

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	σελ.
ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	xix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ	xx
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΗΡΩΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ.....	xxiv
 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΛΑΣΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	 1-1
1.1 Το βασικό σκεπτικό της ΜΔ σε αντιπαράθεση με αυτό της ΜΜ	1-3
1.2 Εισαγωγικά αριθμητικά παραδείγματα	1-21
1.2.1 Επίλυση με τη ΜΔ	1-22
1.2.2 Επίλυση με τη ΜΜ	1-32
1.3 Ανάλυση κατασκευών και έλεγχος των αποτελεσμάτων της	1-42
1.3.1 Η θέση της ανάλυσης στα πλαίσια της όλης μελέτης μιας κατασκευής	1-42
1.3.2 Έλεγχοι των αναλύσεων	1-45
1.4 Σύνοψη των βημάτων επίλυσης	1-48
1.5 Επαναδιατύπωση των ορισμών στατικής και γεωμετρικής αοριστίας ..	1-50
1.6 Αξία και σκοπιμότητα των κλασικών μεθόδων ανάλυσης φορέων.....	1-52
 2. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.....	 2-1
2.1 Βασικοί ορισμοί, παραδοχές και συμβάσεις προσήμων	2-4
2.1.1 Ο ορισμός της υπερστατικότητας	2-4
2.1.2 Το στατικό κύριο σύστημα (ΣΚΣ)	2-5
<i>A. Τρόποι προσδιορισμού της υπερστατικότητας και καθορισμού του ΣΚΣ</i>	<i>2-5</i>
<i>B. Τα υπεράριθμα μεγέθη και ο συμβολισμός τους</i>	<i>2-9</i>
<i>Γ. Η σειρά αρίθμησης των υπεραρίθμων μεγεθών</i>	<i>2-10</i>
<i>Δ. Η προσφορότερη επιλογή του ΣΚΣ</i>	<i>2-11</i>
<i>Ε. Η προσφορότερη αρίθμηση των υπεραρίθμων μεγεθών</i>	<i>2-13</i>
<i>ΣΤ. Οι παραμορφώσεις στις θέσεις των καταλυθέντων συνδέσμων</i>	<i>2-14</i>
2.1.3 Υπενθύμιση βασικών παραδοχών της Γραμμικής Στατικής	2-18
2.1.4 Συμβάσεις θετικών προσήμων και σχεδίασης εντασιακών μεγεθών	2-20
<i>A. Συστήματα αναφοράς</i>	<i>2-20</i>
<i>B. Συμβατικά θετικές φορές των εξωτερικών εντασιακών μεγεθών</i>	<i>2-20</i>
<i>Γ. Συμβατικά θετικές φορές των εξωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών</i>	<i>2-21</i>
<i>Δ. Συμβατικά θετικές φορές των εσωτερικών εντασιακών μεγεθών</i>	<i>2-21</i>
<i>Ε. Η ίνα αναφοράς</i>	<i>2-22</i>
<i>ΣΤ. Σύμβαση συμβολισμού και σχεδίασης φορτίων διατομής και μετακινήσεων</i>	<i>2-22</i>
<i>Ζ. Τα διαγράμματα των φορτίων διατομής</i>	<i>2-24</i>
2.1.5 Σύνοψη των διαφορικών εξισώσεων της ελαστικής θεωρίας 1 ^{ης} τάξης	2-24

2.2 Η διαδικασία επίλυσης φορέων με τη ΜΔ	2-28
2.2.1 Βήμα 1: Καθορισμός του ΣΚΣ - Κατάλυση συνδέσμων	2-30
2.2.2 Βήμα 2: Εξωτερικές δράσεις στο ΣΚΣ (Κατάσταση "0")	2-31
2.2.3 Βήμα 3: Μοναδιαίες εντασιακές καταστάσεις στο ΣΚΣ (" $X_n=1$ ")	2-35
2.2.4 Βήμα 4: Υπολογισμός των παραμορφώσεων δ_{m0} και δ_{mn} στους καταλυθέντες συνδέσμους	2-39
2.2.5 Βήμα 5: Ικανοποίηση των συνθηκών συμβιβαστού - Επαναφορά των καταλυθέντων συνδέσμων	2-55
2.2.6 Βήμα 6: Υπολογισμός των τελικών εντασιακών μεγεθών	2-60
2.2.7 Βήμα 7: Έλεγχοι αποτελεσμάτων	2-63
Α. Έλεγχοι ενδιαμέσων αποτελεσμάτων	2-63
Β. Έλεγχοι συμβιβαστού τελικών αποτελεσμάτων - Η πρόταση ορθογωνικότητας	2-64
Γ. Έλεγχοι ισορροπίας τελικών αποτελεσμάτων	2-66
Δ. Παραδείγματα ελέγχων	2-66
2.2.8 Σύνοψη βημάτων επίλυσης φορέων με τη ΜΔ	2-70
2.3 Η επιρροή της δυστημσίας και της δυστένειας	2-74
2.4 Αριθμητικά παραδείγματα	2-79
2.4.1 Αμφίπακτη δοκός	2-79
2.4.2 Συνεχής δοκός τριών φατνωμάτων	2-86
2.4.3 Δίστυλο πλαίσιο	2-93
2.4.4 Υπερστατικό δικτύωμα	2-100
2.5 Υπολογισμός μεμονωμένων μετακινήσεων και ελαστικών γραμμών	2-103
2.5.1 Υπολογισμός μεμονωμένων μετακινήσεων υπερστατικών φορέων	2-103
Α. Υπενθύμιση της αρχής των συμπληρωματικών δυνατών έργων	2-103
Β. Η πρόταση αναγωγής (απλοποιητική πρόταση της Κλασικής Στατικής)	2-104
Γ. Παραδείγματα εφαρμογής και πλεονεκτήματα της πρότασης αναγωγής	2-108
Δ. Χρησιμοποίηση της πρότασης αναγωγής για ελέγχους συμβιβαστού	2-116
2.5.2 Υπολογισμός της ελαστικής γραμμής υπερστατικών φορέων	2-120
2.6 Παραλλαγές και εξειδικεύσεις της ΜΔ	2-124
2.6.1 Η σκοπιμότητα εξειδικευμένων μεθοδολογιών	2-124
Α. Στατικά αόριστο (υπερστατικό) κύριο σύστημα	2-125
Β. Εισαγωγή υπεραρίθμων στο ελαστικό κέντρο	2-126
Γ. Αξιοποίηση της συμμετρίας του φορέα	2-128
2.6.2 Συμμετρικοί φορείς	2-129
Α. Ιδιότητες συμμετρικών φορέων	2-129
Β. Εισαγωγή ομάδων υπεραρίθμων	2-134
Γ. Θεώρηση του "μισού" φορέα	2-138
2.6.3 Αριθμητικό παράδειγμα - Απλά συμμετρικός φορέας	2-141
2.6.4 Πολλαπλά συμμετρικοί φορείς	2-145

2.7 Υπολογισμός γραμμών επιρροής εντασιακών μεγεθών	2-146
2.7.1 Υπενθύμιση ορισμών και εννοιών	2-146
2.7.2 Τρόποι υπολογισμού ΓΕ εντασιακών μεγεθών	2-148
2.7.3 Υπολογισμός ΓΕ με την πρόταση Krohn-Land	2-150
2.7.4 Η μέθοδος της κοινής άρθρωσης ή του N-1 φορές υπερστατικού φορέα	2-155
2.7.5 Η μέθοδος της επιπλέον άρθρωσης	2-161
2.7.6 Αριθμητικό παράδειγμα υπολογισμού ΓΕ με την πρόταση Krohn-Land	2-165
2.7.7 Υπολογισμός ΓΕ συμμετρικών φορέων με χρήση ομάδων υπεραρίθμων ...	2-177
2.7.8 Υπολογισμός ΓΕ με επαλληλία των ΓΕ των υπεραρίθμων	2-180
2.7.9 Αριθμητικό παράδειγμα υπολογισμού ΓΕ με επαλληλία των ΓΕ των υπεραρίθμων	2-183
2.7.10 Αποτίμηση ΓΕ - Δυσμενείς φορτίσεις - Περιβάλλουσες	2-188
2.8 Υπολογισμός γραμμών επιρροής παραμορφωσιακών μεγεθών	2-196
2.8.1 Υπενθύμιση ορισμών	2-196
2.8.2 Τρόποι υπολογισμού ΓΕ παραμορφωσιακών μεγεθών	2-197
2.8.3 Υπολογισμός ΓΕ με την πρόταση Maxwell-Mohr	2-198
2.8.4 Αριθμητικό παράδειγμα υπολογισμού ΓΕ με την πρόταση Maxwell-Mohr ...	2-201
2.8.5 Υπολογισμός ΓΕ με επαλληλία των ΓΕ των υπεραρίθμων	2-206
2.8.6 Αριθμητικό παράδειγμα υπολογισμού ΓΕ με επαλληλία των ΓΕ των υπεραρίθμων	2-207
3. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ	3-1
3.1 Παραδοχές, σύμβαση προσήμων και βοηθητικοί πίνακες της MM	3-4
3.1.1 Τα υπεράριθμα μεγέθη της MM σε εξάρτηση από παραδοχές και διαθέσιμους πίνακες	3-4
<i>A. Αποκοπή ισοστατικών τμημάτων</i>	<i>3-7</i>
<i>B. Μείωση των βαθμών ελευθερίας λόγω ατένειας</i>	<i>3-7</i>
<i>Γ. Βασικά στοιχεία - Πίνακες εντασιακών μεγεθών για τα βασικά στοιχεία</i>	<i>3-9</i>
3.1.2 Περαιτέρω ορισμοί και παρατηρήσεις σχετικά με το ΓΚΣ	3-12
<i>A. Συμβολισμός των υπεραρίθμων μετακινήσεων</i>	<i>3-12</i>
<i>B. Σειρά αρίθμησης των υπεραρίθμων μετακινήσεων</i>	<i>3-13</i>
<i>Γ. Δικινητές πακτώσεις χορδών αντί δομικών δεσμικών ράβδων</i>	<i>3-13</i>
<i>Δ. Μέθοδος Μετακινήσεων ως Μέθοδος Γωνιών Στροφής</i>	<i>3-16</i>
<i>Ε. Μονοσήμαντος καθορισμός του ΓΚΣ</i>	<i>3-16</i>
<i>ΣΤ. Σχέτικά με το ελάχιστο απαιτούμενο πλήθος συνδέσμων</i>	<i>3-17</i>
<i>Ζ. Σύγκριση πλήθους υπεραρίθμων για επίλυση με τη ΜΔ και τη ΜΜ</i>	<i>3-19</i>
3.1.3 Βασικά στοιχεία και σύμβαση προσήμων της MM	3-21
3.1.4 Υπολογισμός της εντασιακής κατάστασης των βασικών στοιχείων	3-25
<i>A. Υπολογισμός της έντασης των βασικών στοιχείων με τη ΜΔ</i>	<i>3-25</i>

<i>B. Υπολογισμός της έντασης των βασικών στοιχείων με ολοκλήρωση των διαφορικών εξισώσεων της δοκού</i>	3-34
<i>Γ. Υπολογισμός της έντασης των βασικών στοιχείων υπό μοναχικές φορτίσεις με τη MM</i>	3-48
3.2 Η γενική διαδικασία επίλυσης φορέων με τη MM (EA = πεπερ.)	3-57
3.2.1 Βήμα 1: Καθορισμός του ΓΚΣ - Προσθήκη συνδέσμων	3-59
3.2.2 Βήμα 2 και Βήμα 4α: Εξωτερικές δράσεις στο ΓΚΣ (κατάσταση "0") και υπολογισμός των αντιδράσεων K_{m0} στους προστεθέντες συνδέσμους	3-60
3.2.3 Βήμα 3 και Βήμα 4β: Μοναδιαίες καταστάσεις στο ΓΚΣ (" $\xi_n=1$ ") και υπολογισμός των αντιδράσεων K_{mn} στους προστεθέντες συνδέσμους	3-65
3.2.4 Βήμα 5: Ικανοποίηση των συνθηκών ισορροπίας - Αφαίρεση των προστεθέντων συνδέσμων	3-73
3.2.5 Βήμα 6: Υπολογισμός των τελικών εντασιακών μεγεθών	3-77
3.2.6 Βήμα 7: Έλεγχοι αποτελεσμάτων	3-80
<i>A. Έλεγχοι ενδιαμέσων αποτελεσμάτων</i>	3-82
<i>B. Έλεγχοι ισορροπίας τελικών αποτελεσμάτων</i>	3-82
<i>Γ. Έλεγχοι συμβιβαστού τελικών αποτελεσμάτων</i>	3-83
<i>Δ. Παραδείγματα ελέγχων</i>	3-84
3.2.7 Η επιρροή της δυσμησίας και της δυστένειας	3-87
<i>A. Η επιρροή της πεπερασμένης δυσμησίας</i>	3-87
<i>B. Η επιρροή της πεπερασμένης δυστένειας - Επίλυση ατενούς πλαισίου</i>	3-88
3.3 Η διαδικασία επίλυσης ατενών φορέων με τη MM (EA $\rightarrow \infty$)	3-93
3.3.1 Βήμα 1: Καθορισμός του ΓΚΣ ατενών φορέων - Προσθήκη συνδέσμων ...	3-95
<i>A. Τα επί μέρους βήματα για τον καθορισμό του ΓΚΣ</i>	3-95
<i>B. Παραδείγματα ΓΚΣ απλών ατενών φορέων</i>	3-97
<i>Γ. Σχετικά με την ανεξαρτησία των αγνώστων μετατοπίσεων ατενών φορέων</i>	3-98
<i>Δ. Πάγιοι, υπερπάγιοι και κινητοί φορείς - Σχηματισμός ράβδων</i>	3-98
<i>Ε. Αλληλεξαρτήσεις μετακινήσεων σε φορείς με απολύτως στερεούς δίσκους</i>	3-106
<i>ΣΤ. Η προσφορότερη αρίθμηση των υπεραρίθμων μετακινήσεων</i>	3-109
<i>Ζ. Σύγκριση πλήθους υπεραρίθμων για επίλυση με τη ΜΔ και τη MM</i>	3-112
<i>Η. Υπολογισμός κομβικών μετατοπίσεων στο ΓΚΣ με το διάγραμμα Williot</i>	3-115
3.3.2 Βήμα 2: Εξωτερικές δράσεις στο ΓΚΣ (κατάσταση "0")	3-119
3.3.3 Βήμα 3: Μοναδιαίες καταστάσεις στο ΓΚΣ (" $\xi_n=1$ ")	3-127
3.3.4 Βήμα 4: Υπολογισμός των αντιδράσεων K_{m0} και K_{mn} στους προστεθέντες συνδέσμους	3-129
<i>A. Υπολογισμός με τις συνθήκες ισορροπίας</i>	3-129
<i>B. Υπολογισμός με την αρχή των δυνατών έργων (ΑΔΕ)</i>	3-131
3.3.5 Βήμα 5: Ικανοποίηση των συνθηκών ισορροπίας- Αφαίρεση των προστεθέντων συνδέσμων	3-138

3.3.6 Βήμα 6: Υπολογισμός των τελικών εντασιακών μεγεθών	3-139
<i>A. Υπολογισμός των $M(x)$, $Q(x)$, $N(x)$ με την αρχή της επαλληλίας και τις συνθήκες ισορροπίας</i>	3-139
<i>B. Υπολογισμός των $N(x)$ με τη βοήθεια του σχηματισμού ράβδων</i>	3-140
<i>Γ. Προσεγγιστικός υπολογισμός των $N(x)$ σε υπερπτάγιους ατενείς φορείς</i>	3-143
<i>Δ. Υπολογισμός των $N(x)$ σε ατενείς φορείς που περιέχουν απολύτως στερεούς δίσκους</i>	3-144
3.3.7 Βήμα 7: Έλεγχοι αποτελεσμάτων	3-144
3.3.8 Ελαστικές στηρίξεις και ελαστικές πακτώσεις	3-144
<i>A. Επίδραση ελαστικών στηρίξεων/πακτώσεων επί του πλήθους των υπερarίθμων μετακινήσεων</i>	3-144
<i>B. Ελαστική έδραση</i>	3-148
<i>Γ. Ελαστική πάκτωση</i>	3-151
3.3.9 Ατενείς φορείς με μεμονωμένα στοιχεία πεπερασμένης δυστένειας	3-153
<i>A. Ενδόσιμα στοιχεία χωρίς αξονική φόρτιση</i>	3-154
<i>B. Ενδόσιμα στοιχεία με αξονική φόρτιση</i>	3-157
3.3.10 Προσεγγιστική θεώρηση των διατμητικών και αξονικών παραμορφώσεων	3-158
<i>A. Η επιρροή της πεπερασμένης δυστημσίας</i>	3-158
<i>B. Η επιρροή της πεπερασμένης δυστένειας</i>	3-158
3.3.11 Σύνοψη βημάτων επίλυσης ατενών φορέων με τη MM	3-161
3.4 Αριθμητικά παραδείγματα	3-165
3.4.1 Πάγιο πλαίσιο	3-165
3.4.2 Υπερπτάγιο πλαίσιο	3-168
3.4.3 Κινητό πλαίσιο με μοναχικό και συνεχές φορτίο	3-174
3.4.4 Κινητό πλαίσιο με θερμοκρασιακή φόρτιση	3-178
3.5 Υπολογισμός μεμονωμένων μετακινήσεων και ελαστικών γραμμών..	3-186
3.6 Παραλλαγές και εξειδικεύσεις της MM	3-187
3.6.1 Η σκοπιμότητα εξειδικευμένων μεθοδολογιών	3-187
<i>A. Γεωμετρικά αόριστο (υπεργεωμετρικό) κύριο σύστημα</i>	3-187
<i>B. Συνδυασμένη εφαρμογή της ΜΔ και της MM</i>	3-188
<i>Γ. Αξιοποίηση της συμμετρίας του φορέα</i>	3-192
3.6.2 Συμμετρικοί ατενείς φορείς	3-192
<i>A. Ιδιότητες συμμετρικών φορέων</i>	3-192
<i>B. Εισαγωγή ομάδων υπερarίθμων μετακινήσεων</i>	3-194
<i>Γ. Θεώρηση του "μισού" φορέα</i>	3-199
3.6.3 Αριθμητικό παράδειγμα	3-202
3.6.4 Πολλαπλά συμμετρικοί φορείς	3-214
3.7 Υπολογισμός γραμμών επιρροής εντασιακών μεγεθών	3-216
3.7.1 Τρόποι υπολογισμού ΓΕ εντασιακών μεγεθών	3-216

3.7.2 Υπολογισμός ΓΕ με την πρόταση Krohn-Land	3-216
3.7.3 Αριθμητικό παράδειγμα υπολογισμού ΓΕ με την πρόταση Krohn-Land	3-219
3.7.4 Υπολογισμός ΓΕ συμμετρικών φορέων με χρήση ομάδων υπεραρίθμων ...	3-221
3.7.5 Υπολογισμός ΓΕ με επαλληλία των ΓΕ των υπεραρίθμων	3-221
3.7.6 Αποτίμηση ΓΕ - Δυσμενείς φορτίσεις - Περιβάλλουσες	3-225
3.8 Υπολογισμός γραμμών επιρροής παραμορφωσιακών μεγεθών	3-226
3.8.1 Τρόποι υπολογισμού ΓΕ παραμορφωσιακών μεγεθών	3-226
3.8.2 Υπολογισμός ΓΕ με την πρόταση Maxwell-Mohr	3-226
3.8.3 Υπολογισμός ΓΕ με επαλληλία των ΓΕ των υπεραρίθμων	3-227
3.9 Γενικευμένος παραλληλισμός των δύο κλασικών μεθόδων ανάλυσης..	3-229
3.9.1 Γενικευμένη παρουσίαση της MM και συστηματικός παραλληλισμός της με τη ΜΔ	3-229
3.9.2 Συγκριτικές παρατηρήσεις	3-234
3.9.3 Συνοπτική επανάληψη του βασικού σκεπτικού και μητρωική διατύπωση των επιλυουσών εξισώσεων της MM και της ΜΔ	3-238
4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΗΤΡΩΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ	4-1
4.1 Αντικείμενο και στόχοι του κεφαλαίου 4	4-13
4.2 Το βασικό σκεπτικό και τα βασικά βήματα της ΜΠΣ	4-15
4.3 Συστηματική εισαγωγική παρουσίαση της ΜΠΣ για γραμμικούς φορείς με τη βοήθεια ενός απλού επίπεδου δικτυώματος	4-18
4.3.1 Επιλογή του εισαγωγικού παραδείγματος	4-18
4.3.2 Βήμα 1 ^ο : Η διακριτοποίηση του φορέα (δικτυώματος) και της φόρτισης	4-21
<i>A. Καθορισμός και αρίθμηση των κόμβων και στοιχείων του φορέα</i>	<i>4-21</i>
<i>B. Καθορισμός του καθολικού συστήματος αναφοράς</i>	<i>4-22</i>
<i>Γ. Τα στατικά μεγέθη του διακριτοποιημένου φορέα και οι ΒΕ του</i>	<i>4-23</i>
<i>Δ. Συσχέτιση των κομβικών στατικών μεγεθών: Το μητρώο στιβαρότητας του ελεύθερου φορέα φορέα</i>	<i>4-28</i>
<i>Ε. Η διάσπαση του φορέα σε επί μέρους πεπερασμένα στοιχεία</i>	<i>4-30</i>
4.3.3 Βήμα 2 ^ο : Η θεώρηση των μεμονωμένων πεπερασμένων στοιχείων	4-31
<i>A. Αρίθμηση των κόμβων του στοιχείου και καθορισμός του τοπικού συστήματος αναφοράς</i>	<i>4-31</i>
<i>B. Τα τοπικά κομβικά μεγέθη του πεπερασμένου στοιχείου</i>	<i>4-33</i>
<i>Γ. Συσχέτιση των τοπικών κομβικών στατικών μεγεθών: Το τοπικό μητρώο στιβαρότητας του στοιχείου</i>	<i>4-35</i>
<i>Δ. Υπολογισμός του τοπικού μητρώου στιβαρότητας του στοιχείου</i>	<i>4-37</i>
<i>Ε. Προετοιμασία για τη σύνθεση του φορέα από τα πεπερασμένα στοιχεία του: Τα μητρώα μετασχηματισμού</i>	<i>4-41</i>
<i>ΣΤ. Υπολογισμός του καθολικού μητρώου στιβαρότητας του στοιχείου</i>	<i>4-46</i>

4.3.4 Βήμα 3 ^ο : Η σύνθεση του διακριτοποιημένου φορέα και της φόρτισής του ..	4-53
<i>A. Η σύνθεση του ελεύθερου φορέα</i>	<i>4-53</i>
<i>A1. Η ικανοποίηση των συνθηκών συμβιβαστού</i>	<i>4-53</i>
<i>A2. Η ικανοποίηση των συνθηκών ισορροπίας</i>	<i>4-56</i>
<i>B. Σύνθεση του μητρώου στιβαρότητας του ελεύθερου φορέα σύμφωνα με την Άμεση Μέθοδο Στιβαρότητας (ΑΜΣ)</i>	<i>4-64</i>
<i>Γ. Σύνθεση του διανύσματος κομβικών δυνάμεων του ελεύθερου φορέα με άμεσο τρόπο</i>	<i>4-70</i>
<i>Δ. Η ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης</i>	<i>4-71</i>
<i>Δ1. Ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης με απαλοιφή των εξισώσεων που αντιστοιχούν σε μηδενικούς ΒΕ του φορέα - Μητρώα απαλοιφής</i>	<i>4-71</i>
<i>Δ2. Ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης με τροποποίηση των εξισώσεων στιβαρότητας του ελεύθερου φορέα</i>	<i>4-74</i>
<i>Δ3. Εξαρχής ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης - Απευθείας υπολογισμός του μητρώου στιβαρότητας K_R του δεσμευμένου φορέα</i>	<i>4-75</i>
4.3.5 Βήμα 4 ^ο : Η επίλυση του συστήματος εξισώσεων ισορροπίας	4-78
4.3.6 Βήμα 5 ^ο : Ο υπολογισμός των λοιπών άγνωστων στατικών μεγεθών	4-79
<i>A. Υπολογισμός των αντιδράσεων στήριξης του φορέα</i>	<i>4-79</i>
<i>B. Υπολογισμός φορτίων διατομής των στοιχείων</i>	<i>4-80</i>
4.3.7 Ασκήσεις	4-83
4.4 Επέκταση της ΜΠΣ σε επίπεδους πλαισιακούς φορείς	4-122
4.4.1 Εισαγωγή - Φορέας και φόρτιση	4-122
4.4.2 Βήμα 1 ^ο : Η διακριτοποίηση του φορέα (πλαισίου) και της φόρτισης	4-126
<i>A. Καθορισμός και αρίθμηση των κόμβων και στοιχείων του φορέα</i>	<i>4-126</i>
<i>B. Καθορισμός του καθολικού συστήματος αναφοράς</i>	<i>4-126</i>
<i>Γ. Τα στατικά μεγέθη του διακριτοποιημένου φορέα και οι ΒΕ του</i>	<i>4-127</i>
<i>Δ. Συσχέτιση των κομβικών στατικών μεγεθών: Το μητρώο στιβαρότητας του ελεύθερου φορέα</i>	<i>4-131</i>
<i>Ε. Η διάσπαση του φορέα σε επί μέρους πεπερασμένα στοιχεία</i>	<i>4-132</i>
4.4.3 Βήμα 2 ^ο : Η θεώρηση των μεμονωμένων πεπερασμένων στοιχείων	4-133
<i>A. Αρίθμηση των κόμβων του στοιχείου και καθορισμός του τοπικού συστήματος αναφοράς</i>	<i>4-134</i>
<i>B. Τα τοπικά κομβικά μεγέθη του πεπερασμένου στοιχείου</i>	<i>4-134</i>
<i>Γ. Συσχέτιση των τοπικών κομβικών στατικών μεγεθών: Το τοπικό μητρώο στιβαρότητας και το τοπικό διάνυσμα φόρτισης του στοιχείου</i>	<i>4-136</i>
<i>Δ1. Υπολογισμός του τοπικού μητρώου στιβαρότητας του στοιχείου</i>	<i>4-138</i>
<i>Δ2. Υπολογισμός του τοπικού διανύσματος φόρτισης του στοιχείου</i>	<i>4-141</i>
<i>Ε. Προετοιμασία για τη σύνθεση του φορέα από τα πεπερασμένα στοιχεία του: Τα μητρώα μετασχηματισμού</i>	<i>4-144</i>
<i>ΣΤ1. Υπολογισμός του καθολικού μητρώου στιβαρότητας του στοιχείου</i>	<i>4-146</i>
<i>ΣΤ2. Υπολογισμός του καθολικού διανύσματος φόρτισης του στοιχείου</i>	<i>4-149</i>

4.4.4 Βήμα 3 ^ο : Η σύνθεση του διακριτοποιημένου φορέα και της φόρτισής του ...	4-150
<i>A. Η σύνθεση του ελεύθερου φορέα</i>	4-150
<i>A1. Η ικανοποίηση των συνθηκών συμβιβαστού</i>	4-150
<i>A2. Η ικανοποίηση των συνθηκών ισορροπίας</i>	4-152
<i>B. Σύνθεση του μητρώου στιβαρότητας του ελεύθερου φορέα σύμφωνα με την Άμεση Μέθοδο Στιβαρότητας (ΑΜΣ)</i>	4-160
<i>Γ. Σύνθεση του διανύσματος κομβικών δυνάμεων του ελεύθερου φορέα με άμεσο τρόπο</i>	4-164
<i>Δ. Η ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης</i>	4-167
<i>Δ1. Ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης με απαλοιφή των εξισώσεων που αντιστοιχούν σε μηδενικούς ΒΕ του φορέα - Μητρώα απαλοιφής</i>	4-167
<i>Δ2. Ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης με τροποποίηση των εξισώσεων στιβαρότητας του ελεύθερου φορέα</i>	4-171
<i>Δ3. Εξαρχής ενσωμάτωση των συνθηκών στήριξης - Απευθείας υπολογισμός του μητρώου στιβαρότητας K_R του δεσμευμένου φορέα</i>	4-172
4.4.5 Βήμα 4 ^ο : Η επίλυση του συστήματος εξισώσεων ισορροπίας	4-176
4.4.6 Βήμα 5 ^ο : Ο υπολογισμός των λοιπών άγνωστων στατικών μεγεθών	4-176
<i>A. Υπολογισμός των αντιδράσεων στήριξης του φορέα</i>	4-176
<i>B. Υπολογισμός φορτίων διατομής και της ελαστικής γραμμής των στοιχείων</i> ...	4-176
<i>Γ. Η μέθοδος των μητρώων μεταβίβασης για τον υπολογισμό μεγεθών έντασης και μετακίνησης μεταξύ των κόμβων ενός στοιχείου</i>	4-178
4.4.7 Σύνοψη της διαδικασίας επίλυσης με τη ΜΠΣ και μητρώα μεταβίβασης	4-184
4.4.8 Έλεγχος αποτελεσμάτων	4-186
<i>A. Ισορροπιακοί έλεγχοι</i>	4-186
<i>B. Έλεγχος συμβιβαστού</i>	4-186
4.4.9 Αριθμητικό παράδειγμα: Επίπεδος πλαισιακός φορέας	4-188
4.4.10 Ασκήσεις	4-213
4.5 Φορείς με εσωτερικές αρθρώσεις	4-253
4.5.1 Εισαγωγή - Συνδέσεις δομικών στοιχείων	4-253
4.5.2 Καθορισμός κόμβων και ΒΕ σε φορείς με αρθρώσεις	4-259
<i>A. Αρθρωτή στήριξη (εξωτερική άρθρωση)</i>	4-259
<i>B. Αρθρωτή σύνδεση δύο στοιχείων (εσωτερική άρθρωση)</i>	4-264
<i>Γ. Αρθρωτή σύνδεση τριών ή περισσότερων στοιχείων</i>	4-268
4.5.3 Το στοιχείο της μονόπακτης δοκού - Υπολογισμός των $\underline{K}^{el/5}$ και $\underline{s}^{oe/5}$	4-270
4.5.4 Απλό αριθμητικό παράδειγμα	4-274
4.5.5 Ασκήσεις	4-277

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ	Π-3
Πίνακας 0 Ολοκληρώματα γινομένου δύο συναρτήσεων	Π-5
Πίνακας 1 Βασικό στοιχείο I (αμφίπακτο)	Π-6
Πίνακας 2α ... Βασικό στοιχείο IIα (μονόπακτο με άρθρωση δεξιά)	Π-8
Πίνακας 2β ... Βασικό στοιχείο IIβ (μονόπακτο με άρθρωση αριστερά)	Π-9
Πίνακας 3α ... Βασικές σχέσεις για τη μέθοδο των συναρτήσεων ω	Π-10
Πίνακας 3β ... Τιμές συναρτήσεων ω	Π-11
ΒΑΣΙΚΟΙ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΟΙ ΟΡΟΙ	Π-13
Αγγλικά - Ελληνικά - Γερμανικά	Π-15
Γερμανικά - Ελληνικά - Αγγλικά	Π-33
Ελληνικά - Αγγλικά - Γερμανικά	Π-51
Σχετικά με τους όρους stiffness-flexibility (στιβαρότητα-ενδοσιμότητα)	Π-69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	Π-70
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ	Π-72
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ	Π-73

ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Η αρίθμηση των σελίδων γίνεται *ανεξάρτητα για κάθε κεφάλαιο*, όπου του αριθμού της σελίδας προτάσσεται ο αριθμός του εκάστοτε κεφαλαίου (Π.χ. σελ. 3-16 για τη δέκατη έκτη σελίδα του κεφαλαίου 3). Η αρίθμηση των σχημάτων, των πινάκων και των εξισώσεων γίνεται *ανεξάρτητα για κάθε παράγραφο*, όπου του αριθμού του σχήματος, του πίνακα ή της εξίσωσης προτάσσεται ο αριθμός της εκάστοτε παραγράφου (Π.χ. Σχήμα 3.1-4 για το τέταρτο σχήμα της παραγράφου 3.1). Οι αριθμοί των εξισώσεων δίνονται εντός παρενθέσεων (Π.χ. εξ. (2.5-1) για την πρώτη εξίσωση της παραγράφου 2.5). Εντός αγκυλών [...] δίνεται η βιβλιογραφία.

Έννοιες, όροι ή και ολόκληρες προτάσεις που πρέπει να τονισθούν ιδιαίτερα τυπώνονται με *λοξιά γράμματα (italics)*. Ορισμοί ιδιαίτερα σημαντικών εννοιών τυπώνονται με **παχιά γράμματα (bold)**.

Μονάδες μέτρησης

Οι μονάδες μέτρησης ακολουθούν το Διεθνές Σύστημα Μονάδων SI (Système International). Στο σύστημα αυτό μονάδα μήκους είναι το μέτρο (m), μονάδα μάζας είναι το χιλιόγραμμα (kg), μονάδα χρόνου είναι το δευτερόλεπτο (sec) και μονάδα θερμοδυναμικής θερμοκρασίας είναι το Kelvin (K). Η μονάδα μέτρησης δυνάμεων, η οποία μας ενδιαφέρει κυρίως εδώ, είναι το N (Newton), που αποτελεί παράγωγη μονάδα και ορίζεται βάσει του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα ($F=ma$) ως ίση με τη δύναμη, η οποία ενεργώντας επί της μονάδας μάζας (1kg) της προσδίδει επιτάχυνση ίση προς τη μονάδα της επιτάχυνσης ($1m/sec^2$):

$$1N = 1kg \cdot 1m/sec^2$$

Συνήθως χρησιμοποιούμε πολλαπλάσια της μονάδας αυτής, όπως το kN = 10^3N ή το MN = 10^6N .

Η αντιστοιχία με το χιλιόγραμμα βάρους ($kg \cdot g$ ή kp, όπου $1kp = 1kg \cdot g = 1kg \cdot 9.81m/sec^2$) και τον τόνο βάρους ($t_{\text{βάρους}} = 10^3 kp$) του παλιού μετρικού συστήματος (MTS, με θεμελιώδεις μονάδες το μέτρο m, τον τόνο βάρους $t_{\text{βάρους}}$ και το δευτερόλεπτο s) προκύπτει με την επιτάχυνση βαρύτητας $g \approx 10m/sec^2$ αντί του $9.81m/sec^2$ (Σημ.: Η προσέγγιση αυτή αρκεί συνήθως για τεχνικές εφαρμογές) ως εξής:

$$1t_{\text{βάρους}} = 1t_{\text{μάζας}} \cdot g = 10^3 kg \cdot 10m/sec^2 = 10^4 kg \cdot m/sec^2 = 10^4 N = 10kN \\ \rightarrow 1kN = 10^{-1} t_{\text{βάρους}} = 10^{-1} \cdot 10^3 kp = 100kp.$$

Για τη θερμοκρασία ισχύει: $t[^\circ C] = T[K] - 273.15[K]$, όπου $t[^\circ C]$ η θερμοκρασία σε μονάδες (βαθμούς) Κελσίου (Celsius) και $T[K]$ η θερμοκρασία σε μονάδες Kelvin.

Συχνά χρησιμοποιούμενες συντηρήσεις

ΜΔ : Μέθοδος Δυνάμεων

ΜΜ : Μέθοδος Μετακινήσεων

ΣΚΣ : Στατικό Κύριο Σύστημα

ΓΚΣ : Γεωμετρικό Κύριο Σύστημα

ΑΔΕ : Αρχή των Δυνατών Έργων = Αρχή των δυνατών (νοητών) μετακινήσεων

ΑΣΔΕ: Αρχή των Συμπληρωματικών Δυνατών Έργων = Αρχή των νοητών (βοηθητικών) δυνάμεων

Χρωματισμός σχημάτων

Με **πράσινο χρώμα** συμβολίζονται συνήθως τα βελάκια των φορτίων διατομής (εσωτερικά εντασιακά μεγέθη) στις διάφορες 'πραγματικές' καταστάσεις, π.χ., $M_{23,0}$ ή $Q_{34,0}$ ή $M_{E,2}$.

Τα ίδια φορτία συμβολίζονται με **κόκκινο χρώμα** όταν δρουν στις καταστάσεις δυνατών μετακινήσεων, όπου προσάγονται ως εξωτερικά φορτία στις αντίστοιχες αρθρώσεις, π.χ., $M_{23,0}$ ή $Q_{34,0}$ ή $M_{E,2}$. Επίσης με κόκκινο χρώμα συμβολίζονται οι καταλυμένες/πρόσθετες δεσμικές ράβδοι (δρομικές ή στροφικές) του ΣΚΣ/ΓΚΣ, οι υπεράριθμες X_n της ΜΔ και οι αντιδράσεις K_{mn} , K_{m0} της ΜΜ, καθώς και γενικότερα οι ενδιάμεσες/τελικές αντιδράσεις στις στηρίξεις/πακτώσεις.

Με **γαλάζιο χρώμα** σχεδιάζεται η ('πραγματική') παραμόρφωση του ΣΚΣ/ΓΚΣ στις διάφορες καταστάσεις "0", " $X_n=1$ " / " $\xi_n=1$ " καθώς και η τελική ελαστική γραμμή του δεδομένου φορέα.

Τέλος, με σκούρο **μπλε χρώμα** σχεδιάζονται γενικώς τα διαγράμματα M , Q , N , καθώς επίσης και η παραμορφωμένη κατάσταση του φορέα λόγω δυνατών μετακινήσεων (π.χ. του ΓΚΣ στις διάφορες νοητές καταστάσεις " $\xi_n=1$ ").

Ακολουθεί κατάλογος με τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα στη Στατική σύμβολα.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ

Συστήματα αναφοράς(καρτεσιανά, τρισσορθογώνια, δεξιόστροφα)

$\{x, y, z\}$ τοπικό σύστημα αναφοράς (για κάθε δομικό στοιχείο)

$\{X, Y, Z\}$ καθολικό σύστημα αναφοράς (για όλον τον φορέα)

Γεωμετρικά δεδομένα διατομής

L μήκος δομικού στοιχείου [m]

I_x, I_T, J ροπή αδράνειας σε στρέψη (στρεπτική σταθερά) [m⁴]

I_y, I ροπή αδράνειας σε κάμψη ως προς τον άξονα y [m⁴]

I_z ροπή αδράνειας σε κάμψη ως προς τον άξονα z [m⁴]

A επιφάνεια διατομής [m²]

A_{Sy} τεκμαρτή (ενεργός) επιφάνεια ολίσθησης λόγω Q_y [m²], $A_{Sy}=a_{Sy}A$

A_{Sz} τεκμαρτή (ενεργός) επιφάνεια ολίσθησης λόγω Q_z [m²], $A_{Sz}=a_{Sz}A$

h, d ύψος διατομής [m]

b πλάτος διατομής [m]

Ιδιότητες υλικού

E μέτρο ελαστικότητας [kN/m²]

G μέτρο ολίσθησης [kN/m²]

ν λόγος του Poisson [-], $E=G/\{2(\nu+1)\}$

α_t συντελεστής θερμικής διαστολής [1/°C]

$\Phi_{ερπ}$ συντελεστής ερπυσμού [-]

$\epsilon_{ξηρ}$ μέτρο συστολής/διαστολής ξήρανσης [-]

Ιδιότητες διατομών και δομικών στοιχείων

EI δυσκαμψία [kNm²], όπου $I=I_y$ ή I_z

GA_S δυσστημσία [kN], όπου $A_S= A_{Sy}$ ή A_{Sz}

EA δυστένεια [kN]

GI_T, GJ δυσστρεψία [kNm²]

c_N ελαστική σταθερά δρομικού ελατηρίου [kN/m]

c_M ελαστική σταθερά στροφικού ελατηρίου [kNm/rad]

Εξωτερικά μεγέθη έντασης (φορτία και αντιδράσεις στήριξης)

P_x, H, P, F μοναχική δύναμη κατά x [kN]

P_y μοναχική δύναμη κατά y [kN]

P_z, V, P, F μοναχική δύναμη κατά z [kN]

M_{Lx}, M_{LT} μοναχική στρεπτική ροπή [kNm]

M_{Ly}, M_L μοναχική ροπή περί τον άξονα y [kNm]

M_{Lz} μοναχική ροπή περί τον άξονα z [kNm]

P διάνυσμα μοναχικών (συγκεντρωμένων) φορτίων (δυνάμεων και ροπών)

$q_x(x), n(x)$ κατανεμημένο φορτίο κατά την έννοια του άξονα x [kN/m]

$q_y(x)$,	κατανεμημένο φορτίο κατά την έννοια του άξονα y [kN/m]
$q_z(x)$, $q(x)$, $p(x)$	κατανεμημένο φορτίο κατά την έννοια του άξονα z [kN/m]
$m_{Lx}(x)$, $m_{Tx}(x)$	κατανεμημένη στρεπτική ροπή [kNm/m]
$m_{Ly}(x)$, $m_{Lx}(x)$	κατανεμημένη ροπή περί τον άξονα y [kNm/m]
$m_{Lz}(x)$	κατανεμημένη ροπή περί τον άξονα z [kNm/m]
p	διάνυσμα κατανεμημένων φορτίων (δυνάμεων και ροπών)
A	αντίδραση (δύναμη) στήριξης
M_{Π}	ροπή πάκτωσης

Καταναγκασμοί

$t(x)$	ομοιόμορφη (= σταθερή σε όλη τη διατομή x) θερμοκρασιακή φόρτιση [$^{\circ}\text{C}$]
$\Delta t(x)$	ανομοιόμορφη (= γραμμικά μεταβαλλόμενη κατά το ύψος της διατομής x) θερμοκρασιακή φόρτιση [$^{\circ}\text{C}$]
u_{Lm}	επιβεβλημένη (καταναγκασμένη) μετατόπιση της στήριξης m κατά x [m]
v_{Lm}	επιβεβλημένη (καταναγκασμένη) μετατόπιση της στήριξης m κατά y [m]
w_{Lm}	επιβεβλημένη (καταναγκασμένη) μετατόπιση της στήριξης m κατά z [m]
φ_{Lim}	επιβεβλημένη (καταναγκασμένη) στροφή ως προς τον άξονα i ($i=x,y,z$) της πάκτωσης m [rad]
ρ_u	αξονικός ρήκτης $= -\Delta u_L$ [m]
ρ_w	εγκάρσιος ρήκτης $= -\Delta w_L$ [m]
ρ_φ	στροφικός ρήκτης $= -\Delta \varphi_L$ [m]
ρ_θ	στρεπτικός ρήκτης $= -\Delta \theta_L$ [m]

Εσωτερικά εντασιακά μεγέθη (φορτία διατομής)

M_x , M_T	ροπή στρέψης [kNm]
M_y , M	ροπή κάμψης ως προς τον άξονα y [kNm]
M_z	ροπή κάμψης ως προς τον άξονα z [kNm]
Q_y	τέμνουσα δύναμη κατά y [kN]
Q_z , Q	τέμνουσα δύναμη κατά z [kN]
N	αξονική δύναμη [kN]
$M_{ik,r}$	ροπή στο σημείο ή στον κόμβο i προς τη διεύθυνση του σημείου ή κόμβου k $\{i,k : \text{δείκτες θέσης}, r : \text{δείκτης αιτίου}\}$
$M(x)_r$	διάγραμμα ροπών κάμψης λόγω του αιτίου r Αντίστοιχοι συμβολισμοί προς τους δύο προηγούμενους ισχύουν και για τα υπόλοιπα φορτία διατομής.
σ	διάνυσμα φορτίων διατομής

Μετακινήσεις

u_x , u	μετατόπιση κατά x [m]
u_y , v	μετατόπιση κατά y [m]
u_z , w	μετατόπιση κατά z [m]
u_α , u_δ	μετατόπιση αριστερής και δεξιάς όχθης μιας αξονικής άρθρωσης ($N=0$)
$\Delta u = u_\alpha - u_\delta$	χάσμα (της ελαστικής γραμμής) = διαφορά αξονικών μετατοπίσεων
v_α , v_δ	μετατόπιση αριστερής και δεξιάς όχθης μιας διατμητικής άρθρωσης: $Q_y=0$

w_α, w_δ	μετατόπιση αριστερής και δεξιάς όχθης μιας διατμητικής άρθρωσης: $Q_z=0$
$\Delta v=v_\alpha-v_\delta$	άλμα (της ελαστικής γραμμής) = διαφορά βυθίσεων κατά y
$\Delta w=w_\alpha-w_\delta$	άλμα (της ελαστικής γραμμής) = διαφορά βυθίσεων κατά z
φ_x, θ	στροφή ως προς τον άξονα x [rad]
φ_y, φ	στροφή ως προς τον άξονα y [rad]
φ_z	στροφή ως προς τον άξονα z [rad]
$\varphi_\alpha, \varphi_\delta$	στροφή αριστερής και δεξιάς όχθης μιας καμπτικής άρθρωσης: $M_y=0$
$\Delta\varphi=\varphi_\alpha-\varphi_\delta$	γόνατο (στην ελαστική γραμμή) = διαφορά στροφών
Αντίστοιχοι συμβολισμοί προς τους δύο προηγούμενους ισχύουν και στις περιπτώσεις στρεπτικής ($M_T=0$) και καμπτικής άρθρωσης ($M_z=0$).	
φ_i, φ_k	στροφές των κόμβων i και k ενός δομικού στοιχείου $i-k$
T_i, T_k	στροφές άκρων δοκού $i-k$ (ως προς τον άξονα y)
ψ_{ik}	στροφή της χορδής της δοκού $i-k$ (ως προς τον άξονα y)
$w(x)_r$	ελαστική γραμμή (βύθιση κάθετα στον τοπικό άξονα x) λόγω του αιτίου r
u	διάνυσμα μετακινήσεων

Παραμορφώσεις διατομών

ε	αξονική παραμόρφωση (μήκυνση, βράχυνση) [-]
$\varepsilon_{ελ}, \varepsilon_{el}$	ελαστική αξονική παραμόρφωση $\{=N/(EA)\}$
ε_t	θερμοκρασιακή αξονική παραμόρφωση $\{=\alpha_t t\}$
γ_z, γ	διατμητική παραμόρφωση (ολίσθηση) κατά z [-]
γ_y	διατμητική παραμόρφωση (ολίσθηση) κατά y [-]
ζ	στρεπτική παραμόρφωση (συστροφή) [1/m]
κ_y, κ	καμπτική παραμόρφωση (καμπύλωση) ως προς τον άξονα y [1/m]
κ_z	καμπτική παραμόρφωση (καμπύλωση) ως προς τον άξονα z [1/m]
$\kappa_{ελ}, \kappa_{el}$	ελαστική καμπύλωση $\{=M/(EI)\}$
κ_t	θερμοκρασιακή καμπύλωση $\{=\alpha_t \Delta t/h\}$
ε	διάνυσμα παραμορφώσεων

Ενεργειακές και εργικές προτάσεις

E	γενικό σύμβολο για ένα μέγεθος έντασης ή παραμόρφωσης
K	γενικό σύμβολο για ένα μέγεθος έντασης (αντίδραση στήριξης, φορτίο διατομής)
δ	γενικό σύμβολο για ένα μέγεθος παραμόρφωσης (μετακίνηση, παραμόρφωση)
d	σύμβολο (τελεστής) διαφόρισης (παραγώγισης)
δ	σύμβολο (τελεστής) μεταβολής
(Δεν πρέπει να συγχέεται με το σύμβολο δ που συμβολίζει γενικώς μεγέθη παραμόρφωσης)	
E^v	ο άνω δείκτης v συμβολίζει ότι το πρόκειται για δυνατό μέγεθος: $E^v=\delta E$
π.χ. F^v νοητή (δυνατή) μοναχική δύναμη, δυνατό φορτίο	
$M^v(x)$ νοητό (δυνατό, βοηθητικό) διάγραμμα ροπών	
w^v δυνατή (νοητή) μετατόπιση	
φ^v δυνατή (νοητή) στροφή	
W	ίδιο έργο (εσωτερικό W_i , εξωτερικό W_e)
W^*	ίδιο συμπληρωματικό έργο (εσωτερικό W_i^* , εξωτερικό W_e^*)

W_p	παθητικό έργο (εσωτερικό W_{pi} , εξωτερικό W_{pe})
W_p^*	παθητικό συμπληρωματικό έργο (εσωτερικό W_{pi}^* , εξωτερικό W_{pe}^*)
W^v ή δW	δυνατό έργο (εσωτερικό W_i^v ή δW_i , εξωτερικό W_e^v ή δW_e)
W^{*v} ή δW^*	συμπληρωματικό δυνατό έργο (εσωτ. W_i^{*v} ή δW_i^* , εξωτ. W_e^{*v} ή δW_e^*)
U	ενέργεια παραμόρφωσης
Π (Π_i , Π_e)	δυναμικό (εσωτερικό, εξωτερικό)
Π^* (Π_i^* , Π_e^*)	συμπληρωματικό δυναμικό (εσωτερικό, εξωτερικό)
$\delta \Pi$, $\delta^2 \Pi$	1^o , 2^o μεταβολή του δυναμικού
$d\Pi$, $d^2 \Pi$	1^o , 2^o διαφορικό του δυναμικού

Γραμμές επιρροής

ξ	τετμημένη φορτιζόμενου πέλματος
$P_Z(\xi)$	κινητή κατακόρυφη δύναμη επί του φορτιζόμενου πέλματος
$K_{a,PZ(\xi)=1}$	γραμμή επιρροής του εντασιακού μεγέθους K_a λόγω $P_Z(\xi)=1$
$\delta_{a,PZ(\xi)=1}$	γραμμή επιρροής του παραμορφωσιακού μεγέθους δ_a λόγω $P_Z(\xi)=1$ [απλούστερα: $K_{a,\xi}$ και $\delta_{a,\xi}$]
$\eta(\xi)$, η_ξ	το γράμμα η συμβολίζει γενικά τις τεταγμένες γραμμών επιρροής

Σύμβολα Μεθόδου Δυνάμεων

N	πλήθος υπεραρίθμων εντασιακών μεγεθών
n , m	δείκτης (1, 2, ..., N)
X_n	υπεράριθμο εντασιακό μέγεθος
δ_n	παραμόρφωση στη θέση του καταλυθέντος συνδέσμου n
δ_{m0}	συντελεστής φόρτισης
δ_{mn}	συντελεστής ενδοσιμότητας
$\mathbf{X} = [X_n]$	διάνυσμα υπεραρίθμων εντασιακών μεγεθών
$\delta_0 = [\delta_{m0}]$	διάνυσμα φόρτισης
$\delta = [\delta_{mn}]$	μητρώο ενδοσιμότητας
$\beta = -[\delta_{mn}]^{-1}$	αρνητικό αντίστροφο μητρώο ενδοσιμότητας ($=[\beta_{nm}]$)

Σύμβολα Μεθόδου Μετακινήσεων

N	πλήθος υπεραρίθμων παραμορφωσιακών μεγεθών
n , m	δείκτης (1, 2, ..., N)
ξ_n	υπεράριθμο παραμορφωσιακό μέγεθος
K_n	αντίδραση στη θέση του προστεθέντος συνδέσμου n
K_{m0}	συντελεστής φόρτισης
K_{mn}	συντελεστής στιβαρότητας
$\xi = [\xi_n]$	διάνυσμα υπεραρίθμων παραμορφωσιακών μεγεθών
$\mathbf{K}_0 = [K_{m0}]$	διάνυσμα φόρτισης
$\mathbf{K} = [K_{mn}]$	μητρώο στιβαρότητας
$\mathbf{B} = -[K_{mn}]^{-1}$	αρνητικό αντίστροφο μητρώο στιβαρότητας ($=[\mathbf{B}_{nm}]$)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΗΡΩΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ

Η παρουσίαση της Μητρικής Στατικής απαιτεί μία σειρά πρόσθετων συμβολισμών, κυρίως για τα χρησιμοποιούμενα μητρικά (διανυσματικά) μεγέθη. Προκειμένου να διευκολυνθεί ο αναγνώστης κατά τη μελέτη του σχετικού κεφαλαίου 4, δίνεται ακολούθως ένας αυτοτελής κατάλογος όλων των εκεί χρησιμοποιούμενων συμβόλων, παρόλο που ορισμένα εξ αυτών ταυτίζονται με σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν στις κλασικές μεθόδους ανάλυσης. Επισημαίνεται ότι οι *κατανεμημένες* δυνάμεις και ροπές συμβολίζονται με πεζά λατινικά γράμματα, ενώ οι *συγκεντρωμένες* (μοναχικές) δυνάμεις και ροπές συμβολίζονται με ΚΕΦΑΛΑΙΑ λατινικά γράμματα. Σημειώνεται επίσης ότι οι παραμορφώσεις και οι μετακινήσεις (μετατοπίσεις, στροφές) συμβολίζονται με πεζά γράμματα: με ελληνικά οι παραμορφώσεις και οι στροφές, με λατινικά οι μετατοπίσεις. Τα *διανύσματα* (μητρώα στήλης) συμβολίζονται με πεζά **παχιά** λατινικά γράμματα, ενώ τα *μητρώα* (τετραγωνικά ή ορθογωνικά) συμβολίζονται με ΚΕΦΑΛΑΙΑ **παχιά** λατινικά γράμματα.

Αρίθμηση κόμβων, πεπερασμένων στοιχείων και βαθμών ελευθερίας (ΒΕ)

$k = 1, 2, \dots, K$ αρίθμηση των κόμβων του φορέα, όπου K το πλήθος τους.

$e = 1, 2, \dots, E$ αρίθμηση των πεπερασμένων στοιχείων του φορέα, όπου E το πλήθος τους.

$n = 1, 2, \dots, N$ ή $m = 1, 2, \dots, M$ αρίθμηση των ΒΕ του φορέα, όπου N ή M το πλήθος τους.

a, b οι κόμβοι ενός ευθύγραμμου πεπερασμένου στοιχείου

Συστήματα αναφοράς (καρτεσιανά, τρισσορθογώνια, δεξιόστροφα)

$\{X, Y, Z\}$ ή $X-Y-Z$ καθολικό σύστημα αναφοράς

$\{x^e, y^e, z^e\}$ ή $x-y-z$ ή $\{1^e, 2^e, 3^e\}$ τοπικό σύστημα αναφοράς ενός πεπερασμ. στοιχείου e .

Χάριν απλούστευσης παραλείπεται συχνά ο άνω δείκτης e : $\{x, y, z\}$ ή $\{1, 2, 3\}$

Τα σύμβολα των τοπικών στατικών μεγεθών υπογραμμίζονται προς διάκριση από τα αντίστοιχα σύμβολα των καθολικών στατικών μεγεθών.

Γεωμετρικές ιδιότητες στοιχείου/διατομής

L μήκος δομικού στοιχείου $[m]$

I_x ή I_T ή J ροπή αδράνειας σε στρέψη περί τον άξονα x (στρεπτική σταθερά) $[m^4]$

I_y ροπή αδράνειας σε κάμψη περί τον άξονα y $[m^4]$

I_z ροπή αδράνειας σε κάμψη περί τον άξονα z $[m^4]$

A επιφάνεια διατομής $[m^2]$

A_{Sy} τεκμαρτή (ενεργός) επιφάνεια ολίσθησης λόγω Q_y $[m^2]$

A_{Sz} τεκμαρτή (ενεργός) επιφάνεια ολίσθησης λόγω Q_z $[m^2]$

Ιδιότητες υλικού

E μέτρο ελαστικότητας $[kN/m^2]$

G μέτρο ολίσθησης $[kN/m^2]$

ν λόγος του Poisson $[-]$, $G=E/\{2(\nu+1)\}$

α_t συντελεστής θερμικής διαστολής $[1/^\circ C]$

Ιδιότητες διατομών και δομικών στοιχείων

EI	δυσκαμψία [kNm^2], όπου $I = I_y$ ή I_z
GA_S	δυστημσία [kN], όπου $A_S = A_{Sy}$ ή A_{Sz}
EA	δυστένεια [kN]
GI_T	δυστρεψία [kNm^2], όπου $I_T = I_x = J$

Εξωτερικά μεγέθη έντασης (φορτία και αντιδράσεις στήριξης)

P ή F	μοναχική δύναμη [kN]
M_L	μοναχική ροπή [kNm]
$n(x)$	κατανεμημένο φορτίο κατά τη φορά του τοπικού άξονα x ενός στοιχείου [kN/m]
$q(x)$	κατανεμημένο φορτίο κατά τη φορά του εγκάρσιου άξονα ενός στοιχείου [kN/m]
$m_{Lx}(x)$	κατανεμημένη στρεπτική ροπή περί τον άξονα x ενός στοιχείου [kNm/m]
$m_L(x)$	κατανεμημένη καμπτική ροπή περί τον άξονα y ή z ενός στοιχείου [kNm/m]
R	αντίδραση (δύναμη) στήριξης
M_R	ροπή πάκτωσης

Καταναγκασμοί

$t(x)$	ομοιόμορφη (= σταθερή σε όλη τη διατομή x) θερμοκρασιακή φόρτιση [$^{\circ}\text{C}$]
$\Delta t(x)$	ανομοιόμορφη (= γραμμικά μεταβαλλόμενη κατά το ύψος της διατομής x) θερμοκρασιακή φόρτιση [$^{\circ}\text{C}$]

Εσωτερικά εντασιακά μεγέθη (φορτία διατομής) δομικών στοιχείων

M_x, M_T	ροπή στρέψης [kNm]
M_y ή M	ροπή κάμψης περί τον άξονα y [kNm]
M_z ή M	ροπή κάμψης περί τον άξονα z [kNm]
Q_y	τέμνουσα δύναμη κατά y [kN]
Q_z	τέμνουσα δύναμη κατά z [kN]
N	αξονική δύναμη [kN]
$M_{ik,r}$	ροπή στο σημείο ή στον κόμβο i προς τη διεύθυνση του σημείου ή κόμβου k { i, k : δείκτες θέσης, r : δείκτης αίτιου}
$M(x),_r$	διάγραμμα ροπών κάμψης λόγω του αιτίου r Αντίστοιχοι συμβολισμοί προς τους δύο προηγούμενους ισχύουν και για τα υπόλοιπα φορτία διατομής

Παραμορφώσεις διατομών

ε	αξονική παραμόρφωση (μήκυνση, βράχυνση) [-]	Νόμος του Hooke: $\varepsilon = N/(EA)$
γ	διατμητική παραμόρφωση (ολίσθηση) [-]	Νόμος του Hooke: $\gamma = Q/(GA_S)$
ζ	στρεπτική παραμόρφωση (συστροφή) [$1/m$]	Νόμος του Hooke: $\zeta = M_T/(GI_T)$
κ	καμπτική παραμόρφωση (καμπύλωση) [$1/m$]	Νόμος του Hooke: $\kappa = M/(EI)$

Μετακινήσεις και δυνάμεις πεπερασμένου στοιχείου δοκού e στο επίπεδο X-Z

Στο τοπικό σύστημα αναφοράς $\{x^e, y^e\}$ του στοιχείου e:

$$\underline{u}^e = [\underline{u}_{ax} \ \underline{u}_{ay} \ \underline{\varphi}_a \ \underline{u}_{bx} \ \underline{u}_{by} \ \underline{\varphi}_b]^{eT} = [\underline{u}_1 \ \underline{u}_2 \ \underline{u}_3 \ \underline{u}_4 \ \underline{u}_5 \ \underline{u}_6]^{eT}$$

Διάνυσμα των *τοπικών* κομβικών μετακινήσεων του στοιχείου e (κόμβοι a και b, με 3 BE έκαστος) ή *τοπικό* διάνυσμα κομβικών μετακινήσεων του στοιχείου e. Ο κάτω δείκτης z στο σύμβολο της στροφής παραλείπεται χάριν απλούστευσης.

$$\underline{s}^e = [\underline{S}_{ax} \ \underline{S}_{ay} \ \underline{M}_a \ \underline{S}_{bx} \ \underline{S}_{by} \ \underline{M}_b]^{eT} = [\underline{S}_1 \ \underline{S}_2 \ \underline{S}_3 \ \underline{S}_4 \ \underline{S}_5 \ \underline{S}_6]^{eT}$$

Διάνυσμα των *τοπικών* κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e (= φορτία διατομής στα άκρα) ή *τοπικό* διάνυσμα κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e. Ο κάτω δείκτης z στο σύμβολο της ροπής παραλείπεται χάριν απλούστευσης. Ισχύει: $\underline{s}^e = \underline{s}^{ue} + \underline{s}^{oe}$, όπου:

$\underline{s}^{ue}$ Διάνυσμα των *τοπικών* κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e, οι οποίες οφείλονται αποκλειστικά στις κομβικές μετακινήσεις του στοιχείου.

$\underline{s}^{oe}$ Διάνυσμα των *τοπικών* κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e, οι οποίες οφείλονται αποκλειστικά στη φόρτιση του στοιχείου μεταξύ των κόμβων του a και b.

$\underline{K}^e$ Τοπικό μητρώο στιβαρότητας του στοιχείου e: $\underline{K}^e = [\underline{K}_{ij}]^e$

Ισχύει η σχέση: $\underline{s}^{ue} = \underline{K}^e \underline{u}^e$ ή $[\underline{s}_i]^{ue} = [\underline{K}_{ij}]^e [\underline{u}_j]^e$ και συνεπώς: $\underline{s}^e = \underline{K}^e \underline{u}^e + \underline{s}^{oe}$.

$\underline{K}^{e//5}$, $\underline{K}^{e//4}$, $\underline{K}^{e//2}$, $\underline{K}^{e//3}$ Συρρικνωμένα τοπικά μητρώα στιβαρότητας του στοιχείου e

$\underline{s}^{e//5}$, $\underline{s}^{e//4}$, $\underline{s}^{e//2}$, $\underline{s}^{e//3}$, $\underline{u}^{e//4}$, $\underline{u}^{e//2}$, $\underline{u}^{e//3}$ Συρρικνωμένα τοπικά διανύσματα του στοιχείου e

$\underline{K}_F^e$ Θεμελιώδεις μητρώο στιβαρότητας ενός (ισοστατικά εδραζόμενου) στοιχείου e

$\underline{F}^e$ Μητρώο ενδοσιμότητας ενός (ισοστατικά εδραζόμενου) στοιχείου e

Στο καθολικό σύστημα αναφοράς $\{X, Z\}$:

$\underline{T}^e$ Μητρώο μετασχηματισμού του στοιχείου δοκού. Ισχύει η σχέση: $\underline{T}^{-1} = \underline{T}^T$.

$$\underline{u}^e = [\underline{u}_{ax} \ \underline{u}_{az} \ \underline{\varphi}_a \ \underline{u}_{bx} \ \underline{u}_{bz} \ \underline{\varphi}_b]^{eT} = [\underline{u}_1 \ \underline{u}_2 \ \underline{u}_3 \ \underline{u}_4 \ \underline{u}_5 \ \underline{u}_6]^{eT}$$

Διάνυσμα των *καθολικών* κομβικών μετακινήσεων του στοιχείου e ή *καθολικό* διάνυσμα κομβικών μετακινήσεων του στοιχείου e, όπου: $\underline{u}^e = \underline{T}^{eT} \underline{u}^e$. Ο κάτω δείκτης Y στο σύμβολο της στροφής παραλείπεται χάριν απλούστευσης.

$$\underline{s}^e = [\underline{S}_{ax} \ \underline{S}_{az} \ \underline{M}_a \ \underline{S}_{bx} \ \underline{S}_{bz} \ \underline{M}_b]^{eT} = [\underline{S}_1 \ \underline{S}_2 \ \underline{S}_3 \ \underline{S}_4 \ \underline{S}_5 \ \underline{S}_6]^{eT}$$

Διάνυσμα των *καθολικών* κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e ή *καθολικό* διάνυσμα κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e. Ισχύει: $\underline{s}^e = \underline{s}^{ue} + \underline{s}^{oe}$, όπου: $\underline{s}^e = \underline{T}^{eT} \underline{s}^{ue}$. Ο κάτω δείκτης Y στο σύμβολο της ροπής παραλείπεται χάριν απλούστευσης.

$\underline{s}^{ue}$ Διάνυσμα των *καθολικών* κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e, οι οποίες οφείλονται αποκλειστικά στις κομβικές μετακινήσεις του στοιχείου, όπου: $\underline{s}^{ue} = \underline{T}^{eT} \underline{s}^{ue}$.

$\underline{s}^{oe}$ Διάνυσμα των *καθολικών* κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e, οι οποίες οφείλονται αποκλειστικά στη φόρτιση του στοιχείου μεταξύ των κόμβων του a και b, όπου: $\underline{s}^{oe} = \underline{T}^{eT} \underline{s}^{oe}$.

$\mathbf{K}^e$ Καθολικό μητρώο στιβαρότητας του στοιχείου e: $\mathbf{K}^e = [\mathbf{K}_{ij}]^e$. Ισχύουν οι σχέσεις:

$$\mathbf{s}^{ue} = \mathbf{K}^e \mathbf{u}^e \text{ ή } [\mathbf{s}_i]^{ue} = [\mathbf{K}_{ij}]^e [\mathbf{u}_j]^e \text{ και συνεπώς: } \mathbf{s}^e = \mathbf{K}^e \mathbf{u}^e + \mathbf{s}^{0e}$$

$$\text{και } \mathbf{K}^e = (\mathbf{T}^e)^T \mathbf{K} \mathbf{T}^e.$$

$\mathbf{s}^* = [\mathbf{s}^{(1)}, \mathbf{s}^{(2)}, \mathbf{s}^{(3)}, \dots, \mathbf{s}^{(E)}]^T$ Συγκεντρωτικό διάνυσμα καθολικών κομβικών δυνάμεων όλων των στοιχείων με $\mathbf{s}^* = \mathbf{s}^{u*} + \mathbf{s}^{0*}$.

$\mathbf{u}^* = [\mathbf{u}^{(1)}, \mathbf{u}^{(2)}, \mathbf{u}^{(3)}, \dots, \mathbf{u}^{(E)}]^T$ Συγκεντρωτικό διάνυσμα καθολικών κομβικών μετακινήσεων όλων των στοιχείων με $\mathbf{s}^* = \mathbf{s}^{u*} + \mathbf{s}^{0*}$.

$\mathbf{K}^* = \text{diag}(\mathbf{K}^e)$ Συγκεντρωτικό μητρώο στιβαρότητας όλων των στοιχείων $e=1, 2, \dots, E$.

Ισχύουν οι σχέσεις: $\mathbf{s}^{u*} = \mathbf{K}^* \mathbf{u}^*$ και $\mathbf{s}^* = \mathbf{K}^* \mathbf{u}^* + \mathbf{s}^{0*}$.

Μετακινήσεις και δυνάμεις στους κόμβους του φορέα

$u_{kX}, u_{kY}, u_{kZ}, \varphi_{kX}, \varphi_{kY}, \varphi_{kZ}$ Μετατοπίσεις u [m] και στροφές φ [rad] του κόμβου k ενός χωρικού φορέα κατά τη φορά των καθολικών αξόνων X, Y, Z αντιστοίχως.

$\mathbf{u}_k = [u_{kX}, u_{kY}, u_{kZ}, \varphi_{kX}, \varphi_{kY}, \varphi_{kZ}]^T$ Διάνυσμα μετακινήσεων (μετατοπίσεων και στροφών) του κόμβου k ενός χωρικού φορέα. Στο επίπεδο $X-Z$: $\mathbf{u}_k = [u_{kX}, u_{kZ}, \varphi_k]^T$, όπου ο κάτω δείκτης Y στο σύμβολο της στροφής παραλείπεται χάριν απλούστευσης.

$\mathbf{u} = [\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_k, \dots, \mathbf{u}_K]^T$ Διάνυσμα κομβικών μετακινήσεων ενός φορέα με K κόμβους, ή $\mathbf{u} = [u_1, u_2, \dots, u_n, \dots, u_N]^T$ Διάνυσμα κομβικών μετακινήσεων ενός φορέα με N BE (συμπεριλαμβανομένων των μηδενικών, δηλαδή αγνοώντας τις στηρίξεις $\rightarrow$ μετακινήσεις του ελεύθερου φορέα).

$F_{kX}, F_{kY}, F_{kZ}, M_{LkX}, M_{LkY}, M_{LkZ}$ Εξωτερικά μοναχικά φορτία (δυνάμεις F [kN] και ροπές M_L [kNm]) στον κόμβο k ενός χωρικού φορέα κατά τη φορά των καθολικών αξόνων X, Y, Z αντιστοίχως. Ο κάτω δείκτης L (Load) τοποθετείται προς διάκριση από άλλες ροπές, για τις οποίες χρησιμοποιείται επίσης το γράμμα M .

$\mathbf{f}_k = [F_{kX}, F_{kY}, F_{kZ}, M_{LkX}, M_{LkY}, M_{LkZ}]^T$ Διάνυσμα εξωτερικών κομβικών φορτίων στον κόμβο k ενός χωρικού φορέα. Στο επίπεδο $X-Z$: $\mathbf{f}_k = [F_{kX}, F_{kZ}, M_{Lk}]^T$, όπου ο κάτω δείκτης Y στο σύμβολο της ροπής παραλείπεται χάριν απλούστευσης.

$\mathbf{f} = [\mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2, \dots, \mathbf{f}_k, \dots, \mathbf{f}_K]^T$ Διάνυσμα εξωτερικών κομβικών φορτίων ενός φορέα με K κόμβους, ή

$\mathbf{f} = [F_1, F_2, \dots, F_n, \dots, F_N]^T$ Διάνυσμα εξωτερικών κομβικών φορτίων ενός φορέα με N BE.

$R_{kX}, R_{kY}, R_{kZ}, M_{RkX}, M_{RkY}, M_{RkZ}$ Αντιδράσεις στήριξης (δυνάμεις R [kN] και ροπές M_R [kNm]) στον κόμβο k ενός χωρικού φορέα κατά τη φορά των καθολικών αξόνων X, Y, Z αντιστοίχως. Ο κάτω δείκτης R (Reaction) τοποθετείται προς διάκριση από άλλες ροπές, για τις οποίες χρησιμοποιείται επίσης το γράμμα M .

$\mathbf{r}_k = [R_{kX}, R_{kY}, R_{kZ}, M_{RkX}, M_{RkY}, M_{RkZ}]^T$ Διάνυσμα αντιδράσεων στήριξης στον κόμβο k ενός χωρικού φορέα. Στο επίπεδο $X-Z$: $\mathbf{r}_k = [R_{kX}, R_{kZ}, M_{Rk}]^T$.

$\mathbf{r} = [\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_k, \dots, \mathbf{r}_K]^T$ Διάνυσμα αντιδράσεων στήριξης ενός φορέα με K κόμβους, ή

$\mathbf{r} = [R_1, R_2, \dots, R_n, \dots, R_N]^T$ Διάνυσμα αντιδράσεων στήριξης ενός φορέα με N BE.

$S_{kX}^0, S_{kY}^0, S_{kZ}^0, M_{kX}^0, M_{kY}^0, M_{kZ}^0$ Κομβικά φορτία (δυνάμεις S^0 [kN] και ροπές M^0 [kNm]) στον κόμβο k ενός χωρικού φορέα κατά τη φορά των καθολικών αξόνων X, Y, Z αντιστοίχως, λόγω φόρτισης των πεπερασμένων στοιχείων που συμβάλλουν στον κόμβο αυτόν. Ο άνω δείκτης 0 συμβολίζει ότι πρόκειται για μεγέθη που προέρχονται από την εξωτερική φόρτιση των πεπερασμένων στοιχείων.

$\mathbf{s}_k^0 = [S_{kX}^0, S_{kY}^0, S_{kZ}^0, M_{kX}^0, M_{kY}^0, M_{kZ}^0]^T$ Διάνυσμα κομβικών φορτίων στον κόμβο k ενός χωρικού φορέα στον χώρο λόγω φόρτισης των πεπερασμένων στοιχείων που συμβάλλουν στον κόμβο αυτόν. Στο επίπεδο $X-Z$: $\mathbf{s}_k^0 = [S_{kX}^0, S_{kZ}^0, M_k^0]^T$.

$\mathbf{s}^0 = [\mathbf{s}_1^0, \mathbf{s}_2^0, \dots, \mathbf{s}_K^0]^T$ Διάνυσμα κομβικών φορτίων ενός φορέα με K κόμβους, λόγω φόρτισης των πεπερασμένων στοιχείων του, ή

$\mathbf{s}^0 = [S_1^0, S_2^0, \dots, S_n^0, \dots, S_N^0]^T$ Διάνυσμα κομβικών φορτίων ενός φορέα με N BE, λόγω φόρτισης των πεπερασμένων στοιχείων του.

$P_{kX}, P_{kY}, P_{kZ}, M_{EkX}, M_{EkY}, M_{EkZ}$ Κομβικές δυνάμεις P [kN] και ροπές M_E [kNm] στον κόμβο k του φορέα κατά τη φορά των καθολικών αξόνων X, Y, Z αντιστοίχως, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν όλες τις εξωτερικές επιρροές (δεδομένα εξωτερικά κομβικά φορτία ή/και κομβικά φορτία λόγω φόρτισης των πεπερασμένων στοιχείων που συμβάλλουν στον κόμβο k ή/και αντιδράσεις στήριξης στον κόμβο k). Ο κάτω δείκτης E (Εξωτερικές επιρροές) τοποθετείται προς διάκριση από άλλες ροπές, για τις οποίες χρησιμοποιείται επίσης το γράμμα M .

$\mathbf{p}_k = [P_{kX}, P_{kY}, P_{kZ}, M_{EkX}, M_{EkY}, M_{EkZ}]^T$ Διάνυσμα κομβικών δυνάμεων στον κόμβο k στον χώρο. Στο επίπεδο $X-Z$: $\mathbf{p}_k = [P_{kX}, P_{kZ}, M_{Ek}]^T$.

$\mathbf{p} = [\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \dots, \mathbf{p}_K]^T$ Διάνυσμα κομβικών δυνάμεων λόγω εξωτερικών επιρροών για έναν φορέα με K κόμβους, ή

$\mathbf{p} = [p_1, p_2, \dots, p_n, \dots, p_N]^T$ Διάνυσμα κομβικών δυνάμεων λόγω εξωτερικών επιρροών για έναν φορέα με N BE.

Ισχύει: $\mathbf{p} = \mathbf{f} + \mathbf{r} - \mathbf{s}^0$. Το διάνυσμα $\mathbf{p}$ ονομάζεται και διάνυσμα φόρτισης του *ελεύθερου* φορέα ή, χάριν συντομίας, *ελεύθερο* διάνυσμα φόρτισης.

$\mathbf{u}_R, \mathbf{f}_R, \mathbf{r}_R, \mathbf{s}_R^0, \mathbf{p}_R$ Διανύσματα που προκύπτουν από τα διανύσματα $\mathbf{u}, \mathbf{f}, \mathbf{r}, \mathbf{s}^0, \mathbf{p}$ αντιστοίχως, μετά την απαλοιφή των όρων που αντιστοιχούν σε μηδενικούς BE, δηλαδή στις στήριξεις του φορέα.

Σύνθεση του φορέα

$\mathbf{A}^e$ Μητρώο αντιστοίχισης κομβικών BE του στοιχείου e , όπου: $\mathbf{u}^e = \mathbf{A}^e \mathbf{u}$.

$\mathbf{A}^* = [\mathbf{A}^{(1)}, \mathbf{A}^{(2)}, \dots, \mathbf{A}^{(E)}]^T$ Συγκεντρωτικό *μητρώο* αντιστοίχισης BE.

Ισχύει η σχέση: $\mathbf{u}^* = \mathbf{A}^* \mathbf{u}$.

$\mathbf{a}^e$ Μονόστηλος *πίνακας* αντιστοίχισης BE του στοιχείου e .

$\mathbf{a}^* = [\mathbf{a}^{(1)}, \mathbf{a}^{(2)}, \dots, \mathbf{a}^{(E)}]^T$ Συγκεντρωτικός *πίνακας* αντιστοίχισης BE.

$\mathbf{s}$ *Αθροιστικό* διάνυσμα εσωτερικών κομβικών δυνάμεων του φορέα: $\mathbf{s} = \mathbf{s}^u + \mathbf{s}^0$.

$\mathbf{s}_{,e}$ Συνεισφορά του στοιχείου e στο αθροιστικό διάνυσμα $\mathbf{s}$.

$\mathbf{B}^e = \mathbf{A}^{eT}$ Μητρώο αντιστοίχισης κομβικών δυνάμεων του στοιχείου e .

Ισχύει η σχέση: $\mathbf{s}_{,e} = \mathbf{B}^e \mathbf{s}^e$.

$\mathbf{B}^* = \mathbf{A}^{*\top} = [\mathbf{A}^{(1)\top}, \mathbf{A}^{(2)\top}, \dots, \mathbf{A}^{(E)\top}]$ Συγκεντρωτικό *μητρώο* αντιστοίχισης δυνάμεων.

Ισχύουν οι σχέσεις: $\mathbf{s} = \mathbf{A}^{*\top} \mathbf{s}^*$, $\mathbf{s}^u = \mathbf{A}^{*\top} \mathbf{s}^{u*}$ και $\mathbf{s}^o = \mathbf{A}^{*\top} \mathbf{s}^{o*}$,

$\mathbf{b}^{T*} = \mathbf{a}^*$ Μονόστηλος *πίνακας* αντιστοίχισης δυνάμεων.

$\mathbf{K}=[K_{ij}]$ Μητρώο στιβαρότητας του *ελεύθερου* φορέα ή *ελεύθερο* μητρώο στιβαρότητας του φορέα. Ισχύει η εξής σχέση στιβαρότητας (συνθήκη ισορροπίας):

$\mathbf{p} = \mathbf{K} \mathbf{u}$ ή $[P_m] = [K_{mn}] [u_n]$ (με $m, n = 1, \dots, N$, όπου $N =$ πλήθος BE).

Ισχύει επίσης η σχέση: $\mathbf{K} = \mathbf{A}^{*\top} \mathbf{K}^* \mathbf{A}^*$.

$\mathbf{A}_R, \mathbf{A}_R^\top$ Μητρώα απαλοιφής των μηδενικών BE. Ισχύει: $\mathbf{A}_R^\top \cdot \mathbf{A}_R = \mathbf{I}$.

$\mathbf{K}_R$ Μητρώο στιβαρότητας του δεσμευμένου (στηριζόμενου) φορέα ή, απλά, *δεσμευμένο* μητρώο στιβαρότητας. Ισχύει η εξής σχέση στιβαρότητας (συνθήκη ισορροπίας): $\mathbf{p}_R = \mathbf{K}_R \mathbf{u}_R$, όπου

$\mathbf{u}_R = \mathbf{A}_R^\top \mathbf{u}$ το διάνυσμα των άγνωστων κομβικών μετακινήσεων, και

$\mathbf{p}_R = \mathbf{A}_R^\top \mathbf{p}$ το *δεσμευμένο* διάνυσμα φόρτισης.

$\mathbf{K}^{**}$ Τροποποιημένο μητρώο στιβαρότητας του φορέα. Ισχύει η σχέση: $\mathbf{K}^{**} \mathbf{u} = \mathbf{p}^{**}$, όπου $\mathbf{p}^{**}$ το τροποποιημένο διάνυσμα φόρτισης του φορέα.

Ενεργειακές και εργικές προτάσεις

d σύμβολο (τελεστής) διαφορίσης (παραγώγισης)

δ σύμβολο (τελεστής) μεταβολής, αλλά και γενικό σύμβολο για ένα μέγεθος παραμόρφωσης ή μετακίνησης

W ίδιο έργο ή, απλά, έργο (εσωτερικό: W_i , εξωτερικό: W_e)

δW δυνατό έργο (εσωτερικό: δW_i , εξωτερικό: δW_e)