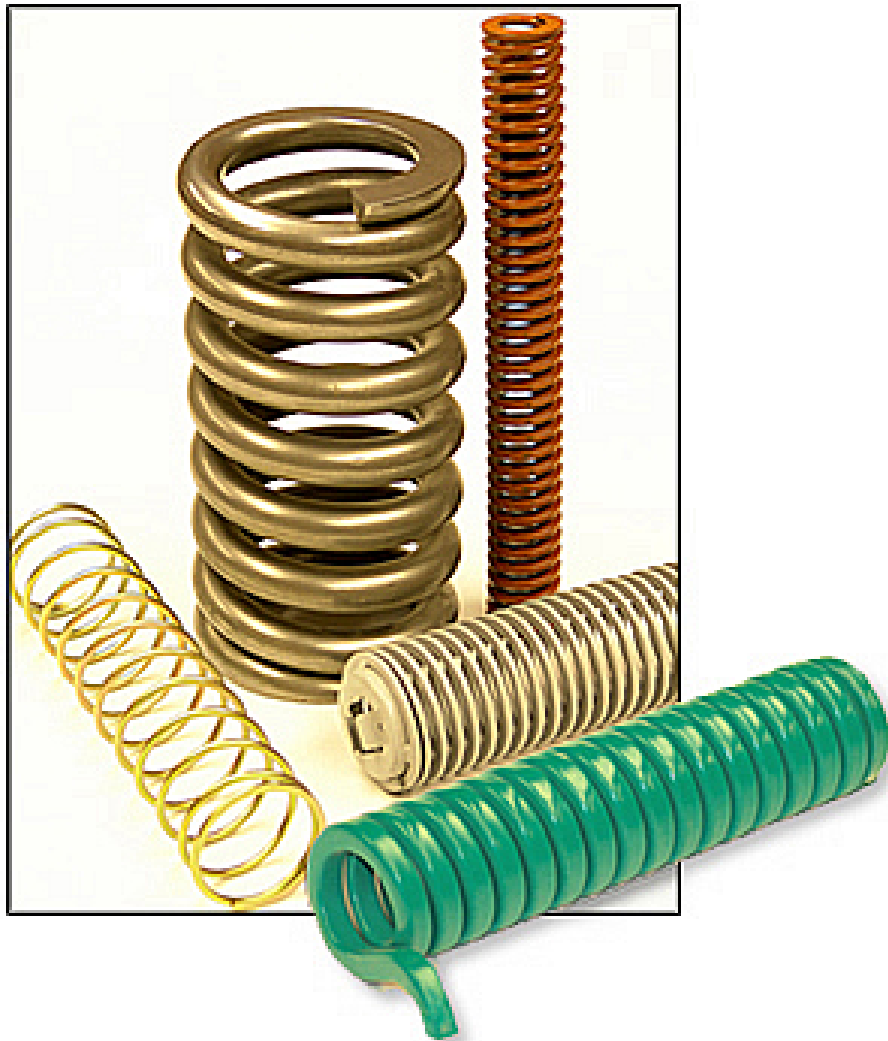
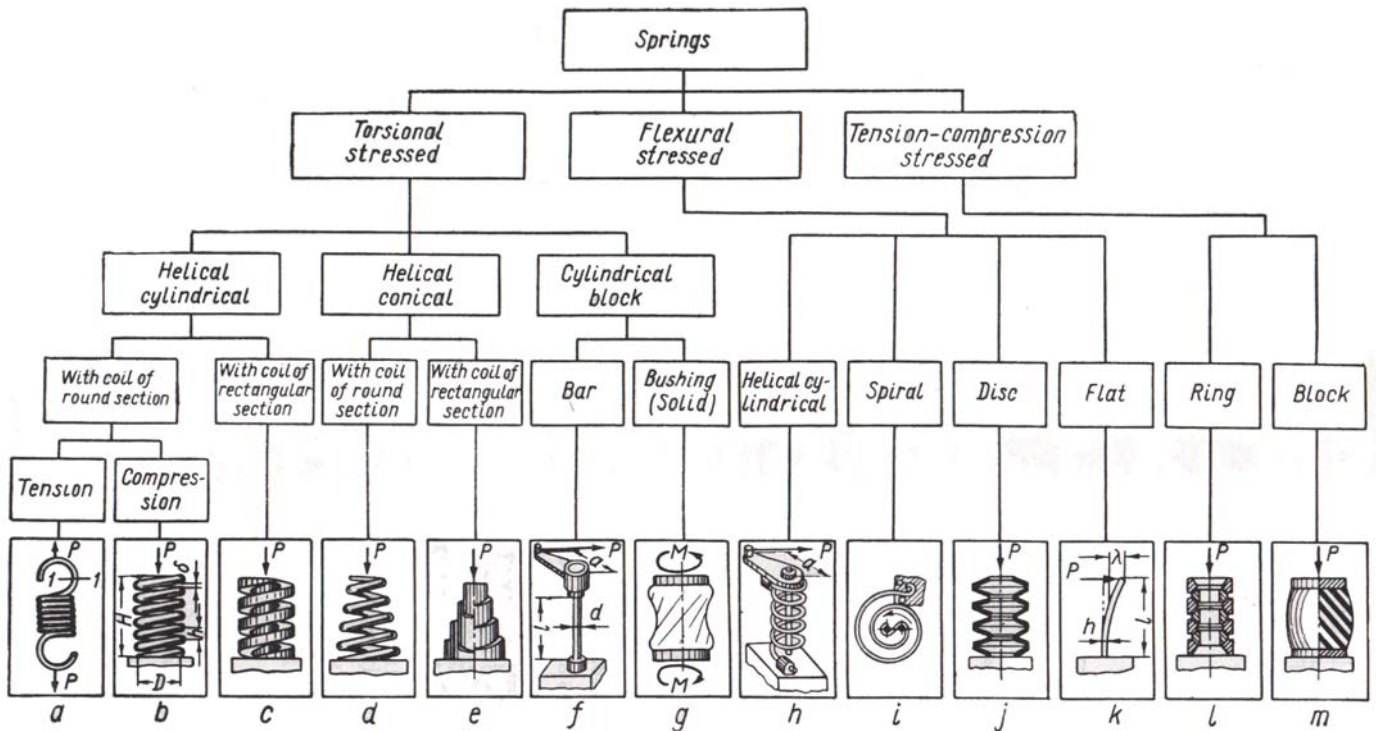


ΕΛΑΤΗΡΙΑ





Υλικά ελατηρίων

Η αντοχή σε θραύση για υλικά ελατηρίων δίνεται στο σχήμα 1. Αν δεν υπάρχουν άλλα στοιχεία:

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m}$$

όπου A , m σταθερές του υλικού και d η διάμετρος του σύρματος. Το όριο ροής βρίσκεται από την προσεγγιστική σχέση:

$$S_y = 0.75 S_{ut}$$

και το όριο ροής σε διάτμηση:

$$S_{sy} = 0.577 S_y \text{ (θεωρία ισοδύναμου έργου παραμόρφωσης)}$$

Οι σταθερές A και m βρίσκονται από τον πίνακα:

ΥΛΙΚΟ	Διάμετρος (mm)	Εκθέτης M	Σταθερή A (MPa)
Music wire	0.10 - 6.5	0.146	2170
Oil tempered wire	0.50 - 12	0.186	1880
Harddrawn wire	0.70 - 12	0.192	1750
Chrome - Vanadium	0.80 - 12	0.167	2000
Chrome - Silicon	1.60 - 10	0.112	2000

Η διαρκής αντοχή δίνεται από τα διαγράμματα SMITH. Αν δεν υπάρχουν άλλα στοιχεία σύμφωνα με τον Zimmerli για χάλυβες ελατηρίων και άπειρη διάρκεια ζωής:

$S'_{sn} = 310MPa$ για ελατήρια χωρίς σφυρηλασία

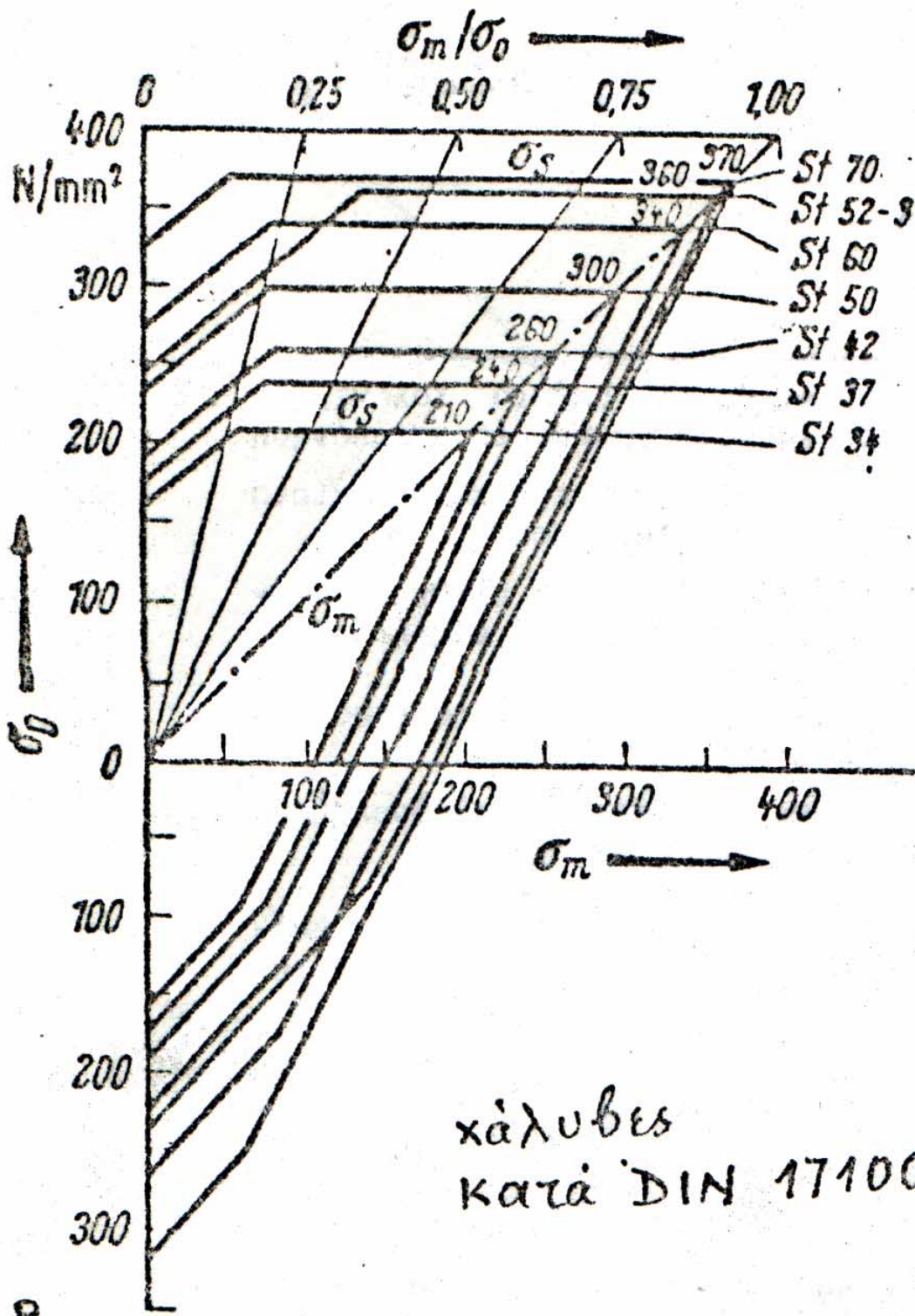
$S'_{sn} = 465MPa$ για ελατήρια που έχουν υποστεί σφυρηλασία

ΠΙΝΑΚΑΣ: ΧΑΛΥΒΕΣ ΕΛΑΤΗΡΙΩΝ

Χαρακτηρισμ ός	Τιμές αντοχής ⁴ σ_B^* MPa	δ_5 %	Είδος	Χρήση
A ¹	1570...1890	40	Χαλύβδινο σύρμα ελατηρίων	μέχρι 10 mm \emptyset , για σπάνια ταλαντευόμενη και λιγοστή σε ηρεμία, καταπόνηση
B ¹	1900...2260	40	Ελατό πατενταρισμένο	μέχρι 17 mm \emptyset , για ήρεμη και ελάχιστα ταλαντευόμενη καταπόνηση
C ¹	2270...2510	40	Μη κραματούχος με	μέχρι 17 mm \emptyset , ελατήρια πίεσης, έντασης, αρμών και μορφών σε υψηλή καταπόνηση
Π ¹	2450...2750	40	0,6 - 1% C	μέχρι 2 mm \emptyset , και για ταλαντευόμενη καταπόνηση
FD ²	1770...1960	45 ³	Ελατός και βαμμένος χάλυβας ελατηρίων	μέχρι 14 mm \emptyset , ελατήρια που δουλεύουν στα όρια χρονικής αντοχής
VD ²	1670...1810	45 ³		μέχρι 7,5 mm \emptyset , σύρμα ελατηρίων βαλβίδων για ελατήρια δύσκολα στο τύλιγμα
38Si6	1180...1370	6	Θερμοδιαμορφωμένος	για μεγαλύτερες διατομές, δισκοειδή
46Si7	1280...1470	6	χάλυβας ποιότητας	ελατήρια και φυλλοειδή ελατήρια οχημάτων
51Si7	1280...1470	6		βαθύτερη σκλήρυνση με προσθήκη Mn
65Si7	1280...1470	6		
60SiMn5	1320...1520	6		
67SiCr7	1470...1670	5	Θερμοδιαμορφωμένος	Ισχυρά καταπονούμενα φυλλοειδή ελατήρια
50CrV4	1320...1670	6	χάλυβας ανώτερης ποιότητας	κοχλίων, ελατήρια σχήματος ράβδου περιστροφής
C53	1180...1370	6	Ψυχροελατός χάλυβας	μη κραματούχος χάλυβας για πιο λεπτές
C67	1180...1370	6	ποιότητας σε λωρίδες	λωρίδες
55Si7	1570...1960	6		Φυλλοειδή ελατήρια φορτηγών αυτοκινήτων μέχρι 7 mm πάχος
65Si7	1670...2160	6		Φυλλοειδή ελατήρια φορτηγών αυτοκινήτων άνω των 7 mm πάχος
Ck53	1180...1370	7	Χάλυβας ανώτερης ποιότητας	λεπτότερες λωρίδες
Ck67	1370...1620	6	Ψυχροελατή λωρίδα	ισχυρά καταπονούμενα φυλλοειδή ελατήρια. Φυλλοειδή ελατήρια σε μέγιστη καταπόνηση
Mk101	1770...2350	5		Φυλλοειδή ελατήρια σε μέγιστη
67SiCr5	1860...2350	4		καταπόνηση
50CrV4	1670...2260	5		Φυλλοειδή ελατήρια σε μέγιστη καταπόνηση
X12CrNi17 7	1570...1770 ⁵	-	Ψυχροελκόμενα	ανθεκτικός σε οξείδωση άλλα ιδιαίτερα χημικά είδη βλ. DIN 17224
65WMo34 8	1370...1670	-		θερμανθεκτικός, όριο διαρροής μεχρι τους 550°C στα 200 N/mm ²

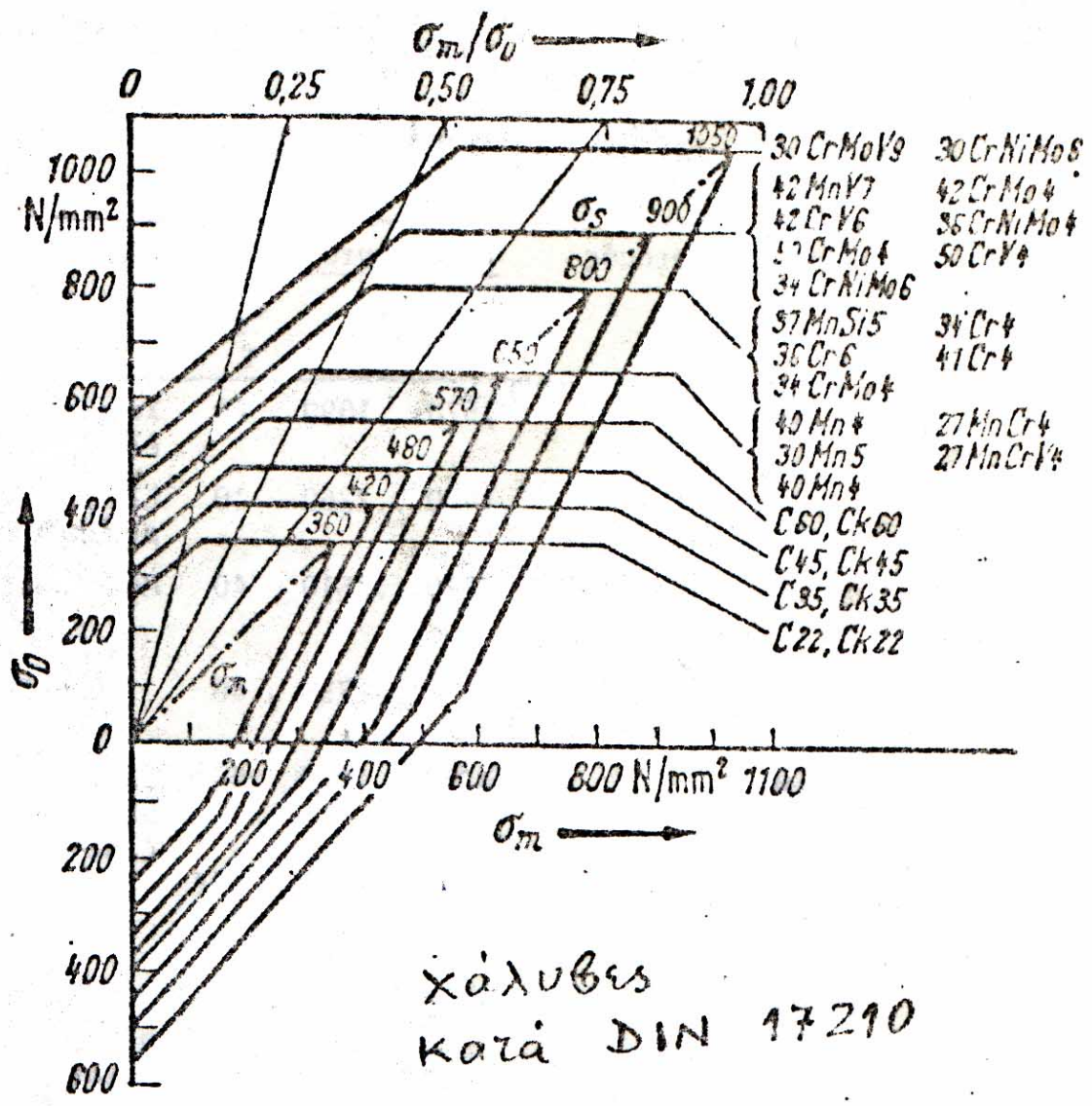
ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΣΥΡΜΑΤΑ ΕΛΑΤΗΡΙΩΝ

ΟΝΟΜΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΧΡΗΣΗ
Music wire Μουσικό σύρμα UNS G10850 AISI 1085 (ή SAE-1085) ASTM A228	Είναι το καλύτερο, ανθεκτικότερο και ευρέως χρησιμοποιούμενο υλικό για μικρά ελατήρια. Σε εναλλασσόμενη φόρτιση παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής απ' όλα τα άλλα υλικά. Διαθέσιμο σε διαμέτρους από 0.12 έως 3 mm. Δεν χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 120°C και κάτω του μηδενός.
Oil tempered wire Σύρμα βαμμένο σε λάδι UNS G10660 AISI 1065 (ή SAE-1065) ASTM 229	Είναι χάλυβας ελατηρίων γενικής χρήσης. Χρησιμοποιείται για μεγαλύτερες διαμέτρους σύρματος. Διαθέσιμος σε διαμέτρους από 3 έως 12 mm. Ακατάλληλος για κρουστικά φορτία και για θερμοκρασίες κάτω του μηδενός ή πάνω από 180°C.
Hard-drawn wire Σύρμα ψυχρού τραβήγματος UNS G10660 AISI 1066(ή SAE-1066) ASTM A227	Αυτός είναι ο φθηνότερος γενικής χρήσης χάλυβας ελατηρίων και πρέπει να χρησιμοποιείται όπου η διάρκεια ζωής, ακρίβεια και παραμόρφωση δεν παίζουν σημαντικό ρόλο. Διαθέσιμος σε διαμέτρους από 0.8 έως 12 mm. Ακατάλληλος για θερμοκρασίες κάτω του μηδενός και πάνω από 120°C.
Chrome – Vanadium Χρωμοβαναδιούχος χάλυβας UNS G61500 AISI 6150(ή SAE-6150) ASTM 231	Είναι το πιο κοινό κράμα χάλυβα ελατηρίων για συνθήκες υψηλής τάσης, κατάλληλο και για κρούσεις. Χρησιμοποιείται για ελατήρια βαλβίδων μηχανών αεροπλάνων και για θερμοκρασίες μέχρι 220°C. Διαθέσιμος σε ανοπτημένη ή προβαμμένη μορφή και σε διαμέτρους από 0.8 έως 12 mm.
Chrom – Silicon Χρωμοπυριτιούχος χάλυβας UNS G92540 AISI 9254	Εξοχο υλικό για ελατήρια που καταπονούνται σε μεγάλες τάσεις, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και φορτίζονται σε κρούση. Διαθέσιμο σε διαμέτρους από 0.8 έως 12 mm και χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες μέχρι 250°C.

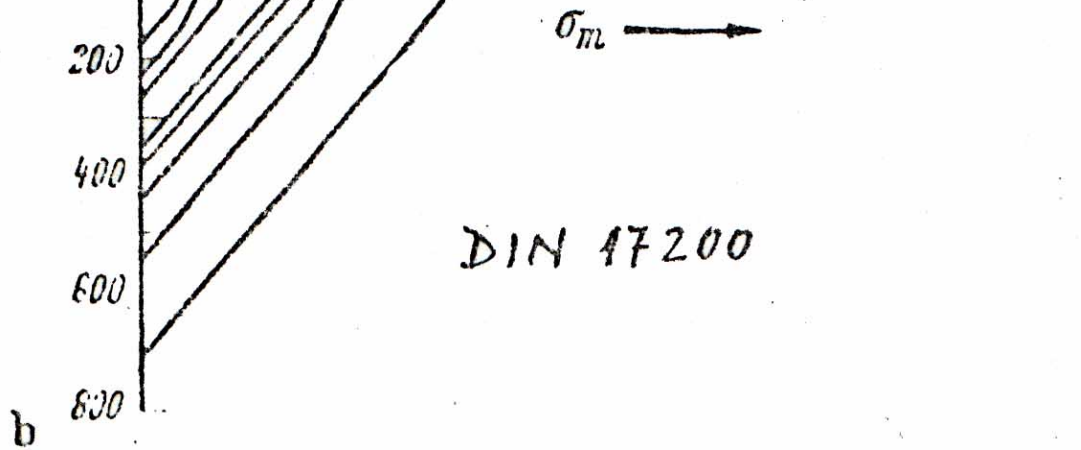
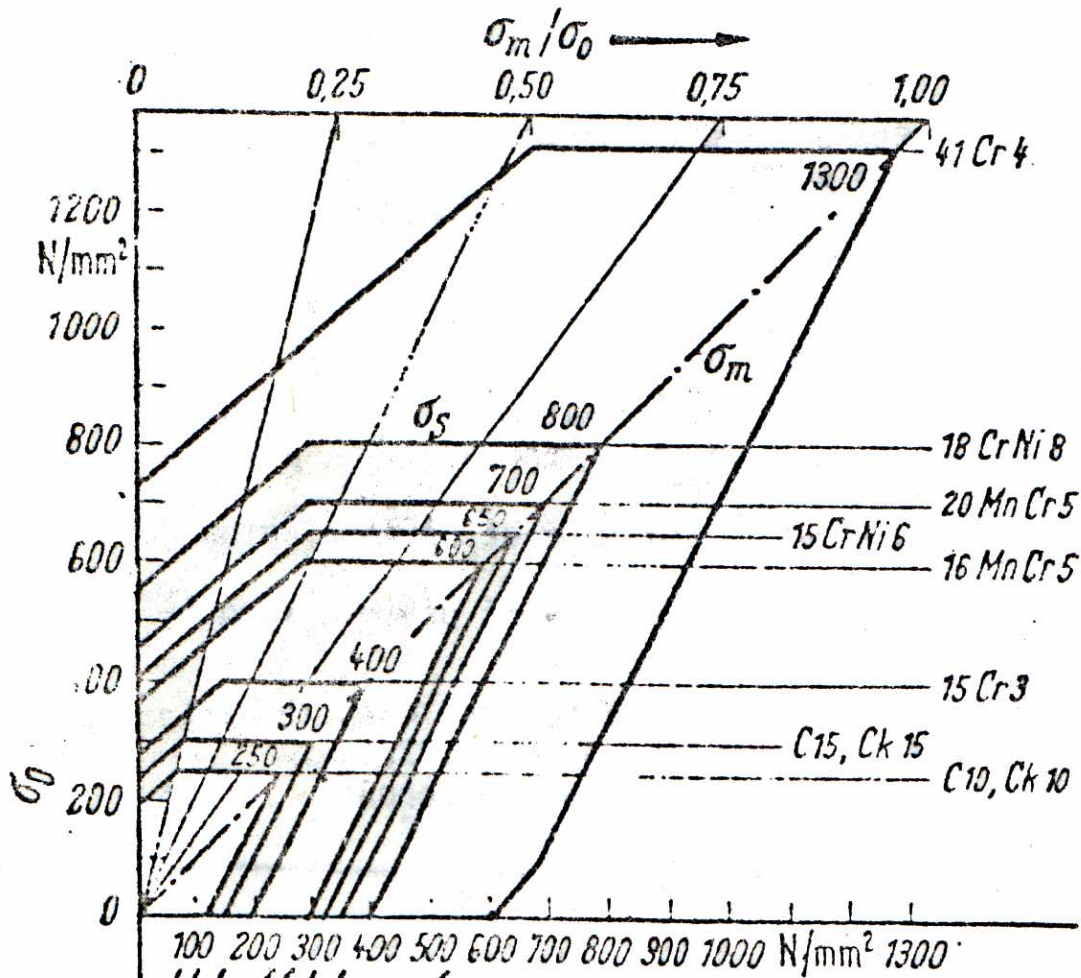


χάλυβες
κατά DIN 17100

a

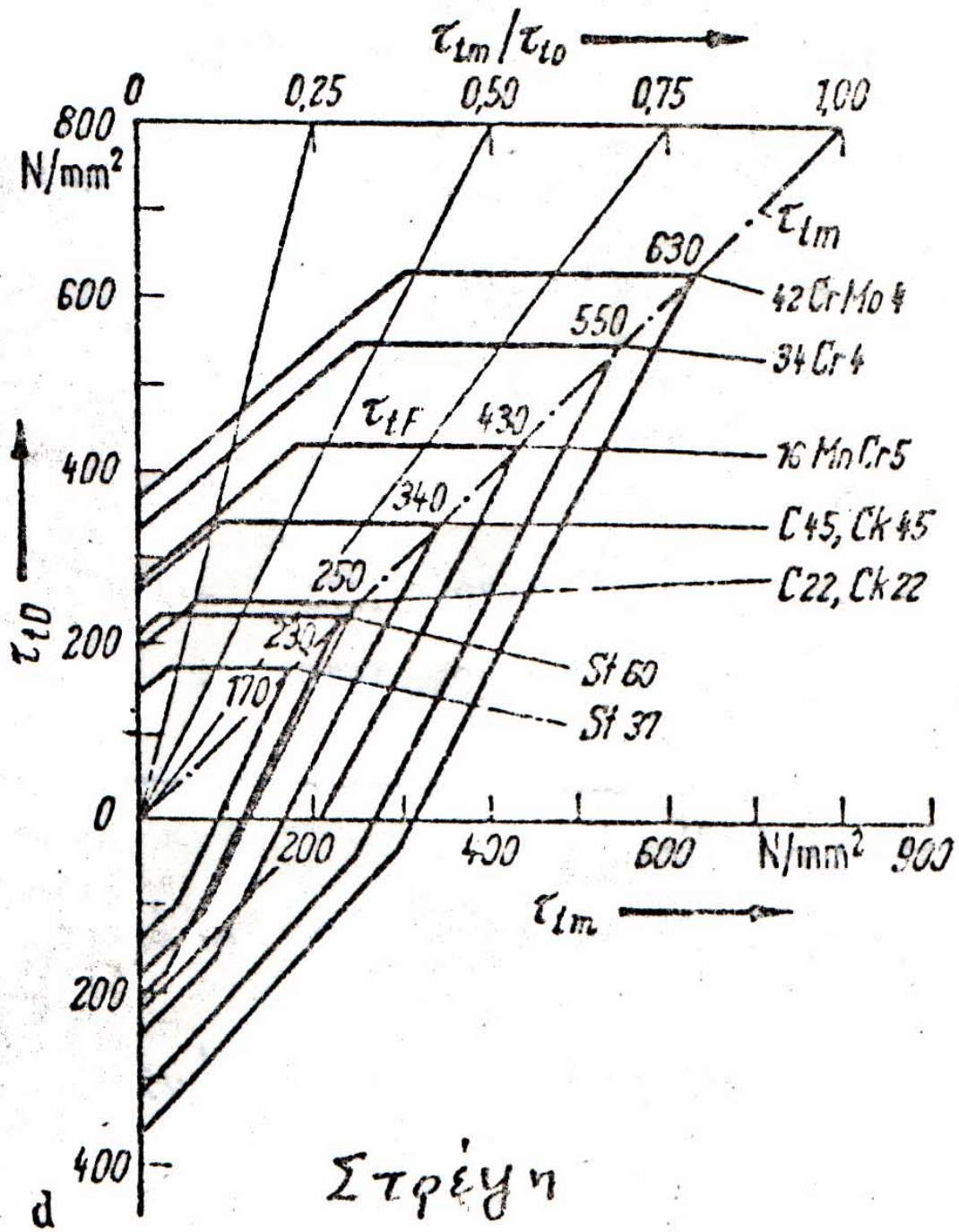


χαλυβες
 κατα DIN 17210



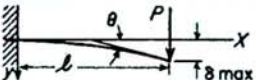
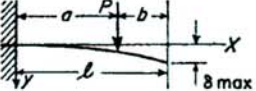



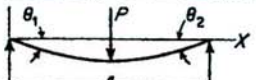

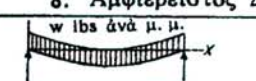


DIN 47200

b



Σχήμα 1-1: Διαγράμματα Smith (Γερμανικές Προδιαγραφές).

ΤΥΠΟΙ ΒΕΛΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ ΔΟΚΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΟΥ	ΚΛΙΣΙΣ ΕΙΣ ΕΛΕΥΘΕΡ ΑΚΡΟΝ	ΒΕΛΟΣ ΕΙΣ ΟΙΑΝΔΗΠΟΤΕ ΤΟΜΗΝ ΟΡΙΖΟΜΕΝΗΝ ΔΙΑ ΤΟΥ x: y ΘΕΤΙΚΟΝ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ	ΜΕΓΙΣΤΟΝ ΒΕΛΟΣ ΚΑΜΨΕΩΣ
1. Πρόβολος Δοκός — Συγκεντρωμένον φορτίον P εις τὸ ἐλεύθερον ἄκρον		$\theta = \frac{Pl^2}{2EI}$ $y = \frac{Px^2}{6EI} (3l - x)$	$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{3EI}$
2. Πρόβολος Δοκός — Συγκεντρωμένον φορτίον P εις οἰονδήποτε σημείον		$\theta = \frac{Pa^2}{2EI}$ $y = \frac{Px^2}{6EI} (3a - x)$ διὰ $0 < x < a$ $y = \frac{Pa^2}{6EI} (3x - a)$ διὰ $a < x < l$	$\delta_{\max} = \frac{Pa^2}{6EI} (3l - a)$
3. Πρόβολος Δοκός — Ὅμοιομόρφως κατανεμημένον φορτίον w lb ἀνά μονάδα μήκους		$\theta = \frac{wl^3}{6EI}$ $y = \frac{wx^2}{24EI} (x^2 + 6l^2 - 4lx)$	$\delta_{\max} = \frac{wl^4}{8EI}$
4. Πρόβολος Δοκός — Ὅμοιομόρφως μεταβαλλόμενον φορτίον' μεγίστη ἔντασις w lb ἀνά μονάδα μήκους		$\theta = \frac{wl^3}{24EI}$ $y = \frac{wx^2}{120lEI} (10l^3 - 10l^2x + 5lx^2 - x^3)$	$\delta_{\max} = \frac{wl^4}{30EI}$
5. Πρόβολος Δοκός — Ζεύγος M ἐφηρμοσμένον εις τὸ ἐλεύθερον ἄκρον		$\theta = \frac{Ml}{EI}$ $y = \frac{Mx^2}{2EI}$	$\delta_{\max} = \frac{Ml^2}{2EI}$
6. Ἀμφιέριστος Δοκός εις τὰ ἄκρα. — Συγκεντρωμένον φορτίον P εις τὸ Μέσον		$\theta_1 = \theta_2 = \frac{Pl^2}{16EI}$ $y = \frac{Px}{12EI} \left(\frac{3l^2}{4} - x^2 \right)$ διὰ $0 < x < \frac{l}{2}$	$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$
7. Ἀμφιέριστος Δοκός εις τὰ ἄκρα — Συγκεντρωμένον φορτίον εις οἰονδήποτε σημείον		Ἀριστερ ἄκρον $\theta_1 = \frac{Pb(l^2 - b^2)}{6lEI}$ Δεξιὸν ἄκρον $\theta_2 = \frac{Pab(2l - b)}{6lEI}$ $y = \frac{Pbx}{6lEI} (l^2 - x^2 - b^2)$ [$0 < x < a$] $y = \frac{Pb}{6lEI} \left[\frac{l}{b}(x - a)^3 + (l^2 - b^2)x - x^3 \right]$ [$a < x < l$]	$\delta_{\max} = \frac{Pb(l^2 - b^2)^{3/2}}{9\sqrt{3}lEI}$ at $x = \sqrt{\frac{l^2 - b^2}{3}}$ εις τὸ κέντρον, ἐὰν $a > b$ $\delta = \frac{Pb}{48EI} (3l^2 - 4b^2)$
8. Ἀμφιέριστος Δοκός εις τὰ ἄκρα — Ὅμοιομόρφως κατανεμημένον φορτίον w lb (λιβρῶν) ἀνά μονάδα μήκους		$\theta_1 = \theta_2 = \frac{wl^3}{24EI}$ $y = \frac{wx}{24EI} (l^3 - 2lx^2 + x^3)$	$\delta_{\max} = \frac{5wl^4}{384EI}$
9. Ἀμφιέριστος Δοκός εις τὰ ἄκρα = Ζεύγος M εις τὸ δεξιὸν ἄκρον		$\theta_1 = \frac{Ml}{6EI}$ $\theta_2 = \frac{Ml}{3EI}$ $y = \frac{Mlx}{6EI} \left(1 - \frac{x^2}{l^2} \right)$	$\delta_{\max} = \frac{Ml^2}{9\sqrt{3}EI}$ at $x = l/\sqrt{3}$ εις τὸ κέντρον. $\delta = \frac{Ml^2}{16EI}$
10. Ἀμφιέριστος Δοκός εις τὰ ἄκρα = Ὅμοιομόρφως μεταβαλλόμενον φορτίον: μεγίστη ἔντασις w		$\theta_1 = \frac{7wl^3}{360EI}$ $\theta_2 = \frac{wl^3}{45EI}$ $y = \frac{wx}{360lEI} (7l^4 - 10l^2x^2 + 3x^4)$	$\delta_{\max} = .00652 \frac{wl^4}{EI}$ at $x = 0.519l$ εις τὸ κέντρον $\delta = .00651 \frac{wl^4}{EI}$