



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΜΗΤΡΩΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΡΑΒΔΩΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Ε.Ι. Σαπουντζάκης
Καθηγητής ΕΜΠ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΑΒΔΩΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΜΕ
ΜΗΤΡΩΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή στην ανάλυση των κατασκευών
2. Πορεία δομοστατικής μελέτης
3. Βασικά δομικά στοιχεία και προσομοίωσή τους – βήματα στατικής ανάλυσης
4. Προγράμματα Η/Υ και ορθολογική χρήση τους
5. Υπολογιστική ροή προγραμμάτων Η/Υ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Οι **δομικές κατασκευές** είναι σύνθετα μηχανικά συστήματα που αποτελούνται από φέροντα **δομικά στοιχεία** διαφόρων τύπων συζευγμένα μεταξύ τους μέσω **συνδέσμων**, καθώς και από άλλα στοιχεία και τμήματα που δεν συμμετέχουν στον **φέροντα οργανισμό (δομικό φορέα)**. Προορισμός του φέροντα οργανισμού είναι η **ανάληψη όλων των δράσεων (φορτία)** που δέχεται η κατασκευή λόγω της χρήσης της και λόγω του περιβάλλοντος στο οποίο είναι εκτεθειμένη (π.χ ωφέλιμα φορτία, θερμοκρασιακοί καταναγκασμοί, σεισμικές διεγέρσεις κλπ.) και να τις μεταβιβάσει με ασφάλεια στο **έδαφος θεμελίωσης**, με το οποίο συνδέεται μέσω **στηρίξεων**. Οι δομικές κατασκευές σχεδιάζονται, αναλύονται και κατασκευάζονται μέσα σε λογικά οικονομικά και χρονικά πλαίσια, με ορθολογιστικά κριτήρια, έτσι ώστε να εξυπηρετούν συγκεκριμένες **ανθρώπινες ανάγκες**, ικανοποιώντας ταυτόχρονα κριτήρια **ασφάλειας** και **λειτουργικότητας**.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

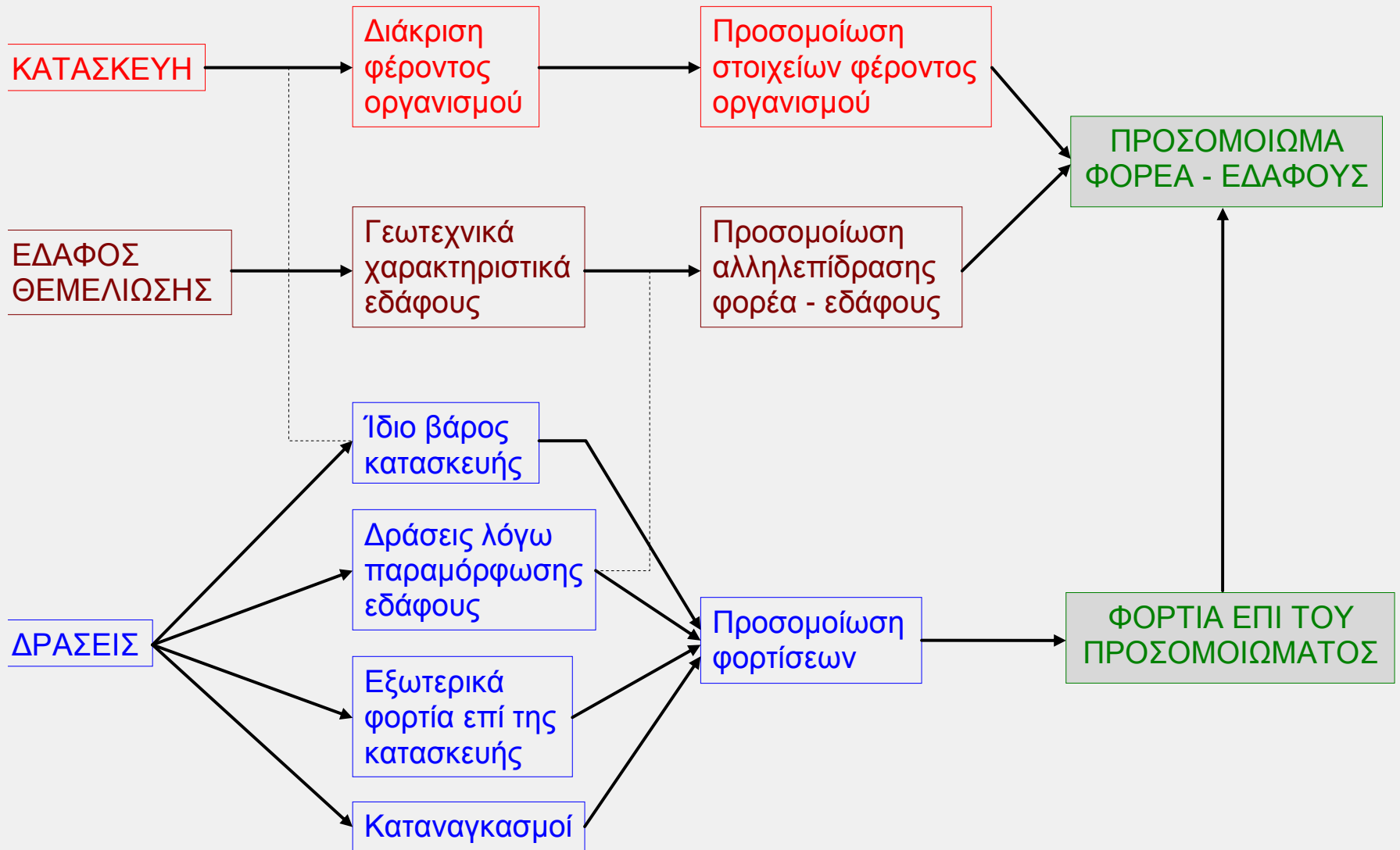
Η **ανάλυση μιας κατασκευής**, η οποία μπορεί να είναι **στατική ή δυναμική**, είναι η διαδικασία υπολογισμού της **εντατικής και παραμορφωσιακής κατάστασης** της κατασκευής, δηλαδή των **εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών** των δομικών στοιχείων της, υποβαλλόμενης σε **εξωτερικές δράσεις (φορτία)**. Με τον υπολογισμό αυτόν, ο μηχανικός πρέπει να εξασφαλίσει ότι σε κανένα σημείο της κατασκευής οι **αναπτυσσόμενες τάσεις και παραμορφώσεις** (λόγω των προαναφερθεισών εξωτερικών δράσεων) δεν θα υπερβούν συγκεκριμένες **επιτρεπόμενες τιμές**. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την εξαγωγή των προαναφερθέντων επιτρεπόμενων τιμών χρησιμοποιούνται **συντελεστές ασφάλειας**, έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη **αβεβαιότητες** σχετικά με τις φορτίσεις, τις ιδιότητες των υλικών κατασκευής, του εδάφους θεμελίωσης αλλά και την **ακρίβεια των παραδοχών και προσομοιώσεων** που χρησιμοποιούνται κατά την ανάλυση της κατασκευής.

ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την ανάλυση κάθε προτεινόμενης κατασκευής χρησιμοποιούνται **προσομοιώματα**. Σε κατασκευές του μηχανικού τα προσομοιώματα αυτά αφορούν τον **δομικό φορέα, τη θεμελίωση και τις εξωτερικές δράσεις** και **τείνουν να προσεγγίσουν** με την κατά το δυνατό μεγαλύτερη 'ακρίβεια' την πραγματική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων, των εξωτερικών φορτίων και του εδάφους θεμελίωσης, αντίστοιχα. Πιό συγκεκριμένα, κατά την **προσομοίωση του δομικού φορέα** πρέπει να γίνουν παραδοχές για τη συμπεριφορά των επιμέρους δομικών στοιχείων, των συνδέσεων τους, αλλά και των μηχανικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών από τα οποία κατασκευάζονται. Επίσης, κατά την **προσομοίωση των εξωτερικών δράσεων** πρέπει να γίνουν απλοποιητικές παραδοχές για τις αναμενόμενες φορτίσεις και δράσεις καθώς και τους συνδυασμούς τους. Τέλος, κατά την **προσομοίωση της θεμελίωσης** γίνεται προσπάθεια ικανοποιητικής προσέγγισης των ιδιοτήτων του εδάφους πάνω στο οποίο θεμελιώνεται η κατασκευή.

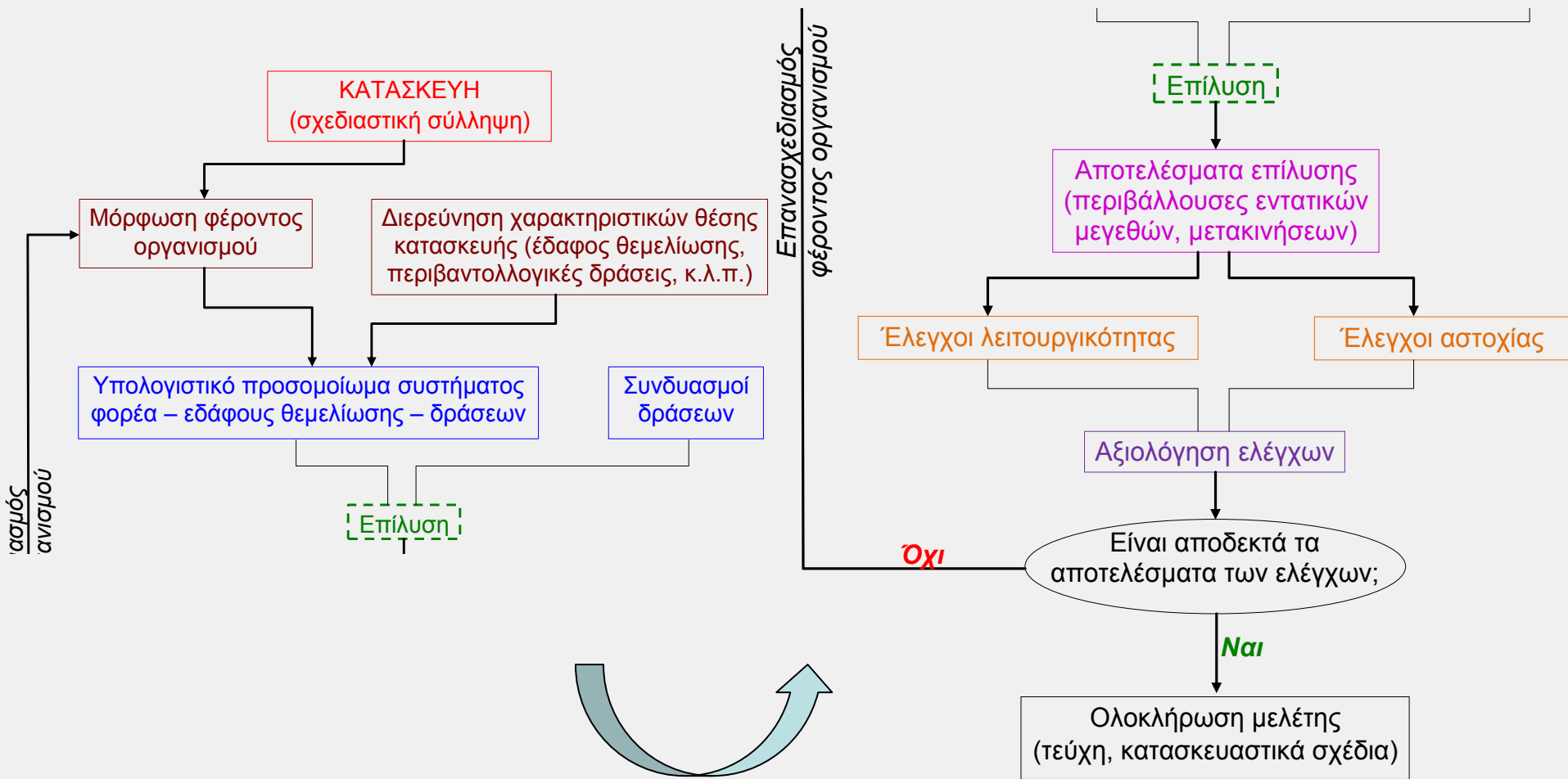
ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η πορεία δομοστατικής μελέτης περιλαμβάνει τα βήματα **"προσομοίωση - υπολογισμός - αξιολόγηση"** τα οποία επαναλαμβάνονται μέχρι την επαλήθευση των θεμελιωδών απαιτήσεων που οφείλουν να ικανοποιηθούν κατά την υλοποίηση μιας κατασκευής. Ξεκινώντας από τη σχεδιαστική σύλληψη της προς υλοποίηση κατασκευής, **αναζητούνται** σε πρώτη φάση (φάση σχεδιασμού/μόρφωσης φορέα) και **συγκρίνονται μεταξύ τους περισσότερες προτάσεις** για το **βέλτιστο** στατικό σύστημα, λαμβάνοντας πάντα υπόψη και θέματα οικονομίας. Με βάση γενικά κριτήρια (αρχιτεκτονικά, κατασκευαστικά, οργανωτικά, κανονισμούς, ασφάλεια κλπ.) ο στατικός μελετητής επιλέγει ορισμένες από τις προτάσεις αυτές προς λεπτομερέστερη διερεύνηση. Οι επιλεγείσες προτάσεις διερευνώνται σε βαθμό που να μπορούν να γίνουν συγκρίσεις των βασικών παραμέτρων που ενδιαφέρουν και **ακολούθως επιλέγεται η προς υλοποίηση πρόταση.**

ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ουσιαστικής σημασίας είναι οι **φάσεις** της **μόρφωσης** και της **προσομοίωσης** του φέροντος οργανισμού μια και οι αστοχίες που παρουσιάζονται στις κατασκευές οφείλονται συνήθως σε λανθασμένη μόρφωση ή/και προσομοίωση και **σπανιότερα σε λανθασμένη ανάλυση**.

ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ουσιαστικής σημασίας είναι οι **φάσεις** της **μόρφωσης** και της **προσομοίωσης** του φέροντος οργανισμού μια και οι αστοχίες που παρουσιάζονται στις κατασκευές οφείλονται συνήθως σε λανθασμένη μόρφωση ή/και προσομοίωση και **σπανιότερα σε λανθασμένη ανάλυση**.

Επίσης, **αδόκιμοι στη σύλληψη φέροντες οργανισμοί οδηγούν σε κατασκευές με εγγενείς αδυναμίες που υπό ορισμένες συνθήκες πιθανώς μειώνουν τη φέρουσα ικανότητά τους**.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ράβδοι: Ευθύγραμμα μέλη μικρής διατομής που υποβάλλονται σε αξονική ένταση (θλιπτικές ή εφελκυστικές δυνάμεις). Η ένταση αυτή αναλαμβάνεται από ομοιόμορφα κατανεμημένες ορθές τάσεις, αξιοποιώντας πλήρως το υλικό κατασκευής.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ράβδοι: Ευθύγραμμα μέλη μικρής διατομής που υποβάλλονται σε αξονική ένταση (θλιπτικές ή εφελκυστικές δυνάμεις). Η ένταση αυτή αναλαμβάνεται από ομοιόμορφα κατανεμημένες ορθές τάσεις, αξιοποιώντας πλήρως το υλικό κατασκευής.

Δοκοί: Ευθύγραμμα μέλη, με διαμήκη διάσταση σημαντικά μεγαλύτερη των εγκάρσιων. Τα μέλη αυτά φορτίζονται κατά τον διαμήκη άξονα τους ή/και κάθετα σε αυτόν, με συνέπεια η συμπεριφορά και η διαστασιολόγηση τους να εξαρτάται από αξονική, καμπτική, διατμητική και στρεπτική ένταση. Οι εντάσεις αυτές αναλαμβάνονται από ανομοιόμορφα κατανεμημένες ορθές και διατμητικές τάσεις.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ράβδοι: Ευθύγραμμα μέλη μικρής διατομής που υποβάλλονται σε αξονική ένταση (θλιπτικές ή εφελκυστικές δυνάμεις). Η ένταση αυτή αναλαμβάνεται από ομοιόμορφα κατανεμημένες ορθές τάσεις, αξιοποιώντας πλήρως το υλικό κατασκευής.

Δοκοί: Ευθύγραμμα μέλη, με διαμήκη διάσταση σημαντικά μεγαλύτερη των εγκάρσιων. Τα μέλη αυτά φορτίζονται κατά τον διαμήκη άξονα τους ή/και κάθετα σε αυτόν, με συνέπεια η συμπεριφορά και η διαστασιολόγηση τους να εξαρτάται από αξονική, καμπτική, διατμητική και στρεπτική ένταση. Οι εντάσεις αυτές αναλαμβάνονται από ανομοιόμορφα κατανεμημένες ορθές και διατμητικές τάσεις.

Τόξα: Καμπύλες δοκοί με μικρές τις εγκάρσιες διαστάσεις στον καμπύλο άξονα τους. Με τη μορφή των τόξων αξιοποιείται συνήθως η μεγάλη θλιπτική αντοχή των διαθέσιμων υλικών κατασκευής τους (π.χ. λίθοι, μάρμαρο, σκυρόδεμα), αφού επιδιώκεται η καταπόνηση τους από ομοιόμορφες θλιπτικές τάσεις.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Καλώδια: Πολύ εύκαμπτα μέλη με διατομές μικρών διαστάσεων και μηδενικής θλιπτικής αντοχής. Με τα καλώδια αξιοποιείται αποδοτικά το υλικό κατασκευής, όταν αυτό έχει μεγάλη εφελκυστική αντοχή, όπως π.χ. μεγάλης αντοχής χαλύβδινοι τένοντες, λόγω ομοιόμορφων εφελκυστικών τάσεων στη διατομή τους.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Καλώδια: Πολύ εύκαμπτα μέλη με διατομές μικρών διαστάσεων και μηδενικής θλιπτικής αντοχής. Με τα καλώδια αξιοποιείται αποδοτικά το υλικό κατασκευής, όταν αυτό έχει μεγάλη εφελκυστική αντοχή, όπως π.χ. μεγάλης αντοχής χαλύβδινοι τένοντες, λόγω ομοιόμορφων εφελκυστικών τάσεων στη διατομή τους.

Πλάκες: Επίπεδα επιφανειακά δομικά στοιχεία μικρού πάχους σε σχέση με τις άλλες διαστάσεις. Τα στοιχεία αυτά φέρουν φορτία κάθετα στην επιφάνεια τους με συνέπεια να υποβάλλονται κυρίως σε καμπτική ένταση. Η συμπεριφορά τους εξαρτάται από τις διαστάσεις και τον τρόπο στήριξής τους, τα οποία καθορίζουν τον τρόπο παραμόρφωσής τους και μεταφοράς των φορτίων στις θέσεις στήριξης τους.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Καλώδια: Πολύ εύκαμπτα μέλη με διατομές μικρών διαστάσεων και μηδενικής θλιπτικής αντοχής. Με τα καλώδια αξιοποιείται αποδοτικά το υλικό κατασκευής, όταν αυτό έχει μεγάλη εφελκυστική αντοχή, όπως π.χ. μεγάλης αντοχής χαλύβδινοι τένοντες, λόγω ομοιόμορφων εφελκυστικών τάσεων στη διατομή τους.

Πλάκες: Επίπεδα επιφανειακά δομικά στοιχεία μικρού πάχους σε σχέση με τις άλλες διαστάσεις. Τα στοιχεία αυτά φέρουν φορτία κάθετα στην επιφάνεια τους με συνέπεια να υποβάλλονται κυρίως σε καμπτική ένταση. Η συμπεριφορά τους εξαρτάται από τις διαστάσεις και τον τρόπο στήριξής τους, τα οποία καθορίζουν τον τρόπο παραμόρφωσής τους και μεταφοράς των φορτίων στις θέσεις στήριξης τους.

Δίσκοι: Επίπεδα επιφανειακά δομικά στοιχεία μικρού πάχους σε σχέση με τις άλλες διαστάσεις. Τα στοιχεία αυτά φέρουν συνεπίπεδα φορτία με συνέπεια να υποβάλλονται σε μεμβρανική ένταση.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Κελύφη: Καμπύλα επιφανειακά στοιχεία (απλής ή διπλής καμπυλότητας) πολύ μικρού πάχους, τα οποία φέρουν φορτία στον χώρο με συνέπεια να υποβάλλονται σε συνδυασμό καμπτικής και μεμβρανικής έντασης.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Κελύφη: Καμπύλα επιφανειακά στοιχεία (απλής ή διπλής καμπυλότητας) πολύ μικρού πάχους, τα οποία φέρουν φορτία στον χώρο με συνέπεια να υποβάλλονται σε συνδυασμό καμπτικής και μεμβρανικής έντασης.

Πέδιλα: Χωρικά στοιχεία, με αναπτυγμένες και τις τρεις τους διαστάσεις, τα οποία χρησιμοποιούνται στις μεμονωμένες θεμελιώσεις υποστυλωμάτων.

Τα προαναφερθέντα δομικά στοιχεία μπορούν να ομαδοποιηθούν βάσει των αναλογιών των διαστάσεων τους, ως **γραμμικά, επιφανειακά ή χωρικά**.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Γραμμικά ή μονοδιάστατα δομικά στοιχεία: ράβδοι, δοκοί, τόξα, καλώδια κλπ., το **στατικό προσομοίωμα** των οποίων επιτυγχάνεται με την **απεικόνιση μίας μόνο γραμμής**. Έτσι, τα στοιχεία αυτά αντικαθίστανται από μία γραμμή που αντιπροσωπεύει τον κεντροβαρικό τους άξονα και από ένα (άπειρο) σύνολο διατομών κάθετων στον άξονα αυτόν. **Οι διαστάσεις των διατομών είναι πολύ μικρότερες της διαμήκους διάστασής τους**. Σημειώνεται ότι ένα γραμμικό στοιχείο μπορεί να είναι ευθύγραμμο ή καμπύλο και ότι ο άξονας ενός καμπύλου γραμμικού στοιχείου μπορεί να βρίσκεται είτε μέσα σε ένα επίπεδο είτε να αποτελεί καμπύλη στον τρισδιάστατο χώρο. Τα γραμμικά στοιχεία των οποίων οι διαστάσεις και ο προσανατολισμός των διατομών δεν μεταβάλλονται κατά μήκος του άξονα ονομάζονται **πρισματικά**.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Επιφανειακά ή διδιάστατα δομικά στοιχεία: πλάκες, δίσκοι, κελύφη κλπ., τα οποία χαρακτηρίζονται από μια μεσαία επιφάνεια, όπου **το κάθετο σε αυτή την επιφάνεια πάχος είναι πολύ μικρότερο από τις άλλες δύο διαστάσεις**. Για το στατικό προσομοίωμα των στοιχείων αυτών αρκεί η απεικόνιση της μέσης αυτής επιφάνειας, ενώ το πάχος τους υπεισέρχεται στους υπολογισμούς ως απλή παράμετρος. Αν η μέση επιφάνεια είναι επίπεδη τότε το στοιχείο είναι **πλάκα ή δίσκος**, ενώ αν είναι καμπύλη τότε είναι **κέλυφος**.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Επιφανειακά ή διδιάστατα δομικά στοιχεία: πλάκες, δίσκοι, κελύφη κλπ., τα οποία χαρακτηρίζονται από μια μεσαία επιφάνεια, όπου **το κάθετο σε αυτή την επιφάνεια πάχος είναι πολύ μικρότερο από τις άλλες δύο διαστάσεις**. Για το στατικό προσομοίωμα των στοιχείων αυτών αρκεί η απεικόνιση της μέσης αυτής επιφάνειας, ενώ το πάχος τους υπεισέρχεται στους υπολογισμούς ως απλή παράμετρος. Αν η μέση επιφάνεια είναι επίπεδη τότε το στοιχείο είναι **πλάκα ή δίσκος**, ενώ αν είναι καμπύλη τότε είναι **κέλυφος**.

Χωρικά ή τρισδιάστατα δομικά στοιχεία: μεμονωμένα πέδιλα, θόλοι, φρέατα κλπ., τα οποία έχουν αναπτυγμένες εξίσου και τις τρεις διαστάσεις. Στα στοιχεία αυτά **δεν μπορεί να γίνει καμία απλοποίηση γεωμετρικού τύπου** και παρουσιάζουν **τρειςδιάστατη εντατική κατάσταση**.

Η συμπεριφορά των δομικών στοιχείων που προαναφέρθηκαν διέπεται από διαφορικές εξισώσεις.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Για τα **ευθύγραμμα γραμμικά στοιχεία**, η **μόρφωση των διαφορικών εξισώσεων** που υπαγορεύουν τη συμπεριφορά τους **είναι σπανίως απαραίτητη** μια και **ακριβείς ή προσεγγιστικές λύσεις στις εξισώσεις αυτές είναι πλέον γνωστές**. Οι λύσεις αυτές μπορούν να εκφραστούν με τη μορφή **μητρικής σχέσης που συνδέει δράσεις και μετακινήσεις στα άκρα του ευθύγραμμου γραμμικού στοιχείου**. Στην πολύ συχνά συναντώμενη περίπτωση συνδυασμού των γραμμικών αυτών στοιχείων με σκοπό τη **μόρφωση πλαισιωτής κατασκευής** εφαρμόζεται **κατάλληλος συνδυασμός μητρικών σχέσεων** λαμβάνοντας υπόψη **εξισώσεις ισορροπίας και συνθήκες συμβιβαστού μετακινήσεων** στις θέσεις των κόμβων και των στηρίξεων. Ο συνδυασμός αυτός οδηγεί σε σύστημα **αλγεβρικών εξισώσεων που περιγράφει τη συμπεριφορά της πλαισιωτής κατασκευής**, από την επίλυση του οποίου προκύπτει η απόκριση της κατασκευής.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στην περίπτωση **κατασκευής αποτελούμενης από διδιάστατα ή τρισδιάστατα στοιχεία** (πλάκες, δίσκοι, κελύφη, φρέατα, κλπ.) **σπάνια διατίθενται ακριβείς λύσεις των προαναφερθεισών μερικών διαφορικών εξισώσεων** που διέπουν τη συμπεριφορά τους, με αποτέλεσμα την προσφυγή σε **αριθμητικές μεθόδους επίλυσης** των εξισώσεων αυτών. Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος είναι η **Μέθοδος Πεπερασμένων Στοιχείων**, σύμφωνα με την οποία **το σύνολο της κατασκευής υποδιαιρείται σε περιοχές** (πεπερασμένα στοιχεία), η συμπεριφορά καθεμιάς από τις οποίες περιγράφεται από ομάδα υποθετικών συναρτήσεων που αναπαριστούν τις τάσεις ή τις μετακινήσεις της περιοχής αυτής. **Η διαδικασία αυτή επιτρέπει τη μόρφωση και πάλι συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων που περιγράφει τη συμπεριφορά της κατασκευής, από την επίλυση του οποίου προκύπτει η απόκριση της.**

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Βασικές σχέσεις θεωρίας ελαστικότητας

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει τις θεμελιώδεις εξισώσεις ισορροπίας, συμβιβαστού παραμορφώσεων και καταστατικές σχέσεις της τρισδιάστατης θεωρίας ελαστικότητας.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Βασικές σχέσεις θεωρίας ελαστικότητας

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει τις θεμελιώδεις εξισώσεις ισορροπίας, συμβιβαστού παραμορφώσεων και καταστατικές σχέσεις της τρισδιάστατης θεωρίας ελαστικότητας.

Λύσεις διαφορικών εξισώσεων δομικών στοιχείων

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την εξαγωγή των ακριβών ή των προσεγγιστικών λύσεων (σε μητρική μορφή) των διαφορικών εξισώσεων που διέπουν τη συμπεριφορά των δομικών στοιχείων από τα οποία αποτελείται η κατασκευή.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μόρφωση συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή κατάλληλου συνδυασμού **των μητρικών σχέσεων** του προηγούμενου βήματος, λαμβάνοντας υπόψη εξισώσεις ισορροπίας και συνθήκες συμβιβαστού μετακινήσεων στις θέσεις των συνδέσεων των στοιχείων μεταξύ τους και με το έδαφος.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μόρφωση συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή κατάλληλου συνδυασμού **των μητρικών σχέσεων** του προηγούμενου βήματος, λαμβάνοντας υπόψη εξισώσεις ισορροπίας και συνθήκες συμβιβαστού μετακινήσεων στις θέσεις των συνδέσεων των στοιχείων μεταξύ τους και με το έδαφος.

Επίλυση συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την επίλυση του συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων που μορφώθηκε στο προηγούμενο βήμα εφαρμόζοντας υπολογιστικές τεχνικές ιδιαίτερα σε συστήματα πολύ μεγάλης διάστασης.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μόρφωση συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή κατάλληλου συνδυασμού των **μητρικών σχέσεων** του προηγούμενου βήματος, λαμβάνοντας υπόψη εξισώσεις ισορροπίας και συνθήκες συμβιβαστού μετακινήσεων στις θέσεις των συνδέσεων των στοιχείων μεταξύ τους και με το έδαφος.

Επίλυση συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την επίλυση του συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων που μορφώθηκε στο προηγούμενο βήμα εφαρμόζοντας υπολογιστικές τεχνικές ιδιαίτερα σε συστήματα πολύ μεγάλης διάστασης.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης που προηγήθηκε, σε μορφή κατάλληλη για τη διαστασιολόγηση των δομικών στοιχείων της κατασκευής.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Η/Υ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Η/Υ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

Ο στόχος των ενοτήτων που ακολουθούν είναι να παρουσιαστεί στον αναγνώστη το **θεωρητικό υπόβαθρο σύνταξης κωδίκων Η/Υ γραμμικής στατικής επίλυσης ραβδόμορφων φορέων**, τα οποία κυκλοφορούν στο εμπόριο. Επιλύονται πλήρως επεξηγηματικά παραδείγματα, παρουσιάζοντας τα βήματα της μεθόδου (**Μέθοδος Άμεσης Στιβαρότητας**) με **βάση την οποία έχουν συνταχθεί τα προαναφερθέντα προγράμματα**. Η μητρική μέθοδος (Μέθοδος Άμεσης Στιβαρότητας) είναι **ενιαία** για οποιοδήποτε φορέα (χωρικό, επίπεδο, δικτύωμα, ολόσωμο, εσχάρα κλπ.), **προγραμματίζεται εύκολα** και για τους λόγους αυτούς αποτελεί τον καλύτερο συστηματικό τρόπο ανάλυσης ραβδωτών φορέων με τη βοήθεια Η/Υ.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Η/Υ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

*Η πλειονότητα των προγραμμάτων που κυκλοφορούν στο εμπόριο απαιτούν συνήθως από τον χειριστή τους τα πλέον απλά δεδομένα, προκειμένου να εξάγουν αποτελέσματα. Ωστόσο, ο μελετητής-μηχανικός οφείλει να **κατανοήσει** πλήρως **τις αρχές της ανάλυσης**, να **γνωρίζει τις παραδοχές** με βάση τις οποίες έχει συνταχθεί οποιοδήποτε πρόγραμμα του εμπορίου που σκοπεύει να χρησιμοποιήσει στα στάδια εκπόνησης μελέτης που του έχει ανατεθεί και να **γνωρίζει το θεωρητικό υπόβαθρο σύνταξης του κώδικα του προγράμματος**, έτσι ώστε να είναι σε θέση να αποφασίσει για την καταλληλότητα της αριθμητικής ανάλυσης και επίλυσης που αυτό του προσφέρει. Η μηχανοργάνωση του μελετητικού γραφείου μπορεί να ανακουφίσει τον μελετητή-μηχανικό από συνήθεις υπολογιστικές διαδικασίες αλλά **δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να υποκαταστήσει την ευθύνη του μηχανικού στη λήψη των προαναφερθέντων αποφάσεων** αναφορικά με τη μελετούμενη κατασκευή.*

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΡΟΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Η/Υ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΡΟΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ Η/Υ

