

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος.....	17
---------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Βασικές Γνώσεις

1-1. Ελαστικότητα των σωμάτων.....	21
1-2. Τρόποι θραύσης των σωμάτων.....	21
1-3. Σκοπός της Αντοχής των Υλικών.....	23
1-4. Εσωτερικές τάσεις – Κάθετες και Εγκάρσιες τάσεις.....	24
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	2 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Αξονική Καταπόνηση

Εφελκυσμός και Θλίψη.....	29
2-1. Νόμος του Hooke	29
2-2. Διαγράμματα εφελκυσμού.....	37
2-3. Δυναμική αντοχή. Κόπωση των υλικών	38
2-4. Φορτίο θραύσης και αντοχή. Διάταση και Στένωση.....	38
2-5. Επίδραση της θερμοκρασίας.....	39
2-6. Δυναμική Αντοχή	40
2-7. Συντελεστής ασφαλείας. Επιτρεπόμενη τάση	41
2-8. Πρότυπες διατομές μεταλλικών ράβδων	45
2-9. Ισοστατικά προβλήματα.....	45
2-10. Στατικώς αόριστα προβλήματα εφελκυσμού και θλίψης	46
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Διάτμηση

3-1. Ορισμός.....	59
3-2. Καταπόνηση ελάσματος.....	64
3-3. Λόγος του Poisson - Παραμόρφωση.....	67
3-4. Επαλληλία παραμορφώσεων.....	68
3-5. Καθαρή διάτμηση.....	70
3-6. Σχέση των μέτρων ελαστικότητας E και G.....	71
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Διαξονική και Τριαξονική Καταπόνηση

4-1. Τάσεις σε πλάγιες τομές.....	77
4-2. Κύκλος του Mohr	89
4-3. Κύριες τάσεις και διευθύνσεις.....	81
4-4. Ροπή αντίστασης επιφανείας.....	82
4-5. Έλλειψη των τάσεων ή έλλειψη του Lam	82
4-6. Ισοστατικές γραμμές.....	84
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Κέντρα Βάρους – Ροπές αδράνειας

A. Κέντρο Βάρους.....	91
5-1. Εισαγωγή.....	91
5-2. Στατική ροπή αδράνειας	91
5-3. Κέντρο βάρους επιφάνειας	93
B. Ροπές Αδράνειας Επίπεδων Σχημάτων.....	96
5-4. Ακτίνα Αδράνειας.....	96
5-5. Ροπή αδράνειας παραλληλογράμμου ως προς κεντροβαρικό άξονα	99
5-6. Ροπή αδράνειας τριγώνου βάσης b και ύψους h	101
5-7. Ροπή αδράνειας έλλειψης ως προς τον κύριο άξονα	102
5-8. Θεώρημα του STEINER.....	102

5-9. Ροπή αδράνειας σύνθετου σχήματος.....	103
5-10. Πολική ροπή αδράνειας.....	104
5-10-1. Πολική ροπή αδράνειας κύκλου	105
5-11. Γινόμενο αδράνειας ή φυγοκεντρική ροπή αδράνειας.....	105
5-12. Στροφή του συστήματος αξόνων.....	106
5-13. Κύριοι άξονες – Κύριες ροπές αδράνειας.....	107
5-14. Έλλειψη Αδράνειας.....	109
5-15. Μέγιστη και ελάχιστη ροπή αδράνειας	110
5-16. Ροπή αντίστασης επιφανείας.....	111
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	112

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Στατική Θεωρία της Δοκού

6-1. Εισαγωγή.....	123
6-2. Είδη δοκού.....	123
6-3. Στήριξη δοκών.....	126
6-4. Αντιδράσεις αμφιέριστων δοκών.....	127
6-5. Γραφική μέθοδος υπολογισμού των αντιδράσεων	130
6-6. Στατικώς αόριστα προβλήματα εφελκυσμού και θλίψης.....	132
6-7. Δυνάμεις σε περίπτωση παρεμπόδισης της διαστολής ή συστολής.....	135
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	137

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Τέμνουσες Δυνάμεις και Ροπές Κάμψης

7-1. Φόρτιση με συγκεντρωμένο φορτίο.....	141
7-2. Περίπτωση φόρτισης με συνεχή φορτία	142
7-3. Σχέσεις και ιδιότητες μεταξύ των τεμνουσών δυνάμεων και των ροπών κάμψης. Βασικά θεωρήματα.....	143
7-4. Διαγράμματα τεμνουσών δυνάμεων και ροπών κάμψης.....	145
7-4-1. Ιδιότητες των διαγραμμάτων τεμνουσών δυνάμεων και ροπών κάμψης	146
7-5. Εφαρμογές σε απλές περιπτώσεις	146
7-5-1. Απλή αμφιέριστη δοκός.....	146

7-5-2.	Με ομοιόμορφο φορτίο.....	148
7-5-3.	Σε περίπτωση που υπάρχει ένα ζεύγος στη μέση ή σε ενδιάμεσο θέση.....	148
7-5-4.	Σε περίπτωση μερικού συνεχούς φορτίου.....	149
7-5-5.	Σε περίπτωση τριγωνικού φορτίου συμμετρικού.....	150
7-5-6.	Τριγωνικό μονόπλευρο φορτίο.....	150
7-6.	Περίπτωση που οι δοκοί είναι πρόβολοι.....	151
7-6-1.	Με συγκεντρωμένο φορτίο.....	151
7-6-2.	Με ομοιόμορφο φορτίο.....	151
7-6-3.	Με φορτίο συνεχές τριγωνικό.....	152
7-7.	Περίπτωση που οι δοκοί είναι πλαισιωτές κατασκευές.....	152
7-7-1.	Απλό ορθογώνιο πλαίσιο.....	152
7-7-2.	Το αρθρωτό πλαίσιο.....	154
●	Α σ κ ή σ ε ι ς.....	155

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Σ τ ρ έ ψ η

8-1.	Βασικές Αρχές της Στρέψης.....	173
8-2.	Υπολογισμός των διατομών.....	177
8-2-1.	Περιορισμός της τάσης.....	177
8-2-2.	Περιορισμός της συστολής Θ	177
8-3.	Τύποι υπολογισμού των διαμέτρων.....	178
8-4.	Ενέργεια παραμόρφωσης σε διάτμηση και στρέψη.....	179
8-5.	Στρέψη λεπτότοιχων σωλήνων.....	182
8-6.	Άξονες ορθογωνικής διατομής.....	186
8-7.	Στρέψη αξόνων ελλειπτικής διατομής.....	189
8-8.	Στρέψη αξόνων με διατομή άλλων μορφών.....	190
8-9.	Πίνακες.....	191
8-10.	Στρέψη για υλικά που δεν ακολουθούν τον νόμο του Hooke.....	194
8-11.	Ελικοειδή ελατήρια μικρού βήματος.....	197
●	Α σ κ ή σ ε ι ς.....	201

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Λυγισμός

9-1. Γενικά	217
9-2. Κρίσιμο φορτίο λυγισμού. Λυγισμός σε αμφιαρθρωτή ράβδο. Τύπος του Euler	219
9-3. Υπολογισμός μονομελών θλιβόμενων ράβδων	220
9-3-1. Μέθοδος βασιζόμενη στους τύπους του Euler και Tetmayer	220
9-4. Τύποι προχείρου υπολογισμού	221
9-4-1. Λυγισμός σε μονόπακτη ράβδο	223
9-4-2. Λυγισμός σε αμφίπακτη ράβδο	223
9-4-3. Λυγισμός σε πακτωμένη - αρθρωτή ράβδο	224
9-4-4. Λυγισμός σε αμφιαρθρωτή ράβδο	225
9-5. Ελαστικός & πλαστικός Λυγισμός	227
9-5-1. Περιοχή ισχύος του τύπου του Euler	227
9-5-2. Περιοχή ισχύος του τύπου Tetmayer	229
9-6. Ράβδος μεταβλητής διατομής	231
9-7. Μέθοδος ω των Γερμανικών κανονισμών	232
9-8. Υπολογισμός σε λυγισμό σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς DIN 4114	240
9-8-1. Μονομελείς θλιβόμενες ράβδοι σταθερής διατομής	241
9-8-2. Συντελεστές λυγισμού ω	242
9-9. Φορτίο λυγισμού και συντελεστής ασφαλείας σε λυγισμό κατά Engesser	247
9-10. Στρεπτικός λυγισμός με την προϋπόθεση κεντρικά θλιβόμενες ράβδους πέλματος με διατομές απλής συμμετρίας	251
9-11. Θλιβόμενες ράβδοι διατομής μεταβλητού ύψους ή μεταβλητής δύναμης	253
9-12. Απ' ευθείας υπολογισμός θλιβομένων ράβδων	256
9-12-1. Με τον συντελεστή z	256
9-12-2. Παίρνοντας ένα κατ' εκτίμηση συντελεστή λυγισμού ω'	256
9-13. Τύπος του Rankine	257
9-14. Πολυμελείς θλιβόμενες ράβδοι	261
9-14-1. Πρώτη ομάδα	261
9-14-2. Δεύτερη ομάδα	263
9-14-3. Τρίτη ομάδα	264

9-16.	Πολυμελείς ράβδοι από ξύλα.....	270
9-17.	Λυγισμός σε διαφορετικές διευθύνσεις.....	273
9-18.	Επίδραση της εκκεντρότητας του φορτίου	274
	Δ <i>Α σ κ ή σ ε ι ς</i>	278

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Σύμμετρη Κάμψη

10-1.	Διαπιστώσεις στην κάμψη	283
10-2.	Βασικές προϋποθέσεις	285
10-3.	Κατανομή των ορθών τάσεων	286
10-4.	Ακτίνα καμπυλότητας της ελαστικής γραμμής	290
10-5.	Έλεγχος τάσης και εκλογή διατομής της καμπτόμενης δοκού	290
10-6.	Συντελεστής χρησιμοποίησης της διατομής.....	296
10-7.	Δοκοί με διαφορετικά μέτρα ελαστικότητας.....	298
10-8.	Συμμετρικές δοκοί από δύο διαφορετικά υλικά.....	301
10-9.	Διάτμηση σε καμπτόμενη δοκό.....	305
10-9-1.	Διατμητικές τάσεις για ορθογώνια διατομή.....	309
10-9-2.	Διατμητικές τάσεις σε τριγωνική διατομή.....	310
10-9-3.	Διατμητικές τάσεις σε ελλειπτική διατομή	311
10-9-4.	Διατμητικές τάσεις σε κυκλική διατομή	312
10-9-5.	Διατμητικές τάσεις σε διατομή διπλού I	313
10-10.	Επίδραση της τέμνουσας δύναμης στο βέλος κάμψης των δοκών.....	314
10-10-1.	α) Περίπτωση αμφιέριστου δοκού με ομοιόμορφο φορτίο ..	315
10-10-2.	β) Περίπτωση αμφιέριστου δοκού με συγκεντρωμένο φορτίο στο μέσον.....	316
10-10-3.	Περίπτωση πρόβολου με συγκεντρωμένο φορτίο στην άκρη.....	317
Δ	Α σ κ ή σ ε ι ς	318

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Διπλή Κάμψη

11-1.	Τάσεις στη διπλή κάμψη.....	325
11-2.	Διάγραμμα τάσεων	326
11-3.	Υπολογισμός των διατομών	327
	Α σ κ ή σ ε ι ς	332

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Ασύμμετρη Κάμψη

12-1. Ασύμμετρη κάμψη δοκών συμμετρικής διατομής.....	339
12-1-1. Υπολογισμός τάσεων.....	339
12-1-2. Προσδιορισμός της ουδέτερης γραμμής.....	340
12-2. Ασύμμετρος κάμψη δοκών μη συμμετρικής διατομής.....	341
12-3. Κέντρο διάτμησης.....	343
12-3.1. Περίπτωση ισοσκελούς γωνιακού.....	345
12-3.2. Περίπτωση σχήματος I	346
Δ <i>Α σ κ ή σ ε ι ς</i>	349

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

Έκκεντρη Κάθετη Φόρτιση – Πυρήνες Διατομής

13-1. Όταν η δύναμη ενεργεί επάνω στον ένα κύριο άξονα.....	357
13-1-1. Γενικά.....	357
13-1-2. Τύποι των τάσεων.....	359
13-1-3. Περίπτωση ορθογωνικής διατομής.....	360
13-2. Γενική περίπτωση.....	361
13-2-1. Γενική περίπτωση ασύμμετρης ή λοξής εκκεντρότητας.....	361
13-2-2. Προσδιορισμός της ουδέτερης γραμμής.....	363
13-2-3. Γραφικές μέθοδοι προσδιορισμού της ουδέτερης γραμμής ..	365
13-3. Πυρήνας της διατομής.....	366
13-3-1. Γενικά.....	366
13-3-2. Περίπτωση κυκλικής διατομής και δακτυλίου	367
13-3-3. Περίπτωση ορθογωνικής διατομής.....	369
13-3-4. Περίπτωση τετραγωνικής διατομής.....	369
13-3-5. Πυρήνας διπλού I	369
13-3-6. Πυρήνας απλού I	370
13-4. Περίπτωση έκκεντρης θλίψης χωρίς να παρουσιάζονται εφελκυστικές τάσεις. Αδρανής περιοχή της διατομής.....	371
13-4-1. Περίπτωση ορθογωνικής διατομής.....	372
13-4-2. Περίπτωση κυκλικής διατομής.....	373
13-4-3. Περίπτωση κυκλικού δακτυλίου	374
13-4-4. Κοίλο τετράγωνο ή οκτάγωνο.....	374
Δ <i>Α σ κ ή σ ε ι ς</i>	376

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

Καμπτική Παραμόρφωση

14-1.	Ελαστική γραμμή.....	379
14-2.	Προσδιορισμός της ελαστικής γραμμής ολοκληρώνοντας την διαφορική εξίσωση αυτής.....	383
14-2-1.	Δοκός αμφιέριστος με ομοιόμορφο φορτίο.....	383
14-2-2.	Δοκός πρόβολος με ομοιόμορφο φορτίο	384
14-2-3.	Δοκός πρόβολος φορτιζόμενη στο άκρο από ένα ζεύγος M	385
14-2-4.	Δοκός αμφιέριστος φορτιζόμενη με ένα ζεύγος ροπής M_c	386
14-2-5.	Περίπτωση αμφιέριστης δοκού με συγκεντρωμένο φορτίο P σε μια θέση.....	388
14-2-6.	Απλή αμφιέριστη δοκός υπό γενική φόρτιση – Συντελεστές φόρτισης	391
14-2-7.	Ελαστική γραμμή λεπτών ράβδων καταπονούμενων σε σύνθετο κάμψη.....	396
14-2-7-1.	Έκκεντρος θλίψη.....	396
14-2-7-2.	Έκκεντρος εφελκυσμός.....	397
14-2-7-3.	Αξονική φόρτιση με εγκάρσια δύναμη Q στο ελεύθερο άκρο	397
14-3.	Δοκοί μεταβλητής διατομής	398
14-4.	Δοκοί ίσης αντοχής σε κάμψη.....	399
14-4-1.	Μεταβλητό πάχος, σταθερό πλάτος	400
14-4-2.	Όταν έχει σταθερό πάχος και μεταβλητό πλάτος	401
Δ	Α σ κ ή σ ε ι ς	404

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15

Κριτήρια Θραύσης των Υλικών

16-1.	Γενικά	409
16-2.	Κριτήριο της κρίσιμης ορθής τάσης.....	410
16-3.	Κριτήριο της κρίσιμης διατμητικής τάσης.....	411
16-4.	Κριτήριο της μέγιστης ορθής παραμόρφωσης.....	412
16-5.	Κριτήριο της οριακής ενέργειας παραμόρφωσης.....	412
16-6.	Κριτήριο της στροφικής ενέργειας.....	413

16-7. Ισοδύναμες τάσεις.....	415
16-8. Κριτήριο του Mohr	416
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	419

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16

Κάμψη και Αξονική Καταπόνηση

15-1. Κάμψη και αξονική καταπόνηση.....	423
15-1-1. α) Απλή κάμψη και αξονική καταπόνηση	423
Χρήσιμοι πίνακες.....	426
15-1-2. Β) Διπλή ή λοξή κάμψη και αξονική καταπόνηση	432
15-2. Στρέψη και αξονική καταπόνηση.....	434
15.3 Στρέψη και κάμψη.....	436
15-4. Αξονική δύναμη, κάμψη και στρέψη.....	443
15-5. Στρέψη, κάμψη και διάτμηση.....	444
15-6. Αξονική δύναμη, στρέψη, κάμψη και διάτμηση.....	445
Δ Α σ κ ή σ ε ι ς	447

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17

Στατικά Αόριστα Προβλήματα Κάμψης

17-1. Εισαγωγή.....	453
17-2. Με την μέθοδο της ελαστικής γραμμής.....	453
17-3. Δοκοί Μονόπακτοι.....	455
17-3-1. Μέθοδος της επαλληλίας των βελών	455
17-3-2. Επίλυση με την μέθοδο της επαλληλίας των κλίσεων στην πάκτωση Β.....	455
17-3-3. Με τους συντελεστές L και R	457
17-3-4. Φορτίο συγκεντρωμένο σε θέσεις α και b από τα στηρίγματα.....	458
17-3-5. Αν το φορτίο είναι στο μέσο του ανοίγματος συγκεντρωμένο.....	458
17-3-6. Για φορτίο ομοιόμορφο	459
17-3-7. Αν υπάρχει ροπή Μ στο άκρο Α της απλής στήριξης.....	460
17-4. Τριγωνικό φορτίο όταν στο άκρο Β έχει τιμή q (στη θέση πάκτωσης).....	460
17-5. Δοκοί αμφίπακτοι.....	461

17-5-1.	Επίλυση με επαλληλία των βελών και κλίσεων στο ένα στήριγμα	461
17-5-2.	Με τους συντελεστές L και R	462
17-5-3.	Αμφίπακτος με ομοιόμορφο φορτίο	462
17-5-4.	Δοκός αμφίπακτος με συγκεντρωμένο φορτίο σε τυχούσα θέση.....	463
17-5-5.	Δοκός αμφίπακτος με συγκεντρωμένο φορτίο στο μέσον.....	463
17-5-6.	Δοκός αμφίπακτος με τριγωνικό φορτίο με ακραία τεταγμένη q.....	464
17-6.	Διάκριση πλαισίου.....	464
17-6-1.	Μονόστυλο μοναρθρωτό πλαίσιο με τυχούσα φόρτιση επάνω στο ζύγωμα	465
17-6-2.	Δίστυλο αμφιαρθρωτό και συμμετρικό πλαίσιο με τυχούσα φόρτιση επάνω στο ζύγωμα	467
17-6-3.	Αμφίπακτο πλαίσιο.....	469
17-7.	Συνεχείς δοκοί.....	470
17-8.	Θεώρημα των τριών ροπών ή θεώρημα του Clapeyron	472
17-8-1.	Περίπτωση μεταβαλλόμενης ροπής αδρανείας.....	474
17-8-2.	Περίπτωση εξωτερικών πακτώσεων	474
17-9.	Περιπτώσεις εφαρμογών.....	475
17-9-1.	Δοκός δύο ανοιγμάτων	475
17-9-2.	Δοκός τριών ανοιγμάτων.....	476
17-9-3.	Δοκός τεσσάρων ανοιγμάτων	476
Δ	Α σ κ ή σ ε ι ς	478

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18

Υπολογισμός Δοκών με Βάση το Βέλος Κάμψης

18-1.	Χρήση πινάκων.....	485
18-2.	Χρησιμοποίηση του πίνακα 18-II και 18-VI για τον γρήγορο υπολογισμό δοκών NP I και I P σιδηρών πατωμάτων.....	486
Δ	Α σ κ ή σ ε ι ς	494

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19**Συνδέσεις**

19-1.	Συνδέσεις με ήλωση.....	499
19-1-1.	Είδη ηλώσεων.....	500
19-1-2.	Εσωτερικές δυνάμεις.....	504
19-1-3.	Υπολογισμός των ηλώσεων.....	505
	19-1-3-1. Ηλώσεις απλής τομής ή ηλώσεις επικάλυψης.....	513
	19-1-3-2. Ηλώσεις πολλαπλής τομής (ή ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα).....	514
	19-1-3-3. Ηλώσεις σιδηρών κατασκευών.....	516
	19-1-4. Ηλώσεις με έκκεντρο φορτίο.....	519
19-2.	Συνδέσεις με Ηλεκτροσυγκόλληση.....	521
	19-2-1. Σύνδεση με ηλεκτρική αντίσταση (ή ηλεκτροπόντα).....	522
	19-2-2. Συνδέσεις με βολταϊκό τόξο.....	524
■	Α σ κ ή σ ε ι ς	529

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20**Εφαρμογές**

20-1.	Παράδειγμα 1ο.....	541
20-2.	Παράδειγμα 2ο.....	544
	20-2.1. Περίπτωση κατασκευής ολόσωμης δοκού (ηλωτή κατασκευή).....	544
	20-2-2. Περίπτωση κατασκευής δικτυωτής δοκού ηλωτής.....	548
	20-2-3. Περίπτωση δικτυωτής κατασκευής συγκολλητής.....	551
	20-2-4. Κατασκευή δικτυώματος με σωλήνες.....	553

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21**Πίνακες**

21-I.	Ισοσκελή γωνιακά L	556
21-II.	Ανισοσκελή γωνιακά L	560
21-III.	Διατομή διπλού ταφ I NP.....	564
21-IV.	Πλατύπελμα και παραλληλόπελμα διπλά ταφ I P.....	565
21-V.	Απλά ταφ I	566
21-VI.	Ελάσματα I (ου)	567

21-VII. Ελάσματα z (ζήτα).....	568
21-VIII. Πίνακας διατάξεων ήλων στους κορμούς των DIN I	569
21-IX. Πίνακας στρογγύλων ράβδων από χάλυβα κατά DIN 488.....	570
21.X Κοιλοδοκοί τετράγωνοι.....	571
21.XI Κοιλοδοκοί ορθογωνικοί.....	572
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	 573
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	574