



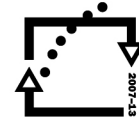
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

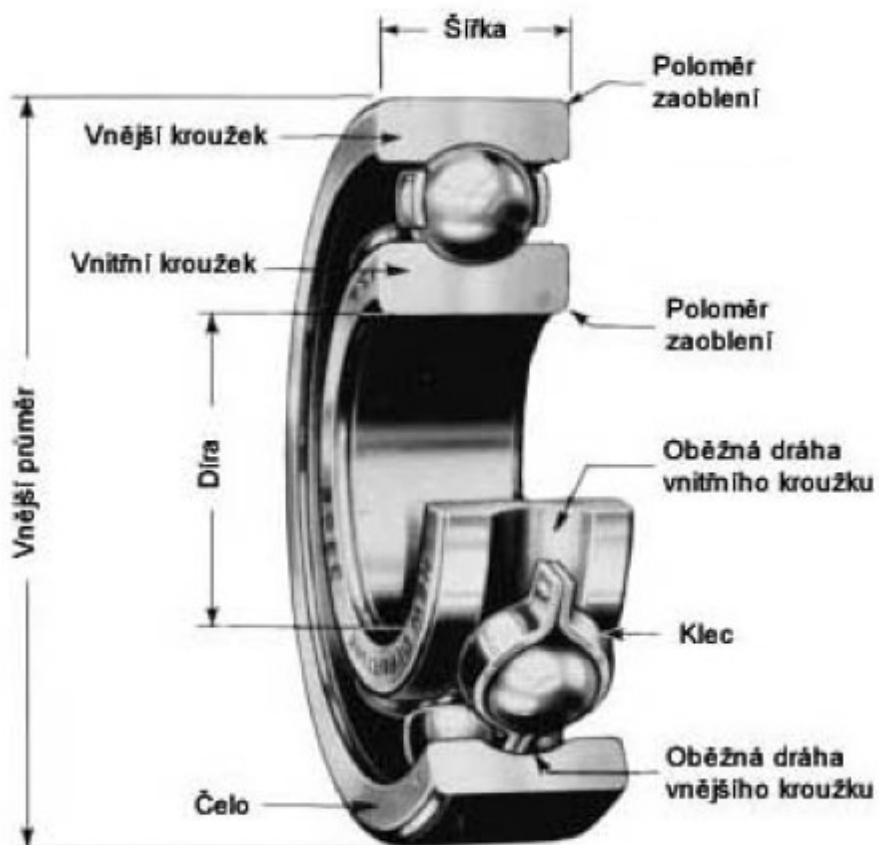
Projekt: Inovace oboru Mechatronika pro Zlínský kraj Registrační číslo:  
CZ.1.07/1.1.08/03.0009

### 4.2.3. Valivá ložiska

Ložiska slouží k otočnému nebo posuvnému uložení strojních součástí a k přenosu působících sil do rámu stroje. Valivá ložiska jsou založena na valivém pohybu valivých těles v ložisku. Smykové tření je nahrazeno valivým třením valivých tělísek, které mají tvar koule, válce, kužele, jehly nebo soudečku. Vzniká zde i smykové tření, a to mezi tělísky a klecí. Klec udržuje tělíska v požadované poloze na drahách kroužků. Podle směru působení přenášených sil se ložiska dělí na radiální a axiální. Většina radiálních ložisek však může nést i axiální sílu.

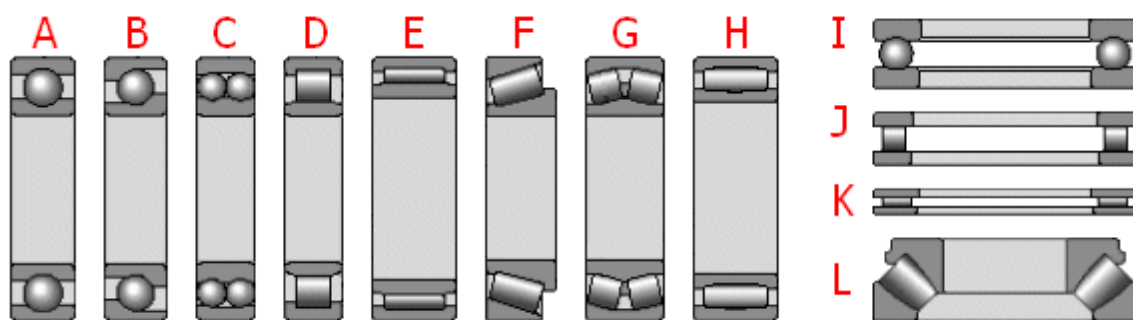
#### **1. Konstrukce ložiska**

Většina valivých ložisek se skládá z vnitřního a vnějšího kroužku, valivých těles a z klece, která brání vzájemnému dotyku těles a udržuje je ve správných vzájemných vzdálenostech.



## 2. Rozdělení valivých ložisek

Podle vnitřního uspořádání, tvaru valivých těles a směru sil, které mohou zachycovat, se ložiska rozdělují do několika základních typů.



A- Kuličková ložiska radiální

B – Kuličková ložiska s kosúhlým stykem

C – Naklápěcí kuličková ložiska

D – Válečková ložiska

E – Jehlová ložiska

F – Kuželíková ložiska

G – Soudečková ložiska

H – Toroidní ložiska

I – Axiální kuličková ložiska

J – Axiální válečková ložiska

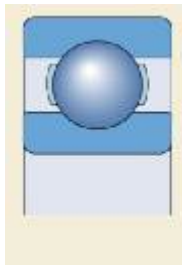
K – Axiální soudečková ložiska

L – Axiální kuželíková ložiska

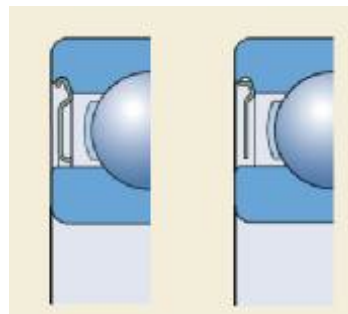
### 3.Charakteristika a použití jednotlivých valivých ložisek

#### a) kuličková ložiska

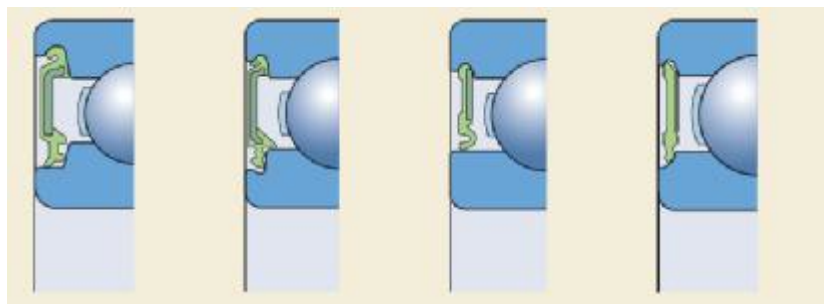
- nejlevnější a nejběžněji používaný typ ložisek, vyráběna v mnoha provedeních a rozměrech
- vyznačují se jednoduchou konstrukcí a jsou nerozebíratelná
- provozně odolná a nenáročná na údržbu
- mají relativně dobrou únosnost jak v radiálním, tak i v axiálním směru
- vhodná pro vysoké i velmi vysoké otáčky
- vyžadují souosost čepu a ložiskového tělesa, přípustný úhel naklonění cca.10'
- vyrábějí se také jako zakrytá nebo utěsněná



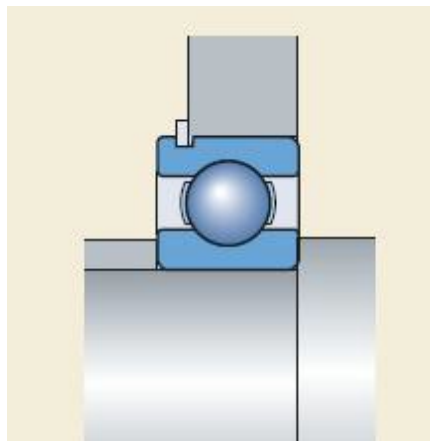
jednořadé kuličkové ložisko



jednořadé kuličkové ložisko s krycími plechy



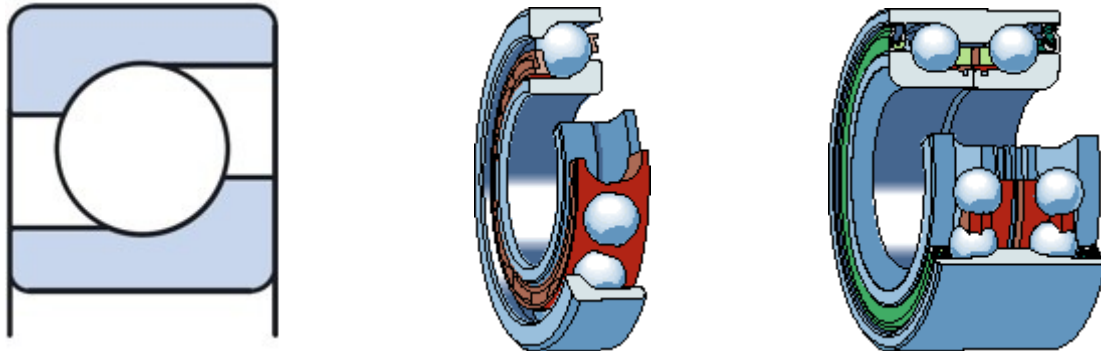
jednořadá kuličková ložiska s těsněním



jednořadé kuličkové ložisko s drážkou pro pojistný kroužek

## b) kuličková ložiska s kosoúhlým stykem

- mají oběžné dráhy vzájemně posunuty ve směru osy ložiska
- konstruována k zachycování kombinovaných zatížení s relativně velkými axiálními silami (axiální únosnost ložisek stoupá se vzrůstajícím stykovým úhlem)
- jednořadá ložiska umožňují zachytávat axiální síly pouze v jednom směru, montují se proto ve dvojicích proti sobě pokud možno co nejbližše u sebe
- pro zachycení axiálních sil v obou směrech je možné sdružovat ložiska do dvojic nebo použít dvouřadých ložisek (sdružená dvojice ložisek se dodává ve společném balení, ložiska s různých dvojic nejsou vzájemně zaměnitelná)
- mají nižší únosnost než kuželíková ložiska, umožňují však použití i při vyšších otáčkách
- dvouřadá ložiska umožňují zachytávat klopné momenty v axiální rovině, jsou však velmi náročná na souosost a tuhost uložení a nedovolují výkyv hřídele
- dvouřadá ložiska se vyrábí také jako zakrytá nebo utěsněná



### c) kuličková ložiska naklápěcí

- mají dvě řady kuliček s kulovou oběžnou drahou na vnějším kroužku
- jejich konstrukce umožňuje vzájemné naklopení kroužků (v závislosti na provedení ložiska cca 2-3°)
- jsou vhodná především pro uložení, u kterých dochází k průhybu hřídele nebo odchýlkám od souososti
- únosnost těchto ložisek je menší než u rozměrově srovnatelných jednořadých kuličkových ložisek, nejsou vhodná pro zachycení větších axiálních sil
- obvykle se vyrábějí jak s válcovou, tak i kuželovou dírou
- vyrábějí se také jako utěsněná



naklápěcí kuličkové ložisko

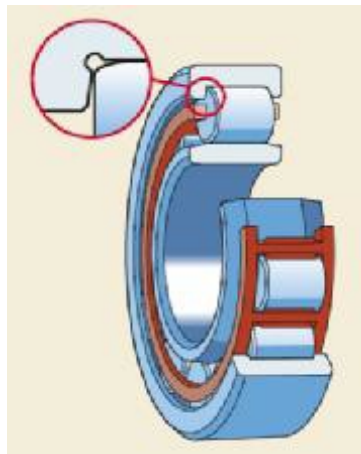


utěsněné naklápěcí kuličkové ložisko

### d) válečková ložiska

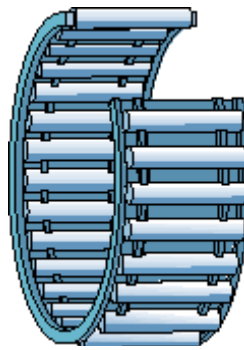
- rozebíratelná ložiska určená především pro přenos velkých radiálních zatížení (v porovnání s rozměrově srovnatelnými kuličkovými ložisky mají až o 60% vyšší únosnost)
- mají vysokou tuhost a jsou proto vhodná pro proměnlivá a rázová zatížení
- větší únosnost má provedení ložisek bez klece (s plným počtem válečků), naproti tomu mohou ložiska s klecí pracovat i při vysokých otáčkách

- ložiska v provedení s vodícími nákrážky na vnějším i vnitřním kroužku dovolují zachycovat menší axiální síly. U ostatních provedení nemohou ložiska přenášet žádné axiální zatížení, umožňují však vzájemné axiální posunutí kroužků
- válečková ložiska kladou vysoké nároky na souosost čepu a ložiskového tělesa, přípustný maximální úhel naklonění je 3-4'
- dvouřadá válečková ložiska jsou obvykle vyráběna jak s válcovou, tak i kuželovou dírou

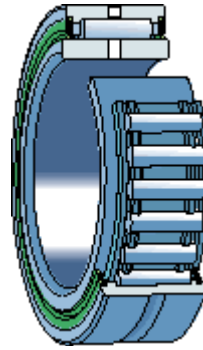


#### e) jehlová ložiska

- jehlová ložiska jsou v podstatě válečková ložiska se štíhlými a dlouhými válečky (délka válečku je podle ISO nejméně 2,5-násobkem jeho průměru)
- vyznačují se malou stavební výškou, vysokou přesností a tuhostí
- navzdory nízkému průřezu mají velkou radiální únosnost a jsou tedy neobvykle vhodná pro uložení, kde je prostor radiálně omezený
- používají se hlavně pro nízké otáčky nebo na kývavý pohyb, jsou vhodná i pro proměnlivá a rázová zatížení
- nemohou přenášet žádné axiální zatížení, umožňují však vzájemné axiální posunutí kroužků
- pro zmenšení stavební výšky je možno vypustit jeden nebo oba kroužky, úložné plochy na hřídeli a v tělese pak musí být kaleny a pečlivě obrobena
- jehlová ložiska kladou vysoké nároky na souosost čepu a ložiskového tělesa, přípustný maximální úhel naklonění je 3-4'
- vyrábějí se také jako utěsněná



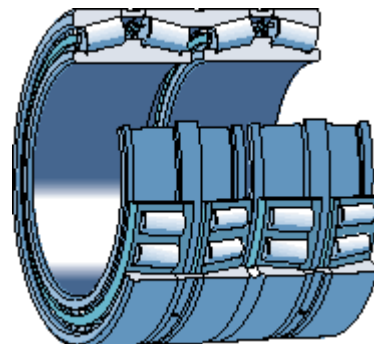
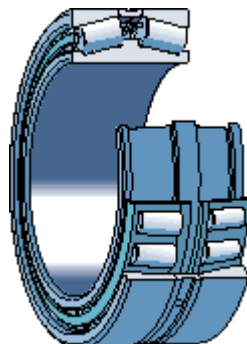
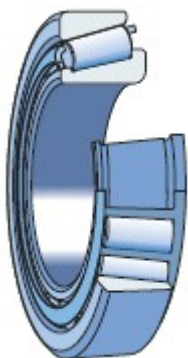
jehlová klec



utěsněné jehlové ložisko

### f) kuželíková ložiska

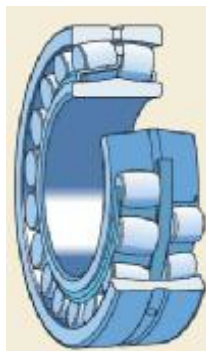
- zpravidla jsou konstruována jako rozebíratelná, na vnitřním a vnějším kroužku mají kuželovou oběžnou dráhu, v níž jsou uspořádané kuželíky
- mají vysokou únosnost a jsou vhodná především k zachycení současně působících velkých radiálních a axiálních sil
- umožňují zachytávat axiální síly pouze v jednom směru, montují se proto ve dvojicích proti sobě pokud možno co nejbliže u sebe
- je-li zatížení pro jedno ložisko příliš vysoké nebo je potřeba zachycovat axiální síly v obou směrech, je možné sdružovat ložiska do dvojic (sdružená dvojice ložisek se dodává ve společném balení, ložiska s různých dvojic nejsou vzájemně zaměnitelná)
- mají vyšší únosnost než kuličková ložiska s kosoúhlým stykem, jsou však určena pro nižší rychlosti
- úložné plochy pro kuželíková ložiska musí být souosé, přípustný maximální úhel naklonění je 2-4°



### g) soudečková ložiska

- mají dvě řady soudečků se společnou kulovou dráhou na vnějším kroužku

- jejich konstrukce umožňuje vzájemné naklopení kroužků (v závislosti na provedení ložiska cca 1.5-2.5°)
- mají vysokou únosnost a mohou přenášet velká radiální a současně i axiální zatížení v obou směrech
- jsou vhodná pro velká zatížení při nesouosostech v uložení a při průhybech hřídele
  - obvykle se vyrábějí jak s válcovou, tak i kuželovou dírou a jsou nerozebíratelná
  - vyrábějí se také jako utěsněná



#### h) toroidní ložiska

- jednořadá ložiska s dlouhými, mírně soudkovitými valivými elementy, oběžné dráhy vnitřního i vnějšího kroužku jsou vyduté a symetrické okolo osy procházející středem ložiska
- konstrukce ložisek kombinuje naklápěcí schopnost soudečkového ložiska (přípustný úhel naklopení je cca. 0.5°) se schopností axiálního vyrovnávání typickou pro valivé elementy, vyznačují se také relativně malou stavební výškou
- mají velmi vysokou radiální únosnost a to i tehdy, když ložisko musí kompenzovat nesouosost nebo axiální posunutí
- omezují vibrace v uložení, axiální vibrace hřídele nepřenáší do tělesa
- únosnost ložisek s plným počtem valivých elementů je podstatně větší než u ložiska s klecí
- vyrábějí se jak s válcovou, tak i kuželovou dírou
- vyrábějí se také jako utěsněná





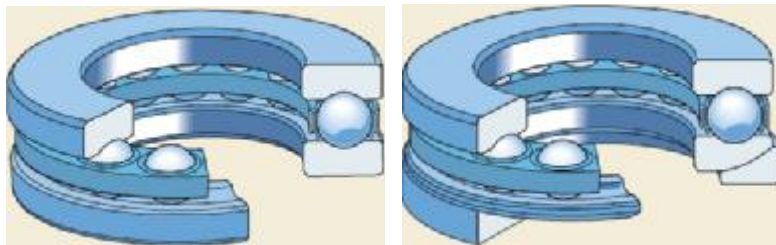
toroidní ložisko



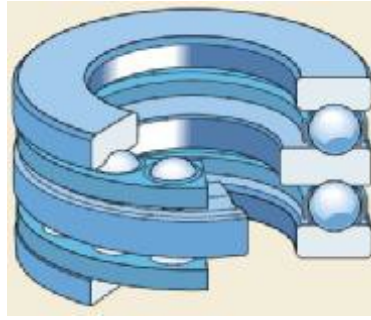
toroidní ložisko s těsněním

### i) axiální kuličkové ložisko

- jsou určena pouze pro přenos axiálních sil, radiální síly nemohou přenášet
- vyrábějí se jako jednosměrná nebo obousměrná pro přenos axiálních sil v jednom resp. obou směrech
- nevhodná pro vyšší rychlosti, mezní otáčky jsou omezeny nepříznivým vlivem odstředivých sil
- ložiska nesmí pracovat odlehčená aby nedocházelo k prokluzování kuliček
- rozebíratelná ložiska mají jednoduchý tvar a konstrukci
  
- pro správnou funkci ložiska je nutné zajistit kolmost čelní plochy kroužků k ose hřídele
- pro kompenzaci nerovnoběžnosti opěrné plochy tělesa a hřídele je možné použít ložiska v provedení s kulovou dosedací plochou .



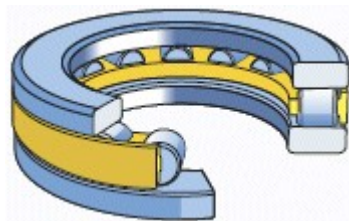
jednosměrná axiální kuličková ložiska



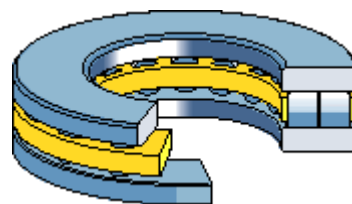
obousměrné axiální kuličkové ložisko

### j) axiální válečková ložiska

- jsou určena pro přenos velkých axiálních zatížení v jednom směru, radiální síly nemohou přenášet
- tvoří tuhá uložení a jsou málo citlivá k rázovým zatížením
- použitelná pouze při nižších rychlostech, nesmí pracovat odlehčené aby nedocházelo k prokluzování valivých elementů
- mají jednoduchý tvar a konstrukci, jsou rozebíratelná a vyžadující jen malý prostor v axiálním směru
- pro správnou funkci ložiska je nutné zajistit kolmost čelní plochy kroužků k ose hřídele
- používají se hlavně tam, kde axiální kuličková ložiska nemají dostatečnou únosnost



jednořadé ložisko

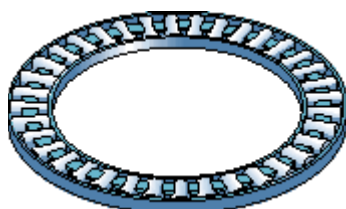


dvouřadé ložisko

### k) axiální jehlová ložiska

- jsou určena pro přenos velkých axiálních zatížení v jednom směru, radiální síly nemohou přenášet
- tvoří tuhá uložení při minimálních prostorových nárocích a jsou málo citlivá k rázovým zatížením
- použitelná pouze při nižších rychlostech, nesmí pracovat odlehčené aby nedocházelo k prokluzování valivých elementů

- v uložení lze používat klece s jehlami samostatně nebo v kombinaci s kroužky různého provedení (vzhledem k možnosti vytvoření různých kombinací se všechny díly objednávají samostatně)
- pro správnou funkci ložiska je nutné zajistit kolmost čelní plochy kroužků k ose hřídele
- používají se hlavně tam, kde je prostor axiálně omezený



### I) axiální soudečková ložiska

- mají velmi vysokou axiální únosnost, mohou přenášet také menší radiální zatížení
- jsou vhodná pro zachycení velkého axiálního zatížení a to i při relativně vyšších rychlostech
- jejich konstrukce umožňuje vyrovnat nesouosost mezi hřídelem a tělesem (dovolené naklonění je v závislosti na provedení ložiska cca 2-3°)
- hřídelový kroužek a klec se soudečky tvoří nerozebíratelný celek
- vzhledem k vnitřnímu uspořádání vyžadují vždy mazání olejem



soudečkové axiální ložisko

## 4. Porovnání vlastností valivých ložisek

### Srovnávací tabulka užitečných vlastností valivých ložisek

Typ ložiska		Hodnocení vlastnosti ložiska													
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Kuličková ložiska	jednořadá	3	3	3	4	1	1	3	1	1	4	4	2	3	5

	dvouřadá	3	3	3	3	3	3	3	2	2	5	5	2	3	5
Kuličková ložiska s kosoúhlým stykem	jednořadá	3	3	2	4	2	1	3	2	2	4	4	2	5	5
	jednořadá párovaná, dvouřadá	2	3	2	3	3	2	2	3	3	5	5	2	3	5
	se čtyřbodovým stykem	4	2	3	3	2	3	3	3	3	5	5	2	4	5
Naklápací kuličková ložiska		3	4	4	5	1	2	4	2	1	1	1	3	3	5
Válečková ložiska	jednořadá-provedení N, NU, NUB	2	5	5	5	2	2	2	2	2	4	4	5	1	1
	jednořadá -provedení NJ,NF,NUP	2	3	3	5	2	2	2	3	2	4	4	2	3	3
	dvouřadá	1	5	5	3	2	1	1	2	2	5	5	5	1	1
	jednořadá s plným počtem válečků	1	4	3	5	4	3	1	4	4	4	4	3	3	3
dvouřadá s plným počtem válečků		1	4	3	3	4	3	1	4	4	5	5	3	3	3
Jehlová ložiska		2	5	5	5	3	3	2	3	4	5	5	5	1	1
Kuželíková ložiska	samostatná ložiska	2	2	1	4	3	3	2	3	3	4	4	1	5	5
	ložiskový pár	1	2	1	3	3	3	1	3	3	4	5	1	4	5
Soudečková ložiska		1	3	1	5	3	3	2	3	3	1	1	2	3	5
Toroidní ložiska	s klecí	1	5	5	5	3	3	2	3	3	1	1	5	1	1
	s plným počtem valivých elementů	1	5	5	5	4	3	1	3	3	1	1	5	1	1
Axiální kuličková ložiska	s rovnou dosedací plochou	5	3	5	5	4	2	3	4	3	4	5	2	5	5
	s kulovou dosedací plochou	5	3	5	5	4	3	3	4	3	4	2	2	5	5
Axiální válečková ložiska		5	2	5	5	4	2	2	4	4	5	5	2	5	5
Axiální jehlová ložiska		5	2	5	5	4	3	2	4	4	5	5	2	5	5
Axiální soudečková ložiska		5	1	3	5	4	3	2	4	3	1	1	1	5	5
<b>Hodnocení</b>		1 - vynikající 2 - dobré 3 - vyhovující 4 - špatné 5 - nevhodné													

kde:

**A ... čistě radiální zatížení**

**B ... čistě axiální zatížení**

**C ... kombinované zatížení**

**D ... momentové zatížení**

**E ... vysoké otáčky**

**F ... vysoká přesnost chodu**

**G ... vysoká tuhost**

**H ... nízká hluchost**

**I ... nízké tření**

**J ... vyrovnání nesouososti za provozu**

**K ... vyrovnání výrobních nepřesností**

**L ... axiálně vodící ložiska**

**M ... axiálně volná ložiska**

**N ... axiální posun v ložisku**

## 5. Tolerance

### Tolerance průměru čepu pro radiální ložiska

Provozní podmínky	Tolerance pro ložiska		
	kuličková	válečková kuželíková	soudečková toroidní
<b>Bodové zatížení vnitřního kroužku</b>			
Malé a normální zatížení		g6	
Velké a rázové zatížení		h6	
<b>Obvodové zatížení vnitřního kroužku, neurčitý způsob zatížení</b>			
Malé a proměnné zatížení ( $P < 0.07 \cdot C$ )	j6, k6	j6, k6	
Střední a velké zatížení ( $P > 0.07 \cdot C$ )	j5, k5, k6, m5, m6, n6	k5, k6, m5, m6, n6, p6	k5, k6, m5, m6, n6, p6, r6, r7
Velmi velké zatížení, rázy ( $P > 0.15 \cdot C$ )		n6, r6, p6	n6, r6, p6

Velká přesnost uložení, malé zatížení	h5, j5, k5	j5, k5	
<b>Výhradně axiální zatížení</b>			
	j6, js6	j6, js6	

## Tolerance průměru děr těles pro radiální ložiska

Provozní podmínky	Tolerance
<b>Obvodové zatížení zatížení vnějšího kroužku</b>	
Velmi velké zatížení, rázy ( $P > 0.15 \cdot C$ )	P7
Střední a velké zatížení ( $P > 0.07 \cdot C$ )	N7
Malé a proměnné zatížení ( $P < 0.07 \cdot C$ )	M7
<b>Neurčitý způsob zatížení</b>	
Velké rázové zatížení	M7
Normální a velké zatížení ( $P > 0.07 \cdot C$ )	K7
Malé a normální zatížení ( $P < 0.07 \cdot C$ )	J7
<b>Přesný nebo tichý chod</b>	
Kuličková ložiska	J6
Ostatní ložiska	JS5, K5, K6
<b>Bodové zatížení vnějšího kroužku</b>	
Všechna zatížení ( $P < 0.15 \cdot C$ )	H7, H8
Přívod tepla hřídelem	G7

## Tolerance průměru čepu a děr těles pro axiální ložiska

Typ ložiska	Tolerance	
	čepu	tělesa
Axiální kuličkové, válečkové	j6, h6, h8	H7, H8, H10
Axiální soudečkové	j6, js6, k6, m6, n6	H7, K7, M7

## 6. Výhody a nevýhody valivých ložisek

### Výhody valivých ložisek

- Nízké ztráty třením za chodu i při rozběhu. Při rozběhu je tření přibližně dvojnásobné oproti tření za chodu, přesto však podstatně nižší než u kluzných ložisek.
- Schopnost přenosu zatížení v libovolném směru.
- Možnost plného zatížení v klidu, za chodu, při rozběhu i doběhu.
- Menší osová délka než u kluzných ložisek.
- Nízká spotřeba maziva a jeho snadné doplňování.
- Snadná montáž a údržba v provozu.

### Nevýhody valivých ložisek

- Větší vnější průměry a hmotnost oproti kluzným ložiskům.
- Neschopnost přenosu rázových zatížení a větších přetížení.
- Vyšší nároky na přesnost při výrobě.
- Vyšší cena.