

05. Ležajevi

05. Ležajevi.....	1
5.1 Osnove ležajeva	2
5.1.1 Uvod	2
5.1.2 Struktura i nazivlje.....	2
5.1.3 Vrste ležajeva.....	5
5.2 Klizni ležajevi	8
5.2.1 Osnove kliznih ležajevi.....	8
5.2.2 Oblikovanje kliznih ležajeva.....	8
5.2.3 Proračun kliznih radijalnih ležajeva.....	12
5.2.4 Primjena kliznih radijalnih ležajeva.....	13
5.3 Valjni ležajevi.....	14
5.3.1 Osnove valjnih ležajeva	14
5.3.2 Vrste valjnih ležajeva.....	17
5.3.3 Usvajanje valjnih ležajeva	23
5.3.4 Primjena valjnih ležajeva.....	23
Dodatak.....	29
Literatura	35

Ishodi učenja:

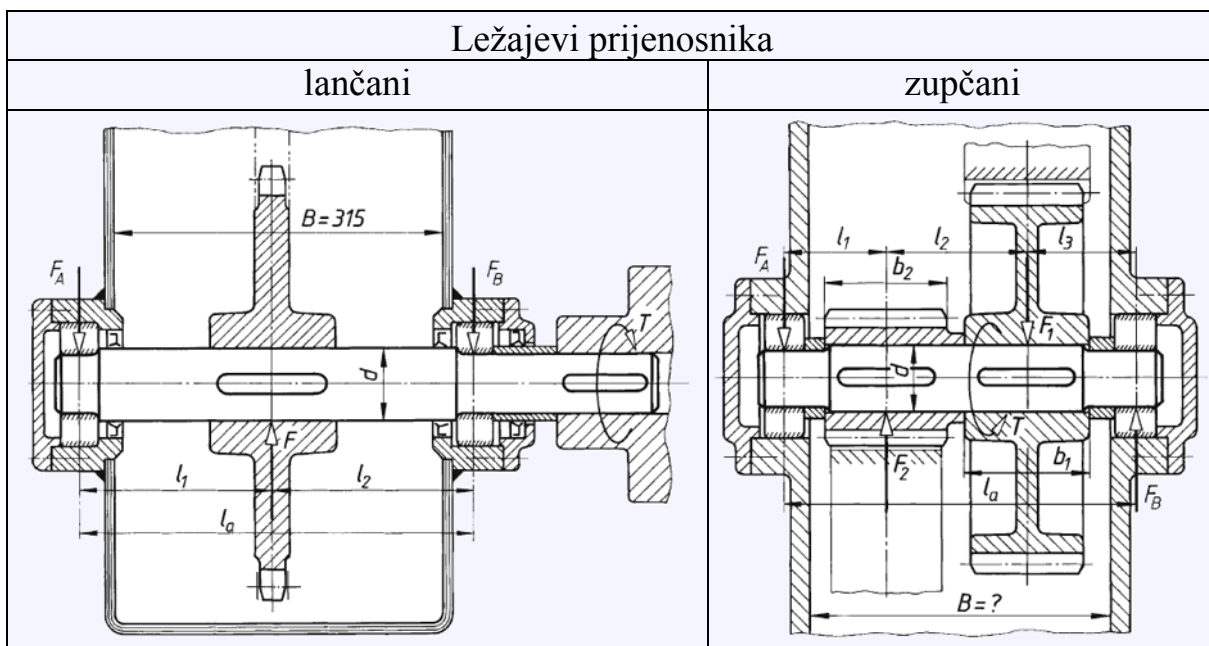
1. **Razumijevanje osnova zupčanih prijenosnika** (*strojevi, prijenosnici, veličine gibanja*).
2. **Umjeti nacrtati zupčani par** (*geometrije zuba i zupčanih parova*)
3. **Usvojena znanja iz zupčanih parova** (*vrste/svojstva, proračun zupčanog para čelnika*).
4. **Usvojena znanja iz primjene zupčanih prijenosnika** (*montaža/demontaža, pogon/održavanje*).

5.1 Osnove ležajeva

5.1.1 Uvod

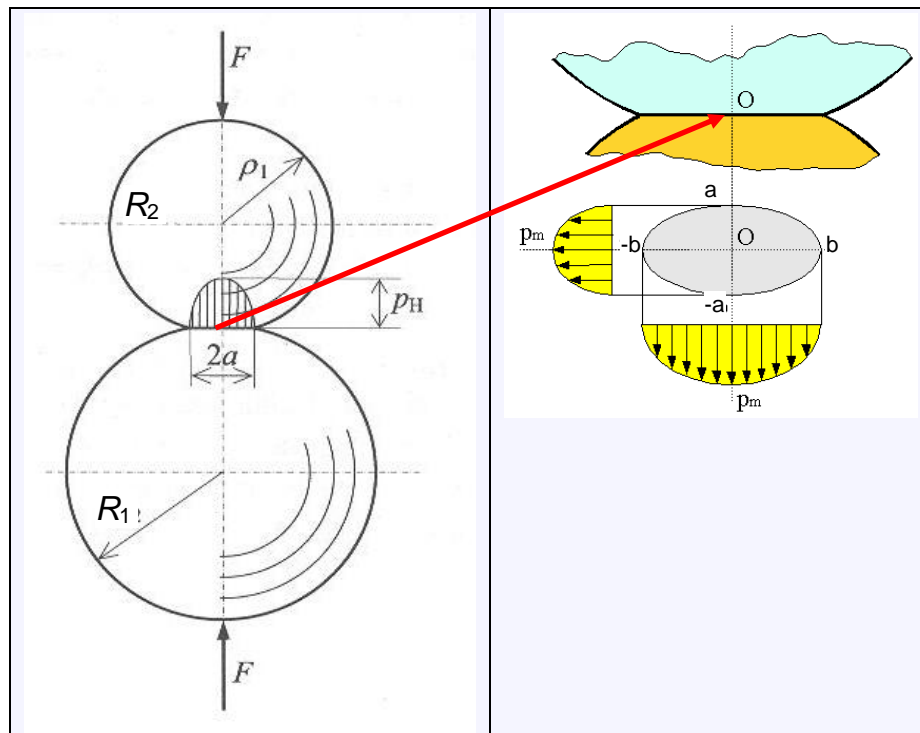
5.1.2 Struktura i nazivlje

Ležajevi – elementi strojeva namijenjeni vođenju i nošenju osovina i vratila u kućištima. Jedan je dio ležaja učvršćen na osovini ili vratilu, s kojima zajedno rotira, bez uzajamnog gibanja. Drugi je dio ležaja učvršćen u kućištu s kojim zajedno miruje. Tijekom pogona osovine ili vratila ova se dva dijela ležaja uzajamno gibaju.



Elastičnost ()

1. **Kontaktna naprezanja – dodir dvije kugle** [Lingaiah 2004, str. 103]



Maksimalni dodirni pritisak (p_H) :

$$p_H = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{6 \cdot F}{R^2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right)^2}} \quad \text{N/mm}^2$$

gdje je: F – sila, N

R – polumjer, mm

v – Poissonov koeficijent, 1 ($\Delta L_x / \Delta L_y$ – kada sila djeluje duž y osi)

E – modul elastičnosti, kN/mm²

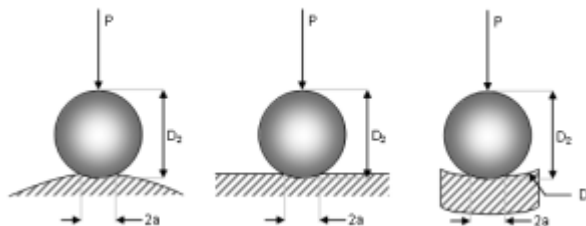
1, 2 – oznake kugli

Maksimalno tangencijalno naprezanje:

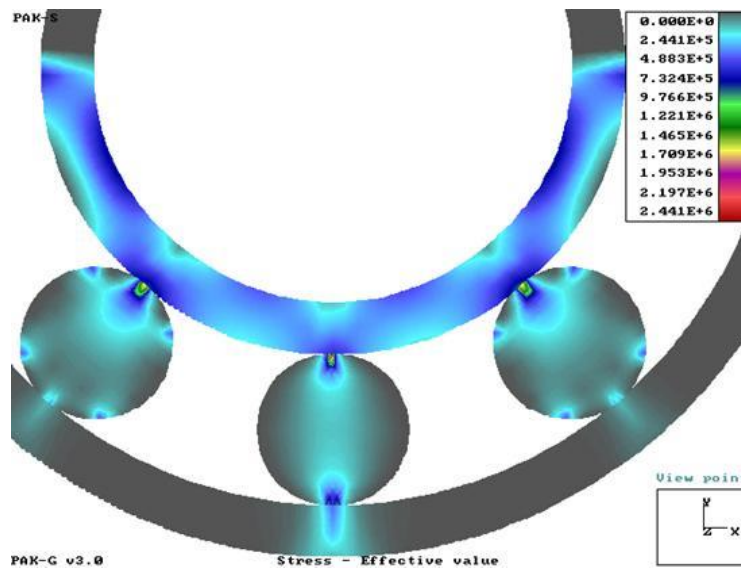
$$\tau_{\text{Max}} = 0,31 \cdot p_H \quad \text{N/mm}^2$$

djeluje na dubini (h):

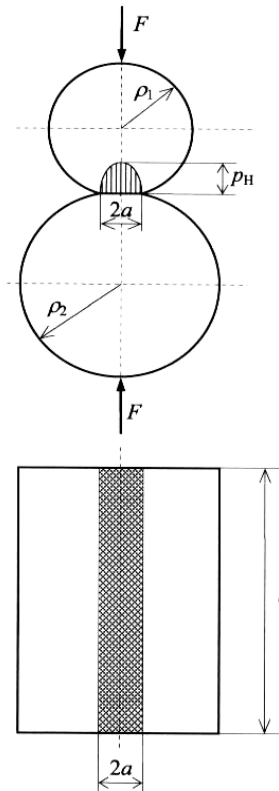
$$h = 0,47 \cdot a \quad \text{N/mm}^2$$



4 Elementi strojeva 2



2. Kontaktne naprezanja – dodir dva valjka



Maksimalni dodirni pritisak:

$$p_H = \sqrt{\frac{F}{\pi l R^2} \frac{1}{\left(\frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2}\right)}}$$

Maksimalno smično naprezanje:

$$\tau_{\max} = 0,3 p_H \text{ na dubini } 0,79 \cdot a$$

Za rješavanje problema kontaktnih pritisaka i naprezanja kod geometrija elemenata različitih od kugla/kugla i valjak/valjak (*ne-Hertzovi kontaktni problemi*) koriste se računalno podržane numeričke metode.

3. **Kontaktne naprezanja – dodir valjka i ravne površine**

Stresses at contact point between solid cylinder & flat surface

Considering a cylinder on a flat body exerted by compressive force F. the initial point of contact develops into rectangular area of contact with distributed load. Let the contact area = 2b*L, whereby b is half width of contact area and L is the length of the cylinder

Maximum shear stress, $\tau_{max} = \frac{\sigma_x - \sigma_z}{2} \dots \text{or} \dots = \frac{\sigma_y - \sigma_z}{2}$ But 1st need to calculate,

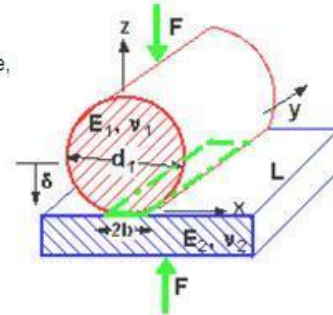
$$\text{Principal stress in x direction, } \sigma_x = -p_{max} \left[2 - \frac{1}{1 + \frac{z^2}{b^2}} \sqrt{1 + \frac{z^2}{b^2}} - 2 \frac{z}{b} \right]$$

$$\text{Principal stress in y direction, } \sigma_y = -p_{max} (2\nu) \left(\sqrt{1 + \frac{z^2}{b^2}} - \frac{z}{b} \right)$$

$$\text{Principal stress in z direction, } \sigma_z = -p_{max} \sqrt{1 + \frac{z^2}{b^2}} \quad \text{whereby,}$$

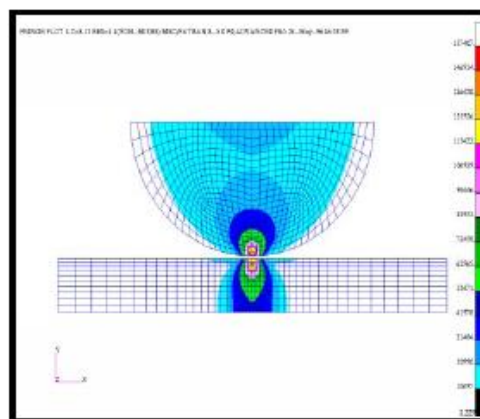
$$\text{Half width of contact area, } b = \sqrt{\frac{2F}{\eta L} \frac{(1-\nu_1^2) + (1-\nu_2^2)}{E_1 + E_2} \frac{1}{d_1}} \quad \text{and,}$$

$$\text{Maximum contact pressure, } p_{max} = \frac{2F}{\eta b L}$$



- b : half width of contact area
- F : compressive force
- L : length of cylinder
- E₁ : modulus of elasticity for cylinder
- E₂ : modulus of elasticity for flat body
- d₁ : diameter of cylinder
- z : direction of application of the force
- ν₁ : Poisson's ratio of cylinder
- ν₂ : Poisson's ratio of flat body
- ν : Poisson's ratio of body of interest

Područja tlakova se opisuju različitim bojama:



Clear the viewport using the following icon in the top menu bar.

5.1.3 Vrste ležajeva

Man unterscheidet nach Art der Bewegungsverhältnisse *Gleitlager*, bei denen eine Gleitbewegung zwischen Lager und gelagertem Teil stattfindet und *Walzlager*, bei denen die Bewegung durch Wälzkörper übertragen wird. Nach der Richtung der Lagerkraft unterteilt man in *Radiallager* (Querlager) und *Axiallager* (Längslager), Bild 1. [7/754]

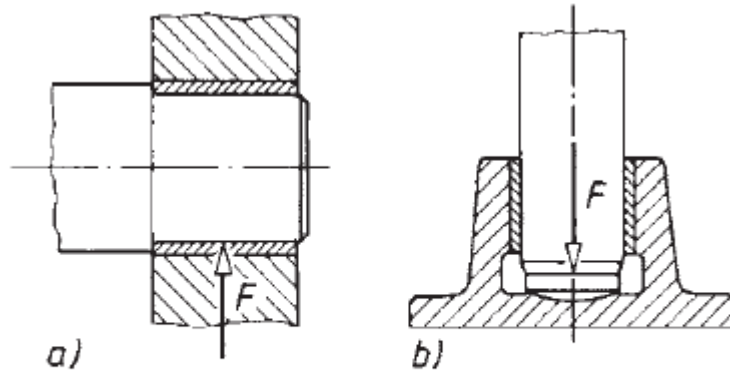
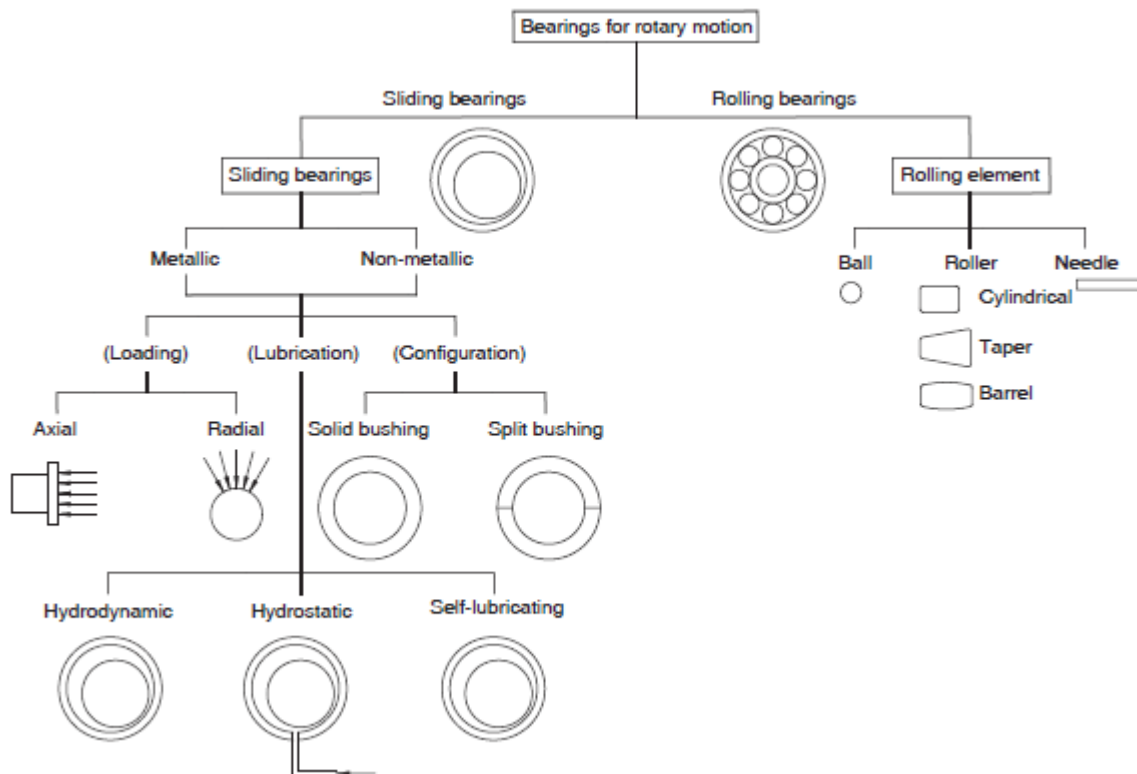


Bild 1. Grundformen der Lager
a) Radiallager, b) Axiallager

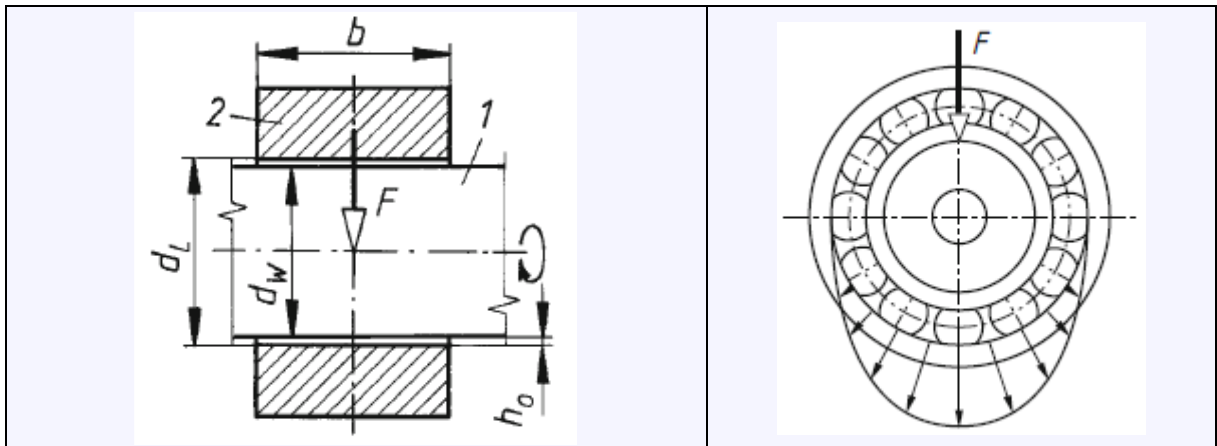
[11/55]



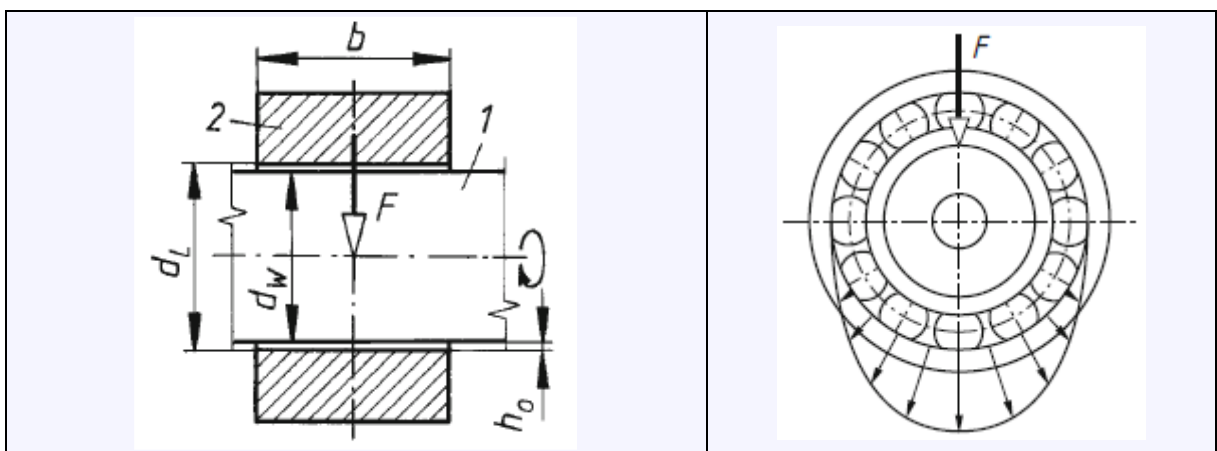
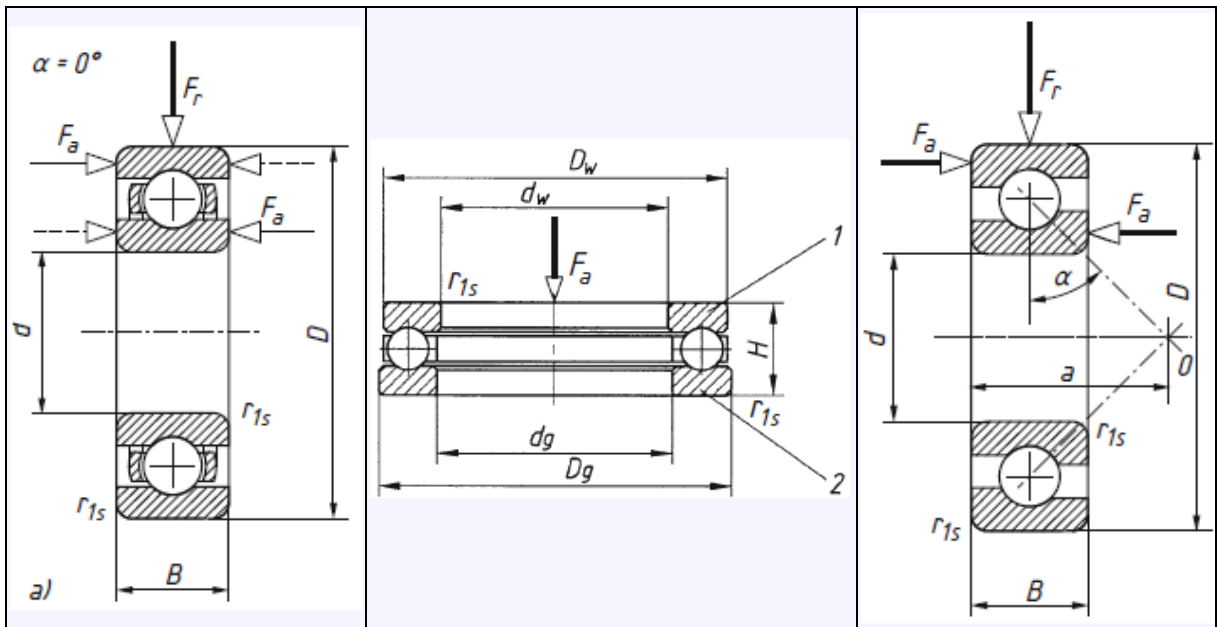
LEŽAJEVI

klizni

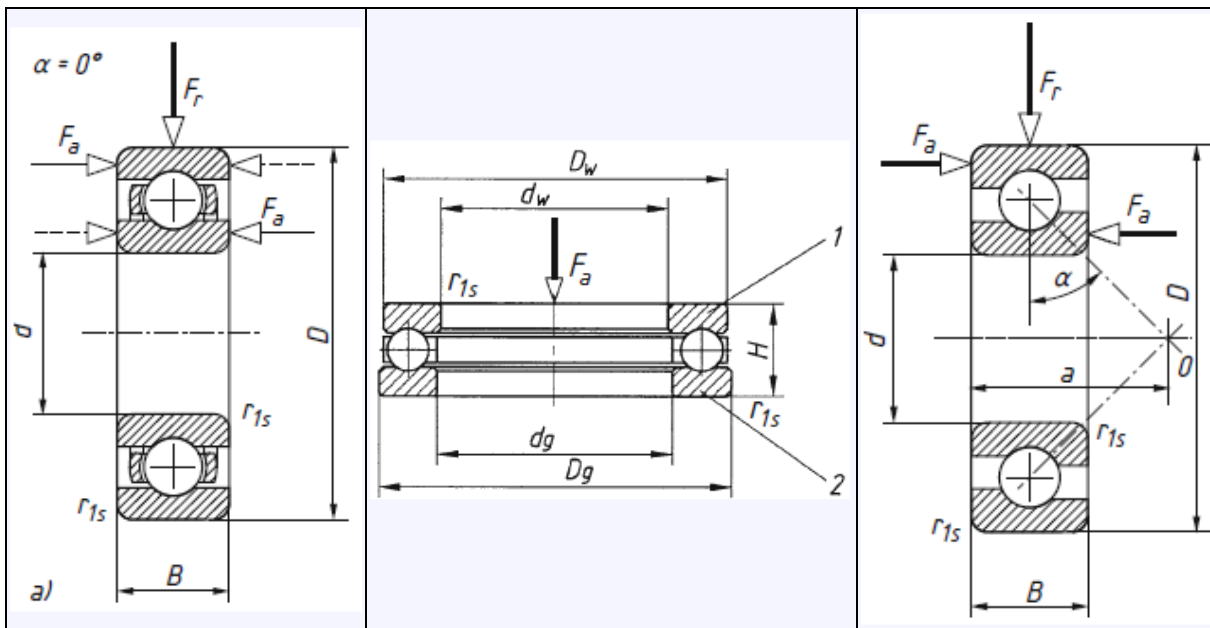
kotrljajni



LEŽAJEVI
 radijalni aksijalni radijalno-aksijalni



LEŽAJEVI
 radijalni aksijalni radijalno-aksijalni



5.2 Klizni ležajevi

5.2.1 Osnove kliznih ležajevi

13/130,

5.2.2 Oblikovanje kliznih ležajeva

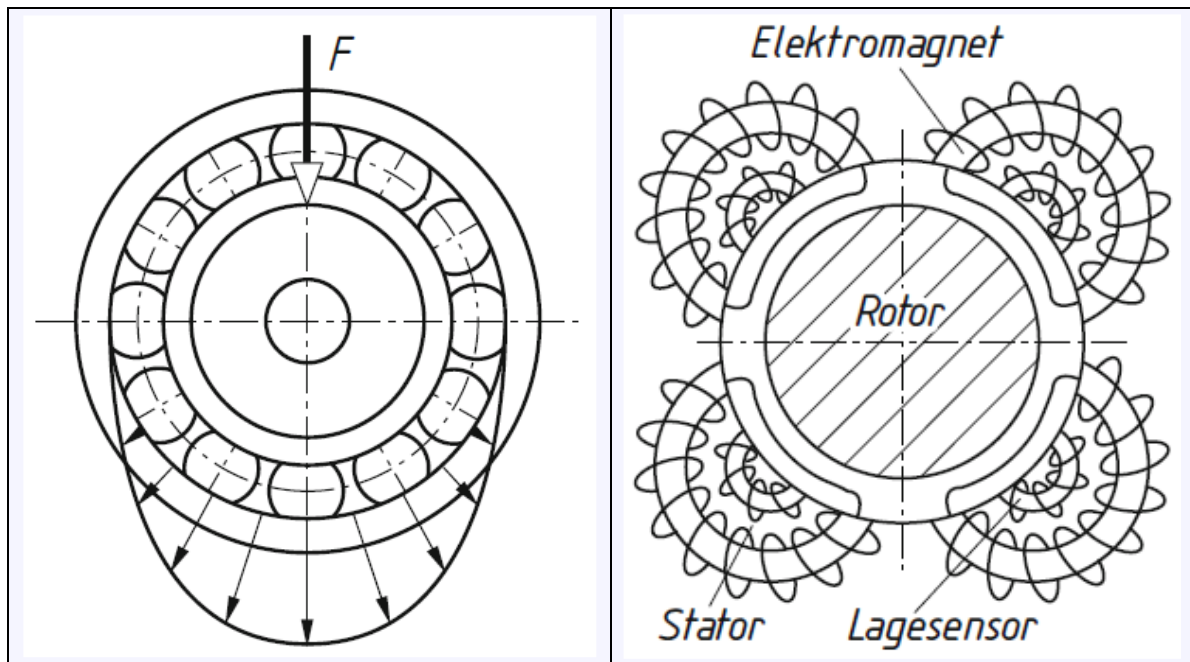
13/154,

Prema prirodi razlikuju se klizni ležajevi:

KLIZNI LEŽAJEVI

mehanički

elektromagnetni



Prema načinu podmazivanja razlikuju se mehanički klizni ležajevi:

KLIZNI LEŽAJEVI

hidrodinamički hidrostatički suhi

hidrodinamički	hidrostatički	suhi
<p style="text-align: center;">geeignet für</p> <ul style="list-style-type: none"> - verschleißarmen Dauerbetrieb - hohe Drehzahlen - hohe stoßartige Belastungen <p style="text-align: center;">Einsatzbereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Haupt- und Pleuellager - Getriebe - Elektromotoren - Turbinen, Verdichter - Hebezeuge, Landmaschinen 	<p style="text-align: center;">geeignet für</p> <ul style="list-style-type: none"> - verschleißfreien Dauerbetrieb - geringe Reibungsverluste - niedrige Drehzahlen möglich <p style="text-align: center;">Einsatzbereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Präzisionslagerungen - Weltraumteleskope und -antennen - Werkzeugmaschinen - Axiallager bei hohen Kräften 	<p style="text-align: center;">geeignet für</p> <ul style="list-style-type: none"> - wartungsfreien oder wartungsarmen Betrieb - mit oder ohne Schmierstoff <p style="text-align: center;">Einsatzbereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baumaschinen - Armaturen und Geräte - Verpackungsmaschinen - Strahltriebwerke - Haushaltsgeräte

Slika 04.xx Klizni ležajevi

Prema sredstvu za razdvajanje uzajamno gibajućih površina razlikuju se klizni ležajevi:

KLIZNI LEŽAJEVI

10 Elementi strojeva 2

s tekućinom		s plinom	
ulje	voda	plemeniti plin	zrak

4. Materijali kliznih ležajeva

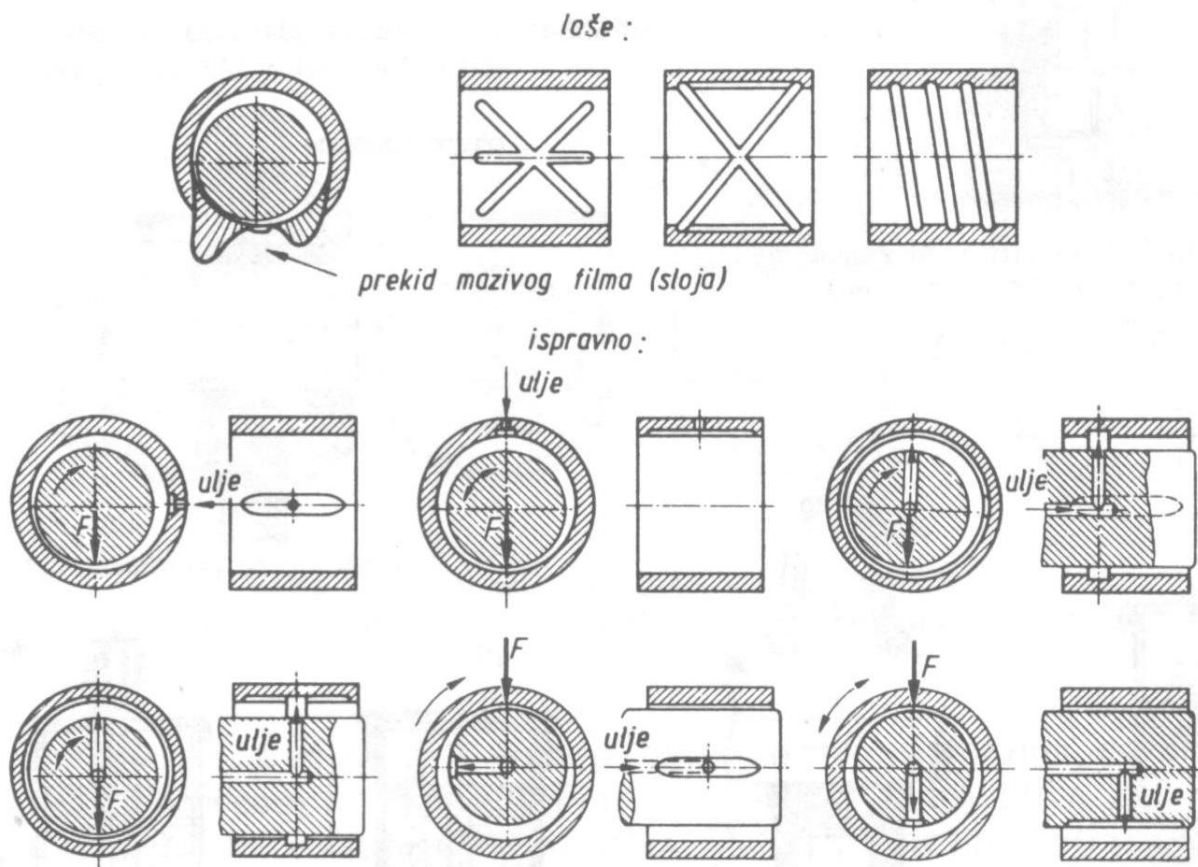
Eigenschaften von Gleitwerkstoffen							
Kurzzeichen, Werkstoffnummer	Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ²	spezifische Lagerbelastung $\rho_L^{1)}$ N/mm ²	Mindesthärte der Welle	Gleiteigenschaften	Gleitgeschwindigkeit	Notlaufverhalten	Eigenschaften, Verwendung
Blei- und Zinn-Gusslegierungen						vgl. DIN ISO 4381 (2001-02)	
G-PbSb15Sn10 ²⁾ 2.3391	43	7	160 HB	●	●	●	mittlere Belastung; allgemeine Gleitlager
G-SnSb12Cu6Pb 2.3790	61	10	160 HB	●	●	●	gute Schlagbeanspruchung; Turbinen, Verdichter, E-Maschinen
Kupfer-Gusslegierungen und Kupfer-Knetlegierungen						vgl. DIN ISO 4382-1 und -2 (1992-11)	
CuSn8Pb2-C 2.1810	130	21	280 HB	●	●	●	geringe bis mäßige Belastung, ausreichende Schmierung
CuZn31Si1 2.1831	250	58	55 HRC	●	●	●	hohe Belastung, hohe Schlag- und Stoßbelastung
CuPb10Sn10-C ²⁾ 2.1816	80	18	250 HB	●	●	●	hohe Flächendrücke; Fahrzeuglager, Lager in Warmwalzwerken
CuPb20Sn5-C 2.1818	60	11	150 HB	●	●	●	geeignet für Wasserschmierung, beständig gegen Schwefelsäure
Thermoplastische Kunststoffe						vgl. DIN ISO 6691 (2001-05)	
PA 6 (Polyamid)	-	12	50 HRC	●	○	●	stoß- und verschleißfest; Lager in Landmaschinen
POM (Polyoxymethylen)	-	18	50 HRC	●	○	●	härter und druckbelastbarer als PA; Lager in der Feinwerktechnik, geeignet für Trockenlauf
1) Lagerkraft, bezogen auf die projizierte Lagerfläche				● sehr gut		● gut	
2) Verbundwerkstoff nach DIN ISO 4383 für dünnwandige Gleitlager				● eingeschränkt		○ schlecht	

5. Oblikovanje kliznih radijalnih ležajeva

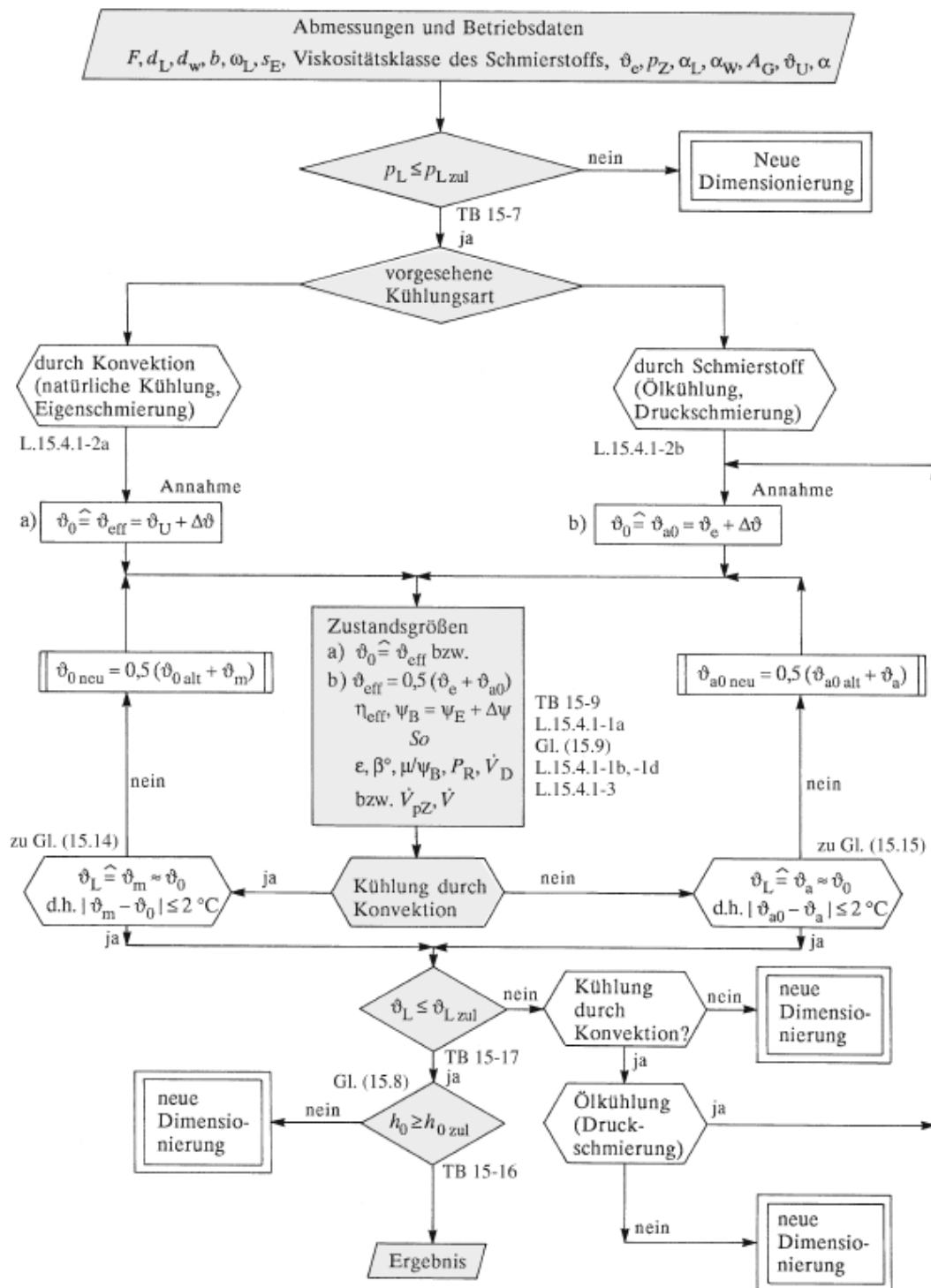
Buchsen aus Kupferlegierungen		vgl. DIN ISO 4379 (1995-10)												
Form C	Form F	Form C			Form F		Längen							
		d_1	d_2	b_1	Reihe 1	Reihe 2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1			
	alle Fasen 45° ¹⁾ Ergibt nach dem Einpressen Toleranzklasse H8	10	12	14	16	12	14	1	16	20	3	-	10	-
		12	14	16	18	14	16	1	18	22	3	10	15	20
		15	17	19	21	17	19	1	21	27	3	10	15	20
		18	20	22	24	20	22	1	24	30	3	12	20	30
		20	23	24	26	23	26	1,5	26	32	3	15	20	30
		22	25	26	28	25	28	1,5	28	34	3	15	20	30
		25	28	30	32	28	31	1,5	32	38	4	20	30	40
		30	34	36	38	34	38	2	38	44	4	20	30	40
		35	39	41	45	39	43	2	45	50	5	30	40	50
		40	44	48	50	44	48	2	50	58	5	30	40	60
Empfohlene Toleranzklassen für Einbaumaße														
Aufnahmebohrung	H7	Durchmesserbereich d_1 : 6...200												
Welle	e7 oder g7 (abhängig vom Anwendungsfall)	⇒ Buchse ISO 4379 – F22 x 25 x 30 – CuSn8P: Form F, $d_1 = 22$ mm, $d_2 = 25$ mm, $b_1 = 30$ mm, aus CuSn8P												

Buchsen aus Sintermetall		vgl. DIN 1850-3 (1998-07)									
		d_1	Form J d_2		Form V d_2 d_3 b_2 R_{max}			Längen b_1			
		10	16	14	16	22	2	0,6	8	10	16
		12	18	16	18	24	3	0,6	8	12	20
		15	21	19	21	27	3	0,6	10	15	25
		18	24	22	24	30	3	0,6	12	18	30
		20	26	25	26	32	3	0,6	15	20	25
		22	28	27	28	34	3	0,6	15	20	25
		25	32	30	32	39	3,5	0,8	20	25	30
		30	38	35	38	46	4	0,8	20	25	30
		35	45	41	45	55	5	0,8	25	35	40
		40	50	46	50	60	5	0,8	30	40	50
Empfohlene Toleranzklassen für Einbaumaße		→ Durchmesserbereich d_1 : 1...60									
Aufnahmebohrung	H7	→ Buchse DIN 1850 – V18 x 24 x 18 – Sint-B50: $d_1 = 18$ mm, $d_2 = 24$ mm, $b_1 = 18$ mm, aus Sinterbronze Sint-B50									
Welle	-										

Buchsen aus Duroplasten und Thermoplasten		vgl. DIN 1850-5 und -6 (1998-07)									
Duroplaste		d_1	d_2	d_3	b_2	R_{max}	Längen b_1				
		10	16	20	3	0,3	6	10	-		
		12	18	22	3	0,5	10	15	20		
		15	21	27	3	0,5	10	15	20		
		18	24	30	3	0,5	12	20	30		
		20	26	32	3	0,5	15	20	30		
		22	28	34	3	0,5	15	20	30		
		25	32	38	4	0,5	20	30	40		
		30	38	44	4	0,5	20	30	40		
		35	45	50	5	0,8	30	40	50		
Thermoplaste		Grenzabmaße von d_2 und d_1 der Toleranzklassen A und B für Buchsen aus Thermoplasten									
		d_2					Herstellverfahren	sich ergebende Toleranzklasse nach dem Einpressen d_1			
		von	10	15	20	28			35	42	
		bis	14	18	25	32	40	55			
		A	+0,21 +0,07	+0,2 0	+0,4 +0,1	+0,6 +0,2	+0,69 +0,23	+0,90 +0,30	gespritzt	D12	
		B	Toleranzklasse zb11					spanend	C11		
Empfohlene Toleranzklassen für Einbaumaße		Zusatzzeichen für Buchsen aus Duroplasten									
		W	Wendelnuten am Außendurchmesser d_2					Y	Einpressfase 15° (statt 45°)		
								Z	Freistich anstelle des Radius R		
Aufnahmebohrung	H7	→ Buchse DIN 1850 – S20 A20 – PA 6: Form S; $d_1 = 20$ mm, Toleranzgr. A, $b_1 = 20$ mm, aus Polyamid 6									
Welle	h7										
Weitere genormte Bauarten: Gerollte Buchsen DIN 1494, Einspannbuchsen DIN 1498, Aufspannbuchsen DIN 1499											



5.2.3 Proračun kliznih radialnih ležajeva



[Wittel 2011, str. 575]

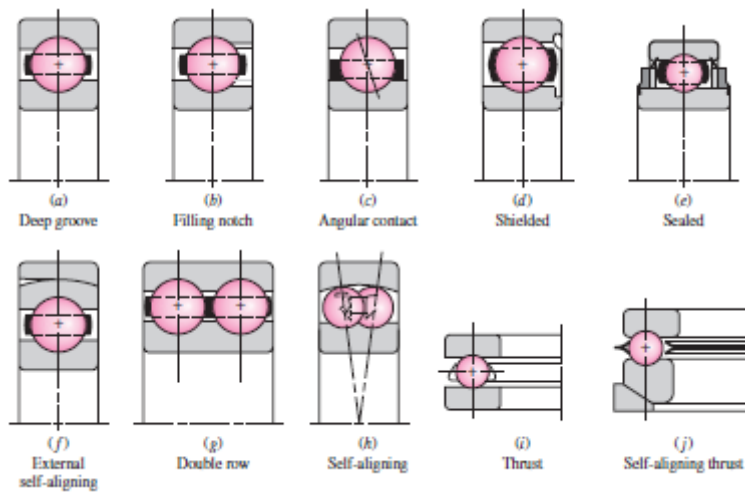
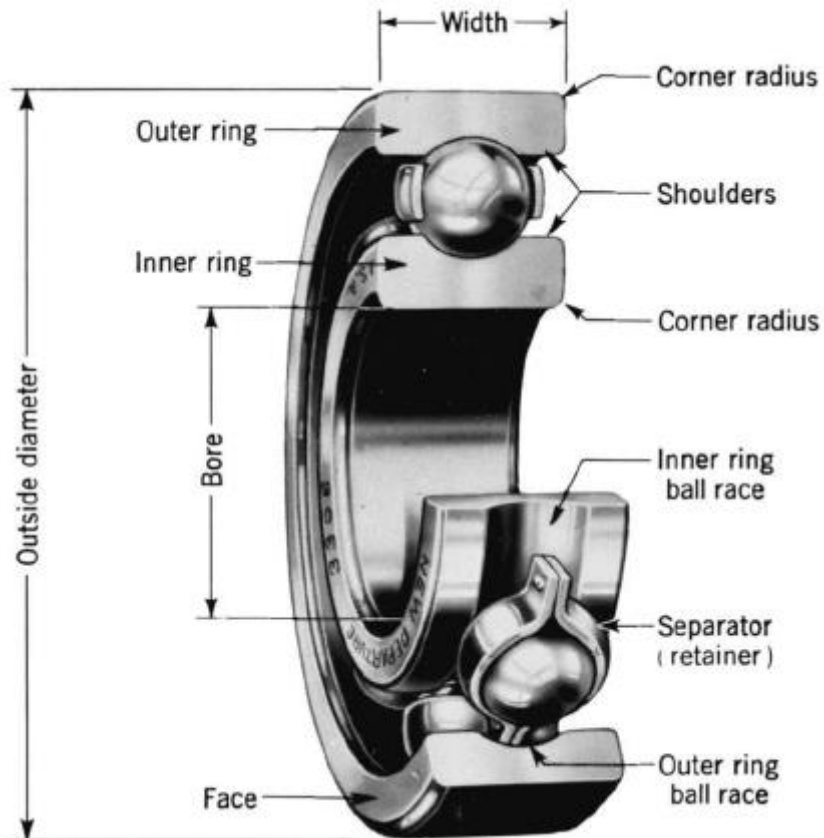
5.2.4 Primjena kliznih radialnih ležajeva

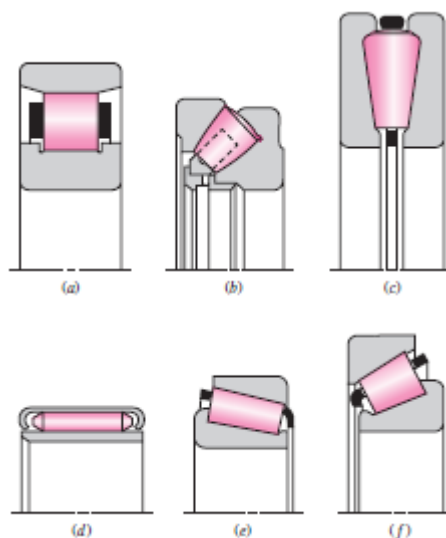
6. Primjeri kliznih radialnih ležajeva

5.3 Valjni ležajevi

5.3.1 Osnove valjnih ležajeva

[8/556]

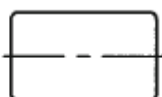




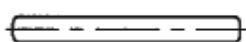
7. Valjni ležajevi – definicija i vrste



Kugel



Zylinderrolle



Nadel



Kegelrolle

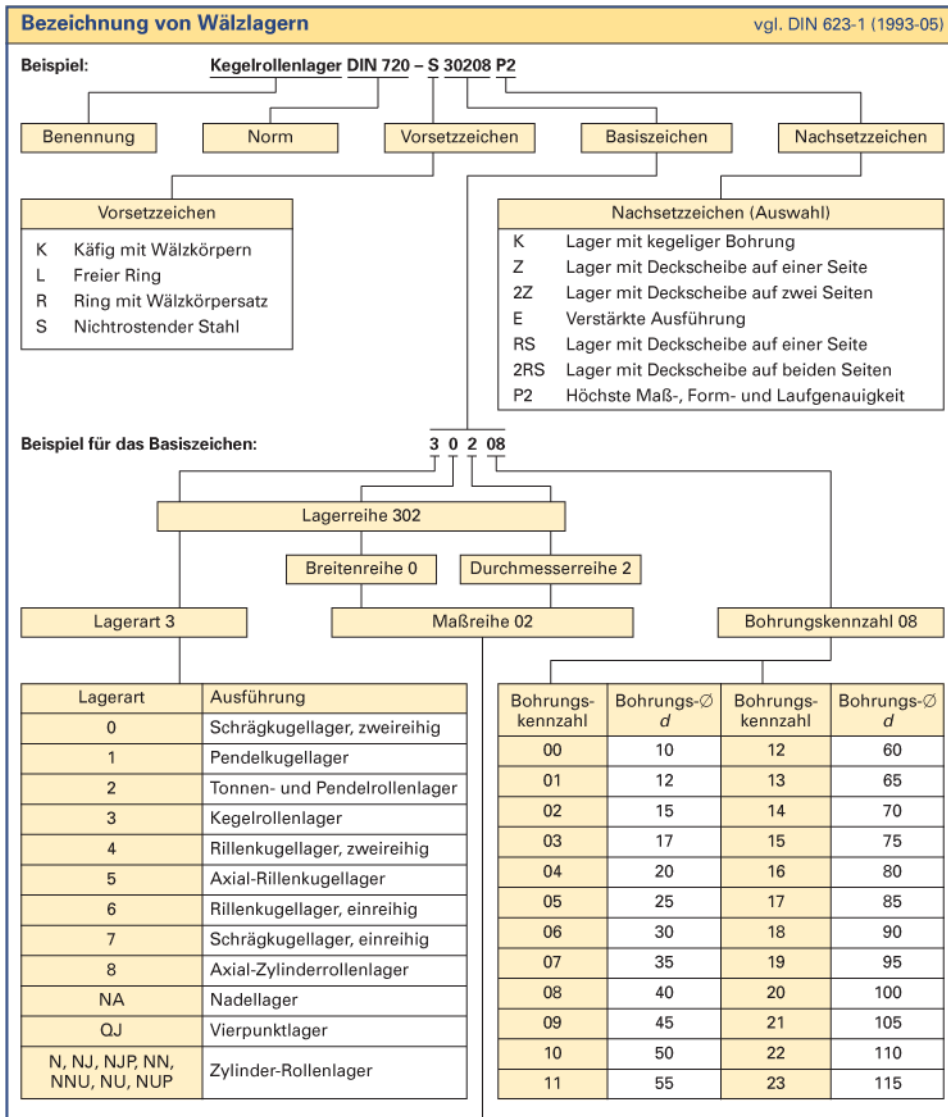
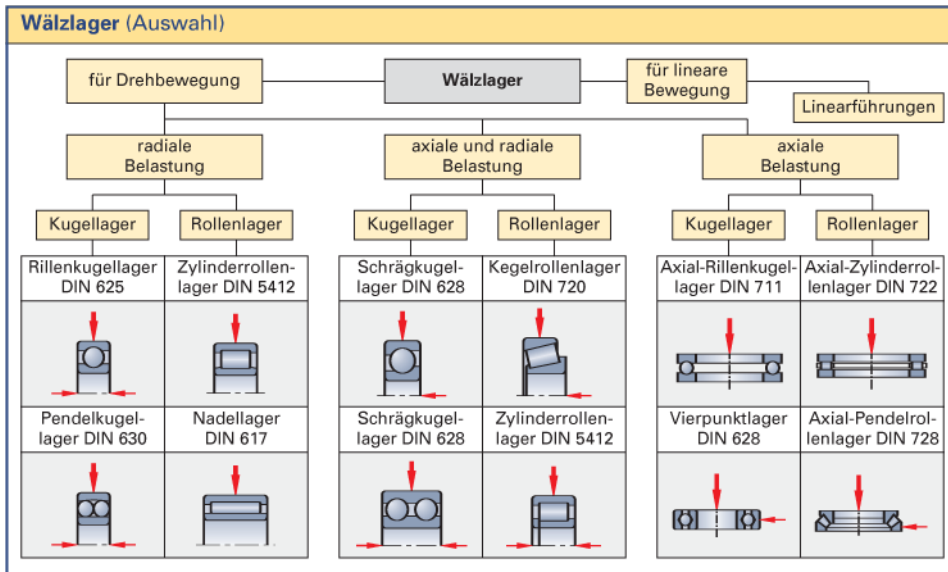


*Tonnenrolle,
symmetrisch*



*Tonnenrolle,
unsymmetrisch*

c)



Maßreihen (Auswahl)		vgl. DIN 616 (1994-06)																						
Erläuterung Die Maßpläne in DIN 616 enthalten Durchmesserreihen, in denen jedem Nenndurchmesser einer Lagerbohrung d (= Wellendurchmesser) mehrere <ul style="list-style-type: none"> • Außendurchmesser und Breitenreihen (bei Radiallagern) bzw. • Höhenreihen (bei Axiallagern) zugeordnet sind. 	Aufbau der Maßreihen 		Beispiel: Kegelrollenlager¹⁾ Maßreihe 02																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bohrungskennzahl</th> <th>Bohrungs-\varnothing d</th> <th>D</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07</td> <td>35</td> <td>72</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>08</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>45</td> <td>85</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>50</td> <td>90</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Bohrungskennzahl	Bohrungs- \varnothing d	D	B	07	35	72	17	08	40	80	18	09	45	85	19	10	50	90	20	¹⁾ weitere Abmessungen: S. 267		
Bohrungskennzahl	Bohrungs- \varnothing d	D	B																					
07	35	72	17																					
08	40	80	18																					
09	45	85	19																					
10	50	90	20																					

Struktura valjnih radialnih ležajeva

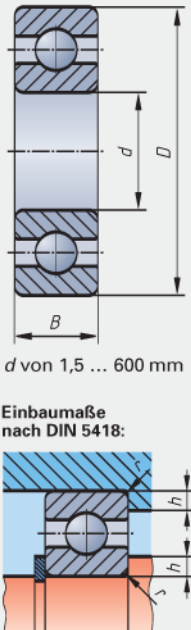
8. Materijali valjnih radialnih ležajeva

Eigenschaften von Wälzlagern							
Lagerbauart ¹⁾	Innen- \varnothing d	Radialbelastung	Axialbelastung	hohe Drehzahl	hohe Belastbarkeit	geräuscharmer Lauf	Anwendung
Kugellager							
Rillenkugellager	1,5...600	●	●	●	●	●	Universallager im Maschinen- und Fahrzeugbau
Pendelkugellager	5...120	●	●	●	●	●	Ausgleich bei Fluchtungsfehlern
Schrägkugellager einreihig	10...170	●	●	● ²⁾	● ³⁾	●	werden nur paarweise verwendet, große Kräfte, Fahrzeugbau
Schrägkugellager zweireihig	10...110	●	●	●	●	●	große Kräfte, Fahrzeugbau, bei geringem Platzbedarf
Axial-Rillenkugellager	8...360	○	●	●	●	●	Aufnahme sehr hoher Axialkräfte, Bohrspindeln, Reitstockspitzen
Vierpunktlager	20...240	●	●	●	●	●	bei geringstem Platzbedarf, Spindel-lagerungen, Räder- und Rollenlagerung
Rollenlager							
Zylinderrollenlager (Form N)	17...240	●	○	●	●	●	Aufnahme sehr großer radialer Kräfte, Walzenlagerungen, Getriebe
Zylinderrollenlager (Form NUP)	15...240	●	●	●	●	●	wie Form N, zusätzlich durch Bordscheibe Aufnahme von Axialkräften
Nadellager	90...360	●	○	●	●	●	hohe Tragfähigkeit bei geringem Einbauraum
Kegelrollenlager	15...360	●	●	● ²⁾	● ³⁾	●	in der Regel paarweiser Einbau, Radlager bei Kfz, Spindellager
Axial-Zylinderrollenlager	15...600	○	●	●	●	○	steife Lagerung bei geringem axialen Platzbedarf, hohe Reibung
Axial-Pendelrollenlager	60...1060	●	●	●	●	○	winkelbewegliches Drucklager, Spurlager bei Kränen
¹⁾ Bei allen Radiallagern wird der Vorsatz „Radial-“ weggelassen. ²⁾ verminderte Eignung bei paarweisem Einbau ³⁾ bei paarweisem Einbau				Eignungsstufen: ● sehr gut ● gut ● normal ● eingeschränkt ○ nicht geeignet			

5.3.2 Vrste valjnih ležajeva

9. Oblikovanje valjnih radialnih ležajeva

Rillenkugellager vgl. DIN 625-1 (1989-04)



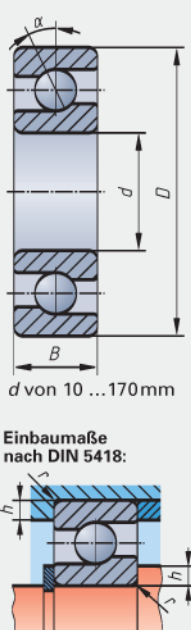
d	Lagerreihe 60					Lagerreihe 62					Lagerreihe 63				
	D	B	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen	D	B	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen	D	B	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen
10	26	8	0,3	1	6000	30	9	0,6	2,1	6200	35	11	0,6	2,1	6300
12	28	8	0,3	1	6001	32	10	0,6	2,1	6201	37	12	1	2,8	6301
15	32	9	0,3	1	6002	35	11	0,6	2,1	6202	42	13	1	2,8	6302
17	35	10	0,3	1	6003	40	12	0,6	2,1	6203	47	14	1	2,8	6303
20	42	12	0,6	1,6	6004	47	14	1	2	6204	52	15	1	3,5	6304
25	47	12	0,6	1,6	6005	52	15	1	2	6205	62	17	1	3,5	6305
30	55	13	1	2,3	6006	62	16	1	2	6206	72	19	1	3,5	6306
35	62	14	1	2,3	6007	72	17	1	2	6207	80	21	1,5	4,5	6307
40	68	15	1	2,3	6008	80	18	1	3,5	6208	90	23	1,5	4,5	6308
45	75	16	1	2,3	6009	85	19	1	3,5	6209	100	25	1,5	4,5	6309
50	80	16	1	2,3	6010	90	20	1	3,5	6210	110	27	2	5,5	6310
55	90	18	1	3	6011	100	21	1,5	4,5	6211	120	29	2	5,5	6311
60	95	18	1	3	6012	110	22	1,5	4,5	6212	130	31	2,1	6	6312
65	100	18	1	3	6013	120	23	1,5	4,5	6213	140	33	2,1	6	6313
70	110	20	1	3	6014	125	24	1,5	4,5	6214	150	35	2,1	6	6314
75	115	20	1	3	6015	130	25	2	5,5	6215	160	37	2,1	6	6315
80	125	22	1	3	6016	140	26	2	5,5	6216	170	39	2,5	7	6316
85	130	22	1,5	3,5	6017	150	28	2,1	6	6217	180	41	2,5	7	6317
90	140	24	1,5	3,5	6018	160	30	2,1	6	6218	190	43	2,5	7	6318
95	145	24	1,5	3,5	6019	170	32	2,1	6	6219	200	45	2,5	7	6319
100	150	24	1,5	3,5	6020	180	34	2,1	6	6220	215	47	2,5	7	6320

d von 1,5 ... 600 mm

Einbaumaße nach DIN 5418:

⇒ **Rillenkugellager DIN 625 – 6208 – 2Z – P2:** Rillenkugellager (Lagerart 6), Breitenreihe 0¹⁾, Durchmesserreihe 2, Bohrungskennzahl 08 (d = 8 · 5 mm = 40 mm), Ausführung mit 2 Deckscheiben, Befettung mit Schmierfett K2E-50

Schrägkugellager vgl. DIN 628-1 und -3 (1993-12)



d	Lagerreihe 72					Lagerreihe 73					Lagerreihe 33 (zweireihig)				
	D	B	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen ²⁾	D	B	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen ²⁾	D	B	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen ³⁾
15	35	11	0,6	2,1	7202B	42	13	1	2,8	7302B	42	19	1	2,8	3302
17	40	12	0,6	2,1	7203B	47	14	1	2,8	7303B	47	22,2	1	2,8	3303
20	47	14	1	2,8	7204B	52	15	1	3,5	7304B	52	22,2	1	3,5	3304
25	52	15	1	2,8	7205B	62	17	1	3,5	7305B	62	25,4	1	3,5	3305
30	62	16	1	2,8	7206B	72	19	1	3,5	7306B	72	30,2	1	3,5	3306
35	72	17	1	3,5	7207B	80	21	1,5	4,5	7307B	80	34,9	1,5	4,5	3307
40	80	18	1	3,5	7208B	90	23	1,5	4,5	7308B	90	36,5	1,5	4,5	3308
45	85	19	1	3,5	7209B	100	25	1,5	4,5	7309B	100	39,7	1,5	4,5	3309
50	90	20	1	3,5	7210B	110	27	2	5,5	7310B	110	44,4	2	5,5	3310
55	100	21	1,5	4,5	7211B	120	29	2	5,5	7311B	120	49,2	2	5,5	3311
60	110	22	1,5	4,5	7212B	130	31	2,1	6	7312B	130	54	2,1	6	3312
65	120	23	1,5	4,5	7213B	140	33	2,1	6	7313B	140	58,7	2,1	6	3313
70	125	24	1,5	4,5	7214B	150	35	2,1	6	7314B	150	63,5	2,1	6	3314
75	130	25	1,5	4,5	7215B	160	37	2,1	6	7315B	160	68,3	2,1	6	3315
80	140	26	2	5,5	7216B	170	39	2,1	6	7316B	170	68,3	2,1	6	3316
85	150	28	2	5,5	7217B	180	41	2,5	7	7317B	180	73	2,5	7	3317
90	160	30	2	5,5	7218B	190	43	2,5	7	7318B	190	73	2,5	7	3318
95	170	32	2,1	6	7219B	200	45	2,5	7	7319B	200	77,8	2,5	7	3319
100	180	34	2,1	6	7220B	215	47	2,5	7	7320B	215	82,6	2,5	7	3320

d von 10 ... 170 mm

Einbaumaße nach DIN 5418:

⇒ **Schrägkugellager DIN 628 – 7309B:** Schrägkugellager (Lagerart 7), Breitenreihe 0¹⁾, Durchmesserreihe 3, Bohrungskennzahl 09 (Bohrungsdurchmesser d = 9 · 5 mm = 45 mm), Berührungswinkel α = 40° (B)

¹⁾ Bei der Bezeichnung von Rillen- und Schrägkugellagern wird nach DIN 623-1 die 0 für die Breitenreihe teilweise weggelassen.
²⁾ Berührungswinkel α = 40° ³⁾ Berührungswinkel nicht genormt

Axial-Rillenkugellager		vgl. DIN 711 (1988-02)									
d	D ₁	Lagerreihe 512					Lagerreihe 513				
		D	T	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen	D	T	r _{max}	r _{min}	Basiszeichen
25	27	47	15	0,6	6	51205	52	18	1	7	51305
30	32	52	16	0,6	6	51206	60	21	1	8	51306
35	37	62	18	1	7	51207	68	24	1	9	51307
40	42	68	19	1	7	51208	78	26	1	10	51308
45	47	73	20	1	7	51209	85	28	1	10	51309
50	52	78	22	1	7	51210	95	31	1	12	51310
55	57	90	25	1	9	51211	105	35	1	13	51311
60	62	95	26	1	9	51212	110	35	1	13	51312
65	67	100	27	1	9	51213	115	36	1	13	51313
70	72	105	27	1	9	51214	125	40	1	14	51314
75	77	110	27	1	9	51215	135	44	1,5	15	51315
80	82	115	28	1	9	51216	140	44	1,5	15	51316

⇒ Axial-Rillenkugellager DIN 711 – 51210: Axial-Rillenkugellager der Lagerreihe 512 mit Lagerart 5, Breitenreihe 1, Durchmesserreihe 2 und Bohrkennzahl 10

Zylinderrollenlager		vgl. DIN 5412-1 (2000-04)											
d	Lagerreihen N2, NU2, NJ2, NUP2						Lagerreihen N3, NU3, NJ3, NUP3						Bohrungskennzahl
	D	B	r _{1 max}	r _{1 min}	r _{2 max}	r _{2 min}	D	B	r _{1 max}	r _{1 min}	r _{2 max}	r _{2 min}	
17	40	12	0,6	2,1	0,3	1,2	47	14	1	2,8	1	2,8	03
20	47	14	1	2,8	0,6	2,1	52	15	1,1	3,5	1	2,8	04
25	52	15	1	2,8	0,6	2,1	62	17	1,1	3,5	1	2,8	05
30	62	16	1	2,8	0,6	2,1	72	19	1,1	3,5	1	2,8	06
35	72	17	1	3,5	0,6	2,1	80	21	1,5	4,5	1	2,8	07
40	80	18	1	3,5	1	3,5	90	23	1,5	4,5	2	5,5	08
45	85	19	1	3,5	1	3,5	100	25	1,5	4,5	2	5,5	09
50	90	20	1	3,5	1	3,5	110	27	2	5,5	2	5,5	10
55	100	21	1,5	4,5	1	3,5	120	29	2	5,5	2	5,5	11
60	110	22	1,5	4,5	1,5	4,5	130	31	2,1	6	2	5,5	12
65	120	23	1,5	4,5	1,5	4,5	140	33	2,1	6	2	5,5	13
70	125	24	1,5	4,5	1,5	4,5	150	35	2,1	6	2	5,5	14
75	130	25	1,5	4,5	1,5	4,5	160	37	2,1	6	2	5,5	15
80	140	26	2	5,5	2	5,5	170	39	2,1	6	2	5,5	16
85	150	28	2	5,5	2	5,5	180	41	3	7	3	7	17
90	160	30	2	5,5	2	5,5	190	43	3	7	3	7	18
95	170	32	2,1	6	2,1	6	200	45	3	7	3	7	19
100	180	34	2,1	6	2,1	6	215	47	3	7	3	7	20
105	-	-	-	-	-	-	225	49	3	7	3	7	21
110	200	38	2,1	6	2,1	6	240	50	3	7	3	7	22
120	215	40	2,1	6	2,1	6	260	55	3	7	3	7	24

⇒ Zylinderrollenlager DIN 5412 – NUP 312 E: Zylinderrollenlager der Lagerreihe NUP3 mit Lagerart NUP, Breitenreihe 0, Durchmesserreihe 3 und Bohrkennzahl 12, verstärkte Ausführung

Die Normalausführung der Maßreihen 02, 22, 03 und 23 wurde ersatzlos aus der Norm gestrichen und durch die verstärkte Ausführung (Nachsetzzeichen E) ersetzt.

Kegelrollenlager		vgl. DIN 720 (1979-02) und DIN 5418 (1993-02)														
		Lagerreihe 302														
		Abmessungen						Einbaumaße								
		d	D	B	C	T	d ₁	d _a max	d _b min	D _a min	D _b max	c _a min	c _b min	r _{as} min	r _{bs} max	Basis- zeichen
20	47	14	12	15,25	33,2	27	26	40	41	43	2	3	1	1	30204	
25	52	15	13	16,25	37,4	31	31	44	46	48	2	2	1	1	30205	
30	62	16	14	17,25	44,6	37	36	53	56	57	2	3	1	1	30206	
35	72	17	15	18,15	51,8	44	42	62	65	67	3	3	1,5	1,5	30207	
40	80	18	16	19,75	57,5	49	47	69	73	74	3	3,5	1,5	1,5	30208	
45	85	19	16	20,75	63	54	54	74	78	80	3	4,5	1,5	1,5	30209	
50	90	20	17	21,75	67,9	58	57	79	83	85	3	4,5	1,5	1,5	30210	
55	100	21	18	22,75	74,6	64	64	88	91	94	4	4,5	2	1,5	30211	
60	110	22	19	23,75	81,5	70	69	96	101	103	4	4,5	2	1,5	30212	
65	120	23	20	24,75	89	77	74	106	111	113	4	4,5	2	1,5	30213	
70	125	24	21	26,25	93,9	81	79	110	116	118	4	5	2	1,5	30214	
75	130	25	22	27,25	99,2	86	84	115	121	124	4	5	2	1,5	30215	
80	140	26	22	28,25	105	91	90	124	130	132	4	6	2,5	2	30216	
85	150	28	24	30,5	112	97	95	132	140	141	5	6,5	2,5	2	30217	
90	160	30	26	32,5	118	103	100	140	150	150	5	6,5	2,5	2	30218	
95	170	32	27	34,5	126	110	107	149	158	159	5	7,5	3	2,5	30219	
100	180	34	29	37	133	116	112	157	168	168	5	8	3	2,5	30220	
105	190	36	30	39	141	122	117	165	178	177	6	9	3	2,5	30221	
110	200	38	32	41	148	129	122	174	188	187	6	9	3	2,5	30222	
120	215	40	34	43,5	161	140	132	187	203	201	6	9,5	3	2,5	30224	
		Lagerreihe 303														
		Abmessungen						Einbaumaße								
		d	D	B	C	T	d ₁	d _a max	d _b min	D _a min	D _b max	c _a min	c _b min	r _{as} min	r _{bs} max	Basis- zeichen
20	52	15	13	16,25	34,3	28	27	44	45	47	2	3	1,5	1,5	30304	
25	62	17	15	18,25	41,5	34	32	54	55	57	2	3	1,5	1,5	30305	
30	72	19	16	20,75	44,8	40	37	62	65	66	3	4,5	1,5	1,5	30306	
35	80	21	18	22,75	54,5	45	44	70	71	74	3	4,5	2	1,5	30307	
40	90	23	20	25,25	62,5	52	49	77	81	82	3	5	2	1,5	30308	
45	100	25	22	27,25	70,1	59	54	86	91	92	3	5	2	1,5	30309	
50	110	27	23	29,25	77,2	65	60	95	100	102	4	6	2,5	2	30310	
55	120	29	25	31,5	84	71	65	104	110	111	4	6,5	2,5	2	30311	
60	130	31	26	33,5	91,9	77	72	112	118	120	5	7,5	3	2,5	30312	
65	140	33	28	36	98,6	83	77	122	128	130	5	8	3	2,5	30313	
70	150	35	30	38	105	89	82	120	138	140	5	8	3	2,5	30314	
75	160	37	31	40	112	95	87	139	148	149	5	9	3	2,5	30315	
80	170	39	33	42,5	120	102	92	148	158	159	5	9,5	3	2,5	30316	
85	180	41	34	44,5	126	107	99	156	166	167	6	10,5	4	3	30317	
90	190	43	36	46,5	132	113	104	165	176	176	6	10,5	4	3	30318	
95	200	45	38	49,5	139	118	109	172	186	184	6	11,5	4	3	30319	
100	215	47	39	51,5	148	127	114	184	201	197	6	12,5	4	3	30320	
105	225	49	41	53,5	155	132	119	193	211	206	7	12,5	4	3	30321	
110	240	50	42	54,5	165	141	124	206	226	220	8	12,5	4	3	30322	
120	260	55	46	59,5	178	152	134	221	246	237	8	13,5	4	3	30324	
<p>Einbaumaße nach DIN 5418:</p> <p>Käfig</p> <p>Bei Kegelrollenlagern steht der Käfig über die Seitenfläche des Außenrings vor.</p> <p>Damit der Käfig nicht an anderen Bauteilen streift, müssen die Einbaumaße nach DIN 5418 eingehalten werden.</p>		<p>⇒ Kegelrollenlager DIN 720 – 30212: Kegelrollenlager der Lagerreihe 302 mit Lagerart 3, Breitenreihe 0, Durchmesserreihe 2, Bohrungszahl 12</p>														

Nadellager (Auswahl)						vgl. DIN 617 (1993-04)			
d	D	F	r_{max}	r_{min}	h	Lagerreihe NA49		Lagerreihe NA69	
						B	Basiszeichen	B	Basiszeichen
20	37	25	0,3	1	17	NA4904	30	NA6904	
25	42	28	0,3	1	17	NA4905	30	NA6905	
30	47	30	0,3	1	17	NA4906	30	NA6906	
35	55	42	0,6	1,6	20	NA4907	36	NA6907	
40	62	48	0,6	1,6	22	NA4908	40	NA6908	
45	68	52	0,6	1,6	22	NA4909	40	NA6909	
50	72	58	0,6	1,6	22	NA4910	40	NA6910	
55	80	63	1	2,3	25	NA4911	45	NA6911	
60	85	68	1	2,3	25	NA4912	45	NA6912	
65	90	72	1	2,3	25	NA4913	45	NA6913	
70	100	80	1	2,3	30	NA4914	54	NA6914	
75	105	85	1	2,3	30	NA4915	54	NA6915	
⇒ Nadellager DIN 617 – NA4909: Nadellager der Lagerreihe NA49 mit Lagerart NA, Breitenreihe 4, Durchmesserreihe 9, Bohrkennzahl 09							ab NA6907 doppelreihig		

10. Pomoćni pribor kotrljajnih ležajeva

Nutmutter für Wälzlager (Auswahl)				vgl. DIN 981 (1993-02)			
d_1	d_2	h	Kurzzeichen	d_1	d_2	h	Kurzzeichen
M10 × 0,75	18	4	KM0	M60 × 2	80	11	KM12
M12 × 1	22	4	KM1	M65 × 2	85	12	KM13
M15 × 1	25	5	KM2	M70 × 2	92	12	KM14
M17 × 1	28	5	KM3	M75 × 2	98	13	KM15
M20 × 1	32	6	KM4	M80 × 2	105	15	KM16
M25 × 1,5	38	7	KM5	M85 × 2	110	16	KM17
M30 × 1,5	45	7	KM6	M90 × 2	120	16	KM18
M35 × 1,5	52	8	KM7	M95 × 2	125	17	KM19
M40 × 1,5	58	9	KM8	M100 × 2	130	18	KM20
M45 × 1,5	65	10	KM9	M105 × 2	140	18	KM21
M50 × 1,5	70	11	KM10	M110 × 2	145	19	KM22
M55 × 2	75	11	KM11	M115 × 2	150	19	KM23
⇒ Nutmutter DIN 981 – KM6: Nutmutter mit $d_1 = M30 \times 1,5$							

Sicherungsbleche (Auswahl)						vgl. DIN 5406 (1993-02)					
d_1	d_2	s	b_{H11}	t	Kurzzeichen	d_1	d_2	s	b_{H11}	t	Kurzzeichen
10	21	1	4	2	MB0	60	86	1,5	9	4	MB12
12	25	1	4	2	MB1	65	92	1,5	9	4	MB13
15	28	1	5	2	MB2	70	98	1,5	9	5	MB14
17	32	1	5	2	MB3	75	104	1,5	9	5	MB15
20	36	1	5	2	MB4	80	112	1,7	11	5	MB16
25	42	1,2	6	3	MB5	85	119	1,7	11	5	MB17
30	49	1,2	6	4	MB6	90	126	1,7	11	5	MB18
35	57	1,2	7	4	MB7	95	133	1,7	11	5	MB19
40	62	1,2	7	4	MB8	100	142	1,7	14	6	MB20
45	69	1,2	7	4	MB9	105	145	1,7	14	6	MB21
50	74	1,2	7	4	MB10	110	154	1,7	14	6	MB22
55	81	1,5	9	4	MB11	115	159	2	14	6	MB23
⇒ Sicherungsblech DIN 5406 – MB6: Sicherungsblech mit $d_1 = 30$ mm											

22 Elementi strojeva 2

Sicherungsringe (Regelausführung) ¹⁾															
für Wellen						für Bohrungen									
vgl. DIN 471 (1981-09)						vgl. DIN 472 (1981-09)									
Einbau- raum						Wellennut									
Nenn- maß d_1 mm	Ring				Nut			Nenn- maß d_1 mm	Ring				Nut		
	s	d_3	d_4	b ≈	d_2	m H13	n min		s	d_3	d_4	b ≈	d_2	m H13	n min
10	1	9,3	17	1,8	9,6	1,1	0,6	10	1	10,8	3,3	1,4	10,4	1,1	0,6
12	1	11	19	1,8	11,5	1,1	0,8	12	1	13	4,9	1,7	12,5	1,1	0,8
15	1	13,8	22,6	2,2	14,3	1,1	1,1	15	1	16,2	7,2	2	15,7	1,1	1,1
18	1,2	16,5	26,2	2,4	17	1,3	1,5	18	1	19,5	9,4	2,2	19	1,1	1,5
20	1,2	18,5	28,4	2,6	19	1,3	1,5	20	1	21,5	11,2	2,3	21	1,1	1,5
22	1,2	20,5	30,8	2,8	21	1,3	1,5	22	1	23,5	13,2	2,5	23	1,1	1,5
25	1,2	23,2	34,2	3	23,9	1,3	1,7	25	1,2	26,9	15,5	2,7	26,2	1,3	1,8
28	1,5	25,9	37,9	3,2	26,6	1,6	2,1	28	1,2	30,1	17,9	2,9	29,4	1,3	2,1
30	1,5	27,9	40,5	3,5	28,6	1,6	2,1	30	1,2	32,1	19,9	3	31,4	1,3	2,1
32	1,5	29,6	43	3,6	30,3	1,6	2,6	32	1,2	34,4	20,6	3,2	33,7	1,3	2,6
35	1,5	32,2	46,8	3,9	33	1,6	3	35	1,5	37,8	23,6	3,4	37	1,6	3
38	1,75	35,2	50,2	4,2	36	1,85	3	38	1,5	40,8	26,4	3,7	40	1,6	3
40	1,75	36,5	52,6	4,4	37,5	1,85	3,8	40	1,75	43,5	27,8	3,9	42,5	1,85	3,8
42	1,75	38,5	55,7	4,5	39,5	1,85	3,8	42	1,75	45,5	29,6	4,1	44,5	1,85	3,8
45	1,75	41,5	59,1	4,7	42,5	1,85	3,8	45	1,75	48,5	32	4,3	47,5	1,85	3,8
48	1,75	44,5	62,5	5	45,5	1,85	3,8	48	1,75	51,5	34,5	4,5	50,5	1,85	3,8
50	2,0	45,8	64,5	5,1	47,0	2,15	4,5	50	2,0	54,2	36,3	4,6	53,0	2,15	4,5
60	2,0	55,8	75,6	5,8	57,0	2,15	4,5	60	2,0	64,2	44,7	5,4	63,0	2,15	4,5
65	2,5	60,8	81,4	6,3	62,0	2,65	4,5	65	2,5	69,2	49,0	5,8	68,0	2,65	4,5
70	2,5	65,5	87	6,6	67,0	2,65	4,5	72	2,5	76,5	55,6	6,4	75,0	2,65	4,5
75	2,5	70,5	92,7	7,0	72,0	2,65	4,5	75	2,5	79,5	58,6	6,6	78,0	2,65	4,5
80	2,5	74,5	98,1	7,4	76,5	2,65	5,3	80	2,5	85,5	62,1	7,0	83,5	2,65	5,3
90	3,0	84,5	108,5	8,2	86,5	3,15	5,3	90	3,0	95,5	71,9	7,6	93,5	3,15	5,3
100	3,0	94,5	120,2	9	96,5	3,15	5,3	100	3,0	105,5	80,6	8,4	103,5	3,15	5,3
⇒ Sicherungsring DIN 471 – 40 x 1,75: $d_1 = 40$ mm, $s = 1,75$ mm						⇒ Sicherungsring DIN 472 – 80 x 2,5: $d_1 = 80$ mm, $s = 2,5$ mm									
Toleranzklassen für d_2						Toleranzklassen für d_2									
d_1 in mm		3 ... 10		12 ... 22		24 ... 100		d_1 in mm		8 ... 22		24 ... 100		100 ... 300	
d_2		h10		h11		h12		d_2		H11		H12		H13	

¹⁾ Regelausführung: d_1 von 3...300 mm; schwere Ausführung: d_1 von 15...100 mm

Sicherungscheiben									
vgl. DIN 6799 (1981-09)									
ungespannt		gespannt							
Einbaumaße:									
d_2 von 0,8...30 mm		Sicherungscheibe				Welle			
d_2 h11	d_3 gespannt	a	s	d_1 von...bis	m	n min			
6	12,3	5,26	0,7	7... 9	0,74	+ 0,05	1,2		
7	14,3	5,84	0,9	8... 11	0,94	0	1,5		
8	16,3	6,52	1	9... 12	1,05		1,8		
9	18,8	7,63	1,1	10... 14	1,15		2		
10	20,4	8,32	1,2	11... 15	1,25		2		
12	23,4	10,45	1,3	13... 18	1,35	+ 0,08	2,5		
15	29,4	12,61	1,5	16... 24	1,55	0	3		
19	37,6	15,92	1,75	20... 31	1,80		3,5		
24	44,6	21,88	2	25... 38	2,05		4		
⇒ Sicherungscheibe DIN 6799 – 15: $d_2 = 15$ mm									

Radial-Wellendichtringe vgl. DIN 3760 (1996-09)

Einbaumaße:
 ✓ = drallfrei
 mit Ra0,2 bis Ra0,8 oder Rz1 bis Rz5
 $b + 0,3_{\min}$
 $0,85 \cdot b_{\min}$
 $R0,5_{\max}$
 d_2 , d_1 , d_3
 a) = Kanten gerundet
 d_1 von 6... 500 mm

d_1	d_2	b	d_3	d_1	d_2	b	d_3	d_1	d_2	b	d_3
10	22 26	7	8,5	28	40 52	7	25,5	50	65 72	8	46,5
	25 -				47 -				68 -		
12	22 30	7	10	30	40 47	8	27,5	55	70 80	8	51
	25 -				42 52				72 -		
14	24 30	7	12	32	45 52	8	29	60	75 85	8	56
	26 35				47 -				80 -		
15	30 -	7	13	35	47 52	8	32	65	85 90	10	61
16	30 35	7	14	35	50 55	8	35	70	90 95	10	66
18	30 35	7	16	38	55 62	8	35	75	95 100	10	70,5
20	30 40	7	18	40	52 62	8	37	80	100 110	10	75,5
	35 -				55 -				85 110 120	12	80,5
22	35 47	7	19,5	42	55 62	8	38,5	85	110 120	12	85,5
	40 -				60 65	8	41,5	95	120 125	12	90,5
25	35 47	7	22,5	45	62 -			100	120 130	12	94,5
	40 52				48 62 -				125 -		

⇒ RWDR DIN 3760 – A25 x 40 x 7 – NB: Radial-Wellendichtring (RWDR) der Form A mit $d_1 = 25$ mm, $d_2 = 40$ mm und $b = 7$ mm, Elastomerteil aus Nitril-Butadien-Kautschuk (NB)

Filzringe vgl. DIN 5419 (1959-09)

Einbaumaße:
 d_1 von 17... 180 mm
 f H13

Abmessungen			Einbaumaße			Abmessungen			Einbaumaße		
d_1	d_2	b	d_3	d_4	f	d_1	d_2	b	d_3	d_4	f
20	30	4	21	31	3	60	76	6,5	61,5	77	5
25	37	5	26	38	4	65	81	6,5	66,5	82	5
30	42	5	31	43	4	70	88	7,5	71,5	89	6
35	47	5	36	48	4	75	93	7,5	76,5	94	6
40	52	5	41	53	4	80	99	7,5	81,5	99	6
45	57	5	46	58	4	85	103	7,5	86,5	104	6
50	66	6,5	51	67	5	90	110	9,5	92	111	7
55	71	6,5	56	72	5	100	124	10	102	125	8

⇒ Filzring DIN 5419 M5-40: Filzring mit $d_1 = 40$ mm, Filzhärte M5

O-Ringe vgl. DIN 3771-1 (1984-12) und -5 (1993-11)

Einbaumaße nach DIN 3771-5:
außendichtend
 0° bis 5°
 $h+0,1$
 $b+0,25$
 d_1 von 1,8... 670 mm,
 d_2 von 1,8... 7 mm

axialdichtend
 $h+0,1$
 $b+0,25$

innendichtend
 0° bis 5°
 $h+0,1$
 $b+0,25$

d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2
5	18			56		85	
6	20			58		90	
8	1,8	2,65	3,55	60		95	
9				63		100	
10	30			67	3,55 5,3	103	3,55 5,3
14		40		69		106	
15		45		71		109	
16	1,8	2,65	3,55 5,3	75		112	
17		53		80		115	

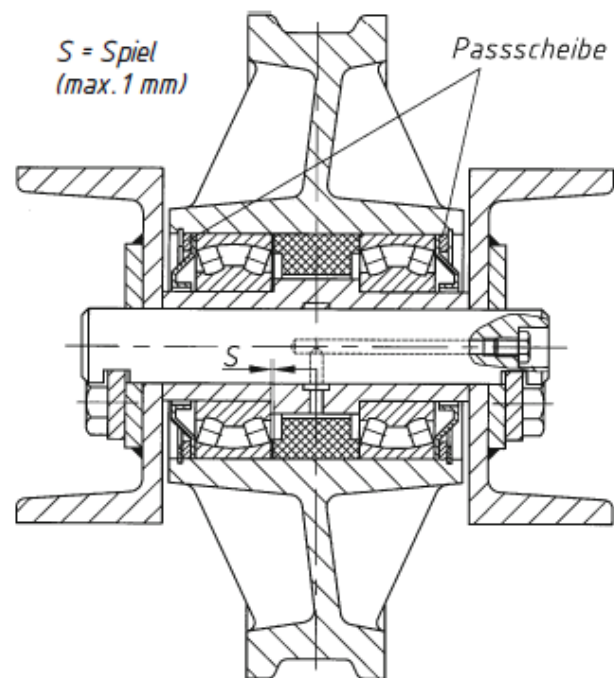
Einbaumaße bei ruhender Belastung

d_2	r_1	r_2	innen- und außendichtend			axialdichtend	
			b	h		b	h
				innen	außen		
1,8	0,3	0,2	2,4	1,4	1,3	2,6	1,3
2,65			3,6	2,1	1,95	3,8	2
3,55	0,6	0,2	4,8	2,85	2,65	5	2,75
5,3			7,1	4,3	4,15	7,3	4,25

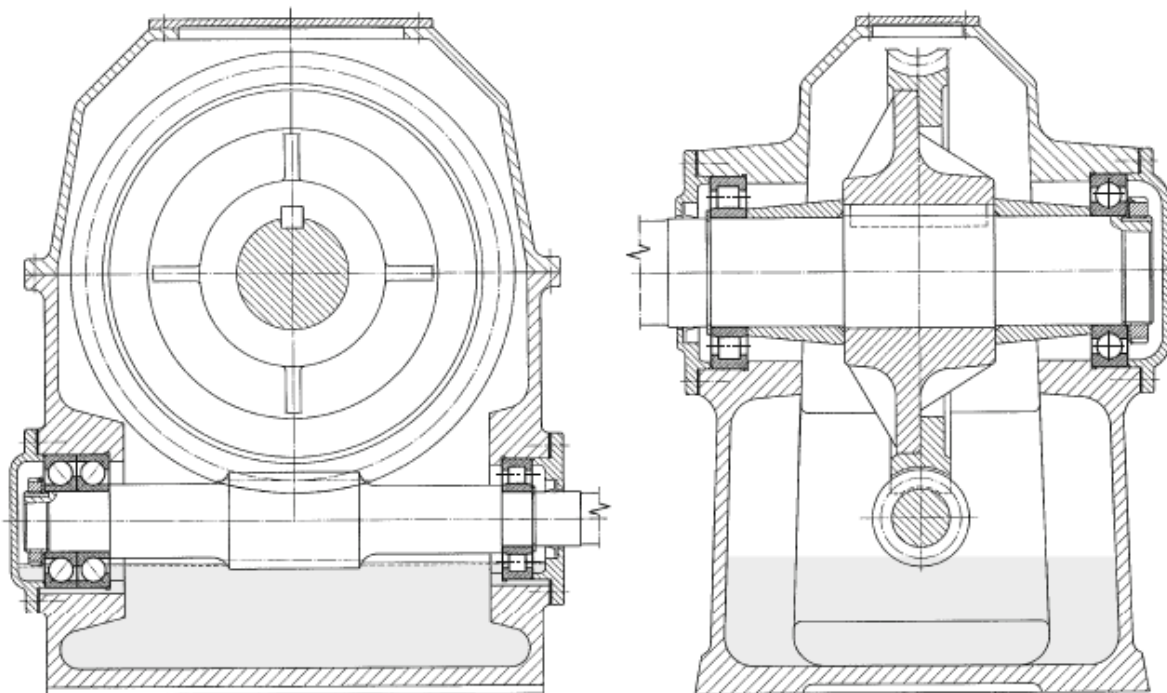
5.3.3 Usvajanje valjnih ležajeva

[Wittel 2011, str. 519]

5.3.4 Primjena valjnih ležajeva



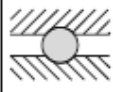
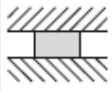
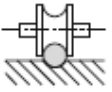





Slika 04.xx Ležaji kotača kрана [Wittel 2011, str. 509]



Slika 04.xx Pužni prijenosnik [Wittel 2011, str. 510]

11. Podmazivanje valjnih radijalnih ležajeva
12. Montaža i demontaža valjnih radijalnih ležajeva
13. Primjeri valjnih radijalnih ležajeva

14. Aksijalni ležaji

Eigenschaften	Wälzfürungen			Hydrodynamische Gleitführungen		Fluidostatische Gleitführungen		Magnetführungen
	Kugelführung	Rollenführung	Lauffrollenführung	Metall-Metall	Metall-Kunststoff	Hydrostatische Führung	Aerostatische Führung	Magnetisches Schweben
								
Belastbarkeit	3	3	2	3	3	3	0	3
Steifigkeit	2	3	1	3	2	3	0	1
Genauigkeit	2	2	2	1	1	2	2	3
Reibungsverhalten	2	2	2	1	1	3	3	3
Geschwindigkeit	3	3	3	1	1	3	3	3
Dämpfungsverhalten	1	1	1	3	3	3	3	3
Betriebssicherheit	3	3	3	3	3	1	1	1
Standardisierung	3	3	3	1	1	0	0	0
Lebensdauer	2	2	2	2	2	3	3	3
Kosten	2	2	2	3	3	1	1	0

3 sehr gut 1 befriedigend
2 gut 0 ausreichend

15. Vijčano-valjni prijenosnik

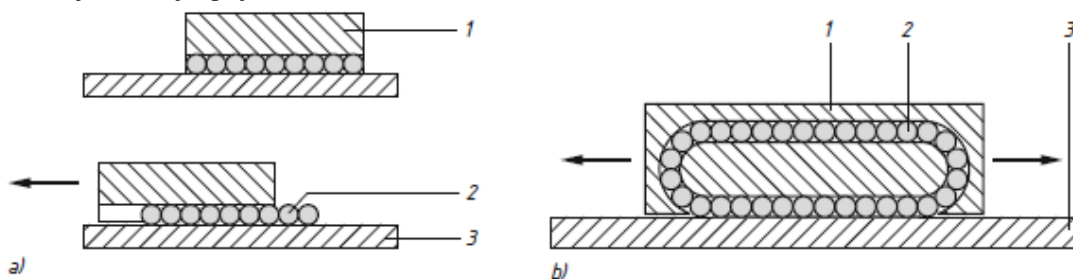
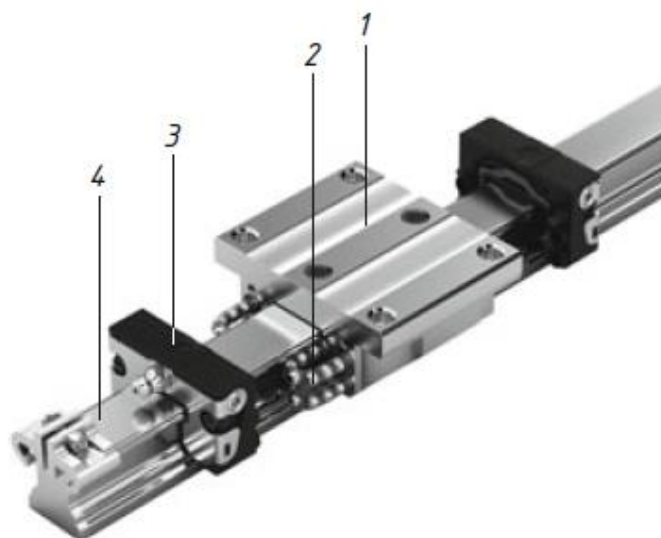


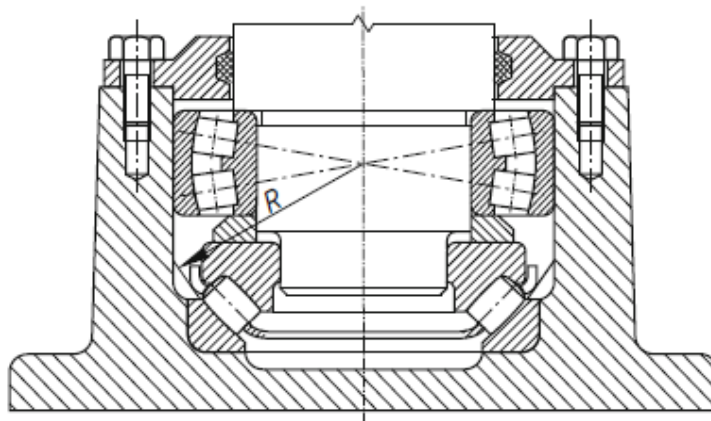
Bild 14-52 Wälzkörperführung, Prinzip. a) Wälzführung ohne Wälzkörperumlauf, b) mit Wälzkörperumlauf
1 Führungswagen, 2 Wälzkörper, 3 Führungsschiene



16. Valjni aksijalni ležajevi – definicija i vrste

26 Elementi strojeva 2

17. Materijali valjnih aksijalnih ležajeva
18. Oblikovanje valjnih aksijalnih ležajeva
19. Usvajanje valjnih aksijalnih ležajeva
20. Primjena valjnih aksijalnih ležajeva
21. Primjeri valjnih aksijalnih ležajeva



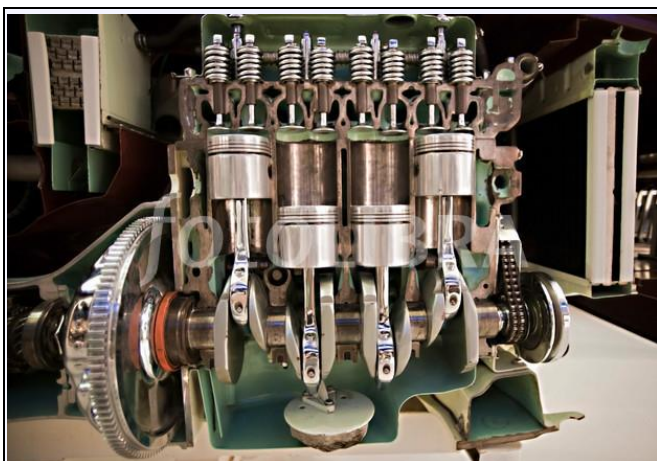
Slika 04.xx Ležaji okretnog stupa kрана [Wittel 2011, str. 509]

22. Ležajevi stroja za pranje rublja

perilica rublja	ležaji i brtva perilice
 A photograph showing the internal drum and agitator assembly of a washing machine. The drum is a large, circular metal component with a red agitator in the center. The assembly is mounted on a metal frame.	 A photograph showing several bearings and seals. There are three stainless steel bearings of different sizes and one black rubber seal. The bearings are arranged in a stack, and the seal is placed in front of them.

23. Ležajevi koljenastog vratila

motor s unutarnjim izgaranjem	“ležeći” ležaji radilice
-------------------------------	--------------------------



motor s unutarnjim izgaranjem



© Worldpac 2011

“leteći” ležaji radilice



24. Potisni ležaj spojke

potisni ležaj, košara i tarva ploča spojke



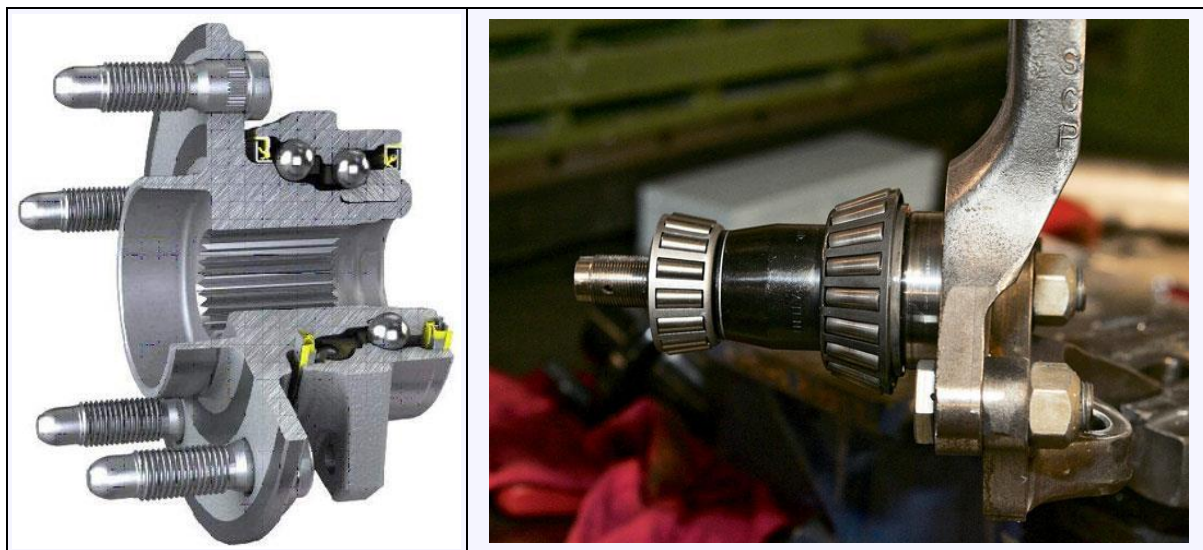
potisni ležaji spojke



25. Ležaji kotača vozila

ležaji vratila kotača

ležaji osovine kotača



Materijali

2/138, 7/246,

Dodatak

Literatura

5.1. Osnove ležajeva Böge2011/715, Childs2004/54÷55 (ciljevi učenja), Czichos2008/K58, Elčić1973/284÷286 (vrste, predosti i mane), Haberhauer2011/309, Hering2004/400÷403, Jelaska2005/151÷152, Niemann2005/562÷592, Pandžić2008/102, Wittel2011/477÷478 (www).

5.1.1 Ležajevi

5.1.2 Vrste ležajeva

5.1.1 Definicija

5.2. Klizni ležajevi – Avallone2006/745÷760, Böge2011/I163÷I178 (primjeri), Budynas2007/629÷655 (slike), Budynas2011/629÷671 (slike, primjeri), Childs2004/54÷78 (www), Czichos2008/K59÷K62, Decker1987/193÷214, DIN2008/455÷467, Elčić1973/332÷374, Grote2007/497÷510, Haberhauer2009/320÷362, Haberhauer2011/309÷348,431÷446, Jelaska2005/152÷167, Künne22008/66÷127, Margithu2001/322÷336, Mott2004/676÷709 (www), Muhs2006/188÷212, Muhs2007/116÷122,221-223,306-309, Niemann2005/655÷726, Oberg2004/2218÷2269, Pandžić2008/102÷109, Shigley1996/883÷940, Shigley2004/565÷622, Wittel2009/545÷599, Wittel2011/528÷582.

5.2.1 Osnove kliznih radijalnih ležajeva:

5.2.2 Usvajanje kliznih radijalnih ležajeva: Hall1968/283÷296,

5.2.3 Primjena kliznih radijalnih ležajeva:

5.2.4 Primjeri korištenja kliznih radijalnih ležajeva:

5.3. Valjni ležajevi – Avallone2006/761÷767, Böge2011/I143÷I163 (primjeri), Budynas2007/554÷600 (slike), Budynas2011/569÷615 (slike, primjeri), Childs2004/78÷87 (www), Czichos2008/K58÷K59, Decker1987/219÷241, DIN2008/441÷455, Elčić1973/284÷332, Grote2007/482÷497 (prednosti i mane), Grote2009/482÷544, Haberhauer2009/359÷392,632÷639 (tablice), Haberhauer2009/348÷383,627÷634 (tablice), Jelaska2005/167÷176, Künne22008/128÷195, Margithu2001/296÷317, Mott2004/613÷645 (www), Muhs2006/178÷187, Muhs2007/107÷115,217÷220,302÷305, Niemann2005/593÷654, Oberg2004/2269÷2331, Pandžić2008/110÷130, Wittel2009/494÷544, Wittel2011/477÷527, Shigley1996/866÷882, Shigley2004/547÷563,

5.3.1 Osnove valjnih ležajeva:

5.3.2 Usvajanje valjnih ležajeva – Budynas2011/934÷951 (studija slučaja), Hall1968/262÷282, Vöth2007/91÷96 (studij slučaja),

5.3.3 Primjena valjnih ležajeva:

5.3.4 Primjeri korištenja valjnih ležajeva:

5.4. Specifični ležajevi – Avallone2006/756÷760, Mott2004/710÷726 (vreteno s kuglicama, www), Oberg2004/2221 (vodilice), Haberhauer2009/439÷454, Haberhauer2011/431÷446,

5.4.1 Osnove kliznih aksijalnih ležajeva:

5.4.2 Usvajanje kliznih aksijalnih ležajeva:

5.4.3 Primjena kliznih aksijalnih ležajeva:

5.4.4 Primjeri korištenja kliznih aksijalnih ležajeva

Dodaci Decker/201,Decker/203,Grote/580-587, Haberhauer2011/627÷634,

Literatura (obrađena, rječnik)

Podloge (kratice, norme, internet, razno)

Provjere znanja (teme, pitanja, zadaci) –

Literatura Bonnicks2011 (vozila), Fleisher2009 (studije slučajeva), Flitney2007 (brtvljenje), Garrett2001 (vozila), Klebanov2008/103÷158, Kraut1988/299÷311, Lingaiah2004/788÷961, Mott2003/613÷645/676÷709, Norton2006/598÷655, Parmley2005/D20, Podrug2008/51÷63, Spotts1961/171÷181, Steinhilper22008/78÷209, VitasIII1988/52÷115,123÷125,

Internet

www.skf.com , http://www.skf.com/group/supplier-portal/index.html ; swb, proračun
www.timken.com , http://www.timken.com/en-us/products/Pages/Default.aspx ; stp, glosar, proračun
www.abcbearings.com ; Indija , katalog
www.arb-bearings.com ; Indija
www.bocabearings.com ; USA, keramički, specijalni
www.championballbearings.com ; USA, katalog, podloge

30 Elementi strojeva 2

www.cooperbearings.com ; Engleska, katalog, podloge
www.fag.de , www.ina.com ; sldprt, sldasm, online izbor,
www.ggbearings.com
www.hb-bearings.com
www.jskbearings.com
www.nationalbearings.com
www.nsk-rhp.com
www.ntn.ca
www.railko.co.uk
www.rbcbearings.com
www.revolve.com
www.rosebearings.co.uk
www.srg-bearings.com (skupina proizvođača)
www.thordonbearings.com

Podloge*Glosar**Rječnik*

hrvatski	engleski	njemački
klizni ležaj	journal bearing	Gleitlager
valjni ležaj	rolling bearing	Wälzlager

*Oznake**Formule**Norme**Podaci*

Razno

Teme

- 5. Ležajevi
 - 5.1 Osnove ležajeva
 - Definicija ležajeva
 - Vrste ležajeva
 - 5.2 Klizni ležajevi
 - Nazivlje i kratice kliznih ležajeva
 - Vrste kliznih ležajeva
 - Vrste kliznih ležajeva
 - Usvajanje kliznih ležajeva
 - Ugradnja kliznih ležajeva
 - 5.3 Valjni ležajevi
 - Nazivlje i kratice valjnih ležajeva
 - Vrste valjnih ležajeva
 - Vrste valjnih ležajeva
 - Usvajanje valjnih ležajeva
 - Ugradnja valjnih ležajeva
 - 5.4 Primjeri korištenja ležajeva
 - Mjenjači automobila
 - Diferencijali automobila

1. Ležajevi

- 26. Kontaktna opterećenja, naprezanja i deformacije
- 27. Opterećenja, naprezanja i deformacije pri dodiru dvije kugle
- 28. Opterećenja, naprezanja i deformacije pri dodiru dva valjka
- 29. Definicija ležajeva
- 30. Vrste ležajeva
- 31. Klizni radijalni ležajevi – definicija i vrste
- 32. Materijali kliznih radijalnih ležajeva
- 33. Oblikovanje kliznih radijalnih ležajeva
- 34. Usvajanje kliznih radijalnih ležajeva
- 35. Primjena kliznih radijalnih ležajeva
- 36. Primjeri kliznih radijalnih ležajeva
- 37. Valjni radijalni ležajevi – definicija i vrste
- 38. Struktura valjnih radijalnih ležajeva
- 39. Materijali valjnih radijalnih ležajeva
- 40. Oblikovanje valjnih radijalnih ležajeva
- 41. Usvajanje valjnih radijalnih ležajeva
- 42. Primjena valjnih radijalnih ležajeva
- 43. Podmazivanje valjnih radijalnih ležajeva
- 44. Montaža i demontaža valjnih radijalnih ležajeva
- 45. Primjeri valjnih radijalnih ležajeva
- 46. Vijčano-valjni prijenosnik
- 47. Valjni aksijalni ležajevi – definicija i vrste
- 48. Materijali valjnih aksijalnih ležajeva
- 49. Oblikovanje valjnih aksijalnih ležajeva
- 50. Usvajanje valjnih aksijalnih ležajeva
- 51. Primjena valjnih aksijalnih ležajeva
- 52. Primjeri valjnih aksijalnih ležajeva
- 53. Ležajevi stroja za pranje rublja
- 54. Ležajevi koljenastog vratila
- 55. Potisni ležaj spojke
- 56. Ležaji kotača vozila
- 57. Ležaji osovina plovila

Izvodi

Provjera znanja

Pitanja

Zadaci

Literatura

1. Ashby M., Shercliff H., Cebon D.: *Materials – Engineering, Science, Processing and Design*; Butterworth-Heinemann, 2007.
1. Albertos P., Mareels I.: *Feedback and Control for Everyone*; Springer, 2010.
2. Alfirevic I., Sikic Z., Budin I.: *Inzinjerski prirucnik IP 1 – temelji inženjerskih znanja*; Skolska knjiga, 1996.
3. Ashby M., Shercliff H., Cebon D.: *Materials – Engineering, Science, Processing and Design*; Butterworth-Heinemann, 2007.
4. Astrom K. J., Murray R. M.: *Feedback Systems - An Introduction for Scientists and Engineers*; Princeton University 2008.
5. Avallone E. A., Baumeister T. Sadegh A.: *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers 11th Edition*; McGraw-Hill Professional 2006.
6. Bachman V.: *Sizing Up Measurement – Activities for Grades K-2 Classrooms*; Math Solutions, 2007.
7. Baker R. C.: *Flow Measurement Handbook – Industrial Designs, Operating Principles, Performance, and Applications*; Cambridge University, 2000.
8. Battikha N. E.: *The Condensed Handbook of Measurement and Control, 3rd Edition*; ISA 2007.
9. Bau H. H., deRooy N. F., Kloeck B.: *Sensors – A Comprehensive Survey – Volume 7 Mechanical Sensors*; VCH, 2004.
10. Beeby S., Ensell G., Kraft M., White N.: *MEMS Mechanical Sensors*; Artech House 2004.
11. Berger H.: *Automatisieren Mit SIMATIC – Controller, Software, Programmierung, Datenkommunikation, Bedienen Und Beobachten, 4. Auflage*; Publics 2010.
12. Berger J.: *Klausurentrainer Technische Mechanik, 2. Auflage*; Vieweg+Teubner, 2005.
13. Bishop R. H.: *Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators - Fundamentals and Modeling, 2nd Edition*; CRC, 2008.
14. Böge A., Schlemmer W.: *Aufgabensammlung Technische Mechanik, 20. Auflage*; Vieweg+Teubner, 2011.
15. Böge A., Schlemmer W.: *Lösungen zur Aufgabensammlung Technische Mechanik, 14. Auflage*; Vieweg+Teubner, 2011.
16. Böge A.: *Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik, 22. Auflage*; Vieweg+Teubner, 2011.
17. Böge A.: *Handbuch Maschinenbau – Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-Technik, 20. Auflage*; Vieweg+Teubner, 2011.
18. Böge A.: *Technische Mechanik: Statik – Dynamik – Fluidmechanik – Festigkeitslehre, 29. Auflage*; Vieweg+Teubner, 2011.
19. Boyes W.: *Instrumentation Reference Book, 3rd Edition*; Butterworth-Heinemann, 2003.
20. Brandt S., Dahmen H. D.: *Mechanik - Eine Einführung in Experiment und Theorie, 4. Auflage*; Springer 2005.
21. Brown H. T.: *Five Hundred and Seven Mechanical Movements - Embracing All Those Which Are Most Important*; Brown, Coombs & Co., 1871.
22. Brown T. H. Jr.: *Mark's Calculations For Machine Design*; McGraw-Hill, 2005.
23. Budynas R. G., Nisbett J. K.: *Shigley's Mechanical Engineering Design, 9th Edition*; McGraw-Hill, 2011.
24. Carvill J.: *Mechanical Engineer's Data Handbook*; Butterworth-Heinemann, 2003.
25. Chandsekaran V. C.: *Rubber Seals for Fluid and Hydraulic Systems*; Elsevier , 2010.
26. Chang K.-H.: *Motion Simulation and Mechanism Design with COSMOSMotion 2007*; Schroff Development Corporation, 2008.
27. Childs P.: *Mechanical Design, 2nd Edition*; Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.
28. Childs R. N.: *Practical Temperature Measurement*; Butterworth-Heinemann, 2001.
29. Czichos H., Habig K.-H.: *Tribologie - Handbuch Tribometrie, Tribomaterialien, Tribotechnik, 3. Auflage - Studium*; Vieweg+Teubner, 2010.

30. Czichos H., Hennecke M.: Hütte – Das Ingenieurwissen 33. Auflage; Springer, 2008.
31. Czichos H., Saito T., Smith L.: Springer Handbook of Materials Measurement Methods; Springer, 2006.
32. Czichos H.: Tribology - A Systems Approach to the Science and Technology of Friction Lubrication and Wear; Elsevier, 1978.
33. Dankert J., Dankert H.: Statik, Festigkeitslehre, Kinematik / Kinetik, 6. Auflage; Vieweg+Teubner, 2011.
34. Dapkunas S. J.: Surface Engineering Measurement Standards for Inorganic Materials; NIST, 2005.
35. Davis C. S.: Statistical Methods for the Analysis of Repeated Measurements; Springer, 2002.
36. Decker K.-H.: Elementi strojeva, 2. izdanje; Tehnička knjiga, 1987.
37. Decker K.-H.: Elementi strojeva, 3. izdanje; Golden marketing - Tehnička knjiga, 2006.
38. Demtröder W.: Experimentalphysik 1 - Mechanik und Wärme, 4. Auflage; Springer, 2006.
39. Demtröder W.: Experimentalphysik 1 - Mechanik und Wärme, 5. Auflage; Springer, 2008.
40. DIN – Deutsches Institut für Normung: Klein Einführung in die DIN-Normen, 14. Auflage; B.G.Teubner – Beuth, 2008.
41. DiStefano J. J., Stubberud A. R., Williams I. J.: Schaum's Outline of Feedback and Control Systems, 2nd Edition; McGraw-Hill 1994.
42. Dixon J.: The Shock Absorber Handbook, 2nd Edition; Wiley & Sons - Professional Engineering, 2007.
43. Dorf C.: The Engineering Handbook, 2nd Edition; CRC, 2004.
44. Dorf R. C., Bishop R. H.: Modern Control Systems, 12th Edition; Prentice Hall 2010.
45. Dresig H., Holzweißig F.: Maschinendynamik, 7. Auflage; Springer, 2006.
46. Dudas I.: The Theory and Practice of Worm Gear Drives; Penton 2004.
47. Dunn W. C.: Introduction to Instrumentation, Sensors, And Process Control; Artech House, 2005.
48. Elčić Z., Grubješić N., Kostelić A., Mađarević B., Oberšmit E., Račić V., Sentić B., Skalicky B., Vojta D.: Praktičar 3 – Strojstvo 2; Školska knjiga, 1973.
49. Erdmann M.: Experimentalphysik 1 - Kraft, Energie, Bewegung - Physik Denken; Springer 2011.
50. Erdmann M.: Experimentalphysik 2 - Kollision, Gravitation, Bezugssysteme - Physik Denken; AIP - Springer 2011.
51. Erdmann M.: Experimentalphysik 3 - Schwingungen, Wellen, Körperdrehung - Physik Denken; AIP - Springer 2011.
52. Eren E.: Wireless Sensors and Instruments Networks, Design, and Applications; CRC 2006.
53. Eyres D. J.: Ship Construction, 5th Edition; Butterworth-Heinemann, 2000.
54. Fitney R.: Seals and Sealing Handbook, 5th Edition; Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007.
55. Fleischer B., Theumert H.: Entwickeln Konstruieren Berechnen – Komplexe praxisnahe Beispiele mit Lösungsvarianten, 2. Auflage; Vieweg + Teubner, 2009.
56. Fraden J.: Handbook of Modern Sensors - Physics, Designs, and Applications 3rd Edition; Springer, 2004.
57. Fraden J.: Handbook of Modern Sensors - Physics, Designs, and Applications 4th Edition; Springer, 2010.
58. Frank R.: Understanding Smart Sensors, 2nd Edition; Artech House 2000.
59. Fritz A. H., Schulze G.: Fertigungstechnik; 8. Auflage; Springer, 2008.
60. Gao W.: Precision Nanometrology - Sensors and Measuring Systems for Nanomanufacturing; Springer, 2010.
61. Garrett T. K., Newton K., Steeds W.: Motor Vehicle, 13th Edition; Butterworth-Heinemann, 2001.
62. Gaura E., Newman R.: Smart Mems And Sensor Systems; ICP 2006.
63. Glegg G. L.: The Selection of Design; Cambridge University, 1972.
64. Godin B.: Measurement and Statistics on Science and Technology - 1920 to the Present; Routledge, 2005.
65. Golnaraghi F., Kuo B. C.: Automatic Control Systems, 9th Edition - Solutions Manual; 2009.
66. Golnaraghi F., Kuo B. C.: Automatic Control Systems, 9th Edition; John Wiley & Sons, 2010.
67. Grote K.-H., Antonsson E. K.: Springer Handbook of Mechanical Engineering; Springer, 2009.
68. Grote K.-H., Feldhusen J.: Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau, 22. Auflage; Springer, 2007.
69. Haberhauer H., Bodenstein F.: Maschinenelemente – Gestaltung Berechnung Anwendung, 16. Auflage; Springer, 2011.

70. Hall A. S., Holowenko A. R., Laughlin H. G.: Schaum's Outline of Theory and Problems of Machine Design; McGraw-Hill, 1968.
71. Hebra A. J.: The Physics of Metrology - All about Instruments - From Trundle Wheels to Atomic Clocks; Springer 2010.
72. Hering E., Schröder B.: Springer Ingenieurtabellen; Springer, 2004.
73. Hesse S., Schnell G.: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation - Funktion - Ausführung - Anwendung - Praxis, 4. Auflage; Vieweg+Teubner, 2009.
74. Higuchi T., Suzunori K., Tadokoro S.: Next-Generation Actuators Leading Breakthroughs; Springer, 2010.
75. Hofmann P.: Hybridfahrzeuge - Ein alternatives Antriebskonzept für die Zukunft; Springer, 2010.
76. Jackson R. G.: Novel Sensors and Sensing; IOP, 2004.
77. James K.: PC Interfacing and Data Acquisition - Techniques for Measurement Instrumentation and Control; Newnes, 2000.
78. Jelaska D.: Elementi strojeva – skripta za studente Industrijskog inženjerstva; Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, 2005.
79. Kiencke U., Nielsen L.: Automotive Control Systems - For Engine, Driveline, and Vehicle, 2nd Edition; Springer, 2005.
80. Kilian C. T.: Modern Control Technology - Components and Systems, 2nd Edition; Delmar Thomson Learning, 2000.
81. Kirchner E.: Leistungsübertragung in Fahrzeuggetrieben Grundlagen der Auslegung, Entwicklung und Validierung von Fahrzeuggetrieben und deren Komponenten; Springer, 2007.
82. Klebanov B. M., Barlam D. M., Nystrom F. E.: Machine Elements – Life and Design; CRC Taylor & Francis Group, 2008.
83. Kolumbić Z., Kozak D.: Fizika – podloge za studij strojarstva; Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, 2010. <http://www.sfsb.hr/~zkolum/Fizika/>
84. Kolumbić Z., Dunder M.: Materijali v2; Odsijek za politehniku Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, 2011. <http://www.ffri.uniri.hr/~zvonimir/Materijali>
85. König H.: Maschinen im Baubetrieb – Grundlagen und Anwendung 2. Auflage; Vieweg+Teubner, 2008.
86. Kraut B.: Strojarski priručnik, 9. izdanje; Tehnička knjiga, 1988.
87. Kreith F., Goswami D. Y.: The CRC Handbook of Mechanical Engineering, 2nd Edition; CRC 2005.
88. Künne B.: Köhler Rögwitz Maschinenteile Vol 1, 10. Auflage; Vieweg + Teubner, 2008.
89. Künne B.: Köhler Rögwitz Maschinenteile Vol 2, 10. Auflage; Vieweg + Teubner, 2008.
90. Kutz M.: Mechanical Engineers' Handbook – Four Volume Set, 3rd Edition – Volume 1: Materials and Mechanical Design; Wiley, 2005.
91. Kutz M.: Mechanical Engineers' Handbook – Four Volume Set, 3rd Edition – Volume 2: Instrumentation, Systems, Controls, and MEMS; Wiley, 2005.
92. Kutz M.: Mechanical Engineers' Handbook – Four Volume Set, 3rd Edition – Volume 3: Manufacturing and Management; Wiley, 2005.
93. Kutz M.: Mechanical Engineers' Handbook – Four Volume Set, 3rd Edition – Volume 4: Energy and Power; Wiley, 2005.
94. LearningExpress: 501 Measurement and Conversion Questions; LearningExpress, 2004.
95. Leckie F. A., Dal Bello D. J.: Strength and Stiffness of Engineering Systems; Springer, 2009.
96. Lerch R.: Elektrische Messtechnik - Analoge, digitale und computergestützte Verfahren, 3. Auflage; Springer 2006.
97. Levine W. S.: The Control Handbook - Control System Fundamentals, 2nd Edition; CRC 2011.
98. Lingaiah K.: Machine Design Databook, 2nd Edition; McGraw-Hill, 2002.
99. Liptak B. G.: Instrument Engineers' Handbook - Volume 1 Process Measurement and Analysis, 4th Edition; CRC, 2003.
100. Lotter B., Wiendahl H.-P.: Montage in der industriellen Produktion – Ein Handbuch für die Praxis; Springer, 2006.
101. Lunze J.: Regelungstechnik 1 - Systemtheoretische Grundlagen Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 8. Auflage; Springer, 2010.

102. Lunze J.: Regelungstechnik 2 - Mehrgrössensysteme, Digitale Regelung, 6. Auflage; Springer, 2010.
103. Lurie B. J., Enright P. J.: Classical Feedback Control - With MATLAB; Marcel Dekker, 2000.
104. Mabie H. H., Reinholtz C. F.: Mechanisms and dynamics of machinery, 4th Edition; John Wiley & Sons, 1987.
105. Mancuso J. R.: Couplings and Joints – Design, Selection and Application; Marcel Dekker, 1999.
106. Mandal A. K.: Introduction to Control Engineering - Modeling, Analysis, and Design; New Age International, 2006.
107. Marek J., Trah H.-P., Suzuki Y., Yokomori W.: Sensors Applications - Volume 4 Sensors for Automotive Technology; Wiley-VCH 2003.
108. Marghitu D. B.: Mechanical Engineer's Handbook; Academic Press, 2001.
109. McCarthy M. J., Soh G. S.: Geometric Design of Linkages, 2nd Edition; Springer 2010.
110. McGraw Hill: McGraw Hill – Encyclopedia of Science & Technology - 19 Volume set, 10th Edition; McGraw-Hill Professional, 2007.
111. Meissner M., Schorcht H.-J.: Metallfedern - Grundlagen, Werkstoffe, Berechnung, Gestaltung und Rechnereinsatz, 2. Auflage; Springer, 2007.
112. Mims F. M.: Engineer's Mini Notebook - Sensor Projects; Siliconconcept, 1996.
113. Morris A. S.: Measurement and Instrumentation Principles, 3rd Edition; Butterworth-Heinemann, 2001.
114. Mott R. L.: Machine Elements in Mechanical Design, 4th Edition; Prentice Hall, 2004.
115. Mühl T.: Einführung in die elektrische Messtechnik - Grundlagen, Messverfahren, Geräte, 2. Auflage; Teubner Verlag, 2001.
116. Muhs D., Wittel H., Jannasch D., Becker M., Voßiek J.: Roloff/Matek Maschinenelemente – Interaktive Formelsammlung auf CD-ROM, 8. Auflage; Vieweg, 2006.
117. Nawrocki W.: Measurement Systems And Sensors; Artech House, 2005.
118. Neale M.: The Tribology Handbook, 2nd Edition; Butterworth-Heinemann, 1999.
119. Niemann G., Winter H., Höhn B.-R.: Maschinenelemente – Band 1 – Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen, 4. Auflage; Springer, 2005.
120. Norton R. L.: Design of Machinery – An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines, 2nd Edition; WCB/McGraw-Hill, 1999.
121. Norton R. L.: Machine Design – An Integrated Approach, 3rd Edition; Prentice Hall, 2006.
122. Nyce D. S.: Linear Position Sensors - Theory and Application; John Wiley & Sons, 2004.
123. Oberg E., Jones F. D., Horton H. L., Ryffel H. H.: Machinery's Handbook 28th Edition; Industrial Press, 2008.
124. Ogata K.: Modern Control Engineering, 4th Edition; Pearson Education International, 2002.
125. Orłowski P. F.: Praktische Regeltechnik - Anwendungsorientierte Einführung für Maschinenbauer und Elektrotechniker, 8. Auflage (VDI); Springer, 2009.
126. Orłowski P. F.: Praktische Regeltechnik - Anwendungsorientierte Einführung für Maschinenbauer und Elektrotechniker, 9. Auflage (VDI); Springer, 2011.
127. Pandžić J., Pasanović B.: Elementi strojeva – udžbenik s DVD-om za 2. razred tehničkih škola u području strojarstva i brodogradnje; Neodidacta, 2008.
128. Parmley R. O.: Machine Devices and Components Illustrated Sourcebook; McGraw-Hill, 2005.
129. Parthier R.: Messtechnik - Grundlagen und Anwendungen der elektrischen Messtechnik für alle technischen Fachrichtungen und Wirtschaftsingenieure, 4. Auflage; Vieweg & Sohn, 2008.
130. Pawlak A. M.: Sensors and Actuators in Mechatronics - Design and Applications; CRC, 2007.
131. Pernerer R.: Handbuch Zahnriementchnik - Grundlagen, Berechnung, Anwendungen; Springer, 2009.
132. Petruzzellis T.: Electronics Sensors for the Evil Genius - 54 Electrifying Projects; McGraw-Hill 2006.
133. Placko D.: Fundamentals of Instrumentation and Measurement (Instrumentation and Measurement Series); ISTE, 2007.
134. Podrug S.: Elementi strojeva – predavanja za stručni i preddiplomski studij brodogradnje; Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, 2008.
135. Polak T. A., Pande C.: Engineering Measurements - Methods and Intrinsic Errors; Professional Engineering Publishing Limited 1999.
136. Pons J. L.: Emerging Actuator Technologies - A Micromechatronic Approach; John Wiley & Sons, 2005.

137. Regtien P. P. L., van der Heijden F., Korsten M. J., Otthius W.: *Measurement Science for Engineers*; Elsevier Science & Technology, 2004.
138. Reif K.: *Bosch Autoelektrik und Autoelektronik - Bordnetze Sensoren und elektronische Systeme*, 6. Auflage; Vieweg+Teubner, 2011.
139. Reif K.: *Konventioneller Antriebsstrang und Hybridantriebe - mit Brennstoffzellen und alternativen Kraftstoffen*; Vieweg+Teubner, 2010.
140. Reif K.: *Sensoren im Kraftfahrzeug*; Vieweg+Teubner, 2010.
141. Ripka P., Tipek A.: *Modern Sensors Handbook*; ISTE, 2007.
142. Rothbart H.: *The CAM Design Handbook*; McGraw-Hill, 2004.
143. Sacks E. Joskowicz L.: *The Configuration Space Method for Kinematic Design of Mechanisms*; MIT, 2010.
144. Salkind N. J., Rasmussen K.: *Encyclopedia of Measurement and Statistics*, 2 Volume Set; Sage, 2007.
145. Sandin P. E.: *Robot Mechanisms and Mechanical Devices Illustrated*; McGraw-Hill, 2003.
146. Sclater N., Chironis N. P.: *Mechanisms and Mechanical Devices Sourcebook*, 4th Edition; McGraw-Hill Professional, 2006.
147. Scott D. M.: *Industrial Process Sensors*; CRC, 2008.
148. Shigley J. E., Mischke C. R.: *Standard handbook of machine design*, 2nd Edition; McGraw-Hill Professional, 1996.
149. Shigley J. E., Mischke C. R.: *Standard handbook of machine design*, 3rd Edition; McGraw-Hill Professional, 2004.
150. Sinclair I. R.: *Sensors and Transducers*, 3rd Edition; Newnes, 2001.
151. Singh U. K., Dwivedi M.: *Problems and Solutions in Mechanical Engineering*; New Age International, 2007.
152. Smith C. A., Corripio A. B.: *Principles and Practice of Automatic Process Control*, 2nd Edition; John Wiley & Sons, 1997.
153. Smith E. H.: *Mechanical Engineer's Reference Book* 12th Edition; Butterworth-Heinemann, 2000.
154. Sobey E.: *A Field Guide to Automotive Technology*; Chicago Review, 2009.
155. Sobey E.: *A Field Guide to Household Technology*; Chicago Review, 2006.
156. Soloman S.: *Sensors and Control Systems in Manufacturing*, 2nd Edition; McGraw-Hill, 2010.
157. Spotts M. F.: *Design of Machine Elements*; 3rd Edition; Prentice Hall, 1961.
158. Stachowiak G. W., Batchelor A. W.: *Engineering Tribology*, 2nd Edition; Butterworth-Heinemann, 2000.
159. Stachowiak G. W., Batchelor A. W.: *Engineering Tribology*, 3rd Edition; Elsevier - Butterworth-Heinemann, 2005.
160. Stachowiak G. W., Batchelor A. W.: *Engineering Tribology*; Elsevier, 1993.
161. Steinhilper W., Sauer B.: *Konstruktionselemente des Maschinenbaus 1 – Grundlagen der Berechnung und Gestaltung von Maschinenelementen*, 7. Auflage; Springer, 2008.
162. Steinhilper W., Sauer B.: *Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2 – Grundlagen von Maschinenelementen für Antriebsaufgaben*, 6. Auflage; Springer, 2008.
163. Stolarski T.A.: *Tribology in Machine Design*; Butterworth-Heinemann, 1990.
164. Strothman J.: *ISA Handbook of Measurement Equations and Tables*, 2nd Edition; ISA, 2006.
165. Šurina T.: *Automatska regulacija*, 3. izdanje; Školska knjiga, 1987.
166. Takadoun J.: *Materials and Surface Engineering in Tribology*; ISTE, Wiley, 2008.
167. ten Hompel M., Büchter H., Franzke U.: *Identifikationssysteme und Automatisierung (VDI)*; Springer, 2008.
168. Thomas M.: *Einfuehrung in die elektrische Messtechnik - Grundlagen, Messverfahren, Geraete*, 2. Auflage; Teubner 2006.
169. Timings R.: *Mechanical Engineer's Pocket Book*, 3rd Edition; Newnes, 2005.
170. Tompkins - *Interfacing Sensors to the IBM-PC* 0134690818 1998
171. Tönshoff I. I.: *Sensors Applications - Volume 1 Sensors in Manufacturing*; Wiley-VCH 2001.
172. Totten G. E., Liang H.: *Mechanical Tribology - Materials Characterization and Applications*; Marcel Dekker, 2004.
173. Totten G. E.: *Handbook of Lubrication and Tribology - Volume I Application and Maintenance*, 2nd Edition; CRC, 2006.

174. Tremayne D.: The Science of F1 Race-Car Design - Expert Analysis of the Anatomy of the Modern Grand Prix Car; Heynes Publishing, 2004.
175. Trzesniowski M.: Rennwagentechnik – Grundlagen, Konstruktion, Komponenten, Systeme, 2. Auflage; Vieweg + Teubner, 2010.
176. Tumanski S.: Principles of Electrical Measurement; CRC, 2006.
177. Ulbrich H., Weidemann H.-J., Pfeiffer F.: Technische Mechanik in Formeln Aufgaben und Lösungen; Teubner, 2006.
178. van Basshuysen R.: Fahrzeugentwicklung im Wandel- Gedanken und Visionen im Spiegel der Zeit - Populär; Vieweg + Teubner, 2010.
179. Vinogradov O.: Fundamentals of Kinematics and Dynamics of Machines and Mechanisms; CRC, 2000.
180. Vitas D. J., Trbojevic M. D.: Masinski elementi I, 10. izdanje; Naucna knjiga, 1990.
181. Vitas D. J., Trbojevic M. D.: Masinski elementi II, 9. izdanje; Naucna knjiga, 1988.
182. Vitas D. J., Trbojevic M. D.: Masinski elementi III, 4. izdanje; Naucna knjiga, 1978.
183. Vöth S.: Maschinenelemente Aufgaben und Lösungen - Festigkeit, Verbindungen, Antriebe; Teubner, 2007.
184. Walsh R. A.: Electromechanical Design Handbook, 3rd Edition; McGraw-Hill, 2000.
185. Webster J. G.: The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook on CD-ROM; CRC, 1999.
186. Weck M., Brecher C.: Werkzeugmaschinen - 4 Automatisierung von Maschinen und Anlagen, 6. Auflage; Springer, 2006.
187. Whitney D. E.: Mechanical Assemblies: Their Design, Manufacture, and Role in Product Development; Oxford University Press, 2004.
188. Wilson J. S.: Sensor Technology Handbook; Elsevier - Newnes, 2005.
189. Wittel H., Muhs D., Jannasch D., Voßiek J.: Roloff/Matek Maschinenelemente – Aufgabensammlung – Aufgaben, Lösungshinweise, Ergebnisse, 14. Vieweg + Teubner, 2010.
190. Wittel H., Muhs D., Jannasch D., Voßiek J.: Roloff/Matek Maschinenelemente – Lehrbuch und Tabellenbuch – Normung, Berechnung, Gestaltung, 19. Auflage; Vieweg + Teubner, 2009.
191. Wittel H., Muhs D., Jannasch D., Voßiek J.: Roloff/Matek Maschinenelemente – Normung, Berechnung, Gestaltung, 20. Auflage; Vieweg + Teubner, 2011.
192. Xue D., Chen Y.-Q., Atherton D. P.: Linear Feedback Control - Analysis and Design with MATLAB; SIAM, 2001.
193. Yamasaki H.: Handbook of Sensors and Actuators - Volume 3 Intelligent Sensors; Elsevier, 1996.
194. Youden W. J.: Experimentation and Measurement; DoC, TA, NIST, 1997.
195. Yurish S. Y., Smart Sensors and MEMS; Kluwer, 2004.
196. Zacher S., Reuter M.: Regelungstechnik für Ingenieure - Analyse Simulation und Entwurf von Regelkreisen, 13. Auflage; Vieweg + Teubner, 2011.