

## Αποτίμηση και Επεμβάσεις σε Υφιστάμενες Κατασκευές με βάση τον Ευρωκώδικα 8 και τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.

➤ Στέφανος Δρίτσος  
Καθηγητής  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

## ΔΥΣΜΕΝΕΙΑ ΠΑΛΑΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

- (α) Μόρφωση  $\Phi$ .Ο. με αρχιτεκτονικές υπερβολές  
(Έλλειψη κανονικότητας: γεωμετρίας ή αντοχής σε επίπεδο ορόφου ή κτιρίου)
- (β) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές  
(Έλλειψη υπολογιστικών μέσων: απουσία χωρικής ανάλυσης & διαδιάστατης πλαισιακής λειτουργίας)
- (γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί  
(Ανακριβή προσομοιώματα, απουσία ικανοτικού σχεδιασμού και πλαστιμότητας, ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις για ελάχιστα και μέγιστα, κ.α.)
- (δ) Σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις μικρότερες των αντιστοίχων για νέα κτίρια

### Σεισμικές Δράσεις

Παλαιά κτίρια:  $1,75\chi\epsilon$  π.χ.  $1,75\chi 0,08=0.14g$

Νέα κτίρια (μετά 1995):  $\alpha\chi 2.5/q$  π.χ.  $0.24\chi 2.5/3.5=0.17g$

$$\frac{0.14}{0.17} \cdot \frac{1.5}{3.5} \approx \frac{1}{3}$$

⇒ Δυναμική Δυσμείνεια της τάξεως του 1:3

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

- Ποιες κατασκευές έχουν προτεραιότητα να ενισχυθούν, και πως θα προσδιοριστούν σε μεμονωμένη βάση;
- Μπορούν (ή αξίζει τον κόπο) να ενισχυθούν και μέχρι ποιο σημείο; Μήπως η λύση της κατεδάφισης και ανακατασκευής είναι προτιμότερη;
- Τι μέσα (υλικά, μέθοδοι, τεχνικές) διατίθενται για να επέμβει κανείς και κάτω από ποιες προδιαγραφές αυτά εφαρμόζονται;
- Ποια είναι η καταλληλότερη μέθοδος ενίσχυσης ενός δεδομένου κτιρίου;
- Ποιο είναι το υπολογιστικό υπόβαθρο που είναι απαραίτητο στο μηχανικό για να τεκμηριώσει τις επιλογές του, και ποιες οι διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου των εργασιών;

## ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ➔ ΘΕΜΑ ΔΥΣΚΟΛΟΤΕΡΟ ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΝΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

- Γνώσεις λίγες και όχι επαρκώς τεκμηριωμένες
- Απουσία κανονισμού
- Μόρφωση του φορέα πιθανόν απαράδεκτη, αλλά υπαρκτή
- Αβέβαιες εκτιμήσεις βασικών δεδομένων στην αρχική φάση τεκμηρίωσης
- Χαμηλή ποιότητα σκυροδέματος, Διαβρωμένοι οπλισμοί, Κρυμμένες ατέλειες

## ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ → ΘΕΜΑ ΔΥΣΚΟΛΟΤΕΡΟ ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΝΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

- Απαιτείται καλή γνώση των μέσων που διατίθενται για επεμβάσεις

- Υλικά και Τεχνολογίες Επεμβάσεων
  - Ειδικόί Τύποι Σκυροδέματος
  - Πολυμερικές Κόλες (ρητίνες)
  - Επισκευαστικά Κονιάματα
  - Επικολητά Φύλλα από Χάλυβα ή Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRP)
  - Διατμητικοί Σύνδεσμοι (Βλήτρα) - Αγκύρια
  - Αγκυρώσεις και Συγκολλήσεις Νέων Ράβδων Οπλισμού

- Ειδικότερες Τεχνικές για :
  - Υποστυλώματα
  - Τοιχώματα
  - Δοκούς
  - Πλάκες
  - Κόμβους Δοκών-Υποστυλωμάτων
  - Στοιχεία Θεμελίωσης

- Χρήση νέων υλικών υπό διερεύνηση
- Μικρή ή και αρνητική εξειδίκευση και εμπειρία συνεργείων

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

5

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

### 1<sup>ο</sup> Στάδιο:

Τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης

### 2<sup>ο</sup> Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

### 3<sup>ο</sup> Στάδιο:

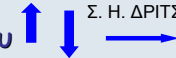
Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

### 4<sup>ο</sup> Στάδιο:

Αρχικός σχεδιασμός λύσης

### 5<sup>ο</sup> Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

6

## ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

- Συστάσεις για Προσεισμικές & Μετασεισμικές Επεμβάσεις (ΟΑΣΠ)
- ΠΕΤΕΠ = Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές  
([www.iok.gr](http://www.iok.gr), ΤΕΕ/ΙΟΚ 2008)
- Ευροκώδικας 8, Part3 "Assessment & Retrofitting of Buildings"
- ΚΑΝ.ΕΠΕ.  
(Ελληνικός Κανονισμός Επεμβάσεων, Σχέδιο 3, Μαρ.2009)  
([www.oasp.gr](http://www.oasp.gr))

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

7

EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

EN 1998-3: 2005

March 2005

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

Part 3: Assessment and retrofitting of buildings

Ευροκώδικας 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών

Μέρος 3: Αποτίμηση και Επισκευή/Ενίσχυση Κτιρίων

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## Γιατί χρειαζόμαστε έναν Κανονισμό για Επεμβάσεις;

Η μελέτη για επέμβαση είναι πολύ διαφορετική από τη μελέτη σχεδιασμού ενός νέου κτιρίου

### ▪ Άλλα πράγματα χρειάζονται

#### • Τεκμηρίωση υφιστάμενου φορέα

Αντοχές υλικών

Οπλισμοί

Γεωμετρία (και θεμέλια)

Πραγματικά φορτία

Προηγούμενες βλάβες ή φθορές ή ελαττώματα

➔ Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) - Knowledge Levels (KL)

➔ Συντελεστές αξιοπιστίας (Άλλοι συντελεστές ασφάλειας για τα υφιστάμενα)

➔ Νέοι συντελεστές ασφάλειας για τα νέα υλικά

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ▪ Άλλες μέθοδοι ανάλυσης απαιτούνται

Οι μέθοδοι ανάλυσης που σήμερα χρησιμοποιούνται (για νέα κτίρια) έχουν αξιοπιστία υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις που στα νέα κτίρια φροντίζουμε να πληρούνται.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι προϋποθέσεις αυτές δεν πληρούνται στα παλιά κτήρια.

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ▪ Τι είναι αστοχία;

Αντοχή < Ένταση

π.χ.  $M_{Rd} = 150 \text{ KNm} < M_{sd} = 200 \text{ KNm}$

Σε μία μελέτη νέου κτιρίου φροντίζουμε αυτό να μην ισχύει

Σε ένα υφιστάμενο που η ανισότητα μπορεί να ισχύει

Ερωτήματα: Τι επίπεδα βλάβης θα υπάρξουν;

Ποιες οι συνέπειες;

Θα τις δεχθούμε;

➔ Στάθμες επιτελεστικότητας - Οριακές καταστάσεις

▪ Άμεση χρήση μετά το σεισμό - Damage limitation

▪ Ασφάλεια ζωής ενοίκων - Significant damage

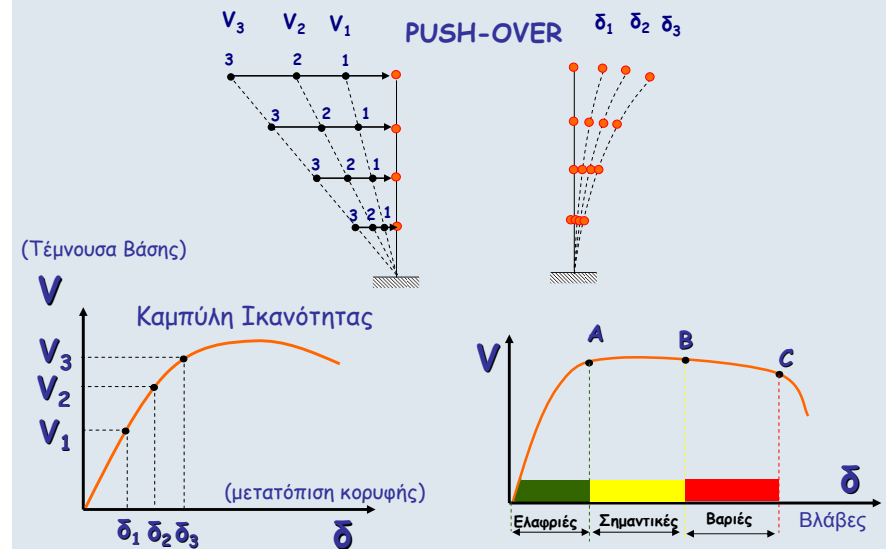
▪ Όριο κατάρρευσης - Near collapse

➔ Πρωτεύοντα - Δευτερεύοντα στοιχεία

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## Στάθμες Επιτελεστικότητας - Οριακές Καταστάσεις

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



- Ποια είναι η αντοχή (ή καλλίτερα η ικανότητα) δομικών μελών που δεν πληρούν προϋποθέσεις έντεχνης κατασκευής;

π.χ. - περιοχές με "κοντές αναμονές"  
 - έλλειψη αγκίστρων στα τσέρκια  
 - ανεπαρκείς αγκυρώσεις

- Ποια η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς  $q$ ;

$$q \leq 3.5$$

Ποια η εναλλακτική διαδικασία;

$$q_{loc} = m$$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ▪ Τοιχοπληρώσεις

Μέχρι τώρα τις αγνοούμε.  
 Γιατί;

- Έλλειψη προδιαγραφών ποιότητας και τρόπου κατασκευής (διαφορές αντοχών, σφηνώματα)
  - Αβέβαιοι τρόποι προσομοίωσης (άνοιγμα;)
  - Δεν κοστίζει πολύ να αγνοηθεί η συνεισφορά τους στις νέες κατασκευές
- Παράδειγμα

Συμμετοχή στην συνολική αντοχή της κατασκευής

	Φέρων οργανισμός	Τοιχοπληρώσεις	Σύνολο
Νέες κατασκευές	500	100	600
Παλαιές κατασκευές	100	100	200

Στις παλαιές κατασκευές ο ρόλος τους σημαντικός

Αν αγνοηθούν στην αποτίμηση των παλαιών κατασκευών →

Ανάγκη σοβαρών ενισχύσεων (συχνά ανέφικτων)

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

- Τρόποι και διαστασιολόγηση ενισχύσεων

↓  
 ΠΕΤΕΠ

↓  
 EC8-Part 3 & ΚΑΝ.ΕΠΕ.

- Ενίσχυση με εκτοξευόμενο
- Ενίσχυση με σύνθετα υλικά
- Ενίσχυση με νέα τοιχώματα
- Ενίσχυση με δικτυωτά συστήματα
- Ενίσχυση τοιχοπληρώσεων με εκτοξευόμενο → τοιχώματα τύπου sandwich

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## EC8-Part 3 & ΚΑΝ.ΕΠΕ.

### Λύνονται τα θέματα;

Κόστος:

Τεκμηρίωση +

Αποτίμηση Σεισμικής Αντοχής υπάρχοντος +

Μελέτη Ενίσχυσης ≈

8 x Κόστος Μελέτης Νέου Κτιρίου

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ (PERFORMANCE REQUIREMENTS)

(Οριακές καταστάσεις (LS) ή στάθμες εκτελεστικότητας ή επίπεδα βλάβης)

LS of Near Collapse (NC) ➔ Οιονεί κατάρρευση (ΚΑΝΕΤΠΕ), βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ κοντά στην κατάρρευση

LS of Significant Damage (SD) ➔ Ασφάλεια Ζωής (ΚΑΝΕΤΠΕ), κτίριο με αποδεκτές σοβαρές βλάβες όπως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων.

LS of Damage Limitation (DL) ➔ Άμεση χρήση (ΚΑΝΕΤΠΕ), Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν ουσιωδώς ξεπεράσει την διάρρηή τους

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

Για ποιά οριακή κατάσταση θα γίνει ο σχεδιασμός:

➔ Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

Για ποιό σεισμό σχεδιασμού:

➔ Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Οιονεί Κατάρρευση	Σοβαρές βλάβες ή Ασφάλεια ζωής	Μηδαμινές Βλάβες ή Άμεση Χρήση
2% Περιοδ. Επανάλ. 2475 χρόνια	NC <sub>2%</sub>	SD <sub>2%</sub>	DL <sub>2%</sub>
10% Περιοδ. Επανάλ. 475 χρόνια	NC <sub>10%</sub>	SD <sub>10%</sub>	DL <sub>10%</sub>
20% Περ. Επανάλ. 225 χρόνια	NC <sub>20%</sub>	SD <sub>20%</sub>	DL <sub>20%</sub>

ΚΑΝ.ΕΠΕ ➔ Δημόσια αρχή ➔ Ελάχιστος στόχος κατά περίπτωση  
➔ Ο κύριος του έργου ➔ επιλέγει

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ (COMPLIANCE CRITERIA)

### ▪ Διάκριση στοιχείων σε «πλάστιμα» και «Ψαθυρά»

Ανίωση ασφαλείας  $S_d \leq R_d$

Ψαθυρά: Έλεγχος σε όρους δυνάμεων (κατά τα γνωστά M, N, V)

Πλάστιμα: Έλεγχος σε όρους παραμορφώσεων (π.χ. )

Αν χρησιμοποιηθεί η μέθοδος q ➔ Έλεγχος σε όρους δυνάμεων

### ▪ Αντοχές υλικών

Υφιστάμενα υλικά: Μέσες τιμές/ συντελεστή αξιοπιστίας (συντελεστής αξιοπιστίας ανάλογα με την στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (Knowledge Level))

Νέα Υλικά: Χαρακτηριστικές Τιμές

### ▪ Διάκριση στοιχείων σε «σεισμικώς πρωτεύοντα» και «σεισμικώς δευτερεύοντα»

Σεισμικώς δευτερεύοντα: Αποδεκτές μεγαλύτερες βλάβες

## ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ (INFORMATION)

### ▪ Γενικές πληροφορίες

### ▪ Απαιτούμενα Δεδομένα

- Προσδιορισμός φέροντος οργανισμού και έλεγχος αν τηρεί τα κριτήρια κανονικότητας του EC8- Part 1
- Τύπος θεμελίωσης
- Συνθήκες εδάφους
- Διαστάσεις διατομών και μηχανικές χαρακτηριστικές υλικών
- Πληροφορίες για πιθανά ελαττώματα στα υλικά και στην τοποθέτηση του οπλισμού
- Πληροφορίες για τους κανόνες αντισεισμικού σχεδιασμού της εποχής μελέτης, q=?
- Χρήση κτηρίου και κατηγοριοποίηση σπουδαιότητας
- Επανεκτίμηση των πραγματικών δράσεων (φορτίων)
- Πληροφορίες για προγενέστερες ή παρούσες βλάβες και τυχόν επεμβάσεις

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ (INFORMATION)

### ■ Στάθμες αξιοπιστίας (Knowledge Levels)

KL1: Χαμηλή στάθμη αξιοπιστίας (Limited Knowledge)

KL2: Συμβατική στάθμη αξιοπιστίας (Normal Knowledge)

KL3: Υψηλή στάθμη αξιοπιστίας (Full Knowledge)

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ (INFORMATION)

### ■ Συντελεστές αξιοπιστίας CF (Confidence factors)

Ανάλογα με KL

Knowledge Level	Geometry	Details	Materials	Analysis	CF
KL1		Simulated design in accordance with relevant practice and from limited in-situ inspection	Default values in accordance with standards of the time of construction and from limited in-situ testing	LF-MRS (Ιδιομορφική)	$CF_{KL1} = 1,35$
KL2	From original outline construction drawings with sample visual survey or from full survey	From incomplete original detailed construction drawings with limited in-situ inspection or from extended in-situ inspection	From original design specifications with limited in-situ testing or from extended in-situ testing	All	$CF_{KL2} = 1,20$
KL3		From original detailed construction drawings with limited in-situ inspection or from comprehensive in-situ inspection	From original test reports with limited in-situ testing or from comprehensive in-situ testing	All	$CF_{KL3} = 1,00$

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ) κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.

- Υψηλή ➔ KL3
- Ικανοποιητική ➔ KL2
- Ανεκτή ➔ KL1
- Ανεπαρκής: επιτρέπεται, μόνο για δευτερεύοντα στοιχεία

**Χάλυβας:** Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

### Σκυρόδεμα

- Μέθοδοι εκτίμησης  $f_c$ : Συνδυασμός έμμεσων μεθόδων, βαθμονόμηση με λίγους πυρήνες. Προσοχή στις καμπύλες αναγωγής και συσχέτισης.
- 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 "κρίσιμο" όροφο.
- Επιπλέον μέθοδοι (υπερηχοσκόπηση ή κρουσιμέτρηση ή εξόλκευση ήλου για  $f_c < 15 \text{ MPa}$ ):
  - Υψηλή ΣΑΔ/όροφο: 45% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
  - Ικανοποιητική ΣΑΔ/όροφο: 30% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
  - Ανεκτή ΣΑΔ/όροφο: 15% κατ.στοιχ./7,5% ορ. στοιχ.

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

▪ **Δεδομένα:**

ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ	ΙΔΙΑ ΒΑΡΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, κ.λ.π.
--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--

ΟΠΛΙΣΗ		
ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΑΒΔΩΝ	ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΜΟΝΕΣ	«ΚΛΕΙΣΙΜΟ» ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

▪ **Πρόελευση Δεδομένου:**

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 κατά τη διερεύνηση
3. Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά, σε μορφή κειμένου υπομνήματος, σε σχέδιο της αρχικής μελέτης.
4. Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα
5. Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσο τρόπο
6. Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά κρίση Μηχανικού
7. Δεν υπάρχουν δεδομένα

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (ASSESSMENT)

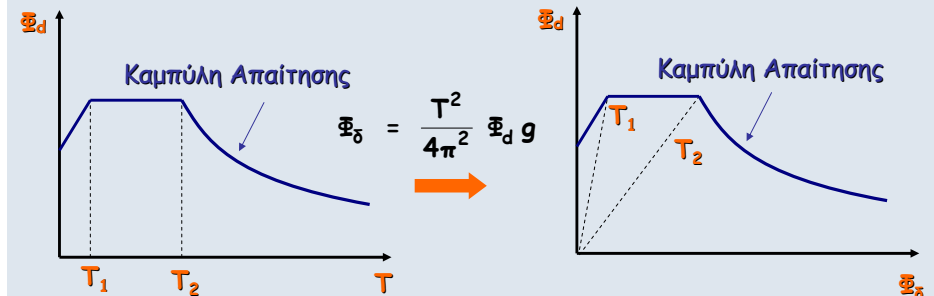
- **Σεισμικές Δράσεις και Συνδυασμός δράσεων, Ελαστικό Φάσμα**  
Ισχύει EC8-Part1
- **Έλεγχοι : «Ψαθυροί» και «Πλάστιμοι» Τρόποι Αστοχίας**
- **Μέθοδοι Ανάλυσης**

(με διαφορές προϋποθέσεων κατά EC8 και ΚΑΝ.ΕΠΤΕ.)

Ίδιες με αυτές που αφορούν τις νέες κατασκευές (EC8-Part 1)

- α) Μέθοδος Ανάλυσης οριζόντιας Φόρτισης (ελαστική)
- β) Ιδιομορφική Ανάλυση Φάσματος Απόκρισης (ελαστική)
- γ) Μη Γραμμική Στατική Ανάλυση (push-over)
- δ) Μη γραμμική Ανάλυση Χρονοϊστορίας (Δυναμική)
- ε) **Με έλεγχο δυνάμεων:** Μέθοδοι α) ή β) με χρήση q.  
q=1,5 για κατασκευές από σκυρόδεμα  
q=2,0 για μεταλλικές κατασκευές  
Μεγαλύτερες τιμές q μετά από επιβεβαίωση

## ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



$$V = \alpha \Phi_d W$$

$$\delta = \beta \Phi_\delta$$

n	α	β
1	1	1
2	0,90	1,20
5	0,80	1,35

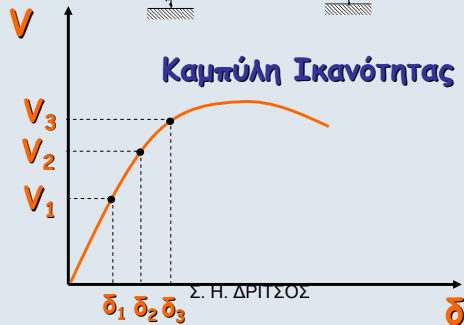
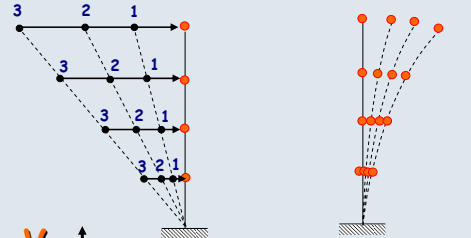


Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"

$V_3 V_2 V_1$  **PUSH-OVER**  $\delta_1 \delta_2 \delta_3$



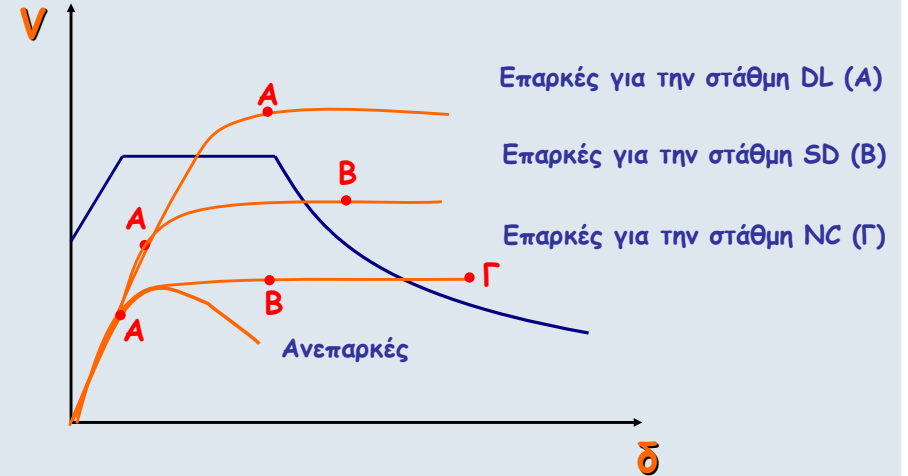
Καμπύλη Ικανότητας

$V_3$   
 $V_2$   
 $V_1$

$\delta_1 \delta_2 \delta_3$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



Επαρκές για την στάθμη DL (Α)

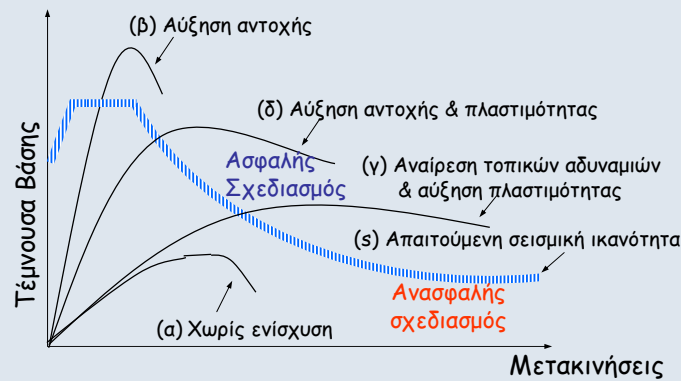
Επαρκές για την στάθμη SD (Β)

Επαρκές για την στάθμη NC (Γ)

Ανεπαρκές

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ



Στρατηγικές Ενίσχυσης

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

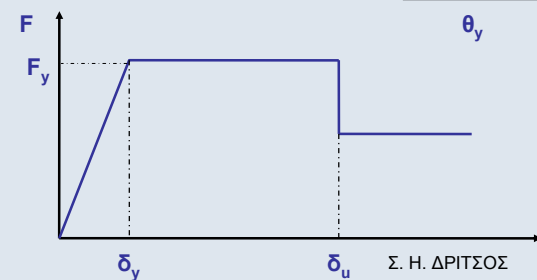
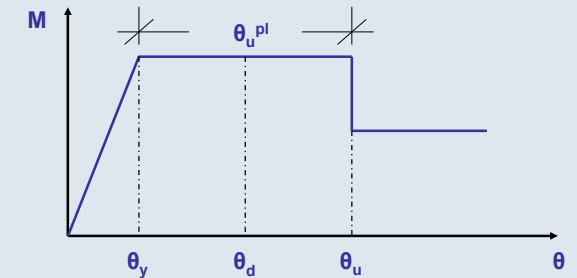
## ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

EC8-Part3: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α (Informative)

ΚΑΝ.ΕΠΕ.

$$m = \frac{\theta_d}{\theta_y}$$

$$K = EI_{ef} = \frac{M_y \cdot L_s}{3\theta_y}$$



$$K = \frac{F_y}{\delta_y}$$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ



## ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΛΩΝ

Ικανότητα στροφής χορδής κατά τη διαρροή:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_V z}{3} + 0,0014 \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad \text{Δοκοί και Υποστυλώματα}$$

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_V z}{3} + 0,0013 + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad \text{Τοιχεία ορθογωνικής, Τ- και Ι- Διατομής}$$

Οριακή ικανότητα στροφής χορδής:

$$\theta_{um} = 0,016 \cdot (0,3)^V \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \frac{\alpha \rho_s f_{yw}}{f_c} \right) (1,25^{100} \rho_d)$$

Πλαστικό τμήμα ικανότητας στροφής χορδής:

$$\theta_{um}^{pl} = \theta_u - \theta_y = 0,0145 (0,25)^V \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} \right]^{0,3} (f_c)^{0,2} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \frac{\alpha \rho_s f_{yw}}{f_c} \right) (1,275^{100} \rho_d)$$

## Μάτιση Ράβδων με νευρώσεις σε ευθύγραμμο μήκος $l_o$

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό
- Για  $M_y, \varphi_y, \Theta_y$ :  $f_y \times l_o / l_{o, \min}$ , αν  $l_o < l_{o, \min} = (0,3 \cdot f_y / \sqrt{f_c}) \cdot d_b$
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία:  $\Theta_{um}^{pl} \times l_o / l_{o, \min}$ , αν  $l_o < l_{o, \min} = d_b \cdot f_y / [(1,05 + 14,5 \cdot \alpha_{rs} \cdot \omega_{sx}) \sqrt{f_c}]$

## Μάτιση λείων Ράβδων με άγκυστρα & ευθύγραμμο μήκος παράθεσης $l_o > 15d_b$

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό
- Για  $M_y, \varphi_y, \Theta_y$ : πλήρες  $f_y$  εφελκυσμένων ράβδων
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία:  $\Theta_{um}$  επιπλέον  $\times (10 + l_o / d_b) / 50$ , αν  $l_o < 40d_b$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Στάθμη Επιτελεστικότητας:

- Άμεση Χρήση (DL):  $\theta_d = \theta_y$

- Ασφάλεια Ζωής (SD):

Πρωτεύοντα:

$$\theta_d = \frac{1}{Y_{Rd}} \frac{\theta_y + \theta_u}{2}$$

Δευτερεύοντα ή Τοιχοπληρώσεις:

$$\theta_d = \frac{\theta_u}{Y_{Rd}}$$

Όπου:  $Y_{Rd} = 1,8$  για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα  
 $Y_{Rd} = 3,0$  για τοιχοπληρώσεις

- Οιονεί Κατάρρευση (NC)

$$\theta_d = \frac{\theta_u}{Y_{Rd}}$$

Όπου:  $Y_{Rd} = 1,8$  για πρωτεύοντα  
 $Y_{Rd} = 1,0$  για δευτερεύοντα ή τοιχοπληρώσεις

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Δοκοί και Υποστυλώματα

$$V_R = \frac{h-x}{2L_s} \min(N; 0,55 A_c f_c) + (1 - 0,05 \min(5; \mu_0^{pl})) \left[ 0,16 \max(0,5; 100 \rho_{tot}) (1 - 0,16 \min(5; \alpha_s)) \sqrt{f_c} A_c + V_w \right]$$

Όπου:

$$V_w = \rho_w b_w z f_{yw}$$

Για ορθογωνικές διατομές

$$V_w = \frac{\pi A_w}{2 s} f_{yw} (D - 2c)$$

Για κυκλικές διατομές

Τοιχώματα

$$V_{R, \max} = 0,85 (1 - 0,06 \min(5; \mu_0^{pl})) \left( 1 + 1,8 \min(0,15; \frac{N}{A_c f_c} \right) (1 + 0,25 \max(1,75; 100 \rho_w)) (1 - 0,2 \min(2; \alpha_s)) \sqrt{f_c} b_w z$$

Κοντά Υποστυλώματα ( $L/h \geq 2$ )

$$V_{R, \max} = \frac{4}{7} (1 - 0,02 \min(5; \mu_0^{pl})) \left( 1 + 1,35 \frac{N}{A_c f_c} \right) (1 + 0,45 (100 \rho_{tot})) \sqrt{\min(40; f_c)} b_w z \sin 2\delta$$

## ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.  
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 8.1 Γενικές Απαιτήσεις

- Έλεγχος διεπιφανειών

### 8.2 Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων

- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας έναντι τέμνουσας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας

### 8.3 Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων

- Ανεπάρκεια λόγω διαγώνιας θλίψης κόμβου
- Ανεπάρκεια οπλισμού κόμβου

### 8.4 Επεμβάσεις σε Τοιχώματα

- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της πλαστιμότητας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας

### 8.5 Εμφάνωση Πλαισίων

- Προσθήκη απλού “γεμίματος”
- Τοιχωματοποίηση πλαισίων
- Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως
- Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα

### 8.6 Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων

- Σύνδεσμοι
- Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων
- Διαφράγματα

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

### 8.7 Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

	Σκυρόδεμα	Χάλυβας	Σύνθετα
<b>8.1 Γενικές Απαιτήσεις</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Έλεγχος διεπιφανειών</li></ul>			
<b>8.2 Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης</li><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας έναντι τέμνουσας</li><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας</li><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας</li></ul>			
<b>8.3 Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ανεπάρκεια λόγω διαγώνιας θλίψης κόμβου</li><li>▪ Ανεπάρκεια οπλισμού κόμβου</li></ul>			
<b>8.4 Επεμβάσεις σε Τοιχώματα</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης</li><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας</li><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας</li><li>▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας</li></ul>			
<b>8.5 Εμφάνωση Πλαισίων</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Προσθήκη απλού “γεμίματος”</li><li>▪ Τοιχωματοποίηση πλαισίων</li><li>▪ Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως</li><li>▪ Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα</li></ul>			
<b>8.6 Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Σύνδεσμοι</li><li>▪ Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων</li><li>▪ Διαφράγματα</li></ul>			
<b>8.7 Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης</b>			



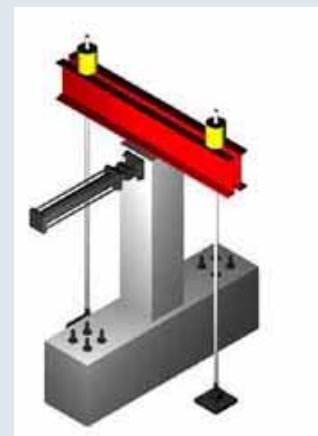
Εκτράχυνση με Αμμοβολή

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ



### Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

42



### Βλάβες σε Δοκίμιο με Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα και Βλήτρα

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

43



### Βλάβες σε Δοκίμιο με Έγχυτο Σκυρόδεμα, Λεία Διατιφάνεια χωρίς Διατμητικούς Συνδέσμους

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

44

# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

## Ανίσωση Ασφαλείας

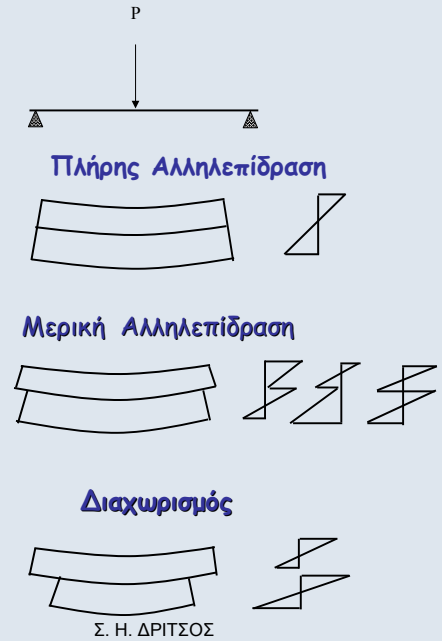
$$R_{id} \geq S_{id}$$

Αντίσταση Διεπιφάνειας  
(σε θλίψη, σε εφελκυσμό, διατμητική)  
(βλ. Κεφ.6)

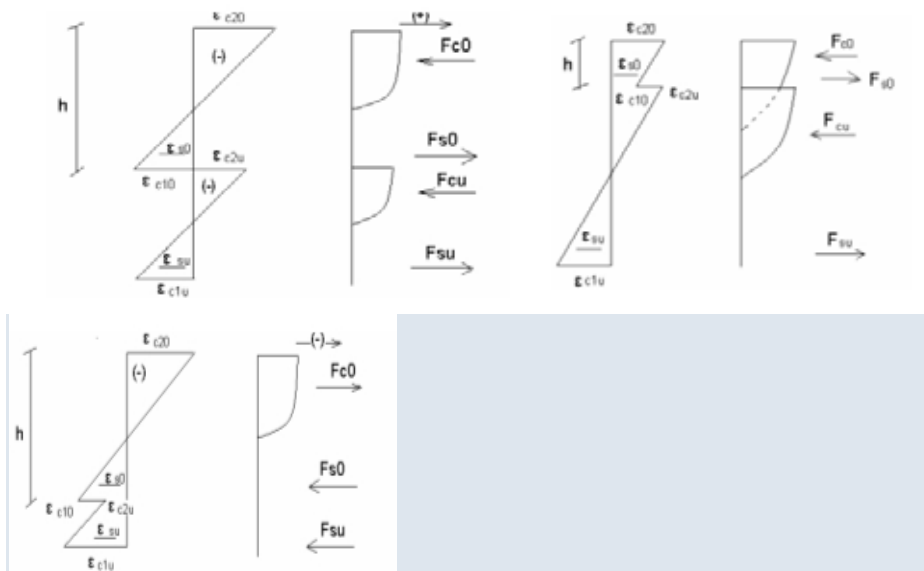
Εντατικά Μεγέθη  
που δρουν στη διεπιφάνεια

- Ελάχιστα και Μέγιστα

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

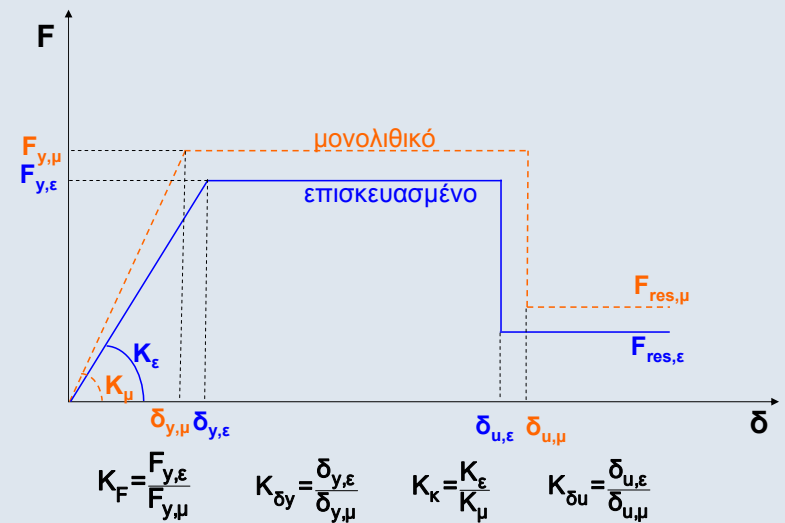


## Πιθανή Κατανομή Παραμορφώσεων και Τάσεων



Πόσο θα ήταν το λάθος αν θεωρούσαμε μονολιθική συμπεριφορά;

## ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ-ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΜΕ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

48

## ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΝΟΛΙΘΙΚΟΤΗΤΑΣ

$$k_k = \frac{\text{Δυσκαμψία πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Δυσκαμψία μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_r = \frac{\text{Αντοχή πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Αντοχή μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_k \leq k_r \leq 1,0$$

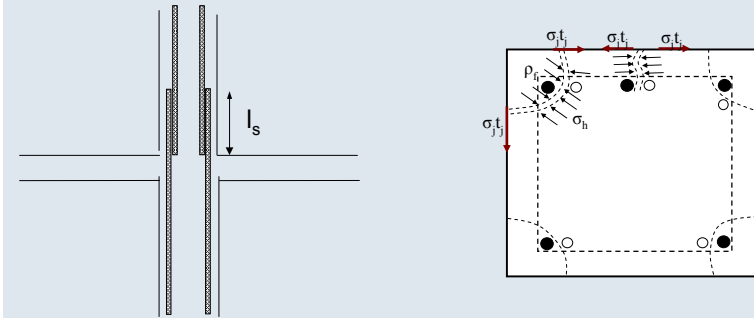
$$k_\mu = \frac{\text{Πλαστιμότητα πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Πλαστιμότητα μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_{\delta u} = \frac{\text{Οριακή παραμόρφωση πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Οριακή παραμόρφωση μονολιθικού στοιχείου}}$$

Προσεγγιστική Μέθοδος Μονολιθικής Συμπεριφοράς

Αντοχή, Πλαστιμότητα, Δυσκαμψία, Ικανότητα Παραμόρφωσης Ενισχυμένου Στοιχείου =  $\mathbf{K}_i$  (Αντοχή, Πλαστιμότητα, Δυσκαμψία, Ικανότητα Παραμόρφωσης Μονολιθικού Στοιχείου )

## ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΑ ΜΗΚΗ ΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΡΑΒΔΩΝ



$$T_{\alpha\pi} = (1-\lambda_s) A_b f_s$$

$$T = \mu(\rho_f l_s) \sigma_h \rightarrow \sigma_{h,\alpha\pi} = \frac{(1-\lambda_s) A_b f_s}{\mu \rho_f l_s}$$

$$\sigma_j t_j = \sigma_h B \quad \text{όπου: } \beta = \rho_f / B$$

$$t_{j,\alpha\pi} = \frac{(1-\lambda_s) A_b f_s}{\beta \mu l_s \sigma_j}$$

## Για Γωνιακές Ράβδους

$$\left( A_j / s \right)_{\alpha\pi} = \left[ k_1 \left( \frac{f_{sy} d_s}{f_c l_s} \right) - 0,4 \frac{c}{d_s} - 0,30 \right]^2 \frac{f_c^2 \cdot d_s^2}{k_2 \cdot E_j \cdot f_{ctm}}$$

$$A_j / s = t_j \quad \text{για συνεχή μανδύα}$$

$k_1 = 1,7$  για στάθμη επιτελεστικότητας Α  
 $= 1,5$  για στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ

$$k_2 = 0,3$$

$$\frac{c}{d_s} \geq 2$$

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

- Προσθήκη Ελασμάτων (χάλυβα ή ΙΟΠ) ή υφασμάτων από ΙΟΠ στο εφελκόμενο πέλμα
- Προσθήκη Νέας Στρώσης Οπλισμένου Σκυροδέματος στο εφελκόμενο ή στο θλιβόμενο πέλμα

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΘΛΙΒΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

- Προσθήκη Νέας Στρώσης Οπλισμένου Σκυροδέματος στο εφελκόμενο ή στο θλιβόμενο πέλμα

## ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΘΛΙΒΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

- Συνίσταται η χρήση μανδουών

# Καμπτική Ενίσχυση

Building Klinkerstr, Amsterdam



## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ Η ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ

- Το υφιστάμενο στοιχείο πρέπει να μπορεί να αναλάβει την ένταση από μόνιμα φορτία
- Στην φάση αστοχίας να έχει διαρρέψει ο υφιστάμενος εφελκόμενος σπλισμός
- Το υλικό ενίσχυσης θεωρείται νέος εξωτερικός σπλισμός και το στοιχείο μονολιθικό  
Εφελκυστικές Δυνάμεις από την **συνολική καμπτική** ένταση  
→ Νέος + Παλιός σπλισμός

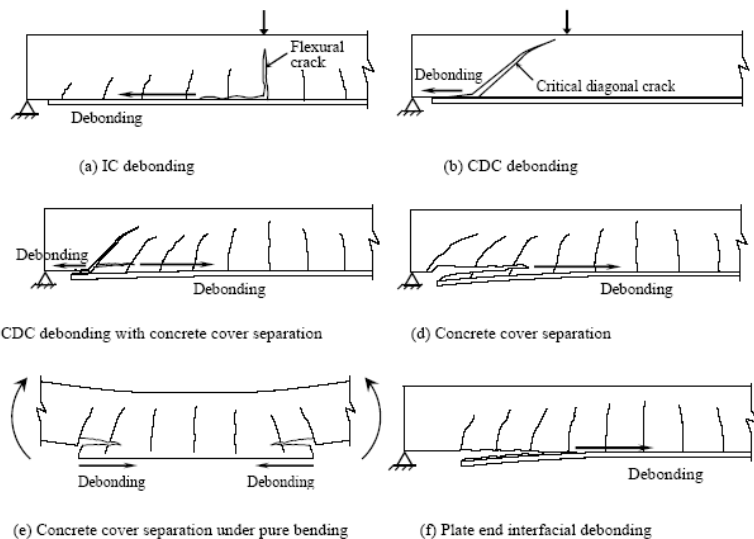
Προσεγγιστικά:

$$A_j = \frac{\Delta M_{do}}{z \sigma_{jd}}$$

- Κατασκευαστικές Διατάξεις  
πάχος, πλάτος, πλήθος στρώσεων, χρήση βλήτρων, αποστάσεις
- Όχι σε περιοχές αλλαγής προσήμου της ροπής

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

54



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

55



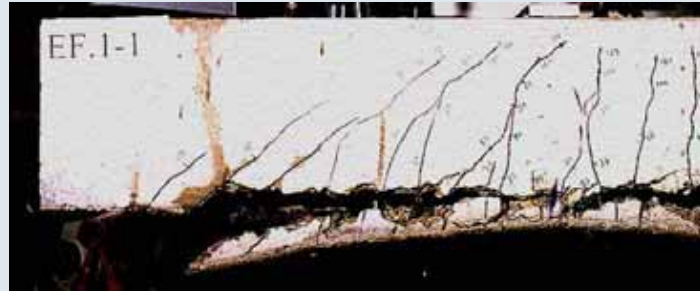
Teng et al, 2002



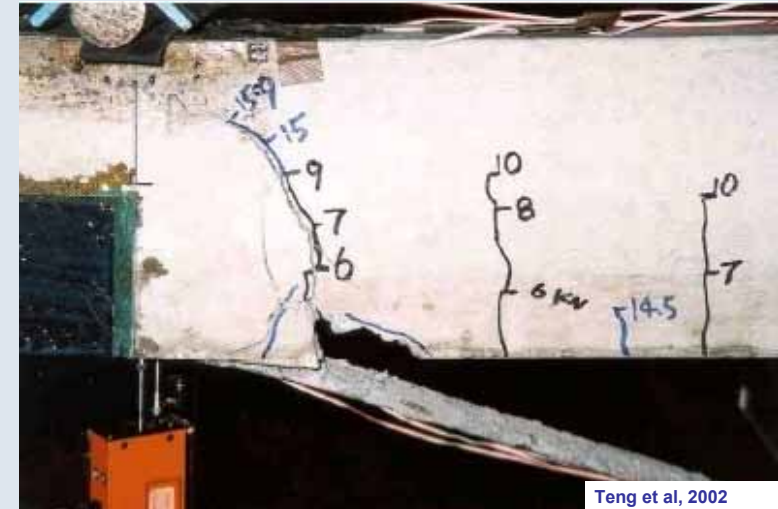
Αναλαμβάνόμενη δύναμη επικολλητών φύλλων συναρτήσεως του μήκους αγκύρωσης



Teng et al, 2002

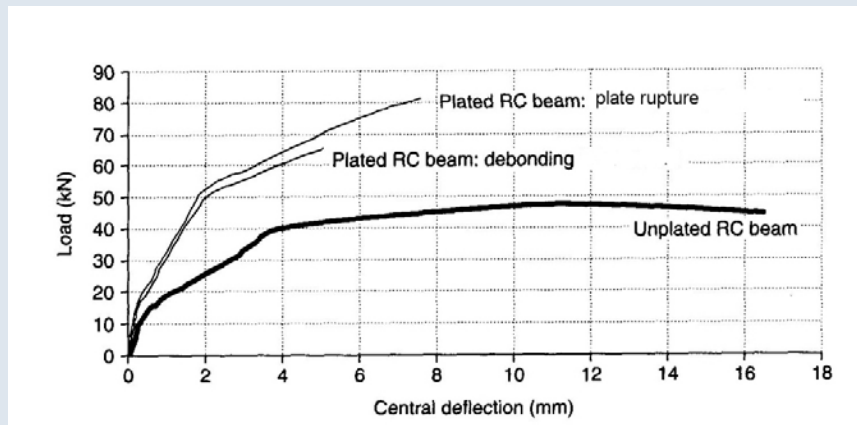


Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρασ του σύνθετου υλικού



Teng et al, 2002

### Διάγραμμα Φορτίου-Βύθισης για Δοκούς Ενισχυμένες με Επικολητά Ελάσματα



### Τάση Σχεδιασμού Υλικού Ενίσχυσης

$$\sigma_{jd} = ;$$

#### Πιθανές Μορφές Αστοχίας

- Θραύση του υλικού ενίσχυσης:  $\sigma_{jd} = \frac{1}{\gamma_m} \cdot f_{jk}$
- Πρόωρη αποκόλληση του υλικού ενίσχυσης (στα άκρα ή σε ενδιάμεσες θέσεις):  $\sigma_j = \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} \quad \gamma_{Rd} = 1,2$

$$\sigma_{j,crit} = \beta \cdot \frac{T_{\text{αποκ.}}}{t_j} \cdot L_e$$

$$\beta = \beta_w \cdot \beta_L$$

Διορθωτικός συντελεστής

$$L_e = \sqrt{\frac{E_j t_j}{2f_{ctm}}}$$

Ενεργό μήκος αγκύρωσης

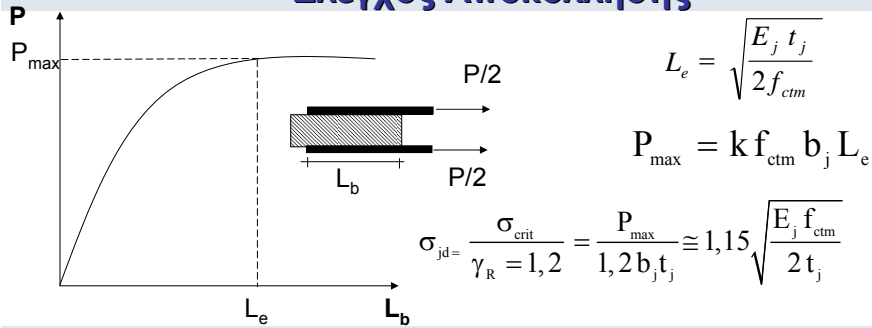
$\beta_w$ : Επιρροή πλάτους οπλισμού ενίσχυσης  
 $\beta_L$ : Επιρροή διατιθέμενου μήκους αγκύρωσης

$$t_j = \psi \cdot k \cdot t_{j1}$$

$t_{j1}$  = πάχος στρώσης

$$\psi = k^{-1/4} \quad \text{με } k = \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$

## Έλεγχος Αποκόλλησης



Ας θεωρηθεί η περίπτωση μίας δοκού από σκυρόδεμα C16/20 που ενισχύεται στο εφελκόμενο πέλμα με ένα έλασμα ΙΟΠ-Άνθρακα, πάχους  $t_j=1\text{mm}$  και πλάτους  $b_j=1/2b_w$ . Εξετάζοντας την 2η μορφή αστοχίας λαμβάνεται:

$$f_{ctm} \cong 0.3 f_{ck}^{2/3} = 0.316^{2/3} = 1.92 \text{ MPa} \text{ και}$$

$$\sigma_{j,crit} = 1.15 \sqrt{\frac{200 \times 1.92 \times 10^3}{2}} = 504 \text{ MPa}$$

Χρήσιμη τεχνική για ενισχύσεις γύρω από νέα ανοίγματα σε πλάκες, τοιχώματα

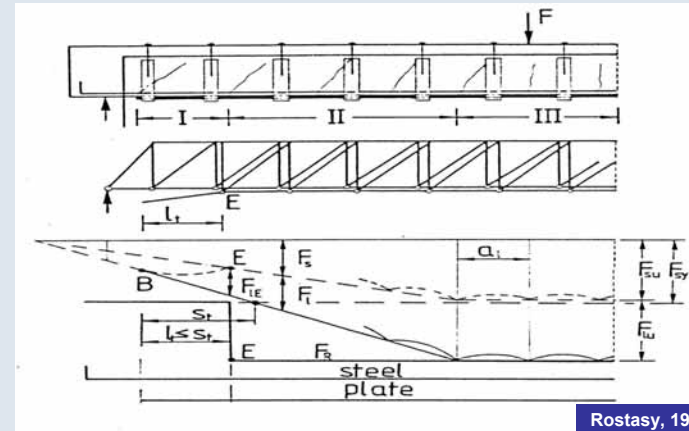
$$t_j \uparrow \Rightarrow \sigma_{j,crit} \downarrow \text{ ΔΡΙΤΣΟΣ}$$

61

## Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

$$V_{sd, απολ.} \leq V_{cd, απολ.}$$

$$M_{sd, απολ.} \leq 0.67 M_{Rd, απολ.}$$

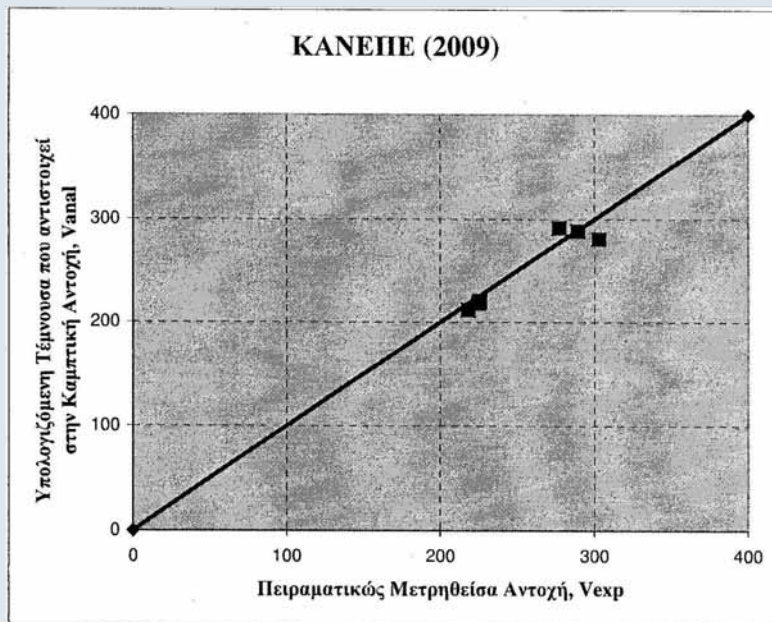


Rostasy, 1997

$$V_{sdj} = \frac{A_j \sigma_{jd}}{A_{so} f_{ydo} + A_j \sigma_{jd}} V_{sd, απολ.}$$

62

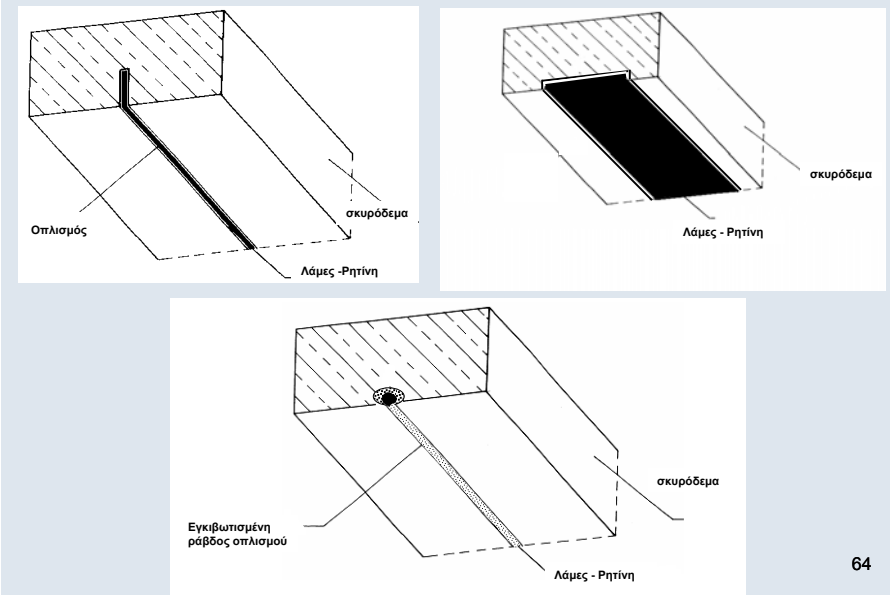
## ΚΑΝΕΠΕ (2009)



Μιτολιδης, Διδακτορική Διατριβή 2009, ΑΠΘ.

## Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός “Αυλακιών”

(Δεν καλύπτεται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.)



64



## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΑΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

### Εκτίμηση ικανότητας

- Με συνεκτίμηση της ολίσθησης
- Προσεγγιστικά με χρήση συντελεστών μονολιθικότητας

Για πλάκες:

$$k_k = 0,85 \quad k_r = 0,95 \quad k_{\theta y} = 1,15 \quad k_{\theta u} = 0,85$$

Για λοιπά στοιχεία:

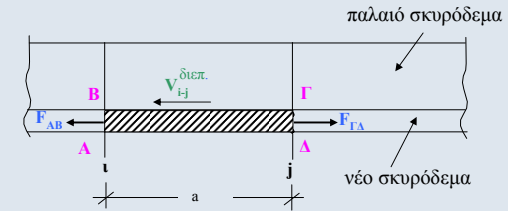
$$k_k = 0,80 \quad k_r = 0,85 \quad k_{\theta y} = 1,25 \quad k_{\theta u} = 0,75$$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

65

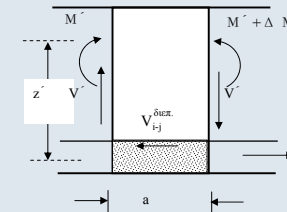
## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΑΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

### Έλεγχος Διεπεφανειών - Αγκυρώσεων



$$V_{i-j}^{διεπ.} = F_{AB} - F_{\Gamma\Delta}$$

ή



$$V_{i-j}^{διεπ.} = \frac{\Delta M'}{z'} = V' \frac{a}{z'}$$

$M', V' =$  Ροπή, Τέμνουσα λόγω δράσεων μετά την επέμβαση

$$V_{i-j}^{διεπ.} \leq V_{Rd}^{διεπ.}$$

$$\text{Ελάχιστο Ποσοστό Βαθμωτών} = \frac{A_{sd}}{A_{\sigma}} \geq 0,18 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$

66



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

67

## ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.



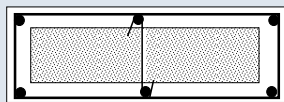
68



69



70



Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

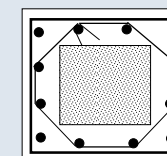
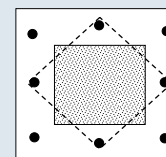
Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

71

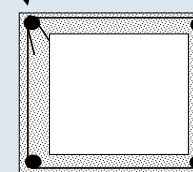
Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

ΟΧΙ

ΝΑΙ



γωνία 45°



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

72



Άνοιγμα Συνδετήρων

73



Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα

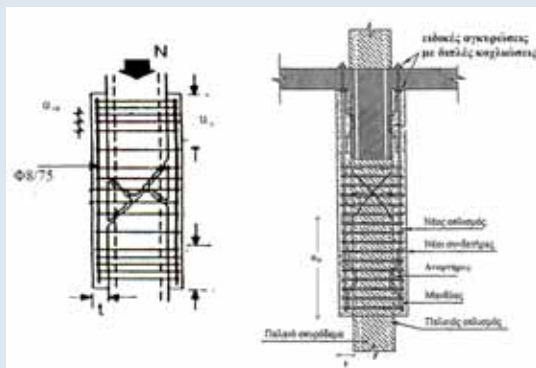
74

### ΜΑΝΔΥΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

#### Εκτίμηση Ικανότητας

Με συνεκτίμηση της σχετικής ολίσθησης στις διεπιφάνειες ή  
Με χρήση συντελεστών μονολιθικότητας (Ref. 10, 12, 24)

Έλεγχος Μεταφοράς Δυνάμεων: Αρχικό Στοιχείο-Μανδύας



Ενδεικτική απεικόνιση άκρων μανδύα  
(α) Με επαρκές μήκος συναρμογής και στα δύο άκρα  
(β) Χωρίς επαρκές μήκος συναρμογής στο ένα άκρο

75

#### Θλίβουσα Δύναμη Μανδύα

$$F_{ctm} = 4u_o \mu f_{ctm} + 10n_b \frac{A_{sb}}{h_s} + n_D F_{uD}$$

Τριβή      Αναρτήρες  
                  "πάπιες"      Βλήτρα

#### Ελάχιστοι Συνδετήρες Μανδύα

ΕΚΩΣ 2000

Και  $\frac{A_{sw}}{\alpha_{sw}} \geq \frac{t \cdot f_{ctm}}{f_{ywd}}$  , δηλ.  $\alpha_{sw} \leq 0.8 \left( \frac{f_{ywd}}{f_{ctm}} \right) \cdot \frac{d_h^2}{t}$

#### Προσεγγιστική Μέθοδος Μονολιθικής Συμπεριφοράς

$k_k = 0,80$

$k_r = 0,90$

$k_{\theta y} = 1,25$

$k_{\theta u} = 0,80$

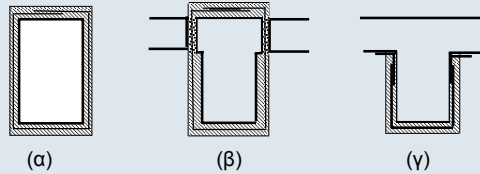
Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

76

## ΑΥΞΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

Ανεπάρκεια Έναντι Λοξής Θλίψης ( $V_{sd} > V_{Rd2}$ )

- Με περισφιγξη  
 $f_{ck,c} = (1,125 + 1,25a_w) f_{ck}$
- Με προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος
  - κλειστός μανδύας (συνιστάται)
  - τρίπλευρη ενίσχυση



Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας σε λοξή θλίψη:  
 (α), (β) Κλειστές ενισχύσεις, (γ) Ανοικτές ενισχύσεις

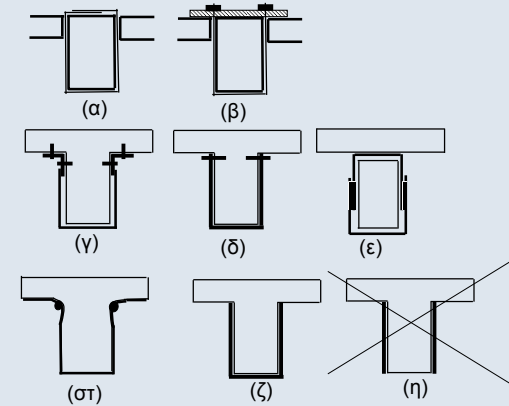
$$V_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} (V_{Rd,r} + V_{RM})$$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

77

Ανεπάρκεια Οπλισμού Διάτμησης ( $V_{sd} > V_{Rd3}$ )

- Με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
- Με εξωτερικά στοιχεία από χάλυβα ή ΙΟΠ



Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας οπλισμού διάτμησης:  
 (α), (β) “κλειστή” ενίσχυση, (γ), (δ), (ε), (στ) “ανοικτή” ενίσχυση με αγκυρωμένα άκρα & (ζ) “ανοικτή” ενίσχυση αποδεκτή κατά την παρούσα

78

ΑΥΞΗΣΗ  $V_{Rd3}$

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} + V_{jd}$$

Παλαιοί Συνδετήρες:  $V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Νέα Ενίσχυση:  $V_{jd} = \sigma_{jd} \cdot \rho_j \cdot b_w \cdot h_{j,ef} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin^2 \alpha$

$$\rho_j = \frac{2A_j}{s_j \cdot b_w \cdot \sin \alpha} \quad A_j = t_j \cdot w_j \quad t_j = A_j / s_j \quad h_{j,ef} = 2/3 \cdot d$$

Για  $\theta = 45^\circ$  και  $\alpha = 90^\circ$ :  $V_{jd} = \sigma_{jd} \cdot \rho_j \cdot b_w \cdot h_{j,ef} = \frac{2A_j}{s_j} \cdot h_{j,ef} \cdot \sigma_{jd}$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

79

## Τάση Σχεδιασμού Υλικού Ενίσχυσης

$$\sigma_{jd} = ;$$

Πιθανές Μορφές Αστοχίας

- Θραύση υλικού ενίσχυσης
- Μείωση της συμβολής του σκυροδέματος ( $V_c$ ) λόγω σημαντικής διεύρυνσης ανοίγματος ρωγμής
- Πρόωρη αποκόλληση λόγω ανεπάρκειας σύνδεσης

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

80

## “ΚΛΕΙΣΤΕΣ” ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

- Για ΙΟΠ απαιτείται επαρκής υπερκάλυψη των άκρων του (150 έως 200mm)
- “Ανοικτές” Ενισχύσεις με εξασφάλιση πλήρους αγκύρωσης των άκρων = ονοιά “κλειστές”

$$\sigma_{jd} \leq \frac{1}{\gamma_m} f_{jk}$$

Για Χάλυβα

$$\gamma_m = 1,2 \quad f_{jk} = f_{syk}$$

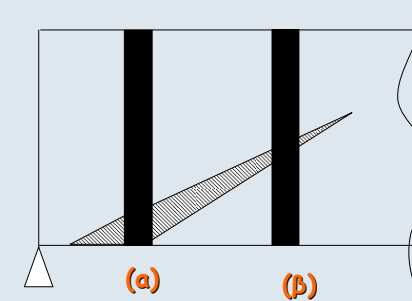
Για ΙΟΠ

$$\gamma_m = 1,2 \quad f_{jk} = E_j \cdot \varepsilon_{j,crit} \quad \varepsilon_{j,crit} = k_v \cdot \varepsilon_{j,max} \quad k_v = 0,5$$

$$\varepsilon_{j,max} = \min(\psi \varepsilon_{ju}, 1,5\%) \quad \psi = k^{-1/4}$$

81

## ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕ Ι.Ο.Π.



- Η τάση στις ίνες εξαρτάται από το εύρος της ρωγμής που γεφυρώνουν.
  - Δεν υπάρχει ανακατανομή της έντασης
  - Αστοχούν οι ίνες στη θέση (α) πριν καλά-καλά ενεργοποιηθούν οι ίνες στην θέση (β)
- ➔ Μέση τιμή αντοχής  $\approx \frac{1}{2} \max$  Αντοχής ➔  $k_v = 0,5$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

82

## “ΑΝΟΙΚΤΕΣ” ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

$$\sigma_{jd} \leq \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} \quad \sigma_{jd,crit} = k_v \sigma_{j,max} < \sigma_{jd, \text{“κλειστό”}} \quad \gamma_{Rd} = 1,2$$

Μέγιστη τάση για να αποφευχθεί η αποκόλληση

$$\sigma_{j,max} = \beta \frac{\tau_b^{\alpha_{\text{ποκ.}}}}{t_j} L_e = \beta \sqrt{\frac{E_j \cdot f_{ctm}}{2 t_j}} \quad \beta = \beta_w \cdot \beta_L$$

Για ΙΟΠ

$$k_v = \begin{cases} 0,525 & \lambda \leq 0,5 \\ 0,40 + 0,25 \lambda & \lambda > 0,5 \end{cases} \text{ για } \lambda > 0,5$$

$$\lambda = \frac{\text{διατιθέμενο μήκος}}{\text{μήκος αγκύρωσης}} = \frac{L_{av}}{L_e} = \frac{h_{j,ef}}{L_e}$$

Για Χάλυβα

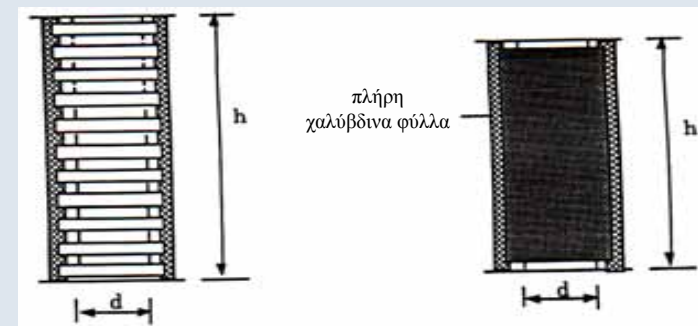
$$\text{Αν } \sigma_{jd,crit} \geq \sigma_{jd, \text{“κλειστό”}} \quad k_v = 1,0$$

$$\text{Αν } \sigma_{jd,crit} < \sigma_{jd, \text{“κλειστό”}} \quad k_v \text{ όπως ΙΟΠ}$$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

83

## Περίσφιγξη με μεταλλικό κλωβό ή μεταλλικό μανδύα



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

84

# ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΚΛΩΒΟΣ



85



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

86

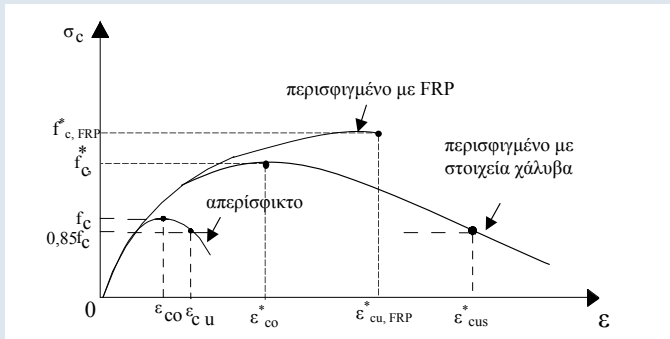


Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

87



Σ. Η.



Χαλύβδινη περίσφιξη

$$\epsilon_{cu}^* = 0,0035 + 0,1\alpha \cdot \omega_w$$

Περίσφιξη ΙΟΠ με ίνες άνθρακος

$$\epsilon_{cu}^* = 0,0035 (f_c^* : f_c)^2$$

Περίσφιξη ΙΟΠ με ίνες γυαλιού

$$\epsilon_{cu}^* = 0,007 (f_c^* : f_c)^2$$

όπου  $f_c^* = (1,125 + 1,25\alpha\omega_w) f_c$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

## ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ – ΑΥΞΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ

Απαίτηση Στοχευόμενου α:

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς  $\mu_d = \alpha/\alpha_0$  ( $\alpha_0$  παράγοντας υπεραντοχής δομήματος κατά EC8)
- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων:

$$\mu_d = \begin{cases} \alpha_\mu & \text{όταν } T > T_2 \\ 1 + \frac{T_2}{T} (\alpha_\mu - 1) & \text{όταν } T < T_2 \end{cases}$$

- Υπολογίζεται η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας σε όρους καμπυλότητας:  $(\mu_d - 1) : (\mu_{1/r} - 1) = 3$

- Υπολογίζεται η απαιτούμενη μέγιστη θλιπτική παραμόρφωση σκυροδέματος:

$$\epsilon_{cu}^* = 2,5 \cdot \mu_{1/r} \cdot \epsilon_{sy} \cdot \nu$$

- Ογκομετρικό μηχανικό ποσοστό περίσφιξης  $\omega_w$ :

Χαλύβδινη Περίσφιξη:  $\epsilon_{cu}^* = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_w$

Περίσφιξη με CFRP:  $\epsilon_{cu}^* = 0,0035 (f_c^* : f_c)^2$

Περίσφιξη με GFRP:  $\epsilon_{cu}^* = 0,007 (f_c^* : f_c)^2$  με  $f_c^* = (1,125 + 1,25 \cdot \alpha \cdot \omega_w) f_c$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

90

## ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ – ΑΥΞΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ

Απαίτηση Στοχευόμενου m:

Ομοίως με δείκτη συμπεριφοράς α, μόνο που το  $\mu_d$  αντικαθιστάται με  $m_{απ}$ .

Απαίτηση Επιθυμητής Ικανότητας Γωνίας Στροφής Χορδής  $\theta_y$ :

Υπολογίζεται η  $\mu_{1/r}$  μέσω αξιόπιστων συσχετισμών με τη  $\mu_\theta$

$$\theta_{u,απ} = \mu_{\theta,απ} \cdot \theta_y$$

Όπου η  $\theta_y$ :

Για δοκούς ή υποστυλώματα

Για τοιχώματα

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_{vz}}{3} + 0,0013 \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad \theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_{vz}}{3} + 0,002 \left( 1 - 0,125 \frac{L_s}{h} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

Η συσχέτιση των  $\mu_\theta$  και  $\mu_d$  γίνεται μέσω των σχέσεων:

- $\mu_\theta = \mu_d$  μη σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού ορόφων
- $\mu_\theta = \mu_d \frac{H_{tot}}{H_{op}}$  πιθανός σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού σε όροφο

$$\mu_{1/r,απ} = 3\mu_{d,απ} - 2 \rightarrow \epsilon_{cu,απ} \rightarrow \omega_{w,απ}$$

91

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Ανεπάρκεια Έναντι Διαγώνιας Θλίψης

- Αύξηση διαστάσεων μανδύα (για ικανοποίηση κριτηρίων παρ.7.2.5)

Ανεπάρκεια Οπλισμού Κόμβου

- Προσθήκη μανδύα από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία
- Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων (από χάλυβα ή ΙΟΠ) ή υφασμάτων ΙΟΠ
- Αποκατάσταση ίσης διατομής και προσθήκη οπλισμών

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

90

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



93

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων από χάλυβα



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

94

## Ενίσχυση κόμβων με ΙΟΠ



**CEA, Sacley**  
Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

95



Σ. Η.  
**CEA, Sacley**



## ΕΠΙΣΚΕΥΗ με ρητινενέσεις

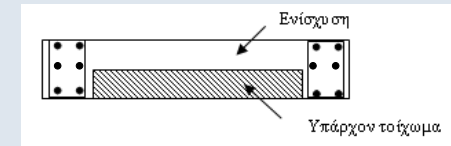


CEA, Sacley

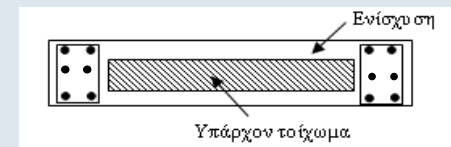
97

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

- Αποκατάσταση Ανεπαρκών Αναμονών Όπως και στα υποστυλώματα
- Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Κάμψης
  - ✓ Προσθήκη υποστυλωμάτων στα άκρα
  - ✓ Μονόπλευρη ενίσχυση και προσθήκη υποστυλωμάτων



- ✓ Ολόπλευρος κλειστός μανδύας (συνιστάται)



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

98

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

- Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Τέμνουσας
  - ✓ Ανεπάρκεια λόγω λοξής θλίψης κορμού
  - ✓ Προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος ή μανδύα
  - ✓ Ανεπάρκεια οπλισμού διάτμησης
  - ✓ Προσθήκη Εξωτερικών στοιχείων χάλυβα ή ΙΟΠ ή μανδύας
- Ολίσθηση Τοιχώματος
  - ✓ Προσθήκη κατακόρυφων μεταλλικών στοιχείων εκατέρωθεν του αρμού
  - ✓ Τοπικός μανδύας
- Αύξηση Πλαστιμότητας (Δεν προσφέρονται οι μέθοδοι περίσφιξης)
  - ✓ Αύξηση διατομής θλιβόμενου πέλματος με προσθήκη εγκάρσιου τοιχώματος με τοπική διεύρυνση του άκρου
  - ✓ Τοποθέτηση εγκαρσίων διαμπερών σφικτήρων

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

99

## ΕΜΦΑΤΝΩΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

- Σημαντική Αύξηση της Δυσκαμψίας και της Σεισμικής αντίστασης του φορέα

### Μορφές:

- Προσθήκη Απλού “Γεμίματος”
- Τοιχωματοποίηση Πλαισίου
- Ενίσχυση Υφισταμένων Τοίχων Πληρώσεως

### Κρίσιμα σημεία της μελέτης

- Έλεγχος επάρκειας μεταφοράς τέμνουσας στις στάθμες των ορόφων
- Μικρή Αξονική → Μειωμένη Ενεργός Δυσκαμψία, Μεγάλη Στροφή στο Θεμέλιο

### Κατασκευαστικά θέματα

- Δυσκολία σκυροδέτισης (ανεπαρκής πρόσβαση στην κορυφή)
- Αντιμετώπιση συστολής ξήρανσης

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

100

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΠΛΟΥ “ΓΕΜΙΣΜΑΤΟΣ”

- Τοιχώματα από: α) Άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα (επί τόπου κατασκευαζόμενα ή προκατασκευασμένα)  
β) Άοπλη ή οπλισμένη τοιχοποιία
- Δεν λαμβάνονται ειδικά μέτρα σύνδεσης του γεμίματος με το πλαίσιο
- Προσομοίωση του γεμίματος μέσω διαγώνιου θλιπτήρα
- Χαμηλή πλαστιμότητα. Συνιστάται  $m \leq 1,5$

### Προσοχή

Πρόσθετες Τέμνουσες σε Δοκούς και Υποστυλώματα

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

101

## ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

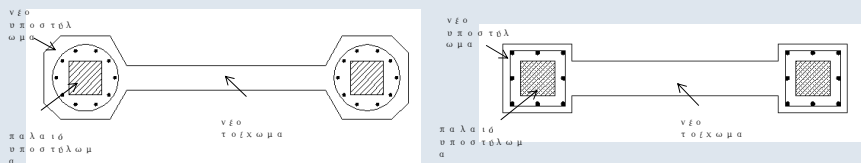
- Εμφάνιση πλαισίων με Οπλισμένο Σκυρόδεμα
- Απαιτείται Εξασφάλιση της σύνδεσης με το περιβάλλον πλαισίωμα
- Κατασκευή κλειστών μανδύων στα υποστυλώματα εκατέρωθεν του νέου τοιχώματος με κατακόρυφους συνεχείς οπλισμούς και οπλισμό περίσφιξης.

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

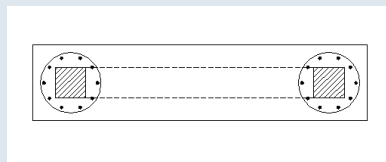
102

## ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Εμφανώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού



Εμφανώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

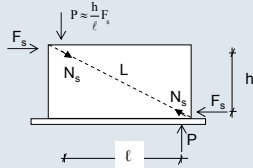
103



104

## ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

### Προσομοίωμα Ελέγχου Επάρκειας



Ασκούμενη Τένουσα στο Τοίχωμα:

$$F_s = V_s - \frac{2V_{Rc}}{\gamma_{sd}}$$

Έλεγχος Αντίστασης Φατνώματος:

- Θλίψη Διαγώνιου Θλιπτήρα:

$$N_s = \frac{L}{\ell} F_s \quad N_R = \lambda f'_c t_w b_w$$

$$f'_c = 0,6 f_c$$

$b_w$  = ενεργό πλάτος διαγώνιου θλιπτήρα  
 $\lambda \approx 0,4$ , συντελεστής απομένουσας απόκρισης του διαγώνιου θλιπτήρα μετά την υπέρβαση της κρίσιμης παραμόρφωσής του

- Διάτμηση κατά Μήκος των Διεπιφανειών:

$$F_{βλ.,οριζ.} = F_s - \frac{\ell}{L} N_R > \frac{1}{2} n_v D_u$$

$$F_{βλ.,κατ.} = \frac{h}{\ell} F_{βλ.,οριζ.} > \frac{1}{2} n_v D_u$$

Ελάχιστη ποσότητα βλήτρων 3Φ16 ανά μέτρο της περιμέτρου και  $\rho_{min}$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

105

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ

- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαισίωμα.

Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm

Min  $\rho_v = \rho_h = 0,005$

Εξασφάλιση της από κοινού λειτουργίας υφιστάμενης τοιχοποιίας με τις δύο στρώσεις ενίσχυσης μέσω διαμπερών κοχλιωτών συνδέσμων:

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα

υπό την προϋπόθεση  $V_s \leq V_{u,w}$  (Διατμητική αντίσταση κορμού)

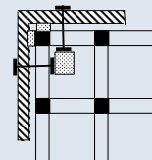
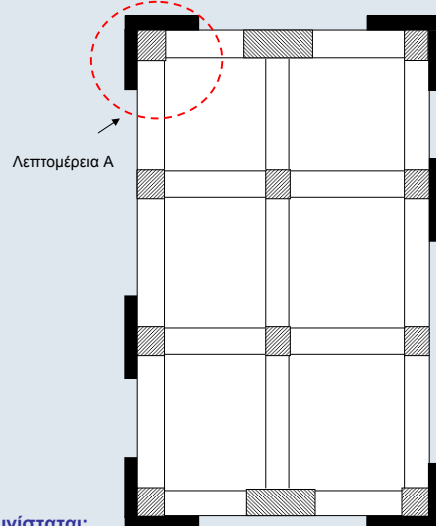
$$f_{wc,fd} = \frac{t \cdot f_{wcd} + a_c \cdot \Delta t \cdot f_{cd}}{t_w}$$

$$V_{u,w} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \left[ \frac{0,3}{\sqrt{a_s}} \left( f_{wc,fd} + \sigma \right) + \lambda \cdot \rho_v \cdot h \cdot f_{wyd} \right] \cdot L_w \cdot t_w$$

106

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ Η ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ

(Λύση που απαιτεί ιδιαίτερα υψηλή μελετητική και κατασκευαστική εμπειρία)



Λεπτομέρεια Α- Κάτοψη

Συνιστώμενη θέση τοιχωμάτων  
 Ενδεικτική διάταξη συνδέσμων

Συνίσταται:

- Ο συνδυασμός της θεμελίωσης των νέων τοιχωμάτων με τις υφιστάμενες θεμελιώσεις
- Η κατά το δυνατόν αύξηση της αξονικής δύναμης που θα αναλάβουν τα νέα τοιχώματα κατά τον σεισμό

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

107

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



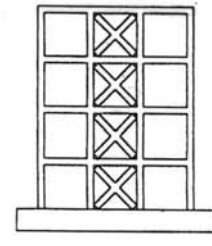
108



## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

*Κυρίως αύξηση δυσκαμψίας & πλαστιμότητας*

- Τύπος**
- Χιαστί διαγωνίων, σχήματος Λ ή V, ορθού ή ανεστραμμένου Υ.
  - Απαγορεύεται η μορφή Κ
- Εμφατινόμενα ή Παράπλευρα**
- Κρίσιμα σημεία της μελέτης**
- Αξιολόγηση ανακατανομής έντασης
  - Επάρκεια αντοχής κόμβων
- Κατασκευαστικές**
- Απαιτείται εξειδικευμένη εμπειρία
- Λεπτομέρειες**
- Προτιμάται η εμφάνιση της μεταλλικής δικτύωσης, έστω και μόνο στα υποστυλώματα. π.χ. στο εσωτερικό του κτιρίου χωρίς καθαίρεση των τοιχοπληρώσεων
  - Συνιστάται η κατασκευή μεταλλικού περιμετρικού πλαισίου
  - Οι ατέλειες προσαρμογής στον περιβάλλοντα φέροντα οργανισμό αντιμετωπίζονται με την κατασκευή πρόσθετης στρώσης σκυροδέματος σύνδεσης μεταλλικού πλαισίου και Φ.Ο.

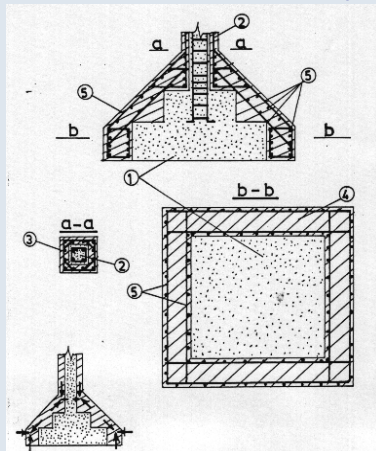


Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

110

## ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

- Ανεπάρκεια επιφάνειας έδρασης
  - Ανεπαρκές ύψος
- ➔ Αύξηση διαστάσεων  
Συνδυασμός με ενίσχυση κατακόρυφων μελών



$$\sum A_{sw} \geq \frac{P_n \tan \alpha}{f_{ywd}}$$

Ενδεικτική ενίσχυση πεδίων με την τεχνική των μανδουλών, όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου

111

## Ανάρτηση

[www.episkeves.civil.upatras.gr](http://www.episkeves.civil.upatras.gr)

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

112