



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

**Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1**

**Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT**

**Název: Součásti točivého a přímočarého pohybu**

**Téma: Valivá ložiska**

**Autor: Ing. Magdalena Svobodová**

**Číslo: VY\_32\_INOVACE\_14 – 03**

**Anotace:** *Druhy valivých ložisek a jejich materiály. Porovnání s klznými ložisky. Výpočet valivých ložisek. DUM je určen pro studenty druhého ročníku strojírenských oborů.  
Vytvořeno: prosinec 2012*

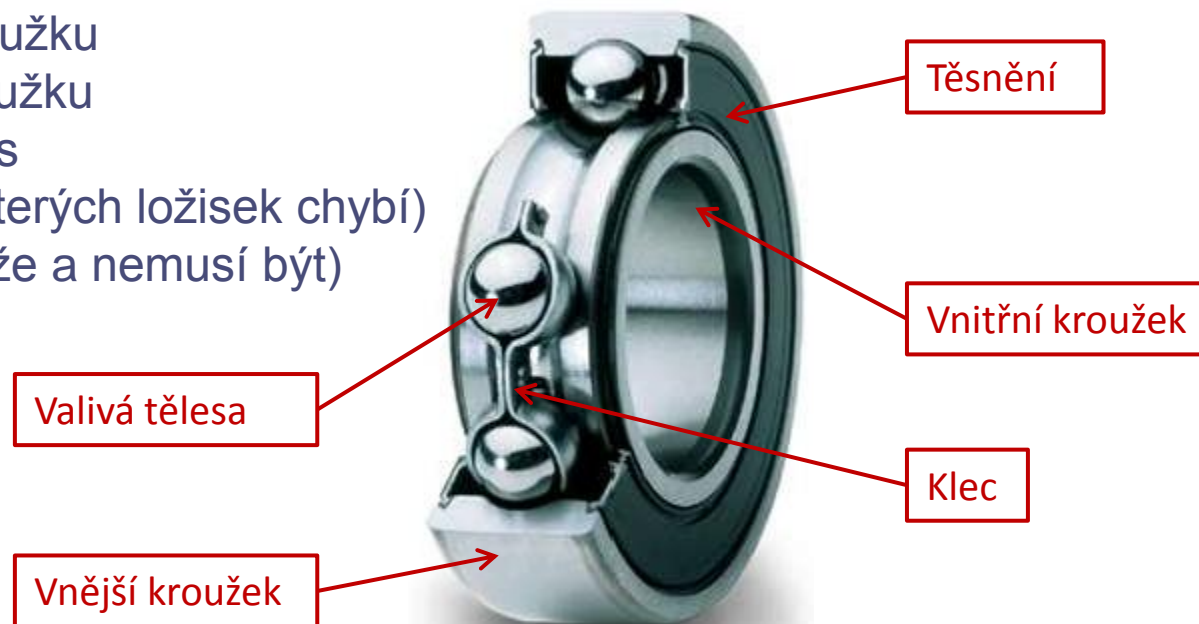
# Charakteristika valivých ložisek

U valivých ložisek se působící zatížení přenáší prostřednictvím valivých těles. Valivá tělesa se odvalují téměř bez skluzu. Tření při rozběhu je u valivých ložisek velmi malé ve srovnání se třením při rozběhu kluzných ložisek.

Valivá ložiska jsou normalizované strojní součásti.

Valivé ložisko se skládá z :

- vnitřního kroužku
- vnějšího kroužku
- valivých těles
- klece (u některých ložisek chybí)
- těsnění (může a nemusí být)



Obrázek převzat z [6]

# Druhy valivých ložisek

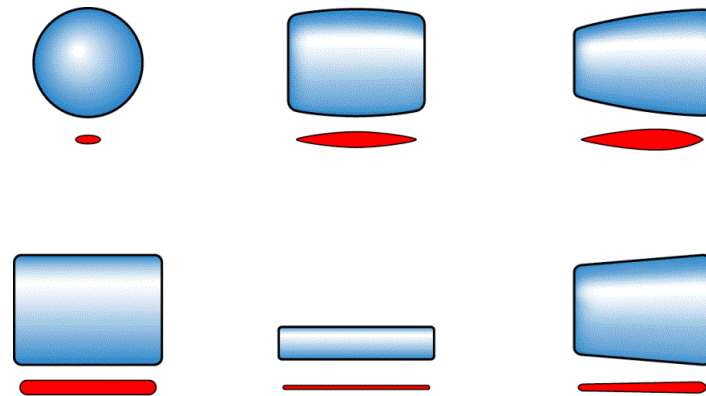
---

## Dělení dle přenášeného zatížení:

- ▶ radiální
- ▶ axiální
- ▶ kombinované (mohou přenášet jak radiální, tak axiální zatížení)
- ▶ momentové zatížení

## Dělení dle tvaru valivých těles:

- ▶ Kuličková ložiska
- ▶ Válečková ložiska
- ▶ Kuželíková ložiska
- ▶ Soudečková ložiska
- ▶ Jehlová ložiska



Obrázek převzat z [6]

## Dělení dle styku valivého tělesa s oběžnou dráhou:

- ▶ bodový
- ▶ čárový

# Materiály valivých ložisek

Materiály valivých ložisek můžeme rozdělit na materiály používané pro výrobu valivých těles a kroužků a materiály pro výrobu klecí.

## Materiály pro výrobu valivých těles a kroužků:

- ▶ Ložiskové oceli
  - ▶ Prokalitelné oceli
  - ▶ Indukčně kalitelné ložiskové oceli
  - ▶ Cementační ložiskové oceli
  - ▶ Nerezové ložiskové oceli
  - ▶ Oceli pro vysoké teploty
- ▶ Keramické materiály (nitrid křemíku  $\text{Si}_3\text{N}_4$ )

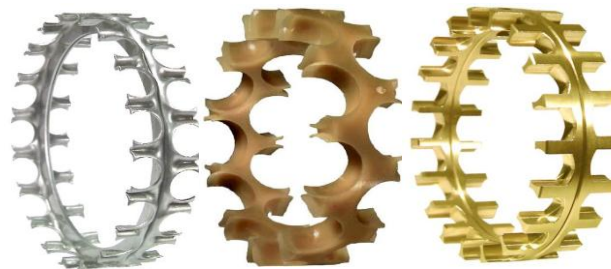


Hybridní ložiska jsou ložiska s rozdílným materiálem valivých těles (keramický – nitrid křemíku) a kroužků (ocel).

Celokeramická ložiska mají z keramického materiálu vyrobená valivá tělesa i kroužky.

## Materiály pro výrobu klecí:

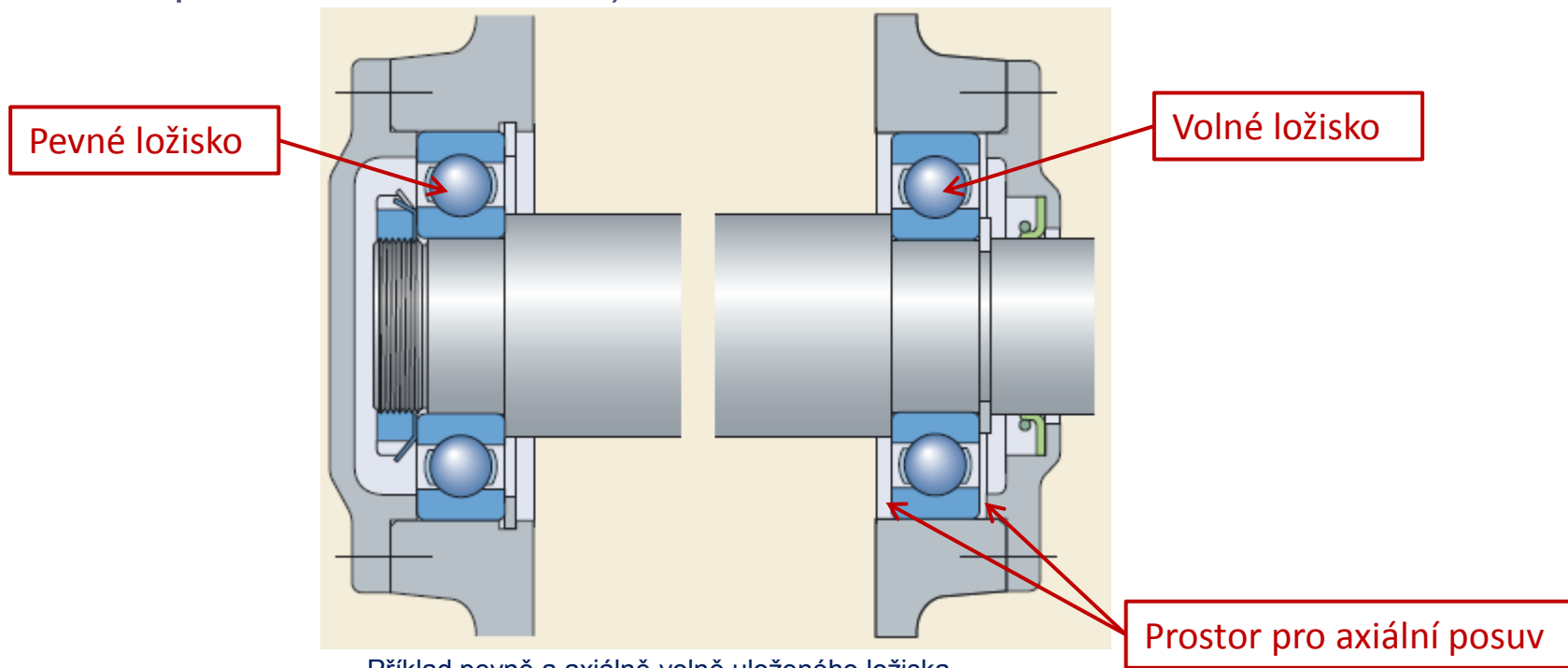
- ▶ Oceli
- ▶ Masivní mosaz
- ▶ Mosazný plech
- ▶ Polyamid



Příklady materiálů klecí, obrázek převzat z [6]

# Montáž valivých ložisek - uložení

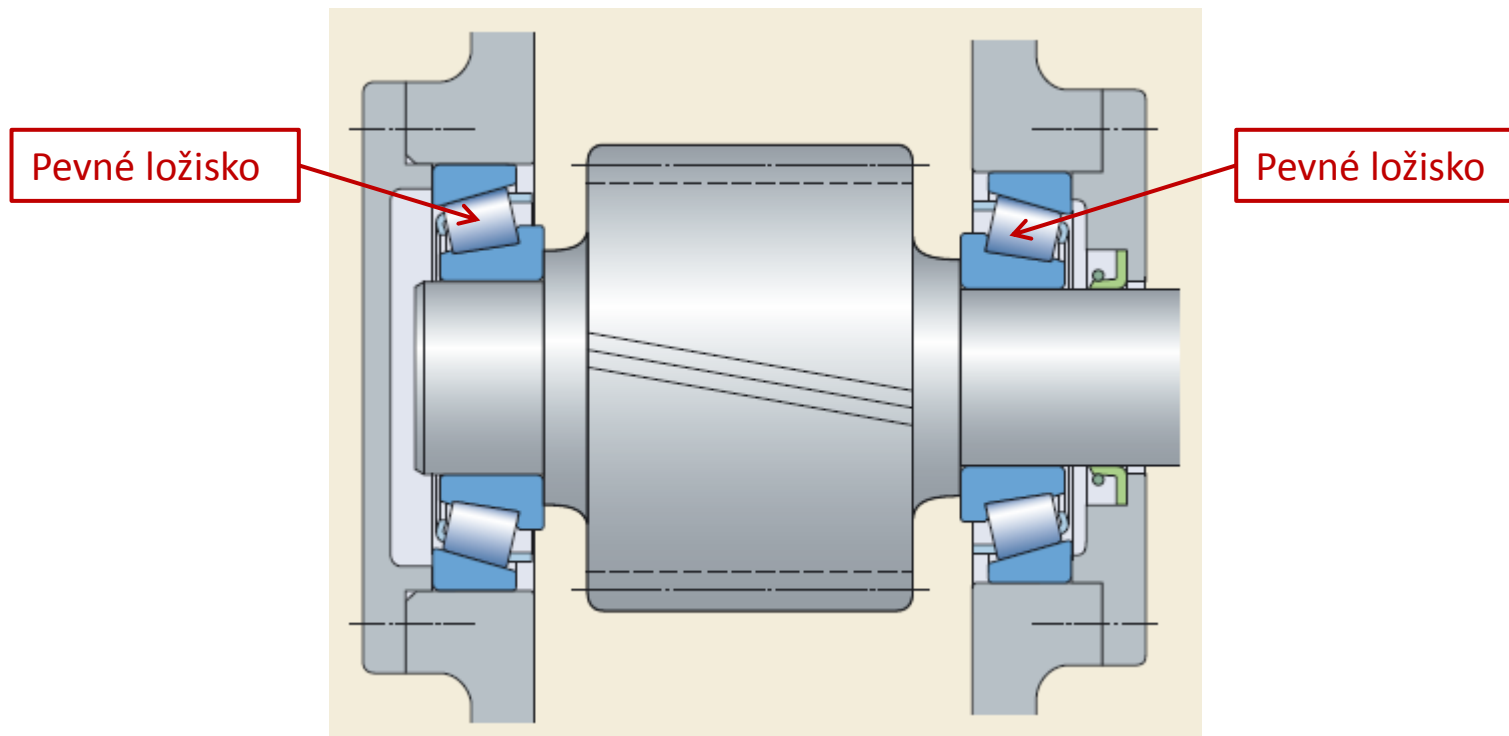
Uložení hřídele v ložiskách je většinou pevné, zatímco uložení jednoho z ložisek ve skříni může být axiálně volné. Obě ložiska přenášejí radiální zatížení. Pevné ložisko kromě radiálního zatížení přenášejí i axiální síly a volně uložené ložisko se může axiálně posouvat při dilataci hřídele (zabrání se tak pnutí hřídele a ložisek).



Příklad pevně a axiálně volně uloženého ložiska, obrázek převzat z [6]

# Montáž valivých ložisek - uložení

Axiálně pevné uložení – symetricky zabudovaná ložiska zachycují opačné axiální síly. Uložení je pevné a neumožňuje dilataci hřídele. Používá se u krátkých hřídelů.



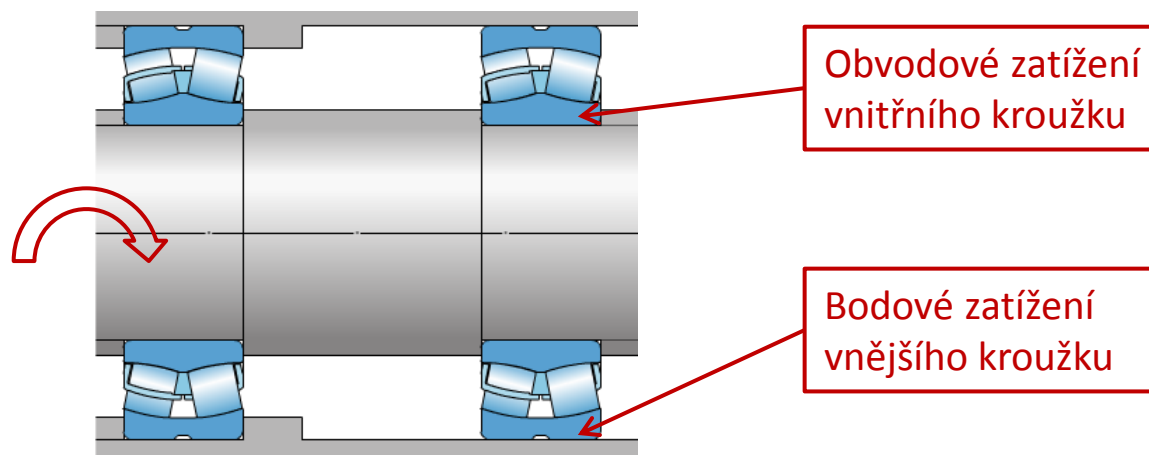
Příklad axiálně pevného uložení ložiska, obrázek převzat z [6]

# Zatížení valivých ložisek

Má-li ložisko umožnit axiální pohyb hřídele, je třeba určit, který kroužek (vnitřní nebo vnější) má být uložen s vůlí. S vůlí se ukládá vždy kroužek s bodovým zatížením. Při bodovém zatížení se při otáčení ložiska zatěžuje vždy stejný bod nehybného kroužku.

Při otáčejícím se hřídeli a nehybné skříní je bodově zatížen vnější kroužek ložiska, vnitřní kroužek je zatížen obvodově (musí být uložen pevně).

Při otáčející se kladce a nehybném hřídeli je bodově zatížen vnitřní kroužek ložiska, může být tedy uložen posuvně, zatím co vnější kroužek ložiska musí být uložen pevně (obvodové zatížení).



Obrázek převzat z [6]

# Definice pojmů pro výpočet valivých ložisek

---

## Ekvivalentní statické zatížení $P_0$ (N)

Je to zatížení (radiální nebo axiální), které způsobí stejné maximální zatížení valivého elementu jako skutečné zatížení.

## Ekvivalentní dynamické zatížení $P$ (N)

Je to hypotetické neproměnné zatížení (radiální nebo axiální), které má na trvanlivost stejný vliv jako skutečné zatížení působící na ložisko.

## Základní dynamická únosnost ložiska $C$ (N)

Je to zatížení při kterém ložisko dosáhne základní trvanlivosti 1000000 otáček. Používá se pro výpočet trvanlivosti ložiska, které je dynamicky namáhané.

## Základní statická únosnost $C_0$ (N)

Je to napětí, které vyvolá ve středu nejvíce zatíženého místa styku valivého tělesa a oběžné dráhy trvalou deformaci 0,0001 průměru valivého tělesa.

## Trvanlivost $L$

Je definována jako počet otáček nebo počet provozních hodin při dané rychlosti otáčení, které ložisko vykoná, než se projeví první známky únavy materiálu (platí pro minimálně 90% ložisek ze zkušební skupiny).





# Výpočet valivých ložisek

---

## Statically namáhaná valivá ložiska

### Ekvivalentní statické zatížení ložiska

$$P_0 = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a$$

$F_r$

skutečné radiální zatížení ložiska

$F_a$

skutečné axiální zatížení ložiska

$X_0$

součinitel radiálního zatížení ložiska

$Y_0$

součinitel axiálního zatížení ložiska

$s_0$

statická bezpečnost

### Statická únosnost ložiska

$$C_0 = s_0 \cdot P_0$$



Velikost ložiska se určuje podle statické únosnosti pokud ložisko nerotuje a působí na ně nepřetržitě nebo přerušovaně zatížení. Dále pokud ložisko vykonává pomalé kývavé pohyby pod zatížením, případně pokud rotuje s velmi nízkými otáčkami ( $n \leq 10 \text{ min}^{-1}$ ).

# Výpočet valivých ložisek

## Dynamicky namáhaná valivá ložiska

### Ekvivalentní dynamické zatížení ložiska

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$F_r$

skutečné radiální zatížení ložiska

$F_a$

skutečné axiální zatížení ložiska

$X$

součinitel radiálního zatížení ložiska

$Y$

součinitel axiálního zatížení ložiska

$C$

základní dynamická únosnost

### Základní trvanlivost (otáčky)

$n$

otáčky ( $\text{min}^{-1}$ )

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^3 \quad \text{Pro ložiska s bodovým stykem}$$

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}} \quad \text{Pro ložiska s čárovým stykem}$$



Pokud jsou otáčky konstantní, je vhodnější vypočítat trvanlivost v provozních hodinách.

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot L_{10}$$

# Kontrolní otázky

---

- ▶ Jak můžeme rozdělit valivá ložiska?
- ▶ Jaké přednosti mají valivá ložiska oproti kluzným ložiskům?
- ▶ Jaké jsou nevýhody valivých ložisek?
- ▶ Co je základní dynamická únosnost ložiska?
- ▶ Vysvětlete pojem hybridní ložiska.
- ▶ Popište způsob výpočtu valivých ložisek.
- ▶ Jmenujte příklady bodového a obvodového zatížení vnitřního kroužku valivého ložiska.

# Použitá literatura

---

1. KRÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů I: Části strojů*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1977. L13-C2-V-43f/25559.
2. SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
3. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. Druhé, zcela přepracované vydání. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.
4. DILLINGER, Josef a kol. *Moderní strojírenství: pro školu i praxi*. Vydání první. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
5. FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. *Tabellenbuch Metall*. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6.
6. SKF podpora vzdělávání. *Materiály pro výuku*. Praha: duben 2009.

