

Dit datasheet behoort bij de  
**HDS2** catalogus  
 42 tot 44

## Nr. 5 HDS2 Belasting/levensduur berekeningen + voorbeelden

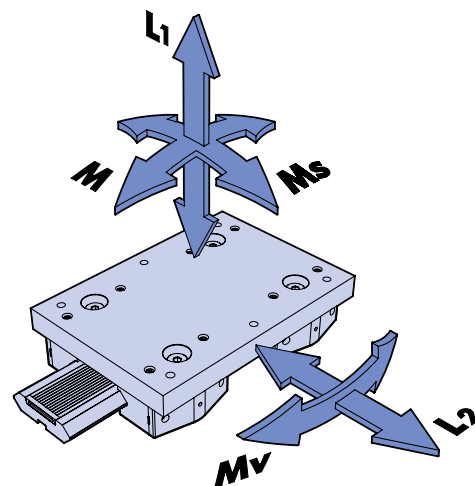
De belastingscapaciteit en levensduur van Hepco HDS2 zijn afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste factoren zijn het formaat en type van lager en glijplaat, wel of geen smeervoorziening en de omvang en richting van de belastingen. Ook factoren zoals de werkingssnelheid, lengte van de slag en omgevingscondities kunnen een rol spelen.

Bij het berekenen van de belasting en levensduur van een systeem dient uit twee methoden te worden gekozen: indien het systeem gebruik maakt van een conventionele wagen met vier lagers (zoals het geval is bij de Hepco HDS2 wagens), kan deze als een enkele component worden beschouwd, en kunnen de belastingscapaciteit en levensduur worden berekend zoals in het onderstaande hoofdstuk **Systemen met wagens** wordt verduidelijkt; u kunt deze echter ook voor elk lager afzonderlijk berekenen volgens de methode die beschreven wordt in het hoofdstuk **Berekeningen afzonderlijke lagers**.

### Systemen met wagens

Bij het berekenen van de belasting en levensduur van een V-geleidingssysteem met een wagen met vier lagers, dient de belasting van het systeem te worden opgesplitst in de directe belastingcomponenten, L1 en L2, en de momentbelastingcomponenten M, Mv en Ms (zie diagram rechts).

De maximumwaarden van de directe belasting en momentbelasting van de HDS2 wagens staan in onderstaande tabellen vermeld. Deze staan vermeld voor zowel 'droge' als 'gesmeerde' systemen - dit slaat op het 'V'-contactvlak, aangezien alle lagers levenslang inwendig zijn gesmeerd. De waarden zijn gebaseerd op een schokvrije werking.



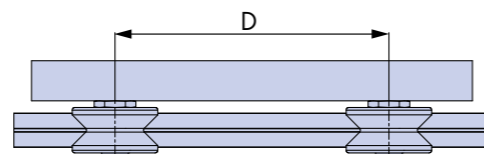
Onderdeelnummer wagen	Droog systeem					Gesmeerd systeem				
	L1(max)	L2(max)	Ms(max)	Mv(max)	M(max)	L1(max)	L2(max)	Ms(max)	Mv(max)	M(max)
	N	N	Nm	Nm	Nm	N	N	Nm	Nm	Nm
AU6425D..	10 000	16 000	450	8 x D	5 x D	10 000	16 000	450	8 x D	5 x D
AU..6425C..	10 000	16 000	900	8 x D	5 x D	10 000	16 000	900	8 x D	5 x D
AU..6425N..	10 000	16 000	810	8 x D	5 x D	10 000	16 000	810	8 x D	5 x D
AU..6425W..	10 000	16 000	1260	8 x D	5 x D	10 000	16 000	1260	8 x D	5 x D
AU9525D..	28 000	40 000	1280	20 x D	14 x D	28 000	40 000	1280	20 x D	14 x D
AU..9525C..	28 000	40 000	2510	20 x D	14 x D	28 000	40 000	2510	20 x D	14 x D
AU..9525N..	28 000	40 000	2260	20 x D	14 x D	28 000	40 000	2260	20 x D	14 x D
AU..9525W..	28 000	40 000	3520	20 x D	14 x D	28 000	40 000	3520	20 x D	14 x D
AU12025D..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	1830	30 x D	20 x D
AU..12025C..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	3590	30 x D	20 x D
AU..12025N..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	3230	30 x D	20 x D
AU..12025W..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	5030	30 x D	20 x D
AU..12833N..	40 000	60 000	4530	30 x D	20 x D	40 000	60 000	4530	30 x D	20 x D
AU..12833W..	40 000	60 000	6530	30 x D	20 x D	40 000	60 000	6530	30 x D	20 x D
AU..15033N..	-	-	-	-	-	68 000	100 000	7710	50 x D	34 x D
AU..15033W..	-	-	-	-	-	68 000	100 000	11 110	50 x D	34 x D

**Belastingscapaciteiten hebben betrekking op stalen systemen, voor RVS systemen zijn deze 25% lager**

## Nr. 5 HDS2 Belasting/levensduur berekeningen + voorbeelden

### Berekening van de belastingsfactor van het systeem

Om de levensduur van het systeem te bepalen, dient eerst de belastingsfactor LF te worden berekend met behulp van onderstaande formule. In het geval van Mv en M belastingen, dienen de  $Mv_{(max)}$  en  $M_{(max)}$  voor de betreffende wagen te worden bepaald. Hiertoe dient de waarde in de tabel te worden vermenigvuldigd met de tussenruimte tussen de lagers, D, in millimeters.

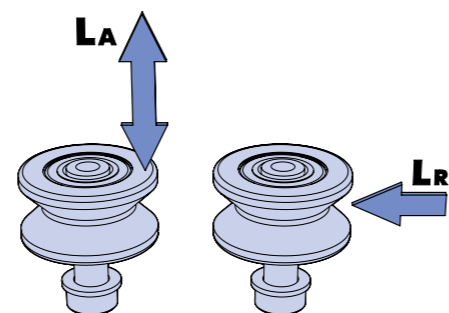


LF mag niet hoger zijn dan 1 voor welke combinatie van belastingen ook. Zodra LF is bepaald voor de toepassing, kan de levensduur worden berekend zoals vermeld op 43 van de volledige HDS2 catalogus.

$$\text{Belastingsfactor LF} = \frac{L1}{L1_{(max)}} + \frac{L2}{L2_{(max)}} + \frac{Ms}{Ms_{(max)}} + \frac{Mv}{Mv_{(max)}} + \frac{M}{M_{(max)}}$$

### Berekeningen afzonderlijke 'V'-lagers

In veel systemen wordt geen gebruik gemaakt van standaard wagens. In zulke gevallen is het noodzakelijk om met een conventionele berekening de belasting van elk lager in het systeem te bepalen, door deze op te splitsen in de axiale LA en radiale LR componenten. In de onderstaande tabel staan de maximumwaarden voor alle typen Hepco HDS2 'V'-lagers vermeld, zowel voor 'droge' als 'gesmeerde' systemen - dit slaat op het 'V'-contactvlak, aangezien alle lagers levenslang inwendig zijn gesmeerd. De waarden zijn gebaseerd op een schokvrije werking.



Onderdeelnummer lager	Droog			Gesmeerd		
	LA (max)	LR (max)	Basislevensduur (km)	LA (max)	LR (max)	Basislevensduur (km)
	N	N		N	N	
..HJ64	2500	8000	300	2500	8000	500
..HJ95	7000	20 000	400	7000	20 000	400
..HJ120	-	-	-	10 000	30 000	700
..HJ128	10 000	30 000	500	10 000	30 000	700
..HJ150	-	-	-	17 000	50 000	2000

Bij bovenvermelde waarden wordt verondersteld dat gebruik wordt gemaakt van lagers met glijplaten die gelijk aan of breder zijn dan de aanbevolen glijplaat voor het desbetreffende lagerformaat. Voor nadere informatie over de aanbevolen formaten, zie 18-19 van de HDS2 catalogus. Neem contact op met Hepco voor informatie over het belasten van lagers in combinatie met kleinere glijplaten.

### Berekening van de belastingsfactor

Om de levensduur van het systeem te bepalen, dient eerst de belastingsfactor LF te worden berekend met behulp van onderstaande formule.

$$\text{Belastingsfactor LF} = \frac{LA}{LA_{(max)}} + \frac{LR}{LR_{(max)}}$$

LF mag niet meer dan 1 bedragen voor welke combinatie van belastingen ook.

Zodra LF is vastgesteld voor elk lager, kan de levensduur als volgt worden berekend:

### Berekening van de levensduur van het systeem

Zodra LF is vastgesteld voor een wagen met vier lagers of voor elk lager afzonderlijk, kan de levensduur in km worden berekend met behulp van een van onderstaande drie formules. In deze formules wordt uit de tabel (boven) de basislevensduur gekozen voor het desbetreffende lager en de smercondities.

## Nr. 5 HDS2 Belasting/levensduur berekeningen + voorbeelden

### Droog systeem

$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{(0.04 + 0.96LF)^2}$$

$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{(0.04 + 0.96LF)^3}$$

(Kies deze formule voor alle andere lagers dan ..HJR150.)

### Gesmeerd systeem

$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{(0.04 + 0.96LF)^{3.3}}$$

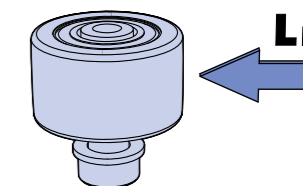
(Kies deze formule alleen voor ..HJR150. Lagers.)

### Opmerkingen:

- De maximumwaarden voor L1, L2, Ms, M, Mv, LA en LR, en de basislevensduur van elk lagertype, zijn van invloed op de prestatie van het gehele systeem. Tests hebben aangetoond dat deze waarden een betrouwbaarder beeld geven dan wanneer met theoretische statische en dynamische belastingscapaciteiten (C en Co) van de lagers wordt gewerkt.
- Bij de berekeningen in dit hoofdstuk is uitgegaan van een lineaire slag waarbij de lagers meerdere volledige omwentelingen maken. Indien de slag in een toepassing minder bedraagt dan vijf keer de buitendiameter van het lager, dient men de afgelegde afstand te berekenen alsof de slag vijf keer de buitendiameter van het lager bedraagt. Bij systemen met werkingssnelheden van meer dan 8m/s kunnen extra berekeningen nodig zijn. Neem contact op met Hepco voor ondersteuning.
- Ten behoeve van de belasting/levensduur berekeningen op deze pagina wordt onder axiale belasting LA verstaan de belasting in axiale richting welke het lager kan verdragen gemonteerd met een 'V'-glijplaat die in de buitenste rand drukt. Aangezien de denkbeeldige lijn van de uitgeoefende kracht zich op enige afstand bevindt van de denkbeeldige as van het lager, ligt deze waarde veel lager dan de theoretische axiale belastingscapaciteit van het lager.
- In bovenstaande berekeningen verwijst de term 'gesmeerd' naar het contactvlak tussen de glijplaat en het lager. Smering met behulp van smeerunits of kapafdichtingen van Hepco verdient de voorkeur, maar andere middelen welke voldoende smeert of -olie op het contactvlak garanderen zijn eveneens acceptabel.
- Indien een systeem meer dan vier lagers per wagen telt (zie voorbeelden van toepassingen op pagina 9), kan niet altijd worden gegarandeerd dat de belasting gelijkmatig over alle lagers wordt verdeeld. In dergelijke gevallen wordt aangeraden om bij het systeem uit te gaan van de levensduur van het zwaarst belaste lager. Neem contact op met Hepco voor ondersteuning.

### Berekeningen looprollen

Systemen waarbij gebruik wordt gemaakt van looprollen welke over vlakke rails of het vlakke loopvlak van glijplaten met enkelzijdige 'V' lopen, vereisen een afwijkende methode om de belasting en levensduur te berekenen. Voor looprollen wordt alleen een radiale belastingscapaciteit vermeld aangezien deze gewoonlijk in axiale richting niet worden belast. Omdat er slechts sprake is van een rolcontact met de rail hoeft er geen onderscheid te worden gemaakt voor gebruik in ongesmeerde toepassingen (hoewel het aanbeveling verdient de rails en looprollen licht in te olien voor een optimale werking).



Hieronder volgt de maximum radiale belastingscapaciteit LR van de Hepco HDS2 looprollen.

Onderdeelnummer looprol	Belastingscapaciteit looprollen		Basislevensduur (km)
	LR (max)	N	
..HRN58	5 000		500
..HRR58	10 000		300
..HRR89	20 000		400
..HRR122	30 000		700
..HRR144	80 000		500

### Berekening van de belastingsfactor van het systeem

Om de levensduur van de looprol te berekenen, dient men eerst de belastingsfactor LF te berekenen met behulp van onderstaande formule.

$$\text{Belastingsfactor LF} = \frac{LR}{LR_{(max)}}$$

### Berekening van de levensduur van de looprol

Zodra LF is vastgesteld voor elke looprol afzonderlijk, kan de levensduur in km worden berekend met behulp van onderstaande formule. In de tabel (boven) kan de basislevensduur van de desbetreffende looprol worden opgezocht.

$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{LF^3}$$

(Kies deze formule voor alle andere lagers dan ..HRR144.)

$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{LF^{3.3}}$$

(Kies deze formule alleen voor ..HRR144. Lagers.)

## Nr. 5 HDS2 Belasting/levensduur berekeningen + voorbeelden

### Voorbeeld 1

Een machine is uitgerust met een zwaar gegoten component gemonteerd op een Hepco AU9525WCW wagen (geassembleerde wagen met kapafdichtingen 26-27 van de volledige HDS2 catalogus) bevestigd op een HB25 geassembleerde balk geleiding met CHSS25NK geleidingen. Het gewicht van het gegoten component en de wagen is 500kg. Het zwaartepunt ligt centraal langs de lengte van de wagen en 150mm van de V van de geleiding zoals getoond in de afbeelding.

Het systeem werkt 0.4m/s op een 50% werkcyclus voor 40 uur per week. De belastingsfactor kan bepaald worden met behulp van onderstaande formule:

$$\frac{L1}{L1_{(max)}} + \frac{L2}{L2_{(max)}} + \frac{Ms}{Ms_{(max)}} + \frac{Mv}{Mv_{(max)}} + \frac{M}{M_{(max)}}$$

$$L1 = M = Mv = 0$$

$$L2 = 500\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 \text{ (Zwaartekracht)} = 4905\text{N}$$

$$Ms = 4905\text{N} \times 0.15\text{m} = 735.75\text{Nm}$$

De waarden voor  $L1_{(max)}$ ,  $L2_{(max)}$ ,  $Ms_{(max)}$  kunnen direct uit de tabel op bladzijde 1 genomen worden, de waarden voor  $Mv$ ,  $M$  kunnen ook uit die tabel genomen worden echter dit getal moet vermenigvuldigd worden met 'D' welke de afmeting is tussen de lagers over de lengte van de wagen. Deze afmeting kan ook gevonden worden op bladzijde 26 van de volledige HDS2 catalogus.

'D' voor een AU9525WCW is 290mm dus,  $Mv_{(max)} = 20 \times 290 = 5\,800\text{Nm}$ , en  $M_{(max)} = 14 \times 290 = 4\,060\text{Nm}$ .

$$LF = \frac{0}{28\,000} + \frac{4\,905}{40\,000} + \frac{735.75}{3\,520} + \frac{0}{5\,800} + \frac{0}{4\,060} = 0.332$$

De basislevensduur voor dit systeem (gebruik makend van gesmeerde THJR95 lagers) staat in de tabel op bladzijde 2 – dit is 400km. De systeemlevensduur wordt berekend als volgt:

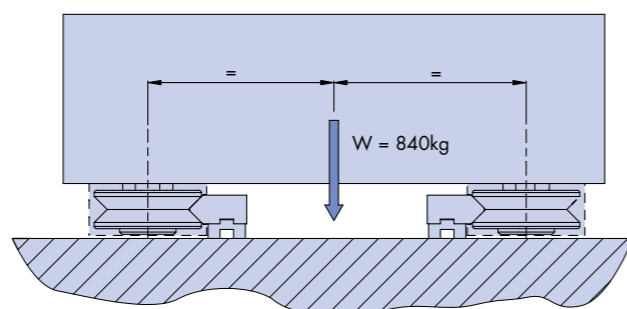
$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{(0.04 + 0.96LF)^3} = \frac{400}{(0.04 + 0.96 \times 0.332)^3} = 8\,690\text{ km}$$

Met deze werkslag legt het systeem 0.4m/s x 60 x 60 x 40 (seconden/week) x 0.5 (50% werkcyclus) = 28 800 m = 28.8 km / week. 8690km is gelijk aan 301.7 weken of **5.8 jaar**.

### Voorbeeld 2

Een systeem bestaat uit een wagen met een gewicht van 840kg met 2x BHJR95CNS en BHJR95ENS lagers. De smering wordt voorzien d.m.v. 4x CW95 kapafstrijkers. De wagen loopt op 2x PHSS25 V geleidingen. De slaglengte voor het systeem is 1.6m. De enige belasting voor het geleidingssysteem is het gewicht van de wagen waarvan het zwaartepunt in het midden van de vier lagers ligt. Het systeem werkt op 0.6m/s op een 25% werkcyclus voor 45 uur per week.

Omdat het gewicht van 8240N (= massa x g = 840kg x 9.81m/s<sup>2</sup> = 8240N) centraal op de wagen komt, is de belasting gelijk verdeeld over de vier lagers. Daarom is de belasting per lager 2060N.



De belasting in dit geval is enkel axiaal dus  $LA = 2060$ ,  $LR = 0$ . Van hier uit kunnen we de belastingsfactor berekenen volgens de formule op bladzijde 2:

$$\text{Belastingsfactor } LF = \frac{LA}{LA_{(max)}} + \frac{LR}{LR_{(max)}} = \frac{2060}{7000} + \frac{0}{20000} = 0.294$$

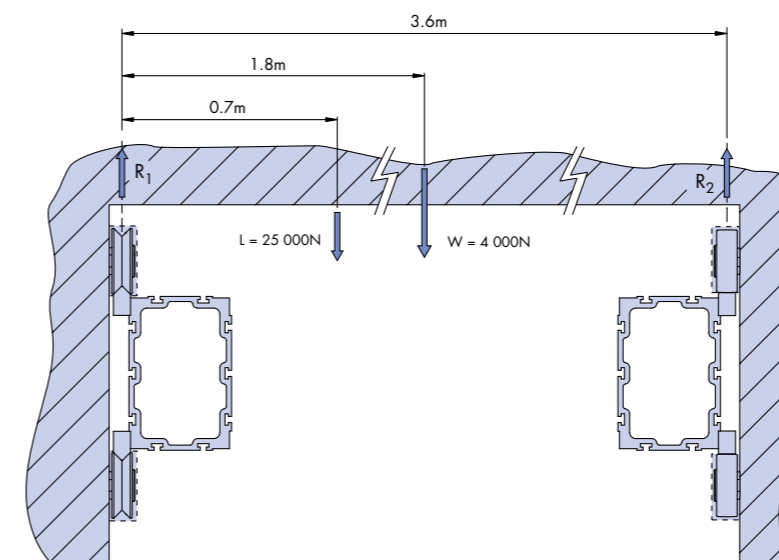
## Nr. 5 HDS2 Belasting/levensduur berekeningen + voorbeelden

De basislevensduur voor dit systeem (gebruik makend van gesmeerde THJR95 lagers) staat in de tabel op bladzijde 2 – dit is 400km. De systeemlevensduur wordt berekend als volgt:

$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{(0.04 + 0.96LF)^3} = \frac{400}{(0.04 + 0.96 \times 0.294)^3} = 11\,922\text{ km}$$

Met deze werkslag legt het systeem 0.6m/s x 60 x 60 x 45 (seconden/week) x 0.25 (25% werkcyclus) = 24 300m of 24.3km per week. 11922km / 24.3km = 490 weken of ca. **9.4 jaar**.

### Voorbeeld 3



Een grote portaal machine is uitgerust met 2 x CHSS33 V geleidingen en 2 x CHTS33 vlakke glijplaten waarop een machine platform met een gewicht van 4000N loopt. Het zwaartepunt ligt in het midden van het systeem (zie de tekening links). Een externe belasting van 25000N wordt ook gedragen maar dit ligt maar 0.7m van de middenlijn van de V geleiding. De belasting wordt gedragen door 2 x BHJR128CNS & 2 x BHJR128ENS V lagers in combinatie met de V geleiding en 2 x BHRR122CNS & BHRR122ENS looprollen op de vlakke glijplaat.

Het systeem werkt 1m/s op een 10% werkcyclus voor 24 uur per dag, 6 dagen per week.

De belastingsfactor kan bepaald worden met behulp van onderstaande formule:

[Optelling van alle krachten]

$$R1 + R2 = L + W = 25\,000 + 4\,000\text{N} = 29\,000\text{N}$$

[Momentbelastingen van linkerblok van middenlijn]

$$L \times 0.7\text{m} + W \times 1.8\text{m} = 25\,000\text{N} \times 0.7\text{m} + 4\,000\text{N} \times 1.8\text{m} = R2 \times 3.6\text{m}$$

[Daarom]

$$R2 \times 3.6\text{m} = 24\,700\text{Nm} \therefore R2 = 6861\text{N}$$

[Vervangen in eerste formule]

$$R1 + 6861\text{N} = 29\,000\text{N} \therefore R1 = 22\,139\text{N}$$

Zowel  $R_1$  en  $R_2$  worden ondersteund door 2 lager elementen dus de radiale belastingen zijn: V lagers 11069.5N; looprollen 3430.5N.

$$\text{Belastingsfactor voor V lagers} = \frac{LA}{LA_{(max)}} + \frac{LR}{LR_{(max)}} = \frac{0}{10\,000} + \frac{11\,069.5}{30\,000} = 0.369$$

$$\text{Belastingsfactor voor looprollen} = \frac{LR}{LR_{(max)}} = \frac{3\,430.5}{30\,000} = 0.114$$

Met behulp van de formules op bladzijde 3 kunnen we de systeemlevensduur bepalen gebaseerd op de berekende belastingsfactoren. De basislevensduur voor dit systeem (gebruik makend van gesmeerde THJR95 lagers) staat in de tabel op bladzijde 2 – dit is 700km.

$$\text{Voor V lagers} = \frac{\text{Basislevensduur}}{(0.04 + 0.96LF)^3} = \frac{700}{(0.04 + 0.96 \times 0.369)^3} = 11\,425\text{ km}$$

De basislevensduur voor dit systeem, gebruik makend van THJR122 looprollen staat vermeldt in de tabel op bladzijde 3 – dit is ook 700km. Voor looprollen:

$$\text{Levensduur voor looprollen} = \frac{\text{Basislevensduur}}{LF^3} = \frac{700}{0.114^3} = 468\,155\text{ km}$$

Zoals uit de bovenstaande berekeningen blijkt, zijn de V lagers de bepalende factor voor de levensduur in dit systeem.

Met deze werkslag legt het systeem 1m/s x 60 x 60 x 24 x 6 (seconden/week) x 0.1 (10% werkcyclus) = 51840 m = 51.8 km / week. 11425km is gelijk aan 220.5 weken of ca. **4.2 jaar**.

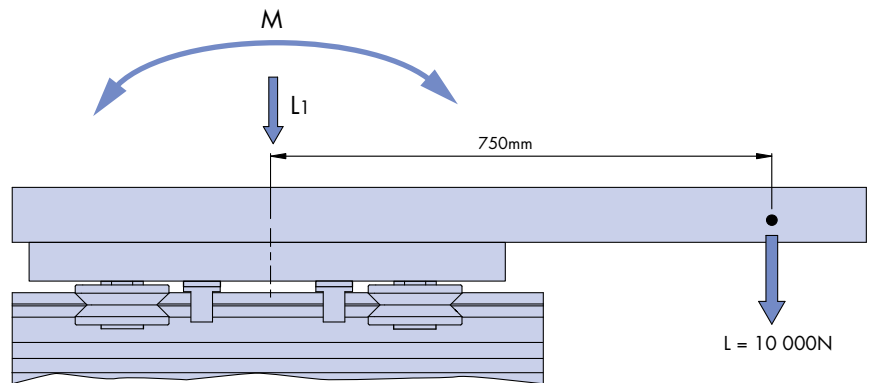
# Nr. 5 HDS2 Belasting/levensduur berekeningen + voorbeelden

## Voorbeeld 4

Een machine is uitgerust met een AU15033WLB geassembleerde wagen gemonteerd op een HB33 balk met CHSS33 V geleidingen die een belasting van 10000N ondersteunen. Deze is 750mm vanuit het midden van het systeem zoals afgebeeld.

Het systeem werkt 0.4m/s voor 24 uur per week op een 60% werkcyclus.

De belasting op de wagen kan bepaald worden met behulp van onderstaande formule:



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

$$L_2 = M_s = M_v = 0$$

$$L_1 = 10\,000\text{N}$$

$$M = 10\,000\text{N} \times 0.75\text{m} = 7500\text{Nm}$$

De waarden voor  $L_{1(\max)}$ ,  $L_{2(\max)}$ ,  $M_{s(\max)}$  kunnen direct uit de tabel op bladzijde 1 genomen worden, de waarden voor  $M_{v(\max)}$ ,  $M_{(\max)}$  kunnen ook uit die tabel genomen worden echter dit getal moet vermenigvuldigd worden met 'D' welke de afmeting is tussen de lagers over de lengte van de wagen. Deze afmeting kan ook gevonden worden op bladzijde 26 van de volledige HDS2 catalogus.

'D' voor een AU9525WCW is 435mm dus,  $M_{v(\max)} = 50 \times 435 = 21\,750\text{Nm}$ , en  $M_{(\max)} = 34 \times 435 = 14\,790\text{Nm}$ .

$$L_f = \frac{10\,000}{68\,000} + \frac{0}{100\,000} + \frac{0}{11\,110} + \frac{0}{21\,750} + \frac{7500}{14\,790} = 0.654$$

De basislevensduur voor dit systeem (gebruik makend van gesmeerde THJR150 lagers) staat in de tabel op bladzijde 2 – dit is 2000km. De systeemlevensduur wordt berekend met behulp van de formule voor .HJR150.. lagers zoals vermeldt op bladzijde 3.

$$\text{Levensduur (km)} = \frac{\text{Basislevensduur}}{(0.04 + 0.96L_f)^{3.3}} = \frac{2000}{(0.04 + 0.96 \times 0.654)^{3.3}} = 7573\text{km}$$

Met deze werkslag legt het systeem  $0.4\text{m/s} \times 60 \times 60 \times 40$  (seconden/week)  $\times 0.6$  (60% werkcyclus) = 34 560m = 34.56 km/week. 7573km is gelijk aan 219 weken of **4.2 jaar**.

HepcoMotion® Europe

Doornhoek 3850, 5465 TB Veghel, Nederland

Tel: +31 (0)492-551290

Fax: +31 (0)492-528105

E-mail: info.nl@hepcotion.com