

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ
ΤΗΣ
ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Το δομικό σύστημα πρέπει να ελέγχεται σε όλες τις φάσεις κατασκευής καθώς και μετά την ολοκλήρωσή του για όλους τους δυσμενείς συνδυασμούς φορτίσεων.

Για συνήθη οικοδομικά έργα επιτρέπεται απλοποίηση των ελέγχων κατά την κρίση του μελετητού.

Ειδικές περιπτώσεις θεωρούνται οι δίσκοι, κεφαλόδεσμοι κλπ..

Σχετικά κριτήρια δίνονται στο Κεφ. 14.

Μεγέθη έντασης είναι οι ορθές και τέμνουσες δυνάμεις (N και V), καθώς και οι καμπτικές και στρεπτικές ροπές (M και T) που αναπτύσσονται στο δομικό σύστημα.

Μεγέθη παραμόρφωσης είναι οι μετακινήσεις και στροφές χαρακτηριστικών διατομών του δομικού συστήματος.

Οι παραμορφώσεις που οφείλονται στις ορθές και τέμνουσες δυνάμεις μπορούν, γενικά, να αγνοηθούν, εκτός αν επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα του στατικού υπολογισμού.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. ακραίες ζώνες και αγκυρώσεις, είναι απαραίτητος και ο έλεγχος των τοπικών εντατικών μεγεθών.

7.2.1 Δομικό σύστημα και δομικά στοιχεία: Ορισμοί και παραδοχές

Ο μελετητής πρέπει να έχει πάντοτε υπόψη του ότι υπεραπλοποίηση του δομικού συστήματος της κατασκευής οδηγεί σε αναξιόπιστα αποτελέσματα και συνεπώς σε μείωση της ασφαλείας του έργου.

7.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ο προσδιορισμός της εντατικής κατάστασης γίνεται με διάφορες μεθόδους ανάλυσης:

Η ανάλυση λαμβανομένης υπόψη της συμπεριφοράς των υλικών μπορεί να είναι:

- ελαστική, κατά την οποία ο προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών γίνεται με την θεωρία ελαστικότητας
- πλαστική, μόνον για μετέλεγχο υφισταμένων κατασκευών (θεωρία πλαστικών αρθρώσεων, μέθοδος γραμμών διαρροής)
- με εφαρμογή της μεθόδου θλιπτήρων – ελκυστήρων, για ειδικές περιπτώσεις.

Σε όσες περιπτώσεις απαιτείται, η ανάλυση θα λαμβάνει υπόψη την επίδραση των παραμορφώσεων στην εντατική κατάσταση (θεωρία 2ης τάξεως). Η ανάλυση για προσδιορισμό των οριακών μεγεθών αντοχής μπορεί να είναι:

- γραμμική με παραδοχή γραμμικών διαγραμμάτων ροπών - καμπυλοτήτων, τάσεων - παραμορφώσεων ή
- μη γραμμική με παραδοχή μη γραμμικών διαγραμμάτων ροπών - καμπυλοτήτων, ροπών - στροφών και τάσεων - παραμορφώσεων.

Ανάλογα με το είδος της ανάλυσης που έχει ακολουθηθεί για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών, ο έλεγχος πραγματοποιείται ως εξής:

- εάν έχει γίνει ελαστική ανάλυση, ελέγχονται διατομές μέσω συγκρίσεως των μεγεθών έντασης και παραμόρφωσης του υπολογισμού με τα αντίστοιχα οριακά μεγέθη αντοχής και
- εάν έχει γίνει πλαστική ανάλυση, ελέγχεται το σύστημα, μέσω απευθείας συγκρίσεως των δράσεων με την αντοχή του συστήματος.

Όταν οι επιρροές των παρεμποδιζομένων και επιβαλλομένων παραμορφώσεων (λόγω συστολής ξήρανσης, θερμοκρασιακών μεταβολών, λόγω μεταβολών συνθηκών στήριξης) λαμβάνονται υπόψη, επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη η μείωση της δυσκαμψίας λόγω ρηγμάτωσης και ερπυσμού.

7.2 ΒΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

7.2.1 Δομικό σύστημα και δομικά στοιχεία: Ορισμοί και παραδοχές

Το δομικό σύστημα που χρησιμοποιείται για την ανάλυση αποτελεί ένα απλοποιημένο προσομοίωμα του πραγματικού δομικού συστήματος της κατασκευής και παρά τις τυχόν απλοποιήσεις, πρέπει να επιτρέπει την αξιόπιστη εκτίμηση των μεγεθών έντασης και παραμόρφωσης.

Εφόσον το δομικό σύστημα αποτελείται ταυτόχρονα από γραμμικά δομικά στοιχεία και τοιχώματα (μικτό δομικό σύστημα), η αλληλεπίδραση πλαισίου - τοιχωμάτων πρέπει να λαμβάνεται κατάλληλα υπόψη κατά την ανάλυση.

7.2.1.1 Γραμμικά δομικά στοιχεία

Τα δομικά στοιχεία θεωρούνται γραμμικά (βλ. και παρ. 18.3.1β), εάν η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού της ροπής κάμψης είναι τουλάχιστον διπλάσια του ύψους του στοιχείου και για προβόλους αν το μήκος τους είναι τουλάχιστον ίσο με το ύψος τους.

7.2.1.2β Δίσκοι

Περιπτώσεις δίσκων είναι:

- Υψίκορμες δοκοί, οι οποίες είναι επιφανειακά δομικά στοιχεία που καταπονούνται κυρίως από ροπές, των οποίων το διάνυσμα είναι κάθετο προς το μέσο επίπεδό τους.
- Τοιχώματα, τα οποία είναι επιφανειακά δομικά στοιχεία με μέσο επίπεδο κατακόρυφο ή περίπου κατακόρυφο και καταπονούνται από αξονικές και διατμητικές δυνάμεις στο μέσο επίπεδό τους και από ροπές, των οποίων το διάνυσμα είναι κάθετο προς το μέσο επίπεδό τους.
- Κόμβοι γραμμικών δομικών στοιχείων και βραχείς πρόβολοι. Την περιοχή του κόμβου αποτελεί η περιοχή του υποστυλώματος (καθ' όλο το πλάτος του) που ορίζεται από την άνω και κάτω πλευρά εκείνης από τις δοκούς που συντρέχουν στο υπόψη υποστύλωμα, η οποία έχει τις μεγαλύτερες διαστάσεις (βλ. παρ. 18.3.1).

Το δομικό σύστημα είναι δυνατό να αποτελείται από γραμμικά δομικά στοιχεία (δοκοί, υποστυλώματα), επιφανειακά δομικά στοιχεία (πλάκες, υψίκορμοι δοκοί, τοιχώματα, κόμβοι γραμμικών δομικών στοιχείων, κελύφη) και, σε ειδικές περιπτώσεις, τρισδιάστατα δομικά στοιχεία.

7.2.1.1 Γραμμικά δομικά στοιχεία

Τα δομικά στοιχεία θεωρούνται γραμμικά, εάν η μία διάστασή τους είναι σχετικώς μεγάλη σε σχέση με τις άλλες δύο.

7.2.1.2 Επιφανειακά δομικά στοιχεία

Επιφανειακά δομικά στοιχεία θεωρούνται τα στοιχεία των οποίων το πάχος είναι σχετικώς μικρό σε σχέση με τις άλλες δύο διαστάσεις.

7.2.1.2α Πλάκες

Οι πλάκες είναι επίπεδα επιφανειακά δομικά στοιχεία στα οποία το διάνυσμα των ροπών κάμψης κείται στο μέσο επίπεδό τους.

7.2.1.2β Δίσκοι

Οι δίσκοι είναι επίπεδα επιφανειακά δομικά στοιχεία που καταπονούνται από δυνάμεις και ροπές, οι οποίες παράγουν ένταση εντός του μέσου επιπέδου τους.

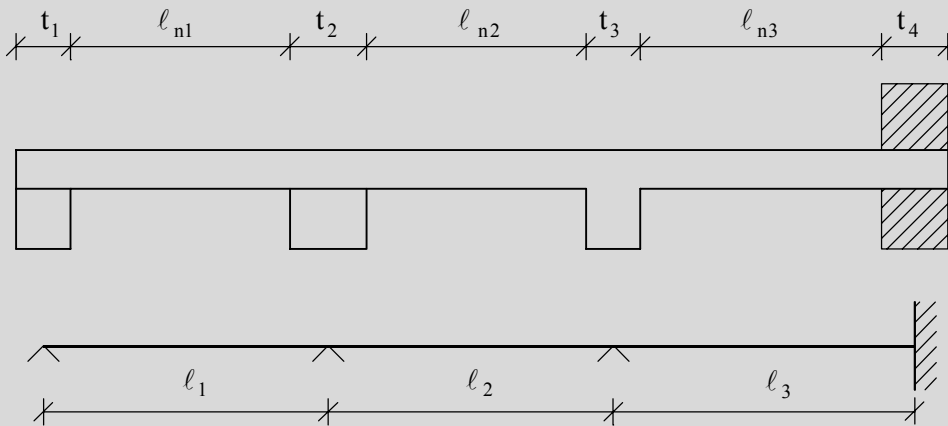
7.2.1.2γ Κελύφη

Τα κελύφη είναι καμπύλα επιφανειακά στοιχεία.

7.2.1.2δ Πτυχωτοί φορείς

Οι πτυχωτοί φορείς είναι φορείς στο χώρο που αποτελούνται βασικά από ορθογωνικούς δίσκους, οι οποίοι συνδέονται έτσι ώστε στην κοινή ακμή να σχηματίζεται γωνία και να μεταβιβάζονται κυρίως διατμητικές δυνάμεις.

7.2.2 Θεωρητικό άνοιγμα



$$\begin{aligned} \ell_1 &= \ell_{n1} + \min\left(\frac{1}{3}t_1, 0.025\ell_{n1}\right) + \frac{1}{2}t_2 \\ \ell_2 &= \ell_{n2} + \frac{1}{2}(t_2 + t_3) \\ \ell_3 &= \ell_{n3} + \frac{1}{2}t_3 + \min\left(\frac{1}{2}t_4, 0.025\ell_{n3}\right) \end{aligned}$$

Σχήμα Σ 7.1: Θεωρητικό άνοιγμα (παράδειγμα)

7.2.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατομών

Οι ονομαστικές διατομές λαμβάνονται συνήθως υπόψη για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών και των παραμορφώσεων.

Οι καθαρές διατομές λαμβάνονται συνήθως υπόψη για τον προσδιορισμό των ορθών τάσεων ενός προεντεταμένου φορέα μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος και ενώ δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί συνάφεια μεταξύ τενόντων και σκυροδέματος.

7.2.2 Θεωρητικό άνοιγμα

Το θεωρητικό άνοιγμα ενός στοιχείου υπολογίζεται από τη σχέση

$$\ell = \ell_n + \sum_{i=1}^2 \alpha_i \dots\dots\dots (7.1)$$

όπου:

ℓ_n είναι η απόσταση των παρειών των στηρίξεων.

Η τιμή του α_i λαμβάνεται:

για μη συνεχή στοιχεία (μη μονολιθική σύνδεση):

$$\alpha_i = \min(1/3 t, 0.025 \ell_n)$$

για συνεχή στοιχεία:

$$\alpha_i = 1/2 t$$

για πάκτωση:

$$\alpha_i = \min(1/2 t, 0.025 \ell_n)$$

για πακτωμένο πρόβολο:

$$\alpha_i = 0$$

όπου t είναι το πλάτος έδρασης.

7.2.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατομών

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατομών υπολογίζονται με βάση τις πραγματικές διαστάσεις των διατομών στο υπόψη στάδιο κατασκευής.

α) Ονομαστικές διατομές

Είναι αυτές από τις οποίες δεν αφαιρούνται οι επιφάνειες των οπλισμών οπλισμένου σκυροδέματος ή οι επιφάνειες των κενών (οπές, δίοδοι ή σωλήνες) που προορίζονται για τους τένοντες προεντεταμένου σκυροδέματος.

β) Καθαρές διατομές

Είναι οι διατομές που προκύπτουν αφού αφαιρεθούν από τις ονομαστικές διατομές όλα τα διαμήκη και εγκάρσια κενά, ακόμα κι αν αυτά πρόκειται να πληρωθούν εκ των υστέρων.

Οι ιδεατές διατομές λαμβάνονται συνήθως υπόψη σε οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας για τον υπολογισμό των ορθών τάσεων που ασκούνται σε ένα στοιχείο, το οποίο περιέχει τένοντες με συνάφεια (ή τένοντες που η συνάφειά τους έχει αποκατασταθεί εκ των υστέρων).

Όσον αφορά τον ερπυσμό, η διάρκεια φόρτισης θεωρείται μικρή αν είναι της τάξης μηνών (ή και λιγότερο για μικρής ηλικίας σκυροδέματα).

Γενικά μπορούν να γίνουν δεκτές οι παρακάτω τιμές:

- i) για οπλισμένο σκυρόδεμα
 - $\alpha = 15$ για όλους τους τύπους δράσεων
- ii) για προεντεταμένο σκυρόδεμα
 - $\alpha = 18$ για δράσεις μεγάλης διάρκειας
 - $\alpha = 6$ για δράσεις μικρής διάρκειας.

γ) Ιδεατές διατομές

Είναι εκείνες που λαμβάνουν υπόψη και τις διατομές του χάλυβα πολλαπλασιασμένες με τον λόγο των μέτρων ελαστικότητας α . Ο λόγος αυτός εξαρτάται από την πιθανή διάρκεια εφαρμογής του υπόψη συνδυασμού δράσεων, ως εξής:

- αν η διάρκεια είναι μικρή, ώστε να αγνοείται ο ερπυσμός, τότε:

$$\alpha = E_s / E_c \dots\dots\dots (7.2)$$

- αν η διάρκεια είναι μεγάλη, τότε:

$$\alpha = (E_s / E_c) \cdot [1 + \varphi(t, t_0)] \dots\dots\dots (7.3)$$

όπου:

$\varphi(t, t_0)$ = συντελεστής ερπυσμού.



