

## 1. Inhoudsopgave

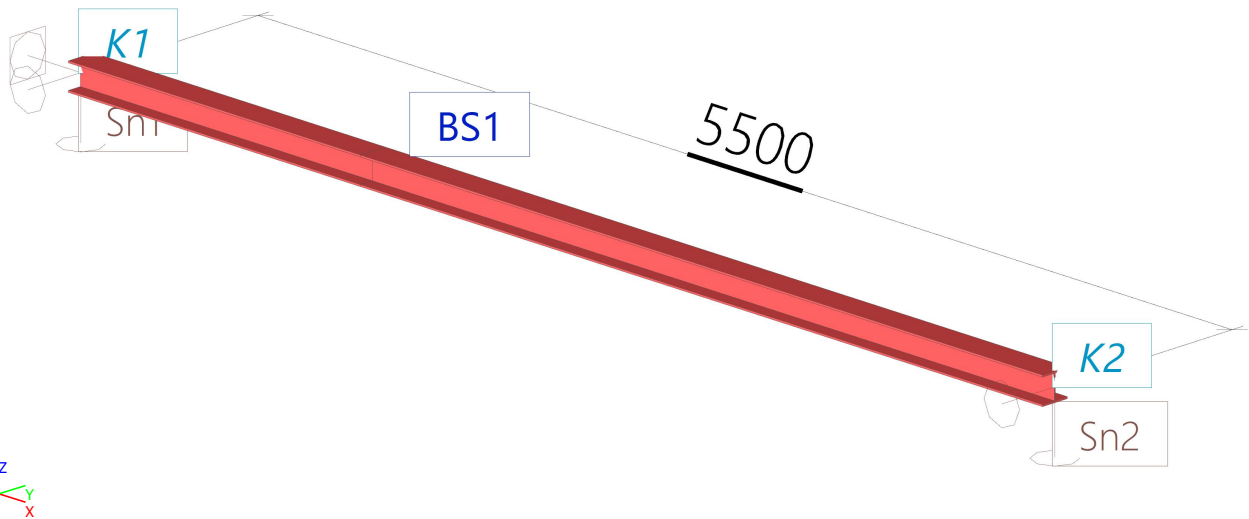
1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. Constructie	2
3.1. Rekenmodel 3D	2
3.2. Rekenmodel	2
3.3. Lagen	3
3.4. Materialen	3
3.5. Doorsneden	3
3.6. Knopen	4
3.7. Knoopsteunpunten	4
3.8. Staven	4
3.9. Systeemplengtes en knikgroepen	4
3.10. Instellingen net	4
4. Belastingen	6
4.1. Belastinggroepen	6
4.2. Belastinggevallen - Lijst	6
4.3. Belastingen	6
4.3.1. Belastingen - EIG	6
4.3.1.1. EIG / Totale waarde / Waarde	6
4.3.2. Belastingen - Wind_Druk	7
4.3.2.1. EIG / Totale waarde / Waarde	7
4.3.3. Belastingen - Wind_Trek	7
4.3.3.1. EIG / Totale waarde / Waarde	7
4.3.4. Belastingen - Truss_1	8
4.3.4.1. EIG / Totale waarde / Waarde	8
4.3.5. Belastingen - Truss_2	8
4.3.5.1. EIG / Totale waarde / Waarde	8
4.3.6. Belastingen - Truss_3	9
4.3.6.1. EIG / Totale waarde / Waarde	9
4.3.7. Belastingen - Truss_4	9
4.3.7.1. EIG / Totale waarde / Waarde	9
4.4. Puntlast op knoop	10
4.5. Puntlast op staaf	10
4.6. Combinaties	10
5. Resultaten	11
5.1. Interne 1D-krachten	11
5.2. Interne 1D-krachten; N; V <sub>y</sub> ; V <sub>z</sub> ; M <sub>x</sub> ; M <sub>y</sub> ; M <sub>z</sub>	12
5.3. 1D-vervormingen - BGT-K zonder Eigengewicht	13
5.4. 1D-vervormingen - BGT-F	13
5.5. Slankheid staal	13
5.6. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle	14
5.7. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole	14

## 2. Project

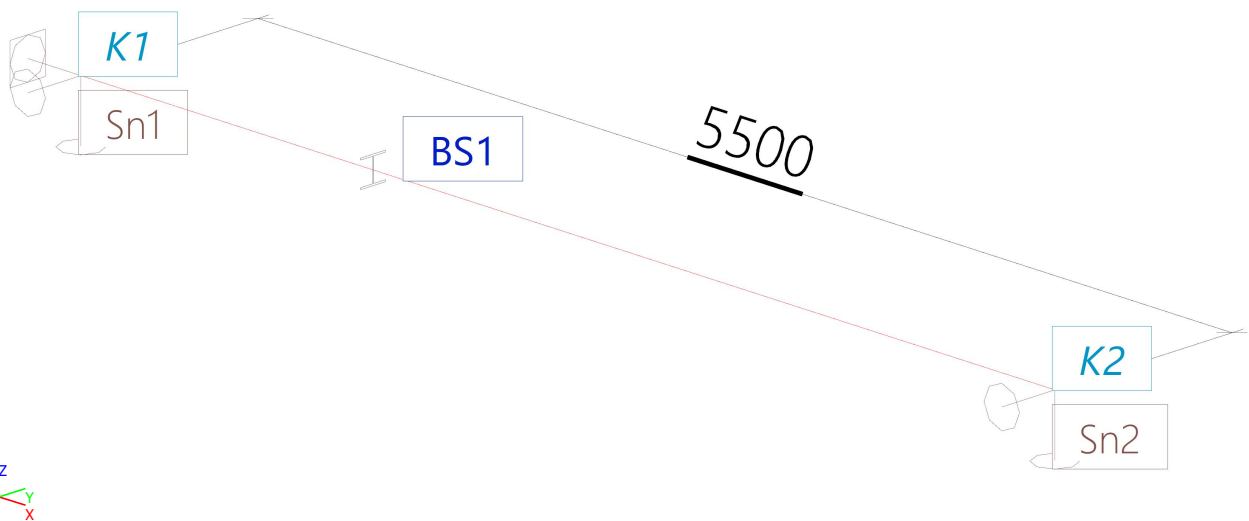
Gebruiker van licentie	robin.eeckhout@tractebel.engie.com
Project	W.004750 VC Waasmunster
Onderdeel	Dak Polyvalente - Check Kipsteun
Auteur	REE
Datum	2025-10-17
Constructie	Algemeen XYZ
Gravitatieversnelling [m/s <sup>2</sup> ]	9,810
Nationale norm	EC - EN

## 3. Constructie

### 3.1. Rekenmodel 3D



### 3.2. Rekenmodel



### 3.3. Lagen

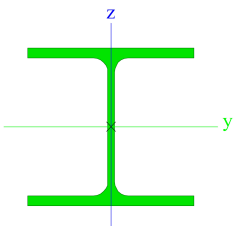
Naam	Enkel	constructiemodel	Kleur
BS	*		■
_Maten	*		■

### 3.4. Materialen

Staal EC3

Naam	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_u$ [MPa]	Kleur
		$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]					
S 235 JR (EN 10025-2)	7850,0	2,1000e+05	0.3	0	3	235,0	360,0	■
		8,0769e+04	0,00	3	16	235,0	360,0	
				16	40	225,0	360,0	
				40	63	215,0	360,0	
				63	80	215,0	360,0	
				80	100	215,0	360,0	
				100	150	195,0	350,0	
				150	200	185,0	340,0	
				200	250	175,0	340,0	

### 3.5. Doorsneden

Kniksteun_HEA140_S235		
Type	HEA140	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235 JR (EN 10025-2)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,1400e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	2,2882e-03	7,8192e-04
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	7,9400e-01	7,9430e-01
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	70	66
$\alpha$ [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,0300e-05	3,8900e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	57	35
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,5500e-04	5,5600e-05
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,7333e-04	8,5000e-05
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	4,08e+04	4,08e+04
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	1,99e+04	1,99e+04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	8,1300e-08	1,5064e-08
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Flensbreedte t - Flensdikte s - Lijfdikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet a - Flenshelling

Verklaring van symbolen	
	W - Interne boutafstand wm - Welving van eenheid bij flensvoet
A	Gebied
A <sub>y</sub>	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A <sub>z</sub>	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A <sub>L</sub>	Omtrek per eenheidslengte

Verklaring van symbolen	
$A_D$	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$C_{Y,UCS}$	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$C_{Z,UCS}$	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{YZ,LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
$\alpha$	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
$I_y$	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
$I_z$	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
$i_y$	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
$i_z$	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
$W_{el,y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el,z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
$d_y$	Coördinaat dwarskrachtencentrum in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
$d_z$	Coördinaat dwarskrachtencentrum in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
$I_t$	Torsie constante
$I_w$	Welvings constante
$\beta_y$	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
$\beta_z$	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

### 3.6. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000	0,000
K2	5,500	0,000	0,000

### 3.7. Knoopsteunpunten

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K1	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij
Sn2	K2	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

### 3.8. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
BS1	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	S 235 JR (EN 10025-2)	5,500	K1	K2	Balk (80)

### 3.9. Systeemplengtes en knikgroepen

Naam	Aantal onderdelen	Materiaal sta(af)/(ven)	ky-factor	Punt van lasttoepassing	Boogimperfectie e0,y
Omschrijving			kz-factor		Boogimperfectie e0,z
BG_BS_1	1	Staal, andere	Bereken Bereken	In het dwarskrachtencentrum	Van instellingen Van instellingen

### 3.10. Instellingen net

Naam	NetInstelling1
Generatie van variabele excentriciteiten op elementen in plaats van constante excentriciteiten	<input checked="" type="checkbox"/>
Generatie van knopen op staven	<input checked="" type="checkbox"/>
Elastisch net	<input checked="" type="checkbox"/>
Pas automatische netverfijning toe	<input checked="" type="checkbox"/>
Constructie-entiteiten verbinden	<input checked="" type="checkbox"/>

Verdeling op consoles en variabele staven	5
Verdeling voor integratiestrook en 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal 1D-netelementen op rechte 1D-elementen	5
Gemiddelde grootte van 2D-netelement [m]	0,300
Gemiddelde grootte van 1D-element op gebogen 1D-elementen [m]	0,300
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	0,500
Gemiddelde grootte van voorspankabels, elementen op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Minimale afstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0,001
Gemiddelde afmeting van paneelelement [m]	1,000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig
Vorm van netelementen	Vierhoeken en driehoeken
Groep belastingsgevallen voor automatische netverfijning	EIG

## 4. Belastingen

### 4.1. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
Permanent	Permanent		
Wind	Variabel	Exclusief	Wind
Cat.E	Variabel	Exclusief	Cat E : Opslagruimte

### 4.2. Belastingsgevallen - Lijst

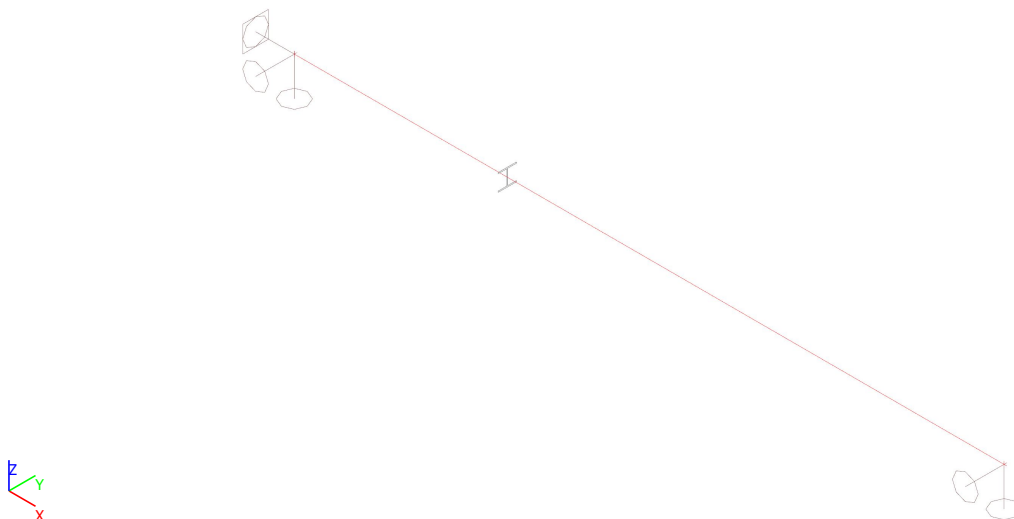
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
EIG		Permanent Eigen gewicht	Permanent	-Z		
Wind_Druk	Standaard	Variabel Statisch	Wind		Kort	Geen
Wind_Trek	Standaard	Variabel Statisch	Wind		Kort	Geen
Truss_1	Standaard	Variabel Statisch	Cat.E		Kort	Geen
Truss_2	Standaard	Variabel Statisch	Cat.E		Kort	Geen
Truss_3	Standaard	Variabel Statisch	Cat.E		Kort	Geen
Truss_4	Standaard	Variabel Statisch	Cat.E		Kort	Geen

### 4.3. Belastingen

#### 4.3.1. Belastingen - EIG

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
EIG		Permanent Eigen gewicht	Permanent	-Z

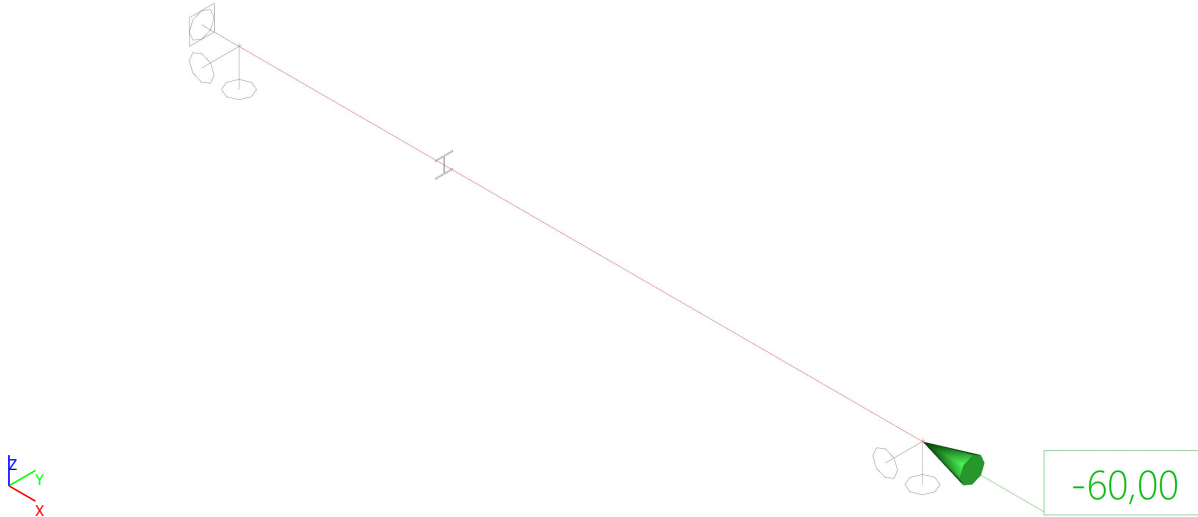
#### 4.3.1.1. EIG / Totale waarde / Waarde



**4.3.2. Belastingen - Wind\_Druk**

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
Wind_Druk		Variabel	Wind	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

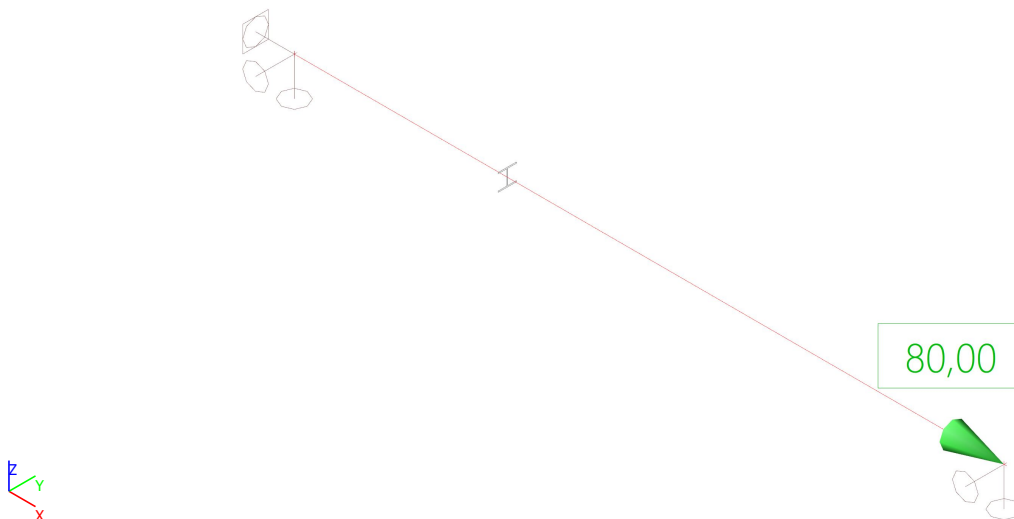
**4.3.2.1. EIG / Totale waarde / Waarde**



**4.3.3. Belastingen - Wind\_Trek**

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
Wind_Trek		Variabel	Wind	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

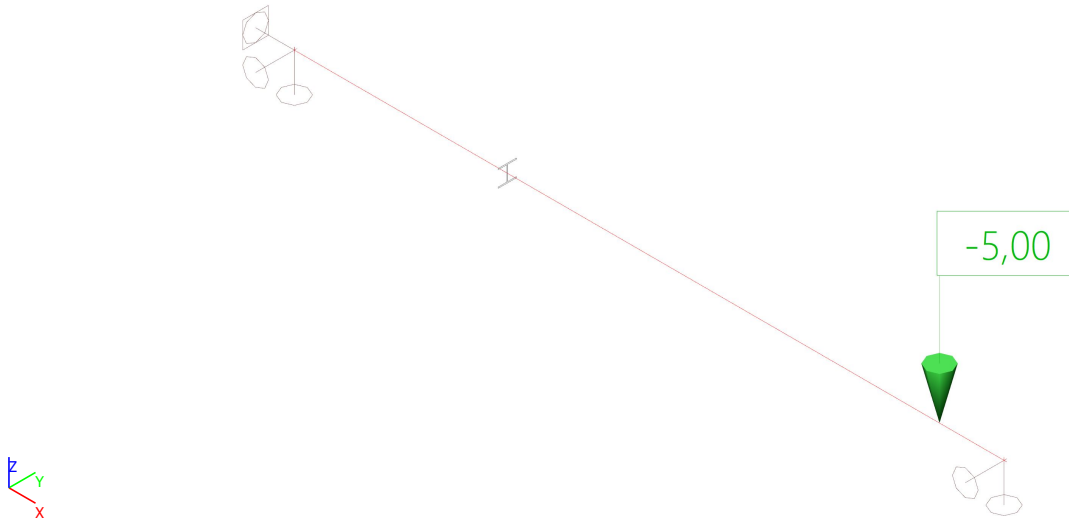
**4.3.3.1. EIG / Totale waarde / Waarde**



**4.3.4. Belastingen - Truss\_1**

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
Truss_1		Variabel	Cat.E	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

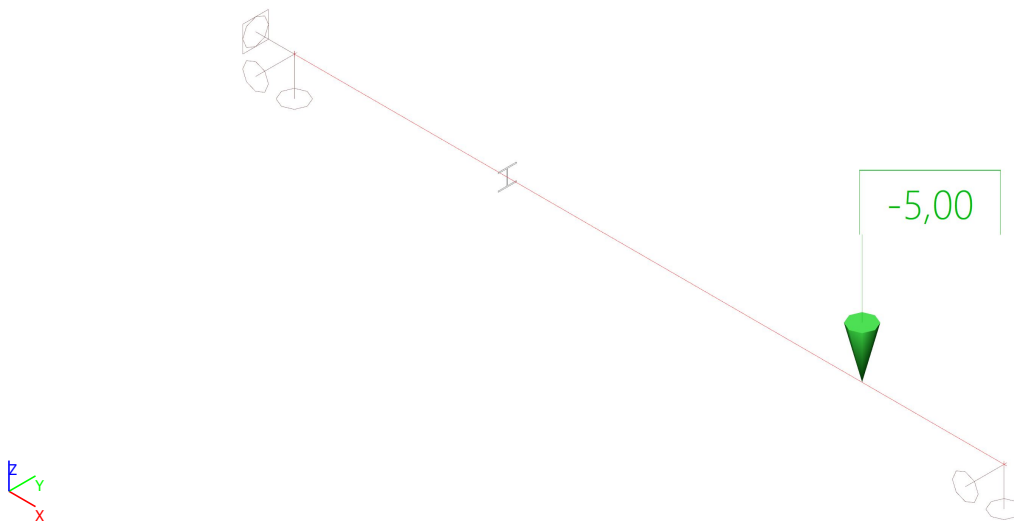
**4.3.4.1. EIG / Totale waarde / Waarde**



**4.3.5. Belastingen - Truss\_2**

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
Truss_2		Variabel	Cat.E	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

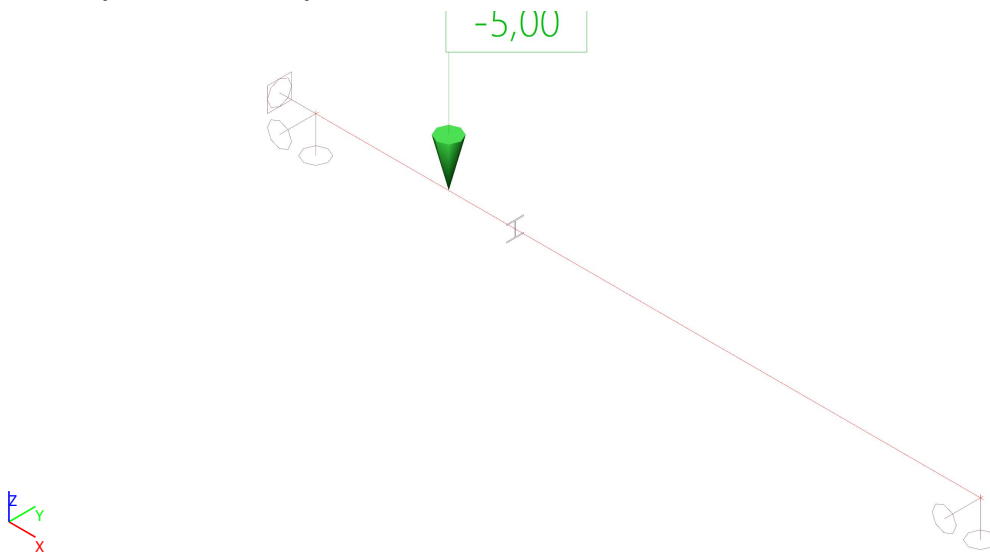
**4.3.5.1. EIG / Totale waarde / Waarde**



**4.3.6. Belastingen - Truss\_3**

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
Truss_3		Variabel	Cat.E	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

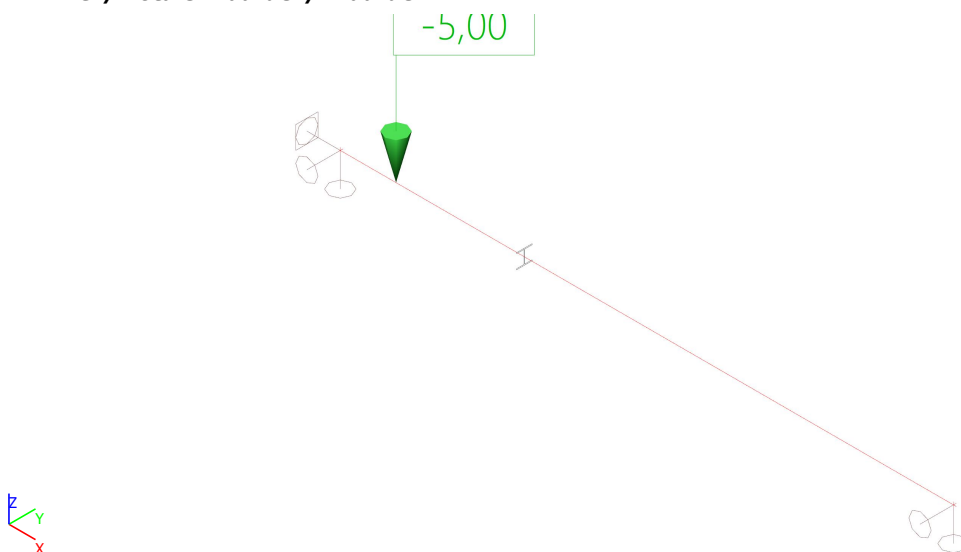
**4.3.6.1. EIG / Totale waarde / Waarde**



**4.3.7. Belastingen - Truss\_4**

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
Truss_4		Variabel	Cat.E	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

**4.3.7.1. EIG / Totale waarde / Waarde**



#### 4.4. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast1	K2	Wind_Druk	GCS	X	Kracht	-60,00
Puntlast2	K2	Wind_Trek	GCS	X	Kracht	80,00

#### 4.5. Puntlast op staaf

Naam	Staad	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	
Fb1	BS1	GCS	-5,00	0,500	Abso	1
	Truss_1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb2	BS1	GCS	-5,00	1,100	Abso	1
	Truss_2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb3	BS1	GCS	-5,00	1,100	Abso	1
	Truss_3	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb4	BS1	GCS	-5,00	0,500	Abso	1
	Truss_4	Z	Kracht		Vanaf begin	

#### 4.6. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT set B		EN-UGT (STR/GEO) Set B	EIG	1,00
			Wind_Druk	1,00
			Wind_Trek	1,00
			Truss_1	1,00
			Truss_2	1,00
			Truss_3	1,00
			Truss_4	1,00
BGT K		EN-BGT Karakteristiek	EIG	1,00
			Wind_Druk	1,00
			Wind_Trek	1,00
			Truss_1	1,00
			Truss_2	1,00
			Truss_3	1,00
			Truss_4	1,00
BGT K - EIG		EN-BGT Karakteristiek	Wind_Druk	1,00
			Wind_Trek	1,00
			Truss_1	1,00
			Truss_2	1,00
			Truss_3	1,00
			Truss_4	1,00
			BGT F	
Wind_Druk	1,00			
Wind_Trek	1,00			
Truss_1	1,00			
Truss_2	1,00			
Truss_3	1,00			
Truss_4	1,00			

## 5. Resultaten

### 5.1. Interne 1D-krachten

Lineaire berekening

Combinatie: UGT set B

Coördinatenstelsel: Hoofd

Extremum 1D: Element

Selectie: Alle

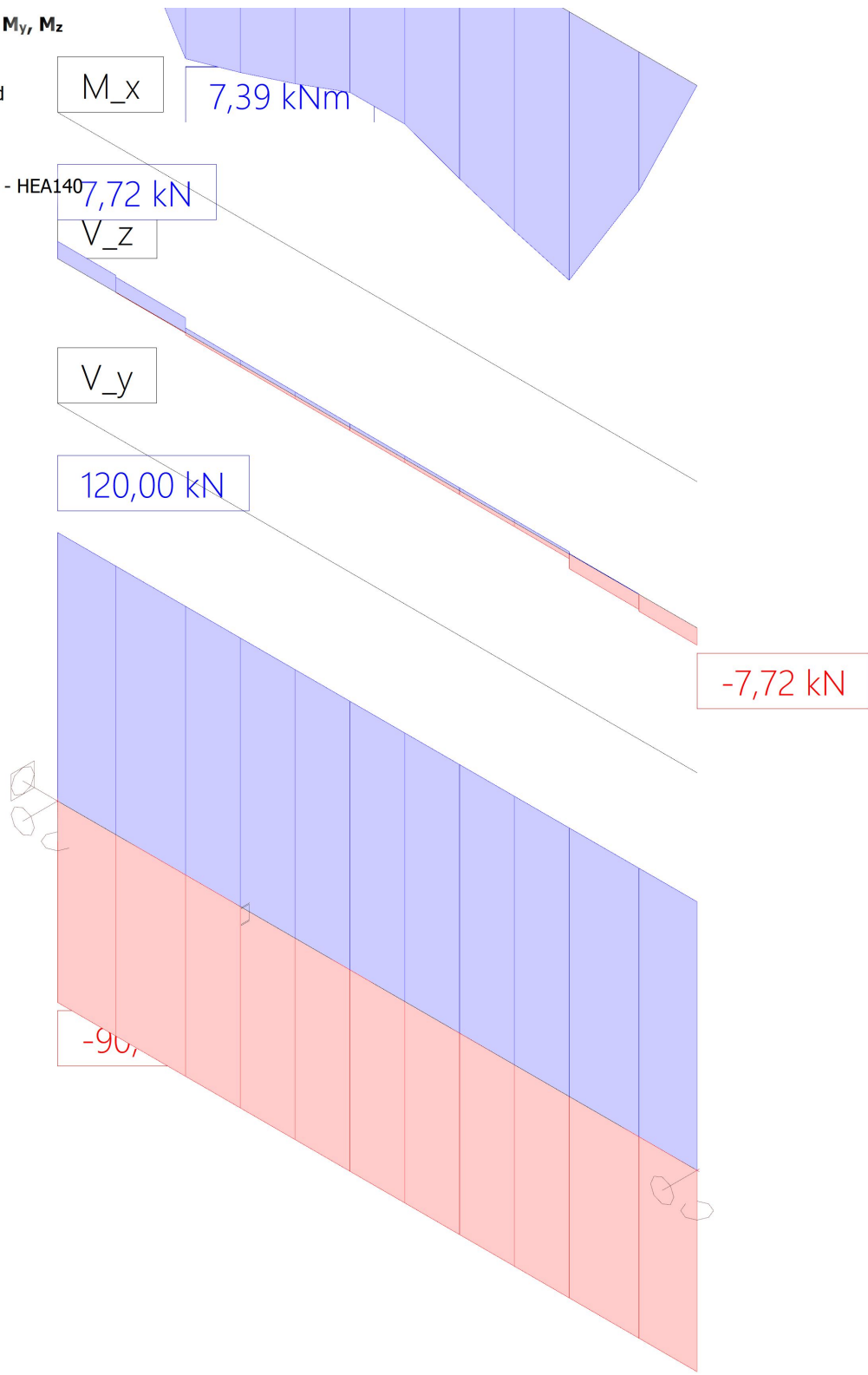
Filter: Doorsnede = Kniksteun\_HEA140\_S235 - HEA140

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
BS1	0,000	UGT set B/1	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	<b>120,00</b>	<b>0,00</b>	0,90	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
BS1	5,500	UGT set B/2	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	0,00	0,00	<b>-7,72</b>	0,00	0,00	0,00
BS1	0,000	UGT set B/3	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	0,00	0,00	<b>7,72</b>	0,00	0,00	0,00
BS1	4,400+	UGT set B/4	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	0,00	0,00	-6,54	0,00	<b>7,39</b>	0,00
BS1	0,000	UGT set B/5	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	<b>-90,00</b>	0,00	0,90	0,00	0,00	<b>0,00</b>

Naam	Combinatiesleutel
UGT set B/1	1.35*EIG + 1.50*Wind_Trek
UGT set B/2	1.35*EIG + 1.50*Truss_1
UGT set B/3	1.35*EIG + 1.50*Truss_4
UGT set B/4	1.35*EIG + 1.50*Truss_2
UGT set B/5	1.35*EIG + 1.50*Wind_Druk

**5.2. Interne 1D-krachten; N; V<sub>y</sub>; V<sub>z</sub>; M<sub>x</sub>; M<sub>y</sub>; M<sub>z</sub>**

Waarden: **N, V<sub>y</sub>, V<sub>z</sub>, M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>**  
 Lineaire berekening  
 Combinatie: UGT set B  
 Coördinatenstelsel: Hoofd  
 Extreme 1D: Doorsnede  
 Selectie: Alle  
 Filter: Doorsnede =  
 Kniksteun\_HEA140\_S235 - HEA140



### 5.3. 1D-vertormingen - BGT-K zonder Eigengewicht

Lineaire berekening

Combinatie: BGT K - EIG

Coördinatenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Doorsnede

Selectie: Alle

Filter: Doorsnede = Kniksteun\_HEA140\_S235 - HEA140

#### Relatieve vertormingen

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	u <sub>y</sub> [mm]	u <sub>y,rel</sub> [1/xx]	u <sub>z</sub> [mm]	u <sub>z,rel</sub> [1/xx]
BS1	0,000	BGT K - EIG/1	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>
BS1	2,514-	BGT K - EIG/2	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	0,000	0	<b>-4,677</b>	<b>-1/1176</b>

Naam	Combinatiesleutel
BGT K - EIG/1	Geen belastingsgevallen.
BGT K - EIG/2	Truss_3

### 5.4. 1D-vertormingen - BGT-F

Lineaire berekening

Combinatie: BGT F

Coördinatenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Doorsnede

Selectie: Alle

Filter: Doorsnede = Kniksteun\_HEA140\_S235 - HEA140

#### Relatieve vertormingen

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	u <sub>y</sub> [mm]	u <sub>y,rel</sub> [1/xx]	u <sub>z</sub> [mm]	u <sub>z,rel</sub> [1/xx]
BS1	0,000	BGT F/1	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>
BS1	2,514-	BGT F/2	Kniksteun_HEA140_S235 - HEA140	0,000	0	<b>-5,544</b>	<b>-1/992</b>

Naam	Combinatiesleutel
BGT F/1	EIG
BGT F/2	EIG + 0.90*Truss_3

### 5.5. Slankheid staal

Lineaire berekening

Staaf	CS Naam	Onderdeel	Ongesch. y	L <sub>y</sub> [m]	k <sub>y</sub> [-]	I <sub>y</sub> [m]	λ <sub>y</sub> [-]	e <sub>0,y</sub> [mm]	I <sub>yz</sub> [m]	I <sub>LTB</sub> [m]
			Ongesch. z	L <sub>z</sub> [m]	k <sub>z</sub> [-]	I <sub>z</sub> [m]	λ <sub>z</sub> [-]	e <sub>0,z</sub> [mm]		
BS1	Kniksteun_HEA140_S235	1	Nee	5,500	1,00	5,500	96,03	22,000	5,500	5,500
			Nee	5,500	1,00	5,500	156,26	27,500		

**5.6. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle**

Waarden: **Algehele eenh. controle**

Lineaire berekening

Combinatie: UGT set B

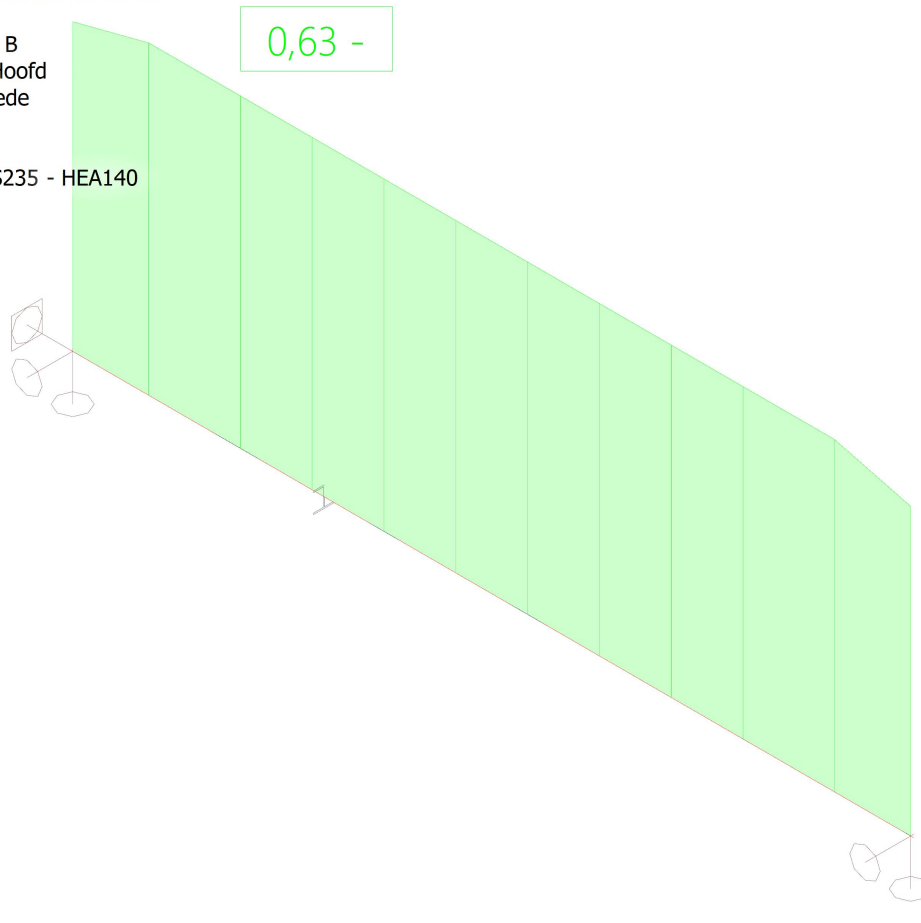
Coördinatenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Doorsnede

Selectie: Alle

Filter: Doorsnede =

Kniksteun\_HEA140\_S235 - HEA140



**5.7. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole**

Waarden: **Algehele eenh. controle**

Lineaire berekening

Combinatie: UGT set B

Coördinatenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Doorsnede

Selectie: Alle

Filter: Doorsnede = Kniksteun\_HEA140\_S235 - HEA140

**EN 1993-1-1 Normcontrole**

Nationale bijlage: Belgische NBN-EN NA

<b>Element BS1</b>	<b>1,100 / 5,500 m</b>	<b>HEA140</b>	<b>Gewalst</b>	<b>S 235 JR (EN 10025-2)</b>	<b>UGT set B</b>	<b>0,63 -</b>
--------------------	------------------------	---------------	----------------	------------------------------	------------------	---------------

**Combinatiesleutel**

UGT set B / 1.35\*EIG + 1.50\*Wind\_Druk + 1.50\*Truss\_3

**Partiële veiligheidsfactoren**

Weerstand van doorsneden	$\gamma_{M0}$	1,00
Weerstand tegen instabiliteit	$\gamma_{M1}$	1,00
Weerstand van nettodoorsneden	$\gamma_{M2}$	1,25

**Materiaal**

Vloeisterkte	$f_y$	235,0	MPa
Treksterkte	$f_u$	360,0	MPa

**....:DOORSNEDECONTROLE:....**

**De kritische controle is op positie 1,100 m**

Interne krachten		Berekende	Eenheid
Normaalkracht	$N_{Ed}$	-90,00	kN
Dwarskracht	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Dwarskracht	$V_{z,Ed}$	6,54	kN
Torsie	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Buigend moment	$M_{y,Ed}$	7,39	kNm
Buigend moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

**Classificatie voor doorsnede-ontwerp**

Classificatie volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2

Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	55	9	-1,588e+04	-1,588e+04								
3	SO	55	9	-1,588e+04	-1,588e+04								
4	I	92	6	-4,256e+03	6,154e+04	-0,1		0,9	16,7	32,9	39,7	60,4	1
5	SO	55	9	7,316e+04	7,316e+04	1,0	0,4	1,0	6,5	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	55	9	7,316e+04	7,316e+04	1,0	0,4	1,0	6,5	9,0	10,0	14,0	1

De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

**Opmerking:** De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+.

**Drukcontrole**

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

Oppervlakte van de doorsnede	A	3,1400e-03	m <sup>2</sup>
Drukweerstand	$N_{c,Rd}$	737,90	kN
Eenheidscontrole		0,12	-

**Controle buigend moment voor  $M_y$**

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Plastische doorsnedemodulus	$W_{pl,y}$	1,7333e-04	m <sup>3</sup>
Plastisch buigend moment	$M_{pl,y,Rd}$	40,73	kNm
Eenheidscontrole		0,18	-

**Dwarskrachtcontrole voor  $V_z$**

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Correctiefactor voor dwarskracht	$\eta$	1,20	
Afschuifoppervlak	$A_v$	1,0107e-03	m <sup>2</sup>
Plastische dwarskrachtweerstand voor $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	137,14	kN
Eenheidscontrole		0,05	-

**Controle voor gecombineerde buiging, normaalkracht en dwarskracht**

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 en formule (6.31)

Ontwerpwaarde plastische momentweerstand, gereduceerd vanwege $N_{Ed}$	$M_{N,y,Rd}$	40,69	kNm
Eenheidscontrole		0,18	-

**Opmerking:** Aangezien de dwarskrachten minder dan de helft van de plastische dwarskrachtweerstand bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstand genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

**....:STABILITEITSCONTROLE:....**

**Classificatie voor staafknikontwerp**

Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 1,100 m

Beslissende utilisatiefactor  $\eta$ : 0,28

Classificatie volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2

Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_G$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	55	9	-1,588e+04	-1,588e+04								
3	SO	55	9	-1,588e+04	-1,588e+04								
4	I	92	6	-4,256e+03	6,154e+04	-0,1		0,9	16,7	32,9	39,7	60,4	1
5	SO	55	9	7,316e+04	7,316e+04	1,0	0,4	1,0	6,5	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	55	9	7,316e+04	7,316e+04	1,0	0,4	1,0	6,5	9,0	10,0	14,0	1

De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

**Opmerking:** De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+.

**Opmerking:** De beslissende positie voor de stabiliteitsclassificatie is gebaseerd op de utilisatiefactor  $\eta$  volgens Semi-Comp+.

### Buigingsknikcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.1.1 en formule (6.46)

Knikparameters		yy	zz	
Zijd. flex. type		Zijdelings stijf	Zijdelings stijf	
Systeemplengte	L	5,500	5,500	m
Knikfactor	k	1,00	1,00	
Kniklengte	$l_{cr}$	5,500	5,500	m
Kritische Euler last	$N_{cr}$	705,75	266,54	kN
Slankheid	$\lambda$	96,03	156,26	
Relatieve slankheid	$\lambda_{rel}$	1,02	1,66	
Limietlankheid	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Knikkromme		b	c	
Imperfectie	$\alpha$	0,34	0,49	
Reductiefactor	$\chi$	0,58	0,27	
Knikweerstand	$N_{b,Rd}$	430,05	196,94	kN

### Buigingsknikverificatie

Oppervlakte van de doorsnede	A	3,1400e-03	m <sup>2</sup>
Knikweerstand	$N_{b,Rd}$	196,94	kN
Eenheidscontrole		0,46	-

### Torsieknikcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.1.1 en formule (6.46)

**Opmerking:** Voor deze I-sectie is de Torsieknikweerstand hoger dan de weerstand van Buigknik. Om deze reden is de Torsieknik niet afgedrukt in de uitvoer.

### Kipcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.1 & 6.3.2.3 en formule (6.54)

Kip parameters		Alternatief geval	
Methode voor Kipcurve			
Plastische doorsnedemodulus	$W_{pl,y}$	1,7333e-04	m <sup>3</sup>
Elastisch kritisch moment	$M_{cr}$	60,66	kNm
Relatieve slankheid	$\lambda_{rel,LT}$	0,82	
Limietlankheid	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Kipcurve		b	
Imperfectie	$\alpha_{LT}$	0,34	
Kipfactor	$\beta$	1,00	
Reductiefactor	$\chi_{LT}$	0,71	
Correctiefactor	$k_c$	0,86	
Correctiefactor	f	0,93	
Gewijzigde reductiefactor	$\chi_{LT,mod}$	0,77	
Rekenwaarde knikweerstand	$M_{b,Rd}$	31,18	kNm
Eenheidscontrole		0,24	-

### $M_{cr}$ parameters

LTB lengte	$l_{LT}$	5,500	m
Invloed van lastpositie		geen invloed	
Correctiefactor	k	1,00	
Correctiefactor	$k_w$	1,00	
Kip moment factor	$C_1$	1,35	
Kip moment factor	$C_2$	0,63	
Kip moment factor	$C_3$	0,41	
Afstand dwarskrachtencentrum	$d_z$	0	mm

**M<sub>cr</sub> parameters**

Afstand tot lastoepassing	$z_g$	0	mm
Mono-symmetrische constante	$\beta_y$	0	mm
Mono-symmetrische constante	$z_j$	0	mm

**Opmerking:** C parameters zijn bepaald volgens de ECCS 119 2006 / Galea 2002.

**Opmerking:** De correctiefactor  $k_c$  wordt bepaald op basis van  $C_1$ .

**Gecombineerde buig- en axiale drukcontrole**

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.3 en formule (6.61),(6.62)

**Buig- en axiale drukcontrole paramaters**

		alternatieve methode 1	
Interactie methode			
Oppervlakte van de doorsnede	A	3,1400e-03	m <sup>2</sup>
Plastische doorsnedemodulus	$W_{pl,y}$	1,7333e-04	m <sup>3</sup>
Ontwerpdruckracht	$N_{Ed}$	90,00	kN
Ontwerp buigend moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	7,39	kNm
Ontwerp buigend moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Karakteristieke drukweerstand	$N_{Rk}$	737,90	kN
Karakteristieke momentweerstand	$M_{y,Rk}$	40,73	kNm
Reductiefactor	$\chi_y$	0,58	
Reductiefactor	$\chi_z$	0,27	
Gewijzigde reductiefactor	$\chi_{LT,mod}$	0,77	
Interactiefactor	$k_{yy}$	1,40	
Interactiefactor	$k_{zy}$	0,73	

Maximum moment  $M_{y,Ed}$  is afgeleid van balk BS1 positie 1,100 m.

Maximum moment  $M_{z,Ed}$  is afgeleid van balk BS1 positie 0,000 m.

**Interactie methode 1 parameters**

Kritische Euler last	$N_{cr,y}$	705,75	kN
Kritische Euler last	$N_{cr,z}$	266,54	kN
Elastische kritische last	$N_{cr,T}$	1681,45	kN
Plastische doorsnedemodulus	$W_{pl,y}$	1,7333e-04	m <sup>3</sup>
Elastische doorsnedemodulus	$W_{el,y}$	1,5500e-04	m <sup>3</sup>
Plastische doorsnedemodulus	$W_{pl,z}$	8,5000e-05	m <sup>3</sup>
Elastische doorsnedemodulus	$W_{el,z}$	5,5600e-05	m <sup>3</sup>
Traagheidsmoment	$I_y$	1,0300e-05	m <sup>4</sup>
Traagheidsmoment	$I_z$	3,8900e-06	m <sup>4</sup>
Torsie constante	$I_t$	8,1300e-08	m <sup>4</sup>
Methode voor equivalente moment factor $C_{my,0}$		Tabel A.2 Lijn 3 (Puntlast)	
Equivalente moment factor	$C_{my,0}$	0,98	
Factor	$\mu_y$	0,94	
Factor	$\mu_z$	0,73	
Factor	$\epsilon_y$	1,66	
Factor	$a_{LT}$	0,99	
Kritisch moment voor uniforme buiging	$M_{cr,0}$	45,00	kNm
Relatieve slankheid	$\lambda_{rel,0}$	0,95	
Limiet relatieve slankheid	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Equivalente moment factor	$C_{my}$	0,99	
Equivalente moment factor	$C_{mLT}$	1,23	
Factor	$b_{LT}$	0,00	
Factor	$d_{LT}$	0,00	
Factor	$w_y$	1,12	
Factor	$w_z$	1,50	
Factor	$\eta_{pl}$	0,12	
Maximale relatieve slankheid	$\lambda_{rel,max}$	1,66	
Factor	$C_{yy}$	0,94	
Factor	$C_{zy}$	0,72	

Eenheidscontrole (6.61) = 0,21 + 0,33 + 0,00 = 0,54 -  
 Eenheidscontrole (6.62) = 0,46 + 0,17 + 0,00 = 0,63 -

**Plooicontrole**

Volgens EN 1993-1-5 artikel 5 & 7.1 en formule (5.10) & (7.1)

Plooiparameters			
Knik veldlengte	a	5,500	m
Lijf		niet-verstijfd	
Lijfhoogte	$h_w$	116	mm
Lijfdikte	t	6	mm
Materiaal coëfficiënt	$\epsilon$	1,00	
Correctiefactor voor dwarskracht	$\eta$	1,20	

Plooverificatie		
Lijf slankheid	$h_w/t$	21,09
Lijfslankheid limiet		60,00

**Opmerking:** De slankheid van het lijf is zo dat Plooiën door dwarskracht kan worden genegeerd volgens EN 1993-1-5 artikel 5.1(2).  
 De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.