



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

***ΤΜΗΜΑ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ***

# **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ Ι**

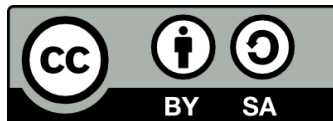
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
κ. ΜΟΣΧΙΔΗΣ**

**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.



Συναρμογαι ISO κατά το σύστημα βασικής οπής

Πεδία ανοχών  
Διαστάσεις εις μμ

ISO-Fits for the hole basis System.  
Tolerance zones, deviations  
Ajustements ISO pour le système  
de l'ajustage normal.  
Zones de tolérance, écarts

Πεδίο ανοχών που δέχεται χρωμίο  
παρουσιάζει N = 80 μm

Επιτρέπεται διαφοράς (πρόσημο)

Επιτρέπεται διαφοράς (πρόσημο)

μm	H6	h5	s5	p5	n5	m5	k5	j5	h5	g5	H7	z6	x6	u6	t6	r6	p6	n6	m6	k6	j6	h6	g6	f6	f7	H8	z8	x8	u8	t8	r8	p8	n8	m8	k8	j8	h8	g8	f8	f9	H9	z9	x9	u9	t9	r9	p9	n9	m9	k9	j9	h9	g9	f9	f10	H10	z10	x10	u10	t10	r10	p10	n10	m10	k10	j10	h10	g10	f10	f11	H11	z11	x11	u11	t11	r11	p11	n11	m11	k11	j11	h11	g11	f11	f12	H12	z12	x12	u12	t12	r12	p12	n12	m12	k12	j12	h12	g12	f12	f13	H13	z13	x13	u13	t13	r13	p13	n13	m13	k13	j13	h13	g13	f13	f14	H14	z14	x14	u14	t14	r14	p14	n14	m14	k14	j14	h14	g14	f14	f15	H15	z15	x15	u15	t15	r15	p15	n15	m15	k15	j15	h15	g15	f15	f16	H16	z16	x16	u16	t16	r16	p16	n16	m16	k16	j16	h16	g16	f16	f17	H17	z17	x17	u17	t17	r17	p17	n17	m17	k17	j17	h17	g17	f17	f18	H18	z18	x18	u18	t18	r18	p18	n18	m18	k18	j18	h18	g18	f18	f19	H19	z19	x19	u19	t19	r19	p19	n19	m19	k19	j19	h19	g19	f19	f20	H20	z20	x20	u20	t20	r20	p20	n20	m20	k20	j20	h20	g20	f20	f21	H21	z21	x21	u21	t21	r21	p21	n21	m21	k21	j21	h21	g21	f21	f22	H22	z22	x22	u22	t22	r22	p22	n22	m22	k22	j22	h22	g22	f22	f23	H23	z23	x23	u23	t23	r23	p23	n23	m23	k23	j23	h23	g23	f23	f24	H24	z24	x24	u24	t24	r24	p24	n24	m24	k24	j24	h24	g24	f24	f25	H25	z25	x25	u25	t25	r25	p25	n25	m25	k25	j25	h25	g25	f25	f26	H26	z26	x26	u26	t26	r26	p26	n26	m26	k26	j26	h26	g26	f26	f27	H27	z27	x27	u27	t27	r27	p27	n27	m27	k27	j27	h27	g27	f27	f28	H28	z28	x28	u28	t28	r28	p28	n28	m28	k28	j28	h28	g28	f28	f29	H29	z29	x29	u29	t29	r29	p29	n29	m29	k29	j29	h29	g29	f29	f30	H30	z30	x30	u30	t30	r30	p30	n30	m30	k30	j30	h30	g30	f30	f31	H31	z31	x31	u31	t31	r31	p31	n31	m31	k31	j31	h31	g31	f31	f32	H32	z32	x32	u32	t32	r32	p32	n32	m32	k32	j32	h32	g32	f32	f33	H33	z33	x33	u33	t33	r33	p33	n33	m33	k33	j33	h33	g33	f33	f34	H34	z34	x34	u34	t34	r34	p34	n34	m34	k34	j34	h34	g34	f34	f35	H35	z35	x35	u35	t35	r35	p35	n35	m35	k35	j35	h35	g35	f35	f36	H36	z36	x36	u36	t36	r36	p36	n36	m36	k36	j36	h36	g36	f36	f37	H37	z37	x37	u37	t37	r37	p37	n37	m37	k37	j37	h37	g37	f37	f38	H38	z38	x38	u38	t38	r38	p38	n38	m38	k38	j38	h38	g38	f38	f39	H39	z39	x39	u39	t39	r39	p39	n39	m39	k39	j39	h39	g39	f39	f40	H40	z40	x40	u40	t40	r40	p40	n40	m40	k40	j40	h40	g40	f40	f41	H41	z41	x41	u41	t41	r41	p41	n41	m41	k41	j41	h41	g41	f41	f42	H42	z42	x42	u42	t42	r42	p42	n42	m42	k42	j42	h42	g42	f42	f43	H43	z43	x43	u43	t43	r43	p43	n43	m43	k43	j43	h43	g43	f43	f44	H44	z44	x44	u44	t44	r44	p44	n44	m44	k44	j44	h44	g44	f44	f45	H45	z45	x45	u45	t45	r45	p45	n45	m45	k45	j45	h45	g45	f45	f46	H46	z46	x46	u46	t46	r46	p46	n46	m46	k46	j46	h46	g46	f46	f47	H47	z47	x47	u47	t47	r47	p47	n47	m47	k47	j47	h47	g47	f47	f48	H48	z48	x48	u48	t48	r48	p48	n48	m48	k48	j48	h48	g48	f48	f49	H49	z49	x49	u49	t49	r49	p49	n49	m49	k49	j49	h49	g49	f49	f50	H50	z50	x50	u50	t50	r50	p50	n50	m50	k50	j50	h50	g50	f50
+400	+6	+22	-	+18	+14	+10	+6	+4	+2	+4	0	-2	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-24	-26	-28	-30	-32	-34	-36	-38	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52	-54	-56	-58	-60	-62	-64	-66	-68	-70	-72	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-90	-92	-94	-96	-98	-100	-102	-104	-106	-108	-110	-112	-114	-116	-118	-120	-122	-124	-126	-128	-130	-132	-134	-136	-138	-140	-142	-144	-146	-148	-150	-152	-154	-156	-158	-160	-162	-164	-166	-168	-170	-172	-174	-176	-178	-180	-182	-184	-186	-188	-190	-192	-194	-196	-198	-200	-202	-204	-206	-208	-210	-212	-214	-216	-218	-220	-222	-224	-226	-228	-230	-232	-234	-236	-238	-240	-242	-244	-246	-248	-250	-252	-254	-256	-258	-260	-262	-264	-266	-268	-270	-272	-274	-276	-278	-280	-282	-284	-286	-288	-290	-292	-294	-296	-298	-300	-302	-304	-306	-308	-310	-312	-314	-316	-318	-320	-322	-324	-326	-328	-330	-332	-334	-336	-338	-340	-342	-344	-346	-348	-350	-352	-354	-356	-358	-360	-362	-364	-366	-368	-370	-372	-374	-376	-378	-380	-382	-384	-386	-388	-390	-392	-394	-396	-398	-400	-402	-404	-406	-408	-410	-412	-414	-416	-418	-420	-422	-424	-426	-428	-430	-432	-434	-436	-438	-440	-442	-444	-446	-448	-450	-452	-454	-456	-458	-460	-462	-464	-466	-468	-470	-472	-474	-476	-478	-480	-482	-484	-486	-488	-490	-492	-494	-496	-498	-500	-502	-504	-506	-508	-510	-512	-514	-516	-518	-520	-522	-524	-526	-528	-530	-532	-534	-536	-538	-540	-542	-544	-546	-548	-550	-552	-554	-556	-558	-560	-562	-564	-566	-568	-570	-572	-574	-576	-578	-580	-582	-584	-586	-588	-590	-592	-594	-596	-598	-600	-602	-604	-606	-608	-610	-612	-614	-616	-618	-620	-622	-624	-626	-628	-630	-632	-634	-636	-638	-640	-642	-644	-646	-648	-650	-652	-654	-656	-658	-660	-662	-664	-666	-668	-670	-672	-674	-676	-678	-680	-682	-684	-686	-688	-690	-692	-694	-696	-698	-700	-702	-704	-706	-708	-710	-712	-714	-716	-718	-720	-722	-724	-726	-728	-730	-732	-734	-736	-738	-740	-742	-744	-746	-748	-750	-752	-754	-756	-758	-760	-762	-764	-766	-768	-770	-772	-774	-776	-778	-780	-782	-784	-786	-788	-790	-792	-794	-796	-798	-800	-802	-804	-806	-808	-810	-812	-814	-816	-818	-820	-822	-824	-826	-828	-830	-832	-834	-836	-838	-840	-842	-844	-846	-848	-850	-852	-854	-856	-858	-860	-862	-864	-866	-868	-870	-872	-874	-876	-878	-880	-882	-884	-886	-888	-890	-892	-894	-896	-898	-900	-902	-904	-906	-908	-910	-912	-914	-916	-918	-920	-922	-924	-926	-928	-930	-932	-934	-936	-938	-940	-942	-944	-946	-948	-950	-952	-954	-956	-958	-960	-962	-964	-966	-968	-970	-972	-974	-976	-978	-980	-982	-984	-986	-988	-990	-992	-994	-996	-998	-1000																																																																																																																																																													

### Κεφ. 3. ΕΙΔΗ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

#### 3.1. Εφελκυσμός

Τάση λόγω εφελκυσμού:

$$\sigma_z = \frac{N}{A} \quad (3-1)$$

όπου  $N$  = η εφελκυστική δύναμη

$A$  = το εμβαδό της διατομής του σώματος («διατομή» είναι το σχήμα που έχει το σώμα σε μία κάθετη τομή του).

Συντεταγμένες του κέντρου βάρους  $G$  σύνθετης διατομής που αποτελείται από δύο τμήματα με εμβαδά  $A_1, A_2$ :

$$z_G = \frac{z_1 A_1 + z_2 A_2}{A_1 + A_2} \quad y_G = \frac{y_1 A_1 + y_2 A_2}{A_1 + A_2} \quad (3-2)$$

#### 3.2. Διάτμηση

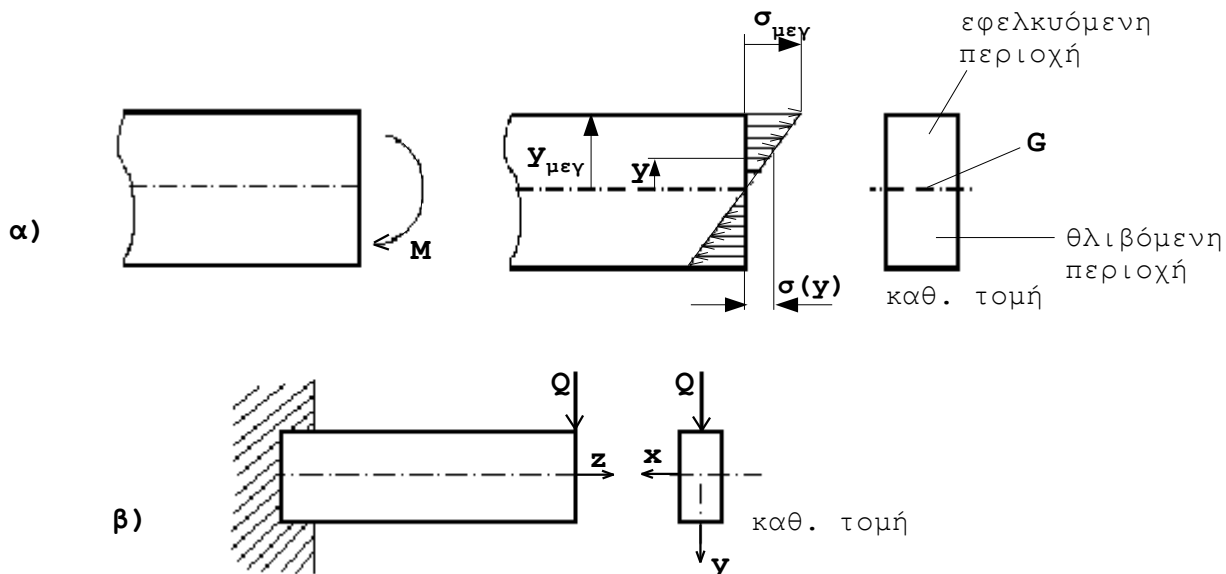
Μέση διατμητική τάση:

$$\tau_\delta = \frac{Q}{A'} \quad (3-3)$$

όπου  $Q$  = η διατμητική δύναμη,

$A'$  = το εμβαδό της διατομής, αν η διατομή έχει μεγάλο πάχος, ή  $A'$  = το εμβαδό μερικών μόνο από τα τοιχώματα της διατομής, και συγκεκριμένα των τοιχωμάτων που είναι παράλληλα με τη δύναμη  $Q$ , αν η διατομή αποτελείται από λεπτά τοιχώματα.

#### 3.3 Κάμψη



Σχ. 3.3.1 Δοκοί που δέχονται κάμψη

α) Κάμψη που προέρχεται από τη ροπή  $M$ . Εφελκυσμός στο επάνω μισό και θλίψη στο κάτω μισό της δοκού.

β) Κάμψη που προέρχεται από τη δύναμη  $Q$ . Θέσεις των αξόνων  $x, y, z$

Ροπή αντίστασης της διατομής σε κάμψη:

$$W_x = I_{xx} / y_{\text{μεγ}} \quad (3-5)$$

όπου  $I_{xx}$  = ροπή αδράνειας για περιστροφή γύρω από τον άξονα  $x$

$y_{μεγ}$ : βλ. σχήμα παραπάνω

Τάση λόγω κάμψης (δηλ. η  $\sigma_{μεγ}$  του παραπάνω σχήματος):

$$\sigma_b = \frac{M}{W_x} \quad (3-6)$$

όπου  $M$  = η καμπτική ροπή

$W_x$  = ροπή αντίστασης της διατομής σε κάμψη

### 3.4 Στρέψη

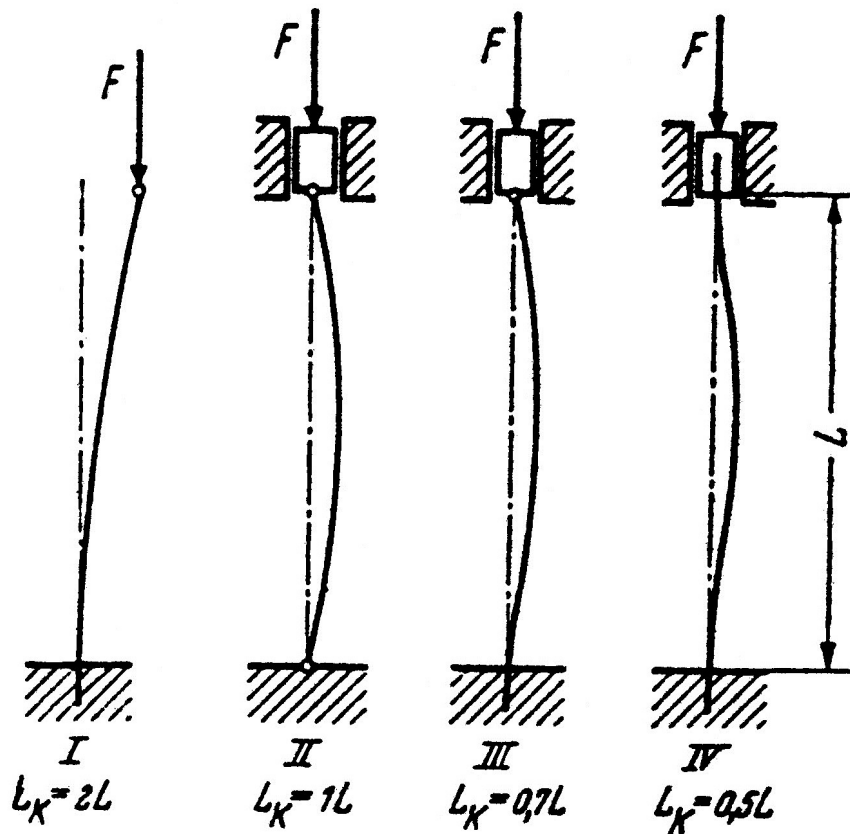
Τάση λόγω στρέψης:

$$\tau_t = \frac{T}{W_t} \quad (3-8)$$

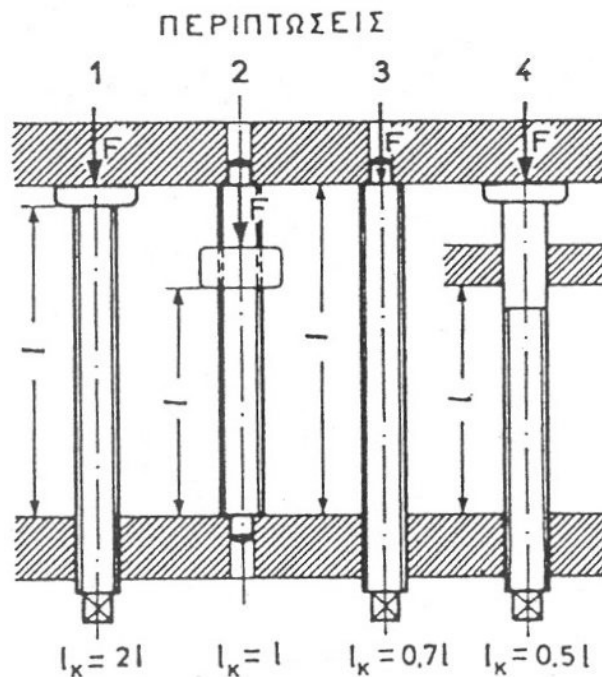
όπου  $T$  = η στρεπτική ροπή

$W_t$  = ροπή αντίστασης της διατομής σε στρέψη

### 3.5 Λυγισμός



Σχήμα 3.5.3 Ελεύθερο μήκος λυγισμού  $L_k$  για ράβδους με διάφορους τρόπους στήριξης: I) Πάκτωση στο ένα άκρο (πρόβολος), II) Άρθρωση στο ένα άκρο και κύλιση στο άλλο (αμφιέρειστη δοκός), III) Πάκτωση στο ένα άκρο και κύλιση στο άλλο, IV) Πάκτωση στο ένα άκρο, ολισθαίνουσα πάκτωση στο άλλο



Σχήμα 6.25 Ελεύθερο μήκος λυγισμού  $l_k$  (ίδιο με το  $L_k$ ) για κοχλίες με διάφορους τρόπους στήριξης (Οι περιπτώσεις 1, 2, 3, 4 δείχνουν πώς κατασκευάζονται οι στηρίξεις των τρόπων I, II, III, IV αντίστοιχα του προηγούμενου σχήματος )

Πίνακας 3.3 Αντοχή υλικών σε λυγισμό

Υλικό	$\sigma_{da}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\lambda_e$	$\lambda_s$	$\sigma_k$ (Tetmajer) [N/mm <sup>2</sup> ]
St37	205	240	210 000	100	60	310 - 1,14 λ
St60	240	340	210 000	93	0	335 - 0,62 λ
Χάλ. ελατηρ. <sup>(1)</sup>	575	1000	210 000	60	0	335 - 0,62 λ
Φαιός χυτοσιδ <sup>(2)</sup>	154	600	100 000	80	16	776-12λ+0,053λ <sup>2</sup>
Ντουραλουμ. <sup>(3)</sup>	200	250	70 000	59	-	-
St50	225	300	210 000	96	56	335 - 0,62 λ

Σημασίες συμβόλων του πίνακα:

$\sigma_{da}$  = όριο αναλογίας σε θλίψη,     $\sigma_s$  = όριο ροής,    E = μέτρο ελαστικότητας

$\lambda_e$  = τιμή του βαθμού λυγηρότητας από την οποία και πάνω ισχύει ο τύπος του Euler

$\lambda_s$  = τιμή του βαθμού λυγηρότητας από την οποία και κάτω δεν ισχύει ο τύπος του Tetmajer διότι αρχίζει η πλαστική παραμόρφωση

$\sigma_k$  = κρίσιμη τάση λυγισμού κατά Tetmajer

Παρατηρήσεις:

<sup>(1)</sup> Τα  $\sigma_s$ ,  $\lambda_s$  ισχύουν για χάλυβα ελατηρίων τύπου 38Si7.

<sup>(2)</sup> Τα  $\sigma_s$ ,  $\lambda_s$  αφορούν αντοχή σε θραύση, σε θλιπτική καταπόνηση (ο φαιός χυτοσίδηρος δεν έχει πλαστική παραμόρφωση) και ισχύουν για χυτοσίδηρο τύπου GG15.

<sup>(3)</sup> Το  $\sigma_s$  ισχύει για ντουραλουμίνιο τύπου AlCuMg1 F37. Η κρίσιμη τάση λυγισμού κατά Tetmajer δεν αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Μπορεί ως δυσμενέστερη περίπτωση να λαμβάνεται  $\sigma_k = \sigma_{da}$ , όταν  $\lambda < \lambda_e$

Υπολογιστική διαδικασία για τον έλεγχο της αντοχής σε λυγισμό:

1. Υπολογίζονται τα βοηθητικά μεγέθη :

Τάση:  $\sigma = N/A$

Ακτίνα αδράνειας διατομής:  $i = \sqrt{I_{\min}/A}$  (\*)

Βαθμός λυγηρότητας:  $\lambda = L_k/i$ .

όπου  $N$  = η θλιπτική δύναμη που προκαλεί τον λυγισμό

$A$  = το εμβαδό της διατομής της ράβδου

$I_{\min}$  = η μικρότερη από τις δύο ροπές αδράνειας της διατομής της ράβδου

$L_k$  : βλ. σχ. 3.5.3 παραπάνω

2. Διαβάζουμε από τον πίνακα 3.3 τις οριακές τιμές  $\lambda_E$ ,  $\lambda_S$ ,  $\sigma_S$  και υπολογίζουμε την κρίσιμη τάση λυγισμού

$\pi^2 E / \lambda^2$  (τύπος Euler) αν  $\lambda > \lambda_E$

$\sigma_k = \dots\dots\dots$  (τύπος Tetmajer, βλ. πίν. 3.3) αν  $\lambda_S < \lambda < \lambda_E$  (3-11)

$\sigma_S$  (έναρξη πλαστικής παραμόρφωσης) αν  $\lambda < \lambda_S$

3. Εκλέγεται ο επιθυμητός συντελεστής ασφάλειας

$$S_k = \begin{matrix} 3 \text{ έως } 6 & \text{αν } \lambda > \lambda_E \\ 1,75 \text{ έως } 4 & \text{αν } \lambda_S < \lambda < \lambda_E \\ 1,3 & \text{αν } \lambda < \lambda_S \end{matrix} \quad (3-12)$$

(οι μεγάλες τιμές του  $\lambda$  απαιτούν μεγάλες τιμές του  $S_k$ , στην συνιστώμενη περιοχή κάθε φορά)

4. Αν ισχύει η ανισότητα

$$\sigma < (\sigma_k / S_k) \quad (3-13)$$

τότε η αντοχή σε λυγισμό είναι ικανοποιητική.

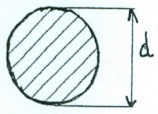
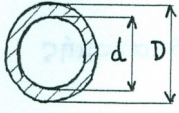
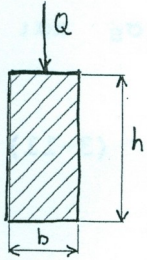
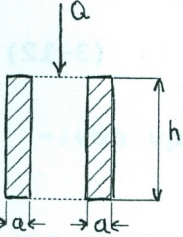
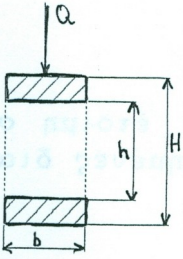
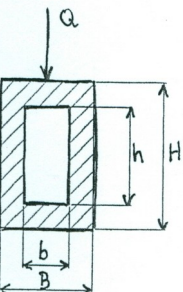
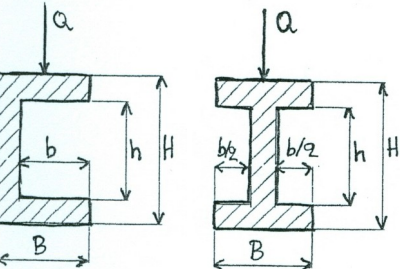
---

(\*) Για μερικά σχήματα η ακτίνα αδράνειας  $i$  δίνεται έτοιμη σε πίνακες. Βλ. π.χ. πίν. 3.1, καθώς και πίνακες με τυποποιημένες διαστάσεις χαλύβδινων δοκών.

Για ράβδο κυκλικής διατομής με διάμετρο  $d$ :  $i = d/4$

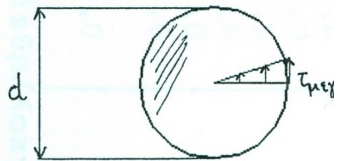
Για κοχλία:  $i = d_3/4$

Πίνακας 3.1 Ροπές αδράνειας και άλλα γεωμετρικά στοιχεία  
 $A$ =εμβαδό διατομής,  $I_{xx}$ =ροπή αδράνειας,  $W_{xx}$ =ροπή αντίστασης σε κάμψη,  
 $i_{min}$ =ακτίνα αδράνειας (η μικρότερη ακτίνα, για υπολογισμό λυγισμού)

	<p>1)  <math>A = (\pi/4) * d^2 \approx 0,785 d^2</math>,     <math>I_x = (\pi/64) * d^4 \approx 0,05 d^4</math>  <math>W = (\pi/32) * d^3 \approx 0,1 d^3</math>,     <math>i_{min} = d/4</math></p>
	<p>2)  <math>A \approx 0,785 (D^2 - d^2)</math>,     <math>I_x \approx 0,05 (D^4 - d^4)</math>  <math>W \approx 0,1 (D^4 - d^4) / D</math>,     <math>i_{min} = \sqrt{D^2 + d^2} / 4</math></p>
	<p>3)  <math>A = b h</math>,     <math>I_x = b h^3 / 12</math>  <math>W_x = b h^2 / 6</math>,     Αν <math>b &lt; h</math> τότε <math>i_{min} = b / \sqrt{12} = b / 3,464</math></p>
	<p>4)  <math>A = 2 a h</math>,     <math>I_x = 2 a h^3 / 12</math>  <math>W_x = 2 a h^2 / 6</math>,     Αν <math>I_{min} = \min(I_x, I_y)</math> τότε <math>i_{min} = \sqrt{I_{min} / A}</math></p>
	<p>5)  <math>A = b (H - h)</math>,     <math>I_x = b (H^3 - h^3) / 12</math>  <math>W_x = \frac{b (H^3 - h^3)}{6H}</math>,     Αν <math>I_{min} = \min(I_x, I_y)</math> τότε <math>i_{min} = \sqrt{I_{min} / A}</math></p>
	<p>6)  <math>A = BH - bh</math>,     <math>I_x = (BH^3 - bh^3) / 12</math>  <math>W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}</math>,     Αν <math>I_{min} = \min(I_x, I_y)</math> τότε <math>i_{min} = \sqrt{I_{min} / A}</math></p>
	<p>7) Όπως στην περίπτωση 6 παραπάνω</p>

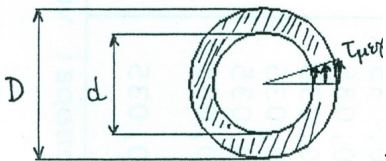


Πίνακας 3.2 Ροπές αντίστασης σε στρέψη για διάφορες διατομές



1)

$$W_t = (\pi/16) * d^3 \approx 0,2 d^3$$

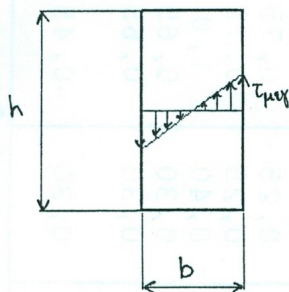


2)

$$W_t \approx 0,2 (D^4 - d^4) / D$$

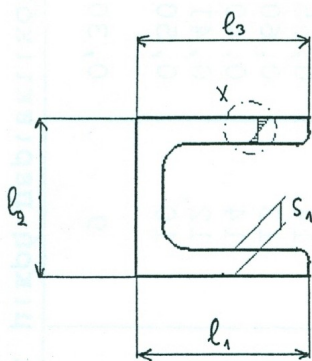
3)

(Πρέπει  $h > b$ )



$W_t = \eta_2 b^2 h$ , όπου το  $\eta_2$  υπολογίζεται από τον πίνακα:

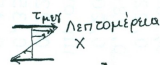
αν $h/b =$	1	1,5	2	3	4
τότε $\eta_2 =$	0,208	0,231	0,246	0,267	0,282
αν $h/b =$	6	8	10	$\infty$	
τότε $\eta_2 =$	0,299	0,307	0,313	0,333	



4)

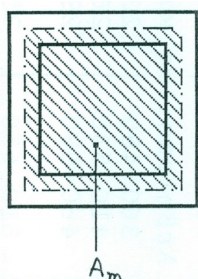
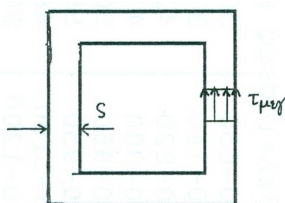
$$s_1^3 l_1 + s_2^3 l_2 + \dots$$

$$W_t = \frac{\quad}{3 s_{\text{μεγ}}}$$



5)

$$W_t = 2 A_m s_{\text{ελαχ}}$$



Πίνακας 4.1 Χημική σύσταση και μηχανικές ιδιότητες μερικών συνηθισμένων χαλύβων  
(Εξηγήσεις βλ. πίσω)

Όνομασία	$\sigma_B$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s$ N/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	C %	Si %	Mn %	S<... %	N<... %	P<... %	Cr	Ni
<b>A' Κοινοί χάλυβες κατασκευών κατά DIN 17100, συγκολλήσιμοι</b>											
R St34-2	340-420	210	28 (20)	0,17	0,30	0,35	0,05	0,007	0,050	0,30	0,30
R St37-2	370-450	240	25 (18)	0,20	0,30	0,35	0,05	0,007	0,050	0,30	0,30
R St42-2	420-500	260	22 (16)	0,25	0,30	0,35	0,05	0,007	0,050	0,30	0,30
R St46-2	440-540	290	22 (16)	0,20	0,30	1,00	0,05	0,007	0,050	0,30	0,30
R St52-3	520-620	360	22 (16)	0,20	0,55	1,50	0,045	0,009	0,045	0,30	0,30
<b>B' Κοινοί χάλυβες κατασκευών κατά DIN 17100, μή συγκολλήσιμοι</b>											
St33-2	330-500	190	18 (14)	<0,3	0,30	0,35	0,05	0,007	0,080	0,30	0,30
St50-2	500-600	300	20 (14)	0,30	0,30	0,35	0,05	0,007	0,050	0,30	0,30
St60-2	600-720	340	15 (10)	0,40	0,30	0,50	0,05	0,007	0,050	0,30	0,30
St70-2	700-850	370	10 (5)	0,50	0,30	0,50	0,05	0,007	0,050	0,30	0,30
<b>Γ' Χάλυβες λεβητοποιίας κατά DIN 17155, συγκολλήσιμοι</b>											
H I	360-480	235	24	<0,16	<0,35	0,8	0,025	-	0,030	0,30	0,30
H II	410-530	265	22	<0,20	<0,40	1,0	0,025	-	0,030	0,30	0,30
17 Mn 4	460-580	290	21	0,10-0,22	<0,60	1,4	0,025	-	0,030	0,30	0,30
19 Mn 6	510-650	355	20	0,08-0,20	<0,40	1,2	0,025	-	0,030	0,30	0,30
<b>Δ' Χάλυβες επιβελτιώσεως κατά DIN 17200, μή συγκολλήσιμοι (*)</b>											
Ck22	500-650	300	22	0,22	0,25	0,45	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
Ck35	590-740	370	19	0,35	0,25	0,65	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
Ck45	670-820	420	16	0,45	0,25	0,65	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
Ck55	750-900	470	14	0,55	0,25	0,75	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
Ck60	800-950	500	13	0,60	0,25	0,75	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
40 Mn 4	800-950	550	14	0,40	0,40	1,0	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
41 Cr 4	900-1100	680	12	0,41	0,30	0,65	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
50 CrMo4	1000-1200	800	10	0,50	0,30	0,65	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα
30CrNiMo8	1250-1450	1050	9	0,30	0,30	0,45	0,035	-	0,035	Cr	Άλλα

(\*) Εξάιρεση: Ο Ck22 έχει μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα, και μπορεί να συγκολληθεί.

#### Πίνακας 4.1 συνέχεια

Όνομασία	$\sigma_B$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s$ N/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	C %	Si %	Mn %	S<... %	N<... %	P<... %
Ε' Χάλυβες ελατηρίων κατά DIN 17221 και 17222, μη συγκολλησιμοι									
38 Si 7	1200-1400	1050	>6	0,38	1,65	0,65	0,045	-	0,045
Ck 53	1200-1450	1050	7	0,53	0,40	0,55	0,035	-	0,035
55 Si 7	1600-2000	1500	6	0,55	1,65	0,9	0,050	-	0,050

Σημασίες συμβόλων του πίνακα 4.1:

$\sigma_B$ =όριο θραύσης,  $\sigma_s$ =όριο ροής,

$\delta_5$ =πλαστική παραμόρφωση μέχρι τη θραύση, μετρημένη σε δοκίμιο που έχει μήκος πενταπλάσιο της διαμέτρου. Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις ισχύουν για μικρά πάχη (θερμηλασμένο φύλλο 3mm).

C, Si, Mn κτλ=περιεκτικότητα του χάλυβα (% κατά βάρος) στο χημικό στοιχείο.

- = Δεν ορίζεται μέχρι πόση να είναι η περιεκτικότητα του χάλυβα σ' αυτό το χημικό στοιχείο. Πρέπει όμως να χρησιμοποιηθεί μια μέθοδος παραγωγής που να κρατά την περιεκτικότητα όσο το δυνατόν μικρότερη.

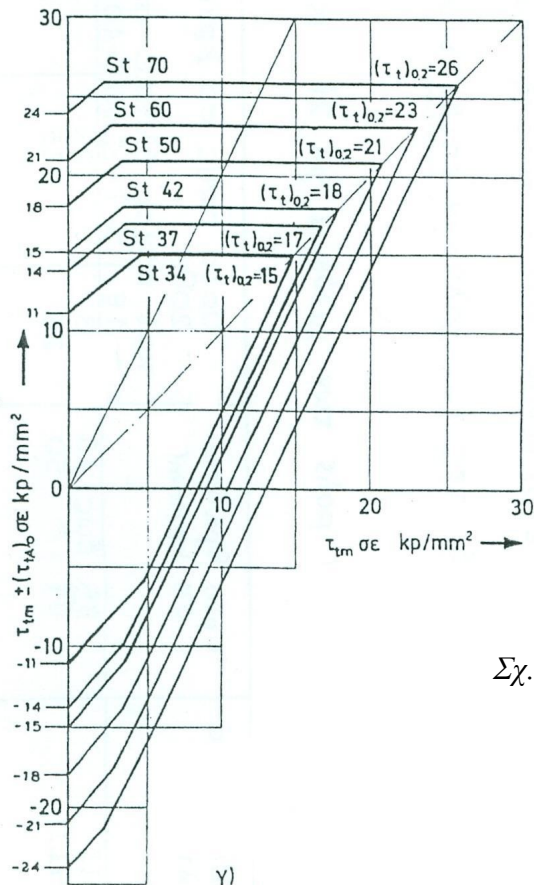
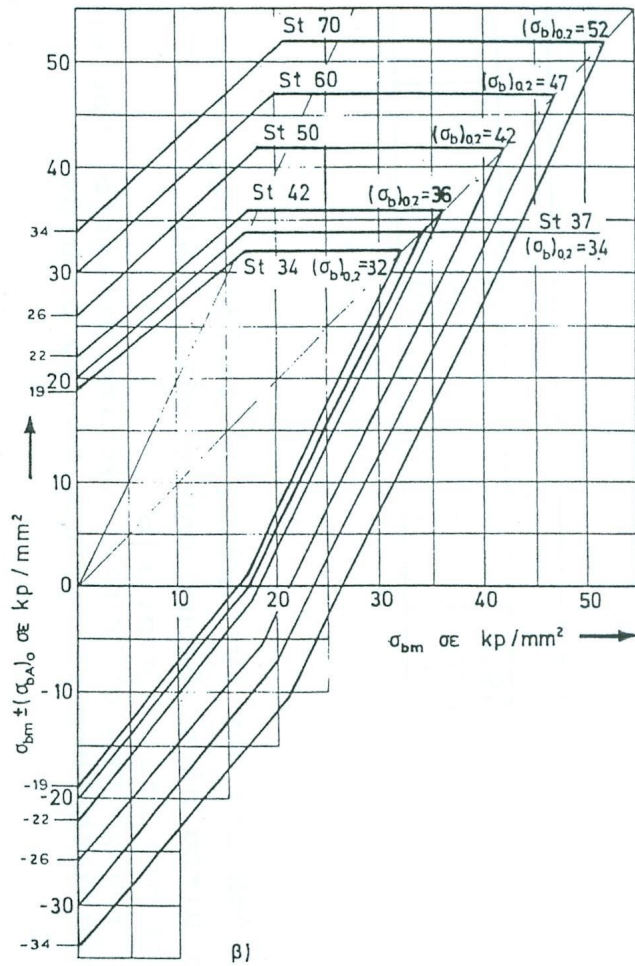
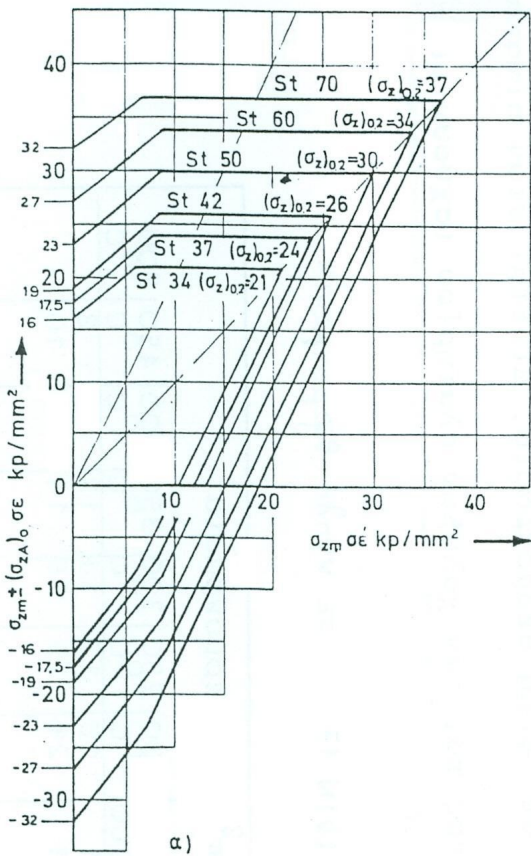
Για τους χάλυβες λεβητοποιίας ενδιαφέρει και η αντοχή τους σε υψηλή θερμοκρασία. Δίνεται στον πίνακα 4.2. Οι αναφερόμενες μηχανικές ιδιότητες των χάλυβων επιβεβαιώσεως και των χαλύβων ελατηρίων ισχύουν μετά την επιβελίωση.

Πίνακας 4.2 Όριο ροής των χαλύβων για λέβητες (DIN 17155) σε υψηλή θερμοκρασία

Είδος χάλυβα	Όριο θραύσης σε N/mm <sup>2</sup>	Όριο ροής σε N/mm <sup>2</sup> για θερμοκρασία								
		20°C	200°C	250°C	300°C	350°C	400°C	450°C		
HI	350 έως 450	230	220	210	180	170	140	120	100	80
HI1	410 έως 500	260	250	240	210	190	160	140	120	100
17 Mn4	470 έως 560	290	280	280	250	230	210	180	160	140
19 Mn5	520 έως 620	330	320	320	270	250	230	210	180	160

και πάχος ελάσματος s σε mm

<=16 16<s<=40 40<s<=60



Σχ. 3.7 Διαγράμματα αρχικής δυναμικής αντοχής για δοκίμια σταθερής κυκλικής διατομής χωρίς εγχοπές με διάμετρο  $d = 10\text{mm}$  και επιφανειακή τραχύτητα  $Rt \approx 1\mu\text{m}$  από κοινούς χάλυβες κατασκευών κατά DIN 17100.

α) Για εφελκυστική – θλιπτική καταπόνηση

β) Για καμπτική καταπόνηση

γ) Για στρεπτική ή διατμητική καταπόνηση

Ισοδύναμοι συμβολισμοί υλικών:

St 34 → 1.0100

St 37 → 1.0110

St 42 → 1.0130

St 50 → 1.0530

St 60 → 1.0540

St 70 → 1.0632