

Statische berekeningen

Ten behoeve van:

Het bouwen van een bijgebouw aan Bovenstehuis 3 te Boekel

Datum:

9-9-2022

Principaal:

[REDACTED]

Bovenstehuis 3
5427 RL Boekel

Van toepassing zijde voorschriften

- EN 1990 Eurocode 0 : Grondslagen voor het constructief ontwerp
- EN 1991 Eurocode 1 : Belasting op constructies
- EN 1992 Eurocode 2 : Ontwerp en berekening van betonconstructies
- EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies
- EN 1994 Eurocode 4 : Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies
- EN 1995 Eurocode 5 : Ontwerp en berekening van houconstructies
- EN 1996 Eurocode 6 : Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk
- EN 1997 Eurocode 7 : Geotechnisch ontwerp
- EN 1998 Eurocode 8 : Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constr
- EN 1999 Eurocode 9 : Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies

Materiaal

Beton	i.h.w. gestort C20/25 Prefab C40/45
Staal	profielstaal S235 (Fe360) Bouten 8.8
Hout	kwaliteit C18 (eiken hout C23)

Gebouwgegevens

Gebouwtype	Categorie :
Gevolgklasse	CC2
Betrouwbaarheidsklasse	RC1, $k_{fl} = 0,90$
Ontwerplevensduurklasse	4 (50 jaar)
Locatie ivm. windbelasting	gebied III
Omgeving i.v.m. windbelast	onbebouwd

Belastingen

Platte dak

Eigen gewicht	
Dakbedekking + dakplaten	= 0,12
Zonnepanelen	= 0,13
Totaal	= 0,25 kN/m ²

Hellend dak

Eigen gewicht	
Dakbedekking + dakplaten	= 0,12
Zonnepanelen	= 0,13
Totaal	= 0,25 kN/m ²

Dakhelling 60°

$$0,25/\cos 60 = 0,50 \text{ kN/m'}$$

Afmetingen Z-gordingen volgens opgave en berekening leverancier

FUNDERING

Voor- achtergevel

Belasting

Eigen gewicht

3,85 m' spouwmuur x 4,0	= 15,4	
Goot	= 1,0	
Eigen gewicht	= 3,5	
Totaal	= 19,9 x 1,08	= 21,5

Spant over 2 m' = 11,9

Totaal = 33,4 kN/m'

Aanlegbreedte 600 mm, grondspanning = 55,7 kN/m²

Strokenfundering 600x200 met onder- en bovenwap. Ø8-150-150

Zijgevel

Belasting

Eigen gewicht

6,5 m' spouwmuur x 5,0	= 32,5	
2,4 m' dak x 0,25	= 0,6	
Eigen gewicht	= 3,5	
Totaal	= 36,6 x 1,08	= 39,53

Veranderlijke belasting

2,4 m' dak x 1,0 = 2,4 x 1,35 = 3,24

Totaal = 42,8 kN/m'

Co

Aanlegbreedte 600 mm, grondspanning = 71,3 kN/m²

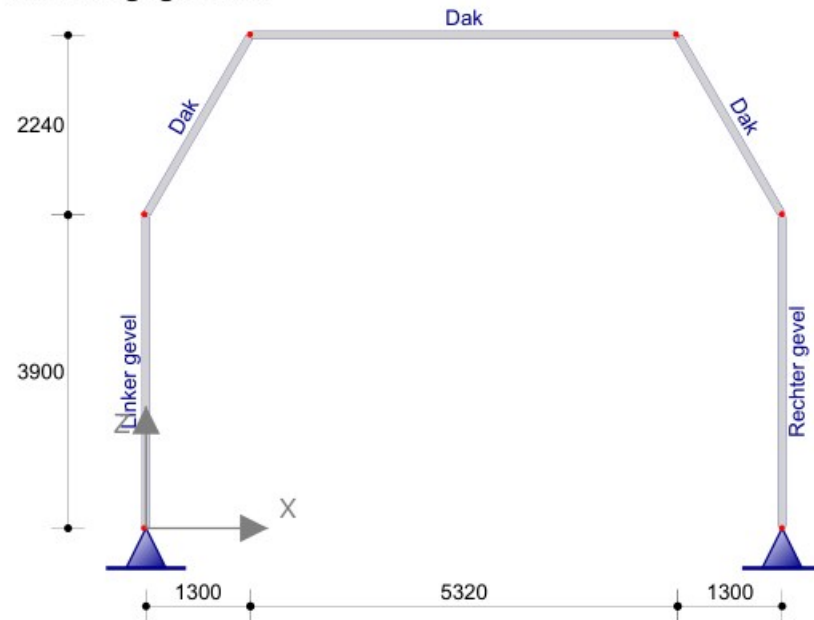
Strokenfundering 600x200 met onder- en bovenwap. Ø8-150-150

Inhoudsopgave

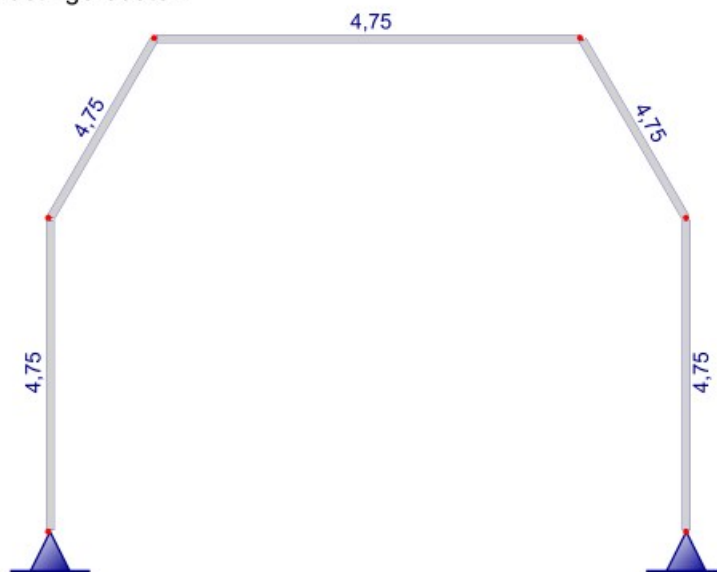
1.1 KNOPEN.....	2
1.2 STAVEN.....	3
1.3 PROFIELEN.....	3
1.4 Sneeuwbelasting.....	4
1.5 Winddrukken.....	4
1.6 Windbelastingen.....	5
1.7 BELASTINGSGEVALLEN.....	5
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	6
1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	7
1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1.....	7
1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2.....	8
1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3.....	9
1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk.....	10
1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk.....	11
1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk.....	12
1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk.....	13
1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk.....	14
1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk.....	15
1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk.....	16
1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk.....	17
1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk.....	18
1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk.....	19
1.23 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk.....	20
1.24 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk.....	21
1.25 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk.....	22
1.26 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk.....	23
1.27 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk.....	24
1.28 BELASTINGSGEVAL 21 Wind van rechts D + Overdruk.....	25
1.29 BELASTINGSGEVAL 22 Wind loodrecht A + Onderdruk.....	26
1.30 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk.....	27
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	28
2.2 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	28
2.2.2 Omhullende reactiekrachten.....	34
2.2.3 Omhullende staafkrachten.....	34
2.3 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	35
2.3.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	38
2.4 EN1993 TOETSINGEN.....	38
2.4.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	40
Staaf 1 - IPE240.....	40

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 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	0	A	A	
2	0	3900			
3	1300	6140			
4	6620	6140			
5	7920	3900			
6	7920	0	A	A	

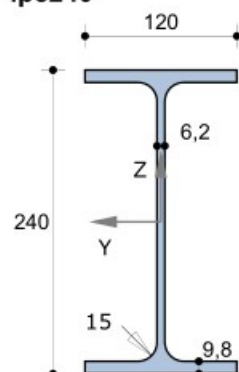
1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		ipe240	3900
2	2	3		ipe240	2590
3	3	4		ipe240	5320
4	4	5		ipe240	2590
5	5	6		ipe240	3900

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	ipe240	30,7	210000	3,914E3	3,8943E7	3,2452E5	3,2452E5

ipe240



Materiaalgegevens

Staalsoort

S235 (Warmgewalst)

Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat

y_{max} = 60,0 mm z_{max} = 120,0 mm

Minimale coördinaat

y_{min} = -60,0 mm z_{min} = -120,0 mm

Zwaartelij

z_s = 0,0 mm y_s = 0,0 mm

Oppervlak / Gewicht

A = 3914,0 mm² G = 30,7 kg/m

Statisch moment

S_y = 183448 mm³ S_z = 36972 mm³

Traagheidsmoment

I_y = 38942643 mm⁴ I_z = 2836568 mm⁴

Traagheidsstraal

i_y = 99,7 mm i_z = 26,9 mm

Elastisch weerstandsmoment

W_{y;el} = 324522 mm³ W_{z;el} = 47276 mm³

Centrifugaalmoment

C_{yz} = 0 mm³ hoek = 0,00 graden

Traagheidsmoment

I_{max} = 38942643 mm⁴ I_{min} = 2836568 mm⁴

Traagheidsstraal

i_{max} = 99,7 mm i_{min} = 26,9 mm

Halveringslijn

z_h = 0,0 mm y_h = 0,0 mm

Plastisch weerstandsmoment

W_{y;pl} = 366897 mm³ W_{z;pl} = 73944 mm³

1.4 Sneeuwbelasting

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

Dakhelling	59,9 graden	$\mu_1 = 0,00$	$\mu_2 = 1,60$
Dakhelling	0,0 graden	$\mu_1 = 0,80$	$\mu_2 = 0,80$
Dakhelling	-59,9 graden	$\mu_1 = 0,00$	$\mu_2 = 1,60$

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	: 6,50 m	Hoogte boven maaiveld	: 6,0 m
Breedte van het gebouw	: 8,42 m	Diepte van het gebouw d	: 19,0 m
A - De afstand kopgevel - hart spant	: 4,75 m	B - Belastingbreedte spant	: 4,8 m

Terreinruwheid

art. 4.3.2

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

$$z_{\min}(4) < z < z_{\max}(200) \quad c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,209 \times \ln\left(\frac{6,5}{0,2}\right) = 0,729 \quad (4.4)$$

Variatie met hoogte

art. 4.3.1

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

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,729 \times 1,000 \times 24,5 = 17,857 \text{ m/s} \quad (4.3)$$

Windturbulentie

art. 4.4

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

$$z_{\min} < z < z_{\max} \quad I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{5,129}{17,857} = 0,287 \quad (4.7)$$

Extreme stuwdruk

art. 4.5

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) = (1 + 7 \times 0,287) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 17,857^2 = 0,6 \text{ kN/m}^2 \quad (4.8)$$

Bepaling van $c_s c_d$

art. 6.2

$$c_s c_d = 1,00$$

1.6 Windbelastingen

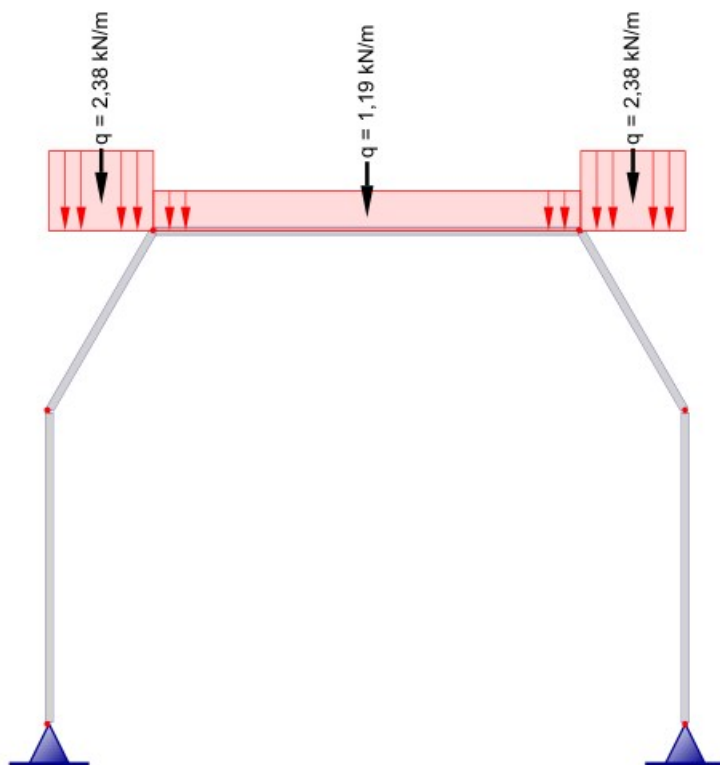
Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m ²]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw01		D	+0,800	6,50	0,600	4,8	2,280	Art. 7.2.2
qw02		E	-0,500	6,50	0,600	4,8	-1,425	"
qw03	0,0	B	-0,800	6,50	0,600	4,8	-2,280	Art. 7.4.1
qw04	59,9	→ F/G	+0,700	6,50	0,600	4,8	1,995	Tabel 7.4
qw05	59,9	→ F/G	+0,694	6,50	0,600	4,8	1,978	"
qw06	59,9	→ H	+0,699	6,50	0,600	4,8	1,993	"
qw07	59,9	→ H	+0,694	6,50	0,600	4,8	1,978	"
qw08	-59,9	→ I	-0,200	6,50	0,600	4,8	-0,570	"
qw09	-59,9	→ I	-0,198	6,50	0,600	4,8	-0,565	"
qw10	-59,9	→ J	-0,300	6,50	0,600	4,8	-0,855	"
qw11	-59,9	→ J	-0,297	6,50	0,600	4,8	-0,848	"
qw12	59,9	← I	-0,200	6,50	0,600	4,8	-0,570	"
qw13	59,9	← I	-0,198	6,50	0,600	4,8	-0,565	"
qw14	59,9	← J	-0,300	6,50	0,600	4,8	-0,855	"
qw15	59,9	← J	-0,297	6,50	0,600	4,8	-0,848	"
qw16	-59,9	← F/G	+0,700	6,50	0,600	4,8	1,995	"
qw17	-59,9	← F/G	+0,694	6,50	0,600	4,8	1,978	"
qw18	-59,9	← H	+0,699	6,50	0,600	4,8	1,993	"
qw19	-59,9	← H	+0,694	6,50	0,600	4,8	1,978	"
qw20	59,9	↑ HI	-0,616	6,50	0,600	4,8	-1,756	"
qw21	59,9	↑ HI	-0,616	6,50	0,600	4,8	-1,756	"
qw22	-59,9	↑ HI	-0,616	6,50	0,600	4,8	-1,756	"
qw23	-59,9	↑ HI	-0,616	6,50	0,600	4,8	-1,756	"
qw24		→	-0,300	6,50	0,600	4,8	-0,855	Art. 7.2.9
qw25		→	+0,200	6,50	0,600	4,8	0,570	"
qw26		←	-0,300	6,50	0,600	4,8	-0,855	"
qw27		←	+0,200	6,50	0,600	4,8	0,570	"
qw28		↑	-0,300	6,50	0,600	4,8	-0,855	"
qw29		↑	+0,200	6,50	0,600	4,8	0,570	"

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 van rechts A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
15	Wind van rechts A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
16	Wind van rechts B + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
17	Wind van rechts B + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
18	Wind van rechts C + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
19	Wind van rechts C + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
20	Wind van rechts D + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
21	Wind van rechts D + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
22	Wind loodrecht A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
23	Wind loodrecht A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

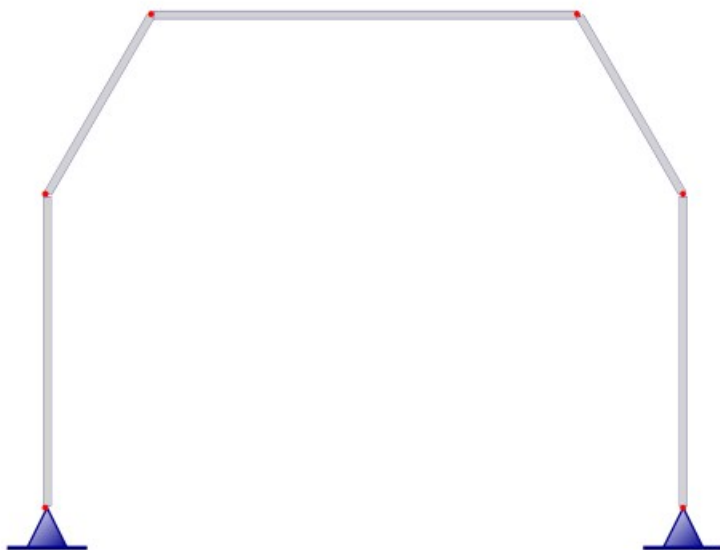
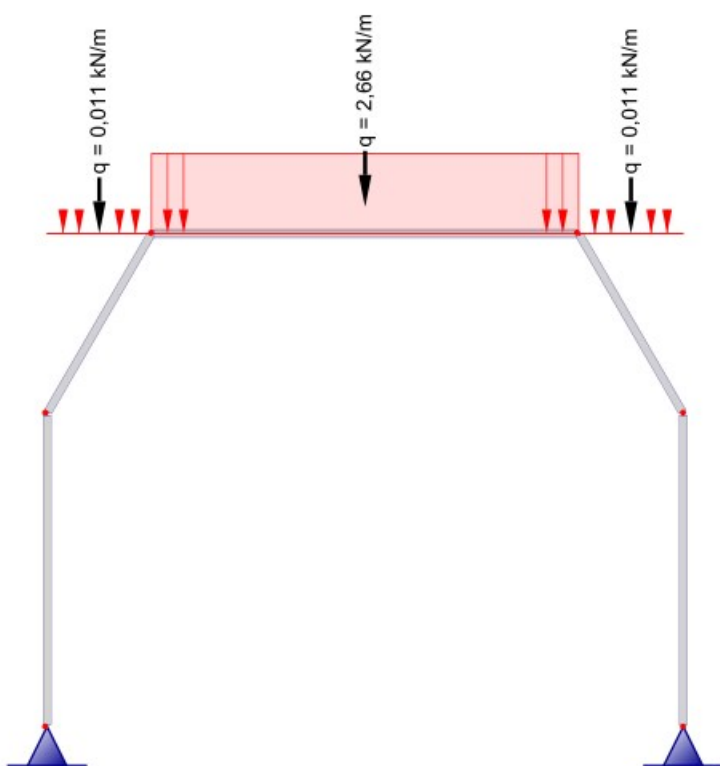


*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 552 kg.

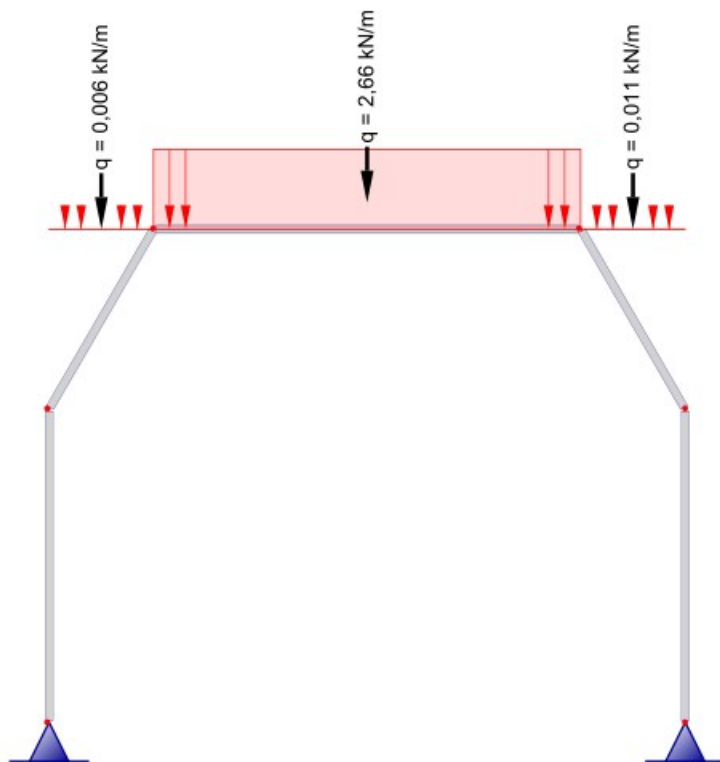
1.8.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-0,301 kN/m	-0,301 kN/m	-90,0	1	0	3900
2	 q	-0,301 kN/m	-0,301 kN/m	-59,9	2	0	2590
2	 q	-2,380 kN/m	-2,380 kN/m	-59,9	2	0	2590
3	 q	-0,301 kN/m	-0,301 kN/m	0,0	3	0	5320
3	 q	-1,190 kN/m	-1,190 kN/m	0,0	3	0	5320
4	 q	-0,301 kN/m	-0,301 kN/m	59,9	4	0	2590
4	 q	-2,380 kN/m	-2,380 kN/m	59,9	4	0	2590
5	 q	-0,301 kN/m	-0,301 kN/m	90,0	5	0	3900

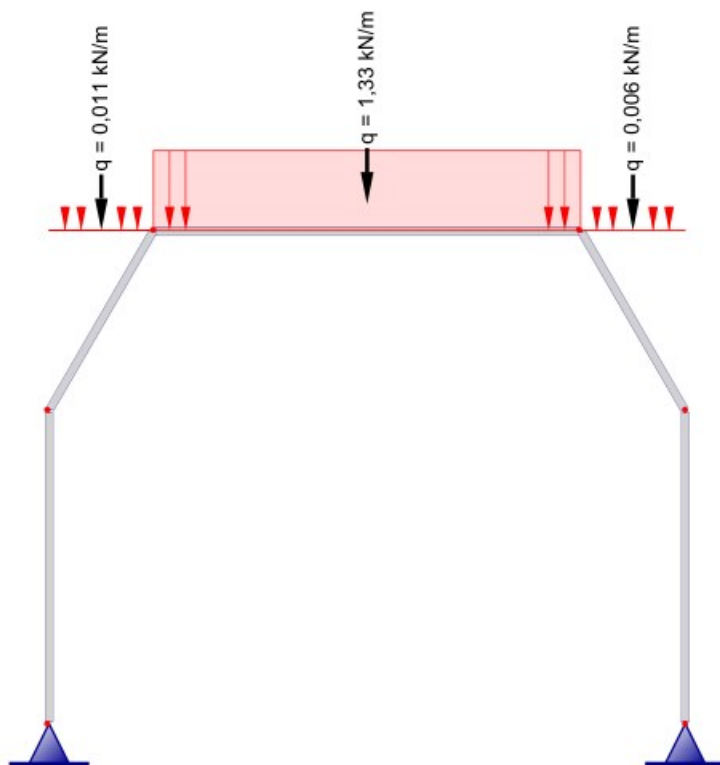
1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1**

1.10.1 Staafbelastingen

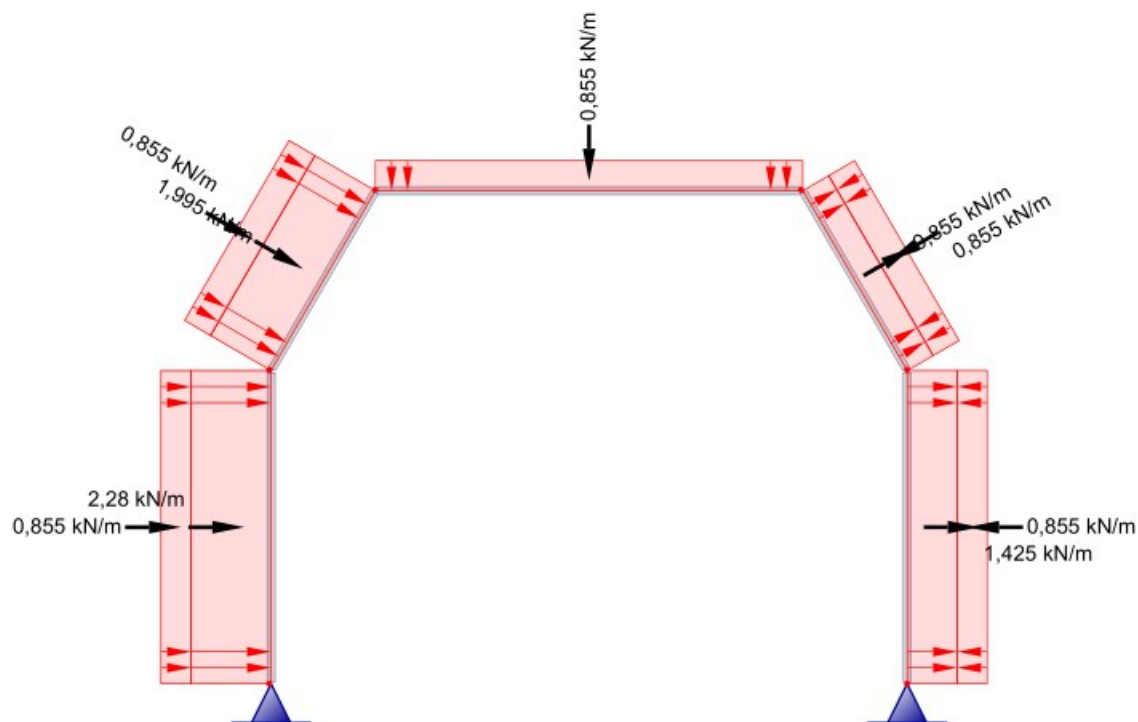
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2		-0,011 kN/m	-0,011 kN/m	-59,9	2	0	2590
3		-2,660 kN/m	-2,660 kN/m	0,0	3	0	5320
4		-0,011 kN/m	-0,011 kN/m	59,9	4	0	2590

1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2**1.11.1 Staafbelastingen**

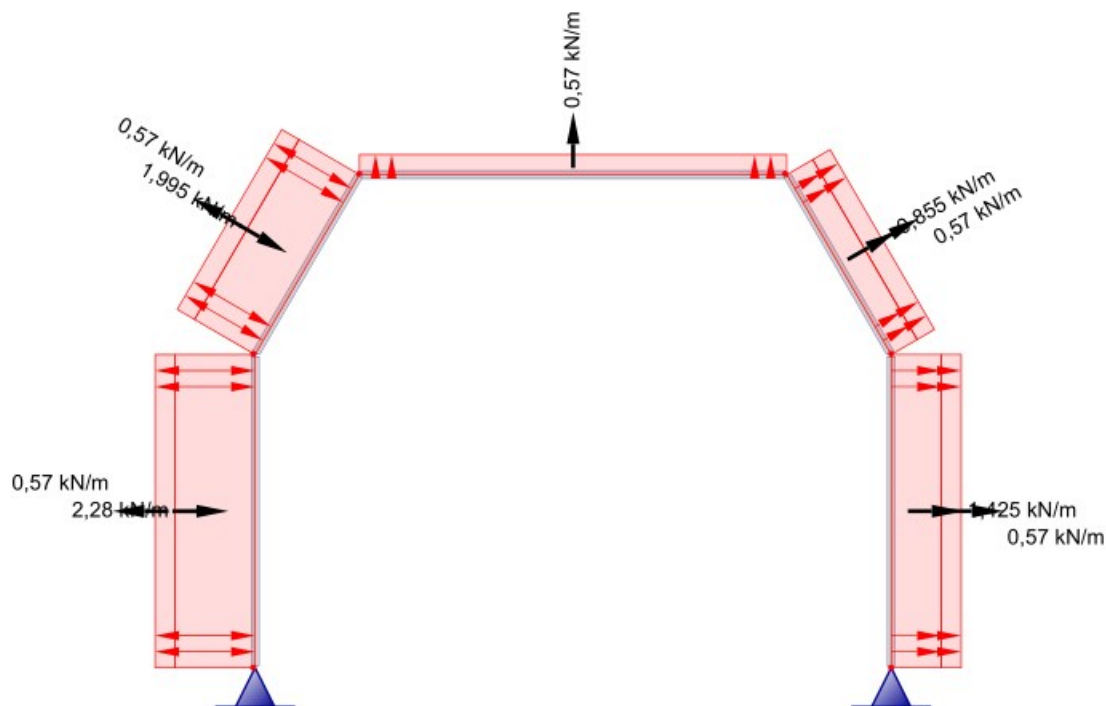
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2		-0,006 kN/m	-0,006 kN/m	-59,9	2	0	2590
3		-2,660 kN/m	-2,660 kN/m	0,0	3	0	5320
4		-0,011 kN/m	-0,011 kN/m	59,9	4	0	2590

1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3**1.12.1 Staafbelastingen**

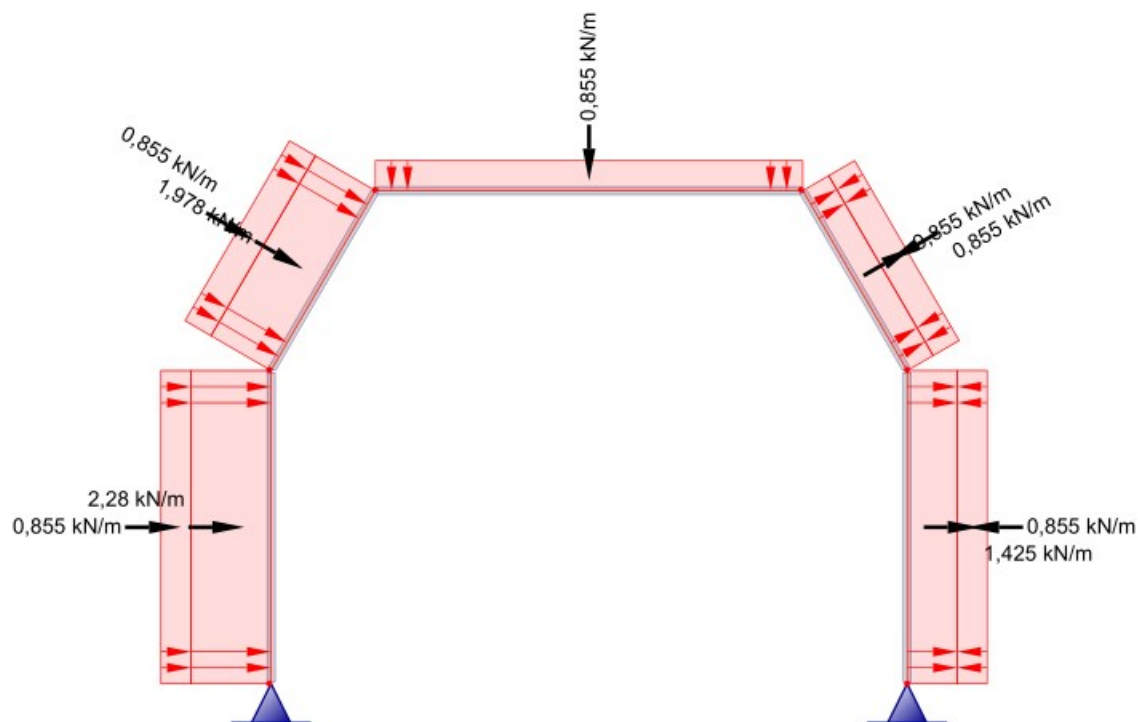
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2		-0,011 kN/m	-0,011 kN/m	-59,9	2	0	2590
3		-1,330 kN/m	-1,330 kN/m	0,0	3	0	5320
4		-0,006 kN/m	-0,006 kN/m	59,9	4	0	2590

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

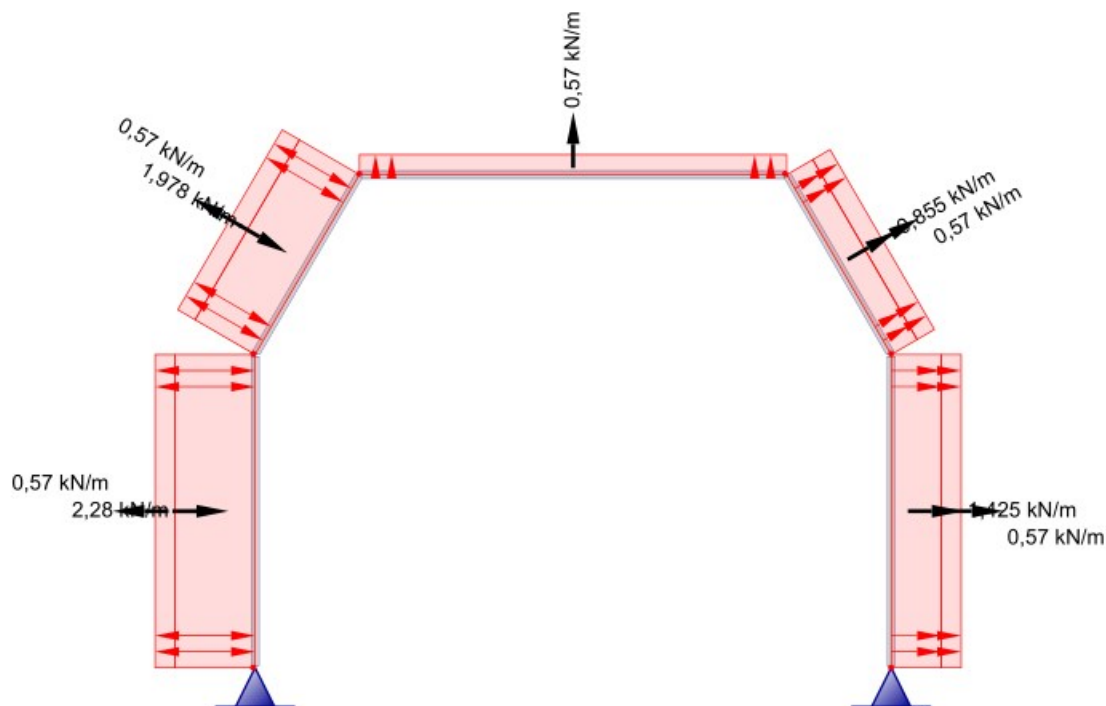
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw04	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw10	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

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

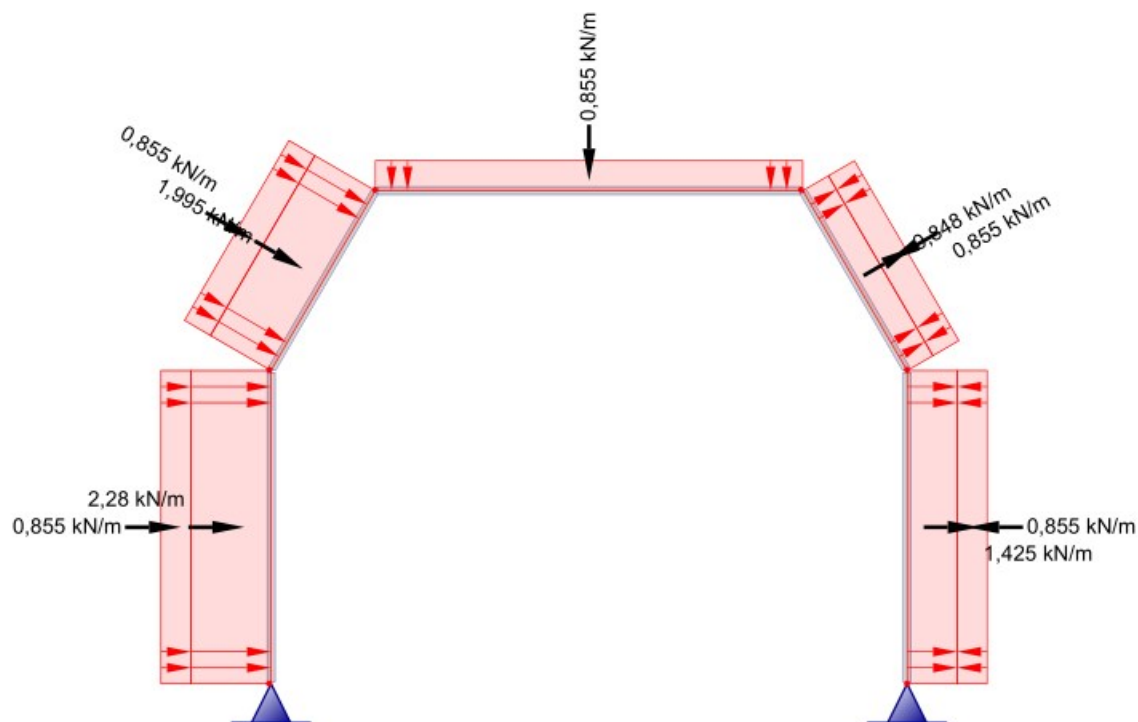
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw04	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw10	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

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

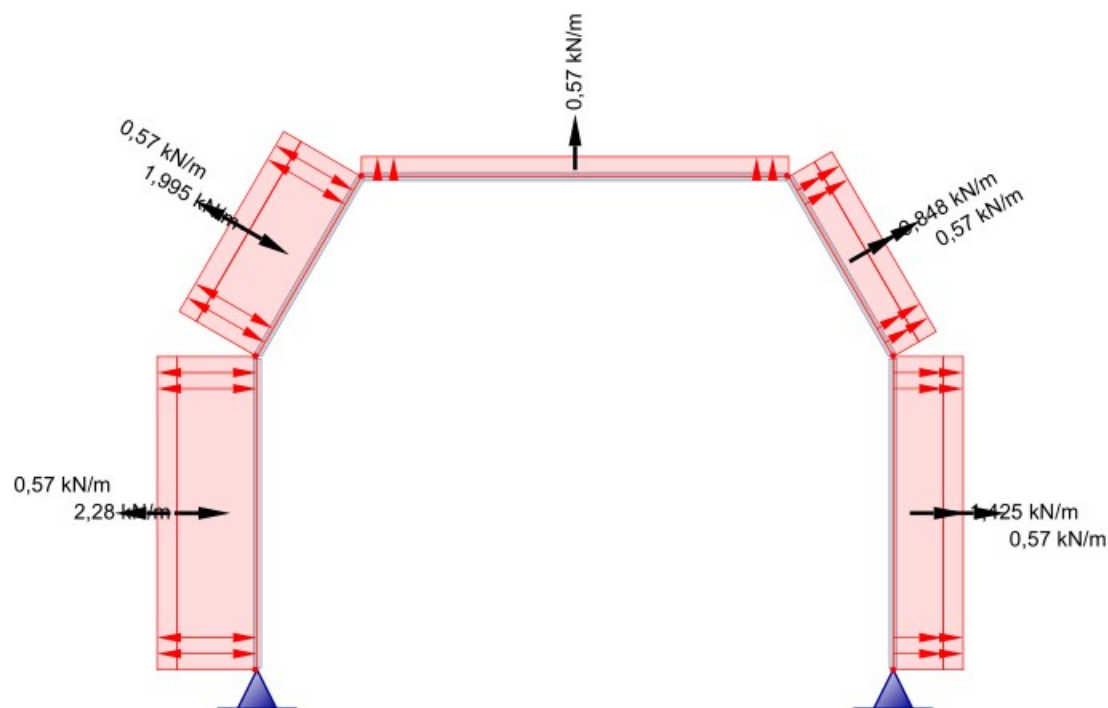
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw05	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw10	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

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

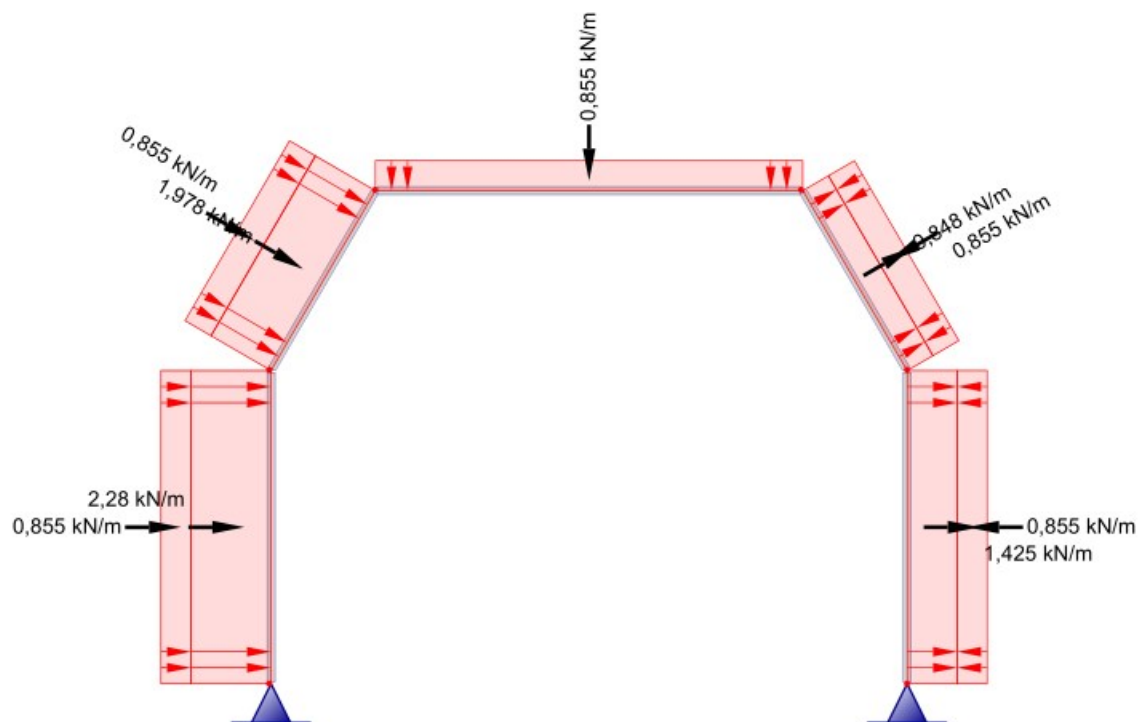
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw05	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw10	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

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

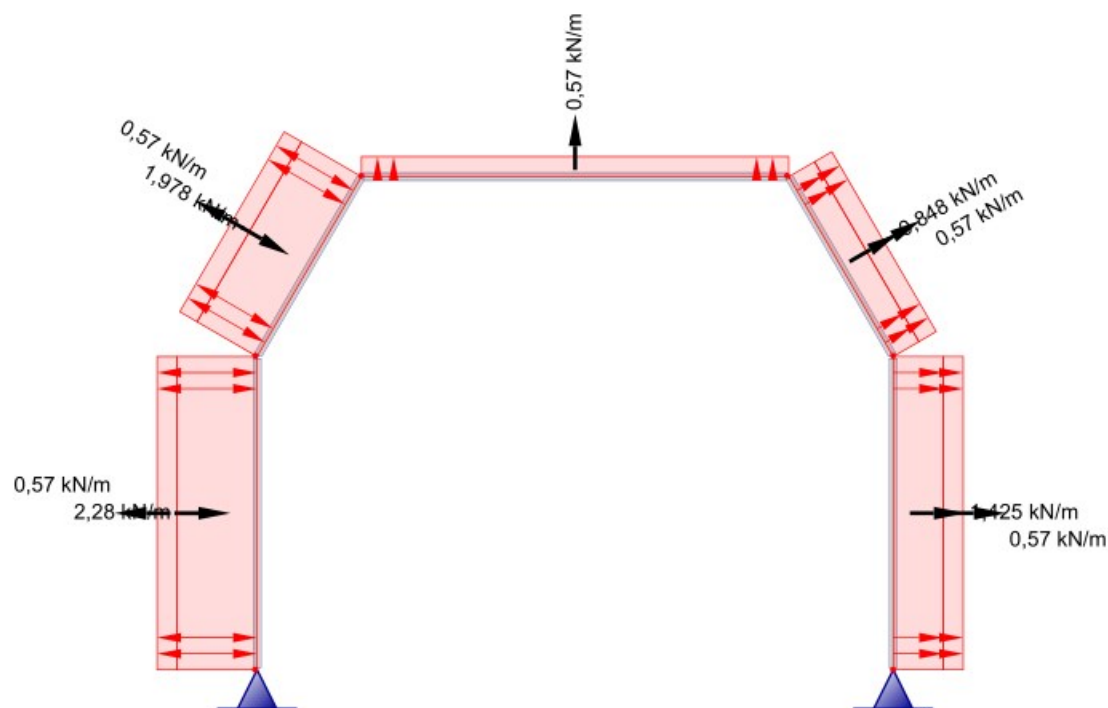
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw04	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw11	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

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

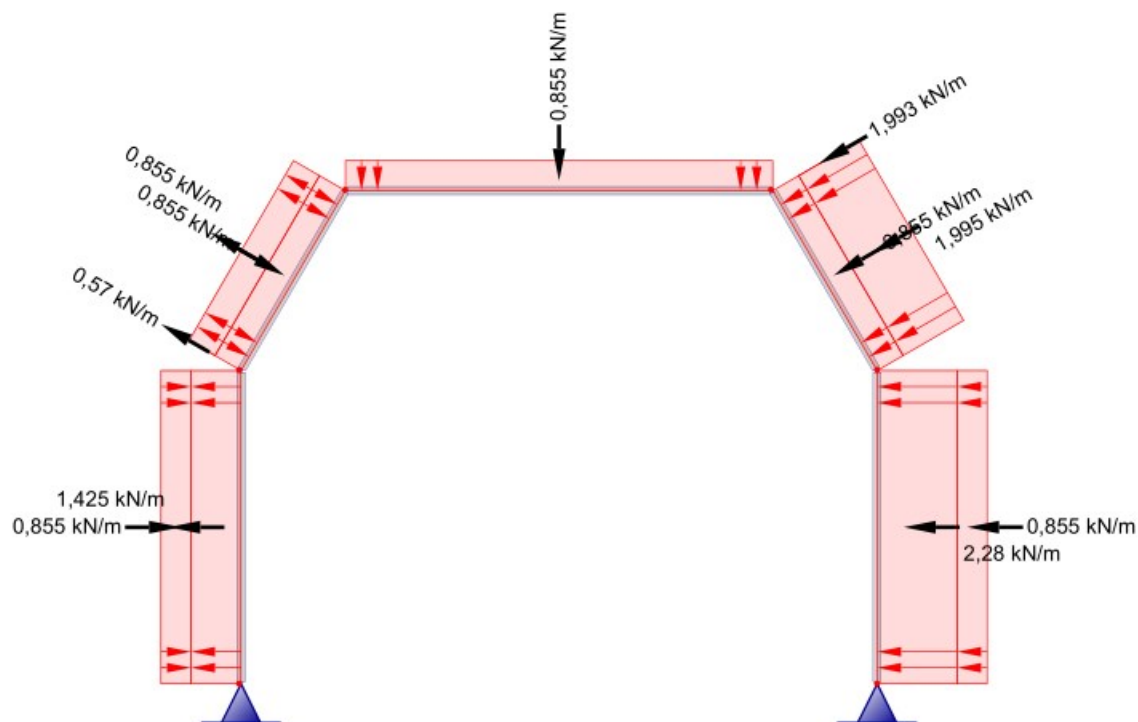
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw04	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw11	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

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

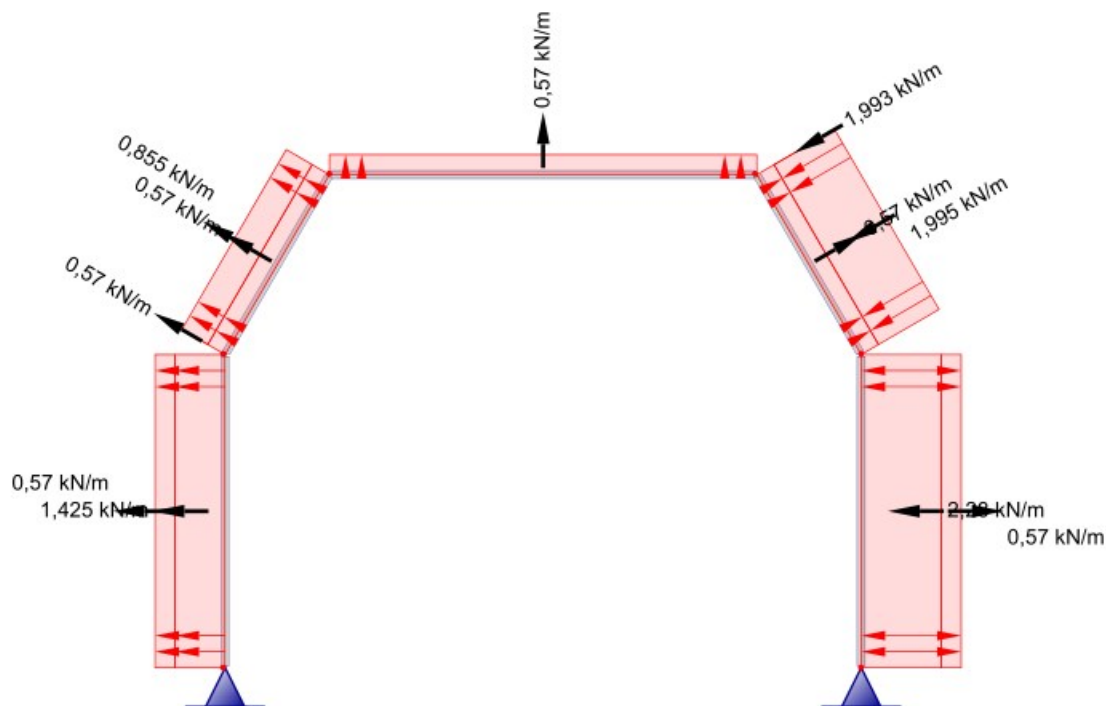
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw05	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw11	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw24	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

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

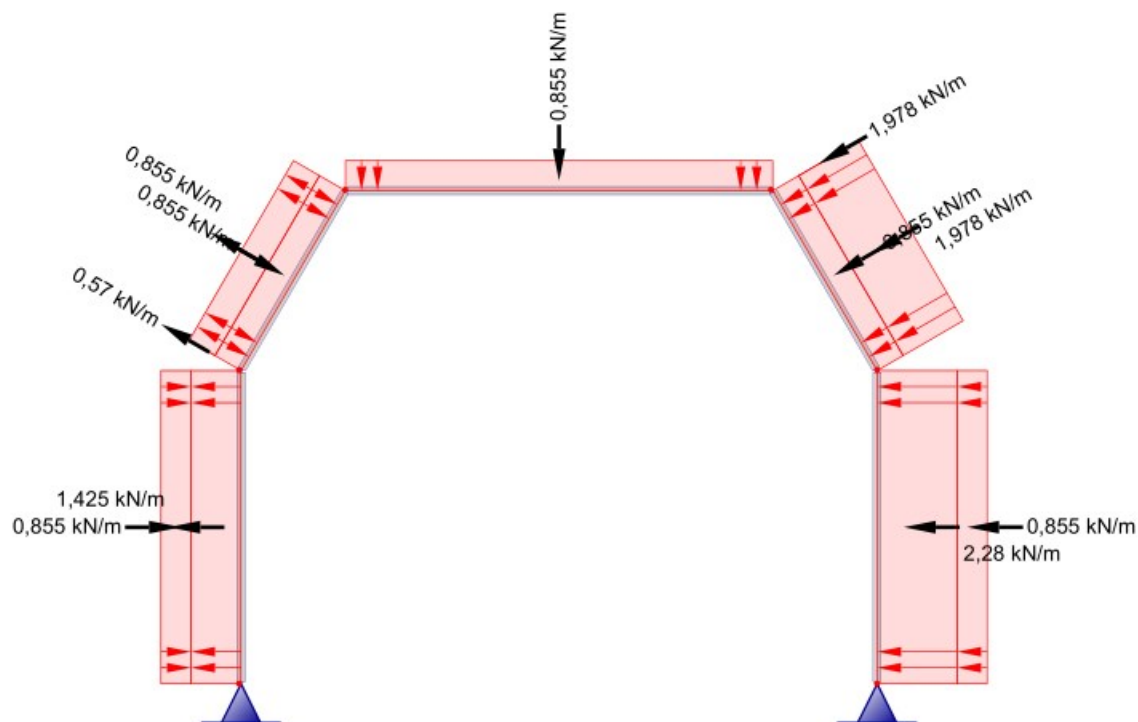
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw05	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw11	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw25	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk**1.21.1 Staaftbelastingen**

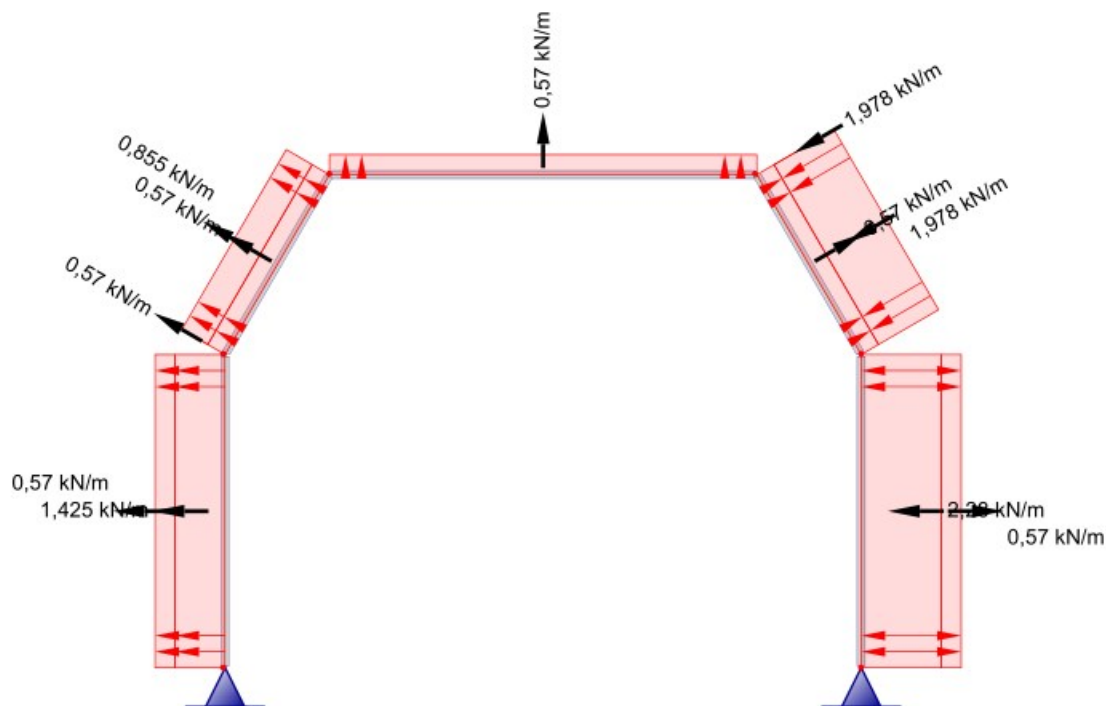
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw12	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw14	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw16	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw18	-1,993 kN/m	-1,993 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk**1.22.1 Staafbelastingen**

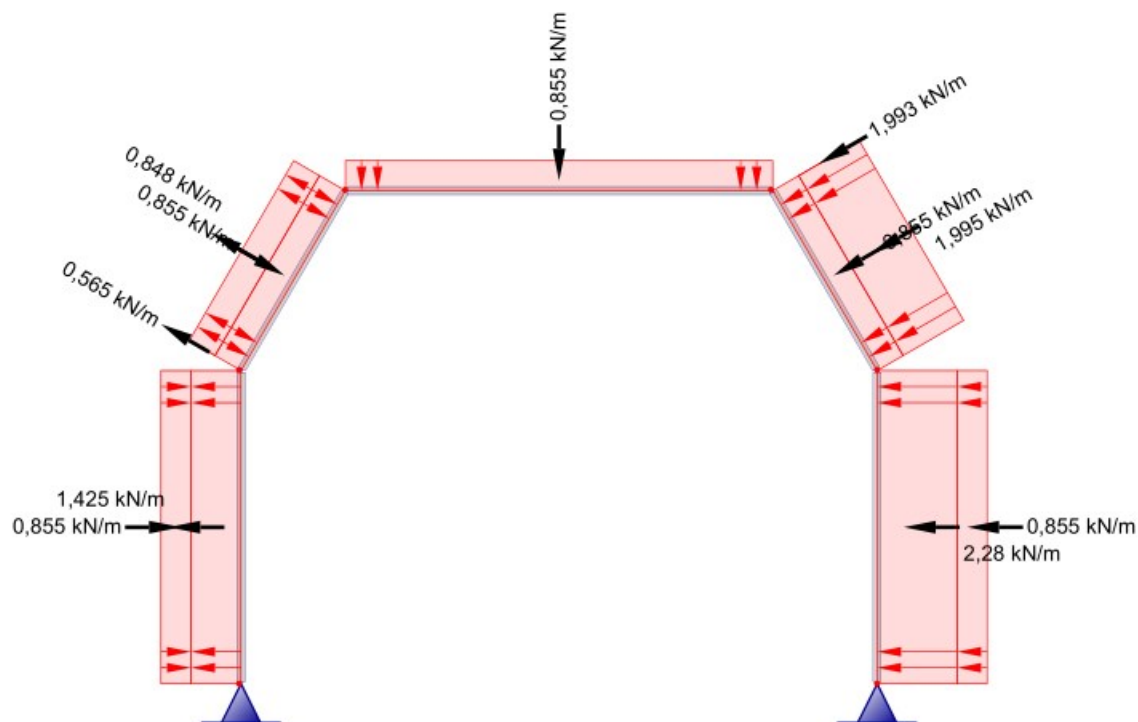
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw12	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw14	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw16	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw18	-1,993 kN/m	-1,993 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

1.23 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk**1.23.1 Staaftbelastingen**

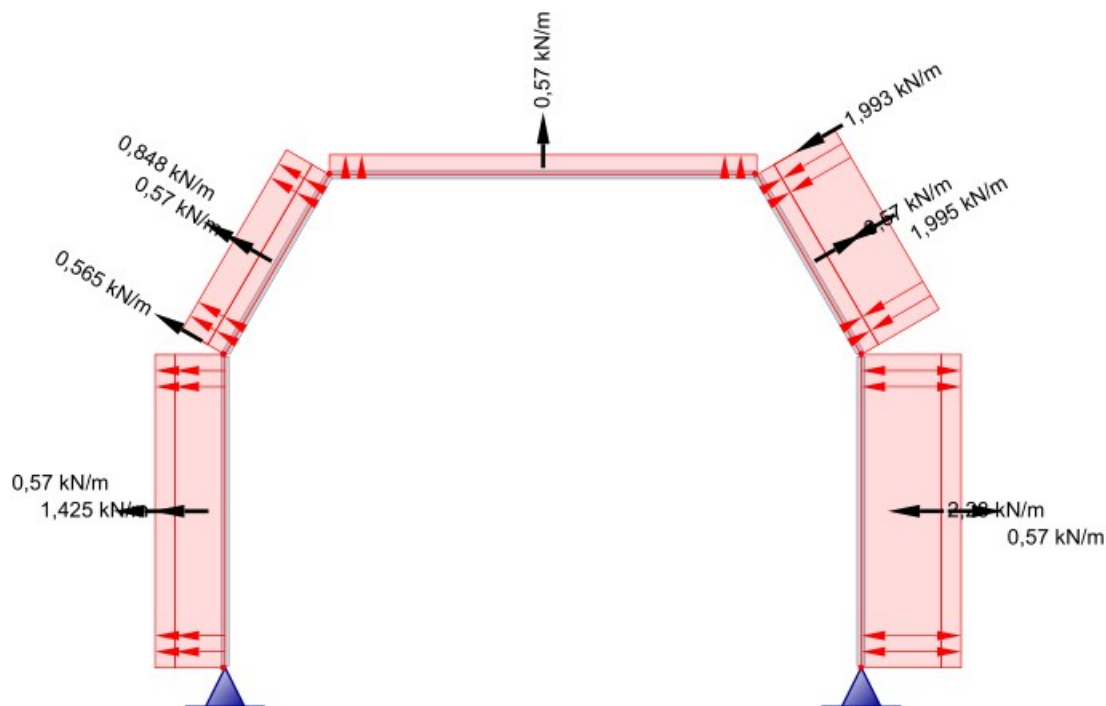
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw12	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw14	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw17	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw19	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

1.24 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk**1.24.1 Staafbelastingen**

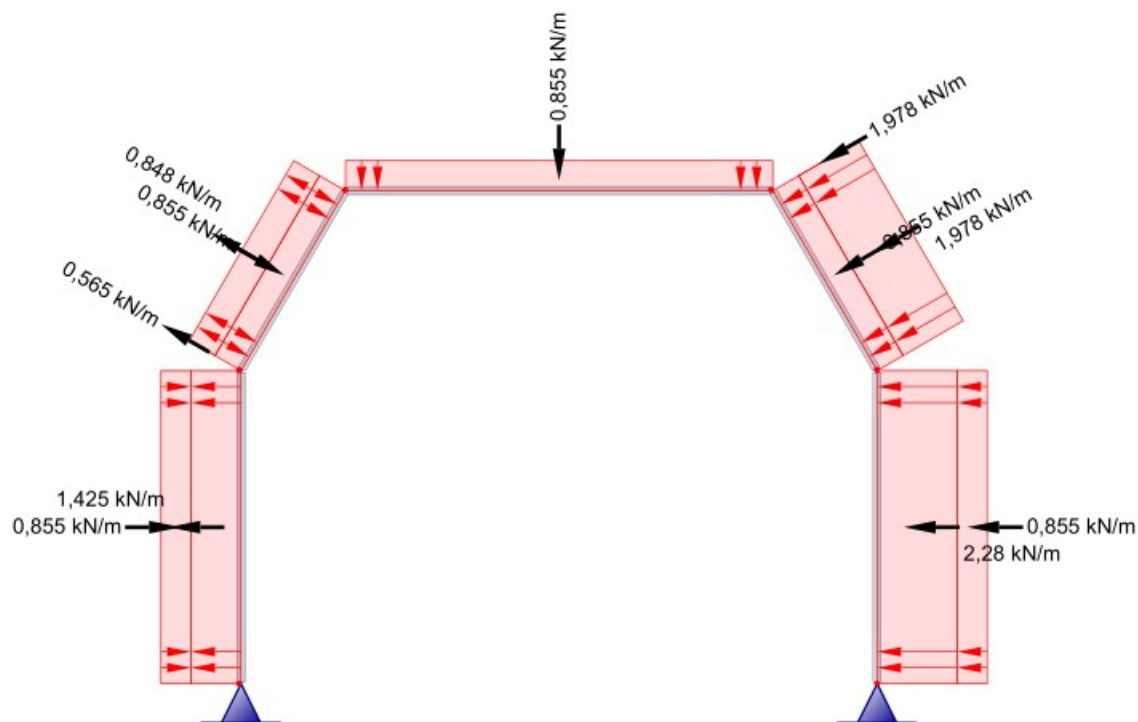
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw12	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw14	0,855 kN/m	0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw17	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw19	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

1.25 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk**1.25.1 Staafbelastingen**

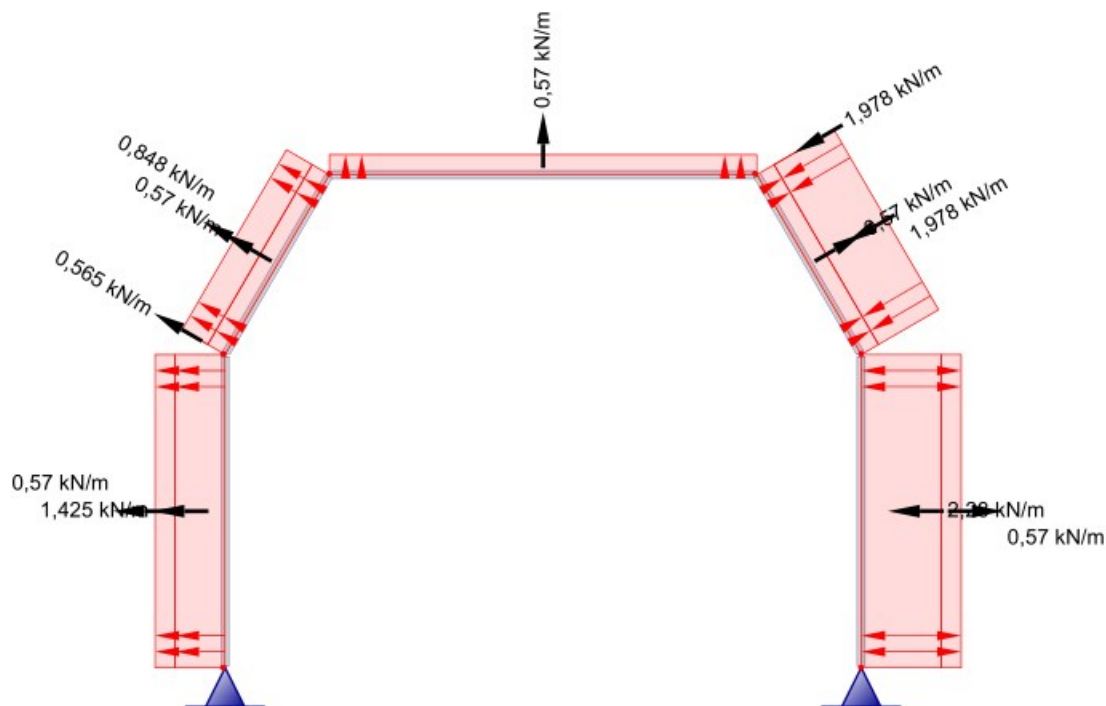
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw13	0,565 kN/m	0,565 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw15	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw16	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw18	-1,993 kN/m	-1,993 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

1.26 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk**1.26.1 Staafbelastingen**

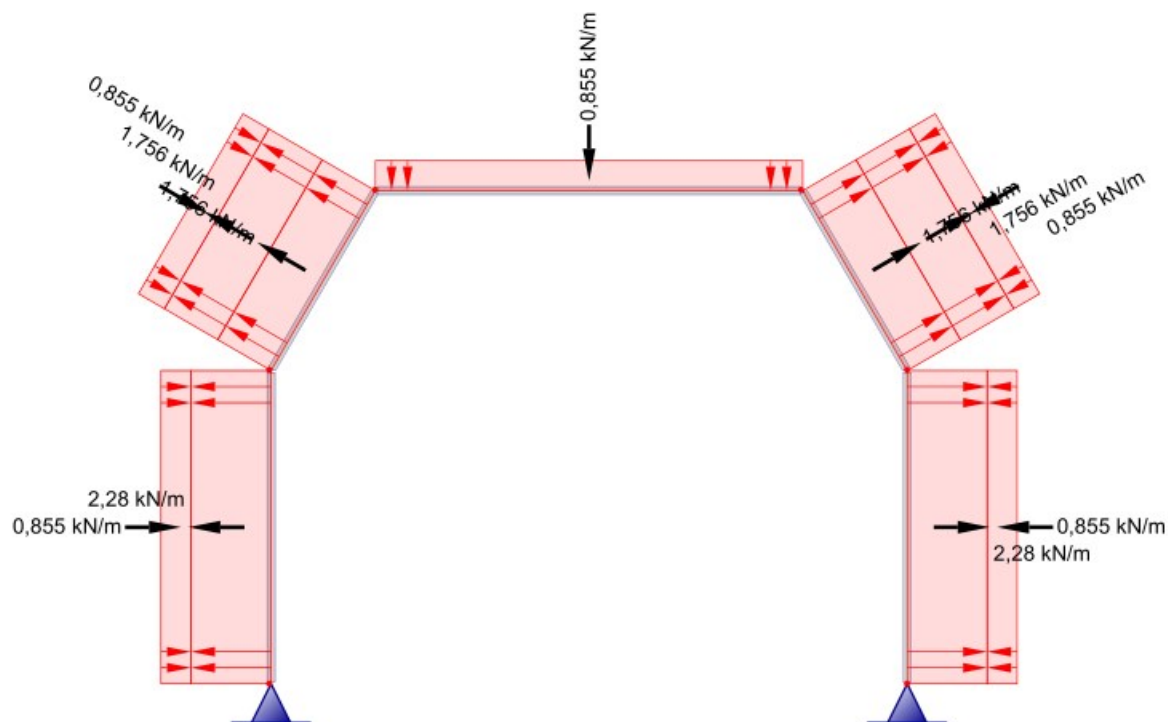
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw13	0,565 kN/m	0,565 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw15	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw16	-1,995 kN/m	-1,995 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw18	-1,993 kN/m	-1,993 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

1.27 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk**1.27.1 Staafbelastingen**

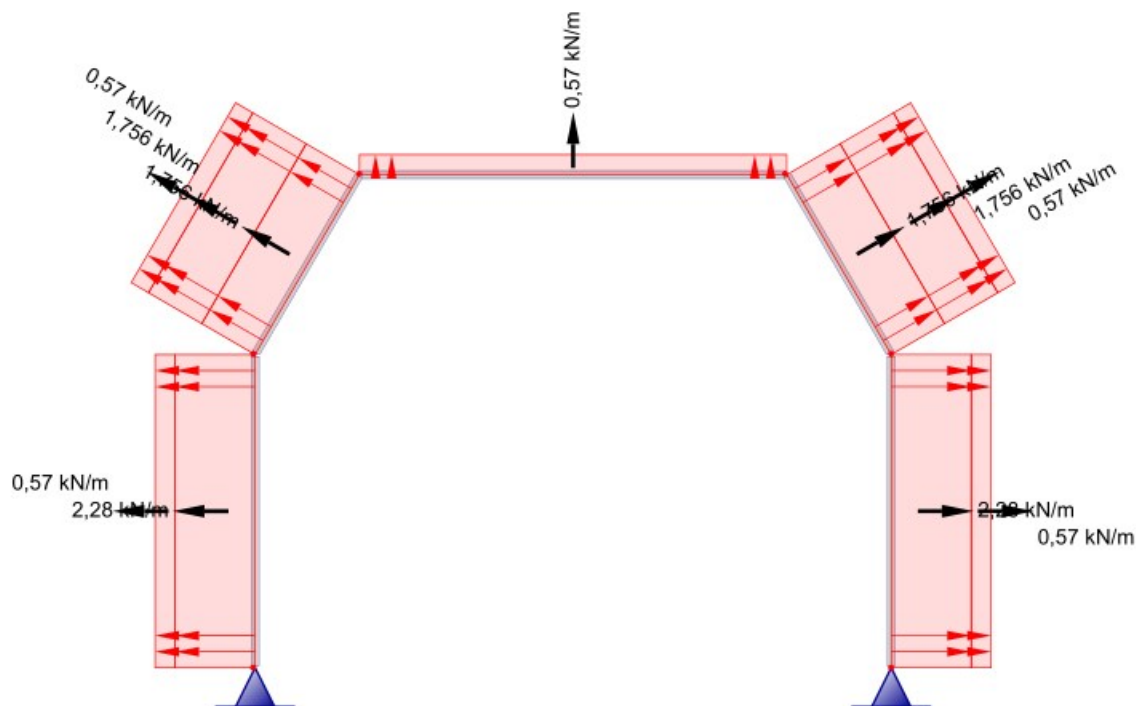
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw13	0,565 kN/m	0,565 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw15	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw17	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw19	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw26	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

1.28 BELASTINGSGEVAL 21 Wind van rechts D + Overdruk**1.28.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw13	0,565 kN/m	0,565 kN/m	0,0	2	0	0
2	qw15	0,848 kN/m	0,848 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw17	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw19	-1,978 kN/m	-1,978 kN/m	0,0	4	0	0
4	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw01	-2,280 kN/m	-2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw27	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

1.29 BELASTINGSGEVAL 22 Wind loodrecht A + Onderdruk**1.29.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw03	2,280 kN/m	2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw28	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw20	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw21	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw28	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw28	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw22	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw23	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw28	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw03	2,280 kN/m	2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw28	-0,855 kN/m	-0,855 kN/m	0,0	5	0	3900

1.30 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk**1.30.1 Staaftbelastingen**

Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw03	2,280 kN/m	2,280 kN/m	0,0	1	0	3900
1	qw29	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	1	0	3900
2	qw20	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw21	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	2	0	2590
2	qw29	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	2	0	2590
3	qw29	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	3	0	5320
4	qw22	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw23	1,756 kN/m	1,756 kN/m	0,0	4	0	2590
4	qw29	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	4	0	2590
5	qw03	2,280 kN/m	2,280 kN/m	0,0	5	0	3900
5	qw29	0,570 kN/m	0,570 kN/m	0,0	5	0	3900

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop- nummer	1/248 in +X		1/248 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	0	0	0
2	16	3900	-16	3900
3	1325	6140	1275	6140
4	6645	6140	6595	6140
5	7936	3900	7904	3900
6	7920	0	7920	0

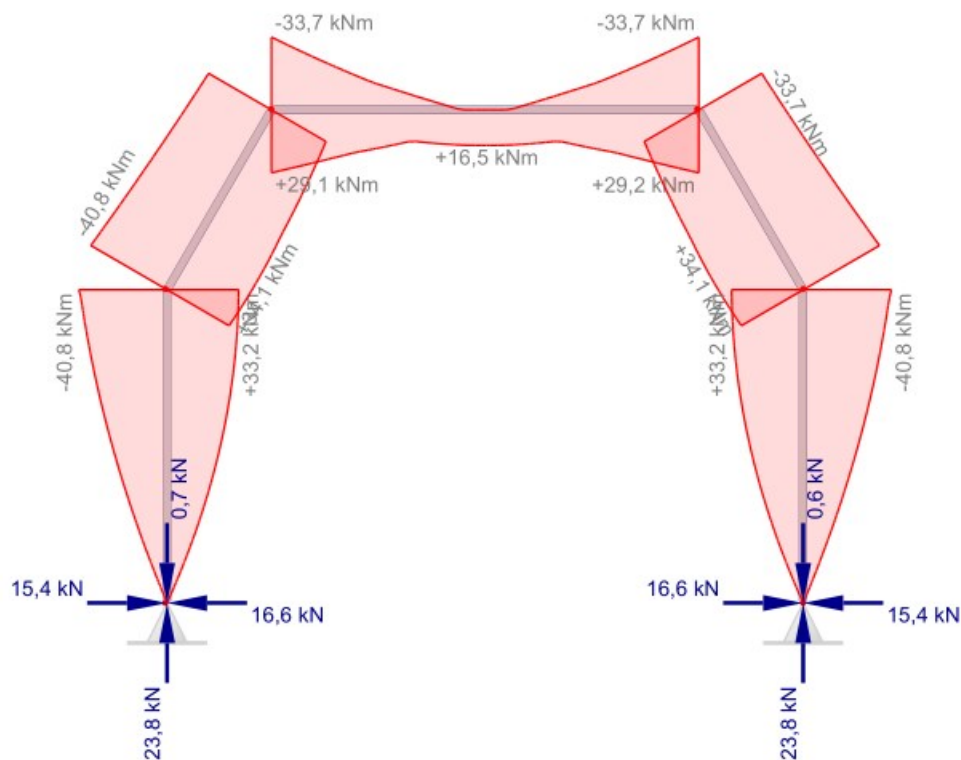
2.2 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)**2.2.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Permanent + Scheefstand 1/248 +X	UGT
1.2	Permanent + Scheefstand 1/248 -X	UGT
2.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
2.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
3.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/248 +X	UGT
3.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/248 -X	UGT
4.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/248 +X	UGT
4.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/248 -X	UGT
5.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/248 +X	UGT
5.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/248 -X	UGT
6.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
6.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
7.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
7.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
8.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
8.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
9.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
9.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
10.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
10.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
11.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
11.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
12.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
12.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
13.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
13.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
14.1	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
14.2	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
15.1	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
15.2	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
16.1	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
16.2	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
17.1	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
17.2	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
18.1	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
18.2	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
19.1	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
19.2	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
20.1	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
20.2	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
21.1	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
21.2	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
22.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
22.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT
23.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/248 +X	UGT
23.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/248 -X	UGT

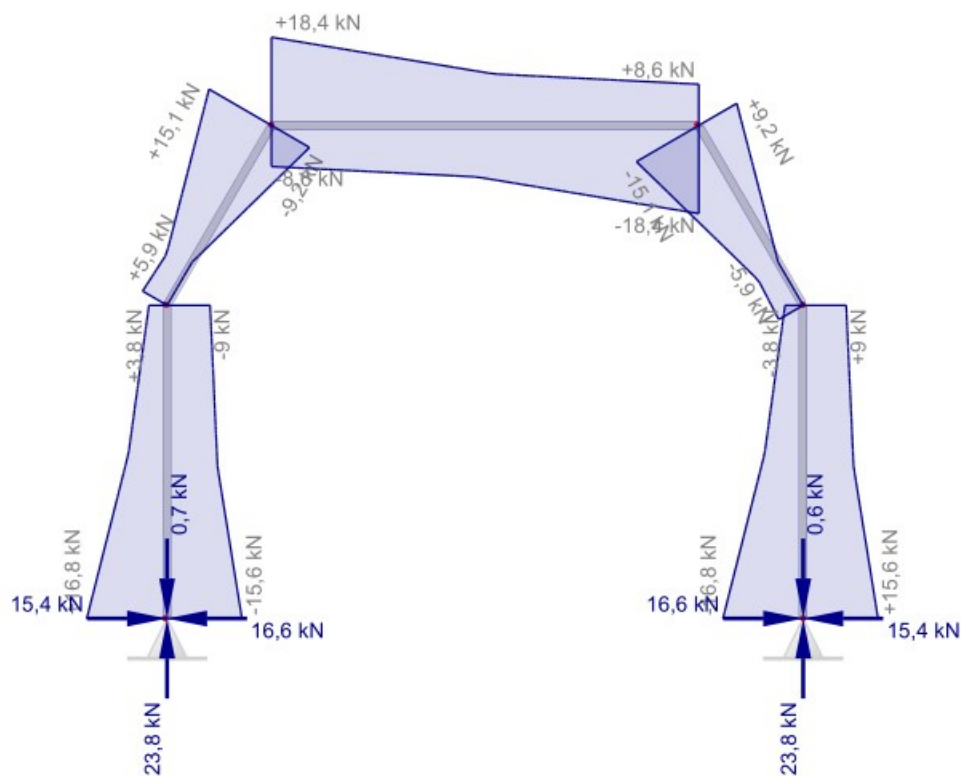
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times y$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1,00x1,22	0,40x1,35								
1.2	1,00x1,22	0,40x1,35								
2.1	1,00x1,08	1,00x1,35								
2.2	1,00x1,08	1,00x1,35								
3.1	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
3.2	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
4.1	1,00x1,08	0,40x1,35		1,00x1,35						
4.2	1,00x1,08	0,40x1,35		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	1,00x1,08	0,40x1,35				1,00x1,35				
6.2	1,00x1,08	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	1,00x1,08	0,40x1,35						1,00x1,35		
8.2	1,00x1,08	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	1,00x1,08	0,40x1,35								1,00x1,35
10.2	1,00x1,08	0,40x1,35								1,00x1,35
11.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
11.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
12.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
12.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
13.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
13.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
14.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
14.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
15.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
15.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
16.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
16.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
17.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
17.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
18.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
18.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
19.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
19.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
20.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
20.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
21.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
21.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
22.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
22.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
23.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
23.2	1,00x1,08	0,40x1,35								

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
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	1,00x1,35									
11.2	1,00x1,35									
12.1		1,00x1,35								
12.2		1,00x1,35								
13.1			1,00x1,35							
13.2			1,00x1,35							
14.1				1,00x1,35						
14.2				1,00x1,35						
15.1					1,00x1,35					
15.2					1,00x1,35					
16.1						1,00x1,35				
16.2						1,00x1,35				
17.1							1,00x1,35			
17.2							1,00x1,35			
18.1								1,00x1,35		
18.2								1,00x1,35		
19.1									1,00x1,35	
19.2									1,00x1,35	
20.1										1,00x1,35
20.2										1,00x1,35
21.1										
21.2										
22.1										
22.2										
23.1										
23.2										

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	21	22	23							
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							



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

2.2.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	6.1	-16,608	6,884	
	7.2	-12,786	-0,652	
	14.2	11,447	23,846	
	15.1	15,350	15,924	
6	6.1	-11,467	23,841	
	7.2	-15,375	15,931	
	14.2	16,627	6,879	
	15.1	12,810	-0,645	
Minimale / maximale waarden				
1	6.1	-16,608		
6	14.2	16,627		
1	7.2		-0,652	
1	14.2		23,846	

2.2.3 Omhullende staafkrachten

Staafl-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	6.1	1		6,817	16,756	0,000
	7.1	1		-0,638	12,796	0,000
	14.2	1		23,800	-11,975	0,000
	15.2	1		16,018	-15,612	0,000
	22.1		3861	-6,819	0,000	-14,339
	6.1	2		-5,547	-0,251	33,164
	7.1	2		1,908	-3,793	32,347
	14.2	2		-22,530	8,974	-40,849
	3.2	2		17,548	5,911	14,743
	6.1	2		4,736	2,920	-33,164
2	7.1	2		-3,557	2,314	-32,347
	13.2	2		-3,482	2,287	-32,127
	14.2	2		23,770	3,818	40,849
	6.1		627	-3,860	0,000	34,078
	7.1	3		7,176	4,769	29,146
	10.2	3		-1,214	9,167	24,781
	14.2	3		-20,151	-1,717	-33,690
	23.2	3		6,106	-15,070	8,602
	7.1	3		0,478	-8,592	-29,146
	10.2	3		8,573	-3,562	-24,781
3	14.2	3		8,464	18,403	33,690
	23.2	3		-16,113	2,239	-8,602
	3.2		2678	-3,690	0,000	16,466
	6.1	4		-8,484	18,398	-33,688
	10.2	4		-8,573	18,272	-33,299
	15.2	4		-0,456	-8,597	29,164
	23.2	4		16,113	2,236	8,610
	6.1	4		20,156	-1,717	33,688
	15.2	4		-7,191	4,775	-29,164
	18.1	4		1,206	9,161	-24,761
4	23.1	4		-6,098	-15,056	-8,601
	14.2		1965	-3,848	0,000	34,077
	3.1	5		-17,551	5,905	-14,731
	6.1	5		-23,775	3,817	-40,836

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
4	14.2	5		-4,721	2,912	33,153
	15.2	5		3,572	2,308	32,349
	21.2	5		3,534	2,285	32,198
5	6.1	5		22,525	8,970	40,836
	14.2	5		5,542	-0,248	-33,153
	15.2	5		-1,912	-3,793	-32,349
	22.2		42	-6,825	0,000	-14,316
	6.1	6		-23,794	-11,971	0,000
	7.1	6		-16,013	-15,611	0,000
	14.2	6		-6,811	16,754	0,000
	15.2	6		0,643	12,796	0,000

2.3 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

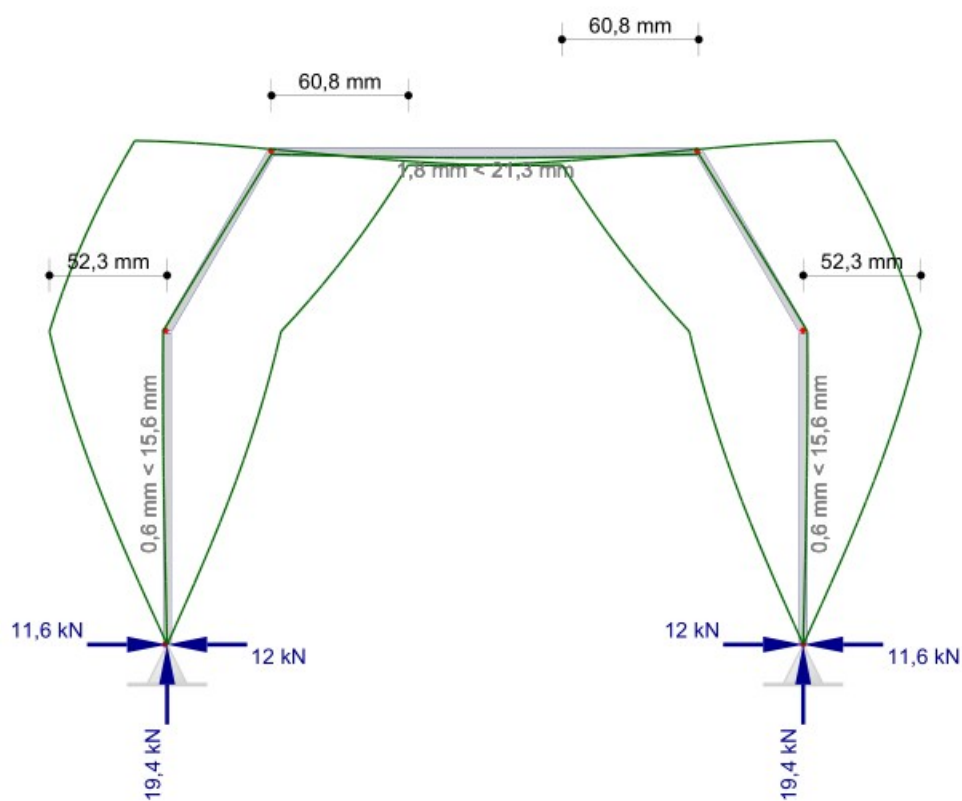
2.3.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

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

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	1,00x1,00	0,40x1,00								
25	1,00x1,00	1,00x1,00								
26	1,00x1,00	0,40x1,00	1,00x1,00							
27	1,00x1,00	0,40x1,00		1,00x1,00						
28	1,00x1,00	0,40x1,00			1,00x1,00					
29	1,00x1,00	0,40x1,00				1,00x1,00				
30	1,00x1,00	0,40x1,00					1,00x1,00			
31	1,00x1,00	0,40x1,00						1,00x1,00		
32	1,00x1,00	0,40x1,00							1,00x1,00	
33	1,00x1,00	0,40x1,00								1,00x1,00
34	1,00x1,00	0,40x1,00								
35	1,00x1,00	0,40x1,00								
36	1,00x1,00	0,40x1,00								
37	1,00x1,00	0,40x1,00								
38	1,00x1,00	0,40x1,00								
39	1,00x1,00	0,40x1,00								
40	1,00x1,00	0,40x1,00								
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	0,40x1,00								
47	1,00x1,00									
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34	1,00x1,00									
35		1,00x1,00								
36			1,00x1,00							
37				1,00x1,00						
38					1,00x1,00					
39						1,00x1,00				
40							1,00x1,00			
41								1,00x1,00		
42									1,00x1,00	
43										1,00x1,00
44										
45										
46										
47										

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	21	22	23							
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	1,00x1,00									
45		1,00x1,00								
46			1,00x1,00							
47										



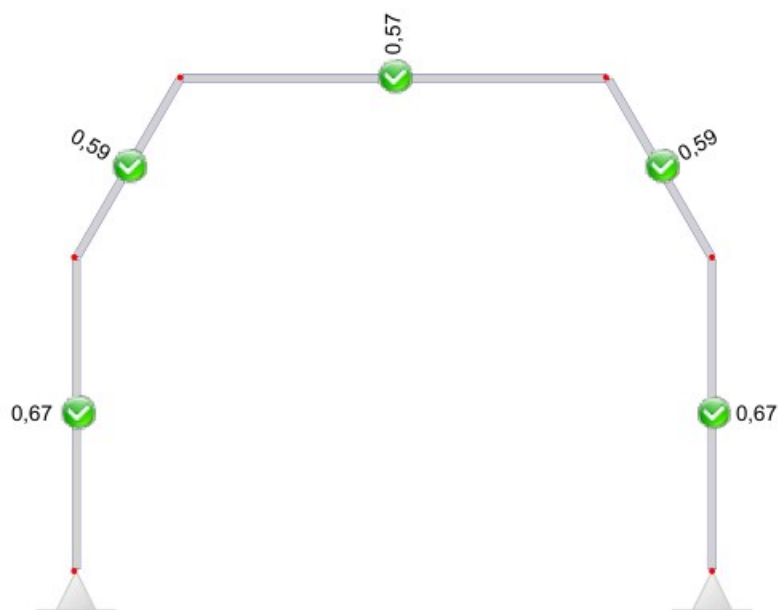
Omhullende verplaatsing

2.3.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	29	0,0	0,0	-15,8
	30	0,0	0,0	-15,0
	37	0,0	0,0	16,1
	38	0,0	0,0	16,5
2	29	50,6	0,0	-8,3
	30	49,4	0,0	-8,5
	37	-52,3	-0,1	8,3
	38	-52,3	-0,1	7,9
3	29	60,8	-6,0	-1,1
	30	60,1	-6,2	-1,1
	37	-60,7	4,8	-0,4
	41	-60,7	4,8	-0,4
	46	0,0	-3,3	-2,8
4	29	60,7	4,8	0,4
	33	60,7	4,8	0,4
	37	-60,8	-6,0	1,1
	38	-60,1	-6,2	1,1
	46	0,0	-3,3	2,8
5	29	52,3	-0,1	-8,3
	30	52,3	-0,1	-7,9
	37	-50,6	0,0	8,3
	38	-49,4	0,0	8,5
6	29	0,0	0,0	-16,1
	30	0,0	0,0	-16,5
	37	0,0	0,0	15,8
	38	0,0	0,0	15,0
Minimale / maximale waarden				
4	37	-60,8		
3	29	60,8		
4	38		-6,2	
4	29		4,8	
6	30			-16,5
1	38			16,5

2.4 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)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	ipe240	14.2	1	6.2.4	0,03
		14.2	1	6.2.5	0,47
		6.1	1	6.2.6	0,06
		14.2	1	6.2.8	0,47
		14.2	1	6.2.9.1	0,47
		15.2	1	6.3.2.1	0,60
		14.2	1	6.3.3	0,67
		29	1	Doorbuiging	0,39
2	ipe240	7.1	1	6.2.3	0,01
		14.2	1	6.2.4	0,03
		14.2	1	6.2.5	0,47
		23.2	1	6.2.6	0,06
		14.2	1	6.2.8	0,47
		14.2	1	6.2.9.1	0,47
		14.2	1	6.3.2.1	0,55
		14.2	1	6.3.3	0,59
3	ipe240	30	1	Doorbuiging	0,34
		23.2	1	6.2.3	0,02
		10.2	1	6.2.4	0,01
		14.2	1	6.2.5	0,39
		14.2	1	6.2.6	0,07
		14.2	1	6.2.8	0,39
		14.2	1	6.2.9.1	0,39
		14.2	1	6.3.2.1	0,54
4	ipe240	6.1	1	6.3.3	0,57
		26	1	Doorbuiging	0,22
		15.2	1	6.2.3	0,01
		6.1	1	6.2.4	0,03
		6.1	1	6.2.5	0,47

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
4	ipe240	23.1	1	6.2.6	0,06
		6.1	1	6.2.8	0,47
		6.1	1	6.2.9.1	0,47
		6.1	1	6.3.2.1	0,55
		6.1	1	6.3.3	0,59
		38	1	Doorbuiging	0,34
5	ipe240	6.1	1	6.2.4	0,03
		6.1	1	6.2.5	0,47
		14.2	1	6.2.6	0,06
		6.1	1	6.2.8	0,47
		6.1	1	6.2.9.1	0,47
		7.1	1	6.3.2.1	0,60
		6.1	1	6.3.3	0,67
		37	1	Doorbuiging	0,39

2.4.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

Staaf 1 - IPE240

Axiale druk

art. 6.2.4

Combinatie: 14.2 x = 0 mm Nx = -23,8 kN Vz = -11,975 kN My = 0 kNm

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3914,0 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 919,795 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{23,8}{919,8} = 0,03 < 1,0 \quad (6.9)$$

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 14.2 x = 3900 mm Nx = -22,53 kN Vz = -8,974 kN My = -40,849 kNm

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{366896,7 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 86,221 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{40,849}{86,221} = 0,47 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 6.1 x = 0 mm Nx = -6,817 kN Vz = 16,756 kN My = 0 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1916,8 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 260,1 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{16,8}{260,1} = 0,06 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 14.2 x = 3900 mm Nx = -22,53 kN Vz = -8,974 kN My = -40,849 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1916,8 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 260,1 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 8,974 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 260,061 / 2 = 130,030 \text{ kN}$$

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

Buiging en normaalkracht

art. 6.2.9

Combinatie: 14.2 $x = 3900 \text{ mm}$ $N_x = -22,53 \text{ kN}$ $V_z = -8,974 \text{ kN}$ $M_y = -40,849 \text{ kNm}$
 $N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 919,8 = 229,9 \text{ kN} \quad (6.33)$

$$N_{Ed} < \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 220,4 \times 6,2 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 160,6 \text{ kN} \quad (6.34)$$

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

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 15.2 $x = 3900 \text{ mm}$ $N_x = -16,018 \text{ kN}$ $V_z = -10,36 \text{ kN}$ $M_y = -40,403 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 0
 $d' = h - t = 240 - 9,8 = 230,2 \text{ mm}$ $I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(230,2)^2 \times 120^3 \times 9,8}{24} = 37391 \times 10^6 \text{ mm}^6$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26 $I_t = 129467 \text{ mm}^4$

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

$L_g = 3900 \text{ mm}$ $L_{st} = 3900 \text{ mm}$

$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm}$ $M_{y,2,Ed} = -40,403 \text{ kNm}$ $M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 1950 \text{ mm}) = -25,322 \text{ kNm}$

Berekende equivalente belasting $q = 2,693 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 40,403 \times 10^6}{8 \times |40,403 \times 10^6| + 2,693 \times 3900^2} = 0,888 \quad D.4.3 (3)$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{-40,403} = 0 \quad C_1 = 1,526 \quad C_2 = 0,075$$

aangrijpingspunt belasting op $z = -120 \text{ mm}$

$L_{kip} = L_{st} = 3900 \text{ mm}$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E I_z}{G I_t}} = \frac{240}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 2836568}{80769 \times 129467}} = 906 \text{ mm} \quad (NB.159)$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) = \quad (NB.157)$$

$$= \frac{\pi \times 1,526 \times 3900}{3900} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 906^2}{3900^2} \times (0,075^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times 0,075 \times 906}{3900} \right) = 6,205$$

$h / t_w = 240 / 6,2 = 38,7 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (NB.153)$

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

$$= 1 \times \frac{6,205}{3900} \times \sqrt{210000 \times 2836568 \times 80769 \times 129467} \times 10^{-6} = 125,562 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{366897 \times 235}{125562237}} = 0,829 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

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

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - 0,2) + \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,829 - 0,2) + 0,829^2] = 0,909$$

$$\chi_{Lt} = \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \lambda_{Lt}^2}} = \frac{1}{0,909 + \sqrt{0,909^2 - 0,829^2}} = 0,779 \quad (6.56)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,779 \times 366896,7 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 67,2 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{40,4}{67,2} = 0,60 < 1,0 \quad (6.54)$$

Prismatische, op buiging en druk belaste staven

art. 6.3.3

Combinatie: 14.2 $x = 3900 \text{ mm}$ $N_x = -23,8 \text{ kN}$ $V_z = -10,474 \text{ kN}$ $M_y = -40,849 \text{ kNm}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3900}{99,7} \frac{1}{93,9} = 0,416 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3900}{26,9} \frac{1}{93,9} = 1,543 \quad (6.50)$$

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

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,416 - 0,2) + 0,416^2] = 0,609$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,609 + \sqrt{0,609^2 - 0,416^2}} = 0,948 \quad (6.49)$$

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

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (1,543 - 0,2) + 1,543^2] = 1,918$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,918 + \sqrt{1,918^2 - 1,543^2}} = 0,327 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 235 \times 3914 \times 10^{-3} = 919,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 235 \times 366897 \times 10^{-6} = 86,2 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 235 \times 73944 \times 10^{-6} = 17,4 \text{ kNm}$$

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

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0 / -40,849 = 0 \quad \alpha_h = M_h / M_s = -40,849 / -21,888 = 1$$

$$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0,05 \times 1 = 1$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 1 \times \left(1 + (0,416 - 0,2) \times \frac{23,8}{0,948 \times 919,795 / 1,00} \right) = 1,006$$

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0 / -40,849 = 0 \quad \alpha_h = M_h / M_s = -40,849 / -21,888 = 1$$

$$C_{mLT} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0,05 \times 1 = 1$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{(1 - 0,25)} \times \frac{23,8}{0,327 \times 919,795 / 1,00} \right) = 0,989$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{23,8}{0,948 \times 919,795} + 1,006 \times \frac{40,849}{0,799 \times \frac{86,221}{1,00}} = 0,62 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{23,8}{0,327 \times 919,795} + 0,989 \times \frac{40,849}{0,799 \times \frac{86,221}{1,00}} = 0,67 < 1 \quad (6.62)$$

Doorbuiging

$$\text{Combinatie: 29} \quad x = 2160 \text{ mm} \quad N_x = -6,255 \text{ kN} \quad V_z = 5,331 \text{ kN} \quad M_y = 18,828 \text{ kNm}$$

$$\text{Lokale knoopverplaatsingen } d_{z1} = 0 \text{ mm} \quad d_{z2} = -50,6 \text{ mm}$$

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -3,9 - 0 = -3,9 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-3,9|}{3900 / 250} = \frac{|-3,9|}{15,6} = 0,25 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_z - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -3,9 - 0,6 = -4,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-4,5|}{3900 / 333} = \frac{|-4,5|}{11,7} = 0,39 < 1,0$$