

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	σελ.
ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	xxv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ	xxvi
 1. ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	 1-1
1.1 Ο ρόλος της Στατικής στον σχεδιασμό των κατασκευών	1-3
1.1.1 Οι τρεις θεμελιώδεις απαιτήσεις της Δομικής Τέχνης	1-3
1.1.2 Η ασφάλεια των Κατασκευών ως κοινωνική απαίτηση και η Στατική Μελέτη	1-3
1.1.3 Τα αντικείμενα της Στατικής των Κατασκευών	1-5
1.1.4 Αρχιμάστορας - Αρχιτέκτονας - Πολιτικός Μηχανικός: Παρελθόν και παρόν ...	1-6
1.2 Η Στατική ως υποσύνολο της Μηχανικής	1-10
1.2.1 Απαρχές και θεμελίωση της Μηχανικής και της Στατικής των Κατασκευών	1-10
1.2.2 Υποδιαιρέσεις της Μηχανικής	1-13
1.3 Το αντικείμενο και οι υποδιαιρέσεις της Στατικής των Κατασκευών .	1-15
1.4 Ο ρόλος του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του λογισμικού	1-17
 2. ΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΤΟΥΣ	 2-1
2.1 Το δομικό σύστημα και το υπολογιστικό του προσομοίωμα	2-3
2.1.1 Ορισμός του δομικού συστήματος	2-3
2.1.2 Μηχανικό και υπολογιστικό προσομοίωμα	2-4
2.1.3 Η αρχή της αρμονικής ακρίβειας	2-4
2.1.4 Απλοποιημένο παράδειγμα μηχανικού προσομοιώματος	2-5
2.1.5 Προσομοιώσεις υλικών σωμάτων	2-8
2.2 Τα είδη των δομικών στοιχείων και η γεωμετρική εξιδανίκευσή τους	2-9
2.2.1 Μονοδιάστατα ή ραβδόμορφα ή γραμμικά στοιχεία	2-9
2.2.2 Δισδιάστατα ή επιφανειακά στοιχεία	2-10
2.2.3 Τρισδιάστατα στοιχεία ή στοιχεία όγκου	2-10
2.3 Τα φέροντα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων	2-11
2.3.1 Γραμμικά στοιχεία	2-11
2.3.2 Επιφανειακά στοιχεία	2-19
2.3.3 Στοιχεία όγκου	2-21
2.4 Η προσομοίωση συνδέσεων και στηρίξεων	2-23
2.4.1 Συνδέσεις δομικών στοιχείων	2-24
Α. Μονολιθικές συνδέσεις	2-24

B. Αρθρωτές συνδέσεις και ενδόσιμες συνδέσεις	2-26
2.4.2 Στηρίξεις γραμμικών στοιχείων στα θεμέλια και στο έδαφος	2-37
A. Η προσομοίωση του εδάφους θεμελίωσης	2-38
B. Η προσομοίωση του φορέα θεμελίωσης	2-39
Γ. Μονολιθικές, αρθρωτές και ελαστικές στηρίξεις	2-41
2.5 Στατικά συστήματα δομικών φορέων - Εισαγωγική παρουσίαση	2-51
2.5.1 Γραμμικοί δομικοί φορείς και τα προσομοιώματά τους	2-51
A. Δοκοί ενός ή περισσότερων ανοιγμάτων	2-51
B. Δικτυωτοί φορείς	2-57
Γ. Πλαισιακοί φορείς	2-61
Δ. Εσχάρες δοκών	2-66
Ε. Τοξωτοί φορείς	2-68
ΣΤ. Δοκοί ενισχυμένες με συρμούς ράβδων	2-74
Ζ. Καλωδιωτοί φορείς	2-76
2.5.2 Επιφανειακοί φορείς, φορείς όγκου και μικτοί φορείς	2-87
A. Δίσκοι - Πλάκες - Μικτοί κτιριακοί φορείς	2-87
B. Ισοδύναμα γραμμικά προσομοιώματα μικτών κτιριακών φορέων	2-94
Γ. Πτυχωτοί / πολυεδρικοί φορείς	2-98
Δ. Κελυφωτοί φορείς	2-99
Ε. Πνευστές κατασκευές - Μεμβράνες	2-102
ΣΤ. Φορείς όγκου	2-103
2.5.3 Η εξέλιξη των κατασκευών - Σύντομη ιστορική επισκόπηση	2-105
A. Από την αρχαιότητα έως την πτώση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας (476 μ.Χ.) ..	2-105
B. Η μεσαιωνική περίοδος (~500-1450)	2-108
Γ. Η περίοδος της Αναγέννησης (~1450-1700)	2-109
Δ. Η περίοδος της βιομηχανικής επανάστασης (~1700-1850)	2-111
Ε. Η σύγχρονη περίοδος (~1850-σήμερα)	2-133
2.6 Οι φορτίσεις των κατασκευών και το υπολογιστικό τους	
προσομοίωμα	2-115
2.6.1 Κατηγορίες δράσεων	2-115
2.6.2 Η υπολογιστική προσομοίωση των δράσεων	2-118
A. Χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων	2-118
B. Οριακές καταστάσεις	2-118
Γ. Συνδυασμοί δράσεων	2-118
Δ. Σχετικά με την εξιδανίκευση των φορτίσεων	2-118
2.7 Οι στόχοι και η πορεία μιας δομοστατικής μελέτης	2-123
2.8 Οριοθέτηση του περιεχομένου του βιβλίου	2-125

3. ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ	3-1
3.1 Εισαγωγή	3-3
3.1.1 Σχεδιασμός, προσομοίωση και υπολογισμός δομικών φορέων	3-3
3.1.2 Η αξιωματική θεμελίωση της Στατικής	3-4
3.1.3 Η Στατική των Γραμμικών Φορέων και η Γραμμική Στατική	3-7
3.1.4 Τα βασικά στατικά μεγέθη	3-8
3.1.5 Οι τρεις βασικές συνθήκες της Στατικής	3-9
3.2 Οι συνθήκες ισορροπίας	3-10
3.2.1 Περί δυνάμεων και συστημάτων αναφοράς	3-10
3.2.2 Τα αξιώματα της Στερεοστατικής	3-12
Α. Αξίωμα αδράνειας (1 ^ο αξίωμα του Νεύτωνα)	3-12
Β. Αξίωμα της ολισθησιμότητας των δυνάμεων (Αρχή του Varignon)	3-12
Γ. Αξίωμα της ισότητας δράσης και αντίδρασης (3 ^ο αξίωμα του Νεύτωνα)	3-13
Δ. Αρχή του παραλληλογράμμου για τη σύνθεση δυνάμεων (Νόμος του Stevin)	3-14
3.2.3 Δυνάμεις, ροπές και συνθήκες ισορροπίας	3-14
Α. Συνθήκες ισορροπίας ενός υλικού σημείου	3-15
Β. Η έννοια της ροπής και του ζεύγους δυνάμεων	3-15
Γ. Συνθήκες ισορροπίας ενός υλικού σώματος	3-17
Δ. Η ισορροπία ενός δομικού φορέα - Εξωτερικά εντασιακά μεγέθη	3-18
3.2.4 Η στήριξη ενός δομικού φορέα	3-21
Α. Η στήριξη του δίσκου στο επίπεδο	3-21
Β. Η στήριξη του σώματος στον χώρο	3-34
Γ. Εποπτικός, υπολογιστικός και σχεδιαστικός έλεγχος της στερεότητας στήριξης	3-51
Δ. Στήριξη σύνθετων δομικών φορέων	3-51
Ε. Σημείωση σχετικά με την ορολογία	3-52
3.2.5 Τα εξωτερικά εντασιακά μεγέθη γραμμικών φορέων	3-53
Α. Τα εξωτερικά φορτία γραμμικών φορέων	3-53
Β. Οι αντιδράσεις στήριξης	3-58
Γ. Ο υπολογισμός των αντιδράσεων στήριξης ενός δίσκου/σώματος	3-62
Δ. Απλά αριθμητικά παραδείγματα και συμπληρωματικές παρατηρήσεις	3-64
Ε. Υπολογιστικός έλεγχος της στερεότητας στήριξης ενός δίσκου/σώματος	3-82
3.2.6 Εσωτερικά εντασιακά μεγέθη γραμμικών φορέων	3-84
Α. Η μέθοδος των διαχωριστικών τομών	3-84
Β. Τα φορτία διατομής γραμμικών στοιχείων	3-87
Γ. Φορτία διατομής συντορικών διατομών και αντιδράσεις στήριξης	3-93
Δ. Υπολογισμός φορτίων διατομής με τις συνθήκες ισορροπίας	3-94
Ε. Τα διαγράμματα των φορτίων διατομής - Υπολογισμός και σχεδίαση	3-101
3.2.7 Η διάκριση μεταξύ ισοστατικών και υπερστατικών φορέων	3-105
3.2.8 Θεωρία 1 ^{ης} τάξης και θεωρίες ανωτέρων τάξεων	3-106
3.2.9 Η αρχή της επαλληλίας	3-110

3.2.10 Οι διαφορικές εξισώσεις ισορροπίας του γραμμικού στοιχείου	3-112
Α. Η κατάσταση των διαφορικών εξισώσεων 1 ^{ης} τάξης	3-112
Β. Η αποσύζευξη της κάμψης-διάτμησης από τη διάταση και τη στρέψη	3-116
Γ. Ιδιότητες των διαγραμμάτων φορτίων διατομής	3-116
Δ. Η ολοκλήρωση των διαφορικών εξισώσεων ισορροπίας	3-116
Ε. Τα μητρώα μεταβίβασης φορτίων διατομής	3-120
ΣΤ. Ανεξάρτητα και εξαρτημένα φορτία διατομής	3-122
3.3 Οι συνθήκες συμβιβαστού	3-124
3.3.1 Εξωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη γραμμικών φορέων	3-124
3.3.2 Οι έννοιες του μηχανικού έργου και της εργικής ανταπόκρισης	3-126
3.3.3 Οι παραμορφώσεις των υλικών σωμάτων	3-131
3.3.4 Οι συνθήκες συμβιβαστού των παραμορφώσεων υλικών σωμάτων	3-132
3.3.5 Τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη γραμμικών φορέων	3-135
Α. Αμιγής διάταση - Επιμήκυνση/επιβράχυνση	3-135
Β. Αμιγής κάμψη - Καμπύλωση	3-135
Γ. Αμιγής διάτμηση - Ολίσθηση	3-138
Δ. Αμιγής στρέψη - Συστροφή	3-139
Ε. Σύνοψη εργικών ανταποκρινόμενων εσωτερικών μεγεθών	3-140
ΣΤ. Παθητικό και ίδιο εσωτερικό έργο παραμόρφωσης	3-140
3.3.6 Οι διαφορικές εξισώσεις συμβιβαστού του επίπεδου γραμμικού στοιχείου	3-142
Α. Η σχέση βύθισης - στροφής ($w-\varphi$) για τη δοκό Bernoulli	3-143
Β. Η σχέση βύθισης-στροφής-ολίσθησης ($w-\varphi-\gamma$) για τη δοκό Timoshenko	3-144
Γ. Η ολοκλήρωση των διαφορικών εξισώσεων	3-146
Δ. Τα μητρώα μεταβίβασης μετακινήσεων	3-147
Ε. Σύγκριση των μητρώων μεταβίβασης φορτίων διατομής και των μητρώων μεταβίβασης μετακινήσεων	3-148
3.3.7 Καταναγκασμένα παραμορφωσιακά μεγέθη γραμμικών φορέων	3-149
Α. Καταναγκασμένες μετακινήσεις στηρίξεων	3-149
Β. Καταναγκασμένες παραμορφώσεις	3-151
3.4 Οι συνθήκες υλικής συμπεριφοράς	3-154
3.4.1 Η πραγματική υλική συμπεριφορά των δομικών υλικών	3-154
Α. Πείραμα εφελκυσμού σε δοκίμια χάλυβα	3-154
Β. Πείραμα θλίψης σε δοκίμια σκυροδέματος	3-157
3.4.2 Η γραμμικώς ελαστική υλική συμπεριφορά	3-159
3.4.3 Οι νόμοι γραμμικώς ελαστικής συμπεριφοράς γραμμικών στοιχείων	3-164
Α. Αμιγής διάταση	3-164
Β. Αμιγής κάμψη	3-164
Γ. Αμιγής διάτμηση	3-166
Δ. Αμιγής στρέψη	3-172
3.4.4 Υλική συμπεριφορά λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών	3-173

3.4.5 Χρονικώς μεταβαλλόμενη υλική συμπεριφορά	3-175
3.4.6 Σύνοψη	3-178
3.5 Οι υπολογιστικές θεωρίες της Στατικής	3-182
3.5.1 Ταξινόμηση των υπολογιστικών θεωριών βάσει των παραδοχών γραμμικοποίησης	3-182
Α. Θεωρία 1 ^{ης} τάξης	3-182
Β. Θεωρία 2 ^{ης} τάξης	3-186
Γ. Θεωρία 3 ^{ης} τάξης	3-187
Δ. Ελαστική ευστάθεια	3-187
3.5.2 Οι επιλύουσες διαφορικές εξισώσεις της ελαστικής θεωρίας 1 ^{ης} τάξης για επίπεδους γραμμικούς φορείς	3-189
3.5.3 Η ειδική περίπτωση των άτμητων γραμμικών φορέων	3-191
3.5.4 Η ειδική περίπτωση των ατενών γραμμικών φορέων	3-192
3.5.5 Η ειδική περίπτωση των ατενών και άτμητων γραμμικών φορέων	3-193
3.5.6 Ακριβείς, προσεγγιστικές, αναλυτικές και αριθμητικές επιλύσεις	3-193
3.6 Οι εργικές προτάσεις - Εισαγωγική παρουσίαση	3-195
3.6.1 Εισαγωγή	3-195
3.6.2 Έργο και ενέργεια	3-197
3.6.3 Δυνατά έργα και συμπληρωματικά δυνατά έργα	3-203
3.6.4 Η αρχή των δυνατών έργων (ΑΔΕ) ή δυνατών μετακινήσεων	3-210
Α. Διατύπωση της ΑΔΕ	3-210
Β. Εποπτική ερμηνεία και απόδειξη της ΑΔΕ	3-212
Γ. Παράδειγμα υπολογισμού μεγέθους έντασης με την ΑΔΕ	3-214
3.6.5 Η αρχή των συμπληρωματικών δυνατών έργων (ΑΣΔΕ) ή δυνατών φορτίων	3-218
Α. Διατύπωση της ΑΣΔΕ	3-218
Β. Εποπτική ερμηνεία και απόδειξη της ΑΣΔΕ	3-220
Γ. Παράδειγμα υπολογισμού μεγέθους παραμόρφωσης με την ΑΣΔΕ	3-221
3.6.6 Βασικές συνθήκες της Στατικής - Εργικές προτάσεις - Υπολογισμός στατικών μεγεθών	3-224
4. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ	4-1
4.1 Τα συστατικά στοιχεία σύνθετων γραμμικών φορέων	4-3
4.1.1 Δομική κατασκευή, φέρων οργανισμός και στατικό προσομοίωμα	4-3
4.1.2 Γραμμικά δομικά στοιχεία	4-6
4.1.3 Συνδέσεις (κόμβοι, αρθρώσεις) γραμμικών φορέων	4-7
4.1.4 Στηρίξεις γραμμικών φορέων	4-10
4.2 Σύνθεση και είδη γραμμικών φορέων	4-14
4.2.1 Χωρικοί και επίπεδοι γραμμικοί φορείς	4-14
4.2.2 Ταξινόμηση γραμμικών φορέων	4-18
4.2.3 Περιγραφή του υπολογιστικού προσομοιώματος	4-21
4.2.4 Η στερεότητα σύνθετων γραμμικών φορέων	4-22

5. ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ	5-1
5.1 Κινηματικές ιδιότητες (στερεότητα, χαλαρότητα)	5-3
5.1.1 Το πρόβλημα της στερεής στήριξης ενός δομικού φορέα	5-3
5.1.2 Η στερεή στήριξη (στερεότητα) δίσκων και σωμάτων	5-3
5.1.3 Η στερεότητα σύνθετων γραμμικών φορέων	5-4
5.1.4 Η εσωτερική στερεότητα σύνθετων γραμμικών φορέων	5-4
5.1.5 Μέθοδοι διαπίστωσης του βαθμού στερεότητας ενός γραμμικού φορέα ...	5-6
5.2 Στατικές ιδιότητες (ισοστατικότητα, υπερστατικότητα)	5-7
5.2.1 Υπενθύμιση του ορισμού της υπερστατικότητας	5-7
5.2.2 Οι δύο πηγές υπερστατικότητας	5-7
5.2.3 Αποσαφήνιση της έννοιας του 'βαθμού στερεότητας' ενός φορέα	5-8
5.2.4 Μέθοδοι προσδιορισμού του βαθμού υπερστατικότητας	5-10
5.2.5 Τα πλεονεκτήματα των υπερστατικών φορέων	5-10
5.3 Μέθοδοι προσδιορισμού του βαθμού στερεότητας γραμμικών φορέων	5-11
5.3.1 Η σταδιακή οικοδόμηση / αποδόμηση του στατικού φορέα	5-11
Α. Η σταδιακή οικοδόμηση	5-11
Β. Η σταδιακή αποδόμηση	5-16
Γ. Παραδείγματα	5-16
5.3.2 Η μέθοδος εναλλαγής ράβδων	5-29
Α. Η βασική ιδέα της μεθόδου	5-29
Β. Εναλλαγή μιας (δεσμικής) ράβδου	5-31
Γ. Εναλλαγή δύο ή περισσοτέρων (δεσμικών) ράβδων	5-38
5.3.3 Η κινηματική μέθοδος και το διάγραμμα των πόλων στροφής	5-41
Α. Η χρησιμότητα της κινηματικής μεθόδου	5-41
Β. Απειροστές μετακινήσεις - Δυνατές (νοητές) μετακινήσεις	5-42
Γ. Η κινηματική του μεμονωμένου στερεού δίσκου	5-45
Δ. Η κινηματική των χαλαρών φορέων	5-46
Ε. Το διάγραμμα των πόλων στροφής ενός μονοκινηματικού φορέα	5-49
ΣΤ. Η ερμηνεία του διαγράμματος των πόλων στροφής	5-55
Ζ. Λογιστικός πίνακας για τον προσδιορισμό των πόλων στροφής	5-58
Η. Η σχεδίαση των δυνατών μετακινήσεων ενός μονοκινηματικού φορέα	5-59
Θ. Η γραμμή βυθίσεων ενός μονοκινηματικού φορέα	5-60
Ι. Παραδείγματα διαγραμμάτων πόλων στροφής και δυνατών μετακινήσεων	5-63
5.3.4 Τα κριτήρια απαρίθμησης	5-67
Α. Τα κριτήρια απαρίθμησης για δικτυώματα	5-67
Β. Τα κριτήρια απαρίθμησης για πλαισιακού τύπου φορείς	5-70
5.4 Γεωμετρικές ιδιότητες (ισογεωμετρικότητα, υπεργεωμετρικότητα) ..	5-75
5.4.1 Σχετικά με τη διάκριση των φορέων σε ισοστατικούς και υπερστατικούς ..	5-75

5.4.2 Η έννοια της γεωμετρικής αοριστίας και των βαθμών ελευθερίας ενός φορέα	5-76
5.4.3 Περαιτέρω διευκρίνιση της έννοιας του βαθμού ελευθερίας	5-78
5.5 Μέθοδοι υπολογισμού στατικά ορισμένων φορέων	5-79
5.5.1 Μέθοδοι υπολογισμού των εντασιακών μεγεθών	5-79
5.5.2 Μέθοδοι υπολογισμού των παραμορφωσιακών μεγεθών	5-79
5.6 Μέθοδοι υπολογισμού στατικά/γεωμετρικά αόριστων φορέων	5-80
5.6.1 Η μέθοδος των υπεραρίθμων δυνάμεων	5-80
5.6.2 Η μέθοδος των υπεραρίθμων μετακινήσεων	5-81
5.7 Στιβαρότητα και ενδοσιμότητα	5-85
5.7.1 Γενικοί ορισμοί	5-85
5.7.2 Τα είδη στιβαρότητας και ενδοσιμότητας σε γραμμικούς φορείς	5-86
 6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΤΑΣΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΙΣΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ..	6-1
6.1 Οι μέθοδοι υπολογισμού εντασιακών μεγεθών	6-3
6.2 Υπολογισμός εντασιακών μεγεθών με τη μέθοδο των διαχωριστικών τομών και τις συνθήκες ισορροπίας	6-4
6.2.1 Η μέθοδος των επιλεγμένων διαχωριστικών τομών (Κατάστρωση ισορροπίας σε ολόκληρο τον φορέα ή σε τμήματά του)	6-6
Α. Υπολογισμός των αντιδράσεων στήριξης ενός φορέα που ως ελεύθερο σώμα αποτελεί έναν στερεό δίσκο	6-6
Β. Υπολογισμός των αντιδράσεων στήριξης και των ενδιάμεσων αντιδράσεων ενός φορέα που ως ελεύθερο σώμα δεν αποτελεί στερεό δίσκο	6-10
Γ. Υπολογισμός των φορτίων διατομής	6-11
Δ. Παράδειγμα	6-13
Ε. Σχετικά με την 'έξυπνη' επιλογή των διαχωριστικών τομών	6-17
6.2.2 Η μέθοδος των κομβικών διαχωριστικών τομών	6-20
6.2.3 Αξιολόγηση των μεθόδων και αριθμητικό παράδειγμα	6-25
Α. Επίλυση με τη μέθοδο των επιλεγμένων διαχωριστικών τομών	6-26
Β. Επίλυση με τη μέθοδο των κομβικών διαχωριστικών τομών	6-29
6.3 Υπολογισμός εντασιακών μεγεθών με ολοκλήρωση των διαφορικών εξισώσεων ισορροπίας	6-33
6.4 Υπολογισμός εντασιακών μεγεθών με την αρχή των δυνατών έργων	6-34
6.4.1 Η ΑΔΕ για απολύτως στερεούς δίσκους	6-34
Α. Η έννοια της δυνατής μετακίνησης	6-34
Β. Γενική διατύπωση της ΑΔΕ	6-35
Γ. Αναλυτική διατύπωση και απόδειξη της ΑΔΕ για τον απολύτως στερεό δίσκο	6-36
6.4.2 Η κινηματική μέθοδος (επιβολή δυνατών μετακινήσεων στον χαλαρό φορέα)	6-39

6.4.3 Παραδείγματα εφαρμογής της κινηματικής μεθόδου	6-42
6.4.4 Επιβολή δυνατών εσωτερικών παραμορφώσεων στον ισοστατικό φορέα .	6-48
6.5 Τα διαγράμματα των φορτίων διατομής	6-51
6.5.1 Υπενθύμιση ορισμών και συμβάσεων	6-51
6.5.2 Ιδιότητες των διαγραμμάτων των φορτίων διατομής	6-52
6.5.3 Υπολογισμός της μέγιστης/ελάχιστης τιμής της ροπής κάμψης	6-58
6.5.4 Η ομόλογη δοκός	6-61
6.5.5 Παραδείγματα	6-61
6.6 Αξιοποίηση της συμμετρίας δομικών φορέων	6-63
6.6.1 Υπενθύμιση της μαθηματικής έννοιας της συμμετρίας	6-63
6.6.2 Ορισμός του συμμετρικού φορέα	6-66
6.6.3 Συμμετρική και αντισυμμετρική φόρτιση	6-68
6.6.4 Ιδιότητες φορτίων διατομής συμμετρικών φορέων υπό συμμετρική και υπό αντισυμμετρική φόρτιση	6-71
6.6.5 Παραδείγματα	6-76
6.7 Έλεγχοι αποτελεσμάτων	6-79
6.7.1 Γενικά περί λαθών και ελέγχων	6-79
6.7.2 Λάθη κατά την αριθμητική επίλυση του στατικού φορέα	6-79
6.7.3 Έλεγχοι των αποτελεσμάτων της αριθμητικής επίλυσης	6-80
Α. Έλεγχοι ισορροπίας	6-80
Β. Έλεγχοι συμβιβαστού	6-80
7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΙΣΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ	7-1
7.1 Αμφιέριστες δοκοί	7-4
7.2 Πρόβολοι	7-15
7.3 Μονο- και αμφιπροέχουσες δοκοί	7-22
7.4 Αρθρωτές δοκοί (δοκοί Gerber)	7-25
7.4.1 Εισαγωγή	7-25
7.4.2 Μόρφωση αρθρωτών δοκών	7-26
7.4.3 Μέθοδοι υπολογισμού αρθρωτών δοκών	7-30
Α. Η μέθοδος των πρόσθετων συνθηκών ισορροπίας	7-31
Β. Η μέθοδος των αντιδράσεων στήριξης στις αρθρώσεις	7-35
Γ. Η μέθοδος της προσαρμοζόμενης κλείουσας	7-38
7.4.4 "Γενικευμένες" δοκοί Gerber	7-41
7.5 Πλαισιακοί και τοξωτοί φορείς	7-45
7.5.1 Αμφιέριστα πλαίσια και τόξα	7-45
Α. Πλαίσια	7-45
Β. Τόξα	7-47

7.5.2 Τριαρθρωτά πλαίσια και τόξα	7-50
7.5.3 Τριαρθρωτά πλαίσια και τόξα με ελκυστήρα	7-57
7.5.4 Τριαρθρωτά τόξα με επίσαξη δοκών ή με ανάρτηση δοκών/ελκυστήρων ..	7-60
7.5.5 Τόξα με γεωμετρία γραμμής στήριξης	7-62
7.5.6 Χωροπλάισια	7-66
7.5.7 Εσχάρες δοκών	7-71
7.6 Ενισχυμένες δοκοί	7-75
.....	
7.6.1 Η μόρφωση του στατικού φορέα	7-75
7.6.2 Ο υπολογισμός ενισχυμένων δοκών με ενδιάμεση άρθρωση	7-81
7.6.3 Αριθμητικά παραδείγματα	7-83
7.7 Δικτυώματα	7-89
7.7.1 Ορισμός, φέρουσα συμπεριφορά και προσομοίωση δικτυωμάτων	7-89
7.7.2 Η μόρφωση των επίπεδων δικτυωμάτων	7-103
Α. Κανόνες μόρφωσης απλών και σύνθετων επίπεδων δικτυωμάτων	7-103
Β. Η κινηματική ευστάθεια (στερεότητα) των επίπεδων δικτυωμάτων	7-109
Γ. Τυπικές μορφές δικτυωμάτων της δομικής πράξης	7-109
7.7.3 Η μόρφωση των χωρικών δικτυωμάτων	7-115
Α. Κανόνες μόρφωσης απλών και σύνθετων χωρικών δικτυωμάτων	7-115
Β. Η κινηματική ευστάθεια (στερεότητα) των χωροδικτυωμάτων	7-120
Γ. Αναγωγή χωροδικτυωμάτων σε επίπεδα δικτυώματα	7-120
Δ. Διάφορα χωροδικτυώματα της δομικής πράξης	7-122
7.7.4 Μέθοδοι υπολογισμού δικτυωμάτων	7-127
Α. Επίπεδα δικτυώματα	7-128
Α1. Η μέθοδος Ritter (Μέθοδος των επιλεγμένων διαχωριστικών τομών)	7-128
Α2. Η μέθοδος των κομβικών διαχωριστικών τομών	7-134
Β. Χωροδικτυώματα	7-140
Β1. Η μέθοδος Ritter (Μέθοδος των επιλεγμένων διαχωριστικών τομών)	7-143
Β2. Η μέθοδος των κομβικών διαχωριστικών τομών	7-149
Γ. Σύνοψη τρόπων υπολογισμού δικτυωμάτων	7-154
8. ΕΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	8-1
8.1 Γενικευμένη διατύπωση του έργου παραμόρφωσης γραμμικών φορέων	8-3
Α. Το έργο παραμόρφωσης μοναχικών και συνεχών φορτίων	8-3
Β. Το έργο παραμόρφωσης σε ένα επίπεδο γραμμικό στοιχείο	8-5
Γ. Το έργο παραμόρφωσης σε ένα χωρικό γραμμικό στοιχείο	8-11
Δ. Το έργο παραμόρφωσης σε έναν γραμμικό φορέα	8-12
8.2 Ίδιο έργο παραμόρφωσης ελαστικών γραμμικών φορέων	8-13

8.3 Παθητικό έργο παραμόρφωσης γραμμικών φορέων	8-19
8.4 Η αρχές των δυνατών έργων και των συμπληρωματικών δυνατών έργων	8-22
8.4.1 Η αρχή των δυνατών έργων (ΑΔΕ)	8-22
8.4.2 Η αρχή των συμπληρωματικών δυνατών έργων (ΑΣΔΕ)	8-32
8.5 Η γενική εργική ή ενεργειακή πρόταση της Ελαστοστατικής	8-38
Α. Η γενική εργική πρόταση για τα ίδια έργα παραμόρφωσης	8-38
Β. Η γενική εργική πρόταση για τα παθητικά έργα παραμόρφωσης	8-39
8.6. Το θεώρημα του Betti και οι τρεις προτάσεις αμοιβαιότητας	8-40
Α. Το θεώρημα του Betti	8-41
Β. Η πρόταση Maxwell-Mohr (1 ^η πρόταση αμοιβαιότητας)	8-44
Γ. Η αντίστροφη πρόταση Maxwell-Mohr (2 ^η πρόταση αμοιβαιότητας)	8-47
Δ. Η πρόταση Kohn-Land (3 ^η πρόταση αμοιβαιότητας)	8-52
8.7 Οι έννοιες του δυναμικού και του συμπληρωματικού δυναμικού	8-57
Α. Έργο και ενέργεια	8-57
Β. Το εσωτερικό δυναμικό (ενέργεια παραμόρφωσης)	8-57
Γ. Το εξωτερικό δυναμικό (δυναμικό των εξωτερικών φορτίων)	8-58
Δ. Το ολικό δυναμικό ενός φορέα	8-59
Ε. Το συμπληρωματικό ολικό δυναμικό ενός φορέα	8-59
8.8 Οι αρχές της στάσιμης και της ελάχιστης τιμής του δυναμικού	8-63
Α. Επαναδιατύπωση της ΑΔΕ	8-63
Β. Η αρχή της στάσιμης τιμής του δυναμικού	8-65
Γ. Η αρχή της ελάχιστης τιμής του δυναμικού	8-66
8.9 Το 1^ο θεώρημα του Castigliano	8-70
8.10 Οι αρχές της στάσιμης και της ελάχιστης τιμής του συμπληρωματικού δυναμικού	8-73
Α. Επαναδιατύπωση της ΑΣΔΕ	8-73
Β. Η αρχή της στάσιμης τιμής του συμπληρωματικού δυναμικού	8-75
Γ. Η αρχή της ελάχιστης τιμής του συμπληρωματικού δυναμικού	8-76
8.11 Το 1^ο θεώρημα του Engesser και το 2^ο θεώρημα του Castigliano .	8-78
8.12 Το 2^ο θεώρημα του Engesser και η πρόταση του Menabrea	8-81
8.13 Σύνοψη εργικών/ενεργειακών αρχών και προτάσεων	8-82
 9. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΙΣΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ	 9-1
9.1 Μέθοδοι υπολογισμού παραμορφωσιακών μεγεθών	9-3
9.2 Υπολογισμός μετακινήσεων με ολοκλήρωση των διαφορικών	9-6

εξισώσεων

9.3 Υπολογισμός μετακινήσεων με τη βοήθεια ενεργειακών μεθόδων ...	9-6
9.4 Υπολογισμός μετακινήσεων με την ΑΣΔΕ	9-8
9.4.1 Εξειδικευμένη διατύπωση της ΑΣΔΕ για τον υπολογισμό μοναχικών μετακινήσεων	9-8
9.4.2 Ο συνυπολογισμός των εσωτερικών και εξωτερικών καταναγκασμών	9-11
9.4.3 Ο συνυπολογισμός ελαστικών στηρίξεων/πακτώσεων	9-15
9.4.4 Σύντομη επανάληψη και αναλυτική διατύπωση της ΑΣΔΕ για τον υπολογισμό μοναχικών μετακινήσεων γραμμικών ελαστικών φορέων	9-16
Α. Επίπεδοι φορείς	9-17
Β. Χωρικοί φορείς	9-19
Γ. Εξειδικευμένες μορφές της ΑΣΔΕ	9-21
Δ. Παρατηρήσεις	9-22
9.4.5 Βασικές περιπτώσεις υπολογισμού μετακινήσεων	9-23
9.4.6 Ο υπολογισμός των ολοκληρωμάτων του εσωτερικού συμπληρωματικού δυνατού έργου	9-26
9.4.7 Φορείς με μεταβλητή διατομή	9-28
9.4.8 Αριθμητικά παραδείγματα	9-30
Α. Παράδειγμα 1: Πρόβολος με συνεχές φορτίο - Η επιρροή της διάτμησης	9-31
Β. Παράδειγμα 2: Τριαρθρωτό πλαίσιο - Η επιρροή της διάτμησης	9-35
Γ. Παράδειγμα 3: Ελαστικές στηρίξεις και καταναγκασμοί	9-38
Δ. Παράδειγμα 4: Επίπεδο δικτύωμα	9-41
Ε. Παράδειγμα 5: Κυκλικό αμφιέριστο τόξο - Αναλυτική ολοκλήρωση	9-43
ΣΤ. Παράδειγμα 6: Πρόβολος μεταβλητής διατομής - Αριθμητική ολοκλήρωση ..	9-44
9. 5 Υπολογισμός ελαστικών γραμμών	9-47
9.5.1 Ορισμός της ελαστικής γραμμής και η σκοπιμότητα υπολογισμού της	9-47
9.5.2 Οι μέθοδοι υπολογισμού ελαστικών γραμμών	9-49
9.5.3 Υπενθύμιση και σύνοψη των διαφορικών εξισώσεων	9-50
Α. Οι διαφορικές εξισώσεις της άτμητης δοκού υπό εγκάρσια φόρτιση	9-50
Β. Συμπερίληψη των μη ελαστικών παραμορφώσεων	9-51
Γ. Η επιρροή των διατμητικών παραμορφώσεων	9-53
9.5.4 Αναλυτική ολοκλήρωση των διαφορικών εξισώσεων	9-54
Α. Παράδειγμα 1: Άτμητος πρόβολος υπό τριγωνικό φορτίο	9-55
Β. Παράδειγμα 2: Ελαστική γραμμή προβόλου λόγω διατμητικών παραμορφώσεων	9-57
Γ. Παράδειγμα 3: Υπερστατική (αμφίπακτη) δοκός υπό ομοιόμορφο φορτίο και ανομοιόμορφη θερμοκρασιακή φόρτιση Δt	9-58
Δ. Παράδειγμα 4: Πρόβολος υπό ανομοιόμορφη θερμοκρασιακή φόρτιση Δt ...	9-61
9.5.5 Υπολογισμός με τη μέθοδο των συναρτήσεων ω και την ΑΣΔΕ	9-62
Α. Πινακοποίηση της ελαστικής γραμμής ενός ευθύγραμμου τμήματος με	9-62

ομογενείς συνοριακές συνθήκες (αμφιέριστη δοκός)	
B. Παράδειγμα υπολογισμού των πινακοποιημένων τιμών	9-63
Γ. Εφαρμογή των συναρτήσεων ω για σύνθετες φορτίσεις	9-63
Δ. Εφαρμογή σε περιπτώσεις μη ομογενών συνοριακών συνθηκών	9-65
Ε. Σύνοψη της μεθόδου	9-68
ΣΤ. Αριθμητικό παράδειγμα	9-69
9.5.6 Υπολογισμός με την αναλογία του Mohr	9-72
A. Η αναλογία μορφής των διαφορικών εξισώσεων ισορροπίας και συμβιβαστού	9-72
B. Ο καθορισμός του ομόλογου φορέα	9-73
Γ. Αριθμητικά παραδείγματα	9-76
9.6 Αξιοποίηση της συμμετρίας δομικών φορέων	9-80
10. ΓΡΑΜΜΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΕΝΤΑΣΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	10-1
10.1 Κινητά φορτία και η επιρροή τους στα στατικά μεγέθη ενός φορέα	10-3
10.2 Η έννοια της γραμμής επιρροής	10-4
A. Εισαγωγική θεώρηση	10-4
B. Γενικευμένη θεώρηση	10-6
Γ. Διευκρινιστικές παρατηρήσεις	10-8
10.3 Υπολογισμός ΓΕ μεγεθών έντασης με τις συνθήκες ισορροπίας	10-12
10.3.1 Διαδικασία υπολογισμού και γενικές παρατηρήσεις	10-12
10.3.2 Παραδείγματα ΓΕ για κινητά κατακόρυφα φορτία P_z	10-12
10.3.3 Παραδείγματα ΓΕ για κινητές ροπές M_L	10-14
10.4 Υπολογισμός ΓΕ μεγεθών έντασης με την κινηματική μέθοδο (πρόταση Krohn-Land)	10-16
10. 4.1 Διατύπωση του βασικού σκεπτικού και γενικές παρατηρήσεις	10-16
10.4.2 Τα βήματα υπολογισμού ΓΕ με την κινηματική μέθοδο	10-19
10.4.3 Πρακτικός τρόπος προσδιορισμού ΓΕ εντασιακών μεγεθών με την πρόταση Krohn-Land	10-23
10.4.4 Σύνοψη χαρακτηριστικών ιδιοτήτων ΓΕ εντασιακών μεγεθών	10-25
10.5 ΓΕ για έμμεση δράση των κινητών φορτίων	10-26
10.6 Παραδείγματα	10-29
10.6.1 Δοκός Gerber	10-29
10.6.2 Τριαρθρωτός φορέας με κεκλιμένο φορτιζόμενο πέλμα	10-29
10.6.3 Δικτύωμα με φορτιζόμενο πέλμα άνω ή κάτω	10-34
10.7 Αποτίμηση ΓΕ	10-37
A. Αποτίμηση για μοναχικά φορτία P και M_L	10-37
B. Αποτίμηση για συνεχή φορτία p και m_L	10-37
Γ. Αριθμητικό παράδειγμα αποτίμησης ΓΕ για μία σταθερή φόρτιση	10-38
Δ. Δυσμενείς φορτίσεις	10-39

10.8 Περιβάλλουσες εντασιακών μεγεθών λόγω κινητών φορτίων	10-44
Α. Περιβάλλουσα ροπών και τεμνουσών αμφιέριστης δοκού για συγκεντρωμένο κινητό φορτίο P	10-44
Β. Περιβάλλουσα ροπών και τεμνουσών αμφιέριστης δοκού για συνεχές κινητό φορτίο q	10-46
Γ. Περιβάλλουσα ροπών αμφιέριστης δοκού για δύο συγκεντρωμένα κινητά φορτία σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους	10-46
11. ΓΡΑΜΜΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	11-1
11.1 Ορισμοί και υπενθυμίσεις	11-3
11.2 Υπολογισμός μεμονωμένων τεταγμένων της ΓΕ με την ΑΣΔΕ	11-4
11.3 Υπολογισμός ΓΕ με την πρόταση Maxwell-Mohr	11-4
11.3.1 Διατύπωση του βασικού σκεπτικού	11-4
11.3.2 Τα βήματα υπολογισμού ΓΕ με την πρόταση Maxwell-Mohr	11-5
11.3.3 Πρακτικός τρόπος προσδιορισμού ΓΕ παραμορφωσιακών μεγεθών με την πρόταση Maxwell-Mohr	11-8
11.4 Παραδείγματα	11-9
11.5 Αποτίμηση γραμμών επιρροής παραμορφωσιακών μεγεθών	11-9
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Π-1
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ	Π-3
Πίνακας 0 Ολοκληρώματα γινομένου δύο συναρτήσεων	Π-5
Πίνακας 1 Γεωμετρικά στοιχεία συνήθων διατομών	Π-6
Α. Κεντροβαρικός άξονας, εμβαδόν και ροπή αδράνειας σε κάμψη	Π-6
Β. Τεκμαρτή επιφάνεια διατμησης	Π-7
Γ. Ροπή αδράνειας σε στρέψη	Π-8
Πίνακας 2 Ιδιότητες δοικών υλικών	Π-9
Πίνακας 3α Βασικές σχέσεις για τη μέθοδο των συναρτήσεων w	Π-10
Πίνακας 3β Τιμές συναρτήσεων w	Π-11
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	Π-13
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ	Π-15
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ	Π-17