

Document nr. : 180140-BER-BA-1
Onderdeel : Statische berekening
Werk : Uitbreiding werktuigenberging aan de
Roessinkweg 10 te Velswijk
Werknr. : 180140

Datum: 12 februari 2018

Projectgegevens:

Werk: Uitbreiding werktuigenberging aan de Roessinkweg 10 te Velswijk
Werknr: 180140

Constructeur: Ingenieursbureau Horst
Ing. E. Horst
Kamilleveld 47
7006 VC Doetinchem

Paraaf constructeur:



Datum: 12 februari 2018

Inhoudsopgave:

1.	Beschrijving van het project en materiaalkwaliteiten	4
1.1.	inleiding.....	4
1.2.	beschrijving constructie	4
1.3.	impressie project	4
1.4.	materialen en kwaliteiten	5
1.5.	aangehouden gewicht van constructieonderdelen	6
2.	Belastingen en vervormingen	7
2.1.	Normen	7
2.2.	Rekenprogramma's	7
2.3.	veiligheidsklasse	7
2.4.	overzicht veranderlijke belastingen	7
2.5.	opbouw vloer- en dakbelastingen.....	8
2.6.	windbelasting	8
2.7.	vervormingen	8
2.8.	overige belastingeisen	8
3.	Constructie uitbreiding	9
3.1.	Houten gordingen	9
3.2.	Stalen spanten	16
4.	Fundatie	23
4.1.	Verticale neerwaartse belasting	24
4.2.	Verticale opwaartse belasting	25
Bijlage A	Overzicht constructie	
Bijlage B	In- en uitvoer 3D berekening	

1. Beschrijving van het project en materiaalkwaliteiten

1.1. inleiding

In dit berekeningsrapport wordt de uitbreiding van een werktuigenberging aan de Roessinkweg 10 te Velswijk behandeld.

Achtereenvolgens worden, na de beschrijving van het project en de materiaalkwaliteiten, de uitgangspunten gegeven van de materialen en de belastingen. Vervolgens wordt constructie van de uitbreiding uitgewerkt.

1.2. beschrijving constructie

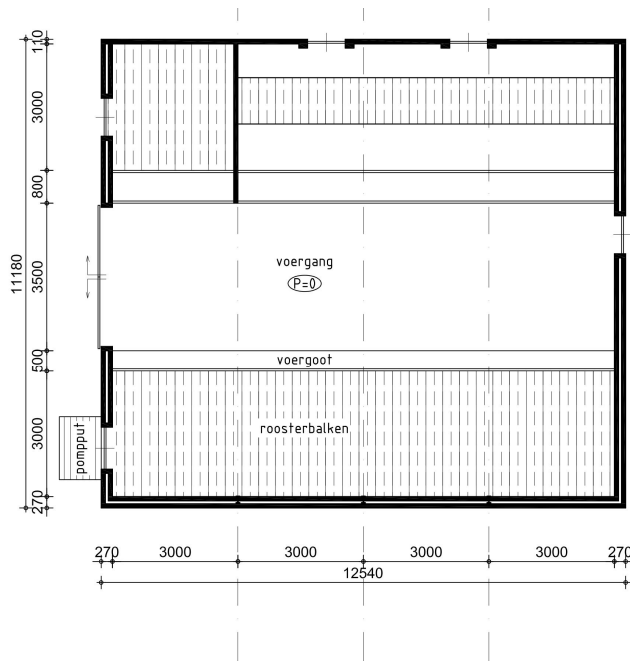
De constructie van de uitbreiding is als volgt:

Dak: - stalen spanten, houten gordingen en golfplaten;

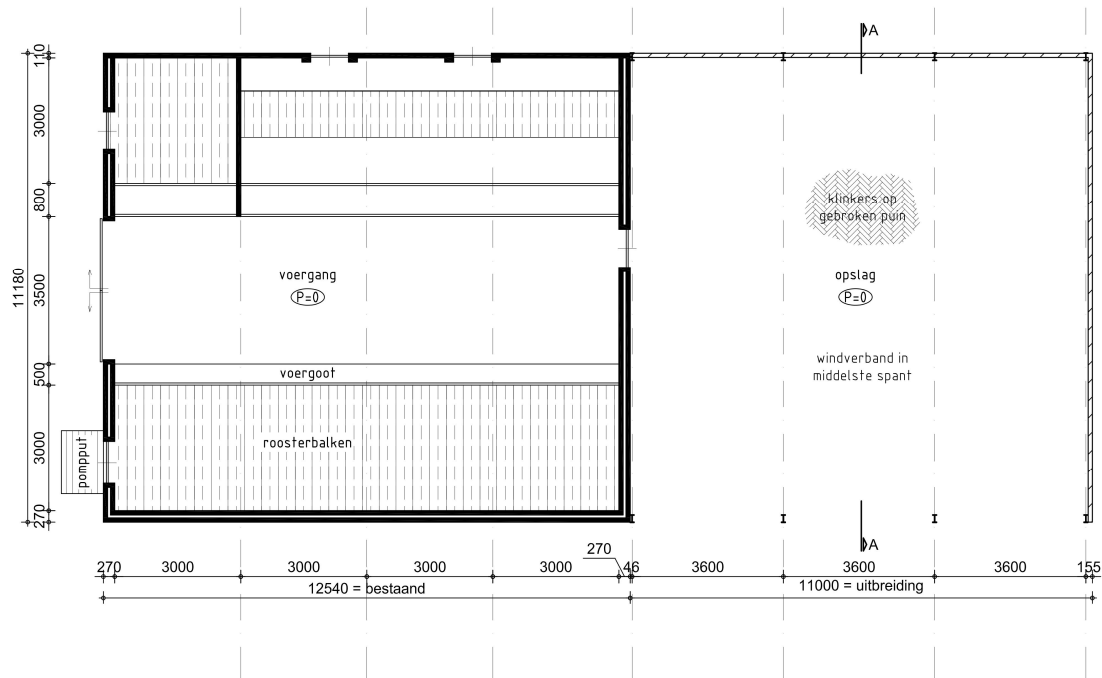
bgg vloer: - bestrating;

Fundatie: - fundering op staal.

1.3. impressie project



Plattegrond (bestaand)



Plattegrond (nieuw)

1.4. materialen en kwaliteiten

constructiestaal

· walsprofiel, algemeen	S235JR
· rechthoekig kokerprofiel, algemeen (warmgevormd)	S275JOH
· buisprofiel, algemeen (warmgevormd)	S275JOH
· bouten	sterkteklasse 8.8
· moeren	sterkteklasse 8
· fundatie-einden	sterkteklasse 4.6 of S235JR

Voor de conservering van de staalconstructie geldt het volgende:

- staal binnen, in zicht: verfsysteem;
- staal binnen, niet in zicht: verfsysteem;
- staal buiten: thermisch verzinkt en verfsysteem.

Beton

· ter plaatse gestort beton, vochtig, buiten	C20/25, milieuklasse XC2
--	--------------------------

constructief metselwerk

· baksteen	druksterkte $\geq 10\text{N/mm}^2$
· kalkzandsteen	CS12

houtconstructie

· vuren	C18
---------	-----

1.5. aangehouden gewicht van constructieonderdelen

aangehouden gewicht per volume

· grindbeton	25,0 kN/m ³
· wapeningsstaal	78,5 kN/m ³
· staalconstructies	78,5 kN/m ³
gewicht per lengte volgens tabellenboek	
· europees naaldhout, incl. bevestigingsmiddelen	5,5 kN/m ³

wanden en gevels

metselwerk

· halfsteens, schoon werk (20,0 x 0,10 =)	2,0 kN/m ²
· steens, schoon werk (20,0 x 0,21 =)	4,2 kN/m ²
· halfsteens, vuilwerk baksteen (20x0,10 + 0,1=)	2,1 kN/m ²
stalen wandbeplating	0,15 kN/m ²

2. Belastingen en vervormingen

2.1. Normen

De volgende normen (inclusief nationale bijlage) zijn gebruikt:

NEN-EN 1990	grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991-1-1	algemene belastingen voor gebouwen
NEN-EN 1991-1-2	belasting bij brand
NEN-EN 1991-1-3	sneeuwbelasting
NEN-EN 1991-1-4	windbelasting
NEN-EN 1991-1-7	buitengewone belasting
NEN-EN 1992-1-1	ontwerp en berekening betonconstructies: algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1993-1-1	ontwerp en berekening staalconstructies: algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1993-1-8	ontwerp en berekening van verbindingen
NEN-EN 1993-1-11	ontwerp en berekening van op trek belaste componenten
NEN-EN 1994-1-1	ontwerp en berekening staal-betonconstructies: algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1995-1-1	ontwerp en berekening houtconstructies: algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1996-1-1	ontwerp en berekening van constructies van metselwerk: algemene regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk
NEN-EN 1996-1-3	vereenvoudigde berekening voor constructies van ongewapend metselwerk

2.2. Rekenprogramma's

Voor de berekening is gebruik gemaakt van de volgende rekensoftware:

- Struct4u
- Technosoft
- Excelsheets van Ingenieursbureau Horst

2.3. veiligheidsklasse

De constructie van dit gebouw dient te worden ingedeeld in gevolgklasse CC1/betrouwbaarheidsklasse RC1 zoals beschreven in tabel B1, NEN-EN 1990 – Grondslagen voor het constructief ontwerp. De bijbehorende ontwerplevensduur bedraagt 50 jaar.

Partiele factor voor belastingcombinaties, uiterste grenstoestanden

Gevolgklasse	Belastingfactoren				opm.
	g_G (6.10a)	g_G (6.10b)	g_G (gunstig)	g_Q	
CC1	1,22	1,08	0,9	1,35	$K_{FI} = 0,9$; $x=0,89$

2.4. overzicht veranderlijke belastingen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gebruiksbelastingen. Uiteraard blijft het gestelde in NEN-EN 1991-1-1 onverkort van kracht. Gebruiksbelastingen in kN/m², kN/m¹ en kN.

ruimte	belastingen					opm.
	q _k	y ₀	y ₁	y ₂	Q _k	
daken						
Sneeuw	0-3,1	0,0	0,2	0,0		
Opgelegde belasting	0	0,0	0,0	0,0	2,0	

2.5. opbouw vloer- en dakbelastingen

Zadeldak:

·	golfplaten	0,20 kN/m ²	
·	houten gordingen	<u>0,05 kN/m²</u>	+
S	permanente belasting	gk:	0,25 kN/m ²
S	veranderlijke belasting	qk:	zie § 2.4

2.6. windbelasting

Bepaling volgens NEN-EN 1991-1-4, hoofdstuk 8.6:

- windgebied volgens NEN-EN 1991-1-4 (Tabel NB.1): III
- omgeving: onbebouwd
- hoogte boven maaiveld: 5,20 m
- stuwdruk q_p : 0,55 kN/m²

Bouwwerkfactor c_{sd} en de factor c_f te bepalen volgens hoofdstuk 6 t/m 8 van de NEN-EN 1991-1-4.2.7. vervormingen

Voor de vervorming van de diverse constructie-onderdelen zullen de volgende grenswaarden gehanteerd worden:

- bijkomende doorbuiging van daken: $u_{bij} \leq 0,004l_{rep}$
- bijkomende doorbuiging van vloeren: $u_{bij} \leq 0,003l_{rep}$
 l_{rep} is de lengte van de overspanning of twee maal de uitkraging
- einddoorbuiging van vloeren en daken: $u_{eind} \leq 0,004l_{rep}$
- horizontale doorbuiging: $u \leq h/150$ (industriegebouw)
 h is de kleinste gevelhoogte of kleinste bouwlaaghoogte

Indien nodig worden de einddoorbuigingen beperkt door het toepassen van een zeeg / toog. De zeegen voor de desbetreffende onderdelen staan bij de berekende onderdelen aangegeven.

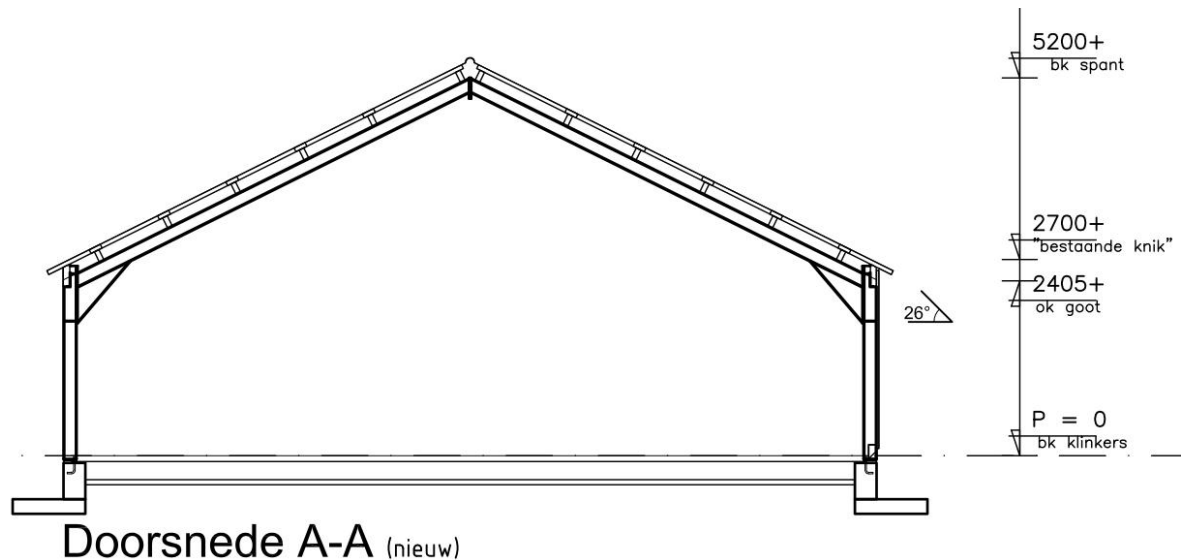
2.8. overige belastingeisen

Aan versnellingen en trillingen worden de volgende eisen gesteld:

- Voor vloeren waarop gelopen wordt mag de eerste eigenfrequentie niet lager zijn dan 3 Hz.

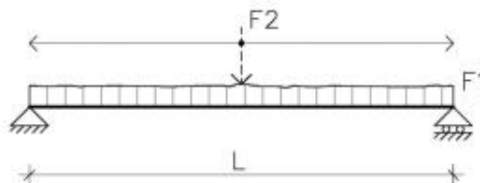
3. Constructie uitbreiding

De staalconstructie zal worden berekend met het 2D staafprogramma XFrame2D van Struct4u.
Een doorsnede van het spant is hieronder weergegeven.



3.1. Houten gordingen

70x170 [C18], hoh 1450 mm



Invoer:

overspanning L=	3.60 m
hoh balken hoh =	1.45 m
momentaan factor opgelegde belasting Ψ_0 =	0.0
dakhelling α =	26 °

Belastingen:

blijvende belasting g_k =		0.25 kN/m ²
opgelegde belasting q_k =	$IF(\alpha < 15; 1, 0; IF(\alpha > 20; 0; 4 - 0.2 \cdot \alpha))$	0.00 kN/m ²
sneeuw s_k =		0.56 kN/m ²
winddruk $w_{k,dr}$ =	$\frac{0.31 + 0.19}{2} + 0.40$	0.65 kN/m ²
windzuiging $w_{k,zu}$ =	-0.51 -0.51	-1.02 kN/m ²
opgelegde belasting Q_k =		2.00 kN

F1:

$$g_k = hoh * g_k * \cos(\alpha) = 1.45 * 0.25 * \cos(26) = 0.33 \text{ kN/m}$$

$$q_k = hoh * q_k * \cos(\alpha) = 1.45 * 0.00 * \cos(26) = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$s_k = hoh * s_k * \cos(\alpha)^2 = 1.45 * 0.56 * \cos(26)^2 = 0.66 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,dr} = hoh * w_{k,dr} = 1.45 * 0.65 = 0.94 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,zu} = hoh * w_{k,zu} = 1.45 * -1.02 = -1.48 \text{ kN/m}$$

F2:

$$Q_k = Q_k * \cos(\alpha) = 2.00 * \cos(26) = 1.80 \text{ kN}$$

Technosoft Liggers release 6.25c**12 feb 2018**

Project.....: -
 Onderdeel....:
 Constructeur.: HP
 Opdrachtgever:
 Dimensies....: kN/m/rad
 Datum.....: 17/02/2017
 Bestand.....: z:\2018\180140_uitbreiding werktuigenberging te velswijk_bpc\berekening\gordingen.dlw

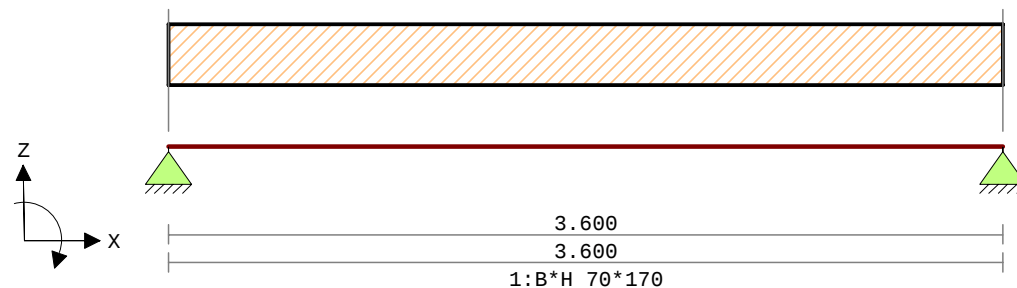
Betrouwbaarheidsklasse : 1 Referentieperiode : 50

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Hout	NEN-EN 1995-1-1:2005	A1:2011, C1:2006	NB:2011(nl)

GEOMETRIE

Ligger:1

**VELDLENGTEN**

Ligger:1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	3.600	3.600

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	S.M.verhoogd	Pois.	Uitz. coëff
1	C18	9000	3.2	3.8	0.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.M.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 70*170	1:C18	1.1900e+04	2.8659e+07	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	70	170	85.0	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 70*170

**BELASTINGGEVALLEN**

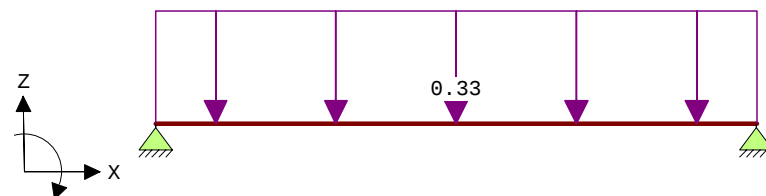
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	y ₀	y ₁	y ₂	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				0.00
2	Sneeuw	1:Schaakbord EN1991	0.00	0.20	0.00	0.00
3	wind	1:Schaakbord EN1991	0.00	0.20	0.00	0.00
4	wind	1:Schaakbord EN1991	0.00	0.20	0.00	0.00
5	opgelegde belasting	3:Kraanbaan	0.00	0.00	0.00	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Sneeuw	22 Sneeuw A
3	wind	7 Wind van links onderdruk A
4	wind	12 Wind van rechts overdruk A
5	opgelegde belasting	3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 Permanent

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:1 Permanent

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-0.330	-0.330		0.000	3.600

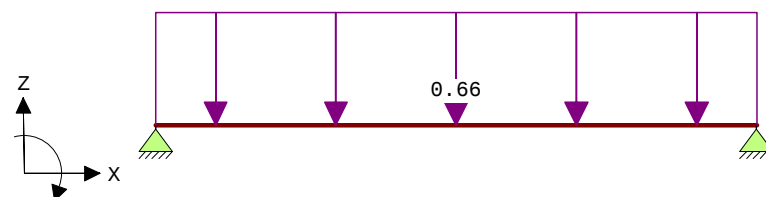
REACTIES

Ligger:1 B.G:1 Permanent

Stp	F	M
1	0.59	0.00
2	0.59	0.00
1.19 :		(absoluut) grootste som reacties
-1.19 :		(absoluut) grootste som belastingen

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Sneeuw

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:2 Sneeuw

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-0.660	-0.660		0.000	3.600

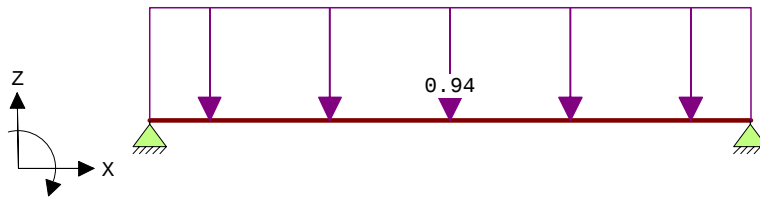
REACTIES

Ligger:1 B.G:2 Sneeuw

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	0.00	1.19	0.00	0.00
2	0.00	1.19	0.00	0.00

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:3 wind

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:3 wind

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-0.940	-0.940		0.000	3.600

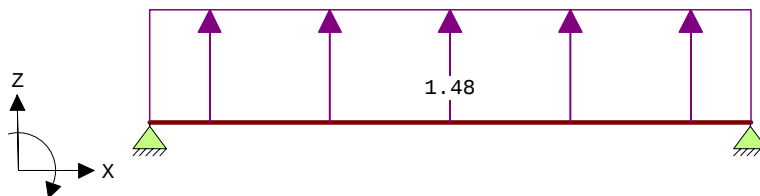
REACTIES

Ligger:1 B.G:3 wind

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	0.00	1.69	0.00	0.00
2	0.00	1.69	0.00	0.00

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:4 wind

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:4 wind

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		1.480	1.480		0.000	3.600

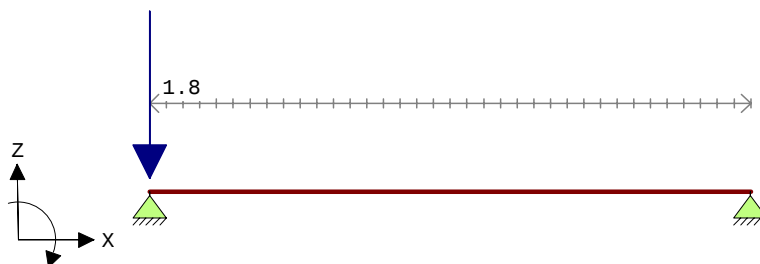
REACTIES

Ligger:1 B.G:4 wind

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	-2.66	0.00	0.00	0.00
2	-2.66	0.00	0.00	0.00

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:5 opgelegde belasting

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:5 opgelegde belasting

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	16:Niet pass.		-1.800	0.100		0.000	3.600

REACTIES

Ligger:1 B.G:5 opgelegde belasting

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	0.00	1.80	0.00	0.00
2	0.00	1.80	0.00	0.00

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type					
1 Fund.	1.22	$G_{k,1}$			
2 Fund.	0.90	$G_{k,1}$			
3 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,2}$
4 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,3}$
5 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,4}$
6 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,5}$
7 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,2}$
8 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,3}$
9 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,4}$
10 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,5}$
11 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$
12 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$
13 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,4}$
14 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,5}$
15 Quas.	1.00	$G_{k,1}$			
16 Freq.	1.00	$G_{k,1}$			
17 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$y_1 Q_{k,2}$
18 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$y_1 Q_{k,3}$
19 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$y_1 Q_{k,4}$
20 Blij.	1.00	$G_{k,1}$			

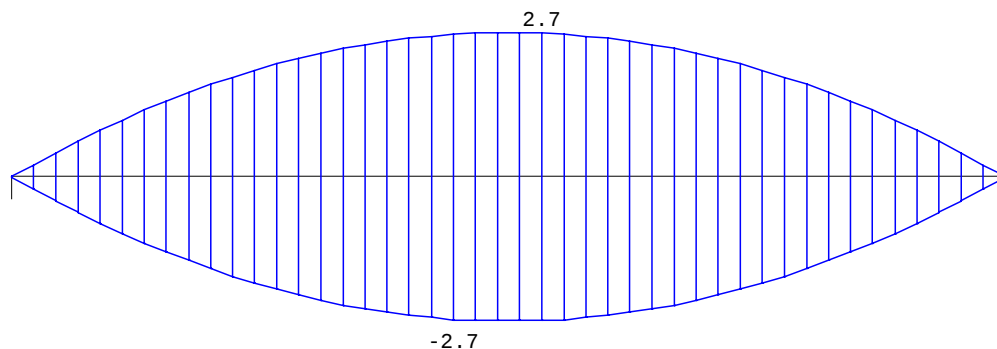
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Velden met gunstige werking	
1	Geen
2	Alle velden de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Alle velden de factor:0.90
8	Alle velden de factor:0.90
9	Alle velden de factor:0.90
10	Alle velden de factor:0.90

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

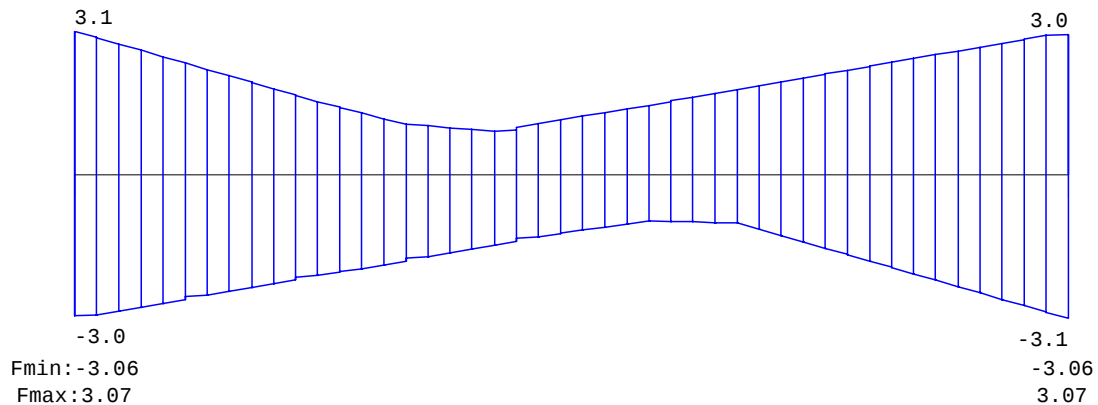
MOMENTEN

Ligger:1 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:1 Fundamentele combinatie

**REACTIES**

Ligger:1 Fundamentele combinatie

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	-3.06	3.07	0.00	0.00
2	-3.06	3.07	0.00	0.00

MATERIAALGEGEVENS

Materiaal	$f_{m,y,k}$ [N/mm ²]	f_k [kg/m ³]	f_{mean} [kg/m ³]	$f_{t,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{v,k}$ [N/mm ²]
C18	18	320	380	11	0.4	18	2.2	3.4

MATERIAALGEGEVENS (vervolg)

Materiaal	G_{mean} [N/mm ²]	$E_{0,05}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ [N/mm ²]	Klimaatklasse	k_{def}	$E_{0,mean,fin}$ [N/mm ²]
C18	560	6000	300	9000	II	0.80	5000

KIPSTABILITEIT

Ligger:1

Staafl	Plts. aangr.	1 sys. [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h boven: onder:	3.60 3.60	0.000;3.600 0.000;3.600

TOETSING SPANNINGEN**TOETSING SPANNINGEN**

Staafl	1	BC / Sit.	6 / 19	UC frm(6.11)	0.74
Maatgevend is buiging (EN 1995-1-1 art. 6.1.6(1)) aan bovenzijde staaf					
Positie	1800 [mm]	Breedte	70.00 [mm]	Hoogte	170.00 [mm]
k_{mod}	0.80 [-]	k_h	1.00 [-]	$k_{h(fmk, f_{tok})}$	1.00 [-]
$f_{m,y,d}$	11.08 [N/mm ²]	D	-1.22 [kN]	M	-2.76 [kNm]
$f_{v,y,d}$	2.09 [N/mm ²]	$S_{v,d}$	0.15 [N/mm ²]	$S_{m,y,d}$	-8.20 [N/mm ²]
$S_{m,y,crit}$	34.24 [N/mm ²]	$I_{ef,y}$	3940.00 [mm]		
$I_{rel,my}$	0.73 [-]	$k_{crit,y}$	1.00 [-]		

TOETSING DOORBUIGING

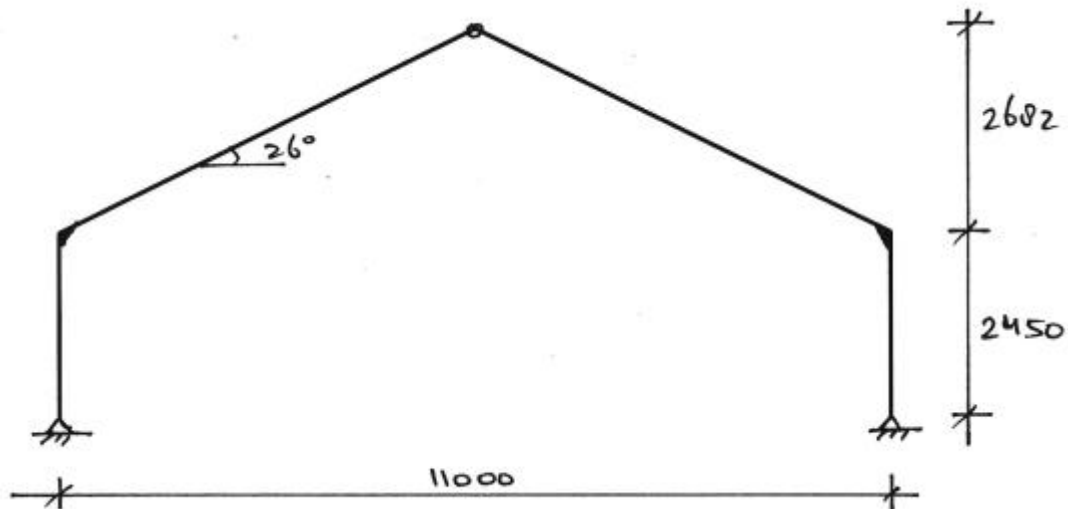
Stf	Soort	l_{sys} [mm]	Overstek i j	BC	Sit	u_{bij} [mm]	Toelaatbaar [mm] *1			$u_{fin,net}$ [mm]	Toelaatbaar [mm] *1	
1	Vloer	3600	Nee Nee	15	1	-10.2	-10.8	0.003		-12.9	-14.4	0.004

TOETSING DOORBUIGING (vervolg)

Stf	Soort	l_{sys} [mm]	Overstek i j	BC	Sit	u_{inst} [mm]	Toelaatbaar [mm] *1		
1	Vloer	3600	Nee Nee	12	1	-10.7	-14.4	0.004	

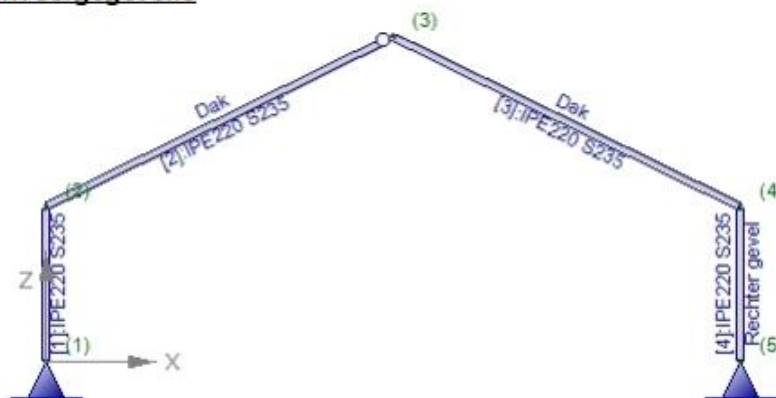
3.2. Stalen spanten

IPE220 [S235]



Het spant wordt berekend met het 2D raamwerkprogramma van Struct4u. In deze paragraaf wordt een samenvatting van de berekening gegeven. Voor de volledige in- en uitvoer wordt verwezen naar bijlage B.

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1 + C2:2011/NB:2011 (nl)
 Gevolgklasse : CC1

1 Invoergegevens**1.1 KNOPEN**

Knoop- nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	0	2450			
3	5500	5132			
4	11000	2450			
5	11000	0	A	A	

1.2 STAVEN

Staaft- nummer	Knoop		Staaft- type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		IPE220	2450
2	2	3		IPE220	6119
3	3	4		IPE220	6119
4	4	5		IPE220	2450

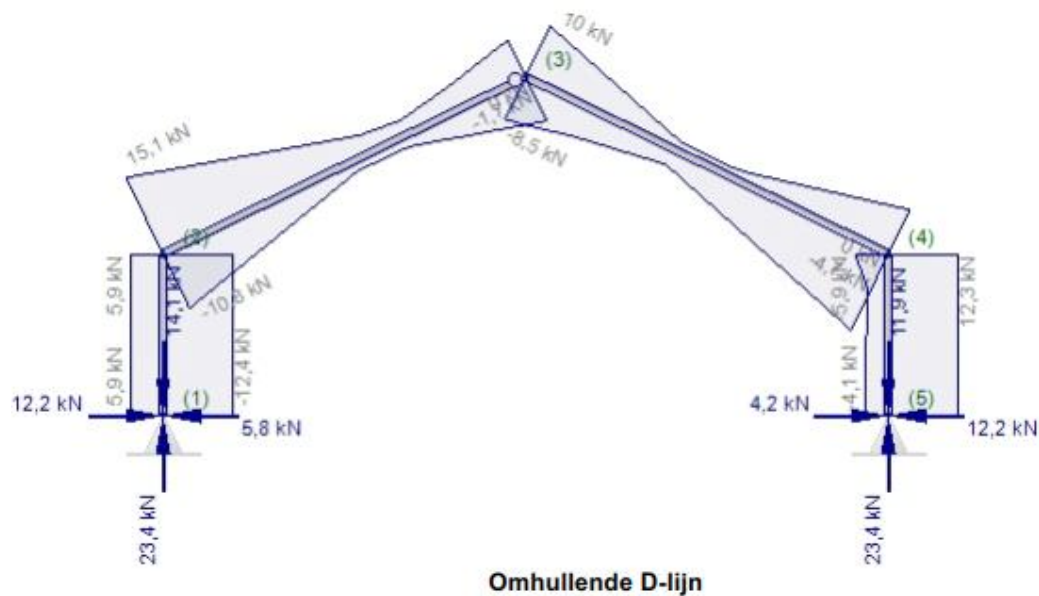
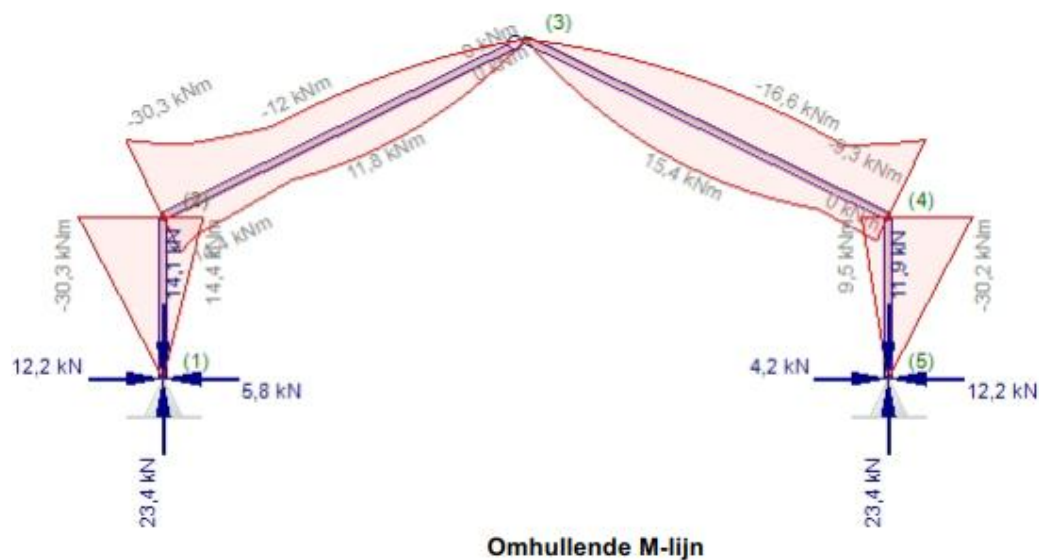
1.3 PROFIELEN

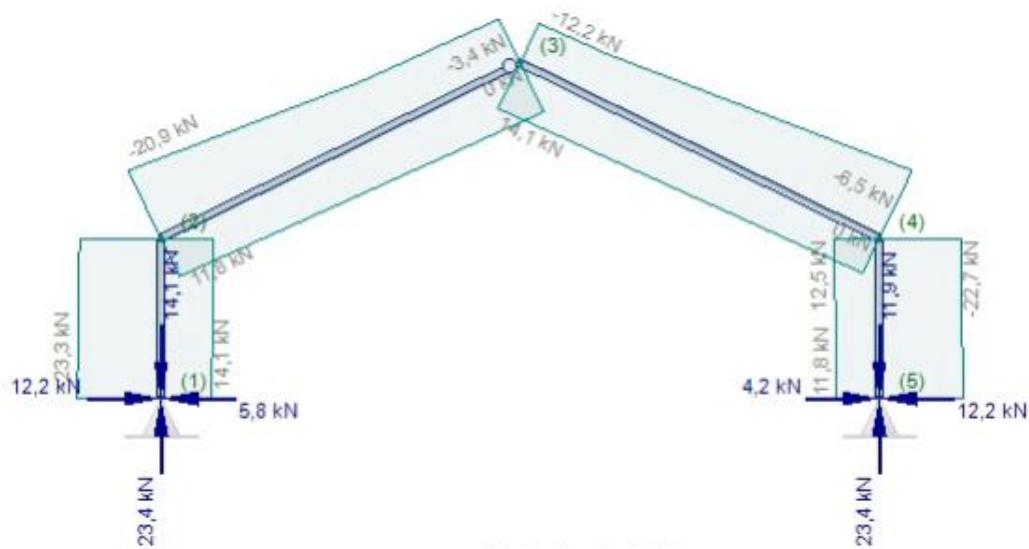
Profiel- nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	IPE220	26,2	210000	3339	27739744	252179	252179

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

Knoop- nummer	Belastings geval	F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
1	1	3,811	7,753	
	3	5,942	11,088	
	4	4,456	6,930	
	5	4,456	9,702	
	6	-0,613	5,299	
	7	-6,491	-8,066	
	8	0,001	0,675	
	9	-5,876	-12,689	
	10	1,681	7,440	
	11	-4,196	-5,924	
	12	2,296	2,817	
	13	-3,581	-10,548	
	14	4,555	4,530	
	15	-1,322	-8,834	
	16	1,547	1,723	
	17	-4,330	-11,641	
	18	4,493	7,222	
	19	-1,384	-6,142	
	20	1,485	4,415	
	21	-4,393	-8,949	
	22	-1,498	-3,304	
	23	-7,375	-16,668	
5	1	-3,811	7,753	
	3	-5,942	11,088	
	4	-4,456	9,702	
	5	-4,456	6,930	
	6	-4,047	3,882	
	7	-3,841	-8,218	
	8	-1,038	1,075	
	9	-0,832	-11,026	
	10	-3,984	6,574	
	11	-3,779	-5,526	
	12	-0,976	3,767	
	13	-0,770	-8,334	
	14	5,920	4,651	
	15	6,125	-7,450	

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
5	16	5,305	0,028	
	17	5,510	-12,073	
	18	3,625	6,792	
	19	3,831	-5,309	
	20	3,010	2,169	
	21	3,216	-9,932	
	22	-0,511	-2,857	
	23	-0,306	-14,957	
Minimale / maximale waarden				
1	23	-7,375		
5	15	6,125		
1	23		-16,668	
5	3		11,088	





Omhullende N-lijn

2.3.2 Reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1.1	4,121	8,352	
	1.2	4,116	8,390	
	2.1	4,121	8,352	
	2.2	4,116	8,390	
	3.1	12,169	23,262	
	3.2	12,167	23,375	
	4.1	10,146	17,667	
	4.2	10,153	17,768	
	5.1	10,164	21,406	
	5.2	10,151	21,494	
	6.1	3,300	15,470	
	6.2	3,299	15,518	
	7.1	-4,647	-2,488	
	7.2	-4,651	-2,518	
	8.1	4,122	9,259	
	8.2	4,122	9,299	
	9.1	-3,820	-8,726	
	9.2	-3,823	-8,763	
	10.1	6,401	18,359	
	10.2	6,401	18,433	
	11.1	-1,551	0,377	
	11.2	-1,554	0,372	
	12.1	7,224	12,148	
	12.2	7,225	12,213	
	13.1	-0,723	-5,861	
	13.2	-0,725	-5,874	
	14.1	10,276	14,493	
	14.2	10,266	14,578	
	15.1	2,338	-3,564	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	15.2	2,326	-3,557	
	16.1	6,213	10,689	
	16.2	6,197	10,736	
	17.1	-1,721	-7,331	
	17.2	-1,740	-7,361	
	18.1	10,195	18,114	
	18.2	10,189	18,205	
	19.1	2,251	0,075	
	19.2	2,242	0,086	
	20.1	6,133	14,311	
	20.2	6,120	14,363	
	21.1	-1,807	-3,692	
	21.2	-1,822	-3,718	
	22.1	2,096	3,900	
	22.2	2,091	3,919	
	23.1	-5,841	-14,081	
	23.2	-5,849	-14,138	
5	1.1	-4,102	8,395	
	1.2	-4,136	8,357	
	2.1	-4,102	8,395	
	2.2	-4,136	8,357	
	3.1	-12,124	23,423	
	3.2	-12,211	23,310	
	4.1	-10,108	21,534	
	4.2	-10,192	21,433	
	5.1	-10,125	17,794	
	5.2	-10,190	17,706	
	6.1	-9,561	13,678	
	6.2	-9,620	13,617	
	7.1	-9,300	-2,707	
	7.2	-9,297	-2,758	
	8.1	-5,500	9,854	
	8.2	-5,543	9,809	
	9.1	-5,244	-6,505	
	9.2	-5,225	-6,540	
	10.1	-9,475	17,311	
	10.2	-9,545	17,230	
	11.1	-9,209	0,949	
	11.2	-9,218	0,879	
	12.1	-5,415	13,487	
	12.2	-5,469	13,423	
	13.1	-5,154	-2,848	
	13.2	-5,147	-2,902	
	14.1	3,895	14,608	
	14.2	3,845	14,605	
	15.1	4,147	-1,679	
	15.2	4,158	-1,671	
	16.1	3,058	8,385	
	16.2	3,032	8,412	
	17.1	3,306	-7,939	
	17.2	3,341	-7,902	
	18.1	0,800	17,514	
	18.2	0,736	17,500	
	19.1	1,058	1,210	
	19.2	1,055	1,207	

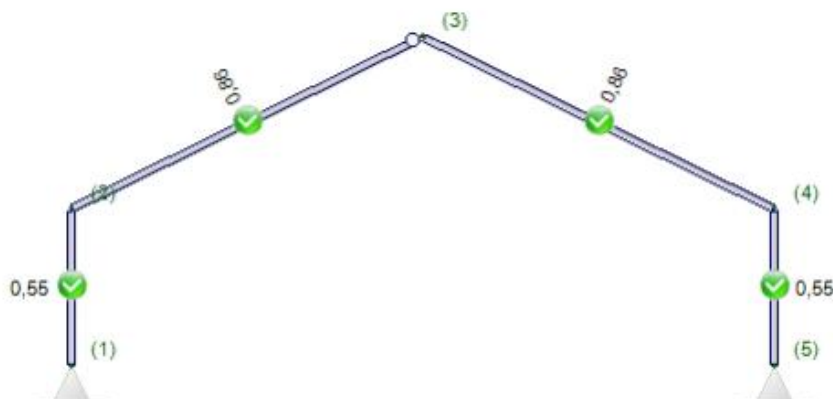
Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
5	20.1	-0,038	11,290	
	20.2	-0,079	11,307	
	21.1	0,216	-5,051	
	21.2	0,236	-5,024	
	22.1	-4,796	4,543	
	22.2	-4,815	4,500	
	23.1	-4,545	-11,820	
	23.2	-4,503	-11,855	
Minimale / maximale waarden				
5	3.2	-12,211		
1	3.1	12,169		
1	23.2		-14,138	
5	3.1		23,423	

2.3.3 Maatgevende snedekrachten

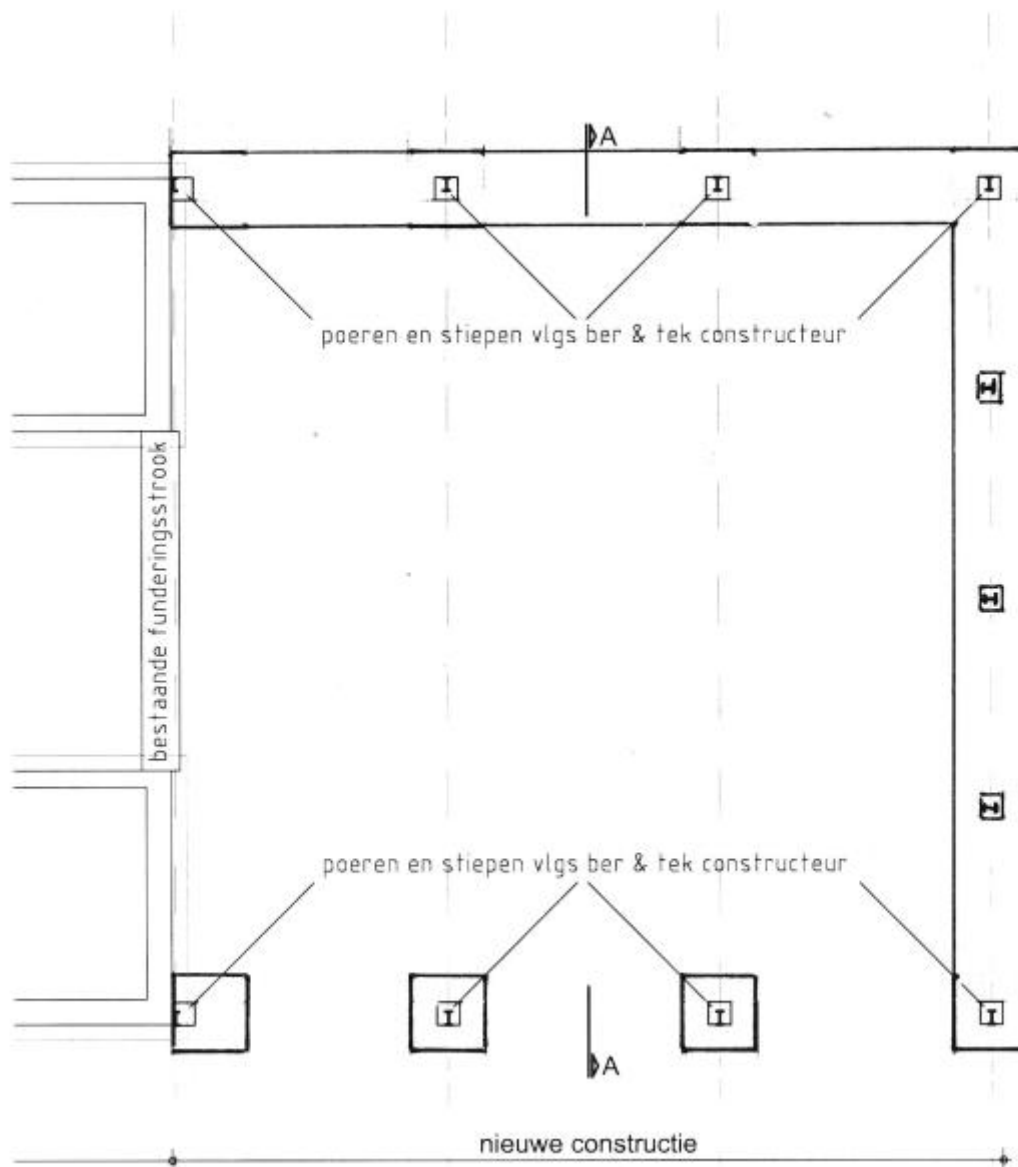
Staafl-nummer	Comb. nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	3.2	1	0	-23,322	-12,387	0,000
	23.2		0	14,112	5,870	0,000
	3.2		2450	-22,628	-12,387	-30,347
	23.2		2450	14,806	5,870	14,382
2	3.2	2	0	-20,893	15,129	-30,348
	23.2		0	11,764	-10,763	14,382
	23.2		6119	15,131	6,084	0,065
3	14.2	3	0	-6,598	10,009	0,000
	23.2		0	14,114	-8,168	0,000
	14.2		3075	-8,290	0,000	15,388
	3.1		6119	-20,876	-15,146	-30,393
4	3.1	4	0	-22,676	12,339	-30,232
	15.1		0	2,355	-3,620	9,509
	23.1		0	12,534	-5,922	1,807
	3.1		2450	-23,369	12,339	0,000

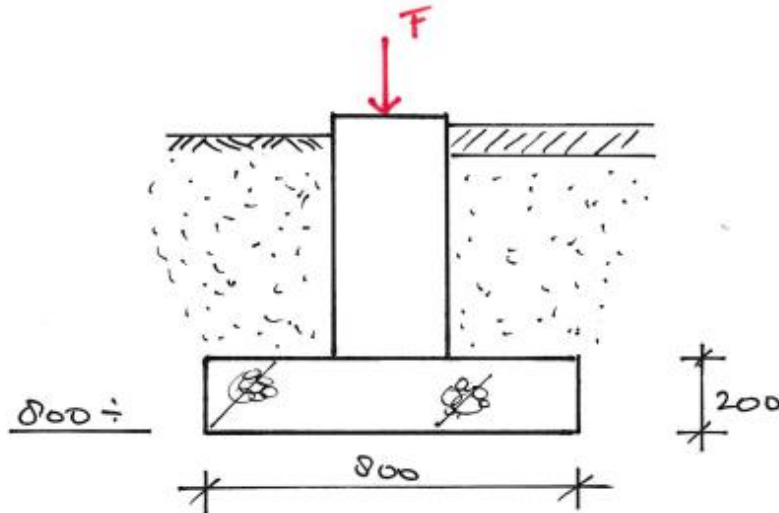
2.5 EN1993 TOETSINGEN

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)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	IPE220	23.2	1	6.2.3	0,02
		3.2	1	6.2.4	0,03
		3.2	1	6.2.5	0,45
		3.2	1	6.2.6	0,06
		3.2	1	6.2.8	0,45
		3.2	1	6.2.9.1	0,45
		3.2	1	6.3.2.1	0,51
		3.2	1	6.3.3	0,55
2	IPE220	23.2	1	6.2.3	0,02
		3.2	1	6.2.4	0,03
		3.2	1	6.2.5	0,45
		3.2	1	6.2.6	0,07
		3.2	1	6.2.8	0,45
		3.2	1	6.2.9.1	0,45
		3.2	1	6.3.2.1	0,76
		3.2	1	6.3.3	0,86
3	IPE220	23.2	1	6.2.3	0,02
		3.1	1	6.2.4	0,03
		3.1	1	6.2.5	0,45
		3.1	1	6.2.6	0,07
		3.1	1	6.2.8	0,45
		3.1	1	6.2.9.1	0,45
		3.1	1	6.3.2.1	0,76
		3.1	1	6.3.3	0,86
4	IPE220	23.1	1	6.2.3	0,02
		3.1	1	6.2.4	0,03
		3.1	1	6.2.5	0,45
		3.1	1	6.2.6	0,06
Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
4	IPE220	3.1	1	6.2.8	0,45
		3.1	1	6.2.9.1	0,45
		3.1	1	6.3.2.1	0,50
		3.1	1	6.3.3	0,55

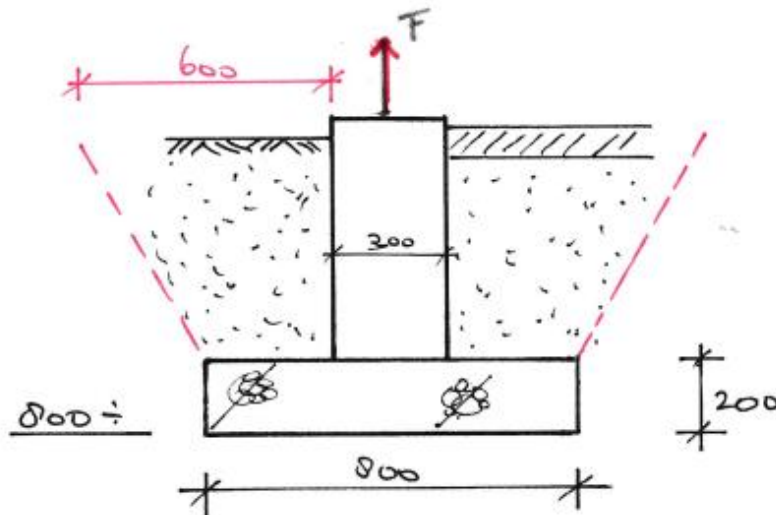
4. Fundatie

4.1. Verticale neerwaartse belasting
 Fundering 800x800x200 [C20/25]
 Wapening Ø8-150 b/o [B500]


F : $q_k = \text{uit staalconstructie} = 7,0 \text{ kN}$

$Q_k = \text{sneeuw} = 11,1 \text{ kN}$

$F_{Ed} = 23,4 \text{ kN} \rightarrow \text{fundatie puur lokaal}$
 kies $\phi 800 \text{ mm}$.

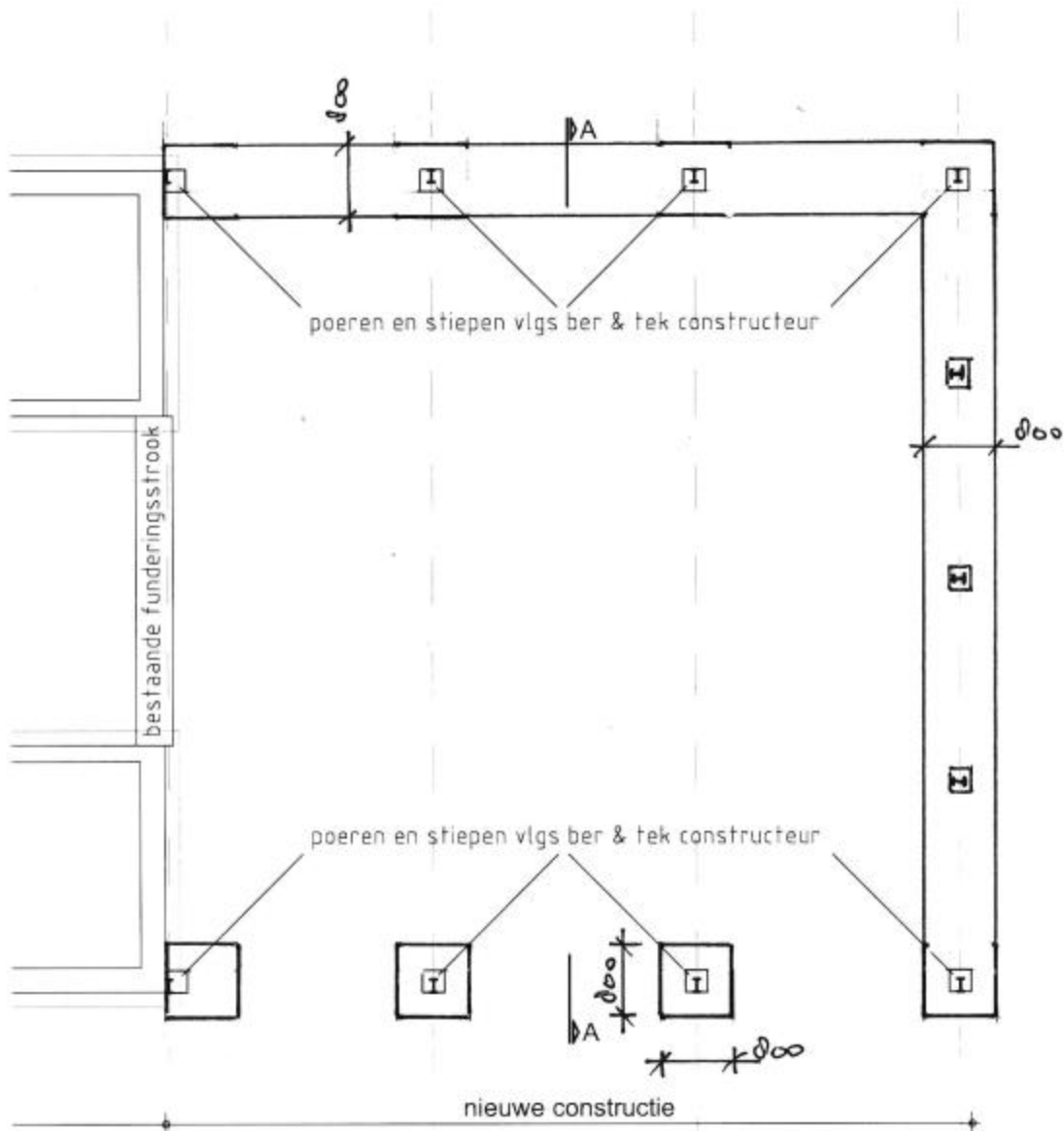
4.2. Verticale opwaartse belasting

e.g. fund. paal
e.g. opstand
grond

$$\begin{aligned}
 0,8 \times 0,8 \times 0,2 \times 25 &= 3,2 \text{ kN} \\
 0,3 \times 0,3 \times 0,6 \times 25 &= 1,4 \text{ kN} \\
 0,85 \times 0,6 \times 10 &= 3,2 \text{ kN} \\
 0,50 \times 0,6 \times 10 &= 5,4 \text{ kN} + \\
 \hline
 \Sigma &= 19,2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$0,9 \times 19,2 = 17,3 \text{ kN} > \text{optredende tuchbelasting} = 14,1 \text{ kN.}$$

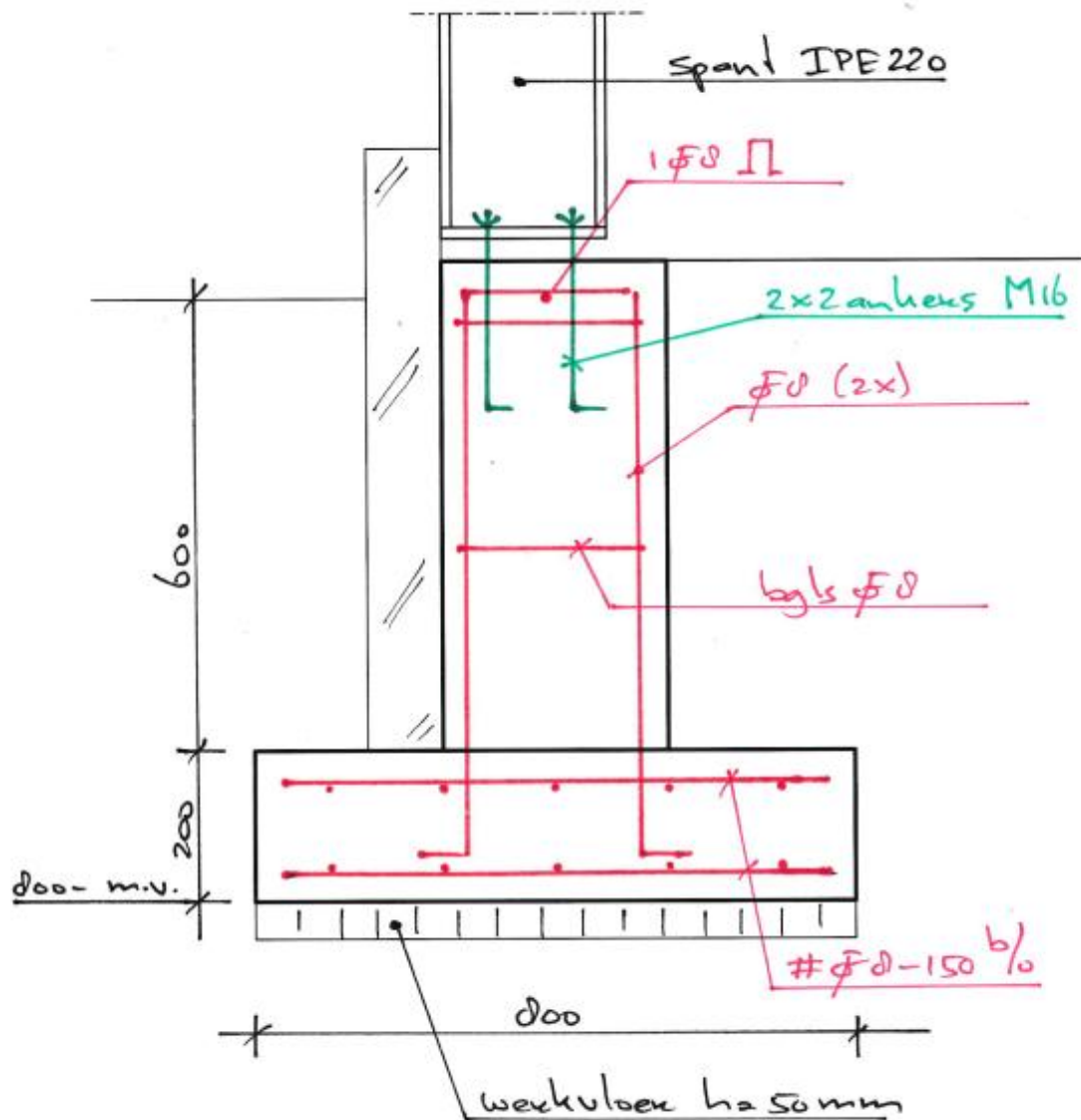
u.c. = 0,92



Het aanlegniveau van de fundering dient vorstvrij te zijn en derhalve minimaal 800mm beneden het toekomstige maaiveld te liggen.

Er dient gefundeerd te worden op de draagkrachtige ondergrond (conusweerstand min. 4 N/mm² op 50 cm diepte) waarbij geroerde, vervuilde en humeuze lagen moeten worden verwijderd. Indien het ontgravingsniveau lager ligt dan het aanlegniveau van de fundering dient een grondverbetering te worden aangebracht. Deze dient vanaf de onderzijde van de fundering onder 45° uit te lopen tot niveau ontgraving.

De grondverbetering dient te worden uitgevoerd met schoon en goed te verdichten zand met een vochtpercentage van ca. 10% in lagen van maximaal 30cm. Elke laag dient in 4 gangen te worden verdicht met behulp van een trilplaat met een gewicht van 300 à 400kg. De grondverbetering dient te worden gecontroleerd met behulp van een handsondeerapparaat waarbij de conusweerstand gelijkmatig met de diepte toeneemt en op ca. 50cm diepte 4N/mm² bedraagt, waarna verder oplopend. De grondwaterstand dient ten tijde van de grondverbetering ten minste 50cm beneden het ontgravingsniveau te liggen.



Betonrenvooi

Betonkwaliteit:	C20/25
Betonstaalkwaliteit:	FeB500
Milieuklasse:	XC4
Betondekking bovenzijde:	30 mm
Betondekking onderzijde:	30 mm
Betondekking zijkanten:	30 mm

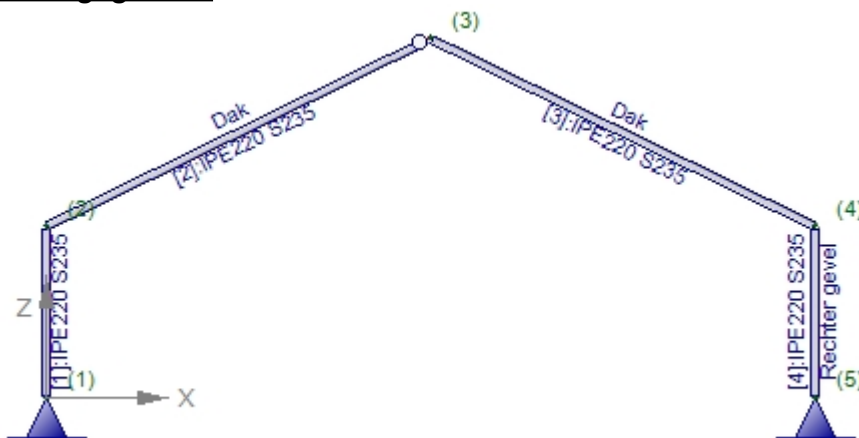
Verankeringslengte:	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20
algemeen	250	300	400	600	750
bovenstaaf	300	400	500	700	950

BIJLAGE B: In- en uitvoer 3D model

Bestand :.....Berekening\spant.xfr2

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1 + C2:2011/NB:2011 (nl)

Gevolgklasse : CC1

1 Invoergegevens**1.1 KNOPEN**

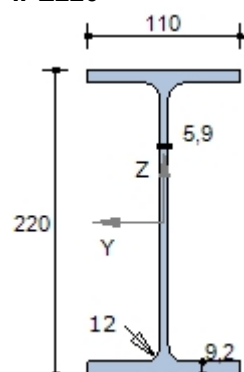
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	0	2450			
3	5500	5132			
4	11000	2450			
5	11000	0	A	A	

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		IPE220	2450
2	2	3		IPE220	6119
3	3	4		IPE220	6119
4	4	5		IPE220	2450

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	IPE220	26,2	210000	3339	27739744	252179	252179

IPE220**Materiaalgegevens**

Staalsoort	S235
Elasticiteitsmodulus	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Doorsnedegegevens

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

1.4 Sneeuwbelasting

karacteristieke sneeuwbelasting op de grond : $0,700 \text{ kN/m}^2$

Dakhelling 26,0 graden $\mu_1 = 0,80$ $\mu_2 = 1,49$

Dakhelling -26,0 graden $\mu_1 = 0,80$ $\mu_2 = 1,49$

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	: 5,20 m	Hoogte boven maaiveld	: 5,0 m
Breedte van het gebouw	: 11,18 m	Diepte van het gebouw d	: 23,5 m
A - De afstand kopgevel - hart spant	: 3,60 m	B - Belastingbreedte spant	: 3,6 m

Terreinruwheid**art. 4.3.2**

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

$$z_{\min}(4) < z < z_{\max}(200) \quad c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,209 \times \ln\left(\frac{5,2}{0,2}\right) = 0,682 \quad (4.4)$$

Variatie met hoogte**art. 4.3.1**

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

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,682 \times 1,000 \times 24,5 = 16,712 \text{ m/s} \quad (4.3)$$

Windturbulentie**art. 4.4**

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

$$z_{\min} < z < z_{\max} \quad I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{5,129}{16,712} = 0,307 \quad (4.7)$$

Extreme stuwdruk**art. 4.5**

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) = (1 + 7 \times 0,307) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 16,712^2 = 0,55 \text{ kN/m}^2 \quad (4.8)$$

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

$$c_s c_d = 1,00$$

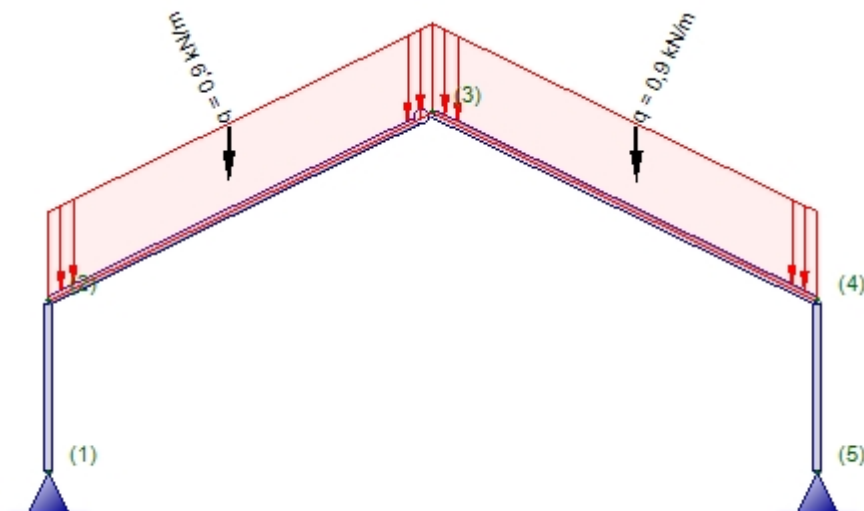
1.6 Windbelastingen

Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m ²]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw01		D	0,800	5,20	0,550	3,6	1,583	Art. 7.2.2
qw02		E	-0,500	5,20	0,550	3,6	-0,989	"
qw03	0,0	B	1,400	5,20	0,550	3,6	2,770	Art. 7.4.1
qw04	26,0	→ F/G	0,567	5,20	0,550	3,6	1,121	Tabel 7.4
qw05	26,0	→ F/G	-0,586	5,20	0,550	3,6	-1,159	"
qw06	26,0	→ H	0,347	5,20	0,550	3,6	0,686	"
qw07	26,0	→ H	-0,227	5,20	0,550	3,6	-0,449	"
qw08	-26,0	→ I	-0,400	5,20	0,550	3,6	-0,791	"
qw09	-26,0	→ I	0,000	5,20	0,550	3,6	0,000	"
qw10	-26,0	→ J	-0,633	5,20	0,550	3,6	-1,253	"
qw11	-26,0	→ J	0,000	5,20	0,550	3,6	0,000	"
qw12	26,0	← I	-0,400	5,20	0,550	3,6	-0,791	"
qw13	26,0	← I	0,000	5,20	0,550	3,6	0,000	"
qw14	26,0	← J	-0,633	5,20	0,550	3,6	-1,253	"
qw15	26,0	← J	0,000	5,20	0,550	3,6	0,000	"
qw16	-26,0	← F/G	0,567	5,20	0,550	3,6	1,121	"
qw17	-26,0	← F/G	-0,586	5,20	0,550	3,6	-1,159	"
qw18	-26,0	← H	0,347	5,20	0,550	3,6	0,686	"
qw19	-26,0	← H	-0,227	5,20	0,550	3,6	-0,449	"
qw20	26,0	↑ HI	-0,733	5,20	0,550	3,6	-1,450	"
qw21	26,0	↑ HI	-0,733	5,20	0,550	3,6	-1,450	"
qw22	-26,0	↑ HI	-0,733	5,20	0,550	3,6	-1,450	"
qw23	-26,0	↑ HI	-0,733	5,20	0,550	3,6	-1,450	"
qw24		→	0,720	5,20	0,550	3,6	1,425	Art. 7.2.9

Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m ²]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw25		→	-0,450	5,20	0,550	3,6	-0,890	"
qw26		←	0,720	5,20	0,550	3,6	1,425	"
qw27		←	-0,450	5,20	0,550	3,6	-0,890	"
qw28		↑	0,720	5,20	0,550	3,6	1,425	"
qw29		↑	-0,450	5,20	0,550	3,6	-0,890	"

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 +	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 +	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 +	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
23	Wind loodrecht A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

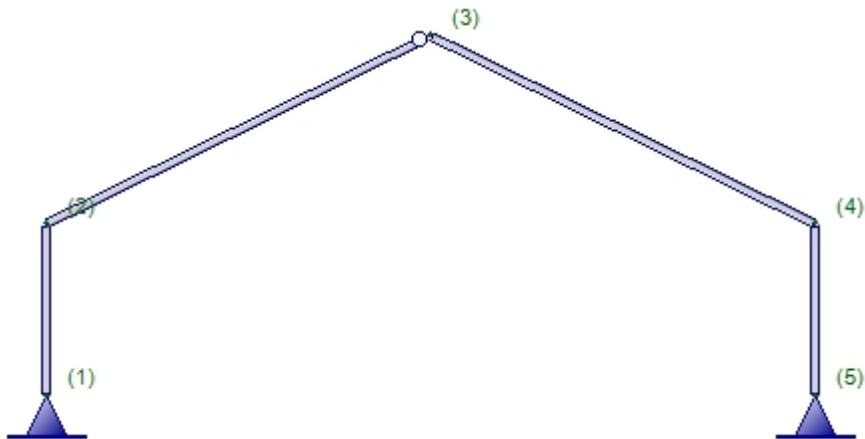
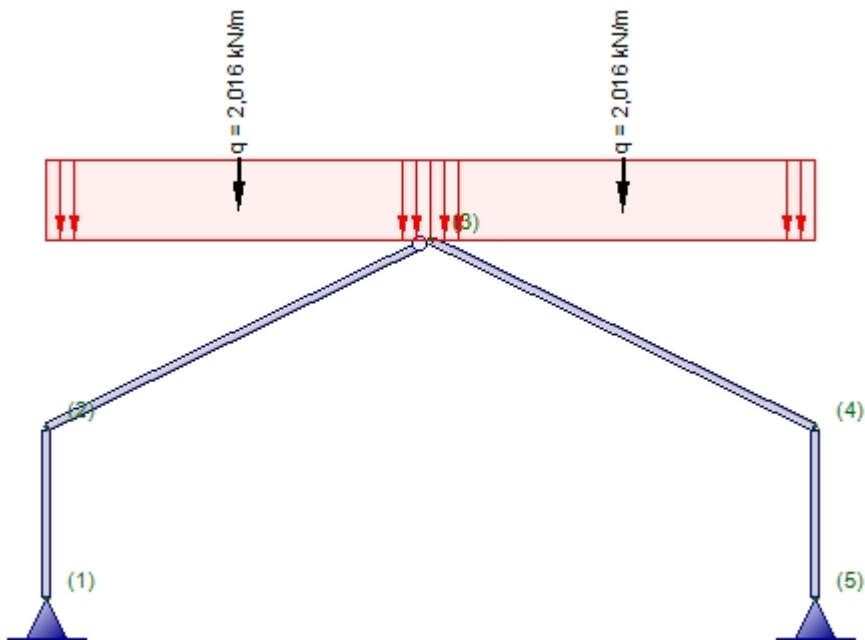
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

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

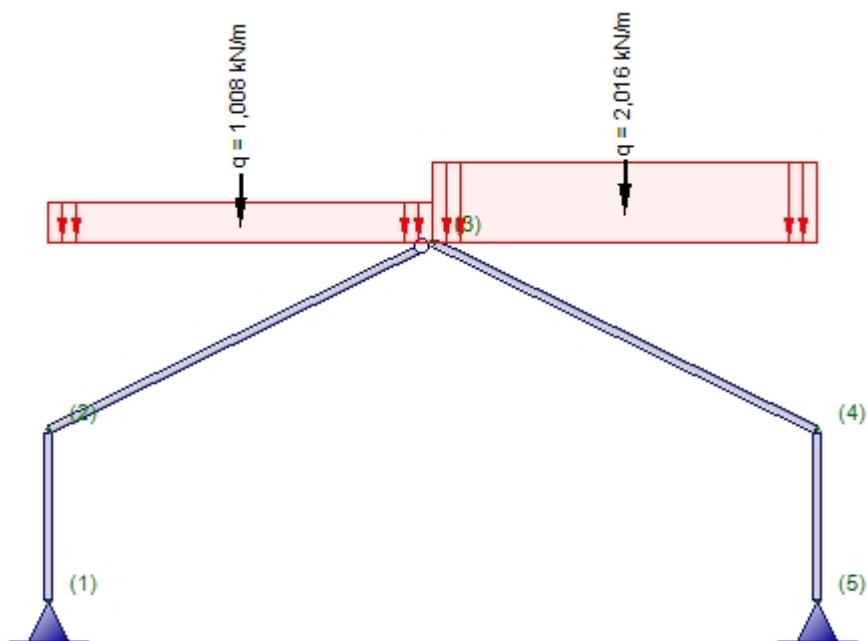
Totaal eigen gewicht: : 449 kg.

1.8.1 Staafbelastingen

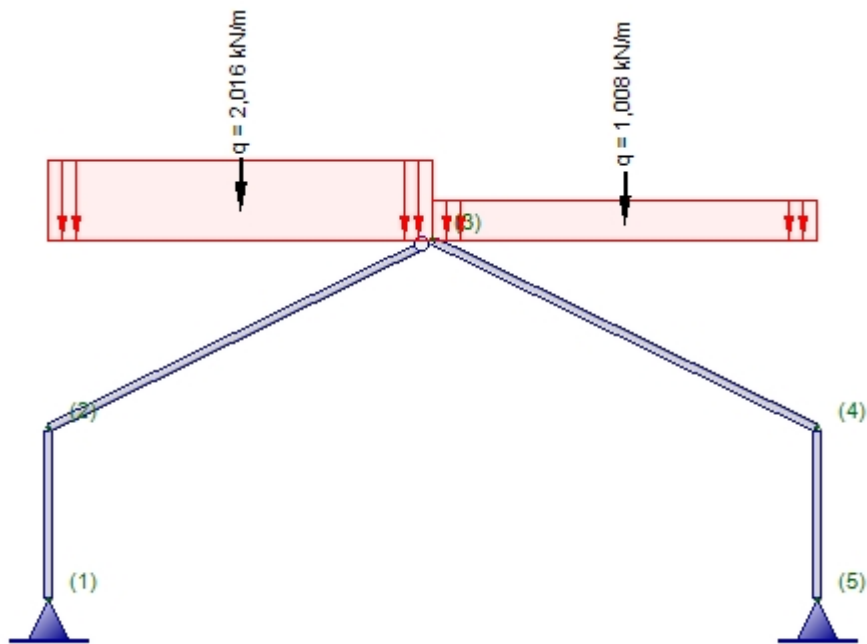
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,262 kN/m	-0,262 kN/m	-90,0	1	0	2450
2	q	-0,262 kN/m	-0,262 kN/m	-26,0	2	0	6119
2	q	-0,900 kN/m	-0,900 kN/m	-26,0	2	0	6119
3	q	-0,262 kN/m	-0,262 kN/m	26,0	3	0	6119
3	q	-0,900 kN/m	-0,900 kN/m	26,0	3	0	6119
4	q	-0,262 kN/m	-0,262 kN/m	90,0	4	0	2450

1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1****1.10.1 Staafbelastingen**

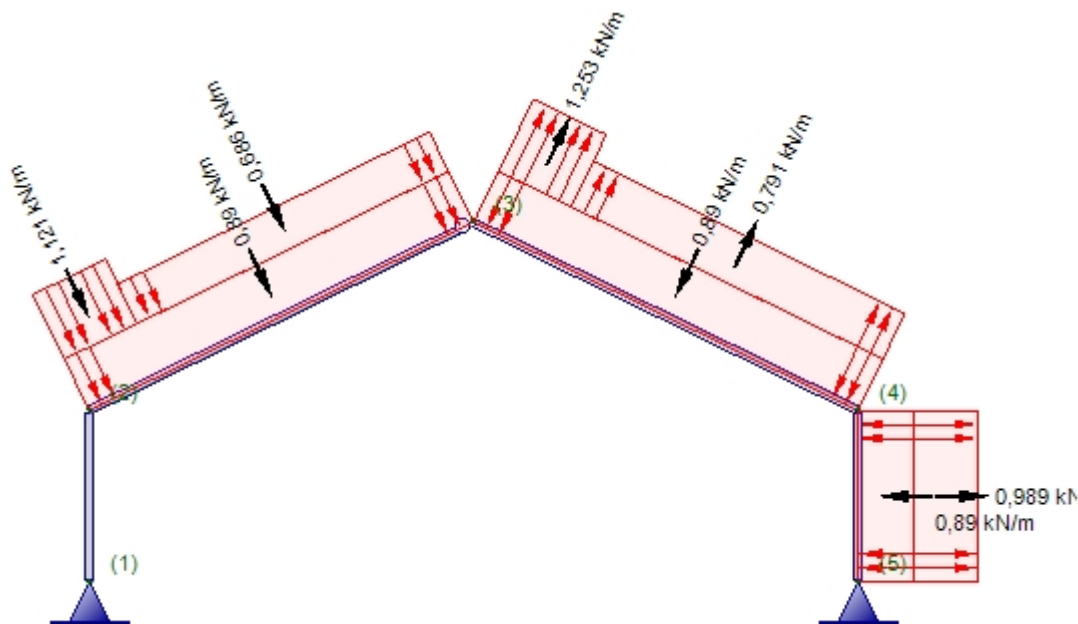
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2		-2,016 kN/m	-2,016 kN/m	-26,0	2	0	6119
3		-2,016 kN/m	-2,016 kN/m	26,0	3	0	6119

1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2**1.11.1 Staafbelastingen**

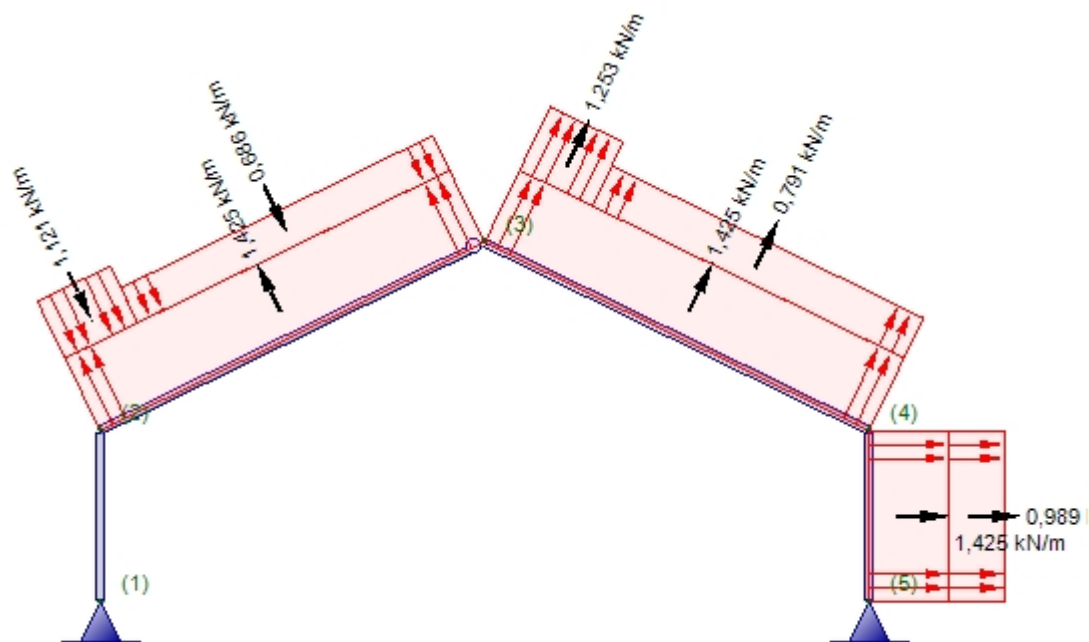
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2		-1,008 kN/m	-1,008 kN/m	-26,0	2	0	6119
3		-2,016 kN/m	-2,016 kN/m	26,0	3	0	6119

1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3**1.12.1 Staafbelastingen**

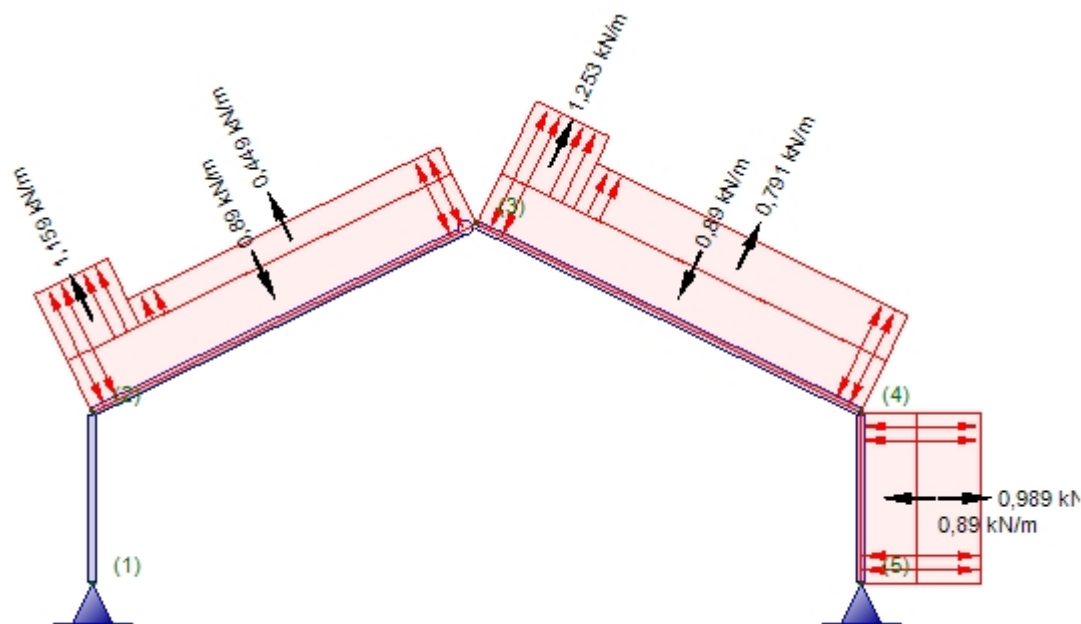
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2		-2,016 kN/m	-2,016 kN/m	-26,0	2	0	6119
3		-1,008 kN/m	-1,008 kN/m	26,0	3	0	6119

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

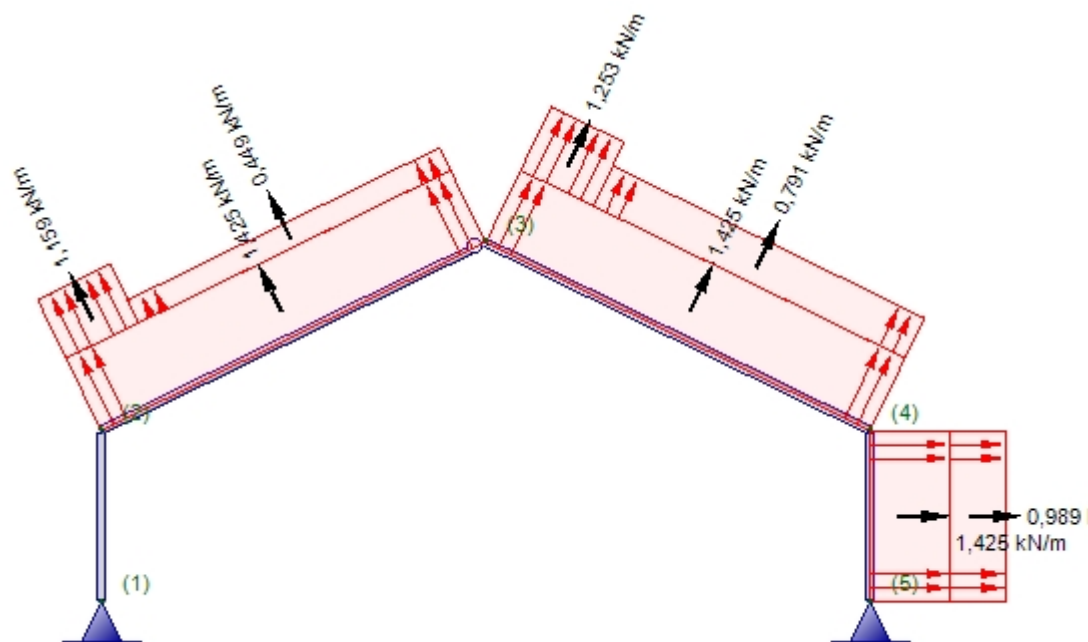
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw06	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	qw04	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	2	0	1157
2	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw10	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	3	0	1157
3	qw08	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw02	0,989 kN/m	0,989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

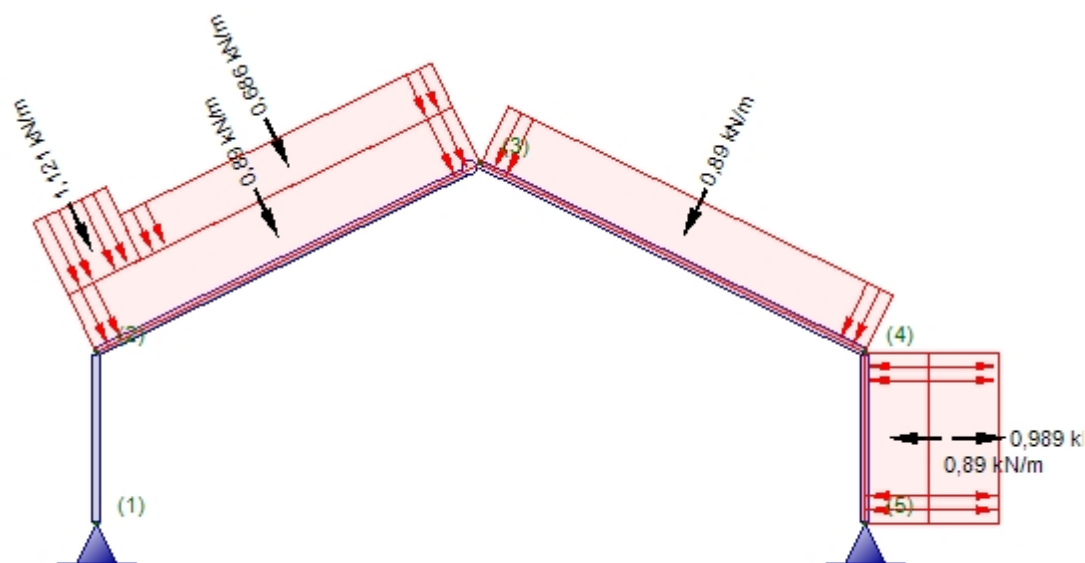
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw06	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	qw04	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	2	0	1157
2	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw10	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	3	0	1157
3	qw08	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw02	0,989 kN/m	0,989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

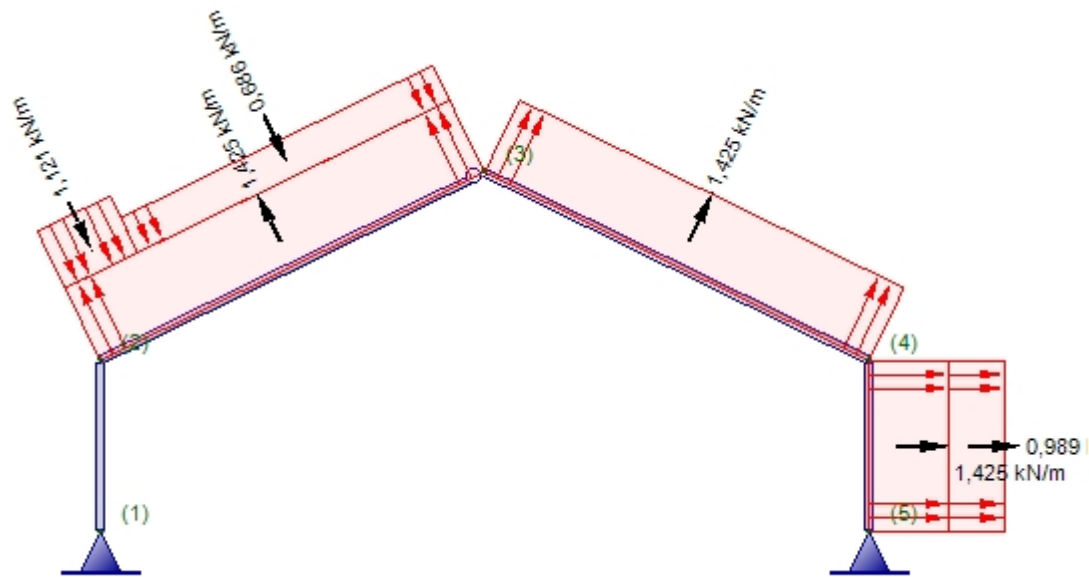
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw07	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	qw05	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	2	0	1157
2	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw10	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	3	0	1157
3	qw08	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw02	0,989 kN/m	0,989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

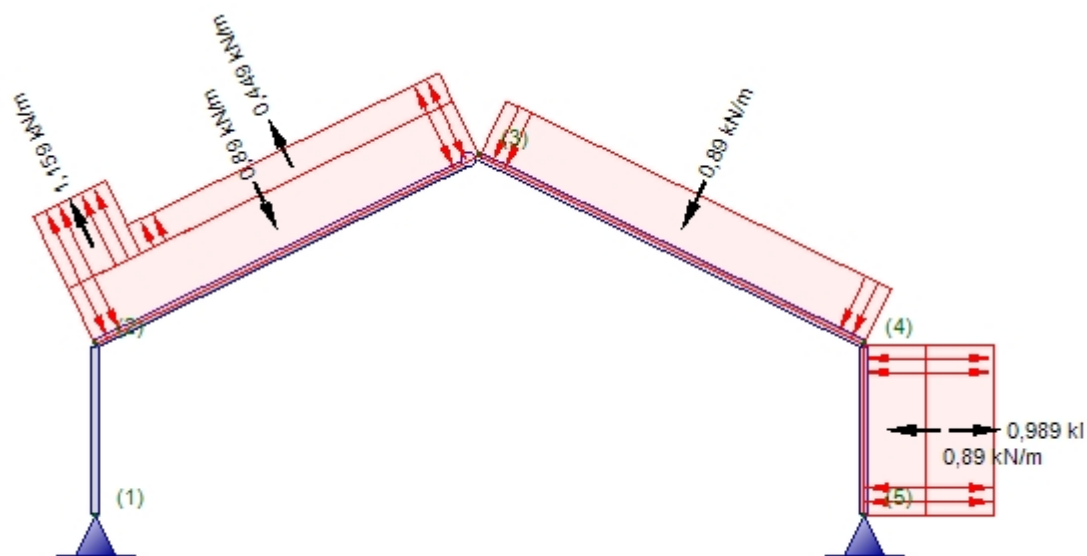
Staaf- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	 qw07	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	 qw05	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	2	0	1157
2	 qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	 qw10	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	3	0	1157
3	 qw08	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	 qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	 qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	 qw02	0.989 kN/m	0.989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

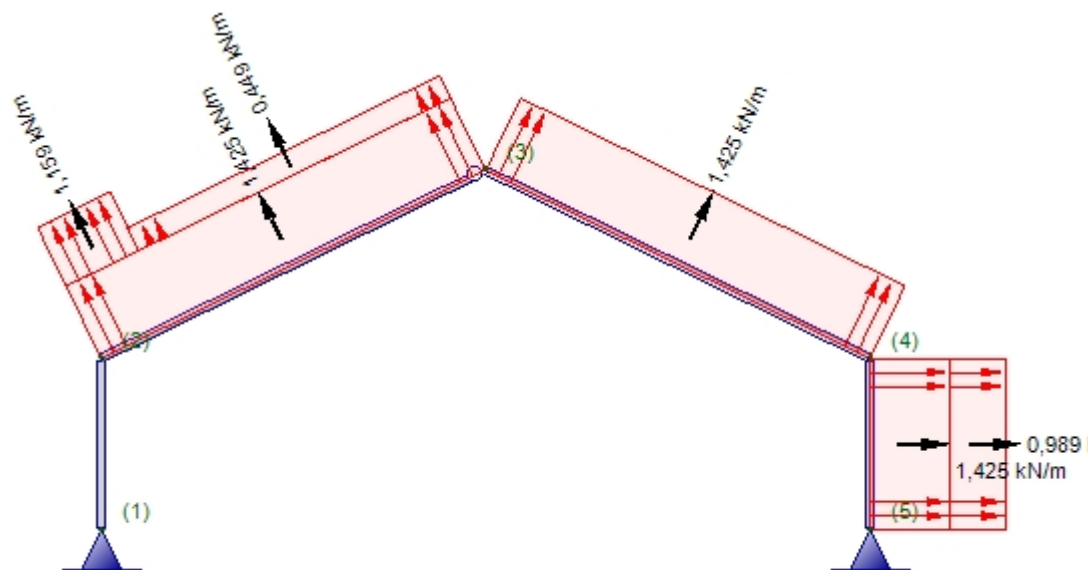
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw06	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	qw04	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	2	0	1157
2	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw11	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	0	1157
3	qw09	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw02	0,989 kN/m	0,989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

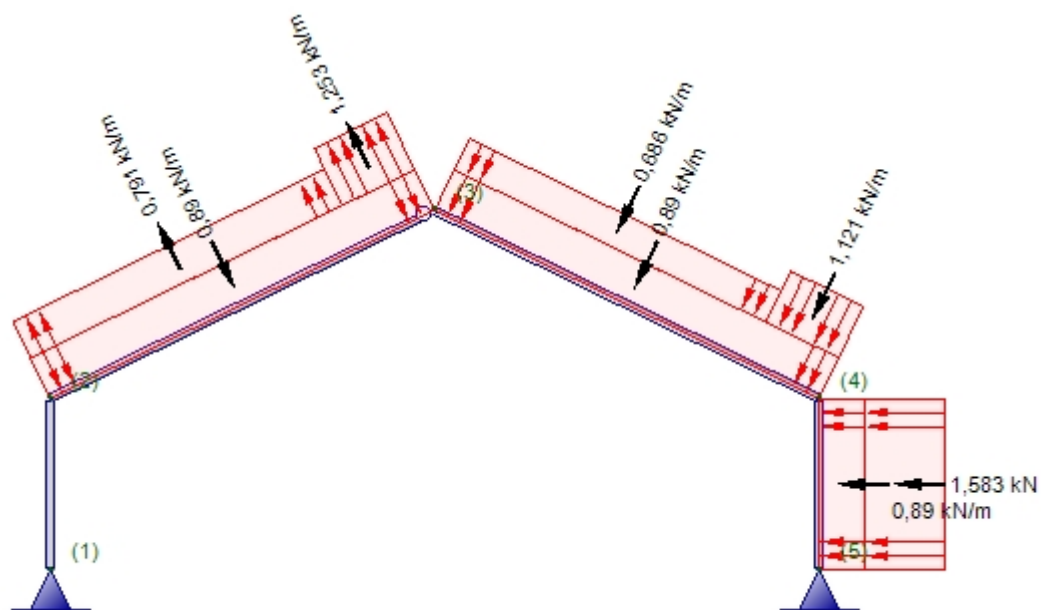
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw06	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	qw04	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	2	0	1157
2	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw11	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	0	1157
3	qw09	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw02	0,989 kN/m	0,989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

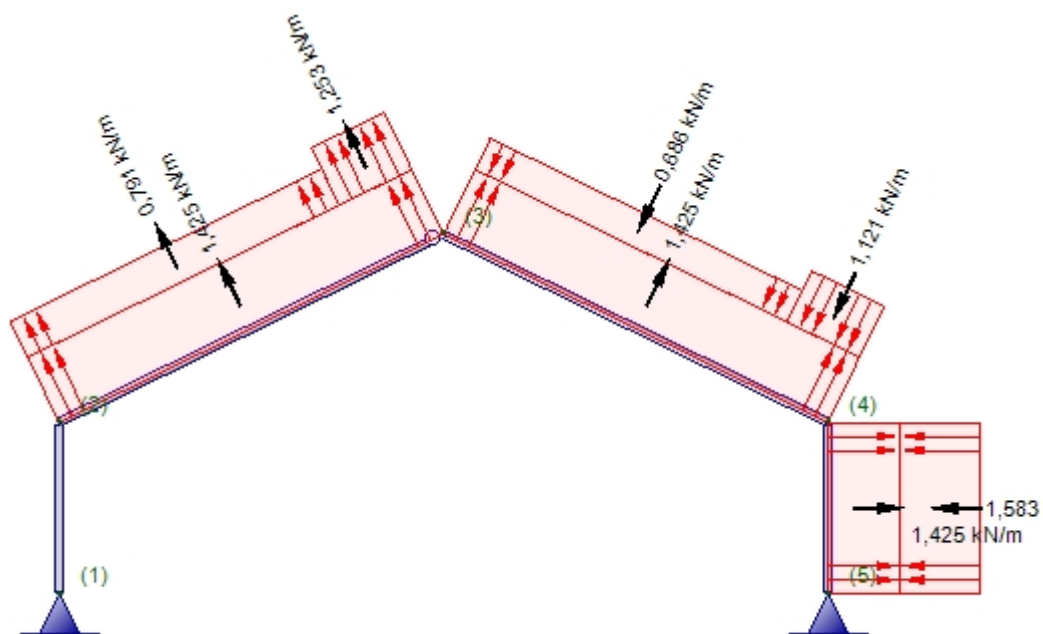
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	q̄w07	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	q̄w05	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	2	0	1157
2	q̄w24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	q̄w11	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	0	1157
3	q̄w09	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	q̄w24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	q̄w24	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	q̄w02	0,989 kN/m	0,989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

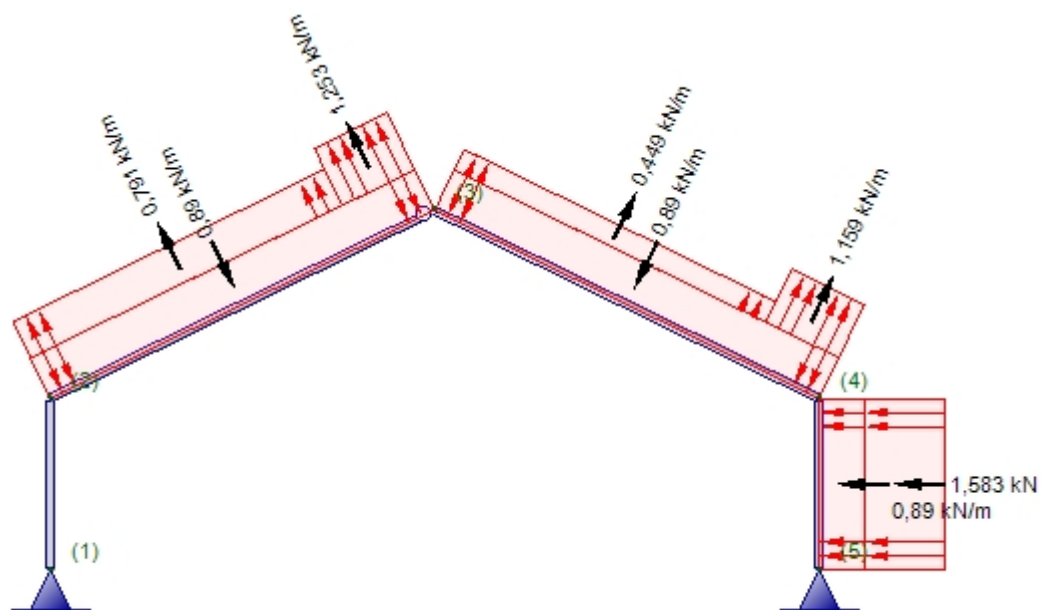
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw07	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	2	1157	4962
2	qw05	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	2	0	1157
2	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw11	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	0	1157
3	qw09	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	3	1157	4962
3	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw25	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw02	0,989 kN/m	0,989 kN/m	0,0	4	0	2450

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

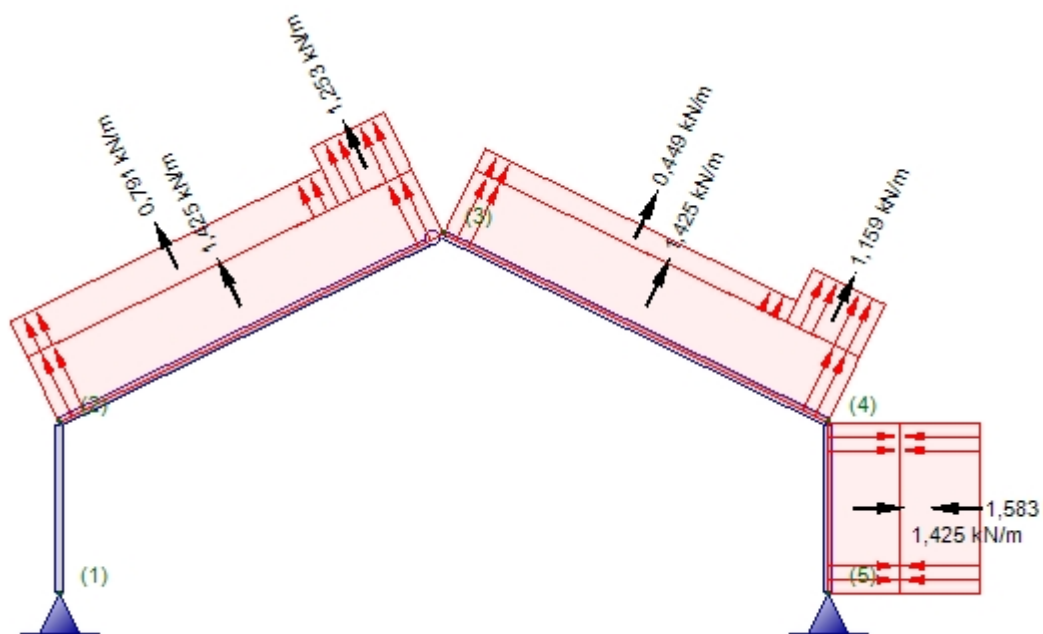
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw14	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw12	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw18	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw16	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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

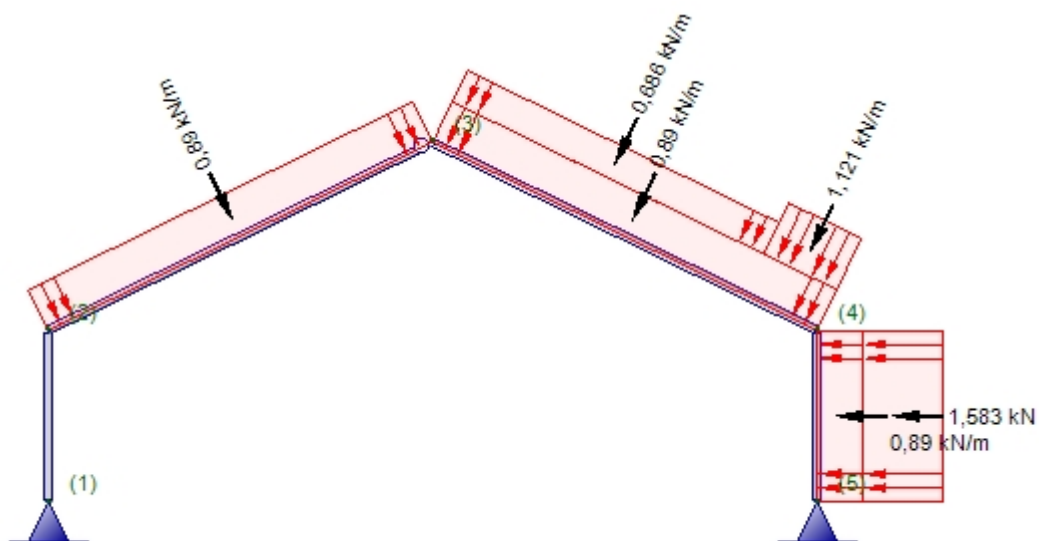
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw14	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw12	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw18	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw16	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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

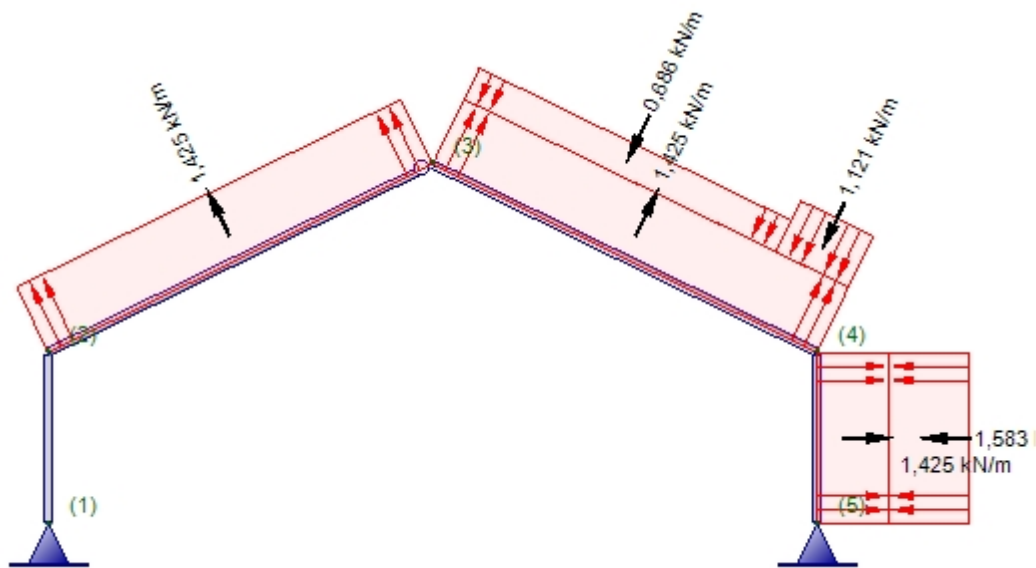
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw14	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw12	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw19	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw17	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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

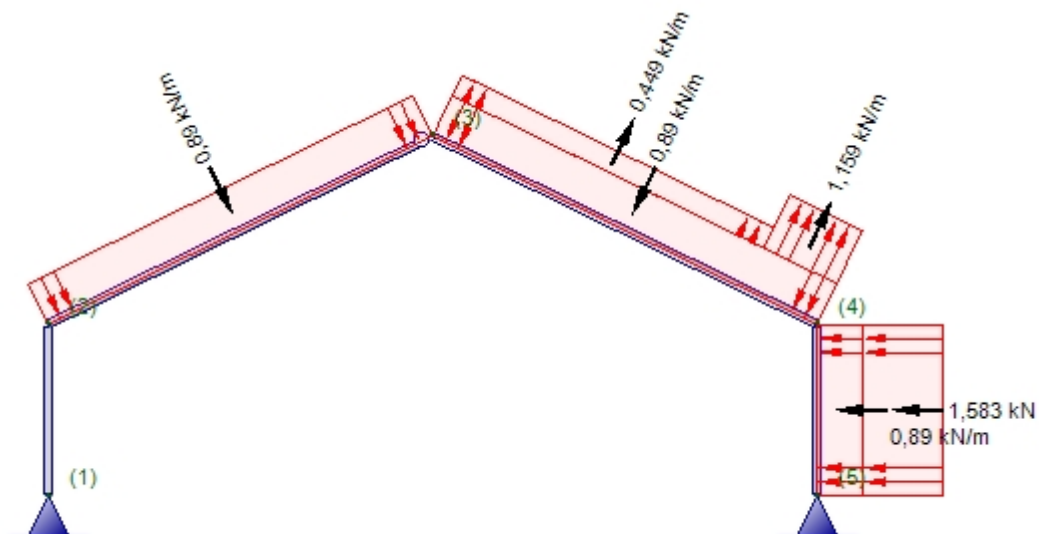
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw14	1,253 kN/m	1,253 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw12	0,791 kN/m	0,791 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw19	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw17	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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

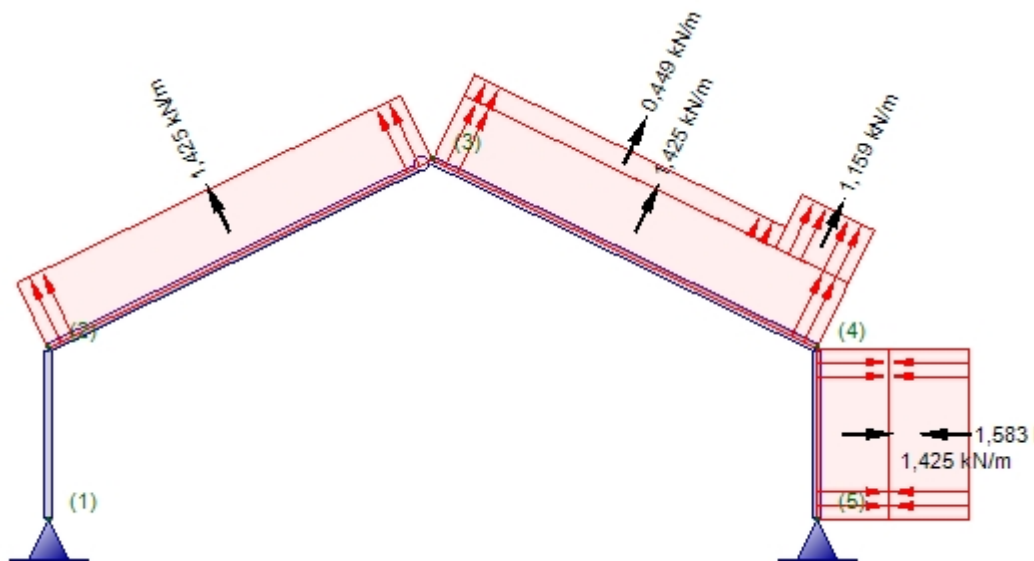
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw15	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw13	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw18	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw16	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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

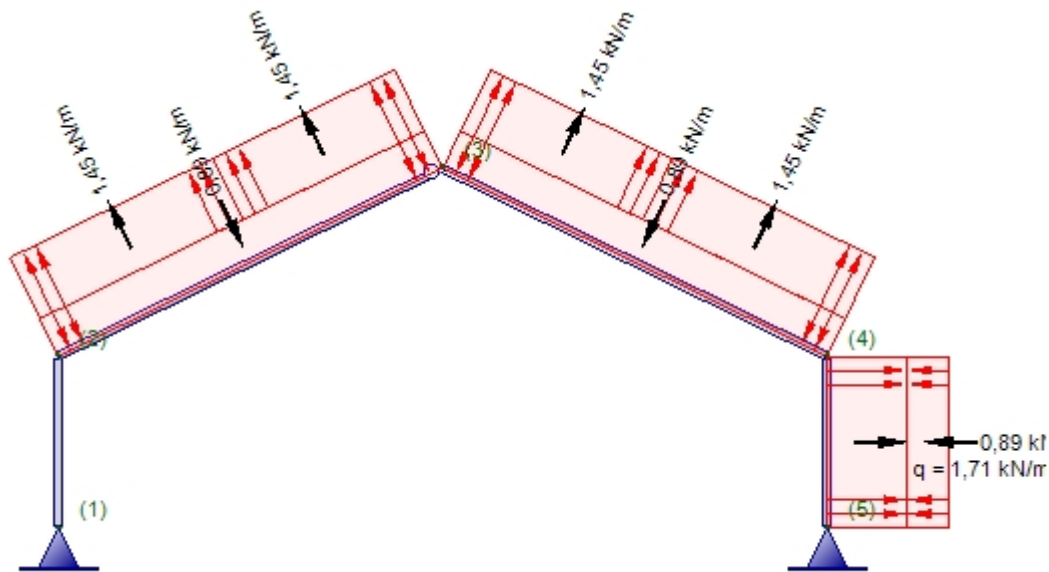
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw15	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw13	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw18	-0,686 kN/m	-0,686 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw16	-1,121 kN/m	-1,121 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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

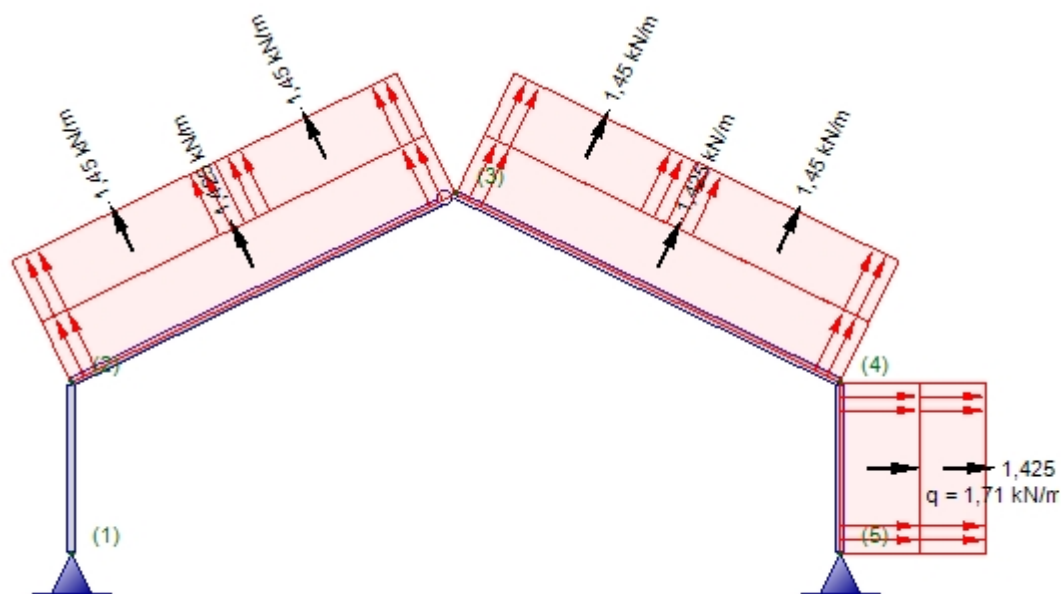
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw15	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw13	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw19	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw17	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw26	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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]
2	qw15	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	4962	1157
2	qw13	0,000 kN/m	0,000 kN/m	0,0	2	0	4962
2	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
3	qw19	0,449 kN/m	0,449 kN/m	0,0	3	0	4962
3	qw17	1,159 kN/m	1,159 kN/m	0,0	3	4962	1157
3	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
4	qw27	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw01	-1,583 kN/m	-1,583 kN/m	0,0	4	0	2450

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

Staaf-nummer	Type	Belasting			Hoek	Knoop	Afstand van	
		q1	q2				a [mm]	L [mm]
2	qw28	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	2	0	0	6119
2	qw21	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	2	3226	0	2893
2	qw20	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	2	0	0	3226
3	qw28	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	3	0	0	6119
3	qw22	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	3	0	0	2893
3	qw23	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	3	2893	0	3226
4	q	1,710 kN/m	1,710 kN/m	0,0	4	0	0	2450
4	qw28	-0,890 kN/m	-0,890 kN/m	0,0	4	0	0	2450

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

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	qw29	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	2	0	6119
2	qw21	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	2	3226	2893
2	qw20	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	2	0	3226
3	qw29	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	3	0	6119
3	qw22	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	3	0	2893
3	qw23	1,450 kN/m	1,450 kN/m	0,0	3	2893	3226
4	q	1,710 kN/m	1,710 kN/m	0,0	4	0	2450
4	qw29	1,425 kN/m	1,425 kN/m	0,0	4	0	2450

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop- nummer	1/227 in +X		1/227 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	0	0	0
2	11	2450	-11	2450
3	5523	5132	5477	5132
4	11011	2450	10989	2450
5	11000	0	11000	0

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

Knoop- nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1	3,811	7,753	
	3	5,942	11,088	
	4	4,456	6,930	
	5	4,456	9,702	
	6	-0,613	5,299	
	7	-6,491	-8,066	
	8	0,001	0,675	
	9	-5,876	-12,689	
	10	1,681	7,440	
	11	-4,196	-5,924	
	12	2,296	2,817	
	13	-3,581	-10,548	
	14	4,555	4,530	
	15	-1,322	-8,834	
	16	1,547	1,723	
	17	-4,330	-11,641	
	18	4,493	7,222	
	19	-1,384	-6,142	
	20	1,485	4,415	
	21	-4,393	-8,949	
	22	-1,498	-3,304	
	23	-7,375	-16,668	
5	1	-3,811	7,753	
	3	-5,942	11,088	
	4	-4,456	9,702	
	5	-4,456	6,930	
	6	-4,047	3,882	
	7	-3,841	-8,218	
	8	-1,038	1,075	
	9	-0,832	-11,026	
	10	-3,984	6,574	
	11	-3,779	-5,526	
	12	-0,976	3,767	
	13	-0,770	-8,334	
	14	5,920	4,651	
	15	6,125	-7,450	

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
5	16	5,305	0,028	
	17	5,510	-12,073	
	18	3,625	6,792	
	19	3,831	-5,309	
	20	3,010	2,169	
	21	3,216	-9,932	
	22	-0,511	-2,857	
	23	-0,306	-14,957	
Minimale / maximale waarden				
1	23	-7,375		
5	15	6,125		
1	23		-16,668	
5	3		11,088	

2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

2.3.1 Belastingscombinaties

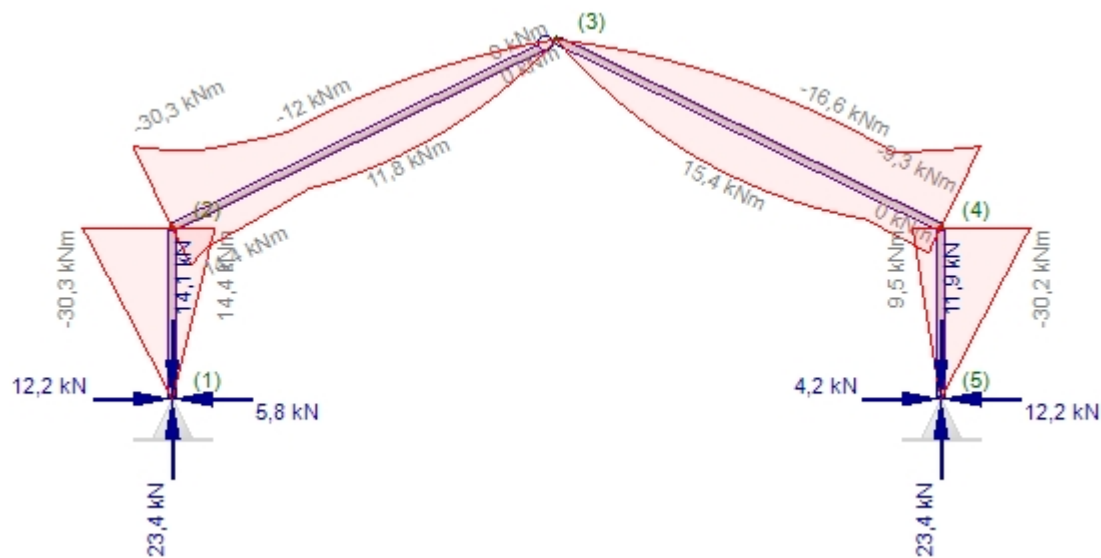
(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Permanent + Scheefstand 1/227 +X	UGT
1.2	Permanent + Scheefstand 1/227 -X	UGT
2.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
2.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
3.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/227 +X	UGT
3.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/227 -X	UGT
4.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/227 +X	UGT
4.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/227 -X	UGT
5.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/227 +X	UGT
5.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/227 -X	UGT
6.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
6.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
7.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
7.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
8.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
8.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
9.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
9.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
10.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
10.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
11.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
11.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
12.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
12.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
13.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
13.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
14.1	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
14.2	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
15.1	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
15.2	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
16.1	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
16.2	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
17.1	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
17.2	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
18.1	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
18.2	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
19.1	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
19.2	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
20.1	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
20.2	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
21.1	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
21.2	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
22.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
22.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT
23.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/227 +X	UGT
23.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/227 -X	UGT

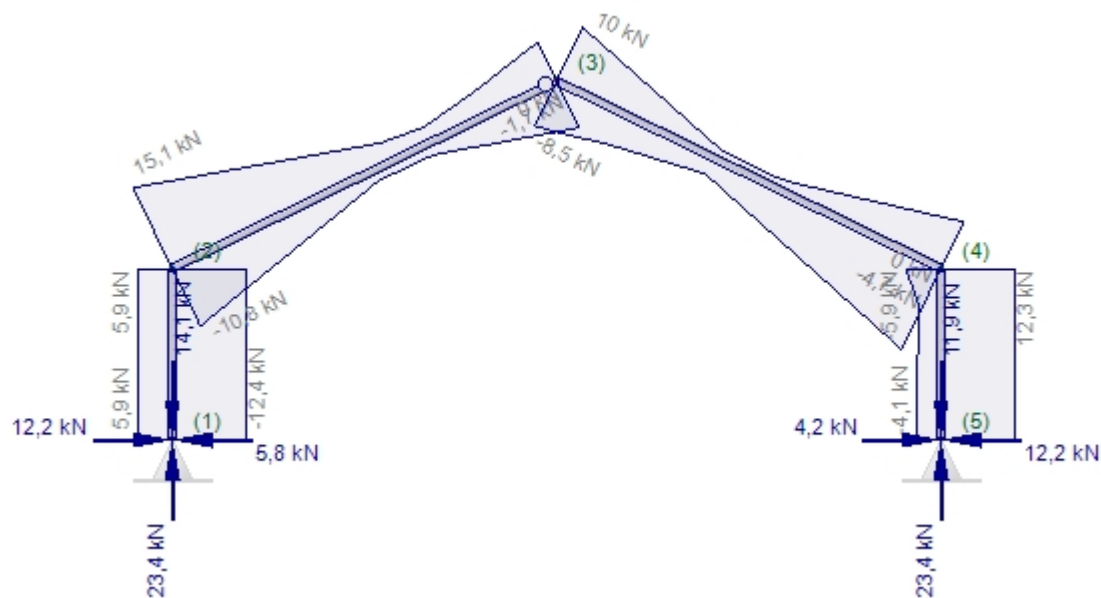
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times y$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1,00x1,08	0,40x1,35								
1.2	1,00x1,08	0,40x1,35								
2.1	1,00x1,08	1,00x1,35								
2.2	1,00x1,08	1,00x1,35								
3.1	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
3.2	1,00x1,08	0,40x1,35	1,00x1,35							
4.1	1,00x1,08	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										

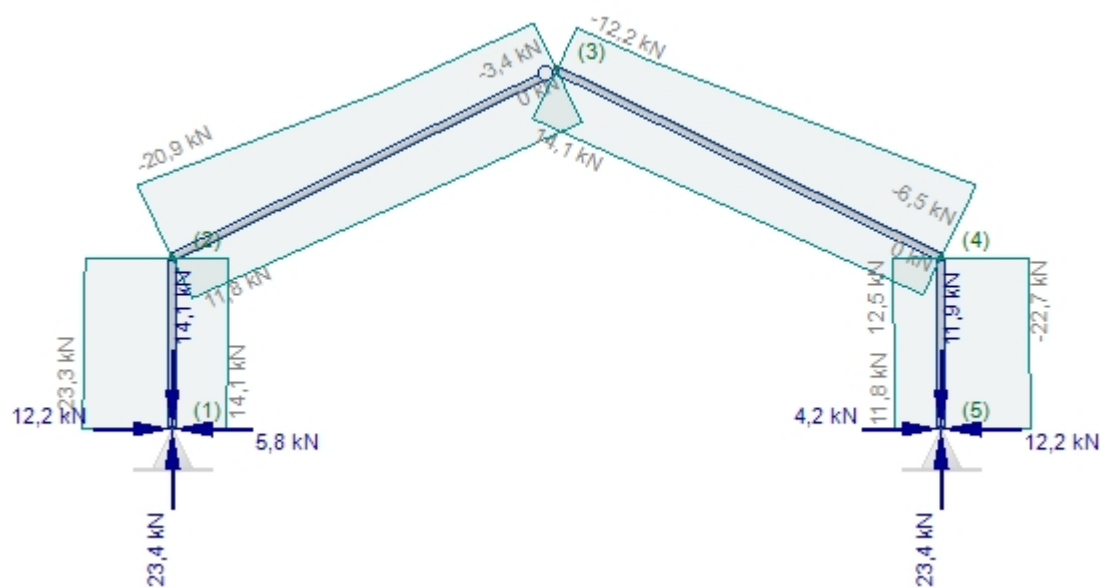
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	21	22	23							
1.1										
1.2										
2.1										
2.2										
3.1										
3.2										
4.1										
4.2										
5.1										
5.2										
6.1										
6.2										
7.1										
7.2										
8.1										
8.2										
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



Omhullende N-lijn

2.3.2 Reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1.1	4,121	8,352	
	1.2	4,116	8,390	
	2.1	4,121	8,352	
	2.2	4,116	8,390	
	3.1	12,169	23,262	
	3.2	12,167	23,375	
	4.1	10,146	17,667	
	4.2	10,153	17,768	
	5.1	10,164	21,406	
	5.2	10,151	21,494	
	6.1	3,300	15,470	
	6.2	3,299	15,518	
	7.1	-4,647	-2,488	
	7.2	-4,651	-2,518	
	8.1	4,122	9,259	
	8.2	4,122	9,299	
	9.1	-3,820	-8,726	
	9.2	-3,823	-8,763	
	10.1	6,401	18,359	
	10.2	6,401	18,433	
	11.1	-1,551	0,377	
	11.2	-1,554	0,372	
	12.1	7,224	12,148	
	12.2	7,225	12,213	
	13.1	-0,723	-5,861	
	13.2	-0,725	-5,874	
	14.1	10,276	14,493	
	14.2	10,266	14,578	
	15.1	2,338	-3,564	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	15.2	2,326	-3,557	
	16.1	6,213	10,689	
	16.2	6,197	10,736	
	17.1	-1,721	-7,331	
	17.2	-1,740	-7,361	
	18.1	10,195	18,114	
	18.2	10,189	18,205	
	19.1	2,251	0,075	
	19.2	2,242	0,086	
	20.1	6,133	14,311	
	20.2	6,120	14,363	
	21.1	-1,807	-3,692	
	21.2	-1,822	-3,718	
	22.1	2,096	3,900	
	22.2	2,091	3,919	
	23.1	-5,841	-14,081	
	23.2	-5,849	-14,138	
5	1.1	-4,102	8,395	
	1.2	-4,136	8,357	
	2.1	-4,102	8,395	
	2.2	-4,136	8,357	
	3.1	-12,124	23,423	
	3.2	-12,211	23,310	
	4.1	-10,108	21,534	
	4.2	-10,192	21,433	
	5.1	-10,125	17,794	
	5.2	-10,190	17,706	
	6.1	-9,561	13,678	
	6.2	-9,620	13,617	
	7.1	-9,300	-2,707	
	7.2	-9,297	-2,758	
	8.1	-5,500	9,854	
	8.2	-5,543	9,809	
	9.1	-5,244	-6,505	
	9.2	-5,225	-6,540	
	10.1	-9,475	17,311	
	10.2	-9,545	17,230	
	11.1	-9,209	0,949	
	11.2	-9,218	0,879	
	12.1	-5,415	13,487	
	12.2	-5,469	13,423	
	13.1	-5,154	-2,848	
	13.2	-5,147	-2,902	
	14.1	3,895	14,608	
	14.2	3,845	14,605	
	15.1	4,147	-1,679	
	15.2	4,158	-1,671	
	16.1	3,058	8,385	
	16.2	3,032	8,412	
	17.1	3,306	-7,939	
	17.2	3,341	-7,902	
	18.1	0,800	17,514	
	18.2	0,736	17,500	
	19.1	1,058	1,210	
	19.2	1,055	1,207	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
5	20.1	-0,038	11,290	
	20.2	-0,079	11,307	
	21.1	0,216	-5,051	
	21.2	0,236	-5,024	
	22.1	-4,796	4,543	
	22.2	-4,815	4,500	
	23.1	-4,545	-11,820	
	23.2	-4,503	-11,855	
Minimale / maximale waarden				
5	3.2	-12,211		
1	3.1	12,169		
1	23.2		-14,138	
5	3.1		23,423	

2.3.3 Maatgevende snedekrachten

Staafl-nummer	Comb. nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	3.2	1	0	-23,322	-12,387	0,000
	23.2		0	14,112	5,870	0,000
	3.2		2450	-22,628	-12,387	-30,347
	23.2		2450	14,806	5,870	14,382
2	3.2	2	0	-20,893	15,129	-30,348
	23.2		0	11,764	-10,763	14,382
	23.2		6119	15,131	6,084	0,065
3	14.2	3	0	-6,598	10,009	0,000
	23.2		0	14,114	-8,168	0,000
	14.2		3075	-8,290	0,000	15,388
	3.1		6119	-20,876	-15,146	-30,393
4	3.1	4	0	-22,676	12,339	-30,232
	15.1		0	2,355	-3,620	9,509
	23.1		0	12,534	-5,922	1,807
	3.1		2450	-23,369	12,339	0,000

2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.4.1 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

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								

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	1,00x1,00									
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										
44										
45										
46										
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	1,00x1,00									
44		1,00x1,00								
45			1,00x1,00							
46										

2.4.2 Knoopverplaatsingen

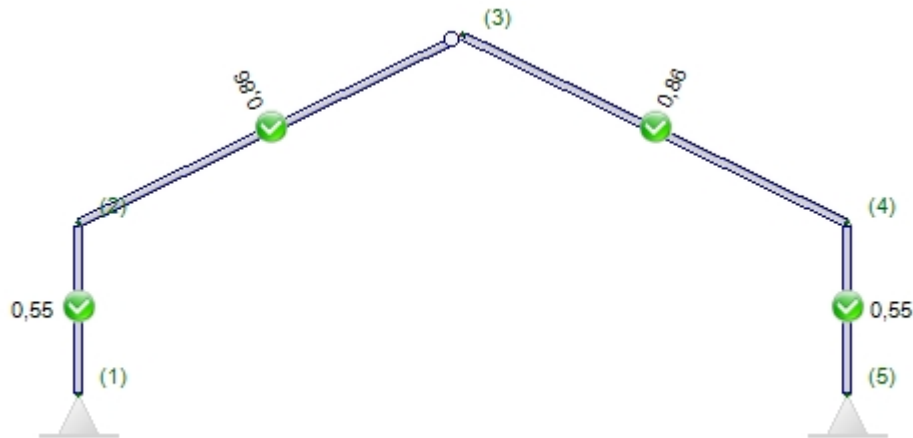
Knoop- nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	24	0,0	0,0	2,2
	25	0,0	0,0	2,2
	26	0,0	0,0	5,6
	27	0,0	0,0	5,4
	28	0,0	0,0	4,0
	29	0,0	0,0	-1,7
	30	0,0	0,0	-5,2
	31	0,0	0,0	1,5
	32	0,0	0,0	-2,1
	33	0,0	0,0	1,2
	34	0,0	0,0	-2,4
	35	0,0	0,0	4,3

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	36	0,0	0,0	0,7
	37	0,0	0,0	8,7
	38	0,0	0,0	5,0
	39	0,0	0,0	4,6
	40	0,0	0,0	1,0
	41	0,0	0,0	6,9
	42	0,0	0,0	3,2
	43	0,0	0,0	2,9
	44	0,0	0,0	-0,7
	45	0,0	0,0	1,1
2	46	0,0	0,0	-2,4
	24	-3,7	0,0	0,2
	25	-3,7	0,0	0,2
	26	-9,5	-0,1	0,5
	27	-9,7	-0,1	1,1
	28	-6,4	-0,1	-0,2
	29	5,5	0,0	-3,3
	30	11,7	0,0	-3,8
	31	-2,0	0,0	-0,5
	32	4,3	0,0	-1,0
	33	-0,5	-0,1	-1,7
	34	5,7	0,0	-2,2
	35	-8,0	0,0	1,2
	36	-1,7	0,0	0,6
	37	-17,7	0,0	4,3
	38	-11,1	0,0	3,7
	39	-9,1	0,0	1,9
	40	-2,7	0,0	1,3
	41	-13,4	-0,1	2,6
	42	-6,8	0,0	2,0
3	43	-4,8	0,0	0,1
	44	1,5	0,0	-0,4
	45	-1,8	0,0	-0,1
	46	4,4	0,0	-0,6
	24	0,0	-7,7	1,3
	25	0,0	-7,7	1,3
	26	0,0	-19,8	3,4
	27	-1,7	-16,8	2,2
	28	1,6	-16,8	3,6
	29	10,0	-9,4	3,3
	30	14,3	-5,3	5,0
	31	2,0	-8,2	1,7
	32	6,4	-4,2	3,5
	33	4,8	-11,2	2,2
	34	9,2	-7,1	3,9
	35	-3,2	-10,1	0,7
	36	1,3	-6,0	2,4
	37	-14,7	-6,4	-2,8
	38	-9,9	-2,4	-1,0
	39	-6,6	-5,3	-0,8
	40	-2,1	-1,3	1,0
	41	-9,5	-8,2	-1,5
	42	-4,8	-4,1	0,3
	43	-1,4	-7,1	0,6
	44	3,1	-3,0	2,3

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
3	45	1,6	-7,0	1,9
	46	6,0	-2,9	3,6
4	24	3,7	0,0	-0,2
	25	3,7	0,0	-0,2
	26	9,5	-0,1	-0,5
	27	6,4	-0,1	0,3
	28	9,7	-0,1	-1,1
	29	14,5	0,0	-3,2
	30	16,9	0,0	-5,0
	31	5,9	0,0	-0,8
	32	8,5	0,0	-2,6
	33	10,1	0,0	-1,5
	34	12,6	0,0	-3,3
	35	1,6	0,0	1,0
	36	4,2	0,0	-0,9
	37	-11,7	0,0	4,8
	38	-8,8	0,0	2,8
	39	-4,1	0,0	1,9
	40	-1,4	0,0	0,0
	41	-5,6	0,0	3,1
	42	-2,8	0,0	1,2
	43	1,9	0,0	0,3
	44	4,6	0,0	-1,6
	45	5,0	0,0	-0,8
	46	7,5	0,0	-2,7
5	24	0,0	0,0	-2,2
	25	0,0	0,0	-2,2
	26	0,0	0,0	-5,6
	27	0,0	0,0	-4,0
	28	0,0	0,0	-5,4
	29	0,0	0,0	-7,3
	30	0,0	0,0	-7,9
	31	0,0	0,0	-3,2
	32	0,0	0,0	-4,0
	33	0,0	0,0	-5,5
	34	0,0	0,0	-6,2
	35	0,0	0,0	-1,5
	36	0,0	0,0	-2,3
	37	0,0	0,0	4,9
	38	0,0	0,0	4,0
	39	0,0	0,0	1,7
	40	0,0	0,0	0,8
	41	0,0	0,0	2,0
	42	0,0	0,0	1,1
	43	0,0	0,0	-1,2
	44	0,0	0,0	-2,0
	45	0,0	0,0	-2,7
	46	0,0	0,0	-3,4
Minimale / maximale waarden				
2	37	-17,7		
4	30	16,9		
3	26		-19,8	
2	46		0,0	
5	30			-7,9
1	37			8,7

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)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	IPE220	23.2	1	6.2.3	0,02
		3.2	1	6.2.4	0,03
		3.2	1	6.2.5	0,45
		3.2	1	6.2.6	0,06
		3.2	1	6.2.8	0,45
		3.2	1	6.2.9.1	0,45
		3.2	1	6.3.2.1	0,51
		3.2	1	6.3.3	0,55
2	IPE220	23.2	1	6.2.3	0,02
		3.2	1	6.2.4	0,03
		3.2	1	6.2.5	0,45
		3.2	1	6.2.6	0,07
		3.2	1	6.2.8	0,45
		3.2	1	6.2.9.1	0,45
		3.2	1	6.3.2.1	0,76
		3.2	1	6.3.3	0,86
3	IPE220	23.2	1	6.2.3	0,02
		3.1	1	6.2.4	0,03
		3.1	1	6.2.5	0,45
		3.1	1	6.2.6	0,07
		3.1	1	6.2.8	0,45
		3.1	1	6.2.9.1	0,45
		3.1	1	6.3.2.1	0,76
		3.1	1	6.3.3	0,86
4	IPE220	23.1	1	6.2.3	0,02
		3.1	1	6.2.4	0,03
		3.1	1	6.2.5	0,45
		3.1	1	6.2.6	0,06

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
4	IPE220	3.1	1	6.2.8	0,45
		3.1	1	6.2.9.1	0,45
		3.1	1	6.3.2.1	0,50
		3.1	1	6.3.3	0,55

2.5.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

Staaf 3 - IPE220

Axiale trek

art. 6.2.3

Combinatie: 23.2 x = 0 mm Nx = 14,114 kN Vz = -8,168 kN My = 0 kNm

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{14,1}{784,7} = 0,02 < 1,0 \quad (6.5)$$

Axiale druk

art. 6.2.4

Combinatie: 3.1 x = 6119,1 mm Nx = -20,876 kN Vz = -15,146 kN My = -30,393 kNm

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3339,3 \times 235}{1,00} = 784,746 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{20,9}{784,7} = 0,03 < 1,0 \quad (6.9)$$

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 3.1 x = 6119,1 mm Nx = -20,876 kN Vz = -15,146 kN My = -30,393 kNm

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

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{30,393}{67,122} = 0,45 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 3.1 x = 6119,1 mm Nx = -20,876 kN Vz = -15,146 kN My = -30,393 kNm

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

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{15,1}{215,7} = 0,07 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 3.1 x = 6119,1 mm Nx = -20,876 kN Vz = -15,146 kN My = -30,393 kNm

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

$$V_{z,Ed} = 15,146 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 215,738 / 2 = 107,869 \text{ kN}$$

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

Buiging en normaalkracht

art. 6.2.9

Combinatie: 3.1 $x = 6119,1 \text{ mm}$ $N_x = -20,876 \text{ kN}$ $V_z = -15,146 \text{ kN}$ $M_y = -30,393 \text{ kNm}$
 $N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 784,7 = 196,2 \text{ kN} \quad (6.33)$

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

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

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 3.1 $x = 6119,1 \text{ mm}$ $N_x = -20,876 \text{ kN}$ $V_z = -4,967 \text{ kN}$ $M_y = -30,393 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 0
 $d' = h - t = 220 - 9,2 = 210,8 \text{ mm}$ $I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(210,8)^2 \times 110^3 \times 9,2}{24} = 22672 \times 10^6 \text{ mm}^6$

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

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011 figuren NB.33 en NB.34:

$L_g = 6119 \text{ mm}$ $L_{st} = 6119 \text{ mm}$

$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm}$ $M_{y,2,Ed} = -30,393 \text{ kNm}$ $M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 3060 \text{ mm}) = 0,374 \text{ kNm}$

Berekende equivalente belasting $q = 3,327 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times -30,393 \times 10^6}{8 \times |-30,393 \times 10^6| + 3,327 \times 6119^2} = -0,661 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{-30,393} = 0 \quad C_1 = 2,3 \quad C_2 = -0,686$$

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

$L_{kip} = L_{st} = 6119 \text{ mm}$

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

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

$$= \frac{\pi \times 2,3 \times 6119}{6119} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 841^2}{6119^2} \times (-0,686^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,686 \times 841}{6119} \right) = 6,015$$

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

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

$$= 1 \times \frac{6,015}{6119} \times \sqrt{210000 \times 2049015 \times 80769 \times 91071} = 55,305 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \pi \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \pi \sqrt{\frac{285627 \times 235}{55305412}} = 1,102 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

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

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - 0,2) + \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (1,102 - 0,2) + 1,102^2] = 1,202$$

$$\chi_{Lt} = \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \lambda_{Lt}^2}} = \frac{1}{1,202 + \sqrt{1,202^2 - 1,102^2}} = 0,595 \quad (6.56)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,595 \times 285627,1 \times \frac{235}{1,00} = 39,9 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{30,4}{39,9} = 0,76 < 1,0 \quad (6.54)$$

Prismatische, op buiging en druk belaste staven**art. 6.3.3**Combinatie: 3.1 $x = 6119,1 \text{ mm}$ $N_x = -20,876 \text{ kN}$ $V_z = -4,967 \text{ kN}$ $M_y = -30,393 \text{ kNm}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{6119,1}{91,1} \frac{1}{93,9} = 0,715 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{6119,1}{24,8} \frac{1}{93,9} = 2,63 \quad (6.50)$$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,715 - 0,2) + 0,715^2] = 0,81$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,81 + \sqrt{0,81^2 - 0,715^2}} = 0,841 \quad (6.49)$$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (2,63 - 0,2) + 2,63^2] = 4,373$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{4,373 + \sqrt{4,373^2 - 2,63^2}} = 0,127 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 235 \times 3339 = 784,7 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 235 \times 285627 = 67,1 \text{ kNm} \quad M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 235 \times 58127 = 13,7 \text{ kNm}$$

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

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0 / -30,393 = 0 \quad \alpha_s = M_s / M_h = 0,374 / -30,393 = -0,01$$

$$C_{my} = 0,1 - 0,8 \alpha_s = 0,1 - 0,8 \times -0,01 = 0,4 < 0,4$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,4 \times \left(1 + (0,715 - 0,2) \times \frac{20,876}{0,841 \times 784,746 / 1,00} \right) = 0,407$$

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0 / -30,393 = 0 \quad \alpha_s = M_s / M_h = 0,374 / -30,393 = -0,01$$

$$C_{mLT} = 0,1 - 0,8 \alpha_s = 0,1 - 0,8 \times -0,01 = 0,4 < 0,4$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{(0,4 - 0,25)} \times \frac{20,876}{0,127 \times 784,746 / 1,00} \right) = 0,861$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{20,876}{0,841 \times 784,746 / 1,00} + 0,407 \times \frac{30,393}{0,595 \times \frac{67,122}{1,00}} = 0,34 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{20,876}{0,127 \times 784,746 / 1,00} + 0,861 \times \frac{30,393}{0,595 \times \frac{67,122}{1,00}} = 0,86 < 1 \quad (6.62)$$

Datum: 12 februari 2018

Blad: -30-



Ingenieursbureau Horst

Projectnr: 180140

Project:: Uitbreiding werktuigenberging aan de Roessinkweg 10 te Velswijk

Einde document
