



---

# KOTRLJAJNI LEŽAJEVI

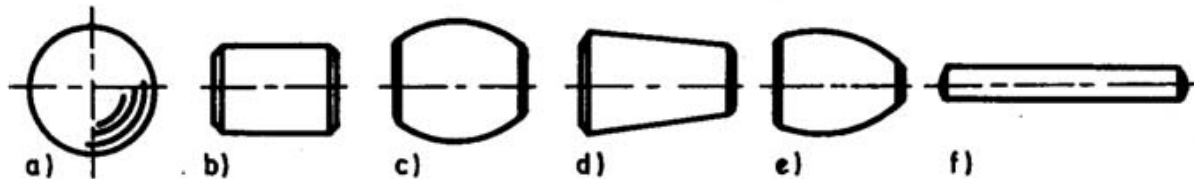
**Obeležavanje. Osnovni principi ugradnje i konstruktivna rešenja. Podmazivanje i zaptivanje. Montaža.**





## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

- Prema pravcu delovanja sile dele se na:
  - **Radijalne** (prenose silu u radijalnom pravcu)
  - **Aksijalne** (prenose silu u aksijalnom pravcu)
  - **Radijalno-aksijalne** (prenose silu u oba pravca)
- Prema načinu ugradnje ležaji mogu biti **fiksirani** i **slobodni**. Fiksirani prenose radijalnu i aksijalnu silu u jednom ili oba smera, a slobodni mogu da prenesu samo radijalnu silu i dozvoljavaju aksijalno pomeranje.
- Prema obliku kotrljajnih tela ležaji se dele na **kuglične** i **valjčane**. Valjčani zavisno od vrste kotrljajnih tela mogu biti **cilindrično-valjčani**, **konusno-valjčani**, **bačvasti** i **igličasti**.



- Zavisno od toga da li se kod ugradnje rasklapaju ili ne dele se na **rasklopive** i **nerasklopive**
- Prema broju redova kotrljajnih tela ležaji mogu biti **jednoredni** i **višeredni**.
- Prema sposobnosti prilagođavanja deformaciji vratila u osloncu ležaji se dele na **krute** i **zglobne (podesive)**.



## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

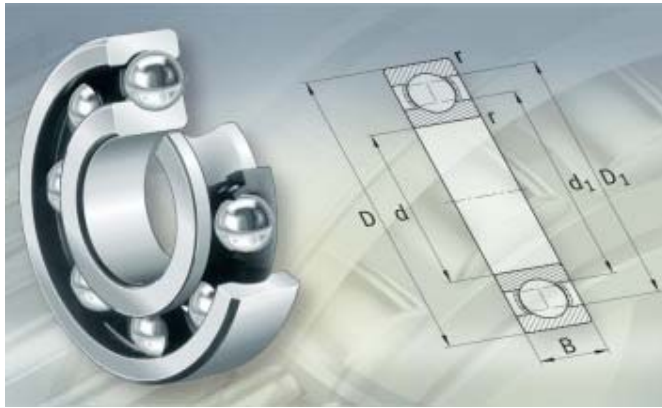
Тип лежаја	Ред мера према ISO 15 за котрљајне лежајеве			Унутрашњи пречник		
	Ознака	$d$ у mm				
0		Ред спољашњег пречника 0			/0.6	0.6
		Ред ширине			/0.8	0.8
		Ред мера			1	1
1		Ред спољашњег пречника 0			2	2
		Ред ширине			.	.
		Ред мера			.	.
2		Ред спољашњег пречника 2			.	.
		Ред ширине			9	9
		Ред мера			00	10
3 (T)		Ред спољашњег пречника 2			01	12
		Ред ширине			02	15
		Ред мера			03	17
4		Ред спољашњег пречника 2			04 (x5)	20
		Ред ширине			/22	22
		Ред мера			05 (x5)	25
5		Ред спољашњег пречника 3			/28	28
		Ред ширине			06 (x5)	30
		Ред мера			/32	32
6		Ред спољашњег пречника 3			07 (x5)	35
		Ред ширине			08 (x5)	40
		Ред мера			.	.
7		Ред спољашњег пречника 3			.	.
		Ред ширине			96 (x5)	480
		Ред мера			/500	500
8		Ред спољашњег пречника 4			.	.
		Ред ширине			.	.
		Ред мера			.	.
N	NU	Ред спољашњег пречника 4			.	.
		Ред ширине			.	.
		Ред мера			.	.
NJ	NUP	Ред спољашњег пречника 4			.	.
		Ред ширине			.	.
		Ред мера			.	.
QJ	NA	Ред спољашњег пречника 4			.	.
		Ред ширине			.	.
		Ред мера			.	.





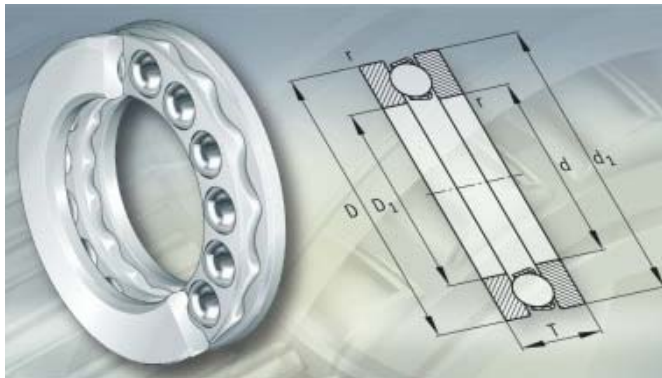
## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

Pri izboru ležaja od značaja su njihove konturne mere odnosno ugradbene mere.



Kod prstenih ležajeva to su pre svega:

- **nominalni prečnik otvora ležaja  $d$**
- **spoljašnji prečnik  $D$**
- **širina  $B$ .**



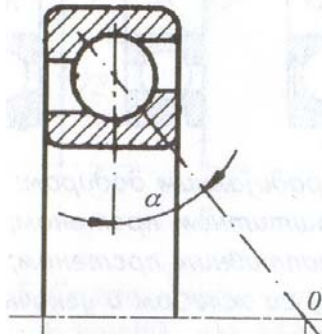
Kod kolutnih ležajeva ugradbene mere od značaja su:

- **nominalni prečnik otvora ležaja  $d$**
- **spoljašnji prečnik koluta kućišta  $D$**
- **visina ležaja  $T$ .**

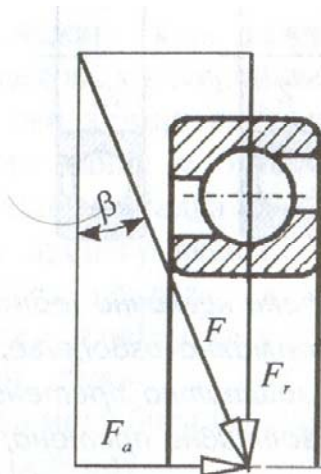




## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva



Veliki značaj za konstrukciono izvođenje kao i za nosivost kotrljajnih ležaja ima **dodirni ugao  $\alpha$** . To je ugao između radijalnog pravca (normale na odužnu osu ležaja) i pravca koji definišu tačke dodira kotrljajnih tela odnosno kuglica sa spoljašnjim i unutrašnjim prstenom. U tom smislu je moguće sve kotrljajne ležaje podeliti na **radijalne sa dodirnim uglom  $\alpha = 0^\circ \dots 45^\circ$**  i **aksijalne  $\alpha = 45^\circ \dots 90^\circ$** .

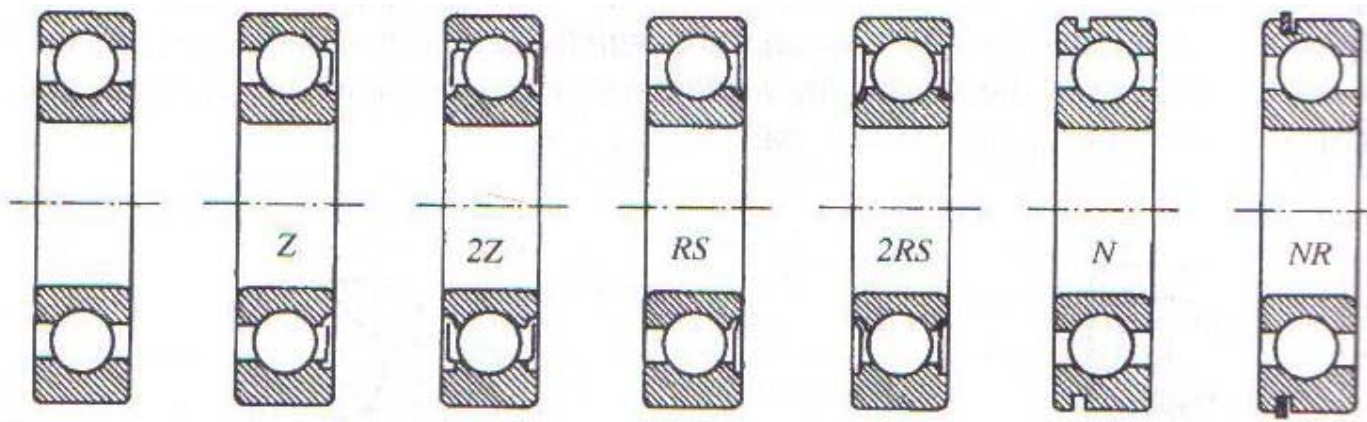


Veličina aksijalne sile koju može da prenese ležaj zavisi od **dodirnog ugla  $\alpha$** . Sa povećanjem ugla  $\alpha$  povećava se i aksijalna sila koju može da primi ležaj. Iskorišćenje ležaja u pogledu nosivosti se povećava sa smanjenjem razlike između uglova  $\beta$  i  $\alpha$ . Maksimalno iskorišćenje ležaja se postiže za  $\alpha = \beta$ .



## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

### Prsteni kuglični jednoređi ležaj sa radijalnim dodirom Oznake 60, 62, 63, 64

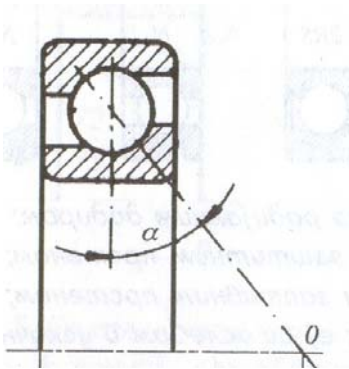


- Mogu da prenesu relativno velika radijalna i znatna aksijalna opterećenja.
- Zbog jednostavnog konstrukcionog oblika, smanjenog šuma i vibracija u radu i niske cene, ovi ležajevi imaju izuzetno veliku primenu.
- Primena ovih ležajeva je univerzalna: kod svih vrsta mašina, za uležištenje prenosnika, u industriji motornih vozila.



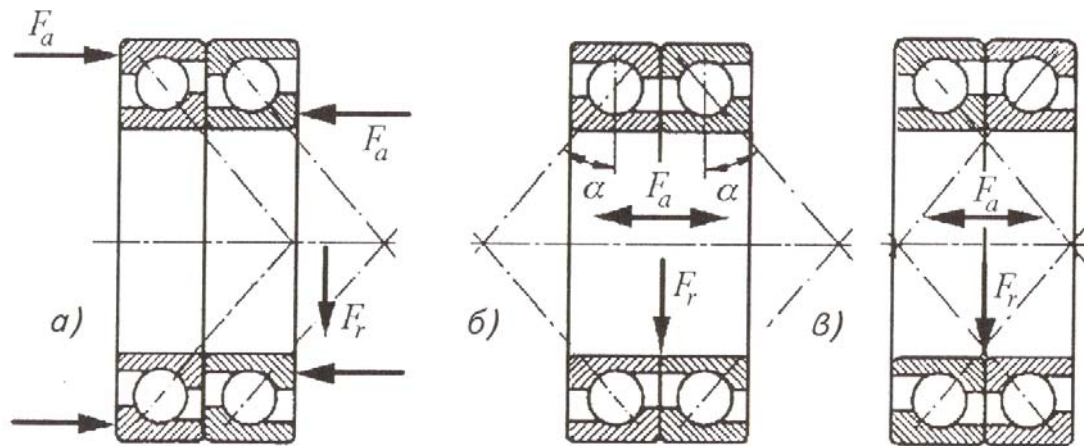
## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

### Prsteni kuglični jednoređi ležaj sa kosim dodirom Oznake 72, 73



Žleb za kotrljajna tela na spoljašnjem i unutrašnjem prstenu ima naslon sa samo jedne strane, dok je druga strana ravna, tako da ovi ležajevi mogu da prenesu aksijalnu silu samo u jednom smeru.

Zbog te činjenice ovaj tip ležajeva se ugrađuje u paru.



Tandem ugradnja

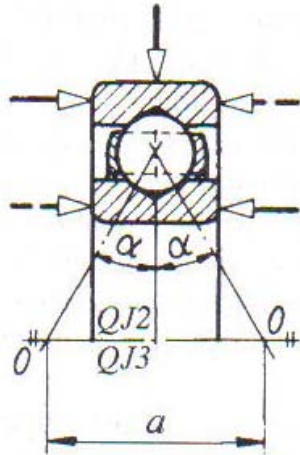
O – raspored

X - raspored



## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

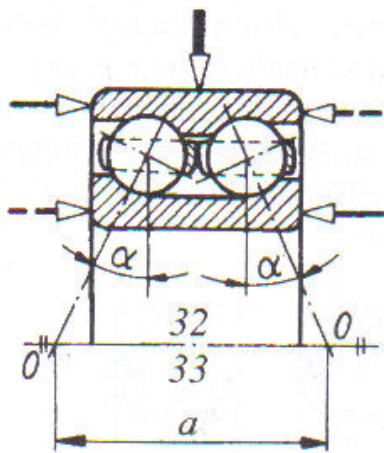
### Prsteni kuglični jednoređi ležaj sa dodirom u četiri tačke Oznake QJ2, QJ3



Ovi ležajevi spadaju u grupu prstenih kugličnih jednoređih ležajeva sa kosim dodirom. Žleb za kotrljajna tela na spoljašnjem i unutrašnjem prstenu se sastoji iz dva konusa. U neopterećenom stanju dodir kotrljajnih tela i prstenova je u četiri tačke.

Ovi ležajevi mogu da prenesu radjalna i aksijalna opterećenja u oba smeru. Koriste se kod alatnih mašina kao i kod transmisije motornih vozila

### Prsteni kuglični dvoređi ležaj sa kosim dodirom Oznake 32, 33



Dvoređi kuglični ležaj sa kosim dodirom odgovara paru jednoređih kugličnih ležajeva sa kosim dodirom (O-izvođenje). Prenosi znatno radjalno opterećenje, kao i aksijalna opterećenja u oba smeru.

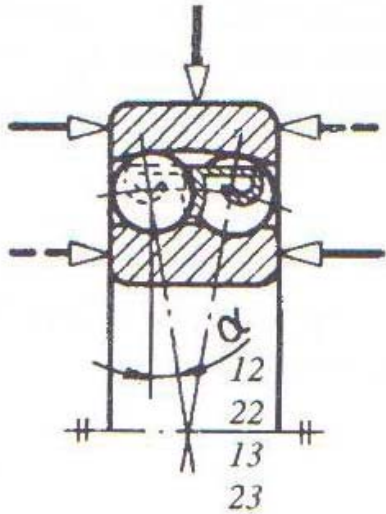
Primenjuje se u osloncima kraćih krutih vratila za niže učestanosti obrtanja, za prenošenje znatnih radjalnih i aksijalnih sila u oba smeru: vratila pužnih prenosnika, vratila cilindričnih i konusnih zupčanika.





## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

### Prsteni kuglični dvoredi podesivi ležaj Oznake 12, 22, 13, 23



Površina kotrljanja kugliča na spoljašnjem prstenu ovih ležajeva je sfernog oblika, što omogućuje ugaono prilagođavanje deformacijama vratila i do  $4^\circ$ .

Prvenstveno su namenjeni za prenos radijalnih opterećenja, ali mogu da prime i umerena aksijalna opterećenja. Namenjeni su za velike učestanosti obrtanja.

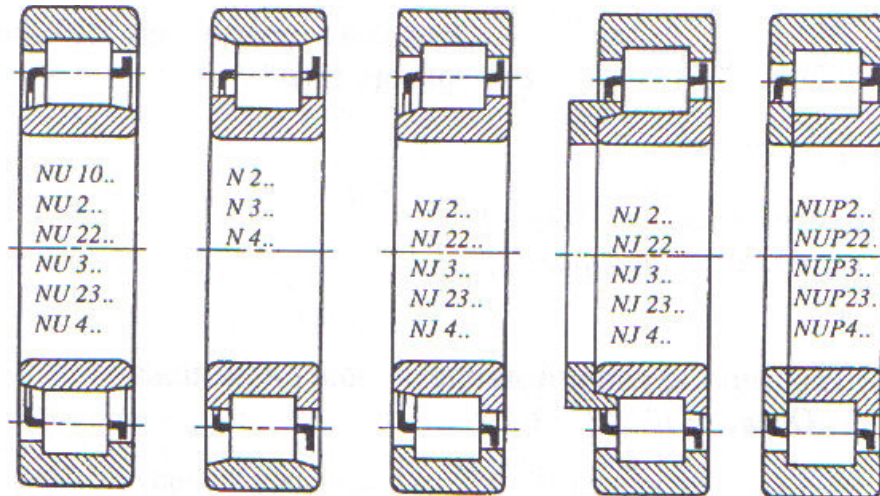
Primenjuju se kod vratila većeg raspona između oslonaca, gde ne može da bude posrignuta odgovarajuća tačnost pri montaži i gde se očekuju deformacija vratil pri radu.





## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

### Prsteni cilindrično valjčani jednoređi ležaj Oznake NU, N, NJ, NUP



Ovi ležajevi su namenjeni prvenstveno za prenos radijalnih sila. Dodir između prstenova i tela je linijski, što ovim ležajevima omogućuje veću nosivost u odnosu na kuglične ležejeve istih dimanzija.

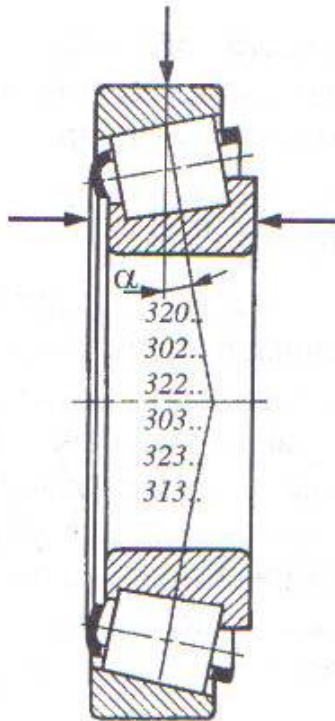
Prsteni cilindrično valjčani ležajevi se izrađuju u više konstrukcionih varijanti.

Ovi ležajevi dobro podnose visoke učestanosti obrtanja i velika radijalna opterećenja ta se stoga primanjuju kod prenosnika, elektromotora, kod šinskih vozila.



## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

### Prsteni konusno valjčani ležaj Oznake 302, 322, 303, 313, 323



Kao kotrljajna tela ovde se koriste delovi konusa a površine kotrljanja spoljašnjeg i unutrašnjeg prstena su takođe delovi konusa. Ovaj ležaj može da prenese velika radjalna i aksijalna opterećenja.

Zbog skretanja napadne linije sile u ležaju se indukuje dodatna aksijalna sila koja teži da razdvoji prstenove. Iz tog razloga se ovi ležajevi po pravilu ugrađuju u paru (kao slike u ogledalu) čime se poništava samoindukovana aksijalna sila i omogućuje prenos aksijalnog opterećenja u oba smeru.

Zbog jednostavne ugradnje i niske cene ovaj tip ležaja ima jako raširenu primenu: kod transmisije motornih vozila, kod svih vrsta prenosnika snage, kod alatnih mašina.



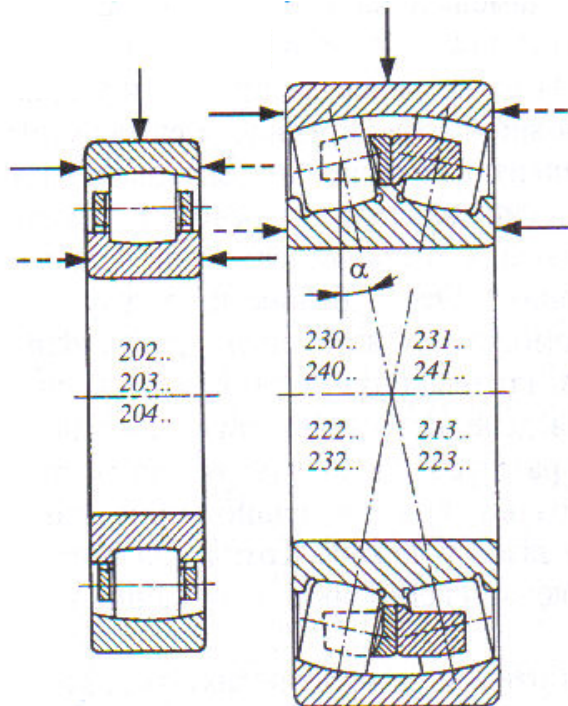


## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

### Prsteni bačvasti jednoređi i dvoređi podesivi ležaj

Oznake 202, 203, 204 – jednoređi

222, 213, 223 – dvoređi



Ovi ležaje su sa izvanrednim karakteristikama kako u pogledu nosivosti i prijema udarnih opterećenja tako i u pogledu mogućnosti prilagođavanja elastičnim deformacijama vratila i neparalelnosti osa oslonih površina. Kotrljajna tela su izrađena sa lučnom izvodnicom tako da podsećaju na bačvice po čemu su i dobili naziv.

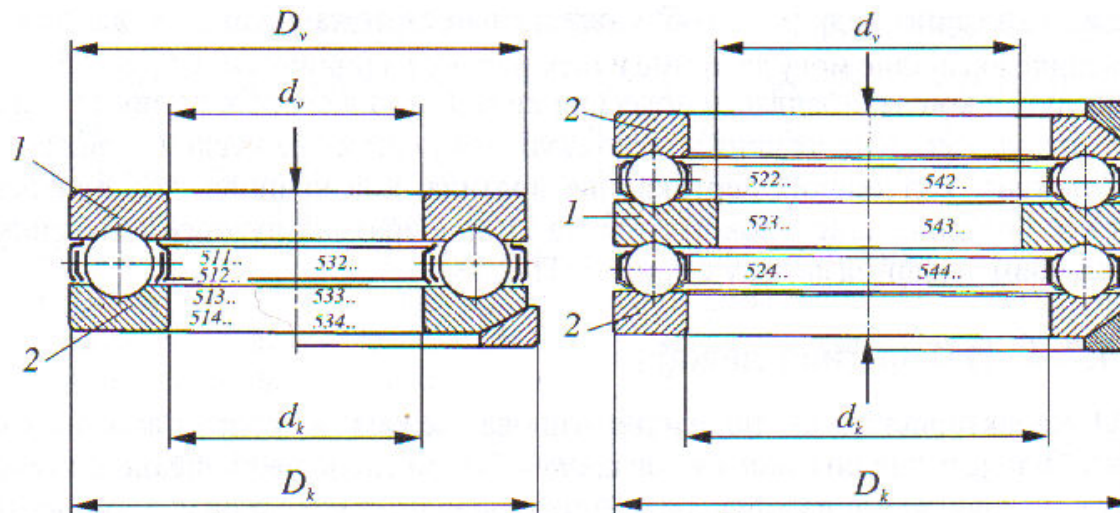
Jednoređi bačvasti podesivi ležaji ne mogu da prenesu aksijalna opterećenja, dok dvoređi to mogu.

Zbog mogućnosti da prenesu velika radijalna opterećenja i otpornosti na udarna opterećenja veoma često se primenjuju u teškoj mašingradnji u mlinovima, valjaoničkim stanovima – odnosno kod teško opterećenih oslonaca.



## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

### Kolutni kuglični jednoređi i dvoređi ležaj Oznake 511, 512, 513, 514 – jednoređi 522, 523, 524 – dvoređi



Ovi ležajevi mogu da prime isključivo aksijalne sile. Jednoređi kolutni kuglični ležajevi mogu da prenesu aksijalne sile samo u jednom smeru, dok dvoređi ležaji prenose sile u oba smera.

Učestanost obrtanja ovih ležaja je ograničena, jer pri većim ugaonim brzinama kod kotrljajnih tela nastaju znatne centrifugalne sile, po dolazi do povećanog trenja i habanja ležaja.

Primenjuju se kod uležištenja obrtnih kranova, kod kranskih kuka, kod obrtnih postolja, kod vretena bušilica.



## Obeležavanje i podela kotrljajnih ležajeva

Захтеви	Типови лежаја и подручје примене													
	a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	l	m	n	p
Радијално оптерећење	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□	□	○	●
Аксијално оптерећење	●	●	●	●	○	□	●	○	●	□	●	●	●	□
Изједначавање непаралелности осл.	○	○	□	□	●	□	□	●	●	□	□	□	●	●
Накнадно подешав. зазора у лежају	□	●	●	□	□	□	●	□	□	□	●	●	●	○
Расклопиви лежаји	□	●	●	□	□	●	●	□	□	●	●	●	●	□
Извођење са повишеном тачношћу	●	●	●	□	□	●	●	□	□	○	●	□	□	○
Високи бројеви обртаја	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○
Висока носивост лежаја	○	○	○	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●
Низак ниво буке	●	●	●	□	□	●	□	□	□	□	□	□	□	○
Причвршћивање преко чауре - седла	○	□	□	□	●	○	□	●	●	□	□	□	□	□

Ознаке: ● применљив без ограничења; ○ условно применљив; □ не препоручује се  
 a - прстени куглични једнореди лежај са радијалним додиром  
 b - прстени куглични једнореди лежај са косим додиром  
 c - прстени куглични једнореди лежај са додиром у четири тачке  
 d - прстени куглични двореди лежај са косим додиром  
 e - прстени куглични двореди подесиви лежај са косим додиром  
 f - прстени цилиндрично ваљчани једнореди лежај  
 g - прстени конусно ваљчани лежај  
 h - прстени бачvasti једнореди подесиви лежај  
 j - прстени бачvasti двореди подесиви лежај  
 k - игличасти лежај  
 l - колутни куглични једнореди лежај  
 m - колутни куглични двореди лежај  
 n - колутни конусно бачvasti подесиви лежај  
 p - CARB лежај



## Osnovni principi ugradnje

---

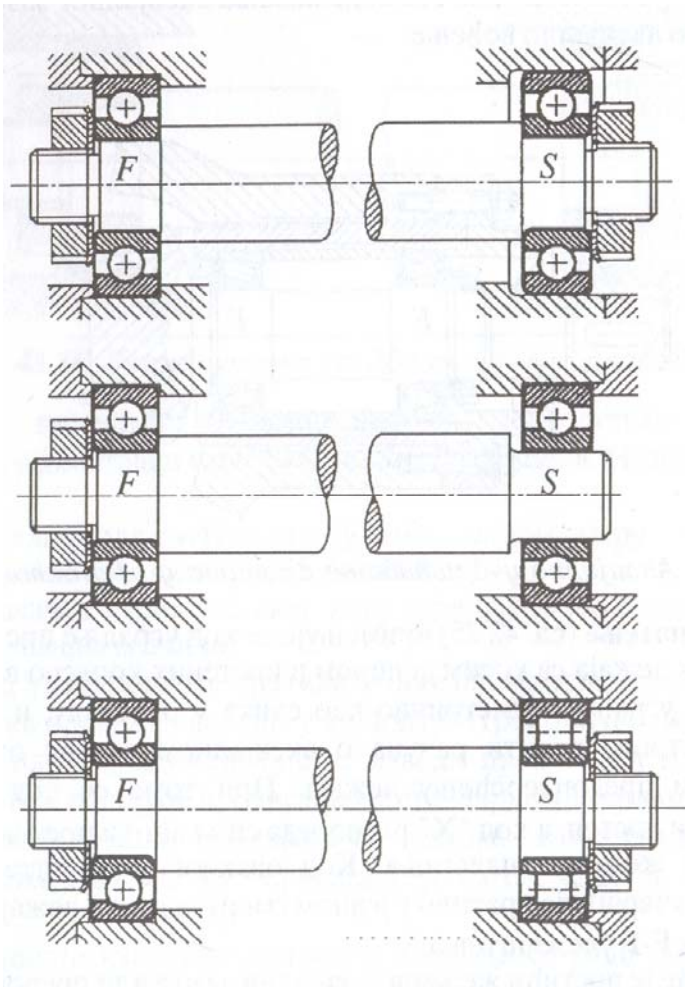
- Za ispravno prenošenje radijalnih sila sa vratila na prstenove ležaja i sa prstenova na oslonce neophodno je radijalno učvršćivanje ležaja. To se postiže izborom odgovarajućeg naleganja između vratila i unutrašnjeg prstena i između spoljašnjeg prstena ležaja i kućišta.
- Za prenošenje aksijalnih sila neophodno je aksijalno učvršćivanje vratila u osloncima. U tom smislu moguća su tri različita konstruktivna izvođenja:
  - Uležištenje sa fiksiranim i aksijalno slobodnim osloncem (F-S uležištenje)
  - Uležištenje sa oba fiksirana oslonca (F-F uležištenje)
  - Uležištenje sa slobodnim osloncima (S-S uležištenje)





## Osnovni principi ugradnje

### F-S uležištenje



- F-S uležištenje se najčešće primenjuje u praksi
- Fiksiran ležaj pored radijalnih prenosi i aksijalna opterećenja u oba smera
- Slobodni ležaj prima samo radijalne sile i omogućuje nesmetano aksijalno pomeranje u cilju kompenzacije netačnosti pri izradi, nesmetane montaže i kompenzacije termičkih diletacija

#### ***Prednosti F-S uležištenja:***

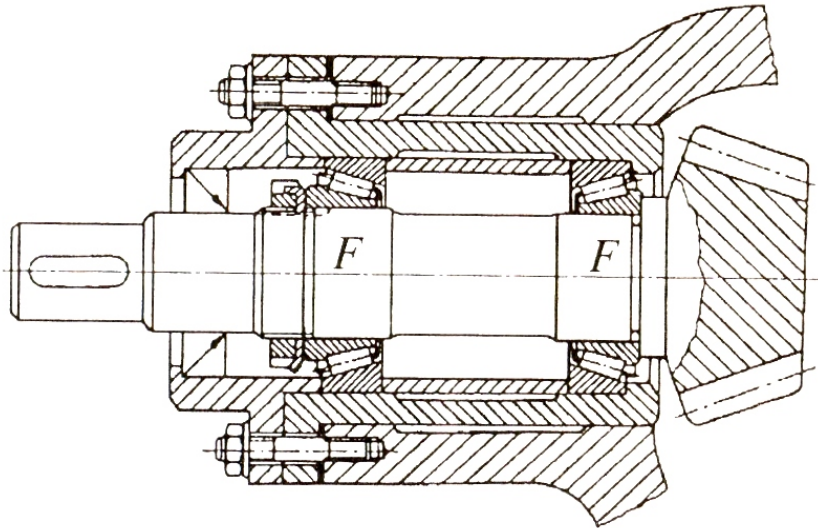
- Nema aksijalnih preopterećenja ležaja
- Odstojanja između oslonaca mogu biti izrađena sa velikim tolerancijama
- Jednostavna montaža bez podešavanja aksijalnog zazora
- Dobro aksijalno vođenje





## Osnovni principi ugradnje

### F-F uležištenje



- F-F uležištenje se primenjuje kod ugradnje prstenih jednoređih ležaja sa kosim dodirnom i prstenih konusno valjanih ležaja.
- Ležaji se ugrađuju simetrično kao slika u ogledalu pri čemu jedan ležaj aksijalno učvršćuje vratilo u jednom a drugi u drugom smeru.
- U toku montaže se mora voditi računa o aksijalnom zazoru.

### *Prednosti F-F uležištenja:*

- Moguće je postići željeni aksijalni zazor ili predopterećenje
- Dobro aksijalno i radijalno vođenje vratila
- Primena za velike radijalne i aksijalne sile.

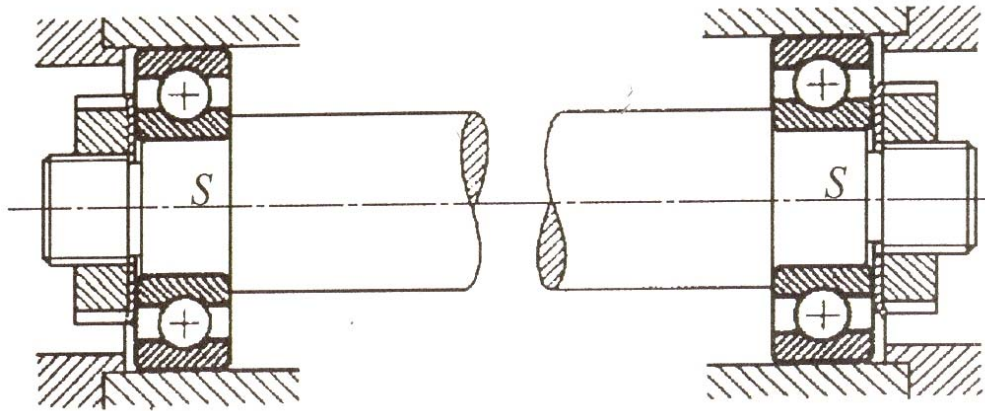
### *Nedostaci F-F uležištenja:*

- Neophodno precizno podešavanje u toku montaže
- Nemoguća primena kod većeg rastojanja između oslonaca (zbog termičkih dilatacija)
- Željeni aksijalni zazor odnosno predopterećenje moguće je utvrditi tek u radu, jer zavisi od temperature.



## Osnovni principi ugradnje

### S-S uležištenje



- Primenjuje se kod vratila gde nema aksijalnih sila ili pak aksijalne sile deluju u jednom smeru.
- Ovakvo uležištenje može da kompenzira velika aksijalna izduženja vratila. Kod ovakvog uležištenja najčešće se koriste prsteni cilindrično valjčani ležaji tipa NJ.
- U slučaju da se koriste prsteni kuglični jednoredni ležaji sa radijalnim dodirom, moraju kod tih ležaja ili spoljašnji ili unutrašnji prsten da budu fiksirani (odnosno aksijalno slobodni).

#### **Prednosti S-S uležištenja:**

- jednostavno konstrukciono izvođenje
- jednostavna montaža odnosno cena.

#### **Nedostaci S-S uležištenja su brojniji:**

- aksijalne sile smeju da deluju samo u jednom smeru
- aksijalno vođenje nije obezbeđeno
- dinamičke aksijalne sile nisu dozvoljene, jer dovode do aksijalnog oscilovanja vratila

