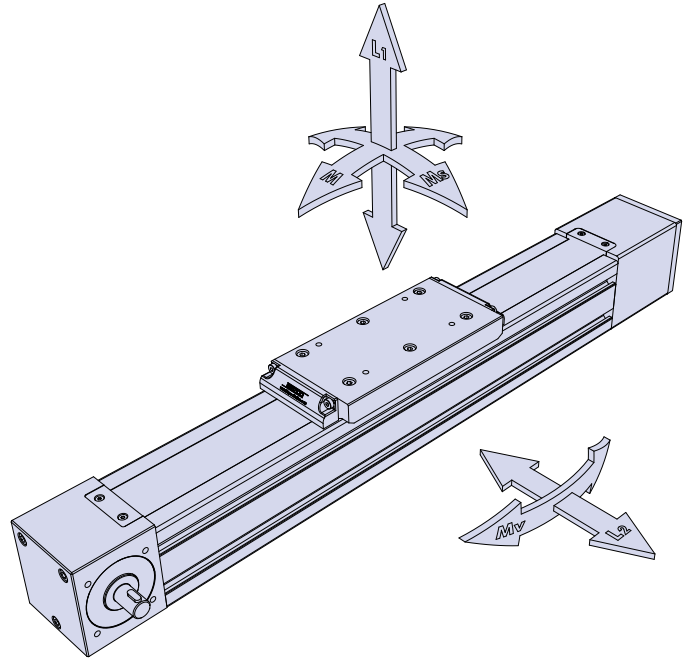


## SBD berekeningen belasting/Levensduur

De levensloop van een SBD unit wordt berekend naar het aantal km dat het systeem kan lopen voordat de lineaire kogelomloopgeleiding zijn L10 levensduur heeft bereikt. De levensduur wordt uitgedrukt in het aantal km dat bereikt of overschreden wordt door 90% van vergelijkbare lineaire kogelomloopgeleidingen voordat deze de eerste tekenen van materiaalmoetheid vertonen.

De levensduur van een SBD systeem wordt beïnvloed door een aantal factoren waaronder de mate van belasting van het systeem: de positie van de belastingen op de montageplaat, de snelheid waarmee het systeem werkt en de inertiekrachten die op het systeem werken door acceleratie en deceleratie.

Om de levensduur van een SBD unit te berekenen, dient eerst de systeem belastingfactor  $L_f$  bepaald te worden door middel van onderstaande formule:



$$L_f = \frac{L_1}{L_{1(max)}} + \frac{L_2}{L_{2(max)}} + \frac{M_s}{M_{s(max)}} + \frac{M}{M_{(max)}} + \frac{M_v}{M_{v(max)}} \leq 0.2 \quad \text{formule 1}$$

De maximale waarden voor  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $M_s$ ,  $M$  en  $M_v$  staan in onderstaande tabel:

| SBD Unit  | $L_1$                               | $L_2$                               | $M_s$                               | $M_v$                               | $M$                                 |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SBD20-80  | 21200N nominaal<br>1813N @ 10 000km | 21200N nominaal<br>1813N @ 10 000km | 189Nm nominaal<br>16.2Nm @ 10 000km | 175Nm nominaal<br>14.9Nm @ 10 000km | 175Nm nominaal<br>14.9Nm @ 10 000km |
| SBD30-100 | 52100N nominaal<br>4455N @ 10 000km | 52100N nominaal<br>4455N @ 10 000km | 639Nm nominaal<br>54Nm @ 10 000km   | 755Nm nominaal<br>64Nm @ 10 000km   | 755Nm nominaal<br>64Nm @ 10 000km   |

\* De cijfers in bovenstaande tabel voor 10 000km gaan uit van een waarde voor de variabele belastingfactor  $f_v = 2$ .

Opmerking:  $f_v$  is de variabele belastingfactor die rekening houdt met snelheid en trilling/effect condities die de SBD unit ondergaat. Een waarde van 2 is geschikt voor de meeste SBD toepassingen, maar  $f_v$  kan verschillen met de onderstaande gegevens.

| Effect en trillingscondities     | Bewegingsnelheid (V)                           | $f_v$     |
|----------------------------------|--|-----------|
| <b>Geen trillingsimpact</b>      | $V \leq 15\text{m/min}$ (Lage snelheid)        | 1 - 1.5   |
| <b>Gering trillingsimpact</b>    | $15 < V \leq 60\text{m/min}$ (Matige snelheid) | 1.5 - 2.0 |
| <b>Gemiddeld trillingsimpact</b> | $V > 60\text{m/min}$ (Hoge snelheid)           | 2.0 - 3.5 |

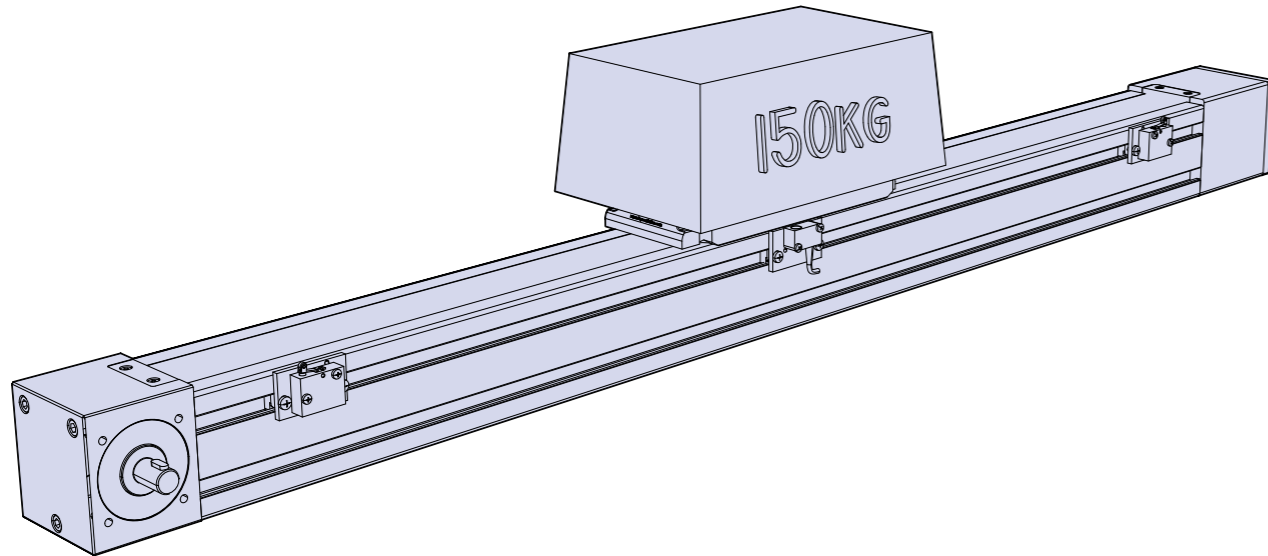
De levensduur van het systeem wordt dan berekend door middel van onderstaande formule:

$$\text{Systeem levensduur (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{L_f \times f_v} \right)^3 \quad \text{formule 2}$$

## SBD berekeningen belasting/Levensduur

### Voorbeeld 1

Een SBD20-80 unit wordt gebruikt in een toepassing die een massa van 150kg heen en weer beweegt. Het systeem accelereert langzaam en heeft een gemiddelde snelheid van 0.5m/s, zodoende kunnen inertie krachten genegeerd worden. Het systeem werkt met een 75% werkcyclus voor 40 uur per week. Het zwaartepunt is in het midden van de wagen geplaatst – zie afbeelding.



$L_1$  is daarom de enige aanwezige kracht op de SBD unit,  $L_1 = 150\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 1471.5\text{N}$ .  
Door de waarden in de formule te zetten is het resultaat:

$$L_F = \frac{1471.5}{21200} = 0.0694$$

Door  $L_F$  in de formule te vervangen en ervan uitgaande dat  $f_v = 2$  komt de levensduur van het systeem op:

$$\text{Systeem levensduur (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{0.0694 \times 2} \right)^3 = 18700\text{km}$$

Om de levensduur van het systeem in jaren te berekenen moeten we eerst het aantal afgelegde kilometers per week berekenen:

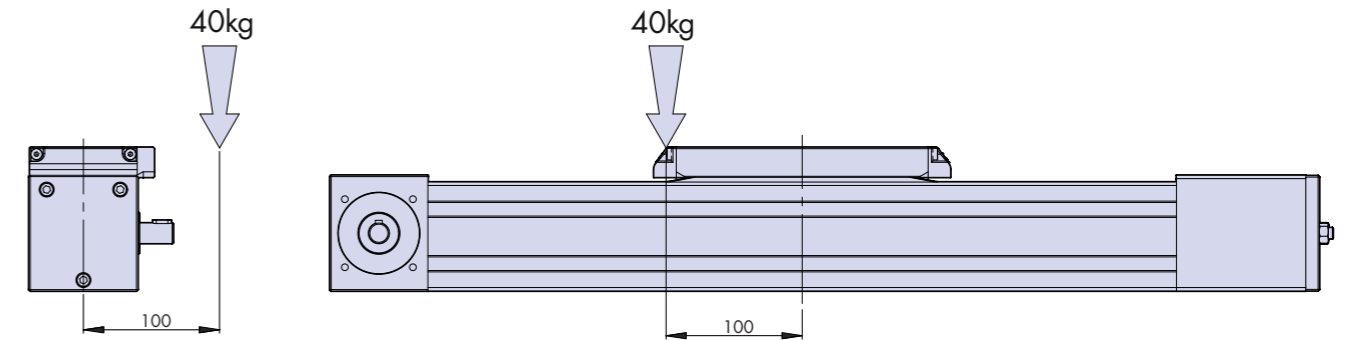
Afstand / week (km) = (0.75 (werkcyclus) x 40 uur x 3600s) x 0.5m/s = 54km/week  
Hiermee kan de levensduur in aantal weken berekend worden:

$$\text{Systeem levensduur} = \frac{18700 \text{ km}}{54 \text{ km/weeken}} = 346 \text{ weken} \approx 6.6 \text{ jaren}$$

## SBD berekeningen belasting/Levensduur

### Voorbeeld 2

Een SBD30-100 unit wordt gebruikt in een toepassing die een massa van 40kg heen en weer beweegt. Het systeem accelereert langzaam en heeft een gemiddelde snelheid van 0.2m/s, zodoende kunnen inertie krachten genegeerd worden. Het systeem werkt met een 50% werkcyclus voor 40 uur per week. Het zwaartepunt is uit het midden van de wagen geplaatst. De onderstaande afbeelding toont de positie van het midden van de belasting in relatie tot het midden van de wagen.



In dit geval zijn er componenten van  $L_1$ ,  $M$  en  $M_s$  die op het systeem werken:

$$L_1 = 40\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 392.4\text{N} \quad M = 0.1\text{m} \times 40\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 39.2\text{Nm} \quad M_s = 0.1\text{m} \times 40\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 39.2\text{Nm}$$

Door deze waarden in formule 1 te zetten samen met de maximale waarden die in de tabel staan, is het resultaat:

$$L_F = \frac{392.4}{52100} + \frac{39.2}{639} + \frac{39.2}{755} = 0.1208$$

Door  $L_F$  in de formule te vervangen en ervan uitgaande dat  $f_v = 1.5$  komt de levensduur van het systeem op:

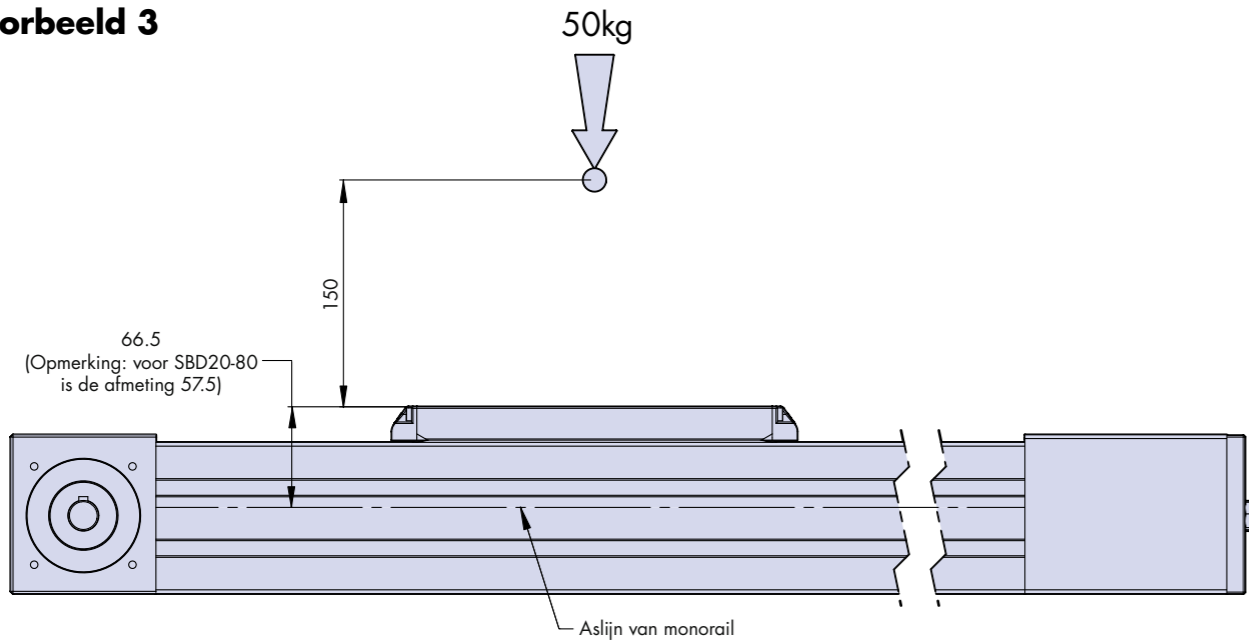
$$\text{Systeem levensduur (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{0.1208 \times 1.5} \right)^3 = 8404\text{km}$$

Om de levensduur van het systeem in jaren te berekenen moeten we eerst het aantal afgelegde kilometers per week berekenen:  
Afstand / week (km) = (0.5 (werkcyclus) x 40 uur x 3600s) x 0.2m/s = 14.4km/week  
Hiermee kan de levensduur in aantal weken berekend worden:

$$\text{Systeem levensduur} = \frac{8404 \text{ km}}{14.4\text{km/weeken}} = 583.6 \text{ weken} \approx 11.2 \text{ jaren}$$

## SBD berekeningen belasting/Levensduur

### Voorbeeld 3



Een SBD30-100 unit wordt gebruikt in een toepassing die een massa van 50kg heen en weer beweegt met een 4m slaglengte. De belasting is in het midden van de wagen geplaatst met het zwaartepunt 0.150m boven de wagen, die weer 0.065m boven de middellijn van de monorail is geplaatst, welke het punt is waar rondom de momentkrachten werken – zie bovenstaande afbeelding. De belasting accelereert met  $2\text{m/s}^2$  over een afstand van 1m, loopt dan met een constante snelheid van  $2\text{m/s}$  over een afstand van 2m en decellereert dan tot een stilstand met een snelheid van  $2\text{m/s}^2$  in de laatste lengte van de slag. De terugtocht legt eenzelfde beweging af. Het systeem loopt met een 60% werkcyclus voor 150 per week.

In dit geval kunnen inertie krachten niet genegeerd worden omdat de acceleratiewaarden belangrijk zijn. Gedurende de acceleratie en deceleratie werken de belastingskrachten in op de wagen. Om vast te stellen wat het effect hiervan is op de levensduur van het systeem, moet de tijdsduur van acceleratie en deceleratie fasen eerst berekend worden. De tijd gespenseerd aan acceleratie tijdens een bepaalde slag wordt berekend met behulp van onderstaande formule:

$$v = u + at$$

Hierbij is 'v' eind snelheid, 'u' is begin snelheid, 'a' is acceleratie en 't' is tijd. Door bovenstaande formule te herschikken en de waarden in te vullen is het resultaat:

$$t = \frac{v - u}{a} = \frac{2\text{m/s} - 0\text{m/s}}{2\text{m/s}^2} = 1\text{s}$$

Omdat de deceleratie waarde ook  $2\text{m/s}^2$  is, is de tijd die benodigd is om de wagen tot stilstand te brengen van  $2\text{m/s}$  ook 1s. De tijdsduur voor constante snelheid is 1s voor elke slag, omdat de wagen 2m met  $2\text{m/s}$  loopt. De totale tijd voor iedere slag is daarom 3s en de tijd gespenseerd in elke fase van de slag is als volgt: versnellen = 33.3% van de totale tijdsduur van de slag, constante snelheid = 33.3% van de totale tijdsduur van de slag en afremmen = 33.3% van de totale tijdsduur van de slag.

Gedurende de fasen van acceleratie en deceleratie van de slag komen de belastingen L1 en M op het systeem:

$$L1 = 50\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 490.5\text{N} \quad M = (0.15\text{m} + 0.0665\text{m}) \times 50\text{kg} \times 2\text{m/s}^2 \approx 21.65\text{Nm}$$

Gedurende de fase van constante snelheid van de slag is alleen de belasting L1 van kracht op het systeem. Omdat de belastingsfactor LF zal verschillen gedurende de slag dient het berekend te worden voor elke fase van de slag, de waarden voor acceleratie en deceleratie zijn gelijk dus zal de LF factor gelijk zijn.

## SBD berekeningen belasting/Levensduur

Voor de fasen van acceleratie en deceleratie van de slag, is de belastingsfactor  $LF_A$ :

$$LF_A = \frac{490.5}{52100} + \frac{21.65}{755} = 0.0381$$

Voor de fase van constante snelheid van de slag, is de belastingsfactor  $LF_C$ :

$$LF_C = \frac{490.5}{52100} = 0.00941$$

Indien de belastingsfactor afwisselend is, kan de gemiddelde belasting als volgt berekend worden:

$$LF = \sqrt[3]{LF_1^3 \times \frac{q_1}{100} + LF_2^3 \times \frac{q_2}{100} \dots + LF_x^3 \times \frac{q_x}{100}}$$

Hierbij is q = tijd percentage

Door bovenstaande gegevens in de formule voor belastingsfactor in te vullen, wordt het resultaat;

$$LF = \sqrt[3]{0.0381^3 \times \frac{33.3}{100} + 0.00941^3 \times \frac{33.3}{100} + 0.0381^3 \times \frac{33.3}{100}} = 0.03336$$

Door LF te vervangen in formule 2 en ervan uitgaande dat  $f_v = 2$  geeft de levensduur van het systeem:

$$\text{Systeem levensduur (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{0.03336 \times 3} \right)^3 = 49880\text{km}$$

Om de levensduur van het systeem in jaren te berekenen moeten we eerst het aantal afgelegde kilometers per week berekenen:

De tijd om de 4m slag af te leggen is berekend op 3s, hiermee kan de afgelegde afstand in een week berekend worden:

Afstand/week (km) =  $0.6$  (werkcyclus)  $\times 150$  uur  $\times 3600\text{s}$   $\times (4\text{m} / 3\text{s}) = 432\text{km/week}$   
Hiermee kan de levensduur in aantal weken berekend worden:

$$\text{Systeem levensduur} = \frac{49880 \text{ km}}{432 \text{ km/weeken}} = 115.5 \text{ weken} \approx 2.2 \text{ jaren}$$

**HepcoMotion® Europe**  
Doornhoek 3850, 5465 TB Veghel, Nederland  
**Tel: +31 (0)492 551290**  
**Fax: +31 (0)492 528105**  
**E-mail: info.nl@hepcotion.com**