

Bureau ir. M. Klijnstra

civil ingenieursbureau

Deventerweg 9
7245 AW Laren

tel: (0573) 40 20 46
fax: (0573) 40 23 58

Laren: 27 november 2015

Project:

**Nieuwbouw kapschuur v. fam. Garritsen
Wolfstraat 5 te Toldijk**

Berekening Statische berekening

tekening:

constructeur: M. Klijnstra

projectnr: **15089**

Inhoudsopgave

1 INLEIDING	3
2 UITGANGSPUNTEN	3
2.1 BOUWKUNDIG	3
2.2 CONSTRUCTIEF	3
2.3 MATERIALEN	3
3 KAPLOODS	4
4 BELASTINGEN	4
4.1 SNEEUWBELASTING	4
4.2 WINDBELASTING	4
4.1 PERMANENTE EN VERDEELDE BELASTINGEN	5
5 REGELWERK	5
5.1 RESULTAAT	5
5.2 WANDREGELS	5
6 SPANTEN	6
6.1 BELASTING	6
6.2 BEREKENING	6
7 WINDVERBAND	7
7.1 BELASTINGEN	7
7.2 DIMENSIE	7
8 OVERZICHT STAAL	8
9 FUNDATIE	8
9.1 ALGEMEEN/BELASTINGEN	8
9.2 BEREKENING	8
10 BIJLAGEN	10

1 Inleiding

De voor u liggende berekening betreft de statische berekening van het bovenvermeld project. De statische berekening wordt met behulp van de eurocode met de bijbehorende nationale bijlagen uitgevoerd. Voor het numerieke rekenwerk wordt gebruik gemaakt van software van Struct4U en van software van eigenhand.

2 Uitgangspunten

2.1 Bouwkundig

De betreffende tekening blad 1/1 met werk X-050 is per mail d.d. 27-11-2015 ontvangen

Met opdrachtgever fam. Garritsen, Wolfsstraat 5
werk nieuwbouw Kaploods
onderdeel Plattegrond, gevels, situatie
contactpersoon dhr. D. Garritsen

2.2 Constructief

NEN-EN 1990.....2011/NB

Gevolgklasse CC1
Ontwerplevensduur 15 jaar

Het bouwwerk valt in categorie E
(ψ_0 -waarde = 1)

Tabel B1 — Definitie van gevolklassen

Gevolgklasse CC	Omschrijving	Voorbeelden van gebouwen en civieltechnische werken
CC3	Grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of zeer grote economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Tribunes, openbare gebouwen waarbij de gevolgen van het bezwijken groot zijn (bijv. een concertzaal)
CC2	Middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, aanzienlijke economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Woon- en kantoorgebouwen, openbare gebouwen waar de gevolgen van bezwijken beperkt zijn (bijv. een kantoorgebouw)
CC1	Geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of kleine of verwaarloosbare economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Gebouwen voor de landbouw waar mensen normaal niet verblijven (bijv. opslagschuren, tuinbouwkassen)

Voor de belastingsfactoren in UGT wordt de onderstaande tabel aangehouden

Tabel NB.5 — Partiële factoren voor gevolklassen 1 en 3 voor belastingen (STR/GEO) (groep B)

CC	Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
		Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
1	(Vgl. 6.10a)	$1,2 G_{k,j,sup}^a$	$0,9 G_{k,j,inf}$		$1,35 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	$1,1 G_{k,j,sup}^b$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,35 Q_{k,1}$		$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
3	(Vgl. 6.10a)	$1,5 G_{k,j,sup}^a$	$0,9 G_{k,j,inf}$		$1,65 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	$1,3 G_{k,j,sup}^b$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,65 Q_{k,1}$		$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

De belastingsfactoren in BGT hebben allen de waarde 1

2.3 Materialen

Tenzij in de berekeningen anders is vermeld
 beton sterkteklasse C20/25
 milieuklasse XC2
 wapening sterkteklasse, FeB500-A
 staal S235
 bouten/ankers 8.8/4.6
 hout C18
 grond zandgrond schoon met een matige consistentie (ter controle)

3 Kaploods

Dak	dakhelling is 26° , met nokhoogte ca. 6.40 m, uitgevoerd in damwandprofiel golfplaat op stalen gordingen.
Begane grondvloer	L x B = ca. 30.00 x 13.00 m uit gevoerd in beton.
Gevels	stalen damwandprofielen op houten regelwerk.
Spanten	asymetrische stalen spanten hoh 5.00 m met aan de hoge zijde open
Fundatie	fundering op staal. De spanten worden gefundeerd op plaat met stiep. Het metselwerk op een strook

4 Belastingen

4.1 Sneeuwbelasting

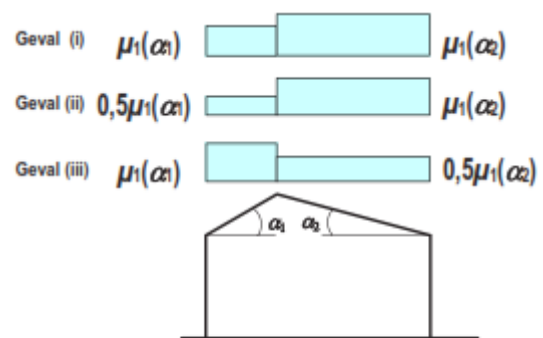
Sneeuwbelasting op de grond $S_{k,50} = 0.70 \text{ kN/m}^2$
 $S_{k,15} = 0.52$ „ $(=0.70 \times 0.75)$

Dak helling 26°

Met onderstaande voorwaarden wordt de vormcoëfficiënt $\mu_1 = 0.80$ ($q_s = 0.42 \text{ kN/m}^2$)

Tabel 5.2 — Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënten

Dakhoek of -helling α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \leq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 (60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	—



Figuur 5.3 — Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënt – zadeldaken

4.2 Windbelasting

algemeen

windgebied III

terreincategorie onbebouwd

dak

type dak zadeldak

helling zijde voor 26°

zijde achter 26°

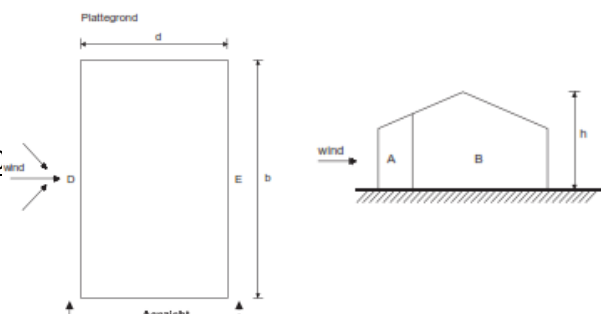
gebouw hoogte h 6.40 m
 breedte b 30.00 „
 diepte d 13.00 „
 nokafstand 4.50 „

Stuwdruk $p_{s,50} = 0.60 \text{ kN/m}^2$

Stuwdruk $p_{s,15} = 0.57 \text{ kN/m}^2$ ($= 0.58 \times 0.95$)

Vormfactoren gevel

zone h/d	A Cpe,10	B Cpe,10	C Cpe,10	D Cpe,10	E Cpe,1C
5.00	-1.2	-0.8	-0.5	0.8	-0.7
0.49	-1.20	-0.80	-0.50	0.80	-0.50
m	2.56	10.24	0.20	30.00	30.00

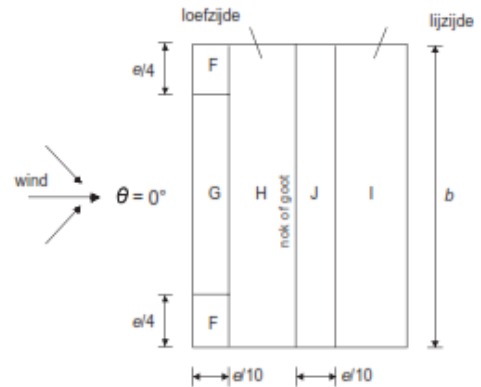


Onder- en overdruk $C = 0.80 \times 0.90 / -0.50 \times 0.90$
 $C = 0.70 / -0.45$

Vormfactoren dak voor 26°

(N.B. de invloed van F is buiten beschouwing gelaten)

zone	G	H	I	J
	C _{pe,10}	C _{pe,10}	C _{pe,10}	C _{pe,10}
26	-0.58	-0.23	-0.40	-0.63
26	0.57	0.35	0.00	0.00
m	1.28	-1.28	1.28	11.72

(b) windrichting $\theta = 0^\circ$

windbelasting	stuwdruk 0.57 kN/m ²			
gevel	A	B	C	D
	-0.68	-0.46	-0.29	0.46
dak	G	H	I	J
l.r. nok	-0.33	-0.13	-0.23	-0.36
l.r. nok	0.32	0.20	-0.23	-0.36

overdruk 0.41 kN/m²

onderdruk -0.26 „

4.1 Permanente en verdeelde belastingen

Daken	dakhelling	26°			
	permanent				
	- dakplaat		0.10 kN/m ²		
	- st. gordingen		0.05 „	$g_1 = 0.17$	kN/m ²
Gevel	perm	½-steens	2.00		
		bekleding	0.35	$g_3 = 2.35$	kN/m ²

5 Regelwerk**5.1 Resultaat**Regels (C18) $b \times h = 59 \times 196 \text{ mm}$ hoh 1.00 m**5.2 Wandregels**

-wind	verdeeld	0.62 kN/m ²	rekenlasten	σ	δ	kN/m ²
			-wind	0.84	0.62	
geometrie	L =	5.00 m	berekening	$D\sigma$	$M\sigma$	$\delta.EI$
				kN/m	kNm/m	kNm ³
				2.09	2.62	5.05
Controle	Afmeting		Kwal.	Klim.kl.		
	b	h	C18	I		
	59	196 mm ²	$f_{m,o,u,d} =$	11.08	N/mm ²	
	h.o.h =	1000 mm	$f_{v,o,u,d} =$	1.23	„	
	$\delta_{toel.} =$	0.004 * L	$E_{0,ser,d} =$	9000	„	
	$M_{toel.} =$	4.18 kNm/m				
	$Q_{toel.} =$	9.49 kN/m	$EI =$	333.18	kNm ² /m	
1-orde	$\sigma_{rel} =$	0.63 < 1 akkoord				
	$\tau_{rel} =$	0.22 < 1 akkoord				

6 Spanten

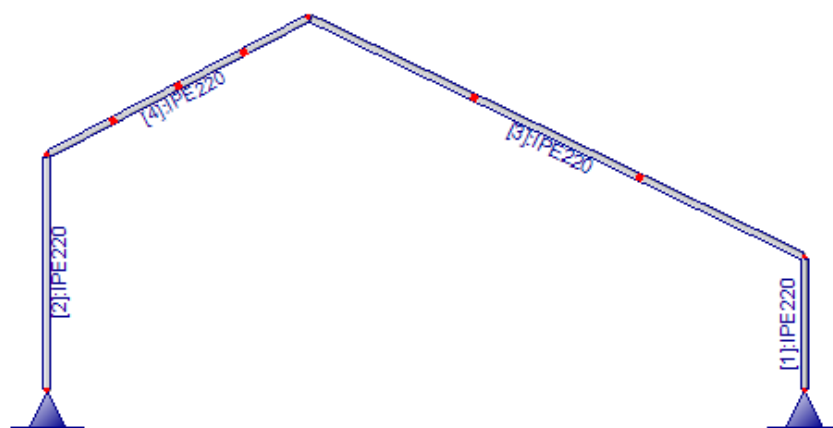
6.1 Belasting

De belasting t.g.v. dak, sneeuw en wind is (hoh spanten 5.00 m)

dak	perm	$0.17 \times 5.00 = 0.85 \text{ kN/m}$				
	sneeuw	$0.42 \times 5.00 = 2.10 \text{ kN/m}$				
	wind	$0.32 \times 5.00 = 1.60 \text{ kN/m}$	loef	zuiging	deel G	a [m] 1.28
		$0.20 \times 5.00 = 1.00 \text{ ,,}$			H	
		$-0.33 \times 5.00 = -1.65 \text{ kN/m}$	loef	druk	G	1.28
		$-0.13 \times 5.00 = -0.65 \text{ ,,}$			H	
		$-0.23 \times 5.00 = -1.15 \text{ kN/m}$	lei		I	
		$-0.36 \times 5.00 = -1.80 \text{ ,,}$			J	1.28
gevel	wind	$0.46 \times 5.00 = 2.30 \text{ kN/m}$			D	
		$-0.29 \times 5.00 = -1.45 \text{ ,,}$			E	
	over druk	$0.41 \times 5.00 = 2.05 \text{ kN/m}$				
	onder druk	$-0.26 \times 5.00 = -1.30 \text{ ,,}$				

6.2 Berekening

1 Invoergegevens



1.1 KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	13000	0	A	A	
3	13000	2300			
4	0	4050			
5	4500	6400			

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	3	2		IPE220	2300
2	1	4		IPE220	4050
3	5	3		IPE220	9437
4	4	5		IPE220	5077

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm²]	A [mm²]	Iy [mm⁴]	Wy;el 1 [mm³]	Wy;el 2 [mm³]
1	IPE220	26.2	210000	3339	27739744	252179	252179

Berekening

zie bijlage A

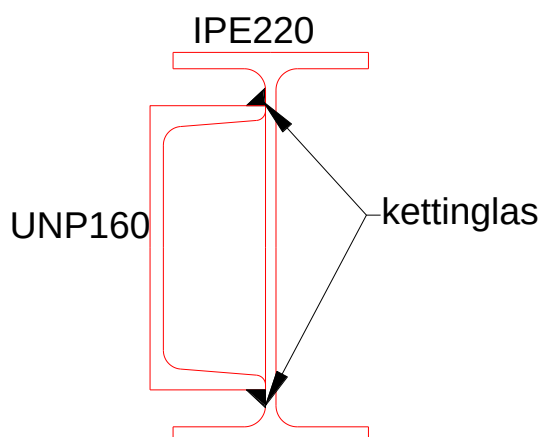
De berekening geeft aan dat de kolom met een lengte $L = \text{ca. } 4.050 \text{ m}$ niet aan de kipstabiliteit voldoet (overschreiding van 23%).

Door het aanbrengen van een UNP-profiel in het lijf wordt de I_z verhoogd

De benodigde I_z bedraagt $1.23 \times 204.9 = 251.10^4 \text{ mm}^4$

Met UNP160 ($I_z = 85 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$) wordt de $I_z > 204 + 85 = 209 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

En dus de controle op kip volgens 6.3.2.1 geeft u.c. < 1



Kolom voor de tussenspanten t.p.v. van opengaveel

7 Windverband

7.1 Belastingen

afmeting	grondvlak	B * L =	30*13	m ²	
		nok	6.40	m	
		goot	3.20	m	gem.
		dakhelling	26.0	°	
Oppervlakten	kopgevel		4.8 x 13 = 62	m ²	
	wandgevel		3.2 x 30 x 2 = 192	m ²	
	dak		13 x 30 = 434	m ²	
Belasting	wind kopgevel	q =	0.60	kN/m ²	
	druk + zuiging		C = 1.30		F ₁ = 24.18 kN
	wrijving		C = 0.04		F ₂ = 12.72 „
	1% e.g. dak =		0.50	kN/m ²	F ₄ = 2.17 „
					<u>ΣF_{δhor} = 39.10 kN</u>
	belastingsfactor	γ _p =	1.35		Σf _{σhor} = 4.06 kN/m

7.2 Dimensie

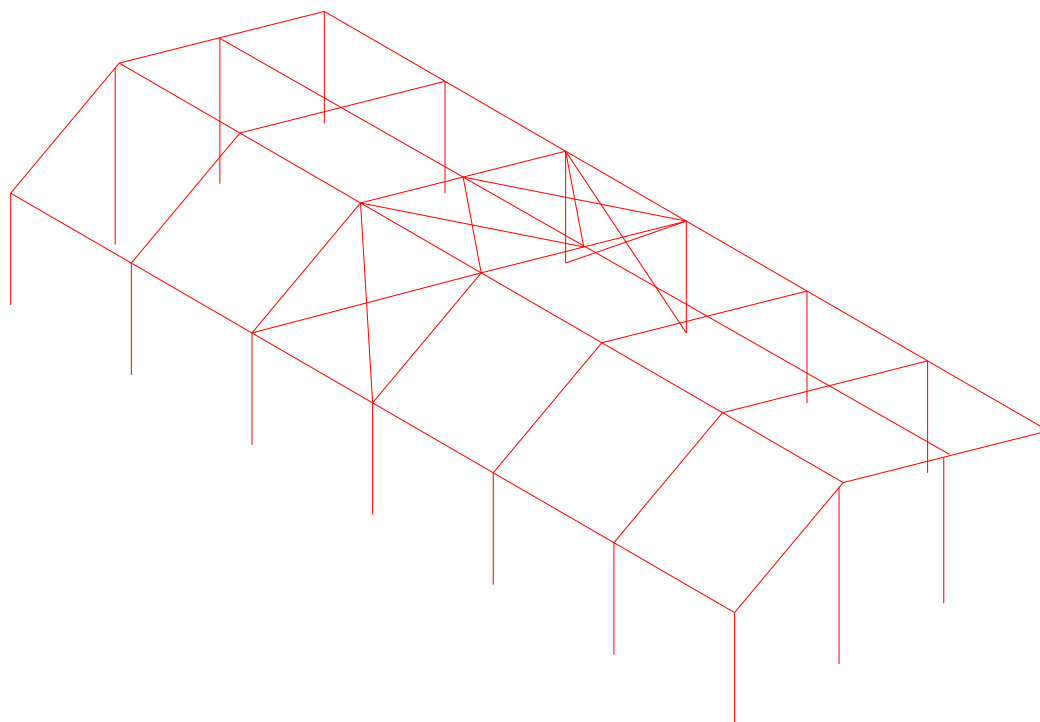
windverband	1-zijdig	last aandeel	L =	13.00	m
aantal	1 per zijde				
hoogte	2.30 m				
breedte	5.00 „	Last/windverband F.d =	53	kN	
	L _{diag.} =	5.50 m			
	F _{diag.} =	58 kN			
diagonaal	draad Ø18	A _{netto} =	254	mm ²	
		F _d =	64	kN	
	bouten 3M16	(8.8) F _d =	232	kN	
sterkte	Uitnutting	t.a.v.draad	0.91	= 58/ 64	
		t.a.v.bouten	0.25	= 58/ 232	

Belasting op fundering

kolom	trek/druk	F =	24 kN
afschuiving		F =	53 kN

Alternatief strip 60 x 6 mm

Koppeling L = 5.10 m
F = 53 kN **K70.70.4**

8 Overzicht staal

Walsprofielen IPE220 kolommen open zijde IPE220+UNP160
koppelingen k70.70.4
verband ø18 (alt. strip 60.6)

9 Fundatie**9.1 Algemeen/Belastingen**

De fundatie wordt uitgevoerd als een plaat met stiep.

De fundatie bij het windverband wordt afzonderlijk gedimensioneerd

t.g.v. de spanten	druk	Fv/Fh = 27.878/11.547 kN
	trek	Fv/Fh = - 21.565/11.56 „
	hor	Fv/Fh = - 11.553/13.808 „

t.g.v. de windbokken Fv/Fh = ±24/53 kN

Toelaatbare grondspanning $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$

9.2 Berekening**Algemeen**

afmeting	L	B	H
Stiep	300	300	500
Plaat	1750	1750	200

Lasten Fund		Vertic.
stiep	=	1.08
plaat	=	14.70 kN
grond	=	35.48 „
$\Sigma F_{V.res}$	=	51.26 kN

Controle

plaat	LC.1	LC.2	LC.3	
Fz	28.00	-22.00	-12.00	kN
Fh	12.00	12.00	14.00	„
ΣF_v	89.51	24.13	34.13	„
ΣM_{res}	8.40	8.40	9.80	kNm/m
Excen	0.09	0.35	0.29	m
$\sigma_1 =$	39	17	22	kN/m ²
$\sigma_2 =$	20	0	0	„
Drukvlak	1.75	1.58	1.75	m
Horizontaal	LC.1	LC.2	LC.3	
Sh;d	16.02	4.32	6.11	kN
Hpas	9.59	9.59	9.59	„
Hact	1.07	1.07	1.07	„
uitnutting	0.51	0.94	0.96	-
wapening	LC.1	LC.2	LC.3	
x =	0.78	0.53	0.59	m
$\sigma_x =$	30	12	15	kN/m ²
$\sigma_1 =$	39	17	22	„
M ₀ =	10.15	4.71	6.16	kNm/m
A _{wap} =	145	38	88	mm ² /m
M _b =	0.00	5.78	3.15	kNm/m
A _{wap} =	0	0	26	mm ² /m

t.p.v. de tussen kolommen kopgevels voldoet de plaatafmeting
L x B = 1000 x 1000 mm

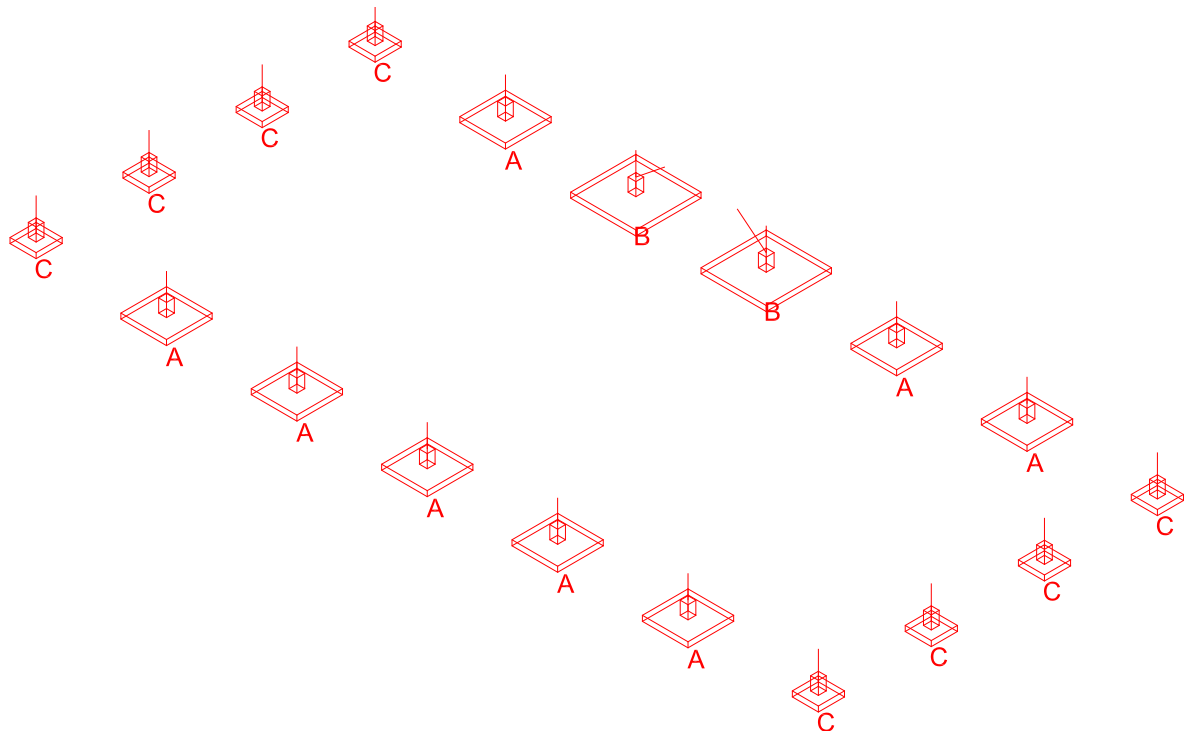
t.p.v Windbokken

afmeting	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>H</i>
Stiep	300	300	500
plaat	2500	2500	200

Lasten Fund		Vertic.
stiep	=	1.08 kN
plaat	=	30.00 kN
grond	=	73.54 „
$\Sigma F_{V.res}$	=	104.62 kN

plaat	LC.4	LC.5	
Fz	24.00	-24.0	kN
Fh	0.00	53.0	„
ΣF_v	144.53	66.39	„
ΣM_{res}	0.00	37.10	kNm/m
Excen	0.00	0.56	m
$\sigma_1 =$	23	26	kN/m ²
$\sigma_2 =$	23	0	„
Drukvlak	2.50	2.07	m
Horizontaal	LC.4	LC.5	
Sh;d	25.86	11.88	kN
Hpas	13.70	13.70	„
Hact	1.52	1.52	„
uitnutting	0.04	2.13	-
wapening	LC.4	LC.5	
x =	1.25	0.69	m

σ_x =	23	17	kN/m ²
σ_1 =	23	26	„
M_0 =	18.65	15.18	kNm/m
A_{wap} =	266	216	mm ² /m
M_b =	0.00	14.52	kNm/m
A_{wap} =	0	207	mm ² /m



Beton	sterkt.kl	C20/25				
	mil.kl	XA2				
type	plaat			stiep		
	L [mm]	B [mm]	H [mm]	L [mm]	B [mm]	H [mm]
A	1750	1750	200	300	300	500
B	2500	2500	200	300	300	500
C	1000	1000	200	300	300	500

Wapening	sterkt.kl	B500		
type	plaat		stiep	
	onder	boven	staven	beugels
A	Ø8-150#	Ø8-150#	4Ø10	4Ø8
B	Ø8-150#	Ø8-150#	4Ø10	4Ø8
C	Ø8-150#	Ø8-150#	4Ø10	4Ø8

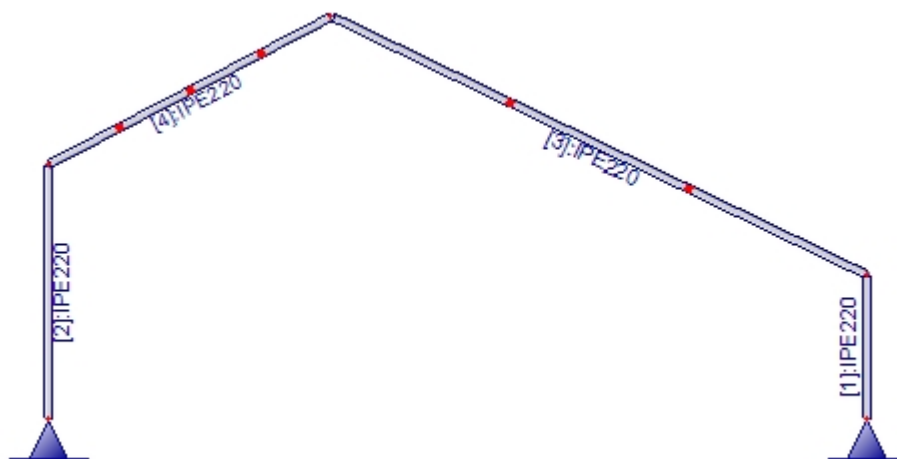
10 Bijlagen

Bestand : C:\2015voorl\warc\kapschuur\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	13000	0	A	A	
3	13000	2300			
4	0	4050			
5	4500	6400			

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	3	2	IPE220	IPE220	2300
2	1	4	IPE220	IPE220	4050
3	5	3	IPE220	IPE220	9437
4	4	5	IPE220	IPE220	5077

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm²]	A [mm²]	Iy [mm⁴]	Wy;el_1 [mm³]	Wy;el_2 [mm³]
1	IPE220	26.2	210000	3339	27739744	252179	252179

1.4 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht**Totaal eigen gewicht: : 547 kg.****1.4.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		-0.262 kN/m	-0.262 kN/m	90.0	3	0	2300
2		-0.262 kN/m	-0.262 kN/m	-90.0	1	0	4050
3		-0.850 kN/m	-0.850 kN/m	25.8	5	0	9437
3		-0.262 kN/m	-0.262 kN/m	25.8	5	0	9437
4		-0.850 kN/m	-0.850 kN/m	-27.6	4	0	5077
4		-0.262 kN/m	-0.262 kN/m	-27.6	4	0	5077

1.5 BELASTINGSGEVAL 2 sneeuw links**1.5.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
4		-2.100 kN/m	-2.100 kN/m	-27.6	4	0	5077

1.6 BELASTINGSGEVAL 3 sneeuw rechts**1.6.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3		-2.100 kN/m	-2.100 kN/m	25.8	5	0	9437

1.7 BELASTINGSGEVAL 4 wind van links druk**1.7.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		1.450 kN/m	1.450 kN/m	0.0	3	0	2300
3		1.150 kN/m	1.150 kN/m	0.0	5	1300	8137
3		1.800 kN/m	1.800 kN/m	0.0	5	0	1300
4		-1.600 kN/m	-1.600 kN/m	0.0	4	0	1300
4		-1.000 kN/m	-1.000 kN/m	0.0	4	1300	3777

1.8 BELASTINGSGEVAL 5 wind van links zuiging**1.8.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		1.450 kN/m	1.450 kN/m	0.0	3	0	2300
3		1.150 kN/m	1.150 kN/m	0.0	5	1300	8137
3		1.800 kN/m	1.800 kN/m	0.0	5	0	1300
4		1.650 kN/m	1.650 kN/m	0.0	4	0	1300

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
4	 q	0.650 kN/m	0.650 kN/m	0.0	4	1300	3777

1.9 BELASTINGSGEVAL 6 wind van rechts druk

1.9.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-2.300 kN/m	-2.300 kN/m	0.0	3	0	2300
3	 q	-1.000 kN/m	-1.000 kN/m	0.0	5	0	8137
3	 q	-1.600 kN/m	-1.600 kN/m	0.0	5	8137	1300
4	 q	1.150 kN/m	1.150 kN/m	0.0	4	0	3777
4	 q	1.800 kN/m	1.800 kN/m	0.0	4	3777	1300

1.10 BELASTINGSGEVAL 7 wind van rechts zuiging

1.10.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-2.300 kN/m	-2.300 kN/m	0.0	3	0	2300
3	 q	0.650 kN/m	0.650 kN/m	0.0	5	0	8137
3	 q	1.650 kN/m	1.650 kN/m	0.0	5	8137	1300
4	 q	1.150 kN/m	1.150 kN/m	0.0	4	0	3777
4	 q	1.800 kN/m	1.800 kN/m	0.0	4	3777	1300

1.11 BELASTINGSGEVAL 8 overdruk

1.11.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	2.050 kN/m	2.050 kN/m	0.0	3	0	2300
3	 q	2.050 kN/m	2.050 kN/m	0.0	5	0	9437
4	 q	2.050 kN/m	2.050 kN/m	0.0	4	0	5077

1.12 BELASTINGSGEVAL 9 onderdruk

1.12.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-1.300 kN/m	-1.300 kN/m	0.0	3	0	2300
3	 q	-1.300 kN/m	-1.300 kN/m	0.0	5	0	9437
4	 q	-1.300 kN/m	-1.300 kN/m	0.0	4	0	5077

2 Berekeningsresultaten**2.1 BELASTINGSGEVALLEN****(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.1.1 Reactiekrachten**

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1	3.241	8.496	
	2	1.733	7.814	
	3	4.225	5.836	
	4	-4.863	-2.388	
	5	-4.214	-8.409	
	6	4.115	1.185	
	7	-1.672	-5.927	
	8	-6.964	-14.618	
	9	4.416	9.270	
2	1	-3.241	8.023	
	2	-1.733	1.636	
	3	-4.225	12.014	
	4	-6.265	-2.957	
	5	-2.073	-6.204	
	6	8.708	2.093	
	7	6.826	-6.692	
	8	-1.339	-12.032	
	9	0.849	7.630	

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

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	permanent	UGT
2	sneeuw 1/1	UGT
3	sneeuw 0.5/1	UGT
4	sneeuw 1.0/0.5	UGT
5	wind links druk + overdruk	UGT
6	wind links druk + onderdruk	UGT
7	wind links zuiging + overdruk	UGT
8	wind links druk + onderdruk	UGT
9	wind rechts druk + overdruk	UGT
10	wind rechts druk + onderdruk	UGT
11	wind rechts zuiging + overdruk	UGT
12	wind rechts zuiging + onderdruk	UGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.00x1.35									
2	1.00x1.10	1.00x1.35	1.00x1.35							
3	1.00x1.00	0.50x1.35	1.00x1.35							
4	1.00x1.10	1.00x1.35	0.50x1.35							
5	1.00x1.10			1.00x1.35				1.00x1.35		
6	1.00x1.10			1.00x1.35					1.00x1.35	
7	1.00x1.10				1.00x1.35			1.00x1.35		
8	1.00x1.10				1.00x1.35				1.00x1.35	
9	1.00x1.10					1.00x1.35		1.00x1.35		
10	1.00x1.10					1.00x1.35			1.00x1.35	
11	1.00x1.10						1.00x1.35	1.00x1.35		
12	1.00x1.10						1.00x1.35		1.00x1.35	

2.2.2 Reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1	4.365	11.485	
	2	11.547	27.878	
	3	10.079	21.735	
	4	8.715	23.887	
	5	-12.423	-13.468	
	6	2.963	18.612	
	7	-11.560	-21.565	
	8	3.832	10.518	
	9	-0.279	-8.802	
	10	14.988	23.735	
	11	-8.095	-18.302	
	12	7.235	13.921	
2	1	-4.365	10.816	
	2	-11.547	27.149	
	3	-10.079	25.261	
	4	-8.715	19.091	
	5	-13.808	-11.553	
	6	-10.878	15.159	
	7	-8.137	-15.969	
	8	-5.213	10.740	
	9	6.381	-4.578	
	10	9.430	21.677	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
2	11	3.844	-16.542	
	12	6.830	10.028	

2.2.3 Staafreactiekrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	3	10.002	4.336	9.974
		2	-10.816	-4.336	
	2	3	26.485	11.336	26.072
		2	-27.149	-11.336	
	3	3	24.658	9.868	22.697
		2	-25.261	-9.868	
	4	3	18.428	8.637	19.865
		2	-19.091	-8.637	
	5	3	-12.216	2.558	18.381
		2	11.553	-13.426	
	6	3	14.496	10.519	24.729
		2	-15.159	-10.985	
	7	3	-16.632	-3.110	5.345
		2	15.969	-7.758	
	8	3	10.077	4.734	11.425
		2	-10.740	-5.200	
	9	3	-5.241	-5.569	-13.700
		2	4.578	6.345	
	10	3	21.014	1.043	-10.456
		2	-21.677	10.135	
	11	3	-17.205	-3.251	-8.369
		2	16.542	4.027	
	12	3	9.365	4.215	-3.160
		2	-10.028	6.963	
2	1	1	11.485	-4.422	
		4	-10.052	4.422	-17.910
	2	1	27.878	-11.925	
		4	-26.710	11.925	-48.298
	3	1	21.735	-10.355	
		4	-20.673	10.355	-41.938
	4	1	23.887	-8.934	
		4	-22.719	8.934	-36.183
	5	1	-13.468	12.117	
		4	14.636	-12.117	49.074
	6	1	18.612	-2.945	
		4	-17.444	2.945	-11.925
	7	1	-21.565	11.172	
		4	22.733	-11.172	45.247
	8	1	10.518	-3.872	
		4	-9.350	3.872	-15.680
	9	1	-8.802	0.307	
		4	9.970	-0.307	1.243
	10	1	23.735	-15.625	
		4	-22.567	15.625	-63.281

Staaf-nummer	Combinatie-nummer	Knoop-nummer	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
2	11	1	-18.302	7.903	
		4	19.469	-7.903	32.007
	12	1	13.921	-7.400	
		4	-12.753	7.400	-29.972
3	1	5	2.588	4.677	-1.537
		3	-8.277	7.116	-9.974
	2	5	6.803	12.446	-4.230
		3	-21.907	18.868	-26.072
	3	5	5.108	12.590	-2.119
		3	-19.791	17.850	-22.697
	4	5	5.986	7.631	-4.671
		3	-15.856	12.831	-19.865
	5	5	-7.294	-20.037	-13.657
		3	2.659	-12.263	-18.381
	6	5	11.041	1.830	-2.335
		3	-15.676	8.549	-24.729
	7	5	-14.321	-18.541	-12.578
		3	9.686	-13.759	-5.345
	8	5	4.018	3.360	-1.201
		3	-8.653	7.019	-11.425
	9	5	-11.960	-0.434	-0.700
		3	7.325	-2.281	13.700
	10	5	6.069	21.774	10.739
		3	-10.704	18.190	10.456
	11	5	-14.873	-12.413	-7.398
		3	10.238	-14.132	8.369
	12	5	3.350	9.583	4.001
		3	-7.985	6.552	3.160
4	1	4	8.522	6.916	17.910
		5	-5.300	-0.746	1.537
	2	4	22.600	18.515	48.298
		5	-14.069	-2.179	4.230
	3	4	18.504	13.790	41.938
		5	-13.164	-3.566	2.119
	4	4	18.242	16.215	36.183
		5	-9.711	0.120	4.671
	5	4	-17.787	-7.143	-49.074
		5	20.413	6.027	13.657
	6	4	10.701	14.122	11.925
		5	-8.076	7.721	2.335
	7	4	-20.771	-14.704	-45.247
		5	23.396	-0.528	12.578
	8	4	7.725	6.536	15.680
		5	-5.100	1.191	1.201
	9	4	-4.863	-8.705	-1.243
		5	7.488	-9.340	0.700
	10	4	23.732	13.231	63.281
		5	-21.107	-8.317	-10.739
	11	4	-16.188	-13.446	-32.007
		5	18.813	-4.599	7.398
	12	4	12.317	7.997	29.972
		5	-9.692	-3.083	-4.001

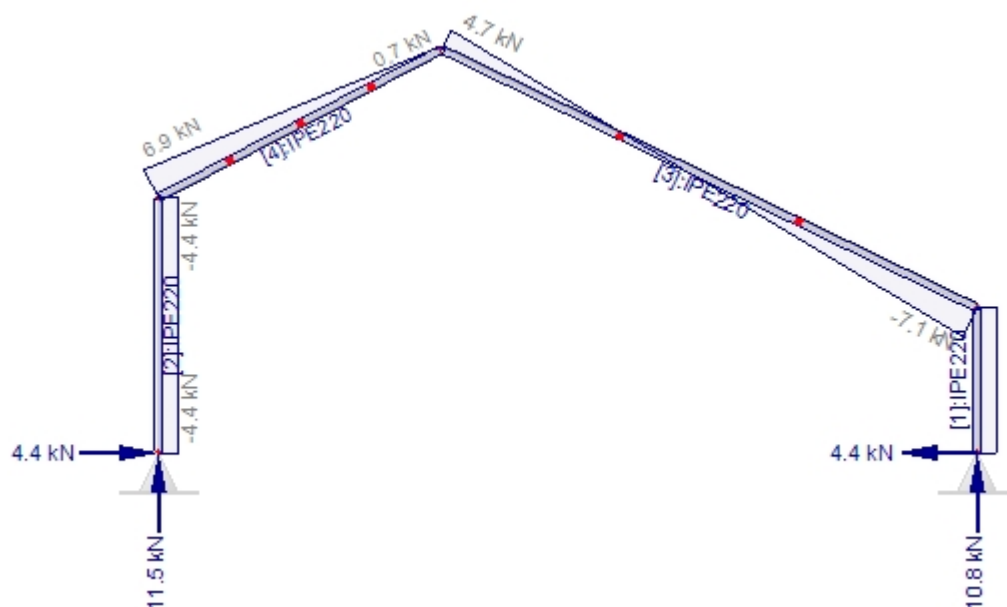
2.2.4 Snedekrachten en vervormingen

Staaf- nummer	Comb. nummer	Knoop- nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
1	1	3	0	-10.002	4.336	-9.974	0.0
			972	-10.346	4.336	-5.759	-0.6
			2300	-10.816	4.336	0.000	0.0
1	2	3	0	-26.485	11.336	-26.072	0.0
			972	-26.766	11.336	-15.054	-1.5
			2300	-27.149	11.336	0.000	0.0
1	3	3	0	-24.658	9.868	-22.697	0.0
			972	-24.913	9.868	-13.105	-1.3
			2300	-25.261	9.868	0.000	0.0
1	4	3	0	-18.428	8.637	-19.865	0.0
			972	-18.708	8.637	-11.470	-1.2
			2300	-19.091	8.637	0.000	0.0
1	5	3	0	12.216	2.558	-18.381	0.0
			1012	11.925	7.342	-13.370	-1.4
			2300	11.553	13.426	0.000	0.0
1	6	3	0	-14.496	10.519	-24.729	0.0
			974	-14.777	10.717	-14.385	-1.5
			2300	-15.159	10.985	0.000	0.0
1	7	3	0	16.632	-3.110	-5.345	0.0
			658	16.442	0.000	-6.368	-0.5
			1063	16.326	1.913	-5.981	-0.6
			2300	15.969	7.758	0.000	0.0
1	8	3	0	-10.077	4.734	-11.425	0.0
			975	-10.358	4.932	-6.711	-0.7
			2300	-10.740	5.200	0.000	0.0
1	9	3	0	5.241	-5.569	13.700	0.0
			977	4.960	-5.898	8.102	0.8
			2300	4.578	-6.345	0.000	0.0
1	10	3	0	-21.014	1.043	10.456	0.0
			215	-21.076	0.000	10.568	0.3
			1035	-21.313	-3.987	8.933	0.9
			2300	-21.677	-10.135	0.000	0.0
1	11	3	0	17.205	-3.251	8.369	0.0
			980	16.922	-3.581	5.022	0.5
			2300	16.542	-4.027	0.000	0.0
1	12	3	0	-9.365	4.215	3.160	0.0
			867	-9.615	0.000	4.988	0.5
			1088	-9.679	-1.071	4.870	0.5
			2300	-10.028	-6.963	0.000	0.0
2	1	1	0	-11.485	-4.422	0.000	0.0
			2338	-10.658	-4.422	-10.341	-3.2
			4050	-10.052	-4.422	-17.910	0.0
2	2	1	0	-27.878	-11.925	0.000	0.0
			2338	-27.203	-11.925	-27.887	-8.7
			4050	-26.710	-11.925	-48.298	0.0
2	3	1	0	-21.735	-10.355	0.000	0.0
			2338	-21.122	-10.355	-24.215	-7.6
			4050	-20.673	-10.355	-41.938	0.0
2	4	1	0	-23.887	-8.934	0.000	0.0

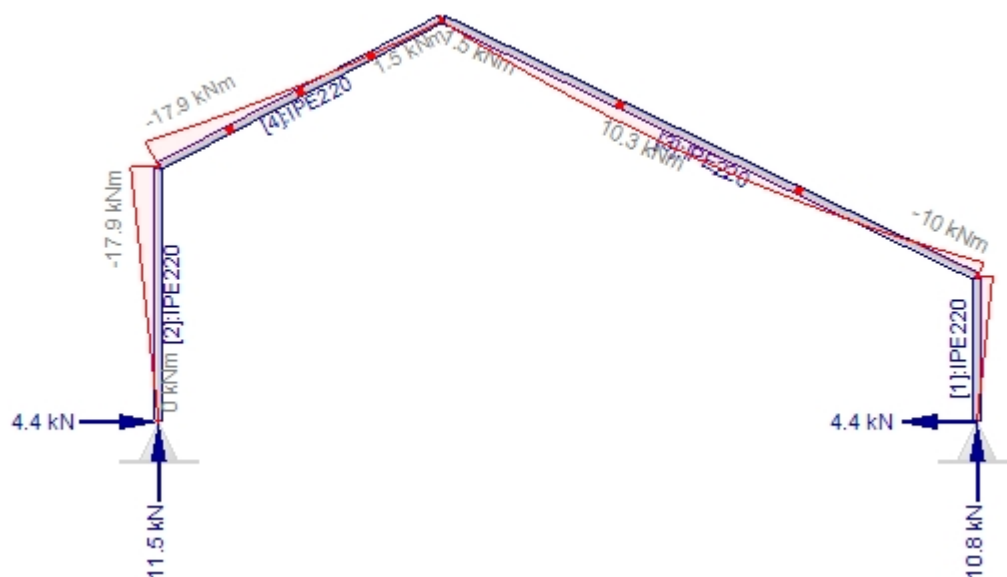
Staafl- nummer	Comb. nummer	Knoop- nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
2	4	1	2338	-23.212	-8.934	-20.892	-6.5
			4050	-22.719	-8.934	-36.183	0.0
			0	13.468	12.117	0.000	0.0
2	5	1	2338	14.143	12.117	28.335	8.9
			4050	14.636	12.117	49.074	0.0
			0	-18.612	-2.945	0.000	0.0
2	6	1	2338	-17.938	-2.945	-6.886	-2.2
			4050	-17.444	-2.945	-11.925	0.0
			0	21.565	11.172	0.000	0.0
2	7	1	2338	22.240	11.172	26.125	8.2
			4050	22.733	11.172	45.247	0.0
			0	-10.518	-3.872	0.000	0.0
2	8	1	2338	-9.844	-3.872	-9.053	-2.8
			4050	-9.350	-3.872	-15.680	0.0
			0	8.802	0.307	0.000	0.0
2	9	1	2338	9.477	0.307	0.718	0.2
			4050	9.970	0.307	1.244	0.0
			0	-23.735	-15.625	0.000	0.0
2	10	1	2338	-23.060	-15.625	-36.538	-11.4
			4050	-22.567	-15.625	-63.281	0.0
			0	18.302	7.903	0.000	0.0
2	11	1	2338	18.976	7.903	18.480	5.8
			4050	19.469	7.903	32.007	0.0
			0	-13.921	-7.400	0.000	0.0
2	12	1	2338	-13.247	-7.400	-17.306	-5.4
			4050	-12.753	-7.400	-29.972	0.0
			0	-2.588	4.677	1.537	0.0
3	1	5	3743	-4.844	0.000	10.289	14.0
			4263	-5.158	-0.650	10.120	14.3
			7800	-7.290	-5.071	0.000	5.6
			9437	-8.277	-7.116	-9.974	0.0
			0	-6.803	12.446	4.230	0.0
3	2	5	3751	-12.806	0.000	27.572	37.8
			4271	-13.639	-1.726	27.123	38.4
			7828	-19.331	-13.527	0.000	15.0
			9437	-21.907	-18.868	-26.072	0.0
			0	-5.108	12.590	2.119	0.0
3	3	5	3903	-11.181	0.000	26.691	37.4
			4344	-11.866	-1.420	26.379	37.8
			7972	-17.510	-13.122	0.000	14.0
			9437	-19.791	-17.850	-22.697	0.0
			0	-5.986	7.631	4.671	0.0
3	4	5	3519	-9.667	0.000	18.099	23.8
			4156	-10.332	-1.380	17.660	24.4
			7605	-13.940	-8.859	0.000	10.2
			9437	-15.856	-12.831	-19.865	0.0
			0	7.294	-20.037	13.657	0.0
3	5	5	739	6.931	-16.950	0.000	-13.6
			1300	6.656	-14.604	-8.859	-23.9
			5028	4.825	-2.295	-40.358	-64.1
			5723	4.483	0.000	-41.155	-62.4
			0	7.294	-20.037	13.657	0.0

Staafl- nummer	Comb. nummer	Knoop- nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
3	5	5	9437	2.659	12.263	-18.381	0.0
3	6	5	0	-11.041	1.830	2.335	0.0
			1300	-11.680	1.384	4.424	1.6
			2434	-12.236	0.000	5.208	2.0
			5355	-13.671	-3.566	0.000	-1.6
			9437	-15.676	-8.549	-24.730	0.0
3	7	5	0	14.321	-18.541	12.578	0.0
			740	13.957	-15.448	0.000	-11.4
			1300	13.682	-13.108	-7.994	-20.0
			4921	11.904	-1.154	-33.812	-52.4
			5270	11.732	0.000	-34.013	-52.1
			9437	9.686	13.759	-5.345	0.0
3	8	5	0	-4.018	3.360	1.201	0.0
			1300	-4.657	2.914	5.280	5.5
			3687	-5.829	0.000	8.757	11.2
			4160	-6.061	-0.577	8.621	11.4
			7475	-7.690	-4.624	0.000	4.9
			9437	-8.653	-7.019	-11.425	0.0
3	9	5	0	11.960	-0.434	0.700	0.0
			1087	11.427	0.000	0.464	2.0
			6013	9.007	1.967	5.308	8.0
			8137	7.964	2.815	10.388	5.3
			9437	7.325	2.281	13.700	0.0
3	10	5	0	-6.069	21.774	-10.739	0.0
			519	-6.324	19.636	0.000	11.6
			4904	-8.478	1.554	46.462	73.6
			5281	-8.663	0.000	46.755	73.0
			8137	-10.066	-11.777	29.935	33.7
			9437	-10.704	-18.190	10.456	0.0
3	11	5	0	14.873	-12.413	7.398	0.0
			639	14.559	-10.733	0.000	-6.5
			4721	12.554	-0.011	-21.929	-32.6
			4725	12.552	0.000	-21.929	-32.6
			8137	10.876	8.962	-6.641	-13.2
			9437	10.238	14.132	8.369	0.0
3	12	5	0	-3.350	9.583	-4.001	0.0
			436	-3.564	8.756	0.000	4.3
			4836	-5.725	0.415	20.175	31.8
			5055	-5.833	0.000	20.221	31.7
			8137	-7.347	-5.843	11.217	14.1
			9437	-7.985	-6.552	3.160	0.0
4	1	4	0	-8.522	6.916	-17.910	0.0
			1823	-7.366	4.701	-7.324	-3.0
			3985	-5.993	2.072	0.000	-1.2
			5077	-5.300	0.746	1.537	0.0
4	2	4	0	-22.600	18.515	-48.298	0.0
			1828	-19.529	12.634	-19.835	-8.1
			3997	-15.884	5.655	0.000	-3.3
			5077	-14.069	2.179	4.230	0.0
4	3	4	0	-18.504	13.790	-41.938	0.0
			1958	-16.445	9.848	-18.800	-8.5

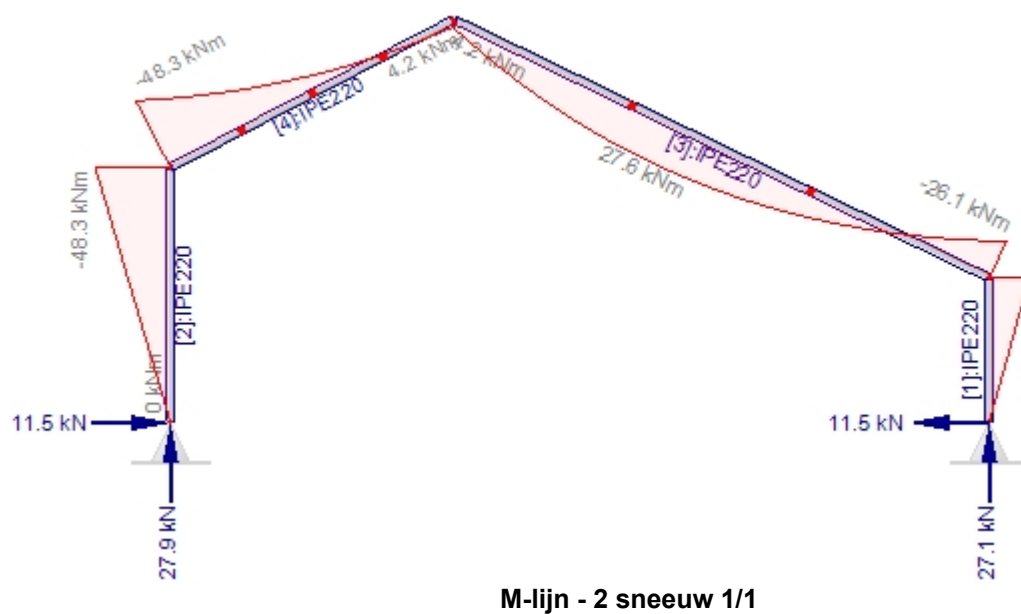
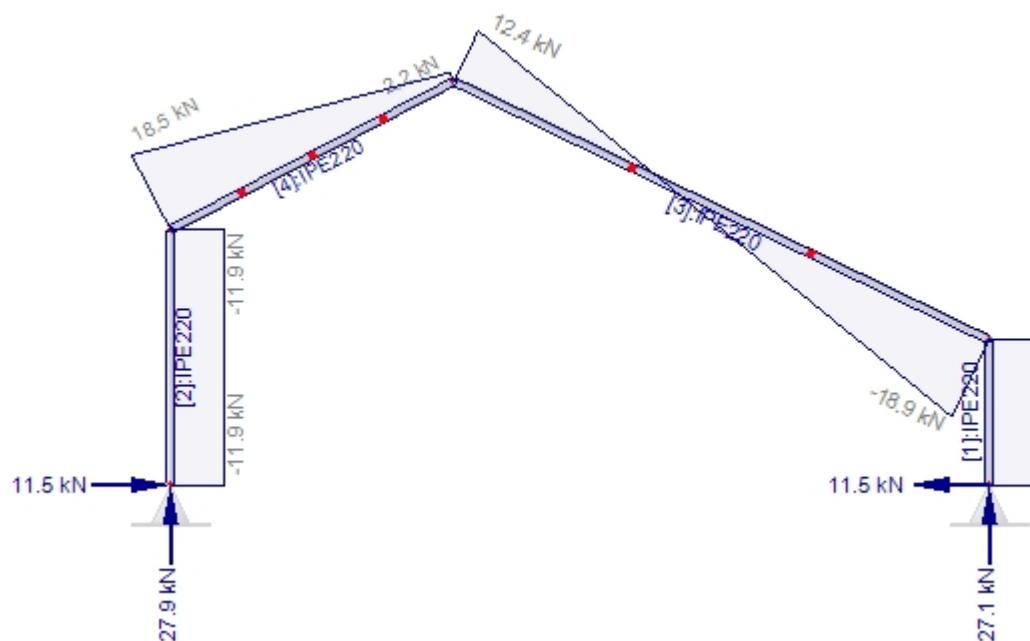
Staafl- nummer	Comb. nummer	Knoop- nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
4	3	4	4558	-13.709	4.610	0.000	-1.9
			5077	-13.164	3.566	2.119	0.0
4	4	4	0	-18.242	16.215	-36.183	0.0
			1628	-15.506	10.977	-14.049	-4.7
			3335	-12.638	5.484	0.000	-2.6
			5039	-9.774	0.000	4.673	0.0
			5077	-9.711	-0.120	4.671	0.0
4	5	4	0	17.787	-7.143	49.074	0.0
			1300	18.460	-7.640	39.465	14.1
			2295	18.974	-7.215	32.075	17.1
			5077	20.413	-6.027	13.657	0.0
4	6	4	0	-10.701	14.122	-11.925	0.0
			1028	-10.170	9.080	0.000	1.6
			1300	-10.029	7.745	2.289	2.1
			2856	-9.225	1.375	9.382	3.7
			3191	-9.051	0.000	9.613	3.6
			5077	-8.076	-7.721	2.334	0.0
4	7	4	0	20.771	-14.704	45.247	0.0
			1300	21.443	-9.498	29.516	10.2
			2217	21.917	-7.062	21.919	11.9
			4878	23.293	0.000	12.525	1.5
			5077	23.396	0.528	12.578	0.0
4	8	4	0	-7.725	6.536	-15.680	0.0
			1300	-7.053	5.863	-7.620	-1.9
			1554	-6.922	5.389	-6.194	-1.9
			3138	-6.102	2.430	0.000	-1.1
			4439	-5.429	0.000	1.581	-0.3
			5077	-5.100	-1.191	1.201	0.0
4	9	4	0	4.863	-8.705	1.243	0.0
			147	4.939	-8.216	0.000	-0.4
			2562	6.188	-0.173	-10.131	-4.6
			2614	6.215	0.000	-10.136	-4.6
			3777	6.816	3.870	-7.886	-3.4
			5077	7.488	9.340	0.700	0.0
4	10	4	0	-23.732	13.231	-63.281	0.0
			2227	-22.581	10.575	-36.775	-19.2
			3777	-21.779	8.727	-21.817	-12.7
			5077	-21.107	8.317	-10.739	0.0
4	11	4	0	16.188	-13.446	32.007	0.0
			2009	17.227	-6.756	11.713	6.0
			3777	18.141	-0.870	4.974	3.7
			3984	18.248	0.000	4.884	3.2
			5077	18.813	4.599	7.398	0.0
4	12	4	0	-12.317	7.997	-29.972	0.0
			2168	-11.196	5.412	-15.438	-8.0
			3777	-10.364	3.493	-8.275	-5.2
			5077	-9.692	3.083	-4.001	0.0

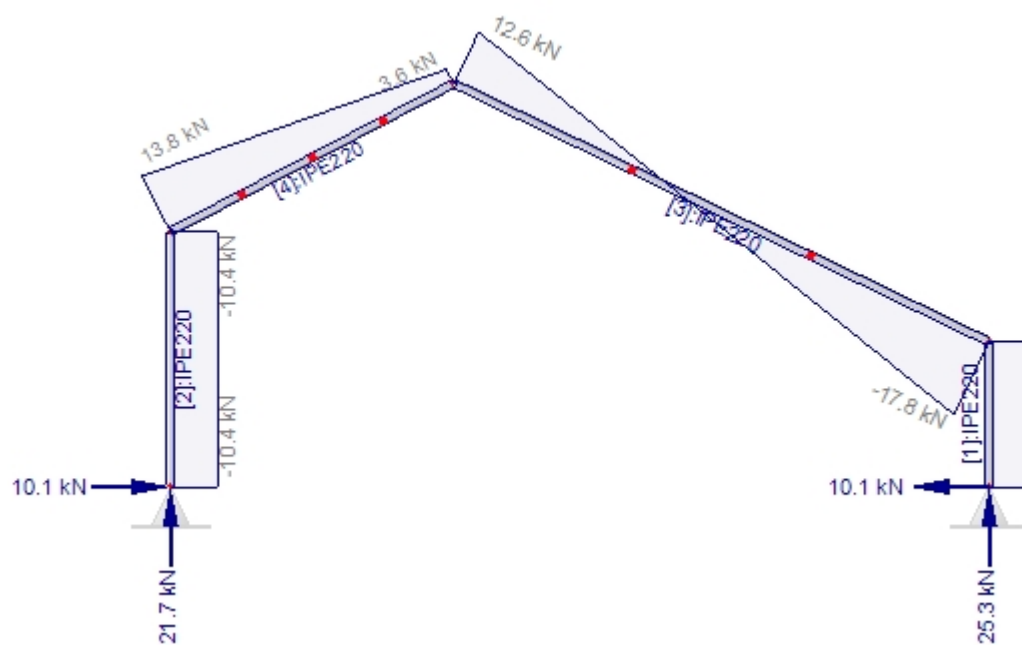


D-lijn - 1 permanent

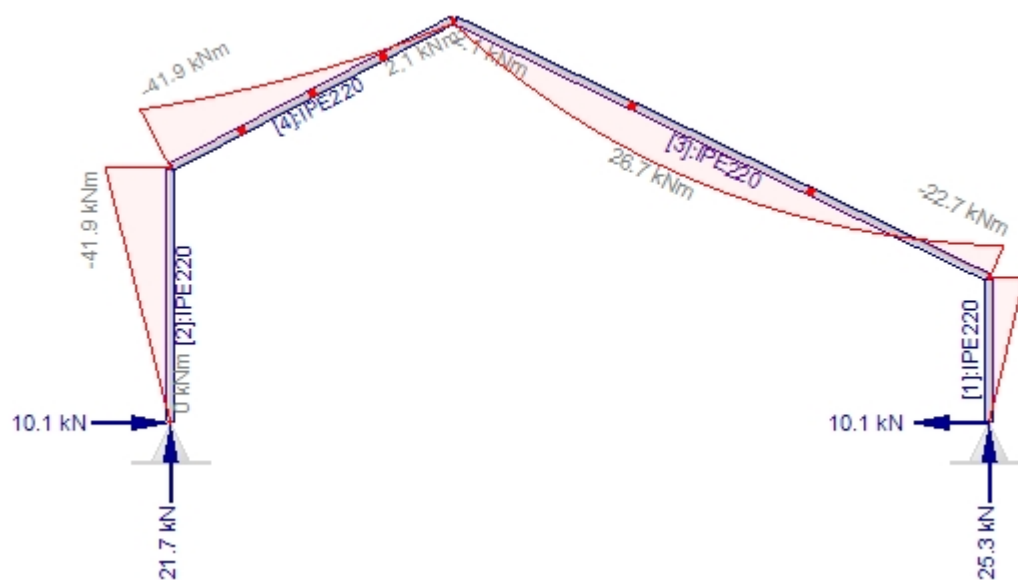


M-lijn - 1 permanent

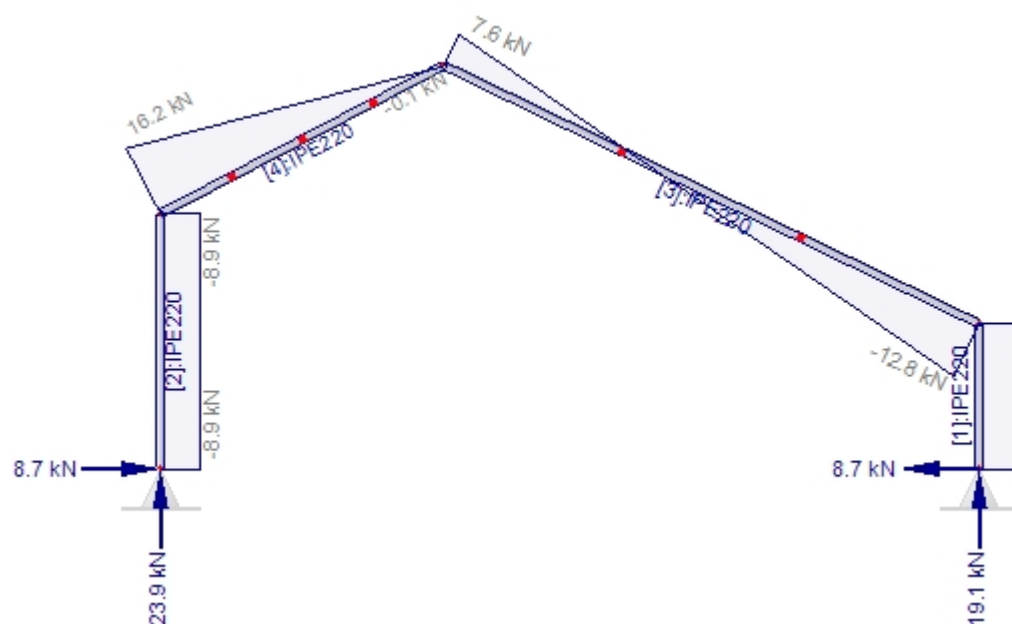




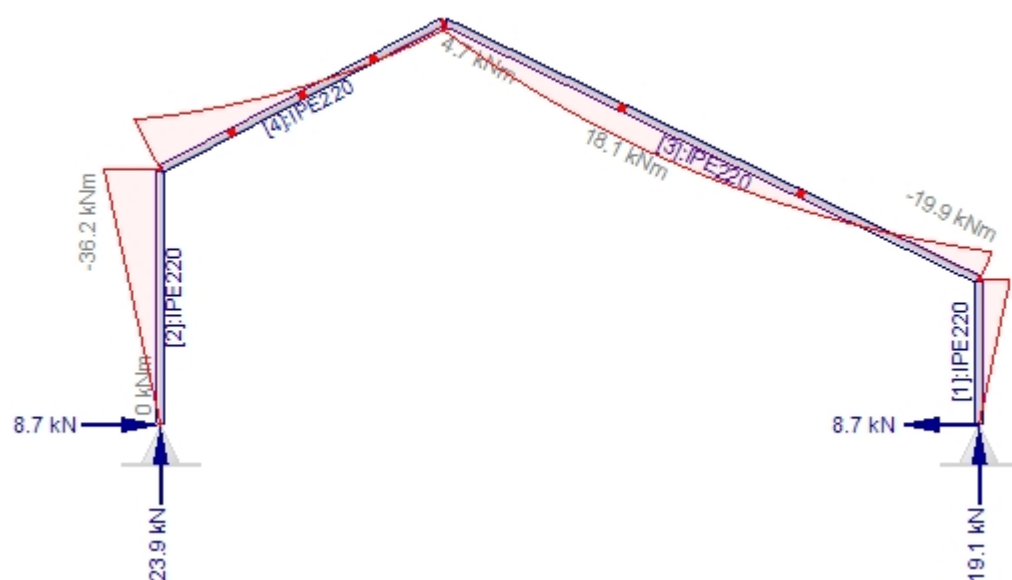
D-lijn - 3 sneeuw 0.5/1



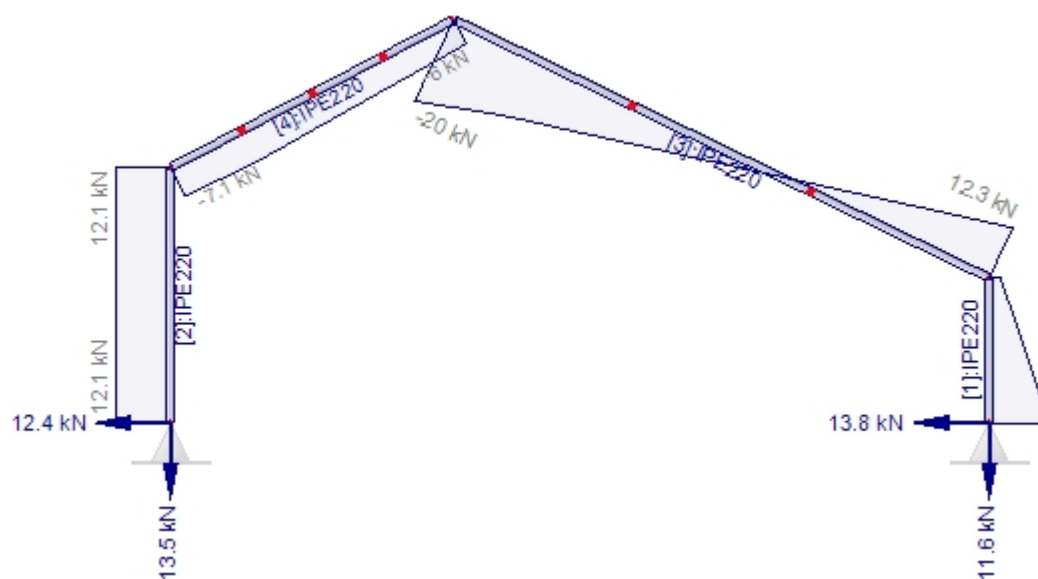
M-lijn - 3 sneeuw 0.5/1



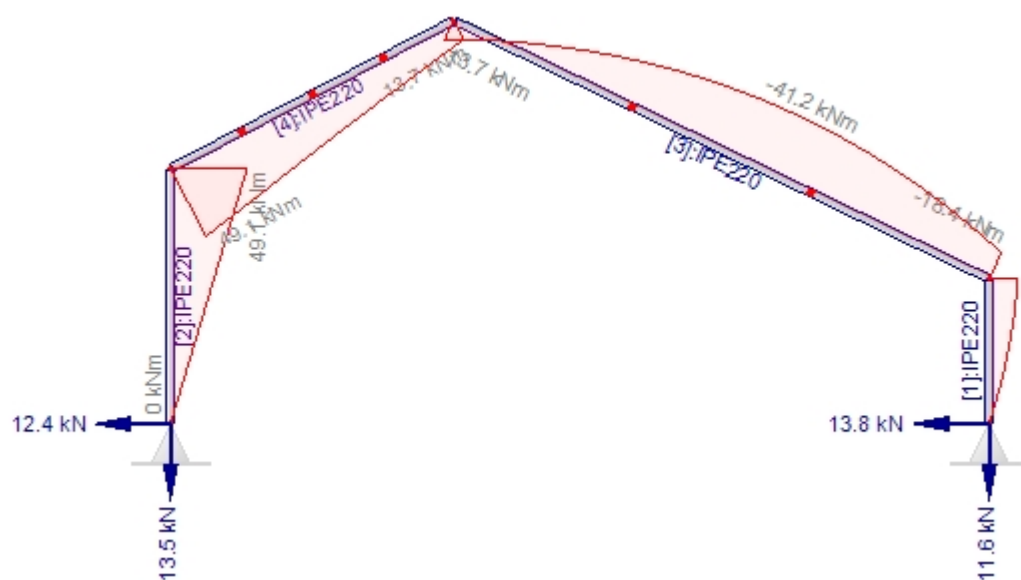
D-lijn - 4 sneeuw 1.0/0.5



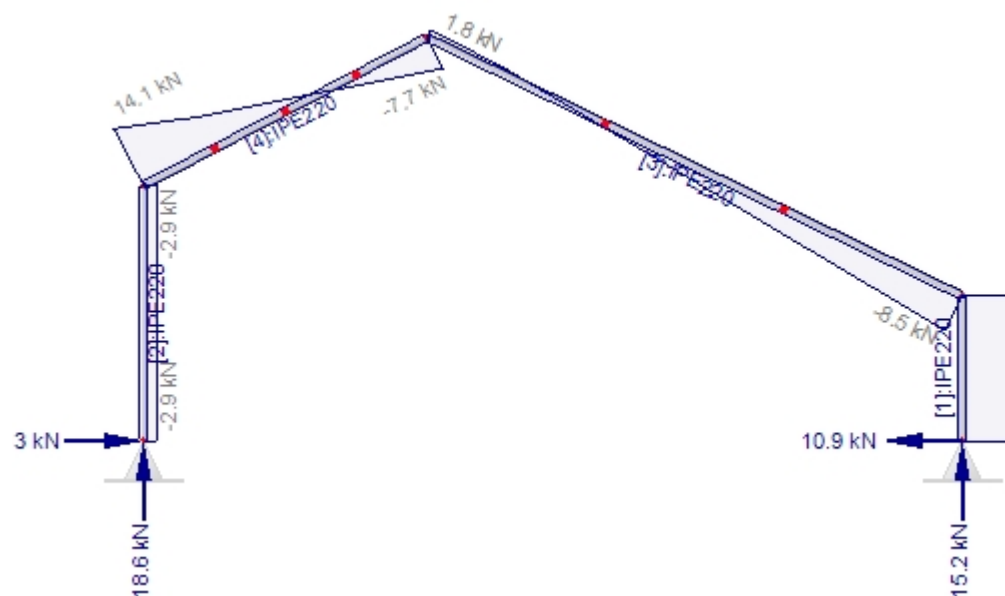
M-lijn - 4 sneeuw 1.0/0.5



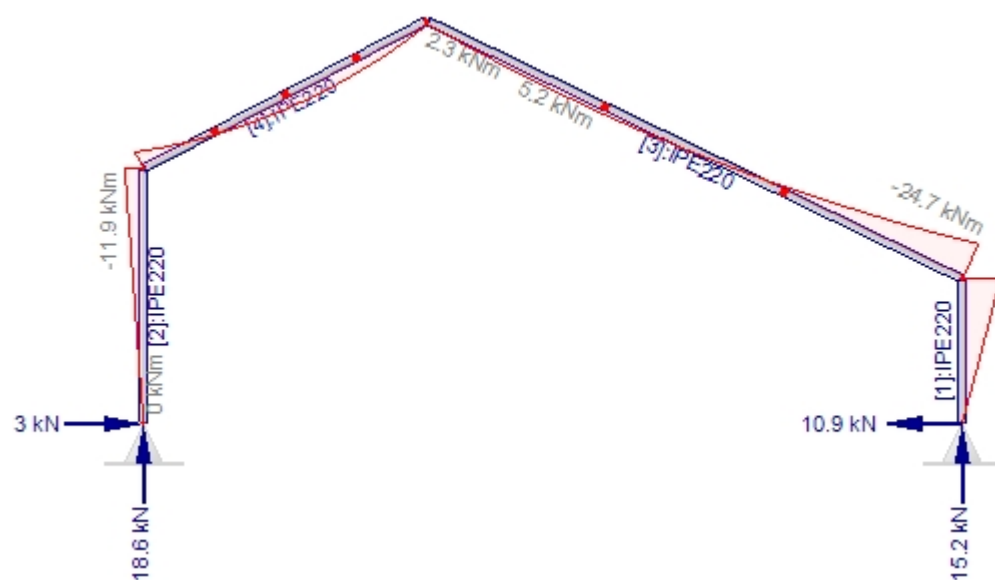
D-lijn - 5 wind links druk + overdruk



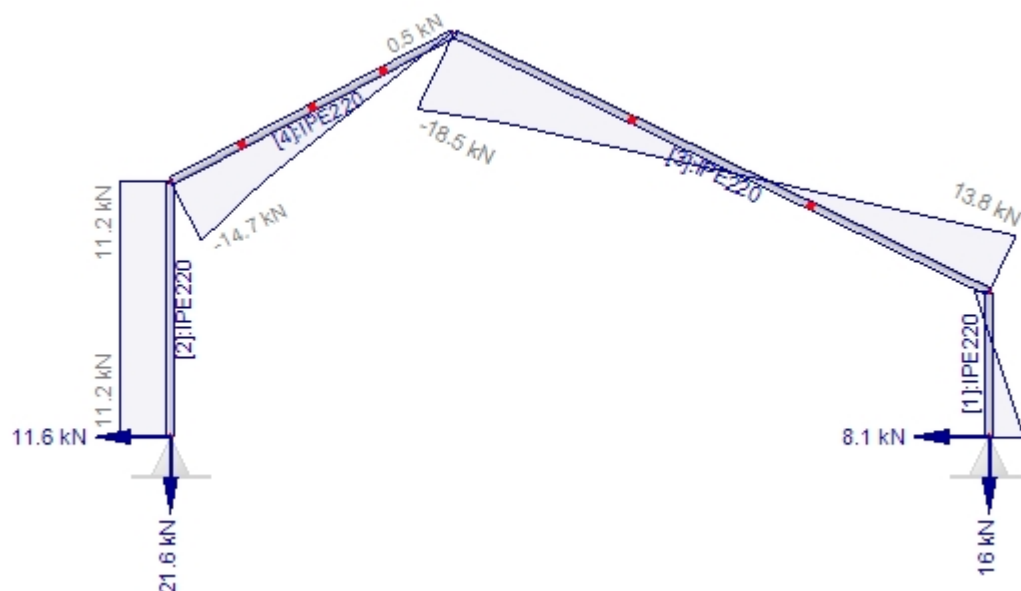
M-lijn - 5 wind links druk + overdruk



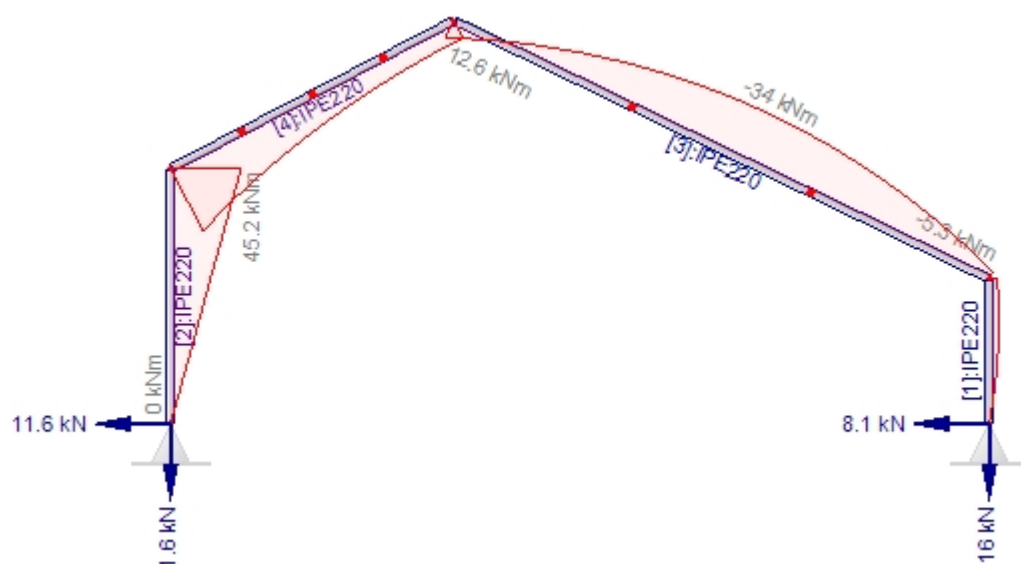
D-lijn - 6 wind links druk + onderdruk



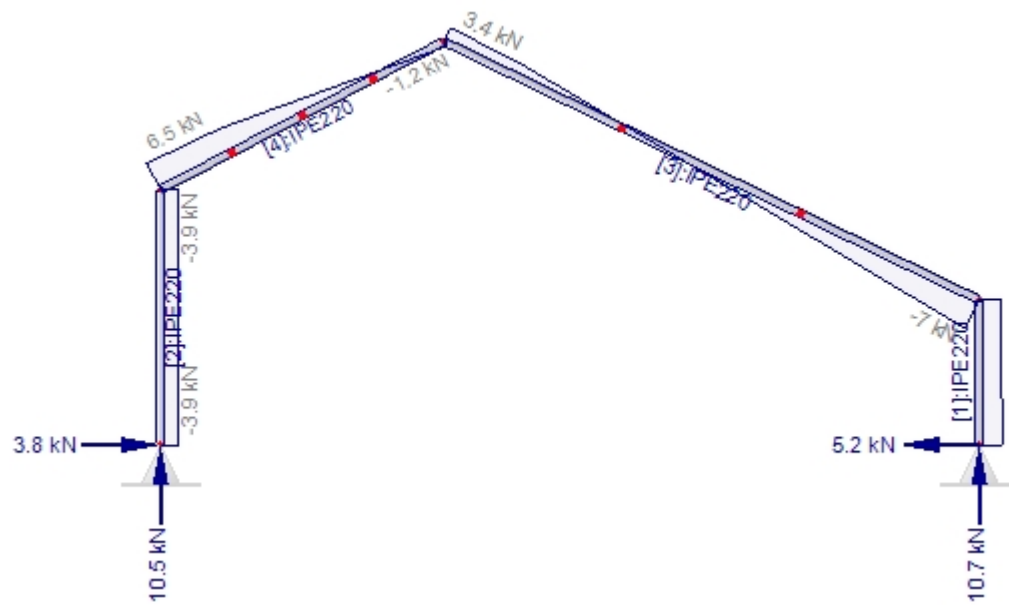
M-lijn - 6 wind links druk + onderdruk



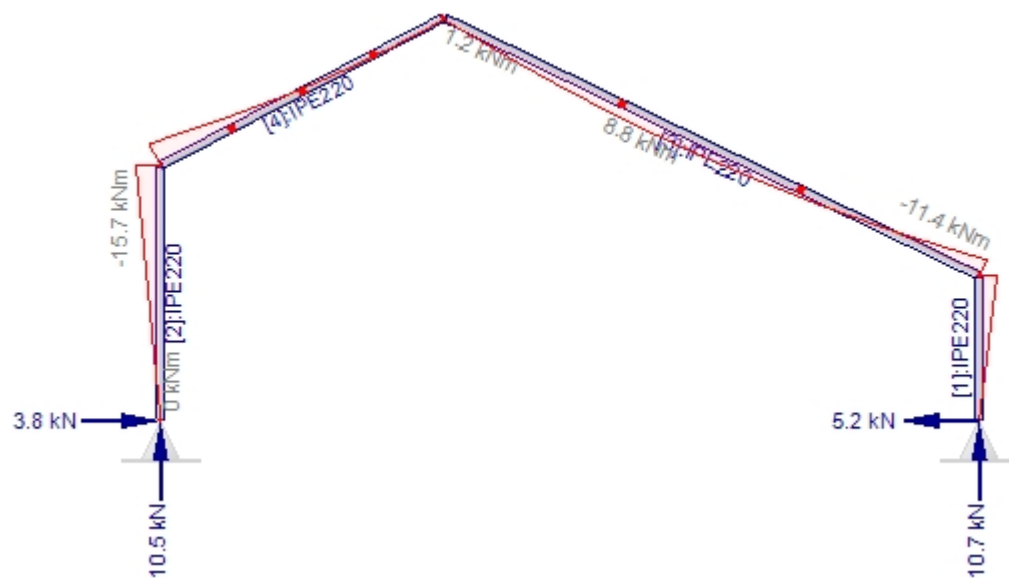
D-lijn - 7 wind links zuiging + overdruk



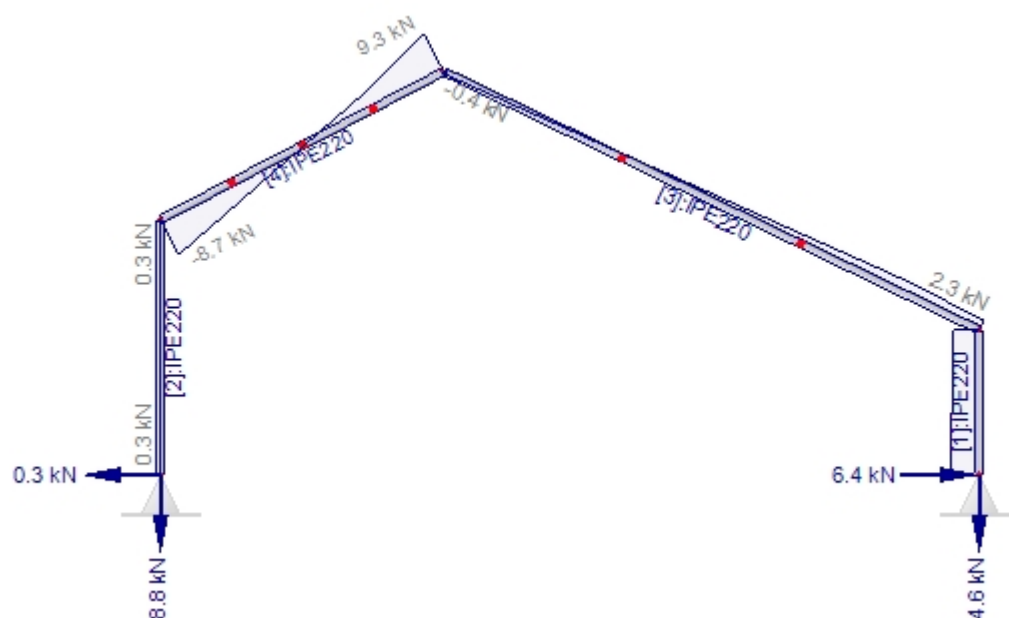
M-lijn - 7 wind links zuiging + overdruk



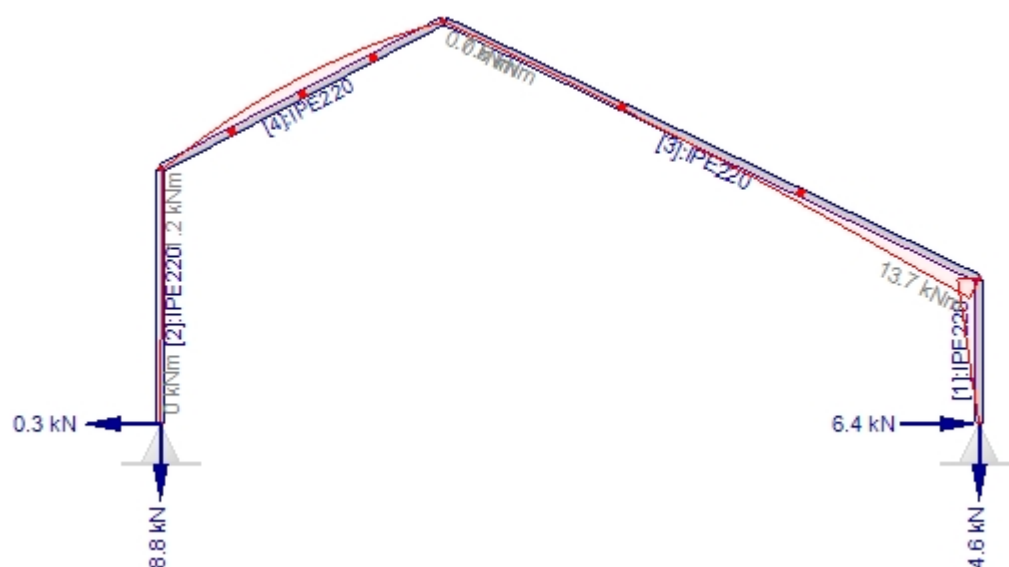
D-lijn - 8 wind links druk + onderdruk



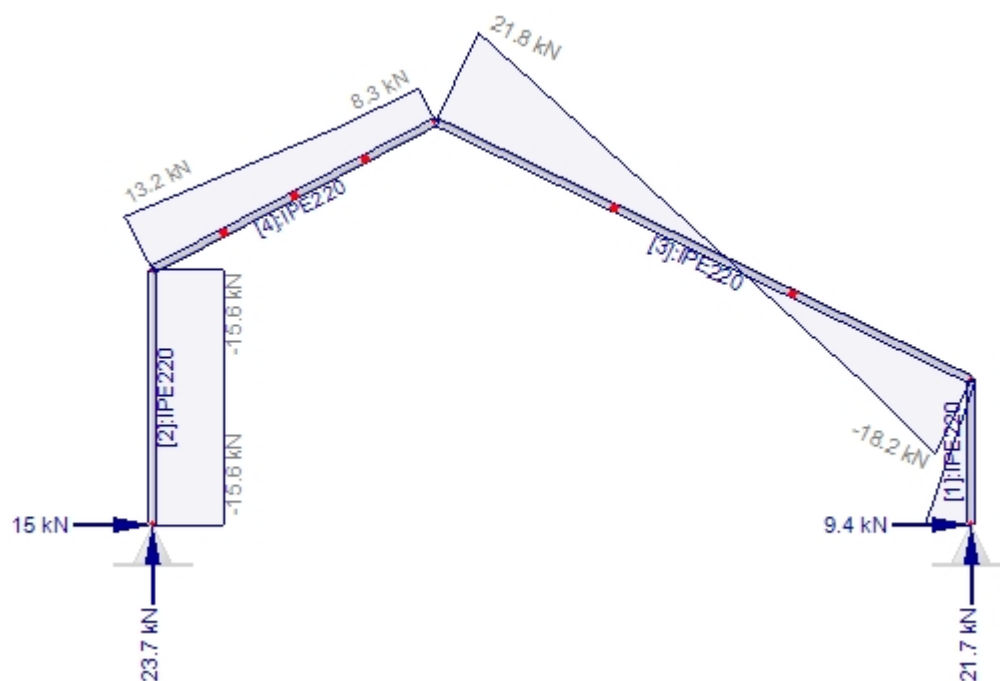
M-lijn - 8 wind links druk + onderdruk



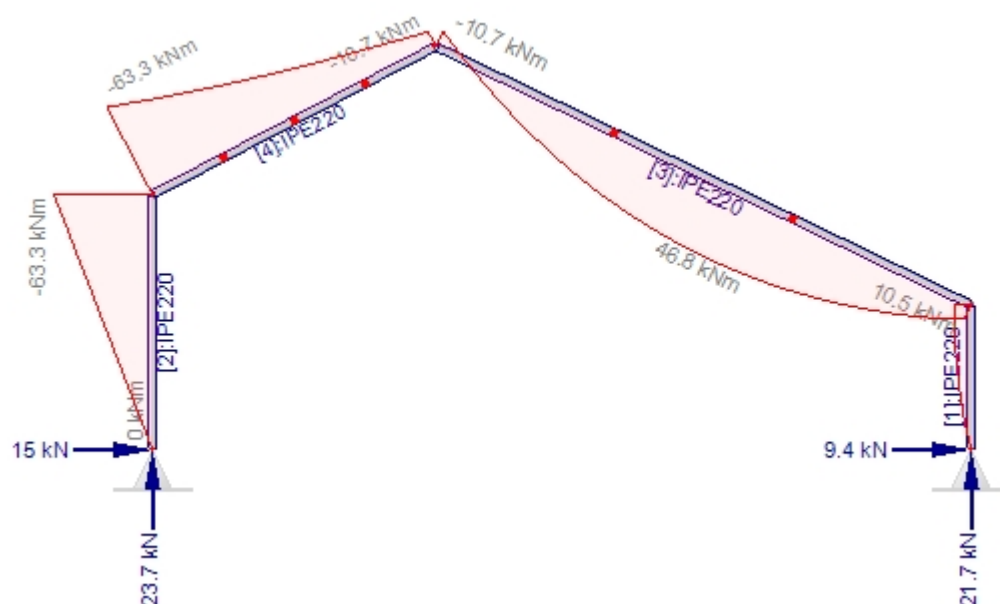
D-lijn - 9 wind rechts druk + overdruk



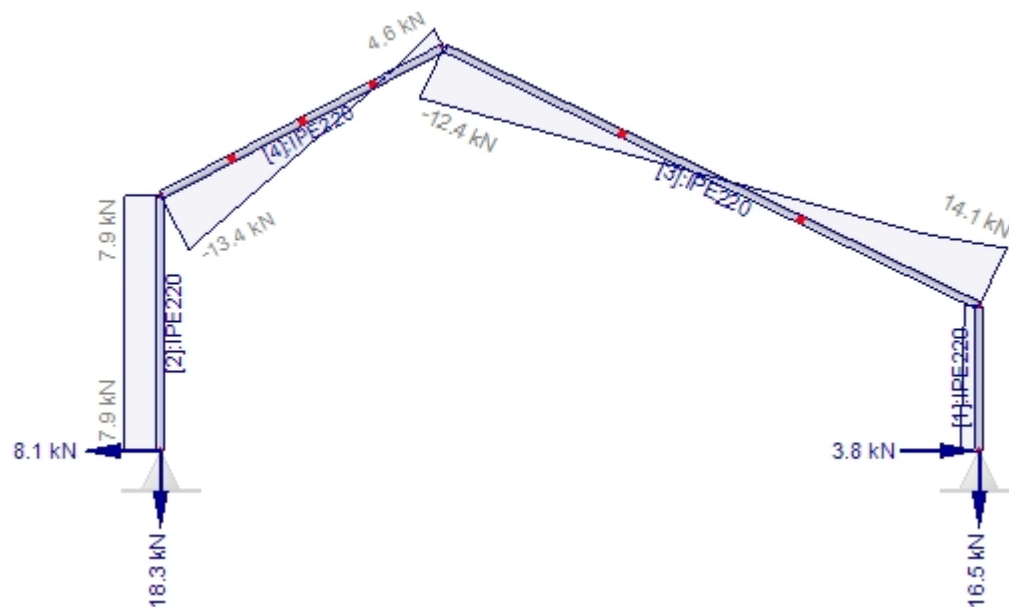
M-lijn - 9 wind rechts druk + overdruk



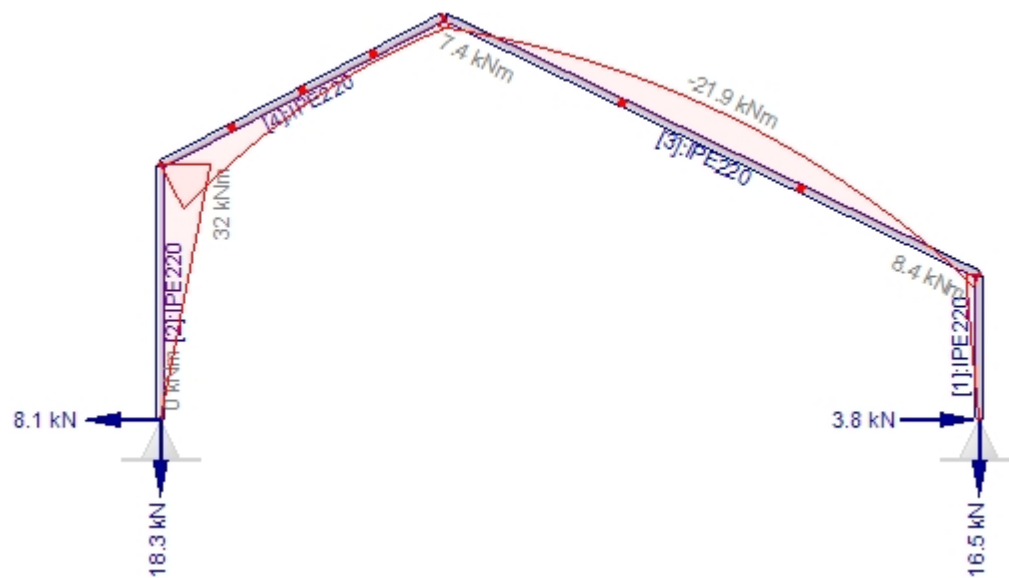
D-lijn - 10 wind rechts druk + onderdruk



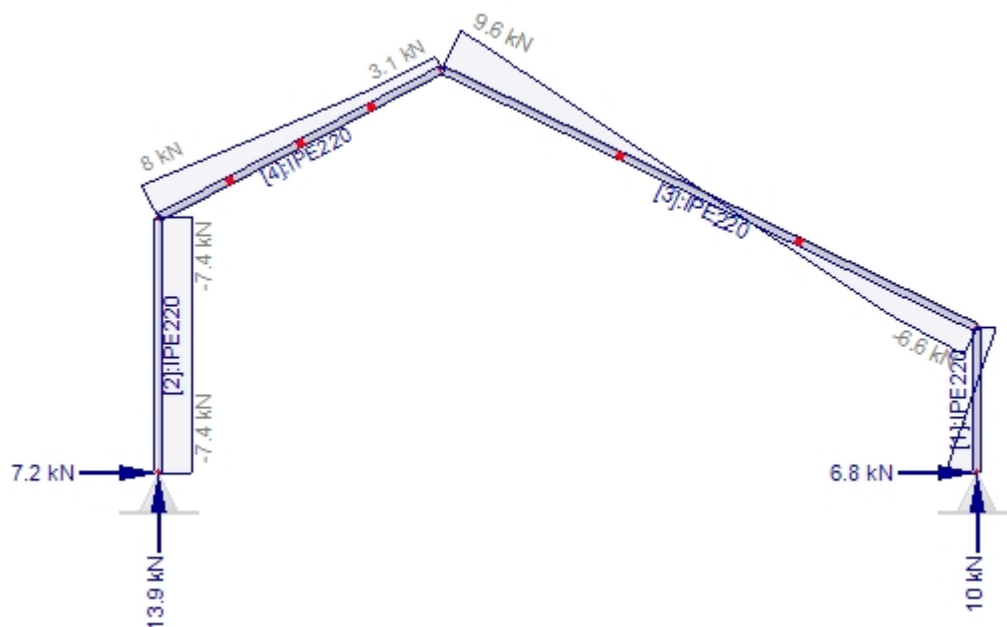
M-lijn - 10 wind rechts druk + onderdruk



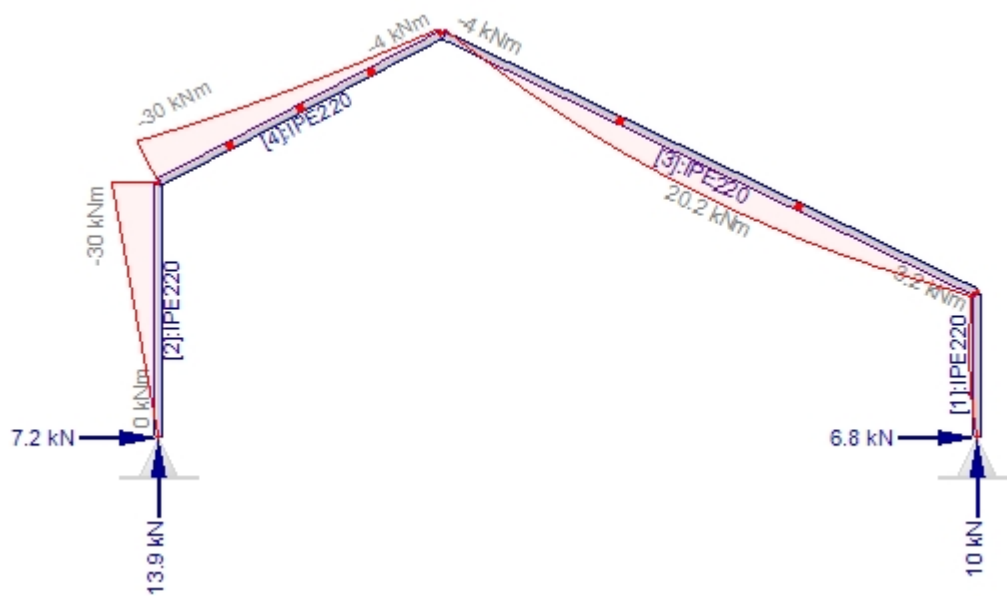
D-lijn - 11 wind rechts zuiging + overdruk



M-lijn - 11 wind rechts zuiging + overdruk



D-lijn - 12 wind rechts zuiging + onderdruk



M-lijn - 12 wind rechts zuiging + onderdruk

2.3 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)**2.3.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
13	permanent	BGT
14	sneeuw 1/1	BGT
15	sneeuw 0.5/1	BGT
16	sneeuw 1.0/0.5	BGT
17	wind links druk + overdruk	BGT
18	wind links druk + onderdruk	BGT
19	wind links zuiging + overdruk	BGT
20	wind links druk + onderdruk	BGT
21	wind rechts druk + overdruk	BGT
22	wind rechts druk + onderdruk	BGT
23	wind rechts zuiging + overdruk	BGT
24	wind rechts zuiging + onderdruk	BGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
13	1.00x1.00									
14	1.00x1.00	1.00x1.00	1.00x1.00							
15	1.00x1.00	0.50x1.00	1.00x1.00							
16	1.00x1.00	1.00x1.00	0.50x1.00							
17	1.00x1.00			1.00x1.00				1.00x1.00		
18	1.00x1.00			1.00x1.00				1.00x1.00	1.00x1.00	
19	1.00x1.00				1.00x1.00			1.00x1.00		1.00x1.00
20	1.00x1.00				1.00x1.00			1.00x1.00		1.00x1.00
21	1.00x1.00					1.00x1.00		1.00x1.00		1.00x1.00
22	1.00x1.00					1.00x1.00		1.00x1.00		1.00x1.00
23	1.00x1.00						1.00x1.00	1.00x1.00		1.00x1.00
24	1.00x1.00						1.00x1.00	1.00x1.00	1.00x1.00	

2.3.2 Knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	13	0.0	0.0	5.2
	14	0.0	0.0	15.1
	15	0.0	0.0	14.3
	16	0.0	0.0	10.8
	17	0.0	0.0	-20.3
	18	0.0	0.0	1.3
	19	0.0	0.0	-16.5
	20	0.0	0.0	5.1
	21	0.0	0.0	3.2
	22	0.0	0.0	26.1
	23	0.0	0.0	-9.7
	24	0.0	0.0	12.3
2	13	0.0	0.0	1.6
	14	0.0	0.0	4.8
	15	0.0	0.0	5.6
	16	0.0	0.0	2.4

Knoop- nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
2	17	0.0	0.0	-24.4
	18	0.0	0.0	-6.3
	19	0.0	0.0	-17.4
	20	0.0	0.0	0.6
	21	0.0	0.0	6.1
	22	0.0	0.0	25.7
	23	0.0	0.0	-7.3
	24	0.0	0.0	11.2
3	13	-4.8	0.0	3.1
	14	-14.3	-0.1	8.9
	15	-15.7	-0.1	9.3
	16	-8.0	-0.1	5.6
	17	53.0	0.0	-20.7
	18	11.6	0.0	-2.4
	19	38.5	0.0	-15.7
	20	-3.0	0.0	2.6
	21	-12.7	0.0	4.3
	22	-57.6	-0.1	23.9
	23	17.6	0.0	-8.3
	24	-25.0	0.0	10.4
4	13	-14.9	0.0	0.6
	14	-43.1	-0.1	1.8
	15	-41.8	-0.1	2.3
	16	-30.1	-0.1	0.7
	17	66.2	0.1	-8.4
	18	0.2	-0.1	-2.7
	19	52.1	0.1	-5.6
	20	-14.0	-0.1	0.2
	21	-12.3	0.0	2.7
	22	-82.6	-0.1	9.0
	23	29.1	0.1	-2.2
	24	-38.2	-0.1	3.7
5	13	-9.6	-10.1	-3.0
	14	-28.1	-29.1	-8.6
	15	-28.2	-26.4	-8.7
	16	-18.6	-22.3	-5.7
	17	59.4	13.4	10.8
	18	6.1	-11.7	-0.6
	19	45.0	13.8	8.5
	20	-8.3	-11.1	-2.9
	21	-12.5	0.5	-2.2
	22	-69.6	-25.2	-14.2
	23	23.1	11.8	5.1
	24	-31.3	-13.3	-6.5

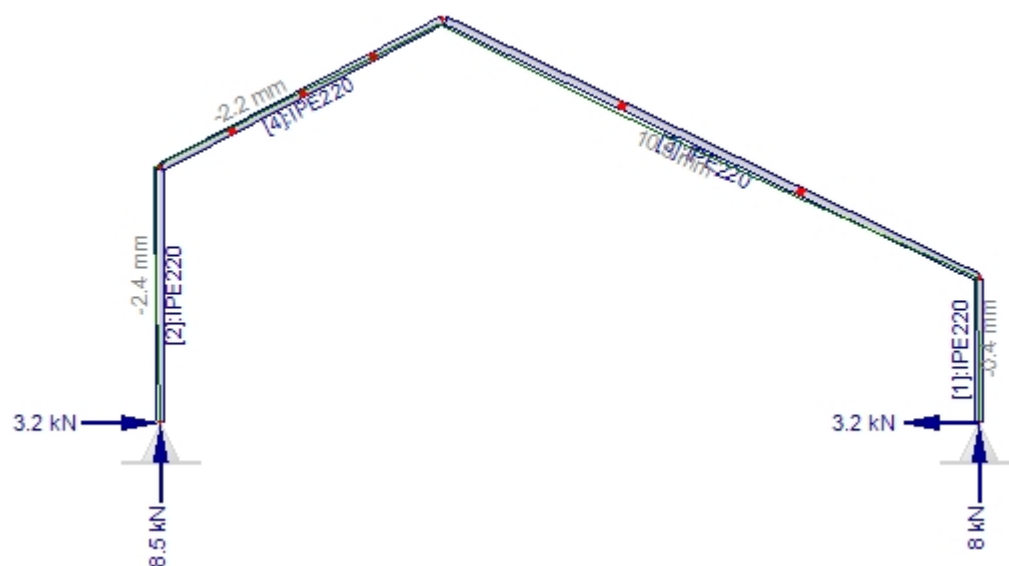
2.3.3 Snedekrachten en vervormingen

Staaf- nummer	Comb. nummer	Knoop- nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
1	13	3	0	-7.412	3.220	-7.406	0.0
			972	-7.667	3.220	-4.276	-0.4
			2300	-8.015	3.220	0.000	0.0
1	14	3	0	-21.005	9.030	-20.769	0.0
			972	-21.260	9.030	-11.992	-1.2
			2300	-21.608	9.030	0.000	0.0
1	15	3	0	-20.195	8.169	-18.789	0.0
			972	-20.450	8.169	-10.849	-1.1
			2300	-20.798	8.169	0.000	0.0
1	16	3	0	-15.028	7.007	-16.117	0.0
			972	-15.283	7.007	-9.306	-0.9
			2300	-15.631	7.007	0.000	0.0
1	17	3	0	7.634	2.610	-15.261	0.0
			1009	7.370	6.142	-10.845	-1.1
			2300	7.031	10.660	0.000	0.0
1	18	3	0	-12.105	8.373	-19.653	0.0
			973	-12.360	8.518	-11.435	-1.2
			2300	-12.708	8.718	0.000	0.0
1	19	3	0	10.901	-1.595	-5.588	0.0
			456	10.781	0.000	-5.952	-0.4
			1047	10.626	2.070	-5.340	-0.5
			2300	10.298	6.455	0.000	0.0
1	20	3	0	-8.837	4.104	-9.837	0.0
			975	-9.093	4.251	-5.762	-0.6
			2300	-9.440	4.449	0.000	0.0
1	21	3	0	2.511	-3.539	8.801	0.0
			978	2.255	-3.783	5.222	0.5
			2300	1.908	-4.114	0.000	0.0
1	22	3	0	-16.977	1.482	6.113	0.0
			412	-17.085	0.000	6.418	0.4
			1045	-17.251	-2.280	5.696	0.6
			2300	-17.580	-6.798	0.000	0.0
1	23	3	0	11.346	-1.757	4.701	0.0
			982	11.088	-2.002	2.855	0.3
			2300	10.743	-2.332	-0.001	0.0
1	24	3	0	-8.316	3.734	0.935	0.0
			1037	-8.587	0.000	2.871	0.3
			1119	-8.609	-0.295	2.859	0.3
			2300	-8.919	-4.546	0.000	0.0
2	13	1	0	-8.505	-3.267	0.000	0.0
			2338	-7.892	-3.267	-7.639	-2.4
			4050	-7.443	-3.267	-13.230	0.0
2	14	1	0	-22.211	-9.397	0.000	0.0
			2338	-21.598	-9.397	-21.975	-6.9
			4050	-21.149	-9.397	-38.059	0.0
2	15	1	0	-18.297	-8.496	0.000	0.0
			2338	-17.684	-8.496	-19.867	-6.2
			4050	-17.235	-8.496	-34.408	0.0
2	16	1	0	-19.263	-7.203	0.000	0.0

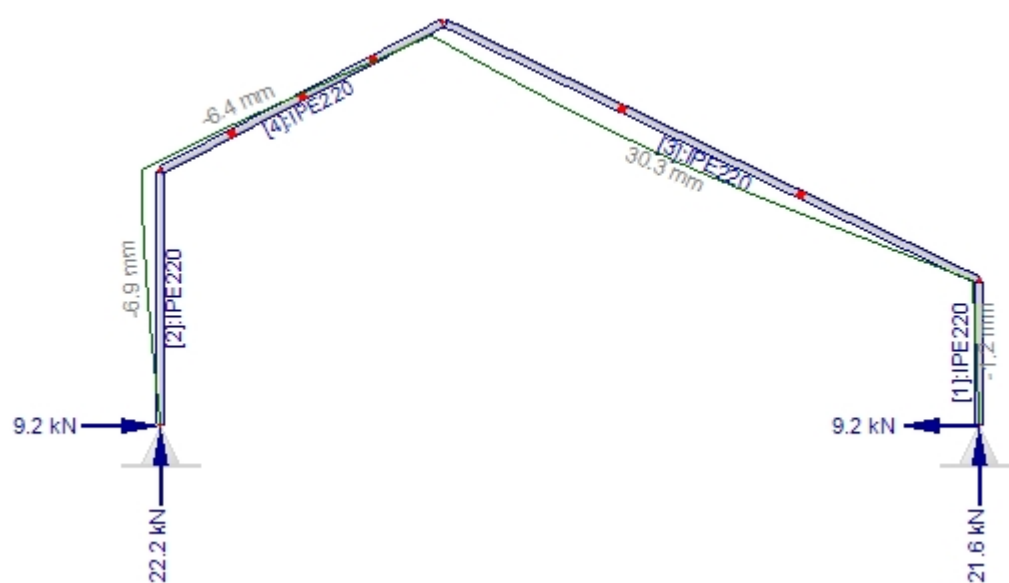
Staafl- nummer	Comb. nummer	Knoop- nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
2	16	1	2338	-18.650	-7.203	-16.843	-5.3
			4050	-18.201	-7.203	-29.172	0.0
			0	8.444	8.456	0.000	0.0
2	17	1	2338	9.057	8.456	19.775	6.2
			4050	9.506	8.456	34.248	0.0
			0	-15.366	-2.793	0.000	0.0
2	18	1	2338	-14.753	-2.793	-6.531	-2.0
			4050	-14.305	-2.793	-11.311	0.0
			0	14.446	7.768	0.000	0.0
2	19	1	2338	15.059	7.768	18.164	5.7
			4050	15.508	7.768	31.458	0.0
			0	-9.366	-3.471	0.000	0.0
2	20	1	2338	-8.753	-3.471	-8.116	-2.5
			4050	-8.304	-3.471	-14.056	0.0
			0	4.944	-0.377	0.000	0.0
2	21	1	2338	5.557	-0.377	-0.882	-0.3
			4050	6.006	-0.377	-1.528	0.0
			0	-19.118	-12.104	0.000	0.0
2	22	1	2338	-18.505	-12.104	-28.305	-8.9
			4050	-18.056	-12.104	-49.023	0.0
			0	12.008	5.307	0.000	0.0
2	23	1	2338	12.621	5.307	12.411	3.9
			4050	13.070	5.307	21.495	0.0
			0	-11.881	-6.075	0.000	0.0
2	24	1	2338	-11.268	-6.075	-14.206	-4.4
			4050	-10.819	-6.075	-24.603	0.0
			0	-1.921	3.463	1.131	0.0
3	13	5	3741	-3.591	0.000	7.610	10.4
			4262	-3.823	-0.482	7.484	10.5
			7796	-5.402	-3.753	0.000	4.2
			9437	-6.134	-5.272	-7.406	0.0
			0	-5.408	9.855	3.308	0.0
3	14	5	3748	-10.162	0.000	21.778	29.8
			4269	-10.822	-1.368	21.422	30.3
			7818	-15.324	-10.702	0.000	11.9
			9437	-17.377	-14.958	-20.769	0.0
			0	-4.287	10.220	1.850	0.0
3	15	5	3887	-9.216	0.000	21.711	30.3
			4336	-9.785	-1.180	21.446	30.7
			7951	-14.370	-10.685	0.000	11.4
			9437	-16.256	-14.594	-18.789	0.0
			0	-4.797	6.293	3.648	0.0
3	16	5	3540	-7.832	0.000	14.787	19.5
			4165	-8.367	-1.110	14.441	20.0
			7619	-11.329	-7.250	0.000	8.3
			9437	-12.888	-10.481	-16.116	0.0
			0	5.021	-14.230	10.326	0.0
3	17	5	790	4.668	-11.920	0.000	-10.2
			1300	4.440	-10.428	-5.702	-16.9
			5066	2.759	-1.864	-28.845	-45.8
			5885	2.393	0.000	-29.609	-44.2
			0	5.021	-14.230	10.326	0.0

Staaf- nummer	Comb. nummer	Knoop- nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
3	17	5	9437	0.807	8.079	-15.261	0.0
3	18	5	0	-8.532	2.003	1.923	0.0
			1300	-9.112	1.449	4.166	2.1
			2647	-9.714	0.000	5.143	3.1
			5739	-11.094	-3.326	0.000	0.0
			9437	-12.745	-7.304	-19.653	0.0
3	19	5	0	10.222	-13.120	9.529	0.0
			797	9.866	-10.789	0.000	-8.5
			1300	9.642	-9.319	-5.056	-14.0
			4960	8.007	-0.994	-23.930	-37.2
			5397	7.812	0.000	-24.147	-36.8
			9437	6.008	9.188	-5.588	0.0
3	20	5	0	-3.333	3.130	1.097	0.0
			1300	-3.913	2.577	4.807	5.0
			3696	-4.983	0.000	7.893	10.2
			4178	-5.198	-0.518	7.768	10.4
			7527	-6.694	-4.121	0.000	4.4
			9437	-7.547	-6.176	-9.837	0.0
3	21	5	0	8.505	0.324	0.711	0.0
			5558	6.023	1.015	4.433	7.6
			8137	4.871	1.336	7.466	4.5
			9437	4.291	0.718	8.801	0.0
3	22	5	0	-4.880	16.744	-7.756	0.0
			486	-5.097	15.176	0.000	8.4
			4878	-7.058	1.009	35.544	56.2
			5191	-7.198	0.000	35.701	55.9
			8137	-8.513	-9.504	21.700	25.4
			9437	-9.094	-14.477	6.113	0.0
3	23	5	0	10.647	-8.566	5.685	0.0
			717	10.327	-7.294	0.000	-4.9
			4765	8.520	-0.112	-14.989	-22.3
			4828	8.492	0.000	-14.993	-22.3
			8137	7.014	5.872	-5.276	-9.2
			9437	6.434	9.479	4.701	0.0
3	24	5	0	-2.843	7.737	-2.760	0.0
			371	-3.009	7.153	0.000	3.0
			4789	-4.981	0.191	16.224	25.4
			4910	-5.036	0.000	16.235	25.4
			8137	-6.476	-5.085	8.031	11.0
			9437	-7.057	-5.833	0.935	0.0
4	13	4	0	-6.313	5.114	-13.230	0.0
			1821	-5.457	3.474	-5.409	-2.2
			3984	-4.440	1.527	0.000	-0.9
			5077	-3.927	0.544	1.131	0.0
4	14	4	0	-17.910	14.622	-38.059	0.0
			1826	-15.478	9.964	-15.608	-6.4
			3994	-12.591	4.436	0.000	-2.6
			5077	-11.149	1.675	3.308	0.0
4	15	4	0	-15.341	11.521	-34.408	0.0
			1945	-13.589	8.165	-15.260	-6.9
			4508	-11.280	3.744	0.000	-1.7

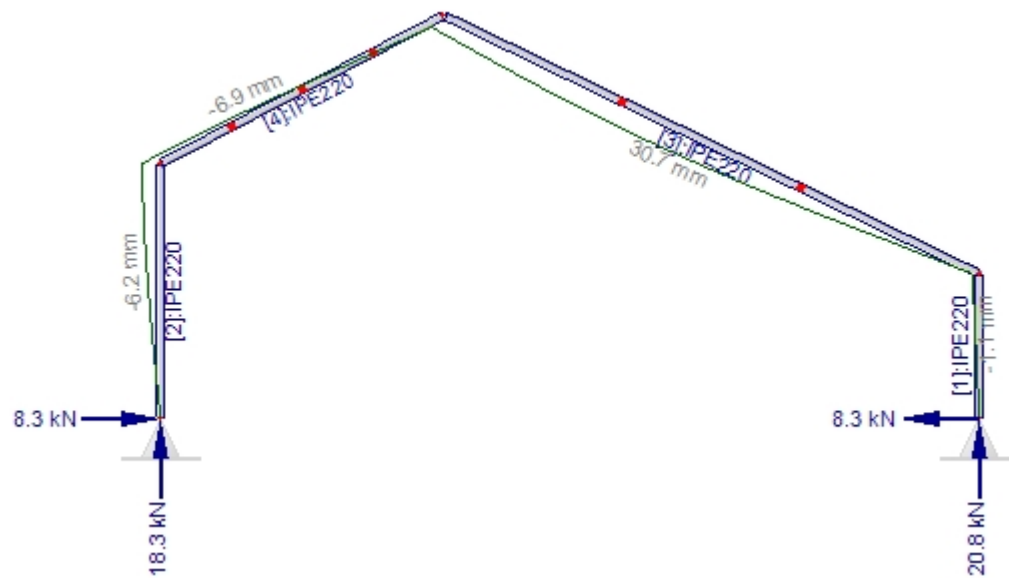
Staaf-nummer	Comb.-nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
4	15	4	5077	-10.768	2.763	1.850	0.0
4	16	4	0	-14.683	12.938	-29.172	0.0
			1645	-12.492	8.742	-11.336	-3.9
			3382	-10.179	4.314	0.000	-2.1
			5073	-7.927	0.000	3.648	0.0
			5077	-7.922	-0.009	3.648	0.0
4	17	4	0	12.019	-4.412	34.248	0.0
			1300	12.630	-4.998	28.132	10.2
			2310	13.104	-4.846	23.163	12.3
			5077	14.405	-4.432	10.326	0.0
4	18	4	0	-9.098	11.410	-11.311	0.0
			1253	-8.509	6.650	0.000	1.1
			1300	-8.487	6.470	0.311	1.1
			2968	-7.703	1.132	6.651	2.4
			3322	-7.536	0.000	6.851	2.3
			5077	-6.711	-5.616	1.923	0.0
4	19	4	0	14.228	-10.022	31.458	0.0
			1300	14.840	-6.382	20.796	7.3
			2238	15.280	-4.694	15.603	8.6
			4846	16.507	0.000	9.481	1.2
			5077	16.615	0.415	9.529	0.0
4	20	4	0	-6.891	5.786	-14.055	0.0
			1300	-6.280	5.071	-6.998	-1.8
			1605	-6.137	4.598	-5.523	-1.8
			3278	-5.350	2.004	0.000	-1.0
			4571	-4.742	0.000	1.295	-0.2
			5077	-4.505	-0.784	1.097	0.0
4	21	4	0	2.432	-5.505	-1.528	0.0
			2394	3.558	0.000	-8.116	-3.8
			2492	3.604	0.227	-8.105	-3.8
			3777	4.208	3.181	-5.916	-2.7
			4973	4.770	6.710	0.000	-0.2
			5077	4.819	7.015	0.711	0.0
4	22	4	0	-18.742	10.686	-49.023	0.0
			2214	-17.701	8.361	-27.939	-14.5
			3777	-16.967	6.720	-16.154	-9.5
			5077	-16.356	6.200	-7.756	0.0
4	23	4	0	10.831	-9.060	21.494	0.0
			2033	11.787	-4.384	7.827	4.1
			3777	12.607	-0.374	3.679	2.6
			3904	12.666	0.000	3.655	2.4
			5077	13.218	3.460	5.684	0.0
4	24	4	0	-10.294	6.860	-24.603	0.0
			2144	-9.286	4.609	-12.309	-6.3
			3777	-8.518	2.894	-6.183	-4.0
			5077	-7.907	2.374	-2.760	0.0



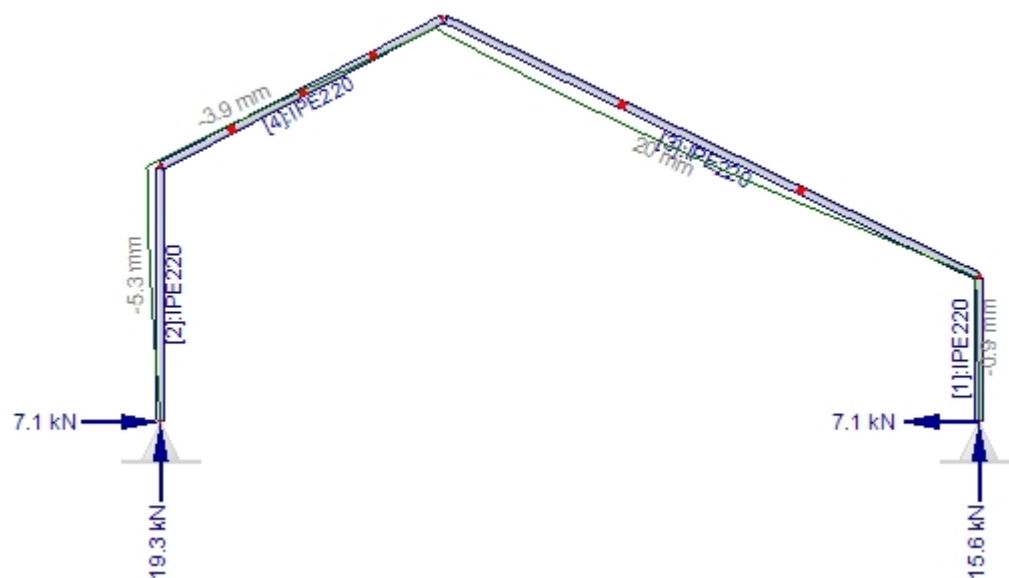
Verplaatsing - 13 permanent



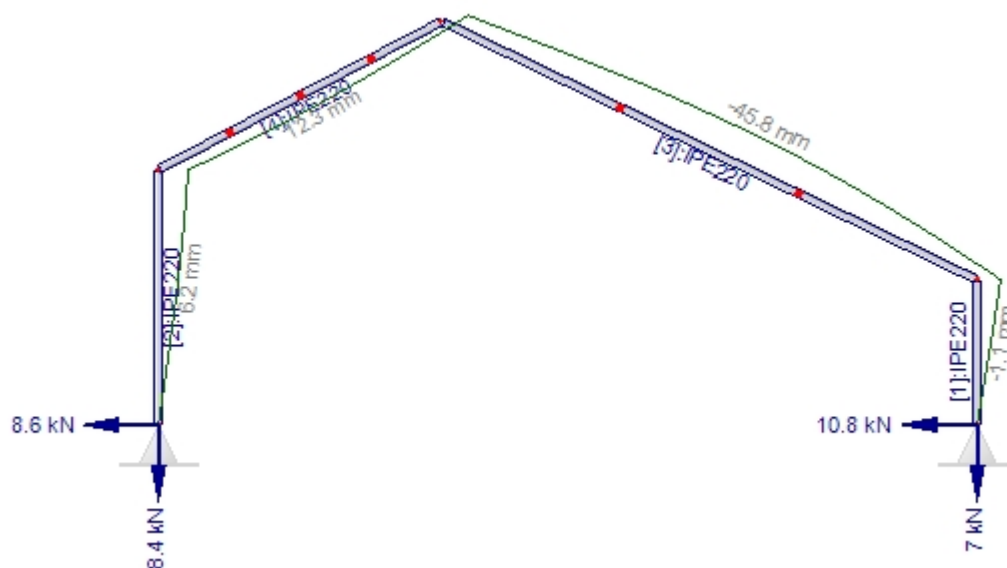
Verplaatsing - 14 sneeuw 1/1



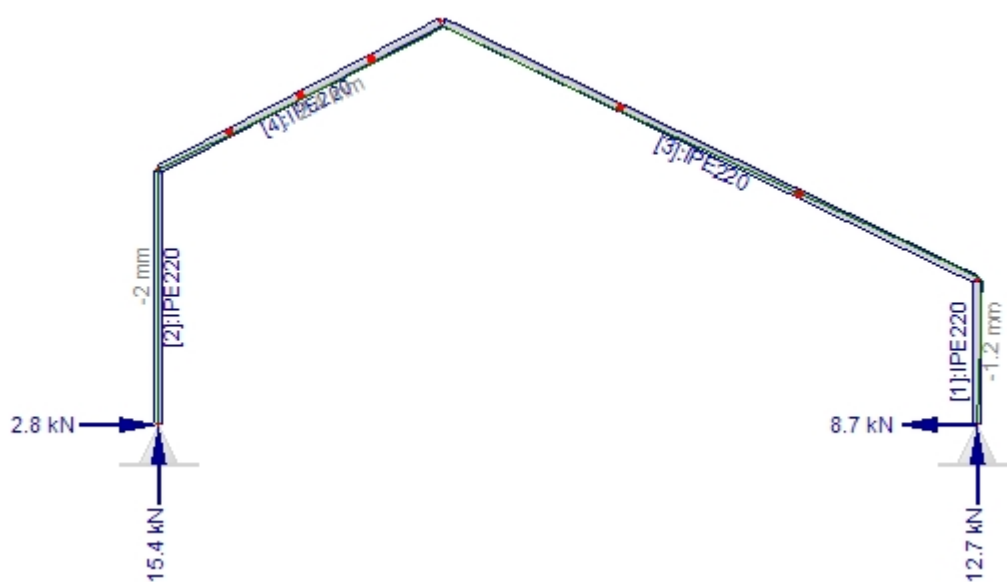
Verplaatsing - 15 sneeuw 0.5/1



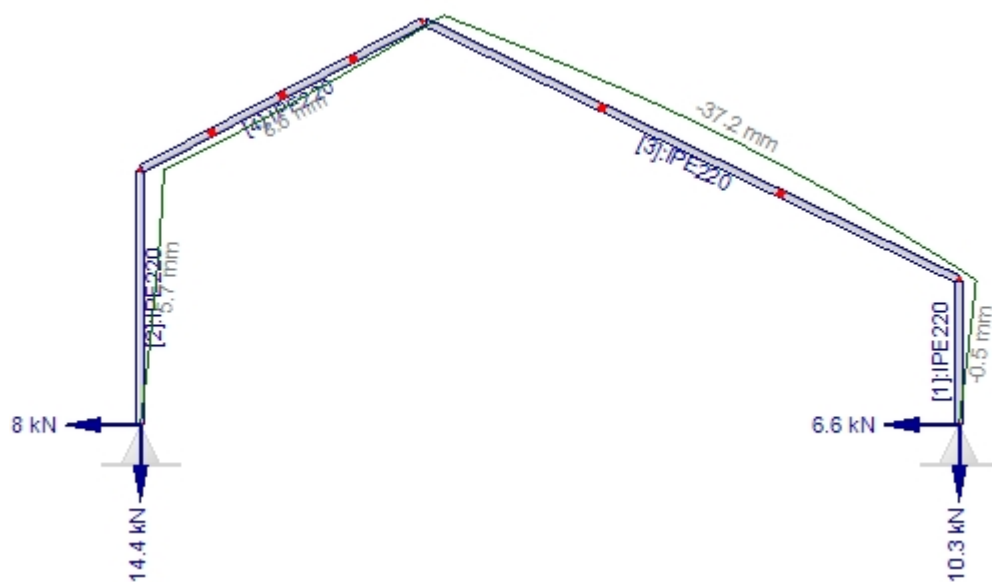
Verplaatsing - 16 sneeuw 1.0/0.5



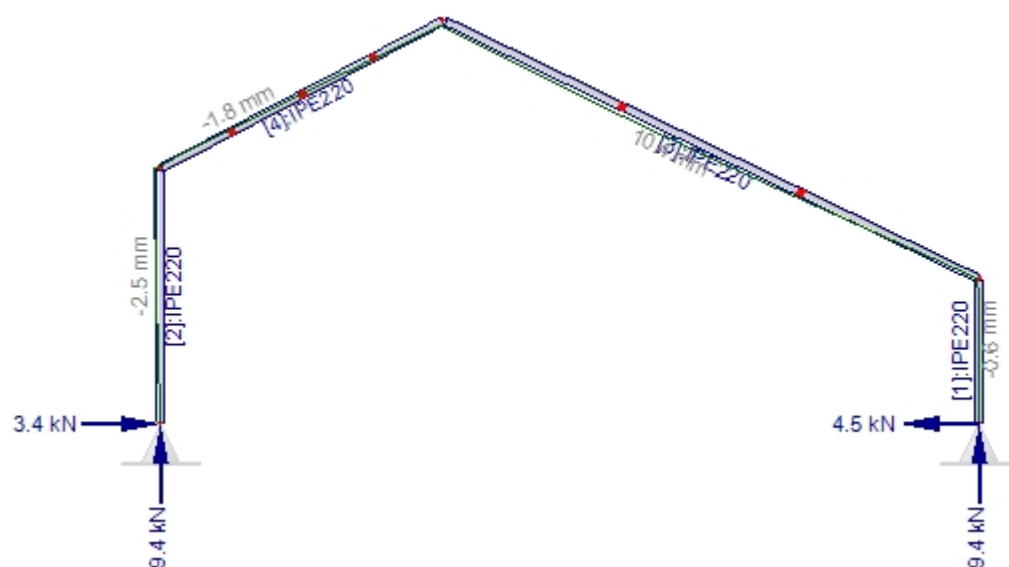
Verplaatsing - 17 wind links druk + overdruk



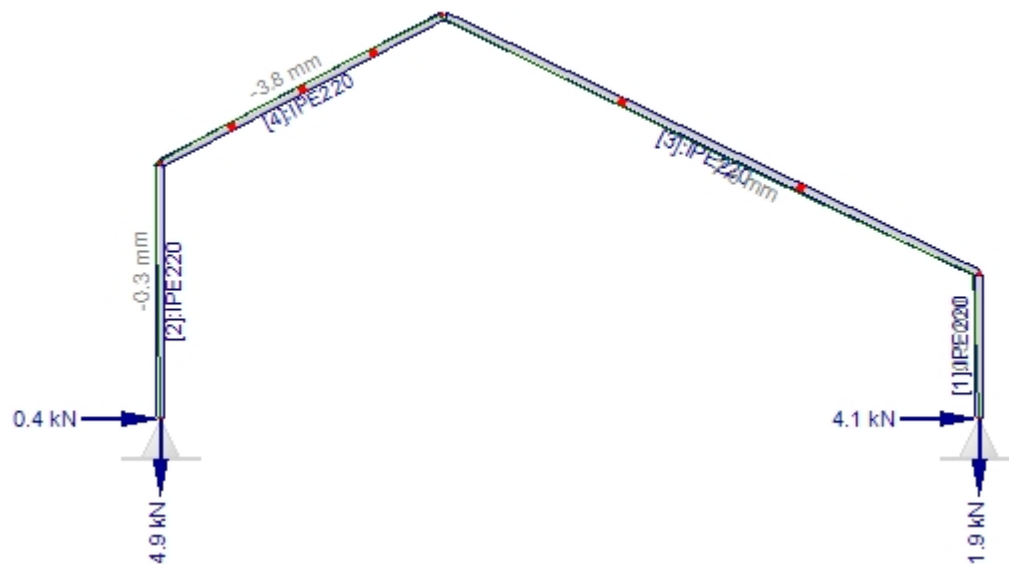
Verplaatsing - 18 wind links druk + onderdruk



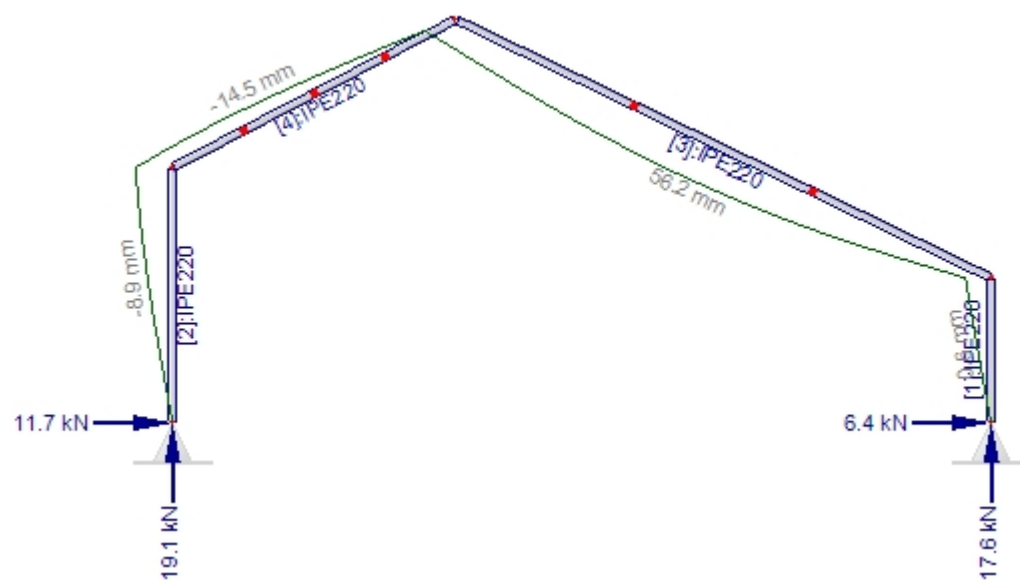
Verplaatsing - 19 wind links zuiging + overdruk



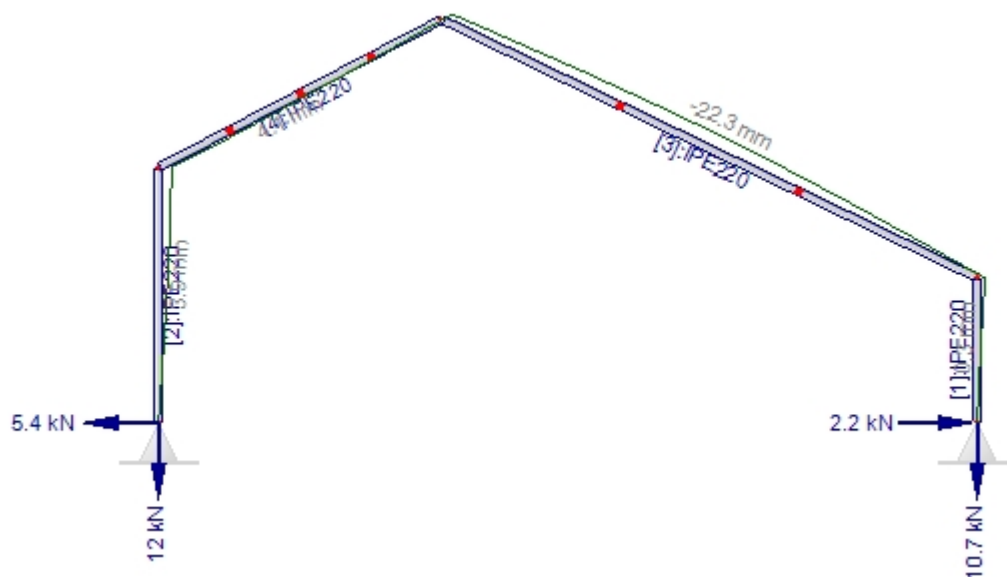
Verplaatsing - 20 wind links druk + onderdruk



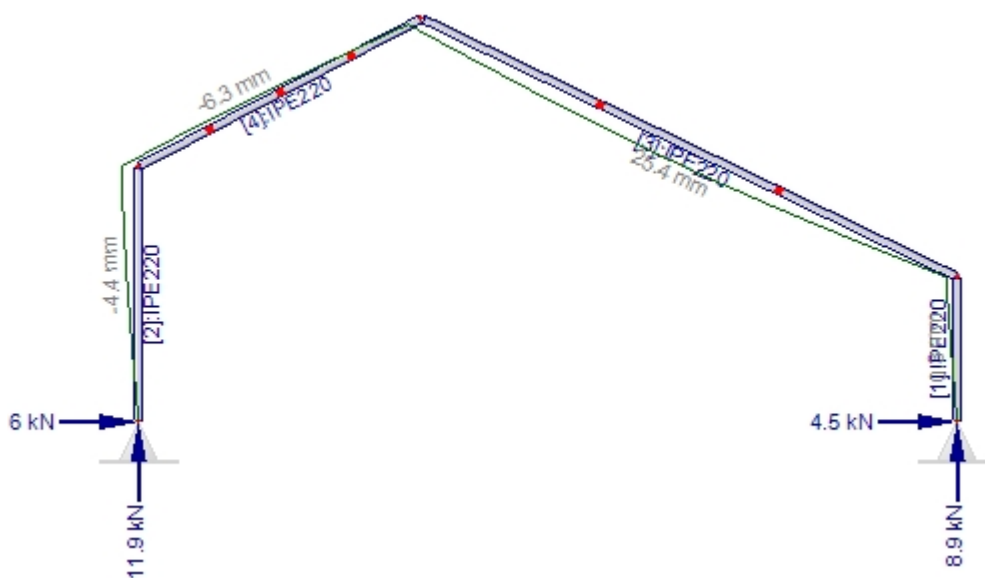
Verplaatsing - 21 wind rechts druk + overdruk



Verplaatsing - 22 wind rechts druk + onderdruk



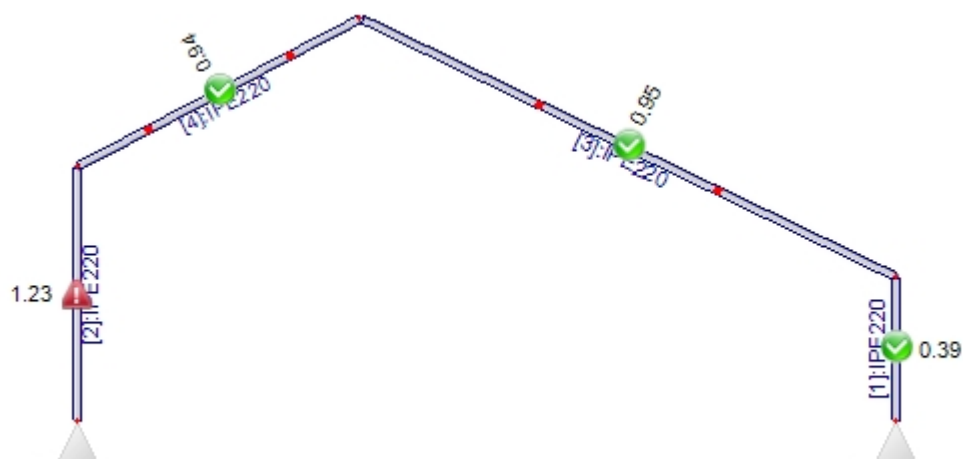
Verplaatsing - 23 wind rechts zuiging + overdruk



Verplaatsing - 24 wind rechts zuiging + onderdruk

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.



Staaflnummer	Profiel	Combinatienummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	IPE220	11	1	6.2.3	0.02
		2	1	6.2.4	0.03
		2	1	6.2.5	0.39
		5	1	6.2.6	0.06
		1	1	6.2.9.1	0.00
		2	1	6.3.1.1	0.06
		9	1	6.3.2.1	0.23
2	IPE220	7	1	6.2.3	0.03
		2	1	6.2.4	0.04
		10	1	6.2.5	0.94
		10	1	6.2.6	0.07
		1	1	6.2.9.1	0.00
		2	1	6.3.1.1	0.13
		10	1	6.3.2.1	1.23
3	IPE220	11	1	6.2.3	0.02
		2	1	6.2.4	0.03
		10	1	6.2.5	0.70
		10	1	6.2.6	0.10
		1	1	6.2.9.1	0.00
		6	1	6.3.1.1	0.03
		10	1	6.3.2.1	0.95
4	IPE220	7	1	6.2.3	0.03
		10	1	6.2.4	0.03

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
4	IPE220	10	1	6.2.5	0.94
		2	1	6.2.6	0.09
		1	1	6.2.9.1	0.00
		10	1	6.3.1.1	0.04
		6	1	6.3.2.1	0.19

2.4.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

Staaf 1 - IPE220

6.2.3 Axiale trek

Belastingcombinatie: 11 x = 0 mm Nx = 17.205 kN Vz = -3.251 kN My = 8.369 kNm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3339.3 \times 235}{1.00} = 784.7 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{17.2}{784.7} = 0.02 < 1,0 \quad (6.5)$$

6.2.4 Axiale druk

Belastingcombinatie: 2 x = 2300 mm Nx = -27.149 kN Vz = 11.336 kN My = 0 kNm

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3339.3 \times 235}{1.00} = 784.746 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{27.1}{784.7} = 0.03 < 1,0 \quad (6.9)$$

6.2.5 Buigend moment

Belastingcombinatie: 2 x = 0 mm Nx = -26.485 kN Vz = 11.336 kN My = -26.072 kNm

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285627.1 \times 235}{1.00} = 67.122 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{26.072}{67.122} = 0.39 < 1,0 \quad (6.12)$$

6.2.6 Dwarskracht (afschuiving)

Belastingcombinatie: 5 x = 2300 mm Nx = 11.553 kN Vz = 13.426 kN My = 0 kNm

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1590.1 \times (235 / \sqrt{3})}{1.00} = 215.7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{13.4}{215.7} = 0.06 < 1,0 \quad (6.17)$$

6.2.9 Buiging en normaalkracht

Belastingcombinatie: 1 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = -10.002 \text{ kN}$ $V_z = 4.336 \text{ kN}$ $M_y = -9.974 \text{ kNm}$

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 784.7 = 196.2 \text{ kN} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} < \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 201.6 \times 5.9 \times 235}{1.00} = 139.8 \text{ kN} \quad (6.34)$$

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

6.3.1.1 Knikstabiliteit

Belastingcombinatie: 2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 26.485 \text{ kN}$ $V_z = 11.336 \text{ kN}$ $M_y = 26.072 \text{ kNm}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93.9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{2300}{24.8} \frac{1}{93.9} = 0.99 \quad (6.50)$$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0.34 \times (0.99 - 0,2) + 0.99^2] = 1.12$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1.12 + \sqrt{1.12^2 - 0.99^2}} = 0.6 \quad (6.49)$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.6 \times 3339.3 \times 235}{1.00} = 474.2 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{26.5}{474.2} = 0.06 < 1,0 \quad (6.46)$$

6.3.2.1 Kipstabiliteit

Belastingcombinatie: 9 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 5.241 \text{ kN}$ $V_z = -6.345 \text{ kN}$ $M_y = 13.7 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 0

$$d' = h - t = 220 - 9.2 = 210.8 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(210.8)^2 \times 110^3 \times 9.2}{24} = 22672 \times 10^6 \text{ mm}^6$$

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

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

$$L_g = 2300 \text{ mm} \quad L_{st} = 2300 \text{ mm}$$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 13.7}{8 \times |13.7| + 0.338 \times 2300^2} = 0.984 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{13.7} = 0 \quad C_1 = 1.762 \quad C_2 = -0.011$$

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

$$L_{kip} = L_{st} = 2300 \text{ mm}$$

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

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

$$= \frac{\pi \times 1.762 \times 2300}{2300} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 841^2}{2300^2} \times (-0.011^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0.011 \times 841}{2300} \right) = 8.365 \quad (\text{NB.157})$$

$$h/t_w = 220 / 5.9 = 37.3 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (\text{NB.153})$$

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

$$= 1 \times \frac{8.365}{2300} \times \sqrt{210000 \times 2049015 \times 80769 \times 91071} = 204.623 \text{ kNm} \quad (\text{NB.148})$$

$$\lambda_{Lt} = \pi \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{285627 \times 235}{204622960}} = 0.57 > \lambda_{Lt,0} = 0.4$$

$$\text{Kipkromme a} \quad \alpha_{Lt} = 0.21$$

$$\Phi_{Lt} = 0.5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - 0.2) + \lambda_{Lt}^2] = 0.5 \times [1 + 0.21 \times (0.57 - 0.2) + 0.57^2] = 0.7$$

$$\chi_{Lt} = \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \lambda_{Lt}^2}} = \frac{1}{0.7 + \sqrt{0.7^2 - 0.57^2}} = 0.9 \quad (6.56)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0.9 \times 285627.1 \times \frac{235}{1.00} = 60.4 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{13.7}{60.4} = 0.23 < 1.0 \quad (6.54)$$

Staaf 3 - IPE220

6.2.3 Axiale trek

Belastingcombinatie: 11 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 14.873 \text{ kN}$ $V_z = -12.413 \text{ kN}$ $M_y = 7.398 \text{ kNm}$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3339.3 \times 235}{1.00} = 784.7 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{14.9}{784.7} = 0.02 < 1,0 \quad (6.5)$$

6.2.4 Axiale druk

Belastingcombinatie: 2 x = 9437.2 mm Nx = -21.907 kN Vz = -18.868 kN My = -26.072 kNm

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3339.3 \times 235}{1.00} = 784.746 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{21.9}{784.7} = 0.03 < 1,0 \quad (6.9)$$

6.2.5 Buigend moment

Belastingcombinatie: 10 x = 5280.9 mm Nx = -8.663 kN Vz = 0 kN My = 46.755 kNm

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285627.1 \times 235}{1.00} = 67.122 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{46.755}{67.122} = 0.70 < 1,0 \quad (6.12)$$

6.2.6 Dwarskracht (afschuiving)

Belastingcombinatie: 10 x = 0 mm Nx = -6.069 kN Vz = 21.774 kN My = -10.739 kNm

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1590.1 \times (235 / \sqrt{3})}{1.00} = 215.7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{21.8}{215.7} = 0.10 < 1,0 \quad (6.17)$$

6.2.9 Buiging en normaalkracht

Belastingcombinatie: 1 x = 0 mm Nx = -2.588 kN Vz = 4.677 kN My = 1.537 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 vloei-moment hoeft niet in rekening te worden gebracht.

6.3.1.1 Knikstabiliteit

Belastingcombinatie: 6 x = 0 mm Nx = 11.041 kN Vz = 1.83 kN My = -2.335 kNm

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93.9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3145.7}{24.8} \frac{1}{93.9} = 1.35 \quad (6.50)$$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 [1 + 0,34 \times (1,35 - 0,2) + 1,35^2] = 1,61$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,61 + \sqrt{1,61^2 - 1,35^2}} = 0,4 \quad (6.49)$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,4 \times 3339,3 \times 235}{1,00} = 315,9 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{11,0}{315,9} = 0,03 < 1,0 \quad (6.46)$$

6.3.2.1 Kipstabiliteit

Belastingcombinatie: 10 $x = 6291,4 \text{ mm}$ $N_x = -9,159 \text{ kN}$ $V_z = -18,19 \text{ kN}$ $M_y = 44,649 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 2

Afstanden kipsteunen: 3146 3146 3146

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

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

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

$$L_g = 9437 \text{ mm} \quad L_{st} = 3146 \text{ mm}$$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 44,649}{8 \times |44,649| + 4,4 \times 3146^2} = 0,891 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{10,456}{44,649} = 0,234 \quad C_1 = 1,358 \quad C_2 = -0,065$$

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

$$L_{kip} = (1,4 - (0,8 \times \beta)) \times L_{st} = (1,4 - (0,8 \times 0,234)) \times 3146 = 3815 \text{ mm} \quad \rightarrow L_{kip} = 3815 \text{ mm}$$

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

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

$$= \frac{\pi \times 1,358 \times 9437}{3815} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 841^2}{3815^2} \times (-0,065^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,065 \times 841}{3815} \right) = 12,37$$

$$h / t_w = 220 / 5.9 = 37.3 < 75$$

$$\rightarrow k_{red} = 1$$

(NB.153)

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

(NB.148)

$$= 1 \times \frac{12.37}{9437} \times \sqrt{210000 \times 2049015 \times 80769 \times 91071} = 73.743 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \pi \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{285627 \times 235}{73742560}} = 0.95 > \lambda_{Lt,0} = 0.4$$

Kipkromme a

$$\alpha_{Lt} = 0.21$$

$$\Phi_{Lt} = 0.5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - 0.2) + \lambda_{Lt}^2] = 0.5 \times [1 + 0.21 \times (0.95 - 0.2) + 0.95^2] = 1.03$$

$$\chi_{Lt} = \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \lambda_{Lt}^2}} = \frac{1}{1.03 + \sqrt{1.03^2 - 0.95^2}} = 0.7$$

(6.56)

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0.7 \times 285627.1 \times \frac{235}{1.00} = 46.8 \text{ kNm}$$

(6.55)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{44.6}{46.8} = 0.95 < 1.0$$

(6.54)