

# KONSTRUOVÁNÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ

Joseph E. SHIGLEY  
Charles R. MISCHKE  
Richard G. BUDYNAS

## Převodovka pro ovládání potrubních ventilů

Ing. Matúš Ranuša

[matus.ranusa@vut.cz](mailto:matus.ranusa@vut.cz)

A2/409

Ústav konstruování

Fakulta strojního inženýrství

VUT v Brně

# Výpočet pera

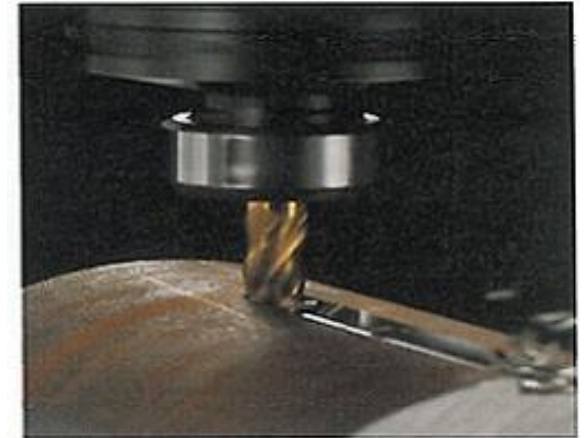
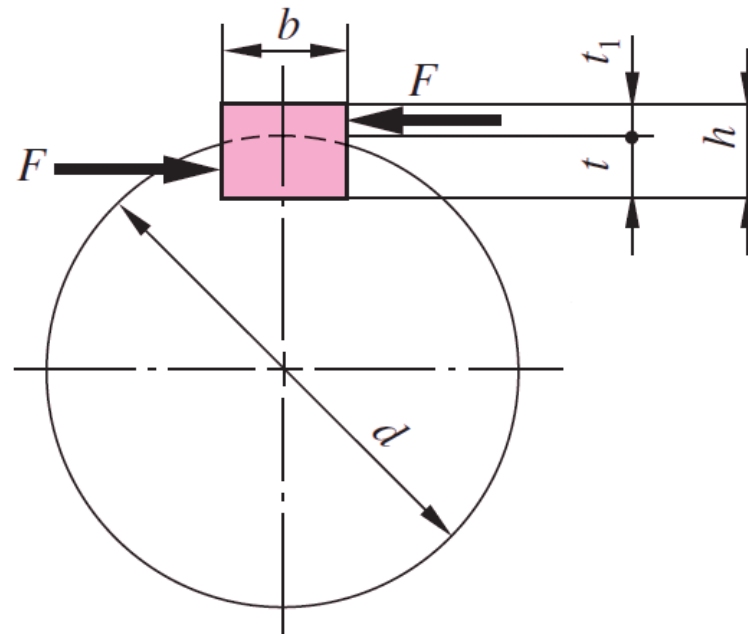
## 7.cvičenie

Trvanlivosť ložiska A	$N_A$
Trvanlivosť ložiska B	$N_B$
Trvanlivosť ložiska C	$N_C$
Návrh dĺžky pera (otl. v náboji)	$L_1$ ←

Délka pera se navrhuje tak, aby nedošlo k otláčeniu medzi bokom drážky v náboji a pera (kontrola na smyk se zpravidla neprovádí).

$$F = \frac{2M}{d}$$

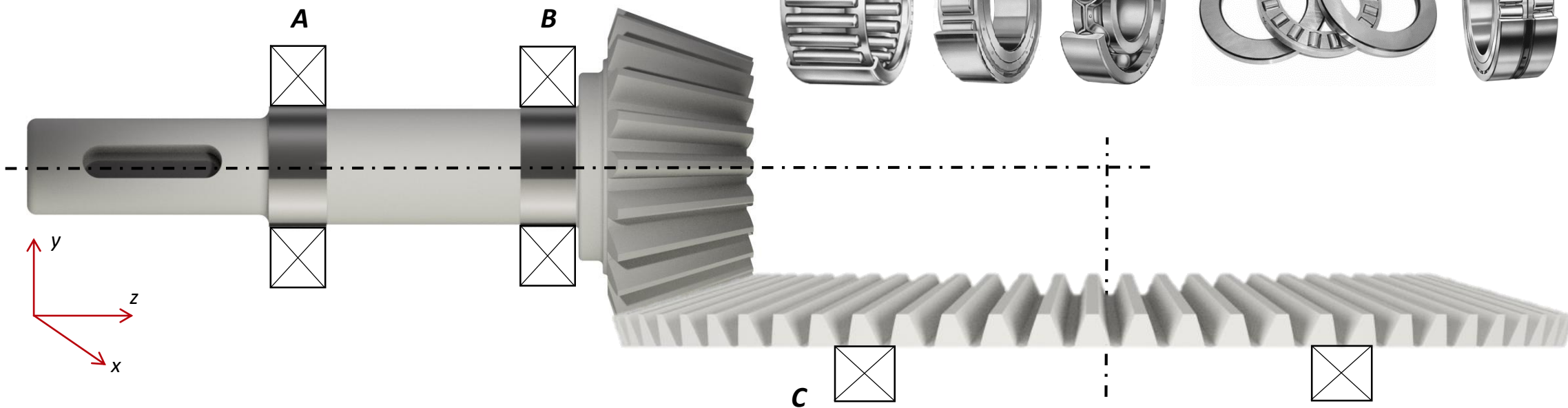
$$p_D \geq \frac{F}{t_1(l-b)}$$



# Výběr ložisek

## 7.cvičenie

Trvanlivost ložiska A	$N_A$	←
Trvanlivost ložiska B	$N_B$	←
Trvanlivost ložiska C	$N_C$	←
Návrh délky pera (otl. v náboji)	$L_1$	



## Výběr ložiska dle způsobu zatížení

**RADIÁLNÍ**

**AXIÁLNÍ**

**KOMBINOVANÉ**



























































































































# Výběr ložisek

## 7.cvičení

Trvanlivost ložiska A	$N_A$	←
Trvanlivost ložiska B	$N_B$	←
Trvanlivost ložiska C	$N_C$	←
Návrh délky pera (otl. v náboji)	$L_1$	

LEGENDA:

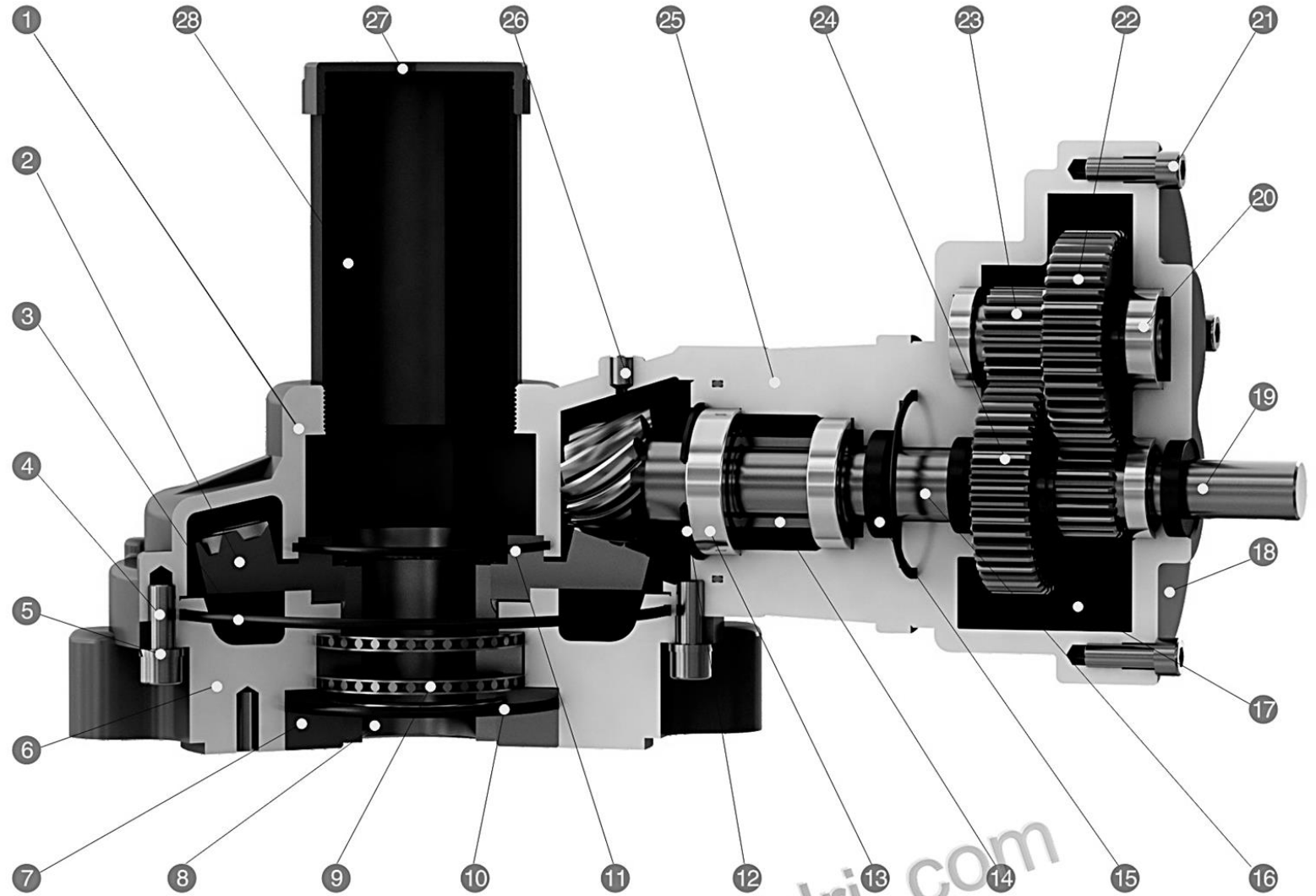
	VYHOVUJE PLNĚ		VYHOVUJE ZA URČITÝCH PODMÍNEK
	VYHOVUJE DOBRĚ		NEVYHOVUJE
	VYHOVUJE PRŮMĚRNĚ		

DRUH	DBR.	RADIÁLNÍ ZATÍŽENÍ	AXIÁLNÍ ZATÍŽENÍ	ÚHLOVĚ STAVITELNÉ	VYSOKÉ OTÁČKY	MALE PASIVNÍ OPORY	RADIÁLNĚ TUHÉ	AXIÁLNĚ TUHÉ
RADIÁLNÍ								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
AXIÁLNÍ								
								
								
								
								

# Sestava převodovky pro ovládání potrubních ventilů

## 7.cvičenie

Trvanlivosť ložiska A	$N_A$	←
Trvanlivosť ložiska B	$N_B$	←
Trvanlivosť ložiska C	$N_C$	←
Návrh dĺžky pera (otl. v náboji)	$L_1$	



# Sestava převodovky pro ovládání potrubních ventilů

## 7.cvičenie

Trvanlivosť ložiska A

$N_A$



Trvanlivosť ložiska B

$N_B$



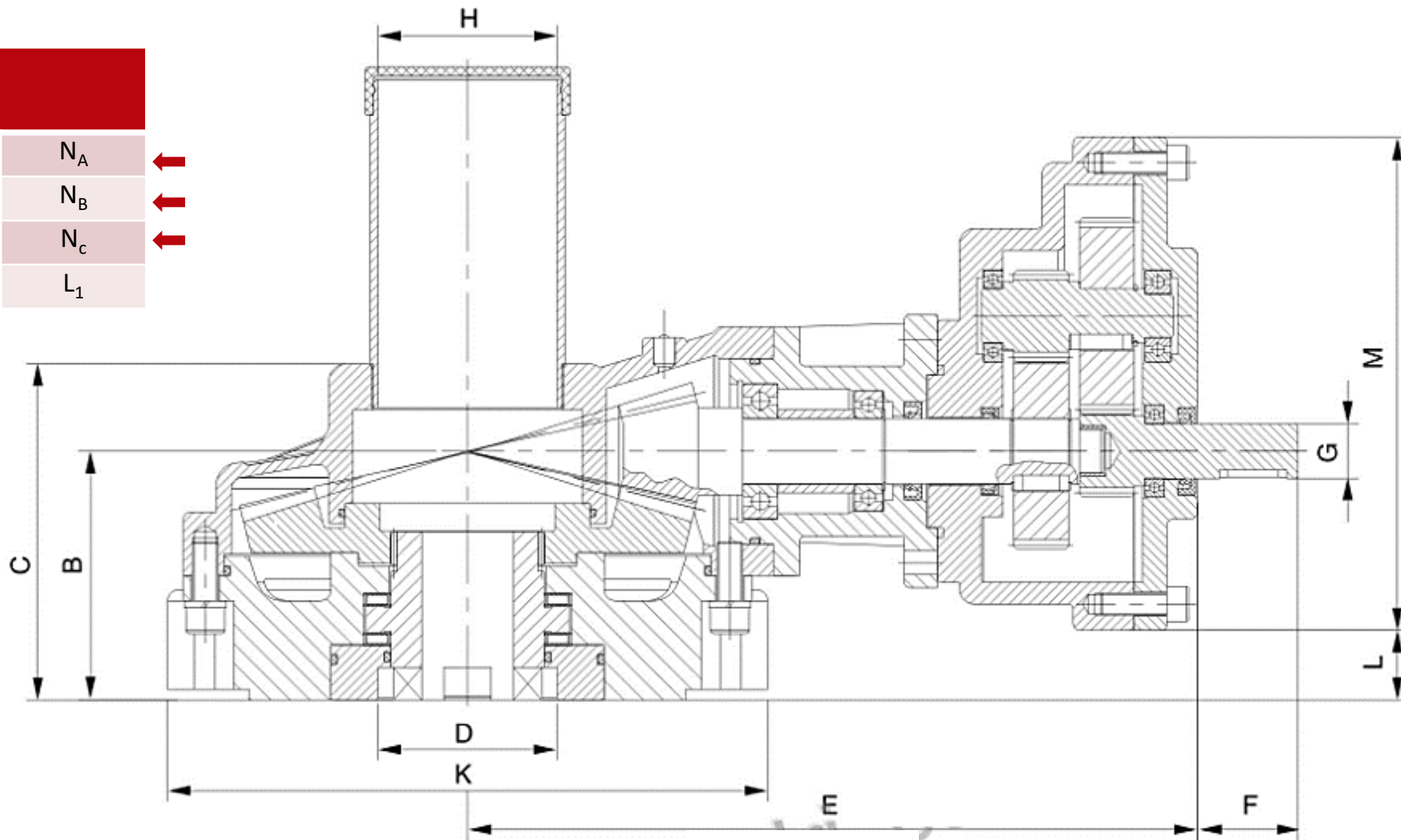
Trvanlivosť ložiska C

$N_C$



Návrh dĺžky pera (otl. v náboji)

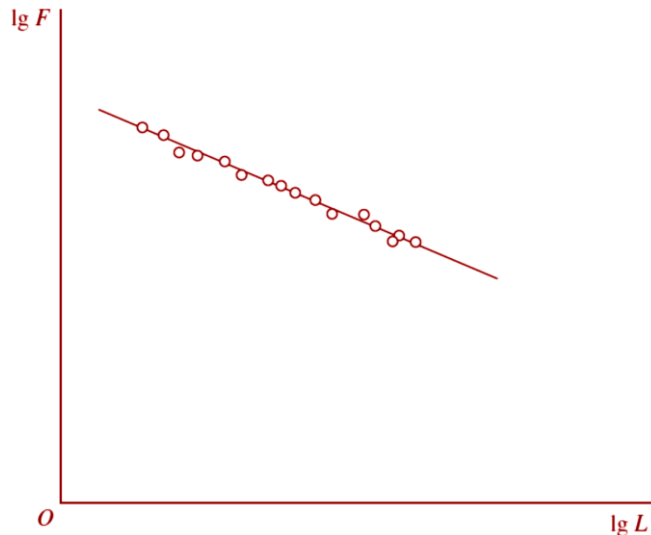
$L_1$



# Trvanlivost ložisek

## 7.cvičenie

Trvanlivost ložiska A	$N_A$
Trvanlivost ložiska B	$N_B$
Trvanlivost ložiska C	$N_C$
Návrh délky pera (otl. v náboji)	$L_1$



$a = 3$  pro kuličková ložiska (ložiska s bodovým stykem)  
 $a = 10/3$  pro válečková, kuželíková a soudečková ložiska  
(ložiska s čárovým stykem)

## Základní trvanlivost – $L_{10}$

- Počet otáček nebo provozních hodin, které dosáhne nebo překročí 90% ložisek (spolehlivost 90%) z dané skupiny než dojde k MS = 10% percentil (dolní decil) poruch.
- Trvanlivost valivého ložiska klesá nepřímo úměrně s třetí mocninou jeho zatížení.
- Studie ukázaly, že tato hodnota exponentu platí jen pro ložiska s bodovým stykem, zatímco pro ložiska s čárovým stykem je 10/3.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F}\right)^a \frac{10^6}{60n} \text{ (hod)}$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F}\right)^a 10^6 \text{ (ot)}$$

## Základní dynamická únosnost $C_{10}$

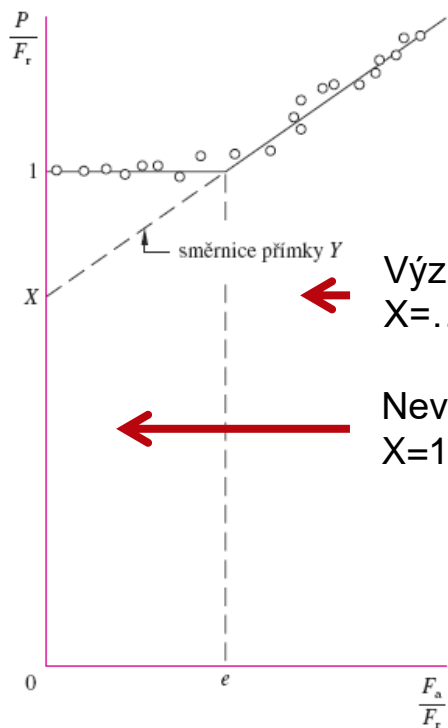
- Největší neproměnné radiální zatížení valivého ložiska, při kterém nejméně 90 % ložisek ze skupiny dosáhne základní trvanlivosti  $L_{10} = 10^6$  otáček.
- Je uváděna v katalogu ložisek výrobcem.

$$C \cdot (10^6)^{1/a} = F \cdot L_{10}^{1/a}$$

# Kombinované radiální a axiální zatížení

## 7.cvičení

Trvanlivost ložiska A	$N_A$
Trvanlivost ložiska B	$N_B$
Trvanlivost ložiska C	$N_C$
Návrh délky pera (otl. v náboji)	$L_1$



Významná axiální síla  
 $X = \dots$   $Y = \dots$

Nevýznamná axiální síla  
 $X = 1$   $Y = 0$

$$\frac{P}{F_r} = X + Y \frac{F_a}{F_r}$$

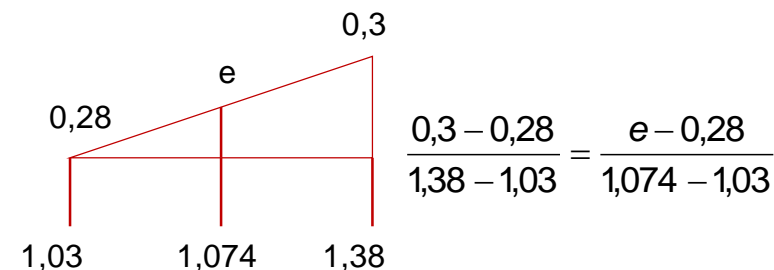
$$\frac{P}{F_r} = 1$$

Dynamické radiální ekvivalentní zatížení:  $P = XF_r + YF_a$

$f_0 F_a / C_{0r}^a$	e	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
		X	Y	X	Y
0,172	0,19	1,00	0	0,56	2,30
0,345	0,22	1,00	0	0,56	1,99
0,689	0,26	1,00	0	0,56	1,71
1,03	0,28	1,00	0	0,56	1,55
1,38	0,30	1,00	0	0,56	1,45
2,07	0,34	1,00	0	0,56	1,31
3,45	0,38	1,00	0	0,56	1,15
5,17	0,42	1,00	0	0,56	1,04
6,89	0,44	1,00	0	0,56	1,00

<sup>a</sup> Hodnoty  $f_0$  jsou uvedeny v ISO 76:2006 nebo v katalogu výrobců ložisek.

$f_0 F_a / C_0$	e
1,03	0,28
1,074	0,283
1,38	0,30

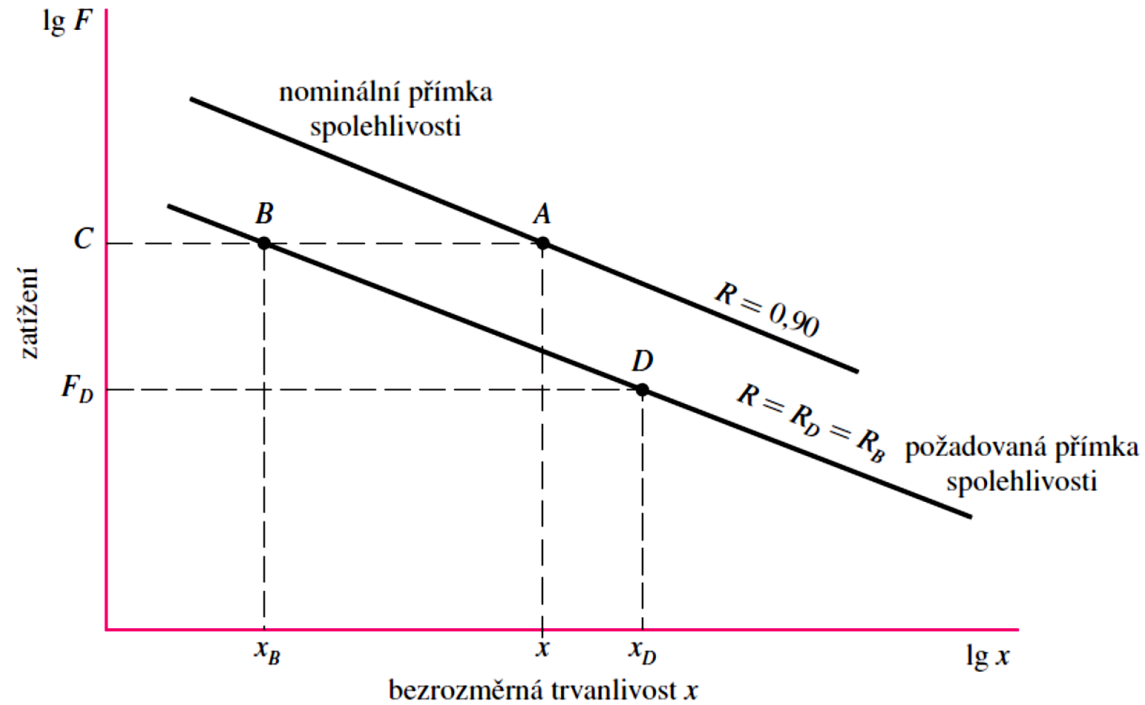
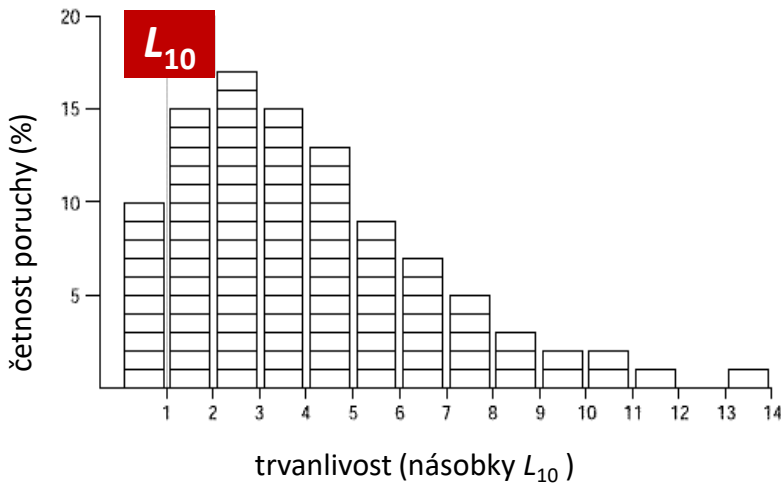




# Základní trvanlivost $L_{10}$

## 7.cvičení

Trvanlivost ložiska A	$N_A$
Trvanlivost ložiska B	$N_B$
Trvanlivost ložiska C	$N_C$
Návrh délky pera (otl. v náboji)	$L_1$



### Spolehlivost $R$ (pravděpodobnost bezporuchového provozu)

- Procento skupiny stejných ložisek, které musí dosáhnout nebo překročit danou trvanlivost.
- U kuželovej prevodovky požadujeme  $R = 0,90$

# Kombinované radiální a axiální zatížení

Poškození  
klece



Plastická deformace kroužku z důvodu vysoké rychlosti.

Lom  
kroužku



Lom plochy pro zachycení ax. zatížení.

Elektro-  
koroze



Projev elektrokorozie vlivem přechodu el. napětí do rámu stroje.

Brinelling



Vibrace ve statickém stavu ložiska.

Scoring



Rýhování kroužku způsobené kontaminací maziva.

Pitting



Unavové poškození kontaktních těles.

# KONSTRUOVÁNÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ

Joseph E. SHIGLEY  
Charles R. MISCHKE  
Richard G. BUDYNAS

**Ďekuji za pozornost !**

**Ústav konstruování**

Fakulta strojního inženýrství

VUT v Brně

 **ústav  
konstruování**