

Αντισεισμικές Κατασκευές

Ικανοτικός σχεδιασμός



ΑΣΠΑΙΤΕ

Απαιτήσεις σχεδιασμού

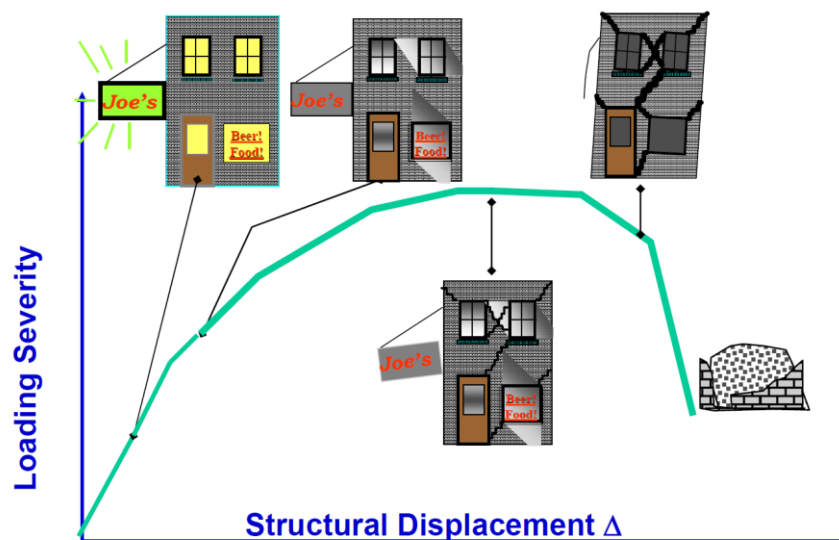
- Στόχοι του αντισεισμικού σχεδιασμού

- 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

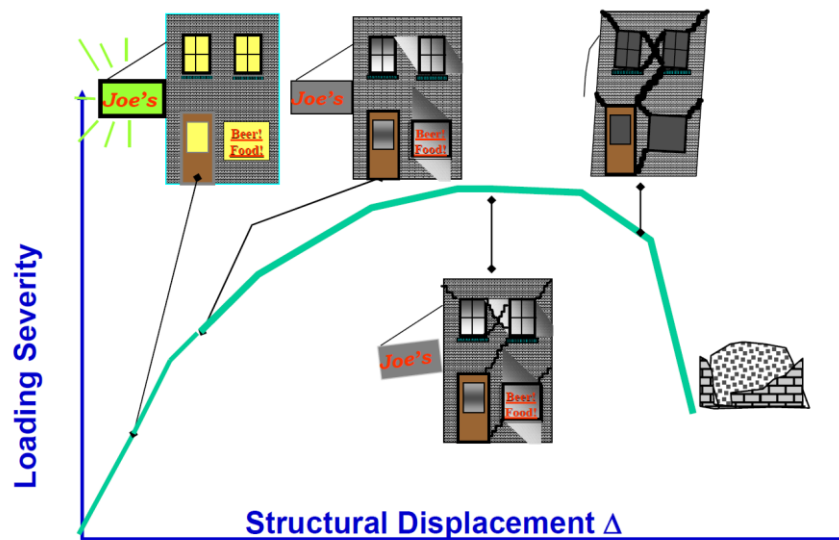
Περιορισμός βλαβών

Καλύπτεται έμμεσα
από τα υπόλοιπα
κριτήρια



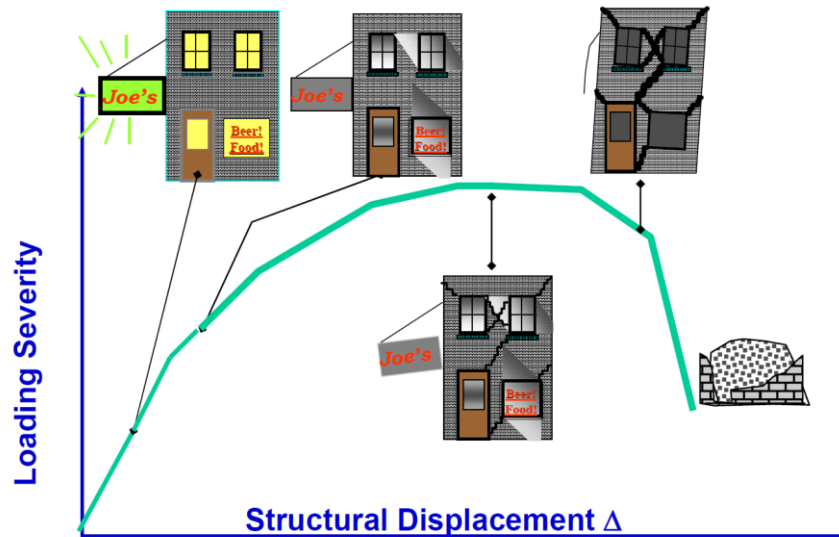
Απαιτήσεις σχεδιασμού

- Σε μικρούς σεισμούς, η κατασκευή θα πρέπει να μην υφίσταται ζημιές (ελαστική συμπεριφορά)
- Σε μεγάλους σεισμούς (με μικρή πιθανότητα να συμβούν στη χρήσιμη ζωή του έργου), η κατασκευή θα υφίσταται ελεγχόμενες πλαστικές παραμορφώσεις.
 - Οι ζημιές θα είναι επιδιορθώσιμες και περιορισμένης έκτασης
- Θα πρέπει να **αποκλειστούν** ψαθυρές μορφές αστοχίας και οι μηχανισμοί κατάρρευσης



Απαιτήσεις σχεδιασμού

- Βάσει αυτών των απαιτήσεων, **επιτρέπουμε στις κατασκευές να παραμορφωθούν στην πλαστική περιοχή** κατά τη διάρκεια ισχυρών σεισμών.
- Ταυτόχρονα, πρέπει να **εξασφαλίζουμε** πως το ελαστοπλαστικό σύστημα θα συνεχίσει να αποκρίνεται στον σεισμικό κραδασμό με **περιορισμένες μετακινήσεις**, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος σχηματισμού μαλακού ορόφου.



Κριτήρια αποφυγής κατάρρευσης

- Είναι εν γένει αποδεκτός ο σχηματισμός **ελαστοπλαστικού μηχανισμού** εφόσον εξασφαλίζεται **ασφαλής μετελαστική συμπεριφορά**:
 - Ελάχιστη στάθμη αντοχής, ανώτερη των σεισμικών δράσεων
 - Πλαστιμότητα: επαρκής ικανότητα απορρόφησης ενέργειας μέσω μετελαστικής παραμόρφωσης
 - Ελαχιστοποίηση αβεβαιοτήτων

Δράσεις σχεδιασμού

- Ο σεισμός θεωρείται **τυχηματική δράση** και οφείλει ως τέτοια να **συνδυάζεται** κατάλληλα με τις υπόλοιπες δράσεις επί της κατασκευής
- Το σύνολο των δράσεων S_d κατά τη σεισμική δόνηση προκύπτει από τον συνδυασμό:

$$S_d = G_k \pm E + \sum_i \psi_2 Q_i$$

G_k χαρακτηριστική τιμή των μονίμων δράσεων

E σεισμική δράση

Q_i μεταβλητή δράση i

ψ_2 συντελεστής συνδυασμού για μακροχρόνιες μεταβλητές δράσεις

$$S_d = G_k \pm E + \sum_i \psi_2 Q_i$$

Πίνακας 4.1: Συντελεστές συνδυασμού δράσεων ψ_2

A/A		Φορτία Χρήσης	ψ_2
1	1.1	Κατοικίες, γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, νοσοκομεία	0.3
	1.2	Χώροι συχνής συνάθροισης προσώπων (σχολεία, θέατρα, στάδια κλπ.)	0.5
	1.3	Χώροι στάθμευσης	0.6
	1.4	Χώροι μακροχρόνιας αποθήκευσης (βιβλιοθήκες, αρχεία, αποθήκες, δεξαμενές, σιλό, υδατόπυργοι κλπ.)	0.8
	1.5	Μη βατές στέγες	0.0
2		Άνεμος	0.0
3		Χιόνι (Μόνο σε μη βατές στέγες)	0.3

Εξασφάλιση πλαστιμότητας

- Απαιτείται η μετελαστική απόκριση να έχει πλάστιμη μορφή και να κατανέμεται στο μεγαλύτερο δυνατό αριθμό φερόντων στοιχείων, σε περιοχές περιορισμένου μήκους (πλαστικές αρθρώσεις)
- Αυτό προϋποθέτει πως έχουν αποφευχθεί ψαθυρές μορφές αστοχίας
 - Σε μέλη με καμπτική λειτουργία αυτό σημαίνει το σχηματισμό πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα των μελών

Γενική μεθοδολογία ικανοτικού σχεδιασμού

1. Σε όλες τις πιθανές θέσεις πλαστικών αρθρώσεων **εξασφαλίζεται επαρκής τοπική πλαστιμότητα**. Ο έλεγχος σε κάμψη πραγματοποιείται για τις δράσεις του σεισμικού συνδυασμού
2. Υπολογίζονται τα εντατικά μεγέθη του ικανοτικού σχεδιασμού από τις **συνθήκες ισορροπίας ενός στοιχείου** στο οποίο έχουν σχηματιστεί πλαστικές αρθρώσεις.
3. Λαμβάνονται μέτρα για την **αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου**.

Αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου

Η ροπή ικανοτικού σχεδιασμού $M_{CD,c}$ στο άκρο υποστυλώματος κατά τη διεύθυνση επίπεδου πλαισίου υπολογίζεται από τη μέγιστη σεισμική ροπή του υποστυλώματος M_{Ec} από τη σχέση

$$M_{CD,c} = \alpha_{CD} \cdot M_{Ec}$$

όπου ο συντελεστής ικανοτικής μεγέθυνσης κόμβου α_{CD} είναι ίσος με

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} \cdot \sum M_{Rd} / \sum M_{Eb}$$

$\sum M_{Rd}$ το άθροισμα των ροπών αντοχής των δοκών

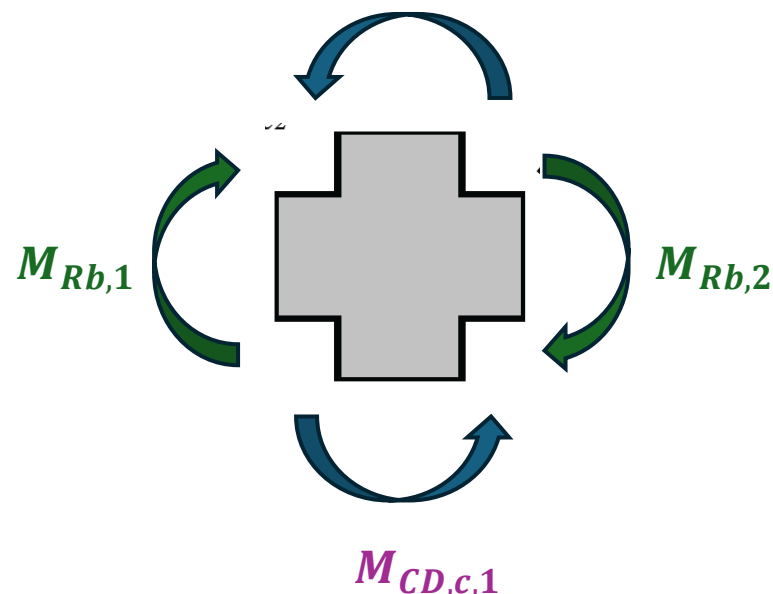
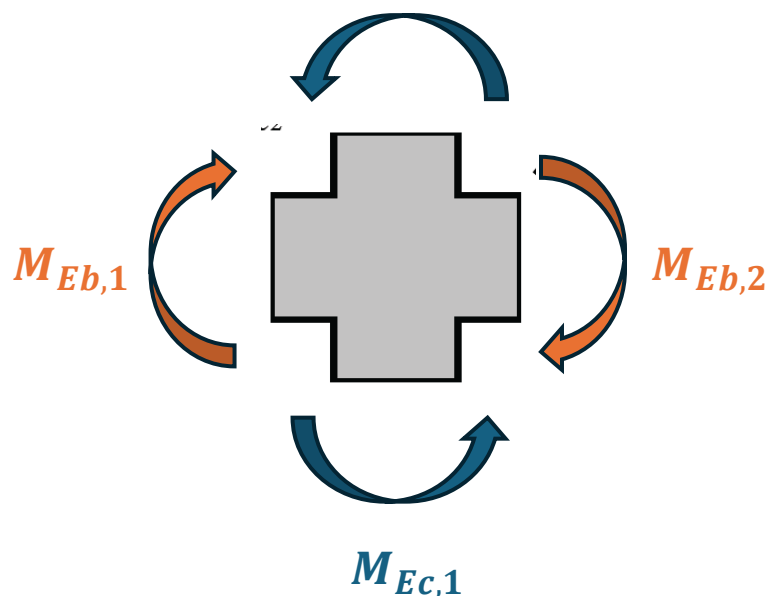
$\sum M_{Eb}$ το άθροισμα των ροπών των δοκών στο σεισμικό συνδυασμό

γ_{Rd} συντελεστής ασφαλείας (=1.40)

Αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου

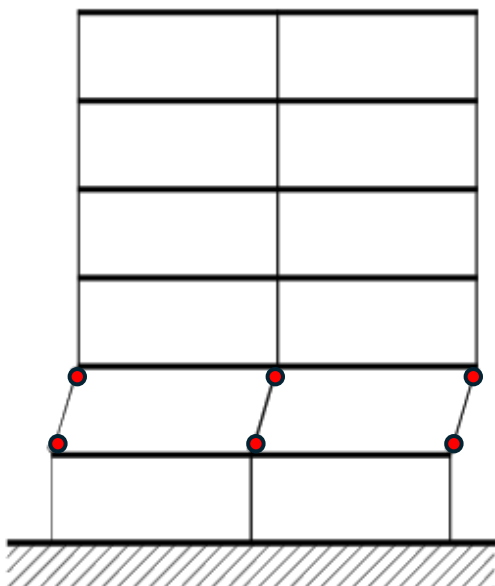
$$M_{CD,c} = \alpha_{CD} \cdot M_{Ec}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} \cdot \sum M_{Rd} / \sum M_{Eb}$$



1. Υπολογίζω σεισμικές ροπές κάμψης στις **δοκούς** και τα **υποστυλώματα**
 - Σχεδιάζω τις δοκούς έναντι κάμψης
2. Υπολογίζω **ροπές αντοχής των δοκών**
3. Υπολογίζω συντελεστή ικανοτικής μεγέθυνσης κόμβου
4. Υπολογίζω **ροπή ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων**
 - Σχεδιάζω τα υποστυλώματα έναντι κάμψης

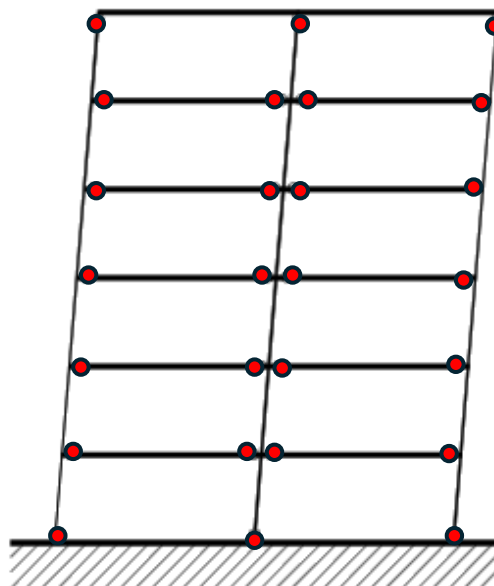
Αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου



Πλαίσιο

Πλαστικές αρθρώσεις στα υποστυλώματα μίας στάθμης

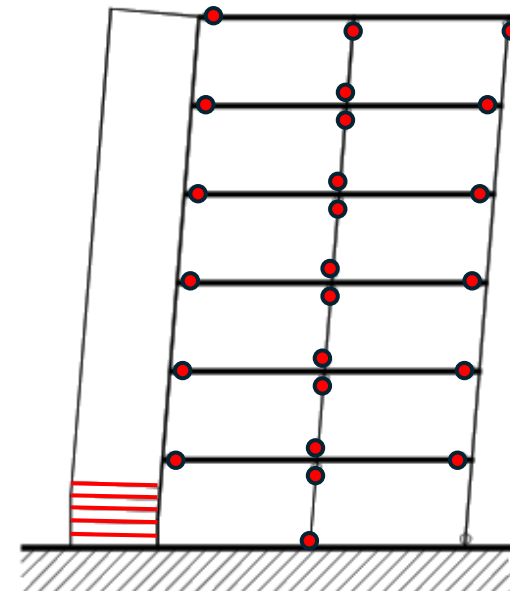
Μηχανισμός ορόφου



Πλαίσιο

Πλαστικές αρθρώσεις στις δοκούς και στη βάση και κορυφή των υποστυλωμάτων

Αποφυγή μηχανισμού



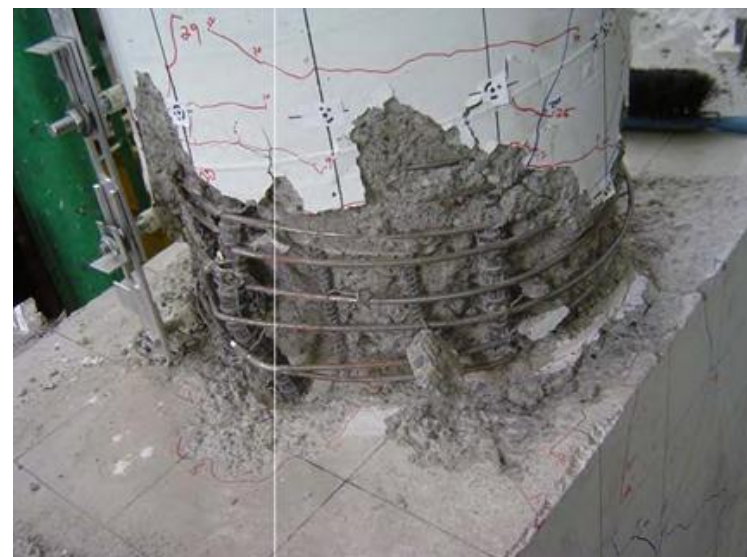
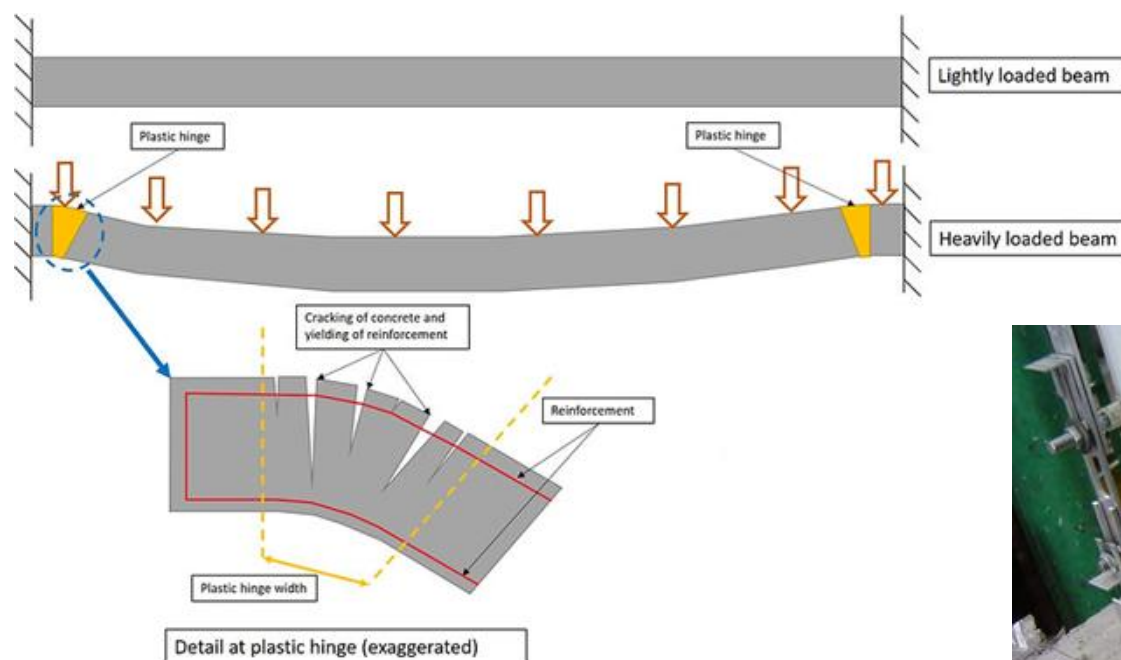
Σύστημα τοιχωμάτων

Πλαστική άρθρωση στη βάση των τοιχωμάτων, στα υποστυλώματα και τις δοκούς

Αποφυγή μηχανισμού

Αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου

Σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης



Αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου

- Ο σχεδιασμός των υποστυλωμάτων έναντι ροπής με χρήση της **ροπής ικανοτικού σχεδιασμού** αποκλείει το ενδεχόμενο σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα πριν αυτές σχηματιστούν στις δοκούς
- Κατ' αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται το ενδεχόμενο του σχηματισμού μηχανισμού ορόφου.

Ελαχιστοποίηση αβεβαιοτήτων

Κανονικότητα σε κάτοψη



(α)



(δ)



(η)



(β)



(ε)



(θ)



(γ)



(ζ)



(ι)

(α), (β) , (γ): κατάλληλες διατάξεις

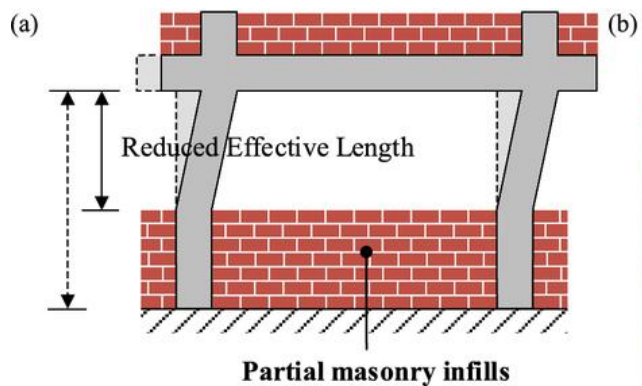
(δ), (ε), (ζ): ακατάλληλες διατάξεις

(η), (θ), (ι): κατάλληλες διατάξεις, απαιτείται έλεγχος έντασης καταναγκασμού σε επιμήκη κτήρια

Ελαχιστοποίηση αβεβαιοτήτων

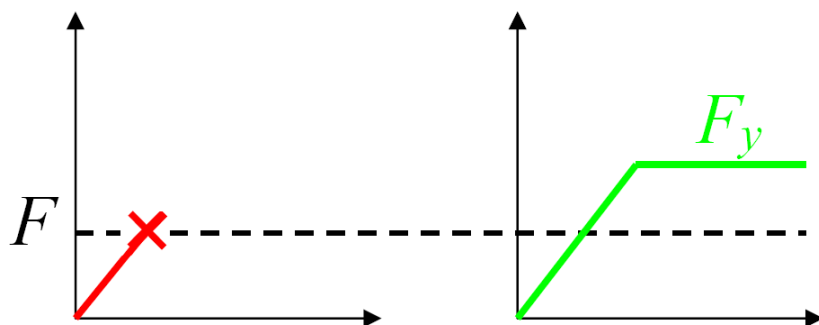
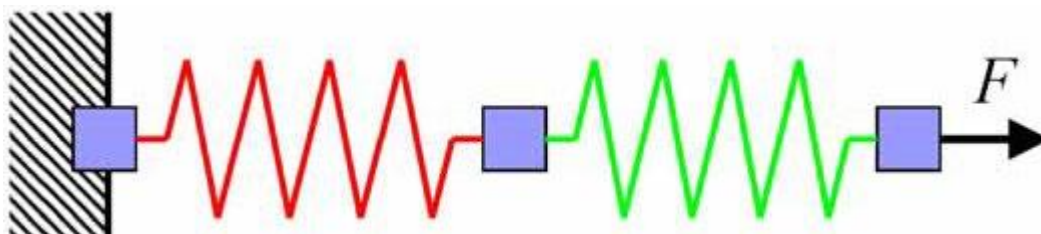
Μη ευνοϊκή τοποθέτηση τοιχοπληρώσεων

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



Αποφυγή ψαθυρών μορφών αστοχίας μεμονωμένων μελών

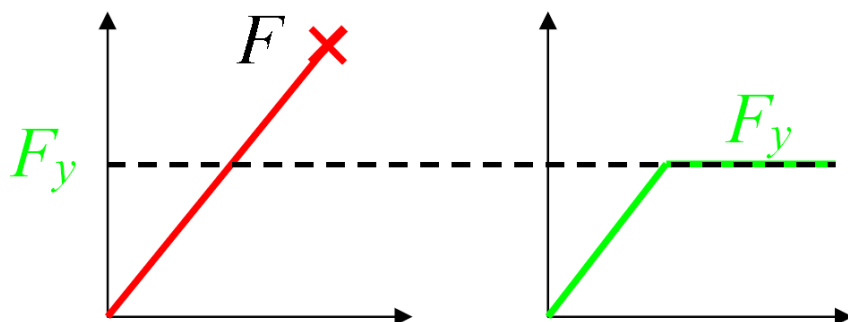
- Κατασκευή αποτελούμενη από **ψαθυρό στοιχείο** και **πλάστιμο στοιχείο**



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