

Nr. 2 HDS2 Berekening van doorbuiging van de balk

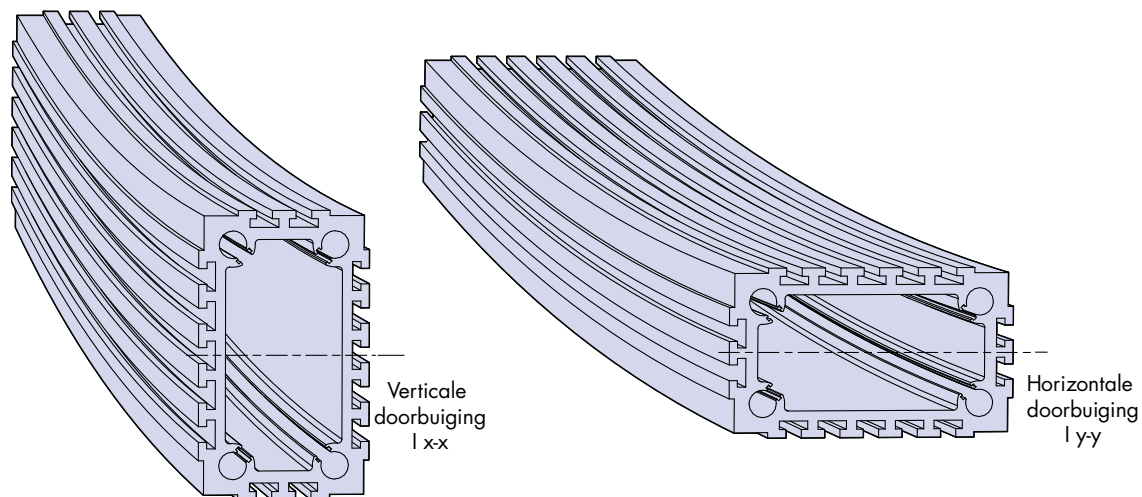
Bij het ontwerpen van een systeem welke gebruik maakt van een Hepco constructie balk, waarbij een gedeelte niet ondersteund is, dient rekening gehouden te worden met een mate van doorbuiging. De doorbuiging van de balk kan berekend worden door middel van eenvoudige balkdoorbuigingsformules welke uitvoerig beschreven worden in vele engineering boeken, echter deze datasheet bevat de berekeningen voor de meest voorkomende toepassingen.

De mate van doorbuiging is afhankelijk van een aantal factoren, namelijk de belasting op het systeem, de methode van ondersteuning van de balk en de afstand die de balk overbrugt.

Parameters die vereist zijn voor de berekening van de doorbuiging van de balk kunnen in onderstaande tabel gevonden worden.

Parameter			HB25C	HB25	HB33
Kwadratisch oppervlaktemoment balk	I x-x	mm ⁴	2.8x10 ⁶	4.7x10 ⁷	16.9x10 ⁷
	I y-y		10.2x10 ⁶	1.8x10 ⁷	8.4x10 ⁷
Afmeting Y	Verticale doorbuiging	mm	38	110	150
	Horizontale doorbuiging		70	65	100
Massa van balk	Q	kg/m	11.3	24	37.5
Elasticiteitsmodules	E	N/mm ²	66 000		
Maximaal toelaatbare buigspanning	σ	N/mm ²	90		

De getallen die weergegeven worden voor I-x-x dienen gebruikt te worden bij de berekening van de doorbuiging bij een verticale belasting en I-y-y dient gebruikt te worden bij de berekening van de doorbuiging bij een horizontale doorbuiging – zie de afbeeldingen hieronder en op de volgende pagina.



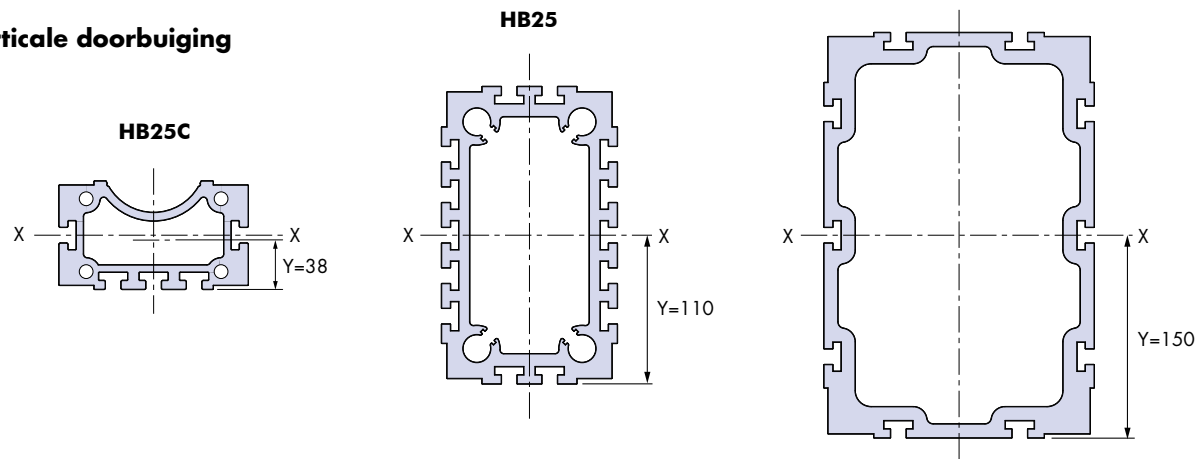
Verticale doorbuiging

Horizontale doorbuiging

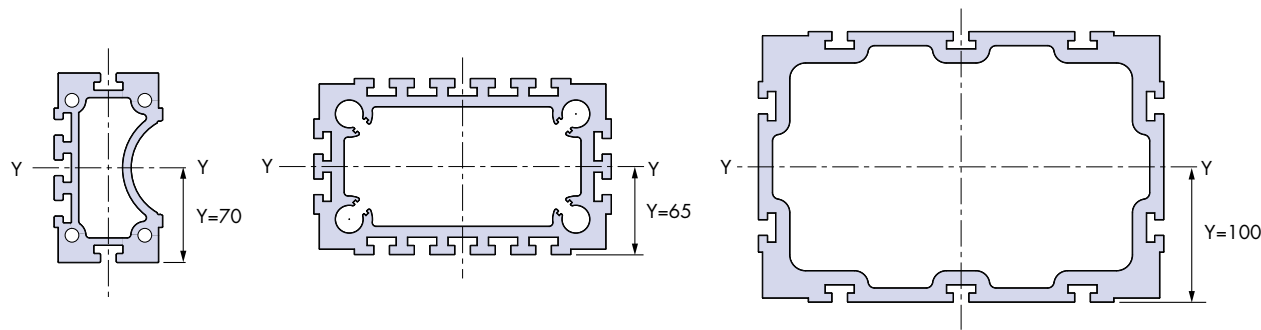
Opmerking: In alle berekeningen zijn de lengtes in mm en krachten in N (newtons) gehanteerd.

Nr. 2 HDS2 Berekening van doorbuiging van de balk

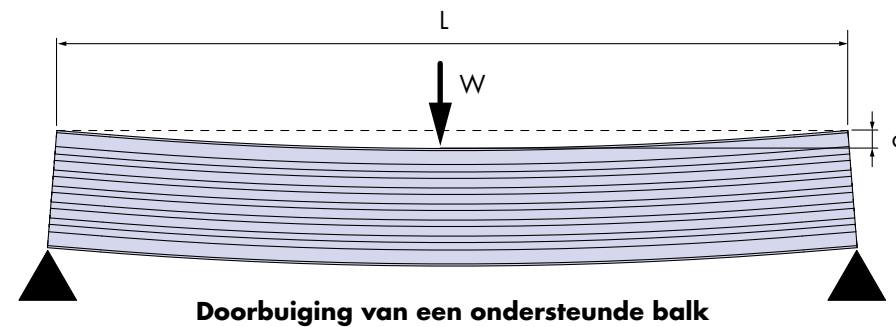
Verticale doorbuiging



Horizontale doorbuiging



De doorbuiging van de balk wordt nauwkeurig weergegeven door eenvoudige formules voor doorbuiging van de balk. De meest algemene toepassing is voor een HDS2 constructie balk die ondersteund wordt door twee punten op een bepaalde afstand L (mm) van elkaar en onderhevig aan een belasting op het middenpunt van de overbrugging. De doorbuiging d (mm) door de toegepaste belasting W (N) wordt gemeten aangrenzend aan de plaats van de belasting. Dit is in het slechtste geval.



$$d = \frac{W \times L^3}{48 \times E \times I} \quad \text{Formule 1}$$

Waarbij: E = Elasticiteitsmodulus van het aluminium materiaal van de balk zie tabel op [1](#)
I = Oppervlakte traagheidsmoment van de balk sectie, welke gevonden kan worden in de tabel op [1](#)

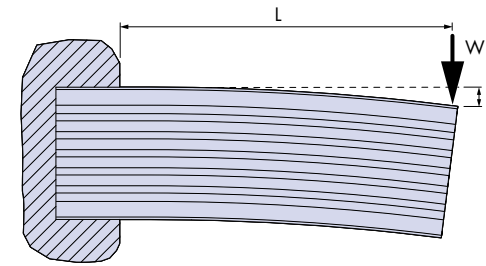
In veel gevallen, met name bij lange niet-ondersteunde overbruggingen, zal de doorbuiging van de balk door zijn eigen gewicht aanzienlijk zijn. In het geval waar de balklengte L aan de uiteinden ondersteund wordt, kan de doorbuiging van de balk als gevolg zijn eigen gewicht als volgt berekend worden:

$$d = \frac{5 \times L^3}{384 \times E \times I} \times \frac{L \times Q \times g}{1000} \quad \text{Formule 2}$$

Waarbij Q de massa van de balk is in kg/m, g = acceleratie door zwaartekracht (=9.81m/s) en de andere grootheden zijn zoals in formule 1.

Nr. 2 HDS2 Berekening van doorbuiging van de balk

De doorbuiging van een eenzijdig ingeklemde balk kan op dezelfde wijze berekend worden. Indien een belasting W wordt uitgeoefend op het uiteinde van de balk en de afstand van het belastingspunt tot de rand van de ondersteuning is L, bedraagt de doorbuiging van de balk zoals weergegeven in formule 3:



$$d = \frac{W \times L^3}{3 \times E \times I} \quad \text{Formule 3}$$

Doorbuiging van een balk gemonteerd als Z-as

De doorbuiging van een eenzijdig ingeklemde balk als gevolg van zijn eigen gewicht wordt gegeven in formule 4, waar de betekenis van de symbolen hetzelfde is als in de formules 1 & 2:

$$d = \frac{L^3}{8 \times E \times I} \times \frac{L \times Q \times g}{1000} \quad \text{Formule 4}$$

De maximale belasting die op een balk toegepast kan worden wordt bepaald door de maximaal toelaatbare buigspanning van het materiaal. Dit kan gevonden worden in de tabel op [1](#). De piek buigspanning voor een gegeven belasting op een ondersteunde balk wordt getoond op de vorige pagina. Y is de afstand van het midden van de balk tot de uiterste rand in de richting van de toegepaste belasting, zie diagram op [1](#).

$$\text{Piek buigspanning } \sigma = \frac{W \times L \times y}{4 \times I}$$

Herschik de bovenstaande formule om het draagvermogen van een ondersteunde balk te bepalen bij de maximaal toelaatbare buigspanning.

$$\text{Balk sterkte} = \frac{\sigma_{\max} \times 4 \times I}{L \times y} \quad \text{Formule 5}$$

De maximale belastingscapaciteiten voor een eenzijdig ingeklemde balk wordt gegeven als

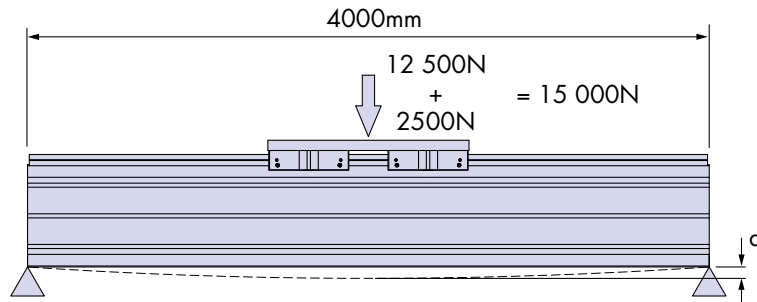
$$\text{Balk sterkte} = \frac{\sigma_{\max} \times I}{L \times y} \quad \text{Formule 6}$$

De berekeningen in deze datasheet refereren naar de doorbuiging en belastingscapaciteit van de constructie balk secties zonder bevestigde steunplaten of geleidingen. De toevoeging van deze of andere zal de stijfheid van de balk verhogen, echter zulke samengestelde balken volgen niet altijd de eenvoudige formules zoals hierboven beschreven. Het effect van de stijfheid zal tot op zekere hoogte afhangen van de toepassing. De berekeningen nemen ook aan dat balken "lang" zijn en kunnen iets afwijken voor lengtes onder de 1m.

Nr. 2 HDS2 Berekening van doorbuiging van de balk

Voorbeeld

Een portaal systeem heeft een centrale overspanning van 4000mm welke ondersteund wordt aan de uiteinden. De HB33 balk is uitgerust met 2 x HSS33 V geleidingen zoals hieronder getoond. De geassembleerde wagen weegt 2500N en er is een externe belasting van 12 500N. Om de hoeveelheid doorbuiging te bepalen welke aanwezig zal zijn op het midden van de balk als de belasting voorbij komt op dat punt, kunnen formules 1 & 2 worden gebruikt.



$$d = \frac{W \times L^3}{48 \times E \times I} \quad \text{Formule 1}$$

Waarbij $W = 15\,000\text{N}$, $L = 4\,000\text{mm}$, $E = 66\,000\text{N/mm}^2$, $I_{x-x} = 16.9 \times 10^7\text{mm}^4$

$$d = \frac{15000 \times 4000^3}{48 \times 66000 \times 16.9 \times 10^7} = 1.79\text{ mm}$$

Om de doorbuiging van de balk door zijn eigen gewicht te bepalen, kan formule 2 worden gebruikt.

$$d = \frac{5 \times L^3}{384 \times E \times I} \times \frac{L \times Q \times g}{1000} \quad \text{Formule 2}$$

Waarbij $Q = 37.5\text{ kg/mtr}$

$$d = \frac{5 \times 4000^3}{384 \times 66000 \times 16.9 \times 10^7} \times \frac{4000 \times 37.5 \times 9.81}{1000} = 0.11\text{ mm}$$

Derhalve is de totale doorbuiging in het midden van een 4000mm lange HB33 balk met 1500kg belasting:
 $1.79\text{mm} + 0.11\text{mm} = 1.9\text{mm}$

HepcoMotion® Europe

Doornhoek 3850, 5465 TB Veghel, Nederland

Tel: +31 (0)492-551290

Fax: +31 (0)492-528105

E-mail: info.nl@hepcotion.com