

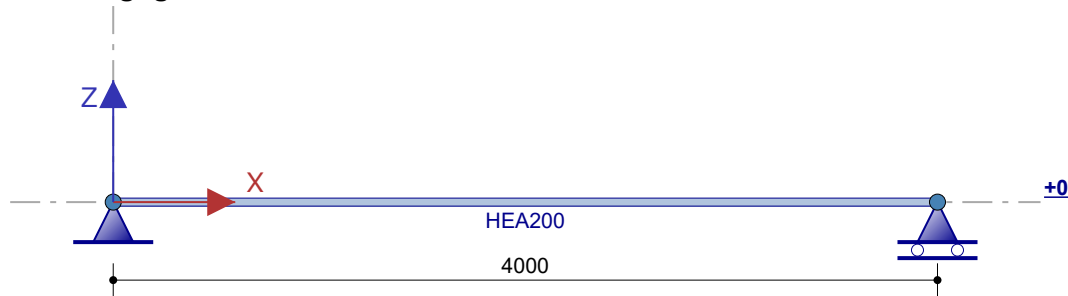
Bestand :.....Constructiehuis\blogs\X - Stalen ligger.xfr2

Inhoudsopgave

1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	1
1.3 PROFIELEN.....	1
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	2
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	2
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	3
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	4
2.1.2 Omhullende reactiekrachten.....	5
2.1.3 Omhullende staafkrachten.....	5
2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	6
2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	6
2.3 EN1993 TOETSINGEN.....	7
2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	7
2.4.1 Staaf 1 - HEA200 (S 235).....	7

Gehanteerde normen : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl
Gevolgklasse : CC1
Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1 Invoergegevens



1.1 KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	4000	0		A	

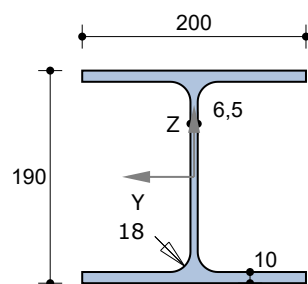
1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		HEA200	4000

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	HEA200	42,3	210000	5,385E3	3,6935E7	3,8879E5	3,8879E5

HEA200



Materiaalgegevens

Staalsoort : S 235 Warmgewalst
Elasticiteitsmodulus E = 210000 N/mm²

Doorsnedegegevens

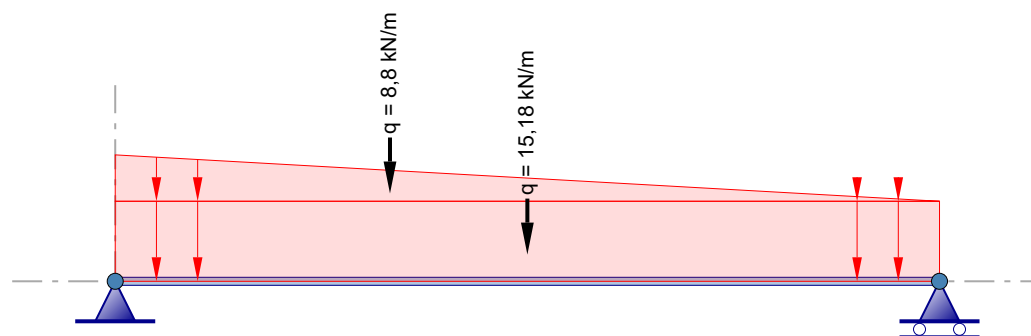
Maximale coördinaat : $y_{\max} = 100,0 \text{ mm}$: $z_{\max} = 95,0 \text{ mm}$
Minimale coördinaat : $y_{\min} = -100,0 \text{ mm}$: $z_{\min} = -95,0 \text{ mm}$

Zwaartelijn	Z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	5385,3 mm ²	G	=	42,3 kg/m
Statisch moment	S_y	=	214826 mm ³	S_z	=	101919 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	36934754 mm ⁴	I_z	=	13355364 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	82,8 mm	i_z	=	49,8 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	388787 mm ³	$W_{z,el}$	=	133554 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	36934754 mm ⁴	I_{min}	=	13355364 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	82,8 mm	i_{min}	=	49,8 mm
Halveringslijn	Z_h	=	0,0 mm	y_h	=	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl}$	=	429652 mm ³	$W_{z,pl}$	=	203839 mm ³

1.4 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht



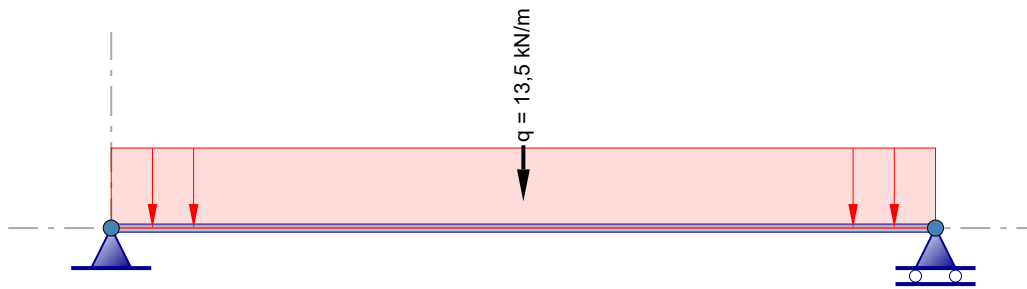
*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 166 kg.

1.5.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-0,415 kN/m	-0,415 kN/m	0,0	1	0	4000
1	 q	-8,800 kN/m	0,000 kN/m	0,0	1	0	4000
1	 q	-15,180 kN/m	-15,180 kN/m	0,0	1	0	4000

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



1.6.1 Staafbelastingen

Staaf- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		-13,500 kN/m	-13,500 kN/m	0,0	1	0	4000

2 Berekeningsresultaten

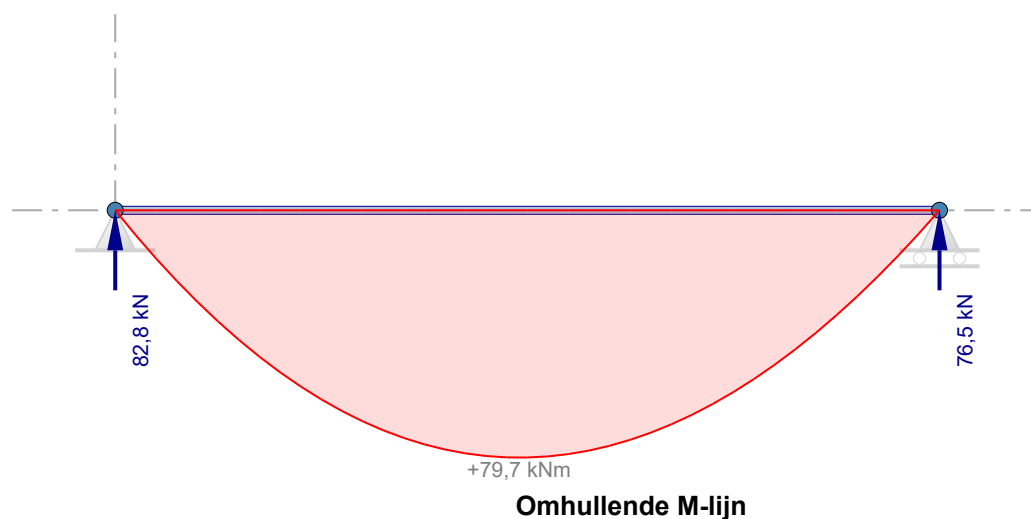
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

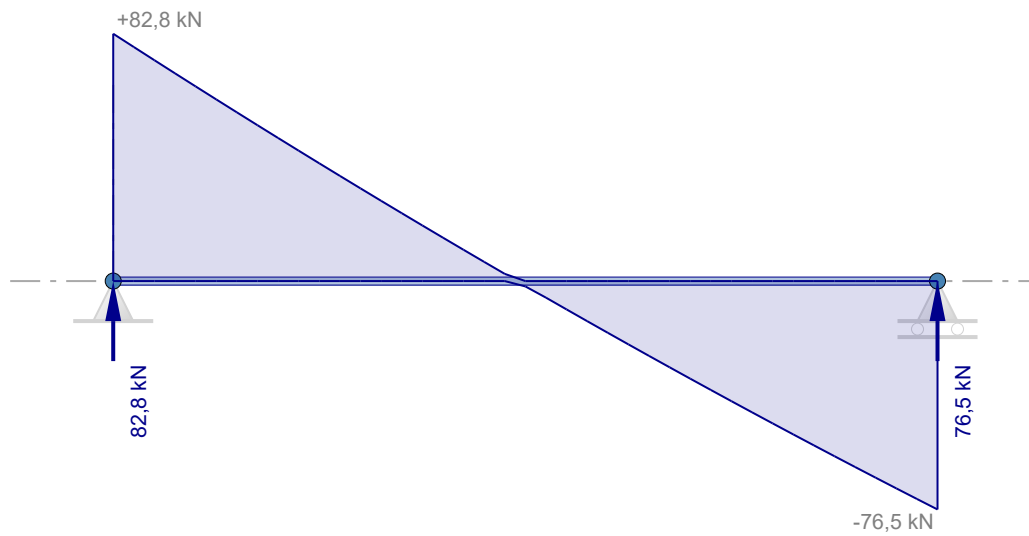
2.1.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	Permanent	UGT
2	Veranderlijk	UGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
1	1,00x1,22	0,40x1,35			
2	1,00x1,08	1,00x1,35			





Omhullende D-lijn

2.1.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		66,946	
	2		82,807	
2	1		59,788	
	2		76,471	
Minimale / maximale waarden				
2	1		59,788	
1	2		82,807	

2.1.3 Omhullende staafkrachten

Staafl-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	66,946	0,000
	2	1		0,000	82,807	0,000
	2		1960	0,000	0,000	79,670
	1	2		0,000	59,788	0,000
	2	2		0,000	76,471	0,000

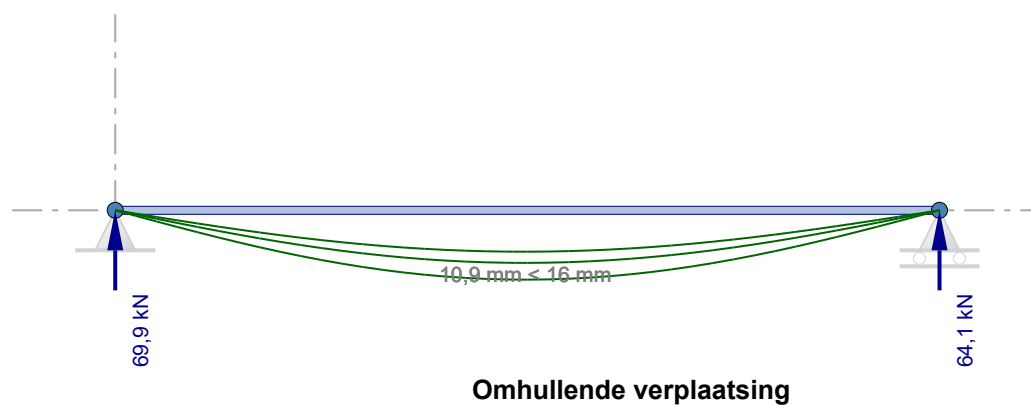
2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.2.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	Permanent	BGT
4	Veranderlijk	BGT
5	BGT Blijvend	BGT Blijvend

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
3	1,00x1,00	0,40x1,00			
4	1,00x1,00	1,00x1,00			
5	1,00x1,00				

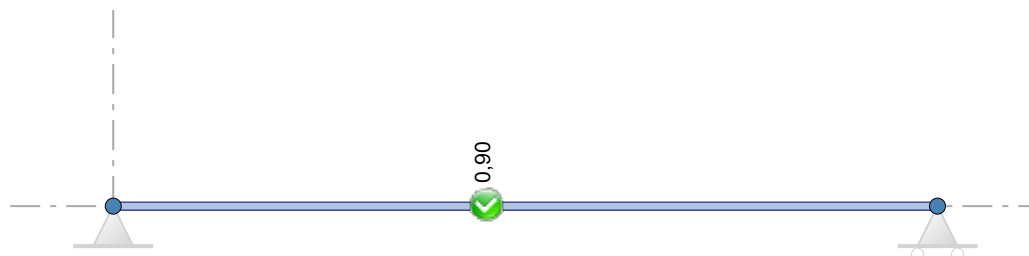


2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	3	0,0	0,0	-8,8
	4	0,0	0,0	-11,6
	5	0,0	0,0	-7,0
2	3	0,0	0,0	8,6
	4	0,0	0,0	11,4
	5	0,0	0,0	6,8
Minimale / maximale waarden				
1	3	0,0		
1	3	0,0		
1	4		0,0	
2	5		0,0	
1	4			-11,6
2	4			11,4

2.3 EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaflnummer	Profiel	Combinatienummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA200	2	1	6.2.5	0,79
		2	1	6.2.6	0,34
		2	1	6.2.8	0,79
		2	1	6.3.2.1	0,84
		4		Doorbuiging	0,90
		4		Doorbuiging	0,48

2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.4.1 Staaf 1 - HEA200 (S 235)

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 2 $x = 1960 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 79,67 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{429652 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 100,968 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{79,670}{100,968} = 0,79 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 82,807 \text{ kN}$ $M_y = 0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1810 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 245,6 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{82,8}{245,6} = 0,34 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 2 $x = 1960 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 79,67 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1810 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 245,6 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 245,576 / 2 = 122,788 \text{ kN}$$

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

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 2 $x = 1960 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = -1,584 \text{ kN}$ $M_y = 79,67 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 0
 $d' = h - t = 190 - 10 = 180 \text{ mm}$ $I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{180^2 \times 200^3 \times 10,0}{24} = 108 \times 10^9 \text{ mm}^6$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26 $I_t = 210852 \text{ mm}^4$

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

$$L_g = 4000 \text{ mm} \quad L_{st} = 4000 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 2000 \text{ mm}) = 79,639 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 39,819 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 39,819 \times 4000^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = 0$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 0 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 4000 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E I_z}{G I_t}} = \frac{190}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 13355364}{80769 \times 210852}} = 1219 \text{ mm} \quad (\text{NB.159})$$

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

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 4000}{4000} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 1219^2}{4000^2} \times (0^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times 0 \times 1219}{4000} \right) = 4,913$$

$$h / t_w = 190 / 6,5 = 29,2 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (\text{NB.153})$$

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

$$= 1 \times \frac{4,913}{4000} \times \sqrt{210000 \times 13355364 \times 80769 \times 210852} \times 10^{-6} = 268,429 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{429652 \times 235}{268429062}} = 0,613 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

Kipkromme b $\alpha_{Lt} = 0,34$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,613 - 0,4) + 0,75 \times 0,613^2] = 0,677$$

$$\chi_{Lt} = \min \left(\frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \quad (6.57)$$

$$= \min \left(\frac{1}{0,677 + \sqrt{0,677^2 - 0,75 \times 0,613^2}}; 1,0; \frac{1}{0,613^2} \right) = 0,911$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,613 - 0,8)^2] = 0,972$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,911}{0,972} = 0,937 \quad (6.58)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,937 \times 429652 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 94,6 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{79,7}{94,6} = 0,84 < 1,0 \quad (6.54)$$

Doorbuiging

Combinatie: 4 $x = 1990 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = -1,132 \text{ kN}$ $M_y = 67,002 \text{ kNm}$

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = 0 \text{ mm}$ $d_{z2} = 0 \text{ mm}$

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -14,4 - 0 = -14,4 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-14,4|}{4000 / 250} = \frac{|-14,4|}{16} = 0,90 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_z - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -14,4 + 8,6 = -5,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-5,8|}{4000 / 333} = \frac{|-5,8|}{12} = 0,48 < 1,0$$