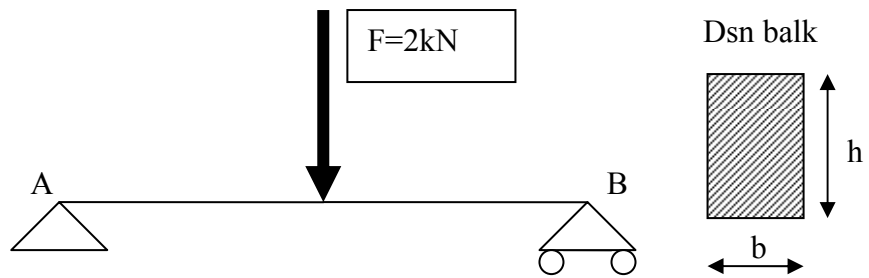


Berekening van een balk op 2 steunpunten met een puntbelasting

Gegeven:

Houten balk
 $F = 2 \text{ kN}$
 $L = 4 \text{ m}$
 $b = 100 \text{ mm}$
 $h = 200 \text{ mm}$
 $E = 9000 \text{ N/mm}^2$
 $f_v = 1 \text{ N/mm}^2$
 $f_m = 18 \text{ N/m}^2$
 $u_{\max} = 0,003L$



Berekening Reactiekrachten

$\sum M \text{ t.o.v. A} = 0$ (Som van de Momenten t.o.v. oplegging A is gelijk aan nul)

$$-(F * 1/2L) + (F_{Ar} * 0) + F_{Br} * L = -(F * 1/2L) + F_{Br} * L = 0$$

Naar andere kant van =-teken brengen geeft een tekenverandering.

$$-(F * 1/2L) = -(F_{Br} * L)$$

$$F_{Br} = 1/2FL / L$$

$$F_{Br} = 1/2F$$

Invullen van de bekenden geeft de onbekende:

$$-(2 * 2) + (F_{Br} * 4) = 0$$

$$F_{Br} = 4 / 4$$

$$F_{Br} = 1 \text{ kN}$$

$\sum V = 0$ (Som van de verticale krachten is gelijk aan nul)

$$F - 1/2F - F_{Ar} = 0$$

Naar andere kant van =-teken brengen geeft een tekenverandering.

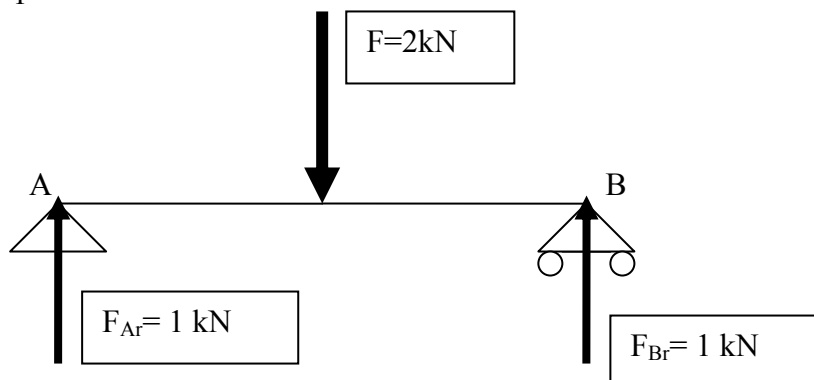
$$F - 1/2F = F_{Ar}$$

$$F_{Ar} = 1/2F$$

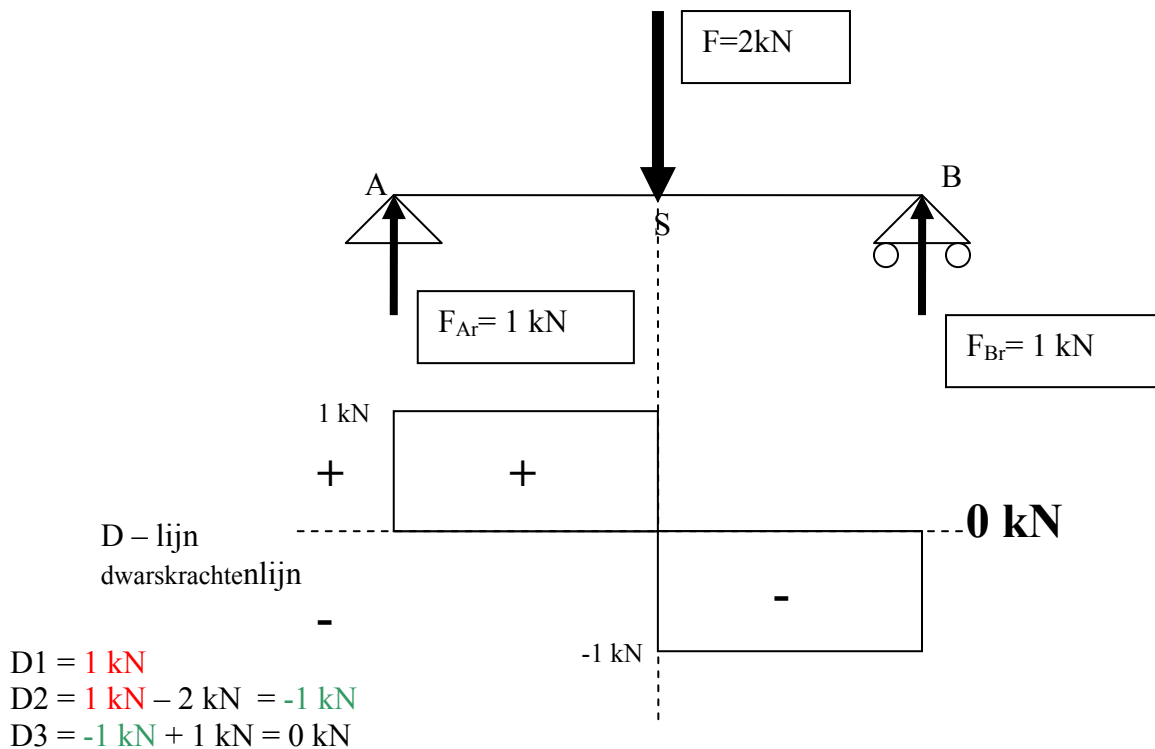
Invullen van de bekenden geeft de onbekende:

$$2 - 1 - F_{Ar} = 0$$

$$F_{Ar} = 1$$



Berekening van de Dwarskrachten



De Maximale Dwarskracht (D_{\max} of V_{\max}) uit de dwarskrachtenlijn is:
 $D_{\max} = 1\text{ kN}$

De dwarskrachtenlijn komt uit op 0 kN , de verticale krachten zijn in evenwicht.

Berekening op sterkte

Afschuiving:

Met D_{\max} berekenen we de schuifspanning

De gemiddelde schuifspanning

$$\tau = D_{\max} / A \rightarrow 1000\text{ N} / (100 * 200) = 1000 / 20000 = 0,05\text{ N/mm}^2$$

De maximale schuifspanning is

$$\tau = 1,5 * (D_{\max} / A) \rightarrow 1,5 * 0,05\text{ N/mm}^2 = 0,08\text{ N/mm}^2$$

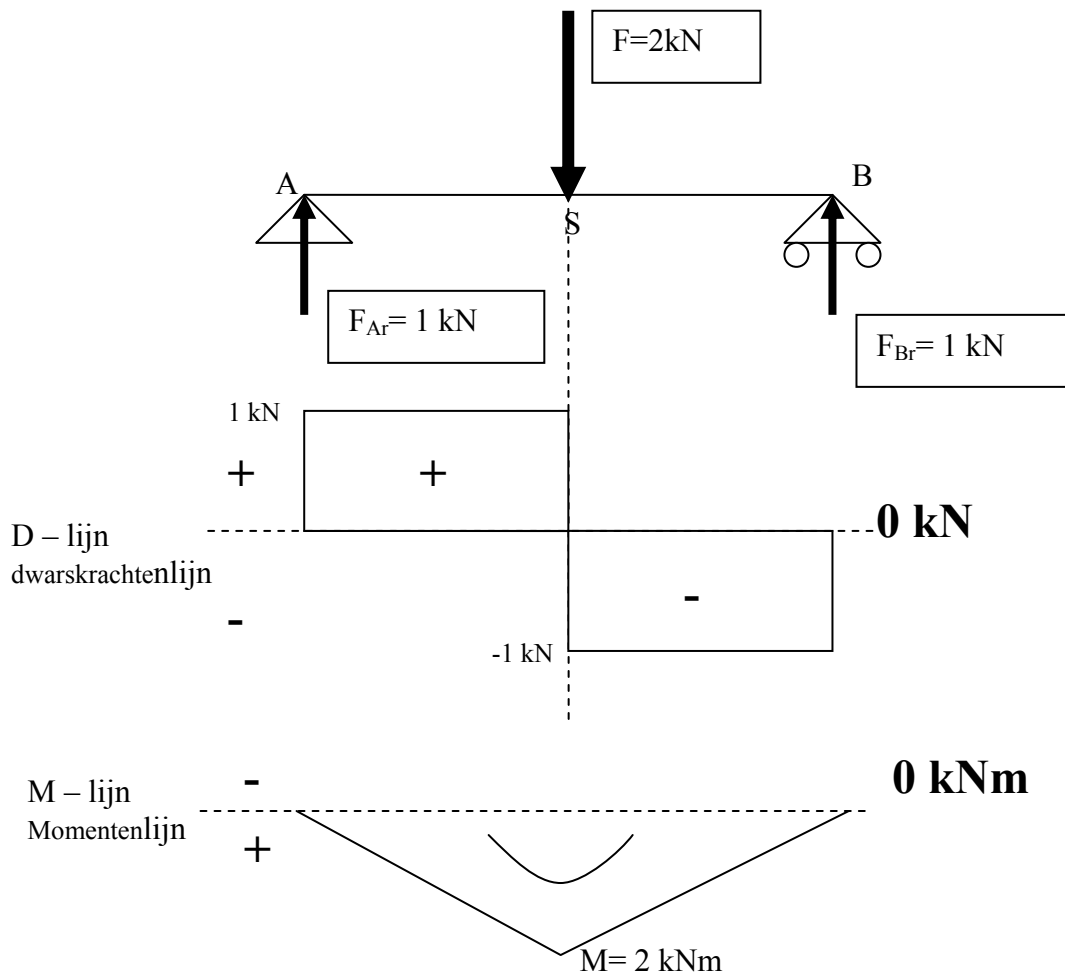
Unity Check (U.C) = $0,08 / 1 \leq 1$ **AKKOORD OP AFSCHUIVING**

Buigsterkte:

$$\text{Weerstandsmoment} = 1/6 * b * h^2 \text{ (mm}^3\text{)}$$

Het weerstandsmoment zegt iets over de sterkte

$$W = 1/6 * 100 * 200^2 = 666666,66\text{ mm}^3 = 667 * 10^3\text{ mm}^3$$



Berekening van het Moment t.o.v. S.

$$-(F_{Ar} * 1/2L) + (F * 0) + M_1 = 0$$

$$-1/2F * 1/2L = - M_1 \text{ (Beide zijden van het =-teken vermenigvuldigen met -1)}$$

$$M_1 = 1/4FL \rightarrow M = 1/4 * 2 * 4 = 8/4 = 2 \text{ kNm}$$

Berekening van het Moment t.o.v. B.

$$-(1/2F_{Ar} * L) + (F * 1/2L) + M_2 = -(1/2 F_{Ar} L) + (1/2FL) + M_2 = 0$$

$$M_2 = (1/2F * L) - (F * 1/2L) = (1/2FL) - (1/2FL) = 0$$

$$M_2 = (1/2 * 4 * L) - (4 * 1/2 * 4) = (1/2 * 4 * 4) - (1/2 * 4 * 4) = 8 - 8 = 0 \text{ kNm}$$

Of berekening van het Moment middels oppervlakteberekening van de Dwarskrachtenlijn.

$$M_1 = F_{Ar} * 1/2L = 1 * 2 = 2 \text{ kNm (oppervlakte rechthoek)}$$

$$M_2 = 2 \text{ kNm} - (F_{Br} * 1/2L) = 2 - (1 * 2) = 2 - 2 = 0 \text{ kNm}$$

In beide berekeningen komt de Momentenlijn uit op 0 kNm, de momenten zijn in evenwicht.

In beide berekeningen is het Maximale Moment gelijk aan: $M_{max} = 2 \text{ kNm}$

Het Maximale Moment (M_{max}) bevindt zich daar waar de dwarskracht 0 kN is, of m.a.w.: Daar waar de dwarskrachtenlijn de nul-lijn snijdt is het Moment maximaal.

Met het Maximale Moment berekenen we de Buigsterkte.

$$M = W * \sigma$$

$$M_{max} = 2 \text{ kNm} = 2 * 10^6 \text{ Nmm}$$

$$W = 667 * 10^3 \text{ N/mm}^2 \text{ (weerstandsmoment)}$$

$$\sigma = M / W = (2 * 10^6) / (667 * 10^3) = 2000 / 667 = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Unity Check (UC)} = 3 / 18 \leq 1 \quad \text{AKKOORD OP BUIGSTERKTE}$$

Berekening op Stijfheid (Vervorming)

Het traagheidsmoment zegt iets over de stijfheid met:

$$I = 1/12 * b * h^3 \quad (\text{in mm}^4)$$

$$I = 1/12 * 100 * 2003 = 66666666,67 \text{ mm}^4 = 6667 * 10^4 \text{ mm}^4$$

De eis voor de maximale doorbuiging van de balk mag niet meer bedragen dan:

$$0,003 * L = 0,003 * 4000 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$$

$$u = FL^3 / 48EI \quad (\text{Doorbuigingsformule voor een puntlast})$$

De factor EI staat voor de buigstijfheid

$$EI = 9000 \text{ N/mm}^2 * 6667 * 10^4 \text{ mm}^4 = 6 * 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

$$u = (2000 * 4000^3) / (48 * 6 * 10^{11}) = 4,44 \text{ mm}$$

Of in meters

$$E = 9000 \text{ N/mm}^2 = 0,09 * 10^8 \text{ kN/m}^2$$

$$I = 6667 * 10^4 \text{ mm}^4 = 6667 * 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$EI = 0,09 * 10^8 * 6667 * 10^{-8} = 0,09 * 6667 = 600 \text{ kNm}^2$$

$$u = FL^3 / 48EI = (2 * 4^3) / (48 * 600) = 0,00444 \text{ m}$$

$$u = 0,00444 * 1000 = 4,44 \text{ mm}$$

Unity Check = $4,44 / 12 \leq 12$ **AKKOORD OP STIJFHEID**

Conclusie:

De houten balk voldoet

Mechanica		M.J.Roos	
Projectnaam	Hogeschool Rotterdam	Projectnummer	1
Omschrijving	Sterkteleer	Constructeur	M.J.Roos
Opdrachtgever		Eenheden	m, kN, kNm

Constructiegegevens

Project type	Knopen	Staven	Opleggingen	Profielen	Belasting Gevallen	Belasting Combinaties
2D-Frame	2	1	2	1	1	0

Staven

Staaf	Knoop B	Scharnier		Knoop E	Profiel	X-B	Z-B	X-E	Z-E	Lengte
		B	E							
S1	K1	NVM	NVM	K2	P1	0.000	0.000	4.000	0.000	4.000

Profielen

Profiel	Profielnaam	Oppervlak	ly	Materiaal	Hoek
P1	100*200	2.0000e-02	6.6670e-05	Mat. 1	0°

Materialen

Materiaalnaam	Dichtheid	E-Mod	Lin. Uitz. Coef.
Mat. 1	0.00	9,0000e+06	0,0000e-01

Opleggingen

Oplegging	Knoop	X	Z	Yr	HoekYr
O1	K1	vast	vast	vrij	0°
O2	K2	vrij	vast	vrij	0°

Belasting Gevallen

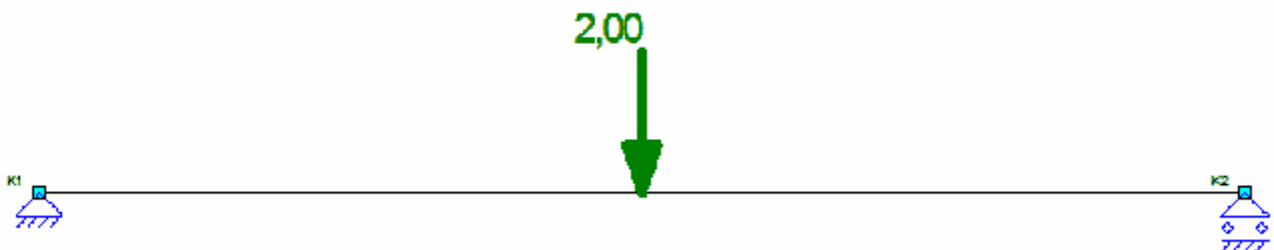
Type	Beginwaarde	Eindwaarde	Afs. Begin	Afst. Eind	Richting	Staaf/Knoop
BG1						
F	2,00		2,000		Z'	S1

B.G. Oplegreacties

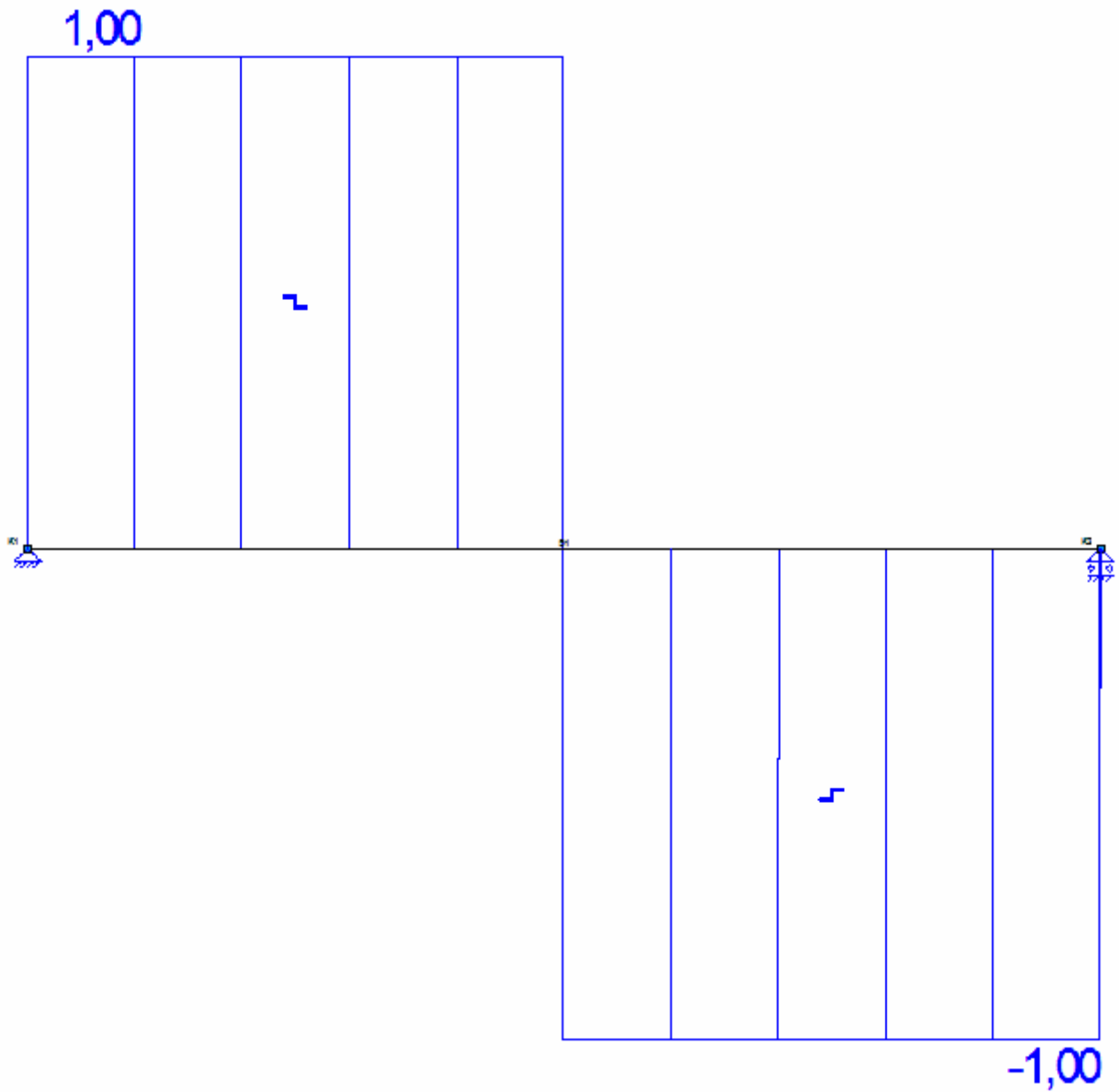
B.G.	Oplegging	Knoop	X	Z	My
BG1	O1	K1	0.00	-1.00	0.00
BG1	O2	K2	0.00	-1.00	0.00

B.G. Doorbuigingen

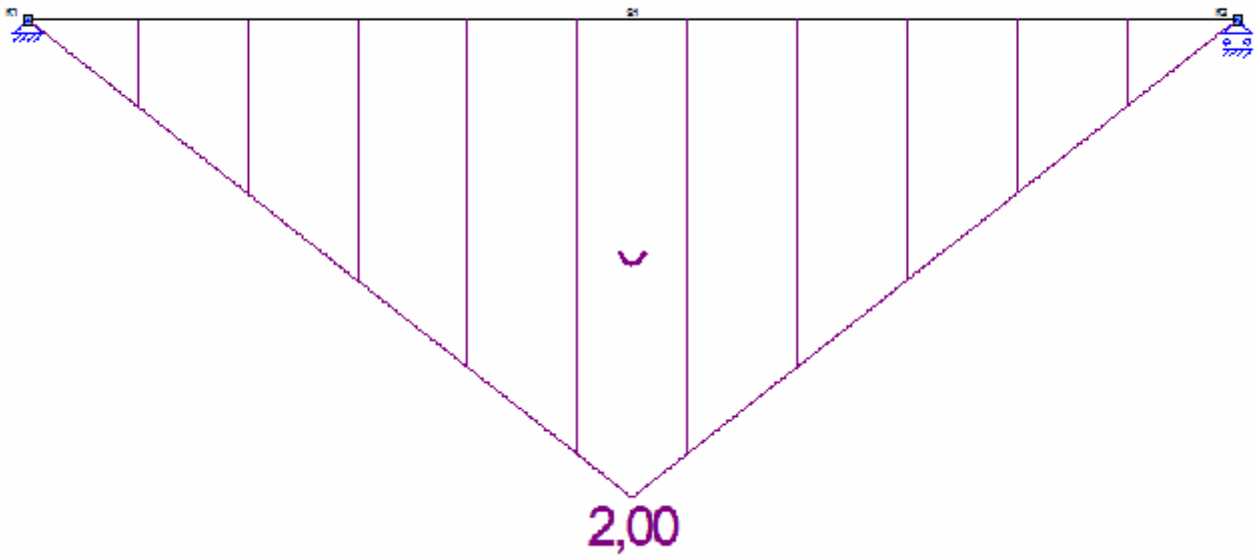
Staaf	B.G.	Knoop Begin		Staaf		Knoop Eind	
		X	Z	Z'afst	Z'	X	Z
S1	BG1	0.0000	0.0000	2.000	0.0044	0.0000	0.0000



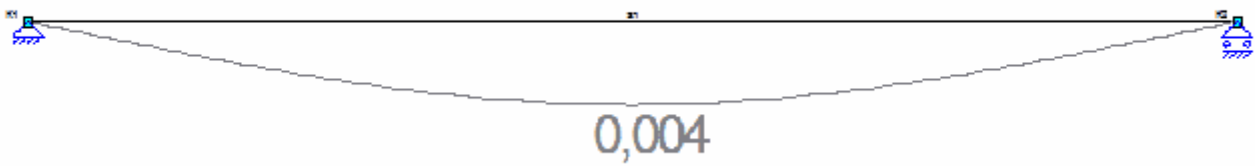
Afb. Belasting BG1



Afb. D-lijn BG1



Afb. M-lijn BG1



Afb. Verplaatsingen BG1