

Αντισεισμικές Κατασκευές

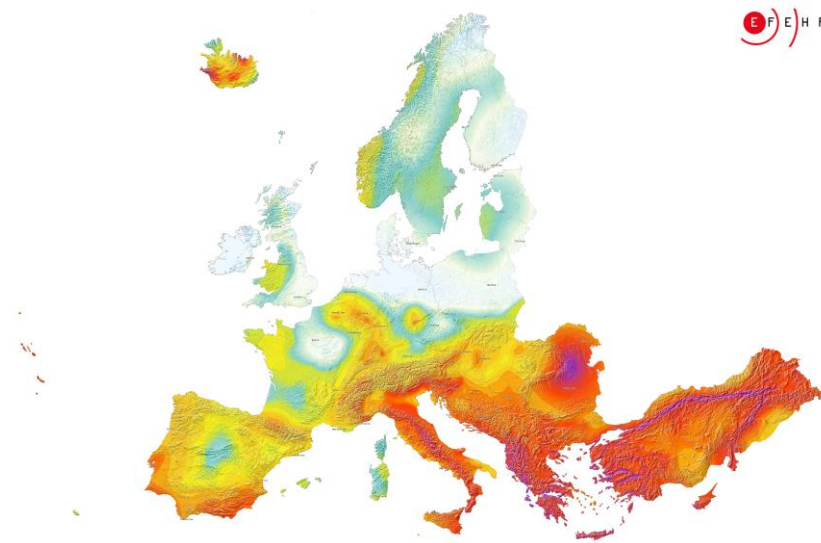
Επιπτώσεις σεισμού – Απαιτήσεις σχεδιασμού



ΑΣΠΑΙΤΕ

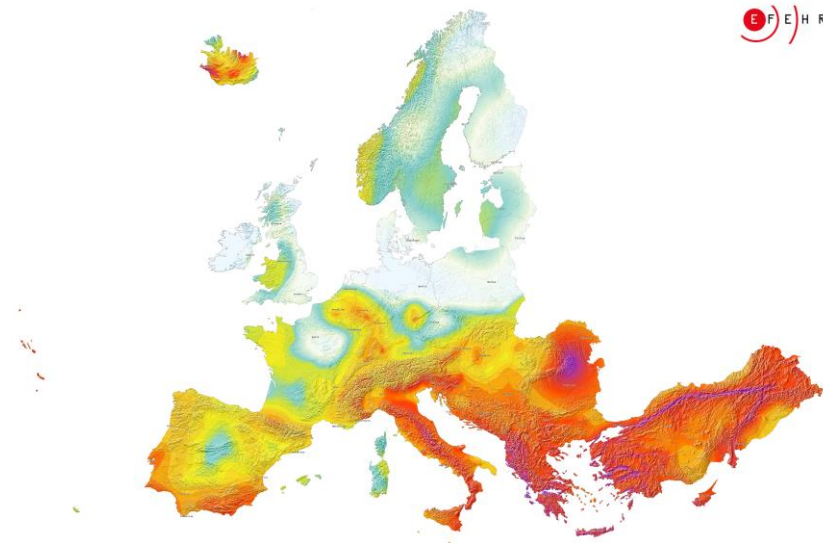
Σεισμική επικινδυνότητα

- Για τον αντισεισμικό σχεδιασμό είναι απαραίτητη η γνώση της **αναμενόμενης εδαφικής κίνησης** λόγω σεισμού
- Όμως, ο σεισμός αποτελεί έντονα **στοχαστικό φαινόμενο**
 - Τυχαία κατανομή εντάσεων μεγεθών και χρόνου εκδήλωσης
- Για τον καθορισμό του σεισμού σχεδιασμού είναι απαραίτητη η **στατιστική επεξεργασία** των υφιστάμενων σεισμικών δεδομένων



Σεισμική επικινδυνότητα

- Η σεισμική επικινδυνότητα εκφράζεται σε όρους **πιθανότητας** εκδήλωσης σεισμού που υπερβαίνει μια δεδομένη τιμή έντασης I ή επιτάχυνσης σε μία δεδομένη γεωγραφική περιοχή εντός δεδομένου χρονικού διαστήματος.
- Με σημείο αφετηρίας κάποια γνωστή σεισμική πηγή (ρήγμα), σχεδιάζονται χάρτες πιθανότητας αστοχίας W για δεδομένη επικεντρική απόσταση I_0 .
 - Η πιθανότητα μειώνεται με αύξηση απόστασης

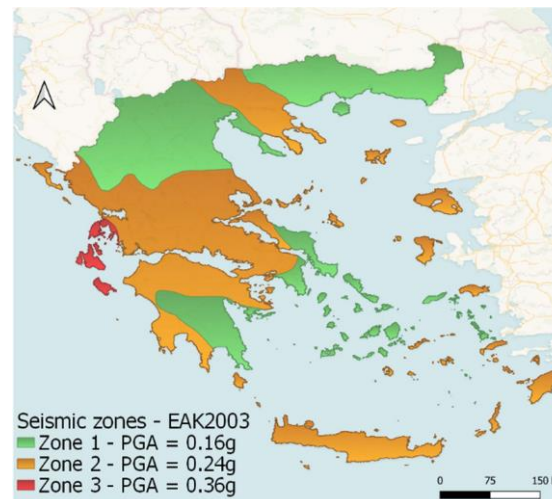
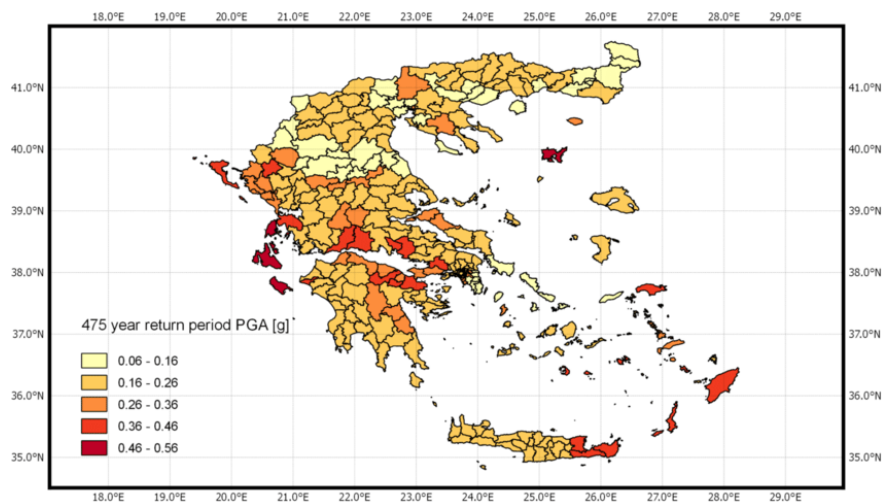


Σεισμική επικινδυνότητα

- **Περίοδος επαναφοράς:** μέσο χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ δύο συμβάντων παρόμοιας έντασης
 - 475 χρόνια περιόδου αναφοράς αντιστοιχούν σε πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 χρόνια.

$$P = 1 - e^{-t/T}$$

P	πιθανότητα υπέρβασης	(10%)
t	χρονική περίοδος ενδιαφέροντος	(50 έτη)
T	περίοδος επαναφοράς	(475 έτη)



Επιπτώσεις στο έδαφος

Εδαφικές μετακινήσεις



Αστοχία φράγματος λόγω κίνησης ρήγματος (ανύψωση 10 m), the (1999 Ταϊβάν)



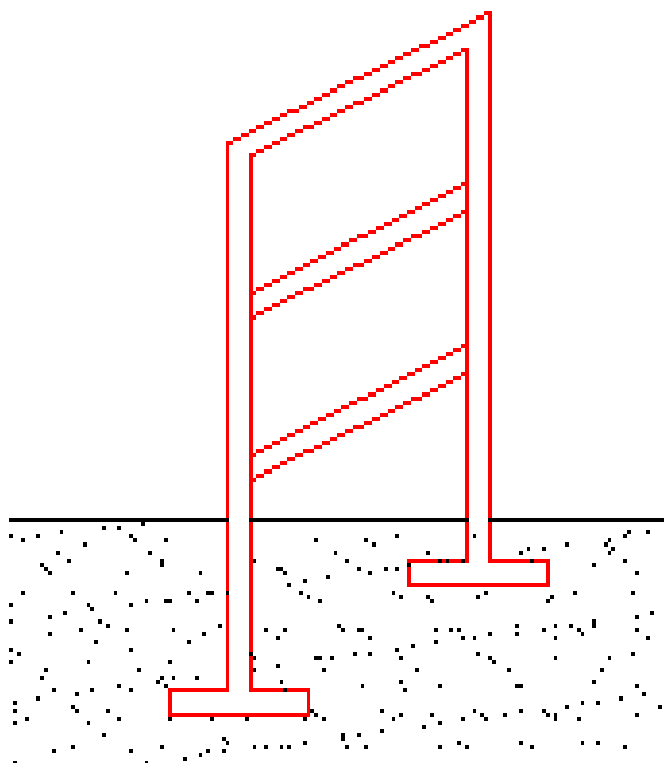
Κατάρρευση κτηρίων υπερκείμενων ρήγματος (1999 Τουρκία)



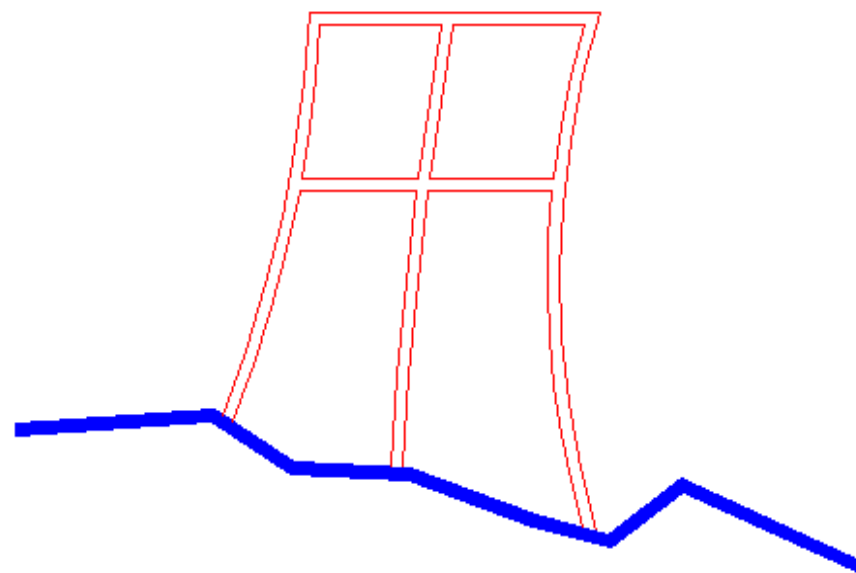
Κτήριο υπερκείμενο ρήγματος που επέζησε (1999 Τουρκία)

Επιπτώσεις στο έδαφος

Εδαφικές μετακινήσεις



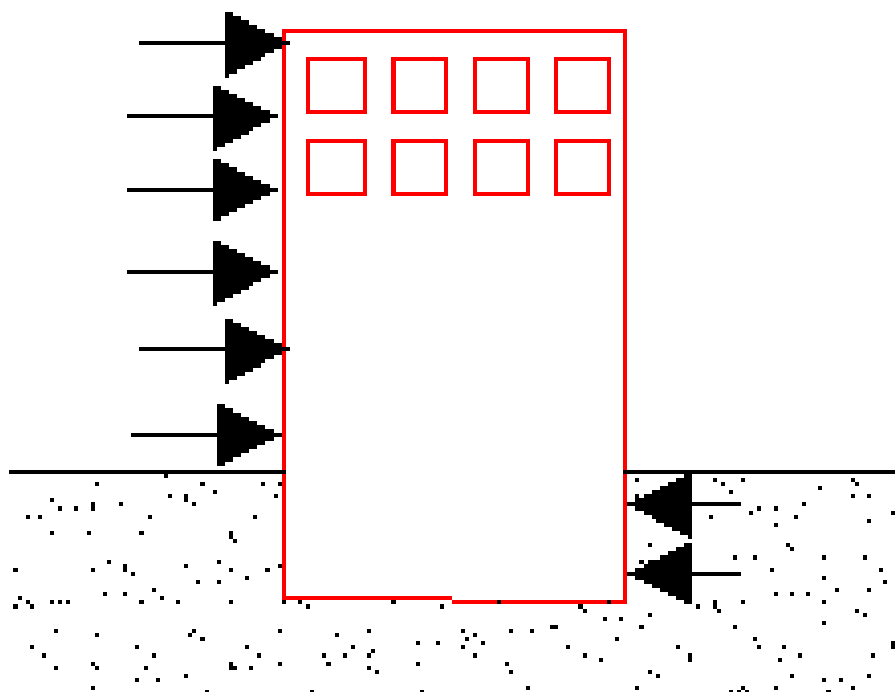
Διαφορικές καθιζήσεις/ανυψώσεις



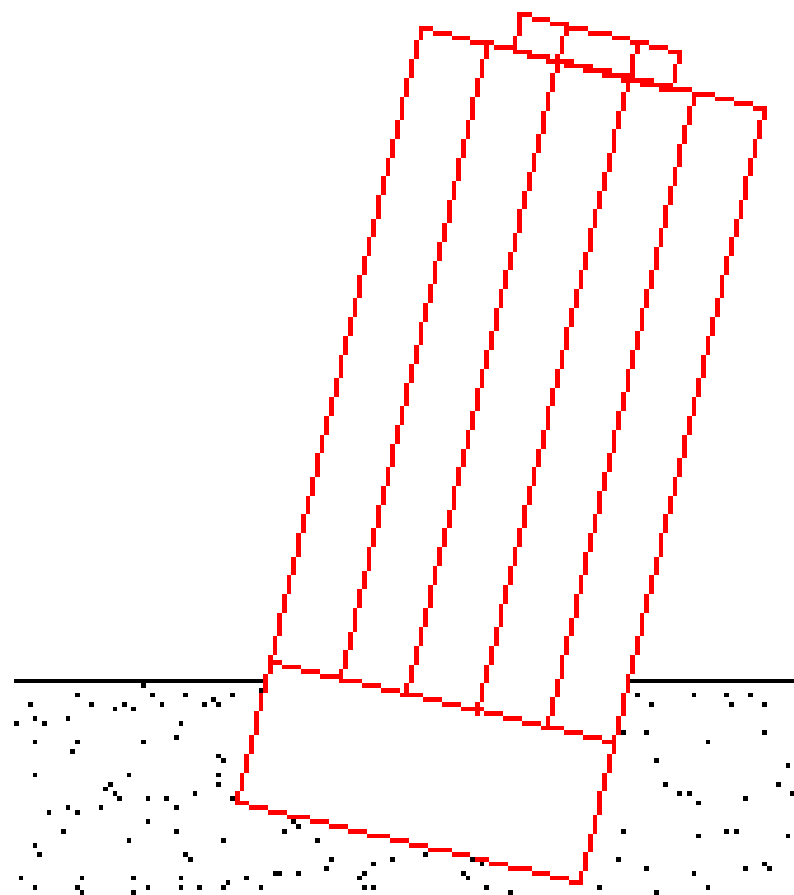
Οριζόντιες μετακινήσεις

Επιπτώσεις στο έδαφος

Εδαφικές μετακινήσεις



Ολίσθηση

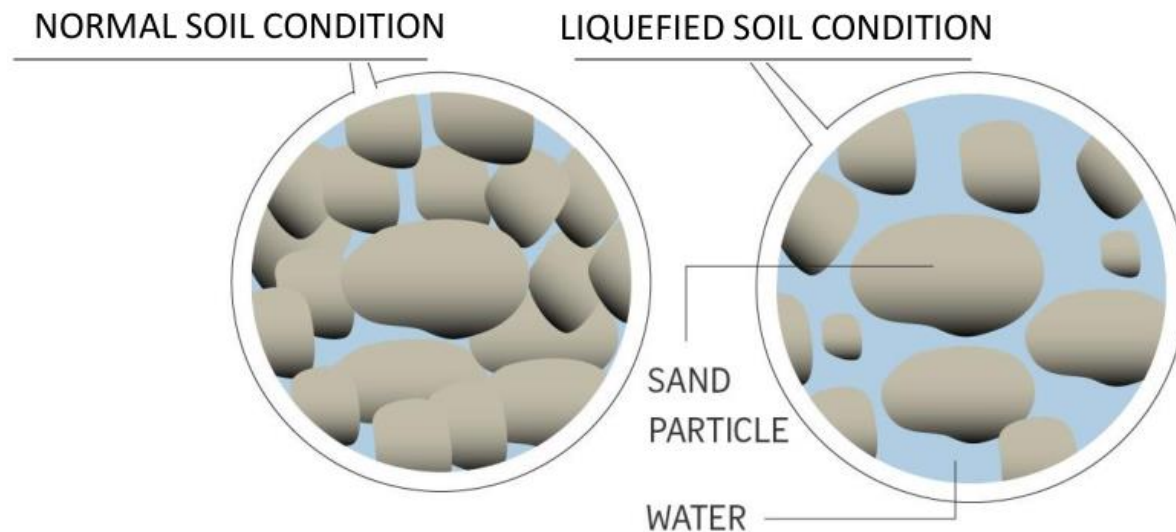


Ανατροπή

Επιπτώσεις στο έδαφος

Ρευστοποίηση

- **Μείωση της αντοχής ή/και δυσκαμψίας** του εδάφους λόγω απότομης **αύξησης της υδατικής πίεσης** εντός του
- Συμβαίνει στα **μη-συνεκτικά εδάφη** με **παρουσία νερού** που υποβάλλονται σε σεισμικές μετατοπίσεις ή απότομες αυξήσεις της ασκούμενης τάσης



Επιπτώσεις στο έδαφος

Ρευστοποίηση



Επιπτώσεις στο έδαφος

Ρευστοποίηση

1964 Niigata (M7.5)



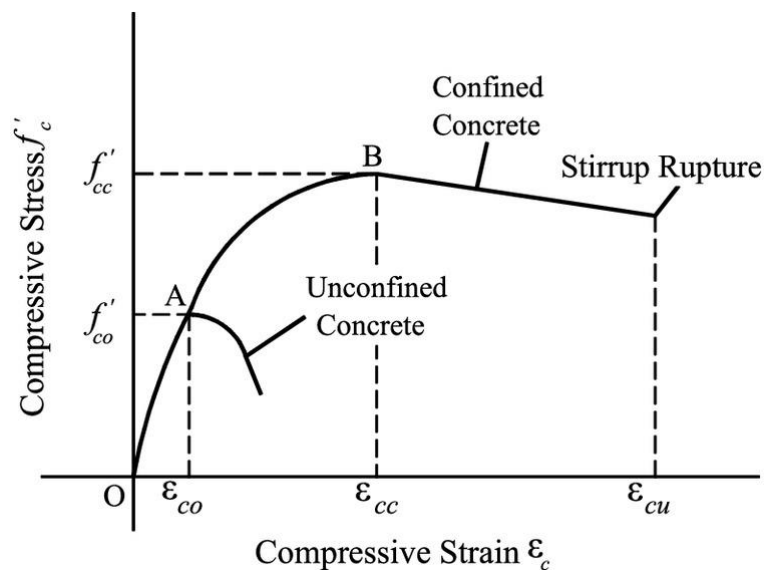
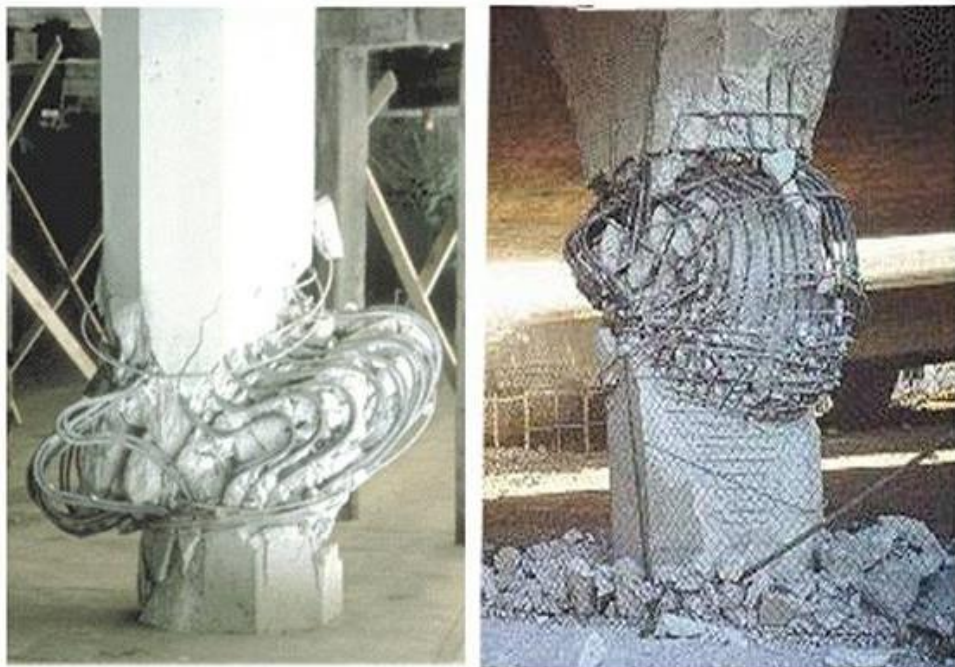
2011 Christchurch (M6.2)



Επιπτώσεις στα μέλη οπλισμένου σκυροδέματος

Θλιπτική αστοχία

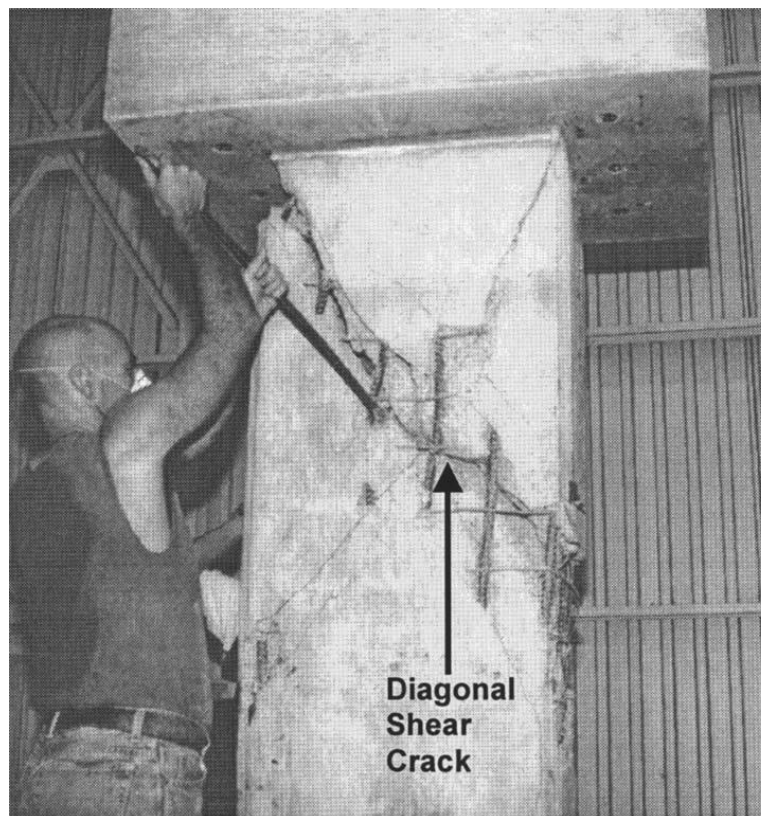
- Υπέρβαση θλιπτικής αντοχής
- Ανεπάρκεια περισφιγξης
- Ψαθυρή αστοχία



Επιπτώσεις στα μέλη οπλισμένου σκυροδέματος

Διατμητική αστοχία

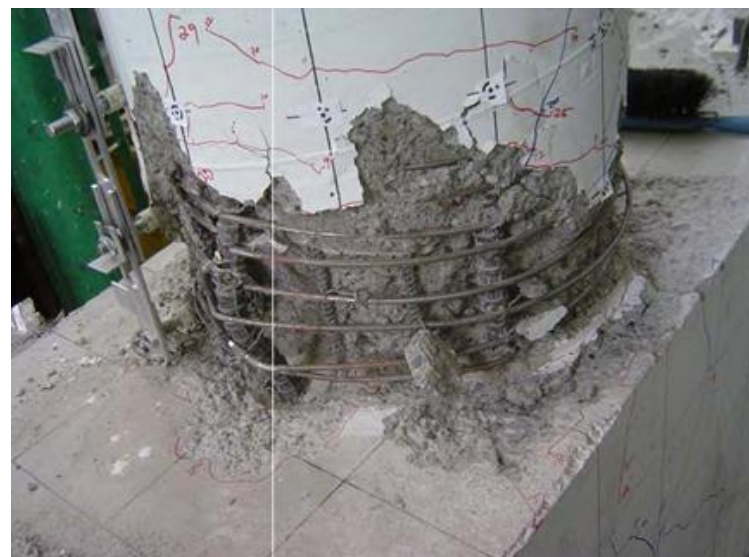
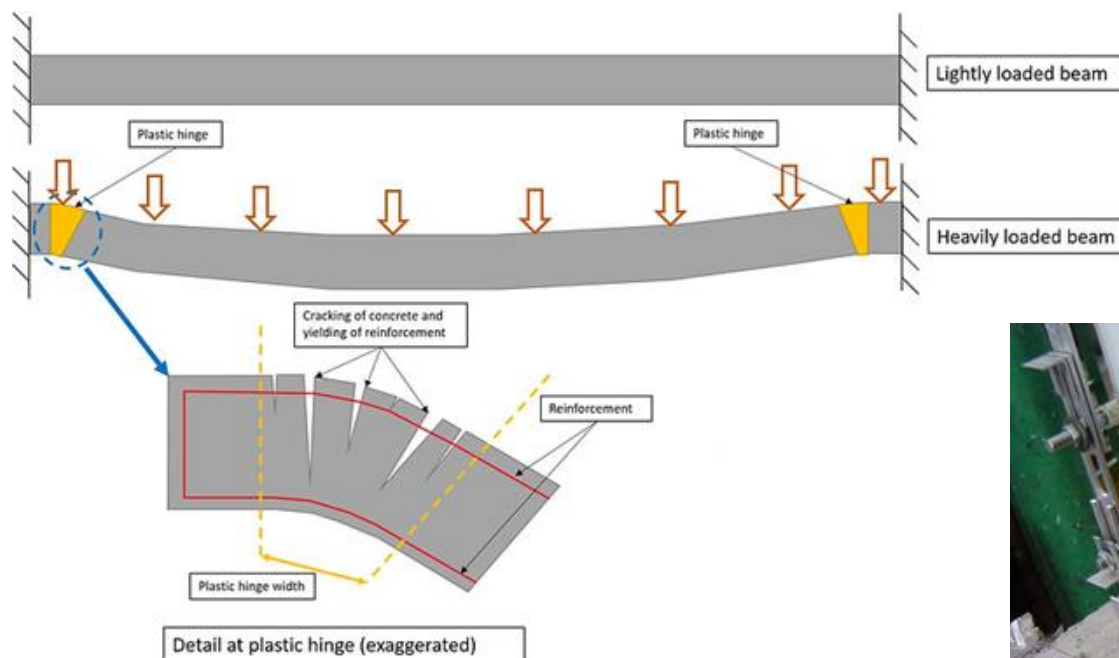
- Ανεπάρκεια ή εσφαλμένη διαμόρφωση συνδετήρων
- Ψαθυρή αστοχία



Επιπτώσεις στα μέλη οπλισμένου σκυροδέματος

Καμπτική αστοχία

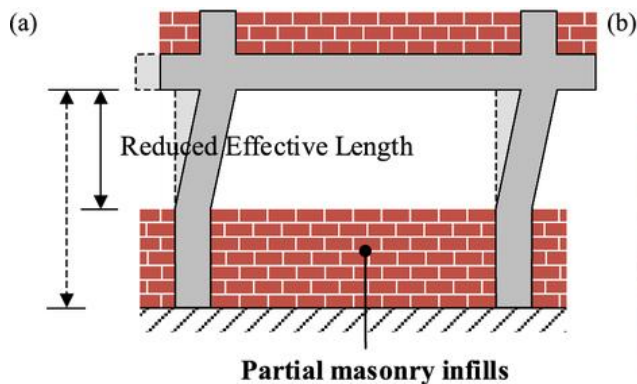
- Ανεπάρκεια διαμήκους οπλισμού
- Πλάστιμη αστοχία



Επιπτώσεις στα μέλη οπλισμένου σκυροδέματος

Κοντά υποστυλώματα

- Τοιχοπληρώσεις διακοπτόμενες καθ' ύψος
- Ανάπτυξη υψηλών διατμητικών δυνάμεων
- Ψαθυρή αστοχία

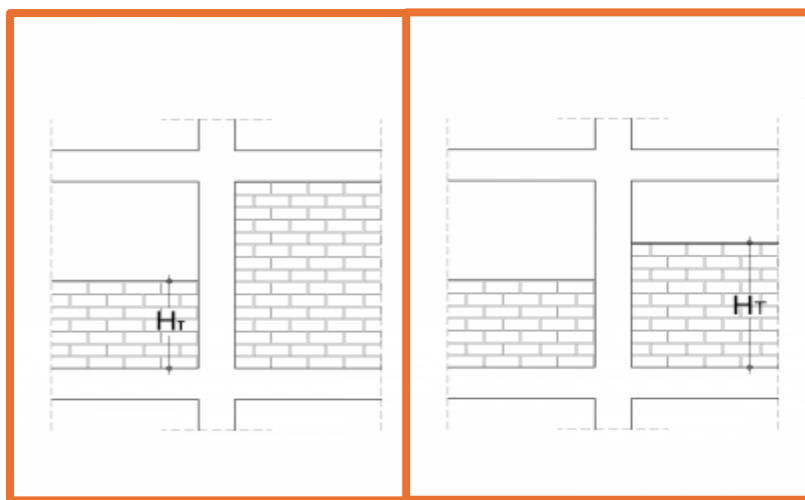
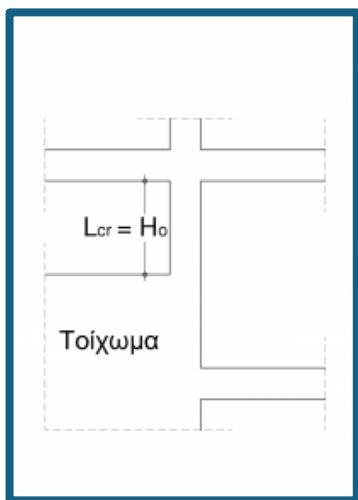


Επιπτώσεις στα μέλη οπλισμένου σκυροδέματος

Κοντά υποστυλώματα

- Φύσει κοντό υποστύλωμα
- Θέσει κοντό υποστύλωμα
- Μείωση απόστασης μεταξύ πλαστικών αρθρώσεων

$$\blacksquare V_{Sd} = \frac{M_{Rc1} + M_{Rc2}}{l}$$



Επιπτώσεις στα κτήρια οπλισμένου σκυροδέματος

Μαλακός όροφος

- Μείωση δυσκαμψίας στο ισόγειο (συνήθως)
- Κίνδυνος σχηματισμού μηχανισμού κατάρρευσης



Επιπτώσεις στον οργανισμό πλήρωσης

Αστοχία τοιχοπληρώσεων

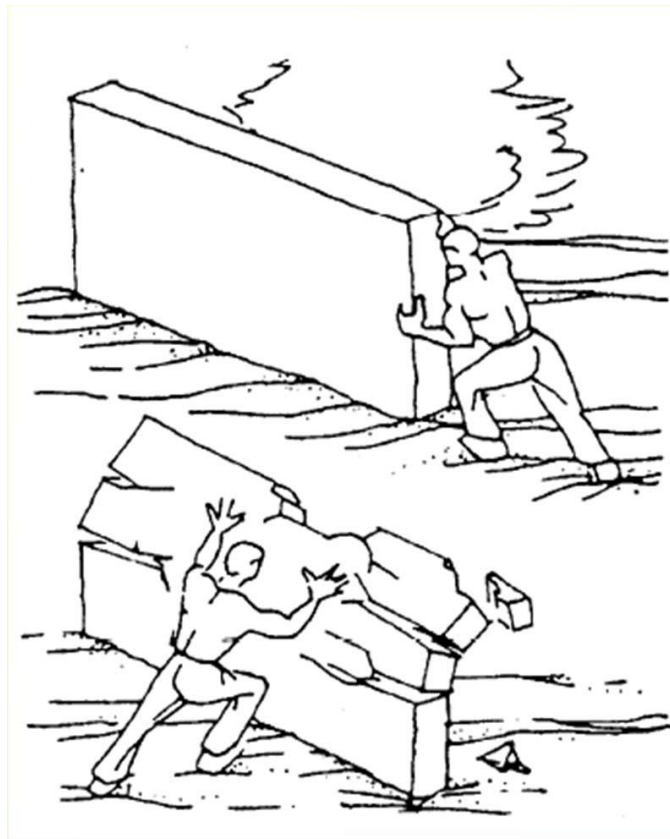
- Αστοχία εκτός επιπέδου
- Αστοχία εντός επιπέδου



Επιπτώσεις στα κτήρια τοιχοποιίας

Έλλειψη διαφραγματικής λειτουργίας

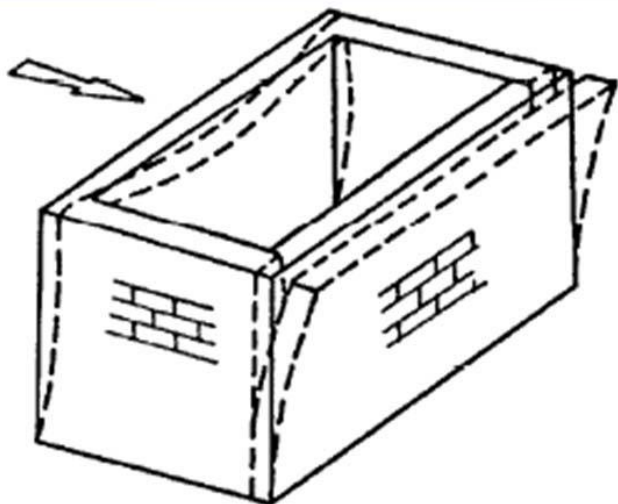
- Συμπεριφορά εντός επιπέδου έναντι εκτός επιπέδου



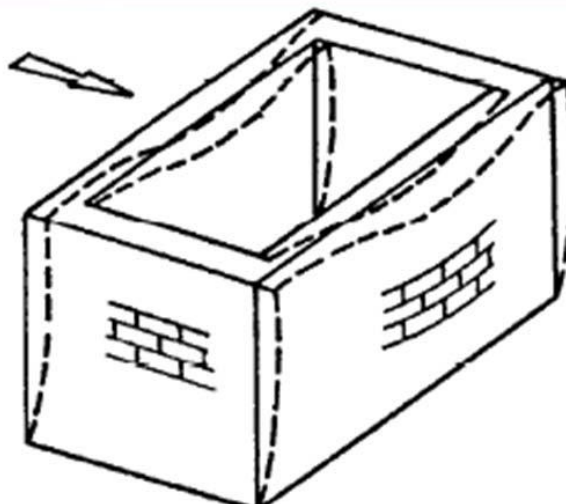
Επιπτώσεις στα κτήρια τοιχοποιίας

Έλλειψη διαφραγματικής λειτουργίας

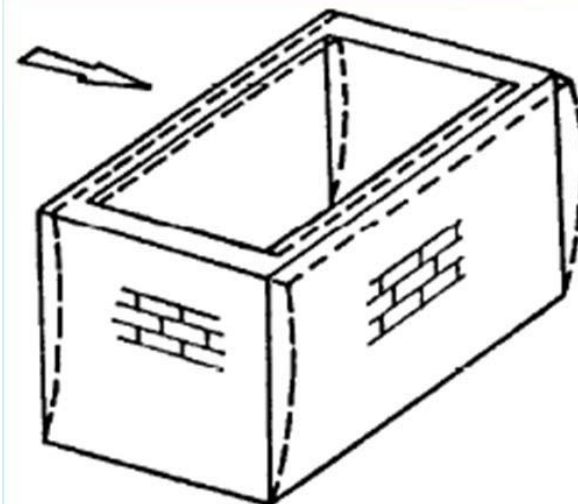
- Ο ρόλος των πατωμάτων και των οριζόντιων συνδέσμων



Χωρίς διάφραγμα



Εύκαμπτο διάφραγμα



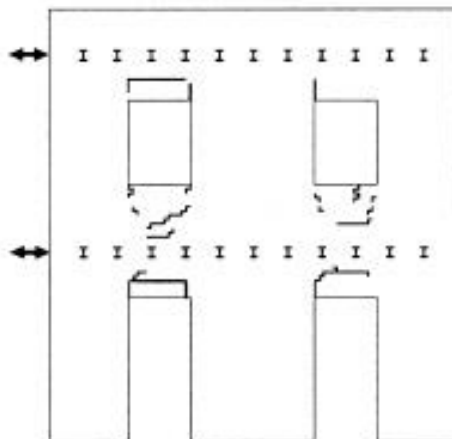
Δύσκαμπτο διάφραγμα

Επιπτώσεις στα κτήρια τοιχοποιίας

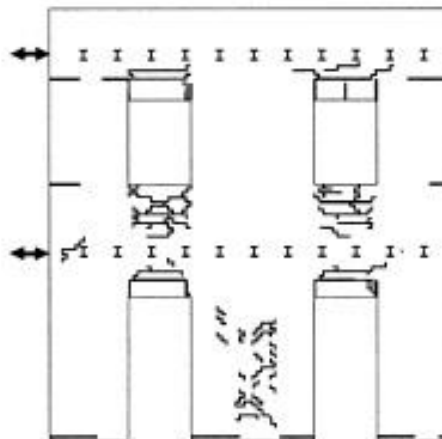
Συμπεριφορά εντός επιπέδου

- Σειρά εμφάνισης βλαβών

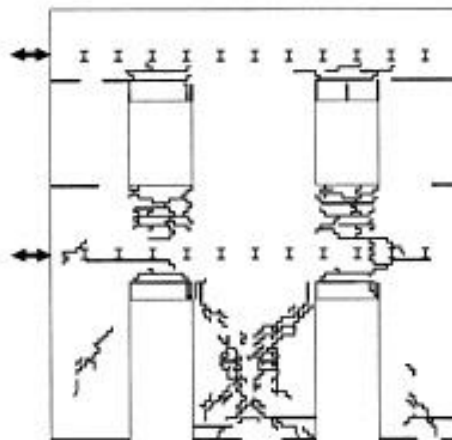
Στάδιο 1:
Ρωγμές στα
υπέρθυρα



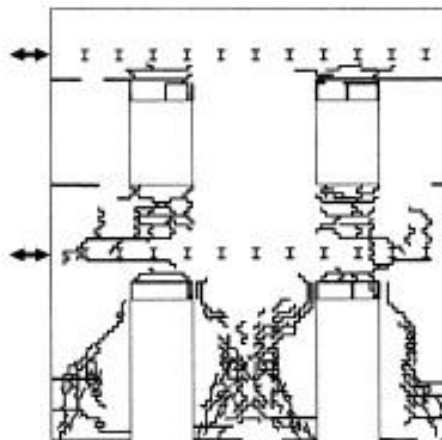
Στάδιο 2:
Καμπτικές ρωγμές
στους ακραίους
τοίχους,
διατμητικές ρωγμές
στον κεντρικό



Στάδιο 3:
Διατμητικές
ρωγμές στους
ακραίους
τοίχους



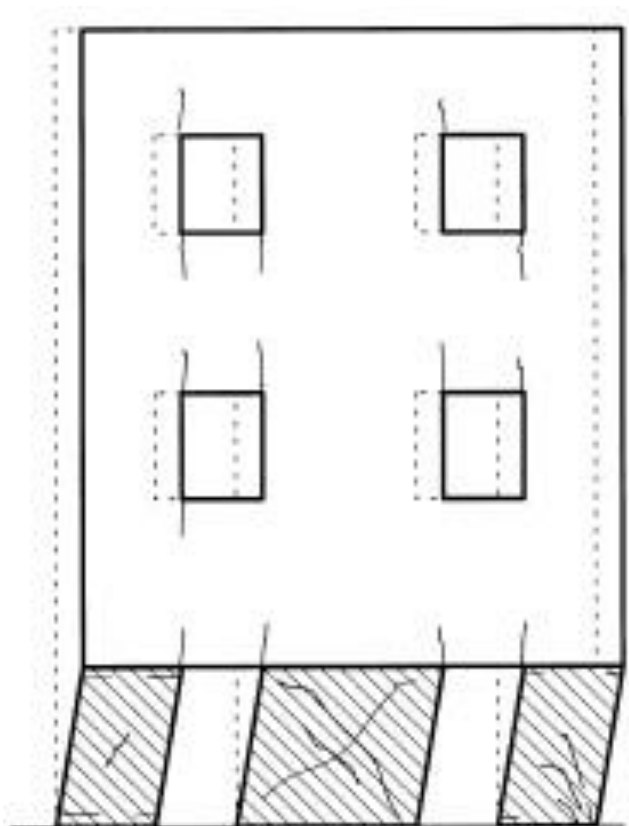
Στάδιο 4:
Κατάρρευση



Επιπτώσεις στα κτήρια τοιχοποιίας

Συμπεριφορά εντός επιπέδου

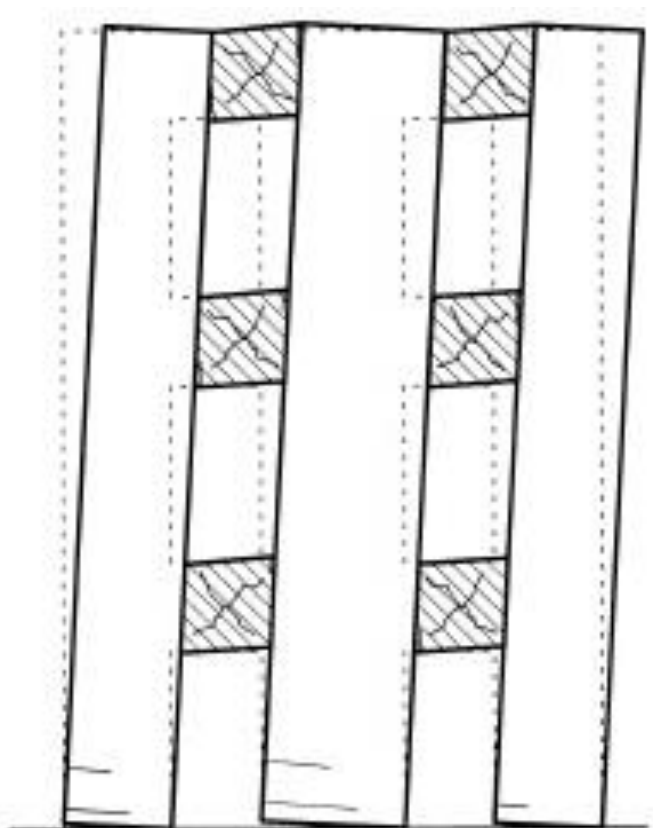
- Μηχανισμός μαλακού ορόφου



Επιπτώσεις στα κτήρια τοιχοποιίας

Συμπεριφορά εντός επιπέδου

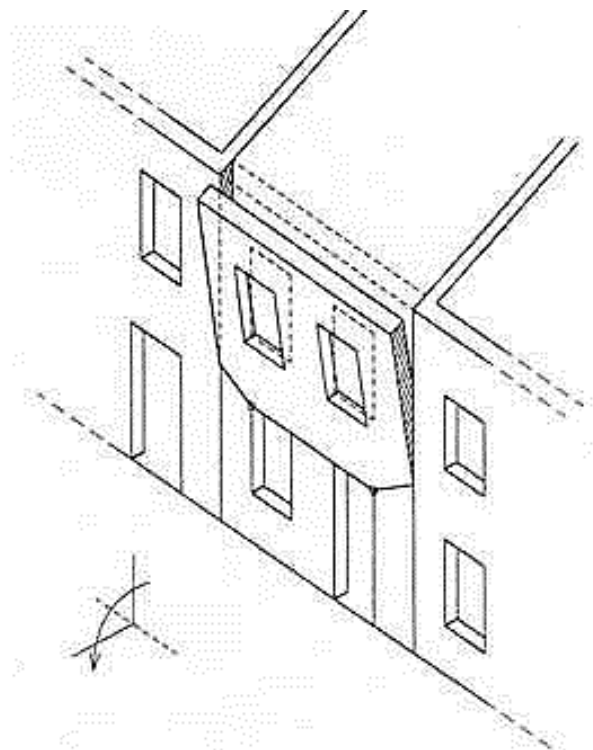
- Καμπτικός μηχανισμός



Επιπτώσεις στα κτήρια τοιχοποιίας

Συμπεριφορά εκτός επιπέδου

- Μηχανισμός κατάρρευσης



Απαιτήσεις σχεδιασμού

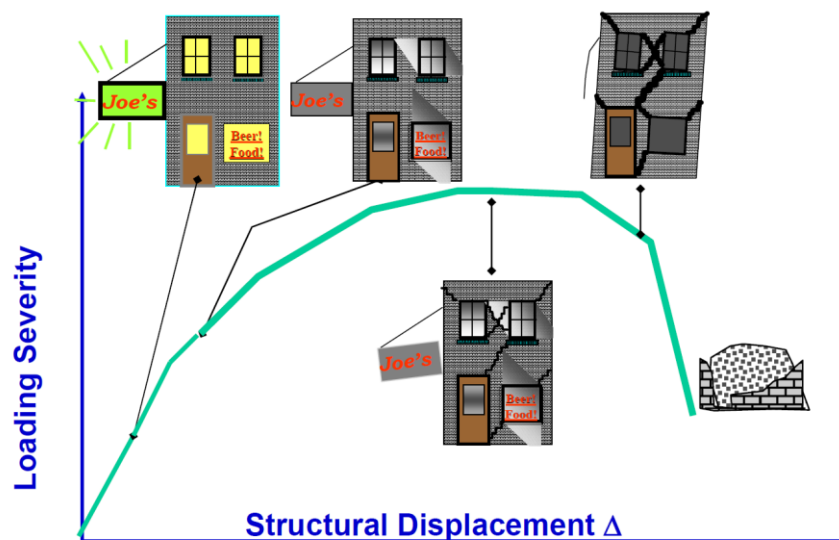
- Στόχοι του αντισεισμικού σχεδιασμού

- Προστασία της ανθρώπινης ζωής στην περίπτωση υψηλών εντάσεων
- Περιορισμός ή και αποφυγή οικονομικών απωλειών στην περίπτωση μετρίων εντάσεων
- Διασφάλιση μιας ελάχιστης στάθμης λειτουργίας των έργων

Αποφυγή
κατάρρευσης

Περιορισμός βλαβών

Καλύπτεται έμμεσα
από τα υπόλοιπα
κριτήρια

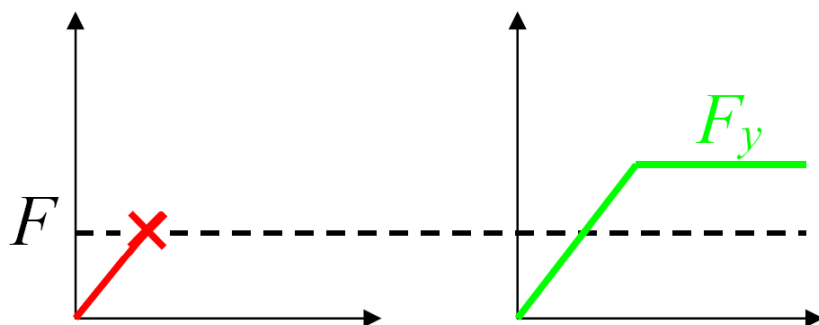
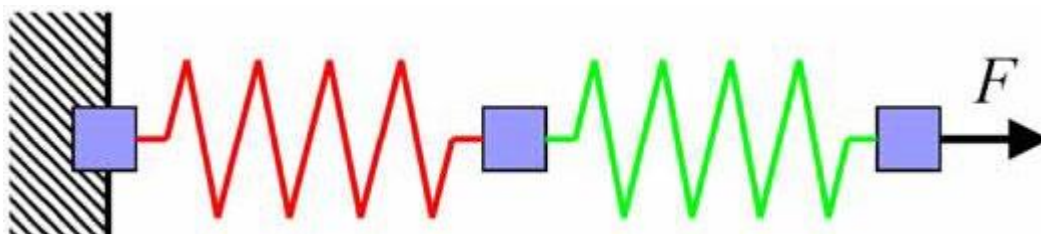


Γενικά κριτήρια αποφυγής κατάρρευσης

- Εξασφάλιση μεταφοράς φορτίων από την ανωδομή στο έδαφος (μέσω της θεμελίωσης) χωρίς μεγάλες παραμένουσες παραμορφώσεις
- Εξασφάλιση αντοχής στα φέροντα στοιχεία
- Εξασφάλιση πλαστικού μηχανισμού απόκρισης μελών
 - Εξασφάλιση δυνατότητας πλαστικής στροφής

Αποφυγή ψαθυρών μορφών αστοχίας μεμονωμένων μελών

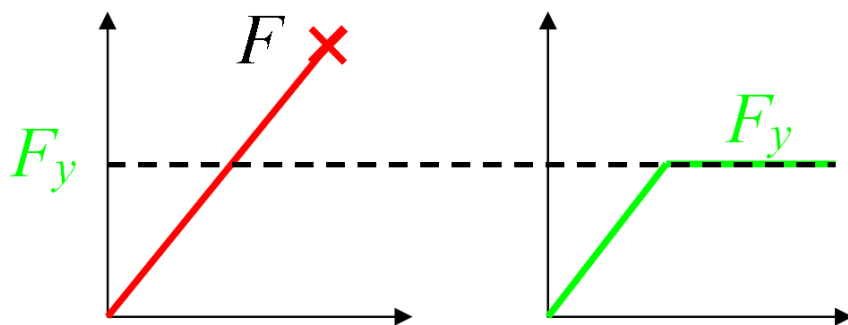
- Κατασκευή αποτελούμενη από **ψαθυρό στοιχείο** και **πλάστιμο στοιχείο**



Όταν η αντοχή του **ψαθυρού** στοιχείου είναι χαμηλότερη, η κατασκευή **δεν έχει** τη δυνατότητα απορρόφησης μεγάλου ποσού ενέργειας

Αποφυγή ψαθυρών μορφών αστοχίας μεμονωμένων μελών

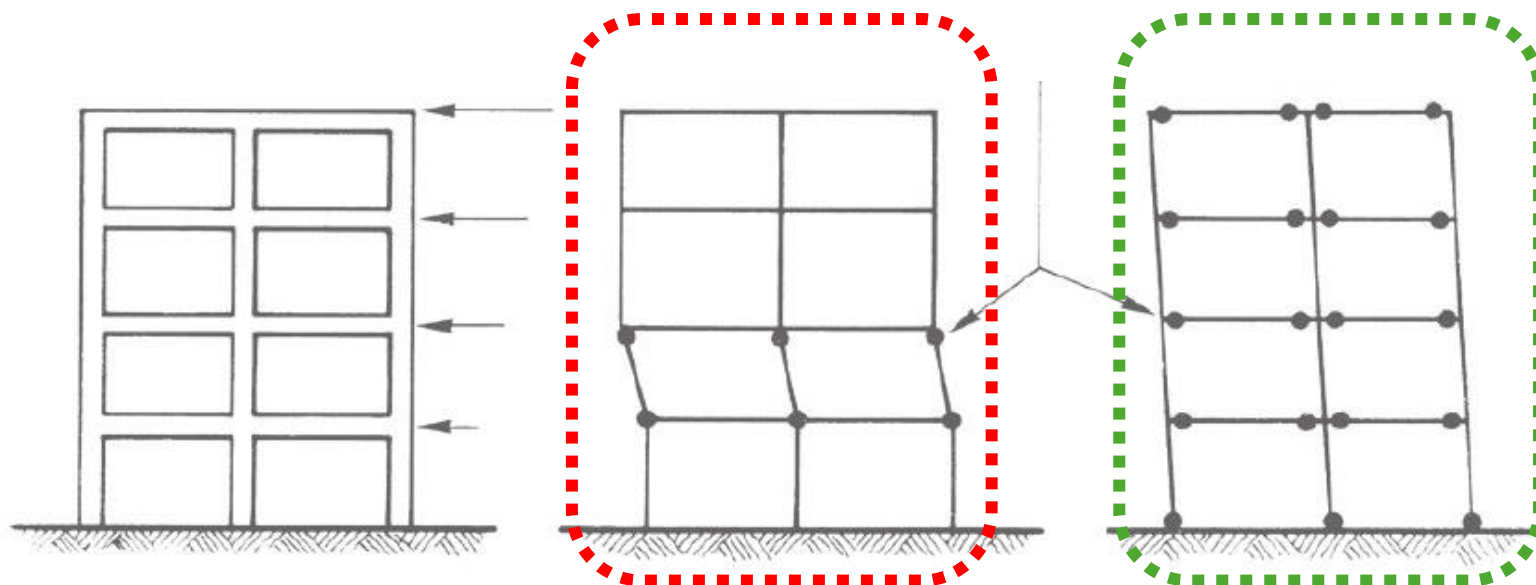
- Κατασκευή αποτελούμενη από **ψαθυρό στοιχείο** και **πλάστιμο στοιχείο**



Όταν η αντοχή του **πλάστιμου** στοιχείου είναι χαμηλότερη, η κατασκευή **έχει** τη δυνατότητα απορρόφησης μεγάλου ποσού ενέργειας

Αποφυγή μηχανισμών κατάρρευσης κτηρίων

- Πλάστιμη συμπεριφορά σε επίπεδο κατασκευής εξασφαλίζεται με αποφυγή μηχανισμών κατάρρευσης
 - Αποφυγή σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα
 - Αποφυγή **μαλακού ορόφου**
 - Σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων στη βάση
 - Απαραίτητος για τη δημιουργία **ελαστοπλαστικού σχηματισμού**



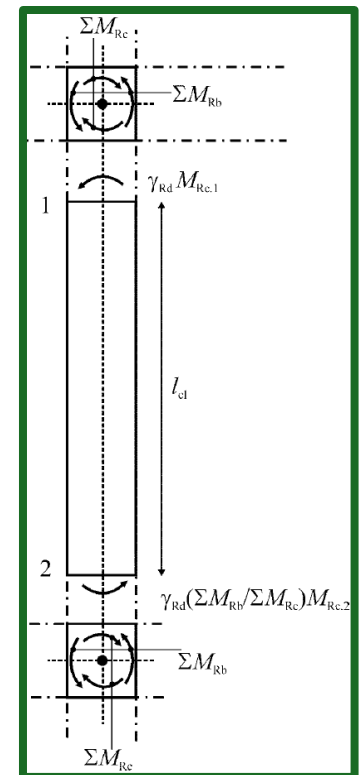
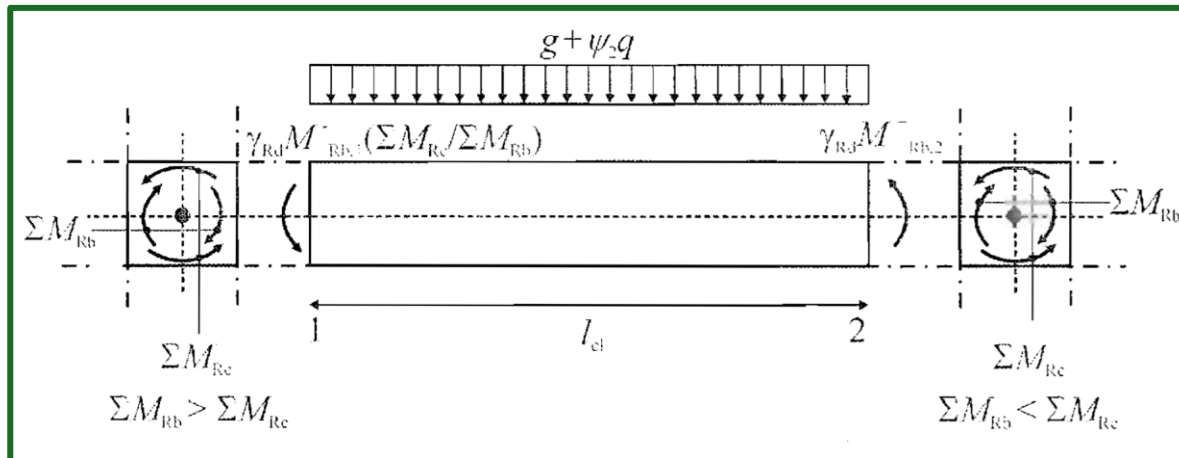
Αποφυγή ψαθυρών μορφών αστοχίας μεμονωμένων μελών

Ικανοτικός σχεδιασμός – Μεμονωμένα μέλη

- Διαστασιολόγηση **μελών** έναντι κάμψης βάσει εντατικών μεγεθών από την ανάλυση της κατασκευής
- Διαστασιολόγηση **μελών** έναντι διάτμησης βάσει καμπτικής αντοχής

$$V_{sd} = \frac{M_{R1} + M_{R2}}{l}$$

Αποφυγή ψαθυρής αστοχίας



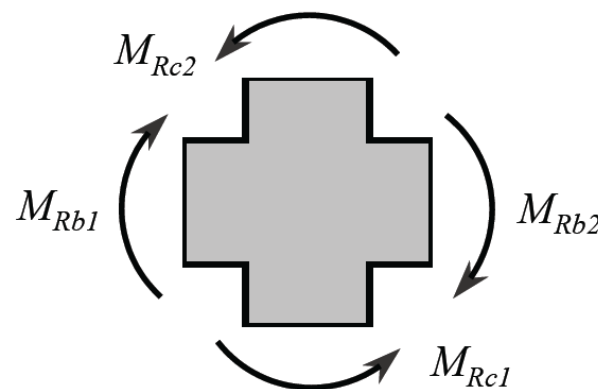
Αποφυγή μηχανισμών κατάρρευσης κτηρίων

Ικανοτικός σχεδιασμός – Κόμβοι

- Διαστασιολόγηση **δοκών** έναντι κάμψης βάσει **εντατικών μεγεθών** από την ανάλυση της κατασκευής
- Διαστασιολόγηση **υποστυλωμάτων** έναντι κάμψης βάσει **καμπτικής αντοχής δοκών**

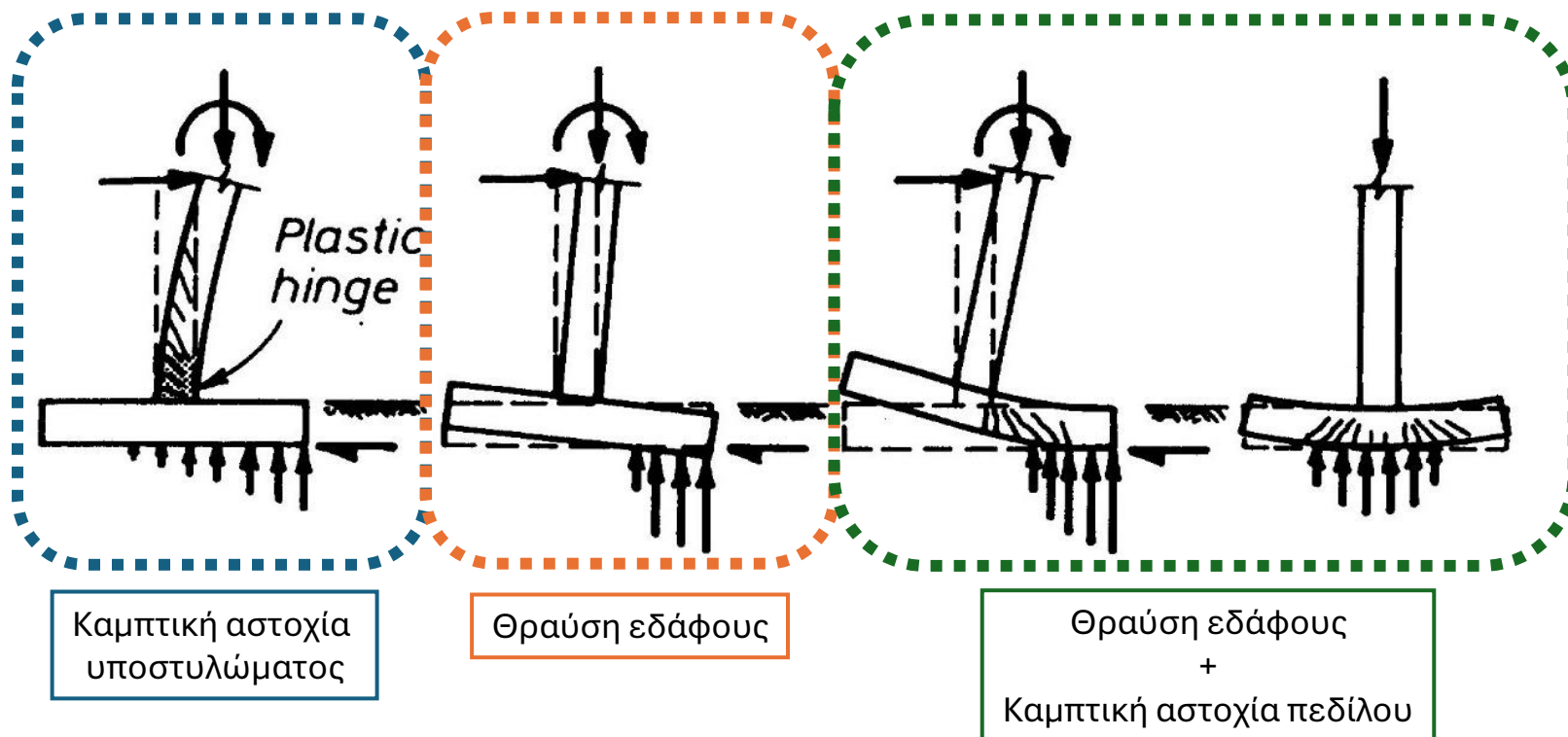
Αποφυγή μαλακού ορόφου

$$\sum M_{Rc} > 1.3 \sum M_{Rb}$$



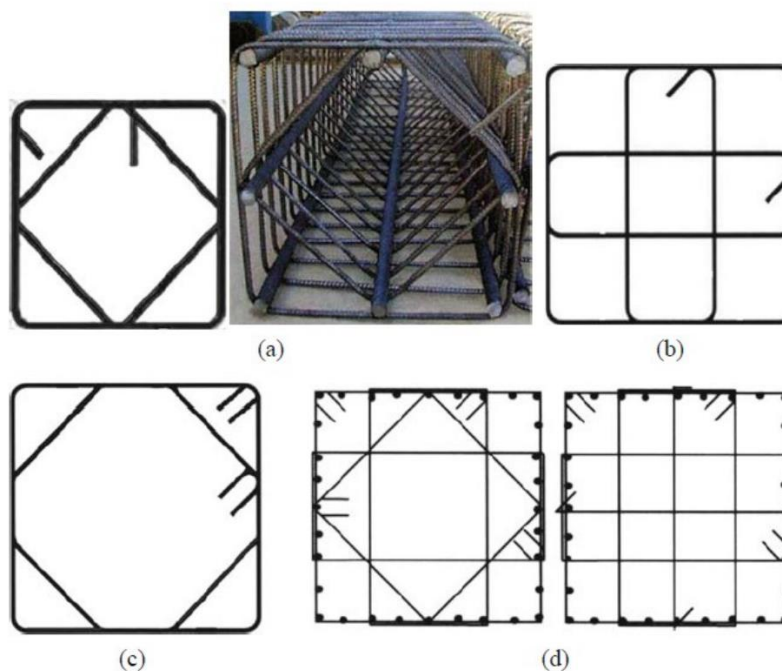
Αποφυγή μηχανισμών κατάρρευσης κτηρίων

Ικανοτικός σχεδιασμός – Θεμελίωση



Πλαστιμότητα μελών

- Εξασφαλίζεται μέσω της ιεράρχησης των αστοχιών (επιθυμούμε να συμβεί πρώτη η αστοχία σε κάμψη)
- Απαιτείται επάρκεια συνδετήρων
 - Αύξηση της διατμητικής αντοχής
 - Περίσφιγξη του θλιβόμενου σκυροδέματος
 - Πλευρική στήριξη θλιβόμενων διαμήκων ράβδων



Γενικά κριτήρια περιορισμού βλαβών φέροντος οργανισμού

- Περιορισμός σχετικών μετακινήσεων μεταξύ ορόφων
 - Διαφραγματική λειτουργία πλακών
 - Κανονικότητα στην κατανομή δυσκαμψίας και μάζας

