



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ Ι

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΜΟΣΧΙΔΗΣ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Κεφ. 7. ΑΞΟΝΕΣ - ΑΤΡΑΚΤΟΙ

7.3 Υπολογισμοί μελέτης

- Όταν η φόρτιση είναι μόνο κάμψη:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \sigma_{\text{βεν}}}} \quad (7-1)$$

- Όταν η φόρτιση είναι μόνο στρέψη, ή όταν η καμπτική ροπή δεν είναι γνωστή:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \tau_{\text{τεπ}}}} \quad (7-3)$$

- Όταν είναι γνωστή η καμπτική ροπή M και η στρεπτική ροπή T που φορτίζουν την άτρακτο:

$$M_v = \sqrt{M^2 + 0,75 (\alpha_o T)^2} \quad (7-4)$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 \sigma_{\text{βεν}}}} \quad (7-5)$$

Σημασίες συμβόλων:

d = διάμετρος που πρέπει να έχει ο άξονας ή η άτρακτος ώστε να αντέχει στη φόρτιση.

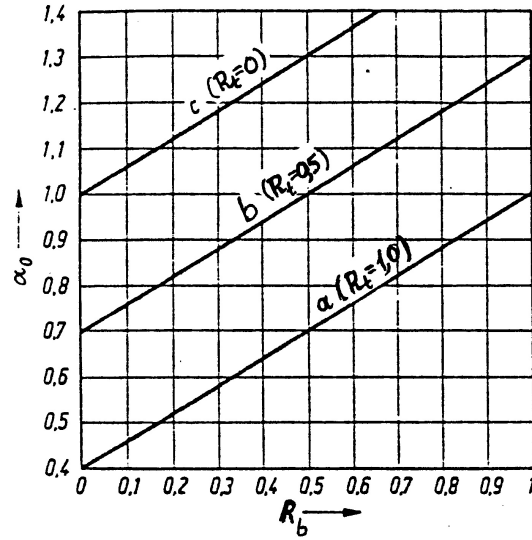
M = καμπτική ροπή T = στρεπτική ροπή M_v = ισοδύναμη ροπή

$\sigma_{\text{βεν}}$, $\tau_{\text{τεπ}}$: επιτρεπόμενες τάσεις σε κάμψη και στρέψη αντίστοιχα, βλ. πιν. 7.α.

α_o = λόγος καταπόνησεως, βλ. σχ. 7.5. Συνηθισμένες περιπτώσεις:

$\alpha_o=0,7$ για στατική ή κυματοειδή στρέψη και εναλλασσόμενη κάμψη, όπως συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις,

$\alpha_o=1,0$ για ίδια περίπτωση φόρτισης της στρέψης και της κάμψης, π.χ. και οι δύο εναλλασσόμενες ή και οι δύο κυματοειδείς



Σχήμα 7.5 Λόγος καταπόνησεως α_0 συναρτήσει των συντελεστών σταθερότητας των ορθών και διατμητικών τάσεων R_b και R_t

Πίνακας 7.α Χαρακτηριστικές τιμές αντοχής διαφόρων χαλύβων για άξονες και ατράκτους

Για υπολογισμό μελέτης χρησιμοποιούνται οι τάσεις τ_{ten} και σ_{ben} (επιτρεπόμενη τάση για στρέψη και κάμψη αντίστοιχα).

Για υπολογισμό ελέγχου χρησιμοποιούνται οι κανονικές αντοχές του υλικού (σ_B = όριο θραύσης, σ_s = όριο ροής σε εφελκυσμό, σ_{bs} = όριο ροής σε κάμψη, σ_w = όριο δυναμικής αντοχής σε αντιστρεφόμενο εφελκυσμό-θλίψη (ή σε κάμψη), τ_w = όριο δυναμικής αντοχής σε αντιστρεφόμενη διάτμηση).

Όλες οι τάσεις είναι σε N/mm^2

Υλικό	τ_{ten}	σ_{ben}	σ_B	σ_s	σ_{bs}	σ_w	τ_w
Κοινοί χάλυβες							
St 37-2	18	37	340	215	260	150	105
St 44-2	22	45	410	255	305	185	130
St 50-2	26	52	470	275	330	210	145
St 60-2	32	63	570	315	380	255	180
Χάλυβες επιβελτιώσεως							
Ck 35	27	53	480	270	325	215	150
Ck 45	32	64	580	305	365	260	180
25CrMo4	39	77	700	450	540	315	220
34CrMo4	44	88	800	550	660	360	250
Χάλυβες ενανθρακώσεως							
16MnCr5	36	72	650	450	540	290	205
20MnCr5	44	88	800	550	660	360	250

7.4.1 Η δυναμική φόρτιση των ατράκτων και αξόνων

Η στρεπτική φόρτιση ατράκτου είναι δυναμική εάν μεταβάλλεται η στρεπτική ροπή συναρτήσει του χρόνου. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του μηχανήματος, διακρίνουμε διάφορες περιπτώσεις:

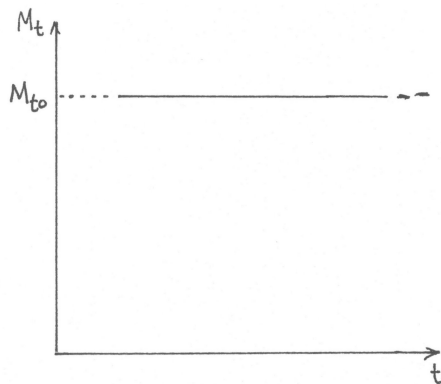
- Σε μηχανήματα με πάρα πολύ ομαλή λειτουργία (π.χ. φυγοκεντρικές αντλίες ή ανεμιστήρες που κινούνται από ηλεκτροκινητήρες) η στρεπτική ροπή δεν παρουσιάζει καμμία διακύμανση (διάγραμμα στρεπτικής ροπής-χρόνου όπως στο σχ. 7.7α) και η στρέψη είναι στατική φόρτιση. Ισχύει $R_t=1$.

- Σε μηχανήματα με μετρίως ομαλή λειτουργία (όπως π.χ. σε πολλά μηχανήματα που κινούνται από εμβολοφόρους κινητήρες) η διακύμανση της στρεπτικής ροπής είναι όπως στο διάγραμμα 7.7β (Η μικρότερη στρεπτική ροπή M_{tu} μπορεί για παράδειγμα να είναι το 70-80% της μεγαλύτερης στρεπτικής ροπής M_{to} . Ισχύει $R_t=0,85$ έως $0,9$)

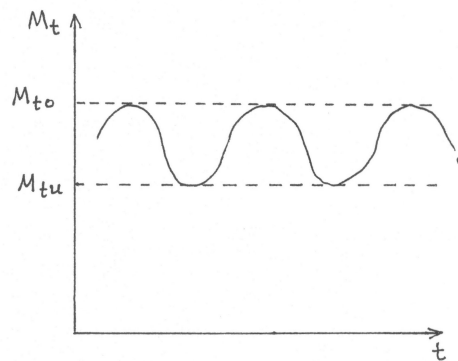
- Σε μηχανήματα που αφαιρείται περιοδικά η αντίσταση στην περιστροφή (π.χ. σε αυτά που συνέχεια σταματούν και ξεκινούν κάνοντας βηματική κίνηση, ή στις πρέσες με έκκεντρο όπου το έμβολο συναντά αντίσταση μόνο όταν βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο και χτυπάει στο τεμάχιο), η διακύμανση της στρεπτικής ροπής είναι όπως στο διάγραμμα 7.7γ (μικρότερη στρεπτική ροπή M_{tu} γύρω στο μηδέν). Ισχύει $R_t=0,5$

- Σε σπάνιες περιπτώσεις (όπως π.χ. σε μηχανήματα που κατά τη λειτουργία τους αντιστρέφεται συχνά η φορά περιστροφής), η διακύμανση της στρεπτικής ροπής είναι όπως στο διάγραμμα 7.7δ (μικρότερη στρεπτική ροπή M_{tu} περίπου ίση και αντίθετη με τη μέγιστη ροπή M_{to}).

Ισχύει $R_t=0$

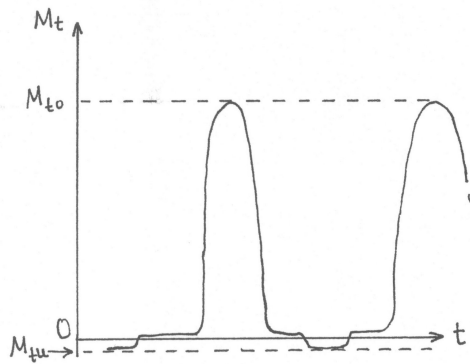


α) Στατική στρέψη ($R_t=1$)

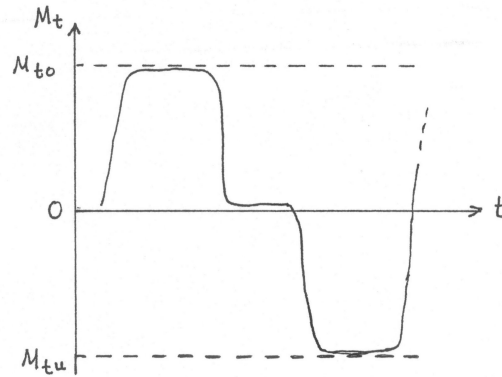


β) Ελαφρώς δυναμική στρέψη
(Αν $M_{tu}=0,7M_{to}$ έως $0,8M_{to}$
τότε $R_t=0,85$ έως $0,9$)

Σχήμα 7.7 Διάφοροι τρόποι μεταβολής της στρεπτικής ροπής με τον χρόνο (συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα)



γ) Επαναλαμβανόμενη (=κυματοειδής) στρέψη
 $(M_{tu} \cong 0, \text{ άρα } R_t \cong 0,5)$



δ) Αντιστρεφόμενη (=συμμετρικά εναλλασσόμενη) στρέψη
 $(M_{tu} \cong -M_{to}, \text{ άρα } R_t \cong 0)$

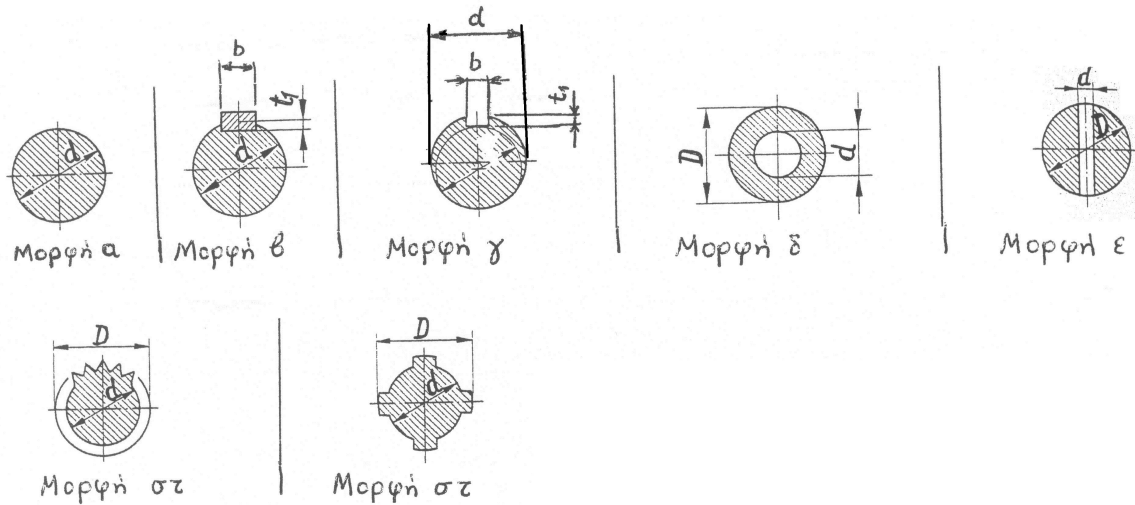
Σχήμα 7.7 Διάφοροι τρόποι μεταβολής της στρεπτικής ροπής με τον χρόνο ($t =$ χρόνος, $M_t =$ στρεπτική ροπή, M_{to} , M_{tu} = μέγιστη και ελάχιστη τιμή μεταξύ των οποίων κυμαίνεται η στρεπτική ροπή, $R_t =$ συντελεστής σταθερότητας τάσεων).

Πίνακας 7.β Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ατράκτων με διάφορες μορφές κάθετης τομής

A = Εμβαδό κάθετης τομής
 W_b W_t = Ροπή αντίστασης σε κάμψη και στρέψη αντίστοιχα
 I_b I_t = Ροπή αδράνειας σε κάμψη και στρέψη αντίστοιχα

Μορφή	Βοηθ. μέγ.	A	W_b	W_t	I_b	I_t
α		$(\pi/4) d^2$ $\approx 0,785 d^2$	$(\pi/32) d^3$ $\approx 0,1 d^3$	$(\pi/16) d^3$ $\approx 0,2 d^3$	$(\pi/64) d^4$ $\approx 0,05 d^4$	$(\pi/32) d^4$ $\approx 0,1 d^4$
β		$\approx 0,785d^2 - bt_1$	$\approx 0,1 d^3$	$\approx 0,2 (d-t_1)^3$	$\approx 0,05 d^4$	$\approx 0,1 (d-t_1)^4$
γ		$\approx 0,785d^2 - bt_1$	$\approx 0,1 (d - (t_1/2))^3$	$\approx 0,2 (d-t_1)^3$	$\approx 0,05 (d - (t_1/2))^4$	$\approx 0,1 (d-t_1)^4$
δ	$k=d/D$	$\approx 0,785 (D^2 - d^2)$	$\approx 0,1 D^3 (1 - k^4)$	$2 W_b$	$\approx 0,05 D^4 (1 - k^4)$	$2 I_b$
ε		$\approx 0,785D^2 - Dd$	$\frac{\pi D^3}{32} - \frac{dD^2}{6}$	$2 W_b$	$\frac{\pi D^4}{64} - \frac{dD^3}{12}$	$2 I_b$
στ	$\frac{D+d}{2}$	$\approx 0,785 d_m^2$	$\approx 0,1 d_m^3$	$\approx 0,2 d_m^3$	$\approx 0,05 d_m^4$	$\approx 0,1 d_m^4$

(Οι μορφές των κάθετων τομών δίνονται σε σχήμα στην επόμενη σελίδα)



Σχήμα: Μορφές κάθετων τομών ατράκτων, των οποίων τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά δίνονται στον πίνακα 7.β.

Πίνακας 7.γ. Συντελεστές κρούσεων

Ενταση κρούσεων	Μηχάνημα	Συντελεστής κρούσεων C_s
Ελαφρές	Ηλεκτρικές μηχανές, στρόβιλοι όλων των ειδών, λειαντικές μηχανές κ.α.	1,1 .. 1,2
Μέτριες	Εμβολοφόρες μηχανές όλων των ειδών, πλάνες, εργαλειομηχανές με μέτρια κρουστική λειτουργία	1,3 .. 1,5
Ισχυρές	Μηχανικά πιεστήρια και ψαλίδια, μικρά και μεσαία έλαστρα	1,6 .. 2,0
Πολύ ισχυρές	Μηχανικές σφύρες, λιθοσπαστήρες, μεγάλα έλαστρα.	2,1 .. 3,0

Πίνακας 7.δ Συντελεστής μεγέθους β_0 συναρτήσει της διαμέτρου d του εξαρτήματος

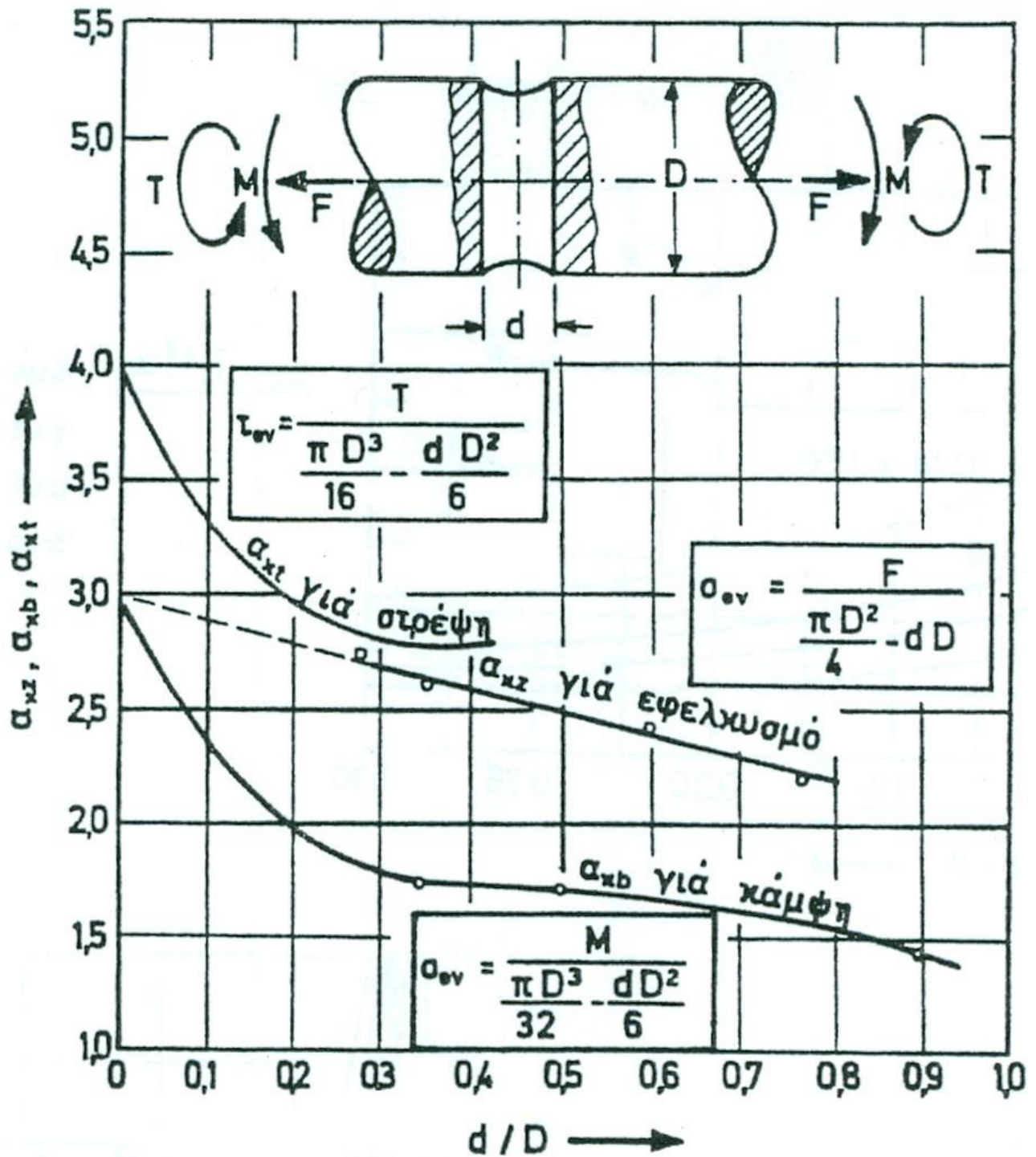
d [mm]	20	30	40	50	60	80	100	120	>120
β_0	1,15	1,09	1,03	1	0,97	0,94	0,92	0,91	0,85

Πίνακας 7.ε Συντελεστής επιφάνειας β_1 συναρτήσει της τραχύτητας R_z και του ορίου θραύσης σ_B

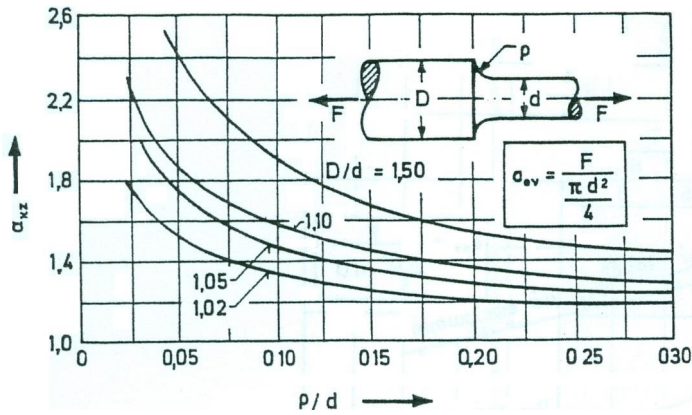
βάθος τραχύτητας		Όριο θραύσης σ_B [N/mm ²] →							
↓ R_z μm	Κατεργασία	300	400	500	600	800	1000	1200	1500
0,8	Υπερλείανση ή ρεκπιφίε	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,6	Λείανση	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96
3,2		0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94
6,3	Αποπεράτωση τόνευσης κ.α.	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,88
10		0,95	0,63	0,90	0,88	0,84	0,81	0,79	0,78
40	Εκχόνδριση	0,94	0,90	0,85	0,82	0,75	0,70	0,67	0,65
160	Κακής ποιότητας εκχόνδριση								
>160	Θερμή ή ψυχρή έλαση	0,91	0,86	0,80	0,76	0,69	0,63	0,57	0,50
		0,93	0,89	0,84	0,78	0,73	0,66	0,61	0,56

Πίνακας 7.στ Συντελεστής αντιστήριξης η_x συναρτήσει της σχετικής πτώσης τάσης χ και του ορίου ροής σ_s .

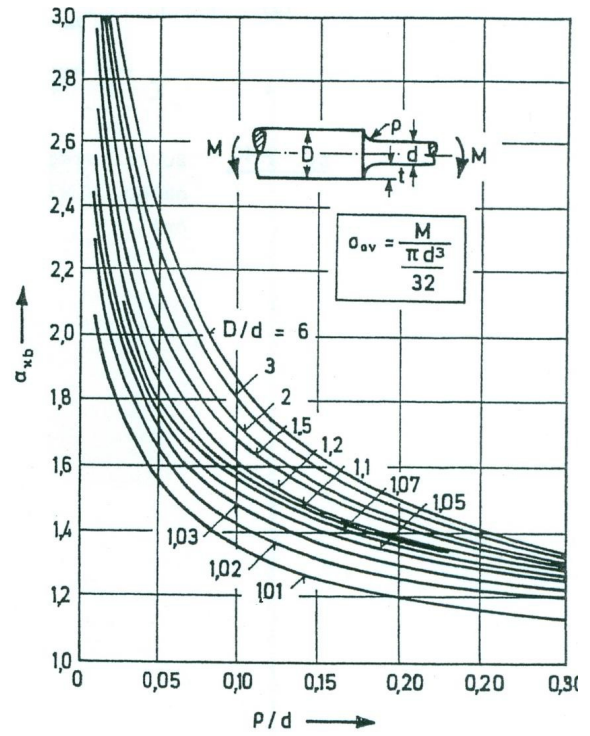
χ_b ή χ_t mm ⁻¹	Όριο θραύσης σ_B [N/mm ²]								
	200	250	300	350	400	500	600	700	800
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,2	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,02	1,01	1,01
0,4	1,10	1,10	1,08	1,07	1,07	1,06	1,05	1,03	1,02
0,5	1,13	1,12	1,10	1,09	1,09	1,08	1,06	1,04	1,03
0,6	1,16	1,15	1,13	1,11	1,10	1,09	1,07	1,05	1,04
0,8	1,22	1,21	1,20	1,16	1,12	1,10	1,07	1,05	1,04
1,0	1,28	1,27	1,26	1,20	1,13	1,10	1,08	1,06	1,05
2,0	1,30	1,32	1,33	1,26	1,20	1,16	1,11	1,08	1,06
4,0	1,43	1,40	1,37	1,33	1,30	1,24	1,18	1,13	1,09
6,0	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,29	1,20	1,15	1,11
8,0	1,60	1,55	1,50	1,46	1,42	1,33	1,25	1,18	1,12
10,0	1,67	1,60	1,54	1,48	1,44	1,35	1,26	1,20	1,13



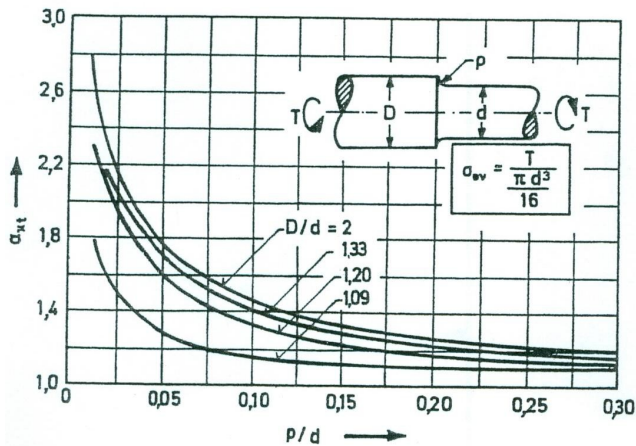
Σχ. 7.10 Συντελεστές μορφής α_{kz} , α_{kb} και α_{kt} ράβδου κυκλικής διατομής με εγκάρσια οπή.



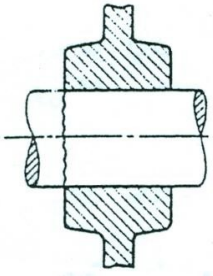
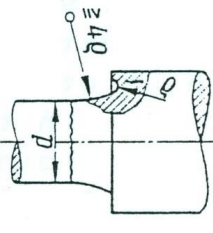
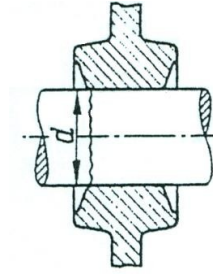
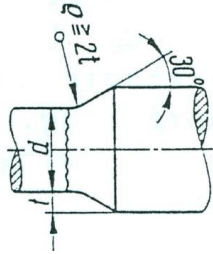
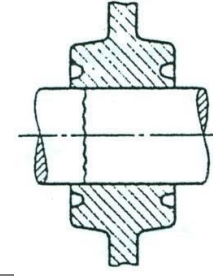
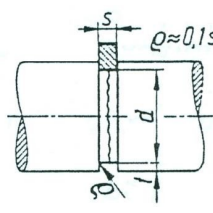
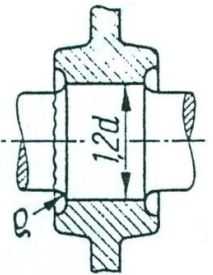
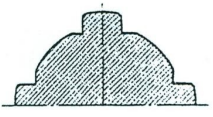
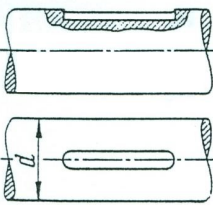
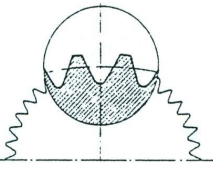
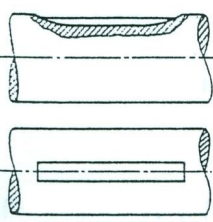
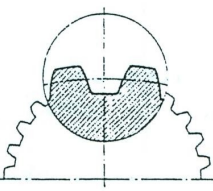
Σχ. 7.11α Συντελεστής μορφής α_{kz} για εφελκυστική φόρτιση μιας ράβδου κυκλικής διατομής με διαβάθμιση.



Σχ. 7.11β Συντελεστής μορφής α_{kb} για καμπτική φόρτιση μιας ράβδου κυκλικής διατομής με διαβάθμιση.



Σχ. 7.11γ Συντελεστής μορφής κυκλικής α_{kt} για στρεπτική φόρτιση μιας ράβδου κυκλικής διατομής με διαβάθμιση.

No	Μορφή ατράκτου	α_{kb}	α_{kt}	ρ mm	No	Μορφή ατράκτου	α_{kb}	α_{kt}	ρ mm
1		3,3	2,1	0,25	7		1,7	1,4	ρ
2		2,8	1,9	0,25	8		1,7	1,4	ρ
3		2,6	1,7	0,25	9		$1,14 + 1,08 \sqrt{10t/s}$	$1,48 + 0,45 \sqrt{10t/s}$	ρ
4		1,7	1,6	ρ	10		4,2	3,6	0,25
5		4	2,8	0,25	11		3,5	2,3	0,25
6		3,8	2,6	0,25	12		2,9	2	0,25

Σχ. 7.13 Διάφοροι συντελεστές μορφής και ακτίνες καμπυλότητας

7.5.3 Υπολογιστική διαδικασία για τον έλεγχο της αντοχής ατράκτων και αξόνων

1) Εννοείται ότι ήδη είναι γνωστά:

- Σε ποια θέση της ατράκτου πρέπει να γίνει ο έλεγχος αντοχής.
- Η καμπτική ροπή M , η στρεπτική ροπή T (ορθότερα η M_{to}) και η εφελκυστική δύναμη N σ' αυτή τη θέση.
- Η διάμετρος και οι υπόλοιπες διαστάσεις της κάθετης τομής του εξαρτήματος στη θέση όπου θα γίνει ο έλεγχος αντοχής
- Ο τρόπος λειτουργίας του μηχανήματος. Με βάση αυτόν λαμβάνεται ο συντελεστής κρούσεων C_s (βλ. πιν. 7.γ) και η διακύμανση της στρεπτικής τάσης (συντελεστής R_t , βλ. παραγ. 7.4.1 και σχ. 7.7).
- Το υλικό του εξαρτήματος. Από τον πίνακα 7.α λαμβάνονται οι χαρακτηριστικές τιμές της αντοχής του:

όριο θραύσης $\sigma_B = \dots$

όριο ροής σε εφελκυσμό $\sigma_s = \dots$

όριο ροής σε κάμψη $\sigma_{bs} = \dots$

όριο δυναμικής αντοχής σε αντιστρεφόμενο εφελκυσμό-θλίψη (ή σε κάμψη) $\sigma_w = \dots$

όριο δυναμικής αντοχής σε αντιστρεφόμενη διάτμηση $\tau_w = \dots$

2) Υπολογίζονται το εμβαδό A της κάθετης τομής του άξονα, η ροπή αντίστασης σε κάμψη W_b και η ροπή αντίστασης σε στρέψη W_t , σύμφωνα με τους τύπους που αναφέρονται στον πίνακα 7.β. (Ανάλογα με το αν ο άξονας έχει τη διαμόρφωση α , β , γ ... του πιν. 7.β διαλέγουμε τον κατάλληλο τύπο).

3) Υπολογίζονται οι τάσεις λόγω εφελκυσμού, λόγω κάμψης και λόγω στρέψης αντίστοιχα:

$$\sigma_z = C_s \frac{N}{A} \qquad \sigma_b = C_s \frac{M_b}{W_b} \qquad \tau_t = C_s \frac{M_t}{W_t} \qquad (7-24)$$

4) Υπολογίζεται ο συντελεστής σταθερότητας τάσεων

$$R_b = \frac{\sigma_z}{\sigma_z + \sigma_b} \qquad \text{βλ. (7-17)}$$

Με βάση τους συντελεστές σταθερότητας R_b , R_t προσδιορίζεται ο λόγος καταπόνησεως $\alpha_o = \dots$ (από το σχήμα 7.5).

5) Ελέγχεται αν το εξάρτημα φορτίζεται κυρίως σε κάμψη, δηλαδή αν ισχύει η ανισότητα

$$\sigma_z + \sigma_b > \sqrt{3} \alpha_o \tau_t \qquad \text{βλ. (7-21)}$$

Αν ισχύει η ανισότητα, συνεχίζουμε με τα βήματα 6α έως 8α, ενώ σε αντίθετη περίπτωση (οπότε το εξάρτημα φορτίζεται κυρίως σε στρέψη) συνεχίζουμε με τα βήματα 6β έως 8β.

6α) Υπολογίζονται οι συνολικές τάσεις που φορτίζουν το εξάρτημα:

Ισοδύναμη τάση (ανώτερη τιμή):

$$\sigma_{vo} = \sqrt{(\sigma_z + \sigma_b)^2 + 3(\alpha_o \tau_t)^2} \quad \text{βλ. (7-19)}$$

Ημιεύρος διακύμανσης τάσης:

$$\sigma_{va} = \sigma_{vo}(1-R_b) \quad \text{βλ. (7-20)}$$

7α) Υπολογίζονται οι διάφοροι βοηθητικοί συντελεστές:

Συντελ. μορφής: $\alpha_{kb} = \dots$ (από τα σχ. 7.10 έως 7.13)

Σχετική πτώση τάσης για καμπτική φόρτιση:

$$X_b = \frac{2}{d} + \frac{2}{\rho} \quad \text{βλ. (7-11)}$$

Συντελ. αντιστήριξης: $\eta_x = \dots$ (από τον πιν. 7.στ)

Συντελ. μεγέθους: $\beta_0 = \dots$ (από τον πιν. 7.δ)

Συντελ. επιφάνειας: $\beta_1 = \dots$ (από τον πιν. 7.ε)

8α) Υπολογίζεται η τελική τιμή της αντοχής του εξαρτήματος και γίνονται οι έλεγχοι:

$$\text{Τελική δυν. αντοχή: } \sigma_{AG} = \frac{\beta_0 \beta_1 \eta_x \sigma_w}{\alpha_{kb}} \quad (7-25)$$

$$\text{Έλεγχος σε δυναμική φόρτιση: πρέπει } \sigma_{va} < \frac{\sigma_{AG}}{1,7} \quad (7-26)$$

$$\text{Έλεγχος σε στατική φόρτιση: πρέπει } \sigma_{vo} < \frac{\sigma_{bc}}{1,3} \quad (7-27)$$

6β) Υπολογίζονται οι συνολικές τάσεις που φορτίζουν το εξάρτημα: Ισοδύναμη στρεπτική τάση (ανώτερη τιμή):

$$\tau_{vo} = \sqrt{\tau_t^2 + \frac{(\sigma_z + \sigma_b)^2}{3\alpha_o^2}} \quad \text{βλ. (7-22)}$$

Ημιεύρος διακύμανσης τάσης: $\tau_{va} = \tau_{vo}(1-R_v)$ βλ. (7-23)

όπου $R_v = R_t$ αν $R_t < 0,5$

ή $R_v = 0,5$ αν $R_t > 0,5$

7β) Υπολογίζονται οι διάφοροι βοηθητικοί συντελεστές:

Συντελ. μορφής: $\alpha_{kt} = \dots$ (από τα σχ. 7.10 έως 7.13)

Σχετική πτώση τάσης για στρεπτική φόρτιση:

$$X_t = \frac{2}{d} + \frac{1}{\rho} \quad \text{βλ. (7-12)}$$

Συντελ. αντιστήριξης: $\eta_x = \dots$ (από τον πιν. 7.στ)

Συντελ. μεγέθους: $\beta_0 = \dots$ (από τον πιν. 7.δ)

Συντελ. επιφάνειας: $\beta_1 = \dots$ (από τον πιν. 7.ε)

8β) Υπολογίζεται η τελική τιμή της αντοχής του εξαρτήματος και γίνονται οι έλεγχοι:

$$\text{Τελική δυν. αντοχή: } \tau_{AG} = \frac{\beta_0 \beta_1 \eta_x \tau_w}{\alpha_{kt}} \quad (7-28)$$

$$\text{Έλεγχος σε δυναμική φόρτιση: πρέπει } \tau_{va} < \frac{\tau_{AG}}{1,7} \quad (7-29)$$

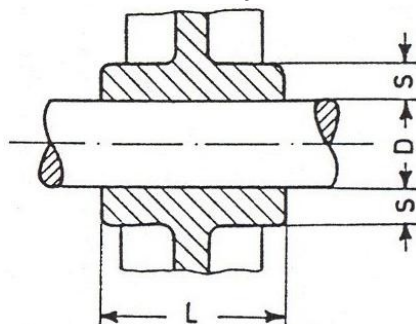
$$\text{Έλεγχος σε στατική φόρτιση: πρέπει } \tau_{vo} < \frac{0,7 \sigma_{bs}}{1,3} \quad (7-30)$$

Κεφ. 8 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΑΤΡΑΚΤΩΝ - ΠΛΗΜΝΩΝ (π.χ. ΣΦΗΝΕΣ, ΠΟΛΥΣΦΗΝΑ)

Πίνακας 8.α Συστάσεις για την εκλογή του μήκους L και του πάχους s μιας πλήμνης με ονομαστική διάμετρο οπής D

$$L \approx x D$$

$$s \approx y D$$



Είδος συνδέσεως ατράκτου-πλήμνης	Υλικό πλήμνης				
	Χυτοσίδηρος		Χάλυβας/Χυτοχάλυβας		
	X	Y	X	Y	
Κωμική σύνδεση Σύνδεση με κωμικούς δακτύλιους Συναρμογή συσφίξεως Πολυγωνική σύνδεση	1,2-1,5	0,6-0,8	0,8-1,0	0,5-0,7	
Σύνδεση μηχανικής συσφίξεως Διαμήκης σφήνας	1,6-2,0	0,5-0,6	1,2-1,5	0,4-0,5	
Πολύσφηνα κατά DIN:	5462	1,0-1,2	0,4-0,5	0,6-0,9	0,3-0,4
	5463	0,6-0,9	0,4-0,5	0,4-0,6	0,3-0,4
	5464	0,4-0,6	0,4-0,5	0,2-0,4	0,3-0,4
Οδηγός σφήνας	1,8-2,0	0,4-0,5	1,6-1,8	0,3-0,4	

Πίνακας 8.β Επιτρεπόμενες επιφανειακές πιέσεις (σε kp/mm^2) σε συνδέσεις μορφής (π.χ. σφήνες, πολύσφηνα κ.ά) χωρίς σχετική κίνηση των στοιχείων τους

Υλικό		Μορφή φορτίσεως		
		Στατική		Δυναμική
		Χωρίς κρούσεις	Με κρούσεις	
Χάλυβας	άβαφος	10 έως 20	4 έως 8	7 έως 15
	βαμμένος	15 έως 25	5 έως 10	10 έως 17
Χυτοχάλυβας		10 έως 15	4 έως 6	8 έως 10
Χυτοσίδηρος		8 έως 10	3 έως 5	6 έως 8
Ορείχαλκος ή κρατερώματα		4 έως 5	1,5 έως 2	3 έως 4
Βαμμένο κράμα AlCuMg		10 έως 16	4 έως 6	7 έως 10
Βαμμένα κράματα AlMn, AlMn και AlMgSi		8 έως 15	3 έως 5	6 έως 9
G-AlSi, G-AlSiMg		6 έως 7	2,5 έως 3	4 έως 5

Πληροφορίες για σφήνες

$$L_{\omega\phi} = L' - b$$

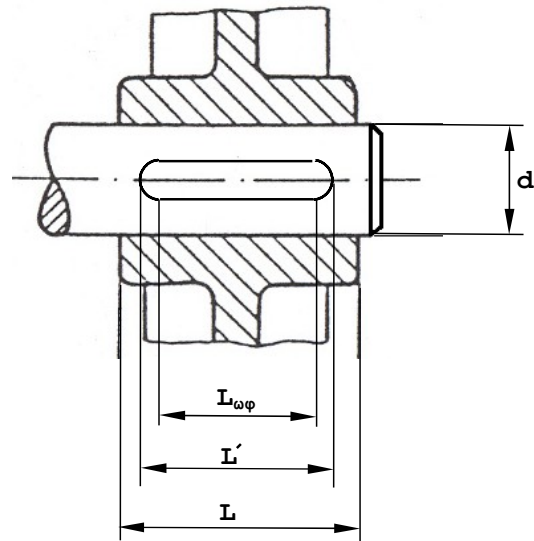
Έλεγχος αντοχής:

$$\text{Πρέπει } \frac{2T}{d(h-t_1)L_{\omega\phi}} \leq p_{\varepsilon\pi} \quad (8-2)$$

Έλεγχος αντοχής για δύο σφήνες:

$$\text{Πρέπει } \frac{2T}{1,5 d(h-t_1)L_{\omega\phi}} \leq p_{\varepsilon\pi}$$

όπου T = η μεταβιβαζόμενη στρεπτική ροπή



Πληροφορίες για πολύσφηνα

Αν τα d_1 , d_2 είναι αυτά που δίνονται στον πιν. 8.δ, τότε:

$$d_m = (d_1 + d_2) / 2, \quad h = (d_2 - d_1) / 2, \quad z = \text{αριθμός σφηνών}$$

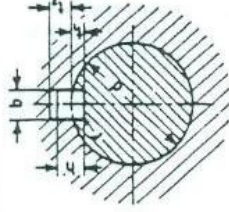
$$k = 0,75 \text{ για εσωτ. κέντρωση, } k = 0,9 \text{ για κέντρωση παρειών}$$

Έλεγχος αντοχής:

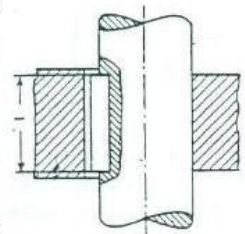
$$\text{Πρέπει } \frac{2T}{d_m h L k z} \leq p_{\varepsilon\pi} \quad (8-1)$$

όπου T = η μεταβιβαζόμενη στρεπτική ροπή

Πίνακας 8γ: Οδηγοί σφήνες, υψηλής μορφής κατά DIN 6885/1, διαστάσεις σε mm. Μέγιστη επιτρεπόμενη στατική στρεπτική ροπή T_0 σε kNm για $(\rho_{m,στ}) = 10 \text{ kP/mm}^2$ και $l_{\text{ωφ}} = 1 \text{ mm}$.
 Για άλλες τιμές του $(\rho_{m,στ})$ σε kP/mm² και ένα μήκος $l_{\text{ωφ}}$ σε mm, η μέγιστη επιτρεπόμενη στατική στρεπτική ροπή T υπολογίζεται σε kNm με τον τύπο:



$$T = T_0 \cdot [(\rho_{m,στ}) / 10] \cdot l_{\text{ωφ}}$$



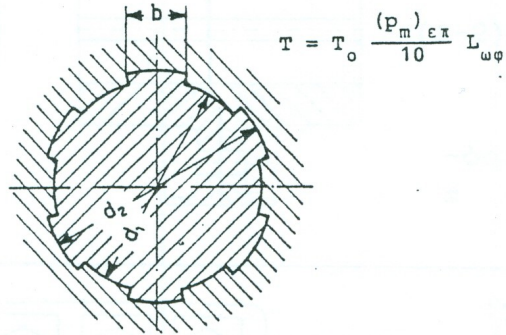
από	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440
d έως	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440	500
b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	
t ₁	1,2	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11	12	13	15	17	20	22	25	28	31	
t ₂	1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,4	11,4	12,4	12,4	14,4	15,4	17,4	19,5
από	0,08				0,16				0,25					0,4				0,7			1,2				2	
r έως	0,16				0,25				0,4					0,6				1			1,6				2,5	
l ¹⁾ έως	20	36	45	56	70	90	110	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
από	0,024	0,048	0,075	0,120	0,213	0,330	0,450	0,570	0,770	1,00	1,16	1,46	1,88	2,13	2,85	3,85	5,20	6,75	8,50	11,0	13,8	15,6	20,3	24,8	32,3	41,8
T ₀ ²⁾ έως	0,032	0,060	0,090	0,170	0,275	0,450	0,570	0,660	0,875	1,16	1,30	1,69	2,13	2,38	3,30	4,55	6,00	7,65	10,0	12,7	15,6	17,4	23,1	28,5	37,4	47,5

1) Η τυποποιημένη διαβάθμιση των μηκών l είναι: 6 8 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 40 45 50 56 63 70 80 90 100 110 125 140 160 180 200 220 250

2) Οι τιμές αυτές ισχύουν για την αντίστοιχη περιοχή διαμέτρων d.

Πίνακας 8.8

Πολύσφηνα με όρθογωνικούς σφήνες κατά DIN 5461, 5462, 5463 και 5464. Διαστάσεις σε mm. Μέγιστη επιτρεπόμενη στατική στρεπτική ροπή T_0 σε kpm για $(p_m)_{επ} = 10 \text{ kp/mm}^2$ και ωφέλιμο μήκος $L_{ωφ} = 1 \text{ mm}$. Για άλλες τιμές των $(p_m)_{επ}$ σε kp/mm^2 και $L_{ωφ}$ σε mm ή μέγιστη επιτρεπόμενη στατική στρεπτική ροπή T υπολογίζεται σε kpm με τον τύπο:



d_1	Έλαφριά σειρά κατά DIN 5462				Μεσαία σειρά κατά DIN 5463				Βαριά σειρά κατά DIN 5464			
	Αριθμός σφήνων	d_2	b	T_0	Αριθμός σφήνων	d_2	b	T_0	Αριθμός σφήνων	d_2	b	T_0
11	-	-	-	-	6	14	3	0,25	-	-	-	-
13	-	-	-	-	6	16	3,5	0,30	-	-	-	-
16	-	-	-	-	6	20	4	0,57	10	20	2,5	0,95
18	-	-	-	-	6	22	5	0,63	10	23	3	1,46
21	-	-	-	-	6	25	5	0,73	10	26	3	1,67
23	6	26	6	0,50	6	28	6	1,09	10	29	4	2,34
26	6	30	6	0,88	6	32	6	1,44	10	32	4	2,40
28	6	32	7	0,95	6	34	7	1,54	10	35	4	3,20
32	8	36	6	1,22	8	38	6	2,31	10	40	5	4,32
36	8	40	7	1,38	8	42	7	2,58	10	45	5	5,70
42	8	46	8	1,59	8	48	8	2,97	10	52	6	7,06
46	8	50	9	1,73	8	54	9	4,50	10	56	7	7,66
52	8	58	10	3,30	8	60	10	5,05	16	60	5	10,10
56	8	62	10	3,54	8	65	10	6,35	16	65	5	12,80
62	8	68	12	3,90	8	72	12	8,05	16	72	6	16,20
72	10	78	12	5,63	10	82	12	11,55	16	82	7	18,50
82	10	88	12	6,38	10	92	12	13,50	20	92	6	26,10
92	10	98	14	7,12	10	102	14	14,55	20	102	7	29,10
102	10	108	16	7,90	10	112	16	16,05	20	115	8	44,80
112	10	120	18	13,00	10	125	18	24,50	20	125	9	49,00

Σημείωση: Πολύσφηνα με 6,8 και 10 σφήνες μπορούν να έχουν έσωτερική κέντρωση. Πολύσφηνα με 8, 10, 16 και 20 σφήνες μπορούν να έχουν κέντρωση παρειών.

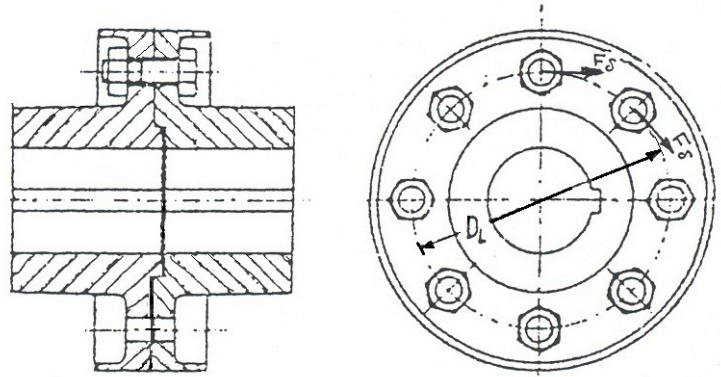
Κεφ. 9. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΑΤΡΑΚΤΩΝ

9.1 Σταθεροί σύνδεσμοι

- Δισκοειδής σύνδεσμος:
Κάθε κοχλιάς φορτίζεται με
διατμητική δύναμη μεγέθους

$$F_{\delta} = \frac{2 T}{z D_L} \quad (9-1)$$

(όπου T είναι η μεταφερό-
μενη στρεπτική ροπή και z
ο αριθμός των κοχλιών)

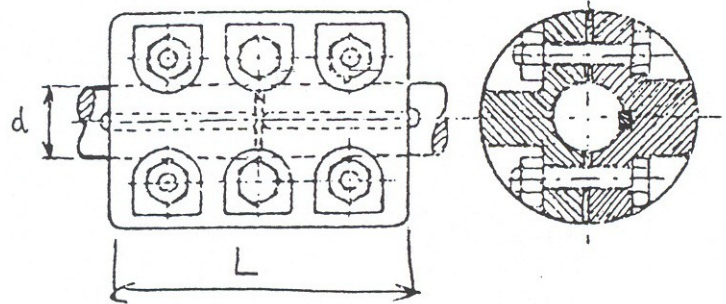


- Κελυφοειδής σύνδεσμος:
Κάθε κοχλιάς επιτρέπεται να
ασκεί θλιπτική δύναμη έως

$$F_{κ,οπ} = \frac{P_{επ} L d}{z} \quad (9-2)$$

και η στρεπτική ροπή που
μπορεί να μεταβιβασθεί είναι

$$T = \mu z F_{κ,οπ} d (\pi/2) \quad (9-3)$$



όπου μ είναι ο συντελεστής τριβής, z είναι ο αριθμός των κοχλι-
ών, και η επιτρεπόμενη πίεση $P_{επ}$ μπορεί να ληφθεί από τον πίν. 8.β

9.4 Συμπλέκτες τριβής

Συντελεστής τριβής σε συμπλέκτες:

$$\mu = 0,15 \text{ έως } 0,35 \text{ για συμπλέκτες ξηρής τριβής} \quad (9-4)$$

$$\mu = 0,06 \text{ έως } 0,10 \text{ για συμπλέκτες υγρής τριβής} \quad (9-6)$$

Επιτρεπόμενη πίεση σε συμπλέκτες:

$$p_{επ} = 0,10 \text{ έως } 0,25 \text{ N/mm}^2 \quad (9-5)$$

Σχέσεις μεταξύ των διαστάσεων:

$$D_{εσ} = \text{μεταξύ } 0,6 D_{εξ} \text{ και } 0,7 D_{εξ}$$

$$D_m = (D_{εξ} + D_{εσ}) / 2, \quad b = (D_{εξ} - D_{εσ}) / 2$$

Κάθετη δύναμη στους δίσκους έως

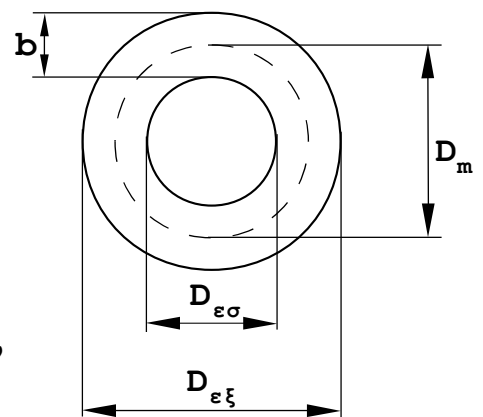
$$F_N = p_{επ} (\pi/4) (D_{εξ}^2 - D_{εσ}^2) \quad (9-7)$$

Στρεπτική ροπή που διαβιβάζεται:

$$T = z \mu F_N (D_m/2) \quad (9-8)$$

όπου z = αριθμός των τριβομένων επιφανειών
(για μονόδισκο συμπλέκτη ισχύει $z=2$).

Κεφ. 10. ΕΔΡΑΝΑ ΚΥΛΙΣΕΩΣ (ΡΟΥΛΕΜΑΝ)



Διαδικασία υπολογισμού αντοχής:

- Εφαρμόζουμε τις εξισώσεις ισορροπίας (δηλ $\Sigma F_x=0$, $\Sigma F_y=0$, $\Sigma M_A=0$ κτλ) σε ολόκληρη την άτρακτο, όπως διδάσκει η Μηχανική Ι, για να βρούμε τις δυνάμεις στήριξης της ατράκτου. Αυτές φορτίζουν τα έδρανα (π.χ. οι A_x , A_y , A_z του παρακάτω σχήματος).

- Από τον κατάλληλο πίνακα των εδράνων (έναν από τους πιν. 10.7 έως 10.19) παίρνουμε το στατικό και το δυναμικό φορτίο του εδράνου (C_0 και C αντίστοιχα).

- Προσδιορίζουμε το ισοδύναμο φορτίο του εδράνου (δύναμη P) ανάλογα με την περίπτωση, ως εξής:

1) Αν $A_x=0$, $A_z=0$
τότε $P = A_y$

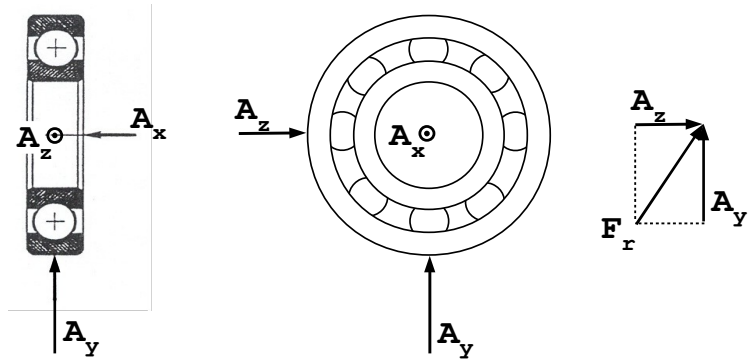
2) Αν $A_x=0$, $A_z \neq 0$
τότε $P = F_r = \sqrt{A_y^2 + A_z^2}$

3) Αν $A_x \neq 0$
τότε:

- Θέτουμε $F_\alpha = A_x$
και $F_r = \sqrt{A_y^2 + A_z^2}$

- Βρίσκουμε τα X , Y
από τον πιν. 10.4

- Το ισοδύναμο φορτίο είναι
 $P = X F_r + Y F_\alpha$



(10-1)

- Βρίσκουμε τη διάρκεια ζωής σε εκατομμύρια στροφές με έναν από τους τύπους

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad \text{για ένσφαιρα έδρανα} \quad (10-3\alpha)$$

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^{3,33} \quad \text{για κυλινδρικά, κωνικά, βαρελωτά} \quad (10-3\alpha)$$

Αν χρειάζεται, βρίσκουμε επίσης τη διάρκεια ζωής σε ώρες με τον τύπο

$$L_h = \frac{L * 10^6 \Sigma}{n * 60 \text{min/h}} \quad (10-3\beta)$$

όπου n = περιστροφική ταχύτητα ατράκτου σε Σ/min .

Πίνακας 10.4 Ένδεικτικές τιμές για άκτινικούς και άξονικούς συντελεστές X και Y για τον υπολογισμό των έδράνων κυλίσεως

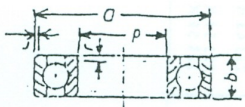
Είδος έδράνου	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e
	X	Y	X	Y	
μονόσφαιροι μέ βαθύ αῦ- λακα	1	0	0,56	$\frac{F_a}{C_s} = 0,025$ 2,0	0,22
$= 0,04$				1,8	0,24
$= 0,07$				1,6	0,27
$= 0,13$				1,4	0,31
$= 0,25$				1,2	0,37
$= 0,50$				1,0	0,44
δίσφαιροι	1	1	-	-	0,3
γωνιώδους έπαφῆς μονόσφαι- ροι	1	0	0,35	0,57	1,14
δίσφαιροι	1	0,66	0,6	1,07	0,95
κωνικοί σειρά	1	0	0,4	302 1,5	0,4
303 1,9				0,32	
322 1,5				0,4	
313 0,7				0,83	
323 1,7				0,35	
αὐτορρῦθμι- στοι	1	2,1	0,65	1200 ἔως 1205 3,4	0,28
σφαιρικοί 1206 " 1209 2,8				0,22	
1210 " 1222 3,6				0,18	
1300 " 1305 2,0				0,31	
1306 " 1320 2,6				0,24	
2200 " 2207 1,5				0,44	
2208 " 2220 2,3				0,27	
2302 " 2304 1,2				0,50	
2305 " 2320 1,5				0,41	
αὐτορρῦθμι- στοι				1	3,0
βαρελοει-21310 " 21322 4,4	0,23				
δεῦς σειρά 230 2,7	0,25				
" 231 2,2	0,32				
" 232 1,8	0,36				
22205 " 22208 1,9	0,36				
22209 " 22224 2,6	0,26				
22226 " 22264 2,4	0,28				
σειρά 223 1,9	0,36				

Πίνακας 10.5 Συντελεστές X_0 και Y_0 για στατικά φορτία

Είδος τριβεία	X_0	Y_0
Μονόσφαιροι τριβεῦς μέ βαθύ αῦλακα	1	0,75
Δίσφαιροι τριβεῦς μέ βαθύ αῦλακα	1	2,5
Λυόμενοι τριβεῦς (μανιατό)	1	1,3
Μονόσφαιροι τριβεῦς γωνιώδους έπαφῆς	0,5 ¹⁾	0,5.y ²⁾
Κωνικού τριβεῦς		
Δίσφαιροι αὐτορρῦθμιστοι	1	0,8.y ²⁾
Βαρελοειδεῦς αὐτορρῦθμιστοι μονῆς σειράς	1	5
Δίσφαιροι γωνιώδους έπαφῆς	1	0,5.y ²⁾
Βαρελοειδεῦς αὐτορρῦθμιστοι δικλῆς σειράς		

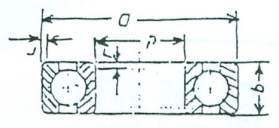
1) *Αν για $X_s = 0,5$ ἔχομε $P_0 < F_{r0}$ θά δεχθοῦμε $X_0 = 1$ και $Y_0 = 0$

2) Οἱ τιμές y δύνονται στους πίνακες τῶν τριβέων



Πιν. 10.7
Μονόσφαιρα έδρανα
σειράς 62 - DIN 625

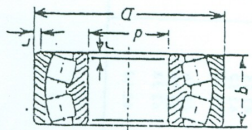
Αριθ. Τυπός	Διαστάσεις εις κιλ.μ.					Μάζα (kg)	Θορίλιον	
	d	D	B	b	r		σταθικόν C ₀ (kg)	δυναμικόν C (kg)
62 00	10	30	9	1	1	0,030	270	340
62 01	12	32	10	1	1	0,035	325	330
62 02	15	35	11	1	1	0,045	390	395
62 03	17	40	12	1	1	0,064	500	720
62 04	20	47	14	1,5	1,5	0,105	695	950
62 05	25	52	15	1,5	1,5	0,125	815	1 040
62 06	30	62	16	1,5	1,5	0,192	1 150	1 480
62 07	35	72	17	2	2	0,255	1 560	1 960
62 08	40	80	18	2	2	0,355	2 000	2 540
62 09	45	85	19	2	2	0,497	2 650	3 450
62 10	50	90	20	2	2	0,660	3 450	4 400
62 11	55	100	21	2,5	2,5	0,900	4 500	5 800
62 12	60	110	22	2,5	2,5	0,779	3 650	4 600
62 13	65	120	23	2,5	2,5	0,790	4 100	5 200
62 14	70	125	24	2,5	2,5	1,060	5 300	6 800
62 15	75	130	25	2,5	2,5	1,150	5 350	6 900
62 16	80	140	26	3	3	1,400	6 350	8 100
62 17	85	150	28	3	3	1,940	8 300	10 600
62 18	90	160	30	3	3	2,340	7 950	10 000
62 19	95	170	32	3,5	3,5	2,755	8 950	11 500
62 20	100	180	32	3,5	3,5	3,400	9 950	13 000
62 21	105	190	35	3,5	3,5	3,950	8 650	11 500
62 22	110	200	38	3,5	3,5	4,500	10 650	13 500
62 23	115	215	40	3,5	3,5	5,100	12 650	15 500
62 24	120	230	40	4	4	6,650	12 650	15 500
62 25	125	240	42	4	4	7,900	13 700	16 500
62 26	130	250	45	4	4	9,150	15 700	18 500
62 27	135	260	45	4	4	10,400	15 700	18 500
62 28	140	270	48	4	4	11,650	17 700	20 500
62 29	145	280	48	5	5	12,900	17 700	20 500
62 30	150	290	50	5	5	14,150	19 700	22 500
62 31	155	300	50	5	5	15,400	19 700	22 500
62 32	160	310	52	5	5	16,650	21 700	24 500
62 33	165	320	52	5	5	17,900	21 700	24 500
62 34	170	330	55	5	5	19,150	23 700	26 500
62 35	175	340	55	5	5	20,400	23 700	26 500
62 36	180	350	58	5	5	21,650	25 700	28 500
62 37	185	360	58	5	5	22,900	25 700	28 500
62 38	190	370	60	5	5	24,150	27 700	30 500
62 39	195	380	60	5	5	25,400	27 700	30 500



Πιν. 10.8
Μονόσφαιρα έδρανα
σειράς 63 - DIN 625

Αριθ. Τυπός	Διαστάσεις εις κιλ.μ.					Μάζα (kg)	Θορίλιον	
	d	D	B	b	r		σταθικόν C ₀ (kg)	δυναμικόν C (kg)
63 00	10	35	11	1	1	0,055	375	655
63 01	12	37	12	1,5	1,5	0,065	425	800
63 02	15	42	13	1,5	1,5	0,097	570	1 050
63 03	17	47	14	1,5	1,5	0,115	670	1 360
63 04	20	52	15	2	2	0,145	820	1 750
63 05	25	57	17	2	2	0,230	1 220	2 450
63 06	30	67	19	2	2	0,350	1 700	3 200
63 07	35	80	21	2,5	2,5	0,457	2 000	3 600
63 08	40	90	23	2,5	2,5	0,625	2 600	4 500
63 09	45	100	25	2,5	2,5	0,860	3 350	5 400
63 10	50	110	27	3	3	1,095	4 000	6 300
63 11	55	120	29	3	3	1,375	5 000	7 800
63 12	60	130	31	3,5	3,5	1,710	5 400	8 100
63 13	65	140	33	3,5	3,5	2,100	6 200	9 300
63 14	70	150	35	3,5	3,5	2,530	7 800	11 000
63 15	75	160	37	3,5	3,5	3,200	8 150	11 800
63 16	80	170	37	3,5	3,5	3,540	9 300	13 200
63 17	85	180	41	4	4	4,160	10 400	14 600
63 18	90	190	43	4	4	5,260	11 600	16 000
63 19	95	200	45	4	4	6,070	12 500	17 400
63 20	100	210	47	4	4	7,410	14 000	19 000
63 21	105	220	49	4	4	8 430	15 300	20 600
63 22	110	230	50	4	4	10,10	17 000	22 500
63 23	115	240	52	4	4	12,10	19 000	24 500
63 24	120	260	55	5	5	14,50	21 500	27 500
63 25	125	280	55	5	5	16,50	25 500	30 500
63 26	130	300	62	5	5	21,10	30 500	35 500
63 27	135	320	62	5	5	23,10	35 500	40 500

Πιν. 10.16
 Δισκία βαρελιωτά έδρανα
 σειράς 223...HL ή 223...KHL - DIN 635



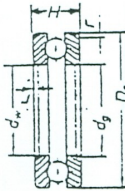
Ή μικρά διάμετρος του κώνου
 αντιπροσωπεύεται επί την έπιπε-
 στον d της κωνοειδούς όλης.



Σειρά 223.. HL και 223.. KHL

Αριθ. κωνοειδών	κωνοειδών	Διαστάσεις ες χιλιά				Μαζα (kg)	Φορτίον στατικών C ₀ (kP)	Φορτίον δυναμικών C (kP)	Φορτίον δυναμικών C (kP)	γ
		d	D	b	r					
223 08 HL	223 08 K HL	40	90	33	2,5	1,950	7 500	8 650	3,0	
223 09 HL	223 09 K HL	45	100	36	2,5	1,400	9 500	19 600	3,0	
223 10 HL	223 10 K HL	50	110	40	3	1,830	12 200	13 700	3,0	
223 11 HL	223 11 K HL	55	120	43	3	2,400	14 300	16 000	3,0	
223 12 HL	223 12 K HL	60	130	46	3,5	2,970	16 600	18 600	3,0	
223 13 HL	223 13 K HL	65	140	49	3,5	3,600	19 000	20 800	3,1	
223 14 HL	223 14 K HL	70	150	52	3,5	4,410	21 800	23 500	3,2	
223 15 HL	223 15 K HL	75	160	55	3,5	5,400	24 800	26 600	3,1	
223 16 HL	223 16 K HL	80	170	58	3,5	6,570	28 500	31 000	3,2	
223 17 HL	223 17 K HL	85	180	60	4	7 900	33 500	36 000	3,3	
223 18 HL	223 18 K HL	90	190	64	4	9 770	39 000	40 000	3,3	
223 19 HL	223 19 K HL	95	200	67	4	10,36	40 500	44 000	3,2	
223 20 HL	223 20 K HL	100	215	73	4	13,00	48 500	52 000	3,2	
223 21 HL	223 21 K HL	110	230	80	4	18,13	54 000	65 000	3,2	
223 22 HL	223 22 K HL	120	260	85	4	23,20	60 000	70 000	3,3	
223 23 HL	223 23 K HL	130	280	93	5	28,20	60 000	86 000	3,3	
223 24 HL	223 24 K HL	140	300	102	5	35,00	93 000	102 000	3,2	
223 25 HL	223 25 K HL	150	320	109	5	42,50	116 000	116 000	3,2	
223 26 HL	223 26 K HL	160	340	114	5	51,20	119 000	129 000	3,2	
223 27 HL	223 27 K HL	170	360	120	5	59,50	127 000	142 000	3,3	
223 28 HL	223 28 K HL	180	380	125	5	70,00	140 000	150 000	3,3	
223 29 HL	223 29 K HL	190	400	132	5	81,00	153 000	170 000	3,3	
223 30 HL	223 30 K HL	200	420	138	6	93,50	170 000	190 000	3,3	
223 31 HL	223 31 K HL	220	440	145	6	122,00	203 000	219 000	3,3	
223 32 HL	223 32 K HL	240	500	155	6	154	235 000	250 000	3,4	
223 33 HL	223 33 K HL	260	540	165	6	192	265 000	275 000	3,6	
223 34 HL	223 34 K HL	280	600	175	6	231	305 000	325 000	3,6	

Πιν. 10.17
 Αξονικά έδρανα
 μονής κατεύθυνσης
 σειράς 512 - DIN 714



Βίαιος έπιπέδος
 Σειρά 512

Αριθ. Τριόζος	Διαστάσεις ες χιλιά					Μαζα (kg)	Φορτίον	
	d _w	d _φ	D _φ	H	r		στατικών C ₀ (kP)	δυναμικών C (kP)
512 00	10	17	26	11	1	0,030	1 200	720
512 01	12	14	28	11	1	0,034	1 370	760
512 02	15	17	32	12	1	0,046	1 600	820
512 03	17	19	35	12	1	0,053	2 040	1 000
512 04	20	22	40	14	1	0,072	2 900	1 400
512 05	25	27	47	15	1	0,105	3 550	1 600
512 06 X 7	30	32	52	16	1	0,133	4 400	1 900
512 07	35	37	62	18	1,5	0,205	6 000	2 650
512 08	40	42	68	19	1,5	0,255	8 000	3 050
512 09	45	47	73	20	1,5	0,300	9 350	3 350
512 10	50	52	80	22	1,5	0,360	9 800	3 450
512 11	55	57	90	23	1,5	0,376	12 000	4 800
512 12	60	62	95	24	1,5	0,450	12 700	5 300
512 13	65	67	100	27	1,5	0,720	13 700	5 500
512 14	70	72	105	27	1,5	0,770	14 600	5 800
512 15	75	77	110	27	1,5	0,830	15 600	6 100
512 16	82	82	115	29	1,5	0,820	17 600	7 200
512 17	85	85	120	31	1,5	1,190	23 200	7 200
512 18	90	90	130	33	2	1,610	29 000	8 350
512 20	100	103	150	38	2	2,150	30 000	10 000
512 22	110	113	160	38	2	2,330	33 500	11 500
512 24	120	123	170	39	2	2,660	37 500	11 500
512 26	130	133	190	45	2,5	4,190	55 000	15 000
512 28	140	143	200	45	2,5	4,720	58 500	15 000
512 30	150	153	215	50	2,5	6,600	69 000	17 000
512 32	160	163	235	51	2,5	6,300	72 000	17 600
512 34	170	173	240	55	2,5	8,050	81 500	20 000
512 36	180	183	250	56	2,5	8,950	91 500	21 500
512 38	190	194	270	62	3	11,900	105 000	24 200
512 40	200	204	280	62	3	13,15	114 000	25 200
512 42	210	214	295	68	3,5	13,70	122 000	26 500
512 44	220	224	310	78	3,5	23,80	175 000	34 500
512 46	240	244	340	79	3,5	25,46	181 000	35 500
512 48	260	264	360	80	3,5	27,60	200 000	38 000
512 50	300	304	430	95	4	43,10	255 000	49 000
512 54	320	325	460	95	4	45,00	270 000	51 500
512 58	340	345	490	96	4	48,20	290 000	53 500
512 72	360	365	500	110	5	73,00	305 000	55 000