



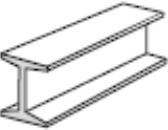

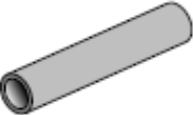

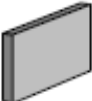

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ
ΤΩΝ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Α. Θεοδουλίδης

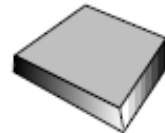
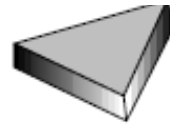
Είδη στοιχείων

Μονοδιάστατα στοιχεία

Φυσική αναπαράσταση	Τυπική ονομασία FEM	Αναπαράσταση FEM
	bar	
	beam	
	tube, pipe	
	spar (web)	

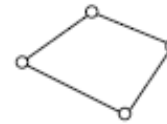
Διδιάστατα στοιχεία

Φυσική αναπαράσταση



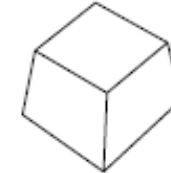
Αναπαράσταση FEM

plates



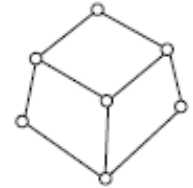
Τριδιάστατα στοιχεία

Φυσική αναπαράσταση

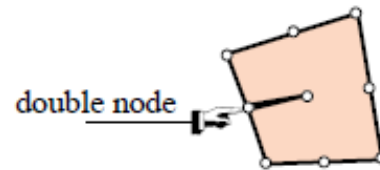


Αναπαράσταση FEM

3D solids

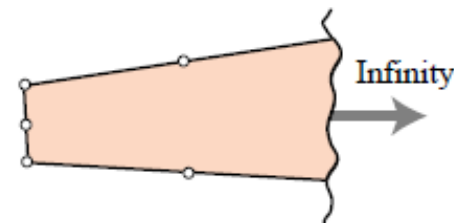


Ειδικά στοιχεία



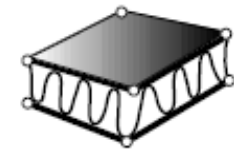
double node

Crack element



Infinity

Infinite element

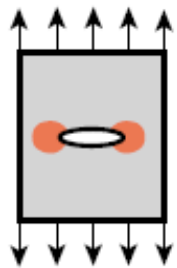


Honeycomb panel

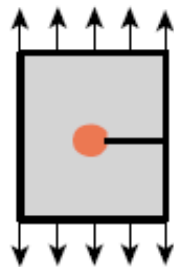
Γενικοί κανόνες μοντελοποίησης

- Σωστή απλοποίηση της γεωμετρίας
- Χρήση των απλούστερων στοιχείων που είναι κατάλληλα για το υπό θεώρηση πρόβλημα.
- Χρήση «αραιού πλέγματος» που όμως να προσφέρει την επιθυμητή ακρίβεια.

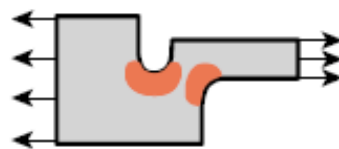
Πύκνωση πλέγματος



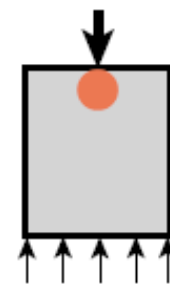
οπές



ρωγμές



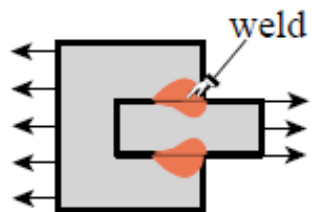
γωνίες



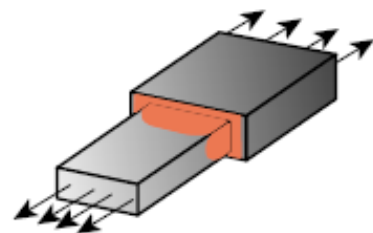
σημειακά
φορτία



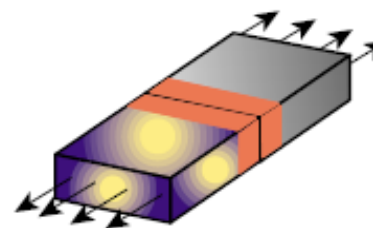
σημεία
επαφής



συγκολλήσεις



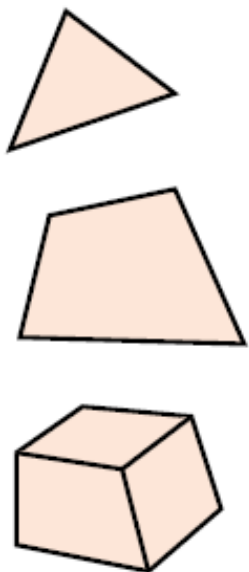
απότομη αλλαγή
γεωμετρίας



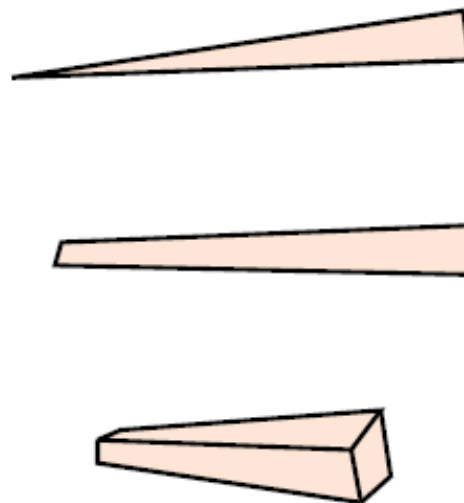
επαφή διαφορετικών
υλικών

Αναλογία διαστάσεων

Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση στοιχείων με τη μια πλευρά πολύ μικρότερη από τις υπόλοιπες



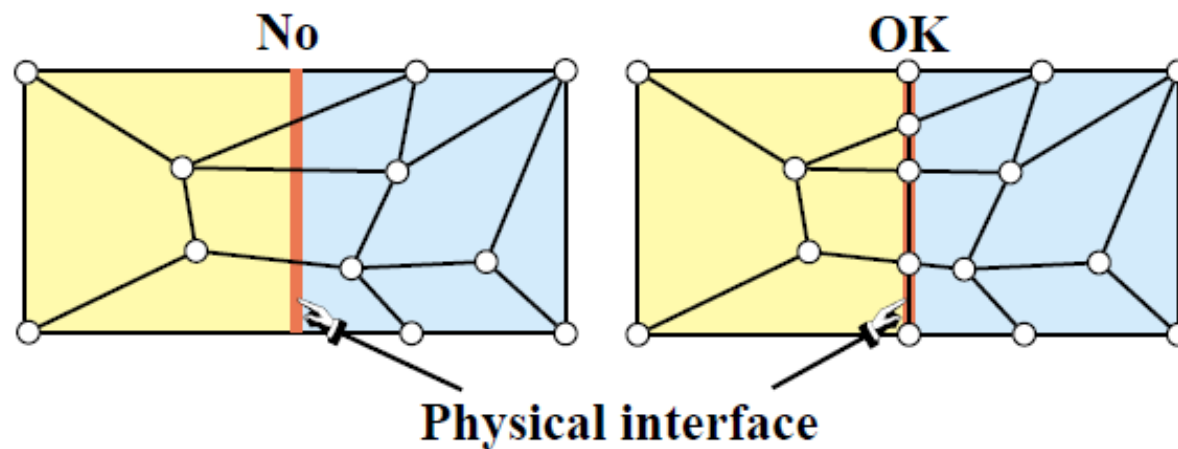
Καλά στοιχεία



Κακά στοιχεία

Επιφάνειες διεπαφής

- Τα στοιχεία δεν πρέπει να τέμνουν επιφάνειες διεπαφής

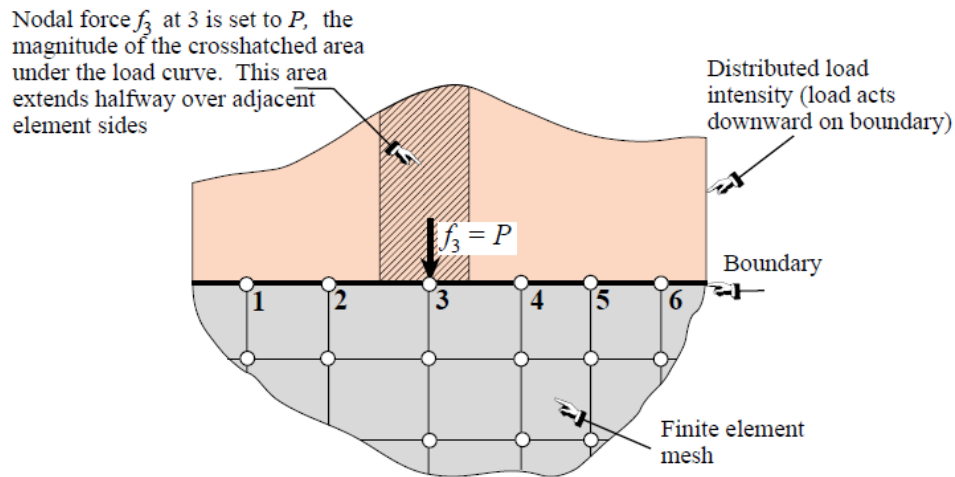


Προτιμιέοι τύποι στοιχείων

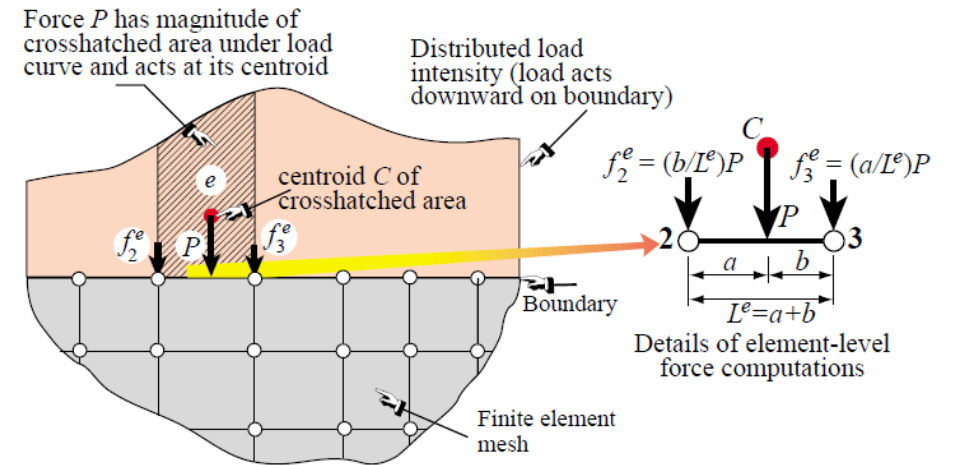
- Σε περίπτωση που όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες διατηρούνται ίδιοι:
 - Στις δύο διαστάσεις είναι προτιμότερα τα τετράπλευρα σε σχέση με τα τρίγωνα στοιχεία.
 - ✓ Τα τρίγωνα στοιχεία είναι πιο βολικά για την γεωμετρική προσέγγιση του μοντέλου, αλλά οδηγούν σε μειωμένη ακρίβεια
 - Στις τρεις διαστάσεις είναι προτιμότερα τα ορθογώνια παραλληλεπίπεδα, κατόπιν τα πλάγια παραλληλεπίπεδα και τέλος τα τετράεδρα.
 - ✓ Το βασικό πρόβλημα με τα τετράεδρα είναι ότι μπορούν να οδηγήσουν σε ανακριβή υπολογισμό των τάσεων αν και ο υπολογισμός των παραμορφώσεων είναι σωστός.

Άσκηση φορτίσεων

- Όλες οι φορτίσεις (πεδιακές δυνάμεις, κατανομημένα φορτία, συγκεντρωμένες δυνάμεις) κατά την μοντελοποίηση πρέπει να μετασχηματισθούν σε ισοδύναμο σύστημα κομβικών φορτίσεων.
- Για μια μαθηματικώς συνεπή προσέγγιση θα πρέπει το έργο των πραγματικών φορτίσεων να ισούται με το έργο των ισοδύναμων κομβικών δυνάμεων.
- Στην πράξη, για την αποφυγή εκτενών υπολογισμών, η αναγωγή σε ισοδύναμο σύστημα κομβικών φορτίσεων μπορεί να γίνει με απλούστερους τρόπους.



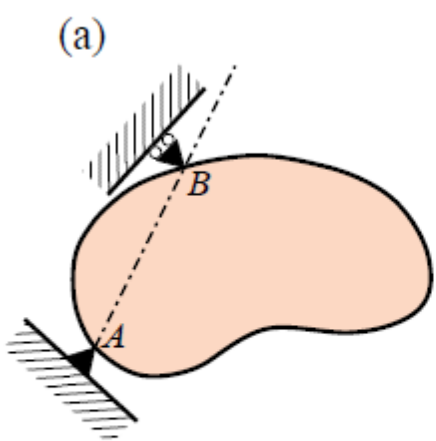
Η δύναμη P ισούται με το εμβαδό της σκιαγραμμισμένης επιφάνειας



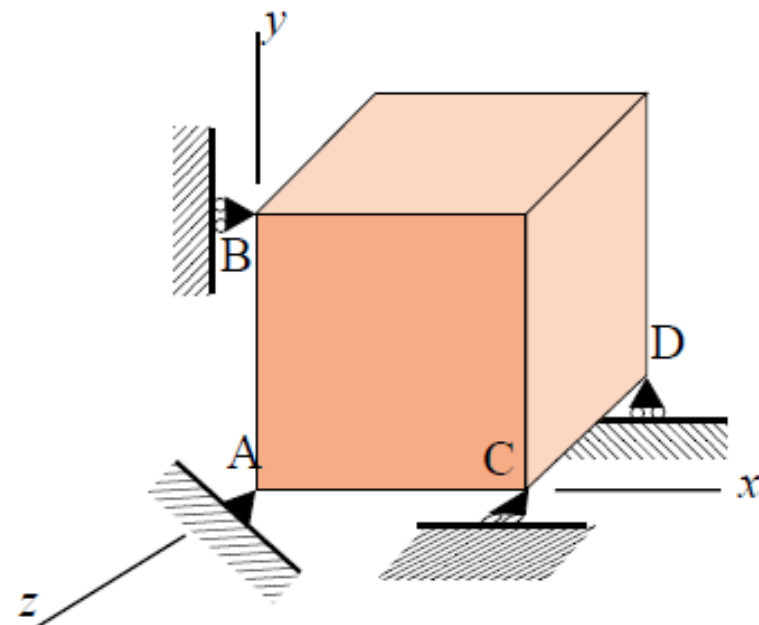
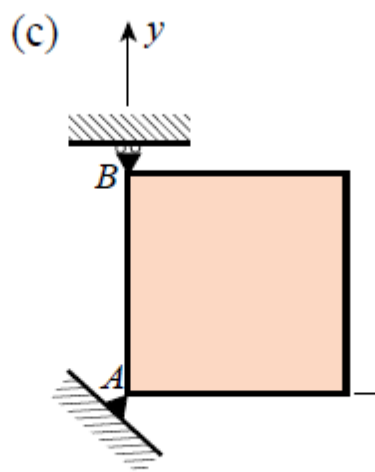
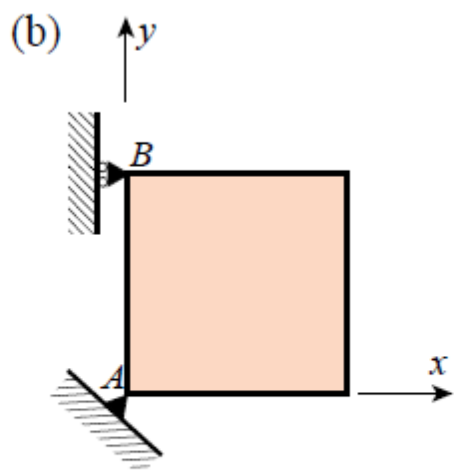
Τραπεζοειδής κατανομή

Περιορισμός κίνησης στερεού σώματος

- Για την επίλυση του προβλήματος θα πρέπει να τεθούν κατάλληλες συνθήκες στήριξης που θα αποτρέπουν την κίνηση στερεού σώματος (ΚΣΣ) στο χώρο.



Ελάχιστες στηρίξεις για την αποτροπή ΚΣΣ στις δύο διαστάσεις



Ελάχιστες στηρίξεις για την αποτροπή ΚΣΣ στις τρεις διαστάσεις

Κατασκευαστική συμμετρία

- Η κατασκευαστική συμμετρία στην περίπτωση που συνοδεύεται από αντίστοιχη συμμετρία των ασκουμένων φορτίσεων μπορεί να αξιοποιηθεί για την εξοικονόμηση του υπολογιστικού φορτίου.
- Για την αξιοποίηση της συμμετρίας μοντελοποιείται ένα τμήμα της κατασκευής και στις εικονικές τομές εφαρμόζονται κατάλληλες συνθήκες συμμετρίας/αντισυμμετρίας.

