



TKC ENGINEERING
BOUWKUNDIGE INGENIEUR

STATISCHE BEREKENING

Project: Slikkerveerstraat 11
1107 VJ Amsterdam

Ordernummer: 250076

Onderdeel: Doorbraak

Opdrachtgever: AMD Bouw en Vastgoed
Modemstraat 8
1033 RW Amsterdam

Almere: november 2025



Materialen

Betonkwaliteit	C30/37
Betonstaal	B 500 B
Constructiestaal	S235
Voetankers	4.6
Boutkwaliteit	8.8
Houtsterkteklasse	C18 (bestaand), C24 (nieuw)

Voorschriften

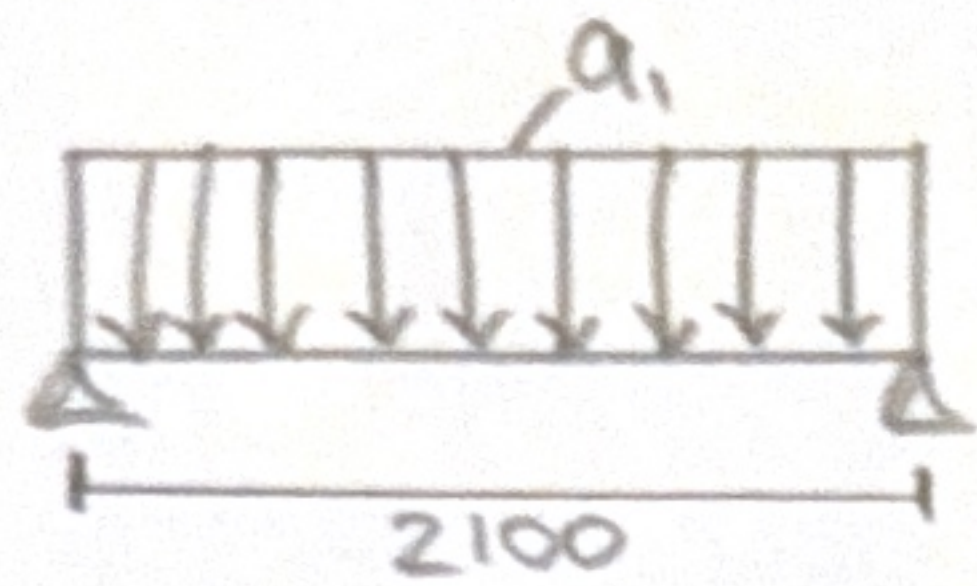
NEN-EN 1990	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991	Eurocode 1: Belastingen op constructies
NEN-EN 1992	Eurocode 2: Betonconstructies
NEN-EN 1993	Eurocode 3: Staalconstructies
NEN-EN 1994	Eurocode 4: Staal-betonconstructies
NEN-EN 1995	Eurocode 5: Houtconstructies
NEN-EN 1996	Eurocode 6: Metselwerkconstructies
NEN-EN 1997	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp
NEN 8700	Beoordeling constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk en afkeuren – Grondslagen
Gebruiksfunctie	Woonfunctie
Gevolgklasse	CC1
Betrouwbaarheidsklasse	RC1



Inhoudsopgave

§	Titel	blz.
1.0	Belastingen	4
2.0	Doorbraak t.p.v. keuken	5

2.0 Staalligger t.p.v. doorbraak



q₁) Dak 3,80 k (4,90 | 1,00) =
metselwerk 1,0 k (2,20 | -) =

G	Q
18,60	3,80
2,20	
<hr/>	<hr/>
20,80	3,80 +

Bestand :....Berekeningen\Staalligger t.p.v. doorbraak.xfr2

Gebruiker :T. Kocabiyik

Inhoudsopgave

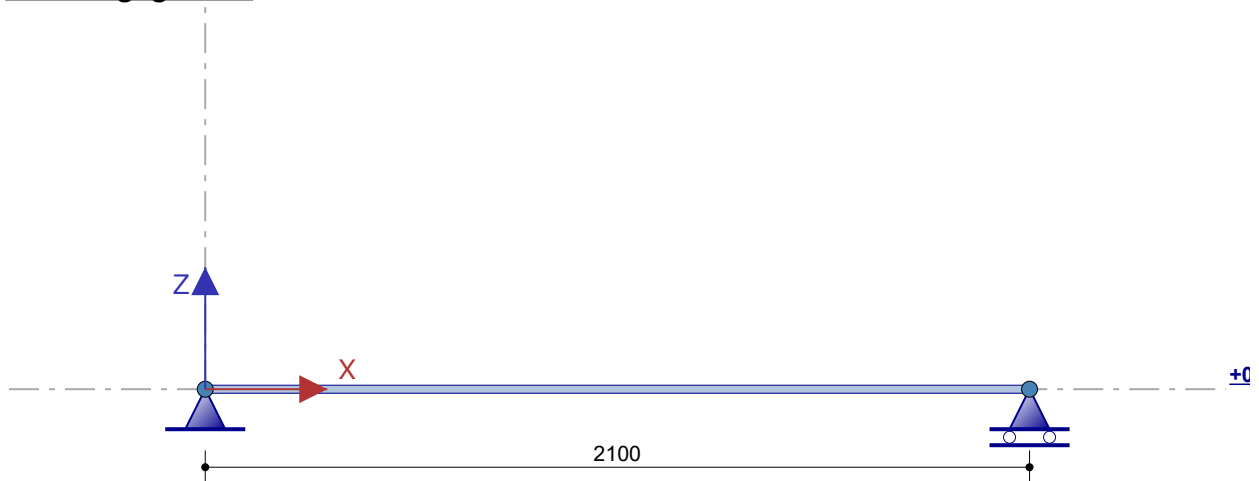
1.1 KNOPEN.....	2
1.2 STAVEN.....	2
1.3 PROFIELEN.....	2
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	3
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	4
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	5
2.1 BELASTINGSGEVALLEN.....	6
2.1.1 Omhullende knoopverplaatsingen.....	10
2.1.2 Omhullende reactiekrachten.....	11
2.1.3 Omhullende staafkrachten.....	11
2.1.4 Staafspanningen.....	11
2.2 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	11
2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	14
2.2.3 Omhullende reactiekrachten.....	14
2.2.4 Omhullende staafkrachten.....	15
2.2.5 Staafspanningen.....	15
2.3 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	15
2.3.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	18
2.3.3 Omhullende reactiekrachten.....	18
2.3.4 Omhullende staafkrachten.....	19
2.3.5 Staafspanningen.....	19
2.4 EN1993 TOETSINGEN.....	19
2.5 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	20
2.5.1 Staaf 1 - HE140A (S 235).....	20

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl

Gevolklasse : CC2

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

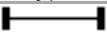
1 Invoergegevens



1.1 KNOPEN

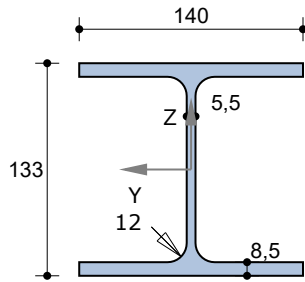
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	2100	0		A	

1.2 STAVEN

Staafl-nummer	Knoop		Staafl-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		HE140A	2100

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	HE140A	24,7	210000	3,144E3	1,0338E7	1,5546E5	1,5546E5

HE140A

Materiaalgegevens

Staalsoort S 235 (Warmgewalst)
 Elasticiteitsmodulus $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

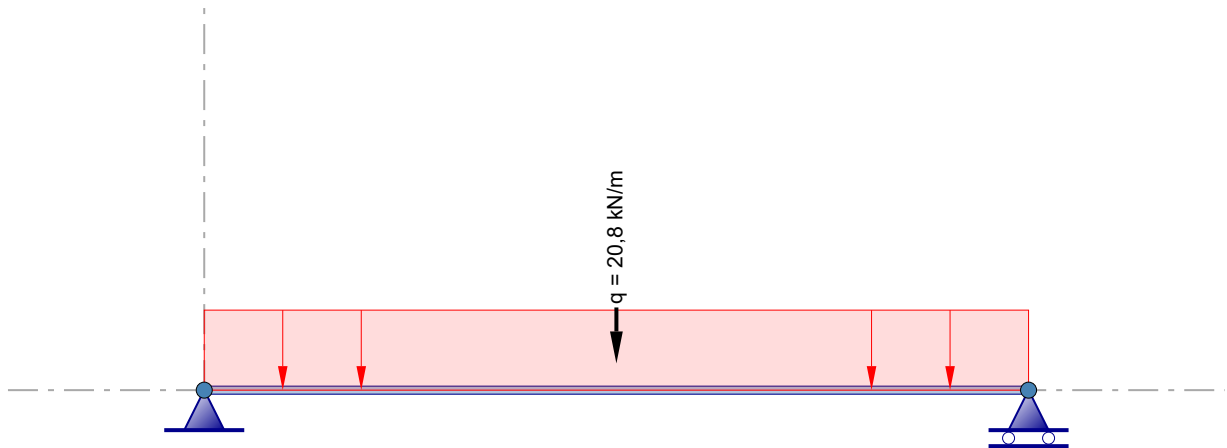
Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	$y_{\max} = 70,0 \text{ mm}$	$Z_{\max} = 66,5 \text{ mm}$
Minimale coördinaat	$y_{\min} = -70,0 \text{ mm}$	$Z_{\min} = -66,5 \text{ mm}$
Zwaartelij	$Z_s = 0,0 \text{ mm}$	$y_s = 0,0 \text{ mm}$
Oppervlak / Gewicht	$A = 3143,9 \text{ mm}^2$	$G = 24,7 \text{ kg/m}$
Statisch moment	$S_y = 86809 \text{ mm}^3$	$S_z = 42432 \text{ mm}^3$
Traagheidsmoment	$I_y = 10337922 \text{ mm}^4$	$I_z = 3893360 \text{ mm}^4$
Traagheidsstraal	$i_y = 57,3 \text{ mm}$	$i_z = 35,2 \text{ mm}$
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el} = 155457 \text{ mm}^3$	$W_{z;el} = 55619 \text{ mm}^3$
Centrifugaalmoment	$C_{yz} = 0 \text{ mm}^3$	hoek = 0,00 graden
Traagheidsmoment	$I_{\max} = 10337922 \text{ mm}^4$	$I_{\min} = 3893360 \text{ mm}^4$
Traagheidsstraal	$i_{\max} = 57,3 \text{ mm}$	$i_{\min} = 35,2 \text{ mm}$
Halveringslijn	$Z_h = 0,0 \text{ mm}$	$y_h = 0,0 \text{ mm}$
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y;pl} = 173618 \text{ mm}^3$	$W_{z;pl} = 84865 \text{ mm}^3$

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

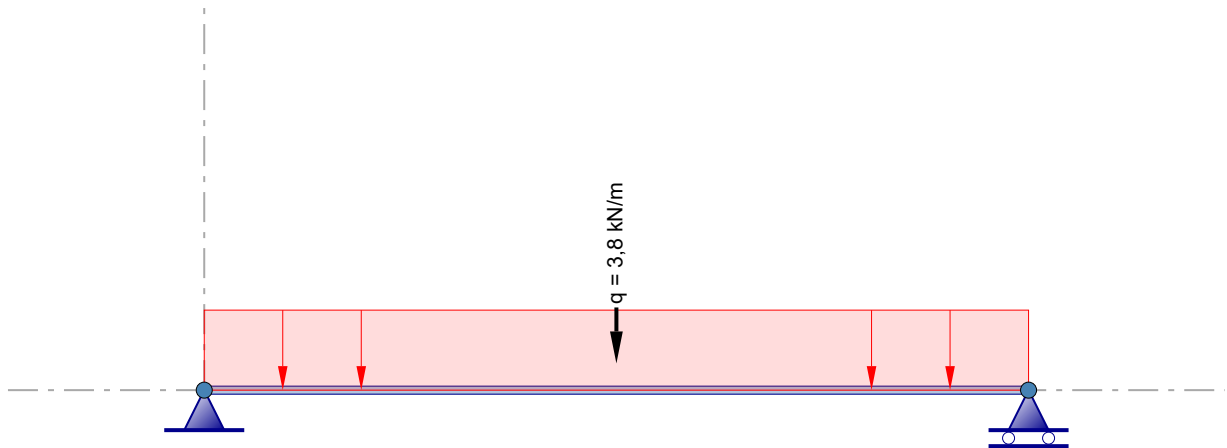


*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!
 Totaal eigen gewicht: : 51 kg.


1.5.1 Staafbelastingen

StAAF-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-0,242 kN/m	-0,242 kN/m	0,0	1	0	2100
1	 q	-20,800 kN/m	-20,800 kN/m	0,0	1	0	2100

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



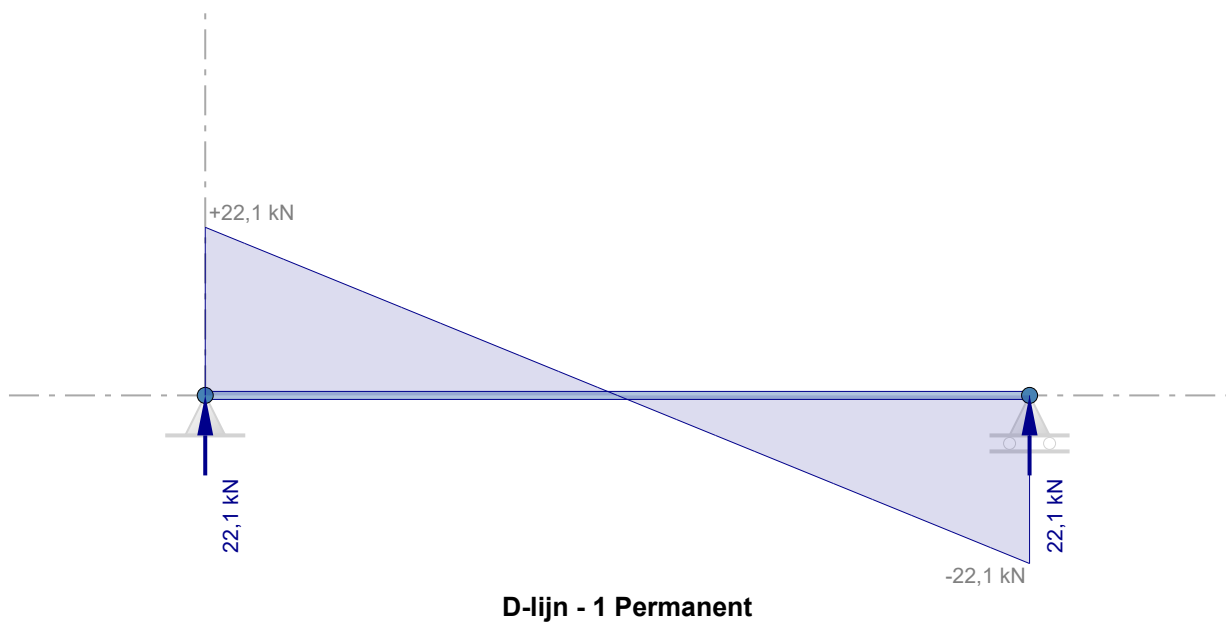
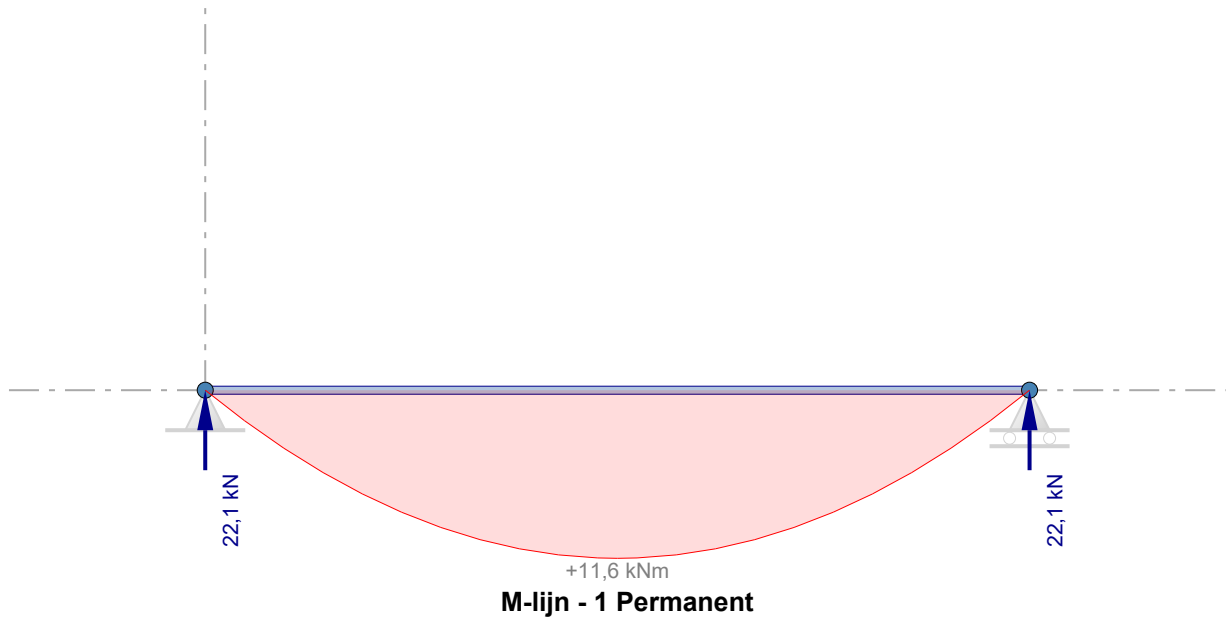
1.6.1 Staafbelastingen

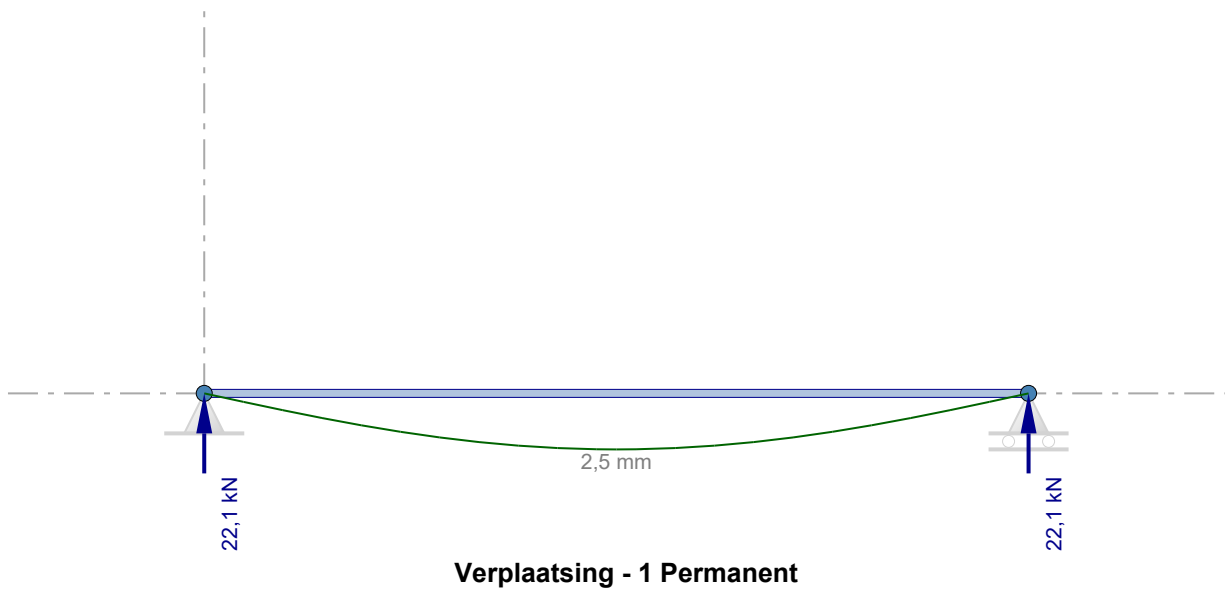
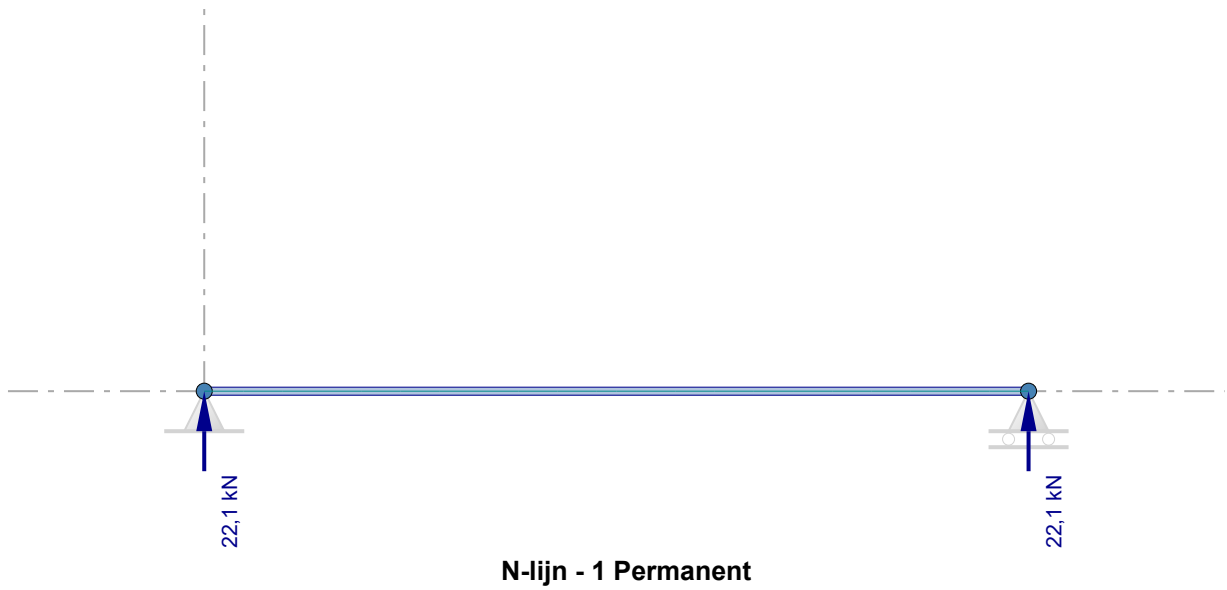
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-3,800 kN/m	-3,800 kN/m	0,0	1	0	2100

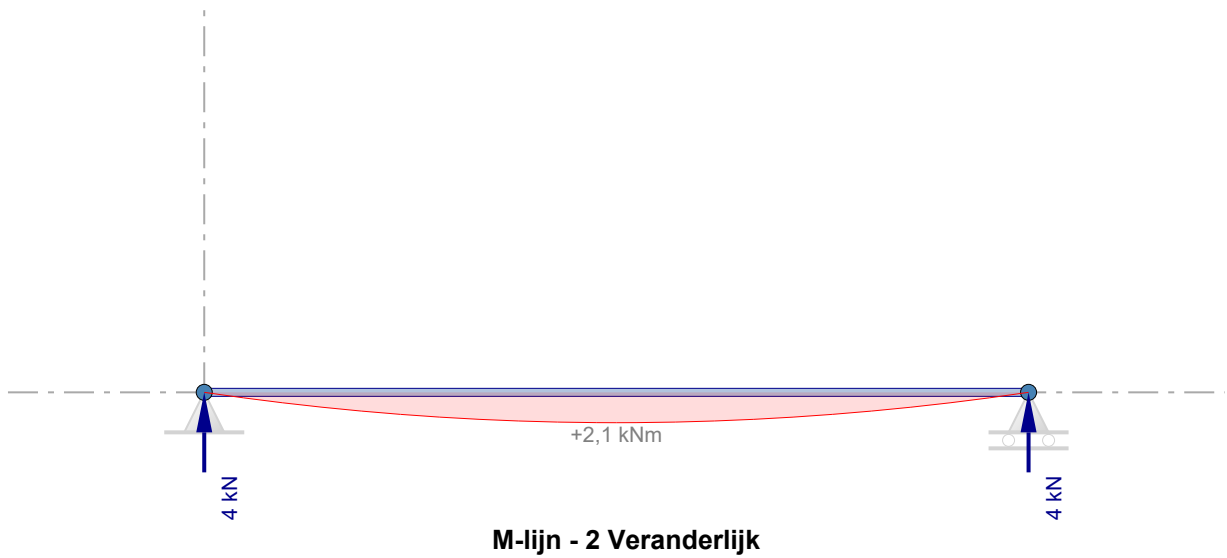
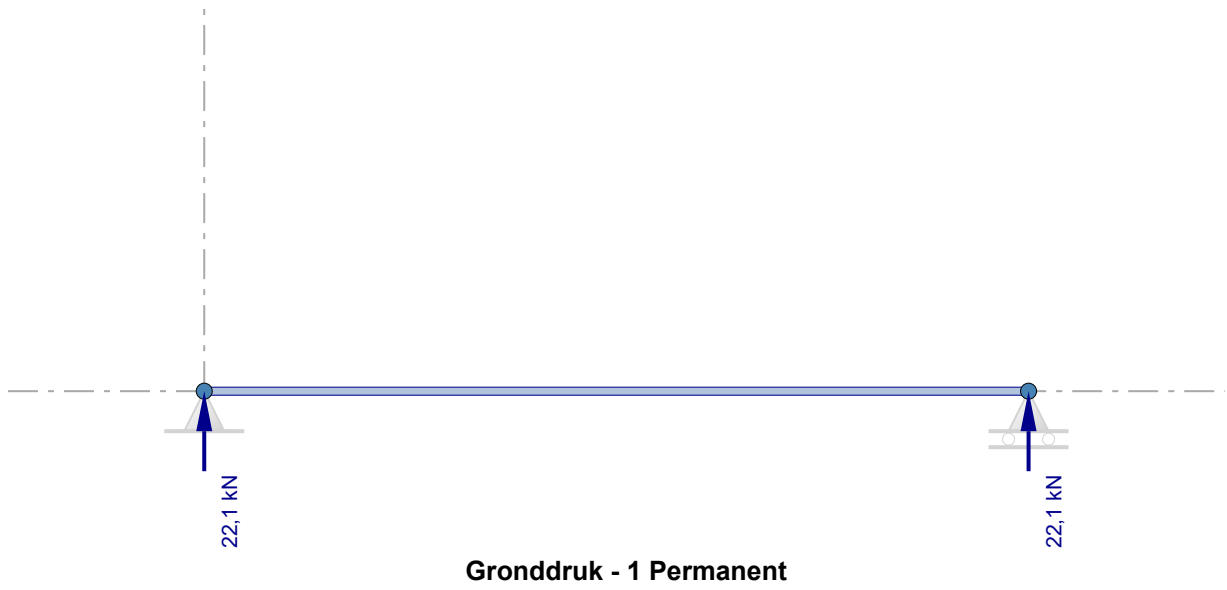
2 Berekeningsresultaten

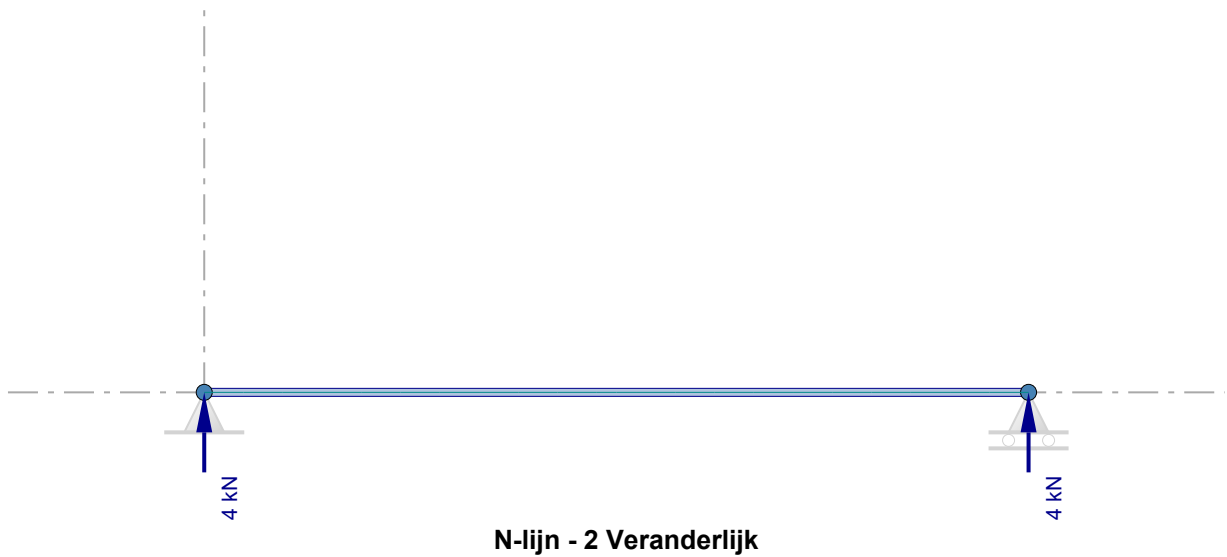
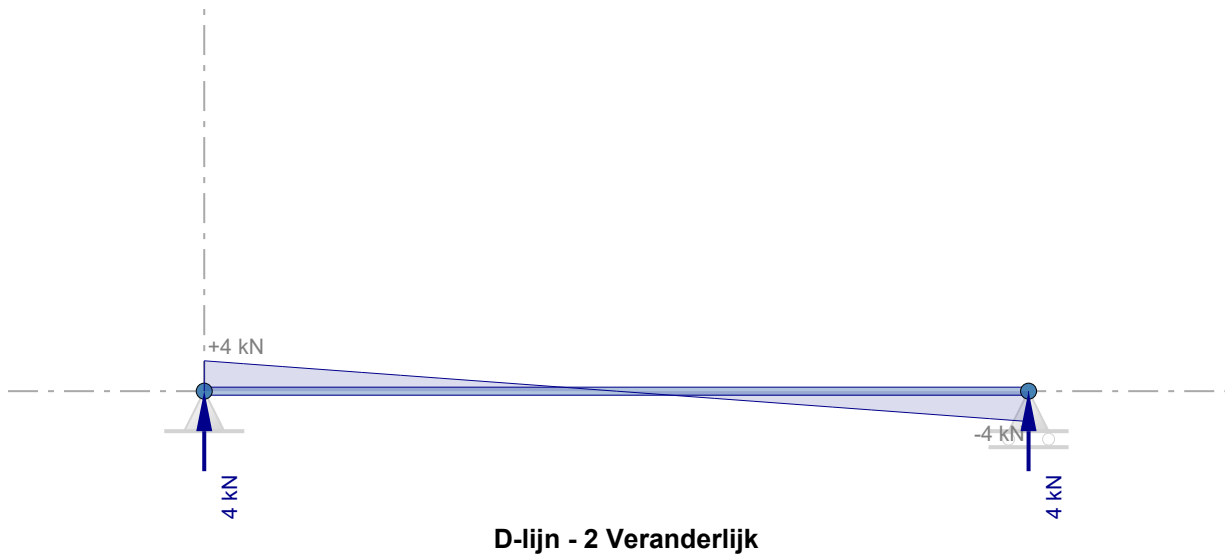
2.1 BELASTINGSGEVALLEN

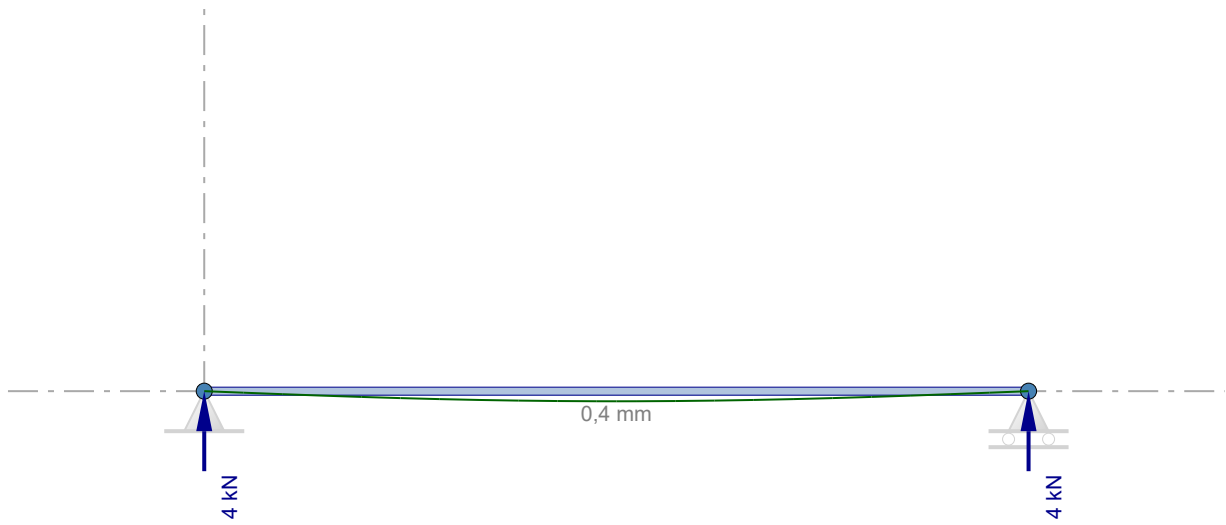
(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling











Verplaatsing - 2 Veranderlijk



Gronddruk - 2 Veranderlijk

2.1.1 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Belastings geval	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	1	0,0	0,0	-3,7
	2	0,0	0,0	-0,7
2	1	0,0	0,0	3,7
	2	0,0	0,0	0,7
Minimale / maximale waarden				
1	1	0,0		
1	1	0,0		
1	1		0,0	
1	2		0,0	
1	1			-3,7
2	1			3,7

2.1.2 Omhullende reactiekrachten

Knoopnummer	Belastingsgeval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		22,094	
	2		3,990	
2	1		22,094	
	2		3,990	
Minimale / maximale waarden				
1	2		3,990	
1	1		22,094	

2.1.3 Omhullende staafkrachten

Staafnummer	Belastingsgeval	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	22,094	0,000
		1		0,000	3,990	0,000
	1	1050	0,000	0,000	11,599	
	2	2		0,000	22,094	0,000
		2	2		0,000	3,990

2.1.4 Staafspanningen

Staafnummer	Belastingsgeval	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	sigma1 [N/mm ²]	sigma2 [N/mm ²]
1	1	1	0	0,000	22,094	0,000	0,0	0,0
			1050	0,000	0,000	11,599	-74,6	74,6
			2100	0,000	-22,094	0,000	0,0	0,0
1	2	1	0	0,000	3,990	0,000	0,0	0,0
			1050	0,000	0,000	2,095	-13,5	13,5
			2100	0,000	-3,990	0,000	0,0	0,0

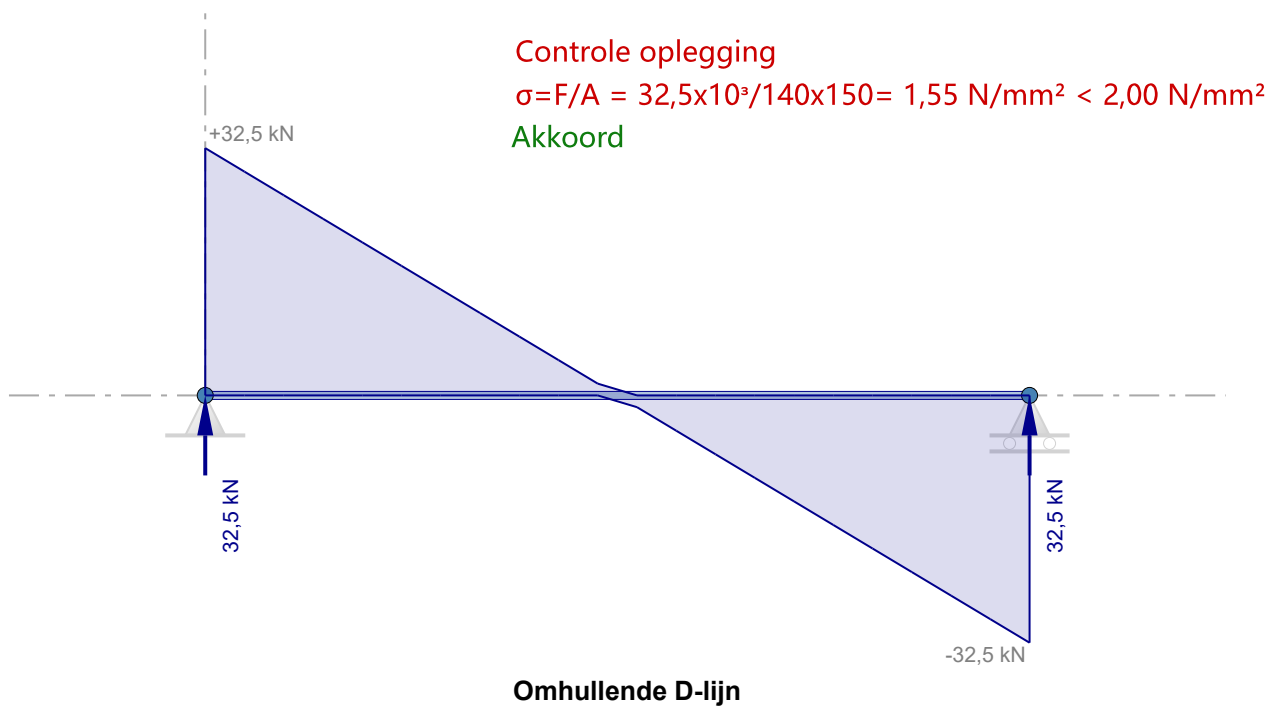
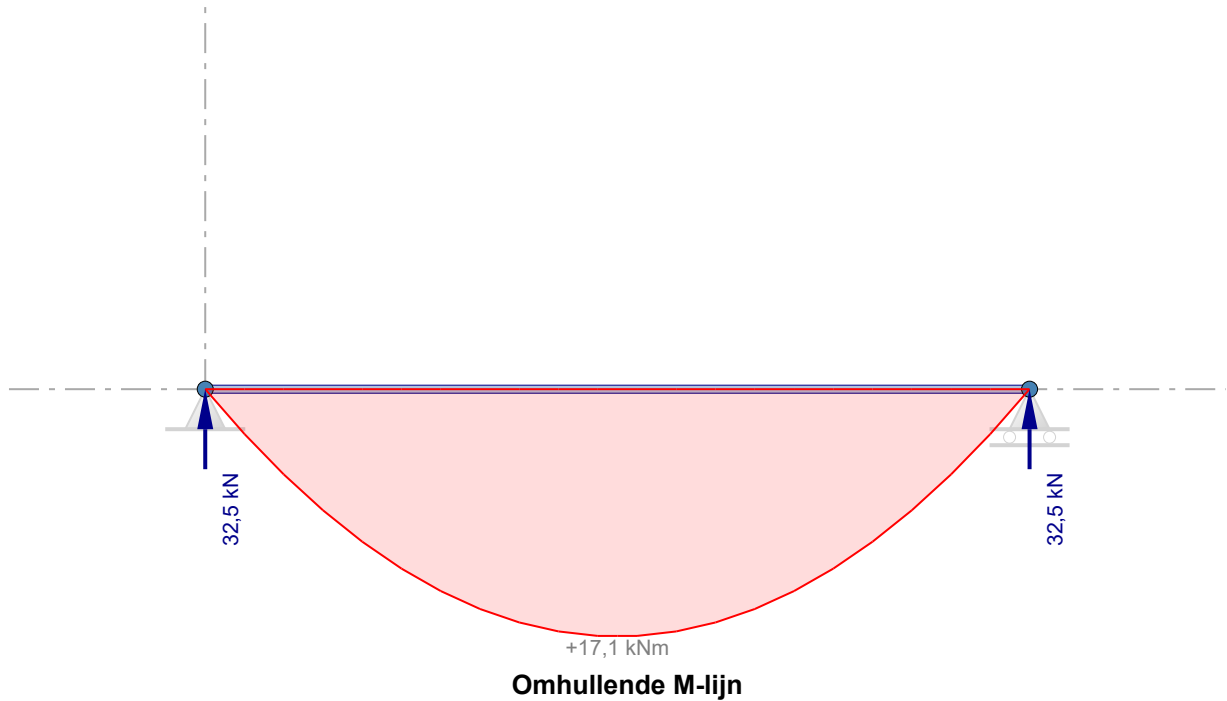
2.2 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

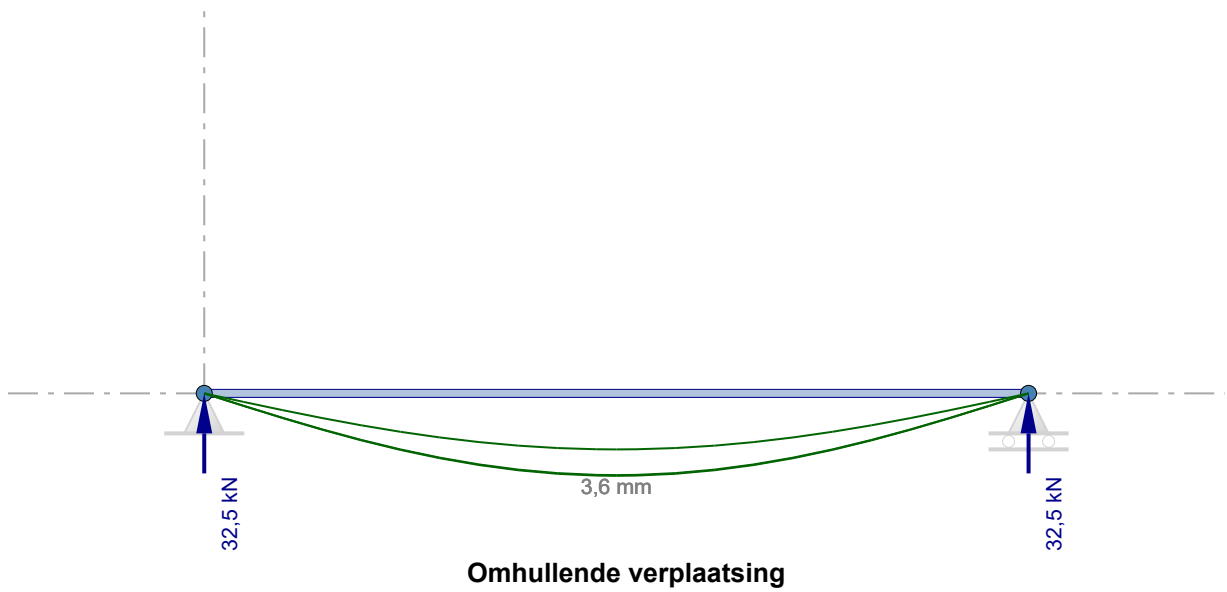
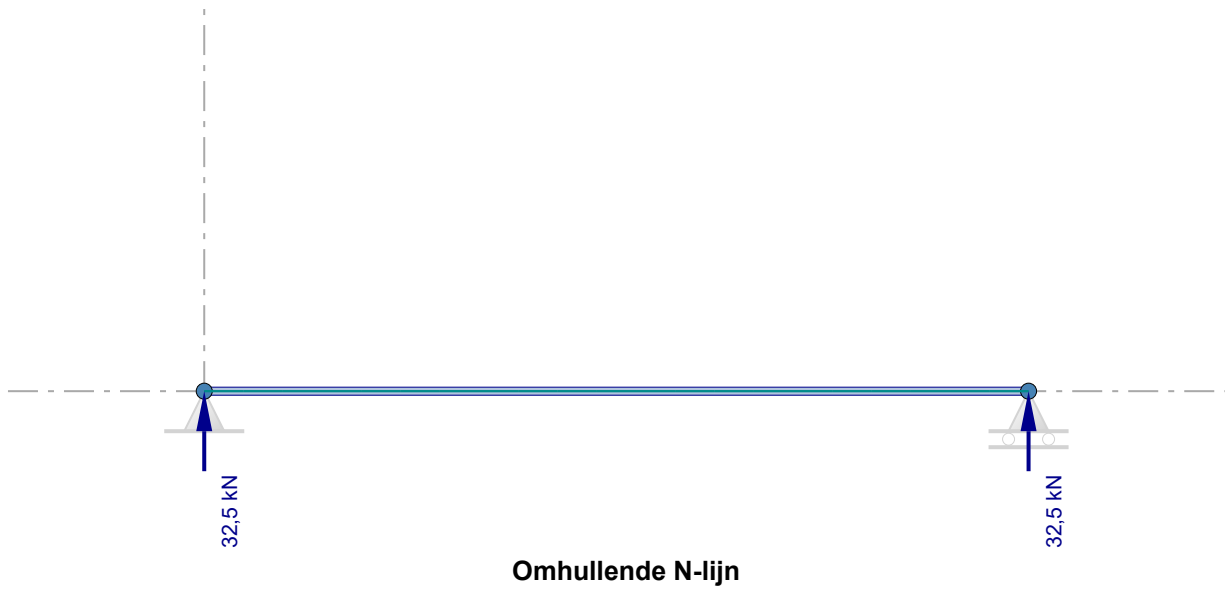
2.2.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatienummer	Omschrijving	Type
1	Combinatie1 (6.10a)	UGT
2	Combinatie2 (6.10b)	UGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)			
	1	2		
1	1,00x1,35	0,40x1,50		
2	1,00x1,20	1,00x1,50		







Omhullende gronddruk

2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	1	0,0	0,0	-5,5
	2	0,0	0,0	-5,5
2	1	0,0	0,0	5,5
	2	0,0	0,0	5,5
Minimale / maximale waarden				
1	1	0,0		
1	1	0,0		
1	2		0,0	
1	1		0,0	
1	2			-5,5
2	2			5,5

2.2.3 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		32,221	
	2		32,498	
2	1		32,221	
	2		32,498	
Minimale / maximale waarden				
1	1		32,221	
1	2		32,498	

2.2.4 Omhullende staafkrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	32,221	0,000
	2	1		0,000	32,498	0,000
	2		1050	0,000	0,000	17,061
	1	2		0,000	32,221	0,000
	2	2		0,000	32,498	0,000

2.2.5 Staafspanningen

Staaf-nummer	Comb. nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	sigma1 [N/mm ²]	sigma2 [N/mm ²]
1	1	1	0	0,000	32,221	0,000	0,0	0,0
			1050	0,000	0,000	16,916	-108,8	108,8
			2100	0,000	-32,221	0,000	0,0	0,0
1	2	1	0	0,000	32,498	0,000	0,0	0,0
			1050	0,000	0,000	17,061	-109,8	109,8
			2100	0,000	-32,498	0,000	0,0	0,0

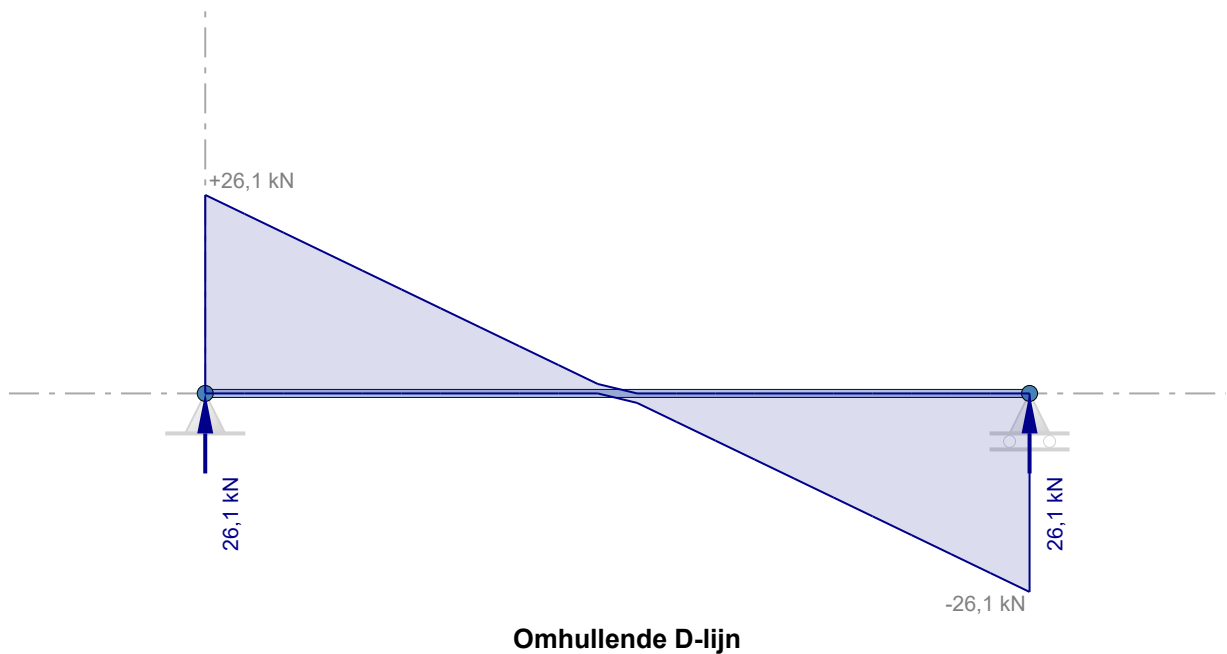
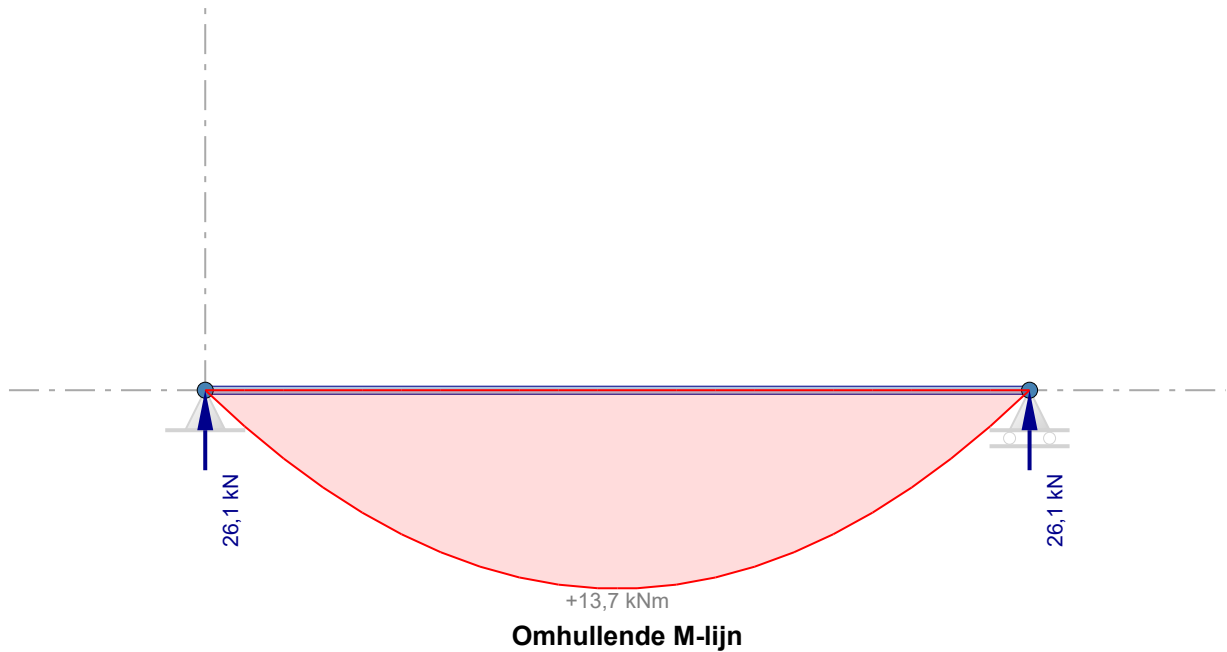
2.3 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

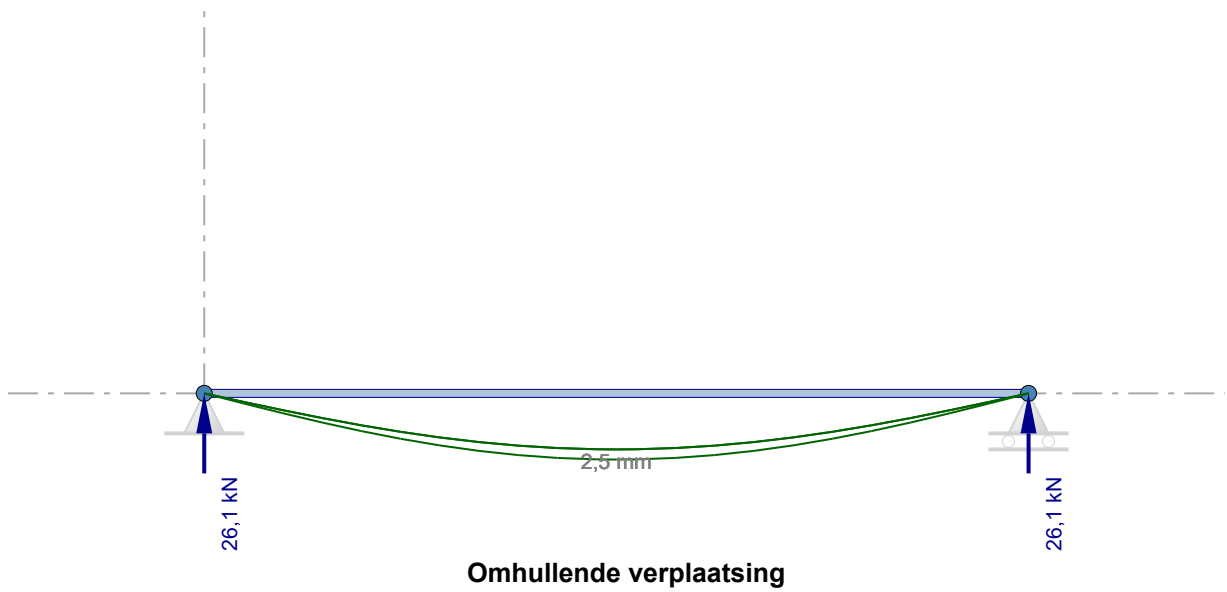
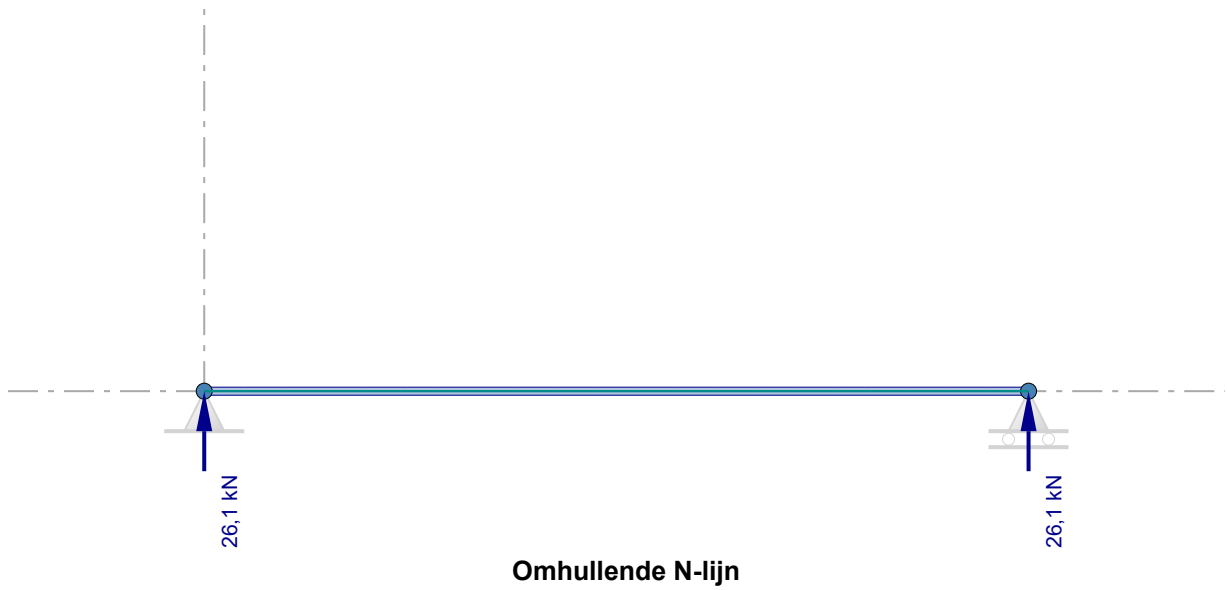
2.3.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)			
	1	2		
3	1,00x1,00			
4	1,00x1,00	0,30x1,00		
5	1,00x1,00	1,00x1,00		







Omhullende gronddruk

2.3.2 Omhullende knoopverplaatsingen

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

2.3.3 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	3		22,094	
	5		26,084	
2	3		22,094	
	5		26,084	
Minimale / maximale waarden				
2	3		22,094	
1	5		26,084	

2.3.4 Omhullende staafkrachten

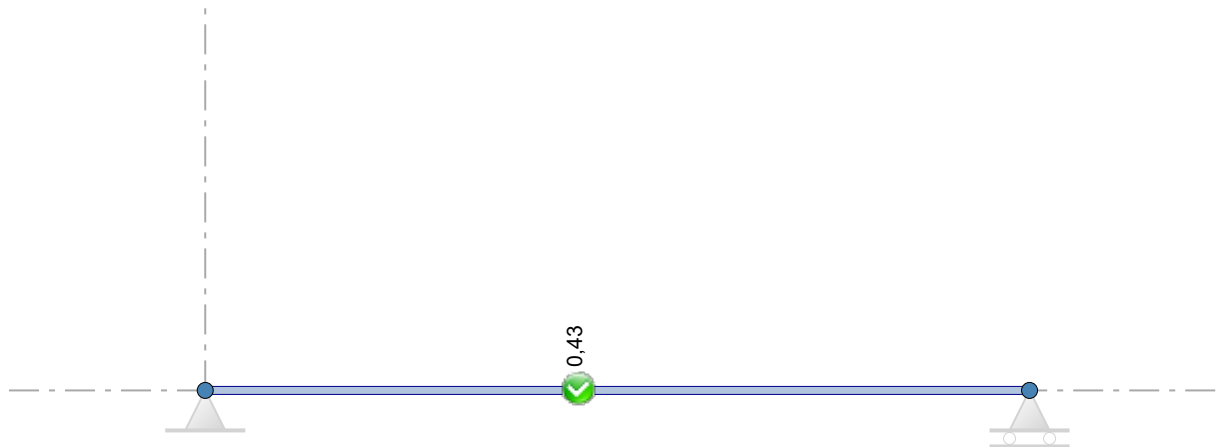
Staaflnummer	Combinatienummer	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	3	1		0,000	22,094	0,000
	5	1		0,000	26,084	0,000
	5		1050	0,000	0,000	13,694
	3	2		0,000	22,094	0,000
	5	2		0,000	26,084	0,000

2.3.5 Staafspanningen

Staaflnummer	Comb. nummer	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	sigma1 [N/mm ²]	sigma2 [N/mm ²]
1	3	1	0	0,000	22,094	0,000	0,0	0,0
			1050	0,000	0,000	11,599	-74,6	74,6
			2100	0,000	-22,094	0,000	0,0	0,0
1	4	1	0	0,000	23,291	0,000	0,0	0,0
			1050	0,000	0,000	12,228	-78,7	78,7
			2100	0,000	-23,291	0,000	0,0	0,0
1	5	1	0	0,000	26,084	0,000	0,0	0,0
			1050	0,000	0,000	13,694	-88,1	88,1
			2100	0,000	-26,084	0,000	0,0	0,0

2.4 EN1993 TOETSINGEN

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



Staaflnummer	Profiel	Combinatienummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HE140A	2	1	6.2.5	0,42

Staaflnummer	Profiel	Combinatienummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HE140A	2	1	6.2.6	0,24
		2	1	6.2.8	0,42
		2	1	6.3.2.1	0,43
		5		Doorbuiging	0,34

2.5 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.5.1 Staafl 1 - HE140A (S 235)

Buigend moment

art. 6.2.5

 Combinatie: 2 $x = 1050 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 17,061 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{173618 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 40,8 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{17,061}{40,800} = 0,42 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

 Combinatie: 2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 32,498 \text{ kN}$ $M_y = 0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{32,5}{137,7} = 0,24 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

 Combinatie: 2 $x = 1050 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 17,061 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 137,679 / 2 = 68,839 \text{ kN}$$

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

Kipstabiliteit (maatgevend)

art. 6.3.2.1

 Combinatie: 2 $x = 1050 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 17,061 \text{ kNm}$

$$\text{Aantal kipsteunen: } 0 \quad d' = h - t = 133 - 8,5 = 124,5 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{124,5^2 \times 140^3 \times 8,5}{24} = 15 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

$$\text{torsiestijfheid volgens Roark geval 26} \quad I_t = 81643 \text{ mm}^4$$

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

$$L_g = 2100 \text{ mm}$$

$$L_{st} = 2100 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd} (x=L_{st}/2= 1050 \text{ mm}) = 17,061 \text{ kNm}$$

Bereken de equivalente belasting $q = 30,95 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 30,95 \times 2100^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = -0,461$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 67 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 2100 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{133}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 3893360}{80769 \times 81643}} = 740 \text{ mm} \quad \text{(NB.159)}$$

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

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 2100}{2100} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 740^2}{2100^2} \times (-0,461^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,461 \times 740}{2100} \right) = 3,784$$

$$h/t_w = 133/5,5 = 24,2 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad \text{(NB.153)}$$

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

$$= 1 \times \frac{3,784}{2100} \times \sqrt{210000 \times 3893360 \times 80769 \times 81643} \times 10^{-6} = 132,298 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{173618 \times 235}{132297818}} = 0,555 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

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

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,555 - 0,4) + 0,75 \times 0,555^2] = 0,642$$

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

$$= \min \left(\frac{1}{0,642 + \sqrt{0,642^2 - 0,75 \times 0,555^2}}; 1,0; \frac{1}{0,555^2} \right) = 0,937$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,555 - 0,8)^2] = 0,974$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,937}{0,974} = 0,962 \quad (6.58)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,962 \times 173618 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 39,3 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{17,1}{39,3} = 0,43 < 1,0 \quad (6.54)$$

Doorbuiging

Combinatie: 5 x = 1050 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 13,694 kNm

Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = 0 mm d_{z2} = 0 mm

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -2,9 - 0 = -2,9 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-2,9|}{2100 / 250} = \frac{|-2,9|}{8,4} = 0,34 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_z - w_{BGT Blijvend,z} = -2,9 + 2,5 = -0,4 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-0,4|}{2100 / 333} = \frac{|-0,4|}{6,3} = 0,07 < 1,0$$