

# Μέρος 1. ΣΥΝΘΕΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

---

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΟΡΘΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ:

- Έγκαιρη + στενή συνεργασία Αρχιτέκτονα και Πολιτικού Μηχανικού
- Συνεκτίμηση (τυχόν αλληλοσυγκρουόμενων) απαιτήσεων:  
λειτουργικές ανάγκες – οικονομικότητα – αντισεισμικότητα ...

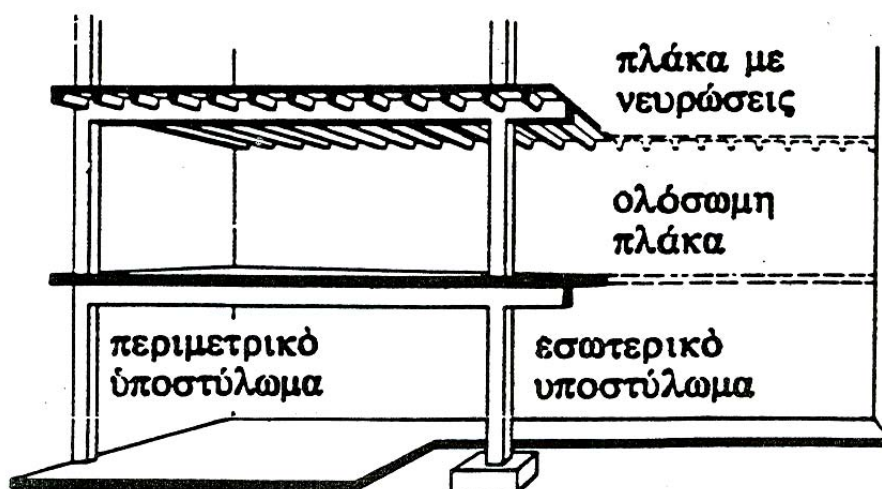
ΤΡΟΠΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟ Ο/Σ:

- Χυτός επιτόπου (ολόσωμη κατασκευή)
- Σύνδεση προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων
- Συνδυασμοί χυτών – προκατασκευασμένων στοιχείων

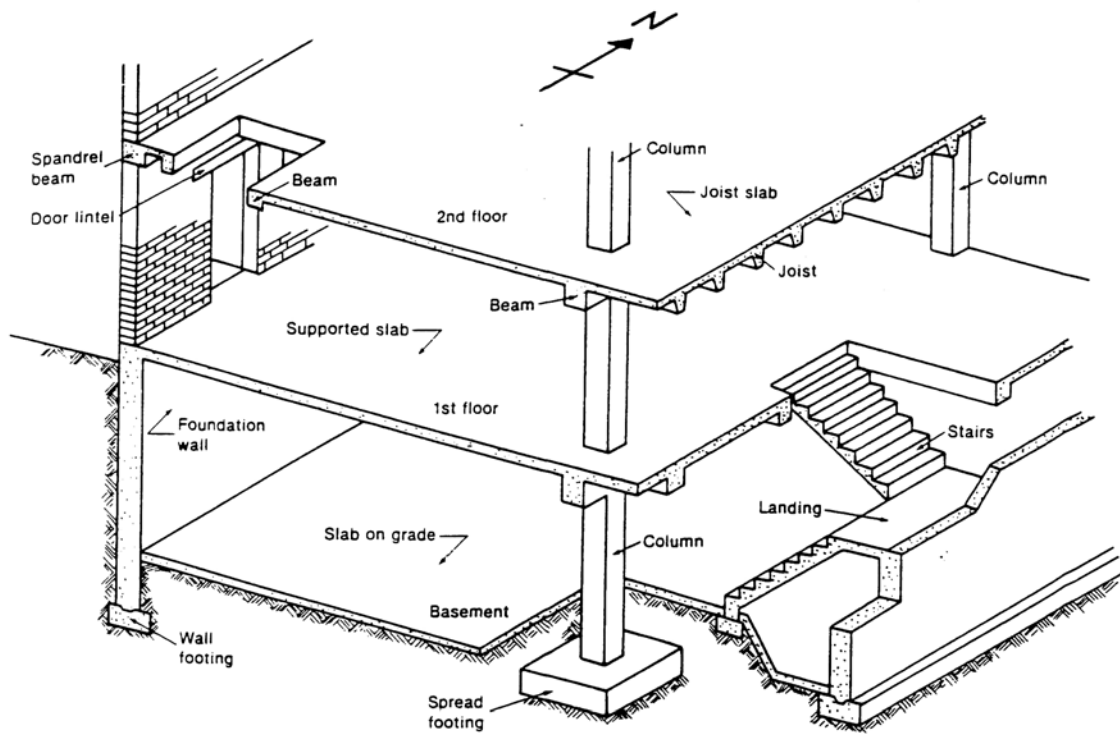
## 2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΟΡΕΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

(φέροντα συστήματα ή δομικά συστήματα)

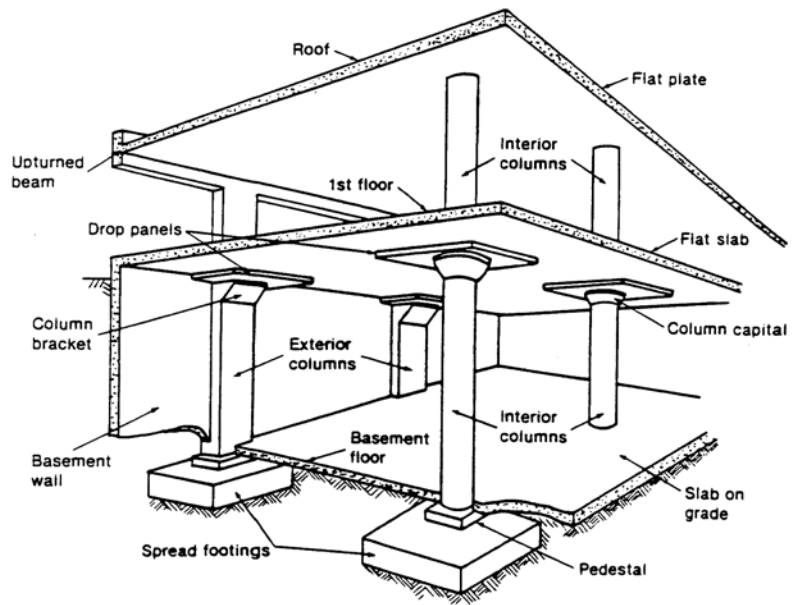
- Παραλαβή κατακόρυφων φορτίων
- Παραλαβή οριζόντιων φορτίων



Συνήθη  
δομικά  
στοιχεία  
Ο/Σ



Reinforced concrete building elements. (Adapted from Ref. 1-2.)



Reinforced concrete building elements. (Adapted from Ref. 1-2.)

Συνήθεις μορφές κτιριακών φορέων από Ο/Σ

## 2.1 Συστήματα παραλαβής κατακόρυφων φορτίων

### 2.1.1 Οριζόντιοι φορείς

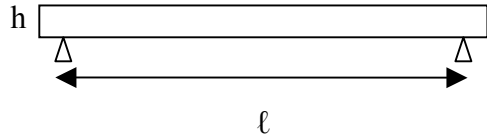
#### Πλάκες + δοκοί

Το «κλασικό» φέρον σύστημα

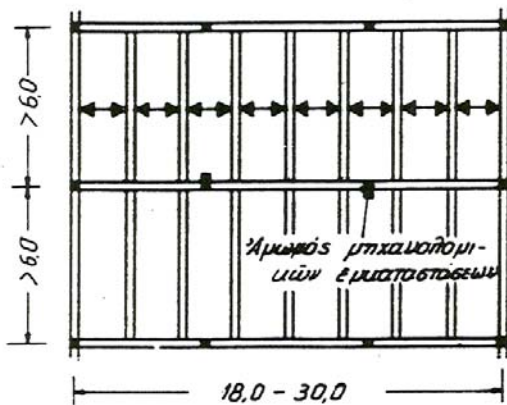
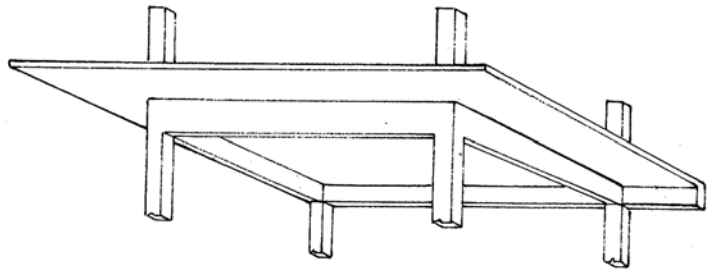
~ Μικρό (σχετικά) ίδιο βάρος, απλή κατασκευή

Πλάκες:  $h_f = 10 \div 20\text{cm}$

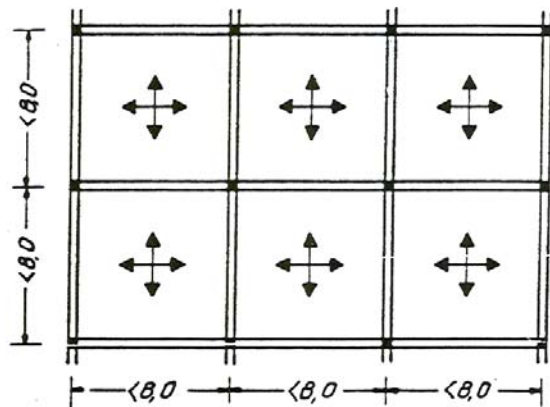
Δοκοί:  $h > (1/5 \div 1/20)\ell$



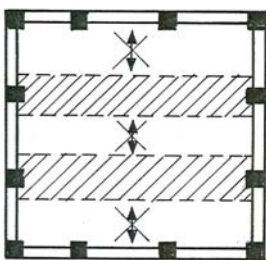
~ Οποιαδήποτε ανοίγματα, αλλά:  
Πρόβλημα με το ύψος των δοκών!



Πλάκες κατά μία διεύθυνση



Πλάκες κατά δύο διευθύνσεις



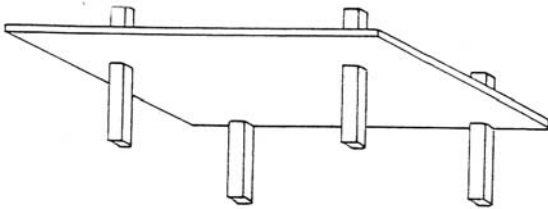
“κρυφοδοκοί,,  
(ίδιο h με πλάκα)

Η στατική λειτουργία ενός στοιχείου δεν εξαρτάται από τον οπλισμό, αλλά από τη (σχετική) δυσκαμψία του! (ο οπλισμός επηρεάζει την EI στο μετελαστικό στάδιο της απόκρισης)

## Μυκητοειδείς πλάκες

Πλάκες επί στύλων, χωρίς δοκούς

### ★ ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ

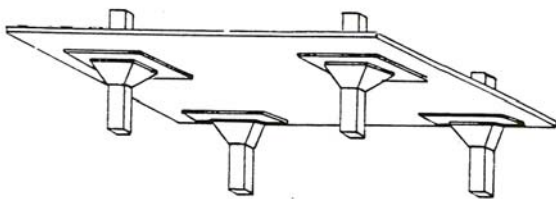


Συμπαγής  
μυκητοειδής  
πλάκα, χωρίς  
κιονόκρανα

Κάναβος:  $4 \div 7\text{m}$

$h_f = 15 \div 25$  (30) cm

- Πλεονεκτήματα:*
- Ελάχιστο πάχος δαπέδου
  - Ευελιξία χρήσης χώρων
  - Δεν απαιτούνται ψευδοροφές

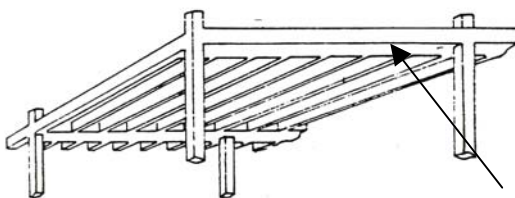


Συμπαγής  
μυκητοειδής  
πλάκα με  
κιονόκρανα

*Μειονεκτήματα:*

- Δεν προσφέρονται για μεγάλες αποστάσεις στύλων
- Σχετικά μεγάλο ίδιο βάρος ( $\rightarrow$  επηρεάζει θεμελίωση, σεισμική φόρτιση)
- Σχετικά μεγάλες παραμορφώσεις

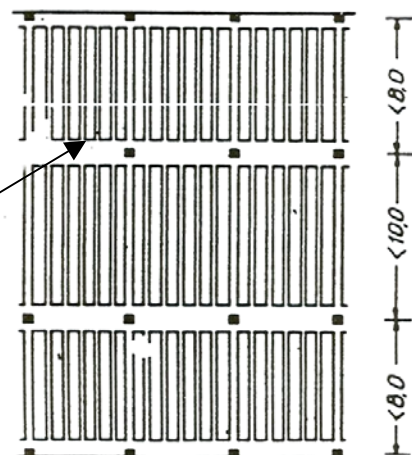
### ★ ΦΑΤΝΩΜΑΤΙΚΕΣ

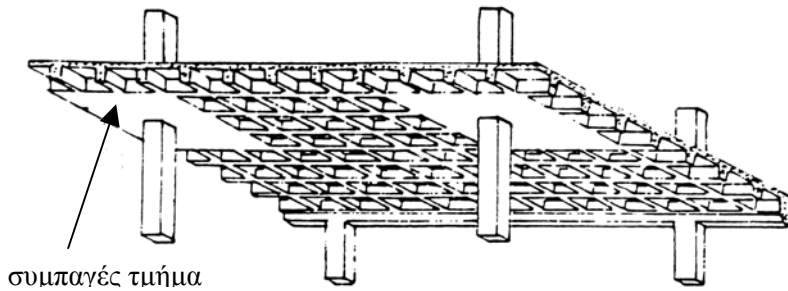


συμπαγές τμήμα

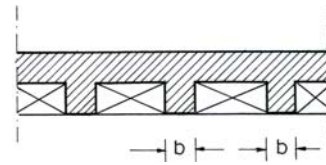
Κάναβος:  $6 \div 12\text{m}$  (προένταση:  $9 \div 18\text{m}$ )

$h_f = 25 \div 100\text{cm}$  (άνω των 50cm  $\rightarrow$  "sandwich")

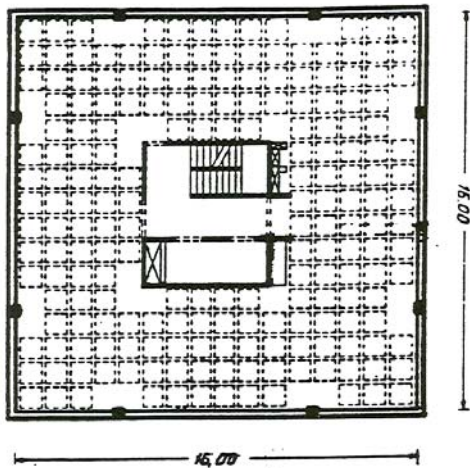




πάχος δοκίδων:  
 $b = 15 \div 25 \text{cm}$



συμπαγές τμήμα



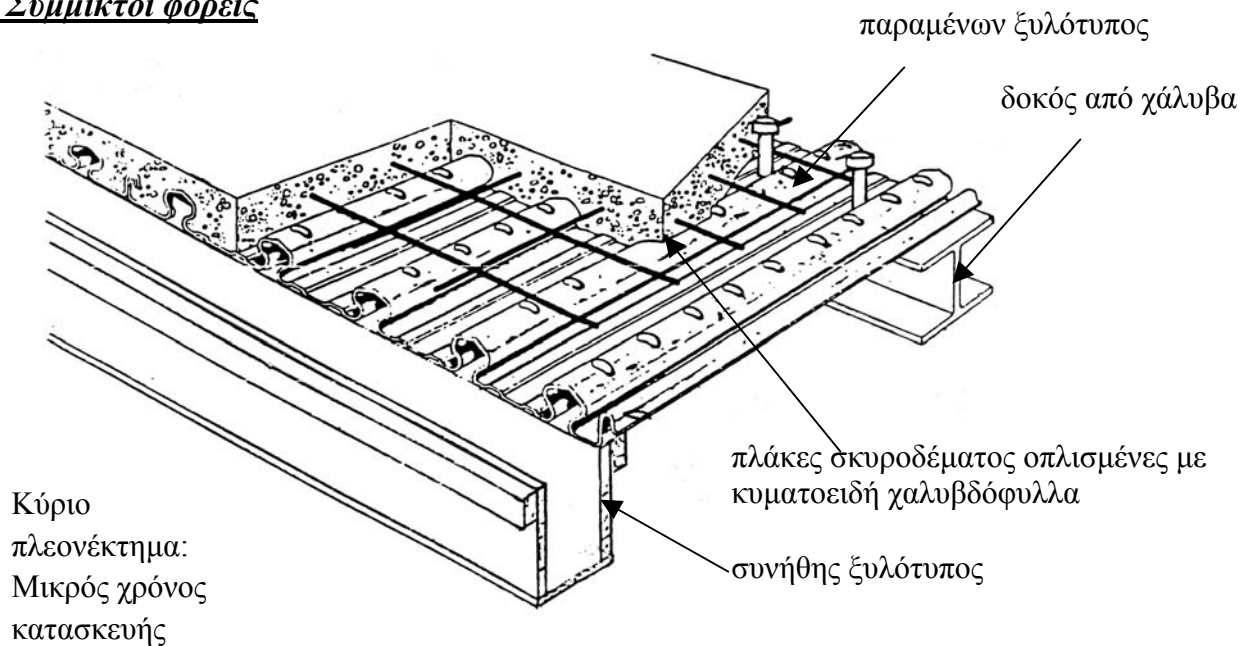
*Πλεονεκτήματα:*

- Ευελιξία χρήσης χώρων
- Προσφέρονται για μεσαία ως μεγάλα ανοίγματα
- Σχετικά ελαφρά κατασκευή
- Οικονομία υλικών (βέλτιστη αν τα φατνώματα είναι αισθητικά αποδεκτά, δηλ. δεν απαιτείται ψευδοροφή)

*Μειονεκτήματα:*

- Αντενδείκνυται για ακανόνιστες κατόψεις (χωρίς κάρναβο)
- Μειωμένη πυρασφάλεια - Πρόβλημα με σεισμικά φορτία

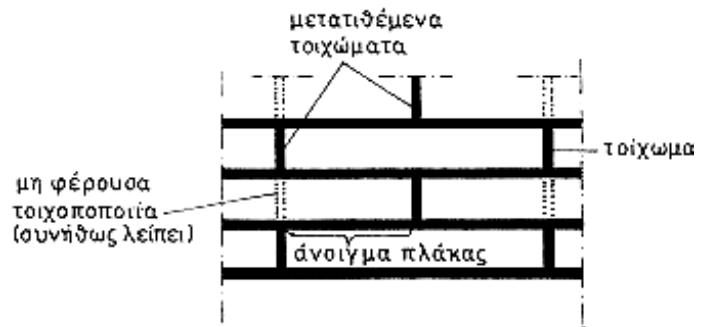
### Σύμμικτοι φορείς



Κύριο πλεονέκτημα:  
 Μικρός χρόνος κατασκευής

## Πλάκες επί τοιχωμάτων

- Απόσταση τοιχωμάτων:  $5 \div 8\text{m}$
- Εφαρμόζεται σε πολυώροφα κτίρια κατοικιών και ξενοδοχεία



### *Πλεονεκτήματα:*

- Ελάχιστο ύψος οριζόντιου φορέα
- Καλές ηχομονωτικές ιδιότητες
- Προσφέρεται για προκατασκευή

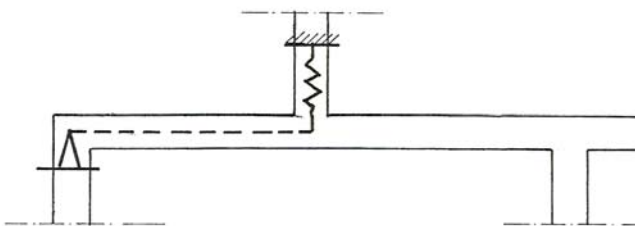
### *Μειονέκτημα:*

- Περιορίζει τη δυνατότητα μελλοντικών τροποποιήσεων

### *Στατική λειτουργία:*

Οι πλάκες (κατά μία διεύθυνση) εδράζονται σε ένα τοίχωμα – δοκό και «αναρτώνται» από το επόμενο

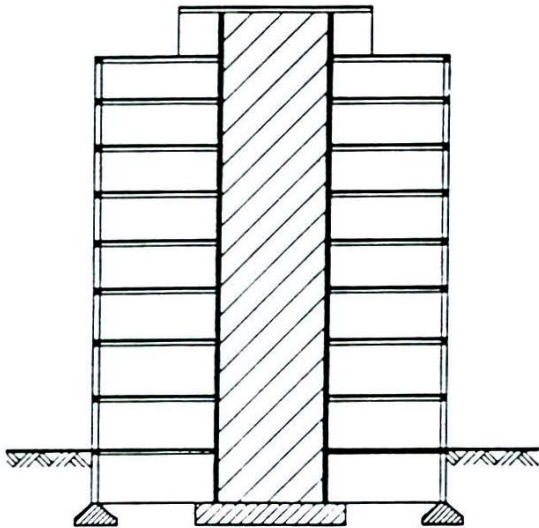
→ Άνοιγμα πλάκας  $\approx \frac{1}{2}$  απόστασης τοιχωμάτων



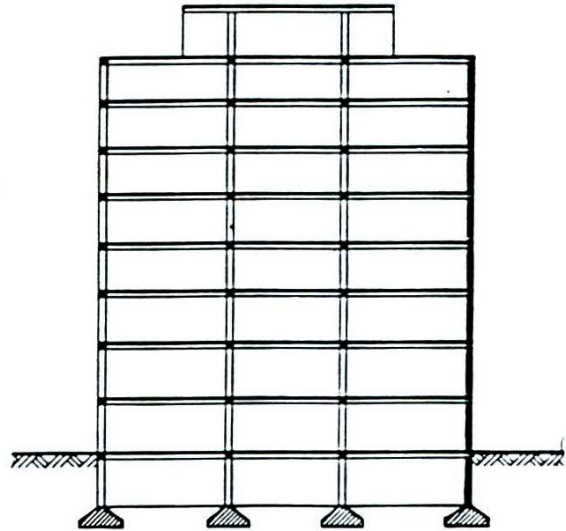
## 2.1.2 Κατακόρυφοι φορείς

### Στύλοι (υποστυλώματα)

#### Τοιχώματα



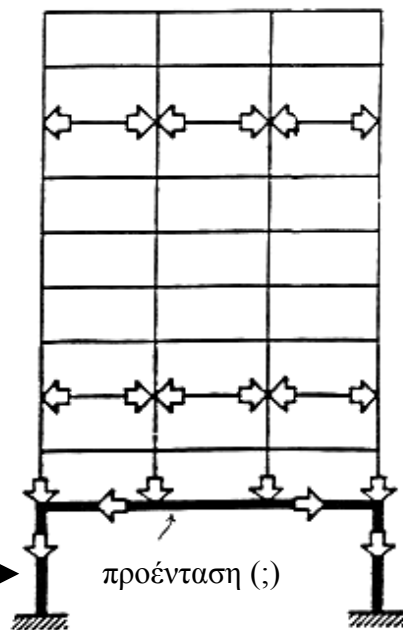
Μικτός φορέας  
(στύλοι + τοιχώματα)



Πλαισιακός φορέας  
(μόνο στύλοι)

Ροή φορτίων από τα οριζόντια στοιχεία  
στους στύλους (σε πλαισιακό σύστημα)

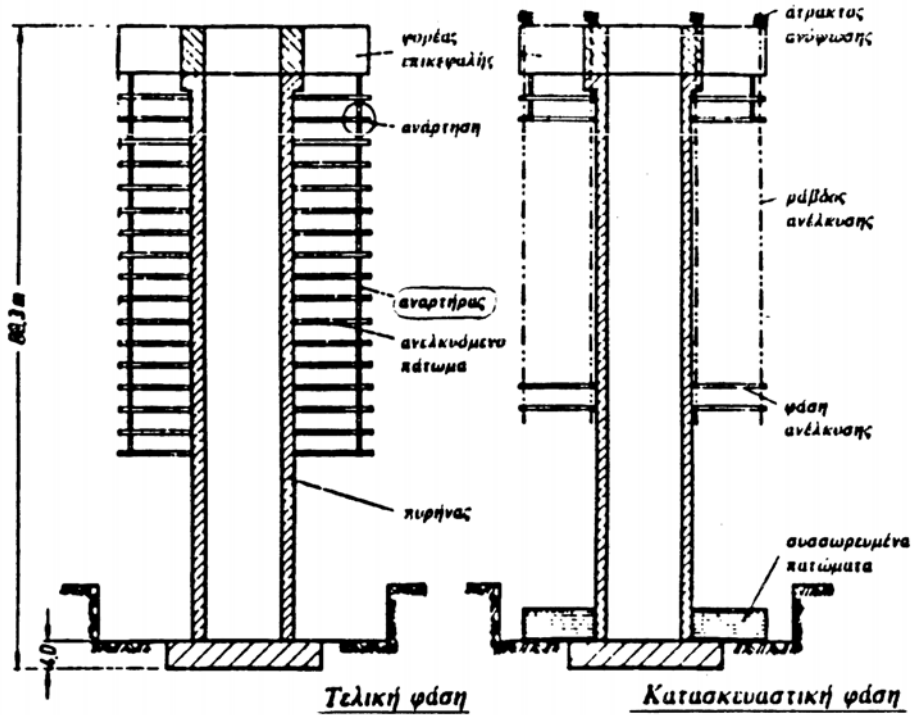
Ειδική περίπτωση:  
«Φυτευτοί» στύλοι  
Γενικά, πρέπει να αποφεύγονται!



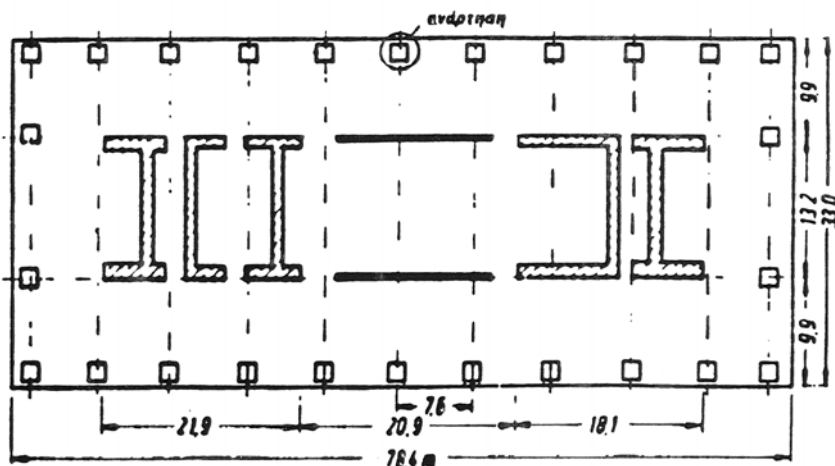
## Αναρτήρες

(εφελκύόμενα στοιχεία) → Προεντεταμένοι ελκυστήρες

ΤΟΜΗ:



ΚΑΤΟΨΗ:



*Πλεονεκτήματα:* Ταχύτητα κατασκευής, ελεύθερες προσόψεις

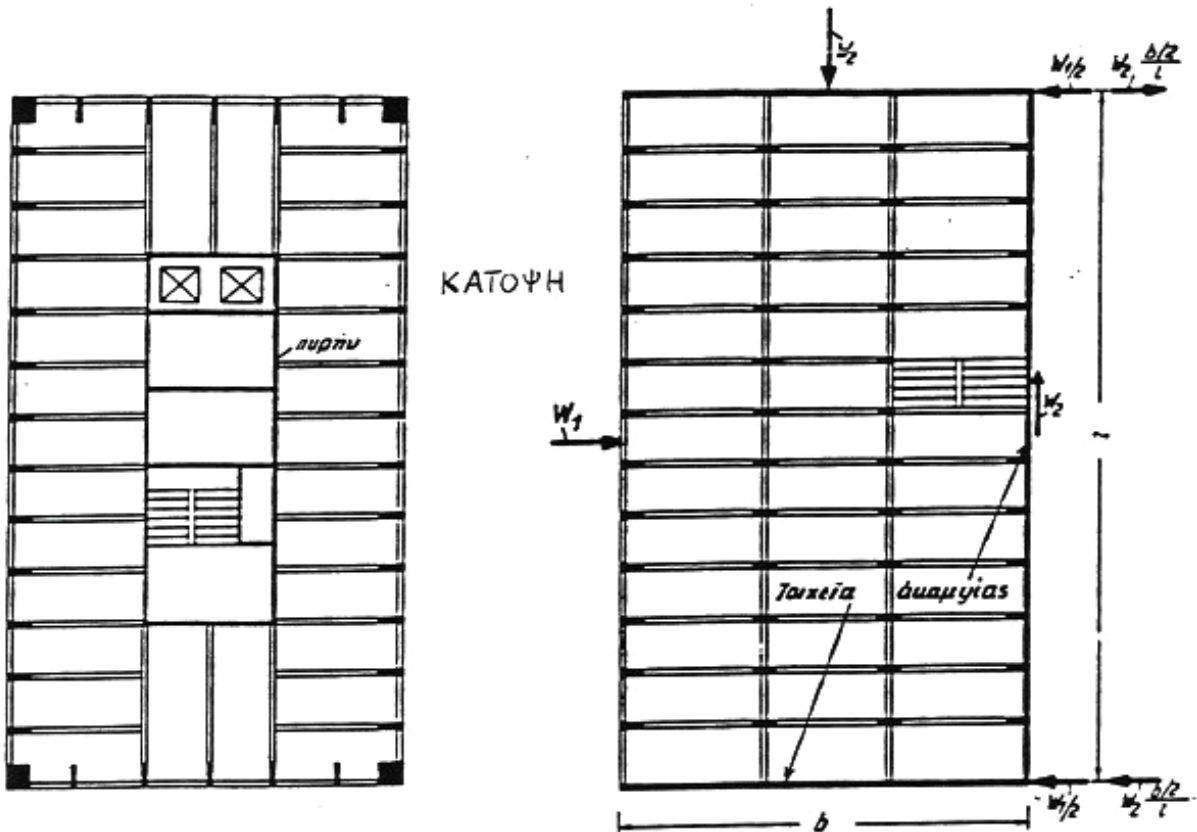
*Μειονεκτήματα:* Προβληματική σεισμική συμπεριφορά (ανεστραμμένο εκκρεμές), κόστος



## 2.2 Συστήματα παραλαβής οριζόντιων φορτίων

### 2.2.1 Πλαίσια

- Πλεονεκτική θέση: Οι όψεις του κτιρίου
- Γραφεία: Μέχρι 15 ορόφους
- Κατοικίες/ ξενοδοχεία: Μέχρι 20 ορόφους



Περιμετρικά πλαίσια

Τοιχώματα στην περίμετρο

### 2.2.2 Τοιχώματα

- Πλεονεκτική θέση:
  - Στους πυρήνες κλιμακοστασίων/ ανελκυστήρων (βολική θέση)
  - Στην περίμετρο → ενδείκνυται (για αύξηση δυσκαμψίας)

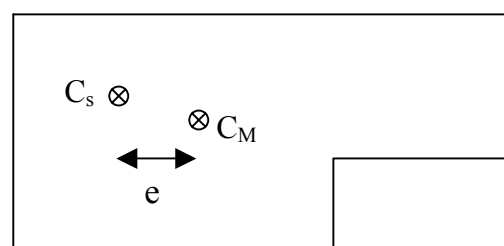
- Κριτήριο κατανομής σε κάτοψη:

Συμμετρική διάταξη των στοιχείων δυσκαμψίας  $C_M \approx C_S$

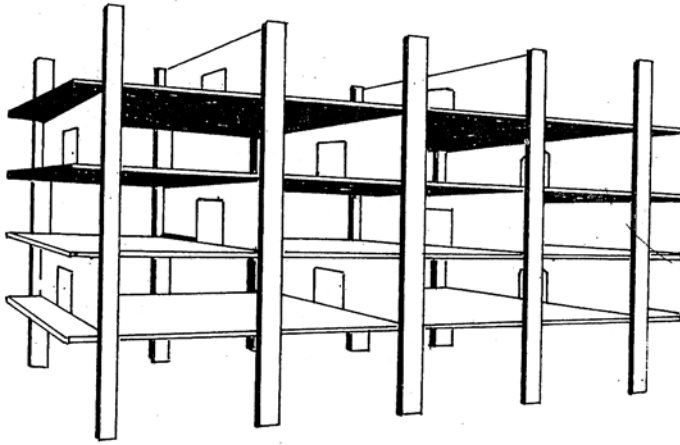
(αποφυγή – μείωση εκκεντροτήτων)

$C_M$  : κέντρο μάζας

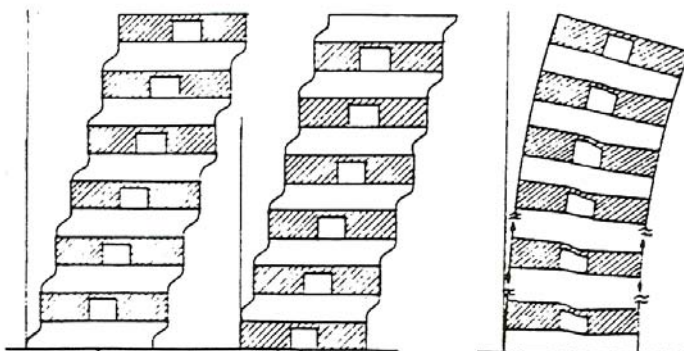
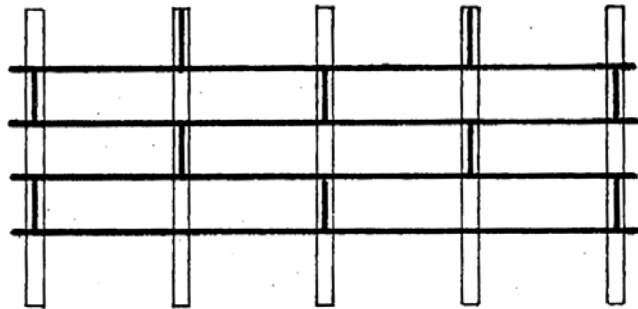
$C_S$  : κέντρο δυσκαμψίας



*Μετατιθέμενα τοιχώματα*



Κατοικίες/ ξενοδοχεία:  
Μέχρι 40 ορόφους

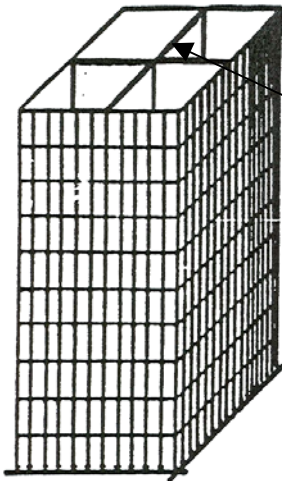


→ Ικανοποιητική  
πλευρική  
δυσκαμψία

διαδοχικά φαινόμενα  
(ανεξάρτητη λειτουργία)

τελική συμπερι-  
φορά (σύζευξη)

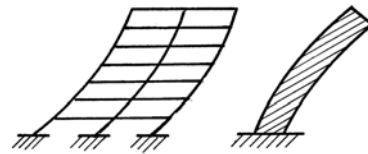
### 2.2.3 Σύνθετοι φορείς



- Συνηθέστερη λύση:  
Πλαίσια + τοιχώματα  
(μεμονωμένα ή συζευγμένα)

- Κιβώτιο με εσωτερικό κορμό (νευρώσεις)  
→ ακατάλληλο για γραφεία  
Κατοικίες / ξενοδοχεία:  
«απεριόριστος» αριθμός ορόφων ( $\leq 150$ )

- Πυρήνας + συνήθη πλαίσια  
Γραφεία: μέχρι  $\sim 40$  ορόφους  
Κατοικίες/ ξενοδοχεία:  $\leq 70$  ορόφους

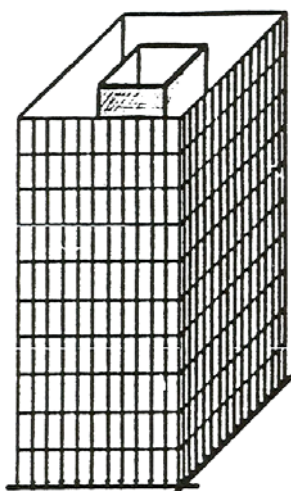
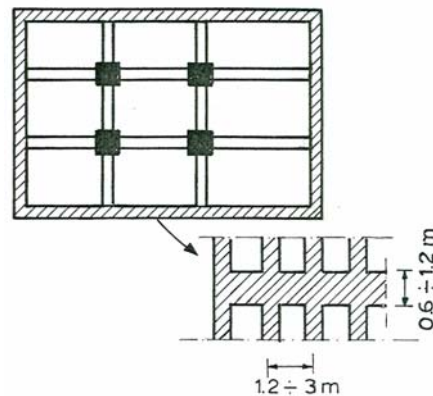


αλληλεπίδραση πλαισίων-τοιχωμάτων

Αλληλεπίδραση πλαισίων - τοιχωμάτων

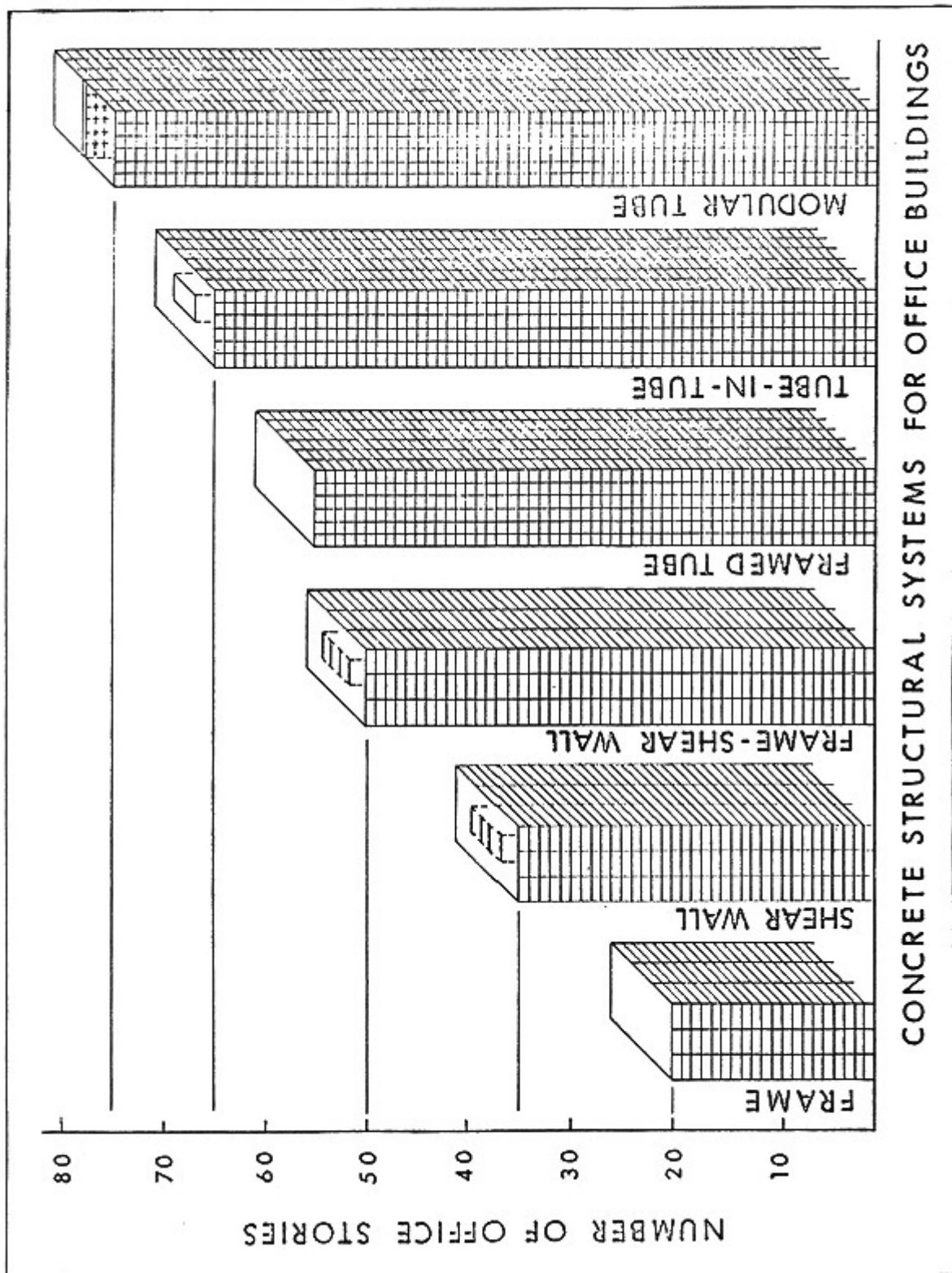
- Εξωτερικός «σωλήνας» + πλαίσια  
Γραφεία:  $(20) \div 40$  ορόφους  
Κατοικίες- ξενοδοχεία:  $(20) \div 60$  ορόφους

Πυκνή διάταξη υποστυλωμάτων  
+ υψίκορμες δοκοί (στην πρόσοψη)



- Διπλός σωλήνας (“tube-in-tube”)
  - Γραφεία: μέχρι  $\sim 80$  ορόφους
  - Κατοικίες/ ξενοδοχεία:  
μέχρι  $\sim 100$  ορόφους
  - Ανοίγματα:  $10 \div 15$  m

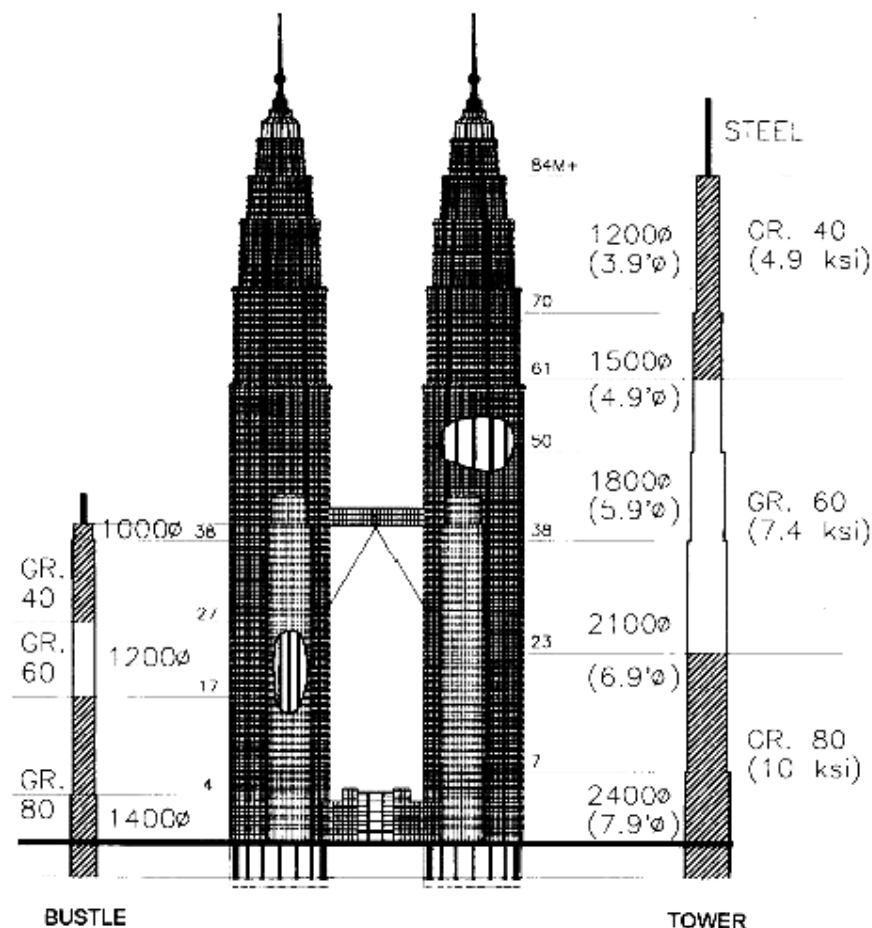
ΣΗΜ. Για πολύ ψηλές κατασκευές ( $\geq 100$  ορόφους)  
χρησιμοποιούνται συνήθως *σύμμικτες*  
κατασκευές (χάλυβας + σκυρόδεμα  
υψηλής αντοχής)



Δομικά συστήματα από Ο/Σ για κτίρια γραφείων (F. R. Khan, 1972)

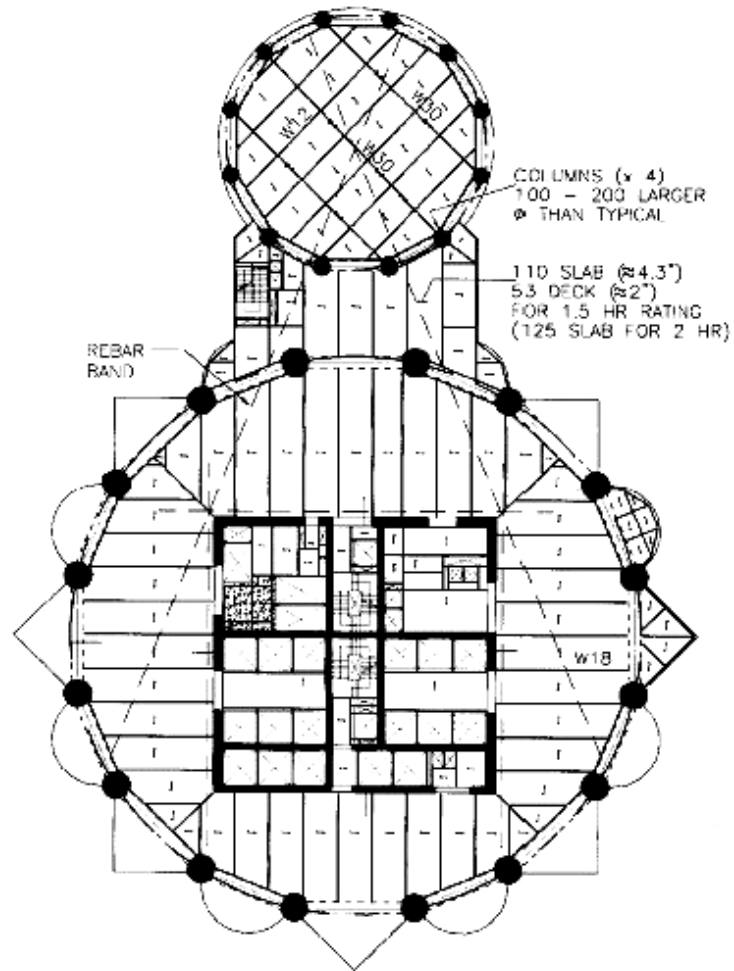
Το ψηλότερο κτίριο του κόσμου, κατασκευασμένο από σκυρόδεμα  
(Πύργοι Petronas, Μαλαισία)<sup>1</sup>

- Δίδυμοι πύργοι στο κέντρο της Kuala Lumpur, ύψους 452m, με πλευρικό πύργο (bustle) εκτεινόμενο μέχρι το μισό του ύψους των κεντρικών.
- Χυτό επιτόπου σκυρόδεμα υψηλής αντοχής (μέχρι και 80 MPa) για τον πυρήνα, τα περιμετρικά υποστυλώματα (μόνο 16 σε κάθε κεντρικό πύργο), και τις περιμετρικές δακτυλιοειδείς δοκούς μεταβλητής διατομής (βλ. σχήμ.) ανοίγματος 8.2 ως 9.8m.
- Φορείς πατωμάτων: σύμμικτη πλάκα (σκυρόδεμα με χαλυβδόφυλλα) επί δοκών από χάλυβα.
- Τοξωτή αερογέφυρα μήκους 58m στη στάθμη των ορόφων 41 και 42, όπου οι πύργοι έχουν σχεδιαστεί για μετακίνηση 300mm σε οποιαδήποτε διεύθυνση.
- Κρισιμότερος συνδυασμός φορτίσεων, εκείνος με την ανεμοφόρτιση – Ο πυρήνας δεν χρειάστηκε διάταξη πρόσθετης απόσβεσης, αλλά η αερογέφυρα και η αντένα στην κορυφή χρειάστηκαν αποσβεστήρες «συντονισμένης μάζας» (tuned mass dampers).

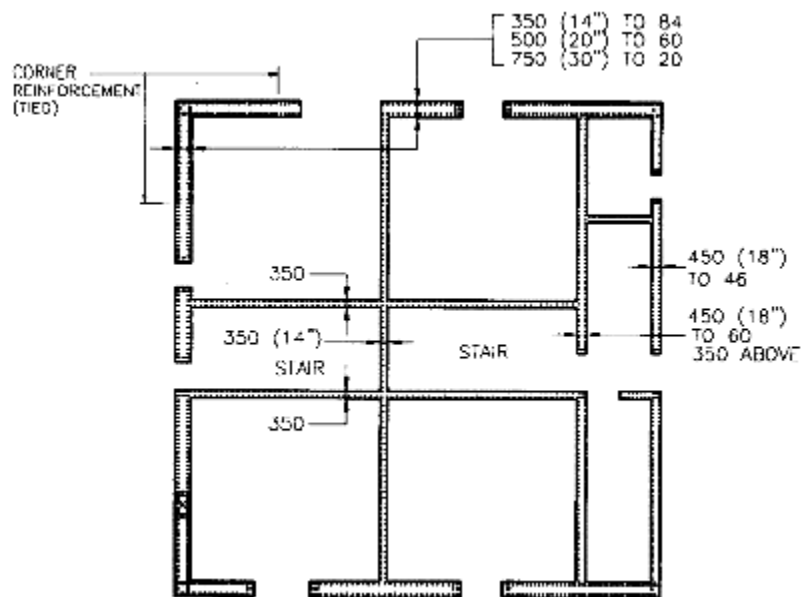


Γενικά στοιχεία των κτιρίων, διαστάσεις, και ποιότητες σκυροδέματος (40÷80 MPa)

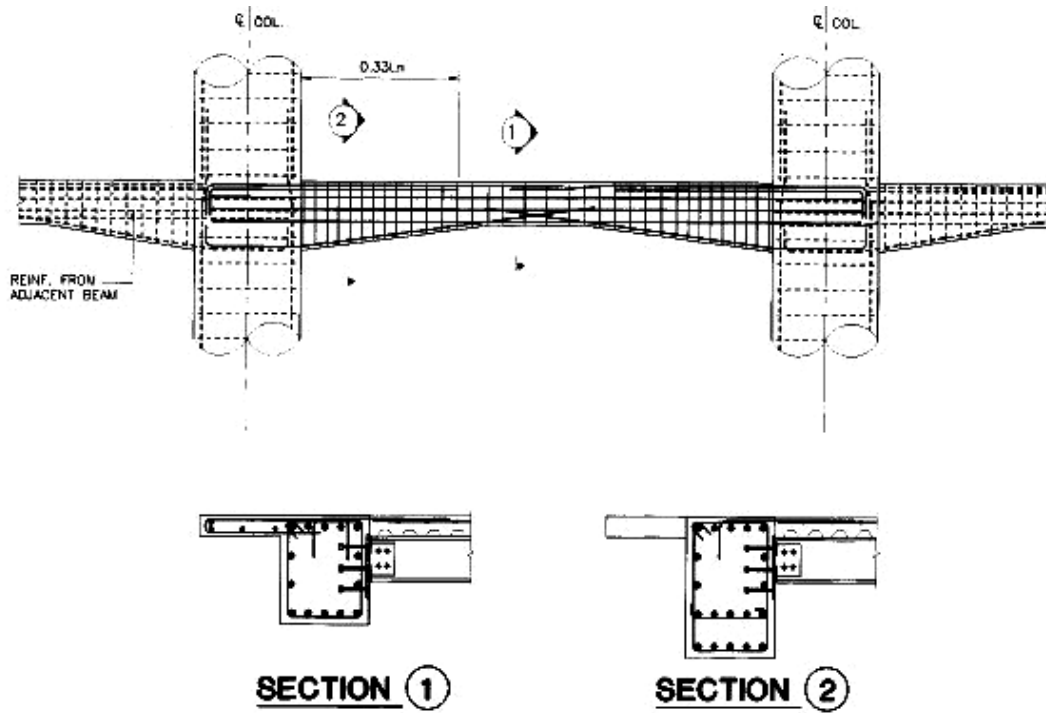
<sup>1</sup> Βλ. Thornton, C.H., et al., *The Structural Design of Tall Buildings*, Vol. 6, 1997, 245-262.



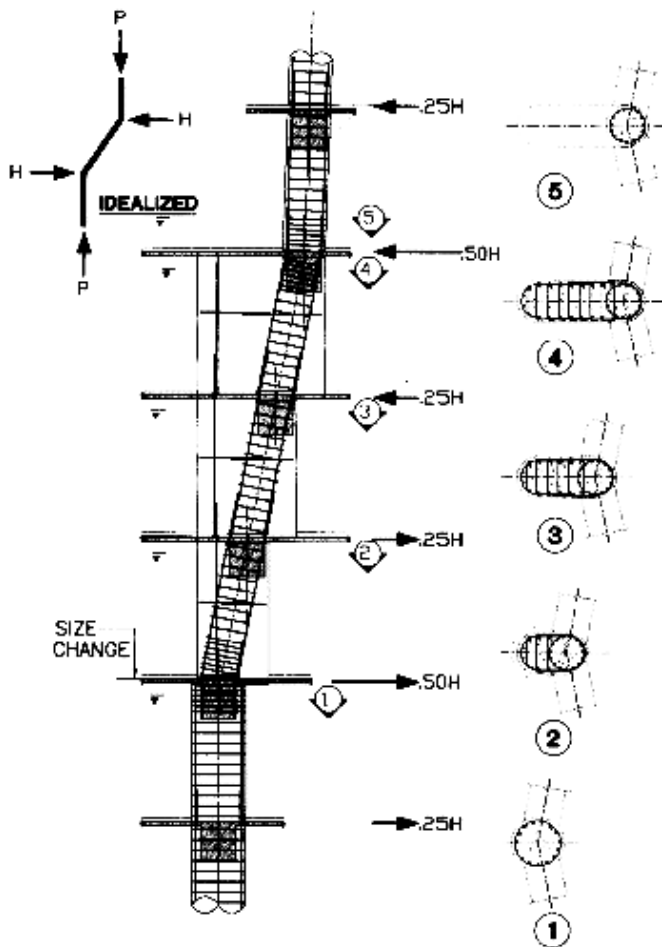
Τυπική κάτοψη (χαμηλών ορόφων) ενός κύριου πύργου και του αντίστοιχου πλευρικού



Κάτοψη και οπλισμοί κεντρικού πυρήνα (στη στάθμη του ισογείου)



Περιμετρικός δακτύλιος (πλαίσιο από Ο/Σ)



Διάταξη κεκλιμένων υποστλωμάτων στην περιοχή των εσοχών

## 2.3 Κριτήρια επιλογής φερόντων συστημάτων κτιρίων

~ Η επιλογή του φορέα (πρέπει να ) είναι προϊόν βελτιστοποίησης!

### Βάσεις και παράγοντες της επιλογής

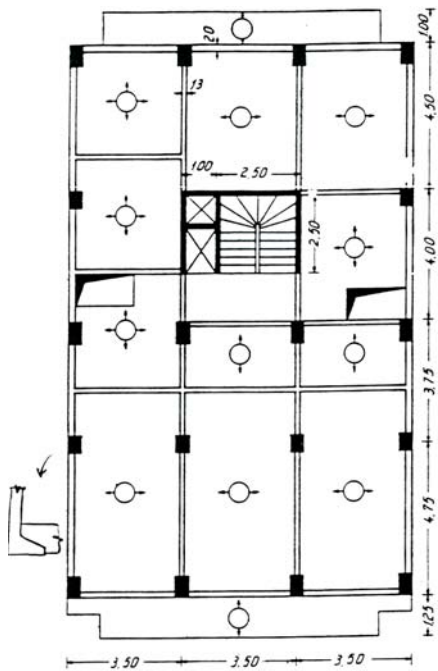
- Σκοπός του έργου (ανάγκες ιδιοκτήτη, οικονομικοκοινωνικές συνθήκες, προοπτικές εκμετάλλευσης, μελλοντικές προβλέψεις)
- «Περιβάλλον»: ▶ φορτία (μόνιμα/ κινητά) «ασυνήθη»?
  - ▶ έδαφος θεμελίωσης
  - ▶ σεισμικότητα – άνεμος
  - ▶ κλιματολογικές συνθήκες  $\left. \begin{array}{l} \text{θερμοκρασια} \\ \text{ξηρανση} \\ \text{ερπυσμος} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{επιρροη} \\ \text{περιβαλλοντικων} \\ \text{συνθηκων} \end{array}$
  - ▶ κυκλοφορία/ προσπελασιμότητα ↔ δυνατότητα προκατασκευής;...
- Υλικά κατασκευής: Ποιότητα (προδιαγραφές) – Κόστος – Διαθεσιμότητα
- Διαθέσιμος εξοπλισμός – εμπειρία – διαχείριση (management) κ.λ.π.
- Κανονισμοί (ΚΟΣ, ΕΑΚ, Κτιριοδομικός, ΓΟΚ....)
  - Εύστοχη χρήση;! Ευθύνες!
- Εξειδίκευση μηχανικών – εμπειρία – χρήση Η/Υ
  - $\left. \begin{array}{l} \text{αναλυση} \\ \text{χρονικος} \\ \text{κ.λ.π.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{φορεα} \\ \text{προγραμματισμος} \end{array}$

### Φορείς της επιλογής

- Ιδιοκτήτης/ χρηματοδότης (ιδιώτης ή κρατικός φορέας)
- Μελετητές (διαφόρων ειδικοτήτων) ↔ όχι «Υπερ-μηχανικοί»!
- Σύμβουλος διαχείρισης έργου (project manager)
- Κατασκευαστής (εάν έχει αποφασιστεί ποιός θα είναι)
  - Σύγχρονη τάση: Ανάθεση κατασκευής και μελέτης στον ίδιο φορέα (κοινοπραξία)
    - «Μελετο – κατασκευή»



### 3. ΔΙΑΤΑΞΗ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΗΘΗ ΚΤΙΡΙΑ



★ Επιρροή υποκειμενικού παράγοντα (Μηχανικός)

#### 3.1 Υποστυλώματα

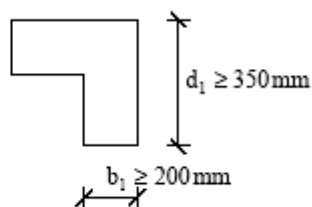
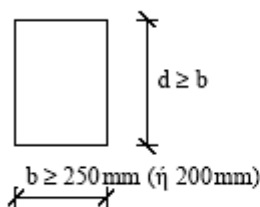
- Διατάσσονται κατά το δυνατό σε κάνναβο.

Σε συνήθη κτίρια κατοικιών:

(3.0 ÷ 3.5) x (3.5 ÷ 4.5)m

- Επιθυμητές θέσεις διάταξης:
  - (i) Αλληλοτομίες τοίχων
  - (ii) Μέσα στους τοίχους
  - (iii) Ελεύθερα στο χώρο (σπάνια)
- Καθώς επιδιώκεται να διήκουν από τη θεμελίωση μέχρι τον ανώτατο όροφο (όχι «φυτευτά»!)

- Ελάχιστες διαστάσεις υποστυλωμάτων:



Γωνιακά υποστυλώματα:

$d_1 \geq 350\text{mm}$

$b_1 \geq 200\text{mm}$

- Τα υποστυλώματα της μεσοτοιχίας να αντικρίζονται με άλλα (υποστυλώματα ή τοιχώματα)

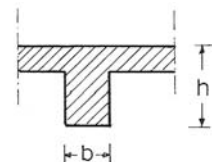
#### 3.2 Δοκοί

(α) Κόριες: Εδράζονται σε υποστυλώματα – τοιχώματα

(β) Δευτερεύουσες: Εδράζονται σε άλλες δοκούς

- Κριτήρια διάταξης δοκών:
  - (i) Μέσα στο πάχος των τοιχοποιιών
  - (ii) Κατά το δυνατό αραιά διαδοκίδωση ( $\leftrightarrow$  κόστος ξυλοτύπων)
  - (iii) Αποφυγή αλληλοστηριζόμενων δοκών

- Συνήθεις διαστάσεις:  $b \geq 200\text{mm}$   
 $h \geq 400 \div 700\text{mm}$  (ύψος θυρώματος : 2.20m)



### 3.3 Πλάκες

- Κατά κανόνα σταθερό πάχος σε όλον τον όροφο  
(πιθανές εξαιρέσεις: μεγάλα φατνώματα, μεγάλοι πρόβολοι)
- Διαστάσεις: Ανάλογα με τον τύπο (συμπαγείς, μυκητοειδείς, κ.λ.π.)
  - βλ. ενότητα 2.1.1 για τους τύπους πλακών

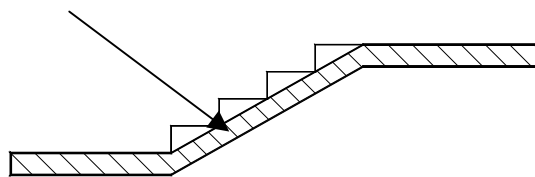
### 3.4 Τοιχώματα

→ *από αυτά πρέπει να αρχίζει η σύνθεση του σκελετού!* (δύσκολο να «βουλευτούν» από αρχιτεκτονικής πλευράς, μεγάλη η σημασία τους για τη δυσκαμψία/δυστρεψία)

- Επιθυμητή διάταξη σε κάτοψη:
  - (i) Στα τοιχώματα κλιμακοστασίων και φρεάτια ανελκυστήρων
  - (ii) Στην περίμετρο του κτιρίου: Ανάγκη για κατά το δυνατό συμμετρική διάταξη (μείωση επιρροής στροφής υπό οριζόντια φορτία)
  - (iii) Στην περίμετρο του υπογείου (παραλαβή ωθήσεων γαιών, αύξηση δυσκαμψίας / Μείωση επιρροής διαφορ. καθιζήσεων, ευνοϊκότερη κατανομή σεισμικών φορτίων στο έδαφος).

### 3.5 Κλίμακες

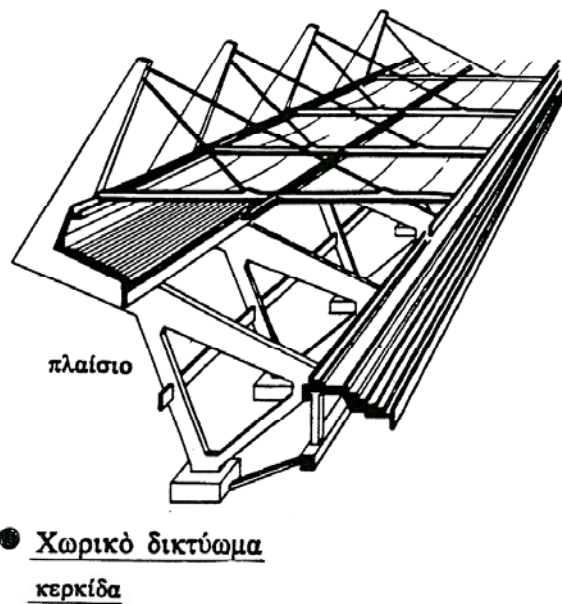
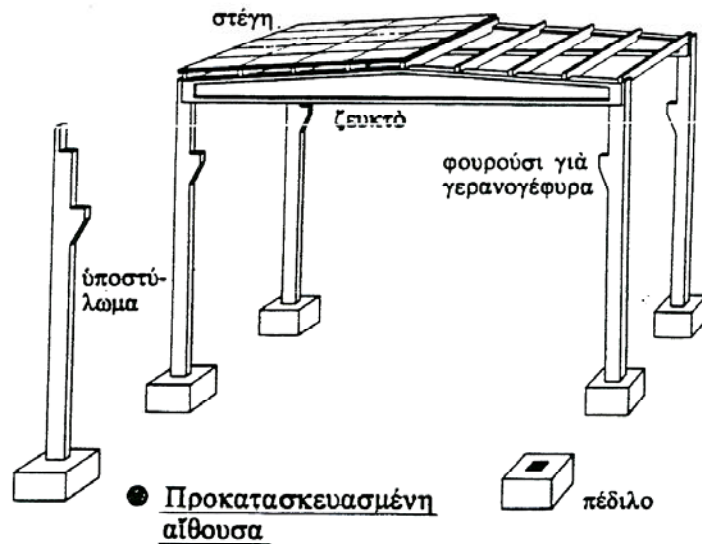
- Πρόβολοι στο τοίχωμα του κλιμακοστασίου
- Σε ελεύθερο βαθμιδοφόρο

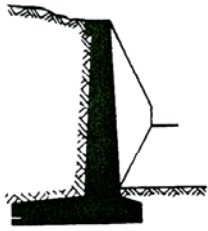


- Ειδικές μορφές

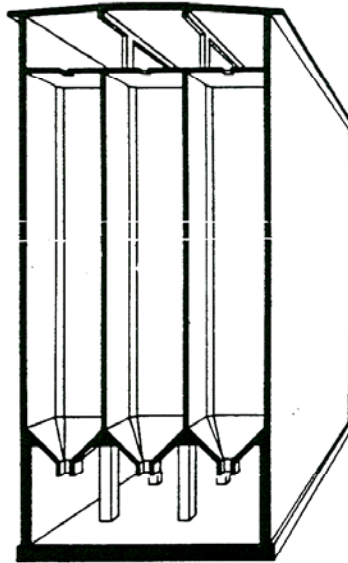
#### 4. ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΦΟΡΕΩΝ Ο/Σ

(Φορείς που δεν εξετάζονται λεπτομερώς στα πλαίσια αυτού του μαθήματος, αλλά ορισμένοι αποτελούν αντικείμενο της επιλογής «Ειδικές Κατασκευές Σκυροδέματος»)

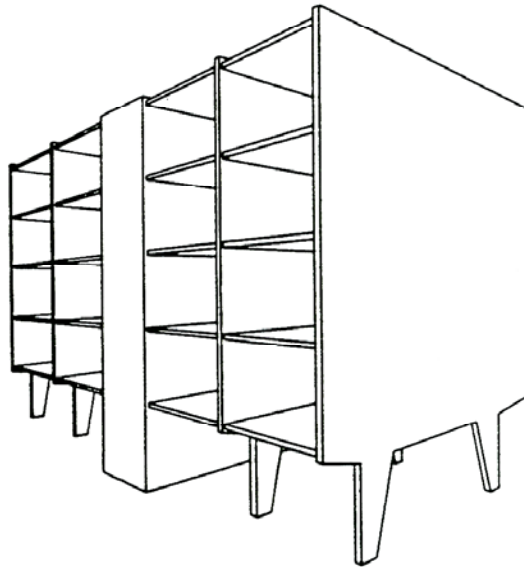




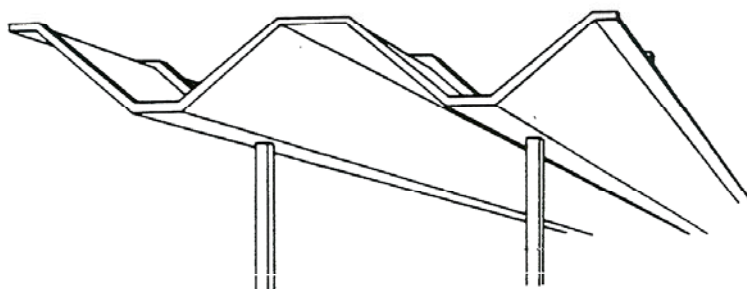
● Τοίχος άντι-  
στήριξης



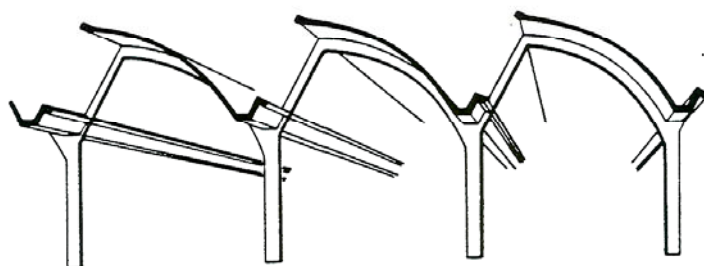
● Δίσκοι  
σιλό δημητριακών



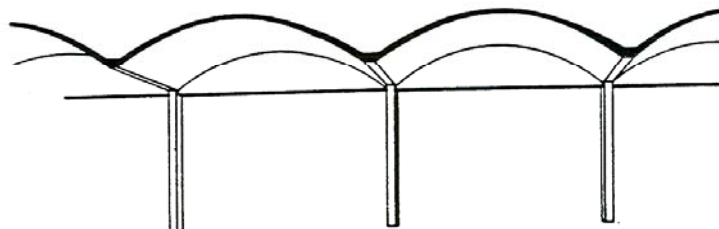
● Δίσκοι  
καπουκίος



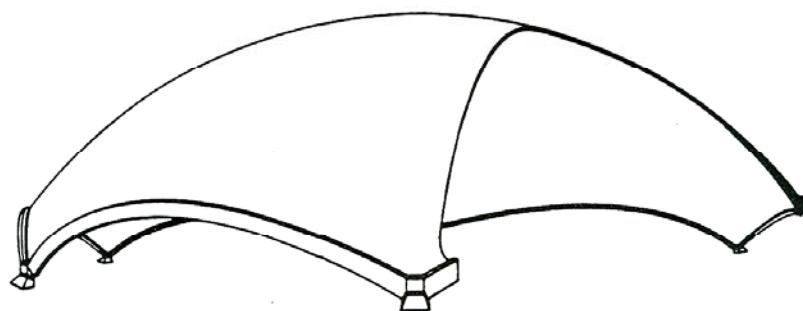
● Πτυχωτός φορέας



● Κελύφη



● Κελύφη



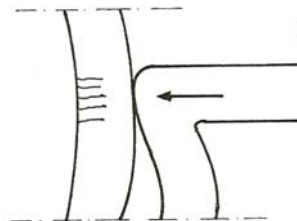
● Σφαιρικό κέλυφος

## Μέρος 2. Επαφή με γειτονικά κτίρια (§ 4.1.7.2.ΕΑΚ)

- ★ *Κριτήριο*: Αποφυγή συνεπειών πρόσκρουσης γειτονικών κατασκευών στη διάρκεια του σεισμού (δυσμενέστερη θέση στο οικοδομικό τετράγωνο: γωνιακά – δισγωνικά)

Ιδιαίτερα δυσμενής συνέπεια:

Ο εμβολισμός των υποστρωμάτων ενός κτιρίου από πλάκες ή δοκούς του παρακείμενου



- ★ *Κανόνες εφαρμογής*: 2 εναλλακτικές λύσεις

(α) Κατασκευή σεισμικού αρμού πλήρους διαχωρισμού με εύρος

$$\Delta = q_1 \Delta_{e1} + q_2 \Delta_{e2} (\approx 2q \Delta_d \text{ υπό μελέτη}) \rightarrow \text{παλιότερες απόψεις (π.χ. ΕΑΚ πριν το 2000)}$$

Αποτελέσματα πρόσφατων ερευνών στο ΑΠΘ και αλλού έδειξαν ότι αρκεί:

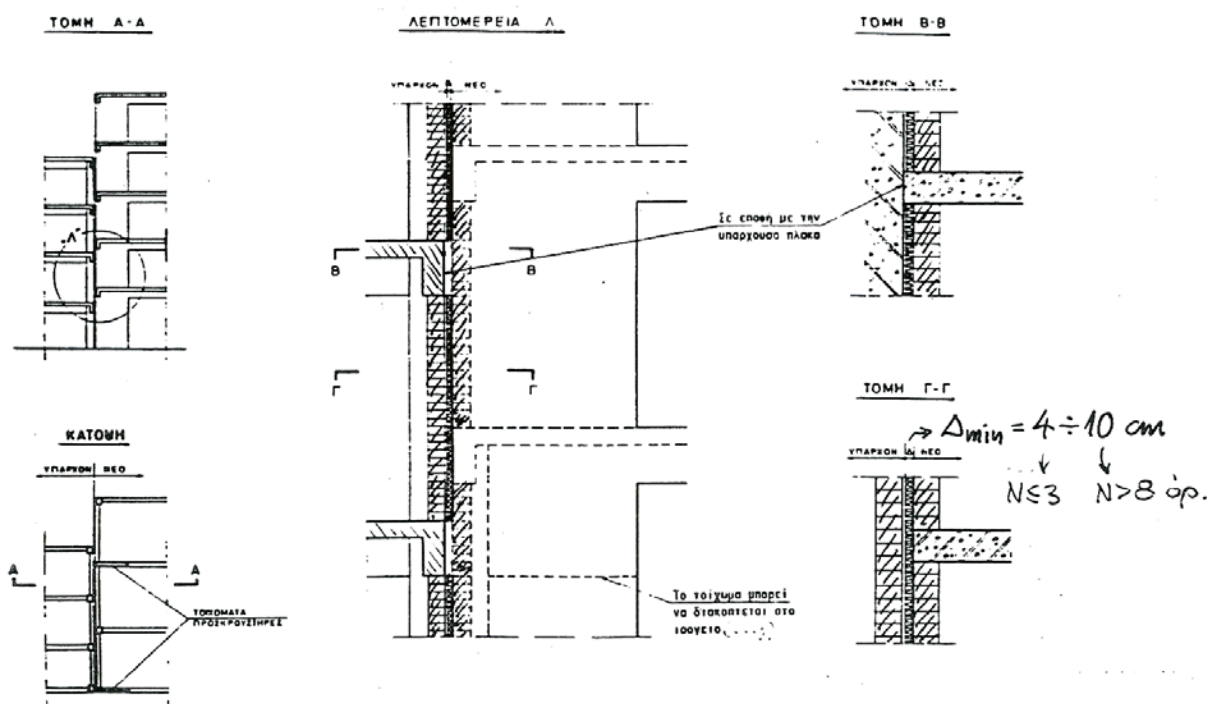
$$\Delta = \sqrt{q_1^2 \Delta_1^2 + q_2^2 \Delta_2^2} \rightarrow \text{υιοθετήθηκε και από ΕΑΚ 2000}$$

Όταν δεν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού (λόγω ισοσταθμίας πλακών) αρκούν

4cm	για επαφή μεχρι	N = 3	
min αρμοί :	8cm	για επαφή μεχρι	N = 8
	10cm	για επαφή μεχρι	N > 8

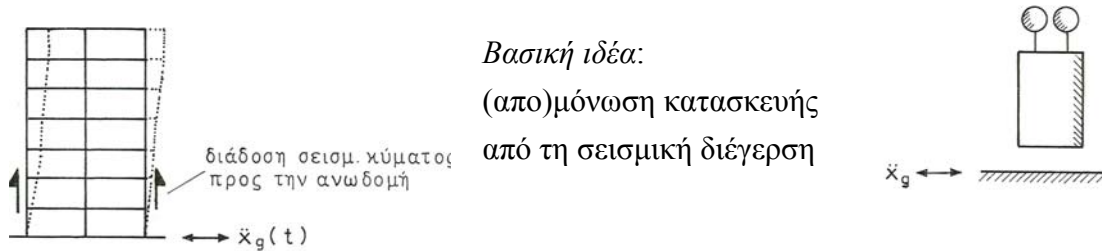
- Στο υπόγειο αρκεί αρμός 2.5cm

(β) Κατασκευή προστατευτικών τοιχωμάτων – προσκρουστήρων:



→ Ενδιαφέρουσα λύση που τελικώς δεν εφαρμόστηκε... (είχε υιοθετηθεί στον ΕΑΚ '95)

## Μέρος 3. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ



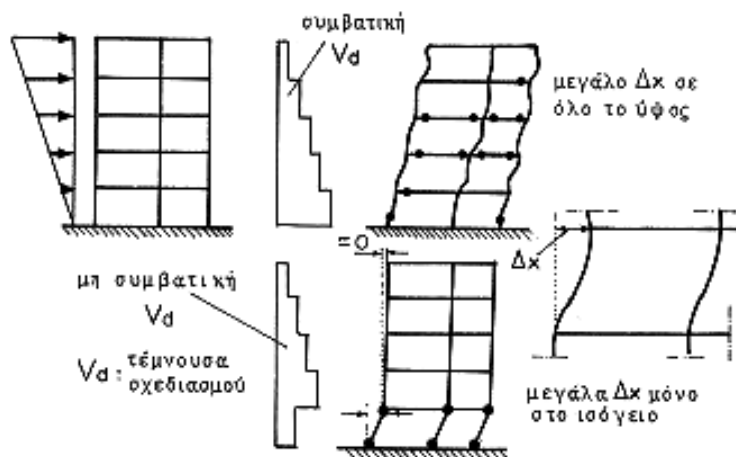
Βασική ιδέα:  
(απο)μόνωση κατασκευής  
από τη σεισμική διέγερση

→ Πρακτικοί στόχοι:

- προστασία ανωδομής (↔ συναρτάται και με σπουδαιότητα)
- περιορισμός της σεισμικής βλάβης στο ισόγειο ή στη διεπιφάνεια θεμελίωσης – ανωδομής

1<sup>η</sup> λύση:

“soft storey” → “μαλακός” όροφος (δηλ. πολύ εύκαμπτος)



★ Βασική ιδέα: Διαστασιολόγηση και κατασκευαστική διαμόρφωση ισογείου ώστε να συμβαίνει εκεί  $\approx$  όλη η απόσβεση ενέργειας/ πλαστικοποίηση (βλ. και πιλοτή!)

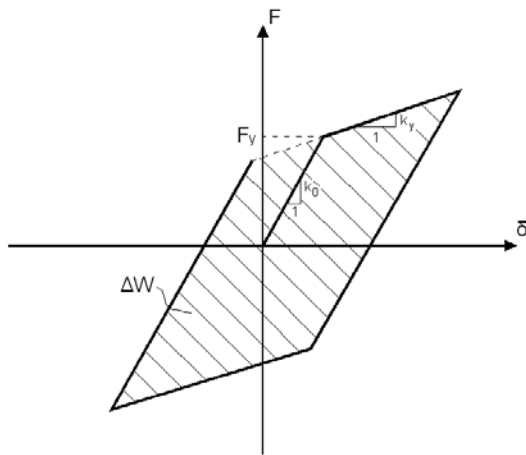
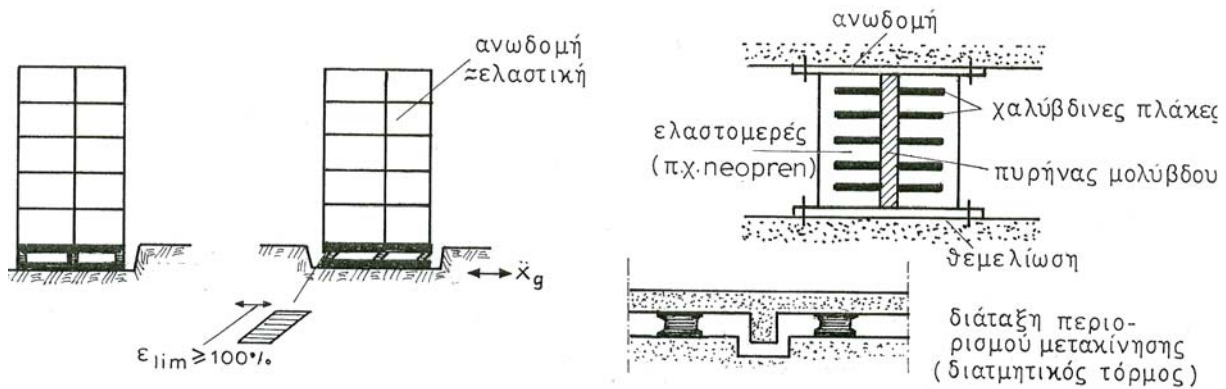
→ Κόρια μειονεκτήματα:

- Υπερβολικές απαιτούμενες πλαστιμότητες στο ισόγειο
- Δυσκολία/ κόστος επισκευής κατακόρυφων στοιχείων ισογείου (π.χ. νοσοκομείο Olive View, California, σεισμός 1971)

→ Η λύση αυτή πρακτικά εγκαταλείφθηκε!

2<sup>η</sup> λύση:

Ειδικά στοιχεία μόνωσης – απόσβεσης → ελαστομεταλλικά εφέδρανα (ή άλλες διατάξεις που επιτρέπουν την ολίσθηση της ανωδομής, χωρίς ανάπτυξη σημαντικών δυνάμεων)



- Συμπεριφορά συστήματος σεισμική μόνωσης: κατά κανόνα *διγραμμική*, αλλά μπορεί να είναι και ελαστική, π.χ. στα ελαστομεταλλικά εφέδρανα με πυρήνα μολύβδου:

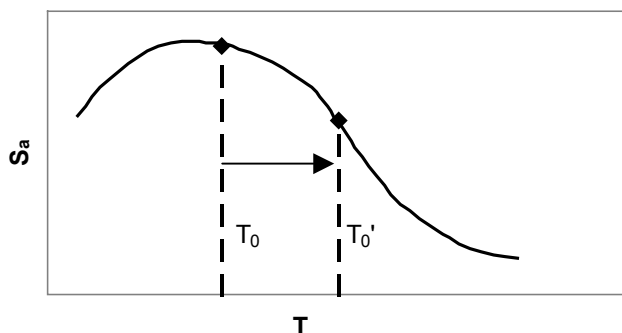
$k_0$  : αρχική δυσκαμψία (πυρήνας + ελαστομερές)

$k_y$  : τελική δυσκαμψία (μόνο ελαστομερές)

βέλτιστο  $k_y \approx 25\% k_0$

- Κριτήριο σχεδιασμού:  $F_y \geq \Sigma V_{ser}$  → ελαστική απόκριση για συνήθεις σεισμούς (+άνεμο)

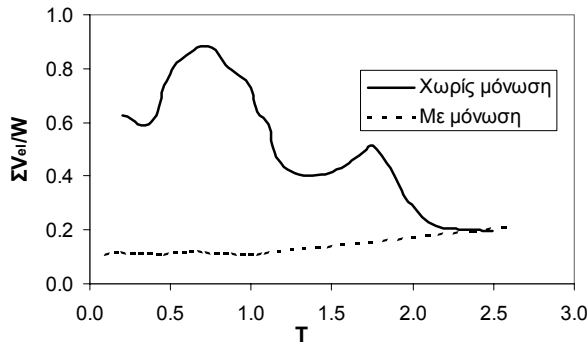
$$G + \psi_2 Q + \frac{E}{2.5} \quad (\text{σεισμικός συνδυασμός λειτουργικότητας})$$



- Για σεισμό σχεδιασμού:

- μείωση  $S_a$  (φασματικής επιτάχυνσης) λόγω επιμήκυνσης της ιδιοπεριόδου
- απόσβεση στα εφέδρανα (ή/ και πρόσθετους αποσβεστήρες, π.χ. υδραυλικούς)
- προστασία ανωδομής (ώστε να μην απαιτούνται υψηλές  $\mu_{διαθ}$ ).





→ σημαντική μείωση  $\Sigma V_{el}$  (κυρίως για χαμηλές  $T_0$ , δηλ. δύσκαμπτα κτίρια)

ΣΗΜ. Λόγω στροφών στη βάση και επιρροής ανώτερων ιδιομορφών (που δεν «μονώνονται»), κάποιο ποσοστό δυναμικής ενίσχυσης συμβαίνει και στις κατασκευές με σεισμική μόνωση.

#### Μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος παραγωγής αντισεισμικών εφεδράνων (μεγάλα  $\varepsilon_{lim}$ ,  $\Delta W$ )
- Επίπονη η αντικατάσταση των εφεδράνων (που απαιτείται λόγω σεισμικής βλάβης, ή/και γήρανσης του εφεδράνου)
- Κατασκευαστική διαμόρφωση φορέα για παρεμβολή εφεδράνων (υπόγεια, κοιτοστρώσεις)
- Κατασκευαστικοί αρμοί γύρω από το κτίριο
- Διαμόρφωση ηλεκτρομηχανολογικών/ υδραυλικών εγκαταστάσεων (που δεν πρέπει να αστοχούν όταν αναπτύσσεται η προβλεπόμενη παραμόρφωση των εφεδράνων).

Η οικονομοτεχνική σκοπιμότητα της σεισμικής μόνωσης πρέπει να κρίνεται αφενός σε προοπτική χρόνου (μείωση μελλοντικών ζημιών από σεισμό, σε σχέση με αύξηση αρχικού κόστους λόγω εγκατάστασης συστήματος μόνωσης) και αφετέρου με συνεκτίμηση του μειωμένου κόστους σεισμικής ασφάλισης (σύγχρονη τάση διεθνώς).

→ Πρόβλημα διεθνώς σε εξέλιξη(!)<sup>2</sup>

- Η.Π.Α.:
  - ★ Προσωρινές οδηγίες SEAONC – 1986 (το πρώτο σχετικό κείμενο, διεθνώς)
  - ★ UBC 1997: Κεφάλαιο για σεισμική μόνωση κτιρίων
- Εφαρμογή και στην Ευρώπη, κυρίως στις (υφιστάμενες) γέφυρες.
  - ★ Ευρωκώδικας 8 (EN1998-1, 2004): Ειδικό κεφάλαιο (Κεφ. 10) για σεισμική μόνωση κτιρίων.

<sup>2</sup> Το θέμα της σεισμικής μόνωσης καλύπτεται και στην ενότητα 4.2.2 του βιβλίου των Γ. Πενέλη – Α. Κάππου (1990). Τα στοιχεία που περιέχονται στις παρούσες Πρόσθετες Σημειώσεις ανταποκρίνονται στις σύγχρονες τάσεις στο θέμα της σεισμικής μόνωσης (το οποίο υπήρξε αντικείμενο ευρύτατης έρευνας στο διάστημα από το 1990 μέχρι σήμερα).