

ΦΟΙΤΗΤΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ/ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ

ΠΑΤΡΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009, 2010, 2011 και 2015

- 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, ΕΩΣ/ΕΜΠ

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.

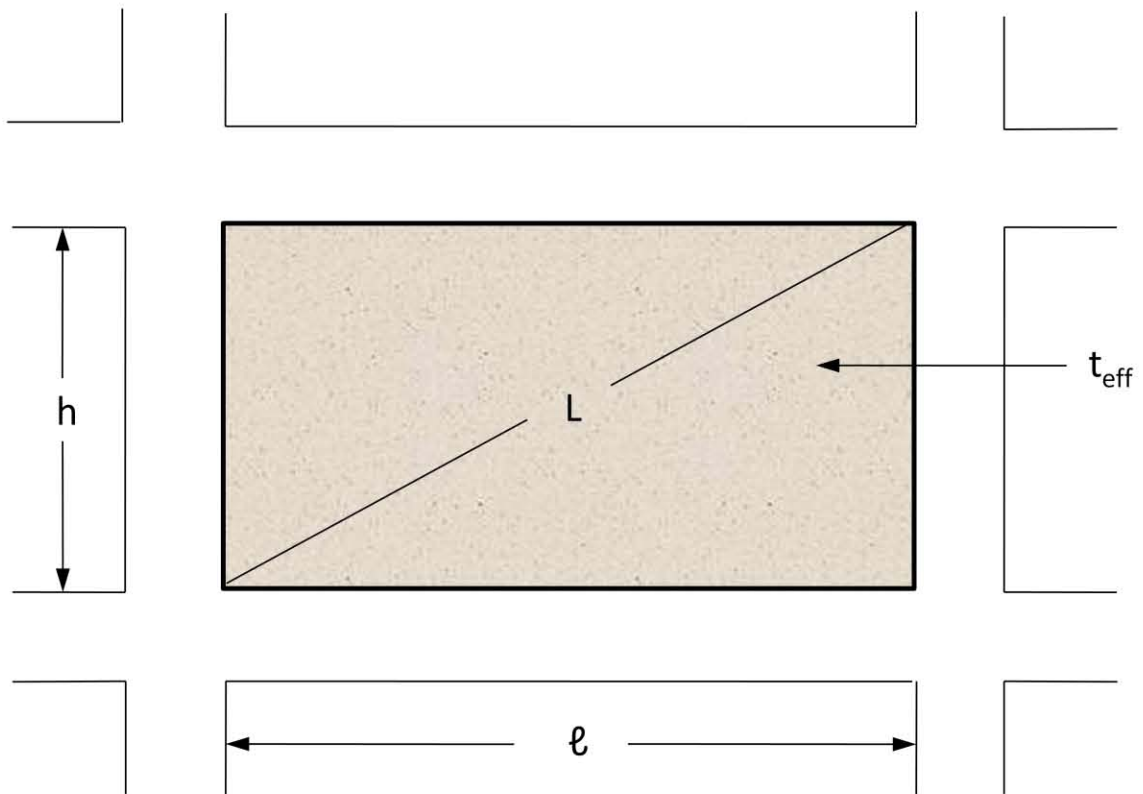
Έτσι, το πλήρες σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς δεν έχει πρακτική σημασία.

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).

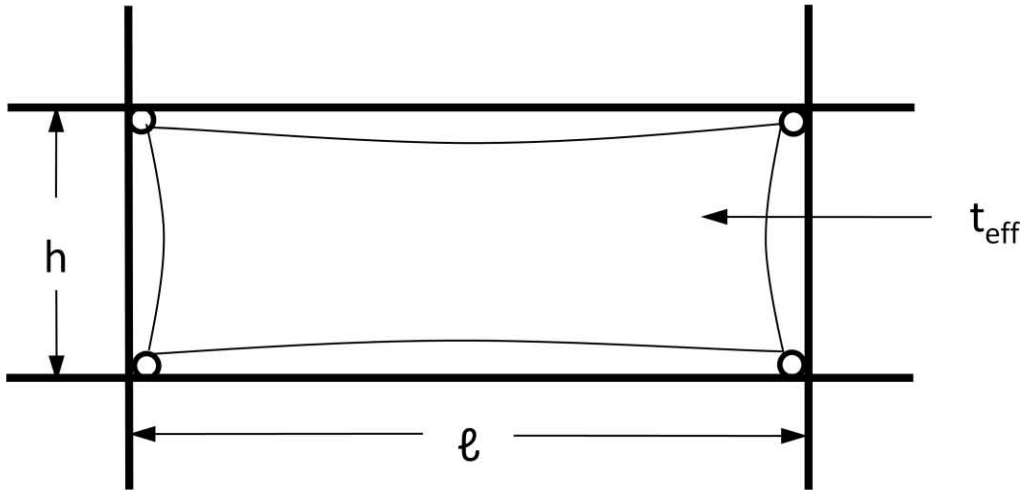
Σχετικώς, επιτρέπεται να συνεκτιμηθεί καί ο κλάδος του σκελετικού διαγράμματος συμπεριφοράς μετά την οιονεί – αστοχία, με $\alpha=0,25$ και $\beta=1,50$ (όπως και για τα στοιχεία Ο.Σ.).



ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗ

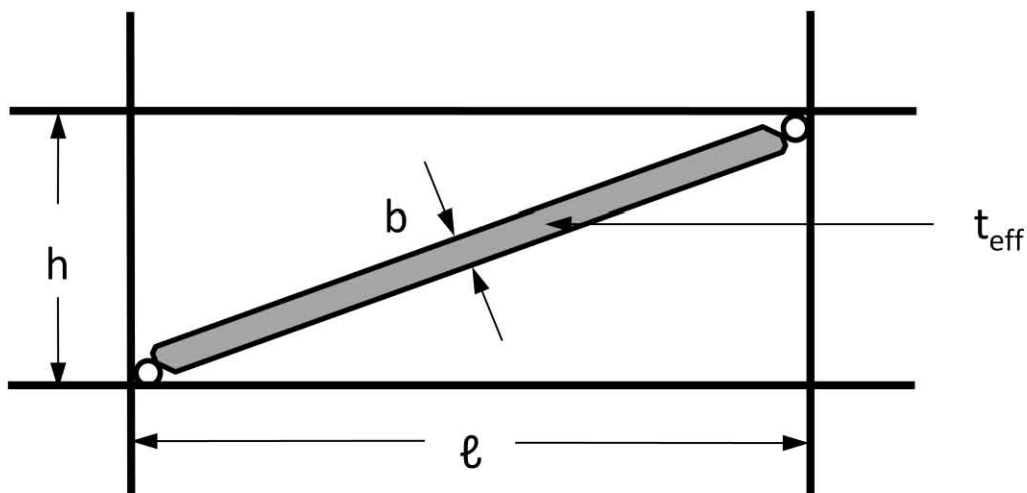
ΓΕΝΙΚΩΣ, «ΓΕΜΙΣΜΑΤΑ» ΑΜΙΓΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΑΠΟ Ο.Σ.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ



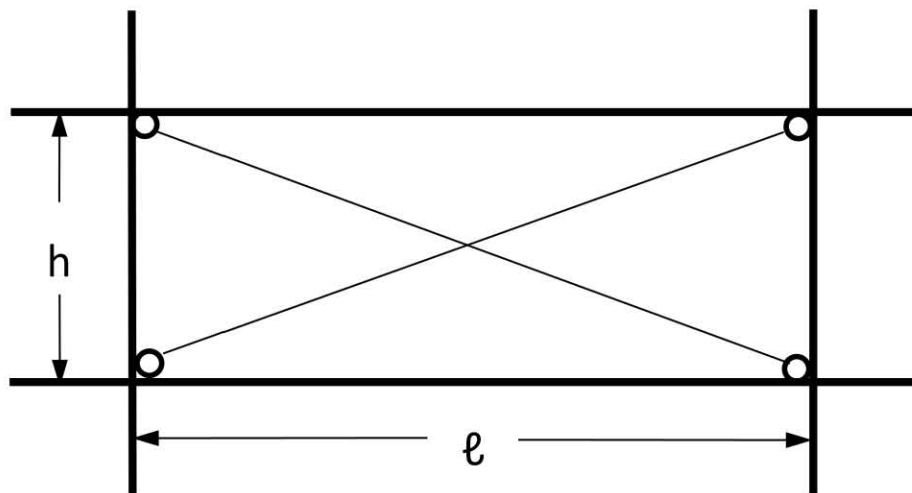
ΟΡΘΟΤΡΟΠΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΟ ΦΑΤΝΩΜΑ

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

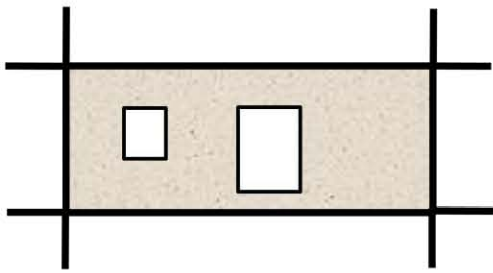
2. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

- Η διάταξη των ανοιγμάτων και οι συνοριακές συνθήκες, επιτρέπουν την «λειτουργία» του διατμηματικού φατνώματος ή των θλιβομένων διαγωνίων ράβδων ;

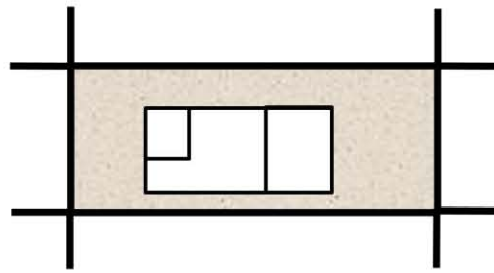
- Τα κάθε είδους ανοίγματα, περιβάλλονται από πλαισιώματα ή διαζώματα ή άλλα ενισχυτικά στοιχεία, οριζόντια ή/και κατακόρυφα (λαμπάδες, ποδιές, πρέκια) ;

- Η προσομοίωση, γενικώς, δεν μπορεί να γίνει με απλά μέσα.

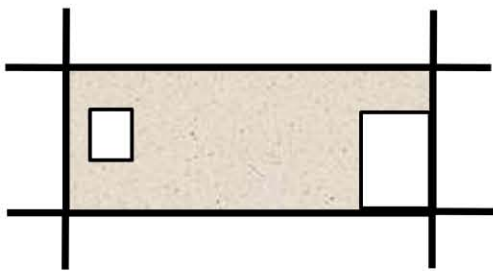
- Βλ. πέντε (5) περιπτώσεις, για μια κατ' αρχήν εκτίμηση της επιρροής των ανοιγμάτων.



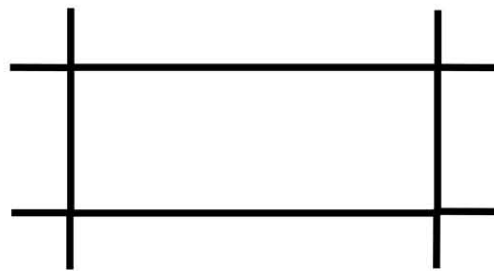
Δύο μικρά/γειτονικά



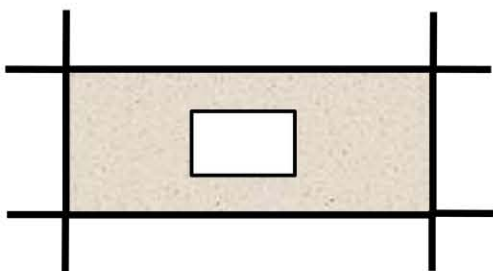
Ένα ισοδύναμο/ενιαίο, περιγεγραμμένο
(βλ. στα επόμενα)



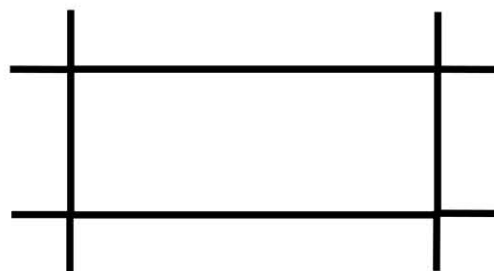
Δύο μεγάλα, στα άκρα



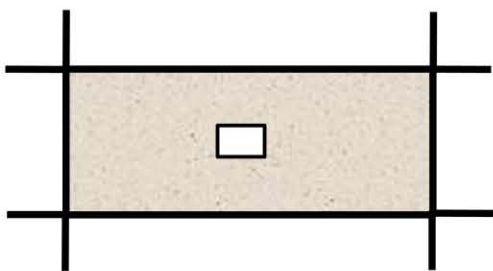
Αμελείται η τοιχοπλήρωση



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



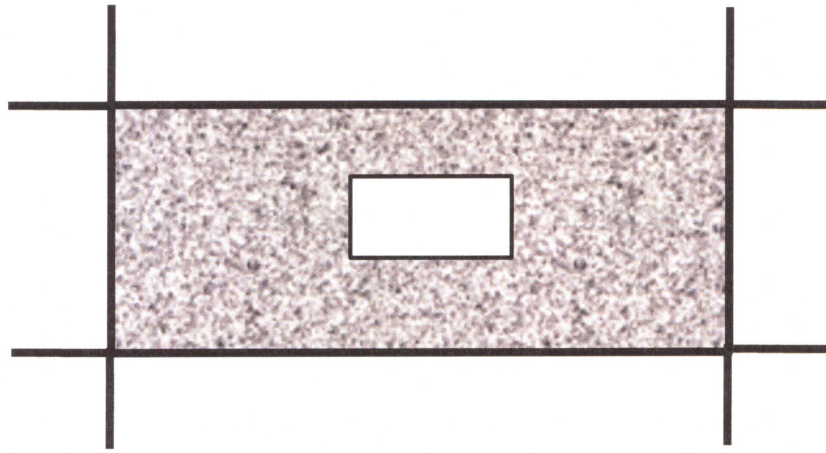
Αμελείται η τοιχοπλήρωση



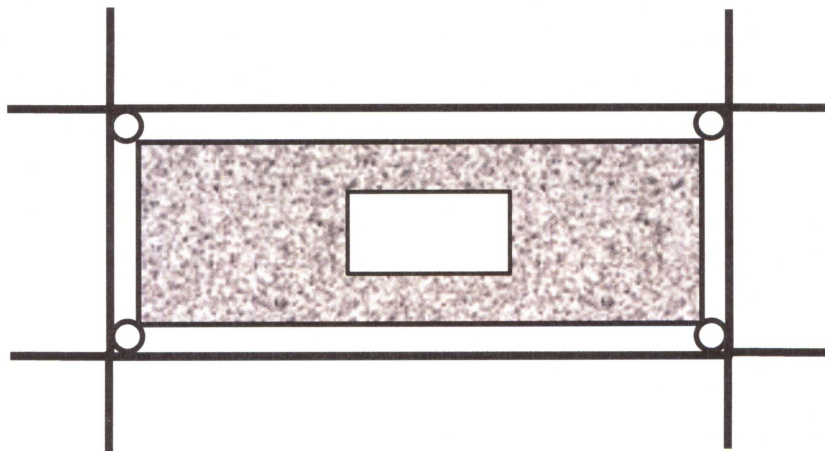
Ένα μικρό, στο κέντρο
($\sim 0,2 \ell$ ή/και $0,2 h$)



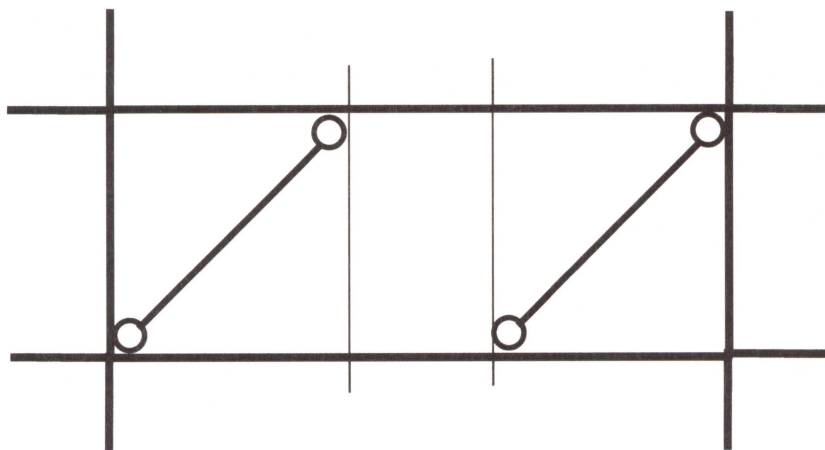
Αμελείται το άνοιγμα



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



ή



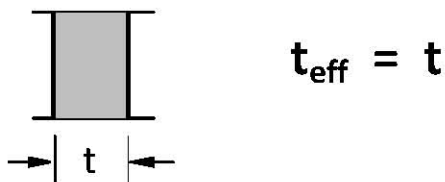
3. ΠΡΟΩΡΗ ΑΣΤΟΧΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

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 ℓ και h τις «καθαρές» διαστάσεις

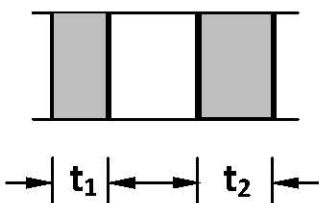
$t = t_{\text{eff}}$, το «ισοδύναμο» πάχος της τοιχοπλήρωσης, αναλόγως των λεπτομερειών δόμησης

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



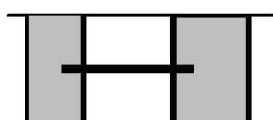
$$t_{\text{eff}} = t$$

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 $h/t \leq 15$)

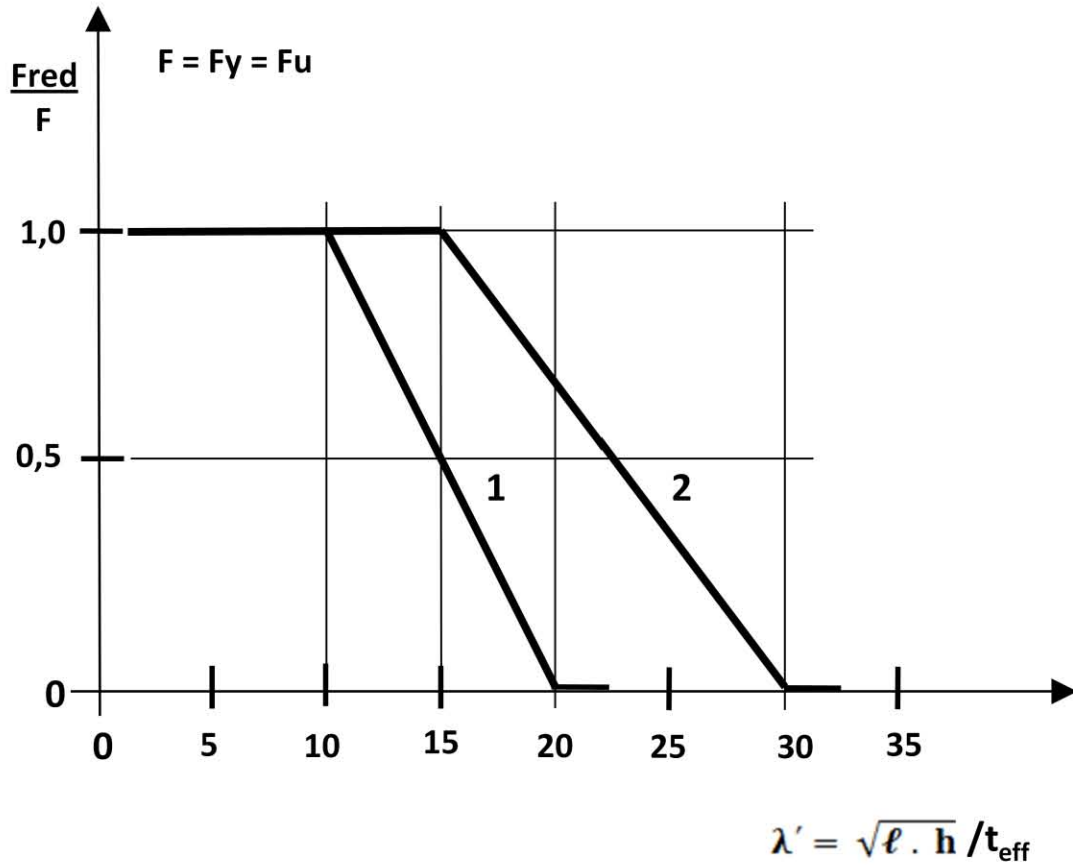
Αμελείται η απομείωση αντίστασης.

- Για $\lambda \geq 30$

Αμελείται η τοιχοπλήρωση.

- Για ενδιάμεσες τιμές λ , λαμβάνεται υπόψη ο μειωτικός συντελεστής ϕ (κατά EC 6).

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

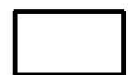


ΑΠΟΜΕΙΩΣΗ ΑΝΤΟΧΩΝ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

1. Ελλιπής περιμετρική σφήνωση (απλή «επαφή»)



2. Επιμελημένη περιμετρική σφήνωση στο πλαίσιο



Για συνήθη φατνώματα τοιχοπληρώσεων :

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

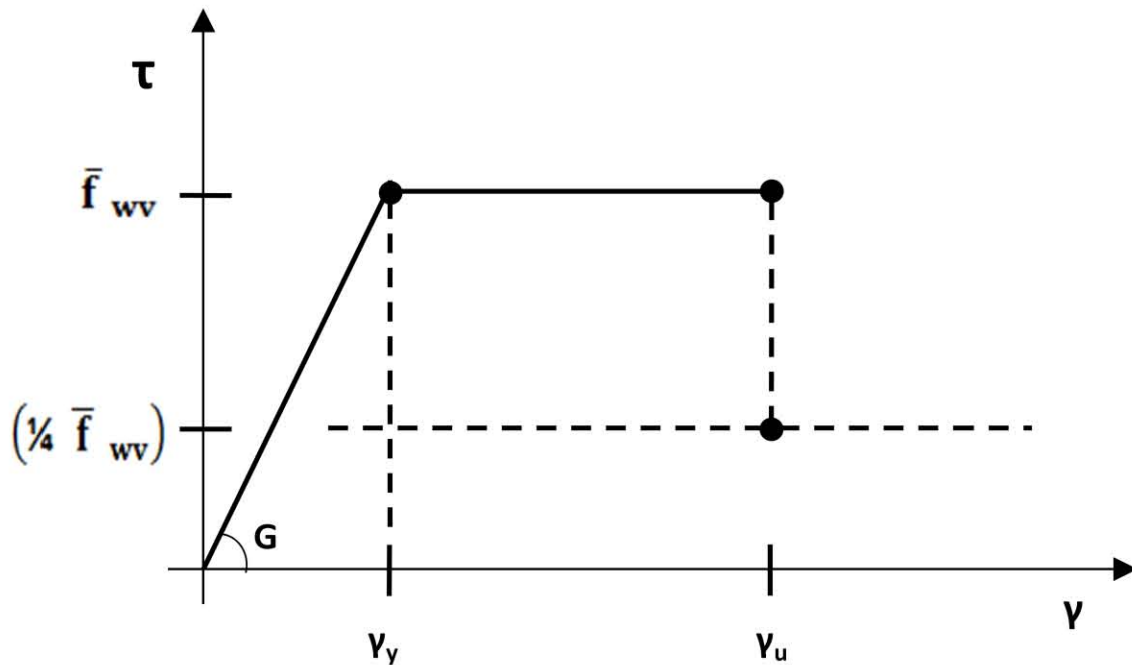
4. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

- ❑ 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



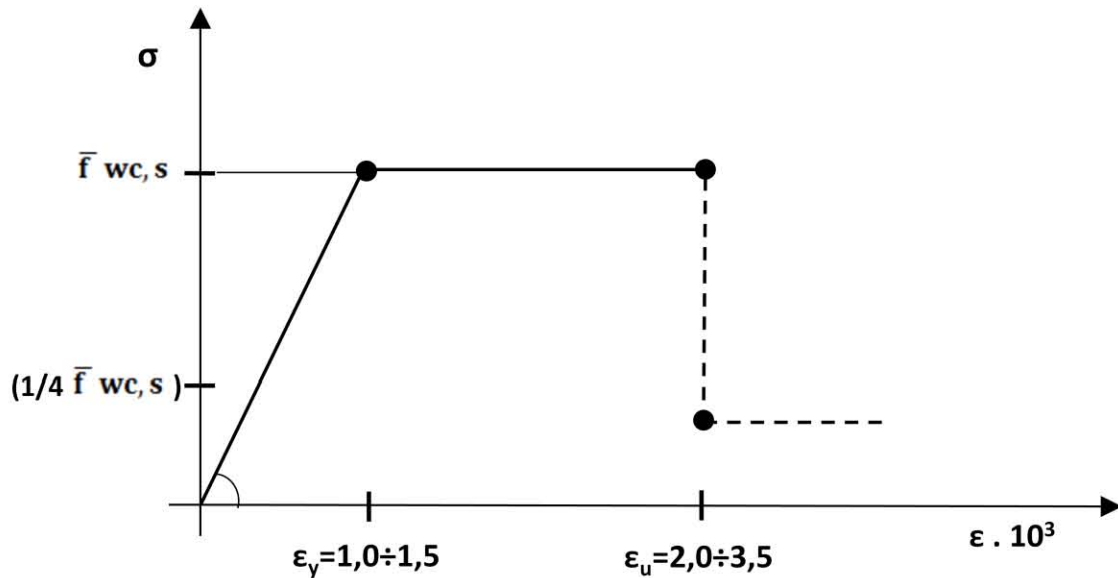
Κατ' αντιστοιχίαν τιμές, $\gamma_y = (1,0 \div 1,5) \cdot 10^{-3} \cdot (\ell/h + h/\ell)$
 $\gamma_u = (2,0 \div 3,5) \cdot 10^{-3} \cdot (\ell/h + h/\ell)$

\bar{f}_{wv} : Κατά EC 6, για μικρή σ_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 $1,5 \varepsilon_\gamma$)

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

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

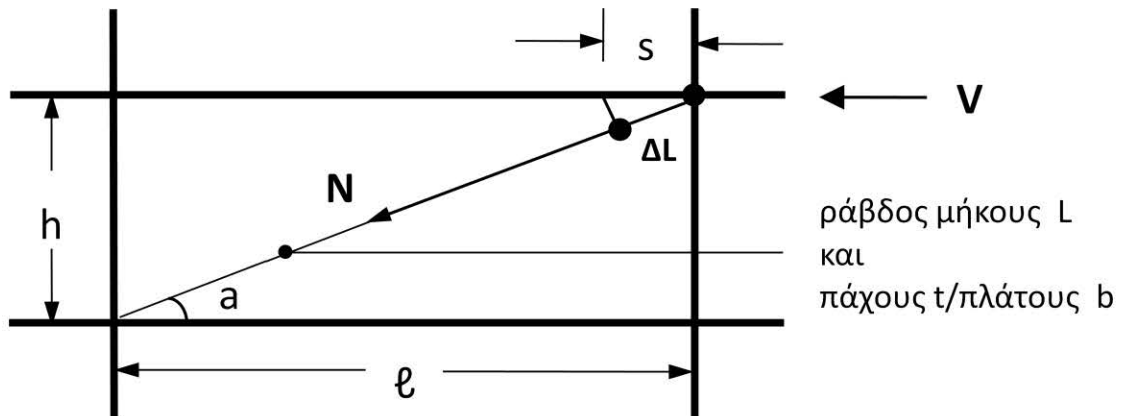
λ_s : Δυσμενής επιρροή εγκάρσιου εφελκυσμού, $\lambda_s \cong 0,7$

κ : 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 $0,6 \div 0,9$,
για κατακόρυφους αρμούς που δεν είναι πλήρεις κονιάματος

ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΓΩΝΙΑ ΡΑΒΔΟ



α) Ανάλυση δυνάμεων

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

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

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

για μέσες τιμές αντοχών/πριν και κατά την ρηγμάτωση

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

β) Ανάλυση μετακινήσεων

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

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

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

για γωνία κλίσεως a της διαγώνιας ράβδου

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

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

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

ΣΧΟΛΙΑ

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

Η ισοδυναμία αφορά την δυσστησία και δυστένεια (την σχέση $G-E$) και τις χαρακτηριστικές παραμορφώσεις (γ και ϵ), καθώς και την διαθέσιμη «πλαστιμότητα» (σε όρους $m = \gamma_u/\gamma_y$ ή ϵ_u/ϵ_y).

2. Γενικώς, και λόγω τιμών κατ' αντιστοιχίαν (δηλ. για μικρές τιμές γ ισχύουν και μικρές τιμές u), ο μέσος διαθέσιμος δείκτης m είναι περίπου ίσος με 2, βλ. και γ_{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 γ 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 :

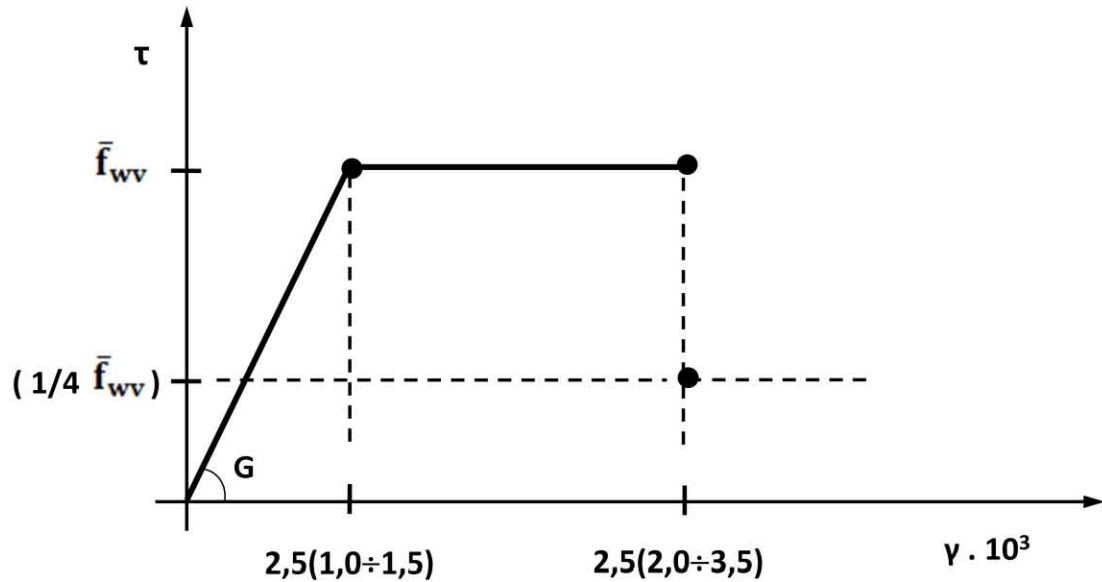
$$\gamma/\epsilon = 1/\cos a \cdot \sin a = \ell/h + h/\ell \cong 2,5 (2,0^+ \div 3,5^+)$$

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

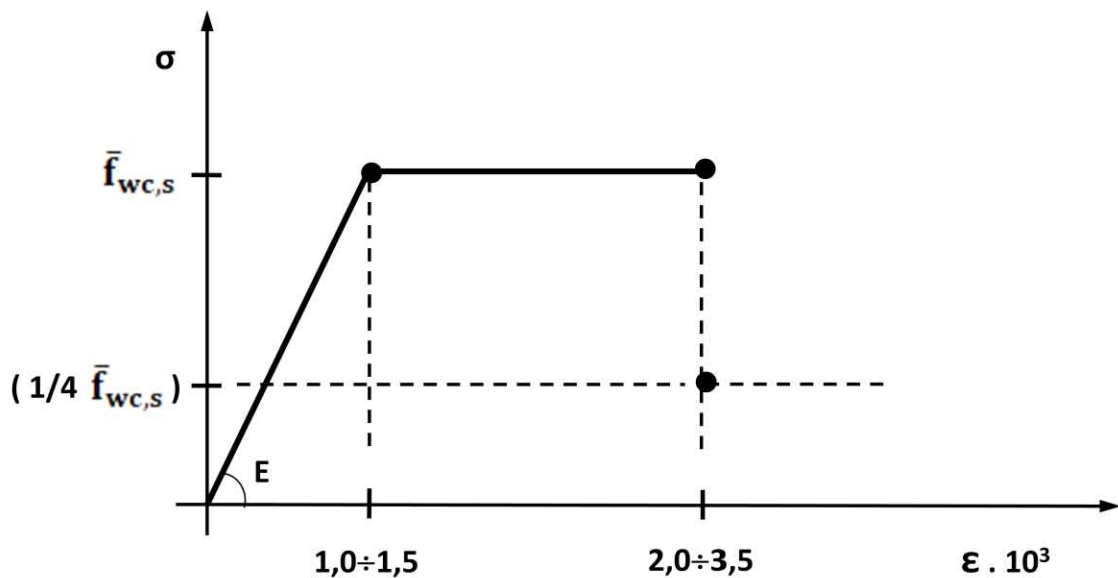
Έτσι, ισχύουν οι προηγούμενες σχέσεις ισοδυναμίας, και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση $E = 2(1+\nu) \cdot G$, η οποία ακόμη και για $\nu=0,5$, θα οδηγούσε στην $E=3G$.

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 δομικών πλινθοπληρώσεων, οι μέσες αντοχές έχουν ως εξής :

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

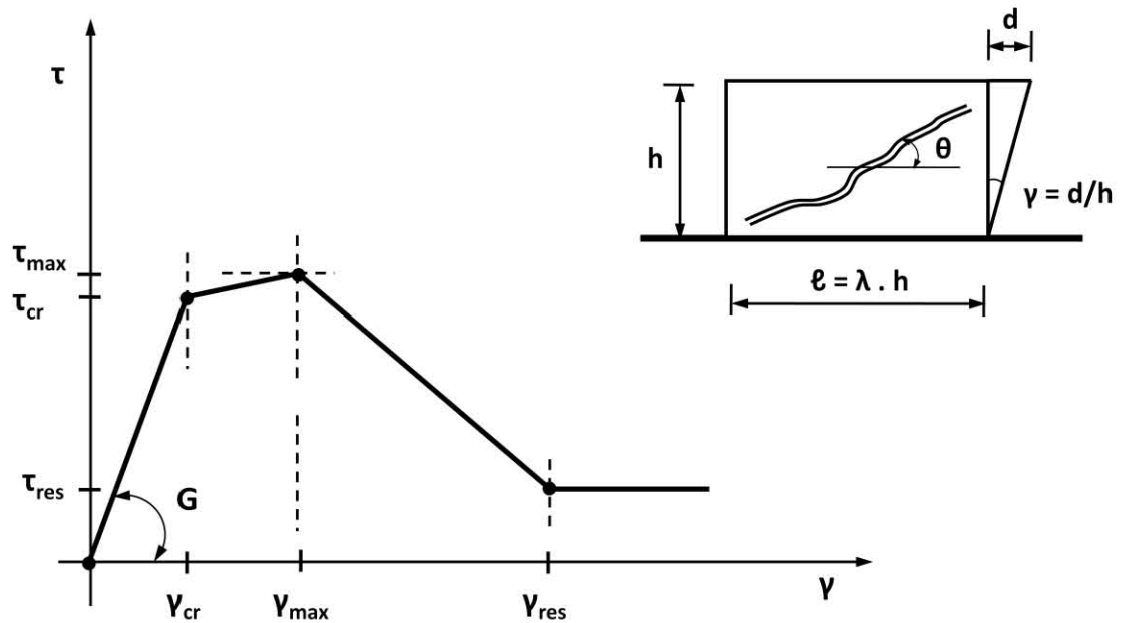
$$(\text{δηλ. } \bar{f}_{wv}/\bar{f}_{wc,s} \cong 0,15).$$

- β) Για παλαιότερες καλοχτισμένες πλινθοπληρώσεις, γενικώς καί μεγαλύτερου πάχους/βάρους από τις σημερινές, με σημαντική θλιπτική τάση σ_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 $G \cong G_o$).

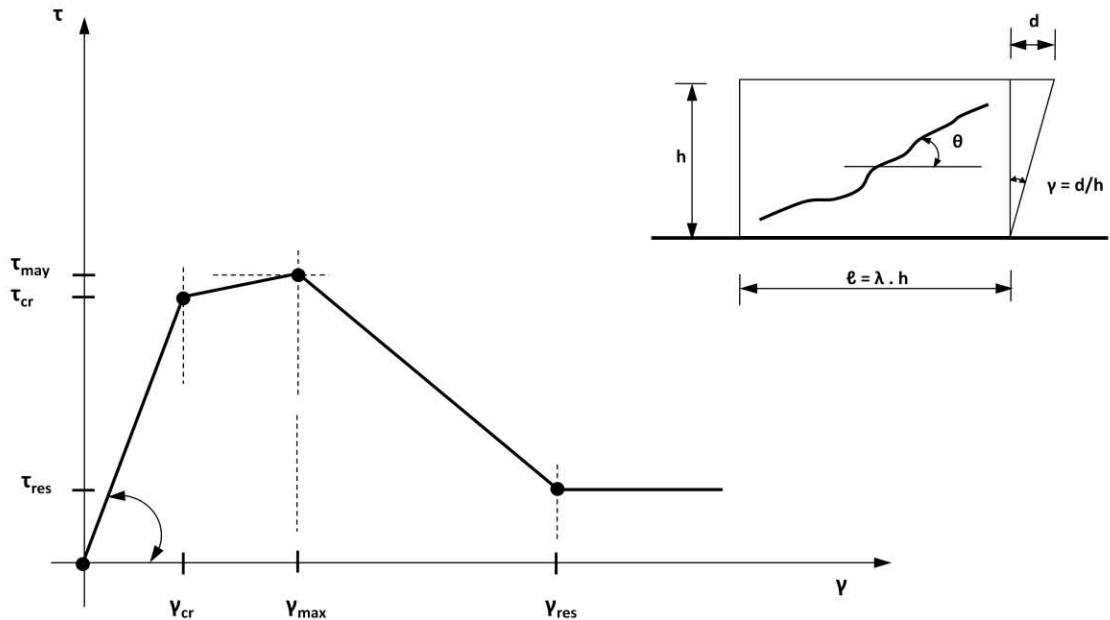
2) Για ελέγχους ρηγμάτωσης των τοιχοπληρώσεων λόγω παραμόρφωσης των υποκείμενων πλακών και δοκών από Ο.Σ., και για $\gamma \cong 2 f/\ell \rightarrow \gamma_{max} (\cong 4 \text{ ‰})$, ισχύει :

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 :



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

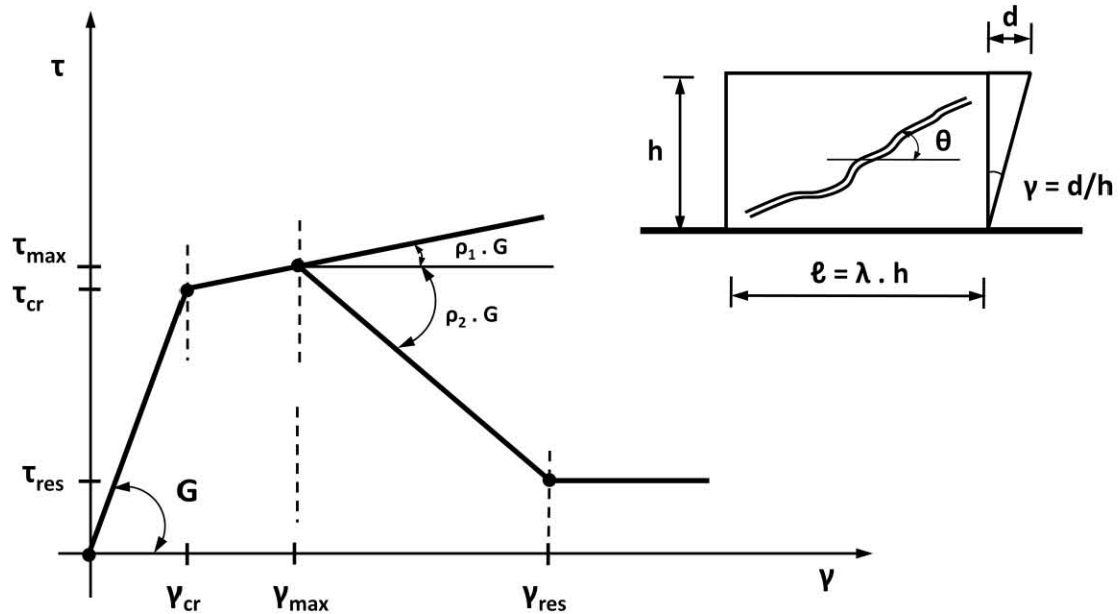
$$\gamma_{cr} \cong 0,70 \gamma_{max} \begin{cases} 0,11 / (80 + h/t) \sqrt{f_{wc}}, N = 0 \\ 0,09 / (80 + h/t) \sqrt{f_{wc}}, N \neq 0 \end{cases}$$

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

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

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

Προσομοίωμα Τ. Παναγιωτάκου / Μ. Φαρδή, 1994



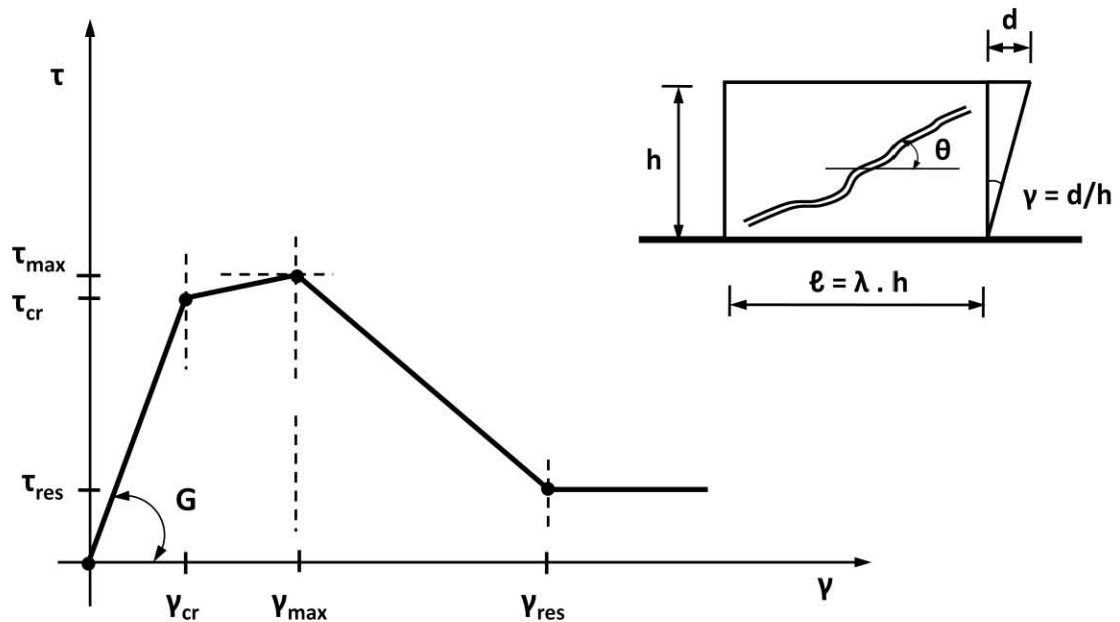
- $\tau_{cr} \cong f_{wv}$ και $\tau_{max} \cong 1,30 \tau_{cr}$
- $\gamma_{cr} \cong 1,50 \text{‰}$ και $\gamma_{max} \cong \gamma_{cr} \cdot [1 + (0,3/\rho_1)]$
- $\rho_1 \cong 0,05 (\div 0,20)$ και $\rho_2 \cong 0,01 (\div 0,10)$
- $\tau_{res} \cong 0,10 \tau_{max}$ και $\gamma_{res} \geq 2,00 \gamma_{max}$.

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

	τ_{cr} MPa	γ_{cr} ‰	$\frac{\tau_{max}}{\tau_{cr}}$	$\frac{\gamma_{max}}{\gamma_{cr}}$	$\frac{\tau_{res}}{\tau_{max}}$	$\frac{\gamma_{res}}{\gamma_{max}}$
ΘΠΤ 1984	0,25	(0,75)	1,20	(1,30)	~ 0,35	~ 2,50
Π – Φ 1994	~ 0,35	1,50	1,30	3,00	~ 0,10	≥ 2,00
Κ – Σ 1998	0,25	~ 1,00	~ 1,45	~ 4,50	—	—
ΜΠΧ 2000	~ 0,20	~ 2,00	~ 1,25	~ 2,50	~ 0,25	~ 2,50
Συνιστώμενες τιμές	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 Α ή Β (στην Γ απαγορεύονται)

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

□ Χρήση q

- Στάθμη Α $q_A \cong 0,6 q_B (\cong 1,0 \div 1,5)$
- Στάθμη Β q_B

□ Χρήση m

- Στάθμη Α $m_A \cong 1,0 (\div 1,5)$
- Στάθμη Β 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 γ_{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 β της τ_{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 τοιχεία) & τοιχοηληρώσεις

ΕΚΟΣ :

- Σε ηεριητώσεις κάθε είδους διακοής τοιχοηληρώσεων (κατά x ή y), ολόκληρο το ύψος του υηοετωχώματος θεωρείται υρίοιο.
- Βλ. τα ηερι μικτών συστημάτων, για κτίρια τ. ηιλοτής.
- Βλ. τα ηερι "κοιτών" υηοετωχώματων, νεότερο ευμηλήρωμα.

ΕC 8 :

- Πλήθος διατάξεων, με έμφαση σε θέματα μή-καυοδικότητας σε κάτοψη ή/κ τομή.
- Ιδιαίτερη ηροσοχή στις ηολλές & διάφορες ηηγές αβεβαιότητας, ιδιαίτέρως στο ιεόγειο.
- Όχι τα ηερι μικτών συστημάτων, ανζ'αυτω εηαύξηση της σεισμικής δράσεως.
- Αηλοποίηση των ελέχων σε ηεριητώσεις μικροζών λόγω διαζμήσεως (βλ. & τα ηερι J).

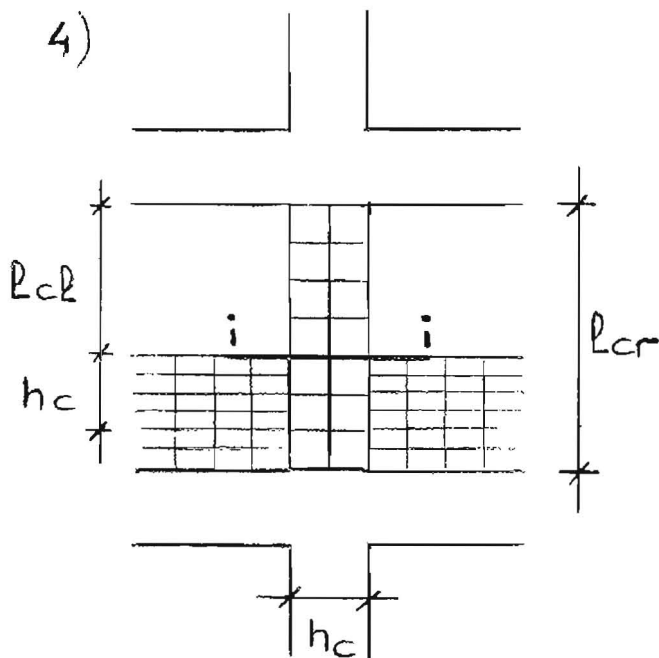
1) Εμπειρικά, $\nu_d \leq 0,55$ ή $0,65$, για DC+H ή M.

2) Για DC+H, και M:

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

3) Ίδιατέρως στο ισόγειο, ολόκληρο το ύψος είναι κρίσιμο, ακόμη και για γλήρη τοιχοφραζώματα, αλλά όχι και στις δύο αθέλυτα πλευρές του υψοσυχώματος, π.χ. για φωλιακά υψοσυχώματα.

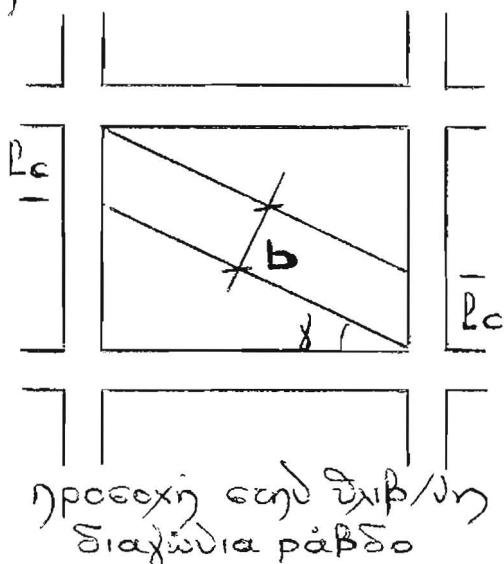
4)



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

• Ιεχυρός εγκάρσιος οπλισμός επί ύψους $l_{cl} + h_c$ (πρακτικά, ολόκληρο το ύψος είναι κρίσιμο)

5)



l_c , "μήκος επαφής", λόγω της ισοδύναμης διαβόμελης δ.ρ.

Όπλιση είναι $V_{πιη}$, με $V_{πιη}$:

• Είτε λόγω της επιβ. δ.ρ.

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

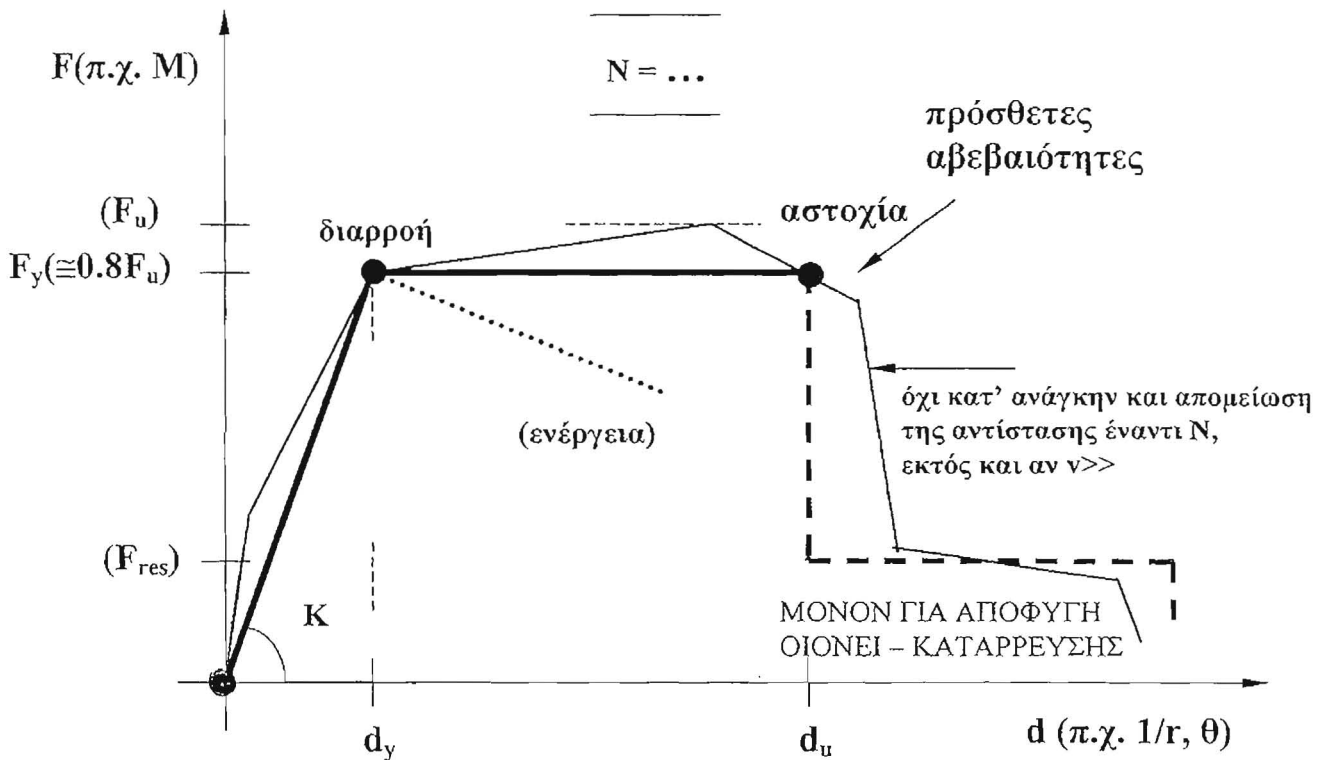
7. ΒΛΑΜΜΕΝΕΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

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 $\mu_d = d_u/d_y \rightarrow m$

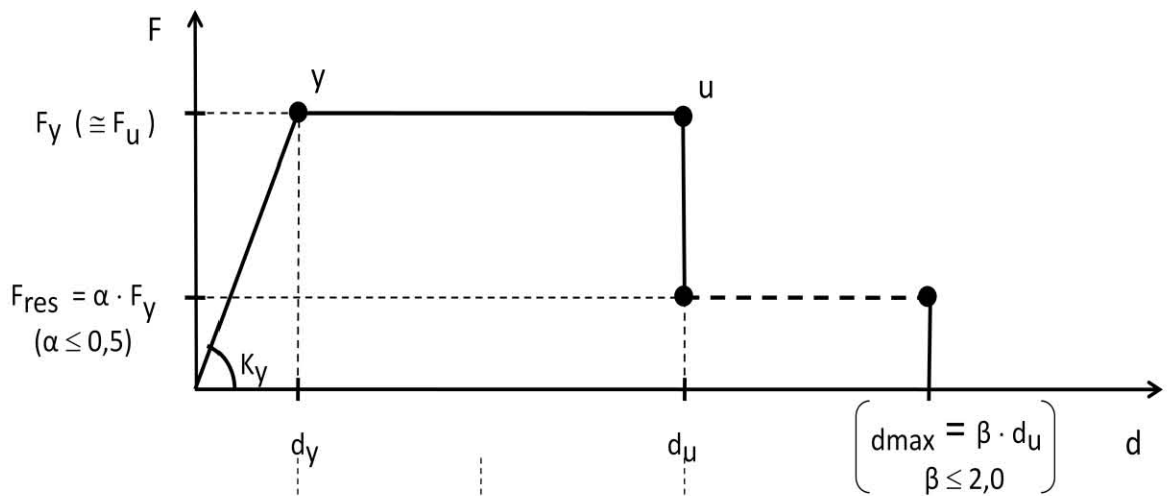
Πολυγραμμικό διάγραμμα «σκελετός», το οποίο εγγράφεται με αξιοπιστία και ασφάλεια στην καμπύλη που περιβάλλει τις απομειωμένες αποκρίσεις F μετά από πλήρως ανακυκλιζόμενες παραμορφώσεις d (συνήθως 3 πλήρεις κύκλοι) μέχρι και την απώλεια της ικανότητας του «στοιχείου» (ή της περιοχής ή της σύνδεσης κ.λπ.)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

π.χ. $M_y = M_R$ ή M_{VR}
 $V_y = V_R$ ή V_{MR}

Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς

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



Στάθμη επιτελεστικότητας

A

B

Γ

Ενιαίος δείκτης $\alpha = \alpha_0 \cdot \alpha_d$

$\alpha_A \cong 0,6 \alpha_B$
($\cong 1,0 \div 1,5$)

α_B

$\alpha_\Gamma \cong 1,4 \alpha_B$

Παραμόρφωση σχεδιασμού,
 d_d (ή ∂_d)

d_y

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

d_u / γ_{Rd}

για τα πρωτεύοντα φ. σ.

d_y

d_u / γ_{Rd}

d_u / γ_{Rd}

για τα δευτερεύοντα φ. σ.

d_y

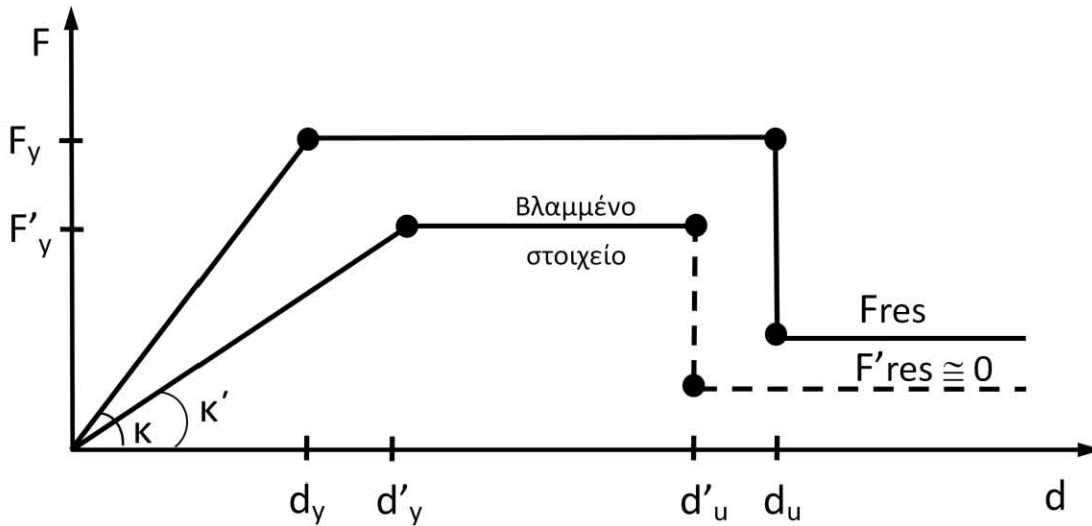
d_u / γ_{Rd}

d_u / γ_{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.



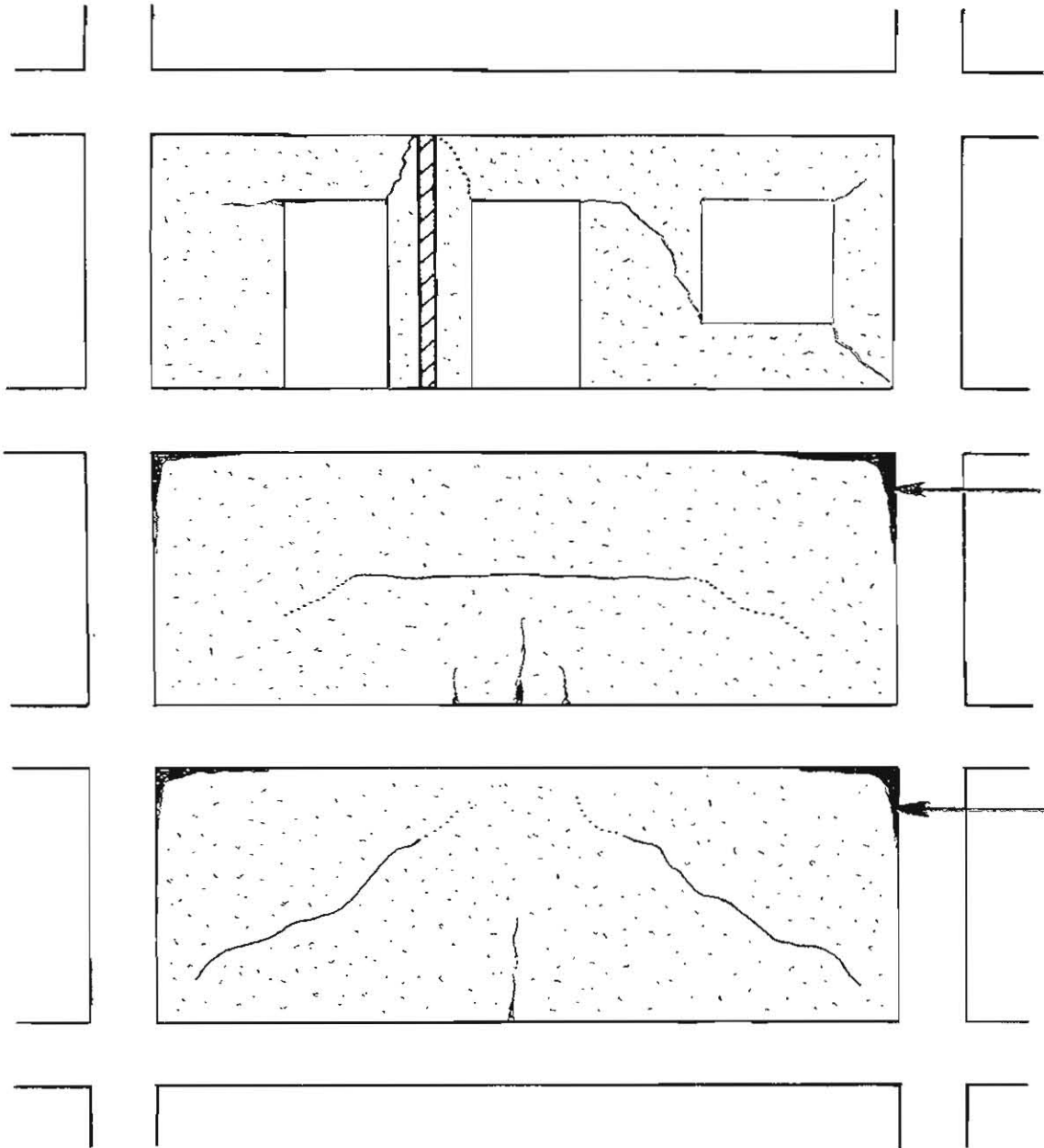
➤ Συντελεστές r απομείωσης μηχανικών χαρακτηριστικών

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

- r is defined by two levels:
- 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 :

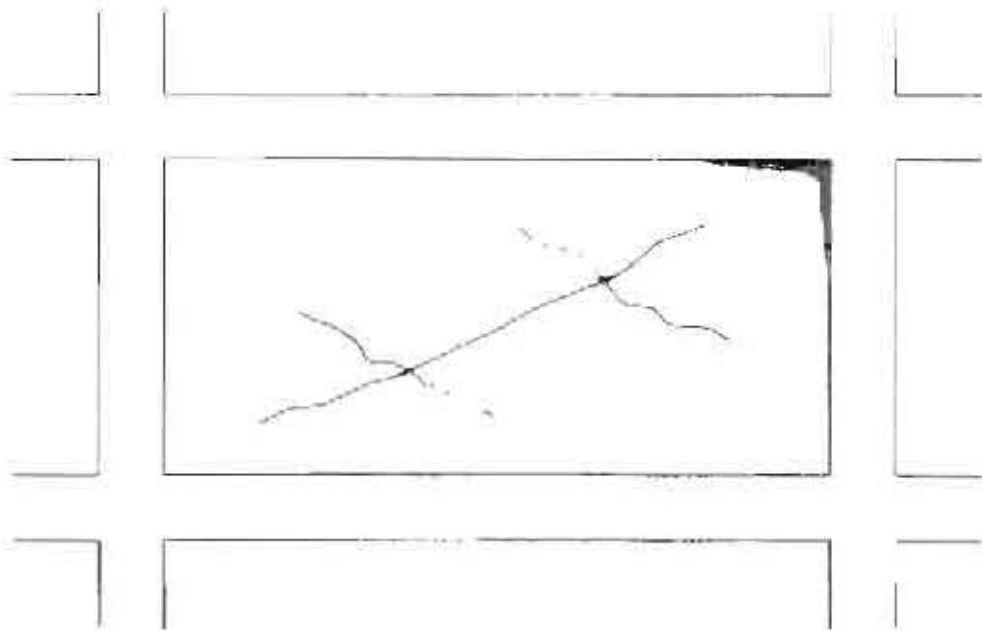
Τιμές r/γ_{Rd} , με γ_{Rd} > 1 δυσμενή επιρροή
 < 1 ευμενή επιρροή



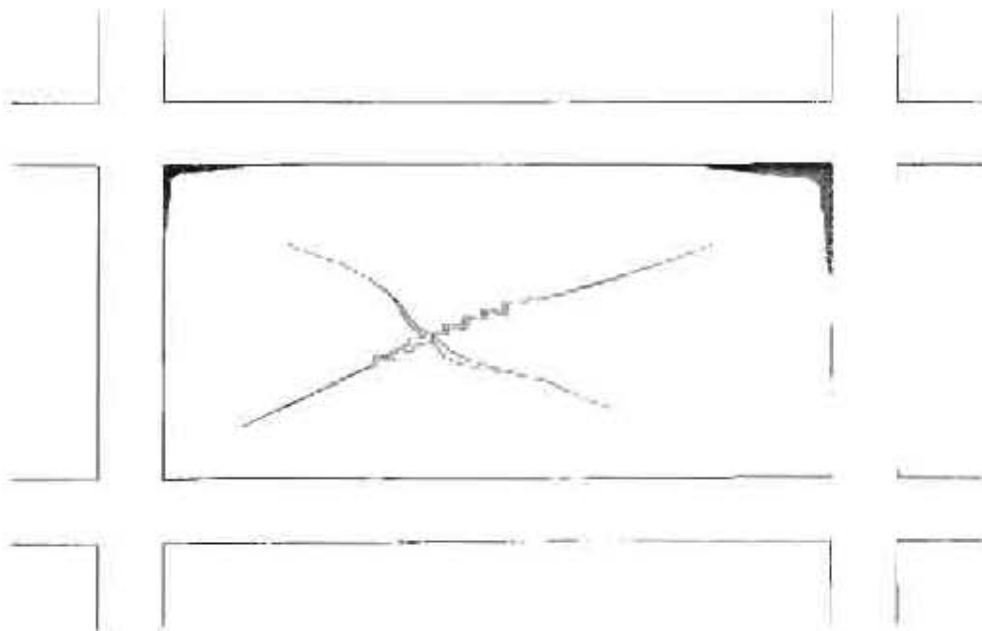
αποκόλληση ΦΟ και ΟΠ

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 15mm).	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 πιά 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 και τις ενδεχόμενες τοιχοπληρώσεις, επαρκής «πρισματικότητα» καθ' ύψος, με περιορισμένη εκκεντρότητα ανά όροφο, ενδεχομένως δε με απαίτηση παραμετρικών διερευνήσεων για σταδιακώς αυξανόμενες τυχηματικές εκκεντρότητες (μέχρι διπλασιασμού τους, σε περιπτώσεις τοιχοπληρώσεων).

β) ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΜΗ

Πρέπει να ισχύουν και 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 όροφον σε όροφον. Συνιστώνται σταθερές καθ' ύψος τιμές, ή σταδιακώς 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 όροφον σε όροφον, 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 ΔV_{Rw} η ενδεχόμενη απομείωση της συνολικής διατμητικής αντίστασης των τοιχοπληρώσεων και ΣV_{sd} η συνολική δρώσα τέμνουσα δύναμη για όλα τα πρωτεύοντα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία, ανά όροφον.