8

- Έδρανα κύλισης & ολίσθησης
- Ασφάλειες
- Οδηγοί σφήνες
- Στεγανοποιητικά
- Ελατήρια
- Μελέτες περιπτώσεων

Τα **έδρανα κύλισης** αποτελούνται συνήθως από δύο **δακτυλίους** ή δίσκους εντός των οποίων κυλίονται τα **σώματα κύλισης**, όπως φαίνονται στο σχήμα. Τα σώματα κύλισης μπορεί να έχουν σχήμα σφαίρας, κυλίνδρου, κόλουρου κώνου, βαρελοειδούς κυλίνδρου κ.λπ.. Συνήθως τα σώματα κύλισης συγκρατούνται ανάμεσα στους δακτυλίους σε ίσες αποστάσεις με τη βοήθεια ενός **κλωβού**. Σκοπός των εδράνων κύλισης είναι να εδράζουν περιστρεφόμενες ατράκτους, άξονες, τροχούς κ.λπ., μειώνοντας τις τριβές παραλαμβάνοντας ταυτόχρονα ακτινικά και αξονικά φορτία.

Απλά ένσφαιρα (μονόσφαιρα): Συνήθη έδρανα. Φέρουν ακτινικά και μόνον μικρά αξονικά φορτία.

Απλά ένσφαιρα πλαγιάς επαφής (λοξά): Μεγάλος αριθμός σφαιρών. Φέρουν μεγάλα ακτινικά και αξονικά φορτία κατά τη μία μόνο αξονική φορά καταπόνησης. Πρέπει να υπάρχει πάντα αξονική πίεση, για να λειτουργήσουν.

Διπλά (δίσφαιρα) αυτορρυθμιζόμενα: Φέρουν σημαντικά αξονικά φορτία. Επιτρέπουν μικρή κλίση της στρεφόμενης ατράκτου σε σχέση με τον εξωτερικό δακτύλιο.

Απλά κυλινδρικά: Φέρουν μεγάλα ακτινικά φορτία. Απαιτούν τέλεια ευθυγράμμιση ατράκτων και εδράνων. Επιτρέπουν μικρή αξονική μετατόπιση .

Κωνικά: Φέρουν μεγάλα ακτινικά και αξονικά φορτία με μεταβαλλόμενο μέγεθος φορτίου. Τοποθετούνται κατά ζεύγη.

Διπλά ένσφαιρα πλάγιας επαφής (λοξά): Φέρουν ακτινικά και μεγάλα αξονικά φορτία και προς τις δύο αξονικές φορές καταπόνησης.

Διπλά κυλινδρικά αυτορρυθμιζόμενα: Χρησιμοποιούνται σε βαριές κατασκευές όπου παρουσιάζονται μεταβαλλόμενα και μεγάλου μεγέθους αξονικά και ακτινικά φορτία.

Βελονοειδή: Φέρουν μεγάλα ακτινικά φορτία αλλά όχι αξονικά. Έχουν πλεονεκτήματα χρήσης σε μικρού μεγέθους κατασκευές ή όπου περιορίζεται η εξωτερική διάσταση του εδράνου.

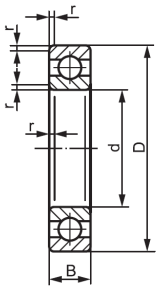
Αξονικά: Φέρουν μεγάλα αξονικά φορτία αλλά όχι ακτινικά.

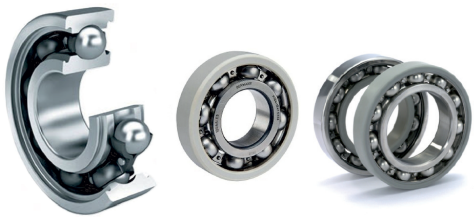
ΕΔΡΑΝΑ ΚΥΛΙΣΗΣ			
Ακτινικά έδρανα κύλισης		Αξονικά έδρανα κύλισης	
Ένσφαιρα	Κυλινδρικά	Ένσφαιρα	Κυλινδρικά
Δακτυλιοειδή DIN 625	Απλά - διπλά DIN 5412	Απλά δισκοειδή DIN 711	Βαρελοειδή DIN 728
Λοξά DIN 628	Λοξά DIN 720	Διπλά δισκοειδή DIN 715	Δισκοειδή DIN 722
Αυτορρυθμιζόμενα DIN 630	Αυτορρυθμιζόμενα DIN 635		
Διαιρετά DIN 615	Βελονωτά DIN 617		
	Βαρελοειδή DIN 635		

Τα **απλά ένσφαιρα δακτυλιοειδή έδρανα κύλισης** ή έδρανα βαθιάς αυλάκωσης αποτελούν την πιο διαδεδομένη κατηγορία εδράνων σε γενικές μηχανολογικές εφαρμογές επειδή συνδυάζουν απλή κατασκευή, υψηλή αξιοπιστία και χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης.

Χρησιμοποιούνται κυρίως για την έδραση αξόνων και ατράκτων που περιστρέφονται σε μέτριες έως υψηλές στροφές, όπου **τα φορτία είναι κατά κύριο λόγο ακτινικά, ενώ μπορούν να παραλάβουν και αξονικά φορτία και στις δύο διευθύνσεις**.

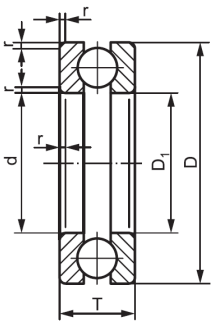
Συναντώνται ευρέως σε ηλεκτροκινητήρες, αντλίες, μειωτήρες, κιβώτια μετάδοσης, ανεμιστήρες, καθώς και σε πλήθος μηχανών γενικής χρήσης, όπου ζητούμενα είναι η ομαλή λειτουργία, ο χαμηλός θόρυβος και η οικονομική κατασκευή της έδρασης





(διαστάσεις σε mm)

d	No	Σειρά 60			No	Σειρά 62			No	Σειρά 63		
		D	B	r_{min}		D	B	r_{min}		D	B	r_{min}
10	6000	26	8	0,3	6200	30	9	0,6	6300	35	11	0,6
12	6001	28	8	0,3	6201	32	10	0,6	6301	37	12	1
15	6002	32	9	0,3	6202	35	11	0,6	6302	42	13	1
17	6003	35	10	0,3	6203	40	12	0,6	6303	47	14	1
20	6004	42	12	0,6	6204	47	14	1	6304	52	15	1,1
25	6005	47	12	0,6	6205	52	16	1	6305	62	17	1,1
30	6006	55	13	1	6206	62	16	1	6306	72	19	1,1
35	6007	62	14	1	6207	72	17	1,1	6307	80	21	1,5
40	6008	68	15	1	6208	80	18	1,1	6308	90	23	1,5
45	6009	75	16	1	6209	85	19	1,1	6309	100	25	1,5
50	6010	80	16	1	6210	90	20	1,1	6310	110	27	2
55	6011	90	18	1,1	6211	100	21	1,5	6311	120	29	2
60	6012	95	18	1,1	6212	120	23	1,5	6312	130	31	2,1
65	6013	100	18	1,1	6213	125	24	1,5	6313	140	33	2,1
70	6014	110	20	1,1	6214	125	24	1,5	6314	150	35	2,1
75	6015	115	20	1,1	6215	130	25	1,5	6315	160	37	2,1
80	6016	125	22	1,1	6216	140	26	2	6316	170	39	2,1
90	6018	140	24	1,5	6217	180	30	2,1	6318	190	43	3
100	6020	150	24	1,5	6220	180	34	2,1	6320	215	47	3
110	6022	170	28	2	6222	200	38	2,1	6323	240	50	3
120	6024	180	28	2	6224	215	40	2,1	6324	260	55	3



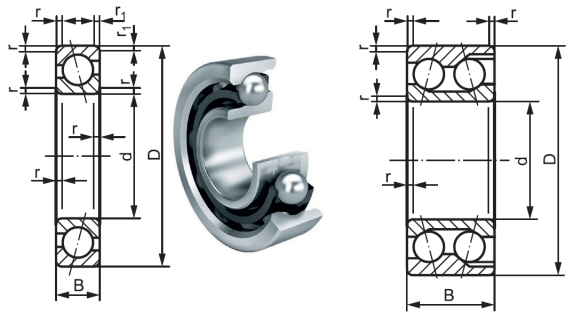
(διαστάσεις σε mm)

d	D_1	No	Σειρά 512			No	Σειρά 513		
			D	T	r_{min}		D	T	r_{min}
12	14	51201	28	11	0,6	-	-	-	-
15	17	51202	32	11	0,6	-	-	-	-
17	19	51203	35	12	0,6	-	-	-	-
20	22	51204	40	14	0,6	-	-	-	-
25	27	51205	47	15	0,6	51305	52	18	1
30	32	51206	52	16	0,6	51306	60	21	1
35	37	51207	62	18	1	51307	68	24	1
40	42	51208	68	19	1	51308	78	26	1
45	47	51209	73	20	1	51309	85	28	1
50	52	51210	78	22	1	51310	95	31	1,1
55	57	51211	90	25	1	51311	105	35	1,1
60	62	51212	95	26	1	51312	110	35	1,1
65	67	51213	100	27	1	51313	115	36	1,1
70	72	51214	105	27	1	51314	125	40	1,1

Τα **αξονικά ένσφαιρα δισκοειδή έδρανα κύλισης** χρησιμοποιούνται όταν ο σχεδιασμός απαιτεί έδραση που να παραλαμβάνει **υψηλά αξονικά φορτία σε μία μόνο διεύθυνση**.

Η κατασκευή τους περιλαμβάνει δύο δίσκους και συναρμογή σφαιρών με κλωβό, γεγονός που τα καθιστά άμεσα αποσυναρμολογούμενα αλλά και πρακτικά στην τοποθέτηση.

Στην πράξη συναντώνται σε μηχανισμούς όπου κυριαρχούν αξονικά φορτία, για παράδειγμα ατέρμονοι κοχλίες, συμπλέκτες, κάθετοι άξονες και άτρακτοι, κ.λπ., με βασική προϋπόθεση ότι δεν προορίζονται για ακτινική φόρτιση και ότι η σωστή λειτουργία τους εξαρτάται από την ορθή έδραση ανάλογα με τη διεύθυνση της αξονικής δύναμης και τη λίπανση.



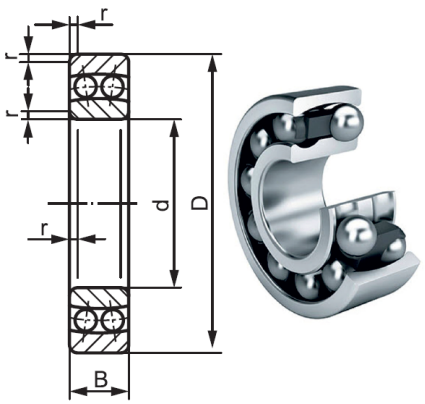
No	Σειρά 72 (απλό έδρανο)					No	Σειρά 32 (διπλό έδρανο)			
	d	D	B	r	r_1		d	D	B	r
7200 B	10	30	9	1	0,5	3200	10	30	14	1
7201 B	12	32	10	1	0,5	3201	12	32	15,9	1
7202 B	15	35	11	1	0,5	3202	15	35	15,9	1
7203 B	17	40	12	1	0,8	3203	17	40	17,5	1
7204 B	20	47	14	1,5	0,8	3204	20	47	20,6	1,5
7205 B	25	52	15	1,5	0,8	3205	25	52	20,6	1,5
7206 B	30	62	16	1,5	0,8	3206	30	62	23,8	1,5
7207 B	35	72	17	2	1	3207	35	72	27,0	2
7208 B	40	80	18	2	1	3208	40	80	30,2	2
7209 B	45	85	19	2	1	3209	45	85	30,2	2
7210 B	50	90	20	2	1	3210	50	90	30,2	2
7211 B	55	100	21	2,5	1,2	3211	55	100	33,3	2,5
7212 B	60	110	22	2,5	1,2	3212	60	110	36,5	2,5
7213 B	65	120	23	2,5	1,2	3213	65	120	38,1	2,5
7214 B	70	125	24	25	1,2	3214	70	125	39,7	2,5

Τα **απλά και διπλά ένσφαιρα λοξά έδρανα κύλισης** κατά DIN 628 επιλέγονται όταν, πέρα από ακτινική φόρτιση, απαιτείται η παραλαβή σημαντικών αξονικών φορτίων σε συνδυασμό με υψηλές στροφές και υψηλή ακρίβεια της έδρασης.

Η λοξή γωνία επαφής μεταξύ σφαιρών και δακτυλίων επιτρέπει στα απλά (μονής σειράς) έδρανα να **μεταφέρουν αξονικό φορτίο κατά κύριο λόγο προς μία διεύθυνση**, γι' αυτό συχνά τοποθετούνται κατά ζεύγη (διάταξη «O» ή «X») ώστε να παραλαμβάνουν αξονικά φορτία και προς τις δύο κατευθύνσεις και να προσφέρουν αυξημένη ακαμψία.

(διαστάσεις σε mm)

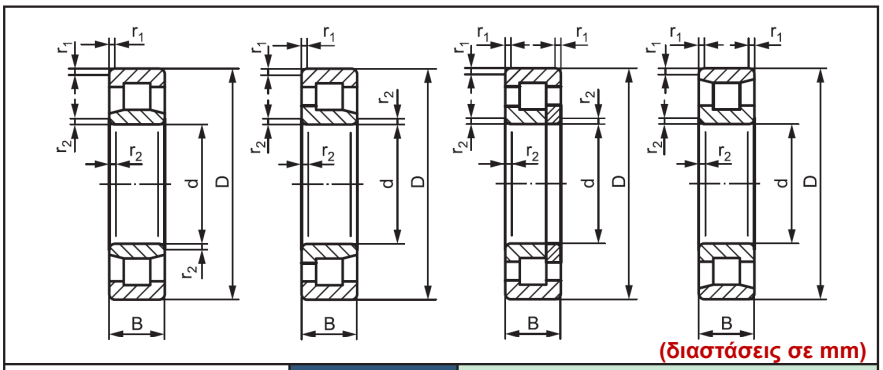
Τα διπλά (διπλής σειράς) λοξά έδρανα λειτουργούν ουσιαστικά ως δύο λοξά έδρανα μαζί, αλλά στην περίπτωση αυτή **η έδραση είναι ικανή να παραλαμβάνει αξονικά φορτία και στις δύο διευθύνσεις** με πιο συμπαγή διάταξη αφού χρησιμοποιείται ένα έδρανο αντί των δύο, κάτι που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν υπάρχει περιορισμένος χώρος. Στην πράξη τα έδρανα αυτής της κατηγορίας συναντώνται σε εργαλειομηχανές, αντλίες, μειωτήρες, συμπιεστές, καθώς και σε άξονες και ατράκτους όπου απαιτείται συνδυασμός παραλαβής υψηλών φορτίων, ακαμψίας και ακρίβειας. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στη συναρμολόγηση, την ευθυγράμμιση και την κατάλληλη λίπανση



No	Σειρά 12				No	Σειρά 13			
	d	D	B	r		d	D	B	r
1204	20	47	14	1,5	1304	20	52	15	2
1205	25	52	15	1,5	1305	25	62	17	2
1206	30	62	16	1,5	1306	30	72	19	2
1207	35	72	17	2	1307	35	80	21	2,5
1208	40	80	18	2	1308	40	90	23	2,5
1209	45	85	19	2	1309	45	100	25	2,5
1210	50	90	20	2	1310	50	110	27	3
1211	55	100	21	2,5	1311	55	120	29	3
1212	60	110	22	2,5	1312	60	130	31	3,5
1213	65	120	23	2,5	1313	65	140	32	3,5
1214	70	125	24	2,5	1314	70	150	35	3,5

(διαστάσεις σε mm)

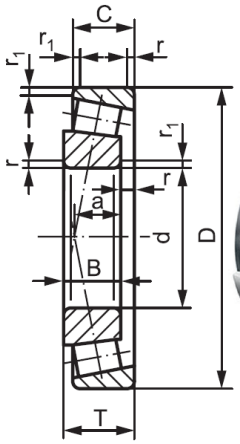
Τα **διπλά ένσφαιρα αυτορρυθμιζόμενα δακτυλιοειδή έδρανα κύλισης** κατά DIN 630 επιλέγονται κυρίως σε εφαρμογές όπου, εκτός από την παραλαβή ακτινικών φορτίων, αναμένονται και μικρές αστοχίες ευθυγράμμισης μεταξύ άξονα ή ατράκτου και εδράνου, για παράδειγμα λόγω κάμψης του άξονα ή της ατράκτου, κατασκευαστικών ανοχών στο κέλυφος ή πιθανών θερμικών παραμορφώσεων. Η χαρακτηριστική τους κατασκευή με δύο σειρές σφαιρών και σφαιρική τροχιά στον εξωτερικό δακτύλιο επιτρέπει στο έδρανο **γωνιακές αποκλίσεις** χωρίς να αναπτύσσονται μεγάλες πλευρικές τάσεις, βελτιώνοντας την ομαλή λειτουργία και μειώνοντας τον κίνδυνο πρόωρης φθοράς σε συνθήκες μη ιδανικής ευθυγράμμισης. Τα διπλά ένσφαιρα αυτορρυθμιζόμενα δακτυλιοειδή έδρανα κύλισης **μπορούν να παραλάβουν κυρίως ακτινικά φορτία και σε περιορισμένο βαθμό αξονικά φορτία και προς τις δύο διευθύνσεις**, ενώ πλεονεκτούν σε εφαρμογές με μέτριες έως υψηλές στροφές όπου απαιτείται χαμηλός θόρυβος και προβλέπονται μικρές αστοχίες στην εγκατάσταση. Για τον λόγο αυτόν συναντώνται συχνά σε ανεμιστήρες, μηχανισμούς μεταφοράς, γεωργικά μηχανήματα, ηλεκτροκινητήρες και γενικές βιομηχανικές κατασκευές όπου η αυτορρύθμιση είναι σημαντική υπό την προϋπόθεση όμως της σωστής επιλογής της έδρασης, της κατάλληλης λίπανσης και στεγανοποίησης.



(διαστάσεις σε mm)

	No	d	D	B	r_2	r_1
NU ή NJ ή NUP ή N	204 E	20	47	14	1	0,6
	205 E	25	52	15	1	0,6
	206 E	30	62	16	1	0,6
	207 E	35	72	17	1,1	0,6
	208 E	40	80	18	1,1	1,1
	209 E	45	85	19	1,1	1,1
	210 E	50	90	20	1,1	1,1
	211 E	55	100	21	1,5	1,1
	212 E	60	110	22	1,5	1,5
	213 E	65	120	23	1,5	1,5
	214 E	70	125	24	1,5	1,5
	215 E	75	130	25	1,5	1,5
	216 E	80	140	26	2	2

Τα **κυλινδρικά δακτυλιοειδή έδρανα κύλισης** χρησιμοποιούνται κυρίως όταν απαιτείται η παραλαβή **πολύ υψηλών ακτινικών φορτίων** και **αυξημένη ακαμψία της έδρασης**, ιδιαίτερα σε ατράκτους με μεγάλα φορτία ή/και δυναμικές καταπονήσεις. Η γραμμική επαφή κύλισης μεταξύ των σωμάτων κύλισης που είναι κύλινδροι και των τροχιών, σε αντίθεση με τη σημειακή επαφή των ένσφαιρων εδράνων, επιτρέπει την παραλαβή μεγαλύτερων ακτινικών φορτίων με μικρότερες παραμορφώσεις, γι' αυτό και τα έδρανα αυτά είναι κλασσική επιλογή σε κιβώτια ταχυτήτων, μειωτήρες, ηλεκτροκινητήρες υψηλών φορτίων, εδράσεις ατράκτων εργαλειομηχανών και γενικά σε βαριές βιομηχανικές εφαρμογές.

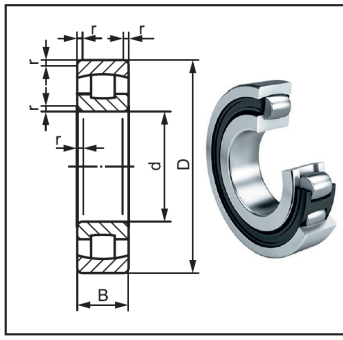


	d	D	B	C	T	r	r_1	a
30204	20	47	14	12	15,25	1	1	11
30205	25	52	15	13	16,25	1	1	13
30206	30	62	16	14	17,25	1	1	14
30207	35	72	17	15	18,25	1,5	1,5	15
30208	40	80	18	16	19,75	1,5	1,5	17
30209	45	85	19	17	20,75	1,5	1,5	18
30210	50	90	20	18	21,75	1,5	1,5	20
30211	55	100	21	19	22,75	2	1,5	21
30212	60	110	22	20	23,75	2	1,5	22
30213	65	120	23	21	24,75	2	1,5	23
30214	70	125	24	22	26,25	2	1,5	25
30215	75	130	25	23	27,25	2	1,5	27
30216	80	140	26	24	28,25	2,5	2	28

(διαστάσεις σε mm)

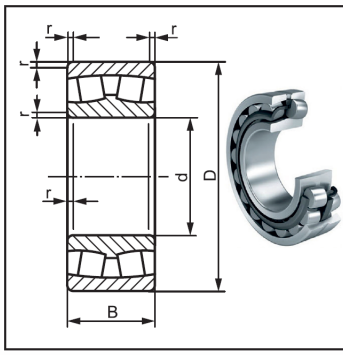
Τα **κωνικά δακτυλιοειδή έδρανα κύλισης** χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται έδραση με αυξημένα φορτία και μεγάλη ακαμψία, έδραση ικανή να παραλαμβάνει συνδυασμένα **ακτινικά και αξονικά φορτία**. Λόγω της κωνικής γεωμετρίας των δακτυλίων και των σωμάτων κύλισης, το κωνικό έδρανο μεταφέρει τα φορτία με τρόπο ιδιαίτερα αποτελεσματικό, αλλά μπορεί να παραλάβει αξονικό φορτίο προς μία διεύθυνση, γι' αυτό συνήθως τοποθετούνται κωνικά έδρανα κύλισης σε ζεύγος (π.χ. διάταξη «O» ή «X», όπως θα φανεί στη συνέχεια) ώστε να καλύπτονται αξονικά φορτία και προς τις δύο κατευθύνσεις. Σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας εδράνων είναι ότι επιτρέπεται η ρύθμιση διακένου που σημαίνει ότι **ο ένας δακτύλιος μπορεί να μετακινηθεί αξονικά ως προς τον άλλο, ώστε κατά τη συναρμολόγηση να ρυθμιστεί η ακαμψία του συστήματος**. Επίσης επιτρέπεται η προφόρτιση του εδράνου ώστε η έδραση να είναι πιο στιβαρή, γεγονός που βοηθά στη βελτίωση της ακρίβειας, στη μείωση κραδασμών και στην αύξηση της διάρκειας ζωής, υπό την προϋπόθεση ότι η ρύθμιση και η λίπανση γίνονται σωστά. Τα κωνικά έδρανα συναντώνται ευρέως σε πλήμνες τροχών, μειωτήρες και κιβώτια ταχυτήτων, όπου απαιτούνται ισχυρές μεταδόσεις κίνησης, σε ατράκτους μηχανών και γενικά σε εφαρμογές όπου υπάρχουν υψηλά φορτία και απαιτείται στιβαρή και ρυθμιζόμενη έδραση.

σε mm)



	Σειρά 202					Σειρά 203			
	d	D	B	r		d	D	B	r
20204	20	47	14	1,5	20304	20	52	12	2
20205	25	52	15	1,5	20305	25	62	17	2
20206	30	62	16	1,5	20306	30	72	19	2
20207	35	72	17	2	20307	35	80	21	2,5
20208	40	80	18	2	20308	40	90	23	2,5
20209	45	85	19	2	20309	45	100	25	2,5
20210	50	90	20	2	20310	50	110	27	3
20211	55	100	21	2,5	20311	55	120	29	3
20212	60	110	22	2,5	20312	60	130	31	3,5
20213	65	120	23	2,5	20313	65	140	33	3,5
20214	70	125	24	2,5	20314	70	150	35	3,5
20215	75	130	25	2,5	20315	75	160	37	3,5
20216	80	140	26	3	20316	80	170	39	4

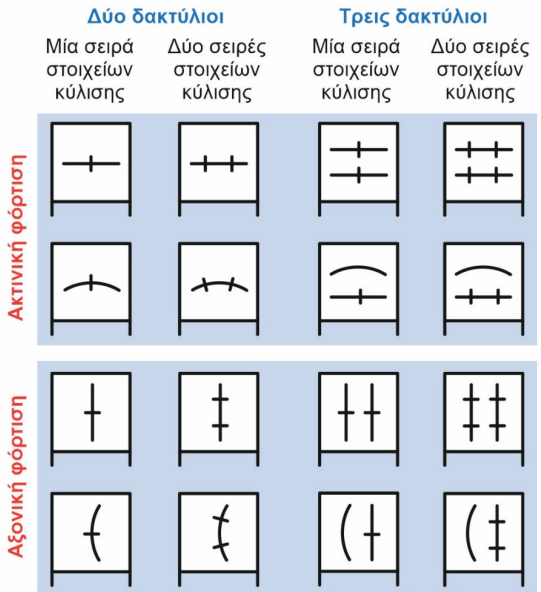
Τα **απλά βαρελοειδή αυτορρυθμιζόμενα δακτυλιοειδή έδρανα** κύλισης χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου αναπτύσσονται υψηλά ακτινικά φορτία και υπάρχει πιθανότητα γωνιακής αστοχίας της ευθυγράμμισης μεταξύ ατράκτου και εδράνου λόγω κάμψης της ατράκτου, κατασκευαστικών αστοχιών στο κέλυφος ή θερμικών παραμορφώσεων.



		d	D	B	r
21304	21304k	20	52	15	2
21305	21305k	25	62	17	2
21306	21306k	30	72	19	2
21307	21307k	35	80	21	2,5
21308	23108k	40	90	23	2,5
21309	21309k	45	100	25	2,5
21310	21310k	50	110	27	3
21311	21311k	55	120	29	3
21312	21312k	60	130	31	3,5
21313	21313k	65	140	33	3,5
21314	21314k	70	150	35	3,5
21315	21315k	75	160	37	3,5
21316	21316k	80	170	39	3,5
21317	21317k	85	180	41	4
21318	21318k	90	190	43	4
21319	21319k	95	200	45	4
21320	21320k	100	215	47	4

Τα **διπλά βαρελοειδή αυτορρυθμιζόμενα δακτυλιοειδή έδρανα** κύλισης επιλέγονται σε ιδιαίτερα απαιτητικές εδράσεις όπου συνυπάρχουν πολύ υψηλά ακτινικά φορτία, παραλαβή αξονικών φορτίων και προς τις δύο διευθύνσεις και ταυτόχρονα ανάγκη ανοχής για γωνιακή αστοχία στην ευθυγράμμιση, πιθανά λόγω κάμψης της ατράκτου, κατασκευαστικών ατελειών ή παραμορφώσεων κατά τη λειτουργία. Χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στη βαριά βιομηχανία και σε μηχανήματα όπως σπαστήρες, μύλοι, μεταφορικές ταινίες, μηχανήματα λατομείου, ανεμογεννήτριες, χαλυβουργικές εγκαταστάσεις και μεγάλα κιβώτια μετάδοσης, όπου απαιτείται αξιοπιστία σε δύσκολες συνθήκες λειτουργίας.

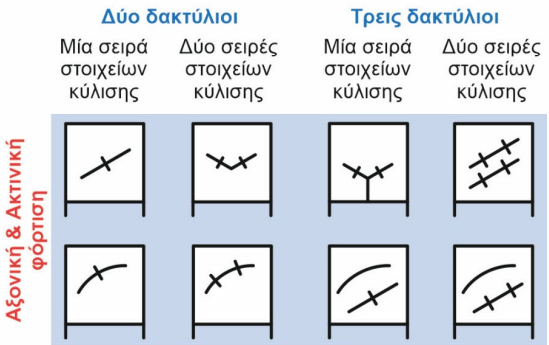
Σύμφωνα με τον κανονισμό **ISO 8826-1** του 1989 όπως επιβεβαιώθηκε το 2024, επιτρέπεται η σχεδίαση των εδράνων κύλισης με απλοποιημένη παράσταση. Στην απλοποιημένη παράσταση σχεδιάζεται το έδρανο κύλισης σαν ένα τετράγωνο με εσωτερικό σταυρό. Για τη σχεδίαση αυτή χρησιμοποιείται συνεχής γραμμή στο πάχος των υπολοίπων ορατών γραμμών του σχεδίου ενώ η παράσταση γίνεται πάντα στην ίδια κλίμακα με το υπόλοιπο σχέδιο. Εάν είναι απαραίτητο να εμφανισθεί το ακριβές σχήμα του εδράνου κύλισης αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί σχεδιάζοντας το περίγραμμα και τοποθετώντας επίσης ένα σταυρό στο κέντρο του. Ο σταυρός δεν πρέπει να ακουμπά στο περίγραμμα του εδράνου.



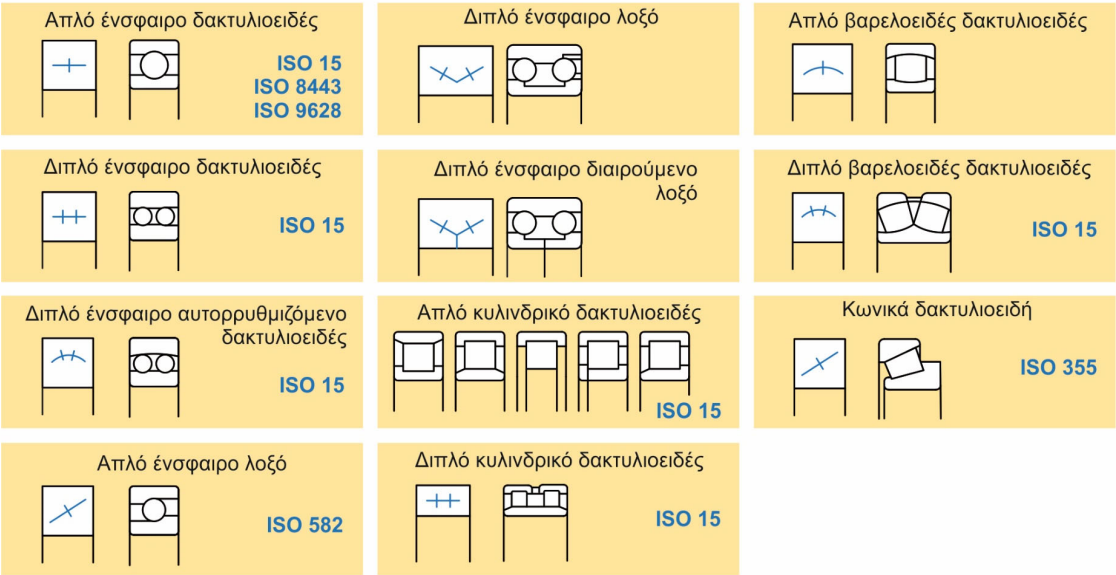
Η γραμμή υποδηλώνει τον άξονα των στοιχείων κύλισης ο οποίος δεν έχει δυνατότητα ρύθμισης

Η καμπύλη υποδηλώνει τον άξονα των στοιχείων κύλισης ο οποίος έχει δυνατότητα ρύθμισης

Η μικρή γραμμή υποδηλώνει το πλήθος των σειρών των στοιχείων κύλισης



Έδρανα κύλισης με την απλοποιημένη παράστασή τους σύμφωνα με τον κανονισμό **ISO 8826-2** του 1994 όπως επιβεβαιώθηκε το 2024.



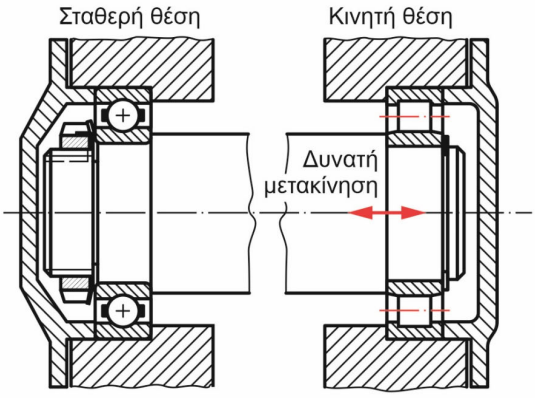
Η επιλογή μεταξύ ISO 8826-1 και ISO 8826-2 γίνεται ανάλογα την πληροφορία που πρέπει να μεταφέρει η γραφική παράσταση του εδράνου κύλισης. Η απλοποιημένη παράσταση του **ISO 8826-1** προτιμάται όταν ο στόχος είναι ένα ευανάγνωστο σχέδιο διάταξης ή συναρμολόγησης όπου αρκεί να δηλωθεί ότι υπάρχει έδρανο κύλισης και σε ποια θέση εδράζει. Αντίθετα, η απλοποιημένη παράσταση του **ISO 8826-2** προτιμάται όταν παραμένει επιθυμητή η απλοποίηση αλλά ταυτόχρονα απαιτείται πιο ξεκάθαρη απεικόνιση ώστε να προκύπτει άμεσα ο τύπος του εδράνου κύλισης, κυρίως σε σχέδια συναρμολόγησης όπου πρέπει να αποφεύγονται παρερμηνείες.

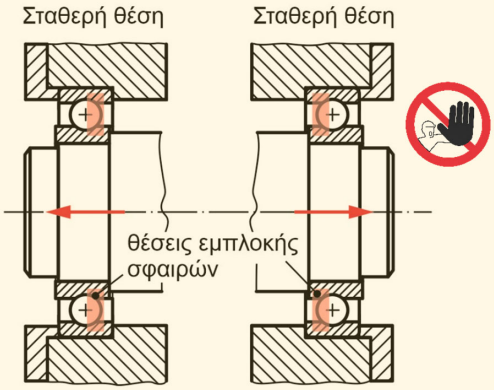
Απλοποιημένη παράσταση χαρακτηριστικών εδράνων κύλισης

Τα έδρανα κύλισης στερεώνονται στις ατράκτους με διάφορους τρόπους οι οποίοι εξαρτώνται από τον τρόπο έδρασης των ατράκτων αυτών. Οι τρεις τρόποι έδρασης πού χρησιμοποιούνται είναι:

- **σταθερή-κινητή έδραση**,
- **έδραση με προένταση** και
- **πλωτή έδραση**.

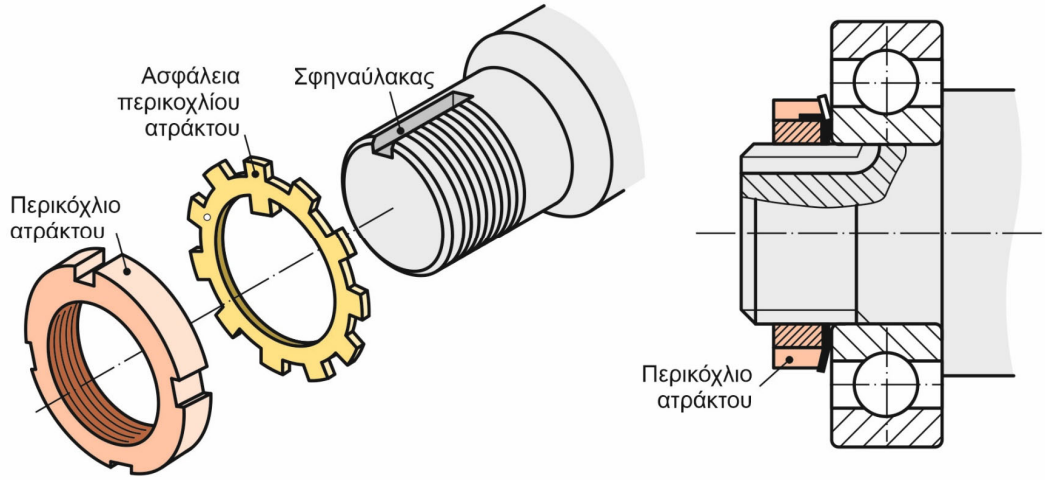
Σε μία **σταθερή-κινητή έδραση** με δύο έδρανα το ένα έδρανο είναι σταθερό και έχει τη δυνατότητα να παραλάβει εγκάρσια και αξονικά φορτία ενώ το άλλο έδρανο έχει τη δυνατότητα κίνησης. Το κινητό έδρανο παραλαμβάνει μεν εγκάρσια φορτία αλλά δεν μπορεί να παραλάβει αξονικά φορτία (στην περίπτωση του σχήματος το εσωτερικό δαχτυλίδι μπορεί να κινηθεί σε μια πιθανή διαστολή της ατράκτου).





Μια σταθερή-σταθερή έδραση θα δημιουργούσε πολλά προβλήματα στη λειτουργία της διάταξης αφού τα δύο ένσφαιρα έδρανα κύλισης δεν επιτρέπουν τις πιθανές διαστολές της ατράκτου και τα σώματα κύλισης μπλοκάρουν από το αξονικό φορτίο που δέχονται.

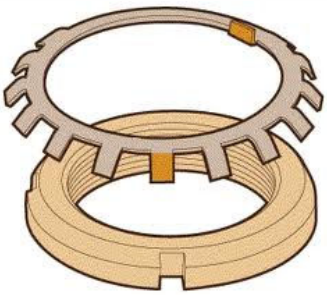
Σταθερή κινητή έδραση

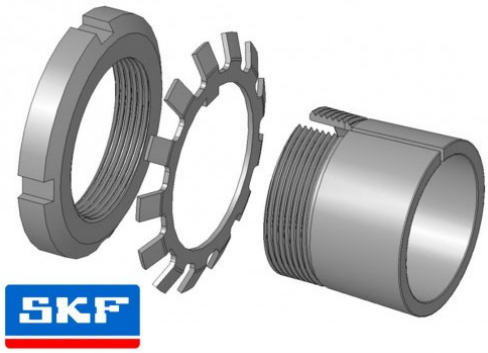


Η χρήση του **περικοχλίου ατράκτου** και της αντίστοιχης **ασφάλειας** είναι μία από τις πολλές δυνατότητες που προσφέρονται για την αξονική στερέωση ενός εδράνου κύλισης. Στο σχήμα παρουσιάζεται μία τέτοια σύνδεση που απαιτεί τη δημιουργία ενός αυλακιού στο οποίο εισέρχεται το προεξέχον εσωτερικά δόντι της ασφάλειας και με τον τρόπο αυτό να αποτρέπεται η σχετική περιστροφή της ασφάλειας ως προς την άτρακτο. Αντίστοιχα ένα από τα εξωτερικά δόντια της ασφάλειας κάμπτεται και εισέρχεται σε ένα από τα περιφερειακά διάκενα του περικοχλίου και έτσι αποτρέπεται και η σχετική περιστροφή του περικοχλίου ως προς την άτρακτο και η σύνδεση ασφαλίζεται.

Περικόχλιο και ασφάλεια περικοχλίου ατράκτου

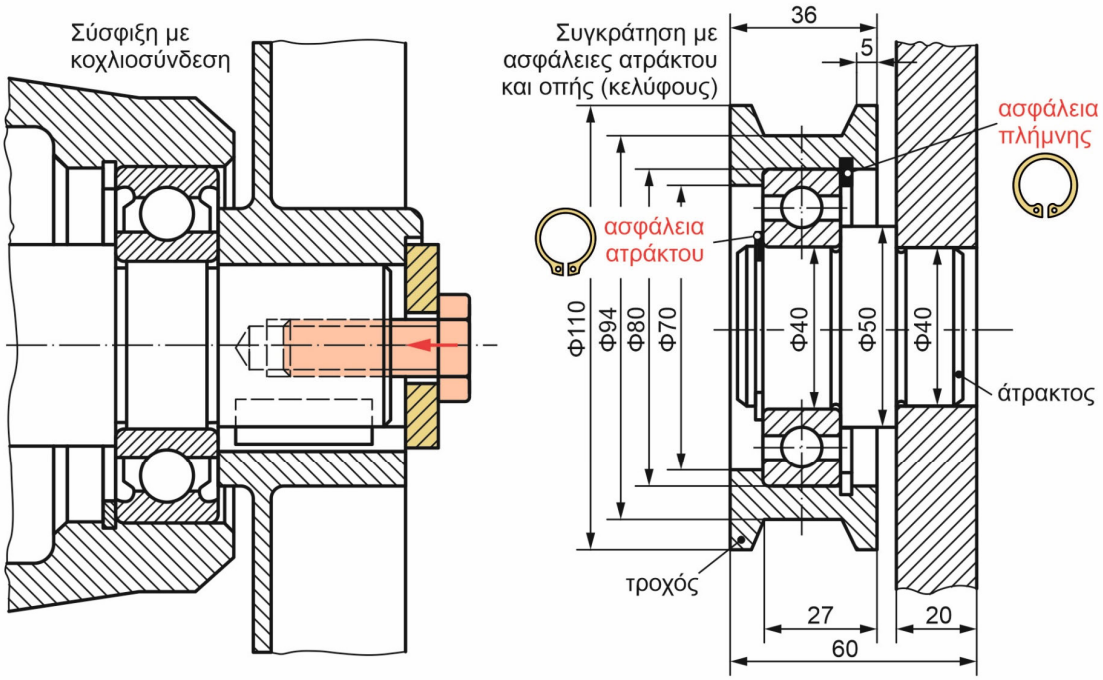
Χρησιμοποιείται για την αξονική στερέωση στοιχείων μηχανών πάνω σε άξονες και ατράκτους που διαθέτουν ανάλογο σπείρωμα.



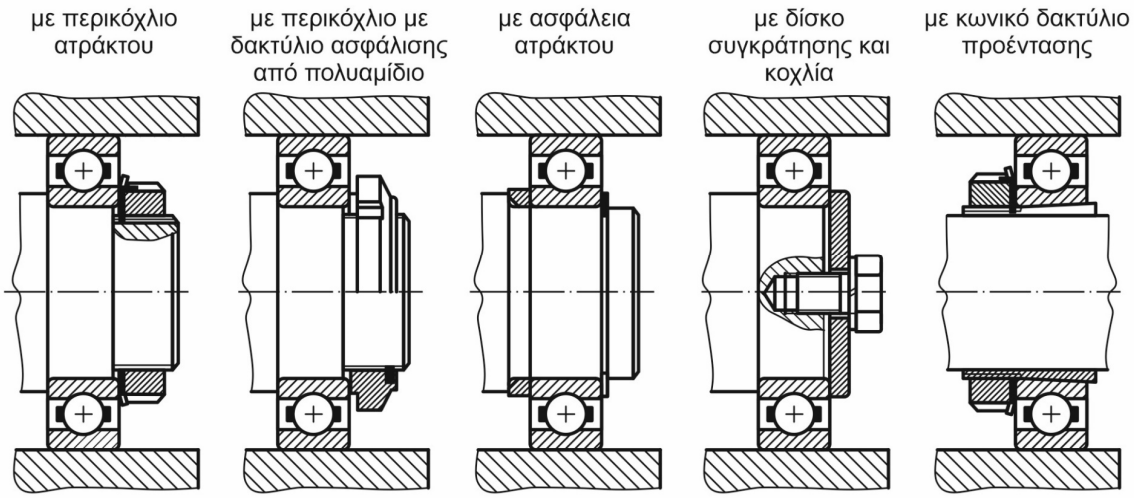


Περικόχλιο ατράκτου

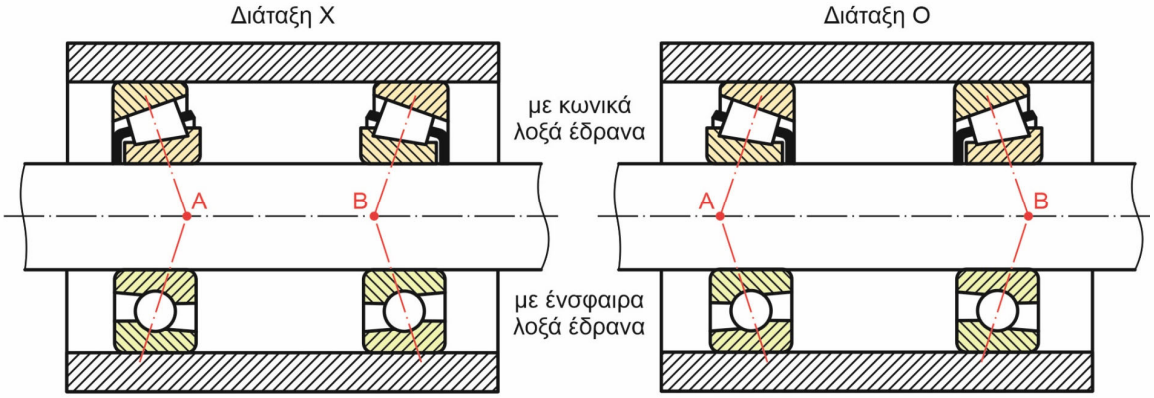
Αντίστοιχες σταθερές συνδέσεις εδράνων κύλισης πραγματοποιούνται με τη χρήση **δίσκων συγκράτησης** και κοχλία ο οποίος βιδώνει αξονικά στην άτρακτο αλλά και με τη χρήση **ασφαλειών ατράκτων και οπών**



Σύσφιξη με κοχλιοσύνδεση και Ασφάλειες ατράκτου και πλήμνης



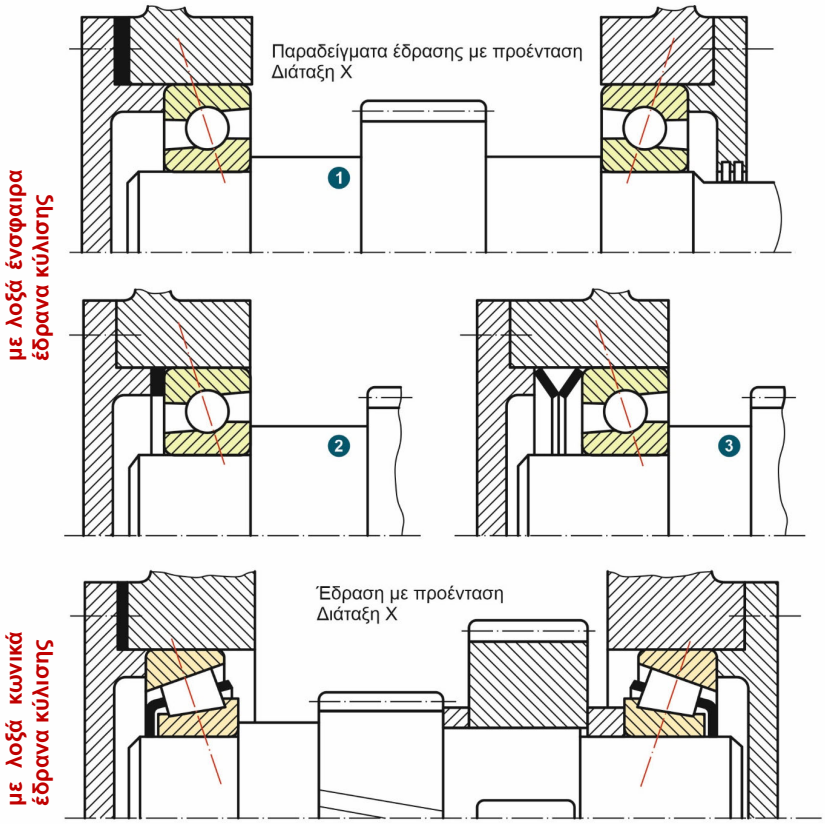
Μέθοδοι αξονικής στερέωσης εδράνων κύλισης



Στην **έδραση με προένταση**, η οποία προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά απαιτεί και εμπειρία στη συναρμολόγηση και προένταση, χρησιμοποιούνται κυρίως λοξά ή κωνικά έδρανα κύλισης. Μια τέτοια έδραση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο μεθόδους: τη **διάταξη Χ** και τη **διάταξη Ο**.

Η σημαντική **διαφορά** ανάμεσα στις δύο διατάξεις είναι η απόσταση στα σημεία στήριξης Α και Β που καθορίζει και το βαθμό σταθερότητας της έδρασης. Μεγαλύτερη απόσταση εμφανίζει η διάταξη Ο σε αντίθεση με τη διάταξη Χ που η μικρότερη απόσταση των σημείων Α και Β έχει ως αποτέλεσμα ευκολότερη παραμόρφωση της έδρασης.

Τοποθέτηση λοξών εδράνων κύλισης για εδράσεις με προένταση

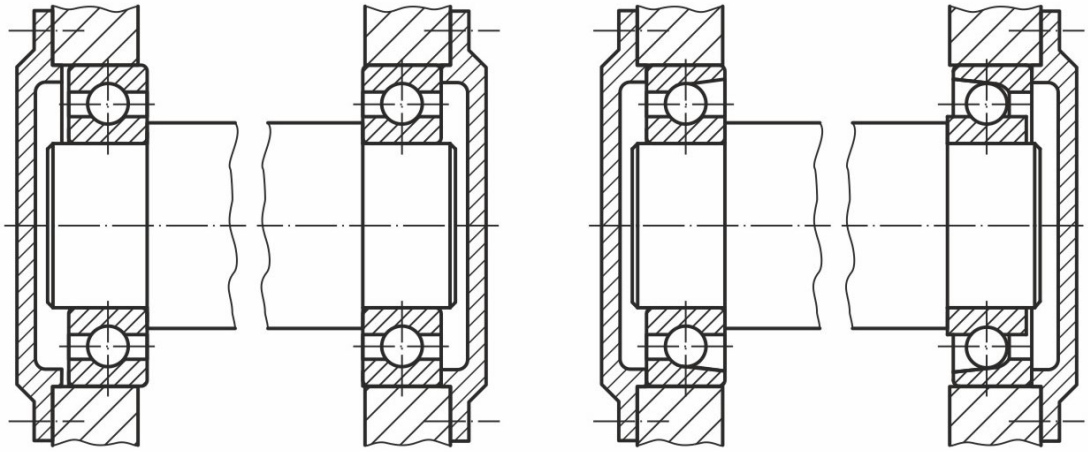


Γενικά η **διάταξη Χ** προτιμάται για την έδραση περιστρεφομένων ατράκτων με ενδιάμεσα στις θέσεις έδρασης στοιχεία μετάδοσης κίνησης, όπως για παράδειγμα οδοντωτοί τροχοί. Αντίστοιχα, η **διάταξη Ο** προτιμάται όταν η άτρακτος που εδράζεται δεν περιστρέφεται αλλά εδράζει περιστρεφόμενα κελύφη, όπως τροχούς, κ.λπ..

Παραδείγματα εδράσεων με προένταση διάταξης Χ

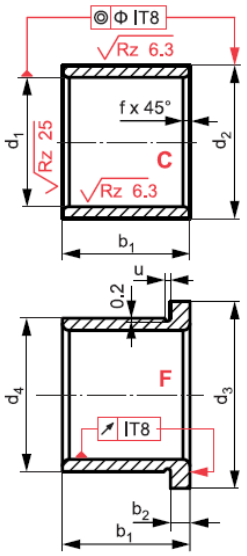
Σε αντίθεση με την έδραση σε προένταση, η **πλωτή έδραση δίνει τη δυνατότητα αξονικής χάρης**. Η έδραση μοιάζει αρκετά με την έδραση με προένταση διάταξης X αλλά επιτρέπει σκόπιμα αξονική μετατόπιση που εξαρτάται από τη λειτουργία της έδρασης και δεν ξεπερνά συνήθως το 1mm.

Η πλωτή έδραση είναι εύκολα συναρμολογούμενη και χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό συνήθως κυλινδρικά έδρανα κύλισης που είναι διαιρούμενα και επιτρέπουν την αξονική μετακίνηση του ενός δακτυλίου ως προς τον άλλον.



Παραδείγματα πλωτής έδρασης

Τα **έδρανα ολίσθησης** όπως και τα έδρανα κύλισης εδράζουν στροφείς, δηλαδή περιστρεφόμενες ατράκτους, άξονες, κ.λπ.. Συνήθως αποτελούνται από δύο δακτυλίους με τον εσωτερικό δακτύλιο να έρχεται σε επαφή με το στροφέα ώστε να αντικαθίσταται σε περίπτωση φθοράς. Κατασκευάζονται από **κασσιτερούχα και μολυβδούχα κρατερώματα ή φαιό χυτοσίδηρο** ενώ χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές **λευκά μέταλλα, καουτσούκ, γυαλί, ξύλο, σύνθετα υλικά, άνθρακας** κ.λπ..



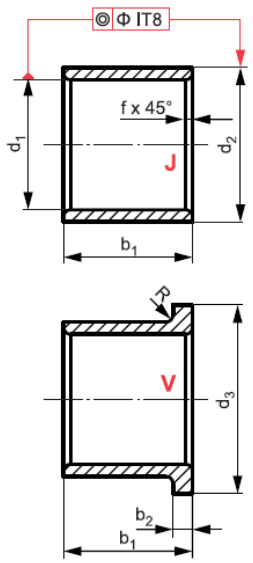
d_1 e6	d_2 s6			b_1 h13			d_3 d11	d_4 s6	b_2	f	u
10	12	14	16	-	10	-	20	16	3	0,3	1
15	17	19	21	10	15	20	27	21	3	0,5	1
20	23	24	26	15	20	30	32	26	3	0,5	1,5
25	28	30	32	20	30	40	38	32	4	0,5	1,5
30	34	36	38	20	30	40	44	38	4	0,5	2
35	39	41	45	30	40	50	50	45	5	0,8	2
40	44	48	50	30	40	60	58	50	5	0,8	2
45	50	53	55	30	40	60	63	55	5	0,8	2
50	55	58	60	40	50	60	68	60	5	0,8	2
55	60	63	65	40	50	70	73	65	5	0,8	2
60	65	70	75	40	60	80	83	75	7,5	0,8	2
65	70	75	80	50	60	80	88	80	7,5	1	2
70	75	80	85	50	70	90	95	85	7,5	1	2
75	80	85	90	50	70	90	100	90	7,5	1	3
80	85	90	95	60	80	100	105	95	7,5	1	3
90	100	105	110	60	80	120	120	110	10	1	3
100	110	115	120	80	100	120	130	120	10	1	3

(διαστάσεις σε mm)

Τα έδρανα κατά **DIN ISO 4379** είναι από **κράματα χαλκού** και χρησιμοποιούνται ως μια απλή αλλά ιδιαίτερα ανθεκτική μορφή έδρασης όταν ζητείται χαμηλή πολυπλοκότητα, καλή συμπεριφορά σε κρούσεις και αξιόπιστη λειτουργία σε οριακή λίπανση ή σε περιβάλλοντα όπου ένα έδρανο κύλισης θα ήταν πιο ευαίσθητο, δηλαδή σε περιβάλλον με ρύπους, υγρασία ή αυξημένους κραδασμούς.

Έδρανα ολίσθησης κατά DIN ISO 4379

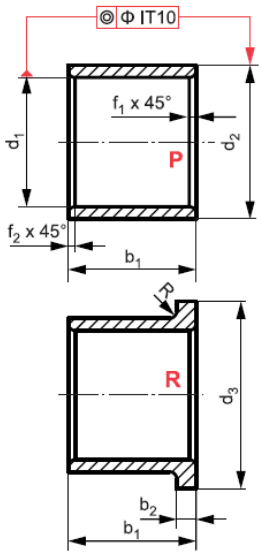
Στη συνηθέστερη περίπτωση τα έδρανα ολίσθησης παραμένουν ακίνητα ενώ μέσα τους περιστρέφεται κάποιος **στροφέας**. Η διάμετρος του στροφέα είναι ελάχιστα μικρότερη από την εσωτερική διάμετρο του εδράνου ολίσθησης έτσι ώστε η συναρμογή που επιτυγχάνεται να είναι **συναρμογή ολίσθησης**. Για την αντιμετώπιση της φθοράς των εδράνων αυτών χρησιμοποιούνται κατάλληλα λιπαντικά με ευρέως χρησιμοποιούμενα τα **ορυκτέλαια**.



d_1 G7	d_2 r6	b_1 js13			d_3 js13	b_2 js13	f	R
5	9	4	5	8	13	2	0,3	0,3
10	16	8	10	16	22	3	0,4	0,6
14	20	10	15	20	26	3	0,4	0,6
16	22	12	16	25	28	3	0,4	0,6
20	26	15	20	25	32	3	0,4	0,6
25	32	20	25	30	39	3,5	0,6	0,8
30	38	20	25	30	46	4	0,6	0,8
35	45	25	35	40	55	5	0,7	0,8
40	50	30	40	50	60	5	0,7	0,8
για J								
42	52	30	40	50	-	-	0,7	-
45	55	35	45	55	-	-	0,7	-
48	58	35	50	70	-	-	0,7	-
50	60	35	50	70	-	-	0,7	-
55	65	40	55	70	-	-	0,7	-
60	72	50	60	70	-	-	0,8	-

(διαστάσεις σε mm)

Τα έδρανα ολίσθησης κατά **DIN 1850-3** κατασκευάζονται με **σύντηξη** και χρησιμοποιούνται όταν ζητείται μια οικονομική, συμπαγής και αξιόπιστη έδραση ολίσθησης για μέτρια φορτία και στροφές, με καλή συμπεριφορά σε συνθήκες όπου η συνεχής εξωτερική λίπανση είναι δύσκολη. Σε αυτά τα έδρανα ολίσθησης η πορώδης δομή τους επιτρέπει τον εμποτισμό και κατά συνέπεια την κατακράτηση λιπαντικού.



(διαστάσεις σε mm)

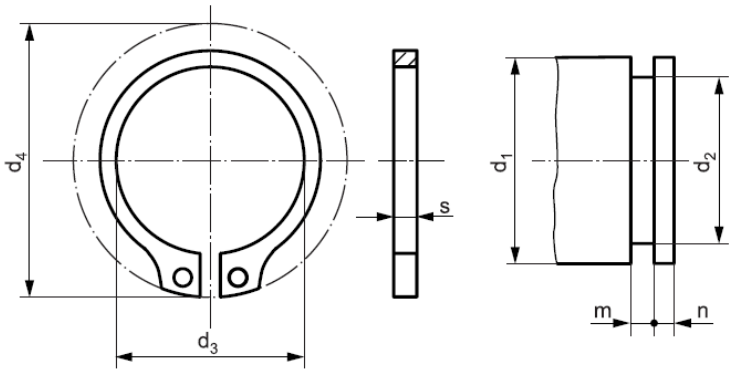
d_1	b_1			d_2	d_3	b_2	f_1	f_2	R
6	6	10	-	10	14	2	0,3	0,5	0,3
8	6	10	-	12	16	2	0,3	0,5	0,3
10	6	10	-	16	20	3	0,3	0,5	0,3
12	10	15	20	18	22	3	0,5	0,8	0,5
14	10	15	20	20	25	3	0,5	0,8	0,5
15	10	15	20	21	27	3	0,5	0,8	0,5
16	12	15	20	22	28	3	0,5	0,8	0,5
18	12	20	30	24	30	3	0,5	0,8	0,5
20	15	20	30	26	32	3	0,5	0,8	0,5
22	15	20	30	28	34	3	0,5	0,8	0,5
25	20	30	40	32	38	4	0,5	0,8	0,5
30	20	30	40	38	44	4	0,5	0,8	0,5
35	30	40	50	45	50	5	0,8	1,2	0,8
40	30	40	60	50	58	5	0,8	1,2	0,8
45	30	40	60	55	63	5	0,8	1,2	0,8
50	40	50	60	60	68	5	0,8	1,2	0,8
55	40	50	70	65	73	5	0,8	1,2	0,8
60	40	60	80	75	83	7,5	0,8	1,2	0,8
65	50	60	80	80	88	7,5	1	1,5	1
70	50	70	90	85	95	7,5	1	1,5	1
75	50	70	90	90	100	7,5	1	1,5	1
80	60	80	100	95	105	7,5	1	1,5	1
90	60	80	120	110	120	10	1	1,5	1
100	60	100	120	120	130	10	1	1,5	1

Τα έδρανα ολίσθησης κατά **DIN 1850-5, -6** κατασκευάζονται από **θερμοσκληραινόμενα και θερμοπλαστικά** υλικά και χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται μια ελαφρά, αντιδιαβρωτική και χαμηλού θορύβου έδραση, συχνά με δυνατότητα λειτουργίας με περιορισμένη λίπανση ή ακόμη και χωρίς καθόλου λίπανση, σε εφαρμογές με μέτρια φορτία και ταχύτητες και ιδιαίτερα σε ταλαντωτική ή διακοπτόμενη κίνηση. Τα **θερμοσκληραινόμενα** (DIN 1850-5) και τα **θερμοπλαστικά** (DIN 1850-6) έδρανα ολίσθησης αξιοποιούνται σε μηχανισμούς όπου προέχει η αντοχή σε υγρασία, η ηλεκτρική μόνωση και η μειωμένη ανάγκη συντήρησης, όπως σε μηχανισμούς αυτοματισμού, οδηγούς ή άρθρωσεις, αντλίες και συσκευές γενικής χρήσης.

Για την αξονική στερέωση των εδράνων κύλισης χρησιμοποιούνται κυρίως **ασφάλειες** που τοποθετούνται σε εγκοπή στην άτρακτο ή σε αντίστοιχη εγκοπή στο κέλυφος ή σε πλήμνη. Οι ασφάλειες αυτές είναι τυποποιημένες και κατασκευάζονται από **χάλυβα ελατηρίων** ώστε να τοποθετούνται με ευκολία στις αντίστοιχες εγκοπές χωρίς να παραμορφώνονται πλαστικά.

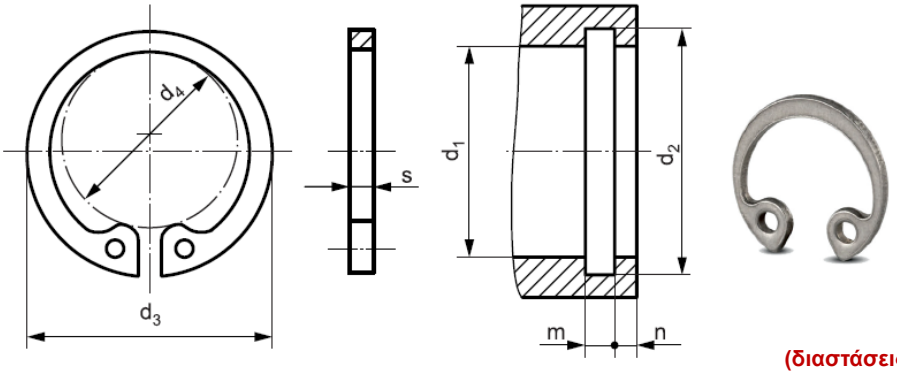
Οι **ασφάλειες ατράκτων** κατά DIN 471 προτιμώνται για την αξονική συγκράτηση εξαρτημάτων και στοιχείων μηχανών επάνω σε άξονες και ατράκτους, όπως έδρανα κύλισης, οδοντωτοί τροχοί, δακτύλιοι απόστασης, κ.λπ. και γενικά όταν πρέπει αυτά να συγκρατηθούν χωρίς σπειρώματα, περικόχλια ή επιπλέον εξαρτήματα. Οι ασφάλειες ατράκτου είναι οικονομική λύση και τοποθετούνται εύκολα και γρήγορα (με κατάλληλο εργαλείο - πένσα).

Αντίστοιχα οι **ασφάλειες οπών** κατά DIN 472 είναι εσωτερικοί ασφαλιστικοί δακτύλιοι για αντίστοιχο αυλάκι σε πλήμνη και χρησιμοποιούνται για την αξονική συγκράτηση εξαρτημάτων μέσα σε οπές, όπως εξωτερικοί δακτύλιοι ρουλεμάν, χιτώνια, δακτύλιοι απόστασης και γενικότερα στοιχεία μηχανών και εξαρτήματα που πρέπει να συγκρατούνται σε συγκεκριμένη θέση μέσα στο κέλυφος χωρίς τη χρήση καπακιών ή άλλων εξαρτημάτων. Οι ασφάλειες οπών, όπως και οι ασφάλειες ατράκτων, είναι οικονομική λύση και τοποθετούνται εύκολα και γρήγορα (με κατάλληλο εργαλείο - πένσα).



(διαστάσεις σε mm)

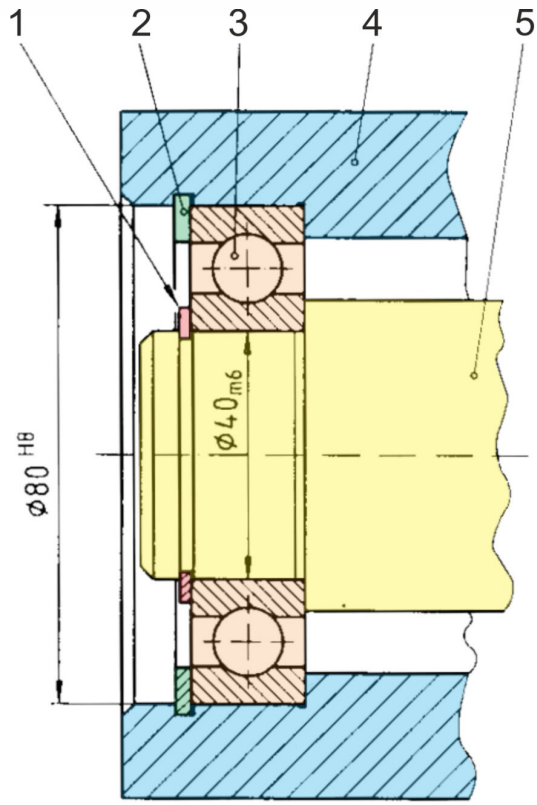
d_1	Ασφάλεια			Αυλάκι		
	s	d_3	d_4	d_2	m	n
8	0,8	7,4	14,7	7,6	0,9	0,6
10	1	9,3	17	9,6	1,1	0,6
11	1	10,2	18	10,5	1,1	0,8
12	1	11	19	11,5	1,1	0,8
13	1	11,9	20,2	12,4	1,1	0,9
14	1	12,9	21,4	13,4	1,1	0,9
15	1	13,8	22,6	14,3	1,1	1,1
16	1	14,7	23,8	15,2	1,1	1,2
17	1	15,7	25,0	16,2	1,1	1,2
18	1,2	16,5	26,2	17,0	1,3	1,5
19	1,2	17,5	27,2	18,0	1,3	1,5
20	1,2	18,5	28,4	19,0	1,3	1,5
21	1,2	19,5	29,6	20,0	1,3	1,5
22	1,2	20,5	30,8	21,2	1,3	1,5
24	1,2	22,2	33,2	22,9	1,3	1,7



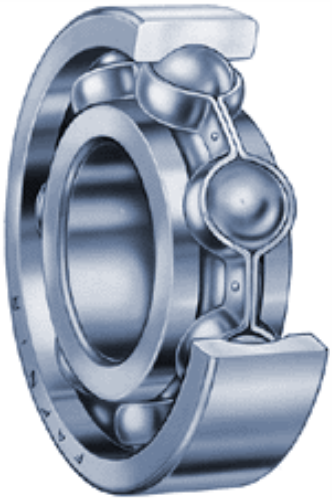
(διαστάσεις σε mm)

d_1	Ασφάλεια			Αυλάκι		
	s	d_3	d_4	d_2	m	n
8	0,8	8,7	3,0	8,4	0,9	0,6
10	1	10,8	3,3	10,4	1,1	0,6
11	1	11,8	4,1	11,4	1,1	0,6
12	1	13,0	4,9	12,5	1,1	0,8
13	1	14,1	5,4	13,6	1,1	0,9
14	1	15,1	6,2	14,6	1,1	0,9
15	1	16,2	7,2	15,7	1,1	1,1
16	1	17,3	8,0	16,8	1,1	1,2
17	1	18,3	8,8	17,8	1,1	1,2
18	1	19,5	9,4	19,0	1,1	1,5
19	1	20,5	10,4	20,0	1,1	1,5
20	1	21,5	11,2	21,0	1,1	1,5
21	1	22,5	12,2	22,0	1,1	1,5
22	1	23,5	13,2	23,0	1,1	1,5
24	1,2	25,9	14,8	25,2	1,3	1,8

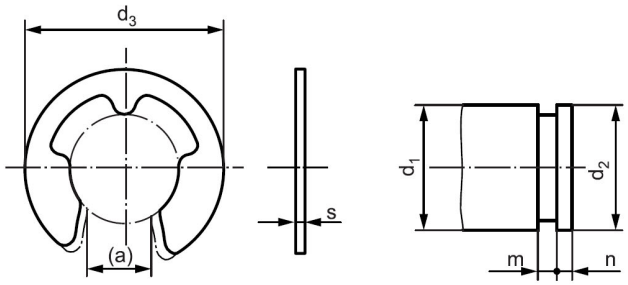
Ασφάλειες οπών κατά DIN 472



1. Άξονας
2. Πλήμνη (φωλιά)
3. Ρουλμάν
4. Ασφάλεια οπής
5. Ασφάλεια άξονα



Έδραση άξονα



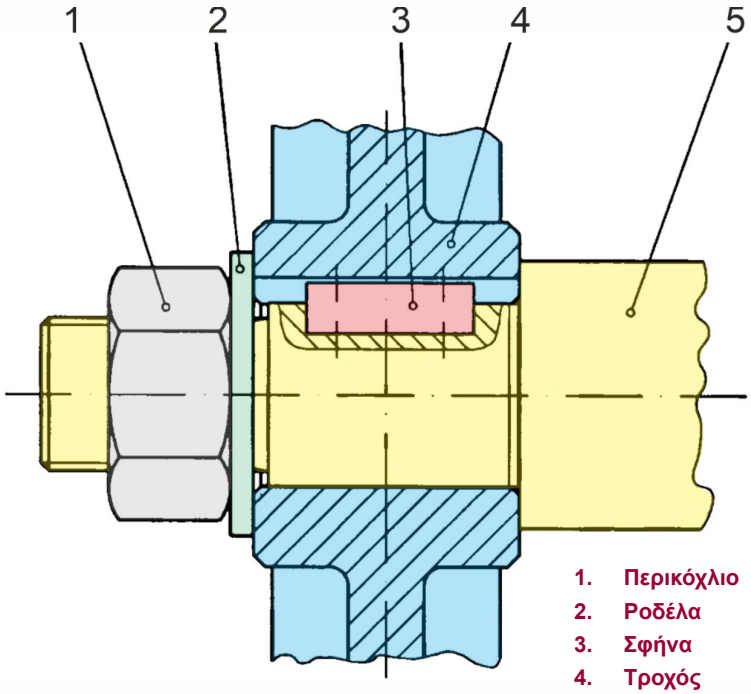
(διαστάσεις σε mm)

d_1	Ασφάλεια			Αυλάκι			
	s	d_3	d_4	d_2	m	n	
						από	έως
4	0,7	3,34	9,3	0,74	1,2	5	7
5	0,7	4,11	11,3	0,74	1,2	6	8
6	0,7	5,26	12,3	0,74	1,2	7	9
7	0,9	5,84	14,3	0,94	1,5	8	11
8	1	6,52	16,3	1,05	1,8	9	12
9	1,1	7,63	18,8	1,15	2	10	14
10	1,2	8,32	20,4	1,25	2	11	15
12	1,3	10,45	23,4	1,35	2,5	13	18
15	1,5	12,61	29,4	1,55	3	16	24
19	1,75	15,92	37,6	1,80	3,5	20	31
24	2	21,88	44,6	2,05	4	25	38
30	2,5	25,80	52,6	2,55	4,5	32	42

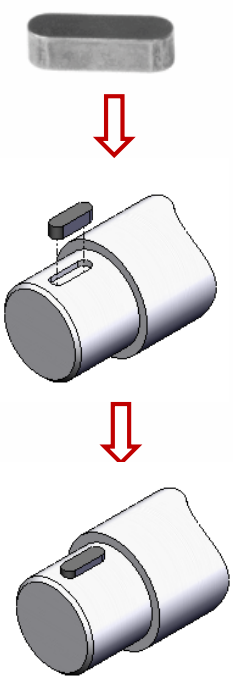
Οι ασφάλειες αξόνων κατά DIN 6799 χρησιμοποιούνται για την αξονική συγκράτηση εξαρτημάτων επάνω σε ατράκτους ή άξονες, όταν απαιτείται τοποθέτηση σε μικρό χώρο αξονικά όπου δεν χωρούν ογκώδη στοιχεία μηχανών. Η ασφάλεια αυτή τοποθετείται σε αυλάκι στον άξονα ή την άτρακτο και, λόγω της μορφής της, μπορεί να τοποθετηθεί με κατάλληλο εργαλείο διευκολύνοντας ιδιαίτερα τη συναρμολόγηση σε γραμμές παραγωγής ή σε μηχανολογικές διατάξεις με περιορισμένη πρόσβαση. Οι ασφάλειες κατά DIN 6799 συναντώνται συχνά σε αυτοματισμούς, μικρές μεταδόσεις κίνησης, αρθρώσεις, οικιακές ή βιομηχανικές συσκευές και γενικά σε ατράκτους μικρών έως μεσαίων διαμέτρων, όπου σημαντικό ρόλο παίζει η ταχύτητα συναρμολόγησης.

Ασφάλειες αξόνων κατά DIN 6799

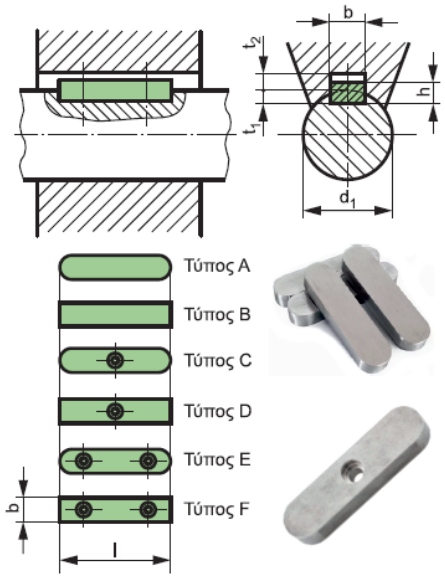
Οι **οδηγοί σφήνες** είναι η πιο συνηθισμένη μορφή σύνδεσης ατράκτου και πλήμνης. Έχουν χαμηλό κόστος κατασκευής ενώ συναρμολογούνται και αποσυναρμολογούνται πολύ εύκολα. Οι **οδηγοί σφήνες**, όπως και τα περισσότερα στοιχεία μηχανών, έχουν τυποποιηθεί σε ειδικές μορφές.



1. Περικόχλιο
2. Ροδέλα
3. Σφήνα
4. Τροχός
5. Άξονας



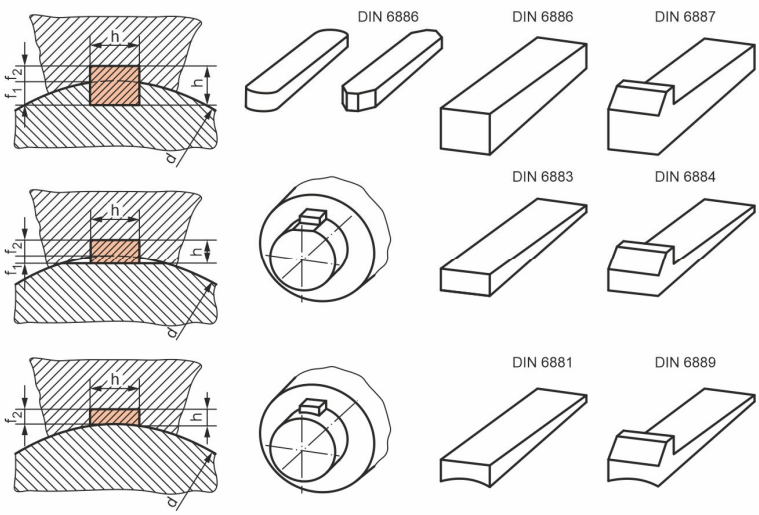
Έδραση τροχού με σφήνα



d_1	b	h	t_1	t_{2R}	t_{2U}	l	
						από	έως
6…8	2	2	1,2	1	0,5	6	20
8…10	3	3	2,5	1,4	0,9	6	36
10…12	4	4	2,5	1,8	1,2	8	45
12…17	5	5	3	2,3	1,7	10	56
17…22	6	6	3,5	2,8	2,2	14	70
22…30	8	7	4	3,3	2,4	18	90
30…38	10	8	5	3,3	2,4	20	110
38…44	12	8	5	3,3	2,4	28	140
44…50	14	9	5,5	3,8	2,9	36	160
50…58	16	10	6	4,3	3,4	45	180
58…65	18	11	7	4,4	3,4	50	200
65…75	20	12	7,5	4,9	3,9	56	220
75…85	22	14	9	5,4	4,4	63	250
85…95	25	14	9	5,4	4,4	70	280
95…110	28	16	10	6,4	5,4	80	320
110…130	32	18	11	7,4	6,4	90	360

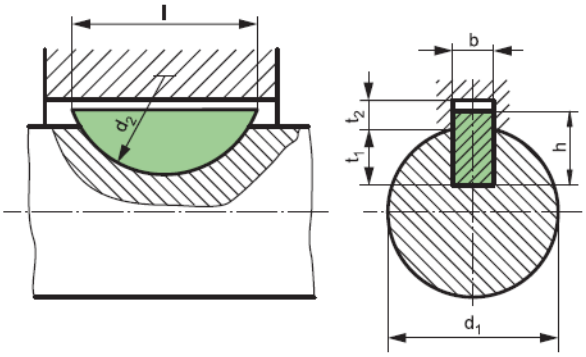
(διαστάσεις σε mm)

Γενικά στις μηχανολογικές κατασκευές χρησιμοποιούνται κυρίως οι τυποποιημένοι οδηγοί σφήνες κατά **DIN 6885-1.**



Οι δισκοειδείς σφήνες κατά **DIN 6888** έχουν τη μορφή ημικυκλικού δίσκου και χρησιμοποιούνται κυρίως σε ατράκτους με περιορισμένη καταπόνηση. Οι σφήνες κατά **DIN 6881** χρησιμοποιούνται για γενική χρήση σε τροχαλίες, οδοντωτούς τροχούς, συμπλέκτες και πλήμνες όπου απαιτείται απλή, οικονομική και αξιόπιστη μετάδοση ροπής με σχετικά εύκολη κατεργασία του σφηναύλακα σε άτρακτο και πλήμνη. Οι σφήνες κατά **DIN 6883** προτιμώνται όταν απαιτείται καλή αυτοευθυγράμμιση στην πλήμνη ή όταν ο άξονας είναι μικρής διαμέτρου και συναντώνται συχνά σε μικρότερους μηχανισμούς και μηχανολογικές διατάξεις και σε εφαρμογές με πιο σφιχτή συναρμογή.

Οι σφήνες κατά **DIN 6884** είναι κωνικές σφήνες που έλκουν την πλήμνη κατά την τοποθέτηση και χρησιμοποιούνται όταν η ροπή πρέπει να συνοδεύεται με αυξημένη αξονική σύσφιξη και ελαχιστοποίηση των διάκενων (τζόγων) μεγαλύτερη ευαισθησία στη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση. Οι σφήνες κατά DIN 6886 και DIN 6887 χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται ιδιαίτερος τρόπος συγκράτησης, γεωμετρία, διαμόρφωση ή περιορισμοί στην πρόσβαση και όχι σε κλασσικές περιπτώσεις. Τέλος, οι σφήνες κατά DIN 6889 επιτρέπουν αξονική μετακίνηση της πλήμνης πάνω στον άξονα ενώ εξακολουθούν να μεταδίδουν ροπή, με τυπικές εφαρμογές σε συμπλέκτες μετατόπισης, μεταβλητές τροχαλίες ή μηχανισμούς όπου απαιτείται συνδυασμός ροπής και αξονικής ολίσθησης.

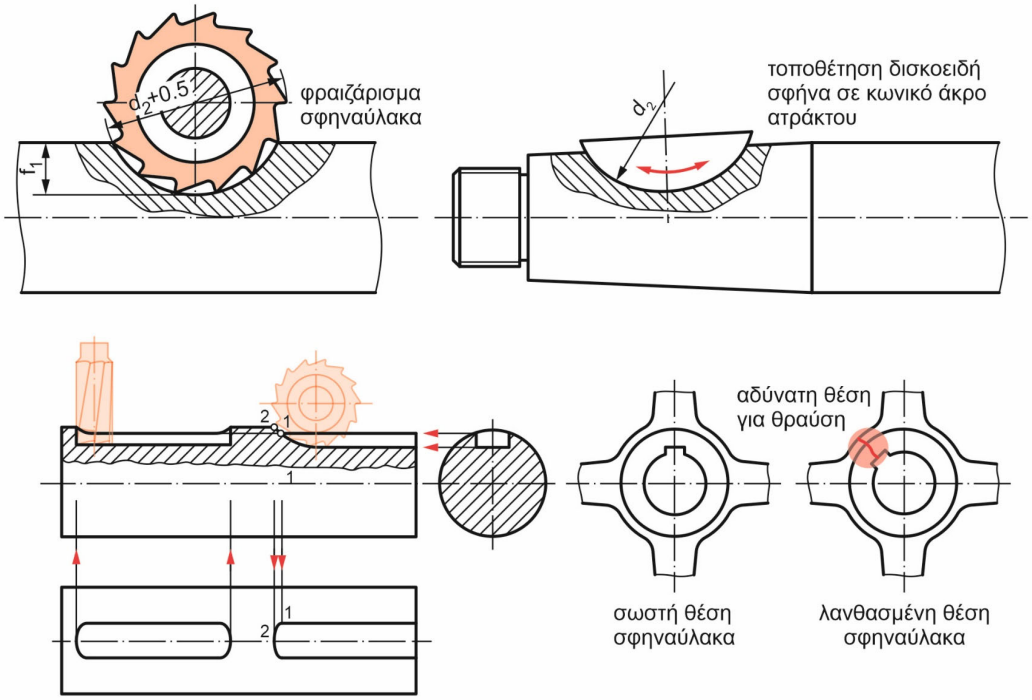


(διαστάσεις σε mm)

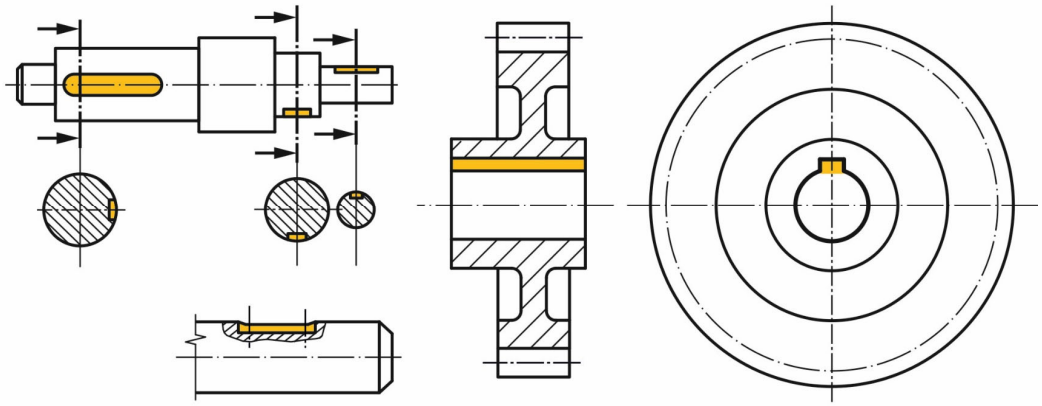
d1	b=h9	h=h12			t1			t2	d2		
3…4	1	1,4			1			0,6	4		
4…6	1,5	2,6			2			0,8	7		
6…8	2	-	2,6	3,7	-	1,8	2,9	1	-	7	10
8…10	3	3,7	5	6,5	2,5	3,8	5,3	1,4	10	13	16
10…12	4	5	6,5	7,5	3,5	5	6	1,7	13	16	19
12…17	5	6,5	7,5	9	4,5	5,5	7	2,2	16	19	22
17…22	6	7,5	9	11	5,1	6,6	8,6	2,6	19	22	28
22…30	8	9	11	13	6,2	8,2	10,2	3	22	28	32
30…38	10	11	13	16	7,8	9,8	12,8	3,4	28	32	45

Οι δισκοειδείς σφήνες κατά **DIN 6888** έχουν τη μορφή ημικυκλικού δίσκου και χρησιμοποιούνται κυρίως σε ατράκτους με περιορισμένη καταπόνηση.

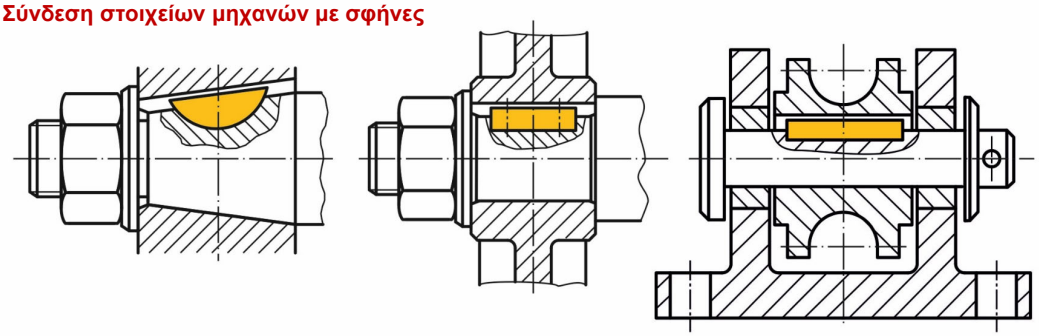
Η κατεργασία ενός σφηναύλακα πραγματοποιείται συνήθως με φραιζάρισμα με δισκοειδή κοπτήρα για τη δημιουργία σφηναύλακα στον οποίο πρόκειται να τοποθετηθεί δισκοειδής σφήνα. Αντίστοιχο περιφερικό φραιζάρισμα πραγματοποιείται προκειμένου να γίνει η κατεργασία για δισκοειδή σφήνα σε κωνικό άκρο μιας ατράκτου.



Σφηναύλακες

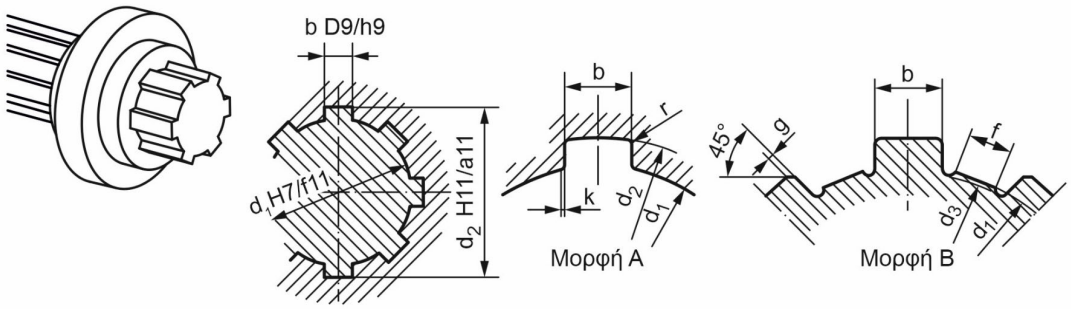


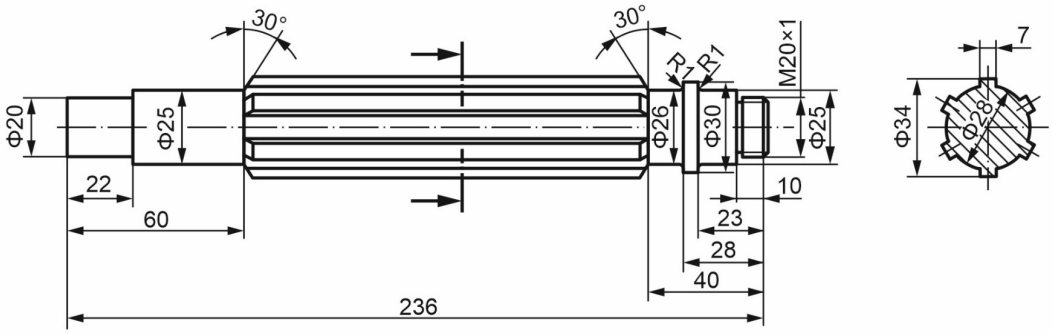
Σύνδεση στοιχείων μηχανών με σφήνες



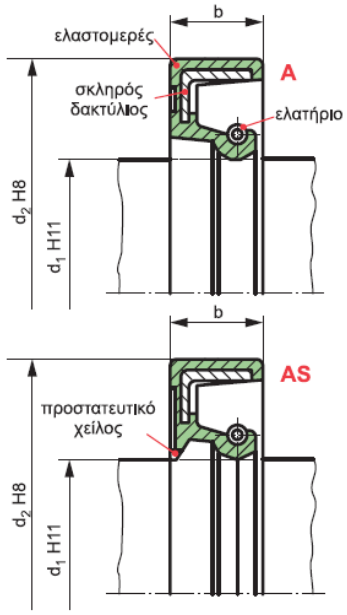
Παραδείγματα εξαρτημάτων με σφηναύλακες

Η σύνδεση με **πολύσφηνο** προσφέρει τη δυνατότητα κατανομής των επιφανειακών τάσεων σε όλα τα δόντια του πολύσφηνου ή αντίστοιχα τις εγκοπές της πλήμνης, ώστε γενικά να εξασκούνται χαμηλότερες τάσεις ανά διαμόρφωση. Γενικά η σύνδεση με πολύσφηνο έχει υψηλότερο κόστος από την αντίστοιχη σύνδεση με σφήνα αλλά εξασφαλίζει καλύτερη ομοαξονικότητα της ατράκτου και της πλήμνης.





Πολύσφηνα

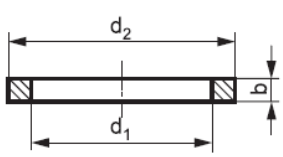


d_1	d_2	b±0,2
16	28 30 32 35	7
18	30 32 35 40	7
20	30 32 35 40 47	7
22	32 35 40 47	7
25	35 40 42 47 52	7
28	40 47 52	7
32	45 47 52	7
36	47 50 52 62	7
40	52 55 62 72	7
45	60 62 65 72	8
50	65 68 72 80	8
56	70 72 80 85	8
63	85 90	10
70	90 100	10
80	100 110	10
90	110 120	12
100	120 125 130	12
110	130 140	12
120	150 160	12
130	160 170	12

(διαστάσεις σε mm)

Στις μηχανολογικές κατασκευές χρησιμοποιούνται λιπαντικά για να μειώσουν τις τριβές και να καθυστερήσουν την ανάπτυξη της φθοράς στα μηχανικά μέρη. Προκειμένου οι λιπαινόμενοι χώροι να παραμένουν καθαροί από ακαθαρσίες και ταυτόχρονα το λιπαντικό να μη διαφεύγει, χρησιμοποιούνται ειδικά για κάθε περίπτωση **στεγανοποιητικά**, όπως οι **ελαστικοί δακτύλιοι στεγανοποίησης** (**τσιμούχες**) που χρησιμοποιούνται κυρίως στη λίπανση με ορυκτέλαια και οι **δακτύλιοι στεγανοποίησης από πίλημα** (**κετσέ**) που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στη λίπανση με γράσο.

Ελαστικοί δακτύλιοι στεγανοποίησης κατά DIN 3760

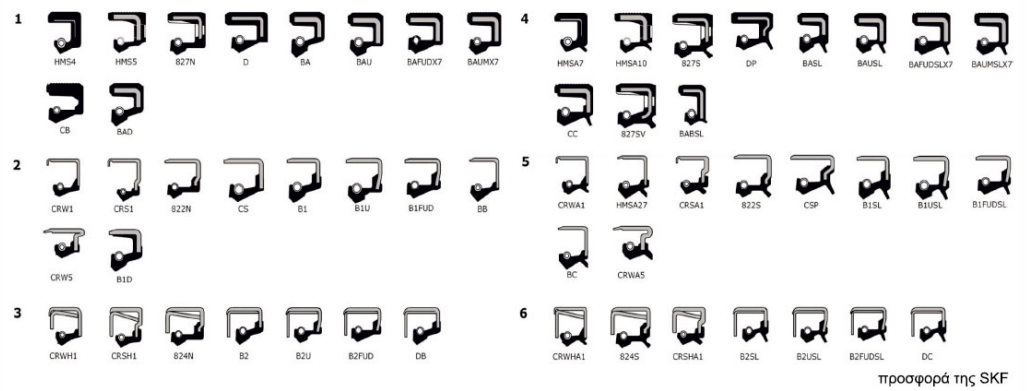


(διαστάσεις σε mm)

d_1	b	d_2	d_1	b	d_2
17±0,04	4±0,04	27±0,05	70±0,06	7,5±0,05	88±0,07
20±0,04	4±0,04	30±0,05	75±0,06	7,5±0,05	93±0,07
25±0,04	5±0,04	37±0,05	85±0,07	7,5±0,05	103±0,07
30±0,04	5±0,04	42±0,05	100±0,07	10±0,05	124±0,08
35±0,05	5±0,04	47±0,05	110±0,07	10±0,05	134±0,08
40±0,05	5±0,04	52±0,06	120±0,07	10±0,05	144±0,08
50±0,05	6,5±0,04	66±0,06	135±0,08	11±0,06	158±0,08
55±0,06	6,5±0,04	71±0,06	150±0,08	12±0,06	182±0,08
60±0,06	6,5±0,04	76±0,06	165±0,08	12±0,06	197±0,08
65±0,06	6,5±0,04	81±0,07	180±0,08	12±0,06	212±1

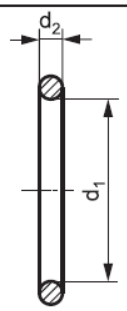
Ο **κετσές** χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως δακτύλιος στεγανοποίησης ή ως φραγή των ρύπων, ιδίως σε διατάξεις όπου ζητείται απλότητα, χαμηλό κόστος και αντοχή σε περιβάλλοντα με σκόνη, χωρίς απαίτηση για απόλυτη στεγανότητα λαδιού υψηλής πίεσης. Ο κετσές λειτουργεί σαν πορώδες μέσο, δηλαδή μπορεί να εμποτιστεί με λάδι ή γράσο και να σχηματίσει ένα σταθερό φιλμ συγκρατώντας ρύπους και μειώνοντας τη διείσδυση της σκόνης.

Δακτύλιοι στεγανοποίησης με πίλημα (κετσέ) κατά DIN 5419



προσφορά της SKF

Στον σχεδιασμό μηχανολογικών διατάξεων, η **επιλογή** ανάμεσα σε **τσιμούχα** και **κετσέ** ή συνδυασμό τους, γίνεται με κριτήριο τις απαιτήσεις λειτουργίας. Όταν στόχος είναι ο περιορισμός διαρροών λαδιού σε περιστρεφόμενο άξονα, η τσιμούχα είναι η πρωτεύουσα λύση. Όταν όμως το πρόβλημα είναι κυρίως οι ακαθαρσίες και η ανάγκη για ένα ανθεκτικό εμπόδιο απέναντι σε αυτές με χαμηλό κόστος, ο κετσές είναι συχνά επαρκής ή αποτελεί εξαιρετική αρχική προστασία.

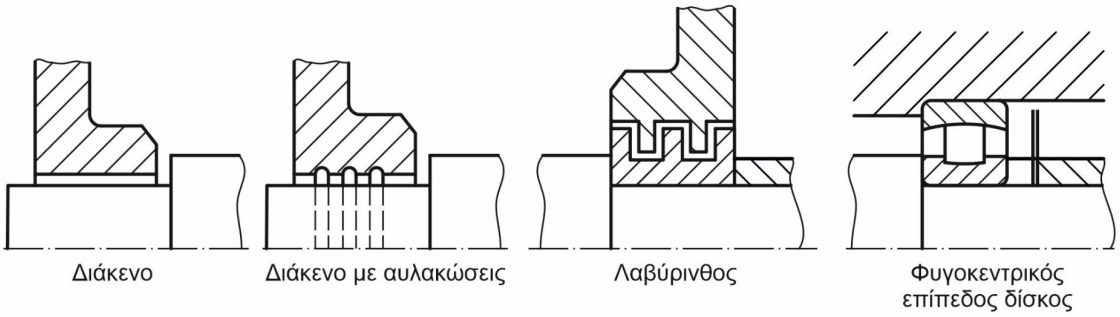


(διαστάσεις σε mm)

$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$
4 x 1,8±0,08	25 x 2,65±0,09	40 x 5,3±0,13	206 x 7±0,15
5 x 1,8±0,08	30 x 2,65±0,09	50 x 5,3±0,13	212 x 7±0,15
6 x 1,8±0,08	32,5 x 2,65±0,09	60 x 5,3±0,13	218 x 7±0,15
8 x 1,8±0,08	35,5 x 2,65±0,09	75 x 5,3±0,13	224 x 7±0,15
10 x 1,8±0,08	37,5 x 2,65±0,09	85 x 5,3±0,13	230 x 7±0,15
12,5 x 1,8±0,08	40 x 3,55±0,10	95 x 5,3±0,13	236 x 7±0,15
15 x 2,65±0,09	45 x 3,55±0,10	100 x 5,3±0,13	250 x 7±0,15
16 x 2,65±0,09	50 x 3,55±0,10	150 x 5,3±0,13	265 x 7±0,15
18 x 2,65±0,09	60 x 3,55±0,10	175 x 5,3±0,13	280 x 7±0,15
20 x 2,65±0,09	70 x 3,55±0,10	200 x 5,3±0,13	300 x 7±0,15

Τα **O-ring** αποτελούν μια από τις πιο κλασσικές λύσεις στεγανοποίησης σε μηχανολογικές διατάξεις, επειδή είναι απλά, οικονομικά και μπορούν να προσφέρουν πολύ υψηλή στεγανότητα όταν σχεδιαστούν σωστά οι έδρες τους. Η βασική τους αρχή λειτουργίας είναι η ελαστική παραμόρφωση.

Η βασική αρχή λειτουργίας των O-ring είναι η **ελαστική παραμόρφωση**. Το O-ring τοποθετείται σε κατάλληλο αυλάκι και συμπιέζεται ουσιαστικά μεταξύ δύο επιφανειών δημιουργώντας επαφή που εμποδίζει τη διαρροή. Σε στατικές στεγανοποιήσεις όπως είναι τα καπάκια, οι φλάντζες, οι συνδέσεις σωληνώσεων, κ.λπ., είναι ιδιαίτερα αποδοτικά και ανθεκτικά, ενώ μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε δυναμικές εφαρμογές (για παράδειγμα έμβολα, κινούμενα εξαρτήματα με μικρές ταχύτητες, κ.λπ.), αλλά απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή στη φθορά τους και στην επιλογή του κατάλληλου υλικού.

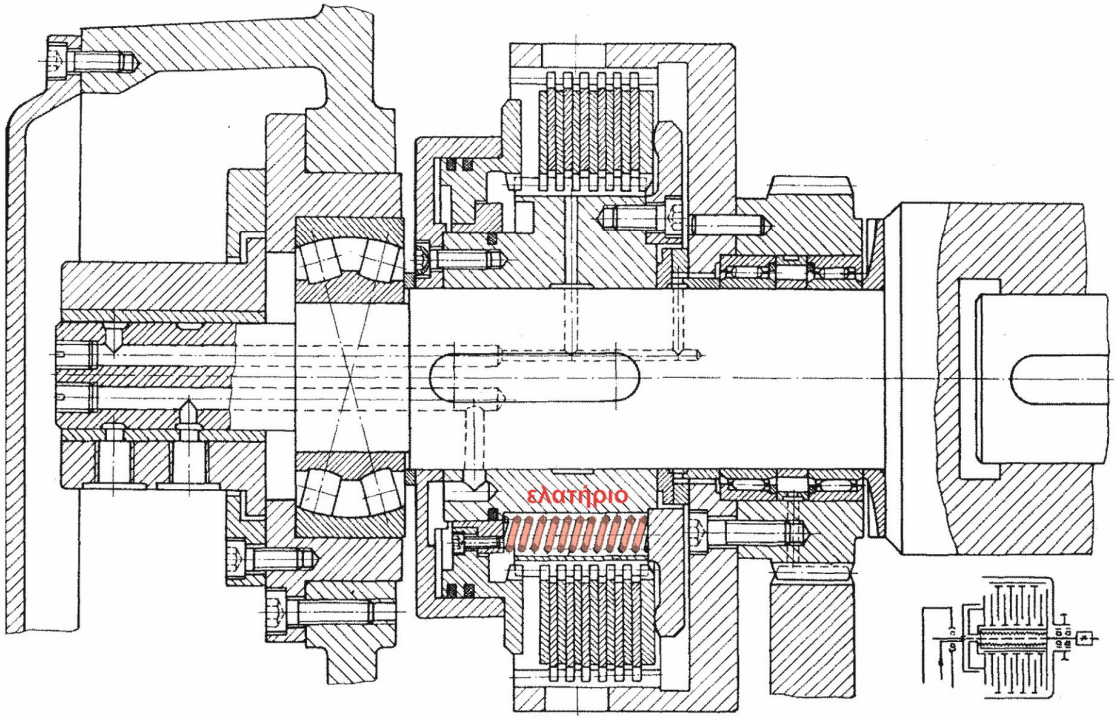


Τα **στεγανοποιητικά χωρίς επαφή** βασίζονται στη γεωμετρία της ροής και στη δημιουργία δύσκολων διαδρομών για τους ρύπους ή/και για το λιπαντικό. Τα **απλά διάκενα στεγανοποίησης** αξιοποιούν ένα μικρό, ελεγχόμενο κενό μεταξύ περιστρεφόμενου και σταθερού μέρους, ώστε να μειώνεται σημαντικά η είσοδος σκόνης και οι απώλειες γράσου χωρίς τριβές. Σε πιο απαιτητικά περιβάλλοντα το διάκενο διαμορφώνεται σε **λαβύρινθο**, όπου μια σειρά από δακτυλιοειδείς αυλακώσεις και στροφές αναγκάζουν το ρευστό ή τα σωματίδια να αλλάζουν συνεχώς κατεύθυνση και να χάνουν ενέργεια, επιτυγχάνοντας πολύ καλύτερη προστασία με μηδενική σχεδόν φθορά. Τα **φυγοκεντρικά στοιχεία στεγανοποίησης** εκμεταλλεύονται την περιστροφή και καθώς η άτρακτος περιστρέφεται, νερό, λάσπη ή άλλα υγρά εκτινάσσονται προς τα έξω λόγω φυγοκέντρησης πριν προλάβουν να περάσουν προς την έδραση, λειτουργώντας ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε υγρό περιβάλλον. Τέλος, οι **στεγανοποιητικοί δίσκοι** που τοποθετούνται στις μετωπικές επιφάνειες των εδράνων κύλισης ή στο κέλυφος, δημιουργούν επίσης μια επιπλέον ασπίδα που μειώνει την απευθείας έκθεση του εδράνου σε ρύπους και βοηθά στη συγκράτηση του γράσου, συχνά σε συνδυασμό με λαβύρινθο ή απλό διάκενο. Τα στεγανοποιητικά χωρίς επαφή που αναφέρθηκαν, προτιμώνται όταν υπάρχουν **υψηλές στροφές, ελάχιστη τριβή και χαμηλή παραγωγή θερμότητας και ζητείται μεγάλη διάρκεια ζωής**, με τον συμβιβασμό όμως ότι συνήθως δεν προορίζονται για απόλυτη στεγανότητα.

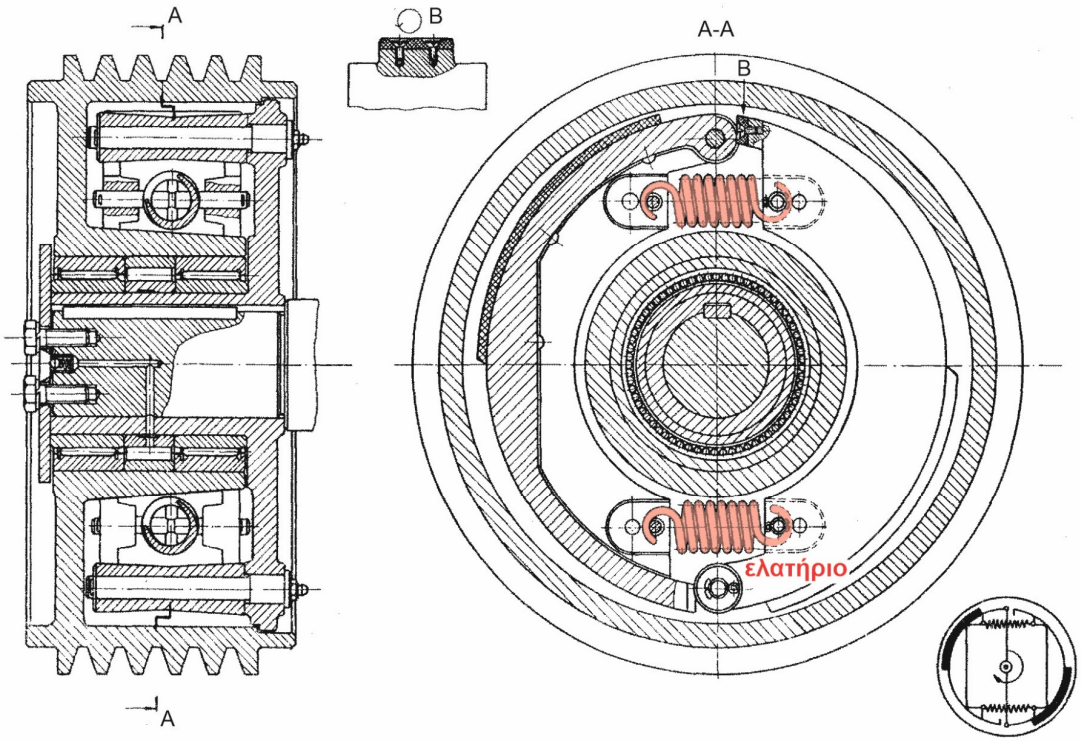
Στεγανοποιητικά χωρίς επαφή

Τα **ελατήρια** είναι στοιχεία μηχανών τα οποία χρησιμοποιούνται ως αποθήκη ενέργειας, αποθηκεύοντάς την όταν συμπιέζονται ή εκτείνονται και προσφέροντας ανάλογη ενέργεια όταν αποφορτίζονται. Η λειτουργία τους βασίζεται κυρίως στον **νόμο του Hooke** στην ελαστική περιοχή, όπου η παραμόρφωση είναι ανάλογη της εφαρμοζόμενης δύναμης. Η κατάλληλη επιλογή ελατηρίου σε μια μηχανολογική διάταξη επηρεάζει άμεσα τη λειτουργικότητα αλλά και τη διάρκεια ζωής ενός μηχανισμού. Τα είδη των ελατηρίων είναι κυρίως τα **ελικοειδή**, **δισκοειδή**, **σπειροειδή** και **ελασματοειδή.**

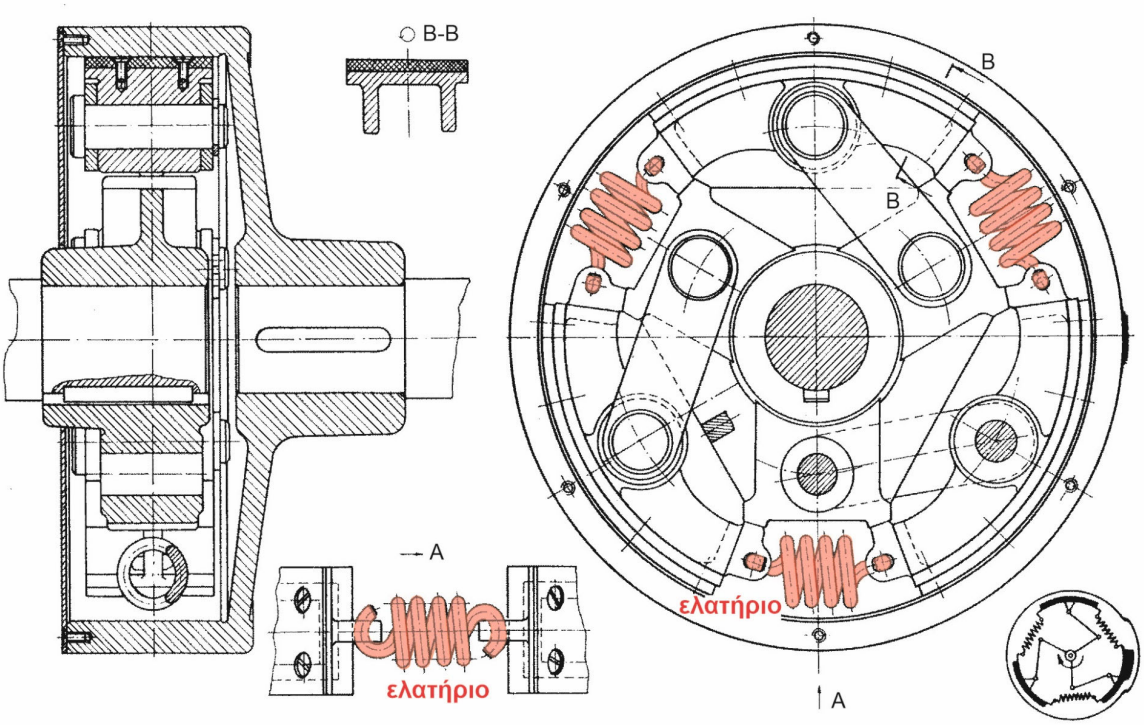
Διάφορα ελατήρια



Κυλινδρικό ελατήριο πίεσης (θλιπτικής καταπόνησης) σε δισκοειδή συμπλέκτη

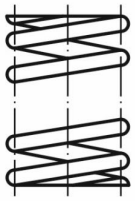
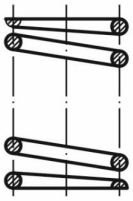
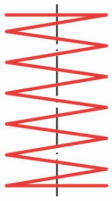
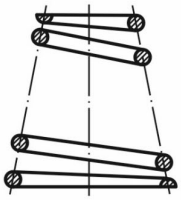
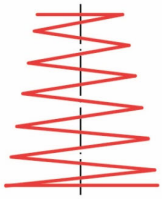


Κυλινδρικό ελατήριο έλξης σε φυγοκεντρικό συμπλέκτη σε τροχαλία



Κυλινδρικό ελατήριο έλξης σε φυγοκεντρικό συμπλέκτη

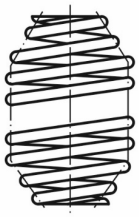
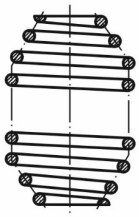
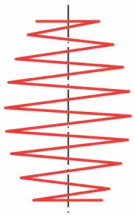
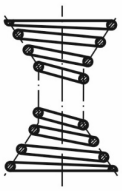
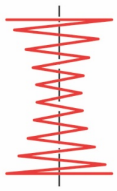
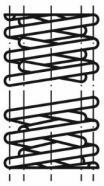
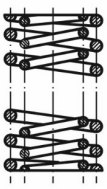
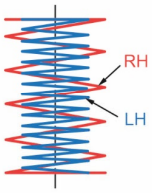
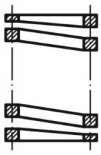
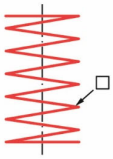
ISO 2162-1:1993

	όψη	όψη σε τομή	απλοποιημένη σχεδίαση
κυλινδρικά ελικοειδή ελατήρια θλιπτικής καταπόνησης			
κωνικά ελικοειδή ελατήρια θλιπτικής καταπόνησης			

Οι βασικοί τύποι ελατηρίων ταξινομούνται ανάλογα με το είδος της φόρτισης και τη γεωμετρία τους. Η πιο γνωστή κατηγορία ελατηρίων είναι τα **ελατήρια συμπίεσης**, συνήθως ελικοειδή, τα οποία λειτουργούν όταν το μήκος τους μειώνεται. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε βαλβίδες, ανακουφιστικές διατάξεις, συστήματα ανάρτησης και κάθε εφαρμογή όπου χρειάζεται δύναμη επαναφοράς με σχετικά προβλέψιμη συμπεριφορά. Αντίστοιχα, τα **ελατήρια εφελκυσμού** αποδίδουν δύναμη όταν τεντώνονται και διαθέτουν συνήθως άγκιστρα ή βρόχους στα άκρα τους και συναντώνται σε μηχανισμούς συγκράτησης, κλείστρα, και γενικά μηχανισμούς όπου απαιτείται έλξη με προκαθορισμένη δύναμη. Μια τρίτη, ιδιαίτερα σημαντική κατηγορία είναι τα **ελατήρια στρέψης**, όπου η φόρτιση γίνεται με ροπή και η παραμόρφωση εκφράζεται ως γωνιακή μετατόπιση.

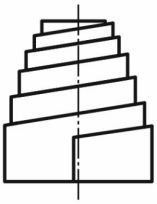
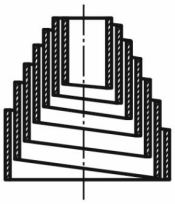
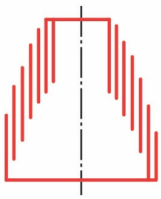
Κυλινδρικά και κωνικά ελατήρια θλιπτικής καταπόνησης

ISO 2162-1:1993

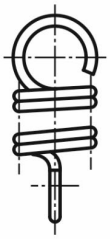
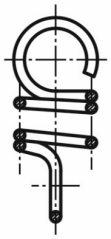
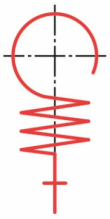
	όψη	όψη σε τομή	απλοποιημένη σχεδίαση
διπλά κωνικά ελικοειδή ελατήρια θλιπτικής καταπόνησης βαρελοειδή ελατήρια			
διπλά κωνικά ελικοειδή ελατήρια θλιπτικής καταπόνησης με στένωση στη μέση			
συστοιχία ελικοειδών ελατηρίων θλιπτικής καταπόνησης			
κυλινδρικά ελικοειδή ελατήρια θλιπτικής καταπόνησης με τετραγωνική διατομή			

Συνδυασμός κυλινδρικών και κωνικών ελατηρίων θλιπτικής καταπόνησης

ISO 2162-1:1993

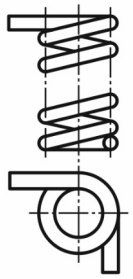
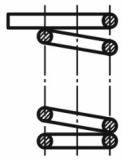
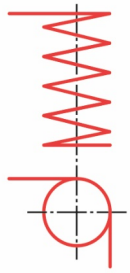
	όψη	όψη σε τομή	απλοποιημένη σχεδίαση
κωνικά ελικοειδή ελατήρια θλιπτικής καταπόνησης από έλασμα ορθογωνικής διατομής			

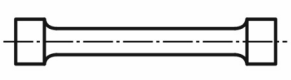
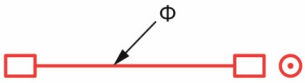
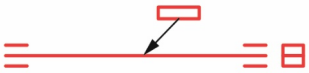
ISO 2162-1:1993

	όψη	όψη σε τομή	απλοποιημένη σχεδίαση
κυλινδρικά ελατήρια εφελκυστικής καταπόνησης ελατήρια έλξης			

Κωνικά ελικοειδή ελατήρια από έλασμα ορθογωνικής διατομής και Κυλινδρικά ελατήρια έλξης

ISO 2162-1:1993

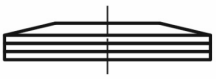
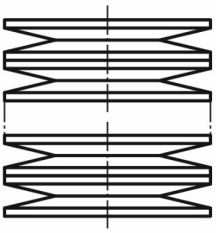
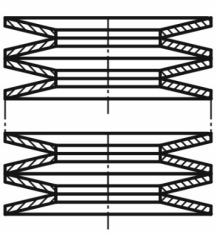
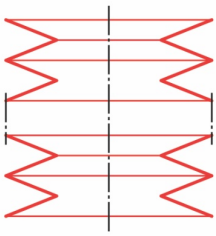
	όψη	όψη σε τομή	απλοποιημένη σχεδίαση
κυλινδρικά ελατήρια στρεπτικής καταπόνησης			

	όψη		απλοποιημένη σχεδίαση
ράβδος στρέψης με κυκλική διατομή			
στιβάδα ράβδων στρέψης με ορθογωνική διατομή			

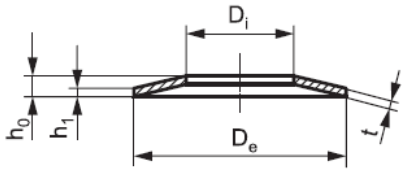
Ελατήρια στρεπτικών καταπονήσεων

Πολύ διαδεδομένα στη βιομηχανία είναι τα **δισκοειδή ελατήρια** (**τύπου Belleville**), τα οποία αποδίδουν μεγάλες δυνάμεις σε μικρές μετατοπίσεις και μπορούν να στοιβάζονται σε σειρές ή παράλληλα για να ρυθμιστεί η συνολική δυσκαμψία και διαδρομή.

ISO 2162-1:1993

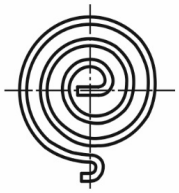
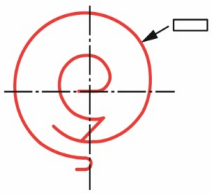
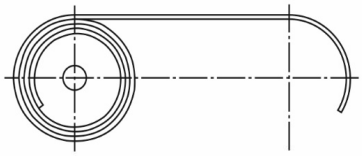
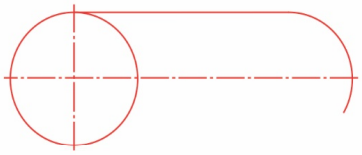
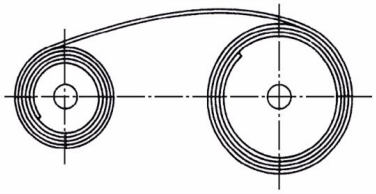
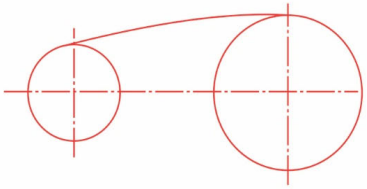
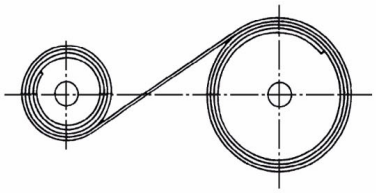
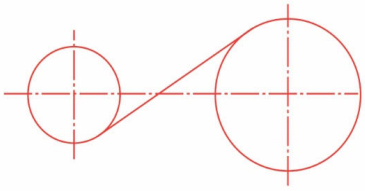
	όψη	όψη σε τομή	απλοποιημένη σχεδίαση
απλό δισκοειδές ελατήριο			
στιβάδα δισκοειδών ελατηρίων σε ομόρροπη διάταξη			
στιβάδα δισκοειδών ελατηρίων ανά δύο σε αντίρροπη διάταξη			

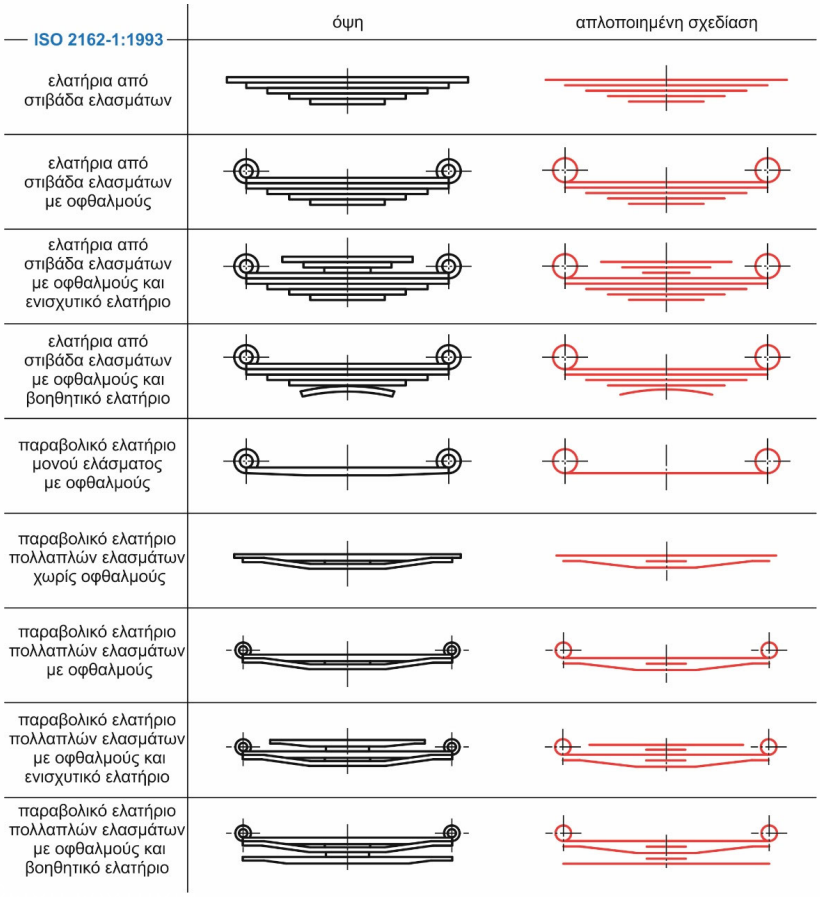
Δισκοειδή ελατήρια (Belleville)



			Σειρά A				Σειρά B				Σειρά C			
	De	Di	t	l_0	F σε N	s	t	l_0	F σε N	s	t	l_0	F σε N	s
t < 1,25mm	8	4,2	0,4	0,6	210	0,15	0,3	0,55	118	0,19	0,2	0,45	39	0,19
	10	5,2	0,5	0,75	325	0,19	0,4	0,7	209	0,23	0,25	0,55	58	0,23
	12,5	6,2	0,7	1,0	660	0,23	0,5	0,85	294	0,26	0,35	0,8	151	0,34
	14	7,2	0,8	1,1	797	0,23	0,5	0,9	279	0,3	0,35	0,8	123	0,34
	16	8,2	0,9	1,25	1013	0,26	0,6	1,05	410	0,34	0,4	0,9	154	0,38
	18	9,2	1,0	1,4	1254	0,3	0,7	1,2	566	0,38	0,45	1,05	214	0,45
	20	10,2	1,1	1,55	1521	0,34	0,8	1,35	748	0,41	0,5	1,15	254	0,49
t = 1,25mm έως 6mm	22,5	11,2	1,25	1,75	1929	0,38	0,8	1,45	707	0,49	0,6	1,4	426	0,6
	25	12,2	1,5	2,05	2926	0,41	0,9	1,6	862	0,53	0,7	1,6	600	0,68
	28	14,2	1,5	2,15	2841	0,49	1,0	1,8	1107	0,6	0,8	1,8	801	0,75
	31,5	16,3	1,75	2,45	3871	0,53	1,25	2,15	1913	0,68	0,81	1,85	687	0,79
	35,5	18,3	2	2,8	5187	0,6	1,25	2,25	1699	0,75	0,9	2,05	832	0,86
	40	20,4	2,25	3,15	6500	0,68	1,5	2,65	2622	0,86	1,0	2,3	1017	0,98
	45	22,4	2,5	3,5	7716	0,75	1,75	3,05	3646	0,98	1,25	2,85	1891	1,2
	50	25,4	3	4,1	11976	0,83	2	3,4	4762	1,05	1,25	2,85	1550	1,2
	56	28,5	3	4,3	11388	0,98	2	3,6	4438	1,2	1,5	3,45	2622	1,46
	63	31	3,5	4,9	15025	1,05	2,5	4,25	7189	1,31	1,8	4,15	4238	1,76
	71	36	4	5,6	20535	1,2	2,5	4,5	6725	1,5	2	4,6	5144	1,95
	80	41	5	6,7	33559	1,28	3	5,3	10518	1,73	2,25	5,2	6613	2,21
	90	46	5	7	31354	1,5	3,5	6	14161	1,88	2,5	5,7	7684	2,63
	100	51	6	8,2	48022	1,65	3,5	6,3	13070	2,1	2,7	6,2	8609	2,63

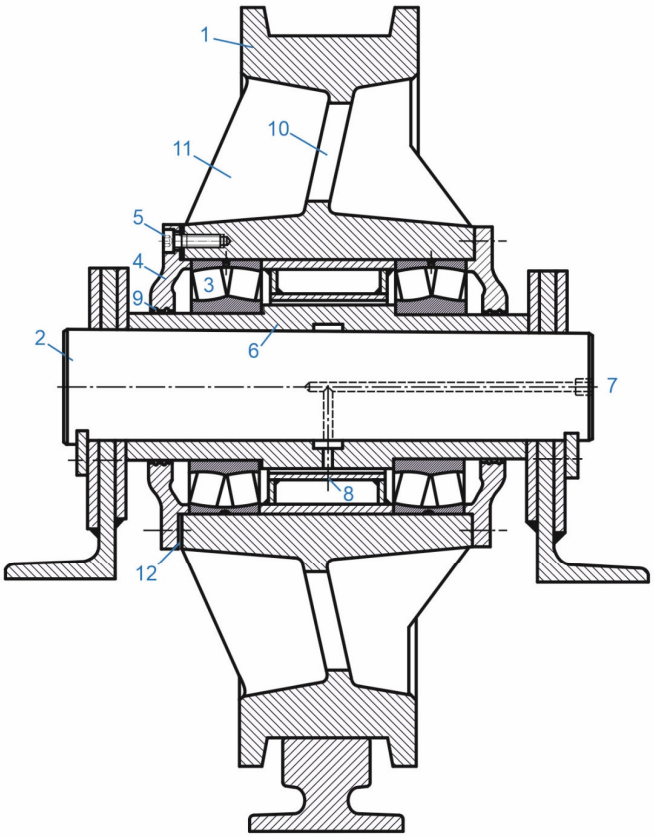
ISO 2162-1:1993

	όψη	απλοποιημένη σχεδίαση
σπειροειδές ελατήριο ορθογωνικής διατομής		
ελατήριο σταθερής δύναμης		
ελατήριο σταθερής δύναμης A-Motor		
ελατήριο σταθερής δύναμης B-Motor		



Ελασματοειδή ελατήρια

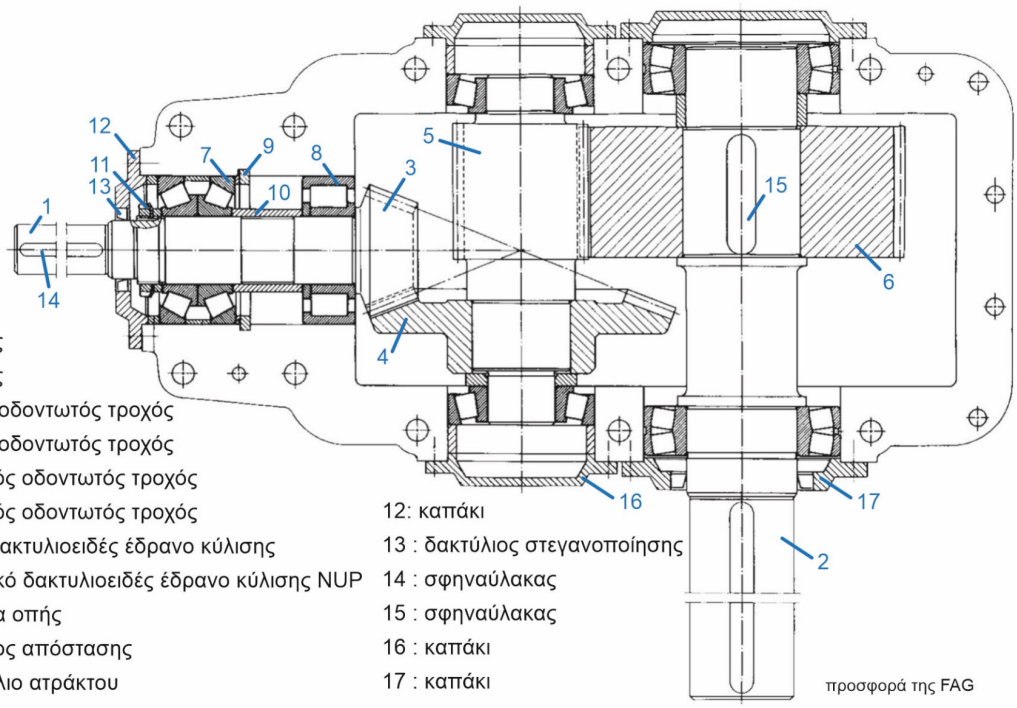
Γερανογέφυρα



1 : τροχός
2 : άξονας
3 : έδρανο κύλισης
4 : καπάκι
5 : κοχλίας
6 : δακτύλιος
7 : είσοδος λιπαντικού
8 : δακτύλιος απόστασης
9 : αυλάκια στεγανοποίησης
10: οπή τροχού
11: νεύρο τροχού
12: διάκενο

προσφορά της FAG

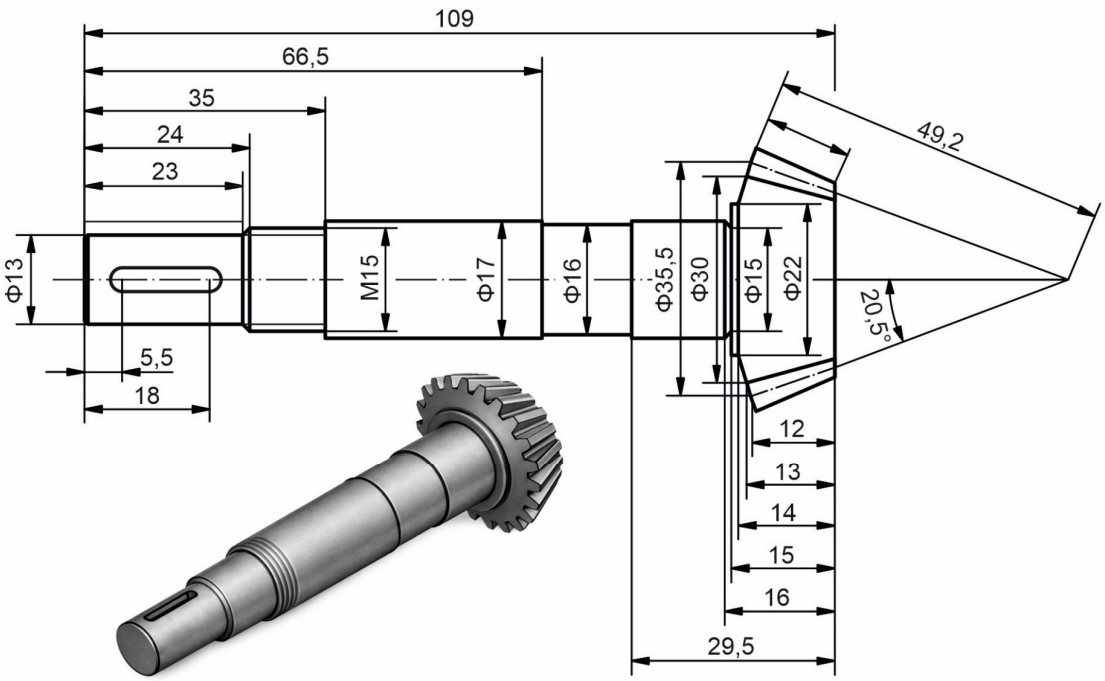
Τροχός γερανογέφυρας



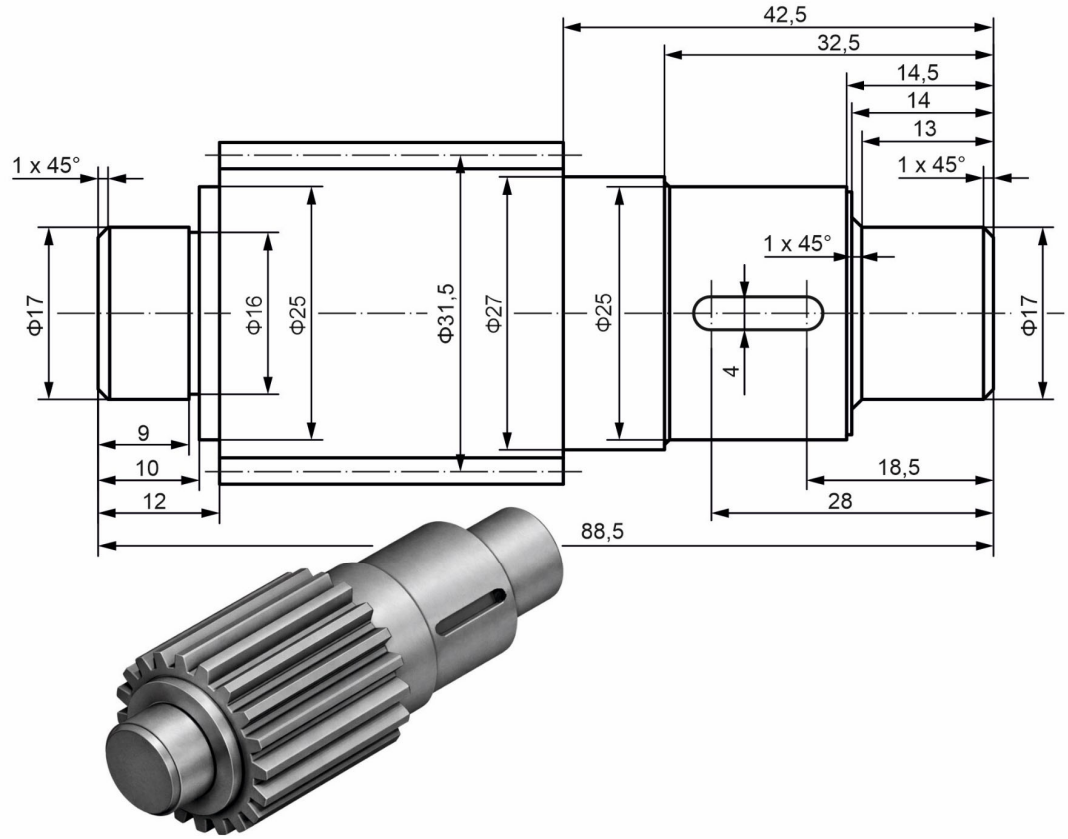
1 : άτρακτος
2 : άτρακτος
3 : κωνικός οδοντωτός τροχός
4 : κωνικός οδοντωτός τροχός
5 : μετωπικός οδοντωτός τροχός
6 : μετωπικός οδοντωτός τροχός
7 : κωνικό δακτυλιοειδές έδρανο κύλισης
8 : κυλινδρικό δακτυλιοειδές έδρανο κύλισης NUP
9 : ασφάλεια οπής
10: δακτύλιος απόστασης
11: περικόχλιο ατράκτου
12: καπάκι
13 : δακτύλιος στεγανοποίησης
14 : σφηναύλακας
15 : σφηναύλακας
16 : καπάκι
17 : καπάκι

προσφορά της FAG

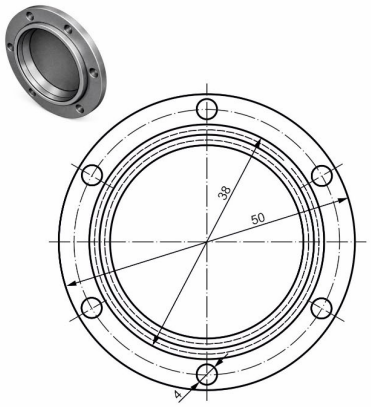
Μειωτήρας με ζεύγη οδοντωτών τροχών

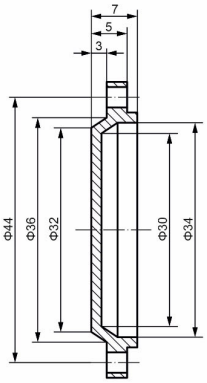


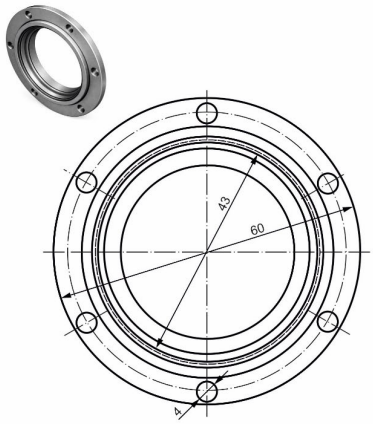
Άτρακτος μειωτήρα με κωνική οδόντωση (άτρακτος 1)

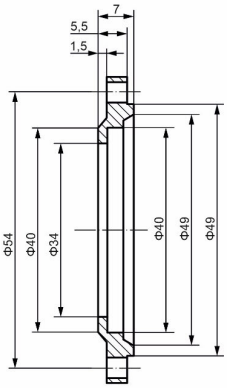


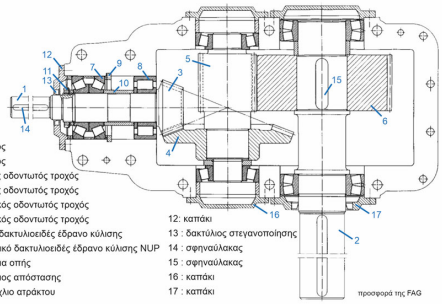
Άτρακτος με ευθεία μετωπική οδόντωση (άτρακτος 5)







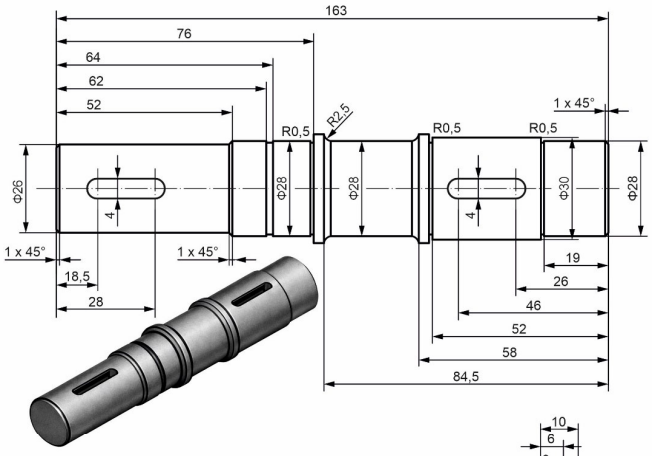


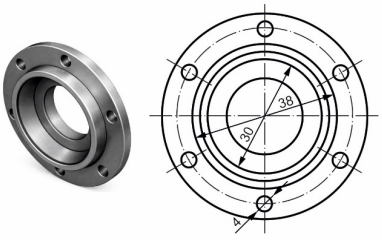


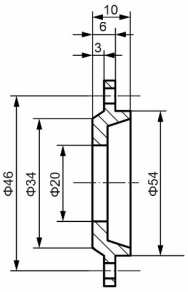
1 : άτρακτος
2 : άτρακτος
3 : κωνικός οδοντωτός τροχός
4 : κωνικός οδοντωτός τροχός
5 : μετωπικός οδοντωτός τροχός
6 : μετωπικός οδοντωτός τροχός
7 : κωνικό δακτυλιοειδές έδρανο κύλισης
8 : κυλινδρικό δακτυλιοειδές έδρανο κύλισης NUP
9 : ασφάλεια σπής
10: δακτύλιος απόστασης
11: περικόχλιο ατράκτου
12: καπάκι
13 : δακτύλιος στεγανοποίησης
14 : σφηναύλακας
15 : σφηναύλακας
16 : καπάκι
17 : καπάκι

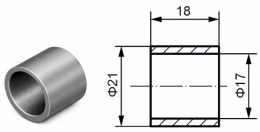
προσφορά της FAG

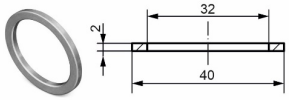
Κλειστό και ανοικτό καπάκι έδρασης (καπάκια 16 και 17 μειωτήρα)

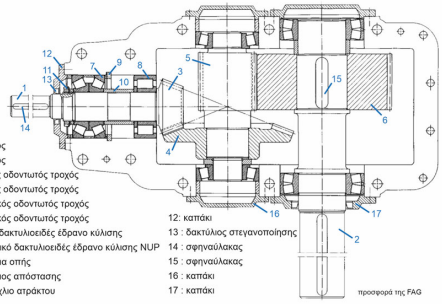








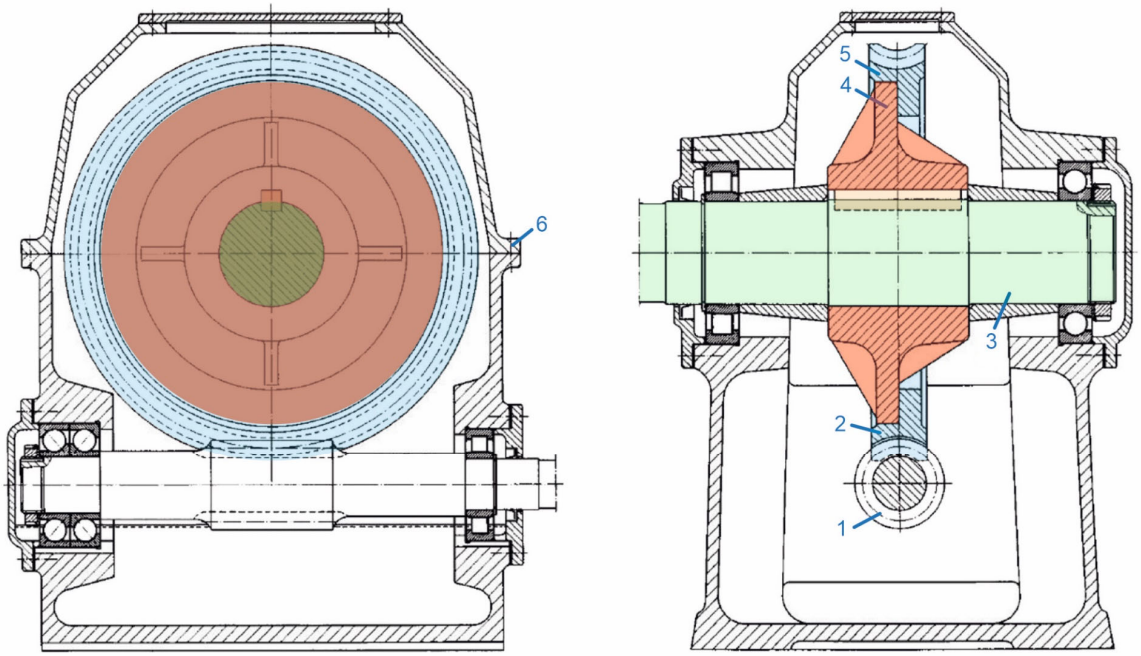




1 : άτρακτος
2 : άτρακτος
3 : κωνικός οδοντωτός τροχός
4 : κωνικός οδοντωτός τροχός
5 : μετωπικός οδοντωτός τροχός
6 : μετωπικός οδοντωτός τροχός
7 : κωνικό δακτυλιοειδές έδρανο κύλισης
8 : κυλινδρικό δακτυλιοειδές έδρανο κύλισης NUP
9 : ασφάλεια σπής
10: δακτύλιος απόστασης
11: περικόχλιο ατράκτου
12: καπάκι
13 : δακτύλιος στεγανοποίησης
14 : σφηναύλακας
15 : σφηναύλακας
16 : καπάκι
17 : καπάκι

προσφορά της FAG

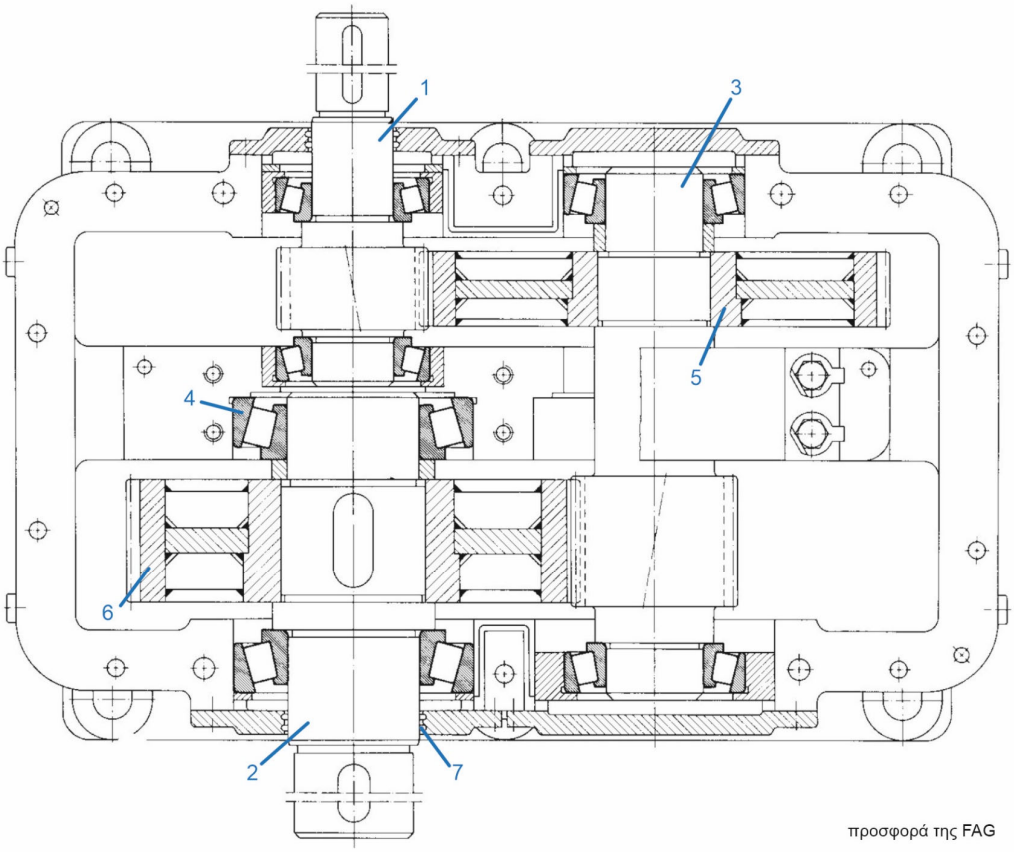
Άτρακτος, καπάκι και δακτύλιοι απόστασης (άτρακτος 2 - καπάκι 12)



προσφορά της FAG

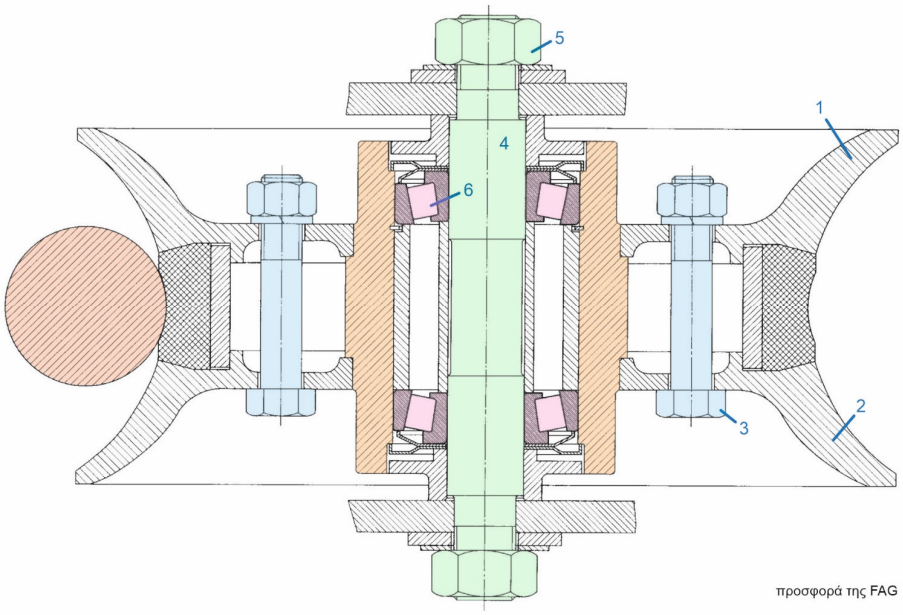
Ο **ατέρμονας κοχλίας** (1) δίνει κίνηση στην **κορώνα** (2) η οποία μεταφέρει την κίνηση με οδηγό σφήνα στην άτρακτο εξόδου (3). Η κορώνα, προκειμένου να αντικαθίστανται τα δόντια της μετά από φθορά, είναι χωρισμένη σε δύο μέρη έτσι ώστε το κυρίως σώμα να μην χρειάζεται αντικατάσταση. Το κέλυφος του μειωτήρα είναι διαιρετό έτσι ώστε ο μειωτήρας να συναρμολογείται και να αποσυναρμολογείται εύκολα. Η λίπανση του μειωτήρα επιτυγχάνεται με λάδι η στάθμη του οποίου πρέπει να συμπίπτει με το χαμηλότερο σημείο της γραμμής εμπλοκής του ατέρμονα κοχλία.

Μειωτήρας ατέρμονα - κορώνας



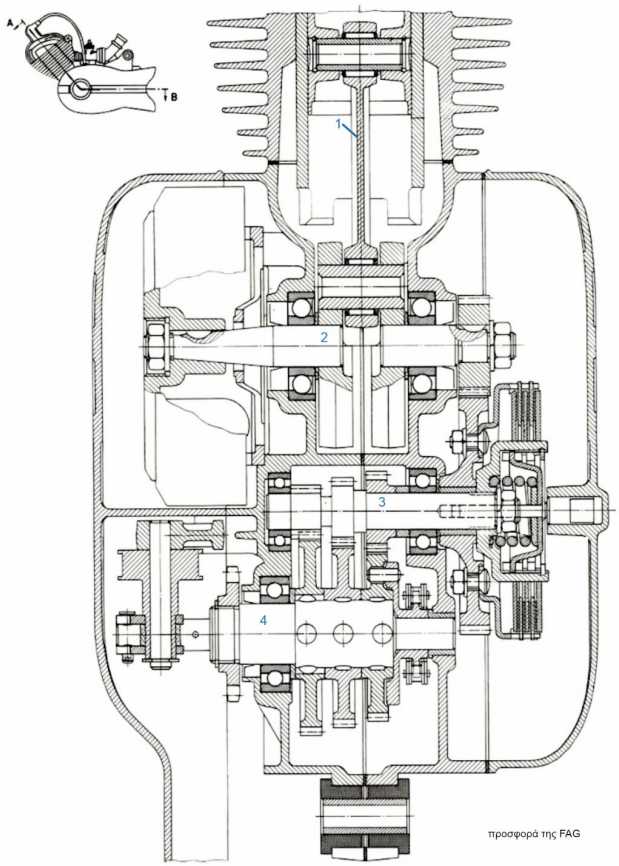
προσφορά της FAG

Διβάθμιος μειωτήρας με μετωπικούς οδοντωτούς τροχούς



Ο τροχός συναρμολογείται από δύο βασικά εξαρτήματα (1 και 2) τα οποία συνδέονται με κοχλία (3) και περικόχλιο ενώ στο ενδιάμεσο τοποθετείται ειδικός δακτύλιος δημιουργώντας τη θέση επαφής με το συρματόσχοινο, θέση στην οποία προβλέπεται να αναπτυχθεί ιδιαίτερη φθορά. Στόχος της διαμόρφωσης αυτής του τροχού είναι να μπορεί να αντικαθίσταται μόνο το τμήμα που φθείρεται και όχι όλος ο τροχός. Ο άξονας του τροχού (4) διαθέτει στα δύο άκρα σπείρωμα και έτσι ο τροχός ασφαλίζεται αξονικά με δύο περικόχλια (5). Ο άξονας επίσης εδράζεται σε δύο κωνικά δακτυλιοειδή έδρανα κύλισης (6) τα οποία είναι τοποθετημένα σε διάταξη Ο. Η διάταξη αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι αυξάνει τεχνητά την πραγματική απόσταση στήριξης των εδράνων κύλισης και έτσι η έδραση είναι σταθερότερη.

Έδραση τροχού συρματόσχοινου



Ο διωστήρας 1 εδράζεται με βελονωτά έδρανα ενώ αντίστοιχα ο στροφαλοφόρος άξονας 2 εδράζεται σε δύο ένσφαιρα δακτυλιδοειδή έδρανα με πλωτή έδραση η οποία, ενώ μοιάζει με την έδραση με προένταση Χ, επιτρέπει αξονική μετατόπιση έως 0,1mm.

Οι δύο άτρακτοι 3 (άτρακτος εισόδου) και 4 (άτρακτος εξόδου) στο κιβώτιο ταχυτήτων εδράζονται σε απλά ένσφαιρα δακτυλιδοειδή έδρανα. Η λίπανση του κιβωτίου ταχυτήτων γίνεται με λάδι.

Εδράσεις κινητήρα μοτοποδηλάτου