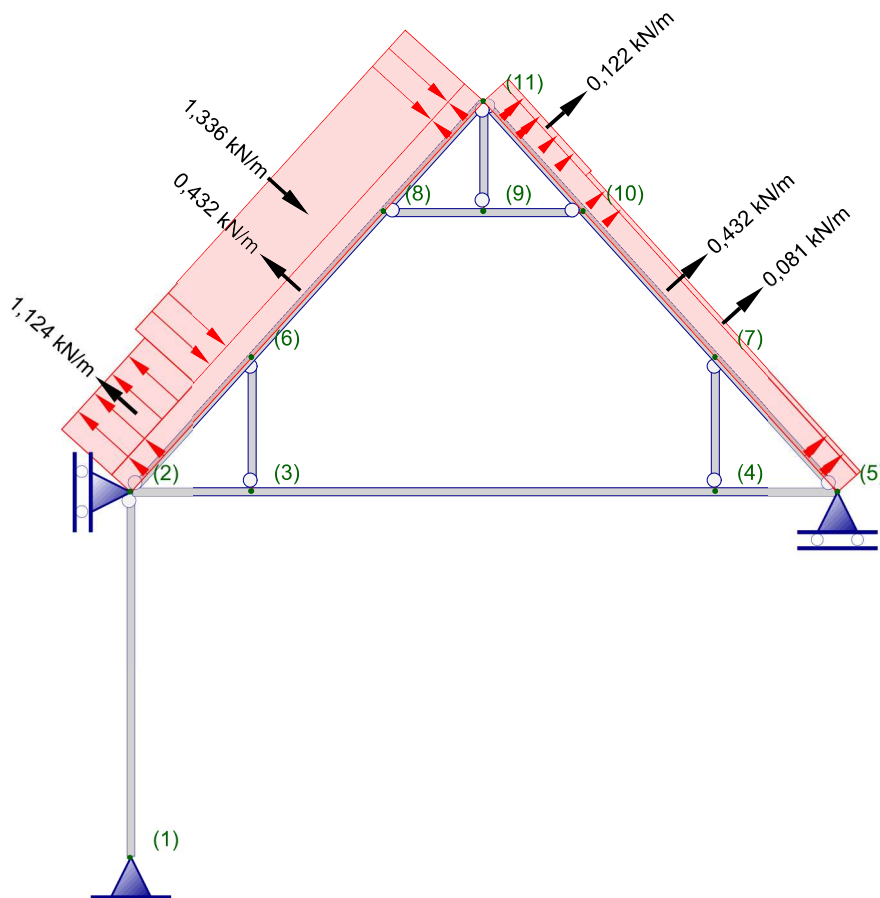
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	qw02	0,211 kN/m	0,211 kN/m	0,0	2	0	1013
5	qw04	-0,284 kN/m	-0,284 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	2	0	4319
6	qw05	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	11	0	4319
6	qw07	0,648 kN/m	0,648 kN/m	0,0	11	0	1013

1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk**1.16.1 Staafbelastingen**

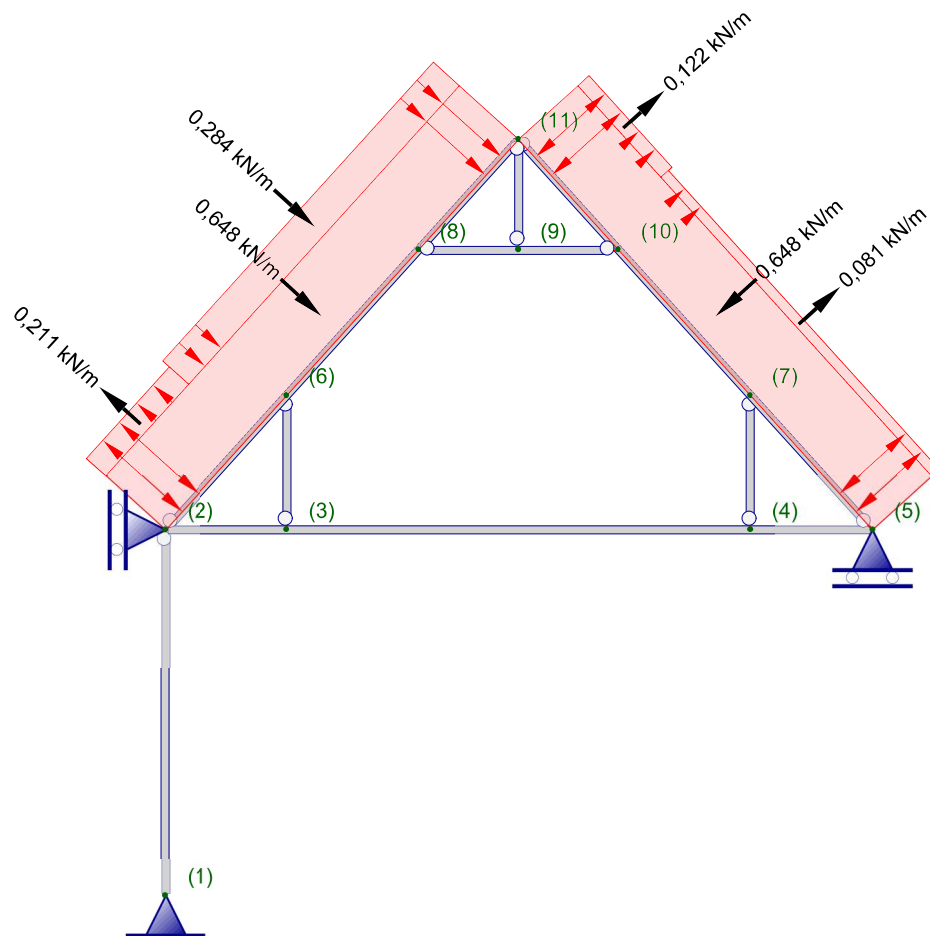
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	→qw02	0,211 kN/m	0,211 kN/m	0,0	2	0	1013
5	→qw04	-0,284 kN/m	-0,284 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	→qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	2	0	4319
6	→qw05	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	→qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	0	4319
6	→qw07	0,648 kN/m	0,648 kN/m	0,0	11	0	1013

1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk**1.17.1 Staafbelastingen**

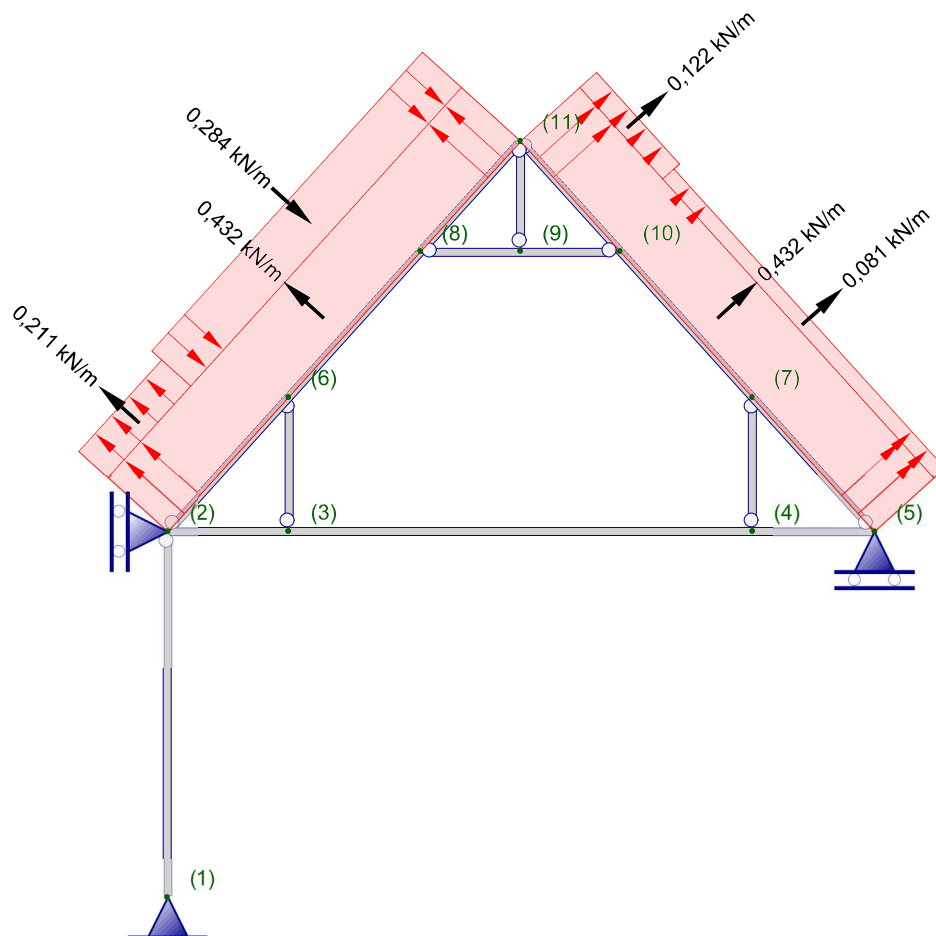
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	qw01	1,124 kN/m	1,124 kN/m	0,0	2	0	1013
5	qw03	-1,336 kN/m	-1,336 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	2	0	4319
6	qw06	0,081 kN/m	0,081 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	11	0	4319
6	qw08	0,122 kN/m	0,122 kN/m	0,0	11	0	1013

1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk**1.18.1 Staafbelastingen**

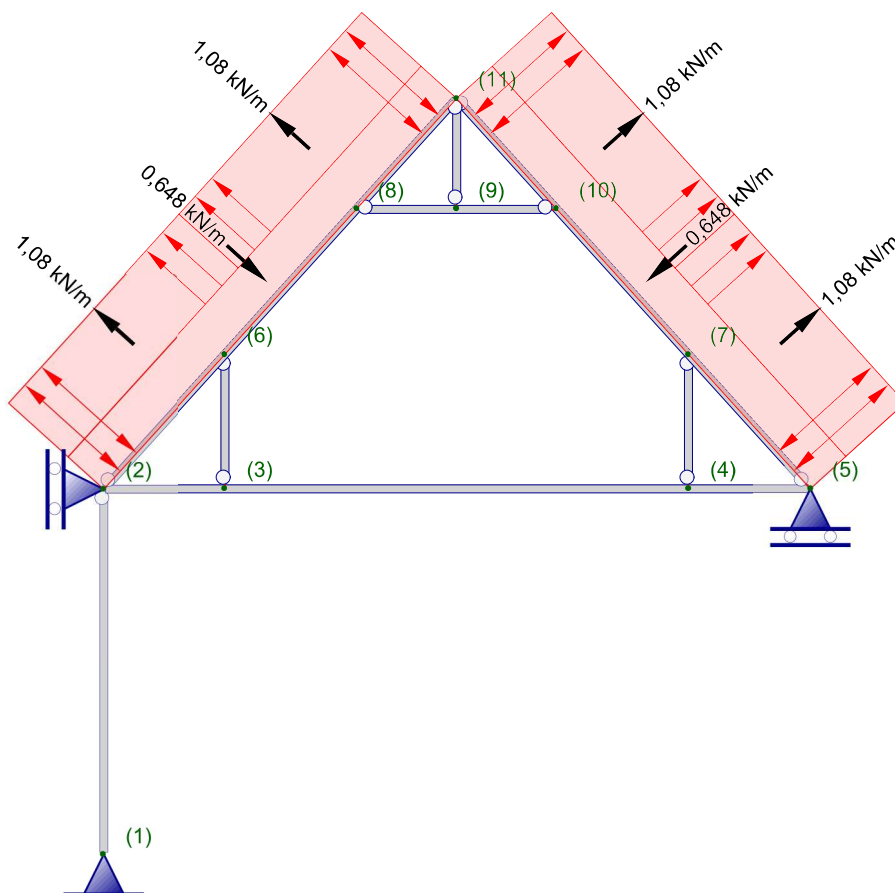
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	⇄qw01	1,124 kN/m	1,124 kN/m	0,0	2	0	1013
5	⇄qw03	-1,336 kN/m	-1,336 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	⇄qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	2	0	4319
6	⇄qw06	0,081 kN/m	0,081 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	⇄qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	0	4319
6	⇄qw08	0,122 kN/m	0,122 kN/m	0,0	11	0	1013

1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk**1.19.1 Staafbelastingen**

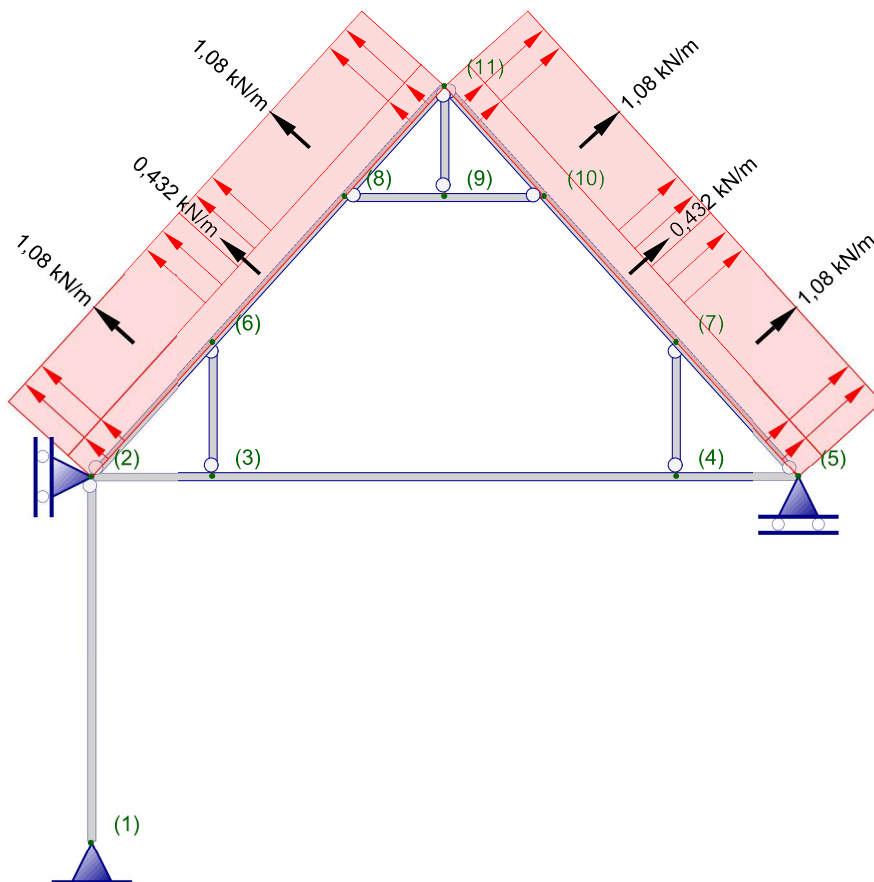
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	qw02	0,211 kN/m	0,211 kN/m	0,0	2	0	1013
5	qw04	-0,284 kN/m	-0,284 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	2	0	4319
6	qw06	0,081 kN/m	0,081 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	qw15	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	11	0	4319
6	qw08	0,122 kN/m	0,122 kN/m	0,0	11	0	1013

1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk**1.20.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	qw02	0,211 kN/m	0,211 kN/m	0,0	2	0	1013
5	qw04	-0,284 kN/m	-0,284 kN/m	0,0	2	1013	3306
5	qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	2	0	4319
6	qw06	0,081 kN/m	0,081 kN/m	0,0	11	1013	3306
6	qw16	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	0	4319
6	qw08	0,122 kN/m	0,122 kN/m	0,0	11	0	1013

1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind loodrecht A + Onderdruk**1.21.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	q _{w09}	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	2	0	2085
5	q _{w10}	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	2	2085	2233
5	q _{w19}	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	2	0	4319
6	q _{w11}	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	11	0	2234
6	q _{w19}	-0,648 kN/m	-0,648 kN/m	0,0	11	0	4319
6	q _{w12}	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	11	2234	2085

1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind loodrecht A + Overdruk**1.22.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	qw09	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	2	0	2085
5	qw10	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	2	2085	2233
5	qw20	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	2	0	4319
6	qw11	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	11	0	2234
6	qw20	0,432 kN/m	0,432 kN/m	0,0	11	0	4319
6	qw12	1,080 kN/m	1,080 kN/m	0,0	11	2234	2085

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop- nummer	1/249 in +X		1/249 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	-500	0	-500
2	12	2500	-12	2500
3	1012	2500	988	2500
4	4812	2500	4788	2500
5	5812	2500	5788	2500
6	1016	3603	984	3603
7	4816	3603	4784	3603
8	2096	4790	2054	4790
9	2921	4790	2879	4790
10	3746	4790	3704	4790
11	2925	5700	2875	5700

2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop- nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		19,293	
	2		18,747	
	3		2,309	
	4		1,443	
	5		2,020	
	6		1,312	
	7		-1,820	
	8		1,115	
	9		-2,017	
	10		1,993	
	11		-1,139	
	12		1,796	
	13		-1,336	
	14		-1,253	
	15		-4,385	
2	6	-3,975		
	7	-3,975		
	8	-2,081		
	9	-2,081		
	10	-2,721		
	11	-2,721		
	12	-0,827		
	13	-0,827		
5	1		19,335	
	2		20,299	
	3		2,309	
	4		2,020	
	5		1,443	
	6		3,249	
	7		0,117	

Knoop- nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
5	8		1,730	
	9		-1,402	
	10		3,705	
	11		0,573	
	12		2,186	
	13		-0,946	
	14		-1,253	
	15		-4,385	
Minimale / maximale waarden				
2	6	-3,975		
2	13	-0,827		
1	15		-4,385	
5	2		20,299	

2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

2.3.1 Belastingscombinaties

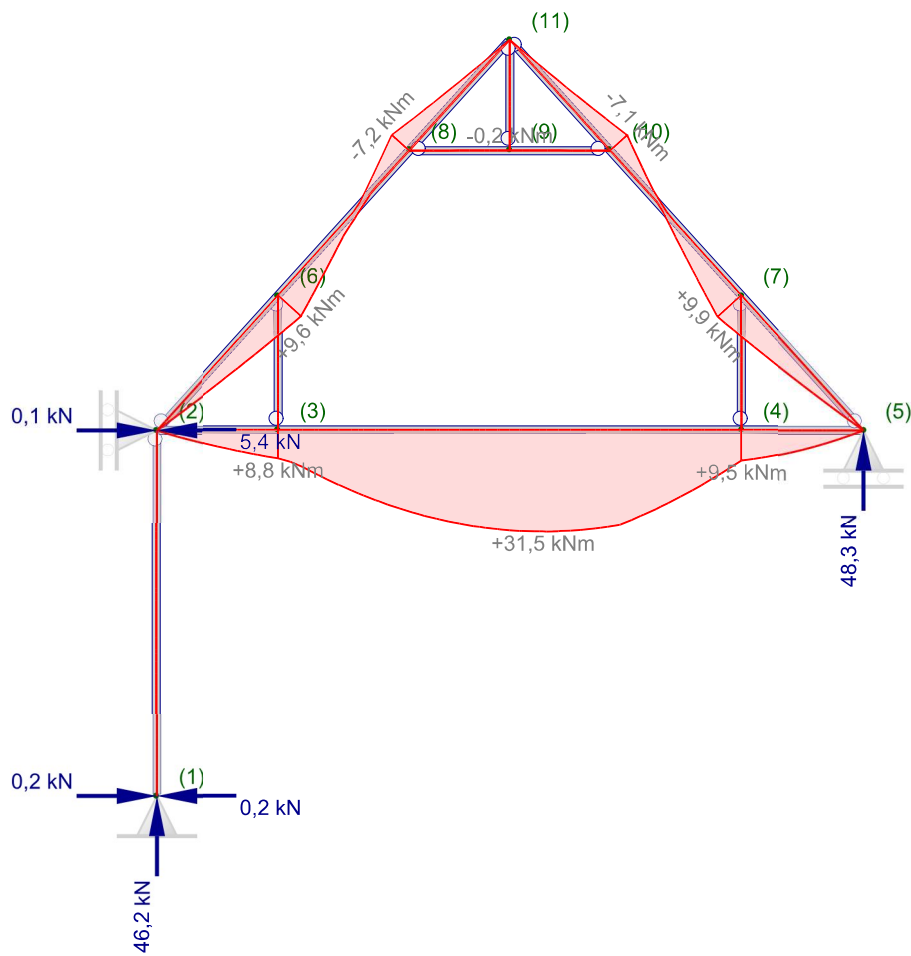
(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Permanent + Scheefstand 1/249 +X	UGT
1.2	Permanent + Scheefstand 1/249 -X	UGT
2.1	Permanent + Scheefstand 1/249 +X	UGT
2.2	Permanent + Scheefstand 1/249 -X	UGT
3.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
3.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
4.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
4.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
5.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/249 +X	UGT
5.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/249 -X	UGT
6.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/249 +X	UGT
6.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/249 -X	UGT
7.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/249 +X	UGT
7.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/249 -X	UGT
8.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/249 +X	UGT
8.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/249 -X	UGT
9.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/249 +X	UGT
9.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/249 -X	UGT
10.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/249 +X	UGT
10.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/249 -X	UGT
11.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
11.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
12.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
12.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
13.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
13.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
14.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
14.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
15.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
15.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
16.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
16.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
17.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
17.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
18.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
18.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
19.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
19.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
20.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
20.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
21.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
21.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
22.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
22.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
23.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
23.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
24.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
24.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
25.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
25.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
26.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
26.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
27.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
27.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
28.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
28.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
29.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT
29.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
30.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/249 +X	UGT

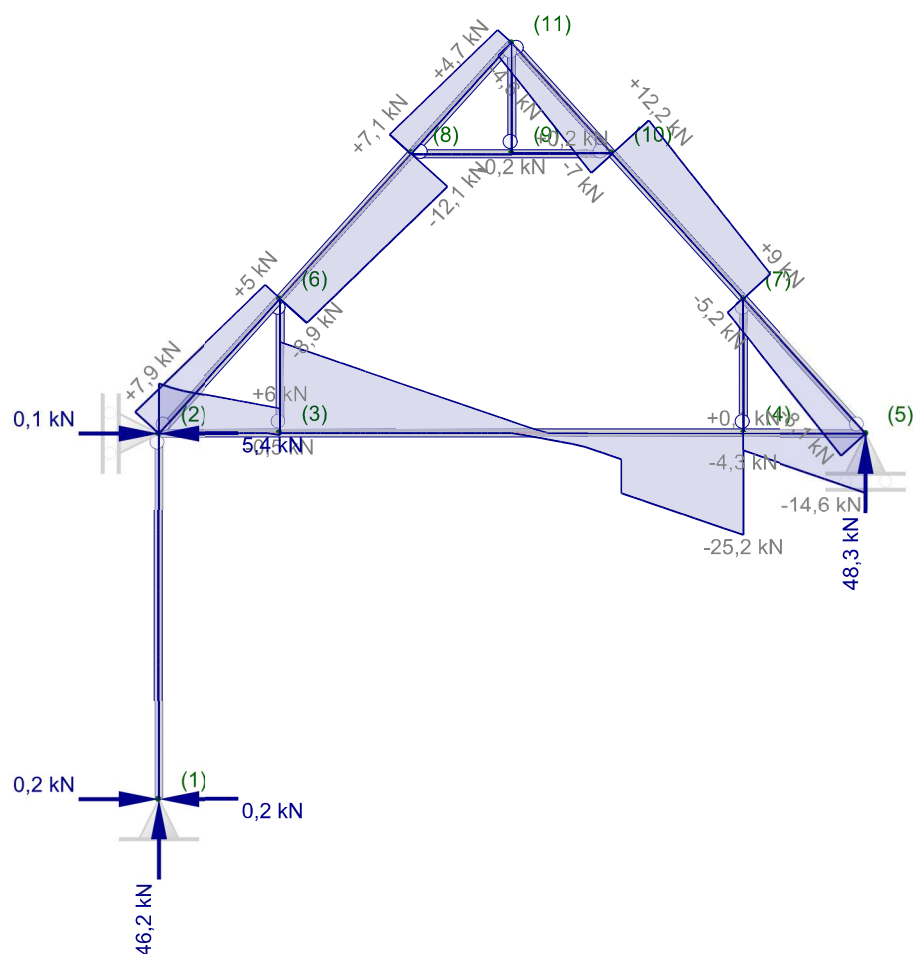
30.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/249 -X	UGT
------	--	-----

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1,00x1,22	0,40x1,35								
1.2	1,00x1,22	0,40x1,35								
2.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
2.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
3.1	1,00x1,08	1,00x1,35								
3.2	1,00x1,08	1,00x1,35								
4.1	1,00x0,90	1,00x1,35								
4.2	1,00x0,90	1,00x1,35								
5.1	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
5.2	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
6.1	1,00x0,90	0,40x1,35	1,00x1,35							
6.2	1,00x0,90	0,40x1,35	1,00x1,35							
7.1	1,00x1,08	0,40x1,35		1,00x1,35						
7.2	1,00x1,08	0,40x1,35		1,00x1,35						
8.1	1,00x0,90	0,40x1,35		1,00x1,35						
8.2	1,00x0,90	0,40x1,35		1,00x1,35						
9.1	1,00x1,08	0,40x1,35			1,00x1,35					
9.2	1,00x1,08	0,40x1,35			1,00x1,35					
10.1	1,00x0,90	0,40x1,35			1,00x1,35					
10.2	1,00x0,90	0,40x1,35			1,00x1,35					
11.1	1,00x1,08	0,40x1,35				1,00x1,35				
11.2	1,00x1,08	0,40x1,35				1,00x1,35				
12.1	1,00x0,90	0,40x1,35				1,00x1,35				
12.2	1,00x0,90	0,40x1,35				1,00x1,35				
13.1	1,00x1,08	0,40x1,35					1,00x1,35			
13.2	1,00x1,08	0,40x1,35					1,00x1,35			
14.1	1,00x0,90	0,40x1,35					1,00x1,35			
14.2	1,00x0,90	0,40x1,35					1,00x1,35			
15.1	1,00x1,08	0,40x1,35						1,00x1,35		
15.2	1,00x1,08	0,40x1,35						1,00x1,35		
16.1	1,00x0,90	0,40x1,35						1,00x1,35		
16.2	1,00x0,90	0,40x1,35						1,00x1,35		
17.1	1,00x1,08	0,40x1,35							1,00x1,35	
17.2	1,00x1,08	0,40x1,35							1,00x1,35	
18.1	1,00x0,90	0,40x1,35							1,00x1,35	
18.2	1,00x0,90	0,40x1,35							1,00x1,35	
19.1	1,00x1,08	0,40x1,35								1,00x1,35
19.2	1,00x1,08	0,40x1,35								1,00x1,35
20.1	1,00x0,90	0,40x1,35								1,00x1,35
20.2	1,00x0,90	0,40x1,35								1,00x1,35
21.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
21.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
22.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
22.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
23.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
23.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
24.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
24.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
25.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
25.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
26.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
26.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
27.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
27.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
28.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
28.2	1,00x0,90	0,40x1,35								
29.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
29.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
30.1	1,00x0,90	0,40x1,35								
30.2	1,00x0,90	0,40x1,35								

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15					
1.1										
1.2										
2.1										
2.2										
3.1										
3.2										
4.1										
4.2										
5.1										
5.2										
6.1										
6.2										
7.1										
7.2										
8.1										
8.2										
9.1										
9.2										
10.1										
10.2										
11.1										
11.2										
12.1										
12.2										
13.1										
13.2										
14.1										
14.2										
15.1										
15.2										
16.1										
16.2										
17.1										
17.2										
18.1										
18.2										
19.1										
19.2										
20.1										
20.2										
21.1	1,00x1,35									
21.2	1,00x1,35									
22.1	1,00x1,35									
22.2	1,00x1,35									
23.1		1,00x1,35								
23.2		1,00x1,35								
24.1		1,00x1,35								
24.2		1,00x1,35								
25.1			1,00x1,35							
25.2			1,00x1,35							
26.1			1,00x1,35							
26.2			1,00x1,35							
27.1				1,00x1,35						
27.2				1,00x1,35						
28.1				1,00x1,35						
28.2				1,00x1,35						
29.1					1,00x1,35					
29.2					1,00x1,35					
30.1					1,00x1,35					
30.2					1,00x1,35					



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	3.1	0,185	46,133	
	3.2	-0,185	46,158	
	30.1	0,087	21,556	
2	3.2	0,127		
	13.1	-5,427		
5	3.1		48,297	
	30.2		22,431	
Minimale / maximale waarden				
2	13.1	-5,427		
1	3.1	0,185		
1	30.1		21,556	
5	3.1		48,297	

2.3.3 Omhullende staafkrachten

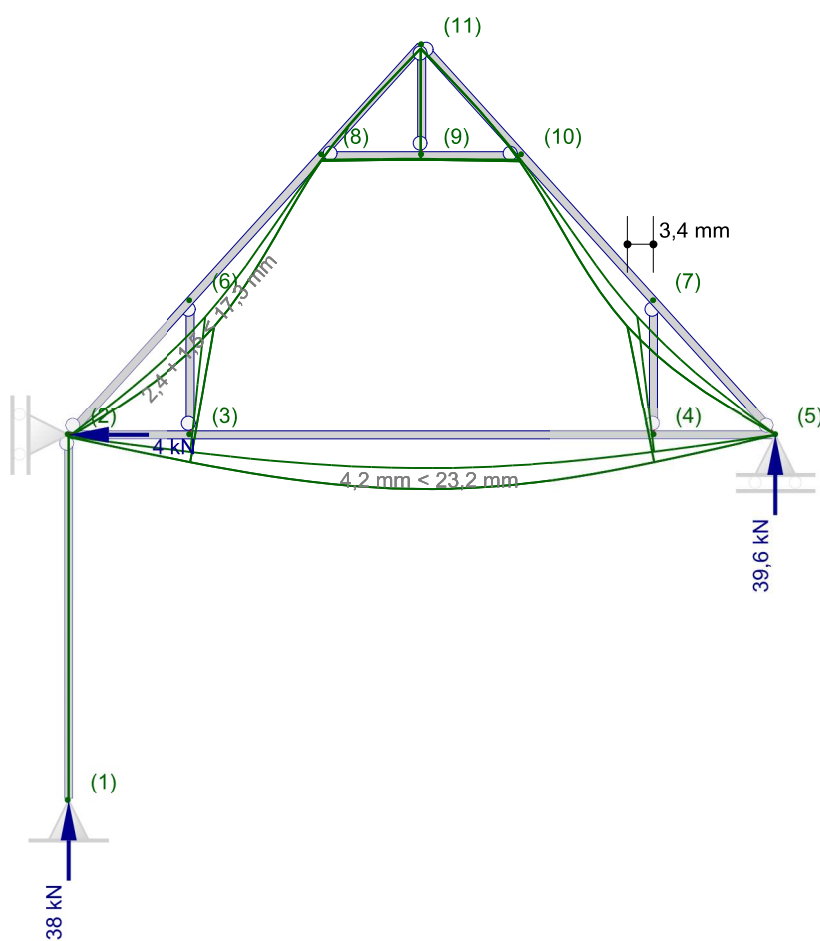
Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	3.2	1		46,159	0,000	0,000
	30.1	1		21,556	0,000	0,000
	3.2	2		-45,701	0,000	0,000
	30.1	2		-21,175	0,000	0,000
2	3.1	2		-19,757	12,335	0,000
	3.1	4		19,603	-25,201	9,414
	3.2	4		19,668	-25,178	9,457
	3.2	4		19,832	-4,293	9,457
	3.2	3		19,668	22,439	7,129
	3.2		3173	19,668	0,000	31,504
	30.2	3		11,490	-0,529	2,058
	3.2	5		19,832	-27,025	0,000
3	30.1	5		11,473	-0,246	0,000
	3.2	3		-20,394	0,000	0,000
	12.1	3		-4,175	0,000	0,000
	3.2	6		20,445	0,000	0,000
4	12.1	6		4,218	0,000	0,000
	3.1	4		-20,864	0,000	0,000
	8.2	4		-8,588	0,000	0,000
	3.1	7		20,915	0,000	0,000
5	8.2	7		8,631	0,000	0,000
	3.1	2		37,932	7,884	0,000
	3.2	2		37,874	7,920	0,000
	3.1	6		-34,685	4,940	9,547
	3.2	6		-34,627	4,976	9,600
	3.2	8		-15,959	-12,110	-7,272
6	3.1	11		3,769	-3,378	0,000
	3.1	7		-19,323	9,036	9,910
	3.1	10		-15,831	12,203	-7,096
	3.1	10		1,194	-7,006	-7,113
	3.2	7		-34,921	-5,132	9,855
	4.2	10		1,570	-6,451	-6,681
7	3.2	5		-38,168	-31,850	0,000
	3.2	8		25,628	-0,194	0,000
	3.1	9		-25,625	-0,233	-0,176
	3.1	9		-25,627	0,233	-0,176
	3.2	9		-25,628	-0,232	-0,176
	30.2	9		-8,240	0,089	-0,060
	3.1	10		-25,627	-0,237	0,000
8	30.2	10		-8,240	-0,062	0,000
	3.1	9		-0,453	0,000	0,000
	30.2	9		-0,177	0,000	0,000
	3.1	11		0,547	0,000	0,000
	30.2	11		0,255	0,000	0,000

2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)**2.4.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
31	Permanent	BGT
32	Veranderlijk	BGT
33	Sneeuw 1	BGT
34	Sneeuw 2	BGT
35	Sneeuw 3	BGT
36	Wind van links A + Onderdruk	BGT
37	Wind van links A + Overdruk	BGT
38	Wind van links B + Onderdruk	BGT
39	Wind van links B + Overdruk	BGT
40	Wind van links C + Onderdruk	BGT
41	Wind van links C + Overdruk	BGT
42	Wind van links D + Onderdruk	BGT
43	Wind van links D + Overdruk	BGT
44	Wind loodrecht A + Onderdruk	BGT
45	Wind loodrecht A + Overdruk	BGT
46	BGT Blijvend	BGT Blijvend
47	BGT Quasi blijvend (i.v.m. kruip)	BGT Quasi blijvend

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	1,00x1,00	0,40x1,00								
32	1,00x1,00	1,00x1,00								
33	1,00x1,00	0,40x1,00	1,00x1,00							
34	1,00x1,00	0,40x1,00		1,00x1,00						
35	1,00x1,00	0,40x1,00			1,00x1,00					
36	1,00x1,00	0,40x1,00				1,00x1,00				
37	1,00x1,00	0,40x1,00					1,00x1,00			
38	1,00x1,00	0,40x1,00						1,00x1,00		
39	1,00x1,00	0,40x1,00							1,00x1,00	
40	1,00x1,00	0,40x1,00								1,00x1,00
41	1,00x1,00	0,40x1,00								
42	1,00x1,00	0,40x1,00								
43	1,00x1,00	0,40x1,00								
44	1,00x1,00	0,40x1,00								
45	1,00x1,00	0,40x1,00								
46	1,00x1,00									
47	1,00x1,00	0,30x1,00								

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15					
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41	1,00x1,00									
42		1,00x1,00								
43			1,00x1,00							
44				1,00x1,00						
45					1,00x1,00					
46										
47										



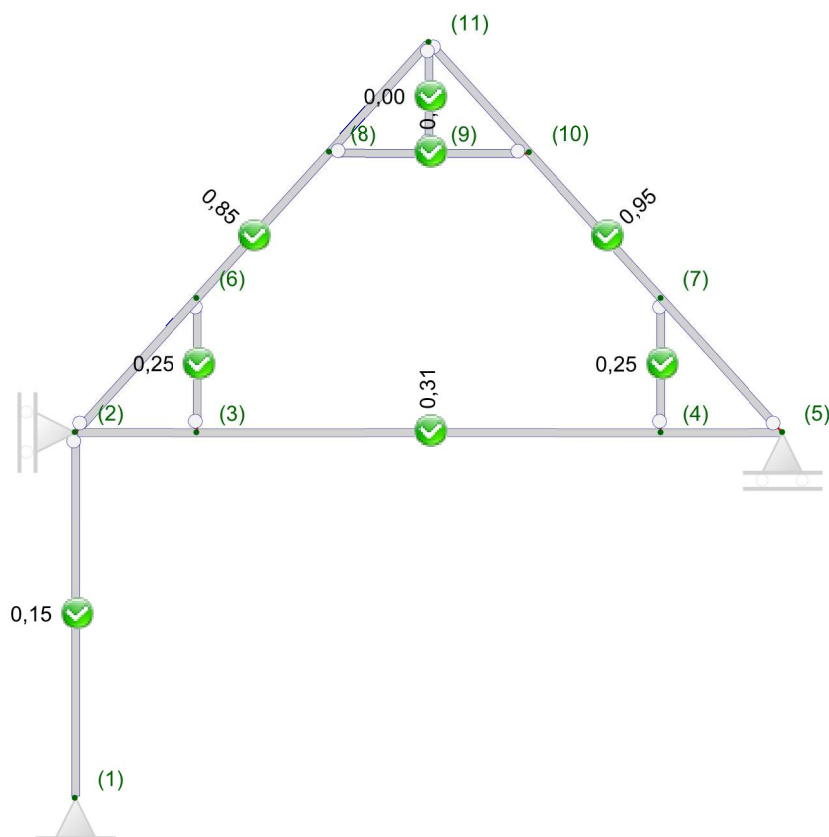
Omhullende verplaatsing

2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	32	0,0	0,0	0,0
	36	0,0	0,0	0,0
	37	0,0	0,0	0,0
	46	0,0	0,0	0,0
2	32	0,0	-0,3	-3,4
	36	0,0	-0,2	-2,4
	45	0,0	-0,2	-1,7
	46	0,0	-0,1	-1,3
3	32	0,0	-3,6	-3,1
	46	0,0	-1,3	-1,1
4	32	0,1	-3,5	3,3
	46	0,0	-1,3	1,2
5	32	0,1	0,0	3,7
	46	0,0	0,0	1,4
6	32	3,1	-3,4	0,3
	37	2,0	-2,2	-0,2
	46	1,1	-1,3	0,1
7	32	-3,4	-3,4	-0,1
	36	-2,1	-2,2	-0,3
	46	-1,2	-1,3	0,0
8	32	0,0	-0,7	2,0
	34	0,0	-0,5	1,2
	36	0,5	-0,9	1,5
	46	0,0	-0,4	0,7
9	32	-0,2	-0,6	0,0
	34	-0,1	-0,5	-0,1
	36	0,3	-0,5	0,4
	37	0,4	-0,4	0,4
	46	-0,1	-0,3	0,0
10	32	-0,3	-0,8	-2,0
	37	0,3	-0,2	-1,1
	46	-0,1	-0,4	-0,7
11	32	-0,1	-0,6	-0,7
	36	0,0	-0,5	0,2
	37	0,0	-0,4	0,2
	46	-0,1	-0,3	-0,2
Minimale / maximale waarden				
7	32	-3,4		
6	32	3,1		
3	32		-3,6	
1	46		0,0	
2	32			-3,4
5	32			3,7

2.5 EN1993 TOETSINGEN / EN1995 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	CFRHS100X100X5	3.2	1	6.2.4	0,09
		3.2	1	6.2.8	0,00
		3.2	1	6.3.3	0,15
2	HEA220	3.2	1	6.2.3	0,01
		3.2	1	6.2.5	0,24
		3.2	1	6.2.6	0,08
		3.2	1	6.2.8	0,24
		3.2	1	6.2.9.1	0,24
		3.2	1	6.3.2.1	0,31
		32	1	Doorbuiging	0,30

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
3	75 x 150	3.2	6.1.2	0,25
		3.1	6.1.7	0,00
		3.2	6.2.3	0,25
4	75 x 150	3.1	6.1.2	0,25
		3.2	6.1.7	0,00
		3.1	6.2.3	0,25
5	100x250	3.2	6.1.2	0,02

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
5	100x250	3.1	6.1.4	0,13
		3.2	6.1.7	0,29
		3.1	6.2.3	0,57
		3.2	6.2.4	0,75
		3.2	6.3.2	0,85
		3.2	6.3.3	0,83
		32	Doorbuiging	0,34
6	100x250	3.2	6.1.2	0,02
		3.1	6.1.4	0,13
		3.1	6.1.7	0,33
		3.1	6.2.4	0,78
		3.1	6.3.2	0,95
		3.1	6.3.3	0,87
		32	Doorbuiging	0,36
7	75 x 150	3.2	6.1.4	0,19
		3.1	6.1.7	0,01
		3.1	6.2.4	0,09
		3.1	6.3.2	0,45
8	100x250	3.1	6.1.2	0,00

2.5.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

Staaf 1 - CFRHS100X100X5

Axiale druk

art. 6.2.4

Combinatie: 3.2 x = 0 mm Nx = -46,159 kN Vz = 0 kN My = 0 kNm

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1834,4 \times 275}{1,00} \times 10^{-3} = 504,467 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{46,2}{504,5} = 0,09 < 1,0 \quad (6.9)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 3.2 x = 3000 mm Nx = -45,701 kN Vz = 0 kN My = 0 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{917 \times (275 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 145,6 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 145,593 / 2 = 72,797 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Prismatische, op buiging en druk belaste staven

art. 6.3.3

Combinatie: 3.2 x = 1500 mm Nx = -46,159 kN Vz = 0 kN My = 0 kNm

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{275}} = 86,8 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3000}{38,4} \frac{1}{86,8} = 0,899 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{275}} = 86,8 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3000}{38,4} \frac{1}{86,8} = 0,899 \quad (6.50)$$

Knikkromme $y-y$ c $\alpha = 0,49$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,899 - 0,2) + 0,899^2] = 1,076$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{1,076 + \sqrt{1,076^2 - 0,899^2}} = 0,6 \quad (6.49)$$

Knikkromme $z-z$ c $\alpha = 0,49$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,899 - 0,2) + 0,899^2] = 1,076$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,076 + \sqrt{1,076^2 - 0,899^2}} = 0,6 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 275 \times 1834 \times 10^{-3} = 504,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 275 \times 64535 \times 10^{-6} = 17,7 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 275 \times 64535 \times 10^{-6} = 17,7 \text{ kNm}$$

Interactiefactoren volgens methode 2 (EN 1993-1-1, Bijlage B)

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0/0 = 1 \rightarrow C_{my} = 0,6 + 0,4 \varphi = 0,6 + 0,4 \times 1 = 1 > 0,4$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 1 \times \left(1 + (0,899 - 0,2) \times \frac{46,159}{0,6 \times 504,467 / 1,00} \right) = 1,107$$

$$k_{zy} = 0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{46,159}{0,6 \times 504,467 / 1,00} + 1,107 \times \frac{0}{1 \times \frac{17,747}{1,00}} = 0,15 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{46,159}{0,6 \times 504,467 / 1,00} + 0 \times \frac{0}{1 \times \frac{17,747}{1,00}} = 0,15 < 1 \quad (6.62)$$

Staaf 2 - HEA220

Axiale trek

art. 6.2.3

Combinatie: 3.2 $x = 4800 \text{ mm}$ $N_x = 19,832 \text{ kN}$ $V_z = -4,293 \text{ kN}$ $M_y = 9,457 \text{ kNm}$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6436,3 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 1512,5 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{19,8}{1512,5} = 0,01 < 1,0 \quad (6.5)$$

Buigend moment**art. 6.2.5**Combinatie: 3.2 $x = 3172,6 \text{ mm}$ $N_x = 19,668 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 31,504 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{568644,1 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 133,631 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{31,504}{133,631} = 0,24 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)**art. 6.2.6**Combinatie: 3.2 $x = 1000 \text{ mm}$ $N_x = 19,668 \text{ kN}$ $V_z = 22,439 \text{ kN}$ $M_y = 7,129 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2069 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 280,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{22,4}{280,7} = 0,08 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht**art. 6.2.8**Combinatie: 3.2 $x = 3172,6 \text{ mm}$ $N_x = 19,668 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 31,504 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2069 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 280,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 280,716 / 2 = 140,358 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Buiging en normaalkracht**art. 6.2.9**Combinatie: 3.2 $x = 3172,6 \text{ mm}$ $N_x = 19,668 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 31,504 \text{ kNm}$

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 1512,5 = 378,1 \text{ kN} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} < \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 188 \times 7 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 154,6 \text{ kN} \quad (6.34)$$

Het effect van de normaalkracht op het vloeimoment hoeft niet in rekening te worden gebracht. (4)

Kipstabiliteit**art. 6.3.2.1**Combinatie: 3.2 $x = 3172,6 \text{ mm}$ $N_x = 19,832 \text{ kN}$ $V_z = 2,815 \text{ kN}$ $M_y = 31,504 \text{ kNm}$

$$\text{Aantal kipsteunen: } 0$$

$$d' = h - t = 210 - 11 = 199 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(199)^2 \times 220^3 \times 11,0}{24} = 193266 \times 10^6 \text{ mm}^6$$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26

$$I_t = 285781 \text{ mm}^4$$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 5800 \text{ mm}$$

$$L_{st} = 5800 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 2900 \text{ mm}) = 31,12 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 7,401 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8M}{8|M| + qL_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 7,401 \times 5800^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = -0,461$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 105 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 5800 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E x I_z}{G x I_t}} = \frac{210}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 19545887}{80769 \times 285781}} = 1400 \text{ mm} \quad \text{(NB.159)}$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) =$$

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 5800}{5800} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 1400^2}{5800^2} \times (-0,461^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,461 \times 1400}{5800} \right) = 3,382$$

$$h/t_w = 210/7 = 30 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad \text{(NB.153)}$$

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E x I_z \times G x I_t} =$$

$$= 1 \times \frac{3,382}{5800} \times \sqrt{210000 \times 19545887 \times 80769 \times 285781} \times 10^{-6} = 179,462 \text{ kNm} \quad \text{(NB.148)}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{568644 \times 235}{179462334}} = 0,863 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

$$\text{Kipkromme a} \quad \alpha_{Lt} = 0,21$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - 0,2) + \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,863 - 0,2) + 0,863^2] = 0,942$$

$$\chi_{Lt} = \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \lambda_{Lt}^2}} = \frac{1}{0,942 + \sqrt{0,942^2 - 0,863^2}} = 0,758 \quad \text{(6.56)}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,758 \times 568644,1 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 101,3 \text{ kNm} \quad \text{(6.55)}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{31,5}{101,3} = 0,31 < 1,0 \quad \text{(6.54)}$$

Doorbuiging

Combinatie: 32 $x = 2961,6 \text{ mm}$ $N_x = 16,357 \text{ kN}$ $V_z = 1,679 \text{ kN}$ $M_y = 24,824 \text{ kNm}$

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0,3 \text{ mm}$ $d_{z2} = 0 \text{ mm}$

$$w_{\text{eind},z} = w_z - w_{\text{Zeeg},z} = -6,9 - 0 = -6,9 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{eind},z}|}{w_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-6,9|}{5800 / 250} = \frac{|-6,9|}{23,2} = 0,30 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk},z} = w_z - w_{\text{BGT Blijvend},z} = -6,9 + 2,4 = -4,4 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{bijk},z}|}{w_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-4,4|}{5800 / 333} = \frac{|-4,4|}{17,4} = 0,26 < 1,0$$

2.5.2 BEREKENING VAN UNITY CHECKS**Staaf 6 - 100x250 (C20 Klimaatklasse:1)****Trek evenwijdig aan de vezelrichting**

art. 6.1.2

Combinatie : 3.2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 3,89 \text{ kN}$ $V_z = -4,552 \text{ kN}$ $M_y = 0 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,Ed}}{A} = \frac{3889,8}{25000} = 0,2 \text{ N/mm}^2 < f_{t,0,d} = 7,4 \text{ N/mm}^2 \quad (6.1)$$

Druk evenwijdig aan de vezelrichting

art. 6.1.4

Combinatie : 3.1 $x = 4315,6 \text{ mm}$ $N_x = -38,093 \text{ kN}$ $V_z = -8,119 \text{ kN}$ $M_y = 0 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{38093,0}{25000} = 1,5 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 11,7 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2)$$

Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 3.1 $x = 1228,3 \text{ mm}$ $N_x = -15,831 \text{ kN}$ $V_z = 12,203 \text{ kN}$ $M_y = -7,096 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{12202,5 \times 781250}{100 \times 130208333} = 0,7 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,2 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Gecombineerde buig- en axiale drukspanningen

art. 6.2.4

Combinatie : 3.1 $x = 2829,7 \text{ mm}$ $N_x = -34,853 \text{ kN}$ $V_z = -5,181 \text{ kN}$ $M_y = 9,881 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{34853}{25000} = 1,4 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{9,881 \times 10^6}{1042 \times 10^3} = 9,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\left(\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \left(\frac{1,4}{11,7} \right)^2 + \frac{9,5}{12,3} = 0,78 < 1,00 \quad (6.19)$$

Kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging**art. 6.3.2**Combinatie : 3.1 $x = 2829,7 \text{ mm}$ $N_x = -34,853 \text{ kN}$ $V_z = -5,181 \text{ kN}$ $M_y = 9,881 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{4319}{72,2} = 59,84 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{59,84}{\pi} \sqrt{\frac{19,0}{6400}} = 1,038 \quad (6.21)$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{2159}{28,9} = 74,80 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{74,80}{\pi} \sqrt{\frac{19,0}{6400}} = 1,297 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,038 - 0,3) + 1,038^2) = 1,11 \quad (6.27)$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,11 + \sqrt{1,11^2 - 1,04^2}} = 0,66 \quad (6.25)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,297 - 0,3) + 1,297^2) = 1,44 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,44 + \sqrt{1,44^2 - 1,30^2}} = 0,48 \quad (6.26)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{34853}{25000} = 1,4 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{9,881 \times 10^6}{1042 \times 10^3} = 9,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,4}{0,66 \times 11,7} + \frac{9,5}{12,3} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,3} = 0,95 < 1,00 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,4}{0,48 \times 11,7} + 0,7 \times \frac{9,5}{12,3} + \frac{0,0}{13,3} = 0,79 < 1,00 \quad (6.24)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging**art. 6.3.3**Combinatie : 3.1 $x = 2829,7 \text{ mm}$ $N_x = -38,099 \text{ kN}$ $V_z = 10,362 \text{ kN}$ $M_y = 9,91 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

Aantal kipsteunen: 1

Afstanden kipsteunen: 2159 2159

Op twee steunpunten: Gelijkmatic verdelde belasting

$$\rightarrow l_{ef} = 0,9 \times l = 0,9 \times 2159 = 1943 \text{ mm} \quad l_{ef} = l_{ef} + 2h = 1943 + 2 \times 250 = 2159 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 100^2}{250 \times 2159} \times 6400 = 92,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{20}{92,5}} = 0,465 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{9,910 \times 10^6}{1042 \times 10^3} = 9,5 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{38099}{25000} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{z} = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{2159}{28,9} = 74,80 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{74,80}{\pi} \sqrt{\frac{19,0}{6400}} = 1,297 \quad (6.22)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,297 - 0,3)) + 1,297^2 = 1,44 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,44 + \sqrt{1,44^2 - 1,30^2}} = 0,48 \quad (6.26)$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,d} f_{c,0,d}} = \left(\frac{9,5}{1,00 \times 12,3} \right)^2 + \frac{1,5}{0,48 \times 11,7} = 0,87 < 1,00 \quad (6.35)$$

Doorbuiging

Combinatie : 32 $x = 2876,4 \text{ mm}$ $N_x = -28,701 \text{ kN}$ $V_z = -3,968 \text{ kN}$ $M_y = 7,626 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0,5 \text{ mm}$ $d_{z2} = 0,1 \text{ mm}$

$$w_{eind,z} = w_z + k_{def} w_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -4,6 + 0,6 \times -2,6 = -6,2 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-6,2|}{4319 / 250} = \frac{|-6,2|}{17,3} = 0,36 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_z - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -4,6 + 1,7 = -3 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-3|}{4319 / 250} = \frac{|-3|}{17,3} = 0,17 < 1,0$$

Staaf 7 - 75 x 150 (C20 Klimaatklasse:1)

Druk evenwijdig aan de vezelrichting

art. 6.1.4

Combinatie : 3.2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = -25,628 \text{ kN}$ $V_z = -0,194 \text{ kN}$ $M_y = 0 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{25628,0}{11250} = 2,3 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 11,7 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2)$$

Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 3.1 $x = 825 \text{ mm}$ $N_x = -25,627 \text{ kN}$ $V_z = 0,233 \text{ kN}$ $M_y = -0,176 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{232,5 \times 210938}{75 \times 21093750} = 0 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,2 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Gecombineerde buig- en axiale drukspanningen

art. 6.2.4

Combinatie : 3.1 $x = 825 \text{ mm}$ $N_x = -25,627 \text{ kN}$ $V_z = 0,233 \text{ kN}$ $M_y = -0,176 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{25627}{11250} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{0,176 \times 10^6}{281 \times 10^3} = 0,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\left(\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \left(\frac{2,3}{11,7} \right)^2 + \frac{0,6}{12,3} = 0,09 < 1,00 \quad (6.19)$$

Kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging**art. 6.3.2**

Combinatie : 3.1 x = 825 mm Nx = -25,627 kN Vz = 0,233 kN My = -0,176 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1650}{43,3} = 38,11 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{38,11}{\pi} \sqrt{\frac{19,0}{6400}} = 0,661 \quad (6.21)$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1650}{21,7} = 76,21 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{76,21}{\pi} \sqrt{\frac{19,0}{6400}} = 1,322 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (0,661 - 0,3)) + 0,661^2 = 0,75 \quad (6.27)$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,75 + \sqrt{0,75^2 - 0,66^2}} = 0,89 \quad (6.25)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,322 - 0,3)) + 1,322^2 = 1,48 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,48 + \sqrt{1,48^2 - 1,32^2}} = 0,47 \quad (6.26)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{25627}{11250} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{0,176 \times 10^6}{281 \times 10^3} = 0,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,3}{0,89 \times 11,7} + \frac{0,6}{12,3} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,1} = 0,27 < 1,00 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,3}{0,47 \times 11,7} + 0,7 \times \frac{0,6}{12,3} + \frac{0,0}{14,1} = 0,45 < 1,00 \quad (6.24)$$