

Rapport Controle Dakliggers



Project: Opstelpunt 3 providers
Kamerlingh Onnesweg 148, Hilversum
Onderdeel: Controle dakliggers
Opdrachtgever: Circet Telecom B.V.
Projectnummer: 24001-015
Datum: 08-03-2024
Gewijzigd:

Opgesteld:

ing. R.E. de Rooij

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
1 Inleiding	2
1.1 Algemeen	2
2 Algemene rekenmethodes	3
3 Conclusie	4
4 Beschikbare informatie	6
5 Berekening	7
5.1 Uitgangspunten	7
5.2 Mast 15,5 m	7
5.2.1 Belastingen	7
5.2.2 Berekening	9
5.3 Mast 5 m	10
5.3.1 Belastingen	10
5.3.2 Berekening	11
5.4 Dakligger as F	12
5.4.1 Belastingen	12
5.4.2 Berekening	12
5.4.3 Resultaten	13
5.5 Dakligger as G (Randligger)	13
5.5.1 Belastingen	13
5.5.2 Berekening	13
5.5.3 Resultaten	14
6 Bijlage	16
6.1 Berekening mast 15,50 m	16
6.2 Berekening mast 5,00 m	16
6.3 Controle dakbalk in as F	16
6.4 Controle dakbalk in as G (Randbalk)	16

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het voornemen is om op het pand Kamerlingh Onnesweg 148 te Hilversum de installaties van drie providers (KPN, Odido en Vodafone) te plaatsen. Er zullen drie masten geplaatst worden waarin de radio apparatuur van de providers geplaatst wordt.
Gezien de omgeving moeten de bovenkant van de antennes geplaatst worden op 15,5 m boven het dak in de mast aan de Noord-Oost zijde van het pand; op 5 m boven het dak aan de Zuid-Oost zijde van het pand en op 8,00 m boven het dak aan de Noord-West zijde van het pand (zie onderstaand figuur)



In de mast van 15,5 meter komen de antennes van alle drie de providers met KPN en Vodafone @60° en Odido @120°
In de mast van 5 m komen enkel de providers KPN en Vodafone @180°.
In de mast van 8,00 m komen KPN en Vodafone @300° en Odido met 2 richtingen @240° en 330°.

In dit document wordt de dragende dakconstructie gecontroleerd op de extra belastingen

2 Algemene rekenmethodes

Bij de controle berekening van de statische constructie is voor zover van toepassing gebruik gemaakt van de volgende voorschriften en uitgangspunten:

Voorschriften:

NEN 8700	Grondslagen constructieve veiligheid Gebouwen
NEN-EN 1990	Eurocode Grondslagen constructief ontwerp
NEN-EN 1991-1-1	Belastingen op constructies – algemene belasting
NEN-EN 1991-1-3	Belastingen op constructies – sneeuwbelasting
NEN-EN 1991-1-4	Belastingen op constructies – windbelasting
NEN-EN 1992-1-1	EC2 Betonconstructies
NEN-EN 1993-1-1	EC3 Staalconstructies
NEN-EN 1995-1-1	EC5 Houtconstructies
NEN-EN 1996-1-1	EC6 Steenconstructies

Gevolgklasse:

CC2
 $K_{fi} = 1,0$

Referentieperiode:

50 jaar

Belastingfactoren:

UGT:	$\gamma_{f,g} = 1,35$	voor vgl. 6.10a
	$\gamma_{f,g} = 1,20$	voor vgl. 6.10b
	$\gamma_{f,g} = 0,90$	indien gunstig
	$\gamma_{f,q} = 1,50$	
BGT:	$\gamma_{f,g} = 1,00$	
	$\gamma_{f,q} = 1,00$	

Materialen:

Hout	klasse C18
Beton	C20/25
Staal	S235
Bouten	8.8

3 Conclusie

Het plaatsen van masten op het pand Kamerlingh Onnesweg 148 te Hilversum is mogelijk met in acht neming van onderstaande

Uitgangspunten

Het dak bestaat uit geprofileerde stalen dakplaten.

Deze platen hebben een overspanning van 7,20 m en liggen op stalen profielen.

De dakplaten fungeren als kipsteunen.

De stalen profielen hebben de afmeting HEA450 voor de liggers in as A en G (Randbalken) en profielen HEA450 en HEA500 voor de balken in as B t/m F.

De liggers hebben veldlengten van 2x 10,20 m en 1x 22,20 m, waarbij zich op 18,45 m uit de zuidzijde van het pand in het veld van 22,20 m een scharnier bevindt. De lengte van de HEA500 is 18,45 m.

De rand van het dak t.o.v. de as van de randbalk is aan de oostzijde 600 mm, met een dakopstand van ongeveer 300 mm. De resterende ruimte is te klein om ballastpoeren toe te passen (benodigde ruimte is minimaal 500 mm voor het inplakken van de drukvaste isolatie).

Toegepast moeten worden kokerprofielen onder het frame welke verbonden worden (geklemd) met de dragende liggers (gaan dus door het dak heen).

De antennes komen 2,00 m uit de rand te staan.

Voor de 15,50 m mast kan toegepast worden 2 secties van een Kaalmast type DVSA of een monopole.

Voor de antenne configuratie wordt aangehouden, dat alle frequenties aanwezig zijn (inclusief 3500) resulterend in een 2,80 en 0,60 m antenne.

Voor de lagere frequenties worden 4 radio remote units toegepast.

Aangehouden worden de 2,80 m antenne van Commscope en de 0,6 m antenne van AIR aangehouden.

Voor de RRU's worden aangehouden de 2460, 4020, 4415 en 4480. Deze worden achter de antennes geplaatst.

Het dakgedeelte waarop de masten komen te staan is 11.00 m+ maaiveld

Het opstelpunt ligt in windgebied II, onbebouwde omgeving.

De maatgevende balken van de hoofdconstructie zijn de balken in as F en As G met belasting uit de 15,5 m en 5,0 m mast.

Als eerste worden de afmetingen van de masten van 15,5 m en 5,0 m bepaald. Vervolgens worden de liggers in as F en as G gecontroleerd met de reactiekrachten uit de masten.

Bevindingen

Ligger as F

De maximaal optredende doorbuiging $\delta = 119,5$ mm

Zeeg $z = 100$ mm

Unity check $uc = 0,220$ (22% uitnutting)

De maximale uitnutting van de ligger is

Gedeelte HE450A $uc = 0,790$ (79%)

Gedeelte HE500A $uc = 0,693$ (69,3%)

De ligger voldoet

Ligger as G (Randligger)

De maximaal optredende doorbuiging $\delta = 101,8$ mm

Zeeg $z = 75 \text{ mm}$
Unity check $uc = 0,302$ (30,2% uitnutting)

De maximale uitnutting van de ligger is
HE450A $uc = 0,599$ (59,9%)

De ligger voldoet.

4 Beschikbare informatie

Voor het bepalen van de statische constructie is gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- Ericsson
 - Plaats en hoogte van de masten
 - Richtingen antennes
- Archief
 - Oprichtingstekeningen uit 2006
 - Controle berekening zonnepanelen op dak door Fundament Bouwadvies d.d. 04-07-2022

5 Berekening

5.1 Uitgangspunten

Het dak bestaat uit geprofileerde stalen dakplaten.

Deze platen hebben een overspanning van 7,20 m en liggen op stalen profielen.

De dakplaten fungeren als kipsteunen.

De stalen profielen hebben de afmeting HEA450 voor de liggers in as A en G (Randbalken) en profielen HEA450 en HEA500 voor de balken in as B t/m F.

De liggers hebben veldlengten van 2x 10,20 m en 1x 22,20 m, waarbij zich op 18,45 m uit de zuidzijde van het pand in het veld van 22,20 m een scharnier bevindt. De lengte van de HEA500 is 18,45 m.

De rand van het dak t.o.v. de as van de randbalk is aan de oostzijde 600 mm, met een dakopstand van ongeveer 300 mm. De resterende ruimte is te klein om ballastpoeren toe te passen (benodigde ruimte is minimaal 500 mm voor het inplakken van de drukvaste isolatie).

Toegepast moeten worden kokerprofielen onder het frame welke verbonden worden (geklemd) met de dragende liggers (gaan dus door het dak heen).

De antennes komen 2,00 m uit de rand te staan.

Voor de 15,50 m mast kan toegepast worden 2 secties van een Kaalmast type DVSA of een monopole.

Voor de antenne configuratie wordt aangehouden, dat alle frequenties aanwezig zijn (inclusief 3500) resulterend in een 2,80 en 0,60 m antenne.

Voor de lagere frequenties worden 4 radio remote units toegepast.

Aangehouden worden de 2,80 m antenne van Commscope en de 0,6 m antenne van AIR aangehouden.

Voor de RRU's worden aangehouden de 2460, 4020, 4415 en 4480. Deze worden achter de antennes geplaatst.

Het dakgedeelte waarop de masten komen te staan is 11.00 m+ maaiveld

Het opstelpunt ligt in windgebied II, onbebouwde omgeving.

De maatgevende balken van de hoofd draagconstructie zijn de balken in as F en As G met belasting uit de 15,5 m en 5,0 m mast.

Als eerste worden de afmetingen van de masten van 15,5 m en 5,0 m bepaald. Vervolgens worden de liggers in as F en as G gecontroleerd met de reactiekrachten uit de masten.

5.2 Mast 15,5 m

Voor bepalen van de belastingen is aangehouden een monopole (meest ongunstige situatie)

5.2.1 Belastingen

Het hoogste punt van de mast is 26,50 m+ maaiveld

De berekende winddruk / c_{scd} zijn:

Winddruk q_p = 1,16 kN/m²

Factor c_{scd} = 1,01

Gegevens antennes

Permanent

3x AIR3278	F = 0,90 kN	$M_x = 0,381$ kNm	$M_y = 0,074$ kNm
3x RRZZV4-65D-R8NV1	F = 5,23 kN	$M_x = 0,702$ kNm	$M_y = 1,569$ kNm

Wind + X-richting

3x AIR3278	F = 0,537 kN	$M_z = 0,231$ kNm
3x RRZZV4-65D-R8NV1	F = 1,287 kN	$M_z = 0,558$ kNm
Buismast $\Phi 273 \times 10$	q = 0,384 kN/m	
HEB160	q = 0,304 kN/m	

Wind + Y-richting

3x AIR3278	F = 0,702 kN	$M_z = -0,058$ kNm
3x RRZZV4-65D-R8NV1	F = 1,533 kN	$M_z = -0,128$ kNm
Buismast $\Phi 273 \times 10$	q = 0,384 kN/m	
HEB160	q = 0,304 kN/m	

Belasting op RRU's

Per sector worden toegepast

	B x H x D		180 km/h
1x RRU2460	398x553x190 mm	G = 0,371 kN	W = 0,260 kN
1x RRU4020	404x495x163 mm	G = 0,255 kN	W = 0,275 kN
1x RRU4415	398x420x149 mm	G = 0,200 kN	W = 0,260 kN
1x RRU4480	398x553x151 mm	G = 0,320 kN	W = 0,320 kN
FTTA box	180x255x65 mm	<u>G = 0,048 kN</u>	
		G = 1,194 kN	

De RRU's worden achter de antennes geplaatst

Per pole

Permanent

Gewicht	G = 1,194 kN	
Moment (excentriciteit plaatsing)	M = 1,194 x 0,400	= 0,478 kNm

Windbelasting RRU's

De fabrikant heeft de windlast opgegeven voor een windsnelheid van 180 km/h

De RRU's worden achter de antenne geplaatst. Voor de hoogte wordt aangehouden dezelfde hoogte als voor de antennes.

Bepaling werkelijke windbelasting

Hoogte H = 26,5 m

De winddruk op deze hoogte is 1,16 kN/m².

De windsnelheid op deze hoogte is

$$v = C_r \cdot C_0 \cdot v_b$$

waarin

$$C_r = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$k_r = 0,19 (z_0/0,05)^{0,07}$$

met

$$C_0 = 1$$

$$z_0 = 0,2$$

$$v_b = 27 \text{ m/s}$$

ingevuld voor een hoogte van 26,50 m

$$k_r = 0,19 (0,2/0,05)^{0,07} = 0,209$$
$$c_r = 0,209 \times \ln(26,50/0,2) = 1,021$$

$$v = 1,021 \times 1 \times 27,0 = 27,58 \text{ m/s} = 99,27 \text{ km/h.}$$

De windbelasting is nu

RRU2260	$W = 99,27 / 180 \times 0,237$	$= 0,131 \text{ kN}$
RRU2460	$W = 99,27 / 180 \times 0,260$	$= 0,144 \text{ kN}$
RRU4415	$W = 99,27 / 180 \times 0,260$	$= 0,144 \text{ kN}$
RRU4480	$W = 99,27 / 180 \times 0,320$	$= 0,177 \text{ kN}$
		$= 0,596 \text{ kN}$

Wind FTTA box

$$\text{Maximaal } F = 1,16 \times 0,255 \times 0,180 \times 1,2 = 0,064 \text{ kN}$$
$$= 0,660 \text{ kN}$$

5.2.2 Berekening

Om te voldoen aan de voorwaarden in de gebruiksfase (hoekverdraaiing t.p.v. het midden van de antenne $< 1,50^\circ$) en de uiterste grenstoestand (uitnutting onderdelen kleiner of gelijk aan 100%) is de mast als volgt opgebouwd:

Stalen H-frame 7,20x3,00 m bestaande uit liggers HE280B.
Stalen buis $\Phi 559 \times 20$ mm lang 15,20 m.

Voor de berekening zie bijlage 1

De optredende karakteristieke reactiekrachten (verticaal) zijn

Op balk as F

Permanent

$$\text{Oplegpunt op 600 mm uit as 1} \quad F = 10,041 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op 3600 mm uit as 1} \quad F = 9,594 \text{ kN}$$

Wind evenwijdig aan cijferassen

$$\text{Oplegpunt op 600 mm uit as 1} \quad F = 11,656 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op 3600 mm uit as 1} \quad F = 8,328 \text{ kN}$$

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

$$\text{Oplegpunt op 600 mm uit as 1} \quad F = 10,198 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op 3600 mm uit as 1} \quad F = 10,198 \text{ kN}$$

Krachten zijn tegengesteld

Op balk as G (randbalk)

Permanent

$$\text{Oplegpunt op 600 mm uit as 1} \quad F = 24,911 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op 3600 mm uit as 1} \quad F = 22,982 \text{ kN}$$

Wind evenwijdig aan cijferassen

$$\text{Oplegpunt op 600 mm uit as 1} \quad F = 11,656 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op 3600 mm uit as 1} \quad F = 8,328 \text{ kN}$$

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

$$\text{Oplegpunt op 600 mm uit as 1} \quad F = 39,715 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op 3600 mm uit as 1} \quad F = 39,715 \text{ kN}$$

Krachten zijn tegengesteld

5.3 Mast 5 m

Voor bepalen van de belastingen is aangehouden een monopole

5.3.1 Belastingen

Het hoogste punt van de mast is 16,00 m+ maaiveld

De berekende winddruk / c_{scd} zijn:

Winddruk $q_p = 0,63 \text{ kN/m}^2$
Factor $c_{scd} = 1,11$

Gegevens antennes

Permanent

2x AIR3278	$F = 0,60 \text{ kN}$	$M_x = 0,000 \text{ kNm}$	$M_y = -0,294 \text{ kNm}$
2x RRZZV4-65D-R8NV1 +RRU	$F = 3,49 \text{ kN}$	$M_x = 0,00 \text{ kNm}$	$M_y = -1,496 \text{ kNm}$

Wind + X-richting

2x AIR3278	$F = 0,318 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$
2x RRZZV4-65D-R8NV1 +RRU	$F = 1,828 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$
Buismast $\Phi 114,3 \times 6,3$	$q = 0,096 \text{ kN/m}$	
HEA160	$q = 0,157 \text{ kN/m}$	

Wind + Y-richting

2x AIR3278	$F = 0,106 \text{ kN}$	$M_z = 0,054 \text{ kNm}$
2x RRZZV4-65D-R8NV1 +RRU	$F = 1,424 \text{ kN}$	$M_z = 0,164 \text{ kNm}$
Buismast $\Phi 114,3 \times 6,3$	$q = 0,096 \text{ kN/m}$	
HEA160	$q = 0,157 \text{ kN/m}$	

Belasting op RRU's

Per sector worden toegepast

	B x H x D		180 km/h
1x RRU2460	398x553x190 mm	$G = 0,371 \text{ kN}$	$W = 0,260 \text{ kN}$
1x RRU4020	404x495x163 mm	$G = 0,255 \text{ kN}$	$W = 0,275 \text{ kN}$
1x RRU4415	398x420x149 mm	$G = 0,200 \text{ kN}$	$W = 0,260 \text{ kN}$
1x RRU4480	398x553x151 mm	$G = 0,320 \text{ kN}$	$W = 0,320 \text{ kN}$
FTTA box	180x255x65 mm	$G = 0,048 \text{ kN}$	
		$G = 1,194 \text{ kN}$	

De RRU's worden achter de antennes geplaatst

Per pole

Permanent

Gewicht	$G = 1,194 \text{ kN}$	
Moment (excentriciteit plaatsing)	$M = 1,194 \times 0,400$	$= 0,478 \text{ kNm}$

Windbelasting RRU's

De fabrikant heeft de windlast opgegeven voor een windsnelheid van 180 km/h

De RRU's worden achter de antenne geplaatst. Voor de hoogte wordt aangehouden dezelfde hoogte als voor de antennes.

Bepalen werkelijke windbelasting

Hoogte $H = 16,0 \text{ m}$

De winddruk op deze hoogte is $0,63 \text{ kN/m}^2$.

De windsnelheid op deze hoogte is

$$v = C_r \cdot C_0 \cdot v_b$$

waarin

$$C_r = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$k_r = 0,19 (z_0/0,05)^{0,07}$$

met

$$C_0 = 1$$

$$z_0 = 0,2$$

$$v_b = 27 \text{ m/s}$$

ingevuld voor een hoogte van $16,00 \text{ m}$

$$k_r = 0,19 (0,2/0,05)^{0,07} = 0,209$$

$$C_r = 0,209 \times \ln(16,00/0,2) = 0,960$$

$$v = 0,960 \times 1 \times 27,0 = 25,91 \text{ m/s} = 93,28 \text{ km/h.}$$

De windbelasting is nu

$$\text{RRU2260} \quad W = 93,28 / 180 \times 0,237 = 0,123 \text{ kN}$$

$$\text{RRU2460} \quad W = 93,28 / 180 \times 0,260 = 0,135 \text{ kN}$$

$$\text{RRU4415} \quad W = 93,28 / 180 \times 0,260 = 0,135 \text{ kN}$$

$$\text{RRU4480} \quad W = 93,28 / 180 \times 0,320 = 0,166 \text{ kN}$$

$$= 0,559 \text{ kN}$$

Wind FTTA box

$$\text{Maximaal} \quad F = 0,63 \times 0,255 \times 0,180 \times 1,2 = 0,035 \text{ kN}$$

$$= 0,594 \text{ kN}$$

5.3.2 Berekening

Om te voldoen aan de voorwaarden in de gebruiksfase (hoekverdraaiing t.p.v. het midden van de antenne $< 1,50^\circ$) en de uiterste grenstoestand (uitnutting onderdelen kleiner of gelijk aan 100%) is de mast als volgt opgebouwd:

Stalen H-frame $7,20 \times 3,00 \text{ m}$ bestaande uit liggers HE160B.

Stalen buis $\Phi 114,3 \times 6,3 \text{ mm}$ lang $4,50 \text{ m}$ en geschoord met hoekstalen $L60 \times 60 \times 6 \text{ mm}$

Voor berekening zie bijlage 2

De optredende karakteristieke reactiekrachten (verticaal) zijn

Op balk as F

Permanent

$$\text{Oplegpunt op } 600 \text{ mm uit as 4} \quad F = 2,509 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op } 3600 \text{ mm uit as 4} \quad F = 2,441 \text{ kN}$$

Wind evenwijdig aan cijferassen

$$\text{Oplegpunt op } 600 \text{ mm uit as 4} \quad F = 0,611 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op } 3600 \text{ mm uit as 4} \quad F = 0,531 \text{ kN}$$

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

$$\text{Oplegpunt op } 600 \text{ mm uit as 4} \quad F = 0,824 \text{ kN}$$

$$\text{Oplegpunt op } 3600 \text{ mm uit as 4} \quad F = 0,824 \text{ kN}$$

Krachten zijn tegengesteld

Op balk as G (randbalk)

Permanent

$$\text{Oplegpunt op } 600 \text{ mm uit as 4} \quad F = 4,567 \text{ kN}$$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 4,306 \text{ kN}$

Wind evenwijdig aan cijferassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 0,611 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 0,531 \text{ kN}$

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 1,202 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 1,202 \text{ kN}$

Krachten zijn tegengesteld

5.4 Dakligger as F

5.4.1 Belastingen

De optredende gelijkmatig verdeelde belastingen zijn (Controle berekening zonnepanelen op dak door Fundament Bouwadvies d.d. 04-07-2022)

Permanent $q = 5,78 \text{ kN/m}$

Veranderlijk $q = 4,03 \text{ kN/m}$ (sneeuw)

Belastingen uit mast 15,50 m

Permanent

Oplegpunt op 600 mm uit as 1 $F = 10,041 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 $F = 9,594 \text{ kN}$

Wind evenwijdig aan cijferassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 1 $F = 11,656 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 $F = 8,328 \text{ kN}$

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 1 $F = 10,198 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 $F = 10,198 \text{ kN}$

Krachten zijn tegengesteld

Belastingen uit mast 5,00 m

Permanent

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 2,509 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 2,441 \text{ kN}$

Wind evenwijdig aan cijferassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 0,611 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 0,531 \text{ kN}$

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 0,824 \text{ kN}$

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 0,824 \text{ kN}$

Krachten zijn tegengesteld

5.4.2 Berekening

Voor de berekening zie bijlage 3

5.4.3 Resultaten

De maximaal optredende doorbuiging $\delta = 119,5$ mm

Zeeg $z = 100$ mm

Unity check $uc = (119,5 - 100) / (0,004 \times 22200) = 0,220$ (22%)

De maximale uitnutting van de ligger is

Gedeelte HE450A $uc = 0,790$ (79%)

Gedeelte HE500A $uc = 0,693$ (69,3%)

De ligger voldoet.

5.5 Dakligger as G (Randligger)

5.5.1 Belastingen

De optredende gelijkmatig verdeelde belastingen zijn (Controle berekening zonnepanelen op dak door Fundament Bouwadvies d.d. 04-07-2022)

Permanent $q = 3,60$ kN/m

Veranderlijk $q = 2,52$ kN/m (sneeuw)

Belastingen uit mast 15,50 m

Permanent

Oplegpunt op 600 mm uit as 1 $F = 24,911$ kN

Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 $F = 22,982$ kN

Wind evenwijdig aan cijferassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 1 $F = 11,656$ kN

Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 $F = 8,328$ kN

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 1 $F = 39,715$ kN

Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 $F = 39,715$ kN

Krachten zijn tegengesteld

Belastingen uit mast 5,00 m

Permanent

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 4,567$ kN

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 4,306$ kN

Wind evenwijdig aan cijferassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 0,611$ kN

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 0,531$ kN

Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen

Oplegpunt op 600 mm uit as 4 $F = 1,202$ kN

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 $F = 1,202$ kN

Krachten zijn tegengesteld

5.5.2 Berekening

Voor de berekening zie bijlage 4

5.5.3 Resultaten

De maximaal optredende doorbuiging $\delta = 101,8$ mm

Zeeg $z = 75$ mm

Unity check $uc = (101,8 - 75) / (0,004 \times 22200) = 0,302$ (30,22%)

De maximale uitnutting van de ligger is

HE450A $uc = 0,599$ (59,9%)

De ligger voldoet.

5.5.3.1 Controle uitvoer

De maximale hoekverdraaiing is bij wind in + X-richting.

Voor de antenne AOC4518R6v06 (knoop 22) bedraagt de hoekverdraaiing bij een referentieperiode van 50 jaar $0,00229$ rad. Dit is een verdraaiing van $180/n \times 0,00229 = 0,14^\circ$. Bij een referentieperiode van 1 jaar ($\psi = 0,65$) bedraagt de hoekverdraaiing $180/n \times 0,00229 \times 0,65 = 0,10^\circ$. De hoekverdraaiing blijft binnen de gestelde norm van $1,00^\circ$.

Voor de dish 300 mm (knoop 22) bedraagt de hoekverdraaiing bij een referentieperiode van 50 jaar $0,00229$ rad. Dit is een verdraaiing van $180/n \times 0,00229 = 0,14^\circ$. Bij een referentieperiode van 1 jaar ($\psi = 0,65$) bedraagt de hoekverdraaiing $180/n \times 0,00229 \times 0,65 = 0,10^\circ$. De hoekverdraaiing blijft binnen de gestelde norm van $0,50^\circ$.

Voor de sterkte voldoet het frame.

Het maximaal belaste onderdeel is de pole $\Phi 114,3 \times 6,3$ en bedraagt;
 $uc = 0,130$

De maximale reactiekrachten zijn

Poer onder pole

Verticaal

Drukkracht = 3,52 kN

Trekkkracht = 0,01 kN

Horizontaal = 4,89 kN

Poer onder uiteinde ligger met RRH-pole

Verticaal

Drukkracht = 2,67 kN

Trekkkracht = 0,64 kN

Horizontaal = 0,92 kN

Poer onder uiteinde ligger zonder RRH-pole

Verticaal

Drukkracht = 2,41 kN

Trekkkracht = 0,84 kN

Horizontaal = 0,76 kN

Controle wringmoment

Wringmoment $M_d = 1,5 \times (0,393 \times 0,600 + \frac{1}{2} \times 0,141 \times 0,450^2) + 1,2 \times 0,05 = 0,436$ kNm

Wringconstante

HEA180 $K = \frac{1}{3} \times \{ 2 \times 180 \times 9,5^3 + (171 - 2 \times 9,5) \times 6^3 \} = 113829$ mm⁴

HEA160 $K = \frac{1}{3} \times \{ 2 \times 160 \times 9^3 + (152 - 2 \times 9) \times 6^3 \} = 87408$ mm⁴

HEA140 $K = \frac{1}{3} \times \{ 2 \times 140 \times 8,5^3 + (133 - 2 \times 8,5) \times 5,5^3 \} = 63751,5$ mm⁴

HEA180 $T_{\max} = 0,436 \times 10^6 \times 9,5 / 113829 = 37$ N/mm²

HEA160 $T_{\max} = 0,436 \times 10^6 \times 9 / 87408 = 37$ N/mm²

HEA140 $T_{\max} = 0,436 \times 10^6 \times 8,5 / 63751,5 = 37$ N/mm²

Unity check $uc = 37 / 235 = 0,158$

De poeren staan direct op of naast de dragende wanden.

Er worden geen constructieve problemen verwacht.

6 Bijlage

6.1 Berekening mast 15,50 m

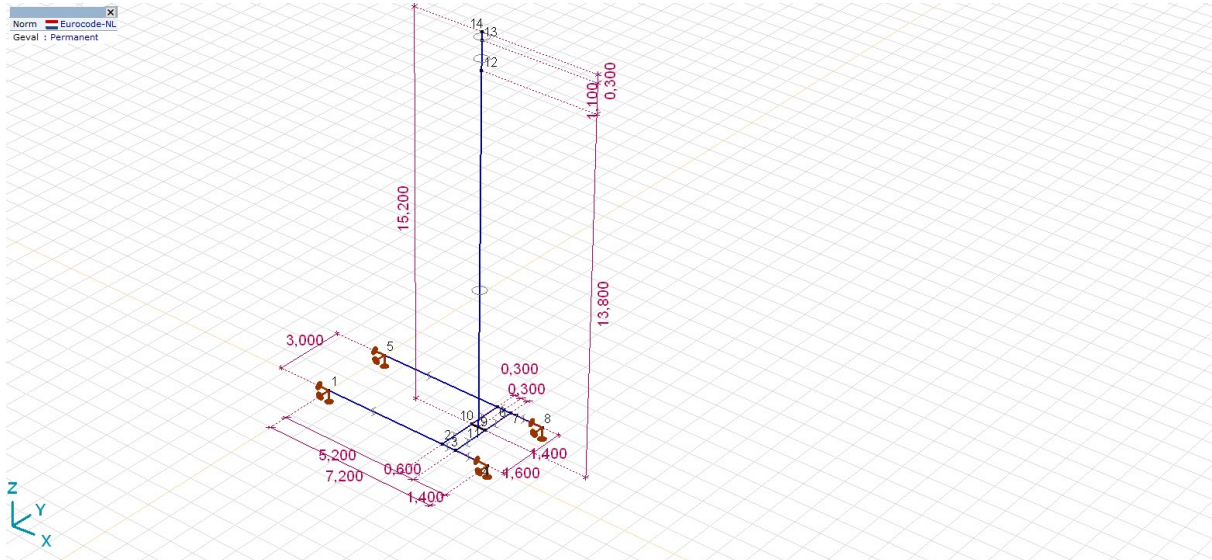
6.2 Berekening mast 5,00 m

6.3 Controle dakbalk in as F

6.4 Controle dakbalk in as G (Randbalk)

6.1 Berekening mast 15,50 m

6.1.1 Geometrie



Geometrie

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0	0	0
2	5,200	0	0
3	5,800	0	0
4	7,200	0	0
5	0	3,000	0
6	5,200	3,000	0
7	5,800	3,000	0
8	7,200	3,000	0
9	5,800	1,600	0
10	5,200	1,600	0
11	5,500	1,600	0
12	5,500	1,600	13,800
13	5,500	1,600	14,900
14	5,500	1,600	15,200

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	11	12	13,800	i - j	S 235	1
2	12	13	1,100	i - j	S 235	1
3	13	14	0,300	i - j	S 235	1
4	1	2	5,200	i - j	S 235	2
5	2	3	0,600	i - j	S 235	2
6	3	4	1,400	i - j	S 235	2
7	5	6	5,200	i - j	S 235	2
8	6	7	0,600	i - j	S 235	2
9	7	8	1,400	i - j	S 235	2
10	3	9	1,600	i - j	S 235	2
11	9	7	1,400	j - i	S 235	2
12	2	10	1,600	i - j	S 235	2
13	10	6	1,400	j - i	S 235	2

Knoopopleggingen

	Knoop	X [m]	Type	K _x [kN/m]	K _y [kN/m]	K _z [kN/m]
1	1	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
2	4	7,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	5	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	8	7,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

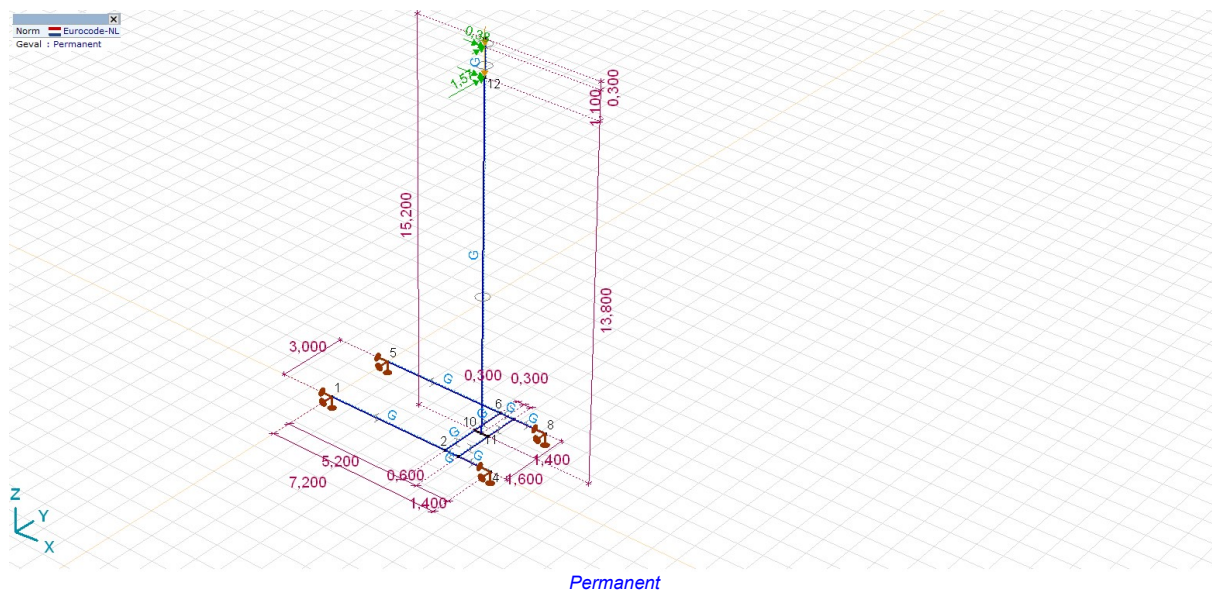
Naam	Type	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	P_1	P_2	P_3
1 S 235	Staal	Lineair	210000	210000	f_y [N/mm ²] = 235,00	f_u [N/mm ²] = 360,00	f_y^* [N/mm ²] = 215,00

Naam	P_4
1 S 235	f_u^* [N/mm ²] = 360,00

Profielen

	Naam	h [mm]	A_x [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]
1	ROR 559,00* 20,0	559,0	33823,40	1,2284E+9	1,2284E+9	5811316,0	5811354,0
2	HE 280 B	280,0	13138,74	1,9273E+8	6,5946E+7	1534693,0	717603,8

6.1.2 Belastingen



Permanent: Knoopbelastingen

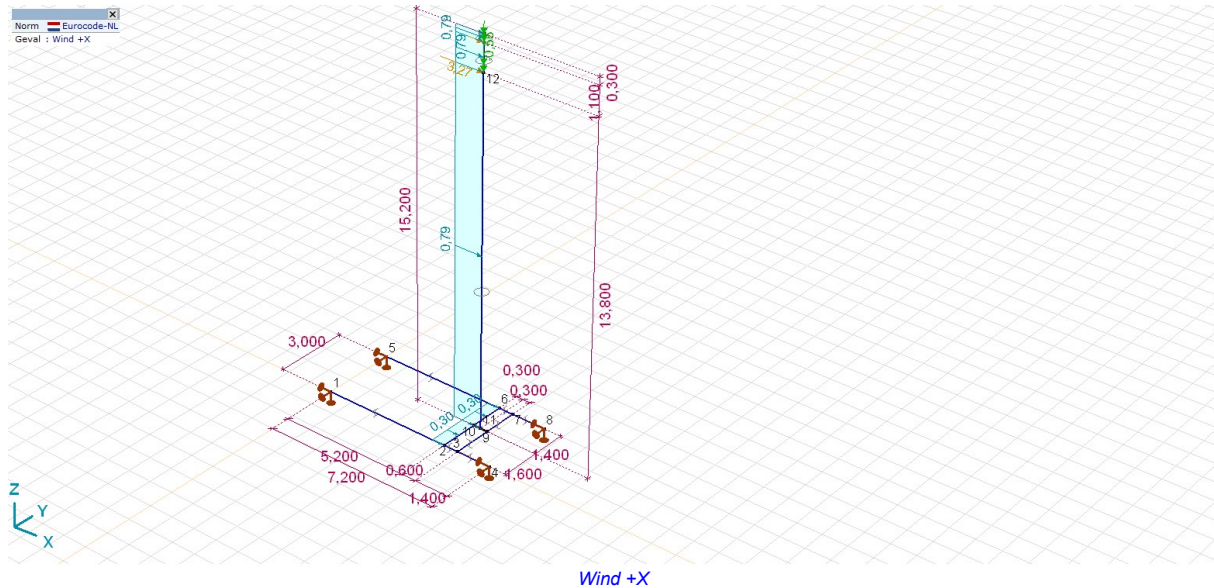
	Richting	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
12	Globaal	0	0	-5,23	0,70	1,57	0
13	Globaal	0	0	-0,90	0,38	0,07	0

Permanent: Staaf eigen gewicht

	Σ [kg]
1-13	6139,846
Totaal	6139,846

Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Permanent]

Knoop	Type	R_z [kN]
1	1 Glob.	-9,594
2	4 Glob.	-22,982
3	5 Glob.	-10,041
4	8 Glob.	-24,911



Wind +X: Knoopbelastingen

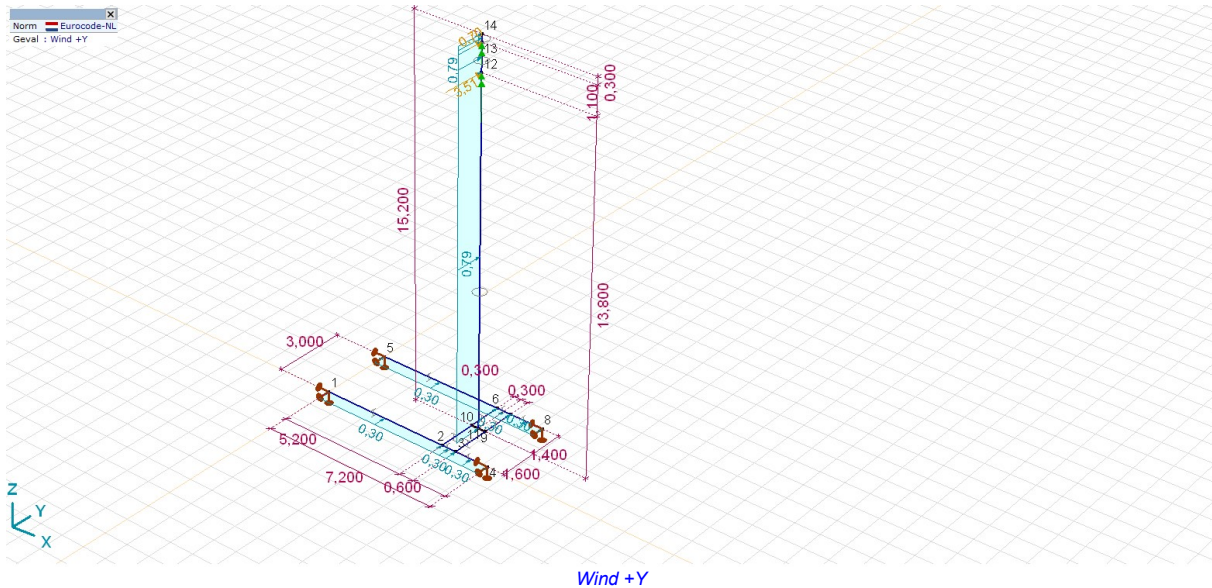
	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	3,27	0	0	0	0	-0,56
13	Globaal	0,54	0	0	0	0	-0,23

Wind +X: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G In.	13,800	a	0	0,79	0	0
				1,000	0,79	0	0
2	Staaf G In.	1,100	a	0	0,79	0	0
				1,000	0,79	0	0
3	Staaf G In.	0,300	a	0	0,79	0	0
				1,000	0,79	0	0
12	Staaf G In.	1,600	a	0	0,30	0	0
				1,000	0,30	0	0
13	Staaf G In.	1,400	a	0	0,30	0	0
				1,000	0,30	0	0

Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Wind +X]

Knoop	Type	Rz [kN]
1	1 Glob.	8,328
2	4 Glob.	-8,328
3	5 Glob.	11,656
4	8 Glob.	-11,656



Wind +Y: Knoopbelastingen

	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	0	3,51	0	0	0	0,13
13	Globaal	0	0,70	0	0	0	0,06

Wind +Y: Verdeelde belastingen op staven en ribben

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1 Staaf G In.	13,800	a	0	0	0,79	0
			1,000	0	0,79	0
2 Staaf G In.	1,100	a	0	0	0,79	0
			1,000	0	0,79	0
3 Staaf G In.	0,300	a	0	0	0,79	0
			1,000	0	0,79	0
4 Staaf G In.	5,200	a	0	0	0,30	0
			1,000	0	0,30	0
5 Staaf G In.	0,600	a	0	0	0,30	0
			1,000	0	0,30	0
6 Staaf G In.	1,400	a	0	0	0,30	0
			1,000	0	0,30	0
7 Staaf G In.	5,200	a	0	0	0,30	0
			1,000	0	0,30	0
8 Staaf G In.	0,600	a	0	0	0,30	0
			1,000	0	0,30	0
9 Staaf G In.	1,400	a	0	0	0,30	0
			1,000	0	0,30	0

Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Wind +Y]

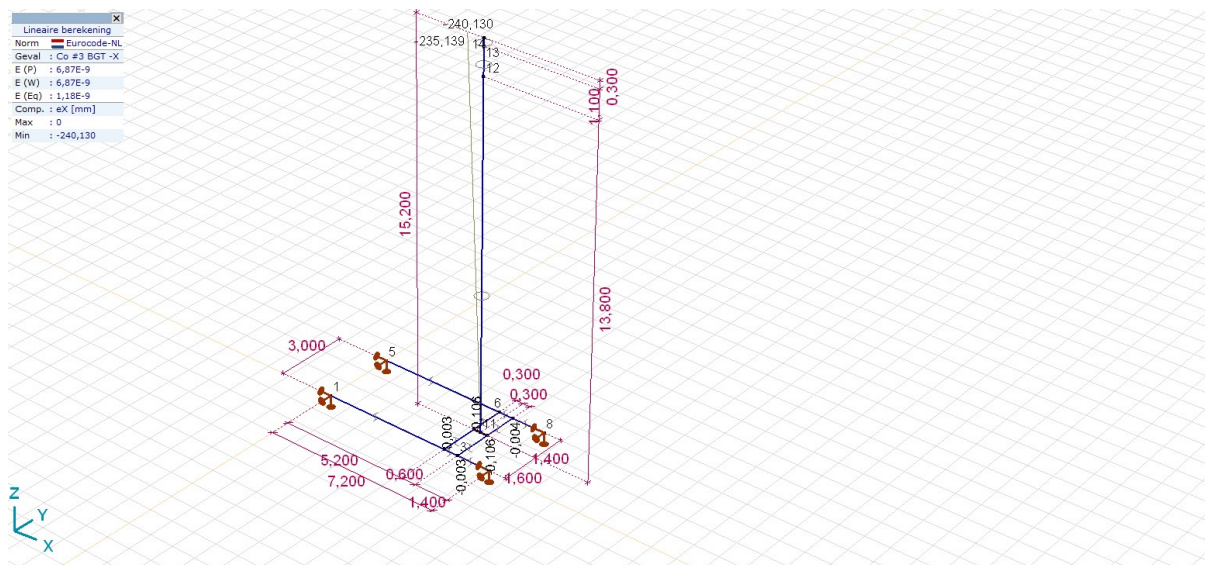
Knoop	Type	Rz [kN]
1	1 Glob.	10,198
2	4 Glob.	39,715
3	5 Glob.	-10,198
4	8 Glob.	-39,715

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
1	Co #1 BGT +X	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0	BGT wind +X
2	Co #2 BGT +Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00	BGT wind +Y
3	Co #3 BGT -X	BGT Karakteristiek	1,00	-1,00	0	BGT wind -X
4	Co #4 BGT -Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	-1,00	BGT wind -Y
5	Co #5 EQU +X	UGT	0,90	1,50	0	EQU wind +X
6	Co #6 EQU +Y	UGT	0,90	0	1,50	EQU wind +Y
7	Co #7 EQU -X	UGT	0,90	-1,50	0	EQU wind -X
8	Co #8 EQU -Y	UGT	0,90	0	-1,50	EQU wind -Y

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
9	Co #9 UGT +X	UGT	1,20	1,50	0	UGT wind +X
10	Co #10 UGT +Y	UGT	1,20	0	1,50	UGT wind +Y
11	Co #11 UGT -X	UGT	1,20	-1,50	0	UGT wind -X
12	Co #12 UGT -Y	UGT	1,20	0	-1,50	UGT wind -Y
13	Co #13 UGT 6.10a	UGT	1,35	0	0	UGT vql 6.10a

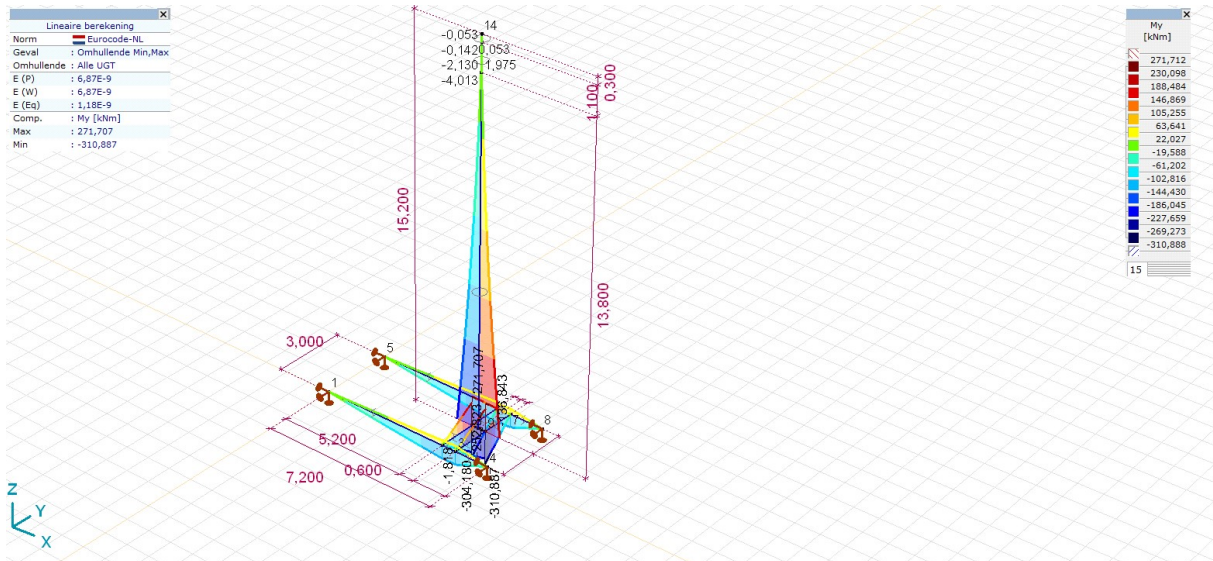
6.1.3 Resultaten



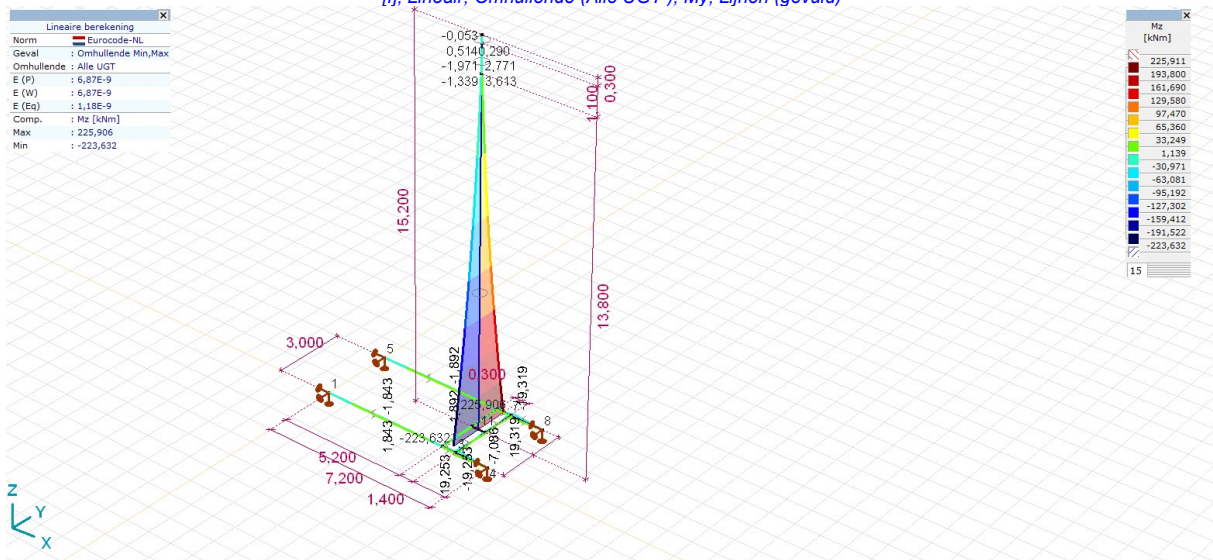
[I], Lineair, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek), eX, Lijnen

Knoopverplaatsingen [Linear, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
1	0	0	0	0	-0,00374	0,00305	-0,00001	0,00483
2	-0,003	0,007	-6,278	6,278	-0,00374	-0,00234	0,00003	0,00441
3	-0,003	0,012	-4,614	4,614	0,00227	-0,00307	0,00002	0,00382
4	0	0	0	0	0,00227	-0,00341	-0,00002	0,00410
5	0	0	0	0	0,00319	0,00374	0,00002	0,00491
6	-0,004	0,015	-7,642	7,642	0,00319	-0,00291	-0,00004	0,00432
7	-0,004	0,004	-5,576	5,576	-0,00325	-0,00378	-0,00003	0,00499
8	0	0	0	0	-0,00325	-0,00409	0,00001	0,00522
9	-0,106	0,008	-2,362	2,365	-0,00035	-0,01351	-0,00001	0,01351
10	-0,106	0,011	-10,465	10,466	-0,00035	-0,01351	-0,00001	0,01351
11	-0,106	0,010	-6,414	6,415	-0,00035	-0,01351	-0,00001	0,01351
12	-216,839	4,478	-6,469	216,982	-0,00029	-0,01663	0,00005	0,01664
13	-235,139	4,801	-6,469	235,277	-0,00029	-0,01664	0,00005	0,01664
14	-240,130	4,889	-6,469	240,267	-0,00029	-0,01664	0,00005	0,01664



[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)

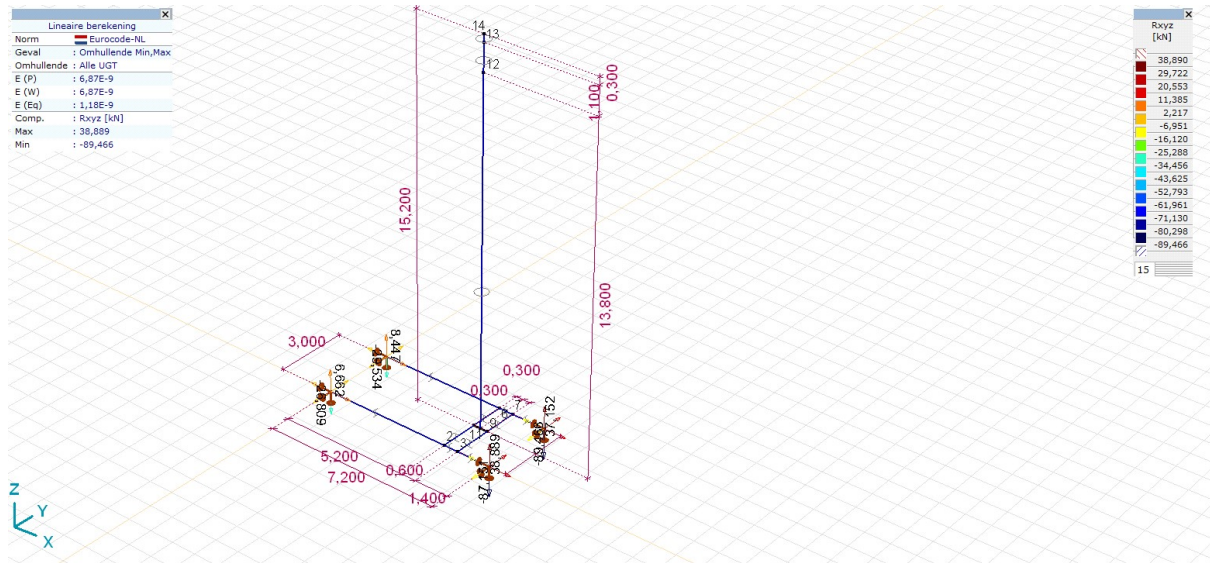


[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

Staafkrachten [Linear, Omhullende (Alle UGT)]

	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	1	ROR 559,00* 20,0				L=13,800				
			My	min	Co #9 UGT +X	0	(11)	23,627	-217,799	1,300
				max	Co #7 EQU -X	0	(11)	-23,627	214,348	0,975
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(11)	0	-1,479	-223,632
				max	Co #12 UGT -Y	0	(11)	0	-1,972	225,906
2	1	ROR 559,00* 20,0				L=1,100				
			My	min	Co #9 UGT +X	0	(12)	2,456	-2,130	0,457
				max	Co #7 EQU -X	0	(12)	-2,456	1,975	0,343
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(12)	0	-0,067	-1,971
				max	Co #12 UGT -Y	0	(12)	0	-0,089	2,771
3	1	ROR 559,00* 20,0				L=0,300				
			My	min	Co #5 EQU +X	0	(13)	0,354	-0,053	0
				max	Co #7 EQU -X	0	(13)	-0,354	0,053	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(13)	0	0	-0,053
				max	Co #8 EQU -Y	0	(13)	0	0	0,053
4	2	HE 280 B				L=5,200				
			My	min	Co #12 UGT -Y	5,200	(2)	-20,373	-122,674	0,603

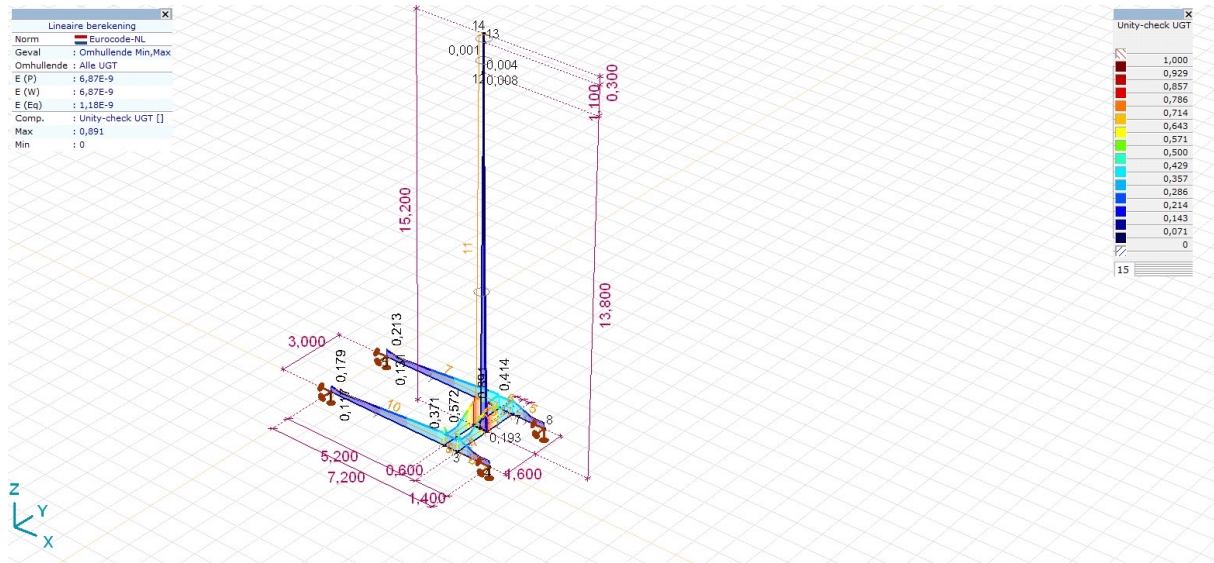
Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
			max	Co #6 EQU +Y	5,200	(2)	11,489	47,193	-0,603
		Mz	min	Co #6 EQU +Y	2,600		9,075	20,459	-1,843
			max	Co #8 EQU -Y	2,600		-21,517	-59,083	1,843
5	2 HE 280 B				L=0,600				
		My	min	Co #12 UGT -Y	0	(2)	3,546	-122,844	2,887
			max	Co #6 EQU +Y	0,600	(3)	13,126	55,099	-8,447
		Mz	min	Co #6 EQU +Y	0,600	(3)	13,126	55,099	-8,447
			max	Co #8 EQU -Y	0,600	(3)	1,801	-111,151	8,447
6	2 HE 280 B				L=1,400				
		My	min	Co #12 UGT -Y	0	(3)	85,418	-120,798	19,253
			max	Co #6 EQU +Y	0	(3)	-40,188	55,354	-19,253
		Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(3)	-40,188	55,354	-19,253
			max	Co #8 EQU -Y	0	(3)	78,957	-111,449	19,253
7	2 HE 280 B				L=5,200				
		My	min	Co #11 UGT -X	5,200	(6)	-23,098	-136,843	-0,490
			max	Co #5 EQU +X	5,200	(6)	13,274	56,473	0,490
		Mz	min	Co #6 EQU +Y	3,120		-21,438	-71,404	-1,892
			max	Co #8 EQU -Y	3,120		9,155	24,047	1,892
8	2 HE 280 B				L=0,600				
		My	min	Co #11 UGT -X	0	(6)	196,419	-135,490	3,655
			max	Co #5 EQU +X	0	(6)	-181,561	55,143	-3,655
		Mz	min	Co #6 EQU +Y	0,600	(7)	1,086	-113,619	-8,807
			max	Co #8 EQU -Y	0,600	(7)	12,763	52,725	8,807
9	2 HE 280 B				L=1,400				
		My	min	Co #10 UGT +Y	0	(7)	87,733	-124,040	-19,319
			max	Co #8 EQU -Y	0	(7)	-38,452	52,923	19,319
		Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(7)	80,693	-113,880	-19,319
			max	Co #8 EQU -Y	0	(7)	-38,452	52,923	19,319
10	2 HE 280 B				L=1,600				
		My	min	Co #9 UGT +X	1,600	(9)	-159,757	-255,377	4,840
			max	Co #7 EQU -X	1,600	(9)	135,407	213,663	-4,840
		Mz	min	Co #8 EQU -Y	0	(3)	-77,156	0,352	-10,807
			max	Co #6 EQU +Y	0	(3)	53,315	-0,337	10,807
11	2 HE 280 B				L=1,400				
		My	min	Co #9 UGT +X	0	(9)	222,608	-310,887	5,245
			max	Co #7 EQU -X	0	(9)	-192,516	266,676	-5,245
		Mz	min	Co #6 EQU +Y	1,400	(7)	79,607	0,283	-10,513
			max	Co #8 EQU -Y	1,400	(7)	-51,215	-0,249	10,513
12	2 HE 280 B				L=1,600				
		My	min	Co #11 UGT -X	1,600	(10)	-158,148	-252,823	-4,511
			max	Co #5 EQU +X	1,600	(10)	136,614	215,578	4,511
		Mz	min	Co #7 EQU -X	1,600	(10)	-155,072	-247,502	-4,511
			max	Co #5 EQU +X	1,600	(10)	136,614	215,578	4,511
13	2 HE 280 B				L=1,400				
		My	min	Co #11 UGT -X	0	(10)	217,784	-304,180	-4,948
			max	Co #5 EQU +X	0	(10)	-196,134	271,707	4,948
		Mz	min	Co #7 EQU -X	0	(10)	214,691	-299,541	-4,948
			max	Co #5 EQU +X	0	(10)	-196,134	271,707	4,948



[1], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen

Interne krachten knooppogging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

Knoop	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
1	1 Glob.	Rx	min	Co #6 EQU +Y	-3,265	1,302	6,662
			max	Co #8 EQU -Y	3,265	-1,302	-23,931
		Ry	min	Co #8 EQU -Y	3,265	-1,302	-23,931
			max	Co #6 EQU +Y	-3,265	1,302	6,662
		Rz	min	Co #12 UGT -Y	3,265	-1,302	-26,809
			max	Co #6 EQU +Y	-3,265	1,302	6,662
2	4 Glob.	Rx	min	Co #6 EQU +Y	-11,973	14,072	38,889
			max	Co #8 EQU -Y	11,973	-14,072	-80,256
		Ry	min	Co #8 EQU -Y	11,973	-14,072	-80,256
			max	Co #6 EQU +Y	-11,973	14,072	38,889
		Rz	min	Co #12 UGT -Y	11,973	-14,072	-87,151
			max	Co #6 EQU +Y	-11,973	14,072	38,889
3	5 Glob.	Rx	min	Co #7 EQU -X	-3,244	0,094	-26,521
			max	Co #5 EQU +X	3,244	-0,094	8,447
		Ry	min	Co #8 EQU -Y	-3,186	-1,318	6,259
			max	Co #6 EQU +Y	3,186	1,318	-24,334
		Rz	min	Co #11 UGT -X	-3,244	0,094	-29,534
			max	Co #5 EQU +X	3,244	-0,094	8,447
4	8 Glob.	Rx	min	Co #8 EQU -Y	-12,052	-14,119	37,152
			max	Co #6 EQU +Y	12,052	14,119	-81,993
		Ry	min	Co #8 EQU -Y	-12,052	-14,119	37,152
			max	Co #6 EQU +Y	12,052	14,119	-81,993
		Rz	min	Co #10 UGT +Y	12,052	14,119	-89,466
			max	Co #8 EQU -Y	-12,052	-14,119	37,152



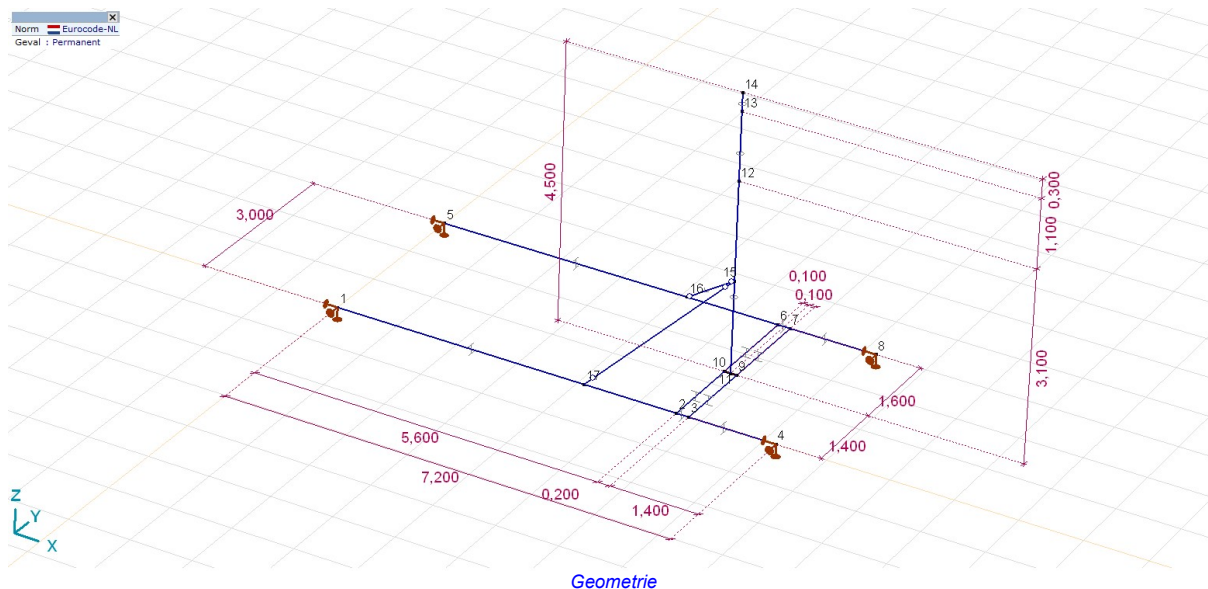
[Stl], Linear, Omhullende (Alle UGT), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld)

Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Linear, Omhullende (Alle UGT)]

Ontwerp-element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.	Geval
1(6-10)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,870	Co #11 UGT -X
2(2-10)	S 235	HE 280 B	1,600	N-M-Kip	0,725	Co #11 UGT -X
3(7-9)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,891	Co #9 UGT +X
4(3-9)	S 235	HE 280 B	1,600	N-M-Kip	0,734	Co #9 UGT +X
5(7-8)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Knik	0,417	Co #10 UGT +Y
6(6-7)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,396	Co #11 UGT -X
7(5-6)	S 235	HE 280 B	5,200	N-M-Kip	0,414	Co #11 UGT -X
8(3-4)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Knik	0,408	Co #12 UGT -Y
9(2-3)	S 235	HE 280 B	0,600	N-M-Knik	0,354	Co #12 UGT -Y
10(1-2)	S 235	HE 280 B	5,200	N-M-Kip	0,371	Co #12 UGT -Y
11(11-14)	S 235	ROR 559,00* 20,0	0	N-M-Knik	0,193	Co #12 UGT -Y
—	—	—	—	—	—	—
3(7-9)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,891	Co #9 UGT +X

6.2 Berekening mast 5,00 m

6.2.1 Geometrie



Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0	0	0
2	5,600	0	0
3	5,800	0	0
4	7,200	0	0
5	0	3,000	0
6	5,600	3,000	0
7	5,800	3,000	0
8	7,200	3,000	0
9	5,800	1,400	0
10	5,600	1,400	0
11	5,700	1,400	0
12	5,700	1,400	3,100
13	5,700	1,400	4,200
14	5,700	1,400	4,500
15	5,700	1,400	1,500
16	4,100	3,000	0
17	4,100	0	0

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	11	12	3,100	i - j	S 235	2
2	12	13	1,100	i - j	S 235	2
3	13	14	0,300	i - j	S 235	2
4	1	2	5,600	i - j	S 235	1
5	2	3	0,200	i - j	S 235	1
6	3	4	1,400	i - j	S 235	1
7	5	6	5,600	i - j	S 235	1
8	6	7	0,200	i - j	S 235	1
9	7	8	1,400	i - j	S 235	1
10	3	9	1,400	i - j	S 235	1
11	9	7	1,600	j - i	S 235	1
12	2	10	1,400	i - j	S 235	1
13	10	6	1,600	j - i	S 235	1
14	16	15	2,715	j - i	S 235	3
15	17	15	2,602	j - i	S 235	3

Staafaansluitingen

	<- Aansluitingen	Aansluitingen ->	<- θ _y	θ _y ->
14	Schar-Y	Schar-Y	Vrije	Vrije

	<- Aansluitingen	Aansluitingen ->	<- θ_y	θ_y ->
15	Schar-Y	Schar-Y	Vrije	Vrije

Knoopopleggingen

Knoop	X [m]	Type	K_x [kN/m]	K_y [kN/m]	K_z [kN/m]
1	1	0 Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
2	4	7,200 Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	5	0 Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	8	7,200 Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

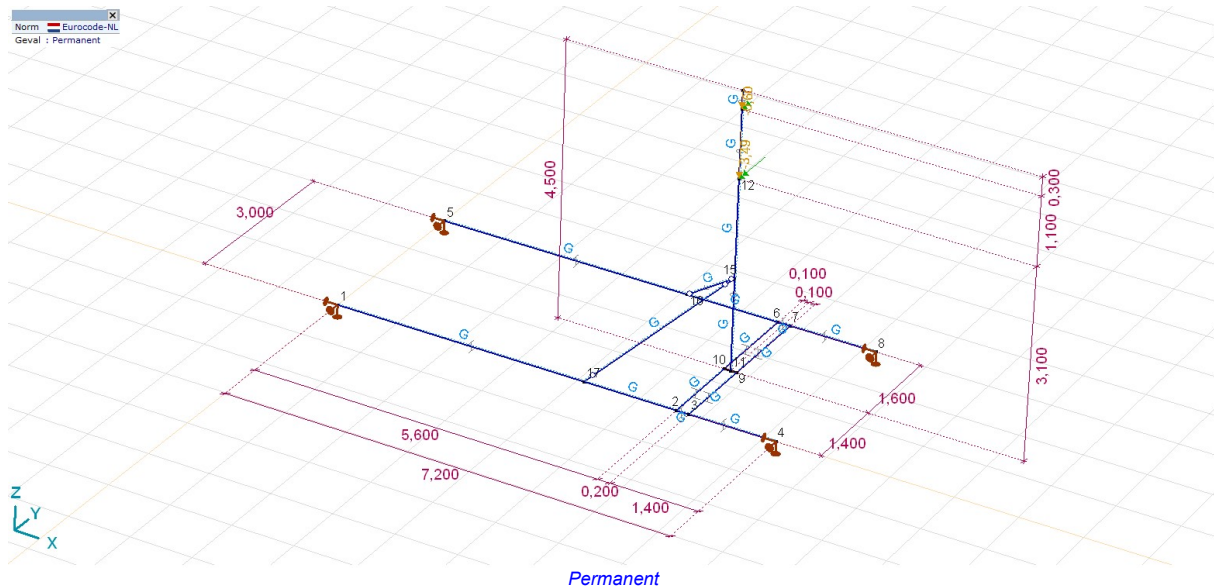
Naam	Type	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	P_1	P_2	P_3
1 S 235	Staal	Lineair	210000	210000	f_y [N/mm ²] = 235,00	f_u [N/mm ²] = 360,00	f_y^* [N/mm ²] = 215,00

Naam	P_4
1 S 235	f_u^* [N/mm ²] = 360,00

Profielen

Naam	h [mm]	A_x [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]
1 HE 160 B	160,0	5426,04	2,4923E+7	8892444,0	354020,6	169972,2
2 ROR 114,3x6,3	114,3	2137,11	3125868,0	3125868,0	73544,1	73544,6
3 L 60X 60X 6	60,0	690,90	227898,9	227898,9	13554,5	6989,1

6.2.2 Belastingen



Permanent: Knoopbelastingen

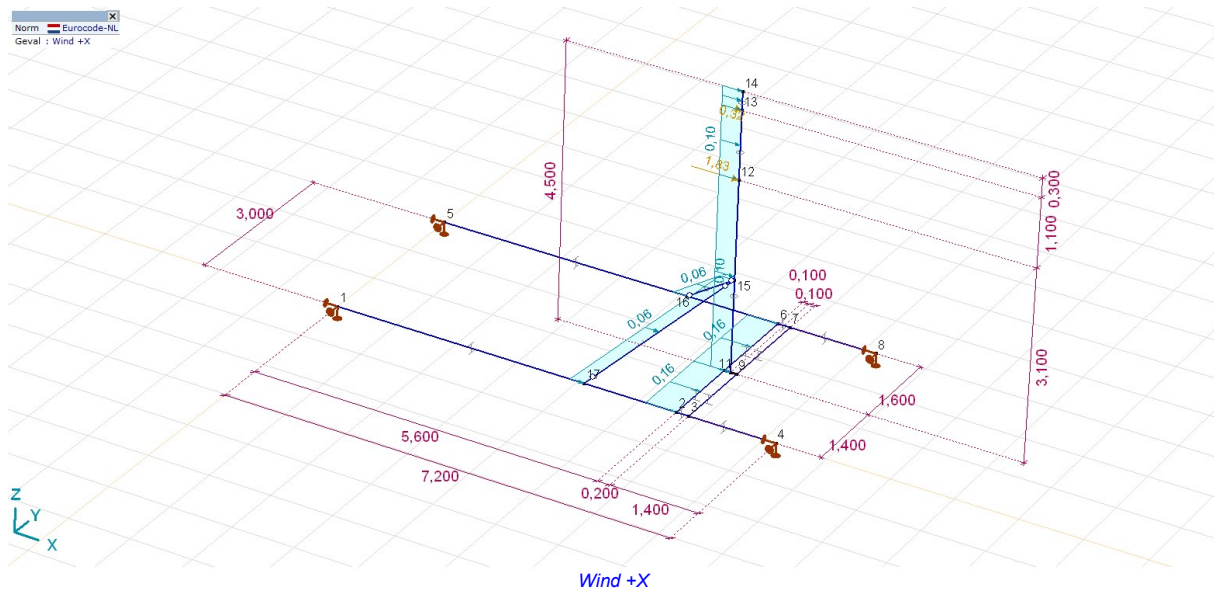
Richting	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
12 Globaal	0	0	-3,49	0	-1,50	0
13 Globaal	0	0	-0,60	0	-0,29	0

Permanent: Staaf eigen gewicht

	Σ [kg]
1-18	973,254
Totaal	973,254

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Permanent]

Knoop	Type	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]
1	1 Glob.	-0,159	-0,066	-2,509
2	4 Glob.	0,179	-0,013	-4,567
3	5 Glob.	-0,155	0,075	-2,441
4	8 Glob.	0,134	0,004	-4,306



Wind +X: Knoopbelastingen

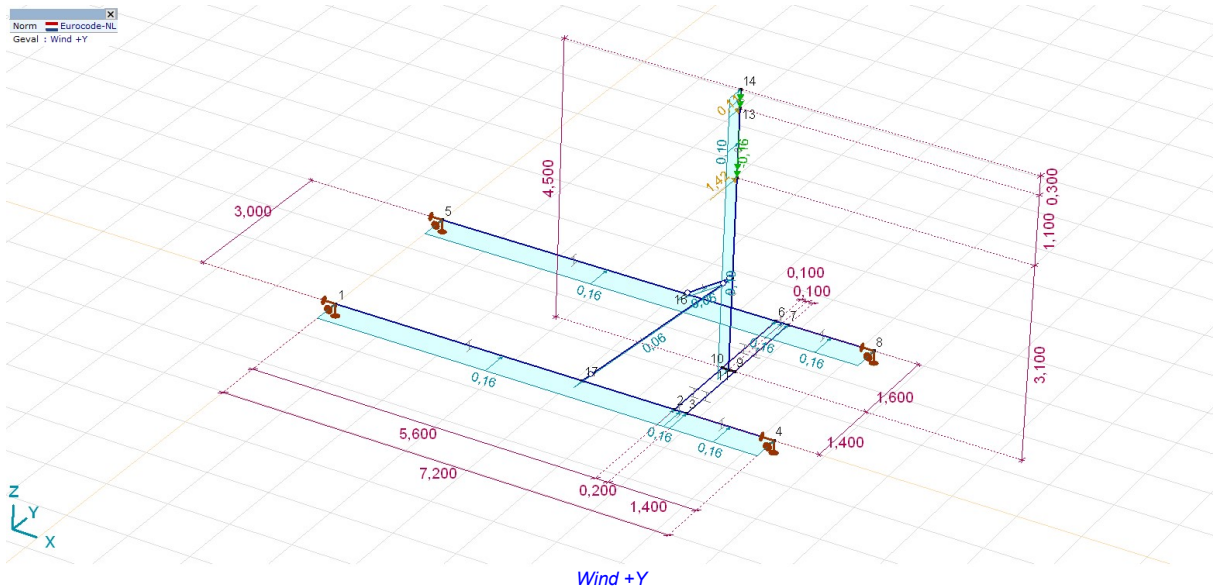
	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	1,83	0	0	0	0	0
13	Globaal	0,32	0	0	0	0	0

Wind +X: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Length [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G In.	3,100	a	0	0,10	0	0
				1,000	0,10	0	0
2	Staaf G In.	1,100	a	0	0,10	0	0
				1,000	0,10	0	0
3	Staaf G In.	0,300	a	0	0,10	0	0
				1,000	0,10	0	0
12	Staaf G In.	1,400	a	0	0,16	0	0
				1,000	0,16	0	0
13	Staaf G In.	1,600	a	0	0,16	0	0
				1,000	0,16	0	0
14	Staaf G In.	2,715	a	0	0,06	0	0
				1,000	0,06	0	0
15	Staaf G In.	2,602	a	0	0,06	0	0
				1,000	0,06	0	0

Interne krachten knooppogging [Lineair, Wind +X]

	Knoop	Type	Rz [kN]
1	1	Glob.	0,611
2	4	Glob.	-0,611
3	5	Glob.	0,531
4	8	Glob.	-0,531



Wind +Y: Knoopbelastingen

	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	0	1,42	0	0	0	-0,16
13	Globaal	0	0,11	0	0	0	-0,05

Wind +Y: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G In.	3,100	a	0	0	0,10	0
				1,000	0	0,10	0
2	Staaf G In.	1,100	a	0	0	0,10	0
				1,000	0	0,10	0
3	Staaf G In.	0,300	a	0	0	0,10	0
				1,000	0	0,10	0
4	Staaf G In.	5,600	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
5	Staaf G In.	0,200	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
6	Staaf G In.	1,400	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
7	Staaf G In.	5,600	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
8	Staaf G In.	0,200	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
9	Staaf G In.	1,400	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
14	Staaf G In.	2,715	a	0	0	0,06	0
				1,000	0	0,06	0
15	Staaf G In.	2,602	a	0	0	0,06	0
				1,000	0	0,06	0

Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Wind +Y]

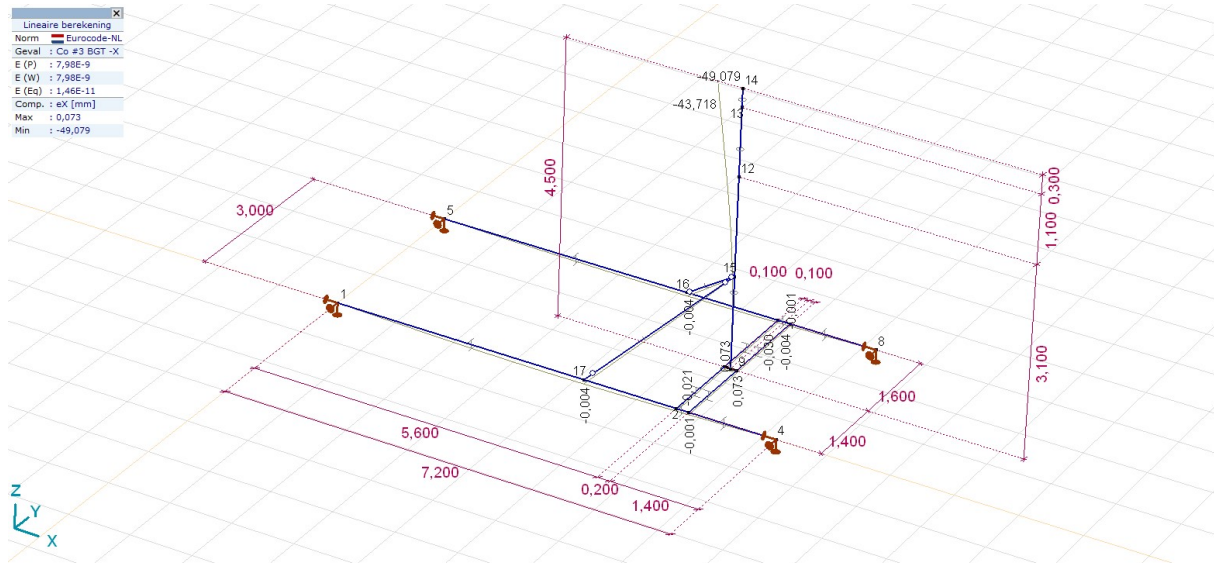
Knoop	Type	Rz [kN]
1	1 Glob.	0,824
2	4 Glob.	1,202
3	5 Glob.	-0,824
4	8 Glob.	-1,202

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
1	Co #1 BGT +X	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0	BGT wind +X
2	Co #2 BGT +Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00	BGT wind +Y
3	Co #3 BGT -X	BGT Karakteristiek	1,00	-1,00	0	BGT wind -X
4	Co #4 BGT -Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	-1,00	BGT wind -Y

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
5	Co #5 EQU +X	UGT	0,90	1,50	0	EQU wind +X
6	Co #6 EQU +Y	UGT	0,90	0	1,50	EQU wind +Y
7	Co #7 EQU -X	UGT	0,90	-1,50	0	EQU wind -X
8	Co #8 EQU -Y	UGT	0,90	0	-1,50	EQU wind -Y
9	Co #9 UGT +X	UGT	1,20	1,50	0	UGT wind +X
10	Co #10 UGT +Y	UGT	1,20	0	1,50	UGT wind +Y
11	Co #11 UGT -X	UGT	1,20	-1,50	0	UGT wind -X
12	Co #12 UGT -Y	UGT	1,20	0	-1,50	UGT wind -Y
13	Co #13 UGT 6.10a	UGT	1,35	0	0	UGT vgl 6.10a

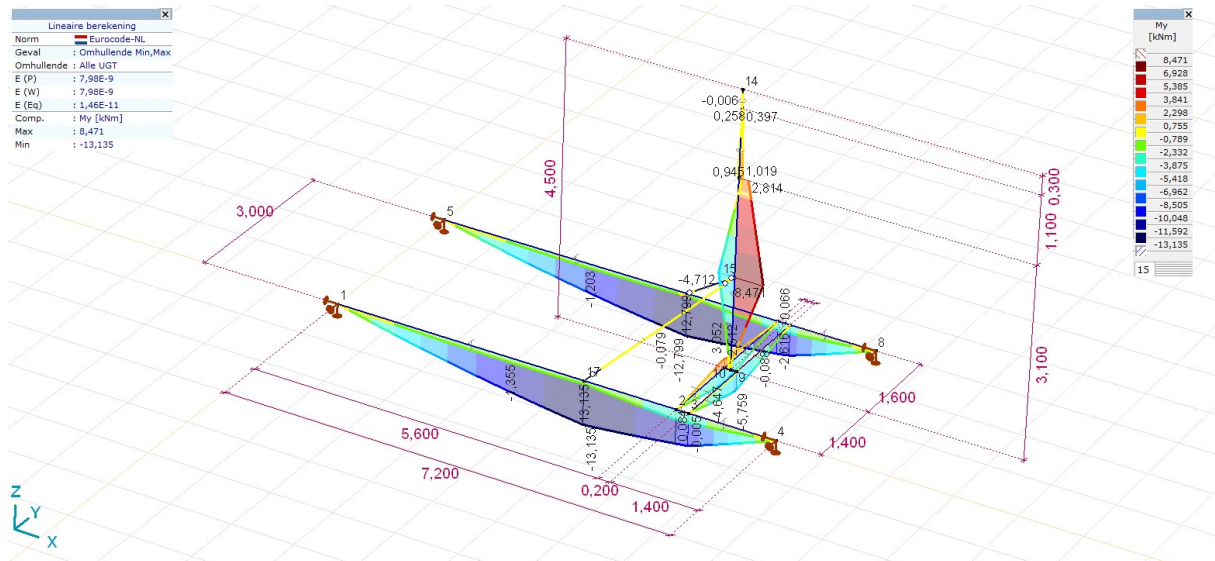
6.2.3 Resultaten



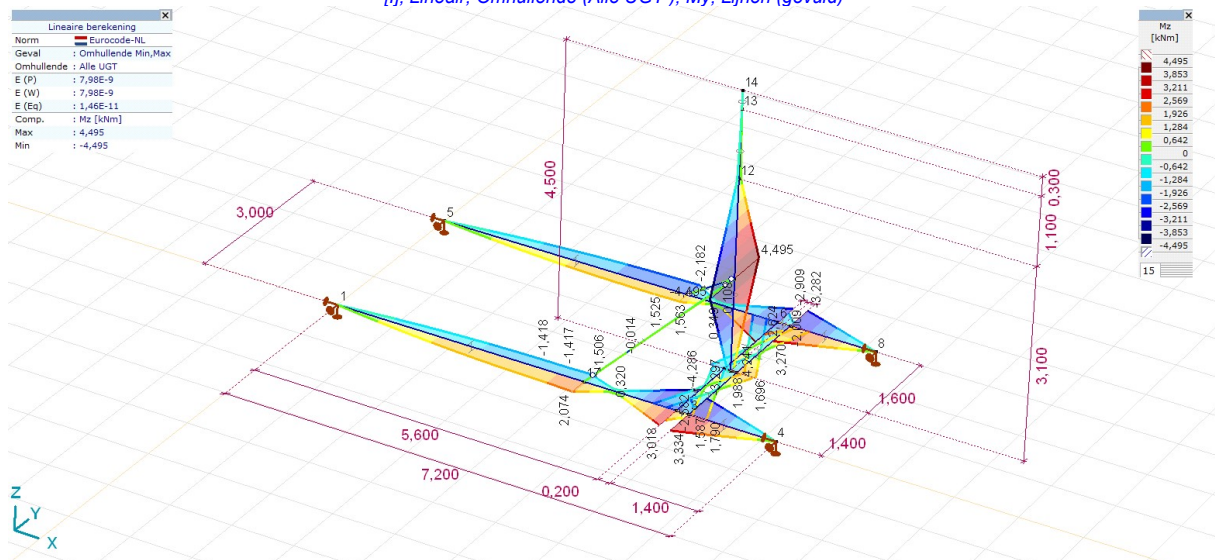
[I], Linear, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek), eX, Lijnen

Knoopverplaatsingen [Linear, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
1	0	0	0	0	0,00009	0,00342	-0,00080	0,00351
2	-0,001	0,005	-5,402	5,402	0,00030	-0,00278	0,00015	0,00280
3	-0,001	0,021	-4,826	4,826	-0,00012	-0,00298	0,00002	0,00298
4	0	0	0	0	-0,00012	-0,00368	-0,00003	0,00369
5	0	0	0	0	0,00040	0,00322	0,00083	0,00335
6	-0,001	0,027	-5,101	5,101	-0,00006	-0,00262	-0,00018	0,00263
7	-0,001	0,007	-4,558	4,558	0,00027	-0,00281	-0,00005	0,00283
8	0	0	0	0	0,00027	-0,00348	0,00002	0,00349
9	0,073	0,014	-4,895	4,895	0,00009	-0,00088	-0,00001	0,00088
10	0,073	0,016	-5,070	5,070	0,00009	-0,00088	-0,00001	0,00088
11	0,073	0,015	-4,982	4,983	0,00009	-0,00088	-0,00001	0,00088
12	-24,464	-0,280	-4,992	24,970	0,00009	-0,01702	0,00004	0,01702
13	-43,718	-0,385	-4,994	44,004	0,00009	-0,01787	0,00004	0,01787
14	-49,079	-0,413	-4,994	49,334	0,00009	-0,01787	0,00004	0,01787
15	-4,005	-0,129	-4,977	6,389	0,00009	-0,00702	0,00004	0,00703
16	-0,004	1,193	-7,647	7,739	0,00040	-0,00061	-0,00078	0,00107
17	-0,004	-1,134	-8,116	8,195	0,00009	-0,00066	0,00077	0,00102



[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)

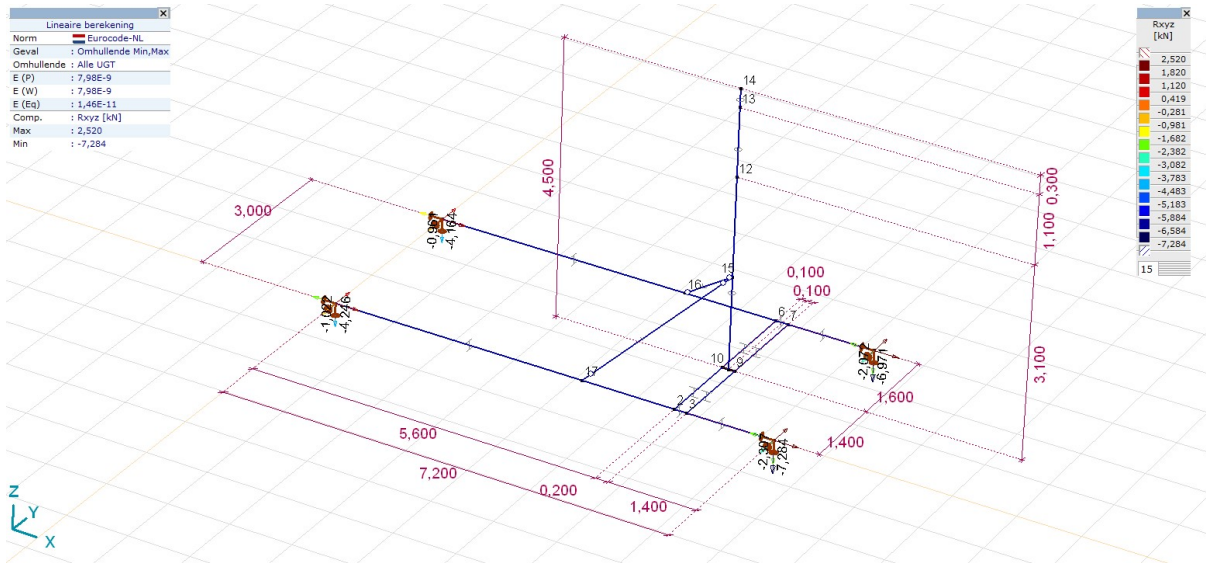


[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

Staafkrachten [Linear, Omhullende (Alle UGT)]

	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	2	ROR 114,3x6,3				L=3,100				
			My	min	Co #5 EQU +X	1,500	(15)	3,651	-4,712	0
				max	Co #11 UGT -X	1,500	(15)	-3,651	8,471	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	1,500	(15)	0	1,611	-4,495
				max	Co #8 EQU -Y	1,500	(15)	0	1,611	4,495
2	2	ROR 114,3x6,3				L=1,100				
			My	min	Co #5 EQU +X	0	(12)	0,679	-0,401	0
				max	Co #11 UGT -X	0	(12)	-0,679	1,019	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(12)	0	0,265	-0,316
				max	Co #8 EQU -Y	0	(12)	0	0,265	0,316
3	2	ROR 114,3x6,3				L=0,300				
			My	min	Co #5 EQU +X	0	(13)	0,043	-0,006	0
				max	Co #7 EQU -X	0	(13)	-0,043	0,006	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(13)	0	0	-0,006
				max	Co #8 EQU -Y	0	(13)	0	0	0,006
4	1	HE 160 B				L=5,600				
			My	min	Co #12 UGT -Y	4,100	(17)	1,633	-13,135	1,989

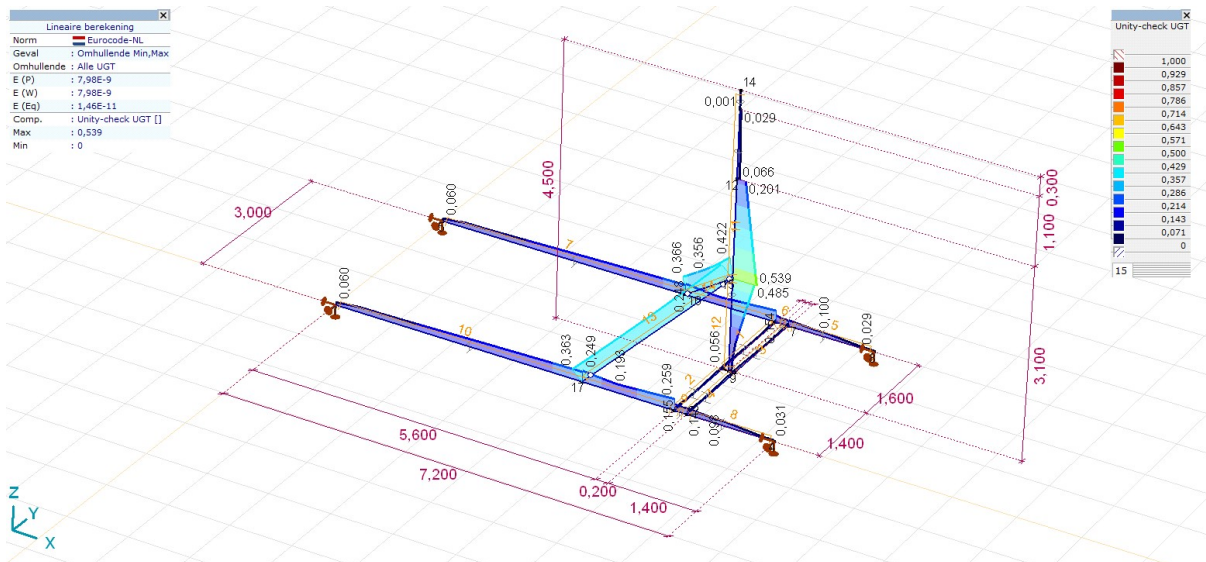
Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
			max	Co #11 UGT -X	0	(1)	-3,927	0	0
			Mz min	Co #11 UGT -X	5,600	(2)	4,068	-6,273	-4,286
			max	Co #5 EQU +X	5,600	(2)	-2,713	-6,791	3,018
5	1 HE 160 B				L=0,200				
			My min	Co #12 UGT -Y	0	(2)	2,585	-10,164	-1,342
			max	Co #6 EQU +Y	0,200	(3)	0,501	-2,856	-1,507
			Mz min	Co #11 UGT -X	0	(2)	2,345	-6,318	-2,582
			max	Co #5 EQU +X	0	(2)	0,664	-6,795	2,035
6	1 HE 160 B				L=1,400				
			My min	Co #12 UGT -Y	0	(3)	6,569	-9,697	3,334
			max	Co #5 EQU +X	1,400	(4)	5,027	0	0
			Mz min	Co #6 EQU +Y	0	(3)	1,770	-2,854	-3,297
			max	Co #12 UGT -Y	0	(3)	6,569	-9,697	3,334
7	1 HE 160 B				L=5,600				
			My min	Co #10 UGT +Y	4,100	(16)	1,631	-12,799	-2,182
			max	Co #10 UGT +Y	0	(5)	-4,164	0	0
			Mz min	Co #5 EQU +X	5,600	(6)	-2,244	-6,316	-2,909
			max	Co #11 UGT -X	5,600	(6)	3,641	-6,079	4,241
8	1 HE 160 B				L=0,200				
			My min	Co #10 UGT +Y	0	(6)	3,040	-9,824	1,443
			max	Co #8 EQU -Y	0,200	(7)	0,437	-2,530	1,310
			Mz min	Co #5 EQU +X	0	(6)	0,771	-6,319	-2,009
			max	Co #11 UGT -X	0	(6)	2,630	-6,115	2,624
9	1 HE 160 B				L=1,400				
			My min	Co #10 UGT +Y	0	(7)	6,255	-9,258	-3,282
			max	Co #6 EQU +Y	1,400	(8)	5,679	0	0
			Mz min	Co #10 UGT +Y	0	(7)	6,255	-9,258	-3,282
			max	Co #8 EQU -Y	0	(7)	1,535	-2,525	3,270
10	1 HE 160 B				L=1,400				
			My min	Co #9 UGT +X	1,400	(9)	-3,770	-5,759	-0,074
			max	Co #12 UGT -Y	0	(3)	-3,882	0,084	-2,238
			Mz min	Co #12 UGT -Y	0	(3)	-3,882	0,084	-2,238
			max	Co #6 EQU +Y	0	(3)	-1,269	-0,005	1,790
11	1 HE 160 B				L=1,600				
			My min	Co #9 UGT +X	0	(9)	3,071	-5,551	-0,089
			max	Co #10 UGT +Y	1,600	(7)	3,113	0,073	-2,414
			Mz min	Co #10 UGT +Y	1,600	(7)	3,113	0,073	-2,414
			max	Co #8 EQU -Y	1,600	(7)	1,098	-0,009	1,961
12	1 HE 160 B				L=1,400				
			My min	Co #9 UGT +X	1,400	(10)	-2,898	-4,563	-0,464
			max	Co #7 EQU -X	1,400	(10)	2,496	3,052	1,070
			Mz min	Co #12 UGT -Y	0	(2)	-0,185	-0,060	-2,308
			max	Co #12 UGT -Y	1,400	(10)	0,530	0,182	1,732
13	1 HE 160 B				L=1,600				
			My min	Co #9 UGT +X	0	(10)	2,483	-4,647	-0,442
			max	Co #7 EQU -X	0	(10)	-1,911	2,512	1,040
			Mz min	Co #10 UGT +Y	1,600	(6)	0,642	-0,052	-2,557
			max	Co #10 UGT +Y	0	(10)	-0,175	-0,426	1,988
14	3 L 60X 60X 6				L=2,715				
			My min	Co #9 UGT +X	1,357		0	-0,083	-0,039
			max	Co #5 EQU +X	2,715	(15)	0,105	0	0,061
			Mz min	Co #11 UGT -X	2,715	(15)	0,024	0	-0,125
			max	Co #5 EQU +X	2,715	(15)	0,105	0	0,061
15	3 L 60X 60X 6				L=2,602				
			My min	Co #9 UGT +X	1,301		0	-0,079	-0,020
			max	Co #7 EQU -X	1,301		0	0	0,010
			Mz min	Co #9 UGT +X	2,602	(15)	0,122	0	-0,108
			max	Co #7 EQU -X	2,602	(15)	-0,001	0	0,108



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knooppl.), Lijnen

Interne krachten knooppiegging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

Knoop	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
1	1 Glob.	Rz	min	Co #12 UGT -Y	-0,511	-0,957	-4,246
			max	Co #6 EQU +Y	0,177	0,819	-1,022
2	4 Glob.	Rz	min	Co #12 UGT -Y	2,262	-2,547	-7,284
			max	Co #6 EQU +Y	-1,885	2,520	-2,307
3	5 Glob.	Rz	min	Co #10 UGT +Y	-0,498	1,004	-4,164
			max	Co #8 EQU -Y	0,173	-0,848	-0,961
4	8 Glob.	Rz	min	Co #10 UGT +Y	2,200	2,509	-6,971
			max	Co #8 EQU -Y	-1,918	-2,501	-2,072



[Stl], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld)

Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

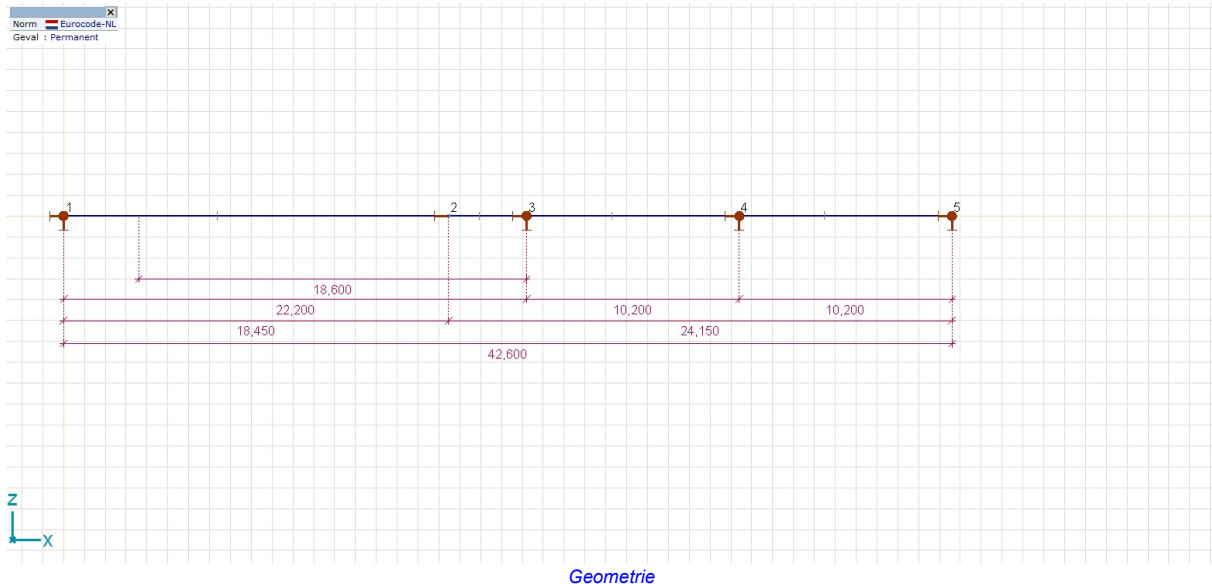
Ontwerp- element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.	Geval
1(6-10)	S 235	HE 160 B	1,600	N-M-V	0,064	Co #10 UGT +Y
2(2-10)	S 235	HE 160 B	0	N-M-V	0,058	Co #12 UGT -Y
3(7-9)	S 235	HE 160 B	0	N-M-V	0,067	Co #9 UGT +X
4(3-9)	S 235	HE 160 B	1,400	N-M-V	0,069	Co #9 UGT +X

Project: Opstelpunt 3 providers
Kamerlingh Onnesweg 148, Hilversum
Onderdeel: Controle dakliggers
Opdrachtgever: Circet Telecom B.V.
Projectnummer: 24001-015
Versie: 08-03-2024

Ontwerp- element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.		Geval
5(7-8)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,131		Co #12 UGT -Y
6(6-7)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,154		Co #10 UGT +Y
7(5-6)	S 235	HE 160 B	5,600	N-M-Kip	0,263		Co #10 UGT +Y
8(3-4)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,137		Co #10 UGT +Y
9(2-3)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,155		Co #12 UGT -Y
10(1-2)	S 235	HE 160 B	5,600	N-M-Kip	0,259		Co #12 UGT -Y
11(15-14)	S 235	ROR 114,3x6,3	0	N-M-Knik	0,539		Co #11 UGT -X
12(11-15)	S 235	ROR 114,3x6,3	1,500	N-M-V	0,485		Co #11 UGT -X
13(15-17)	S 235	L 60X 60X 6	2,602	N-M-Knik (*)	0,415 (*)		Co #11 UGT -X
14(15-16)	S 235	L 60X 60X 6	2,715	N-M-Knik (*)	0,422 (*)		Co #11 UGT -X
—	—	—	—	—	—	—	—
11(15-14)	S 235	ROR 114,3x6,3	0	N-M-Knik (*)	0,539 (*)		Co #11 UGT -X

6.3 Controle dakbalk in as F

6.3.1 Geometrie



Geometrie

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]	e _x	e _y	e _z	θ _x	θ _y	θ _z
1	0	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
2	18,450	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
3	22,200	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
4	32,400	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
5	42,600	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	1	2	18,450	i - j	S 235	1
2	2	3	3,750	i - j	S 235	2
3	3	4	10,200	i - j	S 235	2
4	4	5	10,200	i - j	S 235	2

Knoopopleggingen

	Knoop	X [m]	Type	K _x [kN/m]	K _y [kN/m]	K _z [kN/m]
1	2	18,450	Glob.	1E+10	0	0
2	1	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	3	22,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	4	32,400	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
5	5	42,600	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

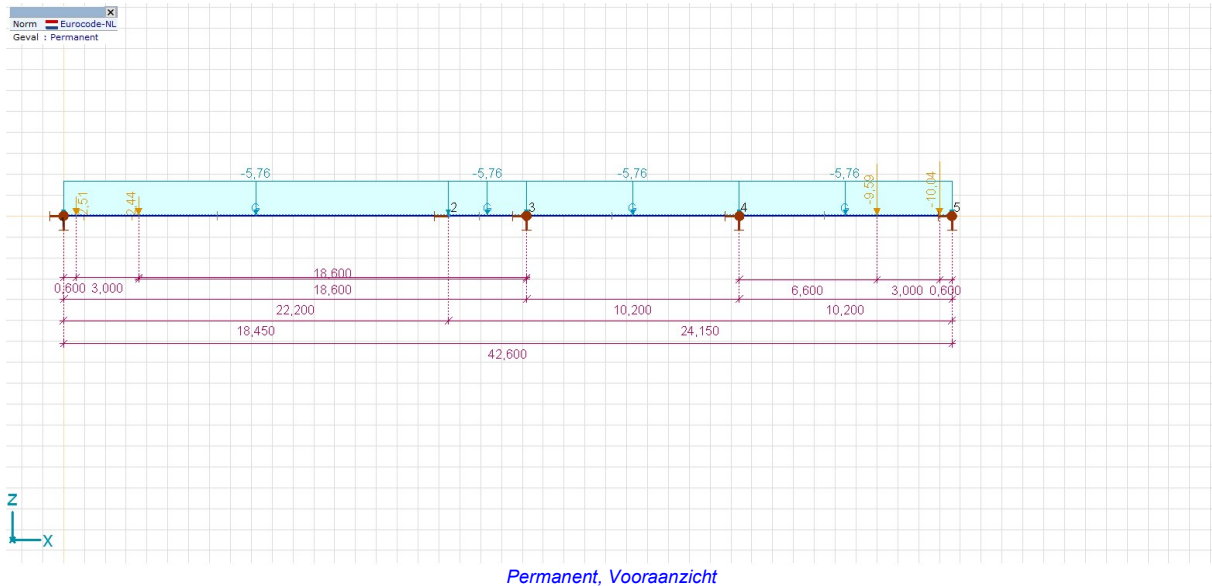
	Naam	Model	E _x [N/mm ²]	P ₁	P ₂	P ₃
1	S 235	Lineair	210000	f _y [N/mm ²] = 235,00	f _u [N/mm ²] = 360,00	f _y [*] [N/mm ²] = 215,00

	Naam	P ₄
1	S 235	f _u [*] [N/mm ²] = 360,00

Profielen

	Naam	Vorm	A _x [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]
1	HE 500 A	I	19756,69	8,6988E+8	1,0367E+8	3949474,0	1058559,0
2	HE 450 A	I	17805,68	6,3732E+8	9,4654E+7	3216417,0	965576,4

6.3.2 Belastingen



Permanent: Geconcentreerde belastingen op staven

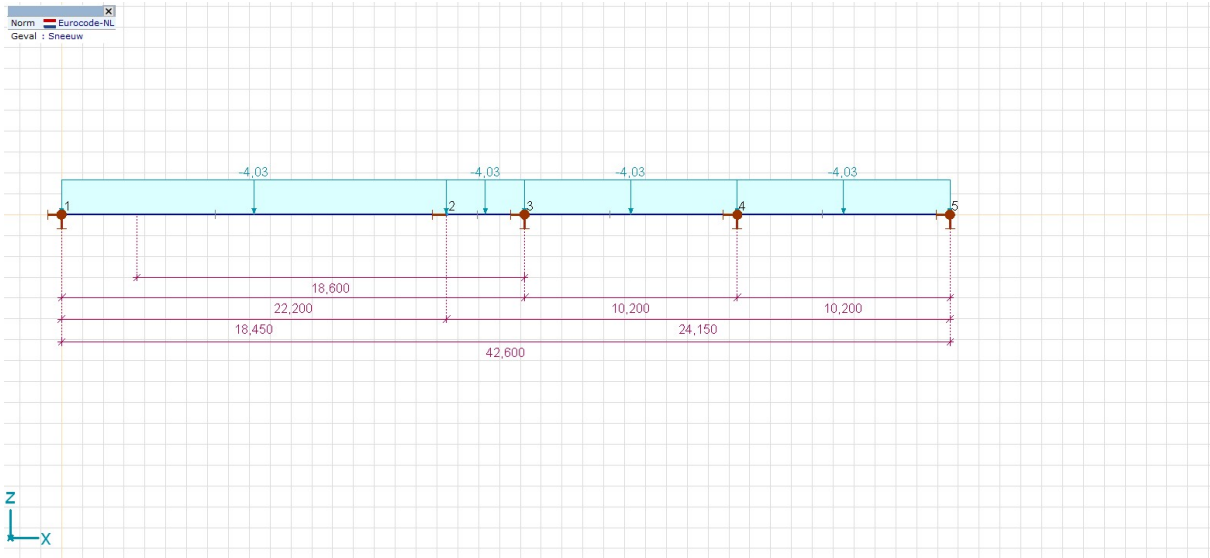
Type	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1 Staaf G	d	0,600	0	0	-2,51	0	0	0
Staaf G	d	3,600	0	0	-2,44	0	0	0
4 Staaf G	d	6,600	0	0	-9,59	0	0	0
Staaf G	d	9,600	0	0	-10,04	0	0	0

Permanent: Verdeelde belastingen op staven en ribben

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1 Staaf G In.	18,450	a	0	0	0	-5,76
			1,000	0	0	-5,76
2 Staaf G In.	3,750	a	0	0	0	-5,76
			1,000	0	0	-5,76
3 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-5,76
			1,000	0	0	-5,76
4 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-5,76
			1,000	0	0	-5,76

Permanent: Staaf eigen gewicht

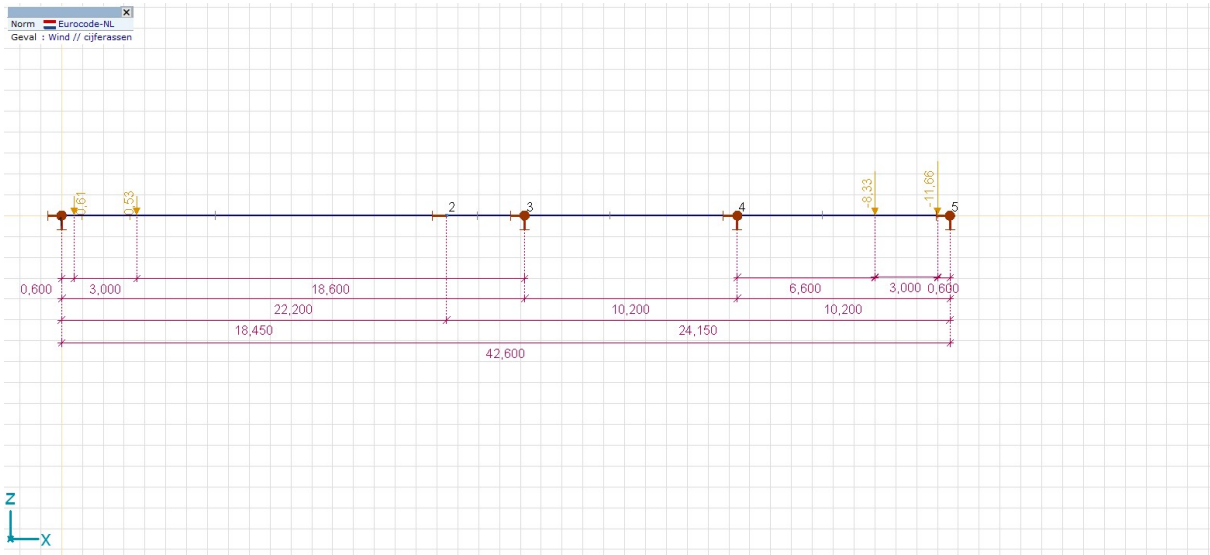
	Σ [kg]
1-4	6236,967
Totaal	6236,967



Sneeuw, Vooraanzicht

Sneeuw: Verdeelde belastingen op staven en ribben

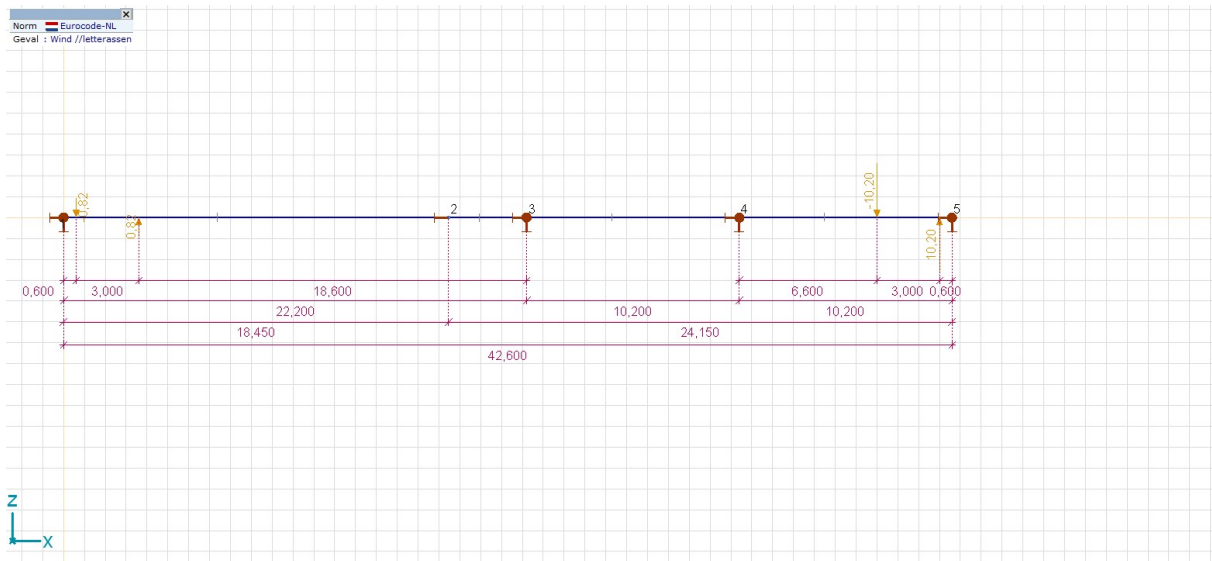
Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1 Staaf G In.	18,450	a	0	0	0	-4,03
			1,000	0	0	-4,03
2 Staaf G In.	3,750	a	0	0	0	-4,03
			1,000	0	0	-4,03
3 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-4,03
			1,000	0	0	-4,03
4 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-4,03
			1,000	0	0	-4,03



Wind // cijferassen, Vooraanzicht

Wind // cijferassen: Geconcentreerde belastingen op staven

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Excentriciteit	e _y [mm]	e _z [mm]
1 Staaf G	18,450	d	0,600	0	0	-0,61	0	0	0	Geen excentriciteit		
Staaf G		d	3,600	0	0	-0,53	0	0	0	Geen excentriciteit		
4 Staaf G	10,200	d	6,600	0	0	-8,33	0	0	0	Geen excentriciteit		
Staaf G		d	9,600	0	0	-11,66	0	0	0	Geen excentriciteit		



Wind //letterassen, Vooraanzicht

Wind //letterassen: Geconcentreerde belastingen op staven

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Excentriciteit	e _y [mm]	e _z [mm]
1 Staaf G	18,450	d	0,600	0	0	-0,82	0	0	0	Geen excentriciteit		
2 Staaf G		d	3,600	0	0	0,82	0	0	0	Geen excentriciteit		
4 Staaf G	10,200	d	6,600	0	0	-10,20	0	0	0	Geen excentriciteit		
5 Staaf G		d	9,600	0	0	10,20	0	0	0	Geen excentriciteit		

Belastinggroepen (Eurocode-NL)

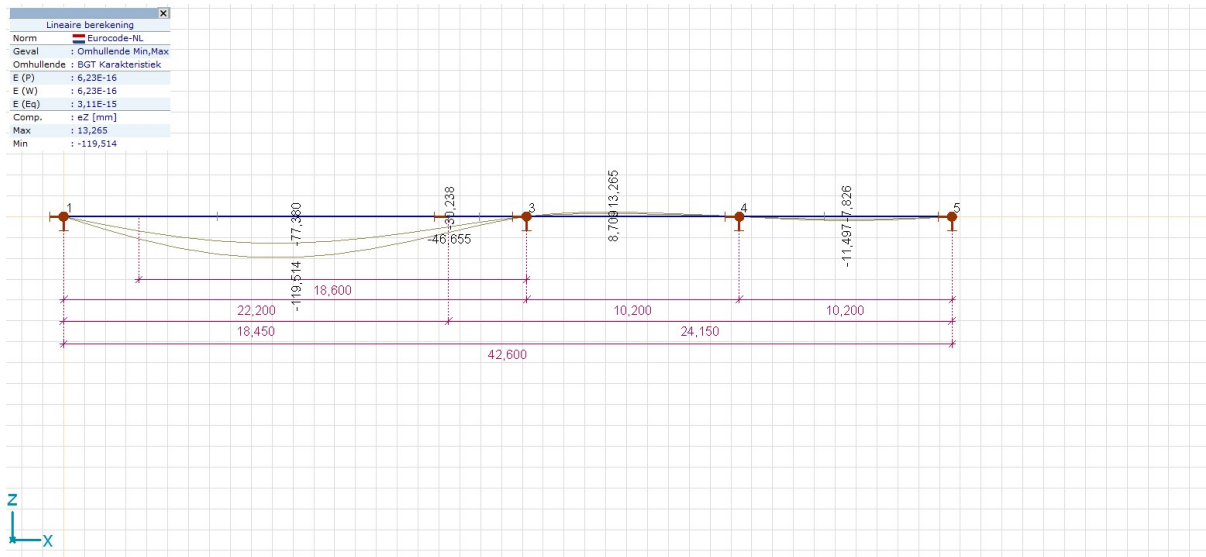
Groep	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additive
1 PERM1	Permanent	1,350	0,900	0,889					1
2 VER1	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
3 VER2	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
4 VER3	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent (PERM1)	Sneeuw (VER1)	Wind // cijferassen (VER2)
1	0,90*Permanent	UGT (a, b)	0,90	0	0
2	1,35*Permanent	UGT (a, b)	1,35	0	0
3	0,90*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	0,90	1,50	0
4	0,90*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	0,90	0	1,50
5	0,90*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	UGT (a, b)	0,90	0	0
6	1,20*Permanent	UGT (a, b)	1,20	0	0
7	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	1,20	1,50	0
8	1,20*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	1,20	0	1,50
9	1,20*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	UGT (a, b)	1,20	0	0
10	1,00*Permanent	BGT Karakteristiek	1,00	0	0
11	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0
12	1,00*Permanent + 1,00*Wind // cijferassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00
13	1,00*Permanent + 1,00*Wind //letterassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	0

	Wind //letterassen (VER3)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	1,50
6	0
7	0
8	0
9	1,50
10	0
11	0
12	0
13	1,00

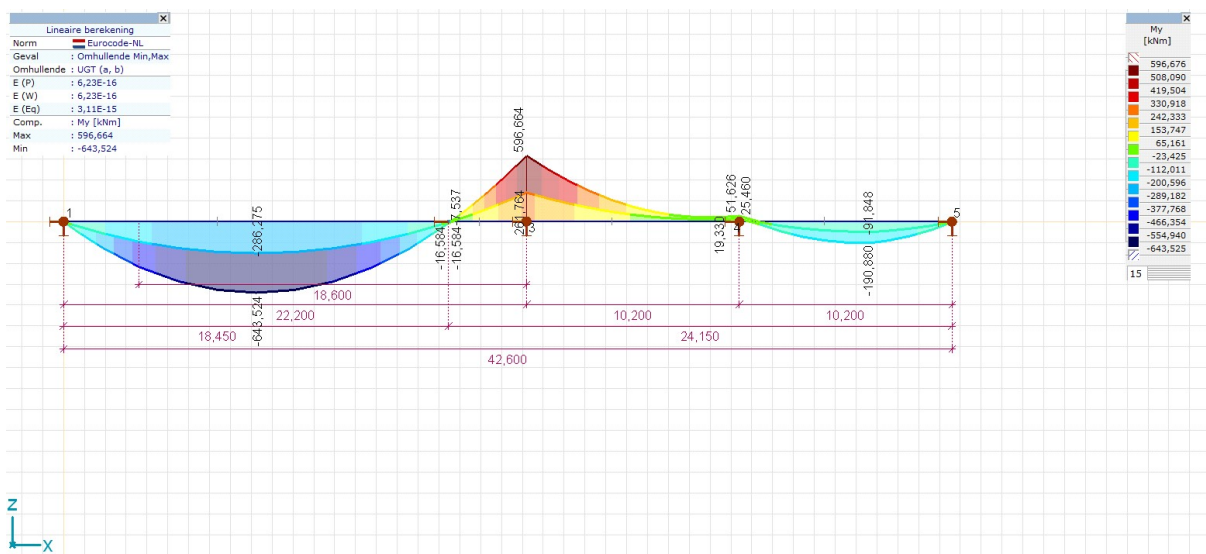
6.3.3 Resultaten



[I], Linear, Omhullende (BGT Karakteristiek), ez, Lijnen, Vooraanzicht

Staafterplaatsingen [Linear, Omhullende (BGT Karakteristiek)]

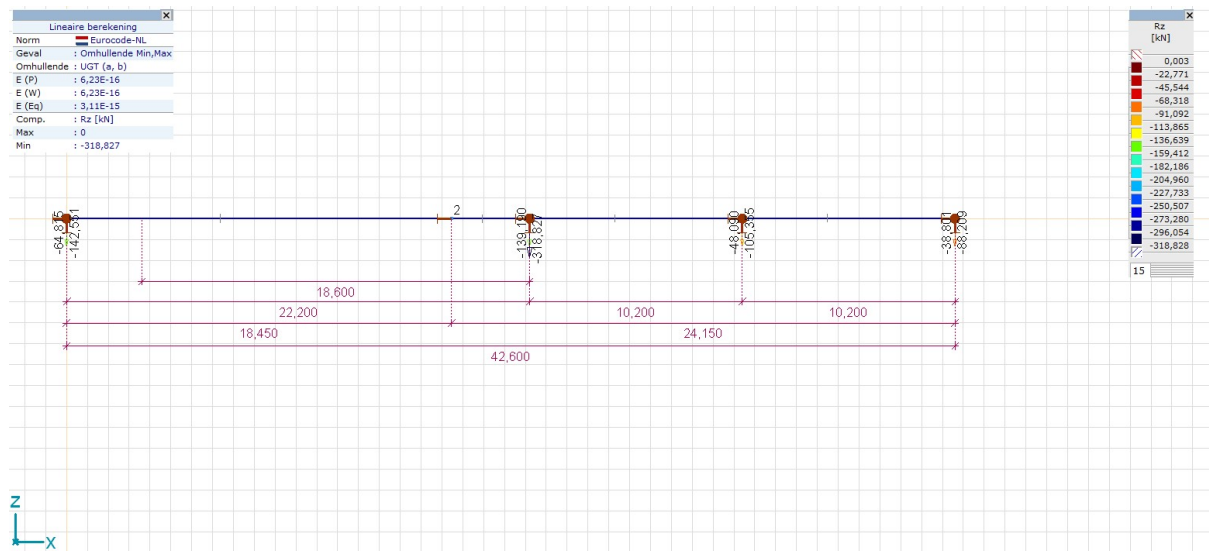
Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	ez [mm]
1	1 HE 500 A				L=18,450		
		ez min		1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	11,070		-119,514
		max		1,00*Permanent	0	(1)	0
2	2 HE 450 A				L=3,750		
		ez min		1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(2)	-46,655
		max		1,00*Permanent + 1,00*Wind //letterassen	3,750	(3)	0
3	2 HE 450 A				L=10,200		
		ez min		1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(3)	0
		max		1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	4,080		13,265
4	2 HE 450 A				L=10,200		
		ez min		1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	5,100		-11,497
		max		1,00*Permanent + 1,00*Wind //letterassen	10,200	(5)	0



[I], Linear, Omhullende (UGT (a, b)), My, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Staafkrachten [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

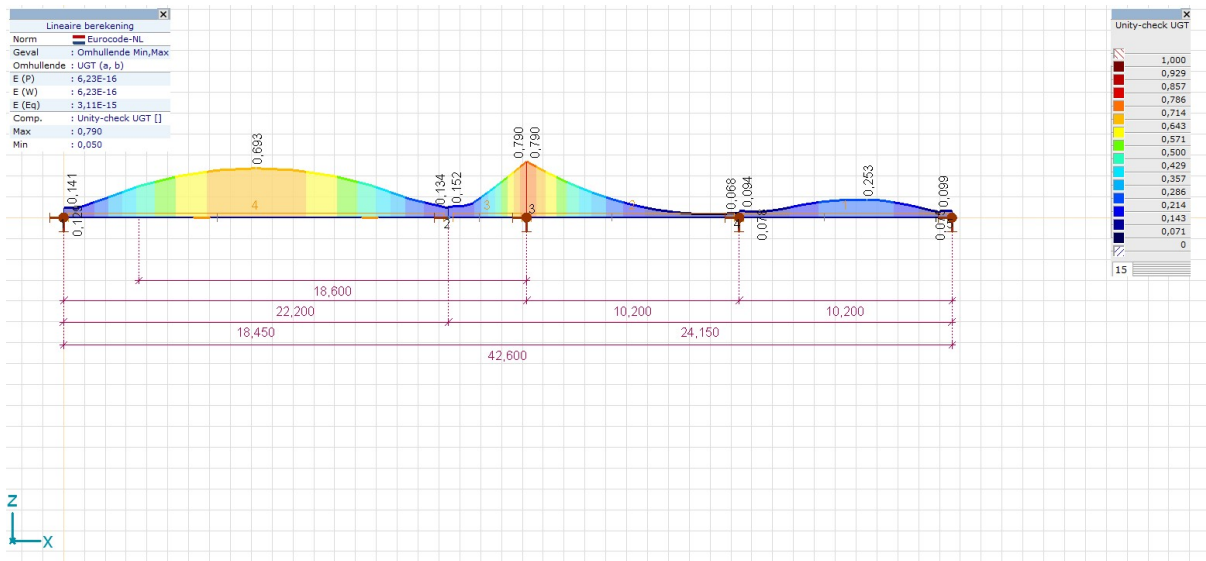
Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]
1	1 HE 500 A				L=18,450			
		My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	9,225		-0,229	-643,524
			max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(1)	-142,551	0
2	2 HE 450 A				L=3,750			
		My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(2)	136,151	-16,584
			max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	3,750	(3)	190,914	596,664
3	2 HE 450 A				L=10,200			
		My	min	0,90*Permanent	9,180		2,736	19,330
			max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(3)	-127,913	596,664
4	2 HE 450 A				L=10,200			
		My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	6,120		5,062	-190,880
			max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(4)	-84,312	51,626



[[I], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), Rz (knoopopl.), Lijnen, Vooraanzicht

Interne krachten knooppiegging [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

Knoop	X [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rz [kN]
2	1	0 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	-142,551
				max	0,90*Permanent	-64,815
3	3	22,200 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	-318,827
				max	0,90*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	-139,190
4	4	32,400 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	-105,355
				max	0,90*Permanent	-48,090
5	5	42,600 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	-88,209
				max	0,90*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	-38,801



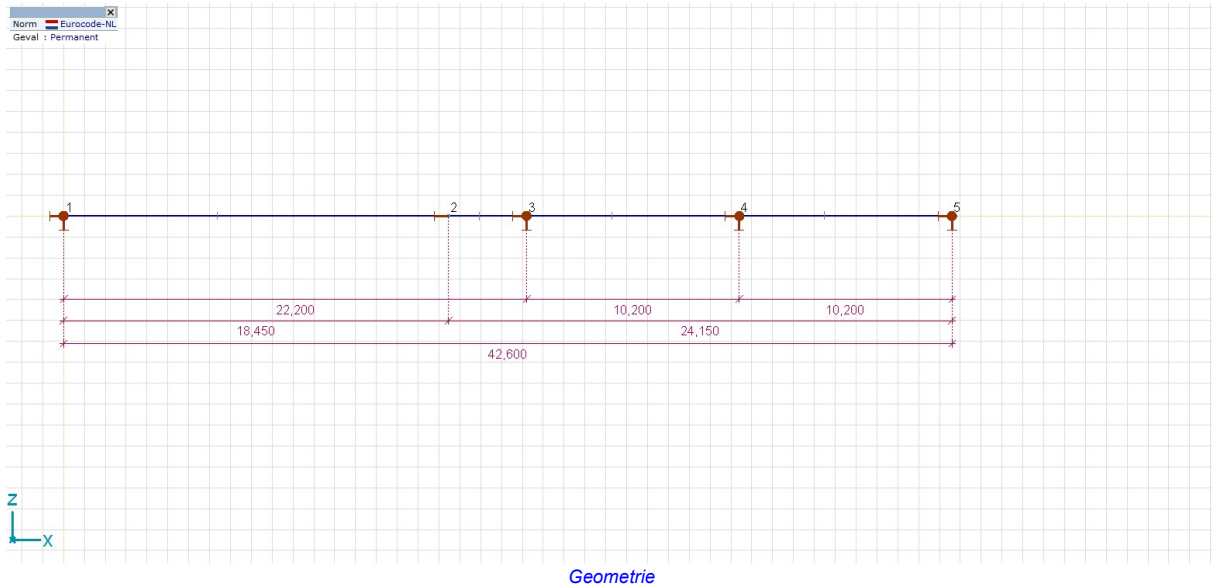
[Stl], Linear, Omhullende (UGT (a, b)), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Linear, Omhullende (UGT (a, b))]

Ontwerp- element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.	Geval
1(4-5)	S 235	HE 450 A	6,120	N-M-V	0,253	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
2(3-4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,790	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
3(2-3)	S 235	HE 450 A	3,750	N-M-V	0,790	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
4(1-2)	S 235	HE 500 A	9,225	N-M-V	0,693	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
—	—	—	—	—	—	—
2(3-4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,790	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw

6.4 Controle dakbalk in as G (Randbalk)

6.4.1 Geometrie



Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]	e _x	e _y	e _z	θ _x	θ _y	θ _z
1	0	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
2	18,450	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
3	22,200	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
4	32,400	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
5	42,600	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast

Staven

	Start-punt	End-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	1	2	18,450	i - j	S 235	1
2	2	3	3,750	i - j	S 235	1
3	3	4	10,200	i - j	S 235	1
4	4	5	10,200	i - j	S 235	1

Knoopopleggingen

	Knoop	X [m]	Type	K _x [kN/m]	K _y [kN/m]	K _z [kN/m]
1	2	18,450	Glob.	1E+10	0	0
2	1	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	3	22,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	4	32,400	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
5	5	42,600	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

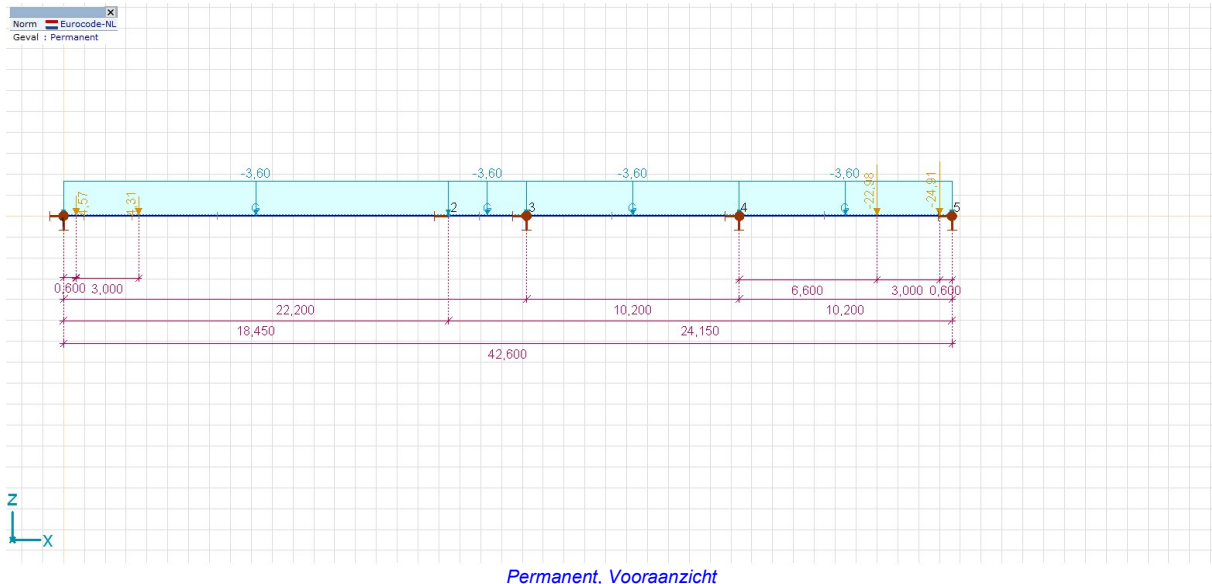
	Naam	Type	Model	E _x [N/mm ²]	E _y [N/mm ²]	P ₁	P ₂	P ₃
1	S 235	Staal	Lineair	210000	210000	f _y [N/mm ²] = 235,00	f _u [N/mm ²] = 360,00	f _y *[N/mm ²] = 215,00

	Naam	P ₄
1	S 235	f _v *[N/mm ²] = 360,00

Profielen

	Naam	h [mm]	A _x [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]
1	HE 450 A	440,0	17805,68	6,3732E+8	9,4654E+7	3216417,0	965576,4

6.4.2 Belastingen



Permanent: Geconcentreerde belastingen op staven

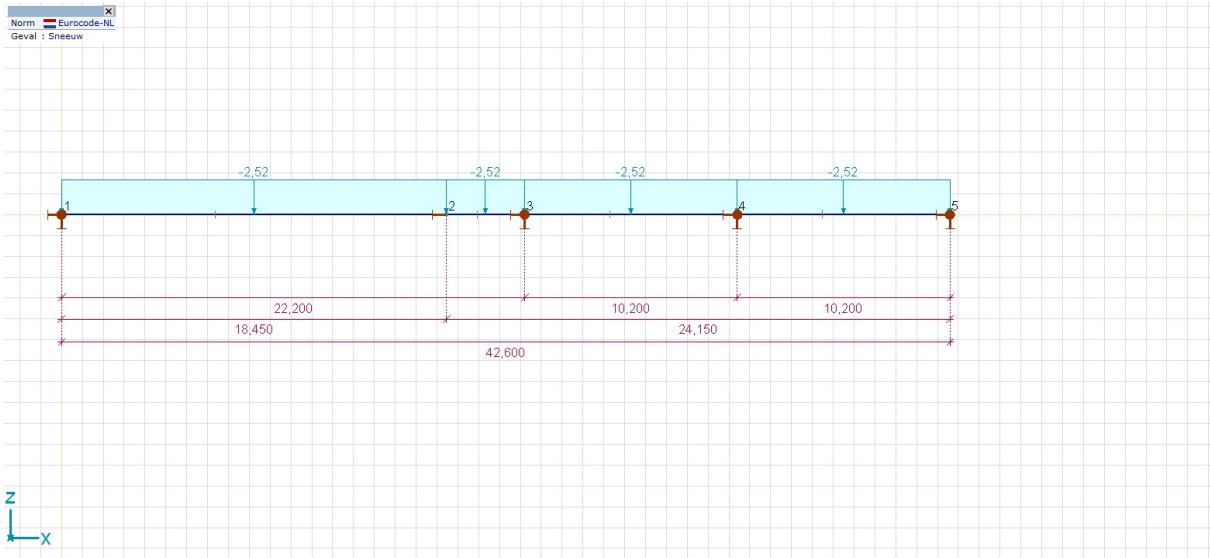
Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fz [kN]
1 Staaf G	18,450	d	0,600	-4,57
Staaf G		d	3,600	-4,31
4 Staaf G	10,200	d	6,600	-22,98
Staaf G		d	9,600	-24,91

Permanent: Verdeelde belastingen op staven en ribben

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1 Staaf G In.	18,450	a	0	0	0	-3,60
			1,000	0	0	-3,60
2 Staaf G In.	3,750	a	0	0	0	-3,60
			1,000	0	0	-3,60
3 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-3,60
			1,000	0	0	-3,60
4 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-3,60
			1,000	0	0	-3,60

Permanent: Staaf eigen gewicht

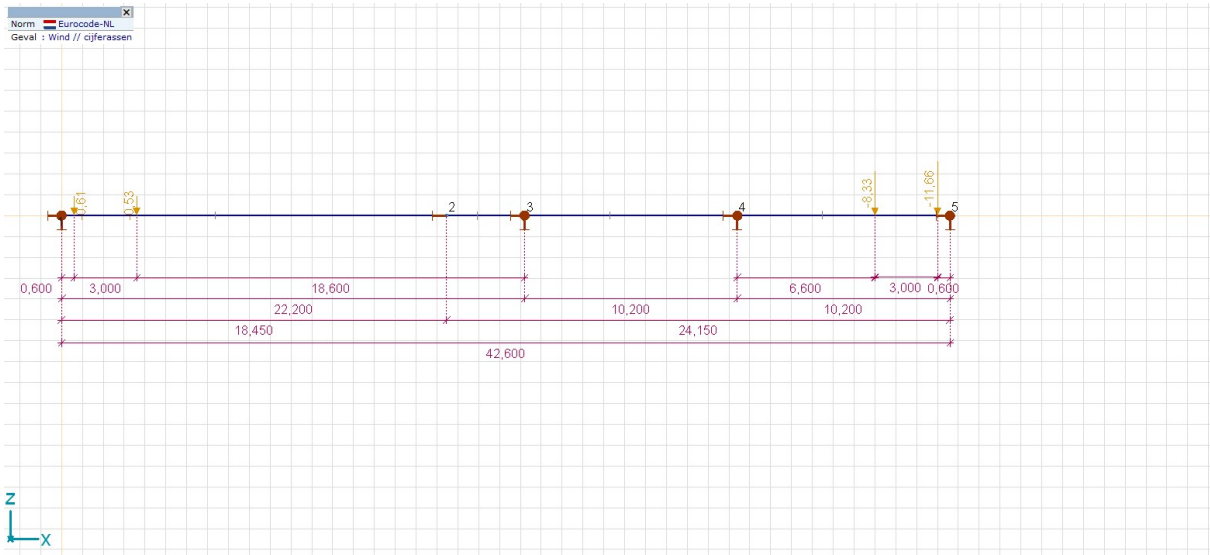
	Σ [kg]
1-4	5954,399
Totaal	5954,399



Sneeuw, Vooraanzicht

Sneeuw: Verdeelde belastingen op staven en ribben

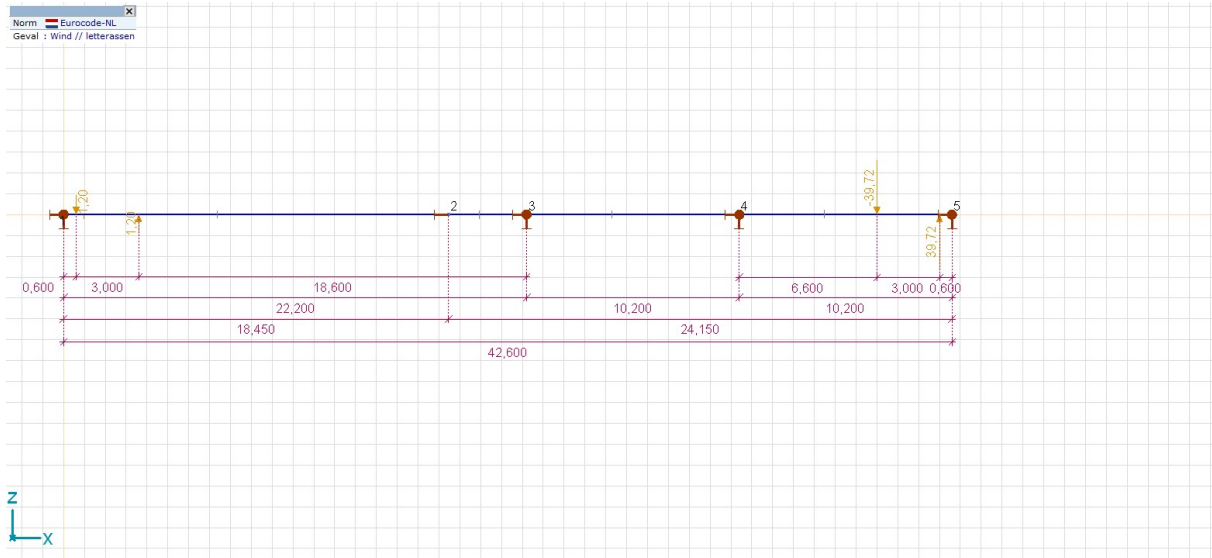
Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1 Staaf G In.	18,450	a	0	0	0	-2,52
			1,000	0	0	-2,52
2 Staaf G In.	3,750	a	0	0	0	-2,52
			1,000	0	0	-2,52
3 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-2,52
			1,000	0	0	-2,52
4 Staaf G In.	10,200	a	0	0	0	-2,52
			1,000	0	0	-2,52



Wind // cijferassen, Vooraanzicht

Wind // cijferassen: Geconcentreerde belastingen op staven

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fz [kN]
1 Staaf G	18,450	d	0,600	-0,61
Staaf G		d	3,600	-0,53
4 Staaf G	10,200	d	6,600	-8,33
Staaf G		d	9,600	-11,66



Wind // letterassen, Vooraanzicht

Wind // letterassen: Geconcentreerde belastingen op staven

Type	Langte [m]	a/d	Pos.	Fz [kN]
1 Staaf G	18,450	d	0,600	-1,20
2 Staaf G		d	3,600	1,20
4 Staaf G	10,200	d	6,600	-39,72
5 Staaf G		d	9,600	39,72

Belastinggroepen (Eurocode-NL)

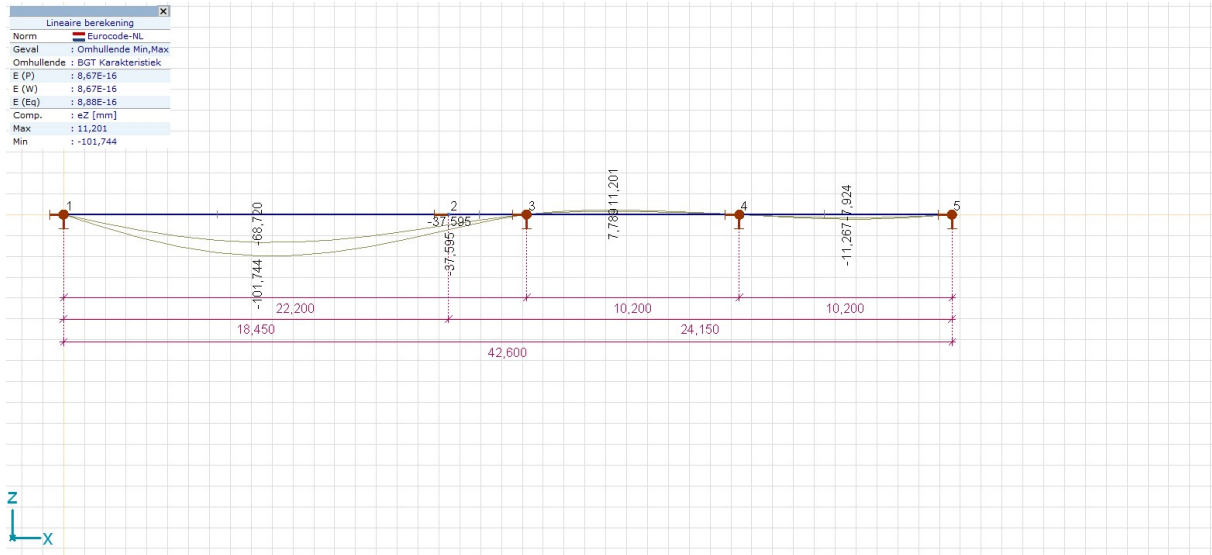
Groep	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additive
1 PERM1	Permanent	1,350	0,900	0,889					1
2 VER1	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
3 VER2	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
4 VER3	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent (PERM1)	Sneeuw (VER1)	Wind // cijferassen (VER2)
1	0,90*Permanent	UGT (a, b)	0,90	0	0
2	1,35*Permanent	UGT (a, b)	1,35	0	0
3	0,90*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	0,90	1,50	0
4	0,90*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	0,90	0	1,50
5	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	UGT (a, b)	0,90	0	0
6	1,20*Permanent	UGT (a, b)	1,20	0	0
7	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	1,20	1,50	0
8	1,20*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	1,20	0	1,50
9	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	UGT (a, b)	1,20	0	0
10	1,00*Permanent	BGT Karakteristiek	1,00	0	0
11	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0
12	1,00*Permanent + 1,00*Wind // cijferassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00
13	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	0

	Wind // letterassen (VER3)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	1,50
6	0
7	0
8	0
9	1,50
10	0
11	0
12	0
13	1,00

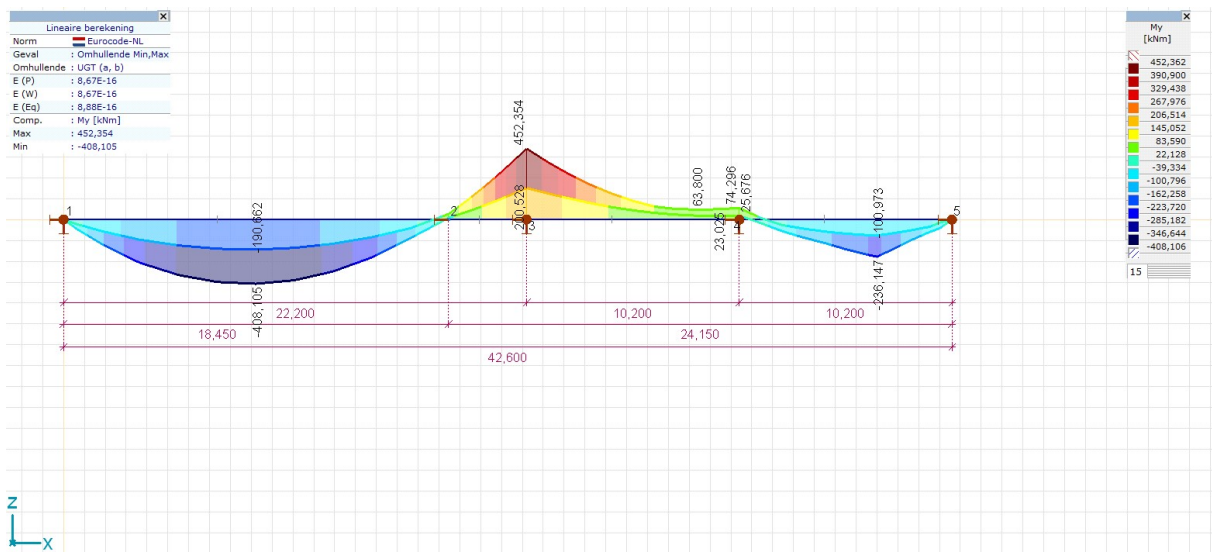
6.4.3 Resultaten



[I], Lineair, Omhullende (BGT Karakteristiek), eZ, Lijnen, Vooraanzicht

Staafterverplaatsingen [Lineair, Omhullende (BGT Karakteristiek)]

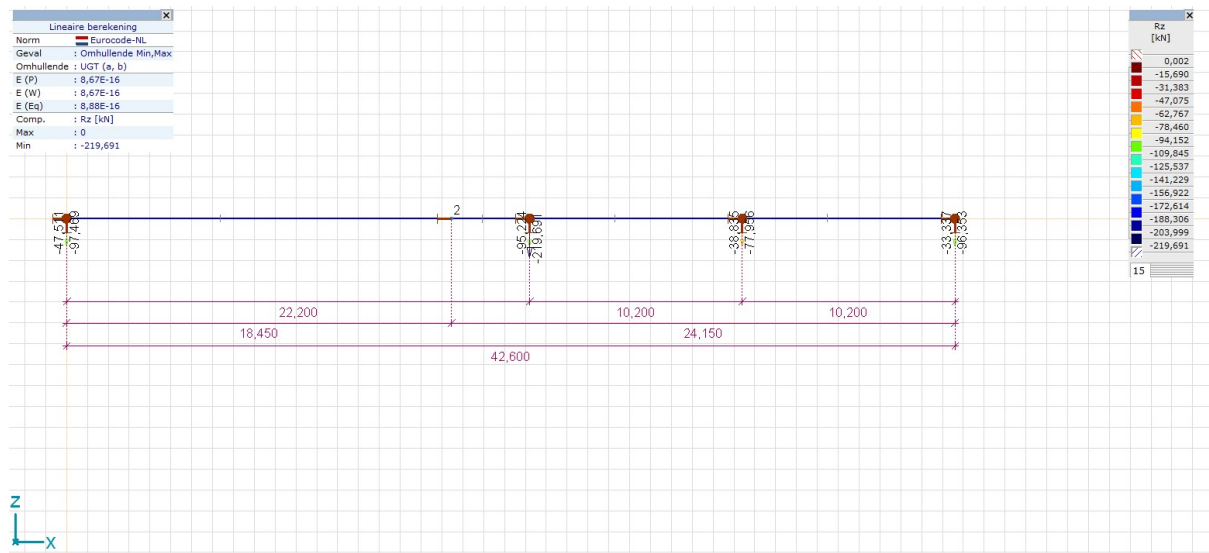
Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	eZ [mm]
1	1 HE 450 A				L=18,450		
		eZ	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	9,225		-101,744
			max	1,00*Permanent	0	(1)	0
2	1 HE 450 A				L=3,750		
		eZ	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(2)	-37,595
			max	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	3,750	(3)	0
3	1 HE 450 A				L=10,200		
		eZ	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(3)	0
			max	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	4,080		11,201
4	1 HE 450 A				L=10,200		
		eZ	min	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	5,100		-11,267
			max	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	10,200	(5)	0



[I], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), My, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Staafrachten [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

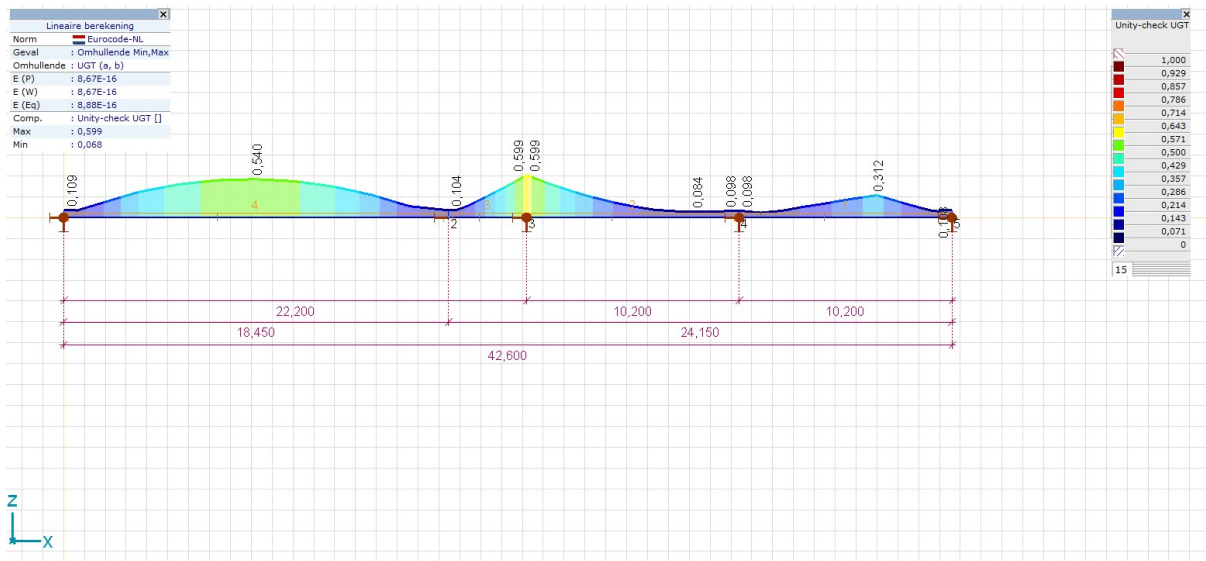
Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]
1	1 HE 450 A				L=18,450			
		My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	9,225		3,088	-408,105
			max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	18,450	(2)	92,997	35,088
2	1 HE 450 A				L=3,750			
		My	min	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	0	(2)	42,413	10,021
			max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	3,750	(3)	129,545	452,354
3	1 HE 450 A				L=10,200			
		My	min	0,90*Permanent	9,180		0,318	23,025
			max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(3)	-90,146	452,354
4	1 HE 450 A				L=10,200			
		My	min	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	6,600		-27,350	-236,150
			max	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	0	(4)	-66,726	74,296



[I], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), Rz (knooppl.), Lijnen, Vooraanzicht

Interne krachten knooppiegging [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

Knoop	X [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rz [kN]
2	1	0 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	-97,469
				max	0,90*Permanent	-47,511
3	3	22,200 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	-219,691
				max	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	-95,224
4	4	32,400 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	-77,956
				max	0,90*Permanent	-38,835
5	5	42,600 Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	-96,353
				max	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	-33,337



[Stl], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

Ontwerp- element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.	Geval
1(4-5)	S 235	HE 450 A	6,600	N-M-V	0,312	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen
2(3-4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,599	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
3(2-3)	S 235	HE 450 A	3,750	N-M-V	0,599	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
4(1-2)	S 235	HE 450 A	9,225	N-M-V	0,540	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
—	—	—	—	—	—	—
2(3-4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,599	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw