

# **ΦΟΙΤΗΤΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ/ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ**

**ΠΑΤΡΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009, 2010, 2011**

- Πάτρα, 13 & 14/05/2009
- Κέρκυρα, 26 & 27/06/2009
- Χίος, 16/10/2009
- Κως, 27/11/2010
- Σεμινάρια ΚΑΝΕΠΕ
- Σεμινάρια ΕΚΔΔ

## **ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ**

**(ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΚΑΝΕΠΕ)**

**Μ.Π. Χρονόπουλος, ΕΟΣ/ΕΜΠ  
2010 / 2011**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1) Γενικά, προσομοίωση
- 2) Επιρροή ανοιγμάτων
- 3) Πρόωρη αστοχία εκτός επιπέδου, απομείωση αντιστάσεων
- 4) Αντιστάσεις τοιχοπληρώσεων
  - 4.1 Καταστατικός νόμος διατμητικού φατνώματος
  - 4.2 Καταστατικός νόμος θλιβόμενης διαγώνιας ράβδου
  - 4.3 Συνιστώμενες τιμές αντοχών (ΜΠΧ), προσομοιώματα
- 5) Πρόσθετα περί τοιχοπληρώσεων κατά ΚΑΝΕΠΕ
- 6) Τοπική επιρροή τοιχοπληρώσεων, κοντά υποστυλώματα και περιοχές των κόμβων των πλαισίων
- 7) Επιρροή των βλαβών, μειωτικοί συντελεστές  $r$
- 8) Τοιχοπληρώσεις και μή-κανονικότητα, προβλέψεις EC 8 (για τον σχεδιασμό νέων δομημάτων)

# 1. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

- 1) ΔΕΝ συμμετέχουν στην ανάληψη κατακορύφων φορτίων (βαρύτητας).  
ΔΕΝ είναι φέροντα στοιχεία (όπως ο σκελετός από Ο.Σ.).
- 2) ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΟΝ, επιτρέπεται ή επιβάλλεται να συνεκτιμηθούν (βλ. προσομοιώματα).
- 3) Η ενδεχομένως δυσμενής επιρροή τους (τοπικώς ή γενικώς), οφείλει πάντοτε να ελέγχεται ή/και να περιορίζεται. (π.χ. στρέψη, δημιουργία κοντών στοιχείων κ.λπ.).
- 4) Μπορούν να λαμβάνονται υπόψη μόνον όταν :
  - Περιβάλλονται από στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (τουλάχιστον κατά τις 3 από τις 4 πλευρές)
  - Δεν έχουν μεγάλα ή/και πολλά ανοίγματα, και
  - Δεν αστοχούν πρόωρα εκτός επιπέδου.
- 5) Γενικώς, απαγορεύεται να λαμβάνονται επιλεκτικώς υπόψη, π.χ. από όροφον σε όροφον ή από θέση σε θέση.

... Κατά την αιτιολογημένη κρίση του Μηχανικού

---

... Τα περί πρωτευόντων/δευτερευόντων στοιχείων ισχύουν μόνον για φέροντα στοιχεία του σκελετού

- 6) Συνήθεις και άοπλες, υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις :  
(με κατ' εξοχήν ψαθυρή και αναξιόπιστη συμπεριφορά)

Ενδεχομένως, λαμβάνονται υπόψη μόνον στις στάθμες επιτελεστικότητας Α ή Β, ενώ ελέγχονται σε όρους δυνάμεων ή παραμορφώσεων.

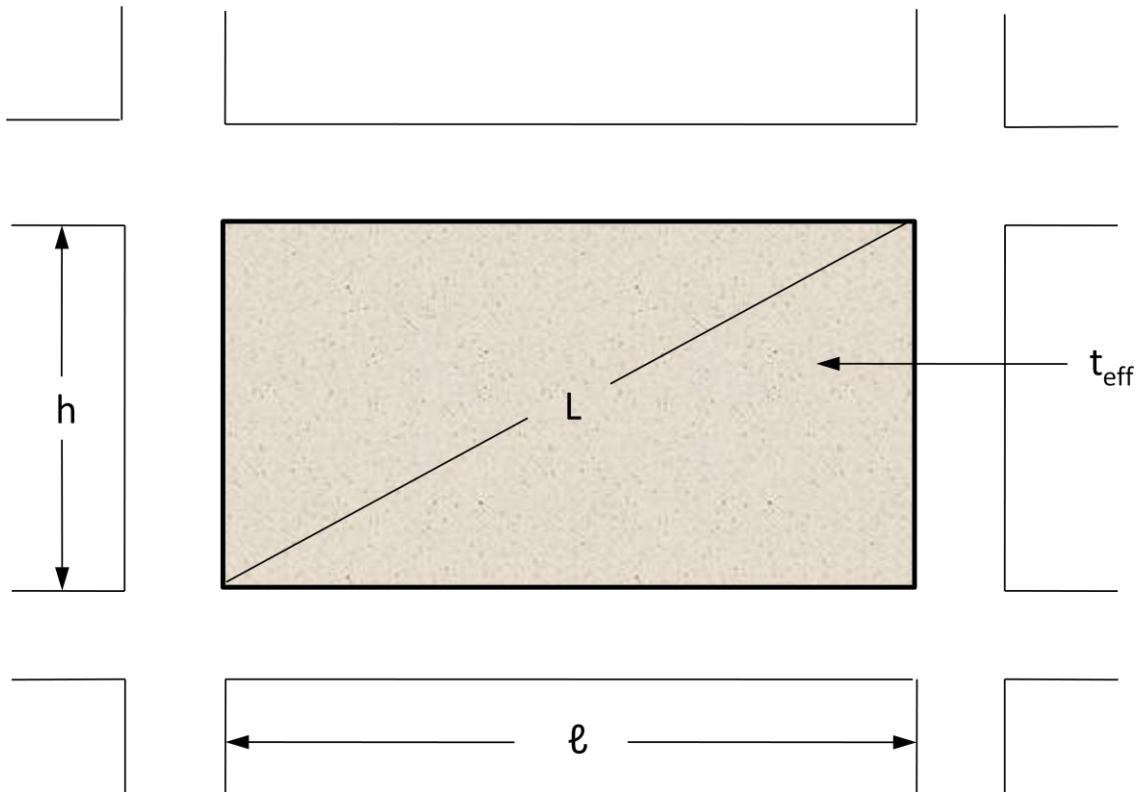
Έτσι, το πλήρες σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς δεν έχει πρακτική σημασία.

Για την στάθμη επιτελεστικότητας Γ, δεν λαμβάνονται υπόψη, και (κατ' ακολουθίαν) δεν ελέγχονται.

- 7) Υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις με ενισχύσεις, ή Προστιθέμενες οπλισμένες τοιχοπληρώσεις

Μπορούν να λαμβάνονται υπόψη καί για την στάθμη επιτελεστικότητας Γ, με κατά περίπτωση έλεγχο σε όρους δυνάμεων ή παραμορφώσεων (αναλόγως πλαστιμότητας).

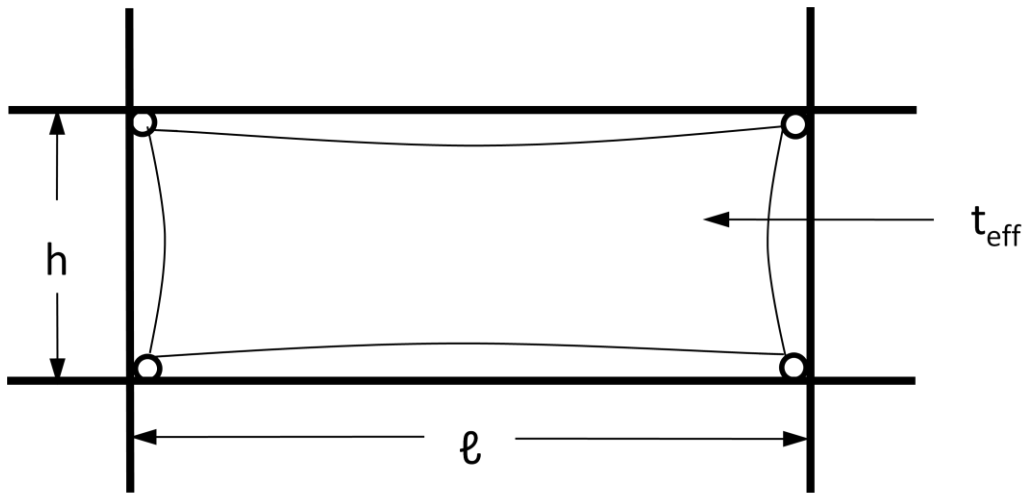
Σχετικώς, επιτρέπεται να συνεκτιμηθεί καί ο κλάδος του σκελετικού διαγράμματος συμπεριφοράς μετά την οιονεί – αστοχία, με  $\alpha=0,25$  και  $\beta=1,50$  (όπως και για τα στοιχεία Ο.Σ.).



## ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗ

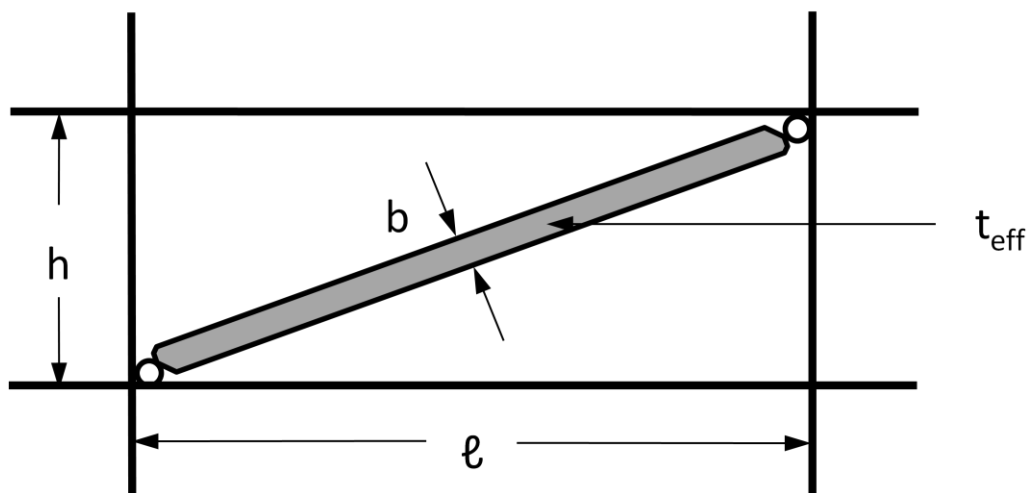
ΓΕΝΙΚΩΣ, «ΓΕΜΙΣΜΑΤΑ» ΑΜΙΓΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΑΠΟ Ο.Σ.

# ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ



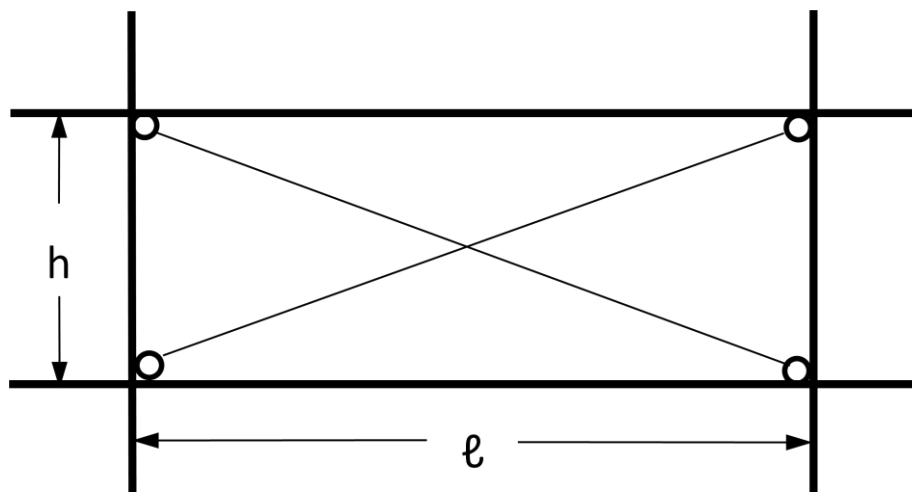
ΟΡΘΟΤΡΟΠΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΟ ΦΑΤΝΩΜΑ

ή



ΑΠΛΗ ΘΛΙΒΟΜΕΝΗ ΔΙΑΓΩΝΙΑ ΡΑΒΔΟΣ

ΠΡΟΣΟΧΗ :  $l$  και  $h$  οι «καθαρές» διαστάσεις του τοίχου



### ΘΛΙΠΤΗΡΑΣ - ΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ

«Ισοδύναμο» προσομοίωμα χιαστί ράβδων (δύο διαγωνίων),  
με ράβδους μισής δυστένειας και αντοχής

---

Γενικώς, μικρές διαφοροποιήσεις όσο αφορά τις αξονικές δυνάμεις στύλων (και όχι δοκών)

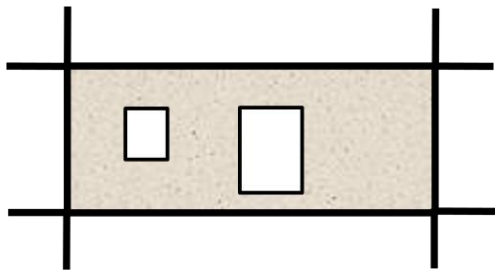
---

**Προσοχή** : Οι ράβδοι αρχίζουν και τελειώνουν σε «κόμβους»  
του πλαισίου, και όχι σε ενδιάμεσες περιοχές  
στύλων ή δοκών

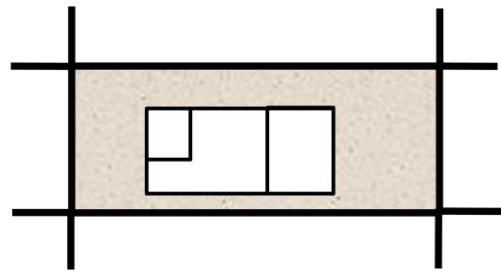
## 2. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

- Η διάταξη των ανοιγμάτων και οι συνοριακές συνθήκες, επιτρέπουν την «λειτουργία» του διατμηματικού φατνώματος ή των θλιβομένων διαγωνίων ράβδων ;
  
- Τα κάθε είδους ανοίγματα, περιβάλλονται από πλαισιώματα ή διαζώματα ή άλλα ενισχυτικά στοιχεία, οριζόντια ή/και κατακόρυφα (λαμπάδες, ποδιές, πρέκια) ;
  
- Η προσομοίωση, γενικώς, δεν μπορεί να γίνει με απλά μέσα.
  
- Βλ. πέντε (5) περιπτώσεις, για μια κατ' αρχήν εκτίμηση της επιρροής των ανοιγμάτων.

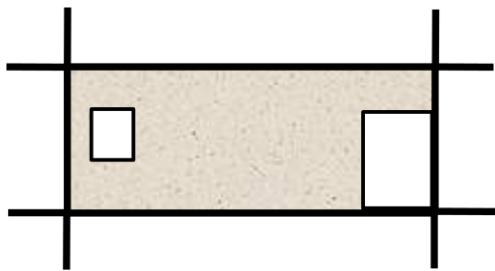




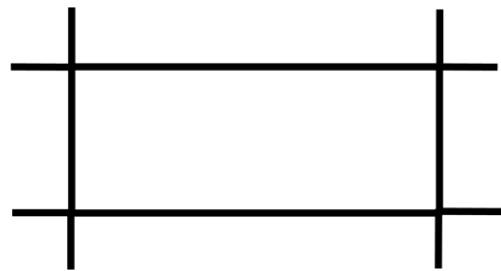
Δύο μικρά/γειτονικά



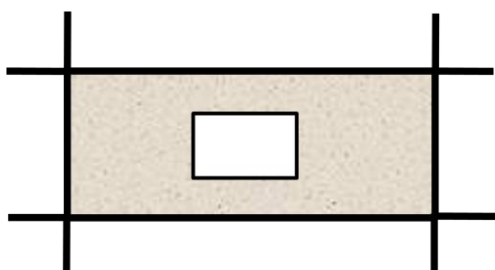
Ένα ισοδύναμο/ενιαίο, περιγεγραμμένο  
(βλ. στα επόμενα)



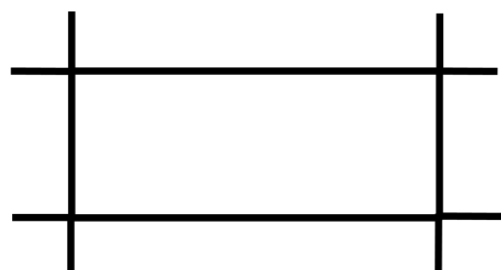
Δύο μεγάλα, στα άκρα



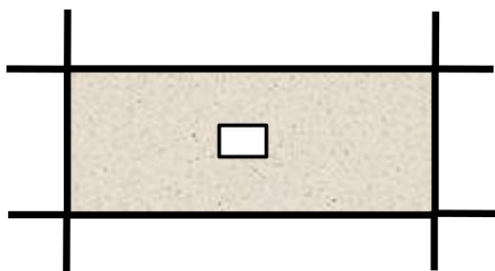
Αμελείται η τοιχοπλήρωση



Ένα μεγάλο, στο κέντρο  
( $\sim 0,5 \ell$  ή/και  $0,5 h$ )



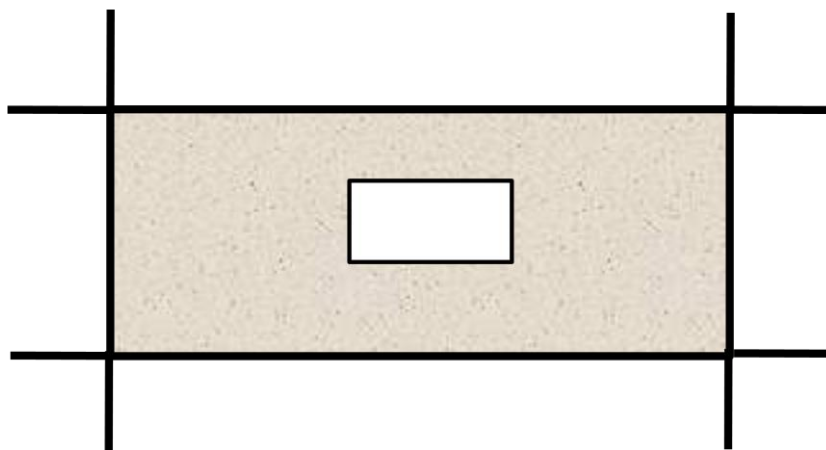
Αμελείται η τοιχοπλήρωση



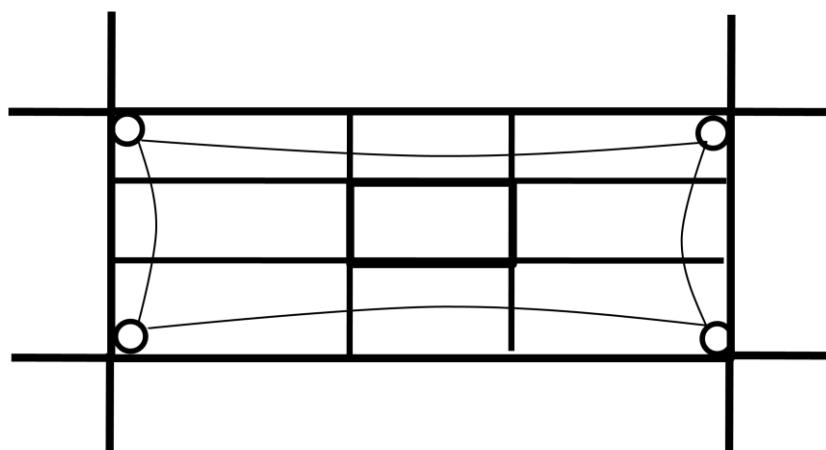
Ένα μικρό, στο κέντρο  
( $\sim 0,2 \ell$  ή/και  $0,2 h$ )



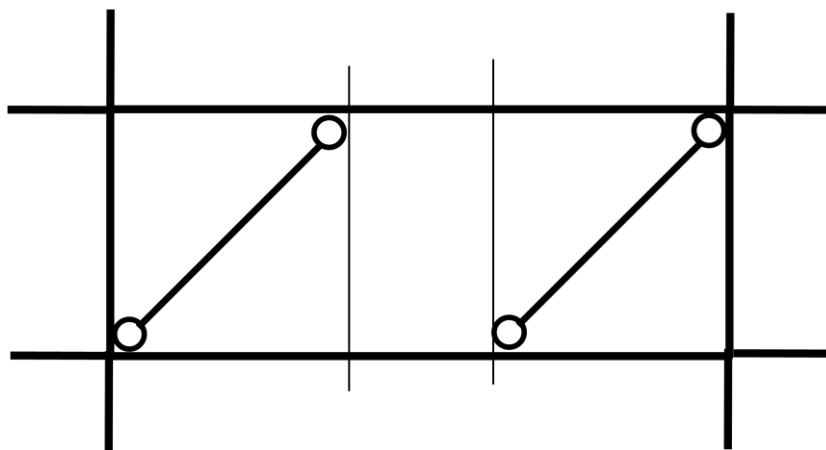
Αμελείται το άνοιγμα



Άνοιγμα στο κέντρο, με διαστάσεις μεταξύ 0,2 και 0,5 των διαστάσεων του φαινώματος



ή



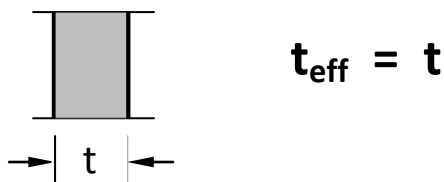
### 3. ΠΡΟΩΡΗ ΑΣΤΟΧΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Απομείωση (μέχρι μηδενισμού) της διατμητικής ή θλιπτικής αντίστασης της τοιχοπλήρωσης (βλ. στα επόμενα), αναλόγως της «πρακτικής» λυγηρότητας εκτός επιπέδου,  $\lambda = L/t$ .

$L = \sqrt{\ell^2 + h^2}$ , το «καθαρό» μήκος της διαγώνιας ράβδου, με  $\ell$  και  $h$  τις «καθαρές» διαστάσεις

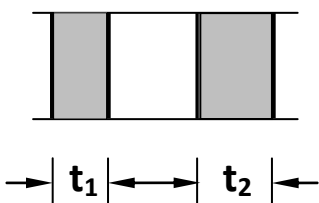
$t = t_{\text{eff}}$ , το «ισοδύναμο» πάχος της τοιχοπλήρωσης, αναλόγως των λεπτομερειών δόμησης

α) Ενιαίες, κατά την διατομήν (το πάχος), τοιχοπληρώσεις



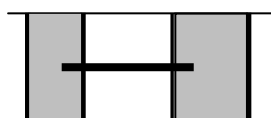
$$t_{\text{eff}} = t$$

β) Δίστρωτες («κοίλες») τοιχοπληρώσεις



$$t_{\text{eff}} \cong \frac{1}{2} (t_1 + t_2)$$

ΓΙΑ ΗΜΙΤΕΛΗ ή ΑΝΕΠΑΡΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ



$$t_{\text{eff}} \cong \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} \cong \frac{2}{3} (t_1 + t_2)$$

ΓΙΑ ΠΛΗΡΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ

## Απομείωση αντιστάσεων

Σε περιπτώσεις απλής περιμετρικής «επαφής» πλαισίου και τοίχου, ισχύει η εξής προσέγγιση :

- Για  $\lambda \leq 15$  (ή  $l/t \leq 15$  και  $h/t \leq 15$ )

Αμελείται η απομείωση αντίστασης.

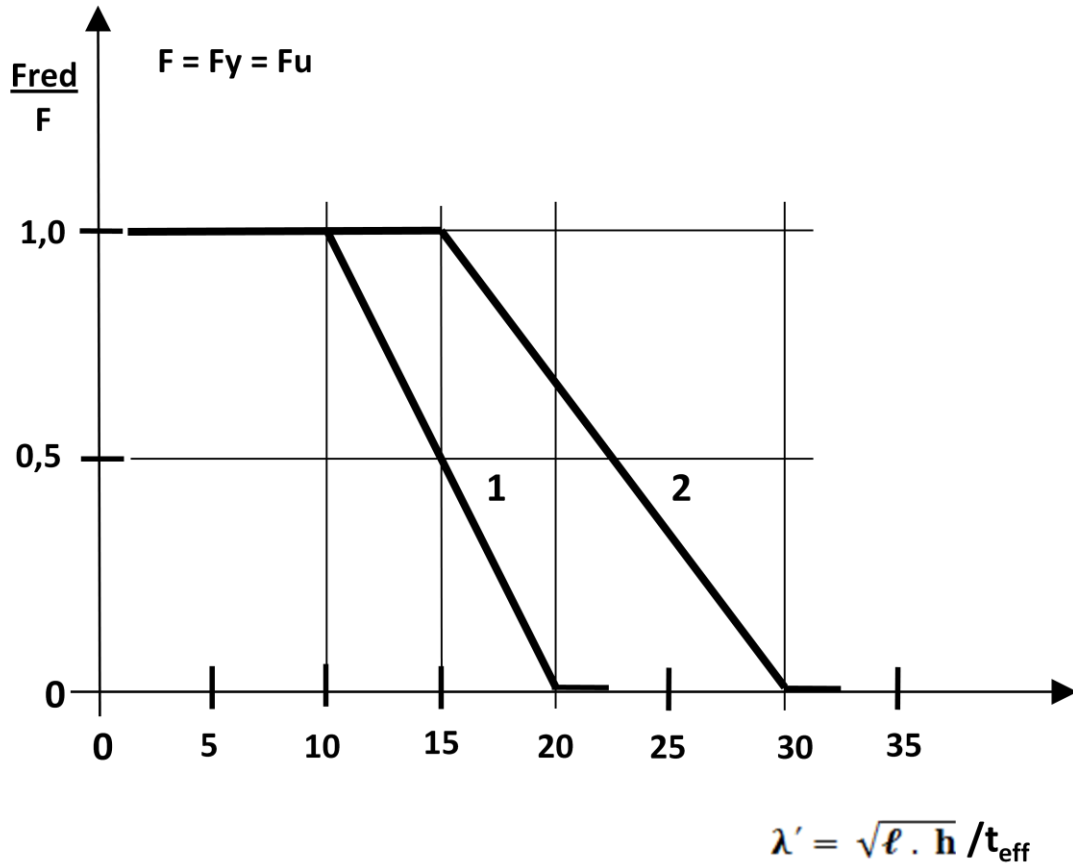
- Για  $\lambda \geq 30$

Αμελείται η τοιχοπλήρωση.

- Για ενδιάμεσες τιμές  $\lambda$ , λαμβάνεται υπόψη ο μειωτικός συντελεστής  $\phi$  (κατά EC 6).

---

Απλούστερα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το συνημμένο διάγραμμα, σε περιπτώσεις απλής «επαφής» ή καλής σφήνωσης (ΜΠΧ, 2005).

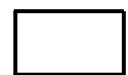


### ΑΠΟΜΕΙΩΣΗ ΑΝΤΟΧΩΝ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

1. Ελλιπής περιμετρική σφήνωση (απλή «επαφή»)



2. Επιμελημένη περιμετρική σφήνωση στο πλαίσιο




---

Για συνήθη φατνώματα τοιχοπληρώσεων :

$$\sqrt{\ell \cdot h} \cong 2/3 L, \text{ οπότε } \lambda' \cong 2/3 \lambda.$$

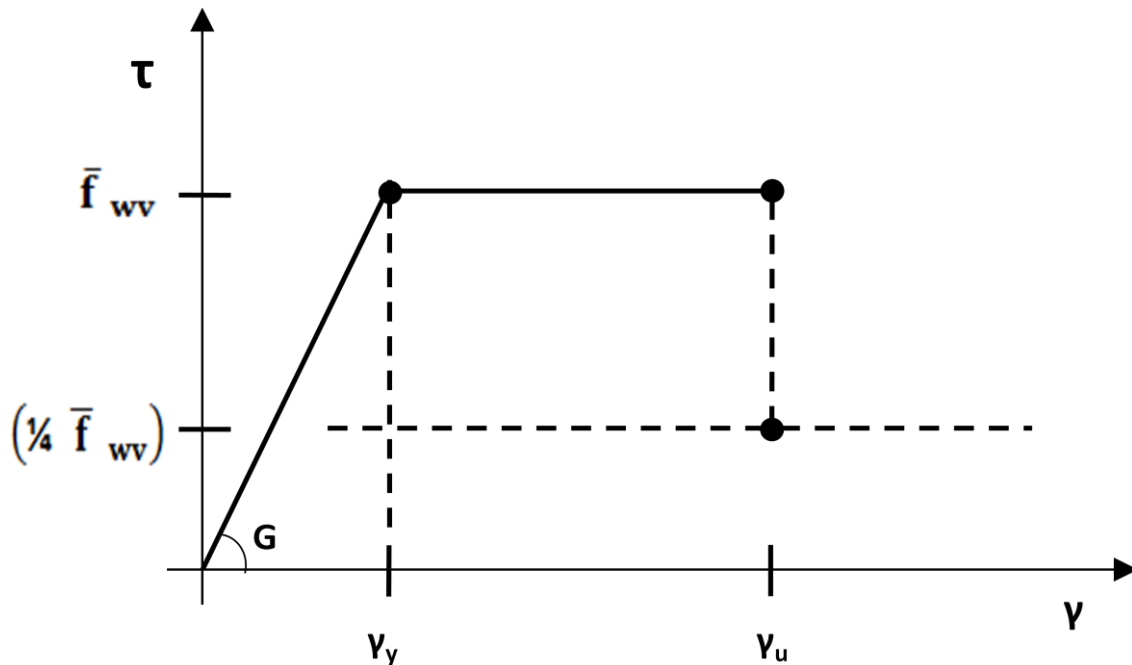
## 4. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

- ❑ Συνάρτηση υλικών και τρόπου δόμησης.
- ❑ Συνάρτηση καί του μήκους επαφής μεταξύ τοιχοπλήρωσης και του περιβάλλοντος πλαισίου, το οποίο εξαρτάται από το μέγεθος των μετακινήσεων και των βλαβών.
- ❑ Έτσι, τα γεωμετρικά μεγέθη που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις, και (τελικώς) οι αντιστάσεις καθ' εαυτές, εκτιμώνται καί αναλόγως του ανεκτού βαθμού βλάβης.
- ❑ Όσα ακολουθούν, ισχύουν για την στάθμη επιτελεστικότητας Β («Προστασία ζωής»), ενώ για την στάθμη επιτελεστικότητας Α («Άμεση χρήση») μπορούν να ληφθούν υπόψη αντιστάσεις κατά 50 % μεγαλύτερες.

ΠΡΟΣΟΧΗ. Βλ. στα επόμενα.

- ❑ Οι τιμές οριακών παραμορφώσεων (κατά τα επόμενα διαγράμματα) είναι γενικώς μεγαλύτερες εκείνων που γίνονται συνήθως δεκτές για την άοπλη τοιχοποιία, λόγω της ευνοϊκής επιρροής της «περισφίξεως» από το περιβάλλον πλαίσιο.

## 4.1 Καταστατικός νόμος φατνώματος



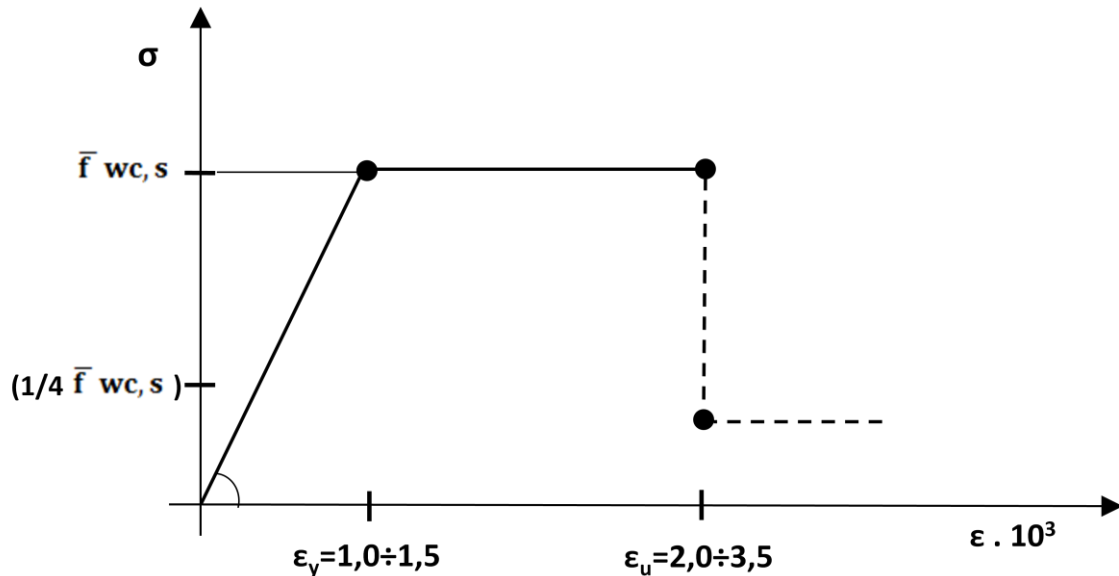
Κατ' αντιστοιχίαν τιμές,  $\gamma_y = (1,0 \div 1,5) \cdot 10^{-3} \cdot (\ell/h + h/\ell)$   
 $\gamma_u = (2,0 \div 3,5) \cdot 10^{-3} \cdot (\ell/h + h/\ell)$

$\bar{f}_{wv}$  : Κατά EC 6, για μικρή  $\sigma_o$  (περί το μέσον)

Για στάθμη επιτελεστικότητας A : + 50% αντιστάσεις

(δηλ.  $1,5 \bar{f}_{wv}$  και  $1,5 \gamma_y$ )

## 4.2 Καταστατικός νόμος διαγώνιας ράβδου



$$\bar{f}_{wc,s} = \lambda_m \cdot \lambda_c \cdot \lambda_s \cdot \kappa \cdot f_{bc}^{0,7} \cdot f_{mc}^{0,3} \cong 1,25 \cdot f_{bc}^{0,7} \cdot f_{mc}^{0,3}$$

Για στάθμη επιτελεστικότητας A : + 50% αντιστάσεις

(δηλ.  $1,5 \bar{f}_{wc,s}$  και  $1,5 \varepsilon_\gamma$ )

$\lambda_m$  : Μετατροπή χαρακτηριστικής αντοχής σε μέση,  $\lambda_m \cong 1,5$

$\lambda_c$  : Ευμενής επιρροή περίσφιγξης πλαισίου,  $\lambda_c \cong 1,2$

$\lambda_s$  : Δυσμενής επιρροή εγκάρσιου εφελκυσμού,  $\lambda_s \cong 0,7$

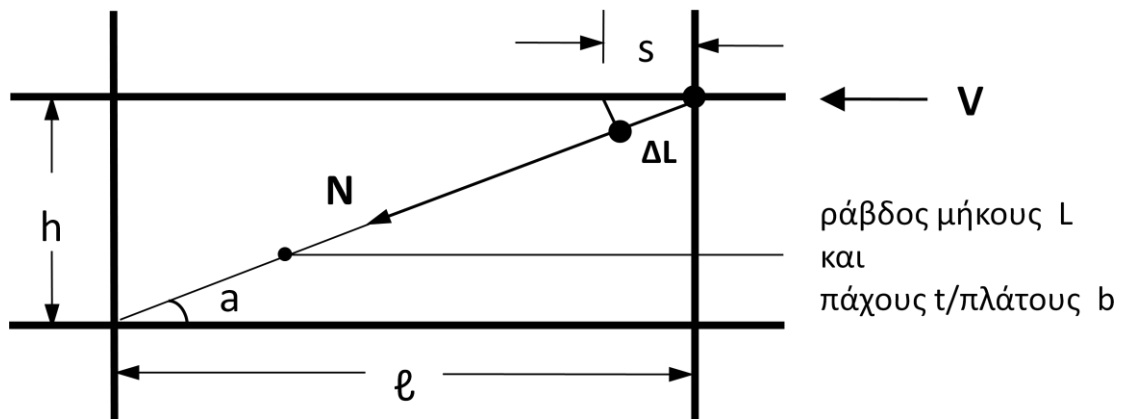
$\kappa$  : Επιρροή πλινθοσωμάτων/κονιαμάτων,  $\kappa \cong 0,35 \div 0,55$

Πέραν αυτών :

- Μειωτικός συντελεστής 0,85 ,  
για οριζόντιους αρμούς πάχους μεγαλύτερου των 15 mm
- Μειωτικός συντελεστής 0,6 ÷ 0,9 ,  
για κατακόρυφους αρμούς που δεν είναι πλήρεις κονιάματος



## Για την διαγώνια ράβδο



### α) Ανάλυση δυνάμεων

$$N = V : \cos a \quad \text{και} \quad L = \ell : \cos a \quad (= \sqrt{\ell^2 + h^2})$$

$$N = (t \cdot b) \cdot \bar{f}_{wc,s} \quad \text{και} \quad V = (t \cdot \ell) \cdot \bar{f}_{wv}$$

Άρα :  $b \cong L \cdot (\bar{f}_{wv} : \bar{f}_{wc,s})$ , και

για μέσες τιμές αντοχών/πριν και κατά την ρηγμάτωση

$$\Leftrightarrow \quad \underline{b \cong 0,15 L} \quad (\text{για } \bar{f}_{wv} : \bar{f}_{wc,s} \cong 0,15)$$

### β) Ανάλυση μετακινήσεων

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \Rightarrow N : (t \cdot b) = (\Delta L : L) \cdot E, \quad \Delta L = s \cdot \cos a$$

$$\tau = \gamma \cdot G \Rightarrow V : (t \cdot \ell) = (s : h) \cdot G, \quad V = N \cdot \cos a$$

Άρα :  $E \cdot b \cong G \cdot \ell : \cos^2 a \cdot \sin a$ ,

για γωνία κλίσεως a της διαγώνιας ράβδου

$$\Leftrightarrow \quad \underline{(E \cdot A_p) \cong (G \cdot A_\phi) : \cos^2 a \cdot \sin a}$$

$E \cdot A_p$  : δυστένεια ράβδου, με  $A_p = t \cdot b$

$G \cdot A_\phi$  : δυσμησία φατνώματος, με  $A_\phi = t \cdot \ell$

## ΣΧΟΛΙΑ

1. Τα δύο προτεινόμενα προσομοιώματα είναι ισοδύναμα, και έτσι ΔΕΝ απαιτούνται προσαρμογές και διορθώσεις.

Η ισοδυναμία αφορά την δυσστημσία και δυστένεια (την σχέση  $G-E$ ) και τις χαρακτηριστικές παραμορφώσεις ( $\gamma$  και  $\epsilon$ ), καθώς και την διαθέσιμη «πλαστιμότητα» (σε όρους  $m = \gamma_u/\gamma_y$  ή  $\epsilon_u/\epsilon_y$ ).

2. Γενικώς, και λόγω τιμών κατ' αντιστοιχίαν (δηλ. για μικρές τιμές  $\gamma$  ισχύουν και μικρές τιμές  $u$ ), ο μέσος διαθέσιμος δείκτης  $m$  είναι περίπου ίσος με 2, βλ. και  $\gamma_{Rd}$ .

3. Με βάση την ανάλυση των μετακινήσεων και των δυνάμεων, ισχύει – για λόγους ισοδυναμίας :

$$\cos a = \ell/L = \Delta L/S (=V/N)$$

$$\sin a = h/\ell$$

$$1/\cos a \cdot \sin a = L^2/\ell \cdot h = \ell/h + h/\ell$$

$$\gamma = s/h \text{ και } \epsilon = \Delta L/L$$

$$\gamma/\epsilon = 1/\cos a \cdot \sin a = \ell/h + h/\ell$$

(βλ. τις τιμές  $\gamma$  και  $u$  των δύο προσομοιωμάτων)

$$E \cdot (tb) / G \cdot (t\ell) = 1/\cos^2 a \cdot \sin a$$

$$E/G = (\ell/0,15L) / \cos^2 a \cdot \sin a = (1/0,15) / \cos a \cdot \sin a = (1/0,15) \cdot (\gamma/\epsilon)$$

$$E/G = (1/0,15) \cdot (\ell/h + h/\ell)$$

Για συνήθεις τιμές «καθαρού» ύψους  $\sim 2,5 \div 3,0$  (ή 3,5) m, ισχύουν τα εξής :

$$\gamma/\epsilon = 1/\cos a \cdot \sin a = \ell/h + h/\ell \cong 2,5 (2,0^+ \div 3,5^+)$$

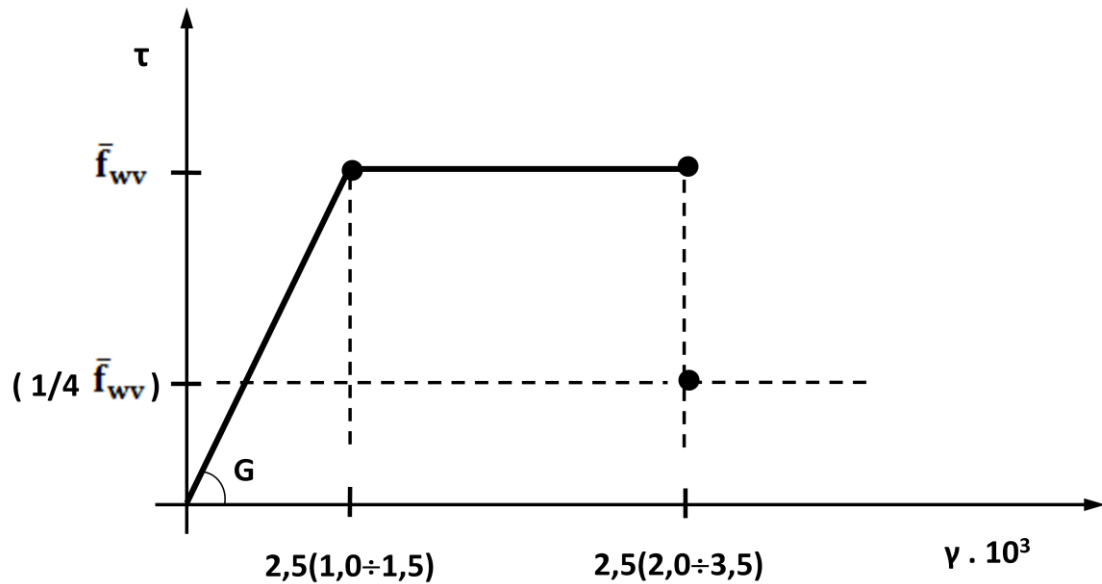
$$E/G = (1/0,15) / \cos a \cdot \sin a \cong (1/0,15) \cdot 2,5 \cong 16,5 (\pm).$$

---

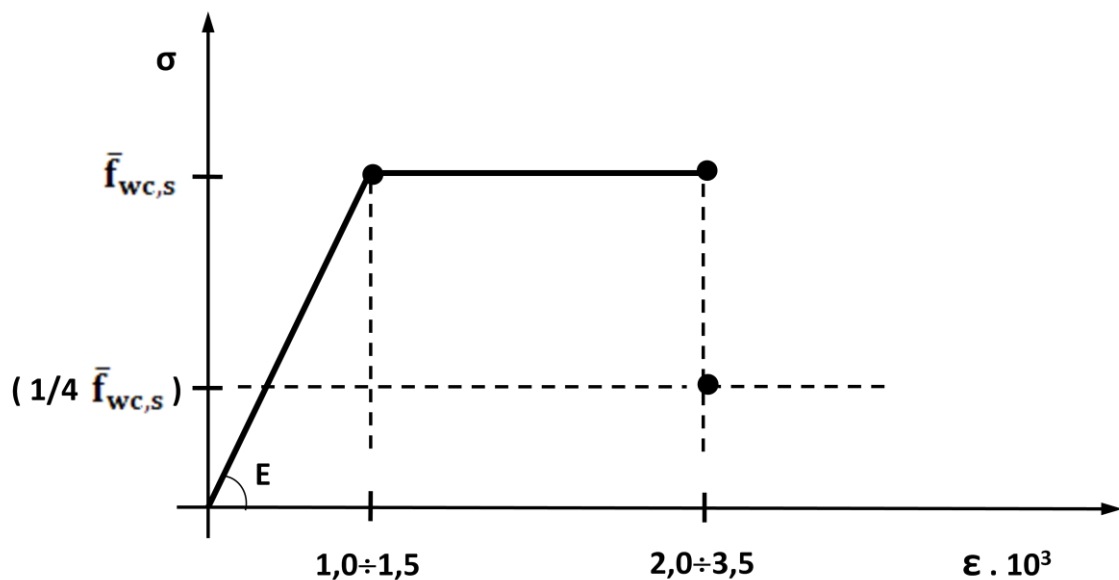
Έτσι, ισχύουν οι προηγούμενες σχέσεις ισοδυναμίας, και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση  $E = 2(1+\nu) \cdot G$ , η οποία ακόμη και για  $\nu=0,5$ , θα οδηγούσε στην  $E=3G$ .

ΕΤΣΙ, ΤΕΛΙΚΩΣ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Β,  
ΠΡΟΤΕΙΝΟΝΤΑΙ ΤΑ ΕΞΗΣ ΣΥΜΒΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ,  
ΓΙΑ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΙΧΩΝ

□ ΤΟΙΧΟΦΑΤΝΩΜΑ



□ ΔΙΑΓΩΝΙΑ ΡΑΒΔΟΣ



□ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

—  $\bar{f}_{wv} : \bar{f}_{wc,s} \cong 0,15$

—  $G \cong (300 \div 350) \bar{f}_{wv}$  και  $E \cong 800 \bar{f}_{wc,s}$  ( $E/G \cong 16,5$ )

## ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΩΝ

(ειδικώς για τους σκοπούς του ΚΑΝΕΠΕ, ΜΠΧ/2005)

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι «ονομαστικές» συχνότερες τιμές αντοχών κατά τον Πίνακα που ακολουθεί, οι οποίες ισχύουν για :

- Συνήθεις τοιχοπληρώσεις των τελευταίων δεκαετιών, οπτοπλινθοδομές – με διάτρητα τούβλα.
- Συνήθη ασβεστοσιμεντοκονιάματα, μάλλον χαμηλής (έως μέσης) αντοχής.
- Πλήρεις (σχεδόν) οριζόντιους αρμούς, κανονικού πάχους, της τάξεως των 10÷15 mm.
- Ημι-πλήρεις κατακόρυφους αρμούς, γενικώς του ίδιου πάχους (περίπου 10÷15 mm), και
- $\sigma_o \cong 0$  (δηλ. για κατακόρυφα φορτία πρακτικώς μόνον από το ίδιο βάρος των τοιχοπληρώσεων).

### Τιμές (σε kPa) των μέσων αντοχών

$\bar{f}_{wc,s}$  (λοξή θλίψη) και  $\bar{f}_{wv}$  (διαγώνια ρηγμάτωση)

	ΤΟΙΧΟΣ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΦΗΝΩΣΗΣ		
		ΚΑΛΗ	ΜΕΣΗ	ΚΑΚΗ
$\bar{f}_{wc,s}$	Μπατικός	2000	1500	1000
	Δρομικός	1500	1000	750
$\bar{f}_{wv}$	Μπατικός	250	200	150
	Δρομικός	200	150	100

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- α) Με βάση τις τιμές του πίνακα, και αν εξαιρεθεί η περίπτωση κακοχτισμένων δρομικών πλινθοπληρώσεων, οι μέσες αντοχές έχουν ως εξής :

$$\bar{f}_{wc,s} \cong 1,50 \text{ MPa} \text{ και } \bar{f}_{wv} \cong 0,20 (\div 0,25) \text{ MPa}$$

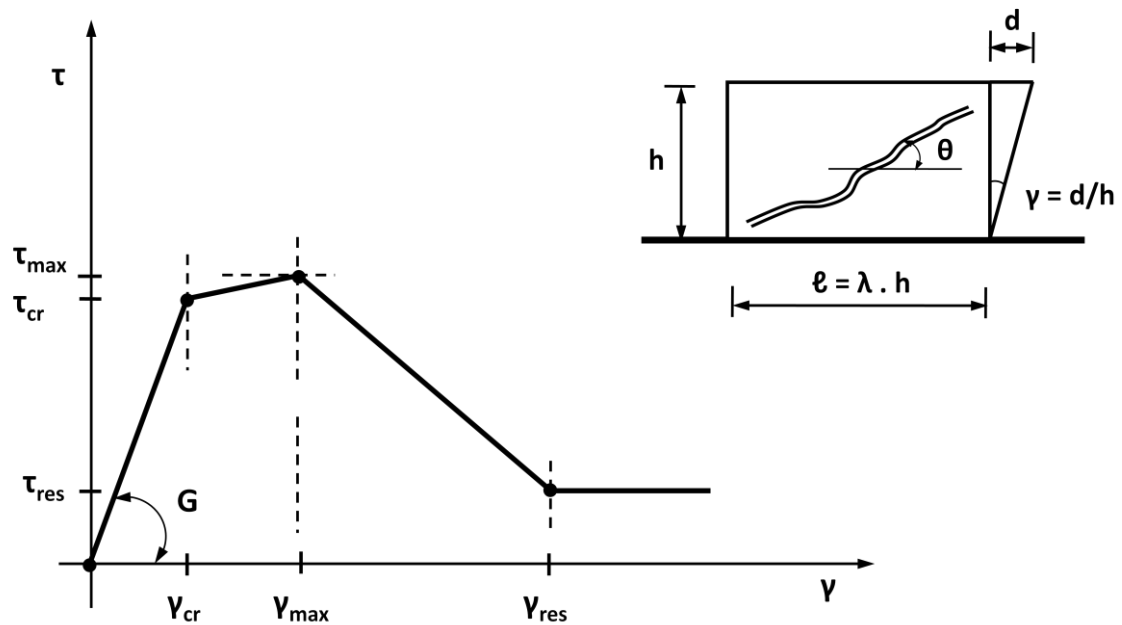
$$(\text{δηλ. } \bar{f}_{wv}/\bar{f}_{wc,s} \cong 0,15).$$

- β) Για παλαιότερες καλοχτισμένες πλινθοπληρώσεις, γενικώς καί μεγαλύτερου πάχους/βάρους από τις σημερινές, με σημαντική θλιπτική τάση  $\sigma_0$  (περί το μέσον τους), οι αντοχές ενδέχεται να είναι μεγαλύτερες.

Σχετικώς, υπάρχουν ενδείξεις πως σε αυτές τις περιπτώσεις, και σε σχέση με τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η λοξή θλιπτική αντοχή μπορεί να είναι 1,5 φορά μεγαλύτερη (έως και 2,5 MPa), ενώ η διατμητική αντοχή μπορεί να είναι 2,0 φορές μεγαλύτερη (έως και 0,5 MPa).

### ΜΠΧ/Επιτροπή Καταρρεύσεων / ΥΠΕΧΩΔΕ, 2000

Απλοποιημένο προσομοίωμα συμπεριφοράς «περισφιγμένων» τοιχοπληρώσεων, για περίπου μηδενική κατακόρυφη θλιπτική τάση (περί το μέσον τους)



Σε όρους μέσων τιμών (με σημαντική διασπορά) :

- **Χαρακτηριστικά περί την αρχική ρηγμάτωση**

$$\tau_{cr} \cong (0,75 \div 1,00) \cdot f_{wt,\theta} \quad [\text{μεγαλύτερες τιμές για μεγαλύτερη } \sigma_o]$$

$$\gamma_{cr} \cong 1,00 \div 3,00 \text{ ‰} \quad [0,50 \div 4,00 \text{ ‰, μεγάλη ευαισθησία}]$$

- **Χαρακτηριστικά περί την μέγιστη αντίσταση**

$$\tau_{max} \cong (1,00 \div 1,50) \cdot \tau_{cr} \quad [\text{μεγαλύτερες τιμές για μεγαλύτερη } \sigma_o]$$

$$\gamma_{max} \cong (2,00 \div 4,00) \cdot \gamma_{cr} \quad [1,00 \div 8,00 \text{ ‰, μεγάλη ευαισθησία}]$$

- **Απομένοντα χαρακτηριστικά**

$$\tau_{res} \cong (0,15 \div 0,35) \cdot \tau_{max} \quad [\text{αναλόγως βλαβών}]$$

$$\gamma_{res} \cong (2,00 \div 3,00) \cdot \gamma_{max} \quad [\text{αναλόγως βλαβών}]$$

---

Εκτός άλλων, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις καί όσο αφορά την γεωμετρία των τοίχων.

Έτσι, υπάρχουν διαφορές αναλόγως του λόγου  $\lambda = \ell : h$ , καθώς και του λόγου  $\sqrt{\ell \cdot h} / t$ , διαφορετικού για δρομικούς και μπατικούς τοίχους.

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

1) Ισχύει :  $\tau_{cr} \cong f_{wt,\theta}$  και  $\gamma_{cr} \cong 2,0 \text{ ‰}$  , με  $f_{wt,\theta} \cong 0,15 f_{wc,\theta}$  ,  
οπότε :  $G \cong 500 f_{wt,\theta}$  (εδώ  $G \cong G_o$ ).

2) Για ελέγχους ρηγμάτωσης των τοιχοπληρώσεων λόγω παραμόρφωσης των υποκείμενων πλακών και δοκών από Ο.Σ., και για  $\gamma \cong 2 f/\ell \rightarrow \gamma_{\max} (\cong 4 \text{ ‰})$  , ισχύει :

ανεκτό βέλος κάμψεως  $f \cong \ell : 500$

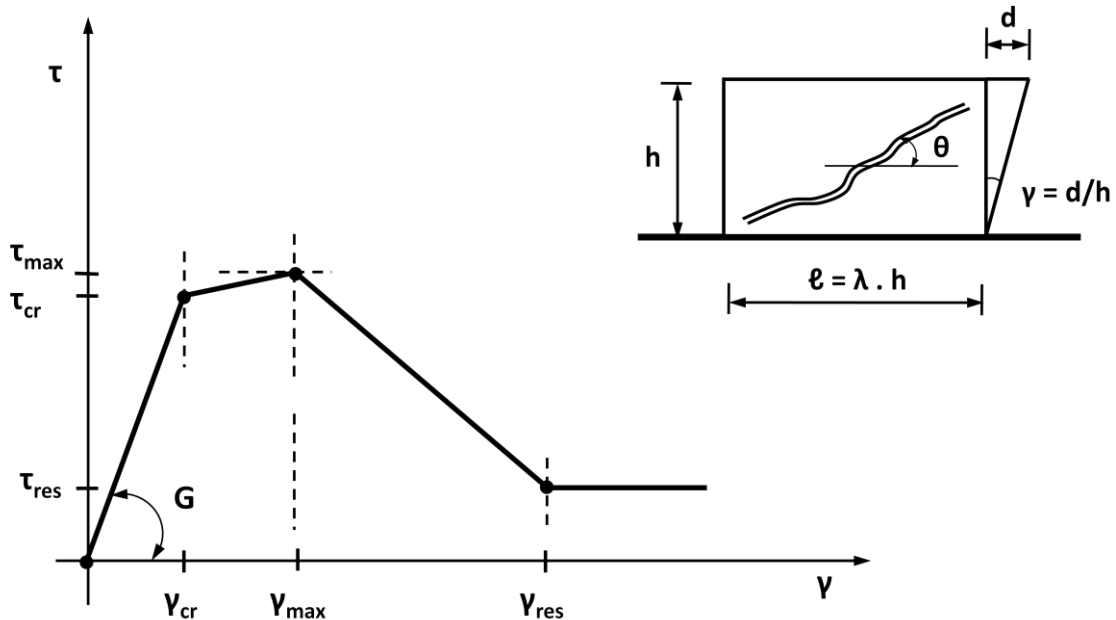
---

Ως  $f_{wt,\theta}$  ή  $f_{wc,\theta}$  συμβολίζεται η λοξή εφελκυστική ή θλιπτική αντοχή του τοίχου, αντιστοίχως.



**Προσομοίωμα Α. Κάππου / Κ. Στυλιανίδη, 1998**

«Περισφιγμένες» πλινθοπληρώσεις, με θλιπτική αντοχή  $f_{wc}$  (π.χ. 1,5 MPa), για υποστυλώματα με θλιπτικό φορτίο N.



$$\tau_{cr} \cong 0,70 \tau_{max} \begin{cases} \rightarrow 0,70 \cdot 0,22 \sqrt{f_{wc}}, N = 0 \\ \rightarrow 0,70 \cdot 0,35 \sqrt{f_{wc}}, N \neq 0 \end{cases}$$

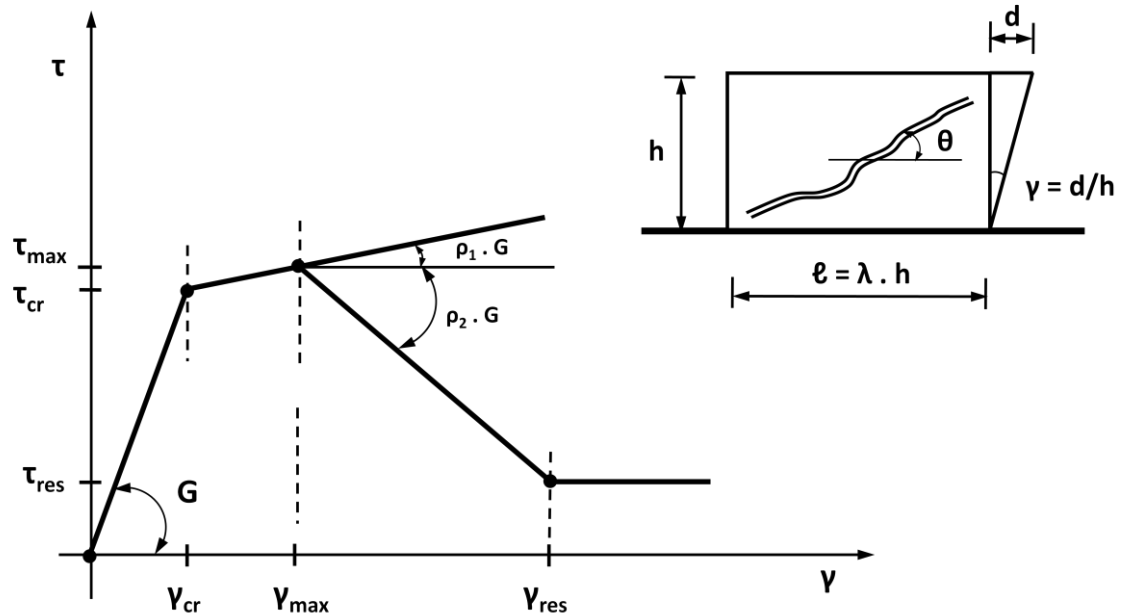
$$\gamma_{cr} \cong 0,22 \gamma_{max} \begin{cases} \rightarrow 0,11 / (80 + h/t \cdot \sqrt{f_{wc}}), N = 0 \\ \rightarrow 0,09 / (80 + h/t \cdot \sqrt{f_{wc}}), N \neq 0 \end{cases}$$

Για  $f_{wc} \cong 1,5$  MPa,  $h \cong 2,5$  m και  $t = 0,1$  ή  $0,2$  m, ισχύει :

$$\tau_{cr} \cong 0,2 \div 0,3 \text{ MPa} / \tau_{max} \cong 1,45 \tau_{cr}$$

$$\gamma_{cr} \cong 1,0\% (\pm 10\%) / \gamma_{max} \cong 4,50 \gamma_{cr}$$

**Προσομοίωμα Τ. Παναγιωτάκου / Μ. Φαρδή, 1994**



- $\tau_{cr} \cong f_{wv}$  και  $\tau_{max} \cong 1,30 \tau_{cr}$
- $\gamma_{cr} \cong 1,50 \text{ ‰}$  και  $\gamma_{max} \cong \gamma_{cr} \cdot [1 + (0,3/\rho_1)]$
- $\rho_1 \cong 0,05 (\div 0,20)$  και  $\rho_2 \cong 0,01 (\div 0,10)$
- $\tau_{res} \cong 0,10 \tau_{max}$  και  $\gamma_{res} \geq 2,00 \gamma_{max}$ .

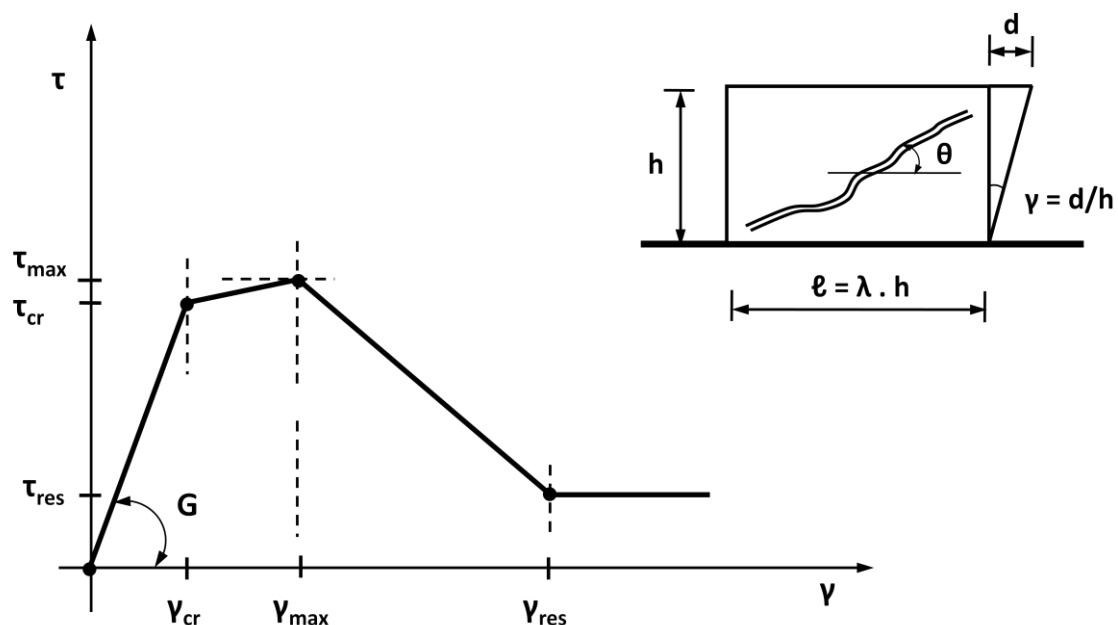
---

Για  $f_{wv} \cong 0,25 \text{ MPa}$  και  $\rho_1 \cong 0,15$ , ισχύει :

$$\tau_{cr} \cong 0,25 \text{ MPa} / \tau_{max} \cong 1,30 \tau_{cr}$$

$$\gamma_{cr} \cong 1,50 \text{ ‰} / \gamma_{max} \cong 3,00 \gamma_{cr}.$$

## Προσομοίωμα Θ. Τάσιου, 1984



- $\tau_{cr} \cong \frac{2}{3} f_{wt} \cdot \sqrt{1 + (\sigma_o / f_{wt})} \cong \frac{2}{3} f_{wt}$ ,  
με  $f_{wt} \cong (0,15 \div 0,25) \sqrt{f_{wc}}$  (MPa)
- $\gamma_{cr} \cong 0,5 \div 1,0 \text{ ‰}$  για  $\lambda \geq 1$  ή  $1,0 \div 2,0 \text{ ‰}$  για  $\lambda \leq 1$ ,  
με  $\lambda = \ell : h$
- $\tau_{max} \cong 1,20 \tau_{cr}$  και  $\gamma_{max} \cong 1,30 \gamma_{cr}$
- $\tau_{res} \cong 0,40 \tau_{cr}$  και  $\gamma_{res} \cong 3,00 \gamma_{cr}$ .

Για  $f_{wc} \cong 1,5 \text{ MPa}$  και  $\lambda = \ell/h \cong 2,0$ , ισχύει :

$$\tau_{cr} \cong 0,2 \div 0,3 \text{ MPa} / \tau_{max} \cong 1,20 \tau_{cr}$$

$$\gamma_{cr} \cong 0,5 \div 1,0 \text{ ‰} / \gamma_{max} \cong 1,30 \gamma_{cr}$$

## ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ

	$\tau_{cr}$ MPa	$\gamma_{cr}$ ‰	$\frac{\tau_{max}}{\tau_{cr}}$	$\frac{\gamma_{max}}{\gamma_{cr}}$	$\frac{\tau_{res}}{\tau_{max}}$	$\frac{\gamma_{res}}{\gamma_{max}}$
<b>ΘΠΤ 1984</b>	0,25	(0,75)	1,20	(1,30)	~ 0,35	~ 2,50
<b>Π – Φ 1994</b>	~ 0,35	1,50	1,30	3,00	~ 0,10	≥ 2,00
<b>Κ – Σ 1998</b>	0,25	~ 1,00	~ 1,45	~ 4,50	—	—
<b>ΜΠΧ 2000</b>	~ 0,20	~ 2,00	~ 1,25	~ 2,50	~ 0,25	~ 2,50
<b>Συνιστώμενες τιμές</b>	0,25	2,00	1,25	2,50	0,25	2,50

ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΣ ΥΠΟΨΗ ΤΟ ΠΛΗΘΟΣ  
ΤΩΝ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ,  
ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ

## 5. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΠΕΡΙ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΚΑΝΕΠΕ

### ΤΑ ΕΠΟΜΕΝΑ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΑΟΠΛΕΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ, ΧΩΡΙΣ ΒΛΑΒΕΣ

α) Όσο αφορά την διερεύνηση/τεκμηρίωση και την ΣΑΔ :

- Δεν επιτρέπεται ΣΑΔ απλώς ανεκτή (ή ανεπαρκής).
- Για κατ' αρχήν ικανοποιητική ΣΑΔ, απαιτείται συγκέντρωση στοιχείων σε min. 2 θέσεις ανά όροφο (με αποκαλύψεις ~ 70x70 cm), ως εξής :
  - Σύστημα και ποιότητα δόμησης
  - Είδος και ποιότητα υλικών
  - Πάχος τοίχου, δόμηση ή σύνδεση κατά το πάχος
  - Σφήνωση στον περιβάλλοντα σκελετό
  - Πάχος και βαθμός πλήρωσης των αρμών, οριζόντιων και κατακόρυφων
  - Διαταξη και λεπτομέρειες των κάθε είδους διαζωμάτων, λαμπάδων, συνδέσμων κ.λπ.
- Αν οι διαφορές και οι αποκλίσεις είναι μεγάλες, επιβάλλονται πρόσθετες διερευνήσεις, σε περισσότερες θέσεις.
- Αν γίνουν και επιτόπου δοκιμές/μετρήσεις, σε επαρκές πλήθος θέσεων (π.χ. 4), επιτρέπεται αναβάθμιση της ΣΑΔ (ικανοποιητική → υψηλή).

**β)** Γραμμικές αναλύσεις, έλεγχοι σε όρους δυνάμεων, στάθμη επιτελεστικότητας A ή B (στην Γ απαγορεύονται)

**β.1)** Δράσεις μόνον λόγω σεισμού, τελικώς επί  $\gamma_{Sd}$  ( $= 1,0 \div 1,2$ , αναλόγως των επεμβάσεων)

□ Χρήση q

- Στάθμη A  $q_A \cong 0,6 q_B (\cong 1,0 \div 1,5)$
- Στάθμη B  $q_B$

□ Χρήση m

- Στάθμη A  $m_A \cong 1,0 (\div 1,5)$
- Στάθμη B  $m_B$

---

$$m_B = (\delta_d / \gamma_{Rd}) / \delta_y ,$$
$$\text{με } \delta_d = \delta_u \text{ και } \gamma_{Rd} = 1,3$$

---

Για το προσομοίωμα του πλήρους διατμητικού φατνώματος ή το προσομοίωμα της θλιβόμενης διαγώνιας ράβδου :

$$m_B \cong 2 : 1,3 \quad \rightarrow \quad m_B \cong 1,5$$

---

## β.2) Αντοχές

- ❑ Αντοχές  $f_k = f_m - s$  και  $f_d = f_k/\gamma_m$   
όπου  $f_m =$  μέσες «διαπιστωμένες» (ή μετρημένες) τιμές.
- ❑ Τυπική απόκλιση  $s/f_m \cong 0,2 \div 0,4$ ,  
αναλόγως της γενικότερης ποιότητας κατασκευής και  
της ομοιομορφίας από θέση σε θέση, κατά τα ευρήματα και  
συμπεράσματα της διερεύνησης/τεκμηρίωσης,  
κατά την κρίση του Μηχανικού.

Συνιστάται :  $f_k = \min (0,65 f_m \text{ ή } f_m - f)$ ,  
με  $f \cong 0,50$  ή  $0,05$  MPa για  
λοξή θλίψη ή λοξό εφελκυσμό, αντιστοίχως.

- ❑ Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας υλικού :  
 $\gamma_m = 2,0$  ή  $1,5$ , για ικανοποιητική ή υψηλή ΣΑΔ.
- ❑ Έτσι, για  $f_k \cong 0,6 f_m$ , ισχύει :
  - $f_d \cong 0,30 f_m$  για ικανοποιητική ΣΑΔ
  - $f_d \cong 0,40 f_m$  για υψηλή ΣΑΔ .

---

Τα προηγούμενα ισχύουν για έλεγχο μέσω  $q$  και στάθμη Β,  
ενώ για στάθμη Α οι αντοχές αυξάνονται κατά 50 %.

Για έλεγχο μέσω  $m$ , χρησιμοποιούνται οι μέσες τιμές αντοχών  
για στάθμη Β, ενώ για στάθμη Α οι αντοχές αυξάνονται κατά  
50 % .

γ) Μή-γραμμική ανάλυση, έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων, στάθμη επιτελεστικότητας Β (στην Γ απαγορεύονται)

γ.1) Δράσεις μόνον λόγω σεισμού,  
τελικώς επί  $\gamma_{Sd}$  ( $= 1,0 \div 1,2$ , αναλόγως των επεμβάσεων)

γ.2) Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς :

□ **Αντοχή**  $f_k = f_m$  και  $f_d = f_k/\gamma_m$   
με  $\gamma_m = 1,1$  ή  $1,0$   
για ικανοποιητική ή υψηλή ΣΑΔ.

Έτσι,  $f_d \cong 0,9 f_m$  ή  $1,0 f_m$ ,  
για ικανοποιητική ή υψηλή ΣΑΔ.

**ΔΗΛ., 3,0 ή 2,5 ΦΟΡΕΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ**  
**ΑΠΟ Ο,ΤΙ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ**

□ **Παραμόρφωση**

Βλ. πριν, τα περί  $m$ , με

$$- \gamma_d \cong \gamma_u : \gamma_{Rd} = \gamma_u : 1,3$$

$$- \varepsilon_d \cong \varepsilon_u : \varepsilon_{Rd} = \varepsilon_u : 1,3$$



## 6. ΤΟΠΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

(στην περιοχή των κόμβων του πλαισίου)

- Αρκετές διερευνήσεις έχουν δείξει πως για πλήρη τοιχοφατνώματα, γενικώς οι δοκοί ανακουφίζονται ενώ τα υποστυλώματα επιβαρύνονται, όσο αφορά τις συγκεντρωμένες τέμνουσες δυνάμεις στα άκρα, η συνισταμένη των οποίων (σε κάθε περίπτωση) εφαρμόζεται πολύ κοντά στην «μασχάλη» δοκού – υποστυλώματος (βλ. τα περί τριγωνικής κατανομής των δράσεων των θλιβομένων διαγωνίων ράβδων).

Άρα, ενεργοποιείται μηχανισμός άμεσης μεταφοράς δυνάμεων μέσω λοξού θλιπτήρα (χωρίς διατμητική καταπόνηση), βλ. και στον ΕΚΟΣ/Κεφ. 11, τα περί αυξητικού συντελεστή  $\beta$  της  $\tau_{Rd}$ , για συγκεντρωμένα φορτία κοντά σε άμεσες στηρίξεις.

- Έτσι, γενικώς, οι τοπικοί έλεγχοι δεν είναι κρίσιμοι, και μπορούν να παραλείπονται, πλην εξαιρετικών περιπτώσεων, όπως π.χ. «ασθενή» πλαίσια με παχιές και καλο-σφηνωμένες παλαιότερες πλινθοπληρώσεις, πολύ «ισχυρές» (με  $\bar{f}_{wv} \geq 300$  kPa).
- Ακόμη και σε περιπτώσεις μή-πλήρων φατνωμάτων (ή πεσσών), οπότε είναι πιθανή η λειτουργία «κοντού» υποστυλώματος ή «κοντής» δοκού, δεν απαιτείται έλεγχος έναντι αυτών των συγκεντρωμένων δυνάμεων κοντά στους «κόμβους» του πλαισίου, λόγω των τοίχων, αν (κατά EC 8) τα ελεύθερα ύψη ή μήκη των στοιχείων Ο.Σ. σχεδιάζονται ή ελέγχονται ικανοτικώς έναντι τέμνουσας δύναμης.
- Βεβαίως, και ειδικώς για τοιχοπληρωμένα πλαίσια, οι αντίστοιχες δοκοί (ίσως, δε, καί τα υποστυλώματα!) μπορούν να θεωρηθούν (και είναι) δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία, και έτσι επιτρέπεται να μή συμμετέχουν στο προσομοίωμα έναντι σεισμού και να μή ελέγχονται, στην στάθμη επιτελεστικότητας Β και, κυρίως, Γ.



# Πλαίσια (όχι τοίχια) & τοιχοηληρώσεις

## ΕΚΟΣ :

- Σε ηεριζώσεις κάθε είδους διακοχής τοιχοηληρώσεων (κατά  $x$  ή  $y$ ), ολόκληρο το ύψος του υροετωχώματος θεωρείται υρίειμο.
- Βλ. τα ηερι μικτών συστημάτων, για κτίρια τ. ηιλοτής.
- Βλ. τα ηερι "κούτιών" υροετωχώματων, νεότερο ευμηλήρωμα.

## ΕC 8 :

- Πλήθος διατάξεων, με έμφαση σε θέματα μή-καυδοκότητας σε κάτοψη ή/κ τομή.
- Ιδιαίτερη ηροσοχή στις ηολλές & διάφορες ηηχές αβεβαιότητας, ιδιαίτέρως στο ισόγειο.
- Όχι τα ηερι μικτών συστημάτων, ανζ'αυτων εηαύξηση της σεισμικής δράσεως.
- Αηλοποίηση των ελέγχων σε ηεριζώσεις μικροζών λόγω διαζμήσεως (βλ. & τα ηερι J).

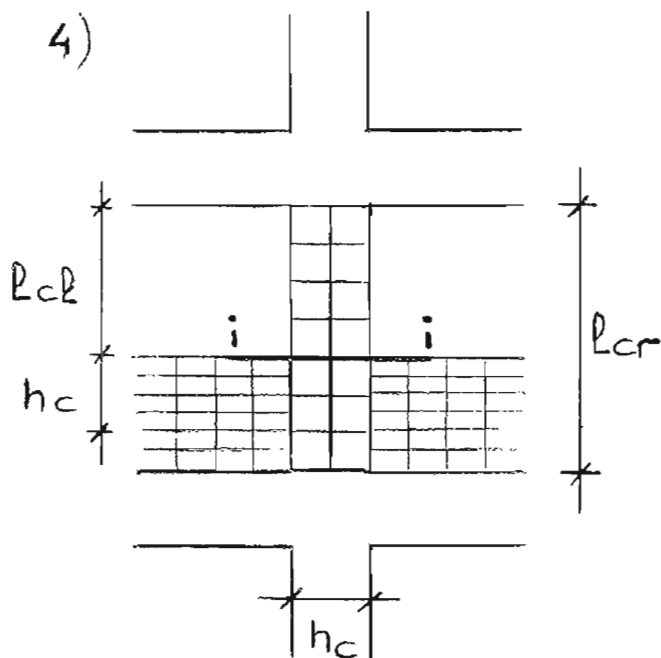
1) Εγκυρικώς,  $\nu_d \leq 0,55$  ή  $0,65$ , για DC+H ή M.

2) Για DC+H, και M:

Αν  $l_e/h_c \leq 3$ , ολόκληρο το ύψος είναι κρίσιμο.

3) Ιδιαίτερος στο ισόγειο, ολόκληρο το ύψος είναι κρίσιμο, ακόμη και για γρήρη τοιχοφραζώματα, αλλά όχι και στις δύο αθέταυτα ηλευρές του υηροετυχιώματος, η.χ. για γλυδιακά υηροετυχιώματα.

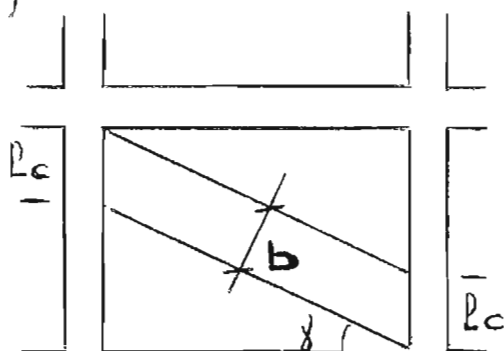
4)



• CD είναι υ  $V$ , με μήκος  $l_{cl}$ , και για ροή ετηύ διατομή  $i-i$   $1,3$  ή  $1,1 M_{Rci}$ , για DC+H ή M

• Ιεχυρός εηκάρειος σηλιεμός εηι ύγους  $l_{cl} + h_c$  (ηρακτικώς, ολόκληρο το ύψος είναι κρίσιμο)

5)



ηροεεοχή ετηύ εηιβ/ση διαηύδια ράβδο

$l_c$ , "μήκος εηαφήσ", λόγω της ισοδυαμης εηιβόμευης δ.ρ.

Όηλιεη είναι υ  $V_{μηη}$ , με  $V_{μηη}$ :

• Ειτε λόγω της εηιβ. δ.ρ.

• Ειτε λόγω CD, β. ηριυ, με μήκος  $l_c = b : \cos \delta$ .

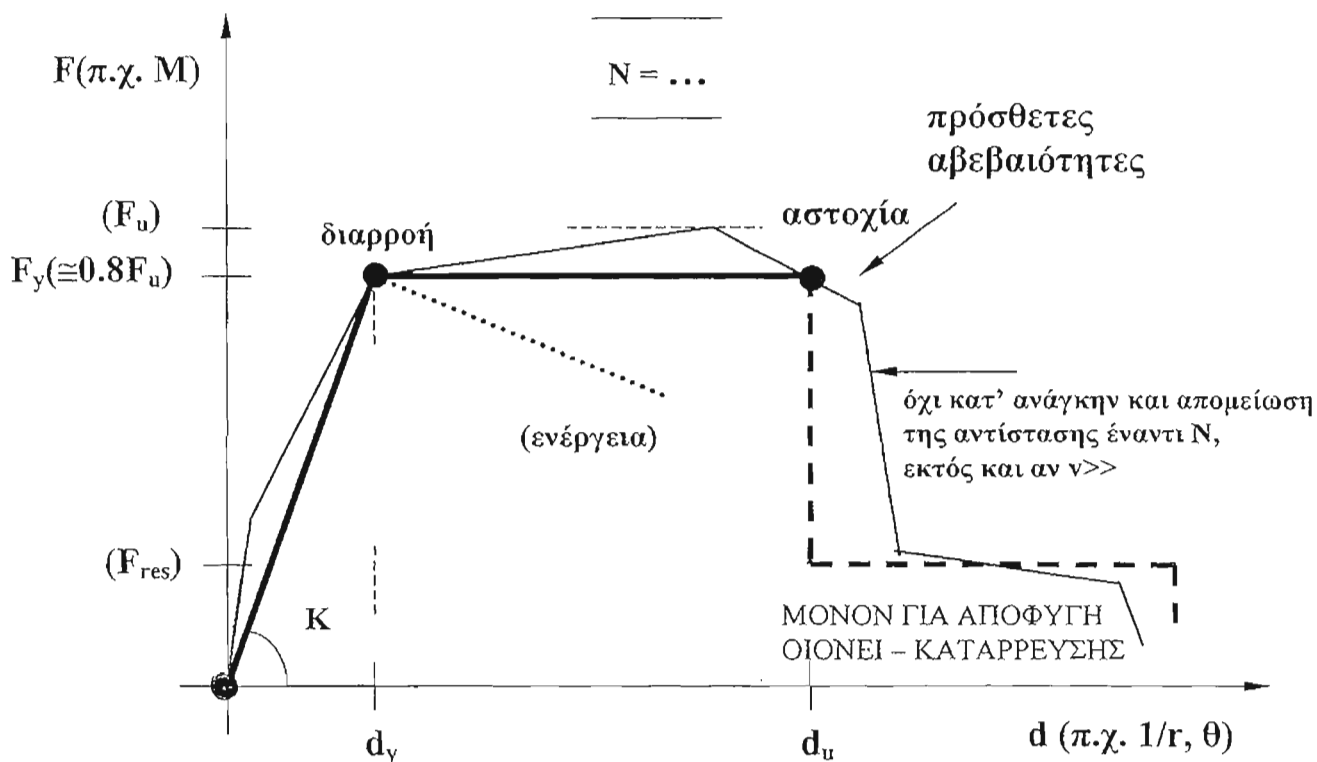
## 7. ΒΛΑΜΜΕΝΕΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

Ο καθορισμός τυπικών βαθμών βλάβης, κατ' αντιστοιχίαν αυτών για φέροντα στοιχεία από Ο.Σ., είναι δύσκολος και αναξιόπιστος (εν πολλοίς).

Για τους σκοπούς του ΚΑΝΕΠΕ, χρησιμοποιείται η απλούστερη λογική των σταθμών βλάβης, που αντιστοιχούν σε συντελεστές απομείωσης των αντιστάσεων  $r$ , βλ. και «υποβαθμισμένες» σκελετικές καμπύλες συμπεριφοράς.

## Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς

(εγκάρσια ένταση – παραμόρφωση, υπό σεισμό)



Συσχέτιση  $\mu_{1/r}$ ,  $\mu_d (\cong \mu_\theta)$   
 Δείκτης πλαστιμότητας  $\mu_d = d_u/d_y \rightarrow m$

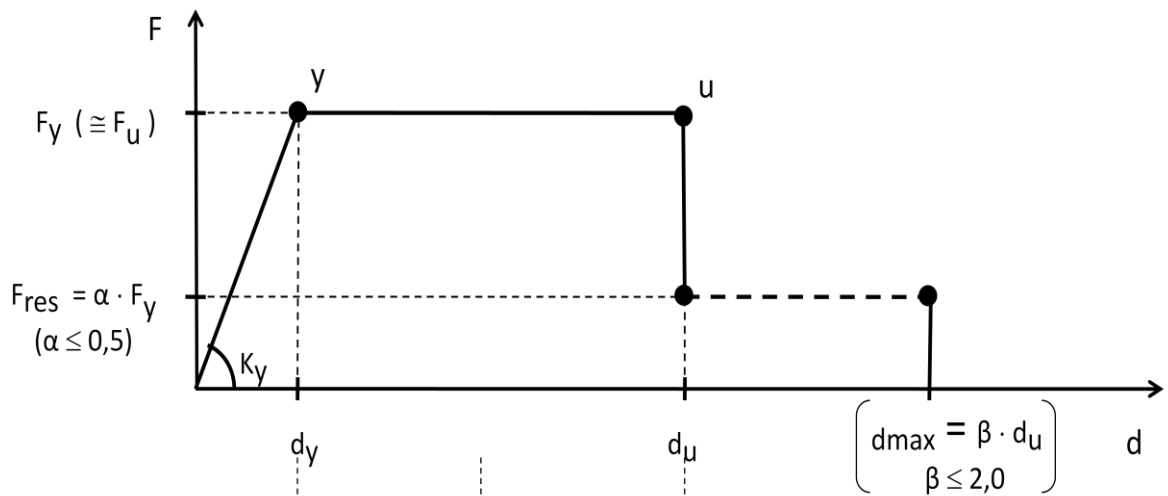
Πολυγραμμικό διάγραμμα «σκελετός», το οποίο εγγράφεται με αξιοπιστία και ασφάλεια στην καμπύλη που περιβάλλει τις απομειωμένες αποκρίσεις  $F$  μετά από πλήρως ανακυκλιζόμενες παραμορφώσεις  $d$  (συνήθως 3 πλήρεις κύκλοι) μέχρι και την απώλεια της ικανότητας του «στοιχείου» (ή της περιοχής ή της σύνδεσης κ.λπ.) να φέρει με αξιοπιστία τα φορτία βαρύτητας.

Η έννοια της «διαρροής» είναι ευρύτερη εκείνης που προκαλείται απ' τη διαρροή του οπλισμού και μόνον, πλέον του ότι ενδέχεται να μη υπάρχει σαφής «διαρροή» υπό μεγάλες τιμές  $v \dots$

$$\begin{aligned} \text{π.χ. } M_y &= M_R \text{ ή } M_{VR} \\ V_y &= V_R \text{ ή } V_{MR} \end{aligned}$$

## Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς

(για τα επιμέρους δομικά στοιχεία, ή το δόμημα – ως σύνολο)



Στάθμη επιτελεστικότητας

A

B

Γ

Ενιαίος δείκτης  $q = q_o \cdot q_d$

$$q_A \cong 0,6 q_B$$

$$(\cong 1,0 \div 1,5)$$

$q_B$

$$q_\Gamma \cong 1,4 q_B$$

Παραμόρφωση σχεδιασμού,  
 $d_d$  (ή  $\partial_d$ )

$$d_y$$

$$\frac{1}{2} (d_y + d_u) / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τα πρωτεύοντα φ. σ.

$$d_y$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τα δευτερεύοντα φ. σ.

$$d_y$$

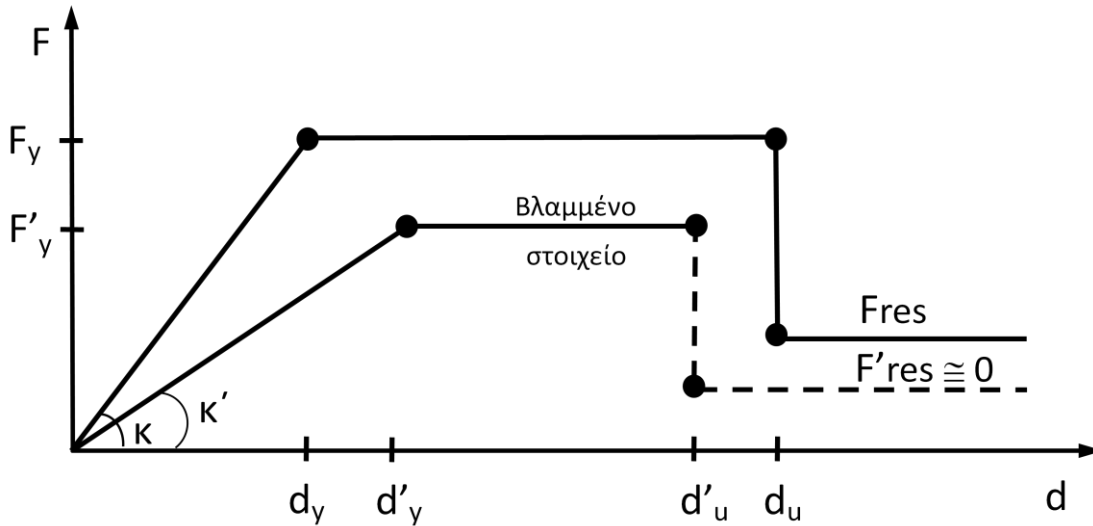
$$d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τις τοιχοπληρώσεις

**Βλάβες** στοιχείων, κρίσιμων περιοχών, συνδέσεων στοιχείων κ.λπ.

Γενικώς, η σκελετική καμπύλη  $F' - d'$  είναι υποβαθμισμένη σε σχέση με την αρχική, πριν από τις βλάβες.



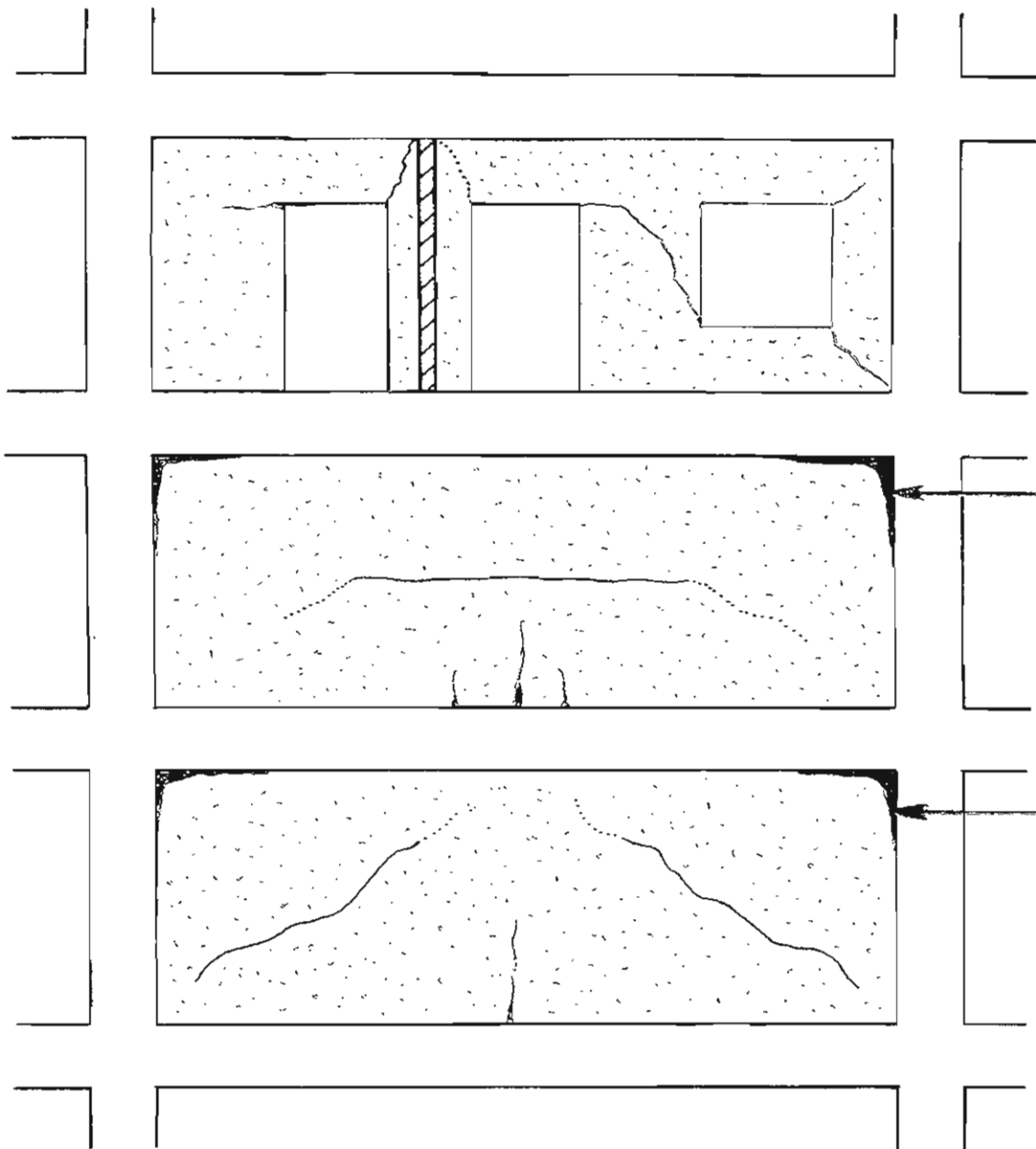
➤ Συντελεστές  $r$  απομείωσης μηχανικών χαρακτηριστικών

$$K'/K = r_K \leq F'_y/F_y = r_R \leq d'_u/d_u = r_{du}$$

- $r$  is defined by:
- 1** αρχική κατάσταση – πριν από τις βλάβες, ή για βλάβες με πολύ μικρή επιρροή
  - 0** πλήρης αστοχία, ουσιαστική απώλεια του στοιχείου (εξάντληση και της πλαστιμότητας)

➤ Τελικώς :

Τιμές  $r/\gamma_{Rd}$  , με  $\gamma_{Rd} > 1$       δυσμενή επιρροή  
 < 1      ευμενή

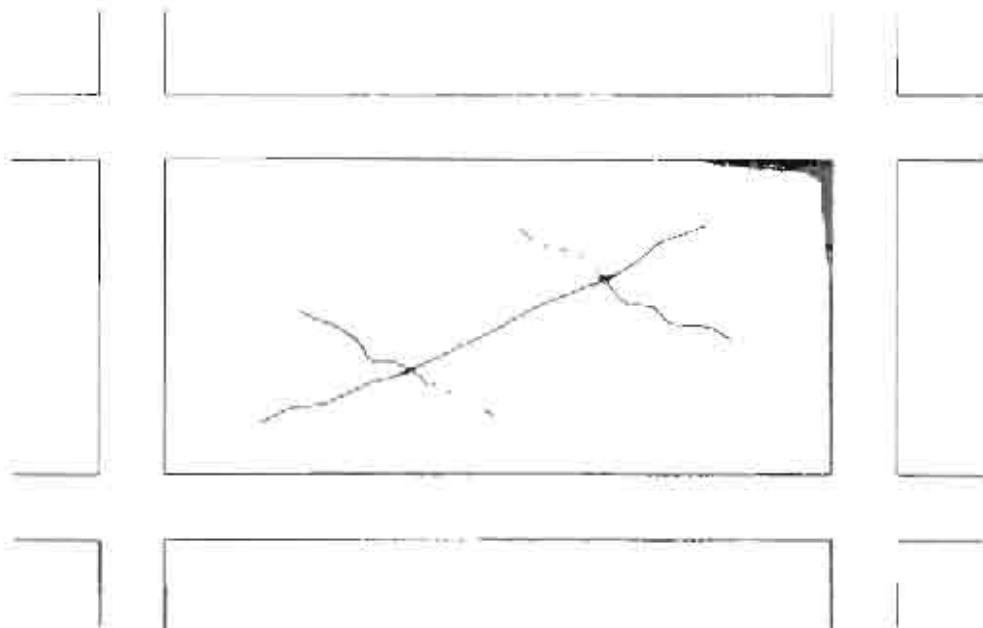


αποκόλληση ΦΟ και ΟΠ

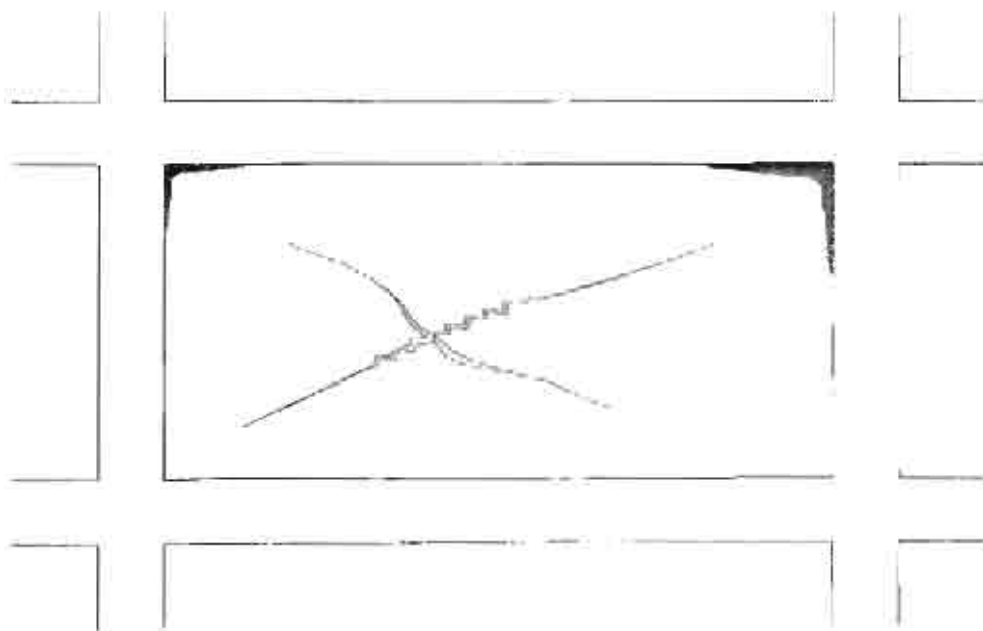
Ελαφρές (έως μέτριες) βλάβες, ρωγμές  $\leq 2\div 3$  mm, ίσως σε συνδυασμό με αποκόλληση ΦΟ και ΟΠ.

**ΠΡΟΣΟΧΗ :** Ενδεχόμενη επιρροή καί της παραμορφωσιμότητας των πλακών και δοκών.





Σοβαρή βλάβη τοιχοπλήρωσης, ρωγμές  $\geq 5\text{mm}$



Βαρεία βλάβη τοιχοπλήρωσης, ρωγμές  $\geq 10\text{mm}$

**Μειωτικοί συντελεστές  $r$  ( $r_v$ ) για βλαμμένες άοπλες και συνήθους τύπου τοιχοπληρώσεις**

Στάθμη βλαβών	Περιγραφή βλάβης	$r_K$	$r_R$
Ελαφρές	Ελαφρές (έως μέτριες) ρωγμές $< 2\div 3\text{mm}$ , γύρω από ανοίγματα, ή ρωγμές αποκόλλησης του ΦΟ και ΟΠ.	0,90	0,90
	Πολλαπλές ελαφρές ρωγμές, ιδίως σε τοίχους με ανοίγματα.	0,70	0,70
Σοβαρές	Έντονη ρηγμάτωση, διαγώνια ή δισδιαγώνια, με εύρος ρωγμής $> 5\text{mm}$ , αποκόλληση από τον σκελετό, ρηγμάτωση των διαζωμάτων, απουσία σημαντικών μετακινήσεων εκτός επιπέδου ( $< 5\text{mm}$ ).	0,50	0,50
Βαρειές	Έντονη ρηγμάτωση, γενικώς δισδιαγώνια, με εύρος ρωγμής $> 10\text{mm}$ , αποκόλληση και αποσφήνωση από τον σκελετό, βλάβες των διαζωμάτων και μικρή μετακίνηση εκτός επιπέδου (μικρότερη των $15\text{mm}$ ).	0,20	0,20

Ισχύουν για το προσομοίωμα του διατμητικού φατνώματος.

Τιμές  $r_{du}$ , για την παραμόρφωση αστοχίας, δεν δίνονται.

## 8. Περί ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η κανονικότητα (ή μή) ενός κτιρίου, κατά την κάτοψη ή την τομή, σχετίζεται με :

- Την μέθοδο ανάλυσης και ελέγχου, κατ' αντιστοιχίαν με
- Το προσομοίωμα, που επιτρέπεται ή επιβάλλεται να χρησιμοποιηθεί, και
- Την μέγιστη τιμή του δείκτη συμπεριφοράς  $q$  ( $q = q_u \cdot q_n$ ).

Κατά τις πίο σύγχρονες προβλέψεις/διατάξεις του EC 8, υπενθυμίζονται τα εξής :

### α) ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

Πρέπει να ισχύουν καί τα πέντε (5) επόμενα κριτήρια, με τους αντίστοιχους κανόνες εφαρμογής :

- Επαρκής συμμετρία και ως προς τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου, κατά τις οποίες διατάσσονται τα κύρια στοιχεία του.
- Επαρκής δυσκαμψία εντός επιπέδου, χωρίς μεγάλες πτέρυγες (για μορφές I, L, H, X κ.λπ.), ανισοσταθμίες ή τρύπες.
- Συμπαγές σχήμα (σε κάτοψη), εγγεγραμμένο σε κλειστή πολυγωνική περιβάλλουσα, με περιορισμένα εισέρχοντα/εξέχοντα τμήματα.

- Ορθογωνικό (σε κάτοψη) και όχι επίμηκες σχήμα, με  $L_{max}/L_{min} \leq 4$ , και
- Λαμβάνοντας υπόψη καί τις ενδεχόμενες τοιχοπληρώσεις, επαρκής «πρισματικότητα» καθ' ύψος, με περιορισμένη εκκεντρότητα ανά όροφο, ενδεχομένως δε με απαίτηση παραμετρικών διερευνήσεων για σταδιακά αυξανόμενες τυχηματικές εκκεντρότητες (μέχρι διπλασιασμού τους, σε περιπτώσεις τοιχοπληρώσεων).

## **β) ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΜΗ**

Πρέπει να ισχύουν καί τα τέσσερα (4) επόμενα κριτήρια, με τους αντίστοιχους κανόνες εφαρμογής :

- Όλα τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία πρέπει να διατάσσονται χωρίς διακοπή από την θεμελίωση μέχρι την κορυφή του κτιρίου, ή, σε περιπτώσεις ρετιρέ, μέχρι την οροφή τους.
- Πρέπει να αποφεύγεται η απότομη μεταβολή μάζας ή αντίστασης από όροφο σε όροφο. Συνιστώνται σταθερές καθ' ύψος τιμές, ή σταδιακά μεταβαλλόμενες, χωρίς απότομες αλλαγές πάχους, διατομών κ.λπ.
- Κυρίως για πλαίσια (και όχι για τοιχεία), ο λόγος  $V_R/V_S$  δεν πρέπει να μεταβάλλεται δυσαναλόγως από όροφο σε όροφο, ενώ για τοιχοπληρωμένα πλαίσια ισχύουν ιδιαίτερες πρόσθετες απαιτήσεις, και
- Σε περιπτώσεις εισεχόντων/εξεχόντων τμημάτων ή ορόφων στην βάση του κτιρίου ή σε ανώτερους ορόφους, πρέπει να τηρούνται συγκεκριμένες γεωμετρικές απαιτήσεις μεγίστων/ελαχίστων.

## **γ) ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ**

Σε περιπτώσεις τοιχοπληρωμένων κτιρίων (κυρίως με πλαίσια και όχι με τοιχεία), ισχύουν τα εξής :

- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αυξημένη αβεβαιότητα που σχετίζεται με τις αντιστάσεις των φατνωμάτων, την επιρροή των ανοιγμάτων, την σφήνωση προς τον σκελετό, την ενδεχόμενη «αλλοίωση» (ή τροποποίηση, καθαίρεση κ.λπ.) κατά την μακρόχρονη χρήση των κτιρίων, τις ανομοιόμορφες βλάβες υπό σεισμόν κ.λπ.
- Πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα κατασκευαστικά μέτρα για τον περιορισμό των βλαβών, ιδίως σε περιπτώσεις μεγάλων ανοιγμάτων ή λυγηρών φατνωμάτων (με  $h/t$  ή  $l/t > 15$ ), όπως η διάταξη συνδέσμων, πλεγμάτων, διαμπερών διαζωμάτων κ.λπ.
- Επισημαίνεται πως απαγορεύεται, γενικώς, να λαμβάνονται υπόψη ή όχι οι τοιχοπληρώσεις, επιλεκτικώς, π.χ. από όροφον σε όροφον ή/και από θέση σε θέση του κτίριου.
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η ενδεχόμενη γενική όσο και τοπική επιρροή τους, ιδιαιτέρως αν είναι δυσμενείς.
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ενδεχόμενη επιρροή των πλινθοπληρώσεων όσο αφορά θέματα μή-κανονικότητας σε κάτοψη ή τομή.

### Όσο αφορά την κάτοψη :

Σε ορισμένες περιπτώσεις ασύμμετρης διάταξης, επιβάλλεται παραμετρική διερεύνηση της επιρροής των πλινθοπληρώσεων με συνεκτίμηση ορισμένων και όχι όλων των φατνωμάτων ή/και σημαντική επαύξηση της τυχηματικής εκκεντρότητας ορόφου υπό σεισμόν.

### Όσο αφορά την τομή :

Σε δυσμενείς περιπτώσεις «ανοικτών» ορόφων ή απομείωσης των τοίχων, επιβάλλεται επαύξηση των εντατικών μεγεθών κατά τον πολλαπλασιαστικό συντελεστή

$$n = 1 + \Delta V_{Rw} / \Sigma V_{Sd} \leq q ,$$

μόνον εάν ο συντελεστής αυτός έχει τιμές μεγαλύτερες του 1,1, όπου  $\Delta V_{Rw}$  η ενδεχόμενη απομείωση της συνολικής διατμητικής αντίστασης των τοιχοπληρώσεων και  $\Sigma V_{Sd}$  η συνολική δρώσα τέμνουσα δύναμη για όλα τα πρωτεύοντα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία, ανά όροφον.

**ΤΕΕ/ΕΠΑΝΤΥΚ**

**ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ :**

**«Μελέτες και Κατασκευές Προσεισμικών Ενισχύσεων»**

---

**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ/ΕΝΙΣΧΥΣΗ**  
**ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ**  
**ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΚΑ-ΕΤΑΜ ΡΟΔΟΥ**

**Μ. Χρονόπουλος**  
**Π. Χρονόπουλος**

---

**Αθήνα, 12-13 Μαρτίου 2009**  
**Χίος, 16 Οκτωβρίου 2009**  
**Βόλος, 14 Νοεμβρίου 2009**

ΚΑΜΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΕΙ ΤΙΣ ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΩΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΩΣ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΜΙΑΣ ΕΛΛΙΠΟΥΣ Ή ΕΣΦΑΛΜΕΝΗΣ ΟΠΛΙΣΗΣ, ΛΟΓΩ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ, ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΑΠΡΟΣΕΞΙΑΣ, ΚΑΚΟΤΕΧΝΙΩΝ Κ.ΛΠ.

---

**βλ. και ΚΤΧ/2008, Παράρτημα 6,  
Παραλαβή Οπλισμού**



# **ΤΕΕ/ΕΠΑΝΤΥΚ**

## **ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ «Μελέτες και Κατασκευές Προσεισμικών Ενισχύσεων»**

### **ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ/ΕΝΙΣΧΥΣΗ (& ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ) ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΚΑ-ΕΤΑΜ ΡΟΔΟΥ**

Μ.Π. Χρονόπουλος / Π.Μ. Χρονόπουλος, Πολ. Μηχ. ΕΜΠ

Το ιδιόκτητο κτίριο του ΙΚΑ-ΕΤΑΜ βρίσκεται στο κέντρο της πόλεως της Ρόδου, και είναι πανταχόθεν ελεύθερο. Περιλαμβάνει ισόγειο/ημι-υπόγειο (λόγω κλίσεως του εδάφους) και τέσσερις (4) ορόφους, ενώ έχει συνολικό εμβαδό της τάξεως των 5.000 m<sup>2</sup>.

Το μεγάλο συγκρότημα, που αποτελείται από δύο άνισα και διαφορετικά τμήματα (με ανεπαρκή και προβληματικών αρμών), μελετήθηκε (ουσιαστικώς με τις κανονιστικές διατάξεις του 1960, περίπου) στις αρχές του 1970, ενώ η κατασκευή του άρχισε το 1972 και τέλειωσε το 1980 (πρακτικώς).

Σχεδόν εξ αρχής, δημιουργήθηκαν αμφιβολίες για την ποιότητα και τις λεπτομέρειες κατασκευής του σκελετού (και των άλλων δομικών στοιχείων) του κτιρίου, οι οποίες ενισχύθηκαν και από σειρά γεγονότων (παραμορφώσεις και ρηγματώσεις, αποκολλήσεις και καταπτώσεις επιχρισμάτων και οροφокονιαμάτων, έντονα προβλήματα στον αρμό κ.λπ.).

Έκτοτε, και για δύο δεκαετίες περίπου, η Τεχνική Υπηρεσία/ΙΚΑ-ΕΤΑΜ προχώρησε σε σειρά μετρήσεων και ελέγχων, δοκιμών, εκθέσεων και προμελετών για τα προβλήματα του κτιρίου και την αποκατάστασή τους, καθώς και για την αντισεισμική αναβάθμιση του κτιρίου, ενώ στα μέσα του 1991 δόθηκε εντολή για πλήρη εκκένωσή του, η οποία και υλοποιήθηκε.

Προσφάτως, το ΙΚΑ-ΕΤΑΜ αποφάσισε όπως προχωρήσει στην πλήρη αποκατάσταση και αναβάθμιση του υπόψη κτιρίου (προς ριζικό εκσυγχρονισμό και επαναλειτουργία του), λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες αντιλήψεις και κανονιστικές διατάξεις όσον αφορά τον σκελετό του (π.χ. στο πλαίσιο του ΚΑΝΕΠΕ).

Έτσι, ανατέθηκε η σχετική δομητική μελέτη, η οποία και ολοκληρώθηκε, ενώ αυτή την περίοδο συντάσσεται η οριστική μελέτη και η μελέτη εφαρμογής των δομητικών επεμβάσεων (αλλά και της πλήρους ανακαίνισης και αναβαθμίσεως) του κτιρίου.

Στην ανακοίνωση, για τους σκοπούς της ΔΙΗΜΕΡΙΔΑΣ, θα παρουσιασθούν λεπτομερέστερα τεχνικά στοιχεία για το υπόψη κτίριο, καθώς και οι κύριοι άξονες της δομητικής μελέτης, όπως αναφέρονται αμέσως μετά (απόσπασμα του τμήματος της μελέτης του κτιρίου).

## ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

---

Τόσο το μεγάλο τμήμα, μορφής «γάμα», δηλ. το Κτίριο 1, όσο και το μικρό τμήμα, σχεδόν τετραγωνικό, δηλ. το Κτίριο 2, έχουν ορθογωνική διάταξη καννάβου των κατακόρυφων στοιχείων (στύλων), και είναι σχεδόν κανονικά, με μικρά εισέχοντα (ή εξέχοντα) τμήματα, βλ. σκαριφήματα.

Η θεμελίωση του κτιρίου γίνεται με μεμονωμένα πέδιλα και συνδετήριες δοκούς, αλλά όχι προς κάθε κατεύθυνση, σε ενιαίο βάθος περίπου 2,5 έως 3,0 m, σε καλό, (έως πολύ καλό) υπέδαφος, με υδροφόρο ορίζοντα σε αρκετό βάθος, με βάση τις γεωτεχνικές έρευνες, βλ. ιδιαίτερη αναφορά.

Η ανωδομή από οπλισμένο σκυρόδεμα περιλαμβάνει πλαίσια, και προς τις δύο κατευθύνσεις αλλά ημιτελή και διακοπτόμενα (σε κάτοψη και τομή), με ισχυρούς στύλους κατά την μελέτη (με μεγάλες διατομές και υπεροπλισμένα, π.χ. έως και 60 x 60 cm / με 28 Φ 22 ή 40 x 100 cm / με 34 Φ 22).

Τοιχεία, έστω κατά τις παλαιότερες προβλέψεις, δεν έχουν διαταχθεί, ούτε στις περιοχές των κλιμακοστασίων ή των ανελκυστήρων.

Η διάταξη των στύλων είναι αρκετά πυκνή. Στους πάνω τυπικούς ορόφους υπάρχουν 60 περίπου στύλοι, δηλαδή η ανά στύλο μέση επιφάνεια επιρροής είναι περίπου 14,5 m<sup>2</sup>, ενώ στο διευρυμένο ισόγειο (και στον 1<sup>ο</sup> όροφο) υπάρχουν 80 περίπου στύλοι, δηλ. η ανά στύλο μέση επιφάνεια επιρροής είναι περίπου 13,5 m<sup>2</sup>.

Ιδιαιτερότητα του κτιριακού συγκροτήματος είναι η ύπαρξη, σε πολλές θέσεις, μεγάλων μακρόστενων διέρειστων πλακών (π.χ. 5,5 m x 27,5 m ή 6,0 m x 22,5 m), πάχους γενικώς 16 cm.

Άλλη ιδιαιτερότητα του συγκροτήματος είναι το μικρό Κτίριο 2 (προς Α), σχεδόν τετραγωνικό, το οποίο παρουσιάζει στην ΝΑ γωνία του τα εξής :

- Ύπαρξη σε όλους τους ορόφους δύο «φυτευτών» στύλων, οι οποίοι εδράζονται σε δοκούς από προεντεταμένο σκυρόδεμα στην οροφή ισόγειου, με μήκος περίπου 4,0 m και 7,0 m, αντιστοίχως.
- Σημαντική διεύρυνση της κάτοψης (άνω του 50%), τόσο προς Ν όσο και προς Α (κυρίως), στον 1<sup>ο</sup> όροφο και στο ισόγειο, με διάταξη σχεδόν διπλάσιου αριθμού στύλων.
- Ύπαρξη μικρού υπογείου, κάτω από την διευρυμένη ΝΑ γωνία, με διαστάσεις περίπου 5,5 m x 13,5 m.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι παραδοχές της αρχικής δομητικής μελέτης του κτιρίου, καθώς και τα συμπεράσματα από τις δύο σχετικές γεωτεχνικές έρευνες – μελέτες.

## Παραδοχές της αρχικής μελέτης (1970)

---

- Πρόβλεψη προσθήκης δύο ορόφων (η οποία, μάλλον, δεν είχε τηρηθεί)
- Σεισμικότητα περιοχής/επικινδυνότητα εδάφους ΙΙΙ/α, σεισμικός συντελεστής  $\epsilon = 0,08$
- Σκυρόδεμα B225 (για όλα τα στοιχεία)
- Θεμέλια/πέδιλα Χάλυβας St. I
- Συνδετήριες δοκοί Χάλυβας St. I (διατομή 20x50 cm, 4 $\varnothing$ 16 και  $\varnothing$ 6/20)
- Στύλοι Χάλυβας St. I (συνδετήρες  $\varnothing$ 6/20 ή  $\varnothing$ 8/20, αναλόγως διατομής στύλου)
- Δοκοί Χάλυβας St. III (συνδετήρες  $\varnothing$ 6/20 St. I)
- Πλάκες Χάλυβας St. III (και ίσως St. I για σπλισμό διανομής)

- 
- |                                   |        |                       |
|-----------------------------------|--------|-----------------------|
| • Φορτίο επικαλύψεων              |        | 150 kg/m <sup>2</sup> |
| • Φορτίο πλινθοδομών              | 0,10 m | 210 kg/m <sup>2</sup> |
|                                   | 0,20 m | 360 kg/m <sup>2</sup> |
| • Κινητό φορτίο δαπέδων           |        | 300 kg/m <sup>2</sup> |
| • Κινητό φορτίο κλιμάκων/εξωστίων |        | 500 kg/m <sup>2</sup> |

- 
- Κινητό φορτίο δώματος και σπολήξεων 200 kg/m<sup>2</sup>

## Στοιχεία για το υπέδαφος

---

Για τα υπέδαφος του κτιρίου έχουν γίνει δύο έρευνες,

Μια παλαιότερα (πριν την κατασκευή), το 1967, από το ΥΔΕ / Κεντρικό Εργαστήριο ΔΕ, με επτά γεωτρήσεις σε βάθος περίπου 10 m, και μια μετά την εκκένωσή του, το 1993, από τον Κ. Παπαγεωργίου, Πολ. Μηχ. ΕΜΠ / Δρ. Εδαφομηχανικών, με τρεις γεωτρήσεις σε βάθος περίπου 15 έως 20 m.

Τα αποτελέσματα και συμπεράσματα και των δύο αυτών ερευνών και μελετών συμπίπτουν πρακτικώς. Το υπέδαφος στην περιοχή του κτιρίου είναι αρκετά ομοιόμορφο, με στρώματα που παρουσιάζουν ελαφρά κλίση από Δ προς Α, κατά το φυσικό εδαφικό ανάγλυφο (βλ. σχηματική τομή).

Το πάνω στρώμα, μέχρι τα θεμέλια, συνίσταται από αργιλοαμμώδεις χαλαρές (γενικώς) τεχνητές επιχώσεις.

Τα πέδιλα εδράζονται σε υγιές στρώμα πολύ πυκνής και μεσόκοκκης ιλυώδους άμμου, έως ψαμμίτη (ψαμμικού μικρο-κροκαλοπαγούς), πάχους λίγων μέτρων, που υπέρκειται λεπτής ένστρωσης βιογενούς απολιθωματοφόρου μαργαϊκού ασβεστόλιθου και ενστρώσεων σκληρής μαργαϊκής αργίλου / συνεκτικής αργιλώδους άμμου έως ψαμμίτη (ψαμμίτης της Ρόδου).

Ο υδροφόρος ορίζοντας (βεβαίως με διακυμάνσεις) βρέθηκε σε βάθος αρκετών μέτρων, περίπου στην διεπιφάνεια του βιογενούς ασβεστόλιθου.

Κατά τις επιτόπου δοκιμές, ο αριθμός κρούσεων NSPT βρέθηκε μεγάλος για όλα τα υποκείμενα των θεμελίων στρώματα, με τιμές από 50 έως και άρνηση (σε διείσδυση). Κατά τις γεωτεχνικές έρευνες, το υπέδαφος υπάγεται στην κατηγορία α ή β, κατά τον παλιό Αντισεισμικό Κανονισμό, ή Α ή Β, κατά τον νέο Αντισεισμικό Κανονισμό, δηλ. χαρακτηρίζεται ως έδαφος «μικρής ή, έστω, μέτριας επικινδυνότητας».

Τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους, εκτιμώνται (συντηρητικώς) ως εξής :

$$\gamma = 2 \text{ t/m}^3, \quad \epsilon = 0 / \varnothing = 30^\circ, \quad E = 300 \text{ kg/cm}^2.$$

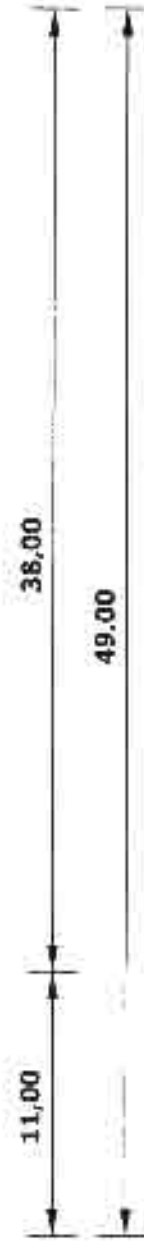
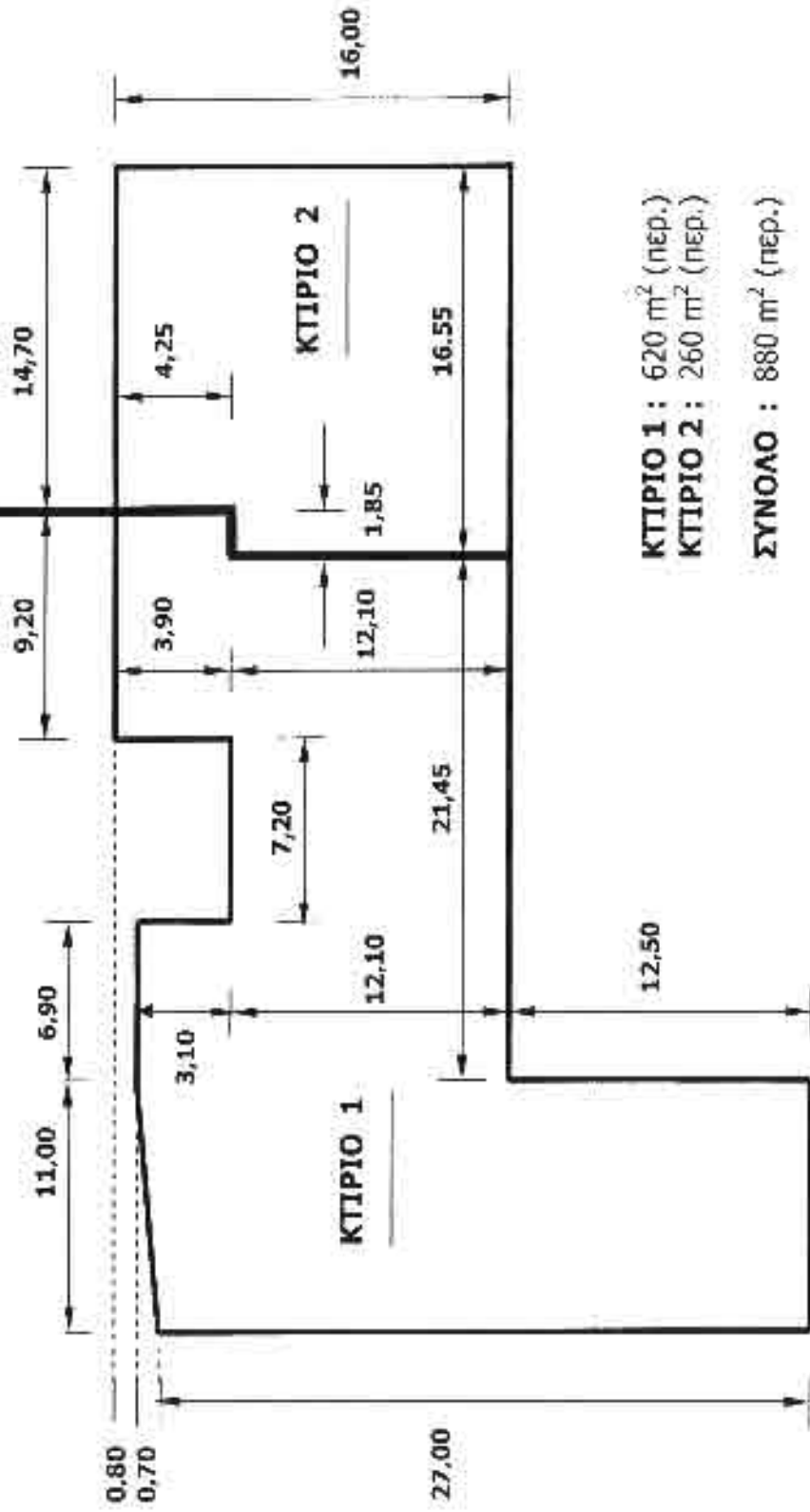
Για αυτά τα συντηρητικά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά, γίνονται οι εξής εκτιμήσεις, για τετραγωνικά περίπου και μεμονωμένα πέδιλα :

- Ανεκτή τάση έδρασης περίπου  $2 \text{ kg/cm}^2$  (ομοιόμορφη, όχι κατά αιχμή, για ταυτόχρονη κατακόρυφη/οριζόντια φόρτιση, με συντελεστή ασφαλείας της τάξεως του 2,5)
- Ανεκτές (και γενικώς μικρές) καθιζήσεις, για τις τάσεις έδρασης, με τιμές δείκτη εδάφους της τάξεως του  $k = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^3$ , για μεγαλύτερα ή μικρότερα πέδιλα, αντιστοίχως.

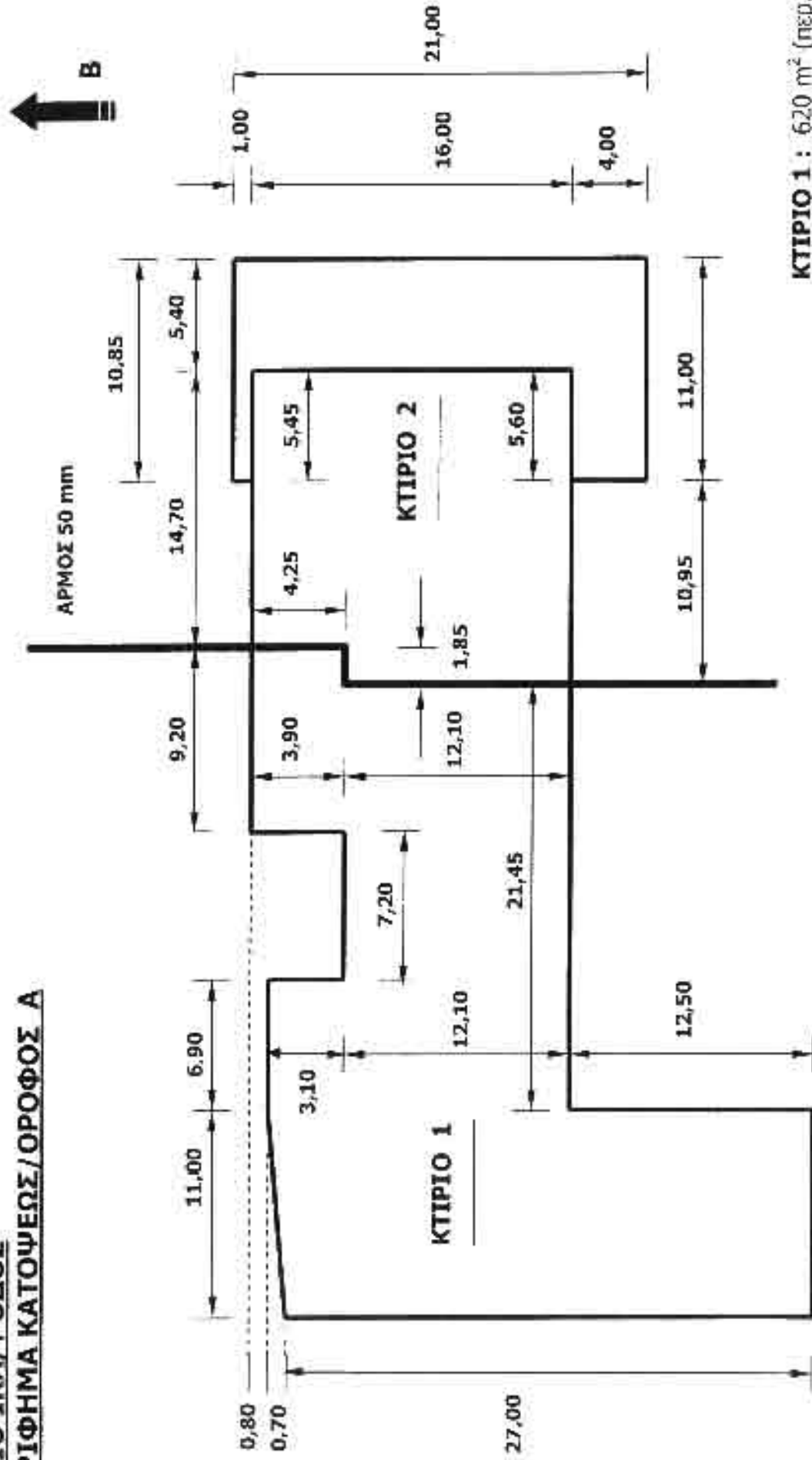
**ΚΤΙΡΙΟ ΙΚΑ, ΡΟΔΟΣ**  
**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΑΤΟΨΕΩΣ/ΟΡΟΦΟΙ Δ, Γ, Β**



ΑΡΜΟΣ 50 mm



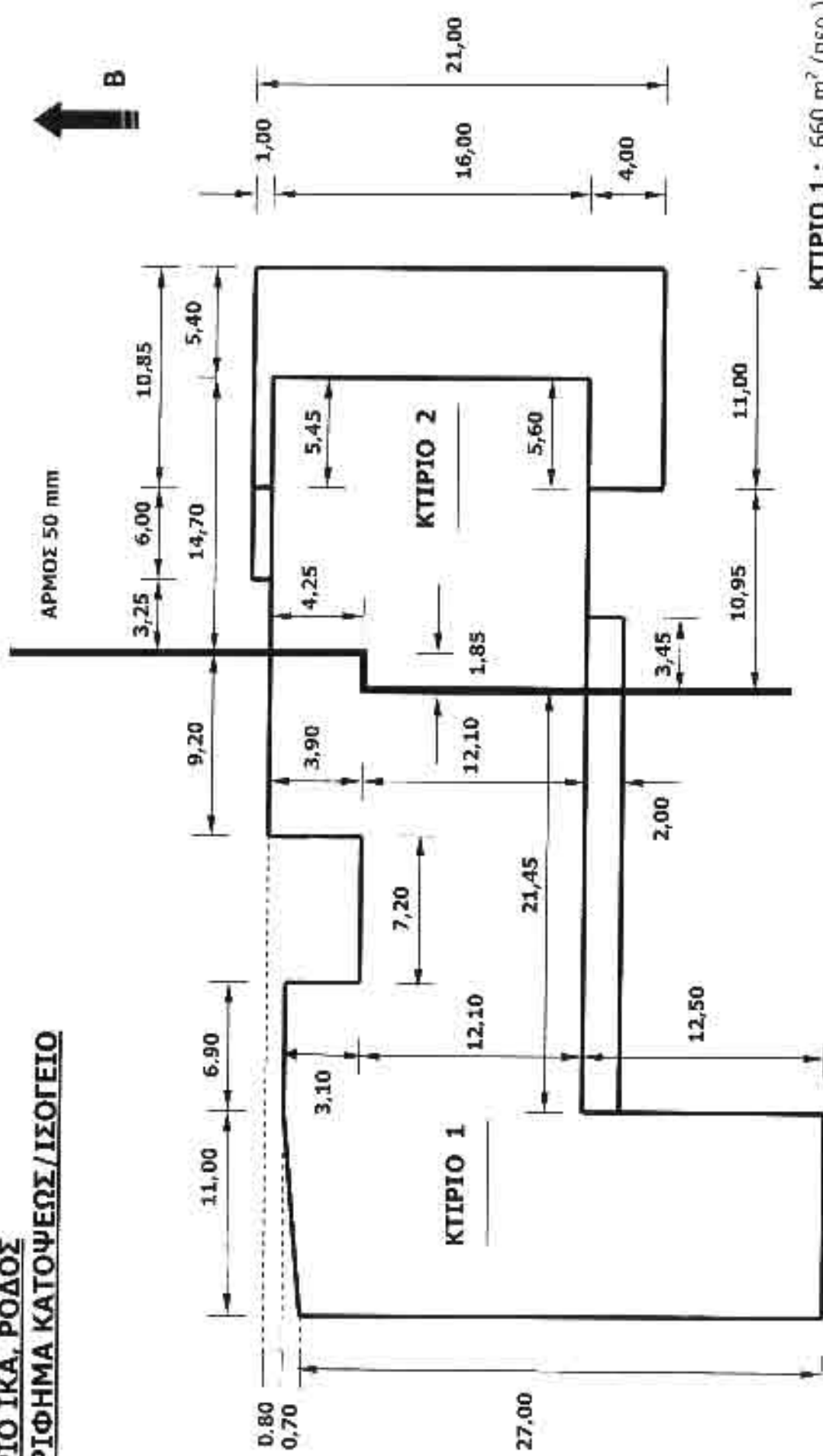
**ΚΤΙΡΙΟ ΙΚΑ, ΡΟΔΟΣ**  
**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΑΤΟΨΕΩΣ/ΟΡΟΦΟΣ Α**



**ΚΤΙΡΙΟ 1 : 620 m<sup>2</sup> (περ.)**  
**ΚΤΙΡΙΟ 2 : 400 m<sup>2</sup> (περ.)**

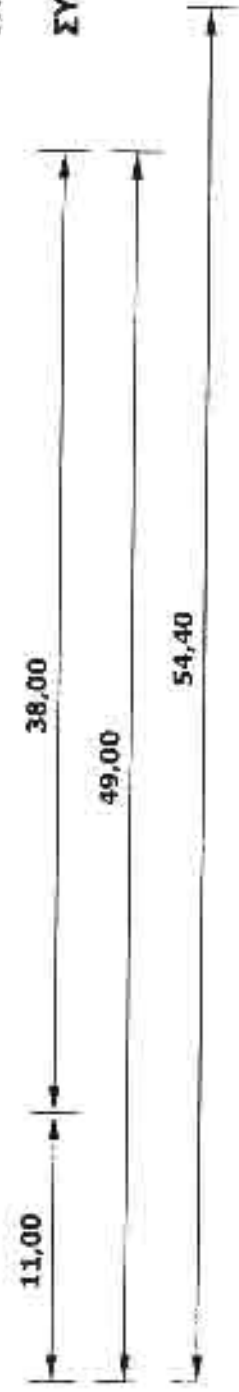
**ΣΥΝΟΛΟ : 1020 m<sup>2</sup> (περ.)**

**ΚΤΙΡΙΟ ΙΚΑ, ΡΟΔΟΣ**  
**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΑΤΟΨΕΩΣ/ΙΣΟΓΕΙΟ**



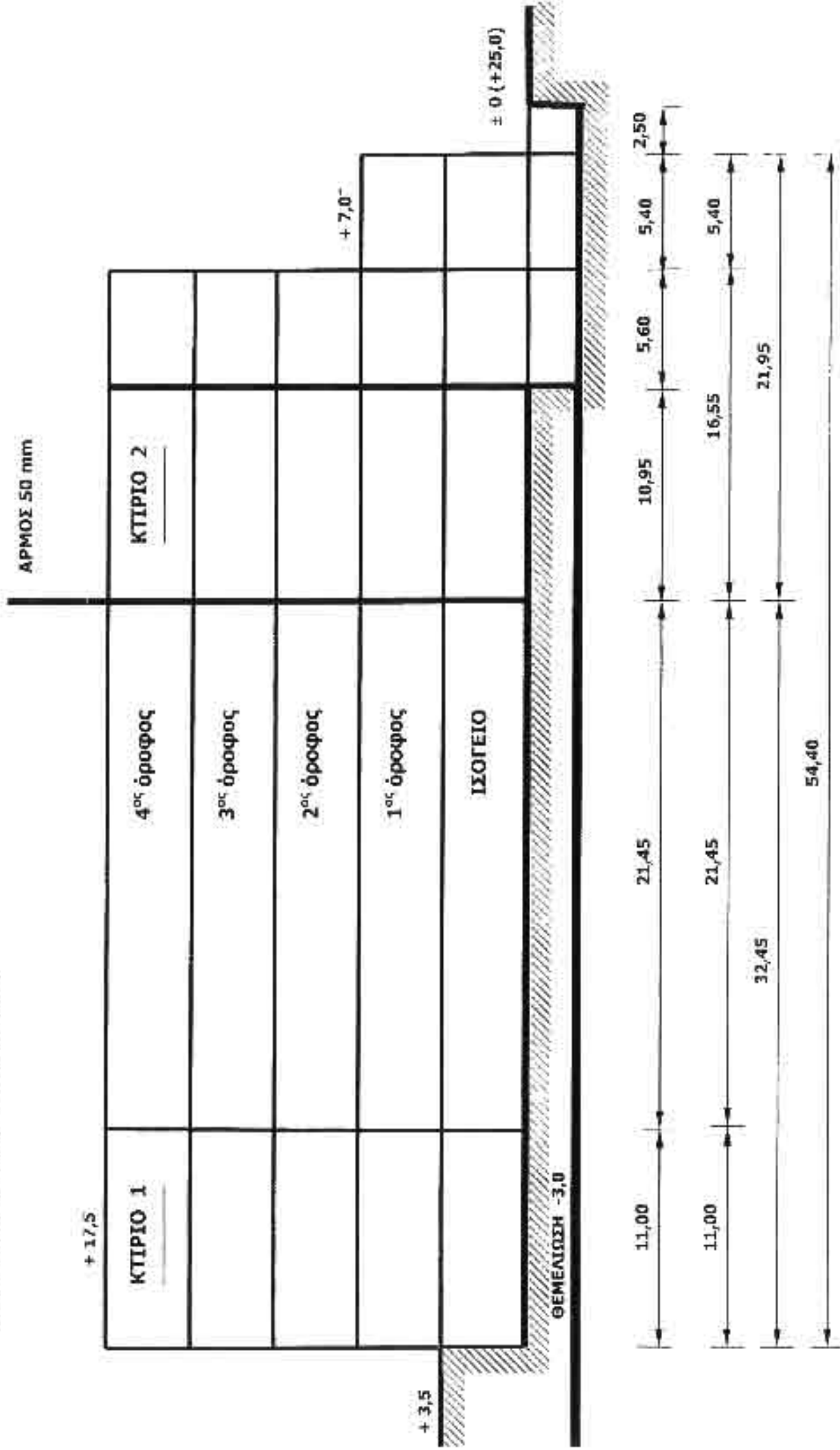
ΚΤΙΡΙΟ 1 : 660 m<sup>2</sup> (περ.)  
ΚΤΙΡΙΟ 2 : 415 m<sup>2</sup> (περ.)

ΣΥΝΟΛΟ : 1075 m<sup>2</sup> (περ.)



**ΚΤΙΡΙΟ ΙΚΑ, ΡΟΔΟΣ**  
**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΤΟΜΗΣ (Δύση → Ανατολή)**

(από την οδό Κων/νου Παλαιολόγου)



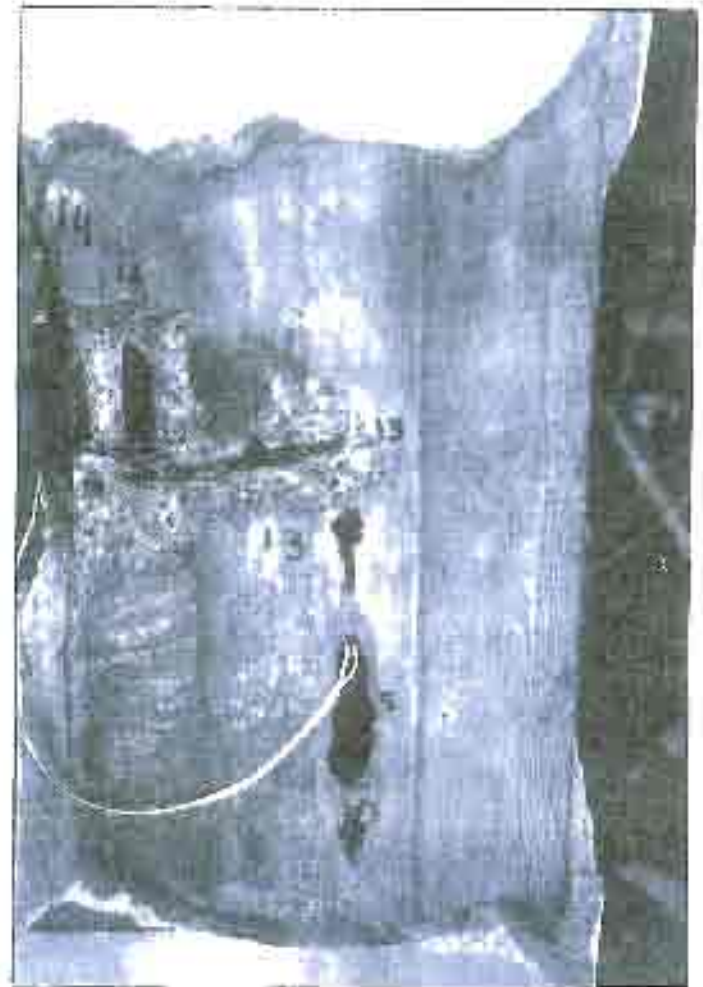




**ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΠΛΑΚΩΝ, ΔΟΚΩΝ, ΣΤΥΛΩΝ**  
(ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ~ 150 m<sup>2</sup>)

**Ενόργανη παρακολούθηση :**

- Βελών κάμψως
- Εύρους ρωγμών
- Παραμορφώσεων και τάσεων σκυροδέματος και οπλισμών (κάθε είδους)



**ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΤΥΛΩΝ 4<sup>ΟΥ</sup> ΟΡΟΦΟΥ**

**ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΚΥΝΣΙΟΜΕΤΡΑ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥΣ  
(ΔΙΑΜΗΚΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ)**

## ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΩΝ

---

Επισημαίνεται πως για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό του κτιρίου δεν τίθεται θέμα «συμβατικής» κατάταξης του χάλυβα των σιδηροπλισμών σε μια «κανονιστική» ποιότητα/κατηγορία αντοχής (π.χ. St. I ή S220 κ.λπ.), αλλά εκτίμησης των πραγματικών χαρακτηριστικών του, γενικώς καλύτερων, βλ. και τις σχετικές διατάξεις του σχεδίου του Ελληνικού Κανονισμού Επεμβάσεων – Επισκευών/Ενισχύσεων (ΚΑΝΕΠΕ).

Έτσι, για τις δύο κατηγορίες παλαιού χάλυβα που έχουν χρησιμοποιηθεί στο υπόψη κτίριο, μπορούν ασφαλώς να ληφθούν υπόψη οι διατιθέμενες υπεραντοχές, με χαρακτηριστικά ως εξής :

- Λείες ράβδοι (κατηγορίας αντίστοιχης του παλιού St. I), για όλους τους οπλισμούς πλήν αυτών των πλακών και των διαμήκων οπλισμών των δοκών, με

$$f_y = 280 \text{ MPa}$$

---

$$f_t = 380 \text{ MPa}$$

(κράτυνση 1,35 και  $\epsilon_u = 12 \%$ , υπό το max. φορτίο).

- Ανάγλυφες ράβδοι (κατηγορίας αντίστοιχης του παλιού St. III, φυσικώς σκληρού), για τους οπλισμούς των πλακών και τους διαμήκεις οπλισμούς των δοκών, με

$$f_y = 460 \text{ MPa}$$

---

$$f_t = 580 \text{ MPa}$$

(κράτυνση 1,25 και  $\epsilon_u = 6 \%$ , υπό το max. φορτίο).

Οι προηγούμενες αυξημένες τάσεις διαρροής (σε σχέση με τις κανονιστικώς προβλεπόμενες) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις φάσεις αποτίμησης και ανασχεδιασμού του κτιρίου, πριν και μετά τις επεμβάσεις.

Έτσι, λαμβάνονται ορθολογικώς υπόψη οι πραγματικώς διατιθέμενες αντιστάσεις (αντοχές) των δομικών στοιχείων, γενικώς αυξημένες σε σχέση με τις «συμβατικές», προς περιορισμό των επεμβάσεων, κατά τις σύγχρονες αντιλήψεις/διατάξεις.

## ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

---

Επισημαίνεται πως για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό του κτιρίου δεν τίθεται θέμα «συμβατικής» κατάταξης του σκυροδέματος σε μια «κανονιστική» ποιότητα/κατηγορία αντοχής (π.χ. B160 ή C12/15 κ.λπ.), αλλά εκτίμησης των πραγματικών (επιτόπου) χαρακτηριστικών του και μάλιστα ανά διακριτή ομάδα (ομοειδών) στοιχείων και μάλιστα ανά όροφο, βλ. και τις σχετικές διατάξεις του σχεδίου του Ελληνικού Κανονισμού Επεμβάσεων – Επισκευών/Ενισχύσεων (ΚΑΝΕΠΕ).

Έτσι, έγινε πλήθος ελέγχων με πυρήνες και έμμεσες μεθόδους, τα αποτελέσματα των οποίων βαθμονομήθηκαν σε όρους μέσης θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος (πρισματικής, κυλινδρικής).

Γενικώς, ισχύουν τα εξής, για αντοχή κυλίνδρου (15 cm x 30 cm) :

- Οι έλεγχοι πυρήνων, πολλών από πλάκες και λίγων από στύλους, δείχνουν μέσες αντοχές από 110 έως και 200 kg/cm<sup>2</sup>, με σημαντικές αποκλίσεις (από 10% έως και 30%).
- Οι έμμεσες μετρήσεις, και σε πλάκες/δοκούς και σε στύλους, δείχνουν μέσες αντοχές από 130 έως και 200 kg/cm<sup>2</sup>, με αναμενόμενες αποκλίσεις (από 15% έως και 20%)

Έτσι, γίνεται συνδυασμένη βαθμονόμηση, που οδηγεί σε συγκεντρωτικές ενδείξεις, κατά το συνημμένο σκαρίφημα, για κύλινδρο (15 cm x 30 cm), χωρίς να απαιτείται άλλη αναγωγή, π.χ. για λόγους ηλικίας ή άλλων διορθώσεων κ.λπ.

Σχετικώς, φαίνονται τα εξής :

Η μέση αντοχή του συνόλου των πλακών/δοκών του κτιρίου είναι της τάξεως των 145 kg/cm<sup>2</sup> (14,5 MPa), με εύρος από 125 έως 165 kg/cm<sup>2</sup>.

Η αντιπροσωπευτική τιμή = μέση τιμή μείον μια τυπική απόκλιση, για αυτά τα δομικά στοιχεία είναι της τάξεως των 12,5 MPa (περ. 85%).

Η μέση αντοχή του συνόλου των στύλων του κτιρίου είναι της τάξεως των 165 kg/cm<sup>2</sup> (16,5 MPa), με εύρος από 145 έως 175 kg/cm<sup>2</sup>.

Η αντιπροσωπευτική τιμή = μέση τιμή μείον μια τυπική απόκλιση, για αυτά τα δομικά στοιχεία είναι της τάξεως των 14,0 MPa (περ. 85%).

**Σκαρίφημα τομής του κτιρίου,  
αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων**

Μέσες αντοχές σκυροδέματος, σε  $\text{kg/cm}^2$ , κύλινδρος 15 cm x 30 cm

130	125	
145	(180) 165	4 <sup>ος</sup> όροφος
130	140	
(180) 175	(185) 170	3 <sup>ος</sup> όροφος
155	165	
145	(180) 175	2 <sup>ος</sup> όροφος
160	135	
145	155	1 <sup>ος</sup> όροφος
130	(145)	
145	155	ΙΣΟΓΕΙΟ

**Συγκεντρωτικές ενδείξεις**  
(βαθμονομημένες, διορθωμένες)

Θεμέλια :  $145 \text{ kg/cm}^2$

## ΚΤΙΡΙΟ ΙΚΑ ΡΟΔΟΥ

---

### ΚΤΙΡΙΟ 1

Έλεγχος στύλου Κ23 ΙΣΟΓΕΙΟΥ (εσωτερικού, ίσως του πιο καταπονούμενου), υπό κατακόρυφα φορτία μόνον, κατά τους Κανονισμούς του 1970 (και του 1985).

Υλικά : B160, St. I

Διατομή : 85/30 cm, με 16ϕ20 (50,25 cm<sup>2</sup>, ρ ≅ 2,0 %) και  
με συνδ/ρες ϕ6 ή ϕ8/20 (·)

Επιφάνεια επιρροής : Περίπου 32,5 m<sup>2</sup>

Συνολικώς : Περίπου 32,5 m<sup>2</sup> x 5 ≅ 162,5 m<sup>2</sup>

$$N \approx 162,5 \text{ m}^2 \times 1,2 \text{ t/m}^2 = 195,0 \text{ ton}$$



Για ορθογωνικά υποστρώματα, με συνδετήρες ανά max. (d, 12ϕ),  
υπό κεντρική θλίψη μόνον, χωρίς κίνδυνο λυγισμού  
(λ' = h<sub>x</sub>/d = h<sub>y</sub>/d < 15, min. ρ = 0,8 %), ισχύει :

$$N_{\text{επ}} = (1/3 \beta_x) \cdot F_b + (1/3 \beta_y) \cdot F_s$$

με (1/3 β<sub>x</sub>) = 48 kg/cm<sup>2</sup> και (1/3 β<sub>y</sub>) = 0,8 t/cm<sup>2</sup>.

$$\text{Άρα : } N_{\text{επ}} \approx 122,4 \text{ ton} + 40,2 \text{ ton} = \underline{162,6 \text{ ton}} (= 83,5\% N).$$

---

$$\text{Για B225/St. I : } N_{\text{επ}} \approx 165,8 \text{ ton} + 40,2 \text{ ton} \approx 206,0 \text{ ton} (= 105,5\% N).$$

---

Κατά τους σύγχρονους Κανονισμούς, για σκυρόδεμα με f<sub>ck</sub> = 14 MPa και  
για χάλυβά με f<sub>yk</sub> = 280 MPa, ισχύει :

$$\text{Φορτίο σχεδιασμού : } p_d = 9,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 + 2,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,50 = 16,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Δύναμη σχεδιασμού : } N_{\text{sd}} = 162,5 \text{ m}^2 \times 16,6 \text{ kN/m}^2 = 2.697,5 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Αντοχή σχεδιασμού : } N_{\text{rd}} &= 0,85 \times 14 \text{ MPa} \times (0,85 \times 0,30 \text{ m}^2) : 1,50 \\ &+ 280 \text{ MPa} \times 50,25 \text{ cm}^2 : 1,15 = \\ &= 2.023,0 \text{ kN} + 1.223,5 \text{ kN} = 3.246,5 \text{ kN} \end{aligned}$$





## ΚΤΙΡΙΟ ΙΚΑ ΡΟΔΟΥ

---

### ΚΤΙΡΙΟ 2

Έλεγχος στύλου K66 ΙΣΟΓΕΙΟΥ (εσωτερικού, ίσως του πιο καταπονούμενου), υπό κατακόρυφα φορτία μόνον, κατά τους Κανονισμούς του 1970 (και του 1985).

Υλικά : B160, St. I

Διατομή : 50/35 cm, με 16ϳ20 (50,25 cm<sup>2</sup>, ρ = 2,9 %) και  
με συνδ/ρες ϳ6 ή ϳ8/20 (;)

Επιφάνεια επιρροής : Περίπου 21,5 m<sup>2</sup>

Συνολικώς : Περίπου 21,5 m<sup>2</sup> x 5 = 107,5 m<sup>2</sup>

$$N = 107,5 \text{ m}^2 \times 1,2 \text{ t/m}^2 = \underline{129,0 \text{ ton}}$$



Για ορθογωνικά υποστυλώματα, με συνδετήρες ανά max. (d, 12ϳ),  
υπό κεντρική θλίψη μόνον, χωρίς κίνδυνο λυγισμού  
(λ' = h<sub>x</sub>/d = h<sub>y</sub>/d < 15, min. ρ = 0,8 ‰), ισχύει :

$$N_{\text{EII}} = (1/3 \beta_{11}) \cdot F_{11} + (1/3 \beta_{33}) \cdot F_{33},$$

με (1/3 β<sub>ρ</sub>) = 48 kg/cm<sup>2</sup> και (1/3 β<sub>σ</sub>) = 0,8 t/cm<sup>2</sup>.

$$\text{Άρα : } N_{\text{EII}} = 84,0 \text{ ton} + 40,2 \text{ ton} = \underline{124,2 \text{ ton}} (\sim 96,0\% N).$$

---

$$\text{Για B225/St. I : } N_{\text{EII}} = 113,8 \text{ ton} + 40,2 \text{ ton} = 154,0 \text{ ton} (\sim 119,5\% N).$$

---

Κατά τους σύγχρονους Κανονισμούς, για σκυρόδεμα με f<sub>ck</sub> = 14 MPa και  
για χάλυβα με f<sub>yk</sub> = 280 MPa, ισχύει :

$$\text{Φορτίο σχεδιασμού : } p_{\text{ε}} = 9,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 + 2,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,50 = 16,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Δύναμη σχεδιασμού : } N_{\text{sd}} = 107,5 \text{ m}^2 \times 16,6 \text{ kN/m}^2 = 1.784,5 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Αντοχή σχεδιασμού : } N_{\text{Rd}} &= 0,85 \times 14 \text{ MPa} \times (0,50 \times 0,35 \text{ m}^2) : 1,50 \\ &+ 280 \text{ MPa} \times 50,25 \text{ cm}^2 : 1,15 = \\ &= 1.388,5 \text{ kN} + 1.223,5 \text{ kN} = 2.612,0 \text{ kN} \end{aligned}$$



## **ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**

---

### **α) Σεισμός και αντισεισμική απόκριση του συνόλου του κτιρίου**

Γίνεται χρήση των συστάσεων και διατάξεων του προσχεδίου του Ελληνικού Κανονισμού Επεμβάσεων, ειδικώς υπό σεισμόν, δηλαδή του ΚΑΝΕΠΕ.

Έτσι, κατ' αρχήν, ελέγχεται η διάταξη και η επιρροή των κάθε είδους τοιχοπληρώσεων, υφιστάμενων ή προστιθέμενων, κατά την παράλληλη αρχιτεκτονική μελέτη. Οι όποιες τοιχοπληρώσεις δεν θα συμμετέχουν στην ανάληψη σεισμού (έστω περιορισμένη), ενώ θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα έτσι ώστε η επιρροή τους να είναι με αξιοπιστία ευνοϊκή, τόσο γενικώς (για το σύνολο του κτιρίου) όσο και ταπικώς.

Σε όλο το ύψος του κτιρίου, με σταθερή διατομή, διατάσσονται νέα αντισεισμικά στοιχεία – ισχυρά και μεγάλα τοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα, με κατάλληλη σύνδεση προς τον παλαιό σκελετό και με ισχυρή θεμελίωση.

Στόχοι της διάταξης των νέων μεγάλων στοιχείων είναι (i) η ανάληψη σημαντικού ποσοστού της σεισμικής δράσεως, (ii) ο περιορισμός των συνεπειών της μή – κανονικότητας (σε κάτοψη και τομή), (iii) ο περιορισμός των στρεπτικών φαινομένων, (iv) η ανακούφιση των στύλων του κτιρίου, που παρουσιάζουν προβλήματα, (v) ο περιορισμός των μετακινήσεων και των προβλημάτων δυναμικής αστάθειας και (vi) ο περιορισμός των κάθε είδους βλαβών (υπό τον σεισμό σχεδιασμού).

Επιπλέον, γίνεται πλήρης χρήση των σύγχρονων αντιλήψεων (και διατάξεων, π.χ. κατά τον ΚΑΝΕΠΕ αλλά και τον Ευρωπαϊκό Αντισεισμικό Κανονισμό, EC 8/2004, ακόμα και για νέα κτίρια), περί διάκρισης των στοιχείων του σκελετού (που φέρουν κατακόρυφα φορτία) σε πρωτεύοντα (ή κύρια) και δευτερεύοντα, δηλαδή σε στοιχεία που είναι ή δεν είναι «κρίσιμα» υπό σεισμόν, δηλαδή που έχουν ή δεν έχουν ουσιαστική συμμετοχή στο αντισεισμικό δομητικό σύστημα.

Αναλόγως της διάκρισης σε πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα στοιχεία, βεβαίως με τις σχετικές κανονιστικές «δεσμεύσεις» (περί μή-αλόγιστης χρήσης της υπόψη διάκρισης), τόσο η προσομοίωση (και η συμμετοχή στο αντισεισμικό σύστημα), όσο και ο έλεγχος/ή διαστασιολόγηση των φερόντων στοιχείων (αλλά και των όποιων τοιχοπληρώσεων, βλ. πριν) γίνονται με ειδικές επιμέρους διατάξεις και κανόνες εφαρμογής, ανά διακριτή ομάδα στοιχείων, και όχι συλλήβδην.

Έτσι, ο τελικός αντισεισμικός σχεδιασμός, ο οποίος διέπει, είναι ορθολογικός, λαμβάνει υπόψη την πραγματική απόκριση των παλαιών κτιρίων, και είναι συμβατός με τις σημερινές αντιλήψεις και τους σημερινούς Κανονισμούς.



## **β) Τοιχοπληρώσεις του κτιρίου**

Όσες εξωτερικές (περιμετρικές, στο κέλυφος) δεν αντικατασταθούν από νέα στοιχεία (οπλισμένου σκυροδέματος), θα παραμείνουν και θα επισκευασθούν, λαμβάνοντας μέτρα περιορισμού των ενδεχόμενων συνεπειών ή βλαβών τους.

Όσες εσωτερικές (διαχωριστικές) δεν αντικατασταθούν από νέα στοιχεία, στο πλαίσιο της αντισεισμικής ενίσχυσης, προτείνεται όπως καθαιρεθούν πλήρως και αντικατασταθούν από σύγχρονα υλικά και τεχνικές ξηράς δόμησης (π.χ. γυψοσανίδες).

Η πρόταση αυτή στοχεύει στον περιορισμό των μόνιμων φορτίων του κτιρίου (έστω σε μικρό ποσοστό) καθώς και στον περιορισμό των επισκευών των υφιστάμενων τοίχων ή των ενδεχόμενων μελλοντικών προβλημάτων λόγω παραμορφωσιμότητας των πλακών (και δοκών).

## **γ) Παραμορφωσιμότητα των πλακών**

Επισημαίνεται πως η παραμορφωσιμότητα δεν συνιστά πρόβλημα αντοχής των πλακών (και δοκών) του κτιρίου, αλλά πρόβλημα λειτουργικότητας (και εν χρόνω ανθεκτικότητας).

Επιπλέον, εκτιμάται πως τα όποια σχετικά προβλήματα έχουν ήδη εκδηλωθεί και εν πολλοίς σταθεροποιηθεί, μετά από τριάντα έτη, λαμβάνοντας υπόψη πως δεν τίθεται θέμα αλλαγής χρήσεως ή επιφόρτισης του κτιρίου.

Παρ' όλα αυτά, κυρίως για λόγους καλύτερης συμπεριφοράς των δαπέδων, για την σκοπούμενη νέα λειτουργία του κτιρίου, αλλά και για λόγους συναισθήματος ασφαλείας των χρηστών του, προβλέπεται η επιλεκτική, σε λίγες συγκεκριμένες θέσεις, και εύστροφη διάταξη νευρώσεων ή ενισχυμένων ζωνών στις πλάκες, π.χ. στον αρμό αλλά και αλλού.

Η διάταξη αυτών των νέων στοιχείων – δοκών, από δομικών χάλυβα ή οπλισμένο σκυρόδεμα (έγχυτο ή εκτοξευόμενο), θα γίνει μετά από υποστυλώσεις και σφηνώσεις, προς άμεση ενεργοποίηση των νέων «νευρώσεων» υπό τα τελικά φορτία λειτουργίας του κτιρίου.

## **δ) Ρηγματώσεις**

Όλες οι παρατηρούμενες ρηγματώσεις σε στοιχεία του σκελετού ή των τοιχοπληρώσεων του κτιρίου (που θα παραμείνουν, βλ. προηγούμενη παράγραφο **β**) θα αποκατασταθούν – επισκευασθούν με κατάλληλα υλικά και τεχνικές, είτε απλής σφράγισης είτε πλήρωσης (με διαδικασίες ενέσεων υπό πίεση).

Σχετικώς, θα δοθεί έμφαση σε κάθε είδους στοιχεία του κελύφους του κτιρίου, δηλαδή στην οροφή του 4<sup>ου</sup> ορόφου (πλάκες και δοκοί), στα περιμετρικά φέροντα στοιχεία και στις περιμετρικές τοιχοπληρώσεις.

## **ε) Άλλες βλάβες, φθορές, κακοτεχνίες κ.λπ.**

Εντοπίζονται, καταγράφονται και αποκαθίστανται πλήρως.

Σχετικώς, έχουν παρατηρηθεί αντίστοιχα προβλήματα σε περιοχές κυρίως ποδών των στύλων, σε διάφορες θέσεις, και κυρίως στο ισόγειο του κτιρίου, καθώς και σε λίγες δοκούς.

Σε αρκετές τέτοιες περιοχές έχουν εντοπισθεί κακοτεχνίες ως προς την όπλιση και την σκυροδέτηση, «φωλιές» - κενά και συμφόρηση διαμήκων οπλισμών, έλλειψη εγκάρσιων οπλισμών και προβλήματα υγρασίας, διάβρωσης κ.λπ.

Έτσι, και ασχέτως της ενίσχυσης που ενδεχομένως θα απαιτηθεί για συγκεκριμένους στύλους (ή άλλα στοιχεία), κατά την επόμενη παράγραφο **στ**, ή ασχέτως της ένταξης των υπόψη στύλων στο νέο πρωτεύον αντισεισμικό σύστημα του κτιρίου, κατά την προηγούμενη παράγραφο **α**, θα γίνουν πλήρεις τοπικές επισκευές, π.χ. με τη μέθοδο της «ίσης διατομής».

Δηλαδή, όχι μόνον θα αποκατασταθούν οι διατομές των στοιχείων αλλά θα αποκατασταθεί και η συνέχεια των διαμήκων οπλισμών ή η διάταξη στοιχειώδους (έστω) εγκάρσιου οπλισμού, ικανού να «προστατεύσει» τον διαμήκη οπλισμό και να προσφέρει περιορισμένη (βεβαίως) περίσφιγξη και διατμητική αντίσταση.

## **στ) Προβλήματα πλακών και δοκών**

Όπως έχει, ήδη, διερευνηθεί, δεν τίθεται θέμα προβλημάτων αντοχής.

Βεβαίως, αν η νέα/τελική λεπτομερής μελέτη δείξει τοπικά προβλήματα σε λίγες θέσεις, θα γίνουν οι απαραίτητες κατάλληλες ενισχύσεις, με δάκιμα υλικά και τεχνικές.

Τα θέματα λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας των πλακών/δοκών καλύπτονται συνοπτικώς στις προηγούμενες παραγράφους **γ**, **δ** και **ε**, καθώς και στην τελευταία παράγραφο **η**.

## ζ) Προβλήματα στύλων

Για όσους στύλους, πρωτεύοντες ή δευτερεύοντες, αποδεικνύεται ανεπάρκεια υπό τα κατακόρυφα φορτία, με την νέα/τελική και λεπτομερή μελέτη, θα γίνουν ενισχύσεις (τοπικώς ή σε όλο το ύψος ορόφου και με κατάλληλες «συνδέσεις» ή επεκτάσεις), βεβαίως οι κατά το δυνατόν πιο «ήπιες», με μικρή επίπτωση στην διατομή, στην μάζα, στην δυσκαμψία κ.λπ.

Εκτιμάται πως εν όψει των πλήρων επισκευών (βλ. παράγραφο ε) και της καθολικής ενίσχυσης υπό σεισμόν (βλ. παράγραφο α), η ανάγκη ενίσχυσης στύλων (υπό τα κατακόρυφα φορτία μόνον και υπό τις μικρές – ανεκτές μετακινήσεις υπό σεισμόν) θα είναι περιορισμένη, δηλαδή οι στύλοι δεν θα παρουσιάζουν έντονα προβλήματα και μάλιστα σε μεγάλη έκταση του κτιρίου.

## η) Προβλήματα ανθεκτικότητας

Οι όποιες παρατηρούμενες βλάβες, φθορές, κακατεχνίες κ.λπ. θα αποκατασταθούν πλήρως, ενώ το τελικό κτίριο μετά τις επεμβάσεις θα έχει βελτιωμένα χαρακτηριστικά εν χρόνω συμπεριφοράς.

Βεβαίως, προβλέπεται και η αποκατάσταση των επιχρισμάτων (για τον σκελετό και τις τοιχοπληρώσεις) ή η διάταξη επιχρισμάτων σε νέα στοιχεία, κάθε είδους, έτσι ώστε να προσφερθεί πρόσθετη «άμυνα» έναντι του βλαπτικού περιβάλλοντος, δηλαδή προστασία όχι μόνον μέσω των επικαλύψεων σκυροδέματος.

Κατά περίπτωση, μπορεί να εξετασθεί και η χρήση ειδικών σύγχρονων υλικών και επιχρίσεων, με ειδικές «θυσιαζόμενες» βαφές, με ανασταλείς προσβολής του σκυροδέματος και διάβρωσης των σιδηροπλισμών κ.λπ.

## **ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

1) **ΠΡΟΒΛΕΨΗ** επεκτάσεων, προσθηκών κ.λπ. : Καμία.

### 2) **ΥΛΙΚΑ**

2.1) Τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες ή προστιθέμενες :  
Ειδική αναφορά του Μελετητή, όπως θα εγκριθεί από την ΤΥ/ΙΚΑ,  
Αξιόπιστα ευνοϊκή συμπεριφορά, γενική και τοπική.

2.2) Υφιστάμενο οπλισμένο σκυρόδεμα :  
Μέσες και αντιπροσωπευτικές τιμές για το σκυρόδεμα και τους  
σιδηροπλισμούς κατά τα προβλεπόμενα στην προμελέτη.

---

Υψηλή στόθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ), βλ. ΚΑΝΕΠΕ.

2.3) Προστιθέμενο οπλισμένο σκυρόδεμα :  
C20/25 και B500 C,  
Κατά ΕΚΟΣ, ΚΤΣ και ΚΤΧ.

---

Κανονική προσπελασιμότητα στις θέσεις επεμβάσεων, βλ. ΚΑΝΕΠΕ.

2.4) Άλλα υλικά : Ειδική αναφορά του Μελετητή.

### 3) **ΕΔΑΦΟΣ**

Κατά τα προβλεπόμενα στην προμελέτη.

Οι ανεκτές τιμές τάσεων έδρασης έχουν κατά τον Πίνακα.

Κατάσταση ελέγχου		Ανεκτή τάση, σε kPa	
		Ομοιόμορφη	Κατά γωνία/ακμή
Λειτουργικότητα, καθιζήσεις (ΟΚΑ)		200	250
Αστοχία (ΟΚΑ)	Βασικός συνδυασμός	400	500
	Τυχηματικός συνδυασμός	500	650

Ελατηριακές «σταθερές» : Ειδική αναφορά του Μελετητή.

#### 4) ΣΕΙΣΜΟΣ

4.1) Κατά ΕΑΚ, Ζώνη II/ $\alpha=0,24$ , Έδαφος Β/ $T_1=0,15$  s,  $T_2=0,60$  s

4.2) Σπουδαιότητα : Συνήθης ( $\Sigma 2$ ), με  $\gamma_I=1,00$ , ή, έστω, αυξημένη ( $\Sigma 3$ ), με  $\gamma_I=1,15$

4.3) Ποσοστό απόσβεσης : Λόγω τοιχοπληρώσεων,  $\zeta=7\%$  (ή  $5\%$ ),  
οπότε  $\eta=0,9$  (ή  $\eta=1,0$ )

4.4) Για  $T_1 < T < T_2$  :  $\Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \eta \cdot \theta \cdot \beta_0 : q$   
 $= 0,54 : q$  (έως max.  $0,69 : q$ )

4.5) Καθολικοί και τοπικοί δείκτες συμπεριφοράς  $q$  και  $m$  κατά ΚΑΝΕΠΕ  
(π.χ.  $q=1,5$  πριν τις επεμβάσεις,  $q=3,0$  μετά τις επεμβάσεις).

#### 5) ΑΝΑΛΥΣΗ/ΕΛΕΓΧΟΙ/ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Κατά ΕΑΚ, ΕΚΟΣ και ΚΑΝΕΠΕ, γραμμική ελαστική, σε όρους «δυνάμεων» (εντατικών μεγεθών), σε κατάσταση αστοχίας, για τον βασικό και τον τυχηματικό συνδυασμό.

Διατάξεις μεγίστων/ελαχίστων, «κατασκευαστικές» διατάξεις κ.λπ., κατά την ειδική αναφορά του Μελετητή, όπως θα εγκριθεί από την ΤΥ/ΙΚΑ.

#### 6) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ, ΔΥΣΤΜΗΣΙΑΣ, ΔΥΣΤΕΝΕΙΑΣ

Κατά ΚΑΝΕΠΕ, με ειδική αναφορά του Μελετητή.

#### 7) ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ, ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΩΝ Κ.ΛΠ.

Κατά ΚΑΝΕΠΕ, με ειδική αναφορά του Μελετητή.

Σχετικώς, και παρά την διατιθέμενη υψηλή στάθμη αξιοπιστίας των δεδομένων (ΣΑΔ) του κτιρίου, προβλέπονται και παραμετρικές διερευνήσεις ή «αναλύσεις ευαισθησίας», με σκοπόν την αλλαγή προσομοιώματος ή και ελέγχου κατά τρόπον ώστε να περιορισθεί η ενδεχόμενη υπερευαισθησία έναντι μεταβαλλόμενων τιμών ορισμένων παραμέτρων.

Έτσι, θα καταβληθεί προσπάθεια ώστε ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τις αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων, μέσω των οποίων εκτιμώνται οι συνέπειες των δράσεων, να έχει τιμή  $\gamma_{sd}=1,0$ .

## **8) ΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΗ «ΔΥΝΑΜΕΩΝ»**

Για τους ελέγχους σε οριακή κατάσταση αστοχίας (ΟΚΑ), είτε του βασικού είτε του τυχηματικού συνδυασμού δράσεων, θα γίνει ανακατανομή εντατικών μεγεθών, βεβαίως περιορισμένη, κατά τις σχετικές διατάξεις του ΕΚΟΣ.

Η πρόβλεψη αυτή αφορά βεβαίως και τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα (νέα), και πρωτίστως τα υφιστάμενα συστήματα πλακών και δοκών, για τα οποία μπορεί να εφαρμοσθεί περιορισμένη ανακατανομή – χωρίς ιδιαίτερους επιμέρους ελέγχους.

## **9) ΛΟΙΠΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ.**

### **ΘΕΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ και ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Άλλες δράσεις, έμμεσες κ.λπ. δεν θα ληφθούν υπόψη.

Θέματα λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας για τα υφιστάμενα δομικά στοιχεία, δεν θα ελεγχθούν. Σχετικώς, βλ. ιδιαίτερες αναφορές.

Βεβαίως, για τα νέα ή τα τελικά δομικά στοιχεία (μετά τις επεμβάσεις) θα τηρηθούν οι σύγχρονες αντιλήψεις και διατάξεις (π.χ. κατά ΕΚΟΣ) για τις ελάχιστες επικαλύψεις, για τον περιορισμό των παραμορφώσεων και ρηγματώσεων κ.λπ.

Επίσης, θα ληφθούν υπόψη (και θα τηρηθούν) και οι σχετικές διατάξεις για την παθητική πυρασφάλεια των δομικών στοιχείων (π.χ. κατά τον Κανονισμό Πυροπροστασίας, 1988), αναλόγως της τελικής χρήσεως και του βαθμού κινδύνου του κτιρίου (ως συνόλου ή ως επιμέρους τμημάτων), κατά την Η/Μ μελέτη.



## Σημείωση Α

---

(για τα νέα αντισεισμικά στοιχεία του κτιρίου)

- (i) Τα νέα αντισεισμικά στοιχεία του κτιρίου θα σχεδιασθούν και κατασκευασθούν ως στοιχεία με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, κατά τους σύγχρονους Κανονισμούς, ενώ θα είναι επαρκή ως προς το πλήθος και την αντίσταση (αντοχή αλλά και δυσκαμψία/δυσστημσία).

Η επάρκεια των νέων στοιχείων (έναντι σεισμού), κρίνεται με βάση :

- Την διάταξη και το πλήθος τους
- Την τιμή του λόγου  $V_R/V_S$
- Την ικανότητα της σύνδεσής τους με τον υφιστάμενο σκελετό, και
- Την ικανότητα της θεμελίωσής τους.

- (ii) Έτσι, ως κριτήρια επάρκειας θεωρούνται τα εξής :

- Προς κάθε κατεύθυνση θα υπάρχουν τουλάχιστον δύο ή τρία, αναλόγως του μεγέθους, της γεωμετρίας και της κανονικότητας του δομήματος, μή-συνεπίπεδα και πρακτικώς σταθερά καθ' ύψος νέα μεγάλα στοιχεία (μεγάλου μήκους).
- Ο λόγος  $V_R/V_S$  για το σύνολο αυτών των νέων στοιχείων θα είναι τουλάχιστον ίσος με 0,75 σε κάθε όροφο και προς κάθε κατεύθυνση, όπου  $V_S$  είναι η δρώσα τέμνουσα δύναμη υπό σεισμό και  $V_R$  είναι η συνολική ανθιστάμενη τέμνουσα δύναμη των νέων στοιχείων, δηλ.  $V_R = \sum V_{Ri}$ .
- Θα γίνει έλεγχος των συνδέσεων των νέων στοιχείων με τα υφιστάμενα δομικά στοιχεία, έτσι ώστε να αποκρίνονται οιονεί-ελαστικώς.  
Δηλ., οι συνδέσεις θα σχεδιασθούν για εντατικά μεγέθη επαυξημένα κατά τον συντελεστή  $\gamma_{sd}=1,25$ .
- Θα γίνει έλεγχος των θεμελιώσεων των νέων στοιχείων, σε συνεργασία με τα υφιστάμενα πέδιλα, έτσι ώστε να αποκρίνονται οιονεί-ελαστικώς.  
Δηλ., οι θεμελιώσεις θα σχεδιασθούν για εντατικά μεγέθη επαυξημένα κατά τον συντελεστή  $\gamma_{sd}=1,25$ .

- (iii) Η θεμελίωση των νέων στοιχείων, θα σχεδιασθεί καταλλήλως (βλ. και πριν), με την παραδοχή «ελαστικής πάκτωσης» στο έδαφος (βλ. ΕΑΚ), λαμβάνοντας υπόψη κατάλληλες ελατηριακές ψευδο-σταθερές για (ταχεία) παραμόρφωση του εδάφους υπό σεισμόν, με κατάλληλο εύρος μεταβολής τιμών.

Η θεμελίωση των υφιστάμενων στύλων του κτιρίου, θα ελεγχθεί με την παραδοχή πλήρους πάκτωσης στο έδαφος.

## Σημείωση Β

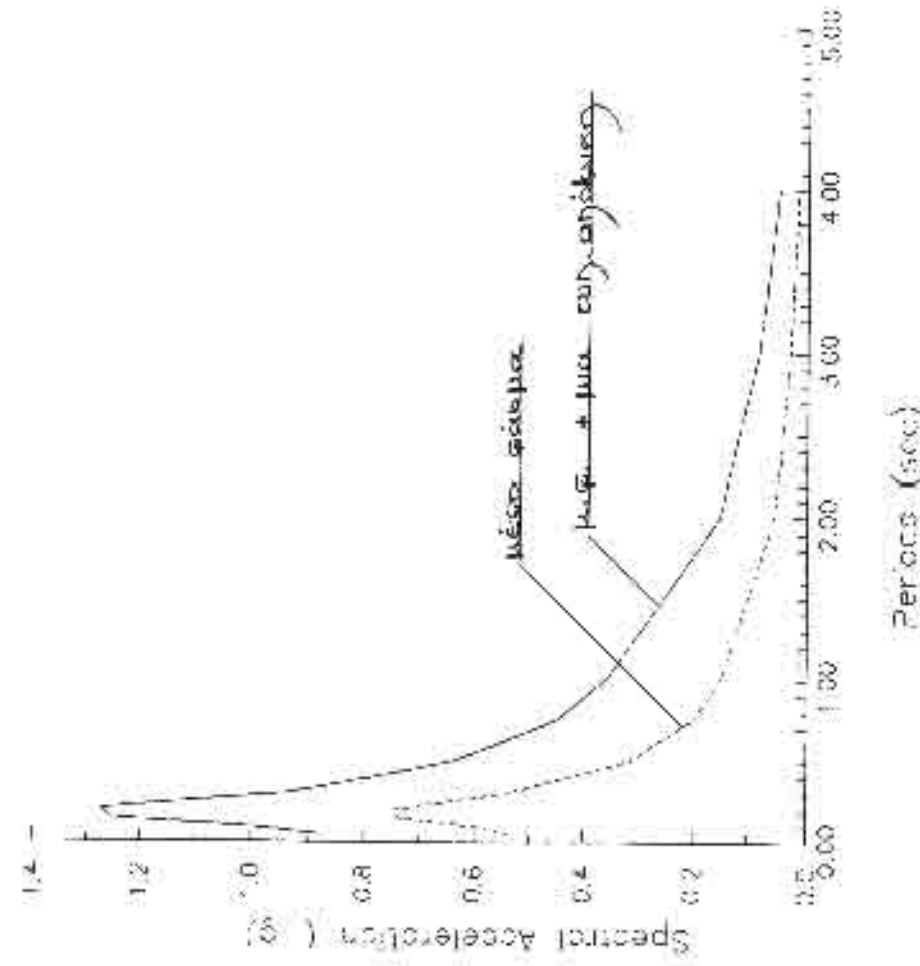
---

(για το κόστος και τον χρόνο των δομητικών επεμβάσεων)

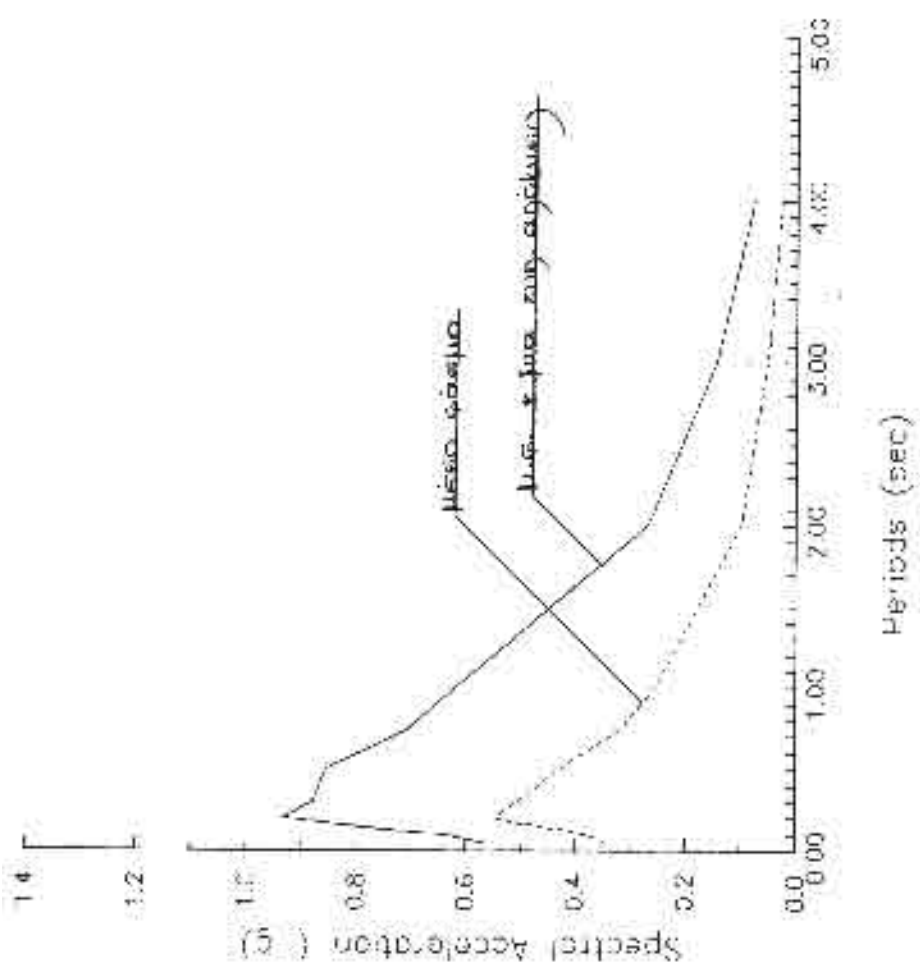
- (i) Για ειδικευμένον Ανάδοχο, με βεβαιωμένη σχετική εμπειρία (για μεγάλα κτίρια και βαριές επισκευές/ενισχύσεις), με μόνιμο βασικό προσωπικό και ιδιόκτητον εξοπλισμό, εκτιμάται χρονική διάρκεια για υλοποίηση των επισκευών και ενισχύσεων της τάξεως των έξι έως οκτώ μηνών.
- (ii) Σε αυτή την φάση, μια πρώτη αλλά αξιόπιστη προσέγγιση του κόστους του συνόλου των δομητικών επεμβάσεων, κατά την παρούσα μελέτη, έχει ως εξής :
  - Κόστος νέων αντισεισμικών στοιχείων, περίπου 750.000 €
  - Κόστος των υπολοίπων επεμβάσεων, περίπου 750.000 €.

Δηλ., το συνολικό κόστος των δομητικών επεμβάσεων θα είναι της τάξεως του 1,5 εκατ. €, ή περίπου 250 €/m<sup>2</sup>, για κτίριο με συνολικό εμβαδόν «πλακών» (συμπεριλαμβανομένης καί της θεμελίωσης) της τάξεως των 6.000 m<sup>2</sup>.

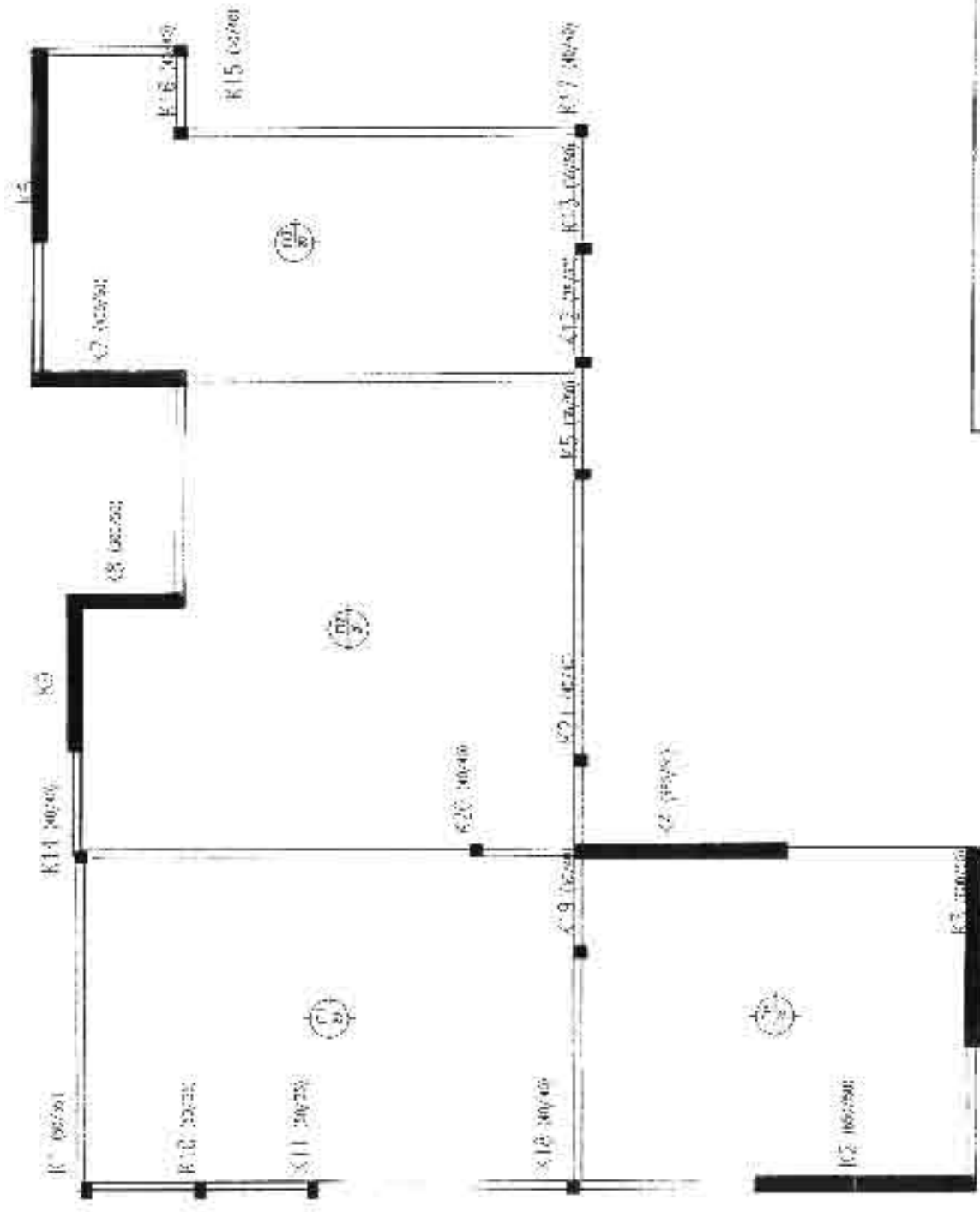




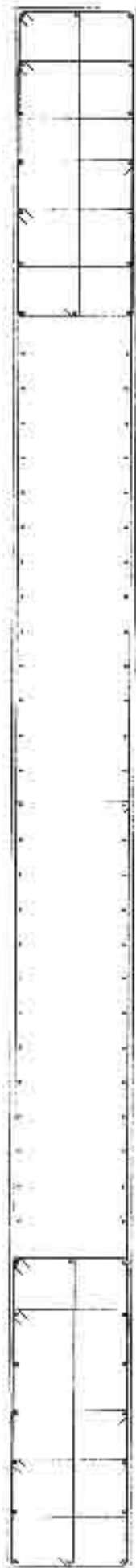
- Πειραματικό φάσμα σεισμού που χρησιμοποιήθηκε για τη πόλη της Ρόδου για εδαμικές συνθήκες "BRAMOS", μέση περίοδο επανόδου: 475 χρόνια και απόκλιση 0-5% της κλίμακας.



- Πειραματικό φάσμα σεισμού που χρησιμοποιήθηκε για τη πόλη της Ρόδου για εδαμικές συνθήκες "BRAMOS", μέση περίοδο επανόδου: 475 χρόνια και απόκλιση 0-5% της κλίμακας.



**ΚΤΙΡΙΟ Γ / ΔΡΟΦΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ**  
 Πανεπιστήμιο (υπό μελέτη)



K2 (650/50)

K: 2 $\phi$ 12/15 - 0 2 $\phi$ 12/15

A: 4 $\phi$ 20 + 10 $\phi$ 20

$\Delta$ : 4 $\phi$ 20 + 10 $\phi$ 20

$\Sigma$   $\phi$  0/75

Περιφέρμενα άκρα : 50/100



↙ (400/50)

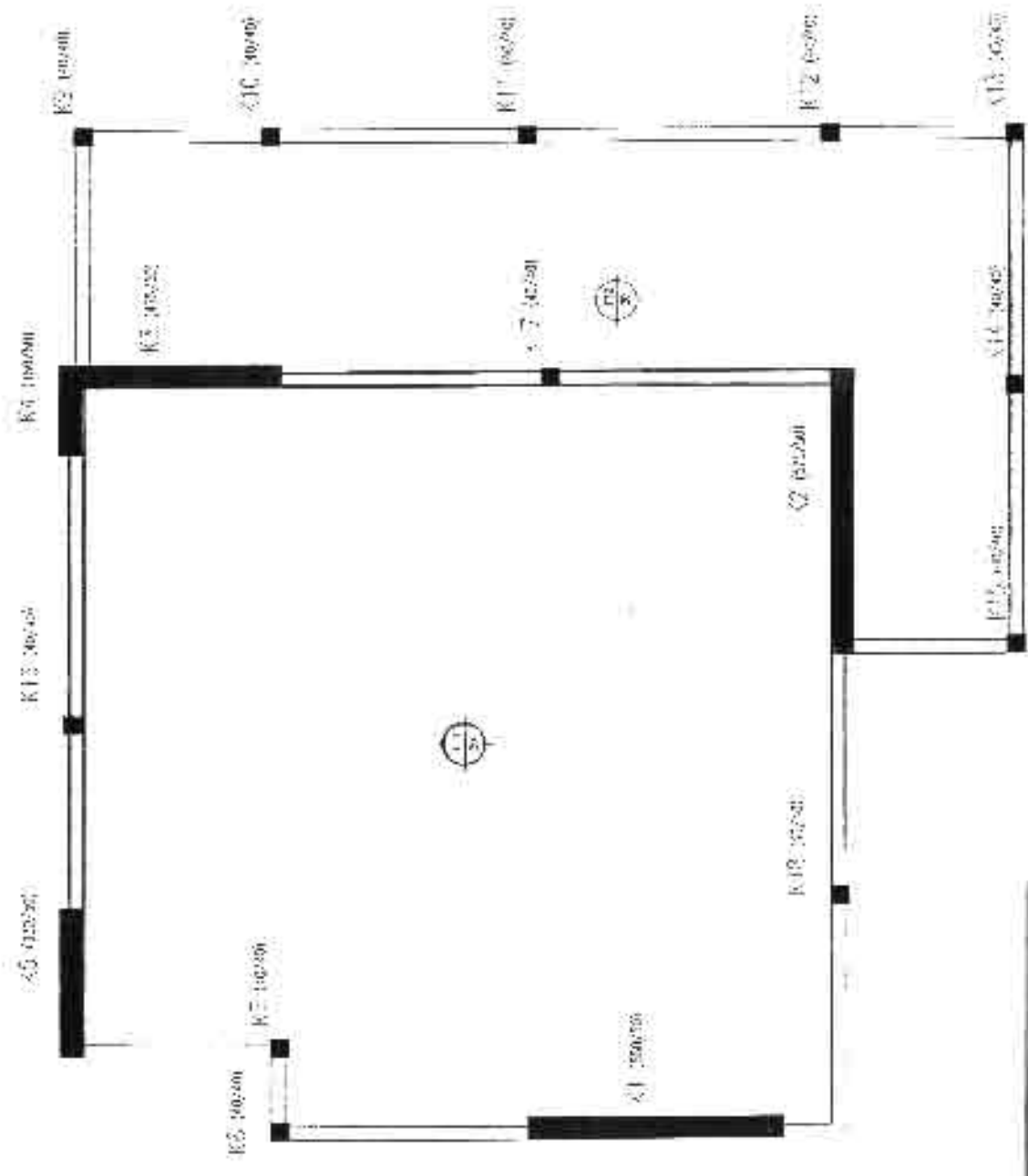
Κ: 2φ12/5 0: 2φ2/15

Λ: 4φ20+10φ20

Δ: 4φ20+10φ20

Ξ: φ10/7.5

Περιοφίγμενα άκρα: 50/100



**ΚΤΙΡΙΟ ΙΙ / ΟΡΟΦΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ**  
 Προστέτοιμα σύστημα (υπό στοιμόν)



K3

(4/5/50)

K: 2φ12/15 U: 2φ12/15

A: 10φ25 + 12φ25

A: 10φ25 + 12φ25

Σ: φ10/75

Περισφιγμένα άκρα = 50/100



K5

(250/50)

K: 20\*2/15 3: 2φ17/15

A: 4φ20+10φ20

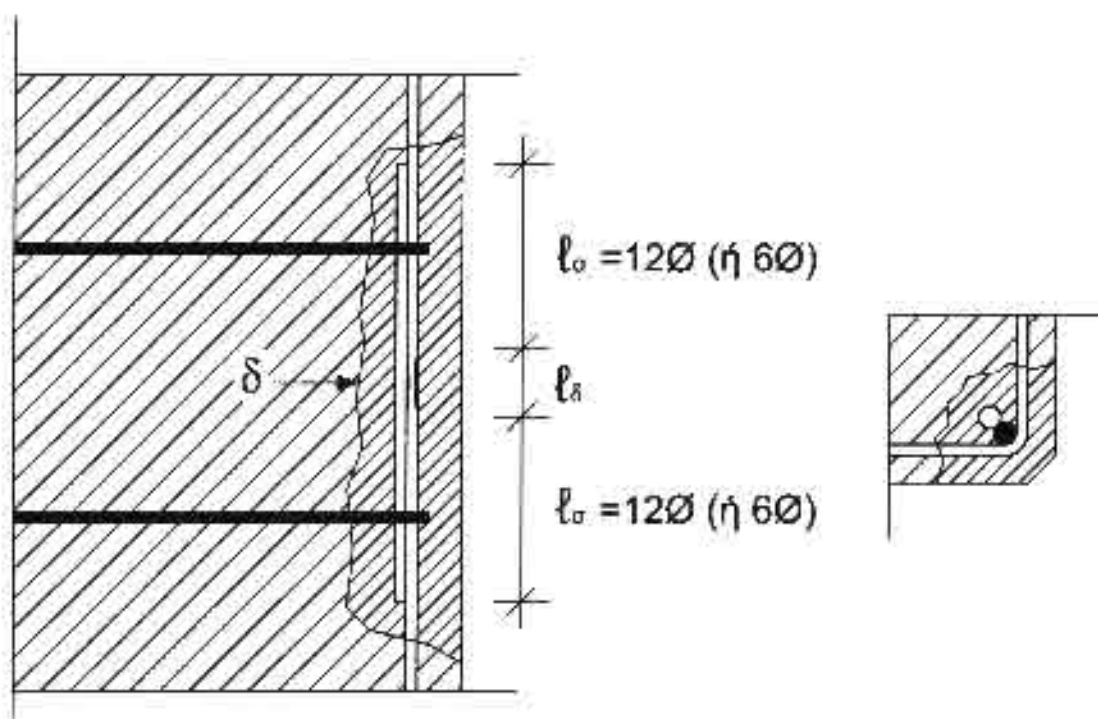
Δ: 4φ20+10φ20

Σ φ13/7.5

Περίσφιγμένα άκρα: 50/103

## ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ «ΙΣΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ»

### ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΕΝΩΝ ΦΘΟΡΩΝ Ή ΒΛΑΒΩΝ



**l<sub>δ</sub>** : Μήκος με εντοπισμένη διάβρωση (ή πληγή) του οπλισμού

**l<sub>σ</sub>** : Μήκος σύνδεσης ράβδων οπλισμού  
(παλαιάς/νέας, πίσω ή δίπλα)

---

**δ** : Διεπιφάνεια παλαιού/νέου σκυροδέματος,  
προετοιμασία και αστάρωμα

Φέρουσες συνδέσεις οπλισμών, με παράθεση (ή με λωρίδες), SMAW, κατά ΚΤΧ, καί θιξοτροπικά/τροποποιημένα έτοιμα τσιμεντοκονιάματα (σε 2 ÷ 3 στρώσεις)

---

Μεγάλα μήκη επέμβασης, δυσκολίες προσπελασιμότητας και ελέγχου, εισαγωγή εκκεντροτήτων, ενδεχομένως σε συνδυασμό με εξωτερική περίσφιγξη (για περιοχές αναμονών, βλ. μετά)



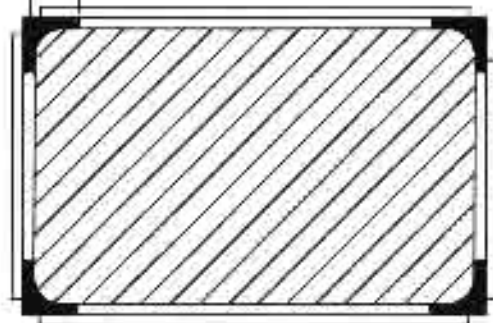
## ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΘΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΜΟΝΩΝ ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

ΓΙΑ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ (με πλευρές έως και 50 cm)

Γωνιακά ελάσματα (profiles), π.χ. 70 x 7 mm έως 90 x 9 mm

Σκέλη συνδετήρων, ανά 7,5 έως 12,5 cm

π.χ. Ø10 (ή Ø8) ή 15 x 6 mm



Συγκολλήσεις : Διπλές πλευρικές,  
SMAW, κατά ΚΤΧ,  
με πάχος / μήκος  
4 mm / 2 x 50 mm

Χάλυβας : S235 JO  
(ή B500C)

Στην αρχή : Απότμηση ακμών υποστυλώματος (π.χ. 1,5 cm),  
αποκατάσταση (ενδεχομένως) με την μέθοδο  
«ίσης διατομής»

Στο τέλος : Ειδικές βαφές, αστάρωμα και κάλυψη του συνόλου  
με οπλισμένα/ενισχυμένα επιχρίσματα (μικρού πάχους)

---

Ενδεχομένως : Εφαρμογή και εξωτερικής περισφίγξης, μέσω

- Σύσφιγξης των γωνιακών ελασμάτων,  
με ζεύγη σφιγκτήρων/κατ' εναλλαγήν
- Προθέρμανσης των συνδετήρων και συγκόλλησης  
εν θερμώ (με ειδικά γάντια)

## Στοιχεία υφιστάμενης θεμελίωσης

**ΣΔ :** 20/50, 4 $\varnothing$ 16 –  $\varnothing$ 6/20, St. I

**Κτίριο I :** K1 : 35/35, 8 $\varnothing$ 20 –  $\varnothing$ 6/20, St. I  
1,40x2,00 / Εσχ.  $\varnothing$ 10/15, H=0,30+0,50

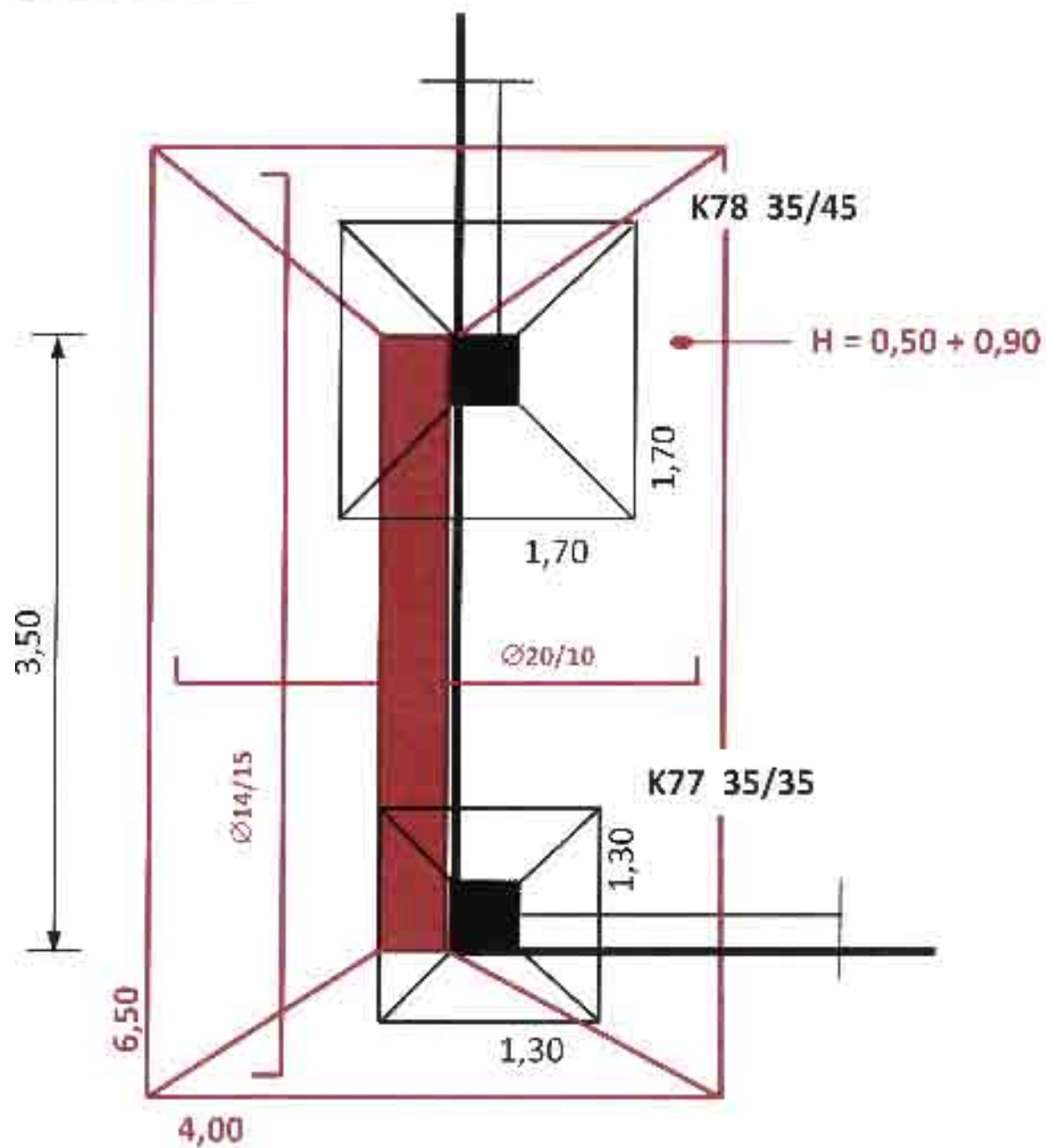
K4 : 45/35, 14 $\varnothing$ 20 –  $\varnothing$ 8/20, St. I  
1,60x2,40 / Εσχ.  $\varnothing$ 12/15, H=0,30+0,65

**Κτίριο II :** K77 : 35/35, 4 $\varnothing$ 20 –  $\varnothing$ 6/20, St. I  
1,30x1,30 / Εσχ.  $\varnothing$ 10/15, H=0,30+0,30

K78 : 35/45, 8 $\varnothing$ 18 –  $\varnothing$ 6/20, St. I  
1,70x1,70 / Εσχ.  $\varnothing$ 12/15, H=0,30+0,60



## ΚΤΙΡΙΟ II

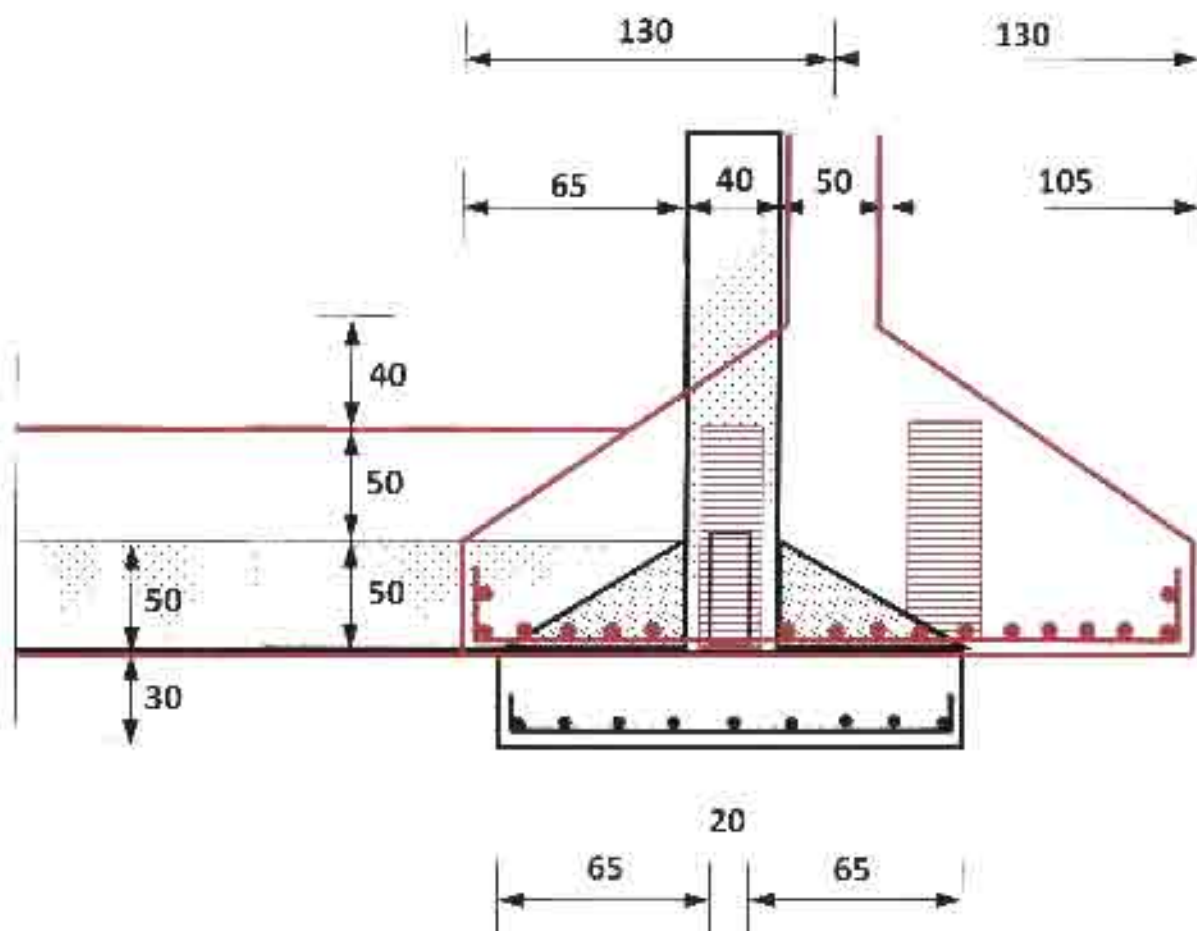


■ Υφιστάμενα υποστυλώματα

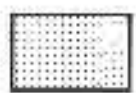
■ Νέο τοίχείο, T5 (350/50), με νέες ΣΔ, βλ. λεπτομέρεια

## ΤΥΠΙΚΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΝΕΩΝ ΠΕΔΙΛΩΝ ΤΟΙΧΕΙΩΝ

Διατάσσονται και νέες/ισχυρές ΣΔ, διπλές ή μονές, προς διπλανά πέδιλα, τα οποία ενισχύονται (οι ΣΔ συμμετέχουν στο προσομοίωμα και αναλαμβάνουν Μ, V και Ν)



Υφιστάμενα στοιχεία θεμελίωσης (ΣΔ : 20/50 cm, όπου υπάρχουν)



Καθαίρεση σκυροδέματος κώνου πεδίων και ΣΔ



Νέες ΣΔ (35/100 cm), διπλές κατά μήκος / μονές εγκάρσιως

**ΤΕΕ/ΕΠΑΝΤΥΚ**

**ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ :**

**«Μελέτες και Κατασκευές Προσεισμικών Ενισχύσεων»**

---

**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ/ΕΝΙΣΧΥΣΗ**  
**ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ**  
**ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΑΚΩΝ ΧΩΡΙΣ ΔΟΚΟΥΣ**

**Μ. Χρονόπουλος**  
**Χ. Σπανός**

---

**Αθήνα, 12-13 Μαρτίου 2009**  
**Χίος, 16 Οκτωβρίου 2009**  
**Βόλος, 14 Νοεμβρίου 2009**

## **ΤΕΕ/ΕΠΑΝΤΥΚ**

**ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ «Μελέτες και Κατασκευές Προσεισμικών Ενισχύσεων»**

### **ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΑΚΩΝ ΧΩΡΙΣ ΔΟΚΟΥΣ**

Μ.Π. Χρονόπουλος / Χ.Ν. Σπανός, Παλ. Μηχ. ΕΜΠ

Στην ανακοίνωση αυτή, παρουσιάζονται συνοπτικώς στοιχεία από την μελέτη, την κατασκευή και την επίβλεψη των εργασιών αντισεισμικής (κυρίως) ενίσχυσης κτιρίου στην Αθήνα, το οποίο ήδη στεγάζει τα γραφεία μεγάλης εταιρείας (του ευρύτερου δημόσιου τομέα).

Το υπόψη κτίριο, με συμβατικόν σκελετόν από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοπληρώσεις, περιλαμβάνει υψηλό και ημι-ανοικτό υπόγειο, υψηλό και ημι-ανοικτό ισόγειο (με πατάρι) και τέσσερις πλήρεις ορόφους, ενώ έχει συνολικό εμβαδό της τάξεως των 2.500 m<sup>2</sup> (κάτοψη ~ 20 m x 20 m).

Το κτίριο, κατά το συνεχές σύστημα δόμησης, μελετήθηκε και κατασκευάσθηκε στα τέλη του 1970 / στις αρχές του 1980, σε δύο φάσεις, αρχικώς το υπόγειο και το ισόγειο (με πατάρι) και αμέσως μετά η προσθήκη των τεσσάρων (4) πλήρων ορόφων, με σύστημα πλακών χωρίς δοκούς.

Κύρια χαρακτηριστικά (και προβλήματα) του υπόψη κτιρίου ήταν τα εξής :

- Η ύπαρξη έντονης α-κανονικότητας, κατά τις κατόψεις και τις τομές, λόγω του σκελετού καθ' εαυτού αλλά και των «άτακτων» τοιχοπληρώσεων.
- Το ημι-θαμμένο και υψηλό υπόγειο, με ημιτελή και προβληματικά τοιχεία, σε περιορισμένα τμήματα της περιμέτρου, το οποίο ουσιαστικώς δεν ήταν υπόγειο από αντισεισμική (αλλά και πολεοδομική) άποψη.
- Το υψηλό ισόγειο με πλημμελές πλαίσιακό σύστημα, με το πατάρι σε τμήμα της κάτοψης, το οποίο είχε ουσιαστικώς συμπεριφορά πιλοτής, λόγω α-κανονικότητας και πλημμελούς διάταξης ή διακοπής των τοιχοπληρώσεων.



- Η προσθήκη των τεσσάρων (4) ορόφων, η οποία είχε γίνει χωρίς έλεγχο του υποκείμενου αρχικού τμήματος, «καλυπτόμενη» από την Υπεύθυνη Δήλωση «ΑΝΤΟΧΗΣ» δύο (2) Πολιτικών Μηχανικών, κατά τα τότε κρατούντα.
- Η προσθήκη των τεσσάρων (4) ορόφων, η οποία είχε γίνει με το σύστημα λεπτών πλακών (sandwich) χωρίς δοκούς, με υποστυλώματα μεγάλης διατομής αλλά υπο-οπλισμένα (καί όσο αφορά τον διαμήκη και όσο αφορά τον εγκάρσιο οπλισμό).
- Κατά την προσθήκη των τεσσάρων (4) ορόφων είχαν, τέλος, γίνει έντονες επεμβάσεις στον σκελετό και στην θεμελίωση του υποκείμενου τμήματος, λόγω της (έκκεντρης) διάταξης κλιμακοστασίου και ανελκυστήρα, με ελλιπή θεμελίωση.

Ευτυχώς, τα προβλήματα λειτουργικότητας (π.χ. παραμορφώσεις ή ρηγματώσεις) αλλά και ανθεκτικότητας ήσαν περιορισμένα, ενώ οι βλάβες λόγω του σεισμού της Αθήνας (1999) ήσαν και αυτές γενικώς περιορισμένες (λίγες ρωγμές στύλων στο υπόγειο και στο ισόγειο, χαρακτηριστικές ρωγμές τοιχοπληρώσεων).

Έτσι, εξ αρχής, αποφασίσθηκε η συστηματική αποτίμηση των χαρακτηριστικών του σκελετού και η πλήρης αντισεισμική ενίσχυση του υπόψη κτιρίου, στο πλαίσιο του ΚΑΝΕΠΕ, με την καθολική αναβάθμιση της συμπεριφοράς (επισκευή/ενίσχυση) των πολλών υπάρχουσών πλινθοπληρώσεων αλλά και την διάταξη νέων, οπλισμένων, σε λίγες επιλεγμένες θέσεις, σε όλους τους ορόφους (μέχρι και την θεμελίωση).

Μετά την έκδοση της οικοδομικής αδείας, οι σχετικές εργασίες ολοκληρώθηκαν συντόμως από ειδικευμένον Ανάδοχον, με συστηματική επίβλεψη και έλεγχο της αποτελεσματικότητας των τεχνικών που εφαρμόσθηκαν, και έτσι, εδώ και δύο έτη, το κτίριο λειτουργεί κανονικώς, μετά και την πλήρη ανακαίνισή του (όσο αφορά τα οικοδομολογικά στοιχεία του, τα δίκτυα και τις εγκαταστάσεις κ.λπ.).

Για την ολοκλήρωση των δομητικών επεμβάσεων απαιτήθηκε χρόνος της τάξεως των τριών (3) μηνών, ενώ το κόστος τους ανήλθε σε περίπου 100 €/m<sup>2</sup>.

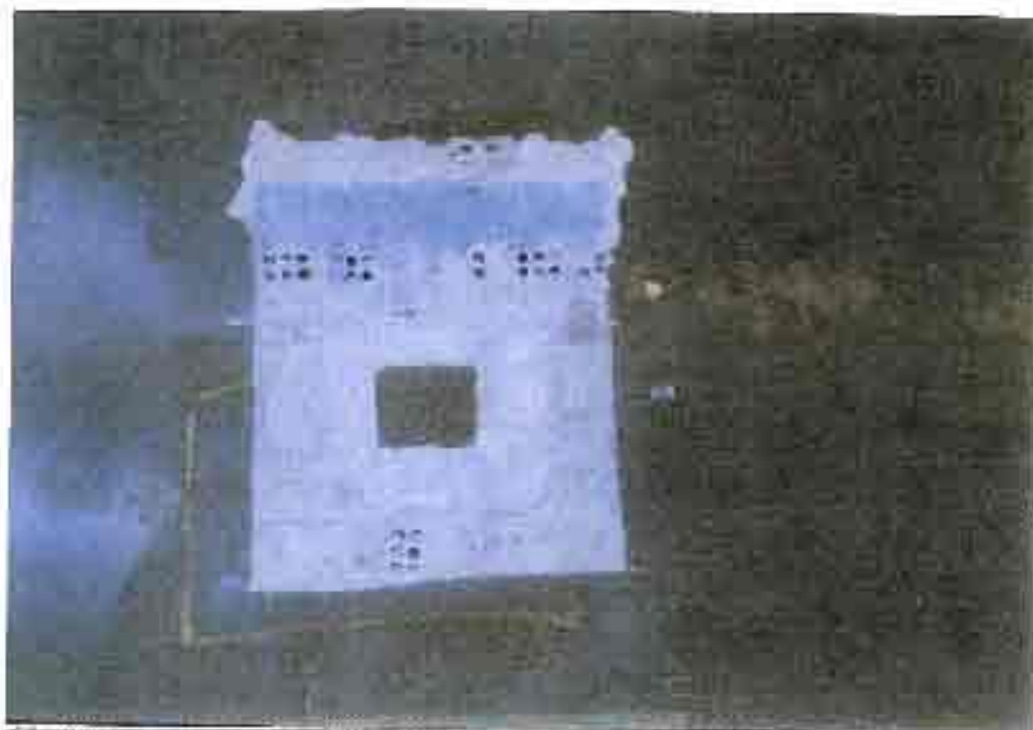




**ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ, ΑΠΟ ΤΗΝ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ**



**ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ, ΕΝΤΟΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ**



**ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ**



**ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΣΚΑΜΜΑΤΑ (ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ K11 ΚΑΙ K12)**

## **ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ/ΥΛΙΚΑ**

---

### **1. ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

- Κατά τις οικοδομικές άδειες  
B225, St. III και St. I (για τους συνδετήρες)  
(και για την αρχική άδεια και για την άδεια προσθήκης)
- Κατά τους συνδυασμένους ελέγχους  
C16/20, S400 και S220 (για τους συνδετήρες)  
(δεν έγινε χρήση των ευνοϊκών διατάξεων του ΚΑΝΕΠΕ)

---

Επικαλύψεις οπλισμών :  $5 \div 35$  mm (+ επιχρίσματα)

Βάθος ενανθράκωσης : Κάτω /  $10 \div 35$  mm, Πάνω /  $5 \div 15$  mm

Ηλεκτρικό δυναμικό :  $+ 150 \div - 100$  mV

(σε λίγες θέσεις στο υπόγειο : έως  $- 500$  mV)

### **2. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ**

Έγιναν διερευνήσεις σε αρκετές θέσεις (σε όλους τους ορόφους), για τα υλικά και τις λεπτομέρειες δόμησης, την ύπαρξη διαζωμάτων, την σφήνωση στον σκελετό κ.λπ.

### **3. ΕΔΑΦΟΣ**

Δεν έγινε γεωτεχνική έρευνα.

Έγιναν διερευνητικές τομές, σε αρκετές θέσεις, κυρίως για να διαπιστωθούν οι λεπτομέρειες και η γεωμετρία της θεμελίωσης.

Έγινε χρήση των (ευνοϊκών) προβλέψεων του ΕΑΚ, Παράρτημα Ζ, § Ζ.6.

## ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΩΝ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

Χρησιμοποιούνται οι «ονομαστικές» συχνότερες τιμές αντοχών κατά τον Πίνακα που ακολουθεί, οι οποίες ισχύουν για :

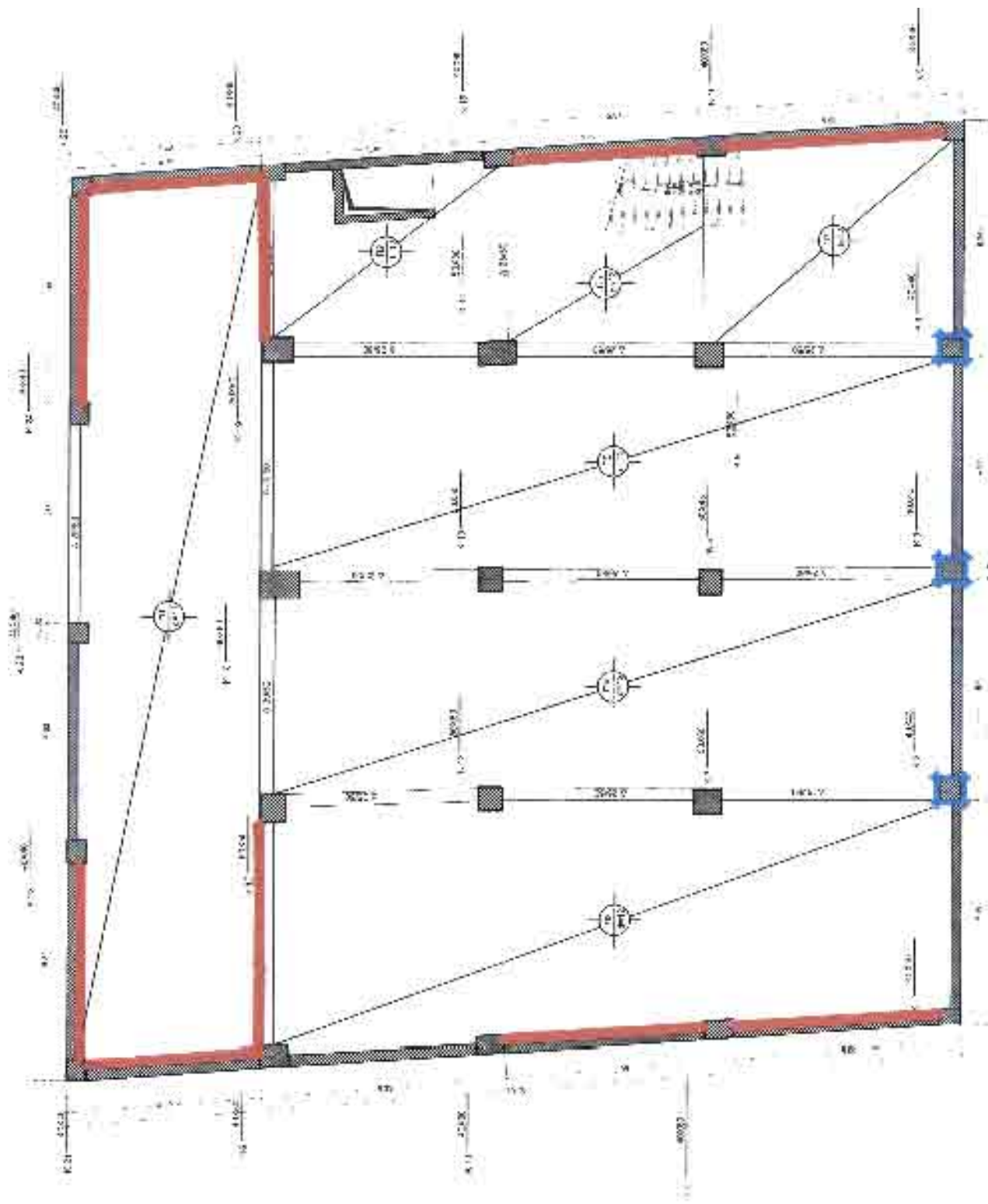
- Συνήθεις τοιχοπληρώσεις, οπτοπλινθοδομές – με διάτρητα τούβλα.
- Συνήθη ασβεστοτσιμεντοκονιάματα, μάλλον χαμηλής αντοχής.
- Πλήρεις (σχεδόν) οριζόντιους αρμούς, κανονικού πάχους, της τάξεως των 10÷20 mm.
- Ημι-πλήρεις κατακόρυφους αρμούς, γενικώς μικρότερου πάχους (περίπου 10÷15 mm), και
- $\sigma_0 \geq 0$  (δηλ. για κατακόρυφα φορτία πρακτικώς μόνον από το ίδιο βάρος των τοιχοπληρώσεων).

### Τιμές (σε kPa) των μέσων αντοχών

$\bar{f}_{wc,s}$  (λοξή θλίψη) και  $\bar{f}_{wv}$  (διαγώνια ρηγμάτωση)

	ΤΟΙΧΟΣ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΦΗΝΩΣΗΣ		
		ΚΑΛΗ	ΜΕΣΗ	ΚΑΚΗ
$\bar{f}_{wc,s}$	Μπατικός	2000	1500	1000
	Δρομικός	1500	1000	750
$\bar{f}_{wv}$	Μπατικός	250	200	150
	Δρομικός	200	150	100





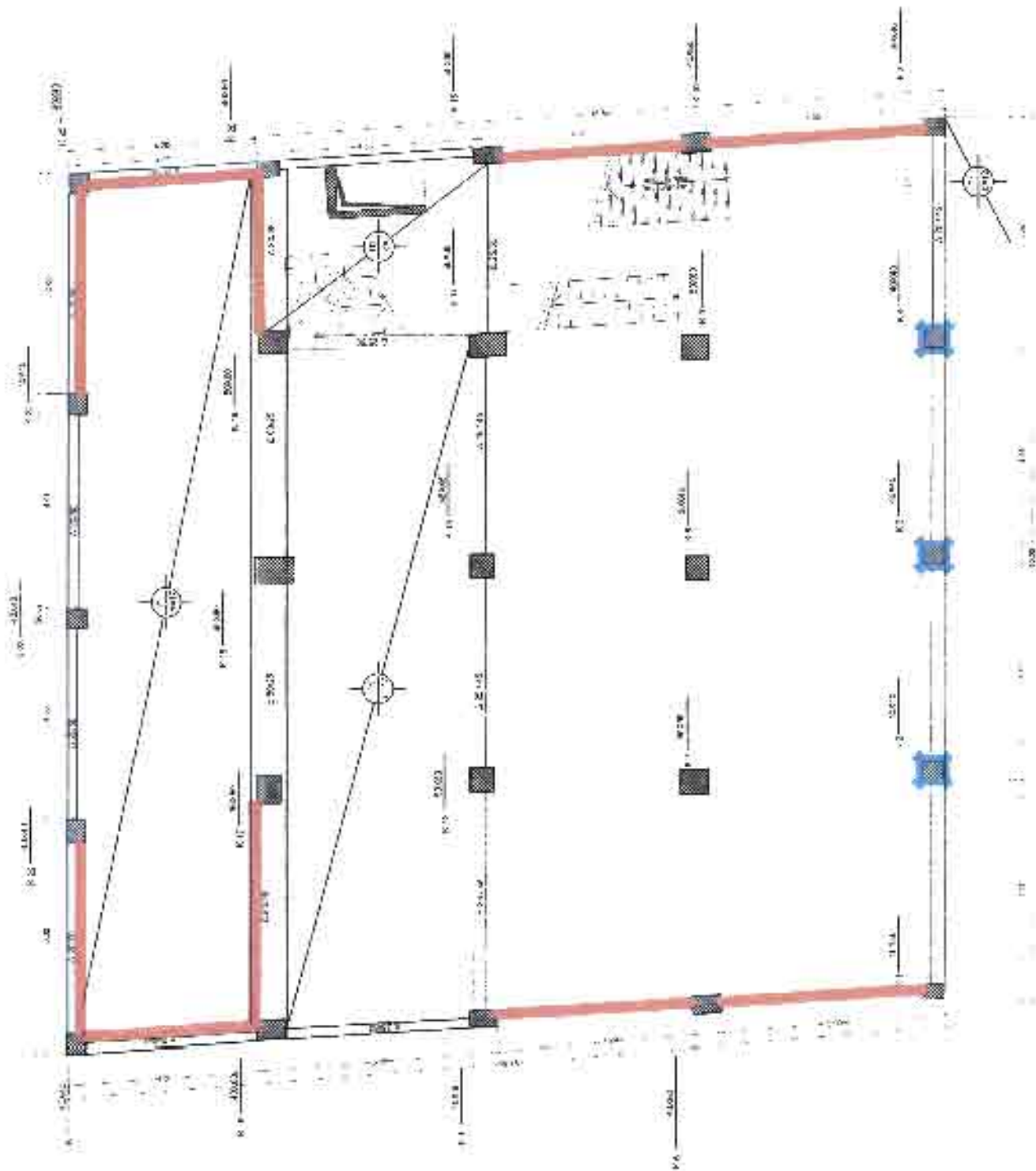
**ΟΡΟΦΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ - ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ**

**Υπόμνημα επεμβάσεων**



Μανδύες υποστυλωμάτων (3)

Οπλισμένες τοιχοπληρώσεις (10)

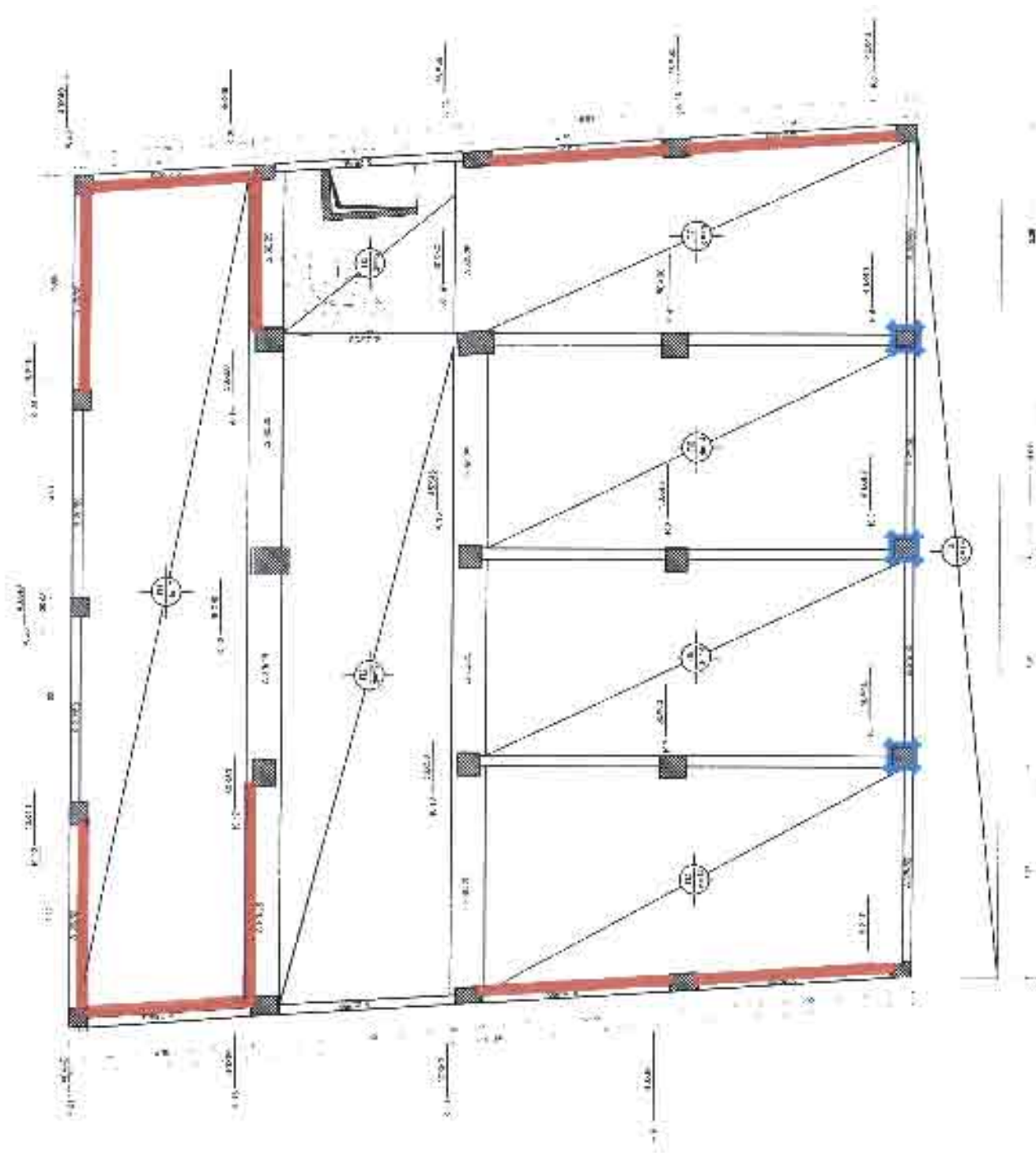


Υπόμνημα επεμβάσεων



- Μανδύες υποστυλιωμάτων (3)
- Οπλισμένες τοιχοπληρώσεις (10)



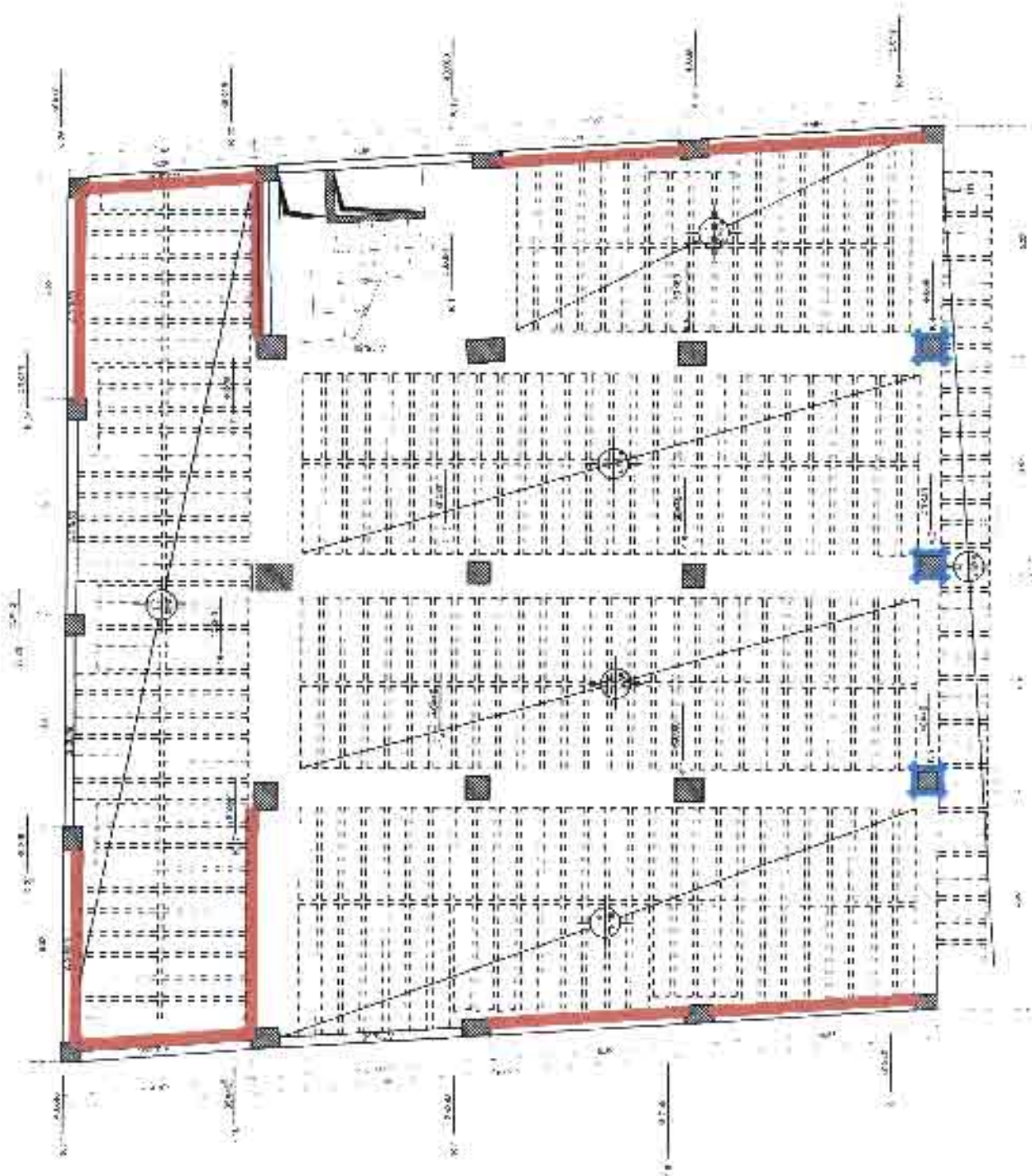


ΟΡΟΦΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ - ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Υπόμνημα επεμβάσεων



- Μανδύες υπρασιλωμάτων (3)
- Οπλισμένες τοιχοπληρώσεις (10)



ΟΡΟΦΗ Α, Β, Γ, Δ' ΟΡΟΦΟΥ - ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Υπόμνημα επεμβάσεων



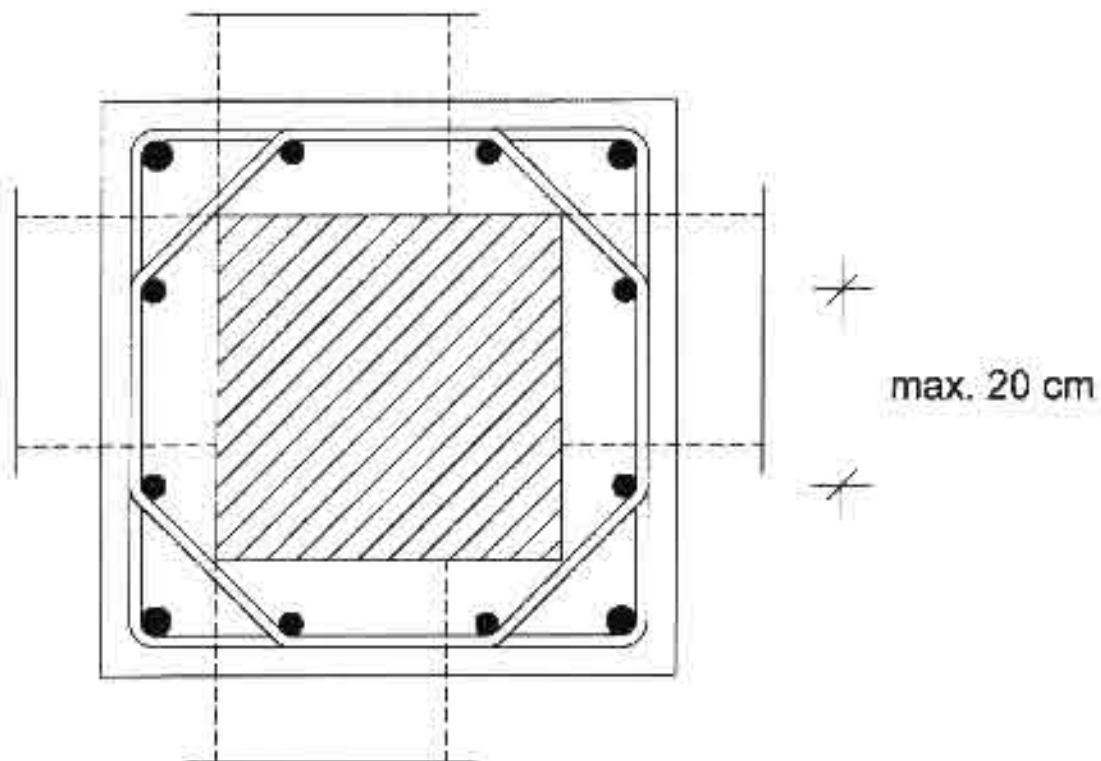
- Μανδύες υποστυλωμάτων (3)
- Οπλισμένες τοιχοπληρώσεις (10)

**ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ 35/35 cm, ΜΑΝΔΥΑΣ 10 cm**

**C25/30, B500C**

**Διαμήκεις οπλισμοί : 4 $\varnothing$ 25 (γωνίες) + 8 $\varnothing$ 20**

**Συνδετήρες : Περιμετρικοί 2 $\varnothing$ 10/12,5 + εσωτερικός  $\varnothing$ 10/12,5 (ενδιαμέσως),  
με γωνίες  $\geq 135^\circ$**



① ΕΚΤΟΣ ΚΟΜΒΟΥ

---

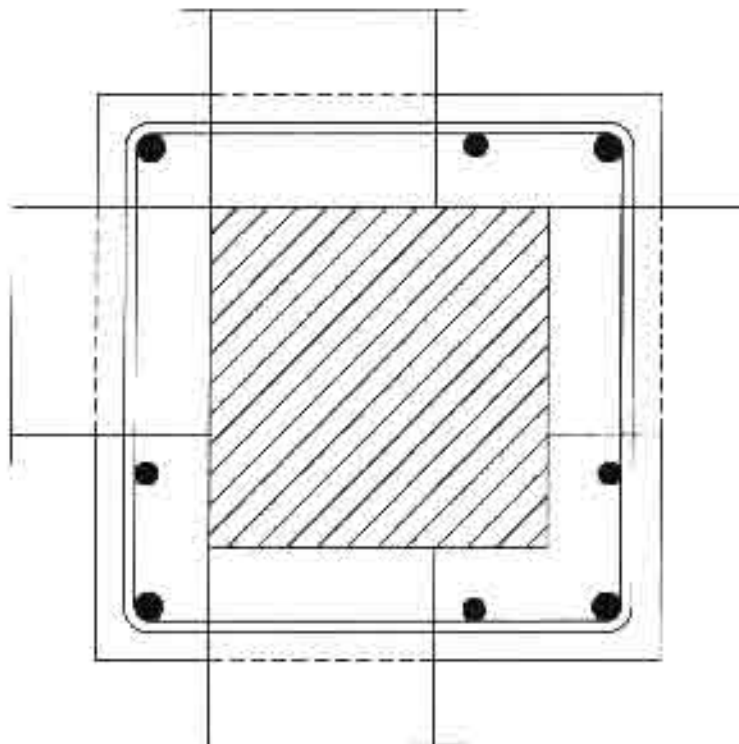
Δεσίματα με διπλό σύρμα 2 mm

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ 35/35 cm, ΜΑΝΔΥΑΣ 10 cm

C25/30, B500C

Διαμήκεις οπλισμοί : 4 $\varnothing$ 25 (γωνίες) + 4 $\varnothing$ 20 (διακόπτονται 4 $\varnothing$ 20)

Συνδετήρες : Περιμετρικοί 2 $\varnothing$ 10/15 (min. 3 θέσεις καθ' ύψος)



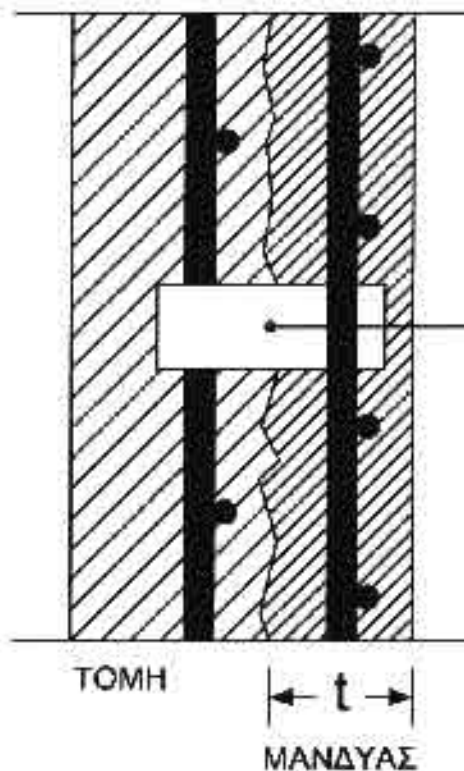
② ΣΤΟΝ ΚΟΜΒΟ (συντρέχουν τουλάχιστον 3 δοκοί)

---

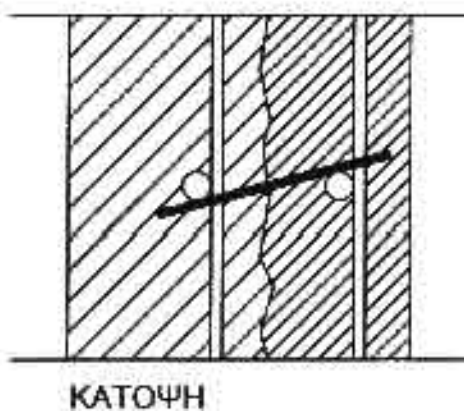
Δεσίματα με διπλό σύρμα 2 mm

## ΣΥΝΔΕΣΗ ΝΕΟΥ/ΠΑΛΑΙΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΝΔΥΕΣ (π.χ. ενδιάμεσες ή γωνιακές ράβδοι)



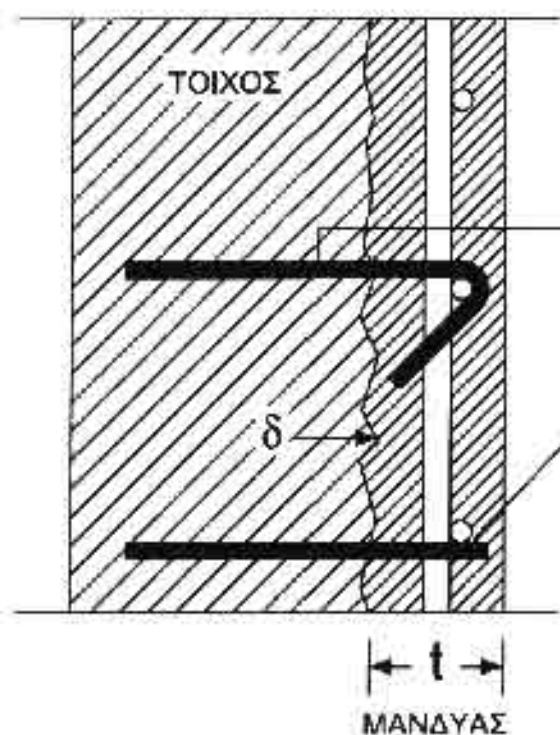
π.χ. Pl. 60 x 6 mm, ανά ~ 7,5t,  
μήκους ~ t + 50 mm,  
S235 JO  
ανάμεσα σε συνδετήρες



Συγκολλήσεις  
SMAW, κατά ΚΤΧ,  
μονόπλευρες (γενικώς),  
με πάχος / μήκος 4 / 50 mm

## ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΟΥ ΜΑΝΔΥΑ

### ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗ (ΜΠΑΤΙΚΗ), ΚΟΡΜΟΣ



Οι σύνδεσμοι διατάσσονται δίπλα σε "κόμβο" της εσχάρας οπλισμού, συγκρατώντας τις έξω / οριζόντιες ράβδους

π.χ.  $\varnothing 10$  / σε τρύπα βάθους  $\sim 10$  cm

Συγκόλληση  
Σταυρωτή σημειακή, αμφίπλευρη, SMAW / κατά ΚΤΧ με πάχος 4 mm

$\delta$  = Διεπιφάνεια / προετοιμασία, ξύσιμο αρμών και σπάσιμο τούβλων

Σύνδεσμοι (προς την τοιχοπήρωση), π.χ.  $\varnothing 10$ (ή $\varnothing 8$ ), στους αρμούς, σε πυκνότητα  $\sim 4$  τεμ./m<sup>2</sup> όψεως ή  $\sim 6$  τεμ./m άκρων, με ισχυρά δεσίματα προς την εσχάρα οπλισμού

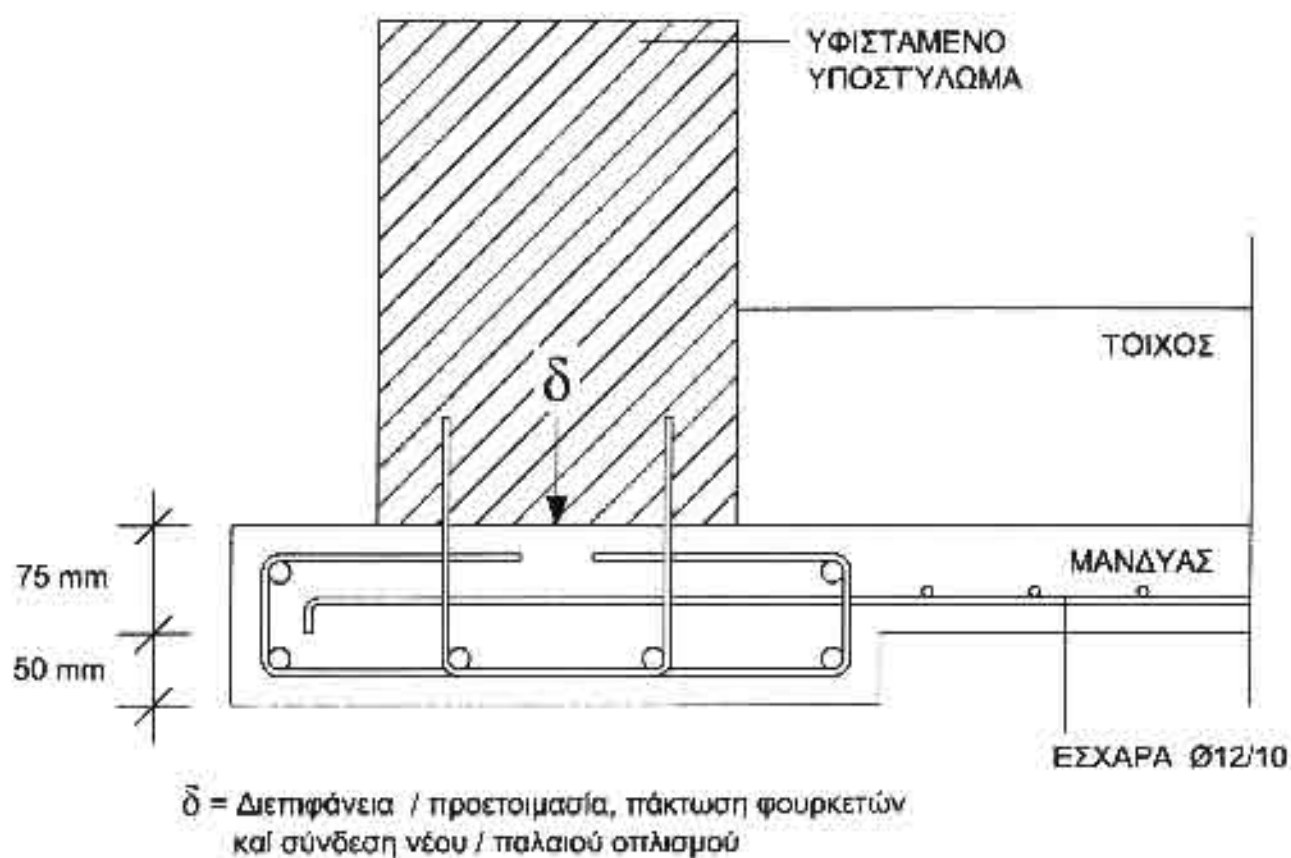
---

ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΜΑΝΔΥΑ, ΓΙΑ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑΜΑ ΜΕ  $d_{\max, \alpha \beta \rho} = 8$  mm :  
 $t_{\min} \cong 75$  mm (ΣΕ ΔΥΟ ΣΤΡΩΣΕΙΣ)



## ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΟΥ ΜΑΝΔΥΑ

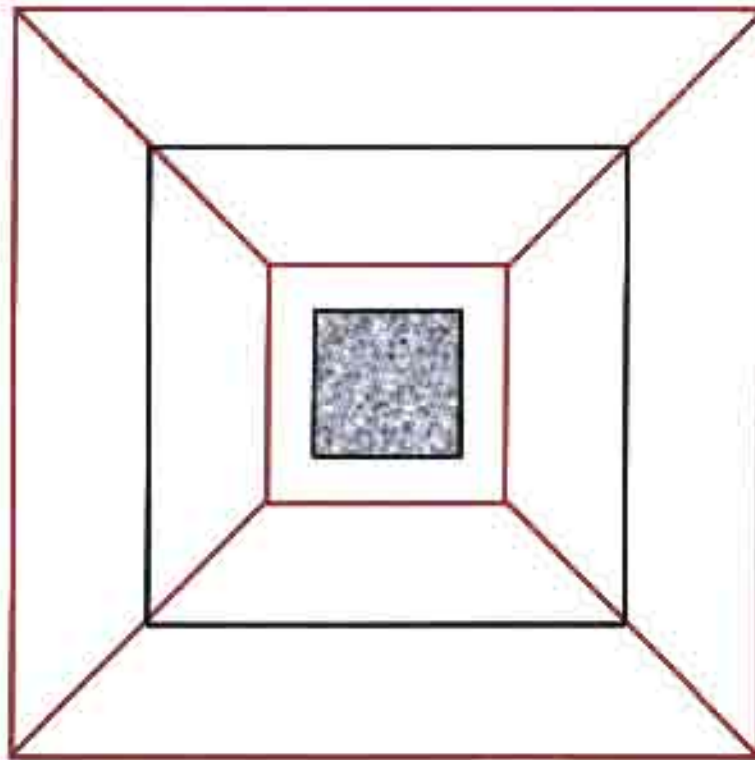
### ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗ (ΜΠΑΤΙΚΗ), ΑΚΡΑ



**Ενισχύσεις άκρων** : Ζώνες ~ 12,5 cm x 60 cm  
6Ø14 και 2 φουρκέτες Ø10/20, κατ' εναλλαγήν

## ΜΑΝΔΥΑΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΠΕΔΙΛΟΥ

- Υφιστάμενο 35/35, 1,40x1,40 , H = 0,30+0,60
- Νέο 55/55, 2,00x2,00 , H = 0,40+0,60



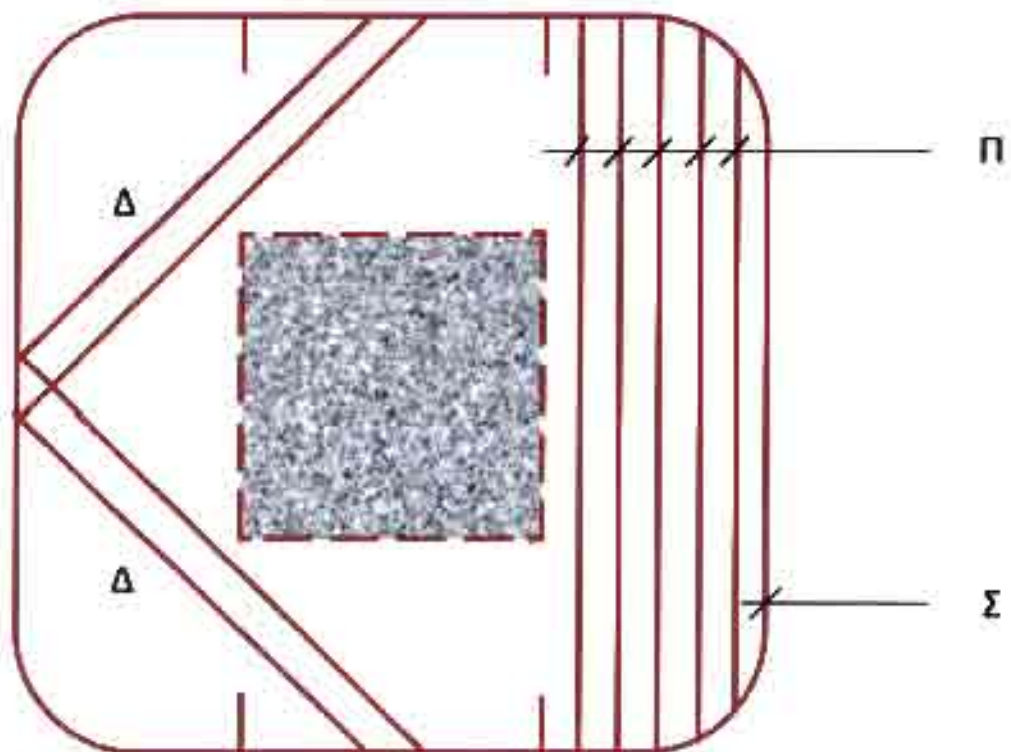
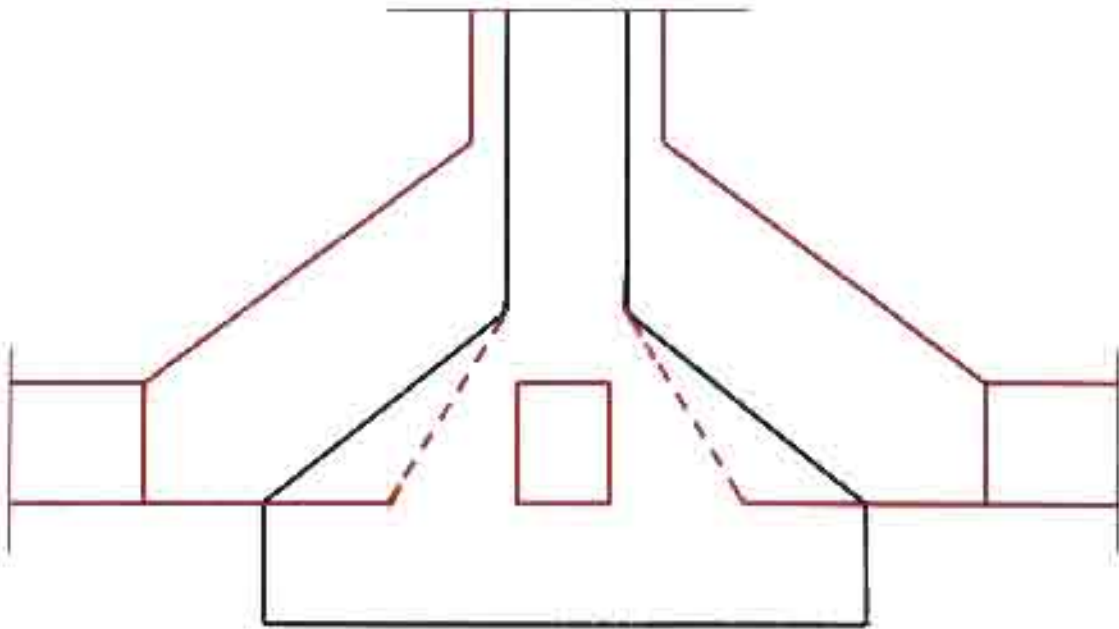
### ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΔΙΛΟ

- 1) Μέθοδος θλιπτήρων/ελκυστήρων
- 2) Όπλιση :
  - Κατά τις διαγώνιες (Δ) 30 % N
  - Κατά την περίμετρο (70 % N)
    - Κάτω, κατά τις πλευρές (Π) 30 % N
    - Κλειστές στεφάνες, καθ' ύψος (Σ) 40 % N
- 3) Συνιστάται : Διάταξη καί νέων/ισχυρών συνδετηρίων δοκών



## ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΗΣ ΝΕΟΥ ΠΕΔΙΛΟΥ

Οι κλειστές περιμετρικές στεφάνες ( $\Sigma$ , σε 3 θέσεις καθ' ύψος, ανά  $5\emptyset$ ) διαμορφώνονται με τύμπανα  $D = 20\emptyset$ , και είναι συνεχείς ή έχουν μεγάλα ματίσματα



# ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ (ΚΑΝΕΠΕ) ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΟΣ, ΕΝΑΝΤΙ ΣΕΙΣΜΟΥ

ΠΑΤΡΑ, 13 και 14/05/2009

ΚΕΡΚΥΡΑ, 26 και 27/06/2009

ΧΙΟΣ, 16/10/2009

- 1. ΣΚΟΠΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΗ, ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ και ΕΥΘΥΝΕΣ**
- 2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ**
- 3. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ**
- 4. ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

# 1. ΣΚΟΠΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΗ, ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ και ΕΥΘΥΝΕΣ

## 1.1 ΣΚΟΠΟΣ (ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ)

**1.1.1** Αποτίμηση, ανασχεδιασμός, (δομητική) επέμβαση – επισκευή/ενίσχυση.

**1.1.2** Κείμενο και σχόλια του Κανονισμού.

**1.1.3** Διατάξεις υποχρεωτικής εφαρμογής.

Σε δομήματα που ελέγχονται με τον παρόντα Κανονισμό δεν επιτρέπονται τροποποιήσεις δομικών στοιχείων, φερόντων ή μή, ούτε αλλαγή χρήσης, χωρίς προηγούμενη μελέτη των ενδεχόμενων συνεπειών από αυτές τις αλλαγές.

## 1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

**1.2.1** Αρχές και διατάξεις γενικότερης ισχύος, κανόνες εφαρμογής για κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα (χωρίς βλάβες, με βλάβες).

Επέμβαση σε υφιστάμενο δόμημα θεωρείται και η επέμβαση στον οργανισμό πλήρωσης, στις τοιχοπληρώσεις.

**1.2.2** Δομήματα χωρίς βλάβες (ή/και φθορές).

### 1.2.3 Δομήματα με βλάβες (ή/και φθορές).

Απαιτούνται συμπληρωματικές διατάξεις για βαριές φθορές και βλάβες από φυσικοχημικές δράσεις ή πυρκαγιά.

Υπό προϋποθέσεις, επιτρέπεται απλή αποκατάσταση – επισκευή των βλαβών ή επιβάλλεται ενίσχυση και ανασχεδιασμός του δομήματος.

## 1.3 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ και ΕΥΘΥΝΕΣ

### 1.3.1 Γενικά.

Αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας), πρέπει να εξασφαλίζεται, εν όλω ή εν μέρει, η ικανοποίηση των βασικών απαιτήσεων έναντι σεισμού (μή-κατάρρευση, περιορισμός βλαβών, ελάχιστη στάθμη λειτουργιών).

**1.3.2** Υποχρεώσεις, του μελετητή Μηχανικού, του επιβλέποντα Μηχανικού, του κυρίου και των χρηστών του έργου, των λοιπών παραγόντων του έργου.

**1.3.3** Αντιστοίχως, ευθύνες των συντελεστών και παραγόντων του έργου, λαμβάνοντας υπόψη την στάθμη αξιοπιστίας των δεδομένων αποτίμησης και ανασχεδιασμού.

Σε καμιά περίπτωση δεν στοιχειοθετείται υπαιτιότητα τυχόν βλάβης γειτονικού κτιρίου, εκ του γεγονότος ότι όμορον αυτού κτίριο έχει ενισχυθεί αντισεισμικώς, βλ. και § 4.8.3 περί αντισεισμικού αρμού.

## Επισημάνσεις

---

**§ 1.2.1. δ** Η εφαρμογή του Κανονισμού προϋποθέτει άτομα που διαθέτουν τις απαραίτητες εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις και τα σχετικά προσόντα.

Ο Κανονισμός προϋποθέτει ότι θα υπάρχει εξασφάλιση έναντι κακοτεχνιών ή σφαλμάτων λόγω απειρίας, τα οποία αποτελούν σημαντική αιτία αστοχιών.

Ακριβώς δε για την εξασφάλιση έναντι τέτοιων σφαλμάτων, ο Κανονισμός δεν είναι δυνατόν να εφαρμόζεται παρά μόνον από άτομα που διαθέτουν τα τυπικά και ουσιαστικά προς τούτο προσόντα (παιδεία και γνώσεις, εμπειρία, ικανότητα), τα οποία θα καθορίζονται με απόφαση Δημόσιας Αρχής.

**§ 1.3.1. δ** Οι διατάξεις του παρόντος Κανονισμού τελούν υπό την παραδοχή ότι ο υπεύθυνος Μηχανικός κατέχει τα αναγκαία επαγγελματικά προσόντα και την κατάλληλη εμπειρία σχετικά με τον τύπο των κατασκευών που ελέγχονται ή επισκευάζονται ή ενισχύονται.

## **2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ**

### **2.1 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ**

#### **2.1.1** Γενικά, τα διαδοχικά «βήματα».

Διερεύνηση/τεκμηρίωση, ανάλυση, έλεγχος οριακών καταστάσεων (αστοχίας).

#### **2.1.2** Σκοπός, εκτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας και έλεγχος ικανοποίησης των ελάχιστων υποχρεωτικών απαιτήσεων κατά τους ισχύοντες Κανονισμούς.

Αναλόγως του επιδιωκόμενου στόχου (βλ. μετά), ισχύουν τα εξής :

- α)** Δομήματα χωρίς βλάβες.  
Απόφαση για ενίσχυση ή όχι.
  
- β)** Δομήματα με βλάβες.  
Βλ. δύο διακριτά σκέλη.



**β.1)** Αποτίμηση του δομήματος ως έχει, με βλάβες.

Απόφαση για επέμβαση (επισκευή ή/και ενίσχυση) ή όχι.

---

Το σκέλος αυτό της αποτίμησης έχει (πρακτικώς) εφαρμογή μόνον όταν οι βλάβες είναι περιορισμένες. Μπορεί να παραλείπεται όταν κατ' απαίτηση του κυρίου του έργου ή κατά την κρίση του Μηχανικού απαιτείται οπωσδήποτε επέμβαση.

**β.2)** Σε περίπτωση που απαιτείται επέμβαση, γίνεται αποτίμηση του δομήματος στην προ των βλαβών κατάσταση, δηλ. με την παραδοχή αποκατάστασης (πλήρους) όλων των βλαβών (και φθορών).

Απόφαση για επέμβαση, απλή αποκατάσταση – επισκευή ή καί ενίσχυση.

### 2.1.3 Συλλογή στοιχείων.

Διερεύνηση/τεκμηρίωση, συμμετοχή καί του Μηχανικού.

Καθιερώνεται στάθμη αξιοπιστίας των δεδομένων (ΣΑΔ), γενικώς ικανοποιητική, ή υψηλή ή ανεκτή, ή ανεπαρκής, με συγκεκριμένες «συνέπειες» αυτής της κατάταξης.

## 2.1.4 Αρχές αποτίμησης.

### 2.1.4.1 Γενικότητες.

Η ακρίβεια των χρησιμοποιούμενων μεθόδων πρέπει να προσαρμόζεται προς τον επιδιωκόμενο στόχο, ενώ συνιστάται όπως είναι συμβατή με την ακρίβεια των δεδομένων.

Σε περιπτώσεις «περιορισμένες τελικής συμμετοχής» του υφιστάμενου σκελετού, επιτρέπονται απλούστερες, πάντως συντηρητικές, μέθοδοι αποτίμησης.

Σε περιπτώσεις δομημάτων με βλάβες (ή/και φθορές), οι μέθοδοι αποτίμησης οφείλουν να μπορούν να τις ερμηνεύσουν, έστω κατά αδρομερή προσέγγιση, κατά μορφή και θέση. Σχετικώς, σε δομήματα μεγάλης σπουδαιότητας, ενδέχεται να απαιτηθούν παραμετρικές διερευνήσεις (αναλύσεις ευαισθησίας).

---

Σε πολλές περιπτώσεις, ενδέχεται να είναι χρήσιμη ή/και αναγκαία μια ταχεία εκτίμηση της απώλειας φέρουσας ικανότητας στοιχείων με βλάβες (ή/και φθορές), αναλόγως της έντασης και έκτασής τους. Σχετικώς, βλ. Κεφάλαιο 7.



#### 2.1.4.2 Τοιχοπληρώσεις.

- Ο παρών Κανονισμός δεν καλύπτει φέρουσες τοιχοποιίες που έχουν κατασκευασθεί ταυτόχρονα με τον σκελετό και συμμετέχουν στην ανάληψη καί φορτίων βαρύτητας.
- Οι τοιχοπληρώσεις δεν επιτρέπεται να συνεκτιμώνται στην ανάληψη μή-σεισμικών δράσεων, ενώ συνιστάται όπως συνεκτιμώνται στην ανάληψη σεισμικών δράσεων.
- Προσοχή στα προσομοιώματα.
- Βλ. τα περί ευμενούς ή δυσμενούς επιρροής στα Κεφάλαια 4, 5 και 7, οπότε επιβάλλεται η λήψη μέτρων, αναλόγως του βαθμού επιρροής (τοπικής ή γενικής).

## 2.2 ΣΤΟΧΟΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ή ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### 2.2.1 Γενικά.

Ο επιδιωκόμενος στόχος, αποκλειστικά για τον φέροντα οργανισμό του δομήματος, είναι συνδυασμός του μεγέθους της σεισμικής δράσης (ανεκτή πιθανότητα υπέρβασης σε 50 έτη) και της στοχευόμενης στάθμης επιτελεστικότητας (στοχευόμενη συμπεριφορά, ανεκτές βλάβες υπό τον σεισμόν ελέγχου – σχεδιασμού).

Η επιλογή του στόχου οδηγεί σε διαφοροποίηση του μεγέθους του σεισμού και των τιμών του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς  $q$  ή των τοπικών δεικτών πλαστιμότητας  $m$ , των ανεκτών μετακινήσεων και παραμορφώσεων κ.λπ.

- Ο στόχος ανασχεδιασμού μπορεί να είναι υψηλότερος από αυτόν της αποτίμησης.
- Η Δημόσια Αρχή μπορεί να ορίζει στόχους καί για τον μή-φέροντα οργανισμό, τις τοιχοπληρώσεις κ.λπ., οπωσδήποτε μαζί με τα αντίστοιχα κριτήρια ελέγχου.
- Γίνεται δεκτή ονομαστική τεχνική διάρκεια ζωής ίση με συμβατικόν χρόνο 50 ετών, ανεξαρτήτως της εικαζόμενης υπολειπόμενης («πραγματικής») διάρκειας ζωής του δομήματος.

➤ Πιθανότητα υπέρβασης διαφορετική του 10% (που συνεπάγεται μέση περίοδο επαναφοράς περίπου 500 ετών), ίση π.χ. με 50% (που συνεπάγεται περίοδο περίπου 75 ετών και σεισμική δράση περίπου ίση με το  $1/2 \div 2/3$ ), επιτρέπεται μόνον μετά από έγκριση της Δημόσιας Αρχής.

- $Pe = 10\%$  (εντός 50 ετών)  $\rightarrow T_m \cong 500$  έτη  $\rightarrow E = 100\%$

- $Pe = 50\%$  (εντός 50 ετών)  $\rightarrow T_m \cong 75$  έτη  $\rightarrow E \cong 1/2 \div 2/3 \cong 60\%$

**Πίνακας 2.1** Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού φέροντος οργανισμού

	Στάθμη επιτελεσματικότητας φέροντος οργανισμού		
Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Άμεση χρήση μετά τον σεισμό	Προστασία ζωής	Αποφυγή οιονεί-κατάρρευσης
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Τα κριτήρια και οι κανόνες για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό του φέροντος οργανισμού δίνονται στο Κεφ. 9 του παρόντος Κανονισμού.

Δεν αποκλείονται τραυματισμοί ορισμένων ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του δευτερεύοντος οργανισμού ή αντικειμένων. Ο όρος μή-επισκευάσιμες βλάβες, αναφέρεται σε σοβαρές βλάβες, έναντι των οποίων απαιτείται ενίσχυση (και όχι απλή επισκευή) ή αντικατάσταση ή υποκατάσταση του δομικού στοιχείου ή του δομήματος στο σύνολό του.

### 2.2.2 Στάθμες επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού

Οι στάθμες επιτελεστικότητας του φέροντος οργανισμού ορίζονται ως εξής:

- α. «Άμεση χρήση μετά τον σεισμό» είναι μια κατάσταση κατά την οποία αναμένεται ότι καμιά λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό σχεδιασμού, εκτός ενδεχομένως από δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες. Είναι ενδεχόμενο να παρουσιασθούν μερικές τριχοειδείς ρωγμές (κυρίως καμπτικού χαρακτήρα) στον φέροντα οργανισμό.
- β. «Προστασία ζωής» είναι μια κατάσταση κατά την οποία κατά τον σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν επισκευάσιμες βλάβες στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου, χωρίς όμως να συμβεί θάνατος ή σοβαρός τραυματισμός ατόμων εξαιτίας των βλαβών αυτών, και χωρίς να συμβούν ουσιώδεις βλάβες στην οικοσκευή ή τα αποθηκευόμενα στο κτίριο υλικά.
- γ. «Οιονεί κατάρρευση» είναι μια κατάσταση κατά την οποία κατά τον σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν εκτεταμένες σοβαρές (μή-επισκευάσιμες κατά πλειονότητα) βλάβες στον φέροντα οργανισμό, ο οποίος όμως έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία (κατά, και για ένα διάστημα μετά, τον σεισμό), χωρίς πάντως να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης.

## 2.3 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

2.3.1 Ορισμοί, επέμβαση, επισκευή, ενίσχυση.

2.3.2 Άμεσα μέτρα ασφαλείας.

2.3.3 Προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις.

2.3.3.1 Γενικά και τεχνικά κριτήρια επιλογής, τύποι δομητικής επέμβασης.

2.3.3.2 Τύποι επεμβάσεων και οι συνέπειές τους, στρατηγικές τεχνικού ή/και διαχειριστικού χαρακτήρα.

Π.χ. απόφαση για «καμιά επέμβαση».

Στην περίπτωση αυτή μπορεί να γίνει αποδεκτή και μια μείωση της απομένουσας τεχνικής διάρκειας ζωής του δομήματος, υπό τον όρο ότι είναι εγγυημένη η μετά ταύτα κατεδάφιση του δομήματος.

Π.χ. διόρθωση κρίσιμων μή-κανονικοτήτων ή άρση δυσμενών χαρακτηριστικών. Ως παραδείγματα, η ενοποίηση επιμέρους τμημάτων του κτιρίου με την κατάργηση αρμών, η καθαίρεση και αντικατάσταση ευαίσθητων δομικών στοιχείων, η αποσύνδεση μεταξύ των ψαθυρών τοιχοπληρώσεων και του περιβάλλοντος σκελετού (όταν αυτό επιτρέπεται από την αντοχή της τοιχοποιΐας) κ.λπ.

---

Η τροποποίηση της συμπεριφοράς μέσω συστημάτων απομόνωσης ή κατανάλωσης ενέργειας δεν καλύπτεται από τον παρόντα Κανονισμό.

## 2.4 ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

### 2.4.1 Γενικά, τα διαδοχικά «βήματα».

Σύλληψη και προκαταρκτικός σχεδιασμός, ανάλυση, έλεγχος οριακών καταστάσεων (αστοχίας).

### 2.4.2 Σύλληψη και προκαταρκτικός σχεδιασμός.

Προεκτίμηση της στοχευόμενης πλαστιμότητας ή μετακίνησης, ή των ανεκτών γωνιών στροφής.

### 2.4.3 Ανάλυση.

#### 2.4.3.1 Γενικότητες.

#### 2.4.3.2 Τοιχοπληρώσεις, αναβάθμιση υφιστάμενων ή προσθήκη νέων.

#### 2.4.3.3 Μέθοδοι ανάλυσης, ενδεχομένως χρήση επιμέρους συντελεστών $\gamma_{sd}$ .

- Ελαστική/γραμμική, στατική ή δυναμική, με χρήση  $q$  ή  $m$ , ανεξαρτήτως ΣΑΔ.
- Ανελαστική, στατική ή δυναμική, οπότε συνιστάται τουλάχιστον ικανοποιητική ΣΑΔ.

---

Βλ. στο Κεφάλαιο 5 τα περί δεικτών ανεπάρκειας  $\lambda$ , για  $q=1$  .

**2.4.3.4** Πρωτεύοντα και δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία (του σκελετού), τα οποία επιτρέπεται να υποστούν μεγαλύτερες βλάβες.

Η διάκριση δεν έχει νόημα για επιδιωκόμενον στόχο την άμεση χρήση μετά τον σεισμό.

---

Οι τοιχοπληρώσεις δεν είναι φέροντα στοιχεία (βλ. και § 2.1.4.2).  
Δεν διακρίνονται σε πρωτεύουσες και δευτερεύουσες.



#### 2.4.4 Έλεγχος ασφαλείας.

Εκτίμηση των διαθέσιμων αντιστάσεων (και σύγκριση προς τις αντίστοιχες δράσεις), ενδεχομένως χρήση επιμέρους συντελεστών  $\gamma_{Rd}$  (και  $\gamma_{Sd}$ ).

Έλεγχος περιορισμού βλαβών για τα πρωτεύοντα και δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία, τις τοιχοπληρώσεις και τα προσαρτήματα.

#### 2.4.5 Επαλήθευση του επιλεγέντος καθολικού $q$ .

Ιδιαίτερως για τον ανασχεδιασμό του επισκευασμένου – ενισχυμένου δομήματος.

Όταν κατά τον ανασχεδιασμό (ή την αποτίμηση) χρησιμοποιούνται οι μέγιστες τιμές  $q$  κατά το Κεφάλαιο 4, δεν απαιτείται επαλήθευσή τους.

### **3. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ**

#### **3.1 ΓΕΝΙΚΑ**

#### **3.2 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ** (του φέροντος οργανισμού, των τοιχοπληρώσεων, των προσαρτημάτων)

#### **3.3 ΙΣΤΟΡΙΚΟ**

#### **3.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ** (και φθορών)

Αναλόγως της έντασης και της έκτασης, ενδέχεται να απαιτηθεί η λήψη άμεσων μέτρων, προσωρινών ή άλλων.

#### **3.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

##### **3.5.1** Γενικά.

**3.5.2** Αποτύπωση «αφανών» στοιχείων (και χαρακτηριστικών), π.χ. όπλιση, θεμελιώσεις, τοιχοπληρώσεις κ.λπ.

**3.5.3** Μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών δόμησης, του σκυροδέματος και των σιδηροπλισμών, καθώς και των τοιχοπληρώσεων.

**3.5.5** Άλλοι παράγοντες, όπως η αλληλεπίδραση με άλλα έργα (ίσως υπόγεια), το φυσικό περιβάλλον κ.λπ.

### 3.5.4 Έδαφος θεμελίωσης.

<b>ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ</b>	<b>ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ</b>	<b>ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ</b>	<b>ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΝΕΑ ΕΡΕΥΝΑ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>
ΝΑΙ	ΚΑΛΗ		ΟΧΙ
	ΚΑΚΗ		ΝΑΙ
ΟΧΙ	ΚΑΛΗ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
		ΝΑΙ	Παρ. Ζ/ΕΑΚ
	ΚΑΚΗ		ΝΑΙ

Επίσης, βλ. Παρ. Ζ/ΕΑΚ αν δεν υπάρχει εδαφοτεχνική έρευνα ενώ απαιτείται η θεώρηση αλληλεπίδρασης εδάφους – κατασκευής.

Οι συνθήκες στήριξης του δομήματος στο έδαφος, αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την ακρίβεια των αναλύσεων. Σχετικώς, συνιστώνται παραμετρικές διερευνήσεις, με ευλόγως ακραίες τιμές παραμορφωσιμότητας του εδάφους, με εξαίρεση τις περιπτώσεις υπογείων (με τοιχεία ΟΣ), γενικών πλακών θεμελίωσης ή εσχάρων δύσκαμπτων θεμελιοδοκών.

## 3.6 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΣΑΔ (για δράσεις ή αντιστάσεις)

### 3.6.1 Γενικά.

Η ΣΑΔ δεν ορίζεται με βάση την διασπορά τιμών και δεν είναι αναγκαστικώς ενιαία για ολόκληρο το κτίριο. Δηλ., προσδιορίζονται επιμέρους ΣΑΔ για τις διάφορες επιμέρους κατηγορίες πληροφοριών, ενώ τελικώς χρησιμοποιείται η δυσμενέστερη.

### 3.6.2 Κατηγορίες ΣΑΔ.

Υψηλή, Ικανοποιητική, Ανεκτή.

Ανεπαρκής : Εφαρμόζονται όσα ισχύουν για ανεκτή ΣΑΔ, ενώ επιτρέπεται μόνον για δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία (ή και για πρωτεύοντα, με επαρκή αιτιολόγηση).

### 3.6.3 Επιπτώσεις ΣΑΔ (βλ. και Κεφάλαιο 4).

- Επιλέγονται κατάλληλοι  $\gamma_f$ , σε συνδυασμό με κατάλληλους  $\gamma_{sd}$ .
- Επιλέγονται κατάλληλοι  $\gamma_m$ , σε συνδυασμό με κατάλληλους  $\gamma_{Rd}$ .

- 
- Ενδεχομένως, ευλόγως ακραίες τιμές για ορισμένες μόνιμες δράσεις.
  - Ενδεχομένως, παραμετρικές διερευνήσεις.
  - Συνιστάται τουλάχιστον ικανοποιητική ΣΑΔ για ανελαστικές/μή-γραμμικές αναλύσεις, βλ. § 2.4.3.3

### 3.6.4 Κριτήρια καθορισμού ΣΑΔ, για μηχανικά χαρακτηριστικά ή γεωμετρικά στοιχεία.

## **3.7 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ, ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΑΔ**

### **3.7.1 Σκυρόδεμα.**

#### **3.7.1.1 Γενικά.**

Σημαντικές διαφορές αντοχών (μάλλον συστηματικώς) για πλάκες, δοκούς, πάνω και κάτω τμήματα κατακορύφων στοιχείων (π.χ. 0,7/0,8/0,9/1,0).

Προσοχή σε περιοχές κακοτεχνιών ή φθορών/βλαβών.

#### **3.7.1.2 Μέθοδοι εκτίμησης της επιτόπου θλιπτικής αντοχής.**

Συνδυασμός εμμέσων μεθόδων, βαθμονόμηση με λίγους πυρήνες.

Προσοχή στις καμπύλες αναγωγής και συσχέτισης.

#### **3.7.1.3 Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών.**

- Όχι συλλήβδην, δηλ. για όλους τους ορόφους και όλα τα δομικά στοιχεία.
- Τουλάχιστον 3 πυρήνες ανά ομοειδή δομικά στοιχεία ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε στον «κρίσιμον» όροφο.

➤ Επιπλέον, μια ή δύο έμμεσες μέθοδοι, για τον καθορισμό της ΣΑΔ (υπερηχοσκόπηση ή/και κρουσιμέτρηση, ή εξόλκευση ήλου/για  $f_c < 15 \text{ MPa}$ ) :

- Υψηλή ΣΑΔ σε κάθε όροφο, 45% των κατ. στ./25% των ορ. στ.
- Ικανοποιητική ΣΑΔ σε κάθε όροφο, 30% των κατ. στ./15% των ορ. στ.
- Ανεκτή ΣΑΔ σε κάθε όροφο, 15% των κατ. στ./7.5% των ορ. στ.

Αν οι μετρήσεις παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση (διασπορά  $< 20\%$ ), η ΣΑΔ μπορεί να αναβαθμισθεί (ανεκτή → ικανοποιητική, ικανοποιητική → υψηλή).

---

Κατ' αντιστοιχίαν, απαιτείται υποβάθμιση της ΣΑΔ αν οι μετρήσεις δεν παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση ;

### 3.7.2 Χάλυβας.

Βλ. και ΚΤΧ/2008. Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική (τουλάχιστον).

Σε περιπτώσεις αμφιβολιών, ή αν επιδιώκεται αναβάθμιση της ΣΑΔ, γίνονται εργαστηριακές δοκιμές σε τουλάχιστον 3 δείγματα ανά διάμετρο.

Προσοχή σε περιπτώσεις συγκολλήσεων.

### 3.7.3 Τοιχοπληρώσεις.

Αποκαλύψεις (~ 70x70 cm) σε 2 θέσεις σε κάθε όροφο, συγκέντρωση στοιχείων για :

- Το σύστημα και την ποιότητα δόμησης, το πάχος των τοίχων,
- Το είδος και την ποιότητα των υλικών,
- Το πάχος και τον βαθμό πλήρωσης των αρμών (ορ. και κατ.),
- Την σφήνωση στον περιβάλλοντα σκελετό, και
- Την ύπαρξη και τις λεπτομέρειες διαζωμάτων, συνδέσμων, κ.λπ.,

οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική (κατ' αρχήν).

Αν γίνουν καί δοκιμές/μετρήσεις (κυρίως επιτόπου), σε επαρκές πλήθος θέσεων, η ΣΑΔ μπορεί να αναβαθμισθεί (ικανοποιητική → υψηλή).

Δεν επιτρέπεται ΣΑΔ ανεπαρκής ή απλώς ανεκτή.

#### 3.7.4 ΣΑΔ για τα γεωμετρικά δεδομένα και χαρακτηριστικά.

- Γενικώς, ανεπαρκής ΣΑΔ δεν επιτρέπεται (βλ. και § 2.1.4.1 ή § 3.6.2), πλην εξαιρέσεων.
- Βλ. Πίνακα κατά ΚΑΝΕΠΕ.
- Βλ. απλούστερον/αναμορφωμένον Πίνακα (ΜΠΧ).



ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ		ΔΕΔΟΜΕΝΑ																					
		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ		ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ				ΙΔΙΑ ΒΑΡΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, κ.λ.π.				ΟΠΛΙΣΗΣ			
				ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΑΒΔΩΝ		ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΜΟΝΕΣ		«ΚΛΕΙΣΙΜΟ» ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ															
ΥΠΑΡΧΟΥΝ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	Ανεπαρκής	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεπαρκής	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεπαρκής	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεπαρκής	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεπαρκής	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	
*		1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί				*							*									*
*		2	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις που εντοπίστηκαν αξιόπιστα κατά τη διερεύνηση				*							*									*
*		3	Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά, είτε σε μορφή κειμένου είτε σε υπομνήματος, σε σχέδιο της αρχικής μελέτης.		*			*				*			*					*			
	*	4	Δεδομένο που έχει διαλιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα			*			*				*				*				*		
	*	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσον τρόπο		*			*				*			*				*				*
	*	6	Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά κρίση Μηχανικού		*	*		*	*			*	*		*	*			*	*		*	*
	*	7	Δεν υπάρχουν δεδομένα	*				*				*			*				*				*

	ΕΙΔΟΣ/ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΩΝ, ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ, ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ			ΔΙΑΤΑΞΗ και ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ		
	Υ	Ι	Α	Υ	Ι	Α
1	+			(+)	+	
2		+	(+)		+	(+)
3		(+)	+		(+)	+
4			+			+

- 1** : Δεδομένο με βάση τα σχέδια της αρχικής μελέτης, τα οποία έχουν εν πολλοίς τηρηθεί.  
**2** : Δεδομένο που έχει ελεγχθεί επιτόπου (με βάση τα σχέδια).  
**3** : Δεδομένο που έχει αιτιολογημένα ληφθεί υπόψη, κατά την κρίση του Μηχανικού.  
**4** : Δεδομένο που έχει προσδιορισθεί με έμμεσον τρόπο.

## 4. ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 4.1 Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ

#### 4.1.1 Έλεγχος ασφαλείας.

Το επιβαλλόμενο κρίσιμο μέγεθος, εντατικό ή παραμορφωσιακό, είναι αξιόπιστα μικρότερο από την αντίστοιχη διαθέσιμη ικανότητα, σε κατάλληλη διατομή ή μέλος ή τμήμα ή στο σύνολο του δομήματος.

#### 4.1.2 Ανίσωση ασφαλείας. Βλ. και Κεφάλαιο 9, αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας).

Γενική, συμβολική, για δυνάμεις ή παραμορφώσεις, ενώ στις συναρτήσεις  $S$  και  $R$  υπεισέρχονται (βεβαίως) και τα γεωμετρικά δεδομένα  $a$  :

$$S_d = \gamma_{sd} \cdot S (S_k \cdot \gamma_f) < (1/\gamma_{Rd}) \cdot R(R_k/\gamma_m) = R_d.$$

$S_k$  : Βλ. ισχύοντες Κανονισμούς, και διαφοροποιήσεις ειδικώς για τις σεισμικές δράσεις.

$R_k$  : Διαφοροποιήσεις, για υλικά υφιστάμενα ή προστιθέμενα, ή αναλόγως ελέγχου/αστοχίας.

$\gamma_f$  : Βλ. ισχύοντες Κανονισμούς, και διαφοροποιήσεις σε λίγες εξαιρετικές περιπτώσεις.

$\gamma_m$  : Διαφοροποιήσεις, για υλικά υφιστάμενα ή προστιθέμενα, ή αναλόγως ελέγχου/αστοχίας.

- $\gamma_{Sd}$  : Αυξημένες αβεβαιότητες προσομοιωμάτων για τις συνέπειες των δράσεων.  
 $\gamma_{Rd}$  : Αυξημένες αβεβαιότητες προσομοιωμάτων για τις κάθε είδους αντιστάσεις.

Σε περιπτώσεις δυσανάλογων διαφοροποιήσεων των αποτελεσμάτων, απαιτείται ανάλυση ευαισθησίας και παραμετρική διερεύνηση (μεταβαλλόμενες τιμές ορισμένων παραμέτρων).

#### 4.1.3 Γραμμικές μέθοδοι ανάλυσης.

Ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται γενικώς σε όρους δυνάμεων, γενικώς κατά τους ισχύοντες Κανονισμούς.

#### 4.1.4 Μή-γραμμικές μέθοδοι ανάλυσης.

- Εφαρμόζονται γενικώς για στόχο (επιτελεστικότητα) Β ή Γ, βλ. Κεφάλαιο 2.
- Ο έλεγχος ασφαλείας, σε όρους δυνάμεων/παραμορφώσεων, γίνεται με σύγκριση των απαιτήσεων του φάσματος του σεισμού έναντι της μέγιστης διαθέσιμης και στοχευόμενης απόκρισης της «κορυφής» του δομήματος.
- Αν η συμπεριφορά είναι οιονεί-ψαθυρή, ο έλεγχος γίνεται σε όρους δυνάμεων, με κατάλληλους συντελεστές ασφαλείας.
- Αν η συμπεριφορά είναι οιονεί-πλάστιμη, ο έλεγχος γίνεται σε όρους παραμορφώσεων, με κατάλληλους συντελεστές ασφαλείας.

Όριο για οιονεί-πλάστιμη απόκριση :

$$\mu_\partial \text{ ή } \mu_\delta \geq 2 \quad \text{ή} \quad \mu_\varphi \geq 3 \div 4 .$$

Βλ. Κεφ. 4 και Κεφ. 8, περί :

$$\mu_\varphi \cong \lambda (\mu_\partial \text{ ή } \mu_\delta - 1) + 1 \quad , \quad \lambda \cong 2 \text{ ή } 3$$

$$\lambda \cong 2 \quad \text{για} \quad q \rightarrow m$$

$$\lambda \cong 3 \quad \text{για} \quad m \rightarrow q$$

## 4.2 ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- α) Αυξημένη αβεβαιότητα.
- β) Αναλόγως της ΣΑΔ :
  - Επιλέγεται κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης και επενελέγχου
  - Επιλέγονται κατάλληλοι  $\gamma_f / \gamma_{Sd}$  και  $\gamma_m / \gamma_{Rd}$ .

## 4.3 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

- α) Εκτίμηση αντιστάσεων R μέσω πειραμάτων, όχι σε επίπεδο υλικού αλλά σε επίπεδο διατομής ή περιοχής ή μέλους ή τμήματος.
- β) Συνθήκες εφαρμογής και παράγοντες που δεν αναπαράγονται κατά τις εργαστηριακές διερευνήσεις. ΠΡΟΣΟΧΗ.

## 4.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

### 4.4.1 Δράσεις.

#### 4.4.1.1 Βασικές δράσεις (μή-σεισμικές).

Γενικώς κατά τους ισχύοντες Κανονισμούς, όσο αφορά τις τιμές των δράσεων, τους  $\gamma_f$ , τους  $\psi_i$ , τον συνδυασμό κ.λπ.

#### 4.4.1.2 Τυχηματικές δράσεις, σεισμός (και πυρκαγιά).

Αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας), λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές σπουδαιότητας  $\gamma_I$  και απόσβεσης  $\eta$  ( $\zeta \neq 5\%$ ).

Για  $p_e = 10\%$  εντός 50 ετών : 100% σεισμού ΕΑΚ.

Για  $p_e = 50\%$  εντός 50 ετών : 60% σεισμού ΕΑΚ.

#### 4.4.1.3 Φάσματα απόκρισης.

Για γραμμικές μεθόδους :  $T \geq T_2$ ,  $\Phi_d(T) = (\gamma_I \cdot A \cdot \beta_0 \cdot \eta) (\partial/q) (T_2/T)^{4/5}$

Για μή-γραμμικές μεθόδους :  $T \geq T_2$ ,  $\Phi_e(T) = (\gamma_I \cdot A \cdot \beta_0 \cdot \eta) \cdot (T_2/T)$ .

#### 4.4.1.4 Δυσκαμψίες (μέσες τιμές ιδιοτήτων, $\gamma_m = 1$ ).

- Δυστένεια :  $1,0 E_c \cdot A_g$
- Δυστμησία :  $0,4 E_c \cdot A_w$
- Δυσκαμψία : Επιβατική τιμή στην διαρροή του δομικού στοιχείου, βλ. Κεφ. 7 και 8.

Για ανάλυση και έλεγχο του συνόλου του δομήματος, οι τιμές δυσκαμψιών και δυστμησιών πολλαπλασιάζονται με συντελεστή προσομοιώματος  $\gamma_{sd}$  (βλ. και § 4.5.1.γ) :

$\gamma_{sd} = 1,25$  για στόχο Β,  
 $\pm 0,10$  για στόχο Α ή Γ, αντιστοίχως.

Για γραμμικές μεθόδους, με χρήση του  $q$  ή των  $m$ , και ελέγχους σε όρους δυνάμεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές του Πίνακα, για δυσκαμψία ως ποσοστό αυτής του σταδίου Ι.



Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τιμές δυσκαμψίας κατά τον Πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας Σ 4.1: Τιμές δυσκαμψίας

A/α	Δομικό στοιχείο	Δυσκαμψία
1.1	Υποστύλωμα εσωτερικό	$0,8*(E_c I_g)$
1.2	Υποστύλωμα περιμετρικό	$0,6*(E_c I_g)$
2.1	Τοίχωμα, μή - ρηγματωμένο	$0,7*(E_c I_g)$
2.2	Τοίχωμα, ρηγματωμένο (1)	$0,5*(E_c I_g)$
3	Δοκός (2)	$0,4*(E_c I_g)$

(1) Ή επισκευασμένο, με απλές μεθόδους.

(2) Για τις πλακοδοκούς, μορφής Γ ή Τ, επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη  $I_g = (1,5 \text{ ή } 2,0)I_w$ , αντιστοίχως, όπου  $I_w$  είναι η ροπή αδρανείας της ορθογωνικής διατομής του κορμού μόνον.

#### 4.4.2 Συνδυασμοί δράσεων.

Γενικώς, κατά τους ισχύοντες Κανονισμούς.

Δεν ελέγχονται θέματα λειτουργικότητας ή ανθεκτικότητας, ειδικώς για υφιστάμενα δομικά στοιχεία τα οποία δεν παρουσιάζουν σχετικά προβλήματα.

#### 4.4.3 Αντιστάσεις.

α) Έλεγχοι ασφαλείας σε όρους δυνάμεων :

- Υφιστάμενα υλικά, μέσες τιμές μείον μια τυπική απόκλιση
- Προστιθέμενα υλικά, χαρακτηριστικές τιμές (βλ. και § δ).

Έλεγχοι ασφαλείας σε όρους παραμορφώσεων :

- Μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών (γενικώς,  $\gamma_m = 1,0$ ).

β) Επιτρέπονται τιμές που δεν συμπίπτουν με τις κατηγορίες/κλάσεις αντοχών των Κανονισμών, π.χ.  $f_{ck} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{yk} = 300 \text{ MPa}$ , όπου ο δείκτης κ αναφέρεται στην αντιπροσωπευτική τιμή.

γ) Επιτρέπονται διαφοροποιήσεις για υφιστάμενους ή προστιθέμενους σιδηροπλισμούς, αναλόγως της διαμέτρου της ράβδου, με πρόσθετους ελέγχους.

δ) Προστιθέμενα υλικά (εκτός Κανονισμών) : Εγκρίσεις/Υπουργικές Αποφάσεις.

## 4.5 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

### 4.5.1 Προσομοιώματα.

- α) Βλ. Κεφάλαια 6 έως και 9 για τους  $\gamma_{Rd}$ .
- β) Για νέους φορείς, ικανούς και επαρκείς ( $> 75\%$ ),  $\gamma_{Sd} = 1,0$ .
- γ) Όταν συμμετέχουν και οι υφιστάμενοι φορείς, και αν δεν γίνει ανάλυση ευαισθησίας και παραμετρική διερεύνηση, τότε – ανεξαρτήτως μεθόδου ανάλυσης – λαμβάνονται υπόψη τιμές  $\gamma_{Sd} = 1,2$  ή  $1,1$  ή  $1,0$ , αναλόγως των βλαβών ή/και των επεμβάσεων.
- δ) Βλ. τα περί  $\gamma_{Sd} = 1,25 \pm 0,10$  για δυσκαμψίες και δυσστημίες, για στόχο Β ή Α ή Γ, κατά τα Κεφάλαια 7 και 8, βλ. και § 4.4.1.4.
- ε) Κεφάλαιο 5, ελαστική ανάλυση, στατική ή δυναμική (§ 5.5.2.β και § 5.6.1.β) :

Επιτρέπεται η εφαρμογή της, μόνον για σκοπούς αποτίμησης, ανεξαρτήτως ισχύος των προϋποθέσεων εφαρμογής, αν ληφθούν υπόψη  $\gamma_{Sd,ε\lambda\alpha\pi} = \gamma_{Sd} + 0,15$ .

## 4.5.2 Δράσεις (ΟΚΑ).

### α) Μεταβλητές δράσεις.

Γενικώς,  $\gamma_f$  και  $\psi_i$  κατά τους Κανονισμούς.

### β) Μόνιμες δράσεις.

#### ➤ Βασικοί συνδυασμοί και δυσμενείς επιρροές :

— Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,35$

— Ανεκτή/Υψηλή  $\pm 0,15$

#### ➤ Υπόλοιπες περιπτώσεις συνδυασμών και επιρροών :

— Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,10$

— Ανεκτή/Υψηλή  $\pm 0,10$

#### ➤ Προς περιορισμόν των απαιτούμενων ελέγχων και μετρήσεων, π.χ. σε περιπτώσεις απλώς ανεκτής ΣΑΔ, επιτρέπεται εφαρμογή των τιμών 1,35 ή 1,10 σε συνδυασμόν με δύο ευλόγως ακραίες αντιπροσωπευτικές τιμές $G_{κ,min}$ και $G_{κ,max}$ (βλ. και § 4.2.β).

### 4.5.3 Αντιστάσεις, ιδιότητες υλικών (ΟΚΑ).

Βλ. λεπτομερέστερα στοιχεία στο Παράρτημα 4.1, όπως επισυνάπτεται.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.1**

### **ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

#### 1) Τιμές ιδιοτήτων των υλικών και επιμέρους συντελεστές ασφαλείας

Στον συνημμένο Πίνακα Π 4.1 δίνονται οι τιμές ιδιοτήτων των υλικών (που διαμορφώνουν τις κάθε είδους αντιστάσεις) και οι αντίστοιχοι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma'_m$ , με βάση τις προβλέψεις των §§ 4.4.3 και 4.5.3.

Ο υπόψη Πίνακας ισχύει για σκυρόδεμα και χάλυβα σιδηροπλισμών, καθώς και για «εξωσυμβατικά» νέα προστιθέμενα υλικά, είτε καλύπτονται από Κανονισμούς είτε όχι.

Για τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες ή προστιθέμενες, βλ. § 4.5.3.1.δ, § 4.5.3.2.γ, § 4.5.3.3, § 7.4. και Κεφ. 8.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.1 : ΤΙΜΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις) ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ  $\gamma'_m$**

	ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ <sup>1</sup>					
	ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ <sup>2</sup>			ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ <sup>3</sup>		
	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	
		Ναι	Όχι		Ναι	Όχι
Αντιπροσωπευτικές τιμές <sup>5</sup>	— $X - s$	$X_k$	$X_k$	— $X$	— $X$	— $X$
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας $\gamma'_m$ <sup>4</sup>	Αναλόγως ΣΑΔ	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασιμότητας		Αναλόγως ΣΑΔ	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασιμότητας	
	$\gamma'_c = 1,50 \pm 0,15$ $\gamma'_s = 1,15 \pm 0,10$	$\gamma_m \cdot (1,05 \text{ ή } 1,20)$	Αυξημένοι	$\gamma'_m = 1,10 \pm 0,10$	$\gamma'_m = 1,15 \text{ ή } 1,25$	$\gamma'_m = 1,15 \text{ ή } 1,25$

Υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις :  $\gamma_m = 2,0 \pm 0,5$ .

Προστιθέμενες τοιχοπληρώσεις :  $\gamma_m \cong 1,5 \div 3,0$ , βλ. EC6.

<sup>1</sup>) Γενικώς, ο Πίνακας ισχύει και για τις γραμμικές και για τις μή – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης.

<sup>2</sup>) Έλεγχοι σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) γίνονται κυρίως στις γραμμικές μεθόδους ανάλυσης, αλλά και στις μή – γραμμικές για στοιχεία με οιονεί – ψαθυρή συμπεριφορά ( $\mu_\theta$  ή  $\mu_d < 2,0$  ή  $\mu_{1/r} < 4,0$ ) ή για ενδεχόμενους ψαθυρούς μηχανισμούς αστοχίας (π.χ. λόγω διάτμησης) ή για στοιχεία υπογειών, θεμελίων κ.λπ.

<sup>3</sup>) Έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων γίνονται κυρίως στις μή – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης, για στοιχεία με οιονεί – πλαστική συμπεριφορά ή για πλαστικούς μηχανισμούς αστοχίας.

<sup>4</sup>) Οι  $\gamma'_m$  διαμορφώνονται για μεν τα υφιστάμενα υλικά αναλόγως της στάθμης αξιοπιστίας των δεδομένων, για δε τα προστιθέμενα υλικά αναλόγως της διατομής και της προσπελασιμότητας της θέσης επέμβασης.

<sup>5</sup>)  $X$  = μέση τιμή,  $X_k$  = χαρακτηριστική τιμή,  $s$  = τυπική απόκλιση (βλ. και Κεφ. 3).

2) Μέσες τιμές αντοχών υλικών (και τυπικές αποκλίσεις)α) Υφιστάμενα υλικά

Η αντιπροσωπευτική τιμή είναι ίση με την μέση τιμή, για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων, ή την μέση τιμή μειωμένη κατά μια τυπική απόκλιση, για έλεγχο σε όρους δυνάμεων.

Η μέση (και συχνότερη, μάλλον) τιμή, για συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (ή ομάδα ομοειδών στοιχείων), είναι η διαπιστωμένη "ονομαστική" (μετρημένη), κατά τα προβλεπόμενα στο σχετικό Κεφ. 3, ενώ η ονομαστική τυπική απόκλιση εξαρτάται κυρίως από το είδος του υλικού, καθώς και την ποιότητα και την περίοδο κατασκευής.

Όταν δεν διατίθεται ακριβέστερα στοιχεία, και ανεξαρτήτως της στάθμης αξιοπιστίας των δεδομένων (ΣΑΔ), οι τυπικές αποκλίσεις αντοχών των υλικών (ανηγμένες ως προς τις μέσες και συχνότερες τιμές) μπορούν να εκτιμηθούν ως εξής:

- Τοιχοπληρώσεις  $s/f_m = 0,20 \div 0,40$
- Σκυροδέματα  $s/f_m = 0,10 \div 0,20$
- S 220  $s/f_m = 0,10$
- Παλαιότεροι νευροχάλυβες  $s/f_m = 0,08$
- Νεότεροι νευροχάλυβες  $s/f_m = 0,06$ .

Για υλικά με αυξημένη διασπορά αντοχών (τοιχοπληρώσεις και σκυρόδεμα), η τιμή της τυπικής απόκλισης της αντοχής που θα εισαχθεί στους υπολογισμούς θα εξαρτηθεί από την γενικότερη ποιότητα κατασκευής του έργου, την ομοιομορφία κ.λπ., κατά τα ευρήματα και συμπεράσματα του Κεφ. 3, κατά την κρίση του Μηχανικού.



## β) Προστιθέμενα υλικά

Η αντιπροσωπευτική τιμή είναι ίση με την μέση τιμή, για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων, ή την χαρακτηριστική τιμή (όπως προβλέπεται από τους οικείους Κανονισμούς), για έλεγχο σε όρους δυνάμεων.

Η μέση τιμή αντοχής, για σύγχρονα, συνήθη και "συμβατικά" υλικά, μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής, με βάση την χαρακτηριστική τιμή:

- Τοιχοπληρώσεις  $f_m = \min ( 1,5 f_k , f_k + 1,5 \text{ MPa} )$
- Σκυροδέματα  $f_m = \min ( 1,2 f_k , f_k + 5,0 \text{ MPa} )$
- Χάλυβες B500(C ή A)  $f_m = (1,10 \text{ ή } 1,05) f_k$ , για  $\Phi \leq 16$  ή  $\geq 18$  mm, αντιστοίχως.

## 4.6 ΚΑΘΟΛΙΚΟΣ (ή ενιαίος) ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q

### 4.6.1 Γενικά.

- α) Παράγοντες που συνεργούν στην κατανάλωση σεισμικής ενέργειας, βλ. και § 4.6.2.

Γενικώς, γινόμενο των παραγόντων υπεραντοχής και πλαστιμότητας,  $q = q_v \cdot q_\pi$ .

- β) Διαφοροποίηση τιμών q αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας), κατά τον Πίνακα και το Παράρτημα 4.3 , με τιμή αναφοράς q' για τον στόχο Β (προστασία ζωής) κατά ΕΑΚ.

Για τον στόχο Α ή Γ, οι τιμές ενδέχεται να διαφοροποιηθούν αναλόγως και της γενικής συμπεριφοράς του δομήματος.

Έτσι, οι τιμές 0,6 (Α) ή 1,4 (Γ) μπορούν να κυμαίνονται από 0,4 έως και 0,8 ή από 1,6 έως και 1,2 , για πιο πλάστιμα ή πιο ψαθυρά συστήματα.

Πίνακας 4.1 : Τιμές του λόγου  $q^*/q'$  αναλόγως του στόχου επανελέγχου (για τον φέροντα οργανισμό)

Στάθμη επιτελεστικότητας		
Άμεση χρήση μετά τον σεισμό  (Α)	Προστασία ζωής  (Β)	Αποφυγή κατάρρευσης  (Γ)
0,6 πάντως δε $1,0 < q^* < 1,5$	1,0	1,4

Οι τιμές του Πίνακα 4.1 ισχύουν ανεξαρτήτως της πιθανότητας υπερβάσεως για τον σεισμό σχεδιασμού (γενικώς, 10%, ή 50% - κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής), βλ. και § 4.4.1.2.

Βεβαίως, η πιθανότητα υπερβάσεως (εντός της συμβατικής 50 – ετίας), επηρεάζει αμέσως και ευθέως το μέγεθος της σεισμικής δράσεως, βλ. (επίσης) § 4.4.1.2 και Παράρτημα 4.3.

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.3**

#### **ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΑΝΗΓΜΕΝΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΒΑΣΕΩΣ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΟΝ**

Στον συνημμένο Πίνακα Π 4.2 δίνονται τιμές της ανηγμένης τέμνουσας βάσεως των κτιρίων υπό σεισμό, δηλ. τιμές του όρου  $\Phi_{d(T)} = A \cdot q^*$  (για  $T_1 \leq T \leq T_2$ ), χωρίς τους συντελεστές  $\gamma_I$ ,  $\beta_0$ ,  $\eta$  και  $\theta$ , κατά ΕΑΚ 2000.

Οι τιμές αυτού του όρου προκύπτουν με βάση τις προβλέψεις της § 4.4.1.2 (περί της δράσης του σεισμού) και της § 4.6 (περί του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς  $q$  σε περιπτώσεις εφαρμογής γραμμικής ανάλυσης), για τιμή αναφοράς αυτήν που αντιστοιχεί σε στάθμη επιτελεστικότητας (B) («Προστασία ζωής») και πιθανότητα υπερβάσεως 10 % εντός του συμβατικού τεχνικού χρόνου ζωής των 50 ετών, κατά ΕΑΚ 2000.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.2 : ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΟΡΟΥ  $\Phi_{d(T)} = A:q^*$  ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΒΑΣΕΩΣ, ΜΕ ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (B) ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ 10 % ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ (ΟΠΩΣ ΣΤΟΝ ΕΑΚ 2000)**

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (A)	Προστασία ζωής (B)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
10 %	$\cong 1,65$	1,00	$\cong 0,70$
50 %	$\cong 1,00$	0,60	$\cong 0,45$

Σημείωση

Ο Πίνακας ισχύει καί για την αποτίμηση καί για τον ανασχεδιασμό, με κατάλληλες τιμές αναφοράς όσο αφορά την στάθμη επιτελεστικότητας και την πιθανότητα υπερβάσεως. Αναλόγως της συμπεριφοράς του κτιρίου, ενδέχεται να υπάρχουν διαφοροποιήσεις για τις στάθμες επιτελεστικότητας Α και Γ, βλ. σχόλια § 4.6.1.

Πιθανότητα υπερβάσεως εντός της 50-ετίας ίση με 50%, οπότε η σεισμική δράση είναι μειωμένη κατά περίπου 40%, επιτρέπεται μόνον σε ειδικές περιπτώσεις, κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής (βλ. § 4.4.1.2).

#### 4.6.2 Αποτίμηση.

- Παράγοντες που συντελούν στην κατανάλωση σεισμικής ενέργειας, βλ. και § 4.6.1.
  - Βλ. Πίνακα με τιμές  $q'$  για τον στόχο Β (προστασία ζωής).
  - Ουσιώδεις βλάβες (και φθορές) :  
  
Αυτές που έχουν οδηγήσει σε απομείωση αντοχών μεγαλύτερη του 25%, δηλ. για  $r_R \leq 0,75$  , βλ. και Κεφάλαιο 7 (Παράρτημα 7.Δ).
  - Ρόλος και επιρροή των τοιχοπληρώσεων :  
  
Βλ. λεπτομερέστερες αναφορές στο Παράρτημα 4.2, καθώς και στο Κεφάλαιο 7 (§ 7.4).
  - Για δομήματα στρεπτικώς ευαίσθητα ή ανεστραμμένα εκκρεμή, οι τιμές του Πίνακα πολλαπλασιάζονται επί 2/3 αλλά είναι πάντοτε μεγαλύτερες του 1,0 .
- 
- **§ 4.6.3.γ :** Ενδεχομένως, διορθωτικός συντελεστής ιξώδους απόσβεσης  $\eta$ , αναλόγως της τιμής του  $\zeta$  (βλ. και § 4.4.1.2).

Πίνακας Σ 4.4 : Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς  $q'$  για την στάθμη επιτελεστικότητας Β (προστασία ζωής)

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων		Δυσμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
1995<...	3,0	2,3	2,3	1,7
1985<...<1995	2,3	1,7	1,7	1,3
...<1985	1,7	1,3	1,3	1,1

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.2

### **ΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΟΝ ΕΝΙΑΙΟ ΔΕΙΚΤΗ $q$**

Ο ενιαίος (καθολικός) δείκτης συμπεριφοράς  $q$  ενός δομήματος, διαμορφώνεται από το γινόμενο του παράγοντος υπεραντοχής  $q_u$  και του παράγοντος πλαστιμότητας  $q_\pi$  (βλ. και ΕΑΚ-2000, § 2.3.5 και εκτενή σχόλια της § 3.1.1), δηλ. ισχύει :

$$q = q_u \cdot q_\pi.$$

Σχετικώς, υπενθυμίζεται πως οι τιμές του  $q$  ενός δομήματος, στον οποίο συμπεριλαμβάνεται και η ευνοϊκή επιρροή της υστερητικής απόσβεσης, μπορεί να είναι διαφορετικές για τις διαφορετικές κύριες διευθύνσεις του κτιρίου, αναλόγως του δομητικού συστήματος καί της ιδιοπεριόδου, αλλά η κλάση (και η κατηγοριοποίηση από άποψη) πλαστιμότητας θα είναι η ίδια, ανεξαρτήτως διεύθυνσης (κατά την οποία διατάσσονται τα πλαίσια ή/και τοιχεία του δομήματος).

**(α)** Ο παράγων υπεραντοχής ( $q_u$ ), που εκφράζεται σε όρους δύναμης, ισούται με τον λόγο της σεισμικής δύναμης (τέμνουσας βάσεως)  $V_u$  που οδηγεί σε γενικευμένη διαρροή πολλών δομικών στοιχείων (έναρξη μηχανισμού ορόφου, με κίνδυνον γενικής αστάθειας) ως προς την δύναμη  $V_1$  που οδηγεί σε διαρροή (γενικώς υπό κάμψη) του πρώτου δομικού στοιχείου (οποιοδήποτε, αλλά κυρίως πρωτεύοντος και μάλιστα του «κρίσιμου» ορόφου, βλ. την επόμενη § δ).

Ο παράγων αυτός, εξαρτάται από το δομητικό σύστημα και την κανονικότητά του σε κάτοψη, από την υπερστατικότητα και την δυνατότητα ανακατανομής της έντασης και (γενικότερα) από τα διαθέσιμα αποθέματα αντίστασης (αντοχής) του κτιρίου μετά την εμφάνιση της πρώτης πλαστικής άρθρωσης και μέχρι την έναρξη δημιουργίας μηχανισμού (ορόφου).

Για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό, μπορεί να γίνει – όσο αφορά τον παράγοντα  $q_u$  – χρήση των προβλέψεων και διατάξεων του EC8 (βλ. τα περί  $a_u/a_1$ , §§ 3.2.2.5 και 5.2.2.2, καθώς και § 4.3.3.4.2.4), κατ' αρχήν.

Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, είναι δυνατή η χρήση του επόμενου Πίνακα, ο οποίος έχει συνταχθεί με βάση τις τιμές που συνιστά ο EC8, και όσων συμπληρωματικώς αναφέρονται αμέσως μετά.



	Σύστημα	$q_v (= V_u/V_1)$ <sup>(1)</sup>	
1	Συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς ή στρεπτικής ευαισθητα	1,00	
	Συστήματα τοιχείων ή πλαισίων	Κανονικότητα σε κάτοψη <sup>(2)</sup>	
		Ναί	Όχι <sup>(3)</sup>
2	<u>Συστήματα τοιχείων</u>		
2.1	Μόνον 2 μή-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως η	1,00	1,00
2.2	Περισσότερα των 2 μή-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως η	1,10	1,05
2.3	Οποιαδήποτε συζευγμένα ή μικτά συστήματα (ισοδύναμα τοιχεία, >50%)	1,20	1,10
3	<u>Συστήματα πλαισίων</u>		
3.1	$\eta = 1$ (η : αριθμός ορόφων, υπέρ το υπόγειο αν υπάρχει)	1,10	1,05
3.2	$\eta \geq 2$ , δίστυλα	1,20	1,10
3.3	$\eta \geq 2$ , πολύστυλα ή μικτά συστήματα (ισοδύναμα πλαίσια, >50%)	1,30	1,15

<sup>(1)</sup> Στον EC8, η τιμή  $V_u/V_1$  παρουσιάζεται ως  $a_u/a_1$ , δηλ. ως πηλίκον των αντίστοιχων ανηγμένων επιταχύνσεων.

<sup>(2)</sup> Για την κανονικότητα σε κάτοψη, βλ. την επόμενη § ε.

<sup>(3)</sup> Απλοποιητικώς, κατά EC8, η υπεραντοχή μή-κανονικών (σε κάτοψη) κτιρίων, σε σχέση με αυτήν αντίστοιχων κανονικών, δίνεται από την σχέση :

$$(V_u/V_1)_{\text{MH-K}} = [ 1 + (V_u/V_1)_K ] : 2.$$

Πάντως, οι τιμές του Πίνακα, ισχύουν για σύγχρονα κτίρια (μελετημένα και κατασκευασμένα με σύγχρονους Κανονισμούς), με σύγχρονους κρατυνόμενους και όλκιμους (και συγκολλησίμους χωρίς προϋποθέσεις) χάλυβες, γενικώς B500C (ή έστω S500s), με μέσες τιμές  $f_t/f_y \approx 1.20$  και  $\epsilon_u \approx 10\%$ .

Για παλαιότερα κτίρια, με χάλυβες προηγούμενων γενεών, απαιτείται γενικώς κατάλληλη προσαρμογή.

Αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, μπορούν για παλαιότερα κτίρια να εφαρμοσθούν πολλαπλασιαστικοί συντελεστές  $\lambda$  όσο αφορά τις τιμές του Πίνακα, αναλόγως του χάλυβα των διαμήκων οπλισμών των πρωτευόντων στοιχείων (υπό σεισμόν), ως εξής :

- Για παλαιότερον χάλυβα St.I ή S200, με  $f_t/f_y \approx 1.40$  και  $\epsilon_u \approx 10 \div 12\%$ ,  $\lambda = \mathbf{1,1}$
- Για παλαιότερους χάλυβες, υψηλής αντοχής, με  $f_{yk} = 400$  ή  $500$  MPa, χειρότερους από άποψη κράτυνσης ( $f_t/f_y \leq 1,10$ ) και όλκιμότητας ( $\epsilon_u \leq 5\%$ ),  $\lambda = \mathbf{0,9}$ ,

Για αποδεδειγμένα «ψαθυρότερους» χάλυβες (π.χ. ψυχρής κατεργασίας), συνιστάται να λαμβάνεται  $q_b=1$ .

Πάντως, συνιστάται τελική τιμή  $1,0 \leq q_b \leq 1,5$ , ανεξαρτήτως δομητικού συστήματος, ποιότητας χαλύβων, μεθόδου ανάλυσης κ.λπ.

(β) Ο παράγων πλαστιμότητας ( $q_{\pi}$ ), που εκφράζεται σε όρους παραμόρφωσης π.χ. μετακίνησης, ισούται με τον λόγο της οριακής παραμόρφωσης αστοχίας (αναλόγως της στάθμης επιλεστικότητας) ως προς την παραμόρφωση γενικευμένης διαρροής, έναρξης δημιουργίας μηχανισμού (ορόφου), με μετακινήσεις (πλευρικές ή οριζόντιες μεταθέσεις) αναφερόμενες στην κορυφή του κτιρίου (σε ύψος  $H$ , βλ. § 5.7.3.2) ή στην περιοχή εφαρμογής της συνολικής συνισταμένης (οριζόντιας) σεισμικής δύναμης (σε ύψος  $H_{eff}$ , βλ. την επόμενη § γ).

Καί αυτός ο παράγων, δηλ. κατά προσέγγιση ο δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων για το συνολικό κτίριο, εξαρτάται από το δομητικό σύστημα και την κανονικότητά του σε τομή (καθ' ύψος, αυτή τη φορά), καθώς και από την ικανότητα παραμόρφωσης και κατανάλωσης ενέργειας μέσω της ανακυκλιζόμενης μετελαστικής συμπεριφοράς των επιμέρους (πρωτευόντων) δομικών στοιχείων και μάλιστα του «κρίσιμου» ορόφου (βλ. και την επόμενη § δ).

(γ) Μέσω αυτής της «αποσύζευξης» μεταξύ του  $q_b$  (υπεραντοχή συνόλου) και του  $q_\pi$  (πλαστιμότητα σε όρους μετακινήσεων για το συνολικό δόμημα), είναι δυνατή η εκτίμηση (i) της απαιτούμενης πλαστιμότητας σε όρους μετακίνησης ή στροφής χορδής σε επίπεδο ορόφου (π.χ. του «κρίσιμου»), και μέσω αυτής, (ii) της απαιτούμενης πλαστιμότητας (σε όρους  $d$  ή  $\theta$ , ή  $1/r$ ) για τα επιμέρους (πρωτεύοντα, κυρίως) φέροντα στοιχεία του ορόφου. Αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα και λεπτομερέστερα στοιχεία, μπορεί να υιοθετηθεί η λογική και μεθοδολογία κατά τα επόμενα :

- (i) Η τιμή του  $q_\pi$  μεταβάλλεται αναλόγως της ιδιοπεριόδου του κτιρίου.  
Για πολύ μικρές  $T$ , δηλ. για απόκριση υπό ίση (πρακτικώς) επιτάχυνση, ισχύει  $q_\pi \approx 1$ , ενώ για μεγαλύτερες  $T$  (μετά την κορυφή, το μέγιστο του φάσματος επιταχύνσεων), δηλ. για απόκριση υπό ίση (πρακτικώς) μετακίνηση, ισχύει  $q_\pi \approx \mu_d = \mu_\theta$ .

Έτσι, η σχέση  $q_\pi$  και  $\mu_d$  (για το σύνολο), αναλόγως της ιδιοπεριόδου του κτιρίου, μπορεί να εκφραστεί ως εξής (βλ. και § 7.2.6) :

- Για  $T \leq T_2$   $\mu_d = 1 + T_2/T (q_\pi - 1)$ , ενώ

- Για  $T \geq T_2$   $\mu_d = q_\pi$ ,

όπου  $T_2$  είναι η τιμή της χαρακτηριστικής περιόδου του τέλους της περιοχής σταθερής φασματικής επιτάχυνσης και της έναρξης του κατιόντος κλάδου του φάσματος (ελαστικού ή σχεδιασμού) επιταχύνσεων (βλ. ΕΑΚ 2000), και  $T$  είναι η θεμελιώδης ασύζευκτη ιδιοπερίοδος του κτιρίου κατά την εξεταζόμενη κύρια διεύθυνσή του ( $x$  ή  $y$ ), δηλ.  $T_x$  ή  $T_y$ , για  $q_{\pi x}$  ή  $q_{\pi y}$ , αντιστοίχως.

- (ii) Η τιμή του  $\mu_d$  (για το σύνολο), μπορεί να «μεταφρασθεί» σε απαιτούμενη πλαστιμότητα του «κρίσιμου» ορόφου, σε όρους μετακίνησης ή στροφής χορδής,  $\mu_{d, op} \approx \mu_{\theta, op}$ .

- Για κανονικά καθ' ύψος κτίρια, με ομοιόμορφη κατανομή και διασπορά των αντιστάσεων αλλά και των ανελαστικών απαιτήσεων, όπως π.χ. συμβαίνει σε κτίρια με επαρκή και ικανά τοιχεία ή πλαίσια σχεδιασμένα ικανοτικώς (στους κόμβους), έτσι ώστε να εξασφαλίζεται (με αξιοπιστία) δημιουργία οιονεί – πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα δοκών (ή έστω και σε λίγα άκρα στύλων καθ' ύψος), «κρίσιμος» όροφος είναι εν γένει το ισόγειο, και ισχύει :

$$\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op}) \approx \mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ βλ. (i).}$$

- Για μή-κανονικά καθ' ύψος, κτίρια, με ενδεχόμενον τον σχηματισμό «μηχανισμού ορόφου» σε έναν ή περισσότερους γειτονικούς ορόφους, σε ύψος  $h$ , η απαιτούμενη πλαστιμότητα αυτού του «κρίσιμου» ορόφου είναι σαφώς μεγαλύτερη αυτής για κανονικά κτίρια, κατά τα προηγούμενα. Για μή-κανονικότητα που δεν οφείλεται σε πιλοτή (βλ. τα επόμενα), αναλόγως δε του ύψους  $h$  όπου αναμένεται ο «μηχανισμός ορόφου», μπορεί να θεωρηθεί πως ισχύει :

$$\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op}) \approx \mu_d \cdot (H/h) \leq 1,5\mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ βλ. (i).}$$

- Για κτίρια τύπου πιλοτής, με «μαλακό» (ή «ασθενές» ή «ανοικτό») ισόγειο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προηγούμενη προσέγγιση για μή-κανονικά καθ' ύψος κτίρια με κατάλληλες τροποποιήσεις. Έτσι, για ύψος εφαρμογής της συνολικής συνισταμένης (οριζοντίας) σεισμικής δύναμης  $H_{eff} \approx 0.50H$ , σε αντίθεση με ύψος εφαρμογής για κανονικά κτίρια  $H_{eff} \approx 0,65 H$  ( $\div 0,80 H$ , για σημαντική επιρροή των ανώτερων κανονικών μορφών, για υψηλά κτίρια), μπορεί να θεωρηθεί πως ισχύει :

$$\mu_{\theta, \pi\lambda} (= \mu_{d, \pi\lambda}) \approx \mu_d \cdot (H_{eff}/h_s) \approx \mu_d \cdot (H : 2 / H : \eta) \approx n/2 \cdot \mu_d \geq 1,5 \mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ βλ. (i),}$$

όπου  $n$  το πλήθος των ορόφων, περιλαμβανομένης της πιλοτής, και  $h_s$  το ύψος της πιλοτής / του ισογείου ( $\approx H : \eta$ ).

### Σημείωση

Κατά τον EC8, για μή-κανονικά καθ' ύψος κτίρια, εκτός πιλοτής, έχει υιοθετηθεί απλούστερη προσέγγιση, ως εξής :

$$\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op}) \approx \kappa \cdot \mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ με}$$

$\kappa = 1,00$  για κανονικά κτίρια, και

$\kappa = 1,25$  για μή-κανονικά κτίρια (αντί  $\kappa = H/h \leq 1,5$ , βλ. τα προηγούμενα).

- (iii) Η τιμή του  $\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op})$ , μπορεί να «μεταφρασθεί» σε απαιτούμενη πλαστιμότητα (σε όρους καμπυλοτήτων,  $\mu_{1/r}$ ) των κρίσιμων περιοχών των πρωτευόντων φερόντων στοιχείων του ορόφου, δηλ. των στοιχείων με την μεγαλύτερη συμμετοχή στην ανάληψη της σεισμικής δύναμης, με προϋπόθεση (βεβαίως) πως η συμπεριφορά τους είναι πλάστιμη, υπό  $M/N$  (και όχι ψαθυρή, υπό  $V$ ), δηλ. πως θα αναπτύξουν οιονεί πλαστικές (και όχι θραυστικές) αρθρώσεις στα άκρα τους, με  $V_{R,red} \geq 1.15 V_{MR} = 1,15 \cdot M_R/L_S$  (και όχι  $V_{R,red} \leq 0,85 V_{MR} = 0,85 M_R/L_S$ , αντιστοίχως), με  $L_s (= \alpha_s \cdot h)$  το μήκος διάτμησης (όπου  $\alpha_s$  ο λόγος διάτμησης).

Σχετικώς, η  $\mu_{1/r}$  ορίζεται ως το πηλίκον της καμπυλότητας στο 85% της  $M_u$  (μετά την  $M_u$ ) ως προς την καμπυλότητα στην διαρροή ( $M_y$ ).

Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, η συσχέτιση μεταξύ  $\mu_{1/r}$  και  $\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op})$  παρουσιάζεται στην § 8.2.3 (βλ. και § 7.2.6).

- (iv) Έτσι, μέσω του επιθυμητού ή στοχευόμενου ενιαίου δείκτη  $q (= q_v \cdot q_\pi)$ , μπορούν να εκτιμηθούν οι απαιτούμενοι δείκτες πλαστιμότητας σε όρους καμπυλοτήτων ( $\mu_{1/r}$ ) των κρίσιμων περιοχών των κύριων δομικών στοιχείων του κτιρίου (στον «κρίσιμο» ορόφο του), ή αντιστρόφως (υπό προϋποθέσεις).

(\*). Το μήκος διάτμησης μπορεί να ληφθεί ίσο με (βλ. και Κεφ. 7) : —  $L_s \approx 0,5 L$  για γραμμικά στοιχεία  
—  $L_s \approx 0,5 H'$  για τοιχώματα.

- (δ) Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, δηλαδή για την αποσύζευξη και εκτίμηση των επιμέρους δεικτών που διαμορφώνουν τον  $q$ , ως «κρίσιμος» όροφος θεωρείται (και είναι) ο πλέον υπερκαταπονούμενος όροφος του δομήματος, όσο αφορά – κυρίως – τα πρωτεύοντα στοιχεία του.  
Σχετικώς, «κρίσιμος όροφος» είναι το ισόγειο, ιδίως αν πρόκειται για «ανοικτόν όροφον», δηλ. με ελάχιστες πλινθοπληρώσεις ή υαλοστάσια κ.λπ, τύπου πιλοτής.  
Όμως, «κρίσιμος» ενδέχεται να είναι και ανώτερος όροφος του κτιρίου, π.χ. σε περιπτώσεις έντονης αλληλόδρασης μεταξύ διπλανών κτιρίων, με ανεπαρκές εύρος (αντισεισμικού) αρμού και κίνδυνον κρούσης, βλ. § 4.8.
- (ε) Σχετικώς με τα θέματα κανονικότητας και τις ιδιαιτερότητες σε περιπτώσεις πλινθοπληρωμένων κτιρίων (κυρίως με πλαίσια και όχι με τοιχεία), ισχύουν τα εξής (βλ. EC8):
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αυξημένη αβεβαιότητα που σχετίζεται με τις αντιστάσεις των φατνωμάτων, την επιρροή των ανοιγμάτων, την σφήνωση προς τον σκελετό, την ενδεχόμενη «αλλοίωση» (ή τροποποίηση, καθαίρεση κ.λπ.) κατά την μακρόχρονη χρήση των κτιρίων, τις ανομοιομορφες βλάβες υπό σεισμό κ.λπ.
  - Πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα κατασκευαστικά μέτρα για τον περιορισμό των βλαβών, ιδίως σε περιπτώσεις μεγάλων ανοιγμάτων ή λυγερών φατνωμάτων (με  $h/t$  ή  $l/t > 15$ ), όπως η διάταξη συνδέσμων, πλεγμάτων, διαμπερών διαζωμάτων κ.λπ.
  - Επισημαίνεται πως, κατά την § 5.4.3.γ, απαγορεύεται, γενικώς, να λαμβάνονται υπόψη ή όχι οι τοιχοπληρώσεις, επιλεκτικώς, π.χ. από όροφον σε όροφον ή/και από θέση σε θέση του κτιρίου
  - Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η ενδεχόμενη γενική όσο και τοπική επιρροή τους, ιδιαίτερος αν είναι δυσμενείς
  - Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ενδεχόμενη επιρροή των πλινθοπληρώσεων όσο αφορά θέματα μη\_κανονικότητας σε κάτοψη ή τομή.

#### **Όσο αφορά την κάτοψη :**

Σε ορισμένες περιπτώσεις ασύμμετρης διάταξης, επιβάλλεται παραμετρική διερεύνηση της επιρροής των πλινθοπληρώσεων με συνεκτίμηση ορισμένων και όχι όλων των φατνωμάτων ή/και σημαντική επαύξηση της τυχηματικής εκκεντρότητας ορόφου υπό σεισμό.

#### **Όσο αφορά την τομή :**

Σε δυσμενείς περιπτώσεις «ανοικτών» ορόφων ή απομείωσης των τοίχων, επιβάλλεται επαύξηση των εντατικών μεγεθών κατά τον πολλαπλασιαστικό συντελεστή

$$n = 1 + \Delta V_{Rw} / \Sigma V_{Sd} \leq q,$$

μόνον εάν ο συντελεστής αυτός έχει τιμές μεγαλύτερες του 1,1, όπου  $\Delta V_{Rw}$  είναι η ενδεχόμενη απομείωση της συνολικής διατμητικής αντίστασης των τοιχοπληρώσεων και  $\Sigma V_{Sd}$  είναι η συνολική δρώσα τέμνουσα δύναμη για όλα τα πρωτεύοντα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία, ανά όροφον.

### 4.6.3 Ανασχεδιασμός.

- α) Νέος «σκελετός» – αναβάθμιση/τροποποίηση υφιστάμενων στοιχείων ή νέοι φορείς, ικανοί και επαρκείς (ως προς το πλήθος/και την αντίσταση) :

$$q' (B) = q \text{ κατά ΕΑΚ.}$$

---

Επάρκεια νέου «σκελετού» :

- Τουλάχιστον δύο προς κάθε κατεύθυνση μή-συνεπίπεδα και σταθερά καθ' ύψος νέα τοιχεία ή πρόσθετα πλαίσια.
  - Για τα νέα στοιχεία,  $\Sigma V_{Rd3,i} / \Sigma V_{Sd,i} \geq 0,75$  , σε κάθε όροφον και προς κάθε κατεύθυνση.
  - Άλλως, επιτρέπονται τιμές έως και 0,60 , αν ληφθούν υπόψη τιμές  $q' (B) = 0,8 q$  και  $\gamma_{sd} = 1,1$  .
  - Οιονεί-ελαστική συμπεριφορά συνδέσεων και θεμελιώσεων, δηλ. έλεγχος με  $\gamma_{sd} = 1,35 (\leq q^*)$ .
- 

Βλ. Κεφάλαιο 8 (§ 8.5), για περιπτώσεις προσθήκης συστημάτων δικτύωσης από δομικόν χάλυβα.

β) Περιπτώσεις εκτεταμένων αλλά «ήπιων» παρεμβάσεων :

Κατάλληλες, μεγαλύτερες τιμές  $q' (B)$  κατά τον ανασχεδιασμό από ό,τι κατά την αποτίμηση,

---

Π.χ. κτίριο του 1980 ή 1990 με ουσιώδεις βλάβες και δυσμενείς τοιχοπληρώσεις :

— Αποτίμηση,  $q' (B) = 1,1$  ή  $1,3$  , αντιστοίχως

— Ανασχεδιασμός, απλή επισκευή όλων των βλαβών  
 $q' (B) = 1,3$  ή  $1,7$

— Ανασχεδιασμός, όπως πριν καί ευμενείς τοιχοπληρώσεις  
 $q' (B) = 1,7$  ή  $2,3$

(π.χ. όχι κοντά στοιχεία/χτίσιμο φεγγιτών,  
«απομόνωση» λίγων δυσμενών τοιχοπληρώσεων/και έλεγχος αντοχής τους,  
διάταξη αρκετών νέων πλήρων φατνωμάτων κ.λπ.).

γ) Ενδεχομένως, διορθωτικός συντελεστής εξόδους απόσβεσης  $\eta$ ,  
αναλόγως της τιμής του  $\zeta$  (βλ. και § 4.4.1.2).



## **4.7 ΤΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ m**

### **4.7.1** Γενικά.

Διάκριση σε φέροντα στοιχεία (πρωτεύοντα, δευτερεύοντα) και τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες ή προστιθέμενες.

Βλ. Κεφάλαιο 7 και 8, αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας).

Οι τιμές των τοπικών δεικτών  $m$  πρέπει να εκλέγονται/βαθμονομούνται έτσι ώστε ο αντίστοιχος καθολικός  $q$  (για το δόμημα) να μή αφίσταται περισσότερο του 15% αυτού κατά των προηγούμενη § 4.6 .

Βλ. Παράρτημα 4.2 ( $q \leftrightarrow m$ ) και Παράρτημα 4.4 (έλεγχοι).

### **4.7.2** Αποτίμηση, βλ. Κεφάλαιο 7 .

### **4.7.3** Ανασχεδιασμός, βλ. Κεφάλαιο 7 (νέα στοιχεία) και Κεφάλαιο 8 .

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.4

### Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με βάση όσα προβλέπονται στα Κεφ. 2, 4, 7 έως και 9, οι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν να παρουσιασθούν εποπτικά κατά το συνημμένο σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας (Α έως και Γ) και του ελέγχου σε όρους δυνάμεων (μέσω του  $q$  ή των  $m$ ) ή παραμορφώσεων (μέσω της παραμόρφωσης σχεδιασμού,  $d_d \approx \theta_d$ ).

Για αναλυτικότερες περιγραφές και προβλέψεις, βλ. τις §§ 4.1.1 έως και 4.1.4, 4.6, 4.7, 5.1.3 και 7.1, καθώς και το Κεφ. 9.

Όσο αφορά τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς στην φάση εξασθένησης της αντίστασης των στοιχείων, μετά την οιονεί-αστοχία ( $F_u$  και  $d_u$ ), η οποία ενδιαφέρει μόνον για αναλύσεις και ελέγχους με μή-γραμμικές (ανελαστικές) μεθόδους, και –μάλιστα –μόνον για δομικά στοιχεία με σαφώς πλαστική συμπεριφορά, και μόνον για στάθμη επιτελεστικότητας Γ, «Αποφυγή κατάρρευσης», ισχύουν τα εξής (βλ. και §§ 5.7.3.1 και 7.1.2.5) :

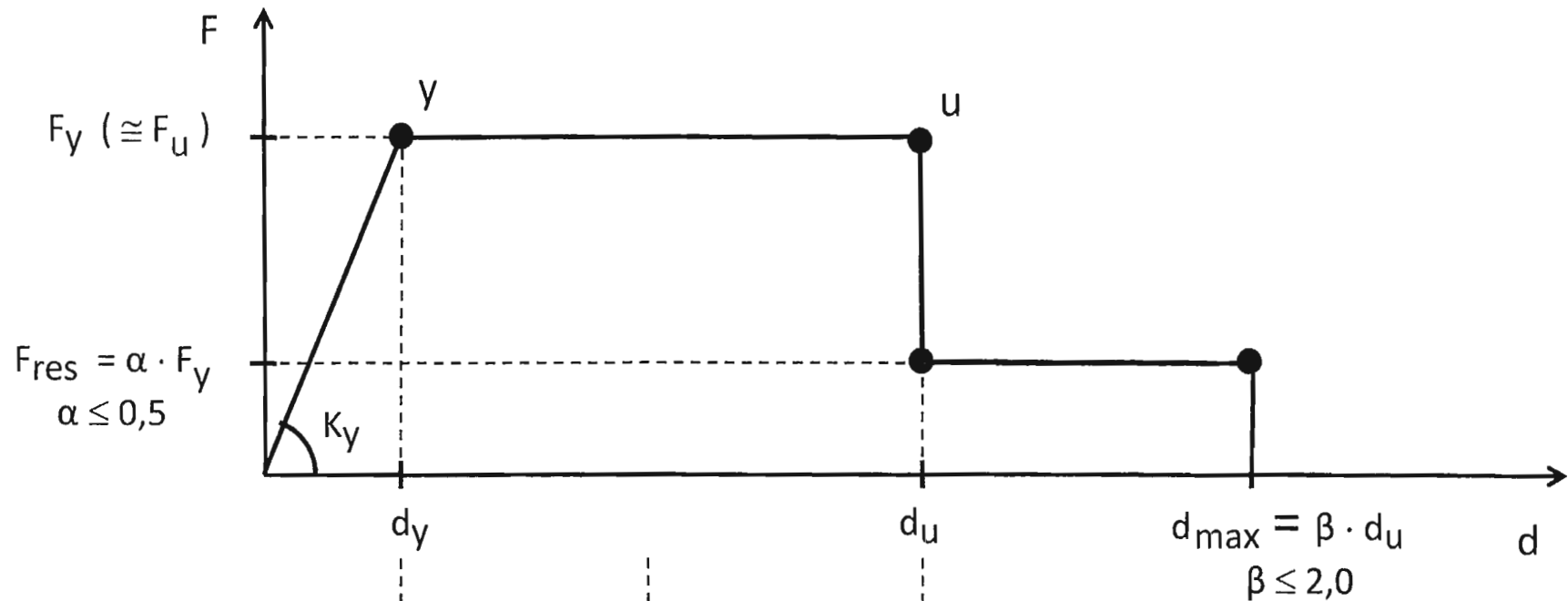
- Η απομένουσα αντίσταση  $F_{res}$ , που είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί, μπορεί να λαμβάνεται ίση με ποσοστό της οριακής αντοχής του στοιχείου  $F_u (=F_y)$ , δηλ.  $F_{res} = \alpha \cdot F_y$ , βλ. διάγραμμα. Για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, το ποσοστό  $\alpha$  μπορεί να ληφθεί ίσο με 25%.
- Η μέγιστη παραμόρφωση  $d_{max}$ , υπό την οποία επέρχεται πλήρης απώλεια των αντιστάσεων του στοιχείου, και υπό τα φορτία βαρύτητας, δεν μπορεί να εκτιμηθεί με αξιοπιστία. Πάντως, μπορεί να θεωρηθεί το πολύ ίση με το διπλάσιο της παραμόρφωσης αστοχίας. Για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, και μόνον για λόγους προσέγγισης της απόκρισης του όλου κτιρίου μετά την διαδοχική οιονεί-κατάρρευση επιμέρους στοιχείων του (δευτερευόντων, κυρίως), ο πολλαπλασιαστικός συντελεστής  $\beta$  μπορεί να ληφθεί ίσος με 1,5, βλ. διάγραμμα.
- Για υφιστάμενες, συνήθεις και άοπλες τοιχοπληρώσεις, με κατ' εξοχήν ψαθυρή συμπεριφορά, δεν τίθεται θέμα κλάδου μετά την αστοχία. Αυτά τα δομικά στοιχεία ελέγχονται σε όρους δύναμης ή παραμόρφωσης, μόνον για τις στάθμες επιτελεστικότητας Α και Β. Για την στάθμη Γ, «Αποφυγή κατάρρευσης», δεν συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα (και βεβαίως, δεν ελέγχονται), βλ. § 7.4.

Όμως, η ενδεχομένως δυσμενής, γενική ή τοπική, επιρροή τους, οφείλει πάντοτε να ελέγχεται, ή πρέπει να λαμβάνονται μέτρα περιορισμού της, βλ. § 5.9.

Μόνον οπλισμένες τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες (μετά από ενίσχυσή τους) ή προστιθέμενες, και μάλιστα υπό προϋποθέσεις, κατά το Κεφ. 8, μπορούν να ληφθούν υπόψη μετά την αστοχία, κατά τα προηγούμενα, με  $\alpha=0,25$  και  $\beta=1,5$  (όπως και για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος).

## Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς

(για τα επιμέρους δομικά στοιχεία, ή το δόμημα – ως σύνολο)



Στάθμη επιτελεστικότητας

A

B

Γ

Ενιαίος δείκτης  $q$

$$q_A \cong 0,6 q_B$$

$$(\cong 1,0 \div 1,5)$$

$$q_B$$

$$q_\Gamma \cong 1,4 q_B$$

Παραμόρφωση σχεδιασμού,  
 $d_d$  (ή  $\partial_d$ )

$$d_y \quad \frac{1}{2} (d_y + d_u) / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τα πρωτεύοντα φ. σ.

$$d_y \quad d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τα δευτερεύοντα φ. σ.

$$d_y \quad d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τις τοιχοπληρώσεις

### Παρατηρήσεις

- 1) Για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία :  
Η οριακή παραμόρφωση σχεδιασμού ( $d_d$ ), ακόμη και για την στάθμη επιτελεστικότητας  $\Gamma$ , είναι μικρότερη αυτής που αντιστοιχεί στην οιονεί-αστοχία ( $d_u$ ), και μάλιστα με ικανοποιητική αξιοπιστία, που εκφράζεται μέσω του  $\gamma_{Rd}$  (βλ.Κεφ. 9).
- 2) Για τα δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία :  
Γι' αυτά τα στοιχεία, γίνεται αποδεκτός μεγαλύτερος βαθμός βλάβης (υπό σεισμόν) απ' ό,τι για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία, αναλόγως και του αν πρόκειται για κατακόρυφα ή οριζόντια φέροντα στοιχεία, για τιμές  $d_d$  που διαμορφώνονται μέσω του  $\gamma_{Rd}$ .  
Σχετικώς, οριζόντια δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία (και μόνον), επιτρέπεται να μη συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα και να μη ελέγχονται, στην στάθμη επιτελεστικότητας  $B$  και, κυρίως,  $\Gamma$ .
- 3) Για τις τοιχοπληρώσεις :  
Βλ. σχετική αναφορά στα προηγούμενα αυτού του Παραρτήματος. Επίσης, βλ. Κεφ. 5 και 7.
- 4) Για τους συντελεστές  $\gamma_{Rd}$ , που διαμορφώνουν τις τιμές των παραμορφώσεων σχεδιασμού ( $d_d$ ) :  
Οι τιμές τους είναι ενγένη διαφορετικές, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας ( $B$  ή  $\Gamma$ ) και του είδους του ελεγχόμενου δομικού στοιχείου. Για την στάθμη  $A$ ,  $\gamma_{Rd}=1$ .  
Γενικώς, οφείλουν να εκλέγονται έτσι ώστε οι τιμές  $d_d$  (ή  $\theta_d$ ) να αντιστοιχούν στις μέσες μείον μια τυπική απόκλιση, βλ. Κεφ. 9.
- 5) Στην απλοποιημένη ανελαστική στατική ανάλυση (βλ. Κεφ.5), οπότε ενγένη χρησιμοποιούνται διγραμμικά σκελετικά διαγράμματα, κατά τα προηγούμενα, επιτρέπεται να μη προσομοιώνεται αμέσως η φάση εξασθένησης της αντίστασης.

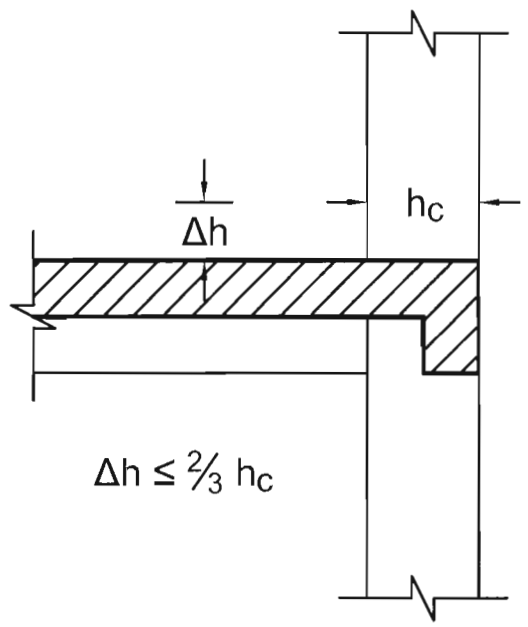
#### 4.8 Σεισμική αλληλόδραση γειτονικών κτιρίων

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες μεταξύ γειτονικών κτιρίων δεν υπάρχει απόσταση μεγαλύτερη του εύρους του αντισεισμικού αρμού (πλήρους διαχωρισμού), όπως αυτός ορίζεται στον ΕΑΚ, § 4.1.7.2, συνιστώνται τα ακόλουθα:

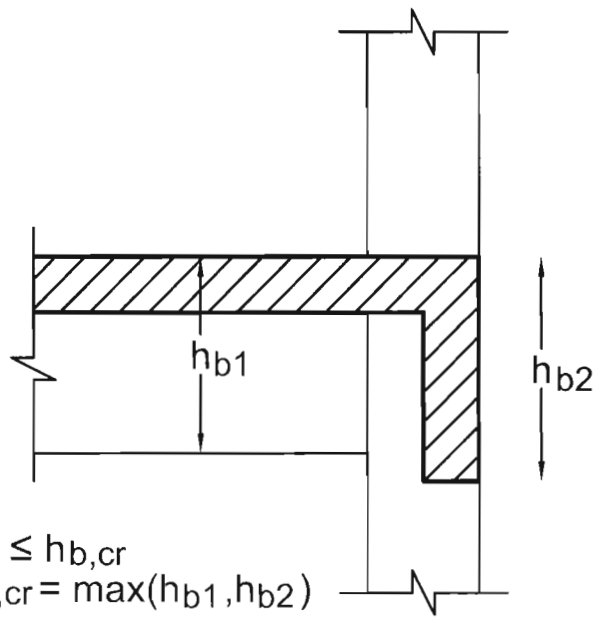
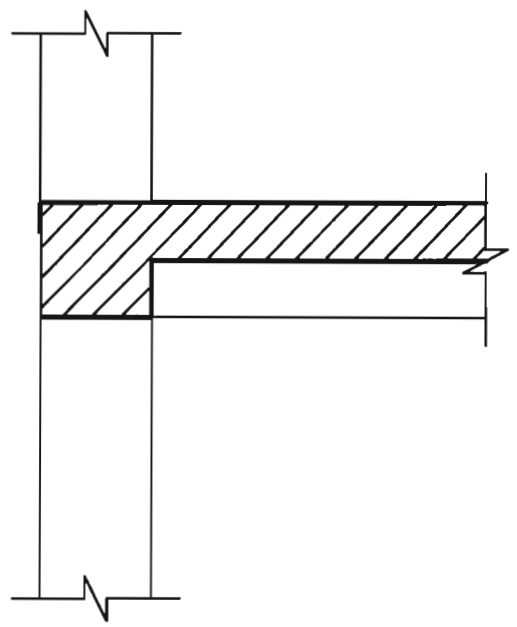
α) Όταν όλες οι πλάκες των ομόρων κτιρίων βρίσκονται στην ίδια περίπου στάθμη, όταν δηλαδή δεν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού, δεν είναι ενγένη αναγκαία η λήψη ειδικότερων μέτρων έναντι σύγκρουσης.

Σχετικώς, περίπου ισόσταθμες θεωρούνται οι πλάκες για τις οποίες επί μήκους τουλάχιστον ίσου με τα δύο τρίτα του μήκους επαφής των κτιρίων, η ανισοσταθμία είναι μικρότερη από τα δύο τρίτα της εγκάρσιας διάστασης του υποστυλώματος (ή τοιχώματος) ή από το ύψος της πιο υψίκορμης από τις κάθετες ή τις παράλληλες προς την μεσοτοιχία δοκούς – όποια από τις δύο κατηγορίες είναι ευμενέστερη (βλ. σχήματα).

4.8.1 Συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καλύτερον δυνατόν, πάντως δε πρακτικώς εφικτόν, τρόπον το ενδεχόμενο μιας δυσμενούς για το δεδομένο κτίριο σύγκρουσης με γειτονικά κτίρια, λόγω εκτός (ή εντός) φάσεως μετακινήσής τους.

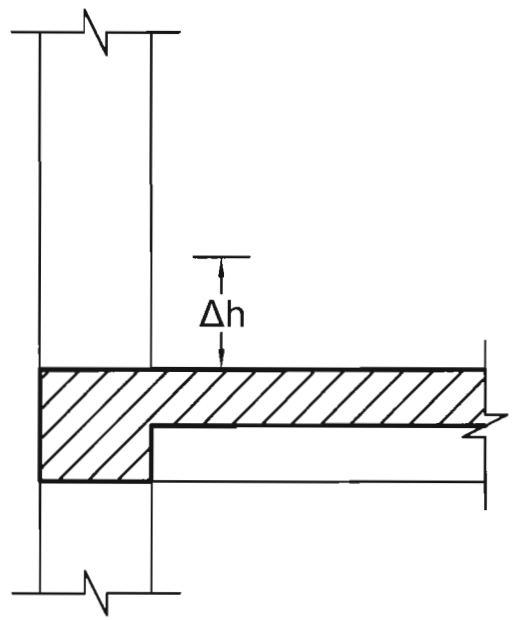


$$\Delta h \leq \frac{2}{3} h_c$$



$$\Delta h \leq h_{b,cr}$$

$$h_{b,cr} = \max(h_{b1}, h_{b2})$$



β) Όταν η πιο πάνω προϋπόθεση δεν ικανοποιείται, συνιστάται η εμφάνιση κατάλληλου τοιχώματος ή πτερυγίου πίσω από τα υπό κρούση ακραία υποστυλώματα, μέσα στο πρώτο φάτνωμα κατά την διεύθυνση της πιθανολογούμενης κρούσης.

γ) Εναλλακτικά, είναι δυνατή η ενίσχυση των ως άνω ακραίων υποστυλωμάτων σε ολόκληρο το ύψος τους και μέχρι την θεμελίωση, αυξάνοντας κατά 100% την σεισμική ένταση ανασχεδιασμού των εν λόγω υποστυλωμάτων (όπως έχει υπολογισθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη το ενδεχόμενο σύγκρουσης).

Προς τούτο, κατά την ενίσχυση οποιουδήποτε από τα δύο αυτά κτίρια, είναι δυνατόν να λαμβάνεται υπόψη το εν λόγω ενδεχόμενο αυξάνοντας κατά 50% την συνολική σεισμική ένταση ανασχεδιασμού του κτιρίου (όπως έχει υπολογισθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη το ενδεχόμενο της σύγκρουσης).

4.8.2 Ειδικότερα, στην περίπτωση ομόρων κτιρίων με διαφορά αριθμού ορόφων ίση ή μεγαλύτερη των 2 ή διαφορά ύψους ίση ή μεγαλύτερη του 50%, συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη το ενδεχόμενο της εντός ή εκτός φάσεως σεισμικής σύγκρουσης, κατά τον καλύτερο δυνατό (πάντως δέ πρακτικώς εφικτόν) τρόπον.

4.8.3 Σε καμία περίπτωση δεν στοιχειοθετείται υπαιτιότητα τυχόν βλάβης γειτονικού κτιρίου, εκ του γεγονότος ότι όμορο αυτού κτίριο έχει ενισχυθεί αντισεισμικώς.

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ (ΚΑΝΕΠΕ)**  
**ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΟΣ, ΕΝΑΝΤΙ ΣΕΙΣΜΟΥ**

**ΧΙΟΣ, 16/10/2009**

**Συνοπτική παρουσίαση  
των υπολοίπων κεφαλαίων 5 έως και 9, 10, 11**

---

**Μ.Π. ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ, ΕΟΣ/ΕΜΠ**



## 5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΙΝ & ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

- α) Ελαστική (γραμμική) ανάλυση, στατική (απλοποιημένη φασματική) ή δυναμική, με χρήση ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς **q** ή τοπικών δεικτών πλαστιμότητας **m**.  
Ανελαστική ανάλυση (μή-γραμμική ως προς την συμπεριφορά των υλικών και στοιχείων), γενικώς στατική (ή δυναμική, υπό προϋποθέσεις).
- β) Η δυναμική διάκριση των φερόντων στοιχείων σε πρωτεύοντα (κύρια, κρίσιμα) και δευτερεύοντα, η επιρροή των τοιχοπληρώσεων.
- γ) Αναλόγως της στοχευόμενης συμπεριφοράς (της στάθμης επιτελεστικότητας) και της απόκρισης των στοιχείων, γίνεται έλεγχος σε όρους εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών.

δ) Γενικές απαιτήσεις προσομοίωσης :

- Τρισδιάστατα ή δισδιάστατα μορφώματα, δυσκαμψίες
- Χωρική επαλληλία σεισμικών δράσεων
- Αλληλεπίδραση εδάφους – θεμελίωσης
- Διαφράγματα
- Στρέψη (περί κατακόρυφον άξονα)
- Έλεγχοι φαινομένων επιρροής της μετακίνησης στην ένταση
- Έλεγχοι φαινομένων ανατροπής.

ε) Προϋποθέσεις εφαρμογής των μεθόδων ανάλυσης, η μορφολογική κανονικότητα.

Προκαταρκτική ελαστική στατική ανάλυση, για  $q = (m=) 1$ ,

για το σύνολο των δομικών στοιχείων του κτιρίου (γενικώς),

υπολογισμός των δεικτών ανεπάρκειας  $\lambda = S_E/R_m$  για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία, σε όρους ορθής έντασης μόνον (δηλ. έναντι M και N, όχι V).

Σύγκριση των  $\lambda$  για στοιχεία στις πλευρές ενός ορόφου, στρεπτικώς ασθενής όροφος.

Σύγκριση των «μέσων»  $\lambda$  για γειτονικούς ορόφους, καμπτοδιατμητικώς ασθενής όροφος.

ζ) Για την στατική μή-γραμμική ανάλυση, οπότε απαιτείται η σύνταξη της καμπύλης αντίστασης του κτιρίου (για το 150% της  $\delta_t$ ) η στοχευόμενη μετακίνηση  $\delta_t$  για τον «κόμβον ελέγχου» (ενγένη στην κορυφή του κτιρίου, στο κέντρο μάζας του τελευταίου πλήρους ορόφου) μπορεί να εκτιμηθεί με βάση την σχέση :

$$\delta_t = (K_\Delta \cdot K_\Sigma) \cdot C_0 C_1 C_2 C_3 \cdot (T_e/2\pi)^2 \cdot \Phi_e$$

---

- ✓  $K_\Delta$  ή  $K_\Sigma$  , επιρροή των διαφραγμάτων ή της στρέψεως ( $\geq 1,0$ )
- ✓  $C_0 = 1,0 \div 1,5$  , αναλόγως του πλήθους των ορόφων  
(αρχική διόρθωση λόγω της πραγματικής ελαστοπλαστικής ως προς την ισοδύναμη ελαστική μετακίνηση)
- ✓  $C_1 \geq 1,0$  , αναλόγως της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου του κτιρίου  
(πρόσθετη διόρθωση της μετακίνησης, επαύξηση ως προς την ισοδύναμη ελαστική μετακίνηση)
- ✓  $C_2 \geq 1,0$  , αναλόγως του δείκτη σχετικής μεταθετότητας  $\theta$   
(αύξηση λόγω φαινομένων επιρροής της μετακίνησης στην ένταση)
- ✓  $C_3 = 1,0 \div 1,5$  , αναλόγως του βρόχου υστέρησης  
(επαύξηση για υψηλότερη στάθμη επιτελεστικότητας, καθώς και για φορείς πιο δύσκαμπτους ή/και με φτωχότερη υστερητική συμπεριφορά).

## 6. ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

... Το Κεφάλαιο αυτό αναμένεται να αναθεωρείται συχνότερα, καθώς η έρευνα γύρω από αυτά τα θέματα ευρίσκεται εν εξελίξει και, επομένως, η σχετική γνώση δεν μπορεί να θεωρείται παγιωμένη.

α) Διαγράμματα  $M$  και  $N - 1/r$ , δείκτης πλαστιμότητας  $\mu_{1/r}$  και  $\mu_\delta = \mu_\theta$ .

β) Περίσφιγξη σκυροδέματος

- ✓ Μέσω συνδετήρων
- ✓ Μέσω χαλύβδινων στοιχείων (κλωβών ή σωλήνων)
- ✓ Μέσω ΙΟΠ, με ίνες άνθρακα ή γυαλιού

γ) Βελτίωση ενώσεως ράβδων σιδηροπλισμού με παράθεση (ματίσματος)

μέσω εξωτερικής περισφιγξης

- ✓ Μέσω χαλύβδινων στοιχείων
- ✓ Μέσω ΙΟΠ

- 
- ✓ Μέσω κολάρων ;
  - ✓ Μέσω τοπικών λεπτών μανδύων ;

**δ) Μηχανισμοί μεταφοράς δυνάμεων σε ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ**

(π.χ. μετά από βλάβες/ρηγματώσεις ή μετά από επισκευές και ενισχύσεις)

- ✓ Από σκυρόδεμα σε σκυρόδεμα, όπως έχουν ή μέσω λεπτής στρώσεως κόλλας, π.χ. θλίψη, συνοχή, τριβή
- ✓ Από χαλύβδινα στοιχεία σε σκυρόδεμα, συμπεριφορά βλήτρων και αγκυρίων (κυρίως μέσα σε οπές με κόλλα)
- ✓ Συγκόλληση/αγκύρωση ελασμάτων (από χάλυβα), λωρίδων ή υφασμάτων (από ΙΟΠ) σε επιφάνειες από σκυρόδεμα.

## 7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

α) Υφιστάμενα στοιχεία, με ή χωρίς βλάβες.

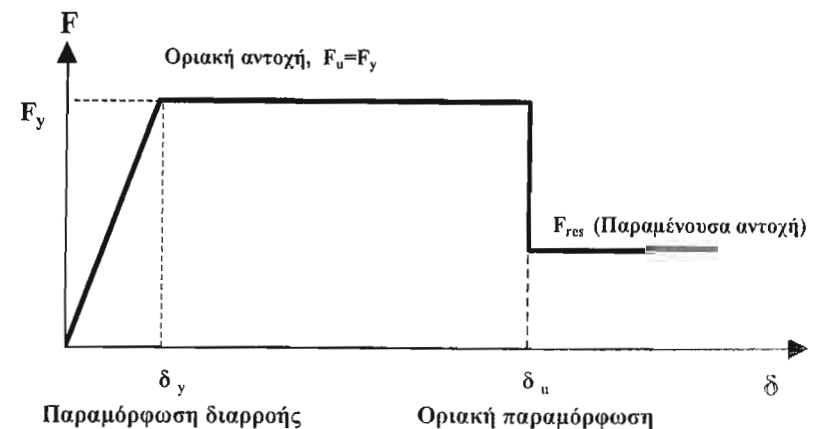
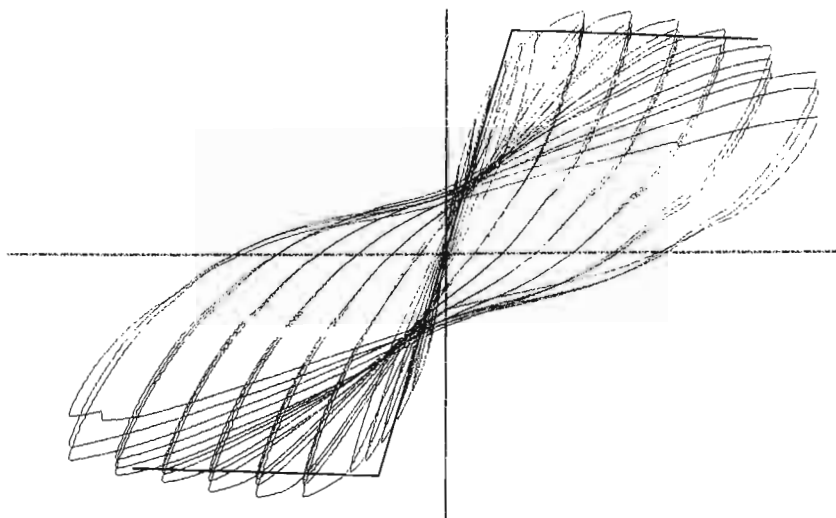
Προστιθέμενα στοιχεία.

β) Σκελετικές καμπύλες έντασης–παραμόρφωσης  $F - \delta$ , αναλόγως και της  $N$ ,

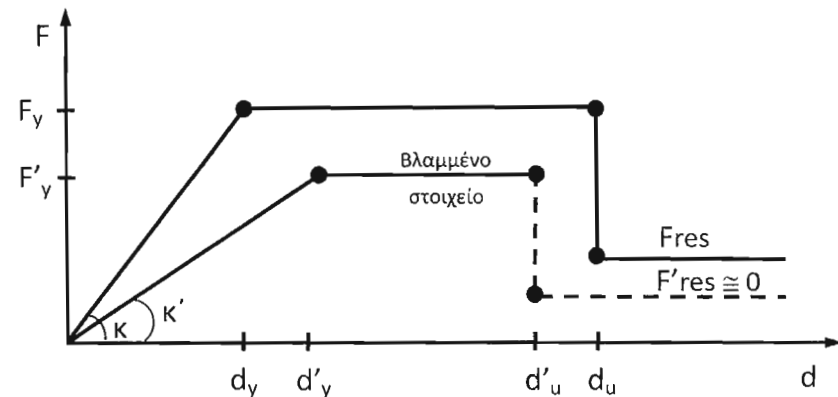
όπου  $F_y = M_u$  ή  $V_u$  ή  $V_{Mu} = M_u / (\alpha_s h)$ , με  $\alpha_s = M / (Vh)$ ,

και  $\delta = \theta$  (ή  $1/r$ ) ή  $\gamma$ .

Οιονεί ελαστική δυσκαμψία (στην διαρροή),  $K = F_y/\delta_y$ .



- γ) Δομικά στοιχεία με πλάστιμη ή ψαθυρή συμπεριφορά, αναλόγως του  $\mu_\theta$  ή  $\mu_{1/r}$ , ή του  $\alpha_s$ .
- δ) Υπολογισμοί και σχέσεις για την αντοχή, δυσκαμψία και ικανότητα παραμόρφωσης, για ράβδους οπλισμού λείες ή με νευρώσεις και για στοιχεία χωρίς ή με αντισεισμικές διατάξεις, όπως :
- ✓ Δοκοί και πλακοδοκοί
  - ✓ Υποστυλώματα
  - ✓ Τοιχώματα
  - ✓ Κόμβοι
  - ✓ Περιοχές ενώσεων με παράθεση ράβδων οπλισμού (ματίσματα).
- ε) Συμπεριφορά τοιχοπληρώσεων.
- ζ) Συμπεριφορά βλαμμένων δομικών στοιχείων (χωρίς επεμβάσεις), υποβαθμισμένη σκελετική καμπύλη συμπεριφοράς.





## 8. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

- α) Έλεγχος διεπιφανειών και συνδέσεων, μονολιθική συνεργασία, συντελεστής μονολιθικότητας **K**.
- β) Τροποποιημένες (υποβαθμισμένες) σκελετικές καμπύλες συμπεριφοράς.
- γ) Διεπιφάνειες σε θλίψη, εφελκυσμό, διάτμηση.
- δ) Επεμβάσεις σε κρίσιμες περιοχές ραβδόμορφων δομικών στοιχείων
  - δ.1) Έναντι ορθής έντασης (M και N)
    - ✓ Τοπική αποκατάσταση βλάβης ή αποκατάσταση ανεπαρκών ματισμάτων
    - ✓ Ενίσχυση θλιβόμενης ή εφελκυσόμενης ζώνης
    - ✓ Μανδύες υποστυλωμάτων
  - δ.2) Έναντι τέμνουσας δύναμης (V)
    - ✓ Ενίσχυση έναντι λοξής θλίψεως κορμού
    - ✓ Ενίσχυση οπλισμού κορμού
  - δ.3) Αύξηση τοπικής πλαστιμότητας
  - δ.4) Αύξηση δυσκαμψίας.

ε) Επεμβάσεις σε κόμβους πλαισίων (έναντι τέμνουσας δύναμης)

- ✓ Μανδύες
- ✓ Χιαστί κολάρα
- ✓ Ελάσματα, λωρίδες, υφάσματα, από χάλυβα ή ΙΟΠ.

ζ) Εμφάτνωση πλαισίων

- ✓ Απλά «γεμίσματα» ή τοιχωματοποίηση
- ✓ Τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες ή προστιθέμενες
- ✓ Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή σε κατακόρυφα δικτυώματα.

η) Η ειδική περίπτωση προσθήκης νέων παράπλευρων τοιχωμάτων.

θ) Επεμβάσεις σε στοιχεία θεμελίωσης.

## 9. ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Έλεγχος της βασικής ανίσωσης ασφαλείας,  
για τις τρεις (3) στάθμες επιτελεστικότητας.

Χρήση επιμέρους συντελεστών  $\gamma_{Sd}$  ΚΑΙ  $\gamma_{Rd}$ .

Βλ. το συνημμένο Παράρτημα, με συνοπτική παρουσίαση  
της λογικής των ελέγχων ασφαλείας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9Α

### ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΛΟΓΙΚΗΣ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

#### 1) Στάθμη επιτελεστικότητας Α, ``Άμεση χρήση μετά τον σεισμό``, § 9.2

Γενικώς, γραμμική ελαστική ανάλυση (βεβαίως, χωρίς ικανοτικών σχεδιασμών), δηλ. για  $q \approx m \approx 1,0$  ( $\div 1,5$ ), με ελέγχους σε όρους δυνάμεων.

α) Δράσεις, με  $\gamma_{sd}$  κατά την § 4.5.1.

β) Αντιστάσεις,  $R_d (= R_y \approx R_u)$ , με  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3, με  $R_d$  κατά τα Κεφ. 7 και 8, και τους εκεί αναφερόμενους  $\gamma_{Rd}$  (γενικώς, με τιμές  $\gamma_{Rd} \approx 1,0$ ).

Αν εφαρμοσθεί μή- γραμμική ανάλυση, και έλεγχος σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών, για οιονεί-πλάστιμα στοιχεία (μόνον), τότε για τις τιμές  $\theta_y$ ,  $\gamma_y$ ,  $(1/r)_y$  κ.λπ. εφαρμόζεται συντελεστής  $\gamma_{Rd}=1,0$ .

Σχετικώς, οι δύο (2) μέθοδοι είναι ισοδύναμες, και έτσι πρέπει να καταλήγουν (πρακτικώς) σε ίδια αποτελέσματα.

#### 2) Στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ (``Προστασία ζωής`` ή ``Αποφυγή οιονεί – κατάρρευσης``), οιονεί-ελαστική ανάλυση, χρήση $q$ (ενιαίου/καθολικού δείκτη συμπεριφοράς), § 9.3.3

α) Δράσεις

α.1) Ψαθυρά στοιχεία : Με ικανοτικών σχεδιασμόν, βλέπε τα περί  $m$ , πλην απλουστεύσεων ή εξαιρέσεων ΕΑΚ.

α.2) Οιονεί-πλάστιμα στοιχεία : Με  $\gamma_{sd}$  κατά την § 4.5.1, βεβαίως χωρίς ικανοτικών σχεδιασμών.

β) Αντιστάσεις, με αντιπροσωπευτικές τιμές και συντελεστές  $\gamma_m$  (Κεφ. 4), σε όρους δυνάμεων. Γενικώς, με  $\gamma_{Rd} \approx 1$ .

3) Στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ, ελαστική ανάλυση, χρήση m (τοπικού δείκτη πλαστιμότητας), § 9.3.2

3.1) Έλεγχος σε όρους δυνάμεων, με ικανοτικόν σχεδιασμόν για ψαθυρούς τρόπους συμπεριφοράς και αστοχίας.

3.2) Ψαθυρά στοιχεία (έλεγχος σε όρους δυνάμεων)

α) Δράσεις, με εντατικά μεγέθη  $S_d$ , ικανοτικώς για τέμνουσες  $V_{Sd}$  (δηλ. για  $\gamma_{Rd} \cdot R_d$ ) – με μέσες τιμές αντοχών και  $\gamma_{Rd}$  ως εξής, για δοκούς, υποστυλώματα, τοιχώματα και θεμέλια (με  $\Omega$ ) :

— Στάθμη Β :  $\gamma_{Rd}=1,4$  ή  $1,2$  για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα στοιχεία

— Στάθμη Γ :  $\gamma_{Rd}=1,2$  ή  $1,0$  για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα στοιχεία.

β) Αντιστάσεις, με αντιπροσωπευτικές τιμές και  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3, κατά τα Κεφ. 7 και 8.

3.3) Οιονεί- πλάστιμα στοιχεία (έλεγχος σε όρους δυνάμεων)

α) Δράσεις,  $\omega_s = S_G + S_d = S_E/m$ , με  $S_E$  επί  $\gamma_{Sd}$  – κατά την § 4.5.1 και  $m = d_d/d_y$ , με  $d_d$  (και  $\gamma_{Rd}$ ) όπως στην ανελαστική ανάλυση – βλ. § 9.3.1.

β) Αντιστάσεις, κατά τα Κεφ. 7 και 8, με αντιπροσωπευτικές τιμές και  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3.

4) Στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ, ανελαστική ανάλυση, § 9.3.1

4.1) Δεν προβλέπεται ικανοτικός σχεδιασμός.

4.2) Ψαθυρά στοιχεία (έλεγχος σε όρους δυνάμεων)

α) Δράσεις, με  $\gamma_{sd}$  κατά την § 4.5.1.

β) Αντιστάσεις, κατά τα Κεφ. 7 και 8, με αντιπροσωπευτικές τιμές και  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3.

4.3) Οιονεί – πλάστιμα στοιχεία (έλεγχος σε όρους παραμορφώσεων)

α) Δράσεις, όπως πριν (§ 4.2.α)

β) Αντιστάσεις, με  $R_d$  κατά τα Κεφ. 7 και 8, με μέσες (συχνότερες) τιμές και  $\gamma_{Rd}$ .

Κατά τις §§ 5.7 και 5.8, επιτρέπεται επαύξηση των τιμών  $\theta_d$ ,  $\gamma_d$  κ.λπ. (βλ. Κεφ. 7 και 8) κατά 33%.

- β.1) Στάθμη Β :**
- Πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία  $R_d = 0,5 (d_v + d_u) : \gamma_{Rd}$
  - Δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία  $R_d = d_u : \gamma_{Rd}$   
(δεν απαιτείται έλεγχος για οριζόντια δευτερεύοντα στοιχεία)
  - Τοιχοπληρώσεις  $R_d = d_u : \gamma_{Rd}$

Οι τιμές  $\gamma_{Rd}$  εκλέγονται έτσι ώστε οι τιμές  $R_d$  να αντιστοιχούν στις μέσες τιμές μείον μια τυπική απόκλιση.

**Συνιστάται :**

- Για πρωτεύοντα και δευτερεύοντα, σε όρους  $\theta_u$  :  $\gamma_{Rd} = 1,80$
- Για πρωτεύοντα και δευτερεύοντα, σε όρους  $\theta_u^{pl}$  :  $\gamma_{Rd} = 1,25$
- Για οπλισμένες τοιχοπληρώσεις, σε όρους  $\gamma$  :  $\gamma_{Rd} = 3,00$ .

- β.2) Στάθμη Γ :**
- Πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία  $R_d = d_u : \gamma_{Rd}$
  - Δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία  $R_d = d_u : \gamma_{Rd}$   
(δεν απαιτείται έλεγχος για οριζόντια δευτερεύοντα στοιχεία)
  - Τοιχοπληρώσεις  $R_d = d_u : \gamma_{Rd}$

Οι τιμές  $\gamma_{Rd}$  εκλέγονται, επίσης, έτσι ώστε (γενικώς) οι τιμές  $R_d$  να αντιστοιχούν στις μέσες τιμές μείον μια τυπική απόκλιση.

**Συνιστάται :**

Για πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία	:	$\gamma_{Rd} \approx$ όπως πριν (§ 4.3.β1)
Για δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία	:	$\gamma_{Rd} \approx 1,00$
Για οπλισμένες τοιχοπληρώσεις, σε όρους $\gamma$	:	$\gamma_{Rd} \approx 1,00$ .

## **10. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ**

- ✓ Αποτύπωση – Τεκμηρίωση
- ✓ Αποτίμηση
- ✓ Επεμβάσεις, Πρότυπα Υλικών / Προδιαγραφές Εργασιών
- ✓ Απαιτήσεις ελέγχων (προς διασφάλιση της ποιότητας).

## **11. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

- ✓ Προσόντα, Υποχρεώσεις και Ευθύνες Αναδόχου
- ✓ Προσόντα Επιβλέποντος Μηχανικού
- ✓ Έλεγχοι Υλικών και Εργασιών
- ✓ Περιοδικές Επιθεωρήσεις, Ενδείξεις Βλαβών (ή Φθορών).



# ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ (ΚΑΝΕΠΕ) ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΟΣ, ΕΝΑΝΤΙ ΣΕΙΣΜΟΥ

Σεμινάρια ΚΑΝΕΠΕ, Αθήνα / 16.12.2009

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ :

- ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ
- ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

---

Μ.Π. ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ, ΕΟΣ/ΕΜΠ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 4.1 Η λογική των ελέγχων, η ανίσωση ασφαλείας
- 4.2 Οι στάθμες αξιοπιστίας των δεδομένων, η επιρροή τους
- 4.3 Πρόσθετες διατάξεις (εκτίμηση αντιστάσεων μέσω πειραμάτων)
- 4.4 Οι βασικές μεταβλητές, δράσεις και αντιστάσεις
- 4.5 Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας
- 4.6 Ο καθολικός δείκτης συμπεριφοράς  $\alpha$
- 4.7 Οι τοπικοί δείκτες πλαστιμότητας  $m$
- 4.8 Σεισμική αλληλόδραση γειτονικών κτιρίων

## 4. ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 4.1 Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ

#### 4.1.1 Έλεγχος ασφαλείας.

Το επιβαλλόμενο κρίσιμο μέγεθος, εντατικό ή παραμορφωσιακό, είναι αξιόπιστα μικρότερο από την αντίστοιχη διαθέσιμη ικανότητα, σε κατάλληλη διατομή ή μέλος ή τμήμα ή στο σύνολο του δομήματος.

#### 4.1.2 Ανίσωση ασφαλείας. Βλ. και Κεφάλαιο 9, αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας).

Γενική, συμβολική, για δυνάμεις ή παραμορφώσεις, ενώ στις συναρτήσεις  $S$  και  $R$  υπεισέρχονται (βεβαίως) και τα γεωμετρικά δεδομένα  $a$  :

$$S_d = \gamma_{sd} \cdot S (S_k \cdot \gamma_f) < (1/\gamma_{Rd}) \cdot R(R_k/\gamma_m) = R_d.$$

$S_k$  : Βλ. ισχύοντες Κανονισμούς, και διαφοροποιήσεις ειδικώς για τις σεισμικές δράσεις.

$R_k$  : Διαφοροποιήσεις, για υλικά υφιστάμενα ή προστιθέμενα, ή αναλόγως ελέγχου/αστοχίας.

$\gamma_f$  : Βλ. ισχύοντες Κανονισμούς, και διαφοροποιήσεις σε λίγες εξαιρετικές περιπτώσεις.

$\gamma_m$  : Διαφοροποιήσεις, για υλικά υφιστάμενα ή προστιθέμενα, ή αναλόγως ελέγχου/αστοχίας.

$\gamma_{Sd}$  : Αυξημένες αβεβαιότητες προσομοιωμάτων για τις συνέπειες των δράσεων.

$\gamma_{Rd}$  : Αυξημένες αβεβαιότητες προσομοιωμάτων για τις κάθε είδους αντιστάσεις.

Σε περιπτώσεις δυσανάλογων διαφοροποιήσεων των αποτελεσμάτων, απαιτείται ανάλυση ευαισθησίας και παραμετρική διερεύνηση (μεταβαλλόμενες τιμές ορισμένων παραμέτρων).

#### 4.1.3 Γραμμικές μέθοδοι ανάλυσης.

Ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται γενικώς σε όρους δυνάμεων, γενικώς κατά τους ισχύοντες Κανονισμούς.

#### 4.1.4 Μή-γραμμικές μέθοδοι ανάλυσης.

- Εφαρμόζονται γενικώς για στόχο (επιτελεστικότητα) Β ή Γ, βλ. Κεφάλαιο 2.
- Ο έλεγχος ασφαλείας, σε όρους δυνάμεων/παραμορφώσεων, γίνεται με σύγκριση των απαιτήσεων του φάσματος του σεισμού έναντι της μέγιστης διαθέσιμης και στοχευόμενης απόκρισης της «κορυφής» του δομήματος.
- Αν η συμπεριφορά είναι οιονεί-ψαθυρή, ο έλεγχος γίνεται σε όρους δυνάμεων, με κατάλληλους συντελεστές ασφαλείας.
- Αν η συμπεριφορά είναι οιονεί-πλάστιμη, ο έλεγχος γίνεται σε όρους παραμορφώσεων, με κατάλληλους συντελεστές ασφαλείας.

Όριο για οιονεί-πλάστιμη απόκριση :

$$\mu_\theta \text{ ή } \mu_\delta \geq 2 \quad \text{ή} \quad \mu_\varphi \geq 3 \div 4, \text{ με } \varphi = 1/r.$$

Βλ. Κεφ. 4 και Κεφ. 8, περί :

$$\mu_\varphi \cong \lambda (\mu_\theta \text{ ή } \mu_\delta - 1) + 1, \quad \lambda \cong 2 \text{ ή } 3.$$

$$\lambda \cong 2 \quad \text{για} \quad q \rightarrow m$$

$$\lambda \cong 3 \quad \text{για} \quad m \rightarrow q$$

---

Π.χ. για  $\mu_\delta = 3$  η απαιτούμενη τιμή  $\mu_\varphi$  είναι :  $\mu_\varphi = 5$  για  $q \rightarrow m$   
 $\mu_\varphi = 7$  για  $m \rightarrow q$ .

## 4.2 ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

α) Αυξημένη αβεβαιότητα.

β) Αναλόγως της ΣΑΔ :

— Επιλέγεται κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης και επενελέγχου

— Επιλέγονται κατάλληλοι  $\gamma_f / \gamma_{Sd}$  και  $\gamma_m / \gamma_{Rd}$ .

## 4.3 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

α) Εκτίμηση αντιστάσεων  $R$  μέσω πειραμάτων, όχι σε επίπεδο υλικού αλλά σε επίπεδο διατομής ή περιοχής ή μέλους ή τμήματος.

β) Συνθήκες εφαρμογής και παράγοντες που δεν αναπαράγονται κατά τις εργαστηριακές διερευνήσεις. ΠΡΟΣΟΧΗ.

## 4.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

### 4.4.1 Δράσεις.

#### 4.4.1.1 Βασικές δράσεις (μή-σεισμικές).

Γενικώς κατά τους ισχύοντες Κανονισμούς, όσο αφορά τις τιμές των δράσεων, τους  $\gamma_f$ , τους  $\psi_i$ , τον συνδυασμό κ.λπ.

#### 4.4.1.2 Τυχηματικές δράσεις, σεισμός (και πυρκαγιά).

Αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας), λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές σπουδαιότητας  $\gamma_I$  και απόσβεσης  $\eta$  ( $\zeta \neq 5\%$ ).

Για  $p_e = 10\%$  εντός 50 ετών : 100% σεισμού ΕΑΚ.

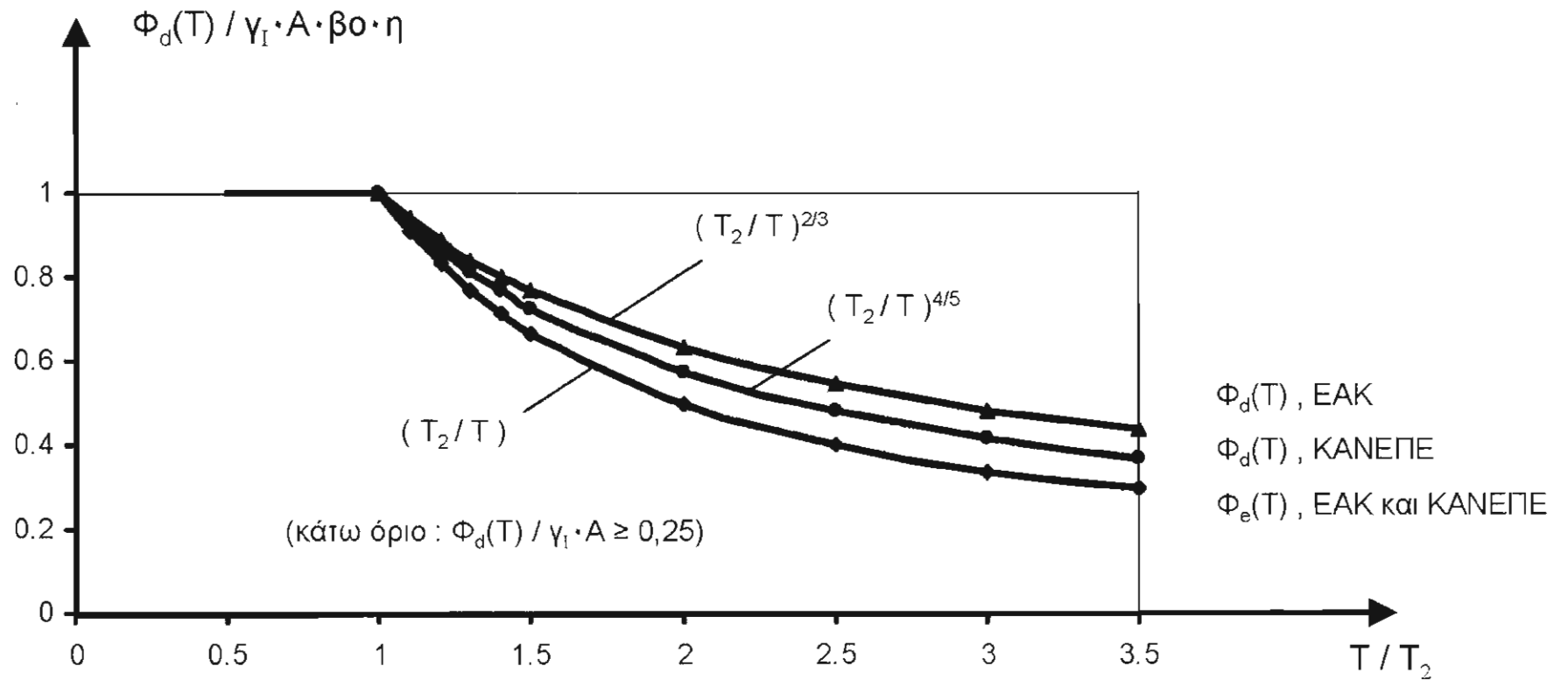
Για  $p_e = 50\%$  εντός 50 ετών : 60% σεισμού ΕΑΚ (έγκριση Δημόσιας Αρχής).

#### 4.4.1.3 Φάσματα απόκρισης/επιτάχυνσης (με ή χωρίς ανύψωση του κατιόντος κλάδου).

Για γραμμικές μεθόδους :  $T \geq T_2$ ,  $\Phi_d(T) = (\gamma_I \cdot A \cdot \beta_0 \cdot \eta) (\theta/q) (T_2/T)^{4/5}$

Για μή-γραμμικές μεθόδους :  $T \geq T_2$ ,  $\Phi_e(T) = (\gamma_I \cdot A \cdot \beta_0 \cdot \eta) \cdot (T_2/T)$ .

Φθιτός κλάδος φάσματος, για  $q = 1$  και  $\theta = 1$





#### 4.4.1.4 Δυσκαμψίες (μέσες τιμές ιδιοτήτων, $\gamma_m = 1$ ).

- Δυστένεια :  $1,0 E_c \cdot A_g$
- Δυστμησία :  $0,4 E_c \cdot A_w$
- Δυσκαμψία : Επιβατική τιμή στην διαρροή του δομικού στοιχείου, βλ. Κεφ. 7 και 8.

Για ανάλυση και έλεγχο του συνόλου του δομήματος, οι τιμές δυσκαμψιών και δυστμησιών πολλαπλασιάζονται με συντελεστή προσομοιώματος  $\gamma_{sd}$  (βλ. και § 4.5.1.γ) :

$\gamma_{sd} = 1,25$  για στόχο Β,  
 $\pm 0,10$  για στόχο Α ή Γ, αντιστοίχως.

Για γραμμικές μεθόδους, με χρήση του  $q$  ή των  $m$ , και ελέγχους σε όρους δυνάμεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές του Πίνακα, για δυσκαμψία ως ποσοστό αυτής του σταδίου Ι.

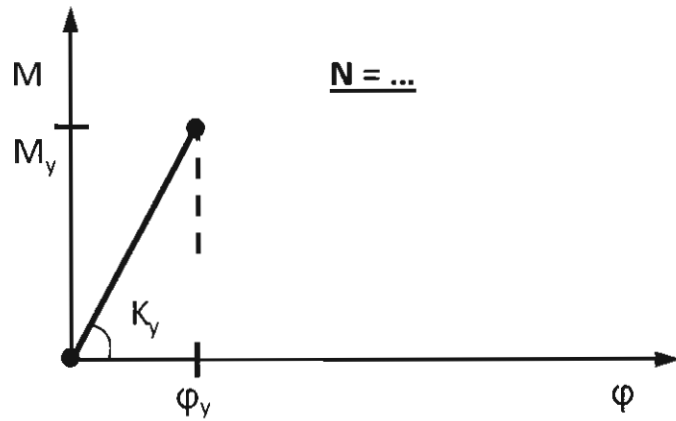
Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τιμές δυσκαμψίας κατά τον Πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας Σ 4.1: Τιμές δυσκαμψίας

A/a	Δομικό στοιχείο	Δυσκαμψία
1.1	Υποστύλωμα εσωτερικό	$0,8*(E_c I_g)$
1.2	Υποστύλωμα περιμετρικό	$0,6*(E_c I_g)$
2.1	Τοίχωμα, μή - ρηγματωμένο	$0,7*(E_c I_g)$
2.2	Τοίχωμα, ρηγματωμένο (1)	$0,5*(E_c I_g)$
3	Δοκός (2)	$0,4*(E_c I_g)$

(1) Ή επισκευασμένο, με απλές μεθόδους.

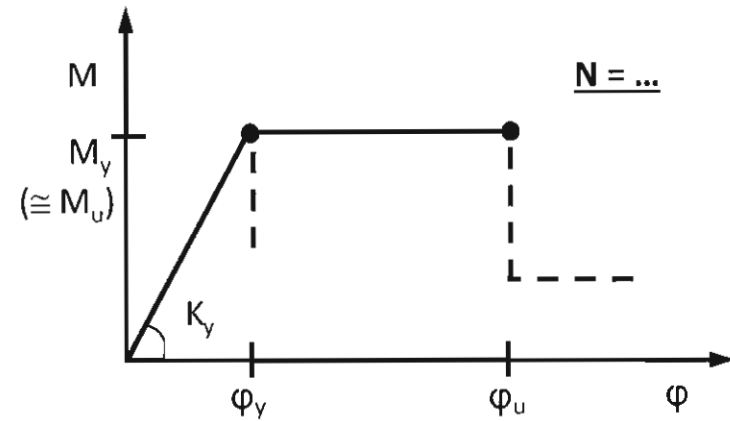
(2) Για τις πλακοδοκούς, μορφής Γ ή Τ, επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη  $I_g = (1,5 \text{ ή } 2,0)I_w$ , αντιστοίχως, όπου  $I_w$  είναι η ροπή αδρανείας της ορθογωνικής διατομής του κορμού μόνον.



### Γραμμικές μέθοδοι

$$K_y = \alpha \cdot K_I,$$

$$\alpha = 0,4 \div 0,8 \text{ και } K_I = E_c \cdot I_g$$



### Μή-γραμμικές μέθοδοι

- Βλ. τιμές για μεμονωμένα δομικά στοιχεία.  
Για ανάλυση και έλεγχο συνόλου :  $K'_y = K_y \cdot \gamma_{Sd}$ ,  
 $\gamma_{Sd} = 1,25$  για Β ,  $\pm 0,10$  για Α ή Γ.
- Γενικώς, για στοιχεία με μικρό ποσοστό οπλισμού:  
 $K_y \cong 0,25 K_I$ .
- Βλ. αναλυτικές εκφράσεις  
για δοκούς, υποστυλώματα, τοιχώματα.

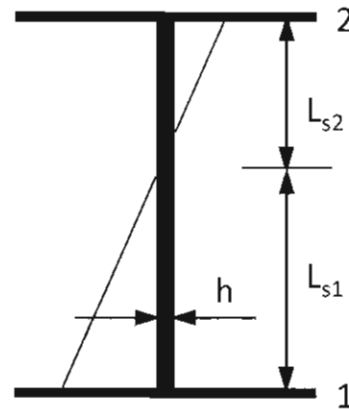
Πδ.

- Αμφίπακτη δοκός, με  $N = 0$  και  $\alpha_s = 5$   
→  $K_y \cong 0,24 \cdot E_c I_g$  (· 1,25 για A)
- Υποστύλωμα, με  $\sigma \cong 8 \text{ MPa}$  και  $\alpha_s = 3$   
→  $K_y \cong 0,21 \cdot E_c I_g$  (· 1,25 για A)

Δυσκαμψία (σε όρους  $M - \varphi$ )

$$K_y = (0,08 \div 0,12) \cdot [0,8 + \varphi n (\max(0,6 \text{ ή } \alpha_s))] \cdot \frac{N}{A_c} \cdot [1 + 0,048 \frac{N}{A_c} (\text{MPa})] \cdot E_c I_g$$

Δυσκαμψία (σε όρους  $M - \theta$ )



$$K_{\text{eff}} = M_y \cdot L_s / 3\theta_y$$

(ως μ.ο. για τα 2 άκρα)

$$L_s = M/V = \alpha_s \cdot h$$

(σταθερή τιμή για κάθε άκρο)

$\theta_y$  : βλ. απλοποιητικές εκφράσεις,  
για το σύνολο των παραμορφώσεων

#### 4.4.2 Συνδυασμοί δράσεων.

Γενικώς, κατά τους ισχύοντες Κανονισμούς.

Δεν ελέγχονται θέματα λειτουργικότητας ή ανθεκτικότητας, ειδικώς για υφιστάμενα δομικά στοιχεία τα οποία δεν παρουσιάζουν σχετικά προβλήματα.

#### 4.4.3 Αντιστάσεις.

α) Έλεγχοι ασφαλείας σε όρους δυνάμεων :

- Υφιστάμενα υλικά, μέσες τιμές μείον μια τυπική απόκλιση
- Προστιθέμενα υλικά, χαρακτηριστικές τιμές (βλ. και § δ).

Έλεγχοι ασφαλείας σε όρους παραμορφώσεων :

- Μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών (γενικώς,  $\gamma_m = 1,0$ ).

β) Επιτρέπονται τιμές που δεν συμπίπτουν με τις κατηγορίες/κλάσεις αντοχών των Κανονισμών, π.χ.  $f_{ck} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{yk} = 300 \text{ MPa}$ , όπου ο δείκτης κ αναφέρεται στην αντιπροσωπευτική τιμή.

γ) Επιτρέπονται διαφοροποιήσεις για υφιστάμενους ή προστιθέμενους σιδηροπλισμούς, αναλόγως της διαμέτρου της ράβδου, με πρόσθετους ελέγχους.

δ) Προστιθέμενα υλικά (εκτός Κανονισμών) : Εγκρίσεις/Υπουργικές Αποφάσεις.

## 4.5 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

### 4.5.1 Προσομοιώματα.

- α) Βλ. Κεφάλαια 6 έως και 9 για τους  $\gamma_{Rd}$ .
- β) Για νέους φορείς, ικανούς και επαρκείς ( $> 75\%$ ),  $\gamma_{sd} = 1,0$ .
- γ) Όταν συμμετέχουν και οι υφιστάμενοι φορείς, και αν δεν γίνει ανάλυση ευαισθησίας και παραμετρική διερεύνηση, τότε – ανεξαρτήτως μεθόδου ανάλυσης – λαμβάνονται υπόψη τιμές  $\gamma_{sd} = 1,2$  ή  $1,1$  ή  $1,0$ , αναλόγως των βλαβών ή/και των επεμβάσεων.
- δ) Βλ. τα περί  $\gamma_{sd} = 1,25 \pm 0,10$  για δυσκαμψίες και δυσστησιές, για στόχο Β ή Α ή Γ, κατά τα Κεφάλαια 7 και 8, βλ. και § 4.4.1.4.
- ε) Κεφάλαιο 5, ελαστική ανάλυση, στατική ή δυναμική (§ 5.5.2.β και § 5.6.1.β) :

Επιτρέπεται η εφαρμογή της, μόνον για σκοπούς αποτίμησης, ανεξαρτήτως ισχύος των προϋποθέσεων εφαρμογής, αν ληφθούν υπόψη  $\gamma_{Sd,ελ/απ} = \gamma_{sd} + 0,15$ .

## 4.5.2 Δράσεις (ΟΚΑ).

### α) Μεταβλητές δράσεις.

Γενικώς,  $\gamma_f$  και  $\psi_i$  κατά τους Κανονισμούς.

### β) Μόνιμες δράσεις.

#### ➤ Βασικοί συνδυασμοί και δυσμενείς επιρροές :

— Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,35$

— Ανεκτή/Υψηλή  $\pm 0,15$

#### ➤ Υπόλοιπες περιπτώσεις συνδυασμών και επιρροών :

— Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,10$

— Ανεκτή/Υψηλή  $\pm 0,10$

#### ➤ Προς περιορισμόν των απαιτούμενων ελέγχων και μετρήσεων, π.χ. σε περιπτώσεις απλώς ανεκτής ΣΑΔ, επιτρέπεται εφαρμογή των τιμών 1,35 ή 1,10 σε συνδυασμόν με δύο ευλόγως ακραίες αντιπροσωπευτικές τιμές $G_{κ,min}$ και $G_{κ,max}$ (βλ. και § 4.2.β).

### 4.5.3 Αντιστάσεις, ιδιότητες υλικών (ΟΚΑ).

Βλ. λεπτομερέστερα στοιχεία στο Παράρτημα 4.1, όπως επισυνάπτεται.

---

Έστω παλαιό κτίριο με υλικά B160 και St.I, με διαπιστωμένες τιμές αντοχών («μετρημένες», μέσες – συχνότερες) ως εξής :

- Σκυρόδεμα  $f_{cm} = 11,5 \text{ MPa}$
  - Χάλυβας σιδηροπλισμών (κάθε είδους)  $f_{ym} = 270 \text{ MPa}$ .
- (i) Έλεγχοι σε όρους δυνάμεων,  $f_k = f_m - s$  και  $f_d = f_k / \gamma_m$
- Σκυρόδεμα  $s/f_m = 0,10 \div 0,20 \rightarrow f_k \cong 0,85 f_m$  και  $f_d = f_k / \gamma_m$   
 $\gamma_c = 1,50$  για ικανοποιητική ΣΑΔ ( $\pm 0,15$ ), έστω ανεκτή /  $\gamma_c = 1,65$   
 $\rightarrow f_d \cong 0,85 f_m / 1,65 \cong \underline{6,0 \text{ MPa}}$
  - Χάλυβας  $s/f_m = 0,10$  (για St. I)  $\rightarrow f_k \cong 0,90 f_m$  και  $f_d = f_k / \gamma_s$   
 $\gamma_s = 1,15$  για ικανοποιητική ΣΑΔ ( $\pm 0,10$ ), έστω υψηλή /  $\gamma_s = 1,05$   
 $\rightarrow f_d \cong 0,90 f_m / 1,05 \cong \underline{230 \text{ MPa}}$
- (ii) Έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων,  $f_k = f_m$  και  $f_d = f_k / \gamma_m$
- Σκυρόδεμα  $\gamma_c = 1,10$  για ικανοποιητική ΣΑΔ ( $\pm 0,10$ ),  
 $\rightarrow f_d = f_m / 1,20 \cong \underline{9,5 \text{ MPa}}$
  - Χάλυβας  $\gamma_s = 1,10$  για ικανοποιητική ΣΑΔ ( $\pm 0,10$ ),  
 $\rightarrow f_d = f_m / 1,00 \cong \underline{270 \text{ MPa}}$



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.1**

### **ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

#### 1) Τιμές ιδιοτήτων των υλικών και επιμέρους συντελεστές ασφαλείας

Στον συνημμένο Πίνακα Π 4.1 δίνονται οι τιμές ιδιοτήτων των υλικών (που διαμορφώνουν τις κάθε είδους αντιστάσεις) και οι αντίστοιχοι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_m$ , με βάση τις προβλέψεις των §§ 4.4.3 και 4.5.3.

Ο υπόψη Πίνακας ισχύει για σκυρόδεμα και χάλυβα σιδηροπλισμών, καθώς και για «εξωσυμβατικά» νέα προστιθέμενα υλικά, είτε καλύπτονται από Κανονισμούς είτε όχι.

Για τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες ή προστιθέμενες, βλ. § 4.5.3.1.δ, § 4.5.3.2.γ, § 4.5.3.3, § 7.4. και Κεφ. 8.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.1 : ΤΙΜΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις) ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ  $\gamma'_m$**

	ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ <sup>1</sup>					
	ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ <sup>2</sup>			ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ <sup>3</sup>		
	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ	
		ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ			ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	
	Ναι	Όχι		Ναι	Όχι	
Αντιπροσωπευτικές τιμές <sup>5</sup>	— $\bar{X} - s$	$X_k$	$X_k$	— $\bar{X}$	— $\bar{X}$	— $\bar{X}$
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας $\gamma'_m$ <sup>4</sup>	Αναλόγως ΣΑΔ	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασιμότητας		Αναλόγως ΣΑΔ	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασιμότητας	
	$\gamma'_c = 1,50 \pm 0,15$ $\gamma'_s = 1,15 \pm 0,10$	$\gamma_m \cdot (1,05 \text{ ή } 1,20)$	Αυξημένοι	$\gamma'_m = 1,10 \pm 0,10$	$\gamma'_m = 1,15 \text{ ή } 1,25$	$\gamma'_m = 1,15 \text{ ή } 1,25$

Υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις :  $\gamma_m = 2,0 \pm 0,5$ .

Προστιθέμενες τοιχοπληρώσεις :  $\gamma_m \cong 1,5 \div 3,0$ , βλ. EC6.

Για υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις δεν επιτρέπεται απλώς ανεκτή ΣΑΔ.

Έτσι, για ικανοποιητική ή υψηλή ΣΑΔ  $\gamma_m = 2,0$  ή  $1,5$ , αντιστοίχως.

<sup>1)</sup> Γενικώς, ο Πίνακας ισχύει και για τις γραμμικές και για τις μή – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης.

<sup>2)</sup> Έλεγχοι σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) γίνονται κυρίως στις γραμμικές μεθόδους ανάλυσης, αλλά και στις μή – γραμμικές για στοιχεία με οιονεί – ψαθυρή συμπεριφορά ( $\mu_b$  ή  $\mu_d < 2.0$  ή  $\mu_{1/t} < 4.0$ ) ή για ενδεχόμενους ψαθυρούς μηχανισμούς αστοχίας (π.χ. λόγω διάτμησης) ή για στοιχεία υπογείων, θεμελίων κ.λπ.

<sup>3)</sup> Έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων γίνονται κυρίως στις μή – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης, για στοιχεία με οιονεί – πλαστική συμπεριφορά ή για πλαστικούς μηχανισμούς αστοχίας.

<sup>4)</sup> Οι  $\gamma'_m$  διαμορφώνονται για μεν τα υφιστάμενα υλικά αναλόγως της στάθμης αξιοπιστίας των δεδομένων, για δε τα προστιθέμενα υλικά αναλόγως της διατομής και της προσπελασιμότητας της θέσης επέμβασης.

<sup>5)</sup>  $\bar{X}$  = μέση τιμή,  $X_k$  = χαρακτηριστική τιμή,  $s$  = τυπική απόκλιση (βλ. και Κεφ. 3).

2) Μέσες τιμές αντοχών υλικών (και τυπικές αποκλίσεις)α) Υφιστάμενα υλικά

Η αντιπροσωπευτική τιμή είναι ίση με την μέση τιμή, για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων, ή την μέση τιμή μειωμένη κατά μια τυπική απόκλιση, για έλεγχο σε όρους δυνάμεων.

Η μέση (και συχνότερη, μάλλον) τιμή, για συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (ή ομάδα ομοειδών στοιχείων), είναι η διαπιστωμένη "ονομαστική" (μετρημένη), κατά τα προβλεπόμενα στο σχετικό Κεφ. 3, ενώ η ονομαστική τυπική απόκλιση εξαρτάται κυρίως από το είδος του υλικού, καθώς και την ποιότητα και την περίοδο κατασκευής.

Όταν δεν διατίθεται ακριβέστερα στοιχεία, και ανεξαρτήτως της στάθμης αξιοπιστίας των δεδομένων (ΣΑΔ), οι τυπικές αποκλίσεις αντοχών των υλικών (ανηγμένες ως προς τις μέσες και συχνότερες τιμές) μπορούν να εκτιμηθούν ως εξής:

- Τοιχοπληρώσεις  $s/f_m = 0,20 \div 0,40$
- Σκυροδέματα  $s/f_m = 0,10 \div 0,20$
- S 220  $s/f_m = 0,10$
- Παλαιότεροι νευροχάλυβες  $s/f_m = 0,08$
- Νεότεροι νευροχάλυβες  $s/f_m = 0,06$ .

Για υλικά με αυξημένη διασπορά αντοχών (τοιχοπληρώσεις και σκυροδέμα), η τιμή της τυπικής απόκλισης της αντοχής που θα εισαχθεί στους υπολογισμούς θα εξαρτηθεί από την γενικότερη ποιότητα κατασκευής του έργου, την ομοιομορφία κ.λπ., κατά τα ευρήματα και συμπεράσματα του Κεφ. 3, κατά την κρίση του Μηχανικού.

## β) Προστιθέμενα υλικά

Η αντιπροσωπευτική τιμή είναι ίση με την μέση τιμή, για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων, ή την χαρακτηριστική τιμή (όπως προβλέπεται από τους οικείους Κανονισμούς), για έλεγχο σε όρους δυνάμεων.

Η μέση τιμή αντοχής, για σύγχρονα, συνήθη και "συμβατικά" υλικά, μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής, με βάση την χαρακτηριστική τιμή:

- Τοιχοπληρώσεις  $f_m = \min ( 1,5 f_k , f_k + 1,5 \text{ MPa} )$
- Σκυροδέματα  $f_m = \min ( 1,2 f_k , f_k + 5,0 \text{ MPa} )$
- Χάλυβες B500(C ή A)  $f_m = (1,10 \text{ ή } 1,05) f_k$ , για  $\Phi \leq 16$  ή  $\geq 18$  mm, αντιστοίχως.

Διόρθωση, για προστιθέμενες τοιχοπληρώσεις :

$f_m = \min ( 1,5 f_k , f_k + \Delta f )$ ,  
 με  $\Delta f = 0,50$  ή  $0,05$  MPa για λοξή θλίψη ή λοξό εφελκυσμό,  
 αντιστοίχως.

## 4.6 ΚΑΘΟΛΙΚΟΣ (ή ενιαίος) ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q$

### 4.6.1 Γενικά.

- α)** Παράγοντες που συνεργούν στην κατανάλωση σεισμικής ενέργειας, βλ. και § 4.6.2.

Γενικώς, γινόμενο των παραγόντων υπεραντοχής και πλαστιμότητας,  $q = q_v \cdot q_\pi$ .

- β)** Διαφοροποίηση τιμών  $q$  αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας), κατά τον Πίνακα και το Παράρτημα 4.3 , με τιμή αναφοράς  $q'$  για τον στόχο Β (προστασία ζωής) κατά ΕΑΚ.

Για τον στόχο Α ή Γ, οι τιμές ενδέχεται να διαφοροποιηθούν αναλόγως και της γενικής συμπεριφοράς του δομήματος.

Έτσι, οι τιμές 0,6 (Α) ή 1,4 (Γ) μπορούν να κυμαίνονται από 0,4 έως και 0,8 ή από 1,6 έως και 1,2 , για πιο πλαστικά ή πιο ψαθυρά συστήματα.

Πίνακας 4.1 : Τιμές του λόγου  $q^*/q'$  αναλόγως του στόχου επανελέγχου (για τον φέροντα οργανισμό)

Στάθμη επιτελεστικότητας		
Άμεση χρήση μετά τον σεισμό  (Α)	Προστασία ζωής  (Β)	Αποφυγή κατάρρευσης  (Γ)
0,6 πάντως δε $1,0 < q^* < 1,5$	1,0	1,4

Οι τιμές του Πίνακα 4.1 ισχύουν ανεξαρτήτως της πιθανότητας υπερβάσεως για τον σεισμό σχεδιασμού (γενικώς, 10%, ή 50% - κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής), βλ. και § 4.4.1.2.

Βεβαίως, η πιθανότητα υπερβάσεως (εντός της συμβατικής 50 – ετίας), επηρεάζει αμέσως και ευθέως το μέγεθος της σεισμικής δράσεως, βλ. (επίσης) § 4.4.1.2 και Παράρτημα 4.3.

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.3**

#### **ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΑΝΗΓΜΕΝΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΒΑΣΕΩΣ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΟΝ**

Στον συνημμένο Πίνακα Π 4.2 δίνονται τιμές της ανηγμένης τέμνουσας βάσεως των κτιρίων υπό σεισμό, δηλ. τιμές του όρου  $\Phi_{d(T)} = A \cdot q^*$  (για  $T_1 \leq T \leq T_2$ ), χωρίς τους συντελεστές  $\gamma_I$ ,  $\beta_o$ ,  $\eta$  και  $\theta$ , κατά ΕΑΚ 2000.

Οι τιμές αυτού του όρου προκύπτουν με βάση τις προβλέψεις της § 4.4.1.2 (περί της δράσης του σεισμού) και της § 4.6 (περί του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς  $q$  σε περιπτώσεις εφαρμογής γραμμικής ανάλυσης), για τιμή αναφοράς αυτήν που αντιστοιχεί σε στάθμη επιτελεστικότητας (B) («Προστασία ζωής») και πιθανότητα υπερβάσεως 10 % εντός του συμβατικού τεχνικού χρόνου ζωής των 50 ετών, κατά ΕΑΚ 2000.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.2 : ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΟΡΟΥ  $\Phi_{d(t)} = A:q^*$  ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΒΑΣΕΩΣ, ΜΕ ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (B) ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ 10 % ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ (ΟΠΩΣ ΣΤΟΝ ΕΑΚ 2000)**

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (A)	Προστασία ζωής (B)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
10 %	$\cong 1,65$	1,00	$\cong 0,70$
50 %	$\cong 1,00$	0,60	$\cong 0,45$

Σημείωση

Ο Πίνακας ισχύει και για την αποτίμηση και για τον ανασχεδιασμό, με κατάλληλες τιμές αναφοράς όσο αφορά την στάθμη επιτελεστικότητας και την πιθανότητα υπερβάσεως. Αναλόγως της συμπεριφοράς του κτιρίου, ενδέχεται να υπάρχουν διαφοροποιήσεις για τις στάθμες επιτελεστικότητας A και Γ, βλ. σχόλια § 4.6.1.

Πιθανότητα υπερβάσεως εντός της 50-ετίας ίση με 50%, οπότε η σεισμική δράση είναι μειωμένη κατά περίπου 40%, επιτρέπεται μόνον σε ειδικές περιπτώσεις, κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής (βλ. § 4.4.1.2).



#### 4.6.2 Αποτίμηση.

- Παράγοντες που συντελούν στην κατανάλωση σεισμικής ενέργειας, βλ. και § 4.6.1.
  - Βλ. Πίνακα με τιμές  $q'$  για τον στόχο B (προστασία ζωής).
  - Ουσιώδεις βλάβες (και φθορές) :  
  
Αυτές που έχουν οδηγήσει σε απομείωση αντοχών μεγαλύτερη του 25%, δηλ. για  $r_R \leq 0,75$  , βλ. και Κεφάλαιο 7 (Παράρτημα 7.Δ).
  - Ρόλος και επιρροή των τοιχοπληρώσεων :  
  
Βλ. λεπτομερέστερες αναφορές στο Παράρτημα 4.2, καθώς και στο Κεφάλαιο 7 (§ 7.4).
  - Για δομήματα στρεπτικώς ευαίσθητα ή ανεστραμμένα εκκρεμή, οι τιμές του Πίνακα πολλαπλασιάζονται επί 2/3 αλλά είναι πάντοτε μεγαλύτερες του 1,0 .
- 
- **§ 4.6.3.γ :** Ενδεχομένως, διορθωτικός συντελεστής ιξώδους απόσβεσης  $\eta$ , αναλόγως της τιμής του  $\zeta$  (βλ. και § 4.4.1.2).

Πίνακας Σ 4.4 : Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς  $q'$  για την στάθμη επιτελεστικότητας Β (προστασία ζωής)

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων		Δυσμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
1995<...	3,0	2,3	2,3	1,7
1985<...<1995	2,3	1,7	1,7	1,3
...<1985	1,7	1,3	1,3	1,1

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.2

### ΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΟΝ ΕΝΙΑΙΟ ΔΕΙΚΤΗ $q$

Ο ενιαίος (καθολικός) δείκτης συμπεριφοράς  $q$  ενός δομήματος, διαμορφώνεται από το γινόμενο του παράγοντος υπεραντοχής  $q_u$  και του παράγοντος πλαστιμότητας  $q_p$  (βλ. και ΕΑΚ-2000, § 2.3.5 και εκτενή σχόλια της § 3.1.1), δηλ. ισχύει :

$$q = q_u \cdot q_p.$$

Σχετικώς, υπενθυμίζεται πως οι τιμές του  $q$  ενός δομήματος, στον οποίο συμπεριλαμβάνεται και η ευνοϊκή επιρροή της υστερητικής απόσβεσης, μπορεί να είναι διαφορετικές για τις διαφορετικές κύριες διευθύνσεις του κτιρίου, αναλόγως του δομητικού συστήματος και της ιδιοπεριόδου, αλλά η κλάση (και η κατηγοριοποίηση από άποψη) πλαστιμότητας θα είναι η ίδια, ανεξαρτήτως διεύθυνσης (κατά την οποία διατάσσονται τα πλαίσια ή/και τοιχεία του δομήματος).

(α) Ο παράγων υπεραντοχής ( $q_u$ ), που εκφράζεται σε όρους δύναμης, ισούται με τον λόγο της σεισμικής δύναμης (τέμνουσας βάσεως)  $V_u$  που οδηγεί σε γενικευμένη διαρροή πολλών δομικών στοιχείων (έναρξη μηχανισμού ορόφου, με κίνδυνον γενικής αστάθειας) ως προς την δύναμη  $V_1$  που οδηγεί σε διαρροή (γενικώς υπό κάμψη) του πρώτου δομικού στοιχείου (οποιοδήποτε, αλλά κυρίως πρωτεύοντος και μάλιστα του «κρίσιμου» ορόφου, βλ. την επόμενη § δ).

Ο παράγων αυτός, εξαρτάται από το δομητικό σύστημα και την κανονικότητά του σε κάτοψη, από την υπερστατικότητα και την δυνατότητα ανακατανομής της έντασης και (γενικότερα) από τα διαθέσιμα αποθέματα αντίστασης (αντοχής) του κτιρίου μετά την εμφάνιση της πρώτης πλαστικής άρθρωσης και μέχρι την έναρξη δημιουργίας μηχανισμού (ορόφου).

Για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό, μπορεί να γίνει – όσο αφορά τον παράγοντα  $q_u$  – χρήση των προβλέψεων και διατάξεων του EC8 (βλ. τα περί  $\alpha_w/\alpha_1$ , §§ 3.2.2.5 και 5.2.2.2, καθώς και § 4.3.3.4.2.4), κατ' αρχήν.

Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, είναι δυνατή η χρήση του επόμενου Πίνακα, ο οποίος έχει συνταχθεί με βάση τις τιμές που συνιστά ο EC8, και όσων συμπληρωματικώς αναφέρονται αμέσως μετά.

	Σύστημα	$q_v (= V_u/V_1)$ <sup>(1)</sup>	
		Κανονικότητα σε κάτοψη <sup>(2)</sup>	
		Ναί	Όχι <sup>(3)</sup>
1	Συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς ή στρεπτικώς ευαίσθητα	1,00	
	Συστήματα τοιχείων ή πλαισίων	Κανονικότητα σε κάτοψη <sup>(2)</sup>	
		Ναί	Όχι <sup>(3)</sup>
2	<u>Συστήματα τοιχείων</u>		
2.1	Μόνον 2 μή-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως η	1,00	1,00
2.2	Περισσότερα των 2 μή-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως η	1,10	1,05
2.3	Οποιαδήποτε συζευγμένα ή μικτά συστήματα (ισοδύναμα τοιχεία, >50%)	1,20	1,10
3	<u>Συστήματα πλαισίων</u>		
3.1	$\eta = 1$ (η : αριθμός ορόφων, υπέρ το υπόγειο αν υπάρχει)	1,10	1,05
3.2	$\eta \geq 2$ , δίστυλα	1,20	1,10
3.3	$\eta \geq 2$ , πολύστυλα ή μικτά συστήματα (ισοδύναμα πλαίσια, >50%)	1,30	1,15

<sup>(1)</sup> Στον EC8, η τιμή  $V_u/V_1$  παρουσιάζεται ως  $\alpha_u/\alpha_1$ , δηλ. ως πηλίκον των αντίστοιχων ανηγμένων επιταχύνσεων.

<sup>(2)</sup> Για την κανονικότητα σε κάτοψη, βλ. την επόμενη § ε.

<sup>(3)</sup> Απλοποιητικώς, κατά EC8, η υπεραντοχή μή-κανονικών (σε κάτοψη) κτιρίων, σε σχέση με αυτήν αντίστοιχων κανονικών, δίνεται από την σχέση :

$$(V_u/V_1)_{\text{MH-K}} = [ 1 + (V_u/V_1)_K ] : 2.$$

Πάντως, οι τιμές του Πίνακα, ισχύουν για σύγχρονα κτίρια (μελετημένα και κατασκευασμένα με σύγχρονους Κανονισμούς), με σύγχρονους κρατυνόμους και όλκιμους (και συγκολλησίμους χωρίς προϋποθέσεις) χάλυβες, γενικώς B500C (ή έστω S500s), με μέσες τιμές  $f_t/f_y \approx 1.20$  και  $\epsilon_u \approx 10\%$ .

Για παλαιότερα κτίρια, με χάλυβες προηγούμενων γενεών, απαιτείται γενικώς κατάλληλη προσαρμογή.

Αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, μπορούν για παλαιότερα κτίρια να εφαρμοσθούν πολλαπλασιαστικοί συντελεστές  $\lambda$  όσο αφορά τις τιμές του Πίνακα, αναλόγως του χάλυβα των διαμήκων οπλισμών των πρωτευόντων στοιχείων (υπό σεισμόν), ως εξής :

- Για παλαιότερον χάλυβα St.I ή S200, με  $f_t/f_y \approx 1.40$  και  $\epsilon_u \approx 10 \div 12\%$ ,  $\lambda = 1,1$
- Για παλαιότερους χάλυβες, υψηλής αντοχής, με  $f_{yk} = 400$  ή  $500$  MPa, χειρότερους από άποψη κράτυνσης ( $f_t/f_y \leq 1,10$ ) και όλκιμότητας ( $\epsilon_u \leq 5\%$ ),  $\lambda = 0,9$ , με  $q_v \geq 1,0$ .

Για αποδεδειγμένα «ψαθυρότερους» χάλυβες (π.χ. ψυχρής κατεργασίας), συνιστάται να λαμβάνεται  $q_v=1$ .

Πάντως, συνιστάται τελική τιμή  $1,0 \leq q_v \leq 1,5$ , ανεξαρτήτως δομητικού συστήματος, ποιότητας χαλύβων, μεθόδου ανάλυσης κ.λπ.

(β) Ο παράγων πλαστιμότητας ( $q_p$ ), που εκφράζεται σε όρους παραμόρφωσης π.χ. μετακίνησης, ισούται με τον λόγο της οριακής παραμόρφωσης αστοχίας (αναλόγως της στάθμης επιλεστικότητας) ως προς την παραμόρφωση γενικευμένης διαρροής, έναρξης δημιουργίας μηχανισμού (ορόφου), με μετακινήσεις (πλευρικές ή οριζόντιες μεταθέσεις) αναφερόμενες στην κορυφή του κτιρίου (σε ύψος  $H$ , βλ. § 5.7.3.2) ή στην περιοχή εφαρμογής της συνολικής συνισταμένης (οριζόντιας) σεισμικής δύναμης (σε ύψος  $H_{eff}$ , βλ. την επόμενη § γ).

Καί αυτός ο παράγων, δηλ. κατά προσέγγιση ο δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων για το συνολικό κτίριο, εξαρτάται από το δομητικό σύστημα και την κανονικότητά του σε τομή (καθ' ύψος, αυτή τη φορά), καθώς και από την ικανότητα παραμόρφωσης και κατανάλωσης ενέργειας μέσω της ανακυκλιζόμενης μετελαστικής συμπεριφοράς των επιμέρους (πρωτεύοντων) δομικών στοιχείων και μάλιστα του «κρίσιμου» ορόφου (βλ. και την επόμενη § δ).

(γ) Μέσω αυτής της «αποσύζευξης» μεταξύ του  $q_u$  (υπεραντοχή συνόλου) και του  $q_\pi$  (πλαστιμότητα σε όρους μετακινήσεων για το συνολικό δόμημα), είναι δυνατή η εκτίμηση (i) της απαιτούμενης πλαστιμότητας σε όρους μετακίνησης ή στροφής χορδής σε επίπεδο ορόφου (π.χ. του «κρίσιμου»), και μέσω αυτής, (ii) της απαιτούμενης πλαστιμότητας (σε όρους  $d$  ή  $\theta$ , ή  $1/r$ ) για τα επιμέρους (πρωτεύοντα, κυρίως) φέροντα στοιχεία του ορόφου. Αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα και λεπτομερέστερα στοιχεία, μπορεί να υιοθετηθεί η λογική και μεθοδολογία κατά τα επόμενα :

- (i) Η τιμή του  $q_\pi$  μεταβάλλεται αναλόγως της ιδιοπεριόδου του κτιρίου.  
Για πολύ μικρές  $T$ , δηλ. για απόκριση υπό ίση (πρακτικώς) επιτάχυνση, ισχύει  $q_\pi \approx 1$ , ενώ για μεγαλύτερες  $T$  (μετά την κορυφή, το μέγιστο του φάσματος επιταχύνσεων), δηλ. για απόκριση υπό ίση (πρακτικώς) μετακίνηση, ισχύει  $q_\pi \approx \mu_d = \mu_\theta$ .

Έτσι, η σχέση  $q_\pi$  και  $\mu_d$  (για το σύνολο), αναλόγως της ιδιοπεριόδου του κτιρίου, μπορεί να εκφραστεί ως εξής (βλ. και § 7.2.6) :

- Για  $T \leq T_2$   $\mu_d = 1 + T_2/T (q_\pi - 1)$ , ενώ

- Για  $T \geq T_2$   $\mu_d = q_\pi$ ,

όπου  $T_2$  είναι η τιμή της χαρακτηριστικής περιόδου του τέλους της περιοχής σταθερής φασματικής επιτάχυνσης και της έναρξης του κατιόντος κλάδου του φάσματος (ελαστικού ή σχεδιασμού) επιταχύνσεων (βλ. ΕΑΚ 2000), και  $T$  είναι η θεμελιώδης ασύζευκτη ιδιοπερίοδος του κτιρίου κατά την εξεταζόμενη κύρια διεύθυνσή του ( $x$  ή  $y$ ), δηλ.  $T_x$  ή  $T_y$ , για  $q_{\pi x}$  ή  $q_{\pi y}$ , αντιστοίχως.

- (ii) Η τιμή του  $\mu_d$  (για το σύνολο), μπορεί να «μεταφρασθεί» σε απαιτούμενη πλαστιμότητα του «κρίσιμου» ορόφου, σε όρους μετακίνησης ή στροφής χορδής,  $\mu_{d, op} \approx \mu_{\theta, op}$ .

- Για κανονικά καθ' ύψος κτίρια, με ομοιόμορφη κατανομή και διασπορά των αντιστάσεων αλλά και των ανελαστικών απαιτήσεων, όπως π.χ. συμβαίνει σε κτίρια με επαρκή και ικανά τοιχεία ή πλαίσια σχεδιασμένα ικανοτικώς (στους κόμβους), έτσι ώστε να εξασφαλίζεται (με αξιοπιστία) δημιουργία οιονεί – πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα δοκών (ή έστω και σε λίγα άκρα στύλων καθ' ύψος), «κρίσιμος» όροφος είναι εν γένει το ισόγειο, και ισχύει :

$$\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op}) \approx \mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ βλ. (i).}$$

- Για μή-κανονικά καθ' ύψος, κτίρια, με ενδεχόμενον τον σχηματισμό «μηχανισμού ορόφου» σε έναν ή περισσότερους γειτονικούς ορόφους, σε ύψος  $h$ , η απαιτούμενη πλαστιμότητα αυτού του «κρίσιμου» ορόφου είναι σαφώς μεγαλύτερη αυτής για κανονικά κτίρια, κατά τα προηγούμενα. Για μή-κανονικότητα που δεν οφείλεται σε πιλοτή (βλ. τα επόμενα), αναλόγως δε του ύψους  $h$  όπου αναμένεται ο «μηχανισμός ορόφου», μπορεί να θεωρηθεί πως ισχύει :

$$\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op}) \approx \mu_d \cdot (H/h) \leq 1,5\mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ βλ. (i).}$$

- Για κτίρια τύπου πιλοτής, με «μαλακό» (ή «ασθενές» ή «ανοικτό») ισόγειο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προηγούμενη προσέγγιση για μή-κανονικά καθ' ύψος κτίρια με κατάλληλες τροποποιήσεις. Έτσι, για ύψος εφαρμογής της συνολικής συνισταμένης (οριζοντίας) σεισμικής δύναμης  $H_{eff} \approx 0.50H$ , σε αντίθεση με ύψος εφαρμογής για κανονικά κτίρια  $H_{eff} \approx 0,65 H$  (+ 0,80 H, για σημαντική επιρροή των ανώτερων κανονικών μορφών, για υψηλά κτίρια), μπορεί να θεωρηθεί πως ισχύει :

$$\mu_{\theta, \pi\lambda} (= \mu_{d, \pi\lambda}) \approx \mu_d \cdot (H_{eff}/h_s) \approx \mu_d \cdot (H : 2 / H : \eta) \approx n/2 \cdot \mu_d \geq 1,5 \mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ βλ. (i),}$$

όπου  $n$  το πλήθος των ορόφων, περιλαμβανομένης της πιλοτής, και  $h_s$  το ύψος της πιλοτής / του ισογείου ( $\approx H : \eta$ ).

### Σημείωση

Κατά τον EC8, για μή-κανονικά καθ' ύψος κτίρια, εκτός πιλοτής, έχει υιοθετηθεί απλούστερη προσέγγιση, ως εξής :

$$\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op}) \approx \kappa \cdot \mu_d, \quad \mu_d = f(q_\pi), \text{ με}$$

$\kappa = 1,00$  για κανονικά κτίρια, και

$\kappa = 1,25$  για μή-κανονικά κτίρια (αντί  $\kappa = H/h \leq 1,5$ , βλ. τα προηγούμενα).

- (iii) Η τιμή του  $\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op})$ , μπορεί να «μεταφρασθεί» σε απαιτούμενη πλαστιμότητα (σε όρους καμπυλοτήτων,  $\mu_{1/r}$ ) των κρίσιμων περιοχών των πρωτευόντων φερόντων στοιχείων του ορόφου, δηλ. των στοιχείων με την μεγαλύτερη συμμετοχή στην ανάληψη της σεισμικής δύναμης, με προϋπόθεση (βεβαίως) πως η συμπεριφορά τους είναι πλάστιμη, υπό  $M/N$  (και όχι ψαθυρή, υπό  $V$ ), δηλ. πως θα αναπτύξουν οιονεί πλαστικές (και όχι θραυστικές) αρθρώσεις στα άκρα τους, με  $V_{R,red} \geq 1.15 V_{MR} = 1,15 \cdot M_R/L_S$  (και όχι  $V_{R,red} \leq 0,85 V_{MR} = 0,85 M_R/L_S$ , αντιστοίχως), με  $L_S (= \alpha_s \cdot h)$  το μήκος διάτμησης (όπου  $\alpha_s$  ο λόγος διάτμησης),

Σχετικώς, η  $\mu_{1/r}$  ορίζεται ως το πηλίκον της καμπυλότητας στο 85% της  $M_u$  (μετά την  $M_u$ ) ως προς την καμπυλότητα στην διαρροή ( $M_y$ ).

Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, η συσχέτιση μεταξύ  $\mu_{1/r}$  και  $\mu_{\theta, op} (= \mu_{d, op})$  παρουσιάζεται στην § 8.2.3 (βλ. και § 7.2.6).

- (iv) Έτσι, μέσω του επιθυμητού ή στοχευόμενου ενιαίου δείκτη  $q (= q_v \cdot q_\pi)$ , μπορούν να εκτιμηθούν οι απαιτούμενοι δείκτες πλαστιμότητας σε όρους καμπυλοτήτων ( $\mu_{1/r}$ ) των κρίσιμων περιοχών των κύριων δομικών στοιχείων του κτιρίου (στον «κρίσιμο» όροφό του), ή αντιστρόφως (υπό προϋποθέσεις).

(\* ) Το μήκος διάτμησης μπορεί να ληφθεί ίσο με (βλ. και Κεφ. 7) : —  $L_s \approx 0,5 L$  για γραμμικά στοιχεία  
—  $L_s \approx 0,5 H'$  για τοιχώματα.



- (δ) Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, δηλαδή για την αποσύζευξη και εκτίμηση των επιμέρους δεικτών που διαμορφώνουν τον  $q$ , ως «κρίσιμος» όροφος θεωρείται (και είναι) ο πλέον υπερκαταπονούμενος όροφος του δομήματος, όσο αφορά – κυρίως – τα πρωτεύοντα στοιχεία του.  
Σχετικώς, «κρίσιμος όροφος» είναι το ισόγειο, ιδίως αν πρόκειται για «ανοικτόν όροφον». δηλ. με ελάχιστες πλινθοπληρώσεις ή υαλοστάσια κ.λπ, τύπου πιλοτής.  
Όμως, «κρίσιμος» ενδέχεται να είναι και ανώτερος όροφος του κτιρίου, π.χ. σε περιπτώσεις έντονης αλληλόδρασης μεταξύ διπλανών κτιρίων, με ανεπαρκές εύρος (αντισεισμικού) αρμού και κίνδυνον κρούσης, βλ. § 4.8.
- (ε) Σχετικώς με τα θέματα κανονικότητας και τις ιδιαιτερότητες σε περιπτώσεις πλινθοπληρωμένων κτιρίων (κυρίως με πλαίσια και όχι με τοιχεία), ισχύουν τα εξής (βλ. EC8):
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αυξημένη αβεβαιότητα που σχετίζεται με τις αντιστάσεις των φατνωμάτων, την επιρροή των ανοιγμάτων, την σφήνωση προς τον σκελετό, την ενδεχόμενη «αλλοίωση» (ή τροποποίηση, καθαίρεση κ.λπ.) κατά την μακρόχρονη χρήση των κτιρίων, τις ανομοιομορφες βλάβες υπό σεισμόν κ.λπ.
  - Πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα κατασκευαστικά μέτρα για τον περιορισμό των βλαβών, ιδίως σε περιπτώσεις μεγάλων ανοιγμάτων ή λυγερών φατνωμάτων (με  $h/t$  ή  $l/t > 15$ ), όπως η διάταξη συνδέσμων, πλεγμάτων, διαμπερών διαζωμάτων κ.λπ.
  - Επισημαίνεται πως, κατά την § 5.4.3.γ, απαγορεύεται, γενικώς, να λαμβάνονται υπόψη ή όχι οι τοιχοπληρώσεις, επιλεκτικώς, π.χ. από όροφον σε όροφον ή/και από θέση σε θέση του κτιρίου
  - Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η ενδεχόμενη γενική όσο και τοπική επιρροή τους, ιδιαίτερος αν είναι δυσμενείς
  - Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ενδεχόμενη επιρροή των πλινθοπληρώσεων όσο αφορά θέματα μή\_ κανονικότητας σε κάτοψη ή τομή.

#### **Όσο αφορά την κάτοψη :**

Σε ορισμένες περιπτώσεις ασύμμετρης διάταξης, επιβάλλεται παραμετρική διερεύνηση της επιρροής των πλινθοπληρώσεων με συνεκτίμηση ορισμένων και όχι όλων των φατνωμάτων ή/και σημαντική επαύξηση της τυχηματικής εκκεντρότητας ορόφου υπό σεισμό.

#### **Όσο αφορά την τομή :**

Σε δυσμενείς περιπτώσεις «ανοικτών» ορόφων ή απομείωσης των τοίχων, επιβάλλεται επαύξηση των εντατικών μεγεθών κατά τον πολλαπλασιαστικό συντελεστή

$$n = 1 + \Delta V_{Rw} / \Sigma V_{Sd} \leq q,$$

μόνον εάν ο συντελεστής αυτός έχει τιμές μεγαλύτερες του 1,1, όπου  $\Delta V_{Rw}$  είναι η ενδεχόμενη απομείωση της συνολικής διατμητικής αντίστασης των τοιχοπληρώσεων και  $\Sigma V_{Sd}$  είναι η συνολική δρώσα τέμνουσα δύναμη για όλα τα πρωτεύοντα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία, ανά όροφον.

### 4.6.3 Ανασχεδιασμός.

- α) Νέος «σκελετός» – αναβάθμιση/τροποποίηση υφιστάμενων στοιχείων ή νέοι φορείς, ικανοί και επαρκείς (ως προς το πλήθος/και την αντίσταση) :

$$q' (B) = q \text{ κατά ΕΑΚ.}$$

---

Επάρκεια νέου «σκελετού» :

- Τουλάχιστον δύο προς κάθε κατεύθυνση μή-συνεπίπεδα και σταθερά καθ' ύψος νέα τοιχεία ή πρόσθετα πλαίσια.
  - Για τα νέα στοιχεία,  $\Sigma V_{Rd3,i} / \Sigma V_{Sd,i} \geq 0,75$  , σε κάθε όροφο και προς κάθε κατεύθυνση.
  - Άλλως, επιτρέπονται τιμές έως και 0,60 , αν ληφθούν υπόψη τιμές  $q' (B) = 0,8 q$  και  $\gamma_{Sd} = 1,1$  .
  - Οιονεί-ελαστική συμπεριφορά συνδέσεων και θεμελιώσεων, δηλ. έλεγχος με  $\gamma_{Sd} = 1,35 (\leq q^*)$ .
- 

Βλ. Κεφάλαιο 8 (§ 8.5), για περιπτώσεις προσθήκης συστημάτων δικτύωσης από δομικόν χάλυβα.

β) Περιπτώσεις εκτεταμένων αλλά «ήπιων» παρεμβάσεων :

Κατάλληλες, μεγαλύτερες τιμές  $q'$  (B) κατά τον ανασχεδιασμό από ό,τι κατά την αποτίμηση,

---

Π.χ. κτίριο του 1980 ή 1990 με ουσιώδεις βλάβες και δυσμενείς τοιχοπληρώσεις :

- Αποτίμηση,  $q'$  (B) = 1,1 ή 1,3 , αντιστοίχως
- Ανασχεδιασμός, απλή επισκευή όλων των βλαβών  
 $q'$  (B) = 1,3 ή 1,7
- Ανασχεδιασμός, όπως πριν καί ευμενείς τοιχοπληρώσεις  
 $q'$  (B) = 1,7 ή 2,3

(π.χ. όχι κοντά στοιχεία/χτίσιμο φεγγιτών,  
«απομόνωση» λίγων δυσμενών τοιχοπληρώσεων/και έλεγχος αντοχής τους,  
διάταξη αρκετών νέων πλήρων φατνωμάτων κ.λπ.).

γ) Ενδεχομένως, διορθωτικός συντελεστής ιξώδους απόσβεσης  $\eta$ ,  
αναλόγως της τιμής του  $\zeta$  (βλ. και § 4.4.1.2).

## **4.7 ΤΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ m**

### **4.7.1** Γενικά.

Διάκριση σε φέροντα στοιχεία (πρωτεύοντα, δευτερεύοντα) και τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες ή προστιθέμενες.

Βλ. Κεφάλαιο 7 και 8, αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας).

Οι τιμές των τοπικών δεικτών m πρέπει να εκλέγονται/βαθμονομούνται έτσι ώστε ο αντίστοιχος καθολικός q (για το δόμημα) να μή αφίσταται περισσότερο του 15% αυτού κατά των προηγούμενη § 4.6 .

Βλ. Παράρτημα 4.2 (q ↔ m) και Παράρτημα 4.4 (έλεγχοι).

### **4.7.2** Αποτίμηση, βλ. Κεφάλαιο 7 .

### **4.7.3** Ανασχεδιασμός, βλ. Κεφάλαιο 7 (νέα στοιχεία) και Κεφάλαιο 8 .

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.4

### Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με βάση όσα προβλέπονται στα Κεφ. 2, 4, 7 έως και 9, οι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν να παρουσιασθούν εποπτικώς κατά το συνημμένο σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας (Α έως και Γ) και του ελέγχου σε όρους δυνάμεων (μέσω του  $q$  ή των  $m$ ) ή παραμορφώσεων (μέσω της παραμόρφωσης σχεδιασμού,  $d_d \approx \theta_d$ ).

Για αναλυτικότερες περιγραφές και προβλέψεις, βλ. τις §§ 4.1.1 έως και 4.1.4, 4.6, 4.7, 5.1.3 και 7.1, καθώς και το Κεφ. 9.

Όσο αφορά τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς στην φάση εξασθένησης της αντίστασης των στοιχείων, μετά την οιονεί-αστοχία ( $F_u$  και  $d_u$ ), η οποία ενδιαφέρει μόνον για αναλύσεις και ελέγχους με μή-γραμμικές (ανελαστικές) μεθόδους, και –μάλιστα –μόνον για δομικά στοιχεία με σαφώς πλάσιμη συμπεριφορά, και μόνον για στάθμη επιτελεστικότητας Γ, «Αποφυγή κατάρρευσης», ισχύουν τα εξής (βλ. και §§ 5.7.3.1 και 7.1.2.5) :

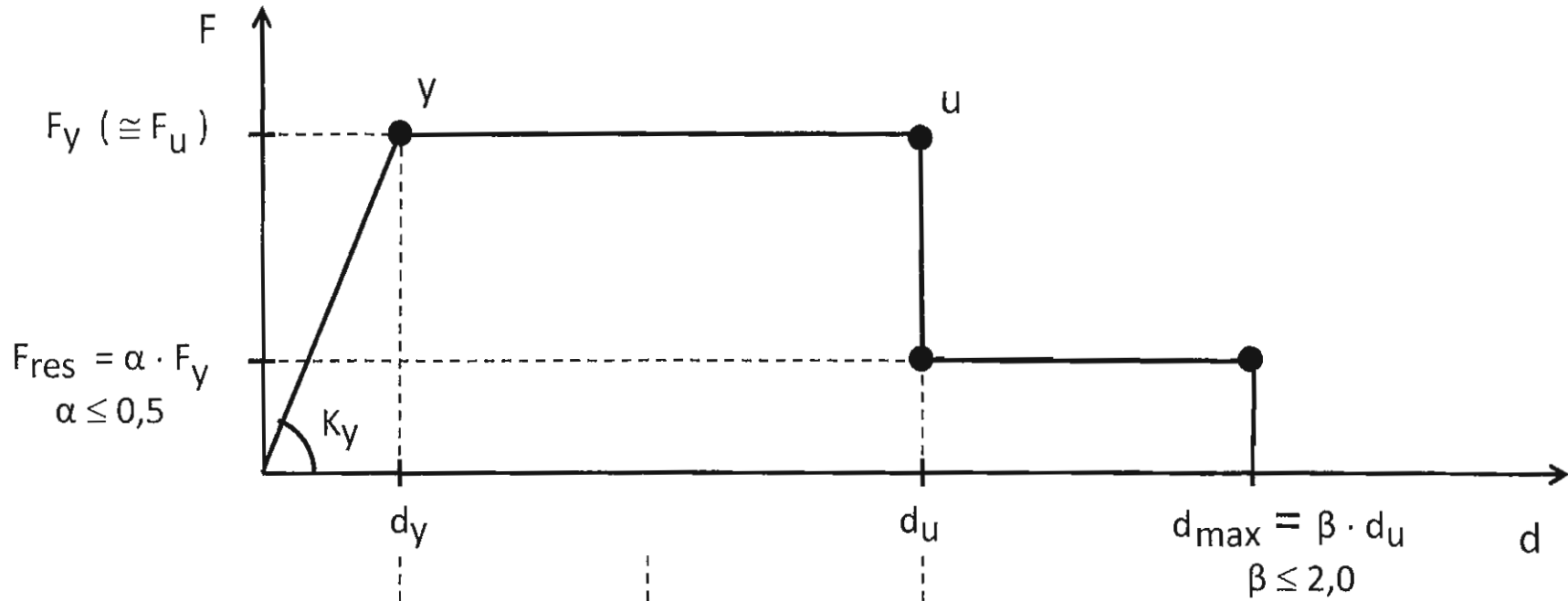
- Η απομένουσα αντίσταση  $F_{res}$ , που είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί, μπορεί να λαμβάνεται ίση με ποσοστό της οριακής αντοχής του στοιχείου  $F_u (=F_y)$ , δηλ.  $F_{res} = \alpha \cdot F_y$ , βλ. διάγραμμα. Για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, το ποσοστό  $\alpha$  μπορεί να ληφθεί ίσο με 25%.
- Η μέγιστη παραμόρφωση  $d_{max}$ , υπό την οποία επέρχεται πλήρης απώλεια των αντιστάσεων του στοιχείου, καί υπό τα φορτία βαρύτητας, δεν μπορεί να εκτιμηθεί με αξιοπιστία. Πάντως, μπορεί να θεωρηθεί το πολύ ίση με το διπλάσιο της παραμόρφωσης αστοχίας. Για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, και μόνον για λόγους προσέγγισης της απόκρισης του όλου κτιρίου μετά την διαδοχική οιονεί-κατάρρευση επιμέρους στοιχείων του (δευτερευόντων, κυρίως), ο πολλαπλασιαστικός συντελεστής  $\beta$  μπορεί να ληφθεί ίσος με 1,5, βλ. διάγραμμα.
- Για υφιστάμενες, συνήθεις και άοπλες τοιχοπληρώσεις, με κατ' εξοχήν ψαθυρή συμπεριφορά, δεν τίθεται θέμα κλάδου μετά την αστοχία. Αυτά τα δομικά στοιχεία ελέγχονται σε όρους δύναμης ή παραμόρφωσης, μόνον για τις στάθμες επιτελεστικότητας Α και Β. Για την στάθμη Γ, «Αποφυγή κατάρρευσης», δεν συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα (και βεβαίως, δεν ελέγχονται), βλ. § 7.4.

Όμως, η ενδεχομένως δυσμενής, γενική ή τοπική, επιρροή τους, οφείλει πάντοτε να ελέγχεται, ή πρέπει να λαμβάνονται μέτρα περιορισμού της, βλ. § 5.9.

Μόνον οπλισμένες τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες (μετά από ενίσχυσή τους) ή προστιθέμενες, και μάλιστα υπό προϋποθέσεις, κατά το Κεφ. 8, μπορούν να ληφθούν υπόψη μετά την αστοχία, κατά τα προηγούμενα, με  $\alpha=0,25$  και  $\beta=1,5$  (όπως και για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος).

## Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς

(για τα επιμέρους δομικά στοιχεία, ή το δόμημα – ως σύνολο)



Στάθμη επιτελεστικότητας

A

B

Γ

Ενιαίος δείκτης  $q$

$$q_A \cong 0,6 q_B$$

$$(\cong 1,0 \div 1,5)$$

$q_B$

$$q_\Gamma \cong 1,4 q_B$$

Παραμόρφωση σχεδιασμού,  
 $d_d$  (ή  $\partial_d$ )

$$d_y$$

$$\frac{1}{2} (d_y + d_u) / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τα πρωτεύοντα  $\phi$ .  $\sigma$ .

$$d_y$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τα δευτερεύοντα  $\phi$ .  $\sigma$ .

$$d_y$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τις τοιχοπληρώσεις

### Παρατηρήσεις

- 1) Για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία :  
Η οριακή παραμόρφωση σχεδιασμού ( $d_d$ ), ακόμη και για την στάθμη επιτελεστικότητας  $\Gamma$ , είναι μικρότερη αυτής που αντιστοιχεί στην οιονεί-αστοχία ( $d_u$ ), και μάλιστα με ικανοποιητική αξιοπιστία, που εκφράζεται μέσω του  $\gamma_{Rd}$  (βλ.Κεφ. 9).
- 2) Για τα δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία :  
Γι' αυτά τα στοιχεία, γίνεται αποδεκτός μεγαλύτερος βαθμός βλάβης (υπό σεισμόν) απ' ό,τι για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία, αναλόγως και του αν πρόκειται για κατακόρυφα ή οριζόντια φέροντα στοιχεία, για τιμές  $d_d$  που διαμορφώνονται μέσω του  $\gamma_{Rd}$ .  
Σχετικώς, οριζόντια δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία (και μόνον),επιτρέπεται να μή συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα και να μή ελέγχονται,στην στάθμη επιτελεστικότητας  $B$  και, κυρίως,  $\Gamma$ .
- 3) Για τις τοιχοπληρώσεις :  
Βλ. σχετική αναφορά στα προηγούμενα αυτού του Παραρτήματος. Επίσης, βλ. Κεφ. 5 και 7.
- 4) Για τους συντελεστές  $\gamma_{Rd}$ , που διαμορφώνουν τις τιμές των παραμορφώσεων σχεδιασμού ( $d_d$ ) :  
Οι τιμές τους είναι ενγένει διαφορετικές, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας ( $B$  ή  $\Gamma$ ) και του είδους του ελεγχόμενου δομικού στοιχείου. Για την στάθμη  $A$ ,  $\gamma_{Rd}=1$ .  
Γενικώς, οφείλουν να εκλέγονται έτσι ώστε οι τιμές  $d_d$  (ή  $\theta_d$ ) να αντιστοιχούν στις μέσες μείον μια τυπική απόκλιση, βλ. Κεφ. 9.
- 5) Στην απλοποιημένη ανελαστική στατική ανάλυση (βλ. Κεφ.5),οπότε ενγένει χρησιμοποιούνται διγραμμικά σκελετικά διαγράμματα,κατά τα προηγούμενα,επιτρέπεται να μή προσομοιώνεται αμέσως η φάση εξασθένησης της αντίστασης.

#### 4.8 Σεισμική αλληλόδραση γειτονικών κτιρίων

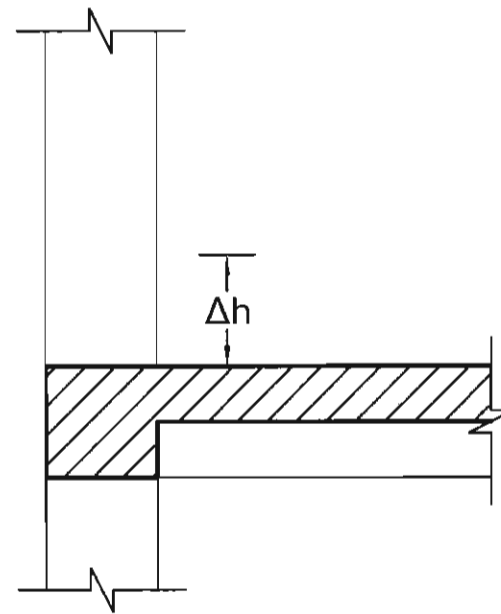
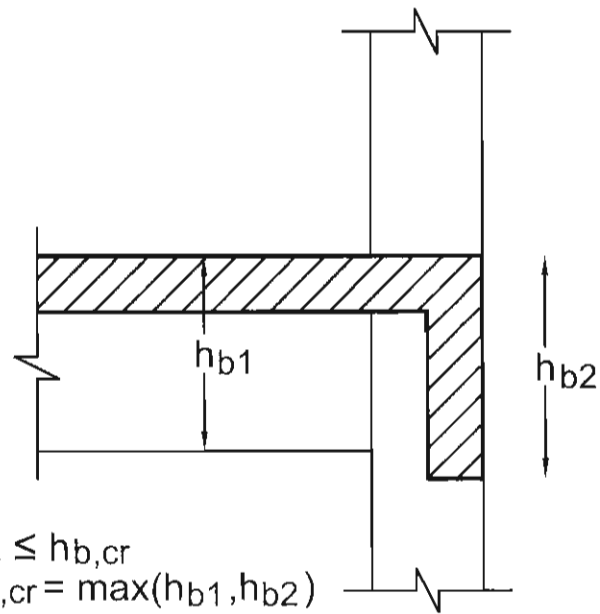
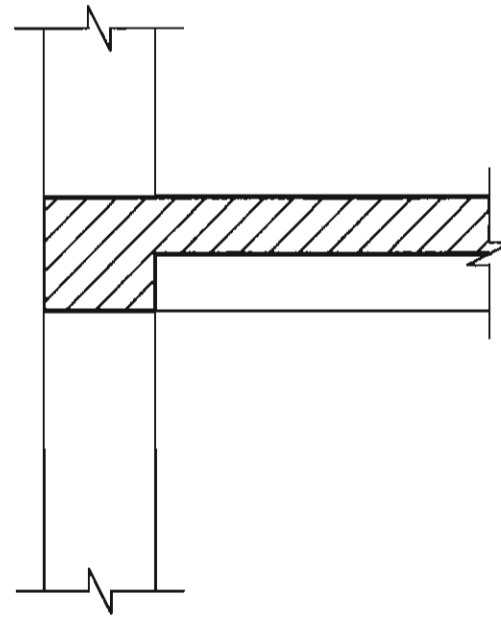
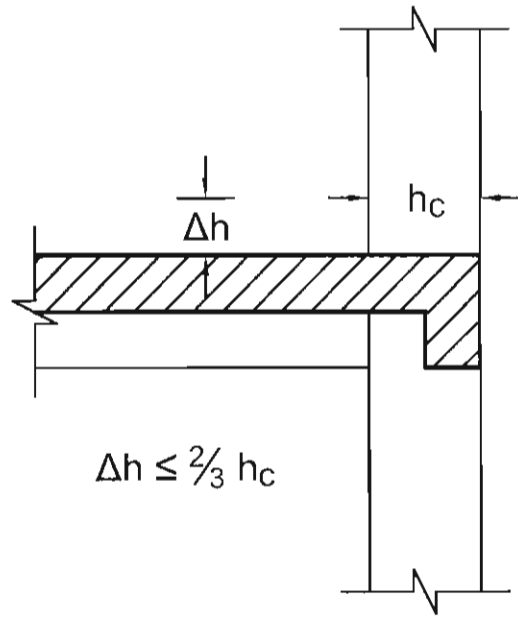
Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες μεταξύ γειτονικών κτιρίων δεν υπάρχει απόσταση μεγαλύτερη του εύρους του αντισεισμικού αρμού (πλήρους διαχωρισμού), όπως αυτός ορίζεται στον ΕΑΚ, § 4.1.7.2, συνιστώνται τα ακόλουθα:

α) Όταν όλες οι πλάκες των ομόρων κτιρίων βρίσκονται στην ίδια περίπου στάθμη, όταν δηλαδή δεν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού, δεν είναι ενγένη αναγκαία η λήψη ειδικότερων μέτρων έναντι σύγκρουσης.

Σχετικώς, περίπου ισόσταθμες θεωρούνται οι πλάκες για τις οποίες επί μήκους τουλάχιστον ίσου με τα δύο τρίτα του μήκους επαφής των κτιρίων, η ανισοσταθμία είναι μικρότερη από τα δύο τρίτα της εγκάρσιας διάστασης του υποστυλώματος (ή τοιχώματος) ή από το ύψος της πιο υψίκορμης από τις κάθετες ή τις παράλληλες προς την μεσοτοιχία δοκούς – όποια από τις δύο κατηγορίες είναι ευμενέστερη (βλ. σχήματα).

4.8.1 Συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καλύτερον δυνατόν, πάντως δε πρακτικώς εφικτόν, τρόπον το ενδεχόμενο μιας δυσμενούς για το δεδομένο κτίριο σύγκρουσης με γειτονικά κτίρια, λόγω εκτός (ή εντός) φάσεως μετακινήσής τους.





β) Όταν η πιο πάνω προϋπόθεση δεν ικανοποιείται, συνιστάται η εμφάνιση κατάλληλου τοιχώματος ή πτερυγίου πίσω από τα υπό κρούση ακραία υποστυλώματα, μέσα στο πρώτο φάτνωμα κατά την διεύθυνση της πιθανολογούμενης κρούσης.

γ) Εναλλακτικά, είναι δυνατή η ενίσχυση των ως άνω ακραίων υποστυλωμάτων σε ολόκληρο το ύψος τους και μέχρι την θεμελίωση, αυξάνοντας κατά 100% την σεισμική ένταση ανασχεδιασμού των εν λόγω υποστυλωμάτων (όπως έχει υπολογισθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη το ενδεχόμενο σύγκρουσης).

Προς τούτο, κατά την ενίσχυση οποιουδήποτε από τα δύο αυτά κτίρια, είναι δυνατόν να λαμβάνεται υπόψη το εν λόγω ενδεχόμενο αυξάνοντας κατά 50% την συνολική σεισμική ένταση ανασχεδιασμού του κτιρίου (όπως έχει υπολογισθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη το ενδεχόμενο της σύγκρουσης).

4.8.2 Ειδικότερα, στην περίπτωση ομόρων κτιρίων με διαφορά αριθμού ορόφων ίση ή μεγαλύτερη των 2 ή διαφορά ύψους ίση ή μεγαλύτερη του 50%, συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη το ενδεχόμενο της εντός ή εκτός φάσεως σεισμικής σύγκρουσης, κατά τον καλύτερο δυνατό (πάντως δέ πρακτικώς εφικτόν) τρόπον.

4.8.3 Σε καμία περίπτωση δεν στοιχειοθετείται υπαιτιότητα τυχόν βλάβης γειτονικού κτιρίου, εκ του γεγονότος ότι όμορο αυτού κτίριο έχει ενισχυθεί αντισεισμικώς.