



ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

## ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ.
<b>1. ΤΟ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ</b>	
1.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ. και Ευρωκώδικες	1
1.2 Αποκατάσταση Σεισμοπλήκτων – Υπουργικές Αποφάσεις	10
<b>2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ</b>	
2.1 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα	18
2.2 Μη Συρρικνούμενα Κονιάματα	23
2.3 Πολυμερικές Κόλλες - Ρητίνες	26
2.4 Συγκολλήσεις Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος	30
2.5 Σύνθετα Υλικά και Ενισχύσεις	39
<b>3. ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ</b>	53
<b>4. Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΑΙΣ</b>	68

# **1. ΤΟ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ**

## **1.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ. και Ευρωκώδικες**



# “ΚΑΝ.ΕΠΕ. και Ευρωκώδικες ”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1

## ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ

Ευρωπαϊκά Πρότυπα (ΕΝ) για τον Σχεδιασμό

EN 1990 Ευρωκώδικας 0:

Βάσεις Σχεδιασμού

EN 1991 Ευρωκώδικας 1:

Δράσεις

EN 1992 Ευρωκώδικας 2:

Σχεδιασμός Φορέων από Σκυρόδεμα

EN 1993 Ευρωκώδικας 3:

Σχεδιασμός Φορέων από Χάλυβα

EN 1994 Ευρωκώδικας 4:

Σχεδιασμός Συμμείκτων Φορέων από Χάλυβα και Σκυρόδεμα

EN 1995 Ευρωκώδικας 5:

Σχεδιασμός Ξύλινων Φορέων

EN 1996 Ευρωκώδικας 6:

Σχεδιασμός Φορέων από Τοιχοποιία

EN 1997 Ευρωκώδικας 7:

Γεωτεχνικός Σχεδιασμός

EN 1998 Ευρωκώδικας 8:

Αντισεισμικός Σχεδιασμός Φορέων

EN 1999 Ευρωκώδικας 9:

Σχεδιασμός Φορέων από Αλουμίνιο

2

### EN 1998 Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Φορέων

1: EN1998-1	Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανονικά Κτίρια
2: EN1998-2	Γέφυρες
3: EN1998-3	Αποτίμηση & Ενίσχυση Κτιρίων
4: EN1998-4	Σιλό, Δεξαμενές, Αγωγοί
5: EN1998-5	Θεμελιώσεις, Αντιστηρίξεις, Γεωτεχνικά Θέματα
6: EN1998-6	Πύργοι, Ιστοί, Καπνοδόχοι

3

### ΕΚ8-Μέρος 3

Assessment and Retrofitting of Existing Structures  
Αποτίμηση της Φέρουσας Ικανότητας Κτιρίων και Επεμβάσεις



4

## ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Αντικείμενο: Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφιστάμενων Κτιρίων

### Ιστορικό

2000	Ορισμός 17-μελούς Ομάδας Εργασίας από ΟΑΣΠ
2003	1 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2004	Κρίση από 24-μελή Επιτροπή Συμβούλων
2005	2 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2006-2007	Έλεγχος Εφαρμοσιμότητας Κανονισμού από 9 Μελετητικά Γραφεία
2009	3 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2009	Δημόσιος Διάλογος
2010	4 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού
2011	5 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού, Εναρμονισμένου με τους Ευρωκώδικες
2012	ΦΕΚ 42/Β/20-1-2012
2013	Αναθεώρηση ΦΕΚ 2187/Β/05-09-2013

5

### Δυσμέμεια Παλαιών Κτιρίων

- (α) Μόρφωση  $\xi$ .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 & διαδίστατης πλαισιακής λειτουργίας)
- (γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί
- (δ) Μόρφωση φορέα χωρίς τις σύγχρονες αντισεισμικές αντιλήψεις  
(πλαστικότητα, ικανοτικός σχεδιασμός, κατασκευαστικές διατάξεις)
- (ε) Συχνά σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις μικρότερες των αντιστοιχών για νέα κτίρια  
Παλαιά κτίρια:  $1,75 \times \xi \cdot \pi \cdot \chi \cdot 1,75 \times 0,08 = 0,14g$   
Νέα κτίρια (μετά 1995):  $\alpha \times 2,5/q \cdot \pi \cdot \chi \cdot 0,24 \times 2,5/3,5 = 0,17g$

$$\frac{0,14}{0,17} \cdot \frac{1,5}{3,5} \approx \frac{1}{3} \Rightarrow \text{Δυνητική Δυσμέμεια της τάξεως του } 1:3$$

➔ Ανάγκη Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας, Ανασχεδιασμού και Επεμβάσεων

## Πώς;

6

➔ Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφιστάμενων Κτιρίων  
Θέμα Δυσκολότερο από τον Σχεδιασμό Νέων Κτιρίων

- Γνώσεις λίγες και όχι επαρκώς τεκμηριωμένες
- Απουσία κανονισμού - Νέος κανονισμός - Νέες έννοιες
- Μόρφωση του φορέα πιθανόν अपαράδεκτη, αλλά υπαρκτή
- Αβέβαιες εκτιμήσεις βασικών δεδομένων στην αρχική φάση τεκμηρίωσης
- Χαμηλή ποιότητα υλικών, φθορές ή βλάβες, κρυμμένες ατέλειες

7

Γιατί χρειαζόμαστε έναν Εδικό Κανονισμό για Αποτίμηση και Επεμβάσεις;

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

- Διαφορετική η διαδικασία προσέγγισης
- Άλλα πράγματα χρειάζονται

8

Διαδικασία

1° Στάδιο:

Τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης- Αξιοπιστία Δεδομένων

2° Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

3° Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

4° Στάδιο:

Αρχικός σχεδιασμός της λύσης επέμβασης

5ο Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου ↑ ↓ ➔

9

Τεκμηρίωση υφιστάμενου φορέα

- ✓ Γεωμετρία (Φέροντος οργανισμού + τοιχοπληρώσεις)
- ✓ Λεπτομέρειες (Οπλισμοί, συνδέσεις μεταλλικών στοιχείων, συνδέσεις τοίχων, συνδέσεις πατωμάτων με τοίχους)
- ✓ Υλικά (Μηχανικά χαρακτηριστικά)
- ✓ Φορτία (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

- ➔ Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) - Knowledge Levels (KL)
- ➔ Συντελεστές αξιοπιστίας (Άλλοι συντελεστές ασφάλειας για τα υφιστάμενα)
- ➔ Νέοι συντελεστές ασφάλειας για τα νέα υλικά

10

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

- Υψηλή (Full Knowledge) ➔ KL3
- Ικανοποιητική (Normal Knowledge) ➔ KL2
- Ανεκτή (Limited Knowledge) ➔ KL1
- Ανεπαρκής: επιτρέπεται (κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.), μόνο για δευτερεύοντα στοιχεία

11

Συντελεστές αξιοπιστίας CF (Confidence factors)

Ανάλογα με ΚL  
ΕΚ8-Μέρος 3

Knowledge Level	Geometry	Details	Materials	Analysis	CF
KL1		Simulated design in accordance with relevant practice <b>and</b> from <b>limited in-situ</b> inspection	Default values in accordance with standards of the time of construction <b>and</b> from <b>limited in-situ</b> testing	LF-MRS ελαστικές	CF <sub>KL1</sub> = 1,35
KL2	From original outline construction drawings with sample <b>visual survey</b> <b>or</b> from <b>full survey</b>	From incomplete original detailed construction drawings with <b>limited in-situ</b> inspection <b>or</b> from <b>extended in-situ</b> inspection	From original design specifications with <b>limited in-situ</b> testing <b>or</b> from <b>extended in-situ</b> testing	All	CF <sub>KL2</sub> = 1,20
KL3		From original detailed construction drawings with <b>limited in-situ</b> inspection <b>or</b> from <b>comprehensive in-situ</b> inspection	From original test reports with <b>limited in-situ</b> testing <b>or</b> from <b>comprehensive in-situ</b> testing	All	CF <sub>KL3</sub> = 1,10 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

12

## 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, σπωσδήποτε 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.

### Χάλυβας

Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική

13

## Πρόταση για την Αντοχή Σκυροδέματος

- Όταν από την κατασκευή του Φ.Ο. του κτιρίου διατίθενται αποτελέσματα δοκιμών θλίψης του σκυροδέματος αυτά επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για την τεκμηρίωση της αντοχής του υλικού
- Κατώτατες default τιμές (υπό προϋποθέσεις)

14

## 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.
--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---

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

15

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

### ▪ Προέλευση 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

16

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ	ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ									
				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ Η ΑΝΩΔΟΜΗΣ			ΠΑΧΗ, ΒΑΡΗ Κ.Λ.Π. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ Κ.Λ.Π.			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ			
				Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	
✓		1	(1)			✓			✓				✓
✓		2	(2)			✓			✓				✓
✓		3	(3)	✓			✓			✓			
✓		4	(4)		✓			✓			✓		
✓		5	(5)	✓	✓		✓	✓		✓	✓		
✓		6	(6)	✓	✓		✓	✓		✓	✓		

17

## Άλλες μέθοδοι ανάλυσης απαιτούνται

Οι ελαστικές 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.

Αλλά και αν τύχει να πληρούνται, τι τιμή θα έχει ο συντελεστής συμπεριφοράς  $q$ ;

➔ **Ανάγκη προχωρημένων μεθόδων ανάλυσης**

18

**Ποια η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q;**

Χονδρική Εκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς q για Στάθμη Επιτελεσιμότητας Β

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων (στο σύνολο του κτιρίου)	Δυσμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων
1995 < ...	3,00	2,30
1985 < ... < 1995	2,30	1,80
... < 1985	1,80	1,30

Στην περίπτωση ανασχεδιασμού με χρήση ισχυρών νέων φορέων υπό προϋποθέσεις μπορεί να ισχύει:

$$\frac{V_R}{V_S} \geq 0.75 \text{ τότε } q = q_{\text{νέων κανονισμών}}$$

$$0.6 \leq \frac{V_R}{V_S} < 0.75 \text{ τότε } q = \frac{4}{5} q_{\text{νέων κανονισμών}}$$

**Ποια η εναλλακτική διαδικασία;**  $q_{loc} = m$

19

**Τι είναι αστοχία;**

Αντοχή < Ένταση

Έστω  $M_{Rd} = 150 \text{ KNm} < M_{sd} = 200 \text{ KNm}$

Σε μία μελέτη νέου κτιρίου φροντίζουμε αυτό να μην ισχύει  
Σε ένα υφιστάμενο η ανισότητα μπορεί να ισχύει

**Ερωτήματα:** Τι επίπεδα βλάβης θα υπάρξουν;  
Ποιες οι συνέπειες;  
Θα τις δεχθούμε;

- ➔ Ανάγκη Ορισμού επιπέδων βλάβης
- ➔ Πρωτεύοντα - Δευτερεύοντα στοιχεία

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

Σεισμικώς δευτερεύοντα: Αποδεκτές μεγαλύτερες βλάβες

20

**Επίπεδα Βλάβης**

Στάθμες Επιτελεσιμότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

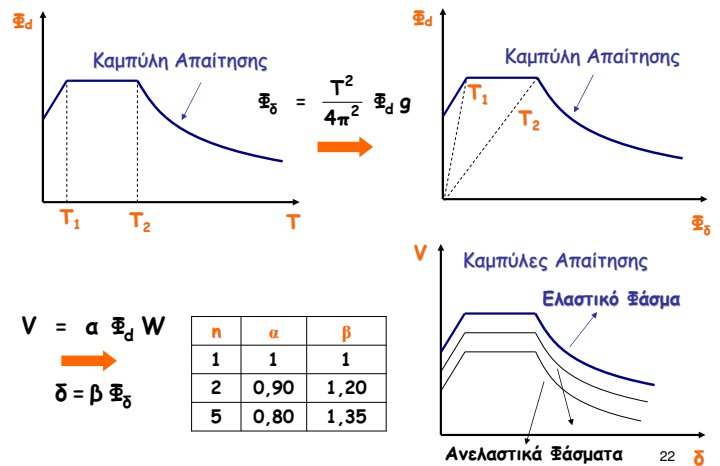
LS of Damage Limitation (DL) ➔ (ΚΑΝ.ΕΠΕ) Στάθμη Α «Περιορισμένες Βλάβες», Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν ουσιαστικά ξεπεράσει την διαρροή τους

LS of Significant Damage (SD) ➔ (ΚΑΝ.ΕΠΕ) Στάθμη Β «Σημαντικές Βλάβες» κτίριο με αποδεκτές σοβαρές βλάβες όπως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων

LS of Near Collapse (NC) ➔ (ΚΑΝ.ΕΠΕ) Στάθμη Γ «Οιονεί Κατάρρευση», βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ κοντά στην κατάρρευση

21

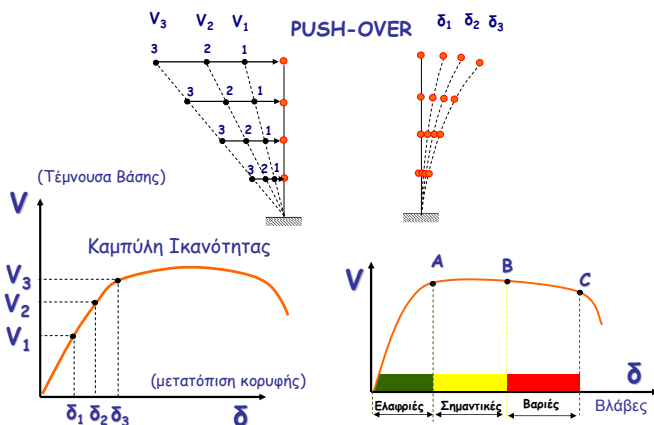
**ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**



22

**Στάθμες Επιτελεσιμότητας - Οριακές Καταστάσεις**

Στατική Οριζόντια Ψόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



23

Για ποιά Οριακή Κατάσταση (Στάθμη Επιτελεσιμότητας) θα γίνει ο Σχεδιασμός;

Για ποιά Σεισμό Σχεδιασμού;

EC8 ➔ Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Στάθμη Α	Στάθμη Β	Στάθμη Γ
2%	A <sub>2%</sub>	B <sub>2%</sub>	Γ <sub>2%</sub>
10%	A <sub>10%</sub>	B <sub>10%</sub>	Γ <sub>10%</sub>
30%	A <sub>30%</sub>	B <sub>30%</sub>	Γ <sub>30%</sub>
50%	A <sub>50%</sub>	B <sub>50%</sub>	Γ <sub>50%</sub>
70%	A <sub>70%</sub>	B <sub>70%</sub>	Γ <sub>70%</sub>

EC8 ➔ Ο κύριος του έργου επιλέγει ύστερα από εισήγηση και συμφωνία με τον μελετητή

ΚΑΝ.ΕΠΕ. ➔ Η Δημόσια Αρχή μπορεί να ορίσει ελάχιστο στόχο κατά περίπτωση

Ο κύριος του έργου επιλέγει

24

**Στόχοι Επιτελεστικότητας κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.**  
(Ζεύγος στάθμης επιτελεστικότητας και σεισμού σχεδιασμού)

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	ΣΤΑΘΜΗ Α	ΣΤΑΘΜΗ Β	ΣΤΑΘΜΗ Γ
10% (Σεισμικές Δράσεις Κανονισμού Νέων Κτιρίων)	A1	B1	Γ1
50% (Σεισμικές Δράσεις = 0,6 x του προηγούμενου)	A2	B2	Γ2

Υπάρχουν Ισοδύναμοι Στόχοι:

25

**Στάθμες Επιτελεστικότητας κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.**

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	Μηδαμινές Βλάβες (Άμεση Χρήση)	Σοβαρές Βλάβες (Ασφάλεια Ζωής)	Οικονομική Κατάρρευση
10% (Σεισμικές Δράσεις κατά ΕΚ8-1)	A1	B1	Γ1
50% (Σεισμικές Δράσεις = 0,6 x ΕΚ8-1)	A2	B2	Γ2

- Σπουδαιότητα I
- Σπουδαιότητα II
- Σπουδαιότητα III και IV

Η Δημόσια αρχή ορίζει πότε δεν επιτρέπεται πιθανότητα 50%

26

**Τοιχοπληρώσεις**

Μέχρι τώρα τις αγνοούμε.  
Γιατί;

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

Παράδειγμα

Συμμετοχή στην συνολική αντοχή της κατασκευής

	Φέρων οργανισμός	Τοιχοπληρώσεις	Σύνολο
Νέες κατασκευές	900	100	1000
Παλαιές κατασκευές	300	150	450

Στις παλαιές κατασκευές ο ρόλος τους σημαντικός

Αν αγνοηθούν στην αποτίμηση των παλαιών κατασκευών →

Ανάγκη σοβαρών ενισχύσεων (συχνά ανέφικτων)

27

**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

28

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

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό (παρουσία εγκλιβωτισμού ή περίσφιξης)
- Για  $M_y, \varphi_y, \theta_y$ :  $f_y \times l_o / l_{o, \min}$ , αν  $(1/2)l_{o, \min} < l_o < l_{o, \max} = (0.3 \cdot f_y / \sqrt{f_c}) \cdot d_b$   
π.χ. Για  $\Phi 20, C16, S400$ :  $l_{o, \min} = 30 d_b$
- Για τη στρόφη χορδής στην αστοχία:  $\theta_{pl, um} \times l_o / l_{o, \min}$ ,  
αν  $l_o < l_{o, \min} = d_b \cdot f_y / [(1.05 + 14.5 \cdot a_{ps} \cdot w_{sx}) \sqrt{f_c}]$

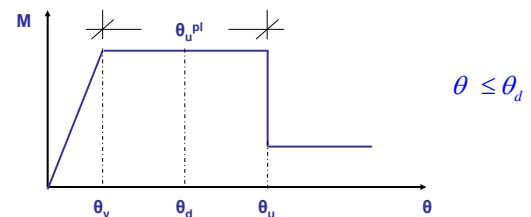
που προκύπτει αναλόγου μήκους με τα ισχύοντα για νέες κατασκευές

**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 στρόφη χορδής στην αστοχία:  $\theta_{um} \times l_o$   
όπου  $\lambda_o = 0,016 \times (10 + l_o / d_b)$ , αν  $l_o < 40d_b$  και  $\lambda_o = 0,8$ , αν  $l_o \geq 40d_b$

29

**Πως γίνεται ο έλεγχος των παραμορφώσεων;**



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

30



## Προσεγγιστικές Σχέσεις για Δυσκαμψίες

- Για υποστυλώματα:

$$K = 0,08(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) \left( 1 + 0,048 \frac{N}{A_c} (MPa) \right) E_c I_c$$

- Για δοκούς:

$$K = 0,1(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) E_c I_c$$

- Για ορθογωνικά τοιχώματα:

$$K = 0,115(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) \left( 1 + 0,048 \frac{N}{A_c} (MPa) \right) E_c I_c$$

- Για τοιχώματα διατομής Γ, Τ, ή Π:

$$K = 0,09(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) \left( 1 + 0,048 \frac{N}{A_c} (MPa) \right) E_c I_c$$

$$K \cong 25\% E_c I_c$$

31

## 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:**

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

**Πλαστικό τμήμα ικανότητας στροφής χορδής:**

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

## ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

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:

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

$$(\theta_d = \frac{3}{4} \theta_u \text{ κατά ΕΚ8-3})$$

Όπου:  $Y_{Rd} = 1,5$  για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα  
 $Y_{Rd} = 1,3$  για τοιχοπληρώσεις

– Οιονεί Κατάρρευση (NC)

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

Όπου:  $Y_{Rd} = 1,5$  για πρωτεύοντα  
 $Y_{Rd} = 1,0$  για δευτερεύοντα ή τοιχοπληρώσεις  
Δεν απαιτείται έλεγχος οριζοντίων δευτερευόντων

33

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Δοκοί και Υποστυλώματα

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

Όπου:

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

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

Για ορθογωνικές διατομές

Για κυκλικές διατομές

Τοιχώματα

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

Κοντά Υποστυλώματα (LV/h) < 2

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

34

## Πώς θα μελετηθούν (θα σχεδιαστούν) οι απαιτούμενες επεμβάσεις;

- ✓ Κεφάλαιο 8 ΚΑΝ.ΕΠΕ.
- ✓ Παραρτήματα Α Ευρωκώδικας 8 – Μέρος 3

35

## Συχνές Ερωτήσεις

### ΕΡΩΤΗΣΗ 1

Η αποτίμηση σεισμικής ικανότητας (έλεγχος αντοχής) υφισταμένου κτιρίου από Ο.Σ. γίνεται υποχρεωτικά με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή μπορεί και με άλλο καθεστώς ανάλογα με τον κανονισμό που ίσχυε όταν μελετήθηκε;

Εφόσον το αντικείμενο μελέτης αφορά αποτίμηση φέρουσας ικανότητας υπάρχοντος κτιρίου από Ο.Σ. εφαρμόζεται ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. ανεξάρτητα από το κανονιστικό καθεστώς αρχικής μελέτης του ή την περίοδο κατασκευής του.

36

## ΕΡΩΤΗΣΗ 2

Η αποτίμηση σεισμικής ικανότητας (έλεγχος αντοχής) υφισταμένων κτιρίων με φέροντα οργανισμό από τοιχοποιία ή χάλυβα γίνεται με βάση τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.;

*Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. δεν καλύπτει θέματα αποτίμησης και ενίσχυσης υφισταμένων κτιρίων με Φ.Ο. από τοιχοποιία ή χάλυβα. Τα σχετικά θέματα πάντως περιλαμβάνονται στον Ευρωκώδικα 8 Μέρος 3 (ΙΕΝ 1998-3/2005).*

37

## ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Μπορεί ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. να εφαρμοστεί για κτίρια που περιλαμβάνουν προεντεταμένα στοιχεία;

*Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. δεν περιλαμβάνει διατάξεις ελέγχου ασφαλείας για κτίρια που έχουν προεντεταμένα δομικά στοιχεία. Περιλαμβάνει πάντως διατάξεις για θέματα διαπίστωσης τους και τεκμηρίωσης.*

38

## ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. σε ορισμένες διατάξεις του παραπέμπει στον Ευρωκώδικα 8. Μπορεί να εφαρμοστεί δεδομένου ότι ο ΕC8 δεν έχει τεθεί σε ισχύ;

*Το κείμενο του ΚΑΝ.ΕΠΕ. είναι εναρμονισμένο με τους Ευρωκώδικες. Όπου γίνονται παραπομπές σε συγκεκριμένες διατάξεις των Ευρωκώδικων αυτές οι διατάξεις ισχύουν υποχρεωτικά και όχι κατ' ανάγκη το σύνολο των διατάξεων των Ευρωκώδικων.*

39

## ΕΡΩΤΗΣΗ 5

Για μελέτη προσθήκης ορόφου επί υπάρχοντος κτιρίου εφαρμόζονται οι διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή το Παράρτημα Ε του ΕΑΚ;

*Η Επιτροπή που έχει συσταθεί στον ΟΑΣΠ για την υποστήριξη του ΚΑΝ.ΕΠΕ., σε σχετικό έγγραφο της προς το ΣΠΜΕ αναφέρει ότι:*

*Υπό το σημερινό νομικό καθεστώς, το θέμα προσθήκων που δεν είναι στατικά ανεξάρτητες από το υφιστάμενο κτίριο (π.χ. προσθήκες καθ' ύψος) καλύπτεται από δύο αντιφατικά ως προς το θέμα κανονιστικά κείμενα, δηλ. (i) το νεώτερο, ορθολογικότερο και ασφαλέστερο ΚΑΝ.ΕΠΕ. (2012) και (ii) το παλαιότερο Παράρτημα Ε του Ε.Α.Κ.. Επομένως, κατά τη γνώμη της Επιτροπής, εφαρμόζονται οι νεώτερες και ασφαλέστερες διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ., το δε Παράρτημα Ε του Ε.Α.Κ. οφείλει να καταργηθεί άμεσα.*

*Επισημαίνεται δε ότι οι αμεσότερες οικονομικές ανάγκες της παρούσας γενιάς, έχουν ήδη ληφθεί υπόψη στις πρόνοιες του ΚΑΝ.ΕΠΕ.. Συγκεκριμένα, για κτίρια ορισμένων κατηγοριών επιτρέπεται η αποτίμηση και ο σχεδιασμός των επεμβάσεων με βάση λιγότερο απαιτητικούς στόχους, δηλαδή λαμβάνοντας υπόψη:*

- Στάθμη επιτελεστικότητας μέχρι και 'Γ' και
- Συχνότερο / ασθενέστερο σεισμό (πιθανότητα υπέρβασης 50% εντός της 50-ετίας, βλ. παρ. 2.2.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

*Προφανώς η Δημόσια Αρχή πρέπει να ορίσει τις κατηγορίες των κτιρίων στα οποία θα επιτραπούν τέτοιες χαμηλότερες απαιτήσεις. Η Επιτροπή έχει εισηγηθεί (βλ. σχετική εισήγηση στη συνάντηση).*

40

Συμπερασματικά, σχετικά με το Παράρτημα Ε του Ε.Α.Κ. και τον ΚΑΝ.ΕΠΕ., αναφέρεται ότι:

1) Αυτή τη στιγμή είναι σε ταυτόχρονη ισχύ ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. και το Παράρτημα Ε του Ε.Α.Κ..

2) Τα ανωτέρω δύο κανονιστικά κείμενα δεν είναι συμβατά μεταξύ τους.

3) Η λήψη απόφασης εναπόκειται στην "Διοίκηση", που κατά την άποψη της Επιτροπής πρέπει να είναι άμεση και να ορίζει ότι:

«Καταργείται το Παράρτημα Ε του Ε.Α.Κ. και εφαρμόζονται οι διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ.».

Ακόμα και αν η "Διοίκηση" κρίνει διαφορετικά, π.χ. ότι "μετά την ισχύ του ΚΑΝ.ΕΠΕ. διατηρείται σε ισχύ το Παράρτημα Ε του Ε.Α.Κ. για τις ειδικές περιπτώσεις που εκεί αναφέρονται", θα πρέπει να εκδοθεί άμεσα η σχετική απόφαση για να είναι σαφές το κανονιστικό πλαίσιο για το θέμα.

Πάντως σε κάθε περίπτωση, εφόσον απαιτηθούν επεμβάσεις, η μελέτη θα πρέπει να γίνεται με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ..

41

Πάντως η σχετική άποψη της ΔΟΚΚ σε σχετικό έγγραφο της προς τον ΣΠΜΕ είναι ότι μέχρι σήμερα είναι σε ταυτόχρονη ισχύ ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. και το παράρτημα Ε του ΕΑΚ, ενώ εκκρεμεί σχετική απόφαση με την οποία θα διευκρινίζεται το κανονιστικό πλαίσιο για το εν λόγω θέμα. Επίσης ότι ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. εφαρμόζεται σε περίπτωση που από τον έλεγχο του υφιστάμενου κτιρίου βάσει του ΕΑΚ/2000 προκύψει ανάγκη ενίσχυσης αυτού.

42

ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΦΑΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΡΧΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.1

ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΑΝΕΚΤΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ή ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Οι ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού του φέροντος οργανισμού υφιστάμενων κτιρίων, που προβλέπονται στην § 2.2, ορίζονται ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου ως εξής:

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Στόχοι
I	Γ2
II	Γ1
III	B1
IV	B1 και A2 (Πκανοποίηση και των δύο στόχων)

Σε κάθε περίπτωση να θεωρηθεί ότι ισχύει A1>A2, B1>B2, Γ1>Γ2, A1>B1>Γ1 και A2>B2>Γ2

43

ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΦΑΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΡΧΗΣ

Οι παραπάνω κατηγορίες σπουδαιότητας ορίζονται:

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Κτίρια
I	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, όπως: αγροτικά οικήματα και αγροτικές αποθήκες, υπόστεγα, στάβλοι, βοστανεία, χορφατσάκια, αρτοποιεία, κ.λπ.
II	Συνήθη κτίρια, όπως: κατοικίες και γραφεία, βιομηχανικά - βιοτεχνικά κτίρια, βιβλιοθήκες (τα οποία δεν περιλαμβάνουν χώρους αποθήκευσης), ξενοδοχεία, οικοτροφεία, γυμνάσια, αθλητικά, γραφεία εταιρειών και υπηρεσιών, ξενοδοχεία, κομμωτήρια, μπουφάρια, ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εστιατόρια, μπαρ, κ.λπ), τράπεζες, κλπ, σιδηρές, υπαίθριες, εμπορικοί κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κομμωτήρια, κομμωτήρια, ιατρεία, βιβλιοθήκες, φροντιστήρια, συνεργεία αυτοκινήτων και επισκευής αυτοκινήτων, βωφεία, ξύλουργεία, εργαστήρια ερευνών, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, κρηπίδα υγρών κτισμάτων, ανεγερτηντές, γραφεία δημοσίων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία III, κ.λπ.
III	Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλου οικονομικής σημασίας, καθώς και κτίρια δημοσίων υπηρεσιών και γενικά κτίρια στα οποία επικρατούν πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, όπως: αίθουσες αεροδromίων, γήρανο συνεδριάσεων, κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικά βιομηχανικά, εκπαιδευτικά κτίρια, αίθουσες διδασκαλίας, φροντιστήρια, νηπιαγωγεία, γήρανο συνεδριάσεων, αίθουσες διασκέδασης, κέντρα αθλητικών συλλογών, θέατρο, κινηματογράφοι, κέντρα διασκέδασης, αίθουσες συναυλιών, επιπέδων, νυχτερινά, κέντρα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οικισμοί, βρεφονηπιακά, βρεφονηπιακά, παιδικά σταθμά, παιδοκόμοι, αναπηροεργατήρια, φυλάκες, εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και αποβλήτων, κ.λπ.
IV	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως: κτίρια τηλεπικοινωνιών, παραγωγή ενέργειας, νοσοκομεία, κλπ, αγροτικά κέντρα, γεωγονικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, διυλιστήρια, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, πυροσβεστικοί και αστυνομικοί σταθμοί, κτίρια δημοσίων επιτελικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση έκτακτων επειγών από σεισμό. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας, όπως: μουσεία, αποθήκες μουσείων, κ.λπ.

44

ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΦΑΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΡΧΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.1

«ΕΡΗΜΙΝ» ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Κατ' εφαρμογή της παρ. Σ3.7 και υπό τις προϋποθέσεις που εκεί αναφέρονται, επιτρέπεται η χρήση των παρακάτω «ερήμιν» αντιπροσωπευτικών τιμών αντοχής υλικών (σκυροδέματος, χάλυβα οπλισμού και τοιχοπλήρωσεων). Στην περίπτωση αυτή η Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων (Σ.Α.Δ.) θεωρείται «ανεκτή».

α) Για το σκυροδέμα

Πίνακας 1. «Ερήμιν» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Ολικής Αντοχής Σκυροδέματος.

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	«Ονομαστική» Μέση Τιμή $f_{cm}$ (MPa)	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{td}$ (MPa)
... < 1954	10	6
1954 < ... < 1985	12	8
1985 < ... < 1995	16	12
1995 < ...	20	16

β) Για το χάλυβα οπλισμού

Πίνακας 2. «Ερήμιν» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Διαρροής Χάλυβα Οπλισμού.

Κατηγορία Χάλυβα Οπλισμού	«Ονομαστική» Μέση Τιμή $f_{yk}$ (MPa)	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{td}$ (MPa)
S220 & Stahl I	280	240
S400 & Stahl III	450	410
S500 & Stahl IV	520	500

45

ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΦΑΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΡΧΗΣ

γ) Για τις τοιχοπλήρωσεις, οι «ερήμιν» αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχής μπορούν να λαμβάνονται ως «Ονομαστικές» Μέσες ή ως Χαρακτηριστικές σύμφωνα με τον Πίνακα 3 που ακολουθεί και οι οποίες ισχύουν για:

- Συνήθεις τοιχοπλήρωσεις, οπταλινθοδομές με διάφραγα τοίβλια.
- Συνήθη ασβεστοσιμεντοκονιάματα, μάλλον χαμηλής (έως μέσης) αντοχής.
- Πλήρεις (αγεδών) οριζόντιους αρμούς, κανονικού πάχους (περίπου 10 + 20mm).
- Ημι-πλήρεις κατακόρυφους αρμούς, γενικάς του ίδιου πάχους (περίπου 10 + 20mm).
- Κατακόρυφα φορτία πρακτικάς μόνο από το ίδιο βάρος των τοιχοπλήρωσεων ( $\sigma_x \approx 0$ ).

Πίνακας 3. «Ερήμιν» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Αντοχής Τοιχοπλήρωσεων.

Αντοχή	Τοιχοπλήρωση	Ποσότητα Δόμησης και Σφίνωσης		
		Καλή	Μέση	Κακή
Λοξή Θλίψη $f_{we,d}$ (MPa)	Μπατικός	2.00	1.50	1.00
	Δρομικός	1.50	1.00	0.75
Διαγώνια Ρηγμάτωση $f_{w,d}$ (MPa)	Μπατικός	0.25	0.20	0.15
	Δρομικός	0.20	0.15	0.10

46

## **1.2 Αποκατάσταση Σεισμοπλήκτων - Υπουργικές Αποφάσεις**



## “Αποκατάσταση Σεισμοπλήκτων Υπουργικές Αποφάσεις”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1

## ΚΑΝ.ΕΠΕ.

**Αντικείμενο:** Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφιστάμενων Κτιρίων

### Ιστορικό

2000	Ορισμός 17-μελούς Ομάδας Εργασίας από ΟΑΣΠ
2003	1 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2004	Κρίση από 24-μελή Επιτροπή Συμβούλων
2005	2 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2006-2007	Έλεγχος Εφαρμοσιμότητας Κανονισμού από 9 Μελετητικά Γραφεία
2009	3 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2009	Δημόσιος Διάλογος
2010	4 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού
2011	5 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού, Εναρμονισμένου με τους Ευρωκώδικες
2012	ΦΕΚ 42/Β/20-1-2012
2013	Αναθεώρηση ΦΕΚ 2187/Β/05-09-2013

2

## ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ ΟΑΣΠ

2012-σήμερα

- Υποστήριξη ΚΑΝ.ΕΠΕ.
- Επεξεργασία ΚΑΝ.ΕΠΕ.
- Σύνταξη ΚΑΔΕΤ
- Αντικατάσταση Παραρτήματος Ε ΕΑΚ. Προσθήκες & Μεταρρυθμίσεις
- Εναπομένουσα Ξέρουσα Ικανότητα Κτιρίων μετά από Βλάβες

3

## Γιατί χρειαζόμαστε έναν Εδικό Κανονισμό για Αποτίμηση και Επεμβάσεις;

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

- Διαφορετική η διαδικασία προσέγγισης
- Άλλα πράγματα χρειάζονται

4

## Άλλες μέθοδοι ανάλυσης απαιτούνται

Οι ελαστικές 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 κτίρια.

Αλλά και αν τύχει να πληρούνται, τι τιμή θα έχει ο συντελεστής συμπεριφοράς  $\eta$ ;

➔ **Ανάγκη προχωρημένων μεθόδων ανάλυσης**

5

## Τι είναι αστοχία;

Αντοχή < Ένταση

Έστω  $M_{Rd} = 150 \text{ KNm} < M_{sd} = 200 \text{ KNm}$

Σε μία μελέτη νέου κτιρίου φροντίζουμε αυτό να μην ισχύει  
Σε ένα υφιστάμενο η ανισότητα μπορεί να ισχύει

**Ερωτήματα:** Τι επίπεδα βλάβης θα υπάρξουν;  
Ποιες οι συνέπειες;  
Θα τις δεχθούμε;

- ➔ **Ανάγκη Ορισμού επιπέδων βλάβης**
- ➔ **Πρωτεύοντα - Δευτερεύοντα στοιχεία**

- Διάκριση στοιχείων σε «σεισμικώς πρωτεύοντα» και «σεισμικώς δευτερεύοντα»

Σεισμικώς δευτερεύοντα: Αποδεκτές μεγαλύτερες βλάβες

6

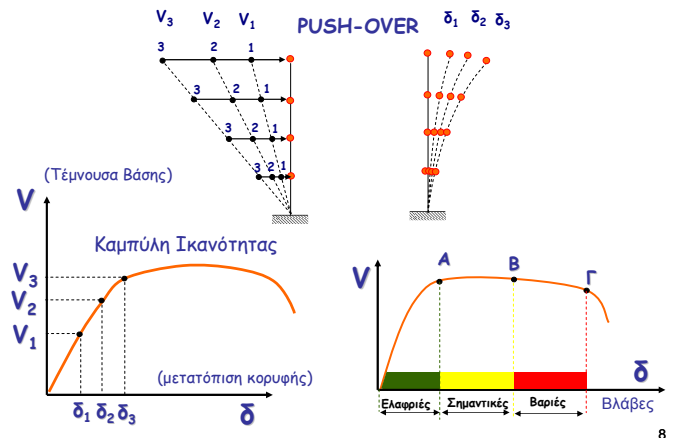
## Επίπεδα Βλάβης

Στάθμες Επιτελεστικότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

- LS of Damage Limitation (DL) → (ΚΑΝ.ΕΠΕ) Στάθμη Α «Περιορισμένες Βλάβες», Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν ουσιωδώς ξεπεράσει την διαρροή τους
- LS of Significant Damage (SD) → (ΚΑΝ.ΕΠΕ) Στάθμη Β «Σημαντικές Βλάβες» κτίριο με αποδεκτές σοβαρές βλάβες όπως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων
- LS of Near Collapse (NC) → (ΚΑΝ.ΕΠΕ) Στάθμη Γ «Οιονεί Κατάρρευση», βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ κοντά στην κατάρρευση

## Στάθμες Επιτελεστικότητας - Οριακές Καταστάσεις

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



Για ποιά Οριακή Κατάσταση (Στάθμη Επιτελεστικότητας) θα γίνει ο Σχεδιασμός;

Για ποιά Σεισμό Σχεδιασμού;

EC8 → Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Στάθμη Α	Στάθμη Β	Στάθμη Γ
2%	A <sub>2%</sub>	B <sub>2%</sub>	Γ <sub>2%</sub>
10%	A <sub>10%</sub>	B <sub>10%</sub>	Γ <sub>10%</sub>
30%	A <sub>30%</sub>	B <sub>30%</sub>	Γ <sub>30%</sub>
50%	A <sub>50%</sub>	B <sub>50%</sub>	Γ <sub>50%</sub>
70%	A <sub>70%</sub>	B <sub>70%</sub>	Γ <sub>70%</sub>

EC8 → Ο κύριος του έργου επιλέγει ύστερα από εισήγηση και συμφωνία με τον μελετητή

ΚΑΝ.ΕΠΕ. → Η Δημόσια Αρχή μπορεί να ορίσει ελάχιστο στόχο κατά περίπτωση

Ο κύριος του έργου επιλέγει

9

Στόχοι Επιτελεστικότητας κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Ζεύγος στάθμης επιτελεστικότητας και σεισμού σχεδιασμού)

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	ΣΤΑΘΜΗ Α	ΣΤΑΘΜΗ Β	ΣΤΑΘΜΗ Γ
10% (Σεισμικές Δράσεις Κανονισμού Νέων Κτιρίων)	A1	B1	Γ1
50% (Σεισμικές Δράσεις = 0,6 x του προηγούμενου)	A2	B2	Γ2

Υπάρχουν Ισοδύναμοι Στόχοι;

10

## Τοιχοπληρώσεις

Μέχρι τώρα τις αγνοούμε.

Γιατί;

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

Συμμετοχή στην συνολική αντοχή της κατασκευής

	Φέρων οργανισμός	Τοιχοπληρώσεις	Σύνολο
Νέες κατασκευές	900	100	1000
Παλιές κατασκευές	300	150	450

Στις παλαιές κατασκευές ο ρόλος τους είναι σημαντικός

Αν αγνοηθούν στην αποτίμηση των παλαιών κατασκευών →

Ανάγκη σοβαρών ενισχύσεων

11

Υ. Α. Καθορισμού Ελαχίστων Απαιτήσεων για τις Μελέτες Επισκευής Κτιρίων

39749



## ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 2661  
18 Οκτωβρίου 2013

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

#### ΑΠΟΦΑΣΙΣ

Καθορισμός ελαχίστων υποχρεωτικών απαιτήσεων για την κατάσταση φερόμενων επισκευές κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία που έχουν υποστεί βλάβες από σεισμό.....

Έγκριση της υπ' αριθ. 222/2013 απόφασης Δημοτικού Συμβουλίου Αμαρουσίου, με θέμα τροποποίηση της υπ' αριθ. 25/2013 προηγούμενης απόφασης του ίδιου, περί μεταφοράς του προσωπικού της λυθείσας επιχείρησης με την επωνυμία «Δημοτική Επιχείρηση Ανάπτυξης Δήμου Αμαρουσίου» και σύστασης προσωποπαγών θέσεων με σχέση εργασίας ιδιωτικού δικαίου ορισμένου χρόνου στο Δήμο Αμαρουσίου.....

3. Το Π.Δ. 69/1988 «Οργανισμός Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων» όπως ισχύει σήμερα.  
4. Την κοινή απόφαση Δ16α/04/773/29.11.90 του Υπουργού Προεδρίας και του Αναπλ. Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ «περί εξαιρέσεως διοικητικών πράξεων και εγγράφων από τον κανόνα των τριών υπογραφών».  
5. Τις με αριθμ. πρωτ. οικ/3826/ΤΣΕΠ 31.1/08.11.95 (ΦΕΚ 954/Β/20.11.95) και ΔΟ/144/Φ.1331/27.09.2002 (ΦΕΚ 1283/Β/02.10.02) αποφάσεις του Υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε σχετικά με την αναδιοργάνωση της Υ.Α.Σ.  
6. Την παρ. 5 της με αρ. πρωτ. οικ/4767/Α312/21.09.2005 (ΦΕΚ 1403/Β/11.10.05) απόφασης Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και την με αρ. πρωτ. οικ/7235/Α311/16.9.2008 (ΦΕΚ 1997/Β/26.9.2008) απόφαση του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. σχετικά με την αναδιοργάνωση της Υ.Α.Σ.  
7. Το άρθρο 1 του Π.Δ. 85/2012 (Φ.Ε.Κ. 141/Α/21.06.2012) «δύση και μετονομασία Υπουργείων, μεταφορά και κα-

Υ. Α. Καθορισμού Ελαχίστων Απαιτήσεων για τις Μελέτες  
Επισκευής Κτιρίων



5735

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ  
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 455  
25 Φεβρουαρίου 2014

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθ. 1455/ΣΤ8

Καθορισμός ελαχίστων υποορωτικών απαιτήσεων για τη σύνταξη μελετών αποκατάστασης κτιρίων από πλημμυμένο σκευόδεμα που έχουν υποστεί βλάβες από σεισμό και την έκδοση των σχετικών αδειών επισκευής.

7. Το Π.Δ. 85/2012 (ΦΕΚ 141/Α'/21.06.2012) για την ίδρυση και μετονομασία Υπουργείων, μεταφορά και κατάργηση υπηρεσιών, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.118/25.06.2013 (ΦΕΚ 152/Α'/25.06.2013) για την ίδρυση Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού και μετονομασία των Υπουργείων Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πο-

Υ. Α. Καθορισμού Ελαχίστων Απαιτήσεων για τις  
Μελέτες Επισκευής Κτιρίων

- Χρειάζονται; Ποιος ο σκοπός τους;
- Έχουν σχέση με την χορηγούμενη κρατική αρωγή;

Προφανώς

14

Τι Περιλαμβάνουν οι Υπουργικές Αποφάσεις;

- ✓ Θεσμικό Πλαίσιο Αποκατάστασης Σεισμόπληκτων Κτιρίων
  - (α) Στάδια χορήγησης στεγαστικής συνδρομής,
  - (β) Πληρότητα φακέλου επισκευής κτιρίων και
  - (γ) Ελάχιστες απαιτήσεις σύνταξης μελετών επισκευής
- ✓ Διάκριση Κτιρίων
  - Βλάβες Τοπικού ή Γενικού Χαρακτήρα
    - Επισκευή βλαβών χωρίς μελέτη
    - Επισκευή μετά από νέα μελέτη
- ✓ Προϋποθέσεις για τον τρόπο που θα γίνουν οι μελέτες

15

Διάκριση Βλαβών σε Τοπικού ή Γενικού Χαρακτήρα

➔ Διάκριση τρόπου σύνταξης μελέτης

Έλεγχος απώλειας φέρουσας ικανότητας  $A_\phi$

$\text{Αν } A_\phi < A_{\phi,\text{lim}} \Rightarrow$  Τοπικού χαρακτήρα

$\text{Αν } A_\phi > A_{\phi,\text{lim}} \Rightarrow$  Γενικού χαρακτήρα

$$A_{\phi,\text{lim}} = 0.10 - 0.20$$

$$A_\phi = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad \text{ή} \quad A_\phi = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Περιλαμβάνονται μόνο τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία

16

Στην Περίπτωση Γενικού Χαρακτήρα Βλάβης ποιες οι  
Προϋποθέσεις για την Μελέτη Επισκευής;

- ✓ Με τις διατάξεις (σεισμικές δράσεις, τρόπος υπολογισμού) που του Αντισεισμικού Κανονισμού θα γίνουν;
- ✓ Ποια τα βήματα της μελέτης;(!)
- ✓ Παγίως ως βάση χρησιμοποιούνται ο διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ίσχυε κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής αδείας

17

- ✓ Παγίως ως βάση χρησιμοποιούνται ο διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ίσχυε κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής αδείας

- Το επισκευάζεις όπως ήταν προ σεισμού (Τοπικού Χαρακτήρα)
- Το επισκευάζεις όπως θα έπρεπε να το είχες μελετήσει τότε που το έφτιαχνες (Γενικού Χαρακτήρα)

Πώς ερμηνεύεται αυτό;

18

Ο επανυπολογισμός και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του κτιρίου θα γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

- Κτίρια με οικοδομική άδεια. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ανάλυση και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του πληγέντος κτιρίου σύμφωνα με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ίσχυε κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής άδειας.

Κτίρια προ του 1959. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ανάλυση και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του πληγέντος κτιρίου σύμφωνα με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959.

Ο επανυπολογισμός και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του κτιρίου θα γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

● Κτίρια με οικοδομική άδεια. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ανάλυση και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του πληγέντος κτιρίου σύμφωνα με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ίσχυε κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής άδειας.

● Κτίρια προ του 1959. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ανάλυση και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του πληγέντος κτιρίου σύμφωνα με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959.

Για την επισκευή / ενίσχυση βλαβών στα κτίρια που κατατάσσονται στην κατηγορία αυτή απαιτείται μελέτη αποτίμησης (σύλλογη στοιχείων, ανάλυση και έλεγχος οριακών καταστάσεων) και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του πληγέντος κτιρίου, σύμφωνα με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ίσχυε κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής άδειας, και για στάθμη επιτελεστικότητας τουλάχιστον «Προστασία Ζωής», κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. - εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά από τη Δημόσια αρχή.

Ο ακόλουθος Πίνακας καθορίζει τους Κανονισμούς που θα εφαρμοστούν ανάλογα με το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του ακινήτου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ**

Αρ.	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΑΔΕΙΑΣ	ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
1	Προ της 26/02/1959	1959 <sup>1</sup>	ΚΑΝ.ΕΠΕ.
2	27/02/1959 – 30/09/1985	1959 <sup>1</sup>	ΚΑΝ.ΕΠΕ.
3	01/10/1985 – 30/06/1995	1985 <sup>2</sup>	ΚΑΝ.ΕΠΕ.
4	01/07/1995 – 19/12/2000	ΝΕΑΚ <sup>3</sup>	ΚΑΝ.ΕΠΕ.
5	20/12/2000 – 31/12/2003	ΕΑΚ <sup>4</sup>	ΚΑΝ.ΕΠΕ.
6	01/01/2004 – 30/06/2011	ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΑΚ <sup>4</sup>	ΚΑΝ.ΕΠΕ.
7	Από 01/7/2011-	ΕΑΚ <sup>4</sup> – παράλληλη εφαρμογή με ΕC5	ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Ως ημερομηνία έκδοσης οικοδομικής άδειας θεωρείται η ημερομηνία που εκδόθηκε η πιο πρόσφατη οικοδομική άδεια, τροποποίησή της ή αναθεώρησή της.

**ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ**  
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

815

Αρ. Φύλλου 66  
26 Ιανουαρίου 2001

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

**ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ**

- 1 Τροποποίηση και συμπλήρωση της 5172/Α25β' 18.10.99 απόφαση Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
- 2 Έγκριση χορήγησης επιδότσης ενικού ή συγκολλητικής για την προσωρινή στήριξη των σεισμόπληκτων οικοσυστήσεων (την ημέρα του σεισμού 7.9.1999) και στεγαστικής συνδρομής σε σεισμόπληκτους (διοικήτες) για την αποκατάσταση των ζημιών που προκλήσει ο σεισμός της 7ης Σεπτεμβρίου 1999 σε περιοχές του Ν. Αττικής
- 3 Έγκριση χορήγησης στεγαστικών συνδρομής σε σεισμόπληκτους για την αποκατάσταση των ζημιών που προκλήσει ο σεισμός της 7ης Σεπτεμβρίου 1999 σε περιοχές του Ν. Αττικής
- 4 Έγκριση χορήγησης στεγαστικών δανείων σε σεισμόπληκτους για την αποκατάσταση των ζημιών που προκλήσει ο σεισμός της 26ης Μαΐου 2000 σε περιοχές του Ν. Πρεβέζης

- 1 ρεχομένου του Προέδρου της Δημοκρατίας, «περί αποκατάστασης ζημιών εκ σεισμών 1981 και ρυθμίσεως ετέρων συναφών θεμάτων» όπως αυτή τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με το άρθρο 1, παρ. 42 και 43 του Ν. 2412/96 «Μεταφορά αρμοδιοτήτων από το Υπουργικό Συμβούλιο σε άλλα Κυβερνητικά όργανα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 123/Α/17.6.96).
- 2 3. Τις υπ. αριθμ. οικ/3751/ΤΠ 31/10.9.99, οικ/3992/ ΤΠ 31/17.9.99 και οικ/4194/ ΤΠ 31/24.9.99 Κοινές Αποφάσεις του Υπουργού Εθνικής Οικονομίας και των Υφυπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημ. Έργων με θέμα την αποκατάσταση των ζημιών από το σεισμό της 7ης Σεπτεμβρίου 1999 στο Νομό Αττικής.
- 3 4. Το Π.Δ. 89/1988 «Οργανισμός Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων».
- 4 5. Την Κοινή Απόφαση Δ16α/04773/29.11.90 του Υπουργού Προεδρίας και του Αναπλ. Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ «περί εξαιρέσεως διοικητικών πράξεων και εγγράφων από τον κανόνα των τριών υπογραφών».
- 4 6. Την κοινή απόφαση Δ17α/10/30/Φ.2.2.1/23.5.2000 (ΦΕΚ 66Α/Β/24.5.2000) του Προέδρου και του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ «Ανάθεση Αρμοδιοτήτων Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ

III. Αποκατάσταση βλαβών στην περίπτωση της § Β του άρθρου 1

Για την αποκατάσταση βλαβών στα κτίρια που κατατάσσονται στην περίπτωση αυτή απαιτείται επανυπολογισμός και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του κτιρίου με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ίσχυε κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής άδειας και με τις παραδοχές της αρχικής μελέτης. Για κατασκευές προ του 1959, εφαρμόζεται ο Αντισεισμικός Κανονισμός του 1959.

α. Δράση σεισμού  $E = 1.75 \epsilon (G + \psi 2 Q)$

το οποίο κατανέμεται ορθογωνικά, εφόσον το κτίριο είχε μελετηθεί με τον αντισεισμικό του 1959 (ή νωρίτερα) ή τριγωνικά, εφόσον είχε μελετηθεί μετά την ισχύ των πρόσθετων διατάξεων του 1984. Ο σεισμικός συντελεστής  $\epsilon$ , είναι αυτός της αρχικής μελέτης και η προσαύξηση κατά 75% γίνεται για να καλυφθεί η διαφορά μεθόδων επιτρεπομένων τάσεων και μερικών συντελεστών ασφαλείας.



## Εργασίες Ενίσχυσης

Αρ. Φύλλου 66  
26 Ιανουαρίου 2001

1. Αν οι ιδιοκτήτες ενός κτιρίου, το οποίο κατατάσσεται σε μια από τις περιπτώσεις της §B του άρθρου 1, επιθυμούν την επί πλέον ενίσχυσή του με παραδοχές διαφορετικές των προηγούμενων και με σκοπό την αύξηση της επιδιωκόμενης ασφάλειας και στάθμης αντισεισμικότητας, πρέπει να υποβάλλουν επιπλέον της αρχικής μελέτης που έχει συνταχθεί σύμφωνα με τα αναφερόμενα πιο πάνω και νέα μελέτη επισκευής / ενίσχυσης. Η νέα μελέτη θα συνοδεύεται υποχρεωτικά από τεχνική έκθεση στην οποία θα περιγράφονται αναλυτικά οι παραδοχές του υπολογισμού, ο επιδιωκόμενος βαθμός ενίσχυσης καθώς και το είδος των επεμβάσεων.

25

## Εργασίες Ενίσχυσης

Αρ. Φύλλου 2661  
18 Οκτωβρίου 2013

2. Για εργασίες ενίσχυσης των κτιρίων, πλέον των εργασιών επισκευής που εγκρίνονται με τη χορηγούμενη Άδεια Επισκευής από την αρμόδια Υπηρεσία (όπως αυτή αναφέρεται στην κοινή υπουργική απόφαση οριοθέτησης της περιοχής), ο ιδιοκτήτης με δική του πρωτοβουλία θα προσφεύγει με νέα μελέτη στις αρμόδιες Υ.ΔΟΜ. για την έκδοση οικοδομικής άδειας (χωρίς χορήγηση Στεγαστικής Συνδρομής) σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Επισημαίνεται ότι η Άδεια Ενίσχυσης που θα εκδοθεί από την αρμόδια Υ.ΔΟΜ. πρέπει να προσκομιστεί άμεσα στην αρμόδια Υπηρεσία που εξέδωσε την Άδεια Επισκευής.

26

## Εργασίες Ενίσχυσης

Αρ. Φύλλου 41  
15 Ιανουαρίου 2013

4. Για εργασίες ενίσχυσης των κτιρίων, πλέον των εργασιών επισκευής που εγκρίνονται με τη χορηγούμενη Άδεια Επισκευής από την αρμόδια Υπηρεσία (όπως αυτή αναφέρεται στην κοινή υπουργική απόφαση οριοθέτησης της περιοχής), ο ιδιοκτήτης με δική του πρωτοβουλία θα προσφεύγει με νέα μελέτη στις αρμόδιες Υ.ΔΟΜ. για την έκδοση οικοδομικής άδειας (χωρίς χορήγηση Στεγαστικής Συνδρομής) σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

27

## Εργασίες Ενίσχυσης

Αρ. Φύλλου 455  
25 Φεβρουαρίου 2014

4. Για εργασίες ενίσχυσης των κτιρίων, πλέον των εργασιών επισκευής που εγκρίνονται με τη χορηγούμενη Άδεια Επισκευής από την αρμόδια Υπηρεσία (όπως αυτή αναφέρεται στην Κοινή Υπουργική απόφαση οριοθέτησης της περιοχής), ο ιδιοκτήτης με δική του πρωτοβουλία θα προσφεύγει με νέα μελέτη στις αρμόδιες Υ.ΔΟΜ. για την έκδοση οικοδομικής άδειας (χωρίς χορήγηση Στεγαστικής Συνδρομής) σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Επισημαίνεται ότι η Άδεια Ενίσχυσης που θα εκδοθεί από την αρμόδια Υ.ΔΟΜ. πρέπει να προσκομιστεί άμεσα στην αρμόδια Υπηρεσία που εξέδωσε την Άδεια Επισκευής.

28

## Σημερινό Καθεστώς

### Κτίρια από Φ.Τ.

Αρ. Φύλλου 2661  
18 Οκτωβρίου 2013

Ο επανυπολογισμός και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του κτιρίου θα γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

- Κτίρια με οικοδομική άδεια. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ανάλυση και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του πληγέντος κτιρίου σύμφωνα με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ίσχυε κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής αδειάς.

### Κτίρια από Ο.Σ.

Αρ. Φύλλου 455  
25 Φεβρουαρίου 2014

29

## Κτίρια από Ο.Σ.

Αρ. Φύλλου 455  
25 Φεβρουαρίου 2014

### ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙ

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται τα σεισμόπληκτα κτίρια τα οποία δεν μελετήθηκαν με χρήση φάσματος απόκρισης σε όρους επιτάχυνσης και τα οποία:

- Μελετήθηκαν ή/και κατασκευάστηκαν πριν την εφαρμογή του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959 (ΦΕΚ 36/Α, 26/02/1959).
- Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959 (ΦΕΚ 36/Α, 26/02/1959).
- Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959 (ΦΕΚ 36/Α, 26/02/1959) και τα πρόσθετα άρθρα του 1984-85 (ΦΕΚ 239/Β, 16/04/1984).
- Μελετήθηκαν/ελέγχθηκαν με διαφορετικούς αντισεισμικούς κανονισμούς και ένα τμήμα τους ελέγχθηκε με χρήση συντελεστή σεισμικής επιβαρύνσεως ε (π.χ. σε περίπτωση προσθηκών) ή/και απαλλάχθηκε από αντισεισμικό έλεγχο.

30

## Κτίρια από Ο.Σ.

Αρ. Φύλλου 455  
25 Φεβρουαρίου 2014

### ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΙ

Στη κατηγορία αυτή κατατάσσονται τα σεισμόπληκτα κτίρια τα οποία μελετήθηκαν ή ελέγχθηκαν με χρήση φάσματος απόκρισης σε όρους επιτάχυνσης και την εφαρμογή μιας εκ των επομένων μεθόδων αντισεισμικού υπολογισμού:

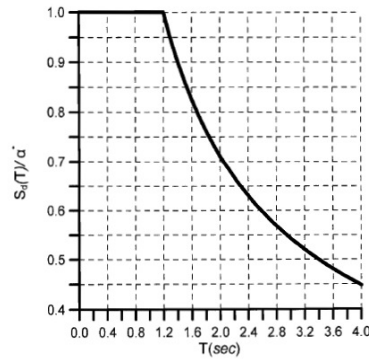
- α) Δυναμική Φασματική Μέθοδος (γενική) ή,
- β) Απλοποιημένη Φασματική Μέθοδος/Ισοδύναμη Στατική Μέθοδος (υπό προϋποθέσεις).

Δηλαδή κτίρια τα οποία:

- Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό ΝΕΑΚ1992-95 (ΦΕΚ 613/Β, 12/10/1992).
- Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό ΕΑΚ2000-2003 (ΦΕΚ 2184/Β, 20/12/1999).

31

Αρ. Φύλλου 455  
25 Φεβρουαρίου 2014



$$S_d(T) = \begin{cases} a^*, & 0 \leq T \leq 1.2 \text{ sec} \\ a^* \left( \frac{1.2}{T} \right)^k, & T > 1.2 \text{ sec} \end{cases}$$

όπου  $k = 2/3$

Σχήμα 2. Οριζόντιο Φάσμα Επιτάχυνσεων Σχεδιασμού Γραμμικών Μεθόδων Ανάλυσης Κτιρίων Κατηγορίας ΚΙ.

### ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Πίνακας 3. Τιμές Οριζόντιας Επιτάχυνσης Σχεδιασμού  $a^*/g$  (ανηγμένη στην επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ ) Κτιρίων Κατηγορίας ΚΙ.

Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας: I (ΕΑΚ2003)						
Συντελεστής Σεισμικής Επιβαρύνσεως $\epsilon$ (Αντισεισμικός Κανονισμός 1959/84-85)		0.04	0.06	0.08	0.12	0.16
$a^*/g$	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙ & ΣΙΙ	0.09	0.11	0.14	0.21	0.28
	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙΙΙ & ΣΙΥ	0.12	0.16	0.21	0.32	0.34
Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας: II (ΕΑΚ2003)						
Συντελεστής Σεισμικής Επιβαρύνσεως $\epsilon$ (Αντισεισμικός Κανονισμός 1959/84-85)		$\leq 0.06$		0.08	0.12	0.16
$a^*/g$	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙ & ΣΙΙ	0.14		0.14	0.21	0.28
	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙΙΙ & ΣΙΥ	0.18		0.21	0.32	0.34
Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας: III (ΕΑΚ2003)						
Συντελεστής Σεισμικής Επιβαρύνσεως $\epsilon$ (Αντισεισμικός Κανονισμός 1959/84-85)		$\leq 0.08$		0.12	0.16	
$a^*/g$	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙ & ΣΙΙ	0.21		0.21	0.28	
	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙΙΙ & ΣΙΥ	0.28		0.32	0.34	

Γιατί όχι μόνο ένας πολλαπλασιασμός x 1.75?

✓ Θα μπορούσαν να γίνουν οι μελέτες σεισμόπληκτων χωρίς χρήση του ΚΑΝ.ΕΠΕ.;

Ίδια απάντηση στην ερώτηση: Θα μπορούσαν να γίνονται οι μελέτες με θεωρία επιτρεπομένων τάσεων αντί της οριακής αντοχής;

✓ Θα μπορούσαν να γίνονται μελέτες μόνο με ΚΑΝ.ΕΠΕ. χωρίς την εφαρμογή των Υ.Α. περί ελαχίστων απαιτήσεων;

Για κτίρια από Φ.Τ.;

Για κτίρια από Ο.Σ.;

34

## Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. σε συνδυασμό με την Υ.Α. 455

### ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Πίνακας 3. Τιμές Οριζόντιας Επιτάχυνσης Σχεδιασμού  $a^*/g$  (ανηγμένη στην επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ ) Κτιρίων Κατηγορίας ΚΙ.

Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας: I (ΕΑΚ2003)						
Συντελεστής Σεισμικής Επιβαρύνσεως $\epsilon$ (Αντισεισμικός Κανονισμός 1959/84-85)		0.04	0.06	0.08	0.12	0.16
$a^*/g$	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙ & ΣΙΙ	0.09	0.11	0.14	0.21	0.28
	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙΙΙ & ΣΙΥ	0.12	0.16	0.21	0.32	0.34
Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας: II (ΕΑΚ2003)						
Συντελεστής Σεισμικής Επιβαρύνσεως $\epsilon$ (Αντισεισμικός Κανονισμός 1959/84-85)		$\leq 0.06$		0.08	0.12	0.16
$a^*/g$	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙ & ΣΙΙ	0.14		0.14	0.21	0.28
	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙΙΙ & ΣΙΥ	0.18		0.21	0.32	0.34
Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας: III (ΕΑΚ2003)						
Συντελεστής Σεισμικής Επιβαρύνσεως $\epsilon$ (Αντισεισμικός Κανονισμός 1959/84-85)		$\leq 0.08$		0.12	0.16	
$a^*/g$	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙ & ΣΙΙ	0.21		0.21	0.28	
	Σπουδαιότητα Κτιρίου: ΣΙΙΙ & ΣΙΥ	0.28		0.32	0.34	

☐ → ενίσχυση

35

## Πρόσθετα της Υ.Α. 455

Πίνακας 4. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Ολιπτικής Αντοχής και ΣΑΔ "ανεκτή"

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	«Ονομαστική» Μέση Τιμή $f_{cm}$ (MPa)	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{ck}$ (MPa)
... < 1954	10	6
1954 < ... < 1985	12	8
1985 < ... < 1995	16	12
1995 < ...	20	16

Πίνακας 5. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Διαρροφής Χάλυβα Οπλισμού.

Κατηγορία Χάλυβα Οπλισμού	«Ονομαστική» Μέση Τιμή $f_{yk}$ (MPa)	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{yk}$ (MPa)
S220 & Stahl I	280	240
S400 & Stahl III	450	410
S500 & Stahl IV	520	500

Όριο  $A_{\phi} = 0.12$

Αγνοείται η συνεισφορά των τοιχοπληρώσεων

Περιλαμβάνονται πρόσθετες μορφές βλάβης (σε τοιχώματα και κόμβους)

36

## Υπάρχει Υ.Α. που λέει για στόχο B2; Όχι

Υπάρχει για B1 και A1

Αρ. Φύλλου 41  
15 Ιανουαρίου 2013

• Η στάθμη επιτελεστικότητας στην εκπόνηση της στατικής μελέτης ορίζεται να είναι «Προστασία ζωής» (B1) (ΚΑΝ.ΕΠΕ. παρ. 2.2.1). Σε κτίρια σπουδαιότητας (IV) ( $\gamma=1,40$ ) σύμφωνα με τον EC-8-1 (παρ. 4.2.5), η στάθμη επιτελεστικότητας στην εκπόνηση της στατικής μελέτης ορίζεται να είναι «Άμεση χρήση μετά από το σεισμό» (A1) (ΚΑΝ.ΕΠΕ. παρ. 2.2.1).

Για την επισκευή / ενίσχυση βλαβών στα κτίρια που κατατάσσονται στην κατηγορία αυτή απαιτείται μελέτη αποτίμησης (συλλογή στοιχείων, ανάλυση και έλεγχος οριακών καταστάσεων) και ανασχεδιασμός του Φ.Ο. του πληγέντος κτιρίου, σύμφωνα με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού που ισχύει κατά το χρόνο έκδοσης της οικοδομικής άδειας, και για στάθμη επιτελεστικότητας τουλάχιστον «Προστασία Ζωής», κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. - εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά από τη Δημόσια αρχή.

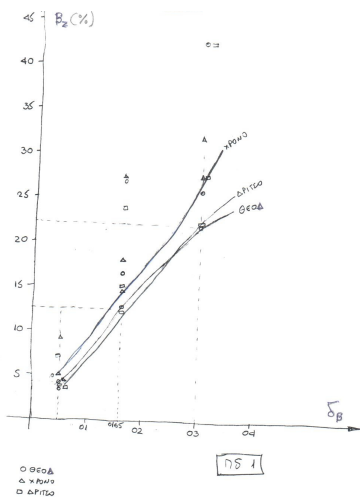
Ο ακόλουθος Πίνακας καθορίζει τους Κανονισμούς που θα εφαρμοστούν ανάλογα με το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του ακινήτου.

## ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΣΤΕ

- Καλές μελέτες (Επιλογή κατάλληλων ανά περίπτωση συνδυασμών τεχνικών επέμβασης)
- Καλή τεχνολογία εφαρμογής
- Σοβαρή επίβλεψη
- Ποιοτικό έλεγχο

38

## Υπάρχουν άλλες προτάσεις;



39

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

40

## **2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

### **2.1 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα**



## “Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1

## ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

- Τι Είναι;
- Γιατί Χρησιμοποιείται;
  - Υψηλή Θλιπτική Αντοχή
  - Πολύ Καλή Πρόσφυση
  - Αυτοσπριζεται
  - Κινητή Εγκατάσταση

“Αν υπάρχει χώρος για έναν άνθρωπο και έναν σωλήνα, μπορούμε να σκυροδετήσουμε”

- Διαδικασίες

2



Εκτόξευση Μανδύα Υποστυλώματος

3



4



5

### Πειραματικά αποτελέσματα δοκιμών εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Δείγμα Νο.	Θλιπτική Αντοχή Ε.Σ. (MPa)	Διατμητική Αντοχή Διεπιφάνειας (MPa)
------------	-------------------------------	---

#### Α. Εκτοξευόμενο Ξηράς ανάμιξης πάνω σε παλιό

1	33,0	3,9
2	30,1	3,7
3	32,1	3,4

#### Β. Εκτοξευόμενο Υγράς ανάμιξης πάνω σε παλιό

4	33,2	0,9
5		1,3
6	30,5	1,7
7		1,5
8	33,5	2,3

6

## ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΞΗΡΑΣ ΑΝΑΜΙΞΗΣ

### Αεροσυμπιεστής

- Απαιτούμενη πίεση
  - Μήκος Σωλήνα
  - Ειδικό Βάρος Μίγματος
  - Διαφορά ύψους ακροφυσίου - θέσης εγκατάστασης
  - Καμπύλες στον λαστ. σωλήνα διανομής κ.α.

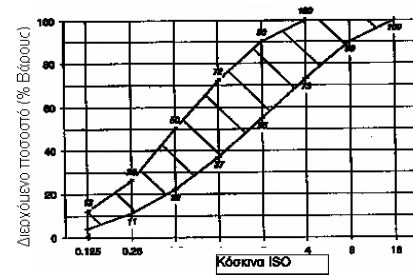
### Πρακτική Εκτίμηση

$$P = 200 + 2,5 (l + 2h) \text{ KPa}$$

όπου: l (m) μήκος σωλήνα  
h (m) διαφορά ύψους ακροφυσίου

- Προδιαγραφές Αεροσυμπιεστή
  - Πολλοί παράγοντες

7



Όρια Κοκκομετρικής Διαβάθμισης Αδρανών για Χρήση Ε.Σ.

8

### Ανακλώμενο Υλικό και Υπερψεκαζόμενο (Overspray)

- Ανεπιθύμητα προϊόντα εκτόξευσης
- Έλεγχος και ελαχιστοποίηση από χειριστή
- Υπερψεκαζόμενο είναι...

#### Προβλήματα

- Ανακλώμενο Υλικό είναι...

Μειώνεται προοδευτικά

Δεν ξαναχρησιμοποιείται

-Σπατάλη

-Συνθήκες εργασίας χειριστή

- Αδύναμα σημεία

Περισσότερο Ανακλώμενο → Αυξημένη Αντοχή (!)

Αλλά Αυξημένη Συστολή Ξήρανση

9

### Ποσοστά ανακλώμενου υλικού

Εκτοξευόμενη Επιφάνεια	Ξηρά Ανάμιξη	Υγρή Ανάμιξη
Δάπεδα	5-15%	0-5%
Κεκλιμένοι ή κατακόρυφοι τοίχοι	15-25%	5-10%
Οροφή	25-50%	10-20%

10

### Εκτέλεση Εργασίας

- Προετοιμασία Επιφάνειας

- Απομάκρυνση κάθε αποσαθρωμένου
- Αγρίεμα επιφάνειας
- Διαβροχή με νερό

- Έλεγχος Νερού

Τόσο όσο χρειάζεται για να φαίνεται ελαφρά γυαλιστερό

Πολύ νερό → κυλάει, κρεμάνει

Λίγο νερό → αυξάνει το ανακλώμενο

(Ξηρά, σκούρα αμμόδη επιφάνεια χωρίς να γυαλίζει)

Συσώρευση αδρανών  
κακή τελική επιφάνεια  
κακή σύνδεση στρώσεων  
μικρή αντοχή

Δείγματα έδειξαν ανεπαρκή διαβροχή

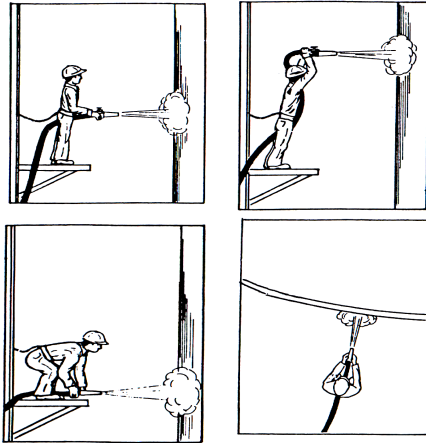
Πίεση νερού = Πίεση αέρα + (100 - 200) KPa

11

### ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ

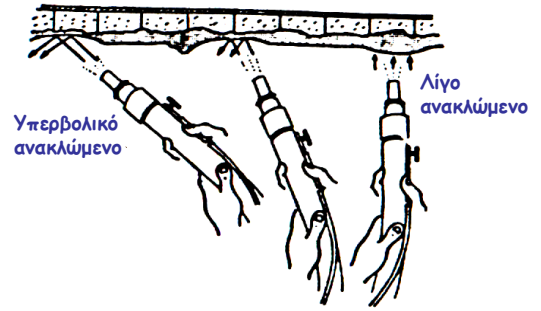
- Αποτελεσματικός χειρισμός
- Λιγότερες δυνατόν στρώσεις
- Σταθερή ροή χωρίς διακυμάνσεις
- Απόσταση 0,6 m έως 1,8 m
- Εν γένει κάθετα στην επιφάνεια
  - Ποτέ σε γωνία > 45°
- Κυκλική περιστροφή ακροφυσίου
  - Όχι μπρος-πίσω
- Σε μεγάλα πάχη κάθετα στην επιφάνεια υλικού σε γωνία 45° προς την επιφάνεια βάσης
- Όχι ανακλώμενο και overspray στην επιφάνεια βάσης π.χ. πλάκες
- Εσωτερικές γωνίες προηγούνται
- Υγρότερη πρώτη στρώση

12



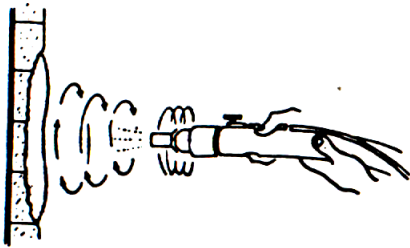
Σωστές θέσεις εκτόξευσης

13



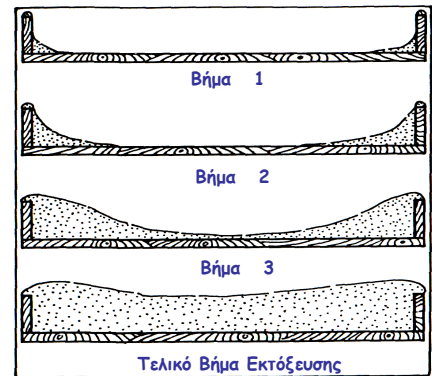
Σχέση ανακλώμενου υλικού και γωνίας πρόσπτωσης

14



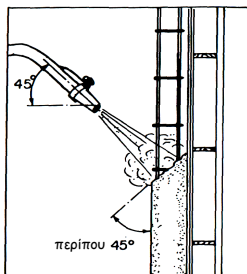
Οι στρώσεις συμπληρώνονται με επάλληλες μικρές κυκλικές ή ελλειπτικές κινήσεις του ακροφυσίου

15



Κατάλληλη διαδικασία εκτόξευσης σε εσωτερικές γωνίες

16



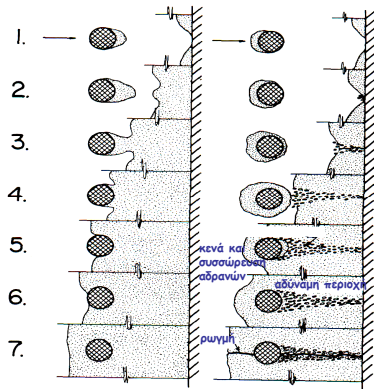
Συνιστώμενος τρόπος εκτόξευσης για μεγάλα πάχη

17

### Εγκιβρωτισμός Οπλισμών

- Σκοπός: Να πάει καλά πίσω από τις ράβδους  
Να μην προηγείται συσσωμάτωμα με το σίδερο
- Μικρότερη Απόσταση
- Ελαφρά γωνία από πάνω  
(για οριζόντιες ράβδους)
- Λίγο πιο υγρό μίγμα
- Δύο στρώσεις οπλισμοί  
12  $\Phi$  αποστάσεις εξωτερικής στρώσης  
6  $\Phi$  αποστάσεις εσωτερικής στρώσης

18



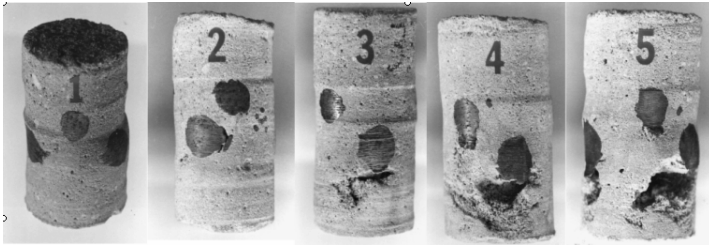
Εκτόξευση παρουσία σπλισμού

19

## ΕΛΕΓΧΟΙ

- (α) ΟΠΤΙΚΟΣ
- (β) ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ
- (γ) ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (ΚΡΟΥΣΤΙΚΟΣ)
- (δ) ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ
  - (i) Έλεγχος Θλιπτικής Αντοχής
  - (ii) Έλεγχος Συνάφειας
- (ε) ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

20



Κατηγοριοποίηση ποιότητας Ε.Σ. με βάση τον οπτικό έλεγχο  
Πιθανές εικόνες των πέντε κατηγοριών

21



## **2.2 Μη Συρρικνούμενα Κονιάματα**



## “Μη Συρρικνούμενα Κονιάματα”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

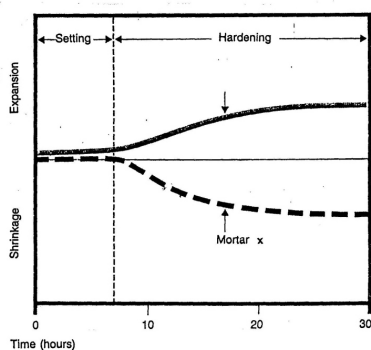
Πάτρα, 2015

1

## ΜΗ ΣΥΡΡΙΚΝΟΥΜΕΝΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

- Τι είναι;
- Πότε χρησιμοποιούνται;
- Πλεονεκτήματα
  - Υψηλές αντοχές
  - Χαρακτηριστικά παραπλήσια με αυτά του σκυροδέματος
  - Μικρός χρόνος απόκτησης αντοχών
  - Ρευστότητα
  - Όχι συρρίκνωση
- Επιτυγχάνεται
  - Πολύ καλή πρόσφυση
  - όχι ρηγματώσεις
  - όχι κενά
- Μειονέκτημα
  - το κόστος
  - όμως...

2



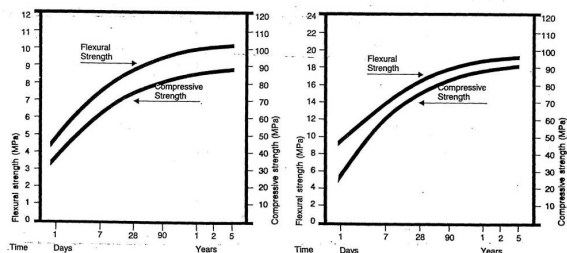
3

Ιδιότητες-Χαρακτηριστικά	Συμβατική Ονομασία Υλικού						Κατηγορία Σκυροδέματος	
	MA	MB	MC	MD	ME	MF	C16/20	C25/30
Θλιπτική Αντοχή (MPa)	74	70	75	63	68	42	24	33
Μέτρο Ελαστικ. σε Θλίψη (MPa)	25000	25000	30000	*	*	27500	30500	*
Παραμόρφωση Αστοχίας (‰ <sub>∞</sub> )	6	6	6	*	*	*	3,7	3,5
Εφελεκ. Αντοχή σε Κάμψη (MPa)	8,8	8	8,5	8	11,3	6,3	2,1	2,8
Συνάφεια με παλαιό Σκυρ. (MPa)	6	6	6,5	*	*	*	1,5	1,5
Συνάφεια με Χάλυβα (MPa)								
Για Λείους Ραβδούς	3	3	4	*	*	*	*	*
Για ραβδούς με ραβδώσεις	20	20	30	*	*	*	*	*

\* δεν διατίθενται στοιχεία

Ιδιότητες και χαρακτηριστικά επισκευαστικών κονιαμάτων με βάση το τσιμέντο

4



5

Θλιπτική Αντοχή (MPa)	Συμβατική Ονομασία Υλικού				
	MA	MB	MC	MD	ME
1 ημ.	33	26	30	3	16
4 ημ.	*	40	45	33	38
8 ημ.	*	50	60	48	48
28 ημ.	74	70	75	63	68

\* δεν διατίθενται στοιχεία

Εξέλιξη της ανάπτυξης της αντοχής επισκευαστικών κονιαμάτων με βάση το τσιμέντο

6

## ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ

- Αποθήκευση - Συσκευασία
- Ανάμιξη (2 στάδια)
- Συνθήκες Περιβάλλοντος και Αναλογίες;
- Θερμοκρασία και Χρόνος Απόκτησης Αντοχής

7

## ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1. Τραχεία επιφάνεια πρόσφυσης
2. Περιμετρική απότμηση 10 mm
3. Καθαρισμός οπλισμού και σκυροδέματος βάσης
4. Ελαφρύς οπλισμός όταν...
5. Διαβροχή σκυροδέματος βάσης
6. Διαβροχή καλουπιών

8

## ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

### 7. Τοποθέτηση κονιάματος

- Από τη μία πλευρά σε ρευστά κονιάματα
- Πιέζοντας σε πλαστικά κονιάματα
- Καλύπτοντας κατά 10 mm τους οπλισμούς

### 8. Συντήρηση

- ρευστών κονιαμάτων
- πλαστικών κονιαμάτων

9

## **2.3 Πολυμερικές Κόλλες - Ρητίνες**



## “Πολυμερικές Κόλλες - Ρητίνες”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1

## ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ Α.Σ.Ι.

Συνθήκες περιβάλλοντος	Μέγιστο επιτρεπόμενο εύρος ρωγμής
Ξηρό περιβάλλον	0,41 mm
Υγρό περιβάλλον ή έδαφος	0,30 mm
Χημικές προσβολές	0,18 mm
Θαλάσσιες κατασκευές	0,15 mm
Δεξαμενές κ.λ.π.	0,10 mm

2

## ΣΤΑΔΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

- Καθαρισμός
- Διάνοιξη οπών διαμέτρου 5~10mm και πάλι καθαρισμός
- Προσαρμογή επιστομίων
- Επιφανειακό σφράγισμα (ρητινόστοκος)
- Ανάμιξη ρητίνης και σκληρυντή
- Εκτέλεση ρητινένεσης από το χαμηλότερο σημείο
- Αφαίρεση υλικού σφραγίσματος μετά από 24 h

3

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ

- Κατάλληλο:
  - Πληροφορίες = σύγκριση τεχνικών χαρακτηριστικών
  - Θλιπτική αντοχή
  - Πρόσφυση
  - Μέτρο Ελαστικότητας: Όσο γίνεται μεγάλο  
(όχι  $E < 20.000 \text{ kgf/cm}^2$ )
- “Ενεργές” και “Μη Ενεργές” ρωγμές
- Επιτυχία εκτέλεσης:
  - τέλεια πλήρωση ρωγμής ή τουλάχιστον κατά 90%

4

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΡΩΗ

- Γεωμετρία ρωγμής
- Θέσεις επιστομίων
- Πίεση ενέματος
- Ιξώδες } Χρόνος
- Pot-Life = Χρόνος Εργασιμότητας
- Θερμοκρασία

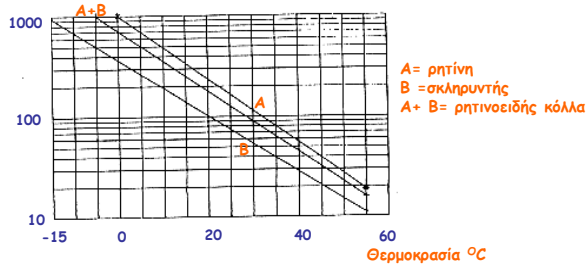
5

## ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

- Καλός καθαρισμός
- Πυκνότητα σημείων ενέσεων
- Καλό σφράγισμα της ρωγμής παντού.  
Για διαμπερή ρωγμή, όχι μόνο στη μία πλευρά
- Πολύ καλή ανάμιξη
- Εισαγόμενη πίεση (όχι υψηλή)
- Έλεγχος δοκιμασίας

6

Ιξώδες (PS)



Επίδραση θερμοκρασίας στο ιξώδες

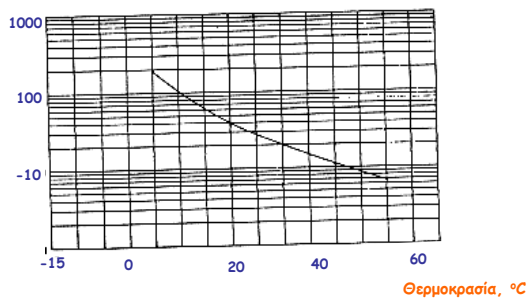
7

Συμβατική ονομασία	Ποσότητα	Μίγματος
ρητινοειδούς κόλλας	4260 gr	4260:4=1065 gr
I	50 min	60 min
II	120 min	300 min

Εργάσιμος χρόνος για διαφορετικές ποσότητες μίγματος

8

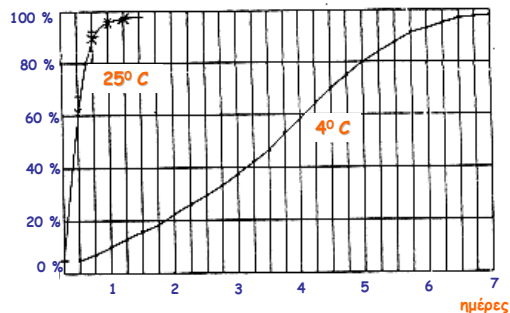
Χρόνος εργασιμότητας (min)



Ενδεικτικό διάγραμμα για την επίδραση της θερμοκρασίας στο χρόνο εργασιμότητας

9

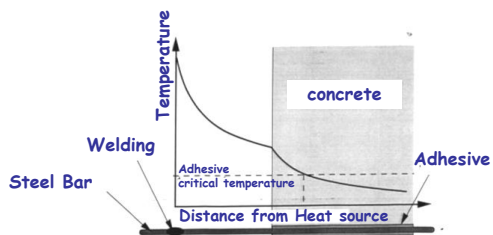
ποσοστό αντοχής



Ενδεικτικό διάγραμμα για την επίδραση της θερμοκρασίας στο χρόνο απόκτησης αντοχής

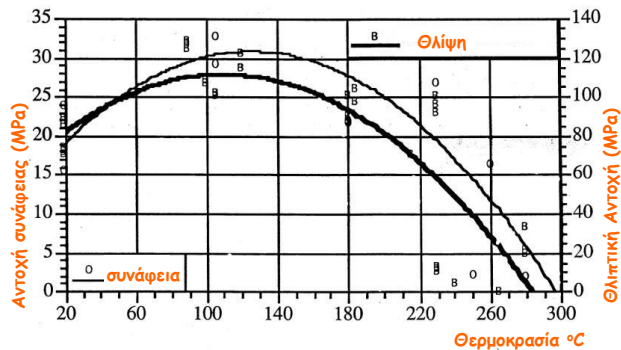
10

TEMPERATURE DISTRIBUTION DUE TO WELDING PROCESS



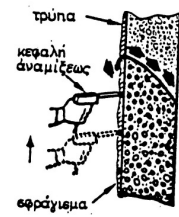
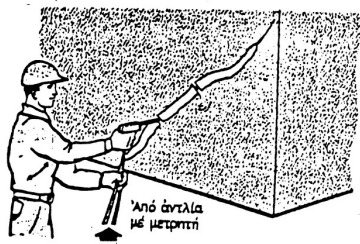
11

ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ



Εναπομένουσα συνάφεια και θλιπτική αντοχή σε συνάρτηση με την θερμοκρασία

12



13



14



15

## **2.4 Συγκολλήσεις Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος**





## “Συγκολλήσεις Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1

## Σε ποιες περιπτώσεις χρειάζεται:

Κυρίως σε επεμβάσεις σε υφιστάμενες κατασκευές

- Για αποκαταστάσεις μετά από βλάβες
- Για ενισχύσεις
- Για αλλαγή χρήσης

Όμως και σε νέες κατασκευές

- Νέα μορφοποιημένα υλικά
- Συστήματα αγκυρώσεων
- Συγκράτηση Ράβδων

2



3



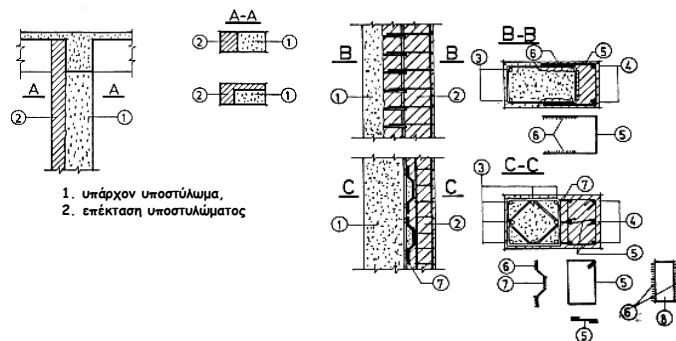
4



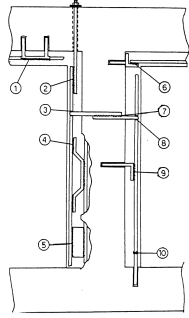
5

### - Προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος

(ιδιαίτερα απαραίτητη σε μονόπλευρη επέκταση ή “ανοιχτό” μανδύα υποστυλωμάτων)



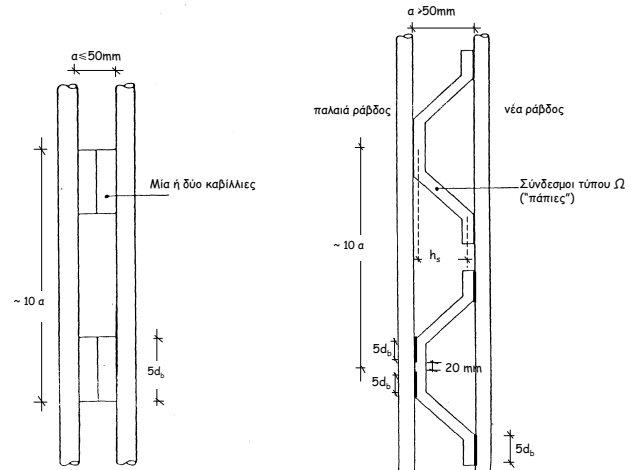
## ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ



Είδη συγκολλήσεων:

(1,8) "Ουρανός", (2,4,5,9) "Ανεβατό" (ή "Κατεβατό"), (3) "Πλάκα",  
(6,7) "Οριζόντιο", (10) "Μετωπική"

7



ΔΥΣΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ



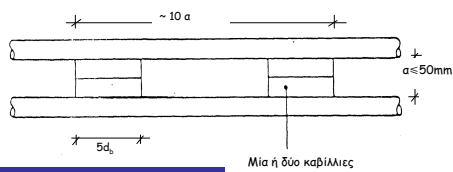
Χρήση Ηλεκτροσυγκολλημένων Συνδέσμων

9



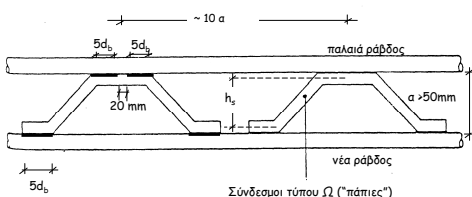
10

## Σύνδεσμοι Παλαιών-Νέων Ράβδων Οπλισμού



ΔΥΣΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Μια ή δύο καβίλλες



ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

11

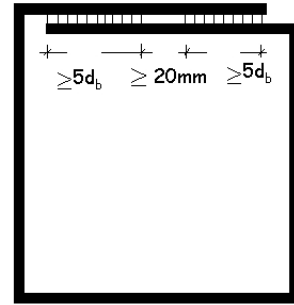


12



Άνοιγμα Συνδετήρων

13



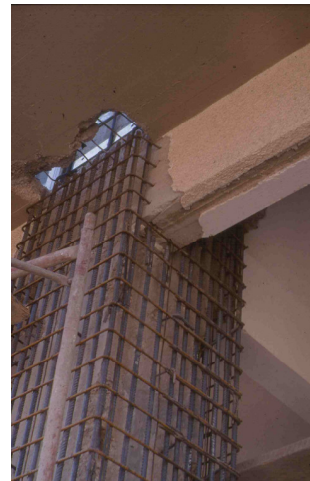
Μορφή συνδετήρα με ηλεκτροσυγκολλημένα άκρα

14



Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα

15

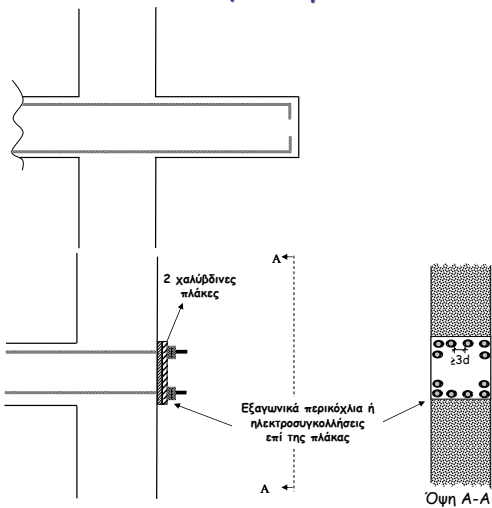


Ορθγωνικοί συνδετήρες με συγκόλληση 2 τμημάτων Π

Συνδετήρες εκτός του κόμβου

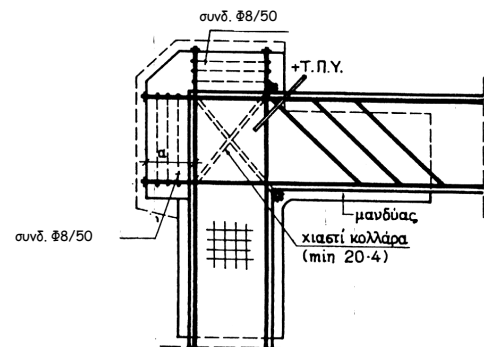
16

Αποκοπή Οπλισμού και Πλάκα Αγκύρωσης



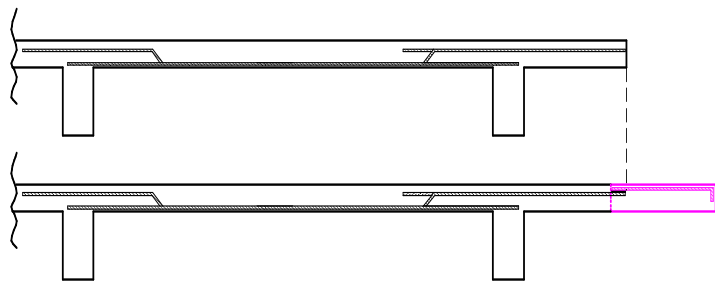
17

Προσθήκη μήκους αγκύρωσης - τεχνική "καμπούρας"



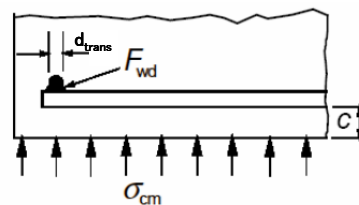
18

### Επέκταση Οπλισμού Προβόλων



19

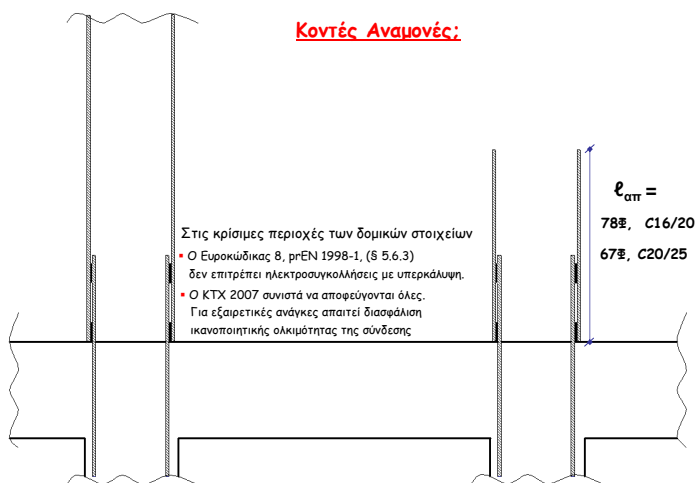
### Συγκολλημένη Εγκάρσια Ράβδος Εκτός της Μάζας του Σκυροδέματος ως Σύστημα Αγκύρωσης



Μείωση απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης κατά 30% (ΕΚΩΣ § 17.6.1)

20

### Κοντές Αναμονές:



- Στις κρίσιμες περιοχές των δομικών στοιχείων
- Ο Ευροκώδικας 8, prEN 1998-1, (§ 5.6.3) δεν επιτρέπει ηλεκτροσυγκολλήσεις με υπερκάλυψη.
  - Ο ΚΤΧ 2007 συνιστά να αποφεύγονται όλες. Για εξαιρετικές ανάγκες απαιτεί διασφάλιση ικανοποιητικής ολκιμότητας της σύνδεσης.

21

Συγκόλληση ράβδων ορόφου

Συγκόλληση αναμονών

$$P \frac{l_s}{3} = F_s \alpha \rightarrow P = \frac{3F_s \alpha}{l_s}$$

$$\frac{1}{2} \sigma_b l_s \Phi = P \rightarrow$$

$$\sigma_{b,max} = \frac{2P}{l_s} = \frac{6F_s \alpha}{l_s} = \frac{6F_s \alpha}{\Phi l_s^2} = \frac{6F_s}{l_s^2}$$

Έστω  $\Phi 20$

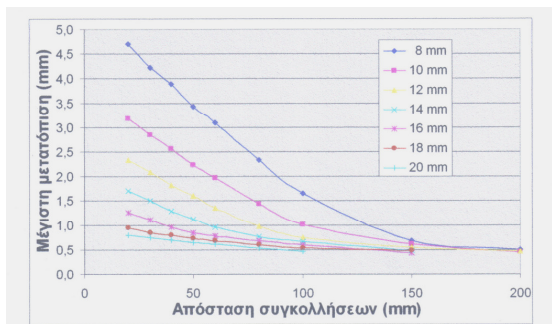
$$F_s = f_y A_s \rightarrow F_s = 500 \times 3,14 \times 10^{-3} = 157 \text{ KN}$$

Έστω  $l_s = 12\Phi$

$$\sigma_{b,max} \rightarrow \frac{6 \times 157 \times 10^{-3}}{12^2 \times 20^2} = 16,3 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_b}{2} = \frac{16,3}{2} = 8,15 \text{ MPa}$$

22



Η μέγιστη εγκάρσια μετατόπιση των συγκολλημένων ράβδων σαν συνάρτηση της απόστασης συγκολλήσεων για τις διάφορες τιμές της διαμέτρου d για μήκος σύγκλησης 4d (Αποστολόπουλος, 2007)

23

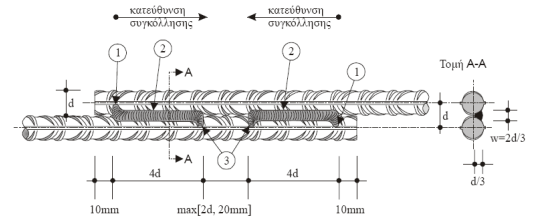
### Πεδίο Εφαρμογής Μεθόδων Συγκόλλησης για Συγκολλησίμους Χάλυβες

Μέθοδος συγκόλλησης	Τύπος σύνδεσης	Περιοχή ονομαστικών διαμέτρων σε mm	
		Κ.Τ.Χ.2007	Άλλού
Συγκολλήσεις τόξου	Μετοπική χωρίς υποστήριξη της ρίζας	≥16	≥Φ20 EC2
	Μετοπική με μόνιμη υποστήριξη της ρίζας	≥12	
	Κατά παράθεση	6-32	
	Με λωρίδες	6-40	
• Ημιαυτόματη συγκόλληση τόξου σε προστατευτική ατμόσφαιρα Ar-CO2 (GMAW, MAG)	Σταυρωτή	6-40	≤Φ16 EC2
	Με άλλα χαλύβδινα στοιχεία	6-40	
• Ημιαυτόματη αυτοπροστατευόμενη συγκόλληση τόξου με σοληνωτά ηλεκτρόδια (FCAW)	Κατά παράθεση	-	
	Σταυρωτή	5-20	≤Φ16 EC2
	Μετοπική	6-25	
Συγκόλληση με προεξοχή (project welding)	Κατά παράθεση	-	
	Σταυρωτή	5-20	
Αυτογενής συγκόλληση με συμπίεση και θέρμανση με αέριο	Μετοπική	6-40	
Αυτογενής συγκόλληση με σπινθηρισμούς	Μετοπική	6-40	
Συγκόλληση με τριβή	Μετοπική	6-40	
	Με άλλα χαλύβδινα στοιχεία	6-40	

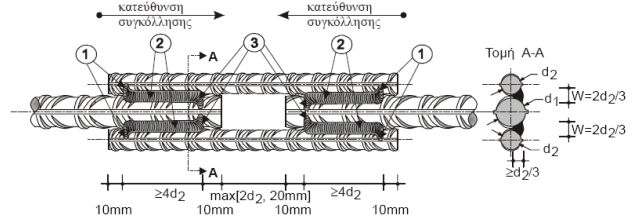
## Κανονιστικό Πλαίσιο

1	International standard ISO 17660 (2006)	Welding of reinforcing steel Part 1: Load-bearing welded joints Part 2: Non load-bearing welded joints
2	American National Standard ANSI/AWS D1.4-92	Structural welding code-reinforcing steel
3	BS 7123 (1989)	Metal arc welding of steel for concrete reinforcement
4	DIN 241 (1997)	Welding of reinforcing steel for concrete quality requirements
5	DIN 4099 (1978)	Welding of reinforcing steel Execution of welding work and testing
6	ΠΕΤΕΠ 14-01-10 ( <a href="http://www.iok.gr">www.iok.gr</a> )	Προσθήκη οπλισμού με ηλεκτροσυγκόλληση
7	Κ.Τ.Χ. (2007) Σχέδιο	Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων

25



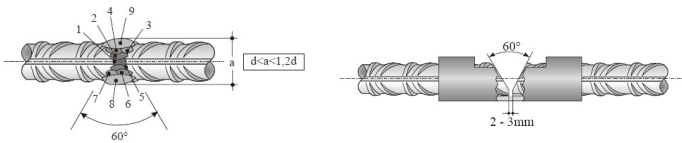
Σύνδεση κατά παράθεση με τεχνικές τόξου (Κ.Τ.Χ. 2007)



Σύνδεση με λωρίδες - strip joint (Κ.Τ.Χ. 2007)

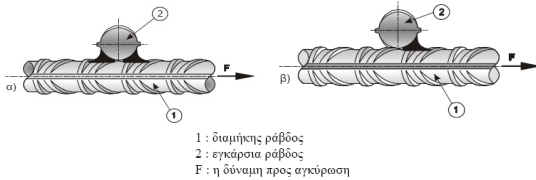
26

### Μετωπική Συγκόλληση - butt joint (Κ.Τ.Χ. 2007)



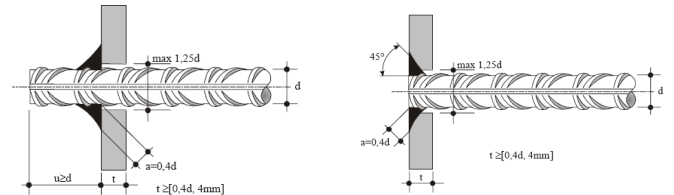
Διαδοχική εκτέλεση κορδονιών και πάσων Μετωπική σύνδεση με υποστήριγμα της ρίζας της συγκόλλησης

### Σταυρωτή Συγκόλληση - cross joint (Κ.Τ.Χ. 2007)



27

### Συγκολλήσεις επί Εγκαρσίου Χαλύβδινου Στοιχείου (Σχέδιο Κ.Τ.Χ. 2007)



Ράβδος διερχόμενη από χαλύβδινο στοιχείο

Ράβδος αγκυρούμενη εντός του πάχους του χαλύβδινου στοιχείου

Μετωπική συγκόλληση ράβδου επί χαλύβδινου στοιχείου

- Για περισσότερες από μία ράβδους  $e \geq 3d$

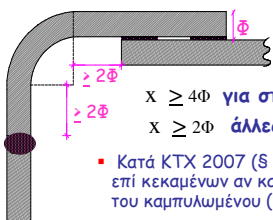
- Στις περιπτώσεις αγκυρώσεων ο ΕΚΩΣ απαιτεί δοκιμές και "εγκριτικές αποφάσεις"

28

## ΚΑΜΨΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΗΜΕΝΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ

Συγκολλήσεις εκτός καμπύλου τμήματος	Συγκολλήσεις εντός καμπύλου τμήματος
$\ell < 4\phi - 20\phi$ $\ell \geq 4\phi$ (EC2 $\ell \geq 3\phi$ )	$20\phi$

Ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης για συγκολλημένους σταυρωτούς οπλισμούς  
Κάμψη οπλισμού μακριά από θέσεις ηλεκτροσυγκόλλησης  
ΚΤΧ2007→ΕΚΩΣ ( § 17.2.3.2)



$X \geq 4\phi$  για σταυρωτή  
 $X \geq 2\phi$  άλλες

Κατά ΚΤΧ 2007 (§ 8.4.3) οι ίδιοι περιορισμοί πρέπει να ισχύουν και επί κεκαμμένων αν και το ISO 17660-1 επιτρέπει συγκολλήσεις επί του καμπυλωμένου (με επιτρεπόμενες καμπυλότητες) τμήματος

Προτιμότερο η κάμψη να προηγείται της συγκόλλησης

29

## Αναγνώριση Υλικού

Απαιτείται: Χημική Ανάλυση

- Δοκίμιο μικρών διαστάσεων (2-3εκ.) - Φασματοσκοπική μέθοδος
- Δείγμα σε μορφή ρινισμάτων - Τεχνική ατομικής αναρρόφησης

Συνιστάται (για επιβεβαίωση):

Μέτρηση σκληρότητας και μεταλλογραφικός έλεγχος

Συνιστάται (αν δεν γίνεται ζημιά λόγω του απαιτούμενου μήκους δοκιμίου):

Δοκιμή εφελκυσμού

30

## Πότε Επιτρέπεται η Συγκόλληση:

Av

$C < 0.24\%$  και  $C_{eq} < 0.52\%$

➔ Συγκολλησιμος (ΕΛΟΤ 10080)

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

Όλοι οι νέοι χάλυβες B500A και B500c  
Παλαιοι χάλυβες S500s, S400s  
S220, StI

$0.25\% \leq C < 0.45\%$  και  $C_{eq} < 0.70\%$  ➔ Συγκολλησιμος υπό προϋποθέσεις  
(ΣΧΕΔΙΟ Κ.Τ.Χ.2007)

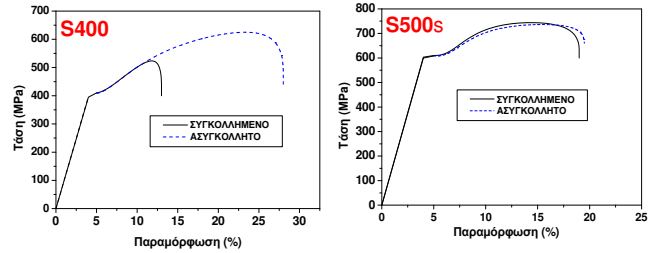
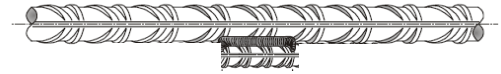
STIII, S400 ;

$C \geq 0.45\%$  ή/και  $C_{eq} \geq 0.70\%$  ➔ Μη Συγκολλησιμος (ΣΧΕΔΙΟ Κ.Τ.Χ.2007)

(Για εξαιρετικές ανάγκες - Συγκόλληση μετά από ειδική μελέτη - Σύνταξη ειδικής προδιαγραφής - Επίβλεψη ειδικών)

Ενδεικτικές αναλογίες χημικής σύστασης χάλυβα S400 και S500s (%)

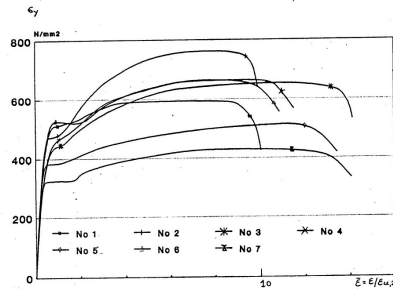
	C	Mn	Si	N	Ni	Cu	Cr	S	P	Ceq
S400	0.37	1.28	0.29	0.007	0.066	0.194	0.09	0.03	0.02	0.62
S500s	0.23	1.06	0.21	0.009	0.114	0.435	0.08	0.07	0.03	0.46



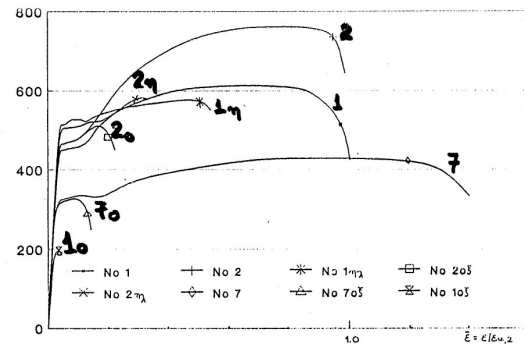
Τυπική εικόνα της επίδρασης της προθέρμανσης στο διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης των χάλυβων

32

- χάλυβας No 1 C: 0.14%, Mn = 0.86%, S = 0.036%, Si = 0.28%, P: 0.010%, Ni = 0.10%, Cr = 0.12%, Cu = 0.25%
- χάλυβας No 2 C: 0.42%, Mn = 1.02%, S = 0.025%, Si = 0.26%, P: 0.015%, Ni = 0.06%, Cr = 0.09%, Cu = 0.20%
- χάλυβας No 3 C: 0.30%, Mn = 1.03%, S = 0.045%, Si = 0.36%, P: 0.020%, Ni = 0.09%, Cr = 0.13%, Cu = 0.18%
- χάλυβας No 4 C: 0.35%, Mn = 0.97%, Cr = 0.15%, Si = 0.18%, P: 0.026%, Ni = 0.07%, Cr = 0.14%, Cu = 0.033%
- χάλυβας No 5 C: 0.14%, Mn = 0.86%, S = 0.036%, Si = 0.28%, P: 0.010%, Ni = 0.10%, Cr = 0.12%, Cu = 0.25%
- χάλυβας No 6 C: 0.42%, Mn = 1.02%, S = 0.025%, Si = 0.26%, P: 0.015%, Ni = 0.06%, Cr = 0.09%, Cu = 0.20%
- χάλυβας No 7 C: 0.30%, Mn = 1.03%, S = 0.045%, Si = 0.36%, P: 0.020%, Ni = 0.09%, Cr = 0.13%, Cu = 0.18%
- χάλυβας No 8 C: 0.35%, Mn = 0.97%, Cr = 0.15%, Si = 0.18%, P: 0.026%, Ni = 0.07%, Cr = 0.14%, Cu = 0.033%

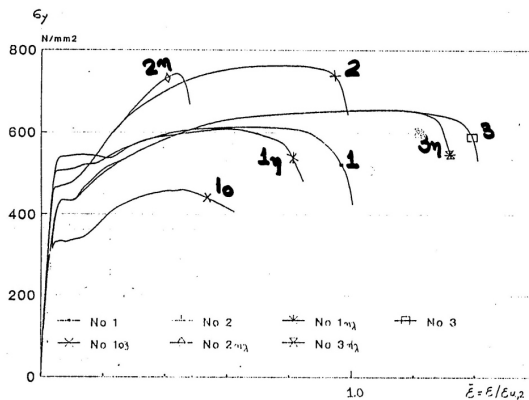


Διαγράμματα τάσεων παραμορφώσεων δοκιμασθέντων χάλυβων" (Τζωρτζάκης κ.α., 1990)



Σύγκριση διαγραμμάτων πριν και μετά την συγκόλληση "μετωπική" (Τζωρτζάκης κ.α., 1990)

34



Σύγκριση διαγραμμάτων τάσεων παραμορφώσεων πριν και μετά την συγκόλληση με διπλή παράθεση (Τζωρτζάκης κ.α., 1990)

35

## Συγκόλληση Χαλύβων "Συγκολλησιμων υπό προϋποθέσεις"

### Τύποι Σύνδεσης

- Κατά παράθεση
- Με λωρίδες
- Μετωπική
- Με άλλα στοιχεία

### Βήματα Εργασίας

#### Βήμα 1<sup>ο</sup>: Καθαρισμός παλαιού σπλισμού

- Σκουριά
- Οργανικές και λιπαρές ουσίες

#### Βήμα 2<sup>ο</sup>: Προθέρμανση

- T = 200°C - 250°C σε όλο το μήκος της σύνδεσης + 50mm εκατέρωθεν
- Μέτρηση T με φορητό θερμοστοιχείο
- Εναλλακτικά με θερμοευαίσθητους χρωματοδείκτες (κιμωλίες)

36

### Βήμα 3ο: Εργασία Συγκόλλησης

#### Κατά παράθεση ή με λωρίδες

Μέθοδος: Συγκόλληση τόξου

#### (α) Χειρονακτική με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW)

Συνοιστώνται:

- Ηλεκτρόδια ρουτιλίου E6013  
( $f_y=340-380\text{MPa}$  ,  $f_t=430-460\text{MPa}$  ,  $\epsilon_s=17-22\%$ )

- Ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου E9018

( $f_y=530-620\text{MPa}$  ,  $f_t \sim 620\text{MPa}$  ,  $\epsilon_s=14-24\%$ )

#### (β) Ημιαυτόματη σε ατμόσφαιρα Ar-CO<sub>2</sub> (GMAW ή MAG)

- Να προτιμηθεί εφόσον υπάρχει δυνατότητα
- Δεν απαιτεί ιδιαίτερη επιδεξιότητα συγκολλητή

Συνοιστώνται:

- Ηλεκτρόδιο-σύρμα ER-70S6

( $f_y=420\text{MPa}$  ,  $f_t=540\text{MPa}$  ,  $\epsilon_s=25\%$ )

ή υψηλότερης αντοχής ER-80S-G

( $f_y=460\text{MPa}$  ,  $f_t=570\text{MPa}$  ,  $\epsilon_s=22\%$ )

37

### Μετωπική Συγκόλληση

Μέθοδος: Ημιαυτόματη συγκόλληση σε ατμόσφαιρα Ar-CO<sub>2</sub>

(GMAW ή MAG)

Δεν επιτρέπεται η χειρονακτική (SMAW)

- κίνδυνος παρουσίας μη μεταλλικών εγκλεισμάτων
- διασπορά στα μηχανικά χαρακτηριστικά

Ηλεκτρόδια όπως και στην κατά παράθεση

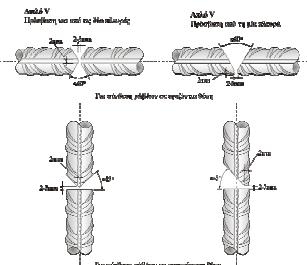
ER-70S6 για S400

ER-80S-G για S500

- Λοξοτομές όπως και για τους νέους σπλισμούς  
(καλλίτερη το κατακόρυφο διπλό V)

- Προσεκτική αφαίρεση σκουριάς μεταξύ διαδοχικών πάσων

- Έλεγχος θερμοκρασίας μετάλλου σε κάθε πάσο στα όρια των (200-250) °C



### Οδηγίες Τεχνικής Αριότητας

Επιλέγεται:

- Καλός καιρός και ξηρός
- Δεν επιτρέπεται σε περίπτωση βροχής, υγρό περιβάλλον, άνεμο
- Θερμοκρασίες κάτω του μηδενός (Σε περίπτωση ανάγκης: λήψη ειδικών μέτρων)
- Εκτελείται αργά
- Ήρεμη ψύξη στον αέρα (Απαγορεύεται η επιτάχυνση της απόψυξης π.χ. με νερό)

### Έλεγχος Ποιότητας

- Ίδιες δοκιμές που προβλέπονται για τις νέες ράβδους
- Έλεγχος σκληρότητας στην συγκόλληση + ΘΕΖ (~Φ/2)

< 350 HV (300HV)

39

### Πιστοποίηση και Έλεγχος

Απαιτούνται:

- Πιστοποιημένες διαδικασίες (μονάδες διαμόρφωσης)
- Πιστοποιημένοι συγκολλητές
- Μη πιστοποιημένους συγκολλητές: Επιτρέπεται για συγκεκριμένη μέθοδο και τύπο συγκόλλησης, από διπλωματούχο συγκολλητή Α' τάξης (Επαγγ. Άδεια από τις Υπηρεσίες Βιομηχανίας του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας), εφόσον προηγουμένως κατασκευάσει δοκίμια και ελεγχθούν επιτυχώς.
- Σε αυτοματοποιημένες διαδικασίες συγκόλλησης στο εργοστάσιο ή μονάδα διαμόρφωσης Ελέγχεται το τελικό προϊόν
- Σε χειρωνακτικές ή ημιαυτόματες διαδικασίες στο εργοστάσιο Ελέγχεται η ικανότητα του ηλεκτροσυγκολλητή

40

### Πεδίο Εφαρμογής και Πλήθος Δοκιμών για Έλεγχο Ποιότητας Συγκόλλησης (ΣΧΕΔΙΟ Κ.Τ.Χ.2007)

Μέθοδος συγκόλλησης	Τύπος σύνδεσης	Πλήθος δοκιμών		
		Δοκιμή εφελκυσμού	Δοκιμή κάμψης	Δοκιμή διάτμησης
Συγκόλληση τόξου	Μετωπική	3	3	-
	Κατά παράθεση/ Με λωρίδες	3	-	-
	Σταυρωτή	3	3*	3*
	Με άλλα μεταλλικά στοιχεία	3	-	-

\* Δοκιμή διάτμησης στην ράβδο που ενδιαφέρει

Αν αστοχήσει ένα δοκίμιο κατασκευάζονται 2 πρόσθετα

Αν αστοχήσει ένα από τα πρόσθετα ➡️ απόρριψη

41

### Έλεγχοι Συγκολλήσεων

■ **Οπτικός έλεγχος**  
(ρωγμές, ατελής διείσδυση)

■ **Μηχανικές Δοκιμές**

- Εφελκυσμού
- Κάμψης

Διάμετρος ράβδου (mm)	Διάμετρος στη δοκιμή κάμψης (mm)
d≤8	5d
8<d≤12	6d
12<d≤20	8d
20<d≤32	10d
32<d	12d

Έλεγχος: όχι ρωγμές στην ράβδο

42

- Διάτμησης

$$F \geq S_F A_b f_{yk}$$

$S_F$  = Συντελεστής Διάτμησης

$\geq 0,3$  για φέρουσες συνδέσεις

Επιπλέον

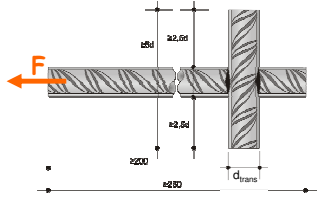
$$d_{\min} \geq 0,5d_{\max} \text{ εν γένει } (\geq 0,57EC2)$$

$$d_{\min} \geq 0,6d_{\max} \text{ για δομικά πλέγματα}$$

$$\text{πάχος ραφής} \geq \max(0,3d_{\min}, 4\text{mm})$$

$$\text{πάχος ραφής} \geq \max(0,5d_{\min}, 6\text{mm})$$

Για περισσότερες εγκάρσιες ράβδους  $S \geq 3d_{\text{trans}}$



43

## Σχέδιο Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΚΤΧ 2007)

[www.ggde.gr](http://www.ggde.gr)

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

44



## **2.5 Σύνθετα Υλικά και Ενισχύσεις**



## “Σύνθετα Υλικά και Ενισχύσεις”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1

## Σύνθετα Υλικά

### Ορισμός

$$\Sigma = A + B$$

$$\Sigma = \text{Ίνες} + \text{Ρητίνη}$$

Τα σύνθετα υλικά αποτελούνται από ίνες υψηλής εφελκυστικής αντοχής εμποτισμένες με “θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη”

Οι συνηθεις τύποι ινών που χρησιμοποιούνται είναι από γυαλί ή αραμιδίου ή άνθρακα. Νέοι τύποι ινών είναι υπό διερεύνηση (π.χ. βασάλτης).

2

### Υλικά



Ίνες Άνθρακα



Ίνες Γυαλιού



Ίνες Αραμιδίου



Ρητίνες



Φίλερ

3

### Εφαρμογές

- Ράβδοι ή πλέγματα ως οπλισμός
- Τένοντες προέντασης
- Υφάσματα ή ελάσματα για ενίσχυση στοιχείων
- Ειδικές ολόσωμες κατασκευές

4

### Γιατί τα Σύνθετα Υλικά;

- Υψηλή εφελκυστική αντοχή
- Μικρό βάρος
- Υψηλή αντοχή σε διάβρωση
- Ουδέτερα σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία

5

### Τυπικές Ιδιότητες Ινών Σύνθετων Υλικών

Ίνες	Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> x 10 <sup>3</sup> )	Μέτρο Ελαστικότητας (GPa)	Εφελκ.Αντοχή (MPa)	Παραμόρφ.Αστοχίας (%)
<b>Άνθρακα</b>				
Υψηλής αντοχής	1.80	215-235	3500-4800	1.40-2.00
Πολύ υψηλής αντοχής	1.80	215-235	3500-6000	1.50-2.30
Υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.90	350-500	2500-3100	0.50-0.90
Πολύ υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.90	500-700	2100-2400	0.20-0.40
<b>Γυαλιού</b>				
Τύπου E	2.55	70-75	1900-3000	3.00-4.50
Τύπου S	2.45	85-90	3500-4800	4.50-5.50
<b>Αραμιδίου</b>				
Χαμηλού μέτρου ελαστικότητας	1.45	70-80	3500-4100	4.30-5.00
Υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.45	115-130	3500-4000	2.50-3.50
<b>Χάλυβας</b>	7.86	200	400-1700	12.0-25.0

$$E_{FRP} = E_f V_f + E_r V_r \quad f_{FRP} \approx f_f V_f + f_r V_r$$

6

## Αδυναμίες Σύνθετων Υλικών

- > Παντελής έλλειψη ολκιμότητας
- > Χαμηλή αντίσταση σε μέτριες και υψηλές θερμοκρασίες
  - Θερμοκρασία μετάπτωσης υάλου (60°C)
  - Η ρητίνη καίγεται (200-250)°C
- > Η εφελκυστική αντοχή των υλικών μειώνεται σημαντικά, όταν βρίσκονται σε μόνιμη τάση
- > Ανθεκτικότητα σε διάρκεια;
  - Υπεριώδης ακτινοβολία
  - Αυξομειώσεις της θερμοκρασίας
  - Δράση χημικών

7

## Ποιοτική Αξιολόγηση Ινοπλισμένων Πολυμερών

Χαρακτηριστικό	ΙΟΠ-Άνθρακας	ΙΟΠ-Αραμιδίου	ΙΟΠ-Γυαλιού
Ανθεκτικότητα σε διάρκεια	πολύ καλή	καλή	οριακή
Αντοχή σε κόπωση	πολύ καλή	καλή	οριακή
Ανθεκτικότητα σε αλκαλικό περιβάλλον	πολύ καλή	καλή	απειθαίτητο υλικό
Αντοχή σε κρούση	μικρή	πολύ καλή	καλή
Αντοχή σε φθορά λόγω τριβής	μέτρια	πολύ καλή	καλή
Γαλβανικό φαινόμενο	ναι	όχι	όχι
Αντοχή σε υπεριώδεις ακτινοβολίες	καλή	μικρή	καλή
Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup> )	~1.80	~2.50	~1.50
Κόστος (συγκριτικά μεταξύ τους)	υψηλό	μέτριο	χαμηλό
Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες	(800-1600) °C	200°C	(300- 1000) °C

8

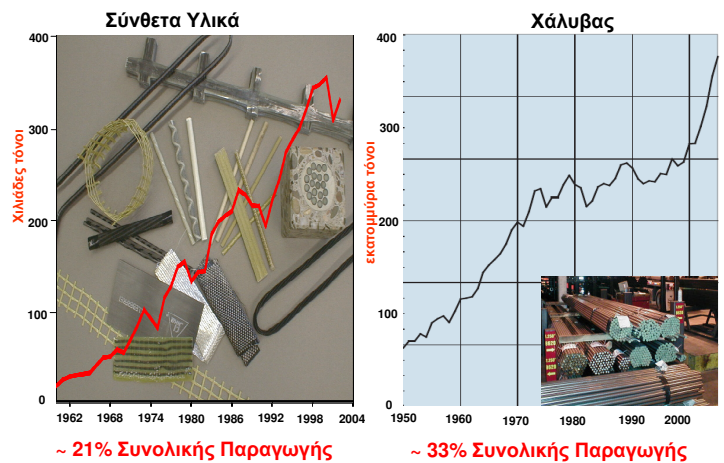
Υλικό	Συντελεστής Θερμικής Διαστολής x 10 <sup>-6</sup>	
	Διαμήκη	Εγκάρσια
Ίνες-Άνθρακα	-0.9 έως +0.7	8 έως 18
Ίνες-Αραμιδίου	-6.0 έως -2.0	55 έως 60
Ίνες-Γυαλιού	5 έως 15	5 έως 15
Ρητίνες	60 έως 140	
ΙΟΠ-Άνθρακας	-0.9 έως 0	74 έως 104
ΙΟΠ-Αραμιδίου	-6.0 έως -2.0	60 έως 80
ΙΟΠ-Γυαλιού	6 έως 10	21 έως 23
Σκυρόδεμα	6 έως 13	
Χάλυβας	12x10 <sup>-6</sup>	

fib Bulletin 35, (2006) και ACI 440.1R (2002)

ΔT= ± 25 °C Δεν επηρεάζει την συνάφεια ACI 440.2R-02)

9

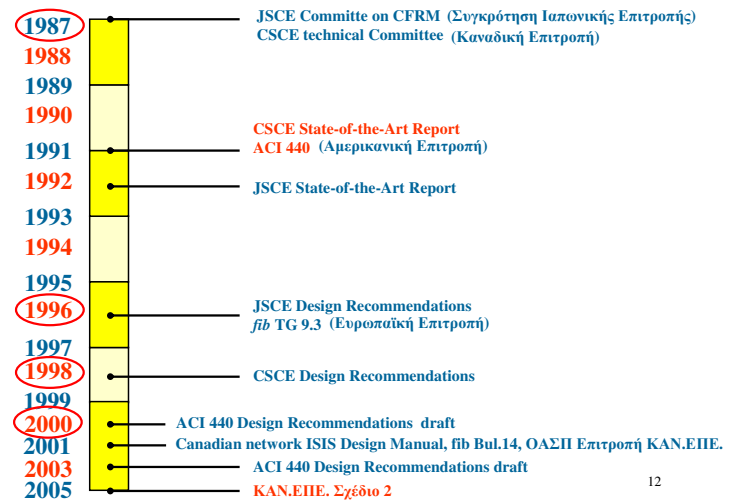
## Παραγωγή για Χρήση στις Κατασκευές



## Γιατί Τελικά Έχουν Περιορισμένη Εφαρμογή στη Πράξη;

- > Υψηλό κόστος
- > “Υψηλής Κλάσης” αντίπαλος ο χάλυβας
- > Έλλειψη εγκεκριμένων προδιαγραφών & προτύπων (κώδικας για το σχεδιασμό)

11



12

## Εφαρμογές

μικρό βάρος

Pedestrian bridge, Kolding (DK) - 1997



13

## Εφαρμογές



14

## Εφαρμογές

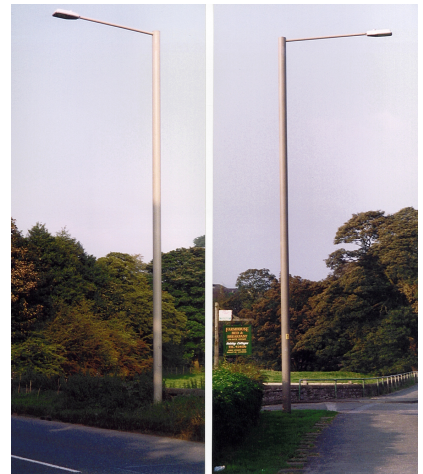
Αντοχή σε διάβρωση



15

## Εφαρμογές

Αντοχή σε διάβρωση



16

## Εφαρμογές

Αντοχή σε διάβρωση



17

## Απαιτήσεις Απουσίας Μαγνητικών Υλικών



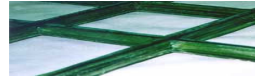
Magnetic Levitation Railways (Japan)

18



19

## Οπλισμοί



NEFMAC (FRP Grid) Nefcom CO., Ltd.



C-Bar Reinforcing Rods  
Marshall Industries Composites Inc.



CFRP Rod LEADLINE  
Mitsubishi Kasei Corporation

## Τένοντες



TECHNORA ROD Teijin Ltd.

20

## Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



IOWA USA

21

## Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



53 rd AVENUE BRIDGE

22

## Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές

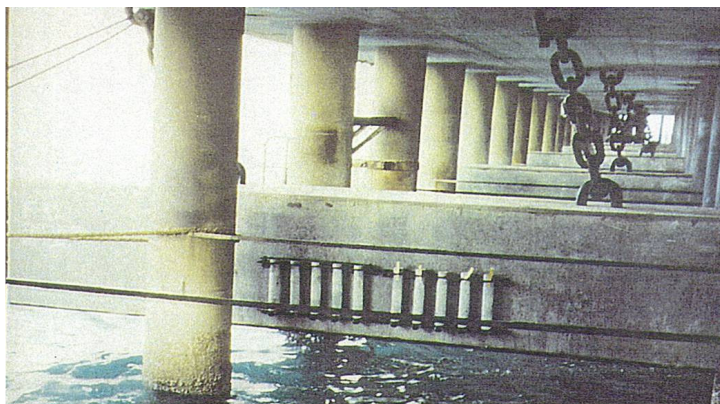


23



24

## Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



25

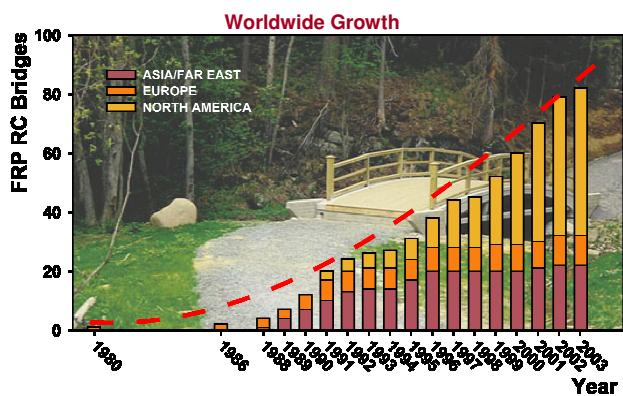
## Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



Birdie Bridge - Ibaragi Prefecture, Japan

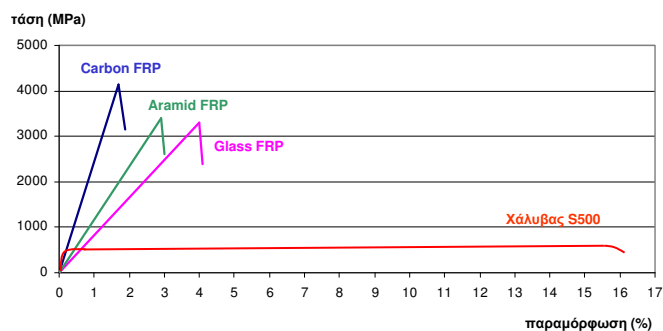
26

## Γέφυρες με Οπλισμό από Σύνθετα



27

## Σχεδιασμός με Οπλισμό από Σύνθετα Υλικά



\*Παρατήρηση: όχι για ανάληψη θλιπτικών δυνάμεων

28

## Μείωση Αντοχής

Μειωτικός συντελεστής  $C_E$  για διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος (ACI- 440)

Συνθήκες Περιβάλλοντος	ΙΟΠ - Άνθρακας		ΙΟΠ - Αραμίδιο		ΙΟΠ - Γυαλί	
	Εσ. οπλισμός	ένιςχυση	Εσ. οπλισμός	ένιςχυση	Εσ. οπλισμός	ένιςχυση
Εσωτερικοί χώροι	1.0	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75
Εξωτερικοί χώροι	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65
Ιδιαίτερα διαβρωτικό περιβάλλον	n/s	0.85	n/s	0.70	n/s	0.50

$$f_{fk} = C_E f_{fk}$$

Επιρροή μόνιμης σταθερής τάσης (ερπυσμός)

Στατική κόπωση - Creep Rapture Stress (ACI- 440)

	ΙΟΠ - Άνθρακας	ΙΟΠ - Αραμίδιο	ΙΟΠ - Γυαλί
όριο αντοχής	$0.55 f_{fk}$	$0.3 f_{fk}$	$0.20 f_{fk}$

➔ προβληματική η ανάληψη μόνιμων φορτίων

29

## Σχεδιασμός με Οπλισμό από Σύνθετα Υλικά

**συντελεστές ασφαλείας**

$\gamma_{Rd} = 2.0$  Για αστοχία οπλισμού στην εφ. ζώνη

$\gamma_{Rd} = 1.4$  Για αστοχία σκυροδέματος στην θλιβ. ζώνη

$$\mu_{\theta} \sim 1.0, \quad \eta = 1.0$$

30

## Συγκριτικό Κόστος για Ράβδους Οπλισμού

	Συνήθης χάλυβας	Σύνθετα υλικά με ίνες άνθρακα			Ανοξειδωτος χάλυβας	
		Κόστος ανά m	Κόστος ανά m	Σχέση κόστους ανά m	Σχέση κόστους με αναγωγή σε ίση αντοχή	Κόστος ανά m
Φ8	0.50€/kggr x 0.40=0.20€/m	12.00 €/m	50:1	12.5 :1	6 €/kggr x0.40=2.4€/m	12:1
Φ16	0.50€/kggr x1.58=0.80€/m	25.00 €/m	30:1	7.5 :1	5 €/kggr x1.58=7.9€/m	10:1

31

## ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

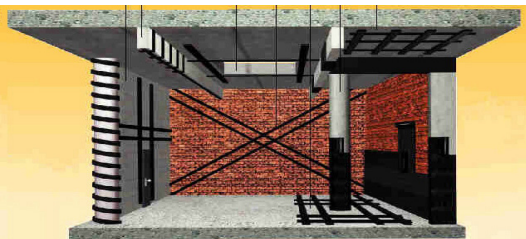


## ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

➢ Επικουρικός ρόλος παρουσία υφιστάμενου οπλισμού

Προϋπόθεση (ACI. 440-2R):

Ανάληψη φορτίων από την υπάρχουσα κατασκευή: **1.2G + 0.85Q**



- Υφάσματα
- Ελάσματα
- Φύλλα
- Λωρίδες
- Πλέγματα

➢ Μεγιστοποίηση ταχύτητας εκτέλεσης εργασίας

➢ Ελαχιστοποίηση αναστάτωσης

➢ Όχι για καμπτική ενίσχυση υποστυλωμάτων

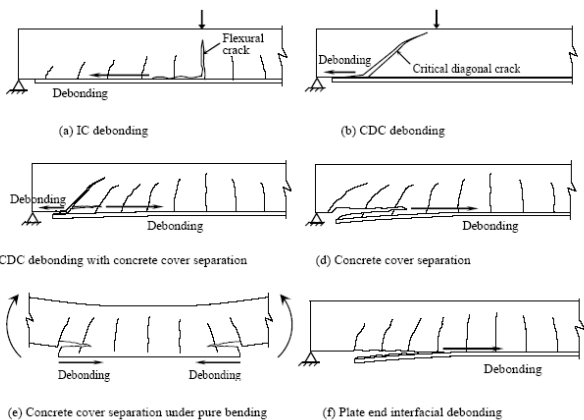
33

## Καμπτική Ενίσχυση

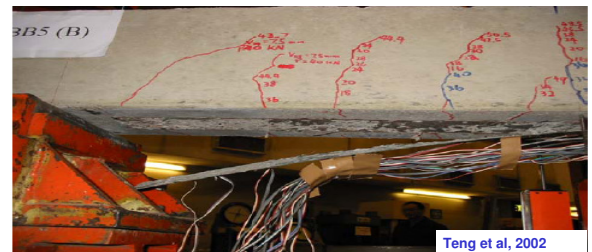
Μικρό βάρος



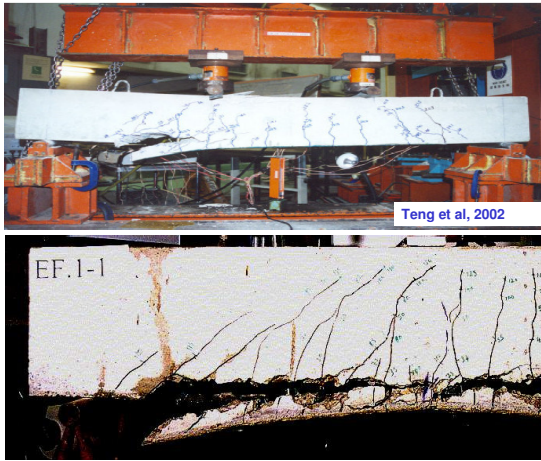
34



35



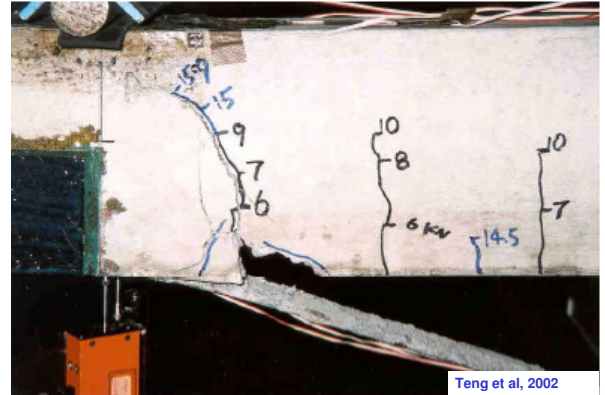
Αναλαμβάνομενη δύναμη επικολητών φύλλων συναρτήσει του μήκους αγκύρωσης



Teng et al, 2002

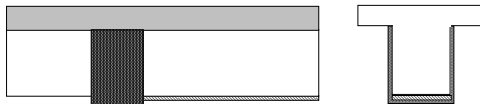
Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρασ του σύνθετου υλικού

37



Teng et al, 2002

38

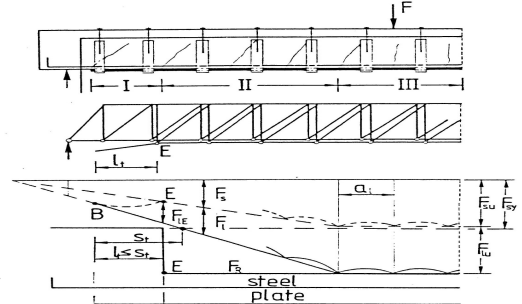


Χρήση στοιχείων αγκύρωσης στα άκρα

39

### Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

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

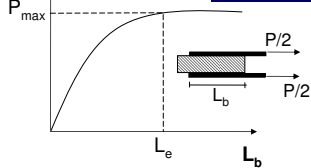


Rostasy, 1997

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

40

### Έλεγχος Αποκόλλησης



$$L_e = \sqrt{\frac{E_j t_j}{2 f_{ctm}}} \quad P_{max} = \beta f_{ctm} b_j L_e$$

$$\sigma_{crit} = \frac{P_{max}}{b_j t_j} \cong \beta \sqrt{\frac{E_j f_{ctm}}{2 t_j}}$$

$$\sigma_{jd} = \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} = 1,2$$

$$\beta = \beta_w \beta_l \quad \beta_w = \sqrt{\frac{2 - b_j/b_w}{1 + b_j/b_w}} \quad \beta_l = 1 \text{ για πλήρη αγκύρωση}$$

ΚΑΝ.ΕΠΕ.  
§ 8.2.1.3

Ας θεωρηθεί η περίπτωση μίας δοκού από σκυρόδεμα C16/20 που ενισχύεται στο εφελακυτόμο 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:

$$f_{ctm} \cong 0.3 f_{ck}^{2/3} = 0.316^{2/3} = 1.92 \text{ MPa}, \quad \beta = 1 \text{ και}$$

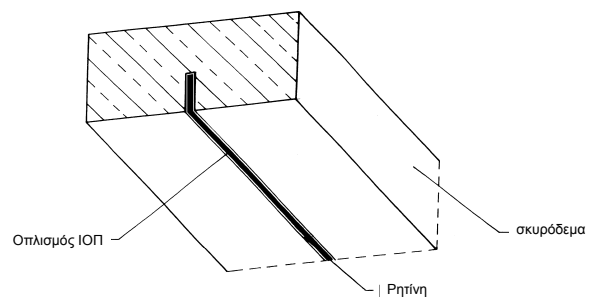
$$\sigma_{j,crit} = \sqrt{\frac{200 \times 1.92 \times 10^3}{2}} = 438 \text{ MPa}, \quad \sigma_{jd} = \frac{438}{1,2} = 365 \text{ MPa}$$

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

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

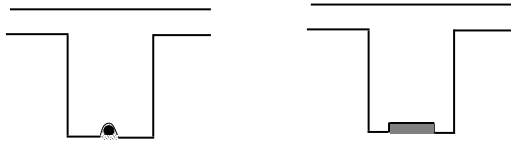
41

### Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός "Αυλακίων"

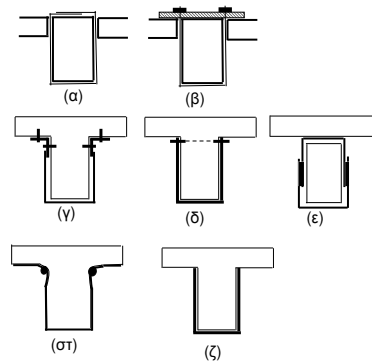


42





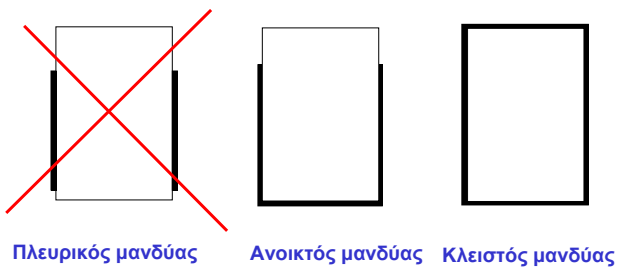
43



Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας οπλισμού διάτμησης :  
 (α), (β) "κλειστή" ενίσχυση, (γ), (δ),(ε),(στ) "ανοικτή" ενίσχυση με αγκυρωμένα άκρα και  
 (ζ) "ανοικτή" ενίσχυση αποδεκτή κατά παρέκκλιση

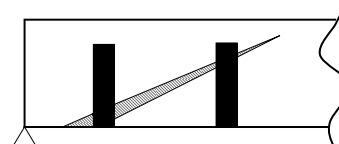
44

### Διατμητική Ενίσχυση



Πλευρικός μανδύας    Ανοικτός μανδύας    Κλειστός μανδύας

45



Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού

46

### Διατμητική Ενίσχυση



47



48

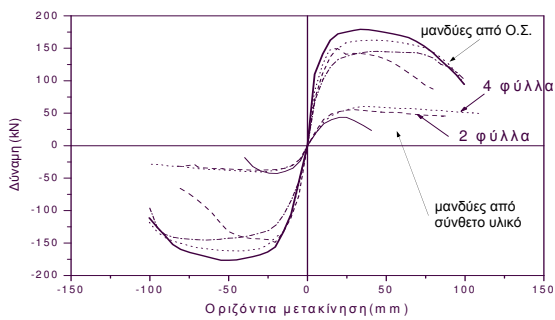


49

## Γιατί Περίσφιγξη;

- Αύξηση της πλαστιμότητας του υποστυλώματος
- Αύξηση της θλιπτικής αντοχής του υποστυλώματος
- Αποφυγή αστοχίας συνάφειας των κατακόρυφων ράβδων του υποστυλώματος, στην περιοχή της υπερκάλυψής τους
- Αύξηση της διαμητικής αντοχής του υποστυλώματος
- Ικανοποίηση απαιτήσεων ικανοτικού σχεδιασμού

50



Διαγράμματα φορτίου-οριζόντιας μετακίνησης υποστυλωμάτων ενισχυμένων με μανδύες από σύνθετα υλικά και Ο.Σ.

51



## Αποκατάσταση περιοχών με ανεπαρκή μήκη μάτισης

Γενικώς

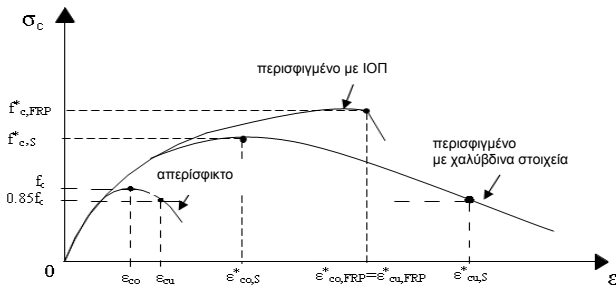
$$t_j = Y_{Rd} \frac{(1-\lambda_s) 1 f_{yk} A_b}{\beta \mu \sigma_{jd} l_s} \quad Y_{Rd} = 1.5$$

Για γωνιακές ράβδους

$$t_j \geq \frac{7}{\delta^{5/3}} [(1-\lambda_s) d_s / \ell_s]^3 \frac{f_{yk}^3}{E_j f_{ck}^2} \bar{b} (c + d_s) \quad (N, mm)$$

(ΚΑΝ.ΕΠΕ., 2005)

54



(α) για κυκλικές διατομές

$$f_c^* = \frac{1}{Y_{Rd,1}} (1 + 1.4 a \omega_w) f_c \quad Y_{Rd,1} = 1.4 \quad \epsilon_{cu}^* = \frac{1}{Y_{Rd,2}} [0.003 (1 + 1.4 a \omega_w)^2]$$

(β) για ορθογωνικές διατομές

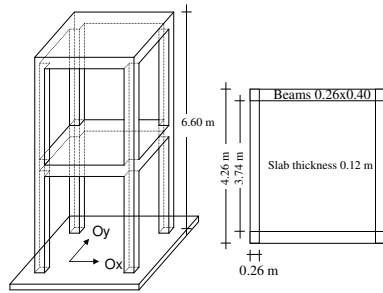
$$f_c^* = \frac{1}{Y_{Rd,3}} (1 + 1.4 a \omega_w) f_c \quad Y_{Rd,3} = 1.7$$

$$\epsilon_{cu}^* = \frac{1}{Y_{Rd,4}} [0.003 (1 + 1.4 a \omega_w)^2] \quad Y_{Rd,4} = 3.1$$

53

## Ecoleader Project

Πειράματα στην Σεισμική Τράπεζα σε Διώροφο Κτίριο



CEA Laboratories, Sacley, France

55



CEA, Sacley

56



CEA, Sacley

57



CEA, Sacley

58

Επισκευή με ρητινένεσις



CEA, Sacley

59

Ενίσχυση κόμβων



CEA, Sacley

60



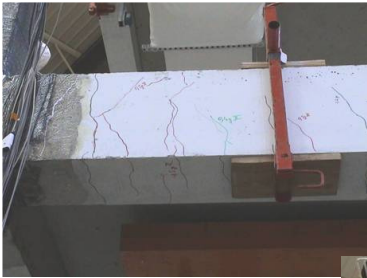
CEA, Sacley

61



CEA, Sacley

62



CEA, Sacley

### Πειράματα στο Εργαστήριο Κατασκευών του Πανεπιστημίου Πατρών



Fardis and Bousias

64

### Συνήθη Προβλήματα Εφαρμογής

- Δεν ελέγχεται η κατάσταση και η αντοχή των επιφανειακών στιβάδων σκυροδέματος
- Δεν προετοιμάζεται επιμελώς η επιφάνεια βάσης
- Δεν γίνονται κατάλληλες στρογγυλεύσεις των ακμών του στοιχείου
- Δεν χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες κόλλες για το συγκεκριμένο υπόβαθρο
- Χρήση ρητινών πέραν των αποδεκτών χρονικών ορίων χρήσης τους
- Συνεργεία με μικρή εμπειρία:
  - Εσφαλμένη ή πρόχειρη διαδικασία εφαρμογής
  - Έλλειψη κατάλληλων βοηθητικών μέσων
  - Εγκλωβισμός αέρα

65

### Μερικά Ερωτήματα από την Πράξη

- Προστασία από φωτιά ?
- Όταν έχουν χρησιμοποιηθεί φαλτσογωνιές, χρειάζεται στρογγύλευση στις ακμές ?



- Επιτρέπεται να "τρυπηθεί" το ύφασμα ή το έλασμα?
- Επιτρέπεται να υπάρχει επαφή του σύνθετου υλικού με στοιχεία χάλυβα?
- Η πλήρης κάλυψη στοιχείων βοηθά την προστασία σε διάβρωση ?
  - Σε στοιχεία από σκυρόδεμα ?
  - Σε στοιχεία τοιχοποιίας ?

66

## Τι Καινούριο Έρχεται ?

### Οπλισμοί σε Νέες Κατασκευές

➤ Από νέα μητρικά υλικά (π.χ. βασάλτης-Ρωσία και Ουκρανία)

### Ενισχύσεις

➤ Αντικατάσταση συνδετικού μέσου ρητίνης με κονίαμα

- Πλέγματα με βροχιδές από δέσμες συνήθων ινών (για στοιχεία από Ο.Σ. και για τοιχοποιία – Πανεπιστήμιο Πατρών, Εργαστήριο Μηχανικής)
- Πλέγματα με βροχιδές από δέσμες χαλύβδινων συρμάτων (ψαθурών) (μανδύες σε στοιχεία Ο.Σ.– Πανεπιστήμιο Θεσ/κης, Δ.Π.Θ.)

➤ Κατάργηση συνδετικού μέσου

(Πανεπιστήμιο Πατρών, Εργαστήριο Μηχανικής)

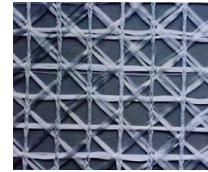
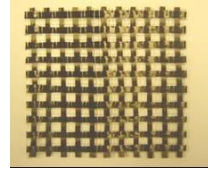
➤ Χρήση σύνθετων ελασμάτων σε επιφανειακές εγχοπές

➤ Αγκύρια από θύσανο ινών

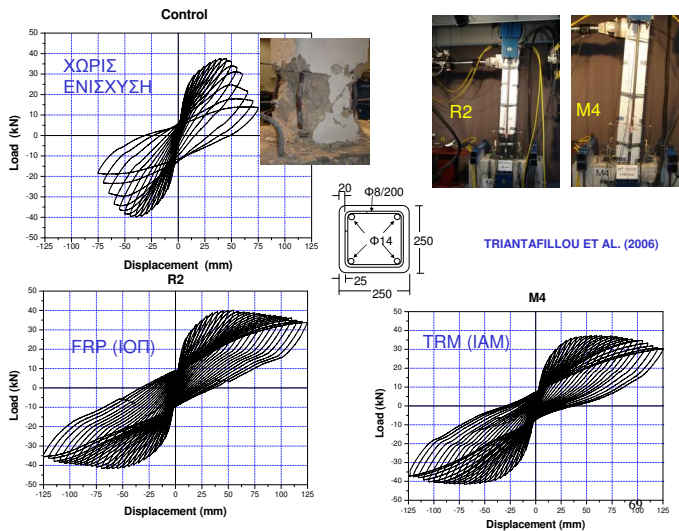
➤ Χρήση για αναβάθμιση διαβρωμένων στοιχείων

67

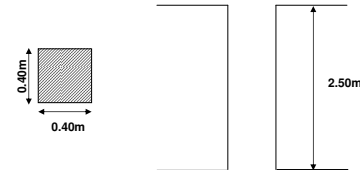
- Μανδύες νέου τύπου: Ινοπλέγματα σε Ανόργανη Μήτρα (IAM)
- [ Textile-Reinforced Mortars – TRM (fib. Bul.35, Triantafillou et al. 2006)]



68



## Εκτίμηση Κόστους Ενίσχυσης με Σύνθετα Υλικά



▪ Έστω ανθρακονήματα C200 ( $t_f=0.11\text{mm}$ )

$$2 \times 5\text{m}^2 \times 21 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 210 \text{ €}$$

Αν ανθρακονήματα C300 ( $t_f=0.165\text{mm}$ )

$$2 \times 5\text{m}^2 \times 28 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 280 \text{ €}$$

Αν υαλοφάσματα G60 AR ( $t_f=0.23\text{mm}$ )

$$t_a = 0.23 \rightarrow 0.23 \frac{E_a}{E_c} = 0.062 \rightarrow \frac{110}{62} = 1.77$$

2 φύλλα CFRP  $\approx 2 \times 1.77 = 3.5$  φύλλα GFRP

$$3.5 \times 5\text{m}^2 \times 14.4 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 252 \text{ €}$$

$\approx 250 \text{ €}$  έως  $300 \text{ €}$

70

### ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

$\approx 250 \text{ €}$  έως  $300 \text{ €}$

### ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΥΛΙΚΑ

$$1.6\text{m} \times 2.5\text{m} \times 25 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 100 \text{ €} \text{ έως } 150 \text{ €}$$

### ΕΡΓΑΤΙΚΑ

$$1.6\text{m} \times 2.5\text{m} \times 60 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 240 \text{ €} \text{ έως } 350 \text{ €}$$

$\approx 600 \text{ €}$  έως  $800 \text{ €}$

### ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΚΛΩΒΟ

περίπου  $350 \text{ €}$  έως  $400 \text{ €}$

71

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

➤ Ως εσωτερικός οπλισμός σε νέες κατασκευές:

- Δεν ενδιαφέρει για κτιριακά έργα
- Ενδιαφέρει για έργα υποδομής π.χ. σε έντονο διαβρωτικό περιβάλλον (π.χ. λιμενικά έργα)
- Ναι για εξειδικευμένες απαιτήσεις π.χ.
  - κατασκευές που απαιτούν χαμηλή ηλεκτρική ή θερμική αγωγιμότητα
  - κατασκευές για τις οποίες δεν είναι αποδεκτή η χρήση μαγνητικών υλικών (π.χ. ιατρικός εξοπλισμός)

➤ Ως τένοντες προέντασης:

- Αισιόδοξες προοπτικές

72

## ➤ Σε ενισχύσεις κατασκευών

κυρίως για μεμονωμένα μέλη

προϋπόθεση: ικανοποιητική αντοχή σκυροδέματος

- Ελάχιστη η προσφορά “ανοικτών” ενισχύσεων
- Μικρή βελτίωση καμπτικής ικανότητας πλακών και δοκών
- Υποσχόμενη τεχνική η τοποθέτηση ράβδων ή ελασμάτων εντός αυλακιών (υπό έρευνα)
- Μικρή βελτίωση διατμητικής αντοχής δοκών
- Ενδιαφέρουσα εφαρμογή για ενισχύσεις κόμβων
- Χρήσιμη εφαρμογή ως εγκάρσιος σπλισμός σε υποστυλώματα (κυρίως) και τοιχώματα
  - ✓ Πλαστιμότητα
  - ✓ Διατμητική αντοχή
  - ✓ “Κοντές” αναμονές
- Χρήσιμη εφαρμογή για ειδικές απαιτήσεις  
Π.χ. ελαχιστοποίηση χρόνου επέμβασης, ενίσχυση καμινάδων

73

### **3. ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**



# “Επισκευές και Ενισχύσεις Διαστασιολόγηση Επεμβάσεων”

καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1

## Διαδικασία

### 1<sup>ο</sup> Στάδιο:

Τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης- Αξιοπιστία Δεδομένων

### 2<sup>ο</sup> Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

### 3<sup>ο</sup> Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

### 4<sup>ο</sup> Στάδιο:

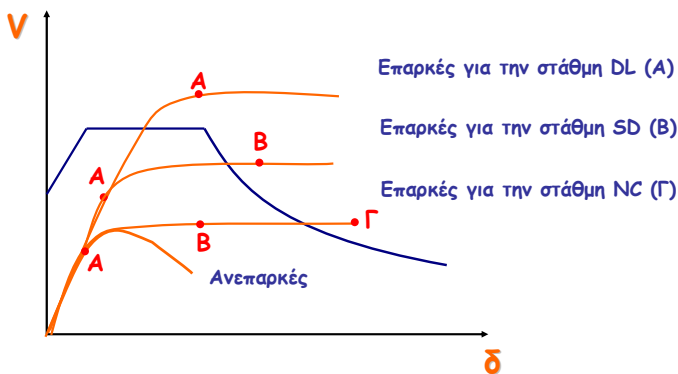
Αρχικός σχεδιασμός της λύσης επέμβασης

### 5<sup>ο</sup> Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου ↑ ↓ →

2

## ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



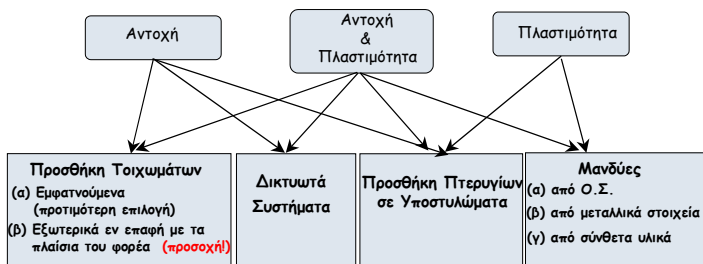
3

## ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ



4

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



← Αντοχή & Δυσκαμψία

5

## ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Γενικές Απαιτήσεις  
 • Έλεγχος διεπιφανείων

Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων  
 • Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγθών 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

Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων  
 • Ανεπάρκεια λόγω διαγωνίας θλίψης κόμβου  
 • Ανεπάρκεια οπλισμού κόμβου

Επεμβάσεις σε Τοιχώματα  
 • Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγθών ορθής έντασης  
 • Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας  
 • Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας  
 • Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας

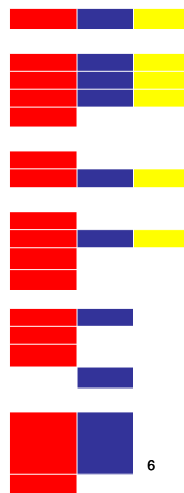
Εμφάνιση Πλαισίων  
 • Προσθήκη απλού "γεμίματος"  
 • Τοιχοματοποίηση πλαισίων  
 • Ενσχυσση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως  
 • Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα

Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων

• Σύνδεσμοι  
 • Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων  
 • Διαφράγματα

Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης

Σκυρόδεμα Χάλυβας Σύνθετα



6





7



Βλάβες σε Δοκίμιο με Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα και Βλήτρα

8

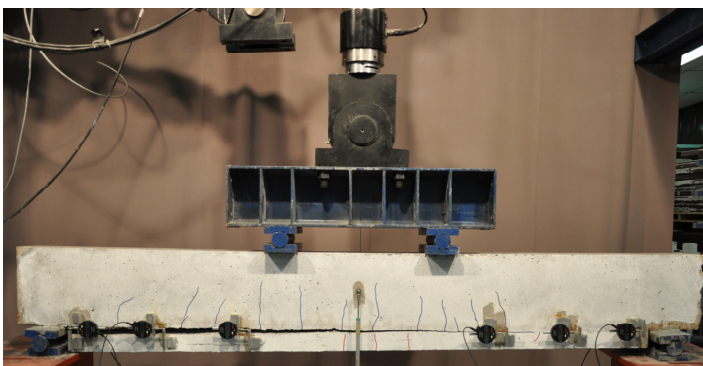


Βλάβες σε Δοκίμιο με Έγχυτο Σκυρόδεμα, Λεία Διεπιφάνεια χωρίς Διατμητικούς Συνδέσμους

9



10



Απώλεια Σύνδεσης στη Διεπιφάνεια

11

Έλεγχος Συνεργασίας στη Διεπιφάνεια

Ανίσωση Ασφαλείας

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

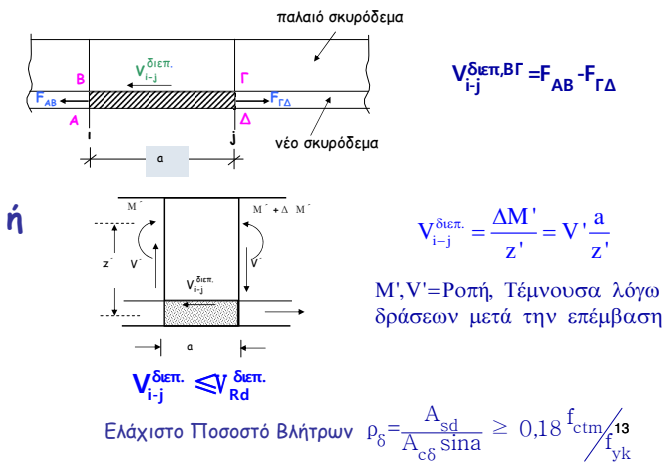
Αντίσταση Διεπιφάνειας  
(σε θλίψη, σε εφελκυσμό, διατμητική)  
(βλ. Κεφ. 6)

Εντατικά Μεγέθη  
που δρουν στη διεπιφάνεια

- Ελάχιστα και Μέγιστα

12

## Έλεγχος Διεπιφανειών



**ΙΟΚ** ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

**ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ)**

**ΕΤΕΠ**  
**ΦΕΚ 2221B/30-7-2012**

Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών από τον Σεισμό και λοιπούς Βλαπτικού Παράγοντες

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας  
 Αθήνα 2008



Εκτράχυνση με Αμμοβολή



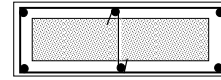
Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο

## ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.





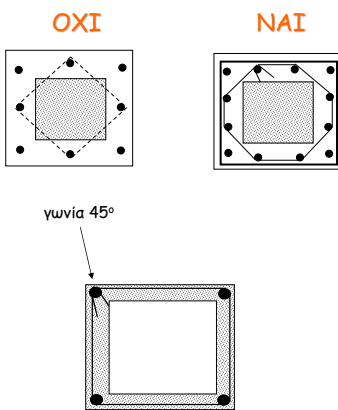
19



Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

20

Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές



21



Άνοιγμα Συνδετήρων

22



Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα

23

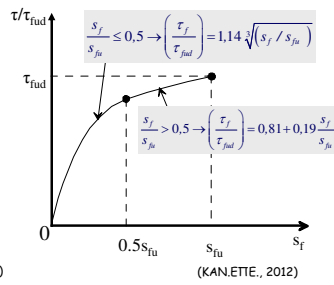
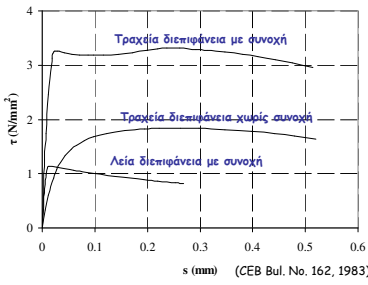
Διατμητική Αντίσταση Διεπιφάνειας:  $V_{Rd}^{διεπιφ.}$

Μηχανισμοί

- Τριβή και Συνοχή
- Δράση Βλήτρου
- Δράση Σφικτήρα
- Ηλεκτροσυγκολλήσεις

24

## ΑΟΠΛΕΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ



$$\tau_c = \begin{cases} 0.25 f_{ct} & \text{για λείες διεπιφάνειες} \\ 0.75 f_{ct} & \text{για εκτραχυμένες διεπιφάνειες} \\ 1.00 f_{ct} & \text{για εκτοξευόμενο ή με χρήση ρητίνης} \end{cases}$$

$$\tau_{fu} = 0.4(f_c^2 * \sigma_c)^{1/3}$$

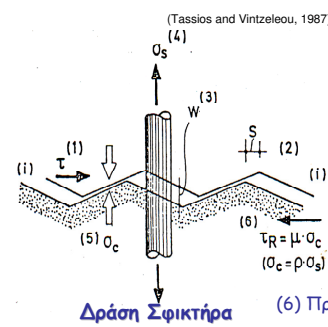
25

## ΟΠΛΙΣΜΕΝΕΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

### Πρόσθετη Τριβή

Όταν μια Χαλύβδινη Ράβδος διαπερνά μια Διεπιφάνεια, μπορεί να προκύψει δράση σφικτήρα, εάν:

- Η επιφάνεια του υφιστάμενου σκυροδέματος έχει εκτραχυθεί
- Η χαλύβδινη ράβδος είναι επαρκώς αγκυρωμένη

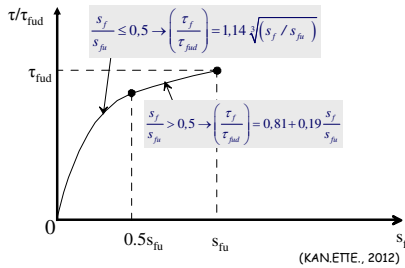


- (1) Όταν εφαρμόζεται Διατμητική Τάση
- (2) Προκαλείται Ολίσθηση
- (3) Ανοίγει η Επιφάνεια Επαφής (επειδή εξαιτίας της τραχύτητας η μια επιφάνεια κινείται πάνω στην άλλη)
- (4) Ενεργοποιείται Εφελκυστική Δύναμη στη χαλύβδινη ράβδο
- (5) Ασκείται Ολισθητική Τάση (σ<sub>c</sub>) στη διεπιφάνεια
- (6) Πρόσθετη Τριβή → Πρόσθετη Διατμητική Αντίσταση

26

## Οπλισμένες Διεπιφάνειες

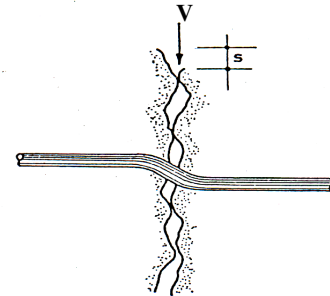
### Αντίσταση Τριβής



$$\tau_{fud} = 0.4(f_{cd}^2 * (\sigma_{cd} + \rho_d f_{yd}))^{1/3}$$

27

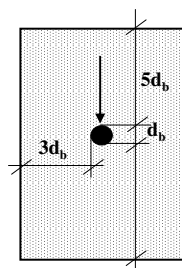
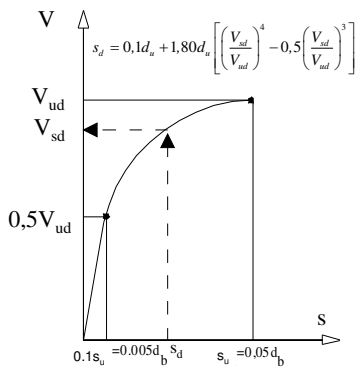
## Οπλισμένες Διεπιφάνειες



### Μηχανισμός Δράσης Βλήτρου

28

## Διατμητική Αντίσταση Δράσης Βλήτρου

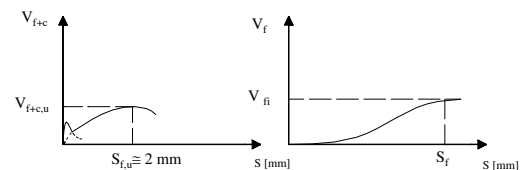


Ελάχιστη απαιτούμενη επικάλυψη οπλισμού για πλήρη ενεργοποίηση της Δράσης Βλήτρου

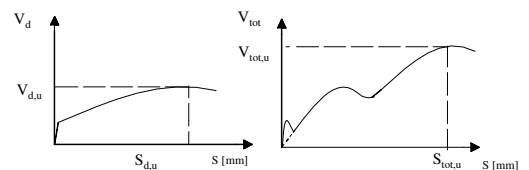
$$F_{ud} = \frac{1.30 d_b^2}{\gamma_{Rd}} \sqrt{f_{cd} f_{yd}} \leq \frac{A_s f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad \gamma_{Rd} = 1.3$$

29

## Αλληλεπίδραση Μηχανισμού Ανάλωσης Διατμητικού Φορτίου



- Δράση συνεχούς και τριβής
- Δράση τριβής λόγω εγκάρσιου οπλισμού



- Δράση βλήτρου
- Δράση όλων των μηχανισμών

$$V_{tot} = \beta_D V_d + \beta_f V_f$$

30

## Εκτράχυνση και Χρήση Χαλύβδινων Βλήτρων



31

## Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Χαλύβδινοι Ηλεκτροσυγκολλημένοι Σύνδεσμοι (Αναρτήρες) 32

### Θλίβουσα Δύναμη Μανδύα

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

⏟      ⏟      ⏟  
 Τριβή    Αναρτήρες    Βλήτρα  
 ("πάπιες")

### Ελάχιστοι Συνδετήρες Μανδύα

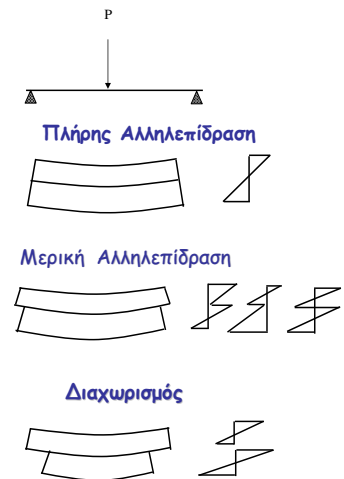
ΕΚΩΣ 2000

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

### Προσεγγιστική Μέθοδος Μονολιθικής Συμπεριφοράς

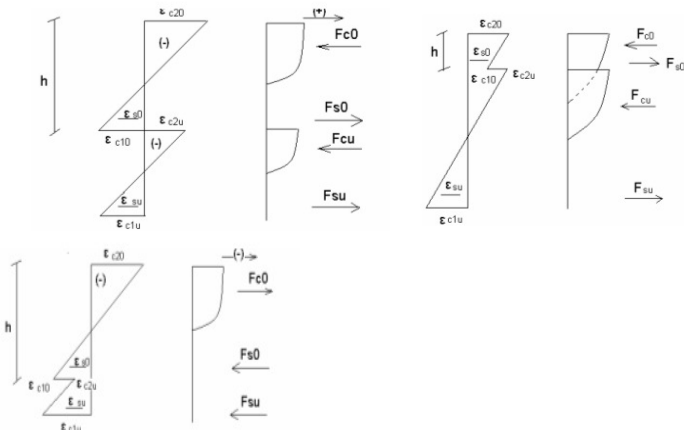
$k_k = 0,80$        $k_r = 0,90$        $k_{\theta y} = 1,25$        $k_{\theta u} = 0,80$

33



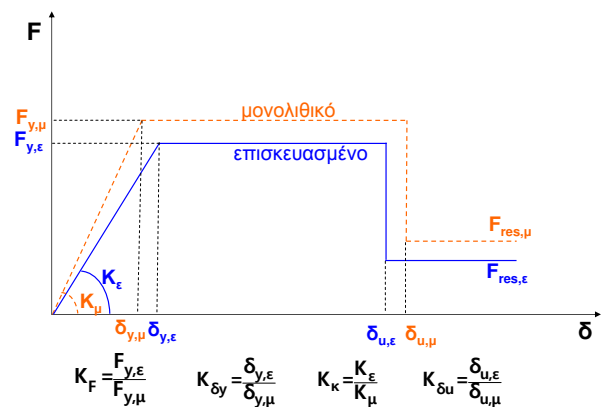
34

### Πιθανή Κατανομή Παραμορφώσεων και Τάσεων



Πόσο θα ήταν το λάθος αν θεωρούσαμε μονολιθική συμπεριφορά; 35

### Καμπύλες Εντατικού Μεγέθους-Παραμόρφωσης με Επισκευασμένα Στοιχεία



36

**Συντελεστές Μονολιθικότητας**

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

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

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

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

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

$$R_{i,ενισχ.} = K_i \times R_{i,μονολ.}$$

37

**Προσθήκη Νέας Στρώσης Σκυροδέματος**

**Εκτίμηση Ικανότητας**

- Με συνεκτίμηση της ολίσθησης
- Προσεγγιστικά με χρήση συντελεστών μονολιθικότητας

Για πλάκες:

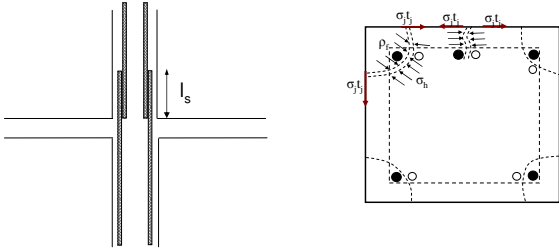
$$k_k = 0,85 \quad k_r = 0,95 \quad k_{\theta y} = 1,15 \quad k_{\theta u} = 0,85$$

Για λοιπά στοιχεία:

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

38

**Αποκατάσταση Ικανότητας Περιοχής με Μειωμένα Μήκη Ματισμένων Ράβδων**



$$T_{απ} = (1-\lambda_s) A_b f_s$$

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

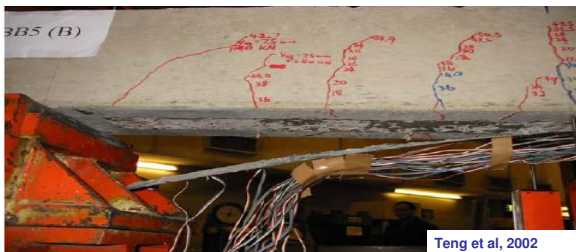
$$\sigma_{j,t} = \sigma_h \quad \text{όπου:} \quad \beta = \frac{\rho_f l_s}{B} \quad (A_j/s)_{απαιτ.} = \frac{(1-\lambda_s) A_b f_s}{\beta \mu l_s \sigma_j}$$

$$\left(\frac{A_j}{s_w}\right)_{απ} = \frac{12}{(s_d \cdot s_v)} \left(\frac{f_{sy}^3}{f_u f_c^2}\right) \left(\frac{d_s^2}{a_N \ell_s}\right) (a_N) \quad (A_j/s)_{απ} = 1.3 \left[ k_i \left(\frac{f_w d_s}{f_c \ell_s}\right) - 0.4 \frac{c}{d_s} - 0.30 \right]^2 \frac{f_c^2 d_s^2}{k_j E_j f_{cm}}$$

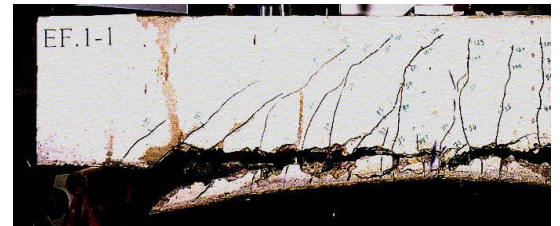
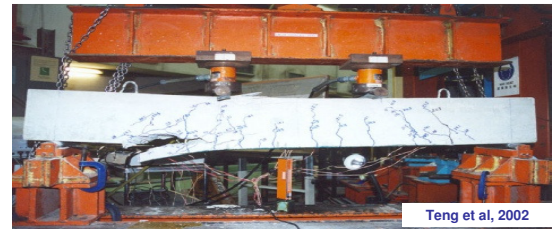
Για μανδύες  $t_j = (A_j/s)_{απαιτ.}$

39

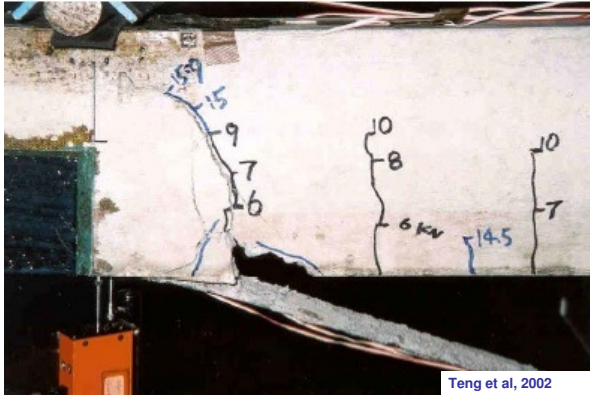
**Καμπτική Ενίσχυση**



Αναλαμβανόμενη δύναμη επικολλητών φύλλων συναρτήσει του μήκους αγκύρωσης

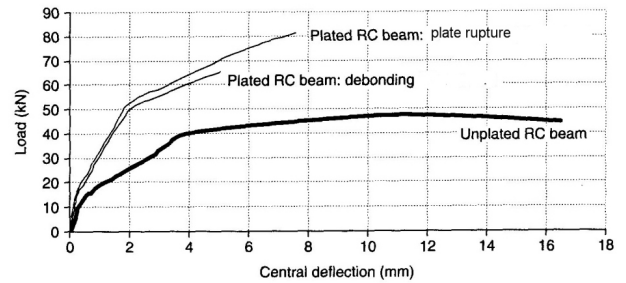


Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού



43

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



44

### Έλεγχος Αποκόλλησης

$$L_e = \sqrt{\frac{E_j t_j}{2f_{ctm}}} \quad P_{max} = \beta f_{ctm} b_j L_e$$

$$\sigma_{cm} = \frac{P_{max}}{b_j t_j} \cong \beta \sqrt{\frac{E_j f_{ctm}}{2t_j}}$$

$$\sigma_{j,d} = \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} = 1,2$$

$\beta = \beta_w \beta_l$     $\beta_w = \sqrt{\frac{2-b_j/b_w}{1+b_j/b_w}}$    **ΚΑΝ.ΕΠΕ.**    $\beta_l = 1$  για πλήρη αγκύρωση § 8.2.1.3

As θεωρηθεί η περίπτωση μίας δοκού από σκυρόδεμα C16/20 που ενισχύεται στο εφελακμένο πέλμα με ένα έλασμα ΙΟΠ-Ανθρακα, πάχους  $t_j=1mm$  και πλάτους  $b_j=1/2b_w$ . Εξετάζοντας την 2η μορφή αστοχίας λαμβάνεται:

$$f_{ctm} \cong 0.3f_{ck}^{2/3} = 0.316^{2/3} = 1.92 MPa, \quad \beta = 1 \text{ και}$$

$$\sigma_{j,crit} = \sqrt{\frac{200 \times 1.92 \times 10^3}{2}} = 438 MPa, \quad \sigma_{j,d} = \frac{438}{1,2} = 365 MPa$$

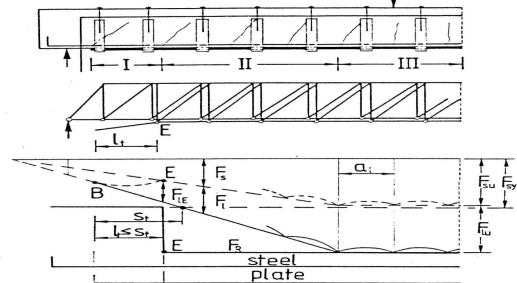
$$t_j \uparrow \Rightarrow \sigma_{j,crit} \downarrow$$

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

45

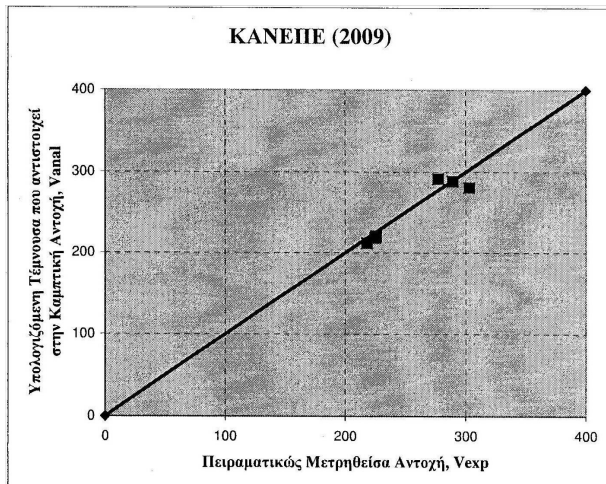
### Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

$$V_{sd,απολ} \leq V_{cd,απολ} \quad M_{sd,απολ} \leq 0.67M_{Rd,απολ}$$



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

46

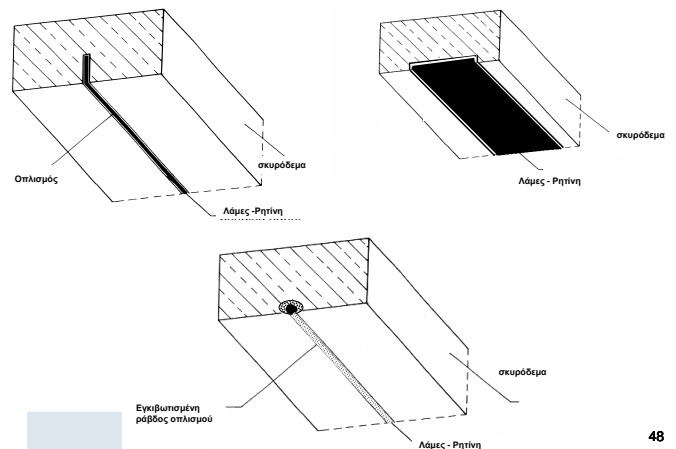


Μιτολιδής, Διδακτορική Διατριβή 2009, ΑΠΘ.

47

### Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός "Αυλακιών"

(Δεν καλύπτεται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

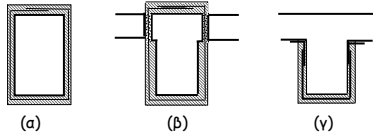


48

### Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Τέμνουσας

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

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



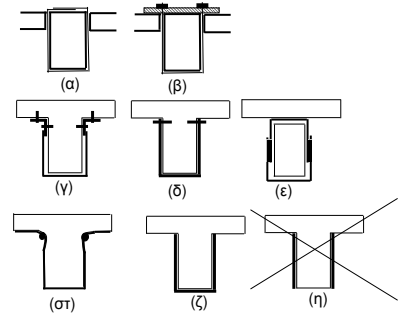
Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας σε λοξή θλίψη:  
 (α), (β) Κλειστές ενισχύσεις, (γ) Ανοικτές ενισχύσεις

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

49

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

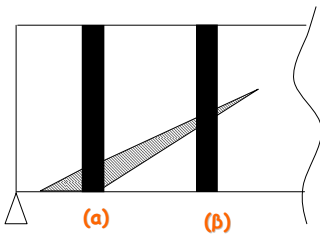
- Με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
- Με εξωτερικά στοιχεία από χάλυβα ή ΙΟΠ



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 παρέκκλιση

50

### Διατμητική Ενίσχυση με ΙΟΠ



- 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 ➔  $k_v = 0,5$

51

### Περίσφιγξη με Μεταλλικό Κλωβό



52

### Περίσφιγξη με ΙΟΠ

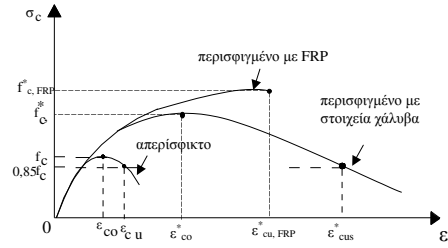


53



54





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

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

56

### Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας

#### Απαίτηση Στοχευόμενου $q_i$ :

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς  $q_i = q/q_0$  ( $q_0$  παράγοντας υπεραντοχής δομήματος κατά EC8)
- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων:
 
$$\mu_d = \begin{cases} q_i & \text{όταν } T > T_2 \\ 1 + \frac{T_1}{T} (q_i - 1) & \text{όταν } T < T_2 \end{cases}$$
- 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:
 
$$\epsilon_{cu}^* = 2,2 \cdot \mu_{1/r} \cdot \epsilon_{sy} \cdot \nu$$

- Ογκομετρικό μηχανικό ποσοστό περίσφιξης  $\omega_w$ :  
 Χαλύβδινη Περίσφιξη:  $\epsilon_{cu}^* = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_w$   
 Περίσφιξη με CFRP:  $\epsilon_{cu}^* = 0,0035 (f_c^* : f_c)^2$  με  $f_c^* = (1,125 + 1,25 \cdot \alpha \cdot \omega_w) f_c$   
 Περίσφιξη με GFRP:  $\epsilon_{cu}^* = 0,007 (f_c^* : f_c)^2$

57

### Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας

#### Απαίτηση Στοχευόμενου $m_i$ :

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

#### Απαίτηση Επιθυμητής Ικανότητας Γωνίας Στροφής Χορδής $\theta_d$ :

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

$$\theta_{d,οπ.} = \mu_{\theta,οπ.} \cdot \theta_y$$

Όπου η  $\theta_y$ :

Για δοκούς ή υποστυλώματα

Για τοιχώματα

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

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

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

$$\mu_{1/r,οπ.} = 3\mu_{d,οπ.} - 2 \rightarrow \epsilon_{cu,οπ.}^* \rightarrow \omega_{w,οπ.}$$

58

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χάλυβδινα στοιχεία



59

## Επισκευή με ρητινενέσεις



CEA, Sacley

60

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολητών ελασμάτων από χάλυβα



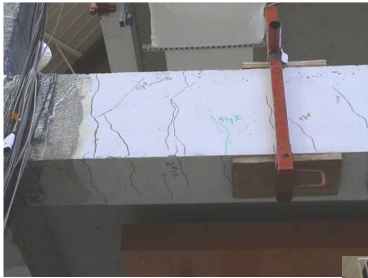
61

## Ενίσχυση κόμβων με ΙΟΠ



CEA, Sacley

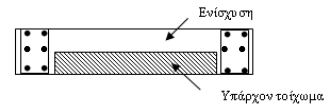
62



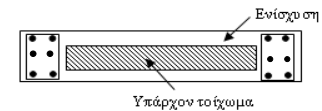
CEA, Sacley

## Ενίσχυση Τοιχωμάτων

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



- ✓ Ολόπλευρος κλειστός μανδύας (αυσιστάται)



64

## Ενίσχυση Τοιχωμάτων

- 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 Πλαστικότητας (Δεν προσφέρονται οι μέθοδοι περισφιζής)
  - ✓ Αύξηση διατομής θλιβόμενου πέλματος με προσθήκη εγκάρσιου τοιχώματος με τοπική διεύρυνση του άκρου
  - ✓ Τοποθέτηση εγκαρσίων διαμερών σφικτήρων

65

## Εμφάνιση Πλαισίων

- 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 σκυροδέτησης (ανεπαρκής πρόσβαση στην κορυφή)
- Αντιμετώπιση συστολής ξήρασης

66

## Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"

- 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  $m \leq 1,5$

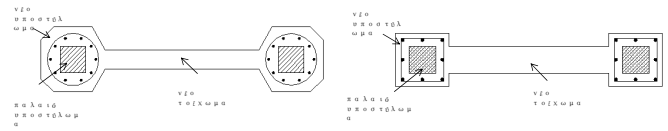
### Προσοχή

Πρόσθετες Τέμνουσες σε Δοκούς και Υποστυλώματα

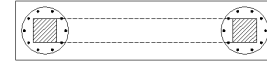
67

## Τοιχοματοποίηση Πλαισίου

Εμφαντώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού

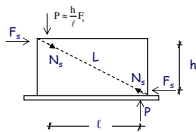


Εμφαντώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



68

## Τοιχοματοποίηση Πλαισίου Προσομοίωμα Ελέγχου Επάρκειας



Ασκούμενη Τέμνουσα 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  $\rho_{min}$

69

## Ενίσχυση Υφιστάμενων Τοίχων Πληρώσεως

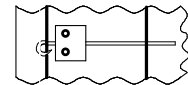
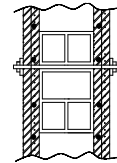
- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαίσιο.

Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm

Min  $\rho_v = \rho_{v1} = 0,005$

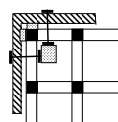
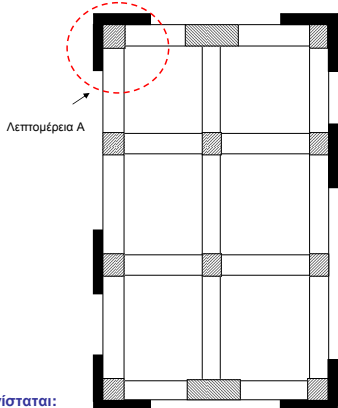
Εξασφάλιση της από κοινού λειτουργίας υφιστάμενης τοιχοποιίας με τις δύο στρώσεις ενίσχυσης μέσω διαμετρών κοχλιωτών συνδέσμων:

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα



70

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ Η ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ (Λύση που απαιτεί ιδιαίτερα υψηλή μελετητική και κατασκευαστική εμπειρία)



Λεπτομέρεια Α- Κάτωψη

Συνιστώμενη θέση τοιχωμάτων Ενδεικτική διάταξη συνδέσμων

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

71

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

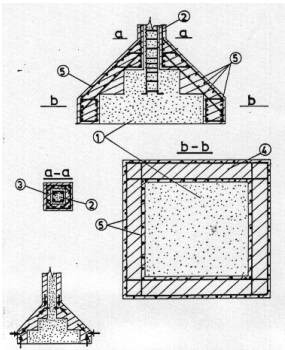


72

### ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

- Ανεπάρκεια επιφανείας 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

73

### ΑΣΚΗΣΗ

#### Επεμβάσεις με Στόχο την Αύξηση της Τοπικής Πλαστιμότητας

#### ΖΗΤΕΙΤΑΙ:

Να προσδιοριστεί η απαιτούμενη περίσφιγξη στο πλέον εύρωστο πρωτεύον υποστυλώμα της κατασκευής που να ικανοποιεί την απαίτηση για συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς  $q=3,0$ .

(Για τον ορισμό του πλέον εύρωστου δομικού στοιχείου βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 2.8.2.3(iii))

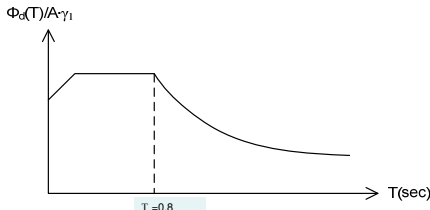
#### ΔΙΝΕΤΑΙ:

Ορθογωνικό υποστυλώμα ύψους:  $h_{\text{κωθ}}=3\text{m}$   
 Διατομή:  $dc=500\text{mm}$ ,  $bc=350\text{mm}$   
 Επικάλυψη οπλισμού:  $c=25\text{mm}$   
 Σκυροδέματος με:  $f_{ctm}=17\text{MPa}$  και  $f_{ck}=14\text{MPa}$   
 Ο χάλυβας αναγνωρίστηκε:  $S400$   
 Αξονική δύναμη:  $N_d=-800\text{KN}$   
 Παράγοντας υπεραντοχής:  $q_u=1,2$

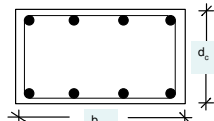
Για την εκλογή του παράγοντα υπεραντοχής  $q_u$  βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. Κεφ. 4, Παράρτημα 4.2 και EC8 § 5.2.2.2

74

Η ιδιοπερίοδος του κτιρίου να θεωρηθεί  $T=0,33\text{ sec}$



Σχήμα 1: Φάσμα σχεδιασμού



Σχήμα 2: Διαστάσεις διατομής

#### ΛΥΣΗ

#### Έλεγχος ικανότητας επιβολής περίσφιγξης

Ο λόγος πλευρών του υποστυλώματος είναι:  $d_c/b_c=500/350 \approx 1,4 < 2$

Η τεχνική είναι ευεχής σε στοιχεία με κυκλική διατομή ή ορθογωνική διατομή σχετικά μικρών διαστάσεων, με λόγο πλευρών που δεν ξεπερνά το 2:1. ΚΑΝ.ΕΠΕ., § 8.2.3(α).

Ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς λόγω πλαστιμότητας θα είναι

$$q_n = q; q_0 = 3,0; 1,2 = 2,5.$$

75

Ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας  $\mu_b$  του δομήματος σε όρους μετακινήσεων,

για  $T=0,33\text{ sec} < T_c=0,8\text{ sec}$ , είναι (ΚΑΝ.ΕΠΕ. εξίσωση (8.17))

$$\mu_b = 1 + \frac{T}{T_c}(q_n - 1) = 1 + \frac{0,8}{0,33}(2,5 - 1) = 4,6$$

Για το πλέον εύρωστο πρωτεύον στοιχείο της κατασκευής απαιτείται  $\mu_{br} = \mu_b = 4,6$

Η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας σε όρους καμπυλότητας  $\mu_{1/r}$  για την κρίσιμη διατομή του υποστυλώματος υπολογίζεται (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 8.2.3(i) (iv)):

$$(\mu_{1/r} - 1)/(\mu_b - 1) = 3 \Rightarrow \mu_{1/r} - 1 = 3(\mu_b - 1) = 3(4,6 - 1) = 11,8$$

Η απαιτούμενη τιμή μέγιστης θλιπτικής παραμόρφωσης του σκυροδέματος είναι

(ΚΑΝ.ΕΠΕ. εξίσωση (2.8.11))

$$\epsilon_{cu,c} = 2,2 \cdot \mu_{1/r} \cdot \epsilon_{sy} \cdot v = 2,2 \cdot 11,8 \cdot \frac{400 \cdot 1,15}{200.000} \cdot 0,27 \approx 0,016$$

για ανηγμένη αξονική θλιπτική δύναμη υπολογιζόμενη με τη μέση τιμή της ονομαστικής αντοχής του σκυροδέματος ίση με:

$$v = 800 / (0,5 \cdot 0,35 \cdot 17 \cdot 10^3) = 0,27 > 0,2$$

Οι τιμές  $\epsilon_{sy}$  και  $v$  υπολογίζονται με βάση τις μέσες τιμές αντοχής χάλυβα και σκυροδέματος. Λαμβάνεται  $f_{ym}=1,15f_{yk}$ .

76

#### Εφαρμογή ενίσχυσης

- Χαλύβδινη περίσφιγξη (μεταλλικός κλωβός)

Η εφαρμογή του μεταλλικού κλωβού ακολουθεί τη διατύπωση του ΚΑΝ.ΕΠΕ. της § 8.2.3, § 6.2.2 και § 6.2.2.

$$A_c = b_c \cdot d_c = 0,35 \cdot 0,5 = 0,175\text{m}^2 \quad (\text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 6.2.2})$$

Για το μεταλλικό κλωβό θα χρησιμοποιηθούν 4 γωνιακά  $L50 \times 50 \times 5\text{mm}$  που θα τοποθετηθούν σε όλο το ύψος του υποστυλώματος και ελάσματα ανά αποστάσεις  $s$  όλα ποιότητας χάλυβα Fe360 ( $f_y=235\text{ N/mm}^2$ )

Οπότε  $b_p = d_p = 50\text{mm}$ :

$$\rho = \frac{2b_p}{b_c} = \frac{2 \cdot 50}{350} = 0,286$$

$$v = \frac{2d_p}{d_c} = \frac{2 \cdot 50}{500} = 0,2 \quad (\text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 6.2.2})$$

$$q_n = 1 - \frac{1}{3 \cdot 0,175} \left[ 0,35^2 (1 - 0,286)^2 + 0,5^2 (1 - 0,2)^2 \right] = \quad (\text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. εξίσωση } \sigma \text{ } \S 6.13)$$

$$= 1 - \frac{1}{0,525} (0,06245 + 0,16) \rightarrow q_n \approx 0,576$$

$$a = q_n \cdot a_s = 0,576 \cdot 0,9 \rightarrow a = 0,5184 \quad (\text{α}_s \text{ από ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 6.2.2})$$

77

Υπολογίζεται το  $\omega_{wd}$ :

$$\epsilon_{cu,c} = 0,0035 + 0,1 \cdot a \cdot \omega_{wd} \Rightarrow \omega_{wd} = \frac{0,016 - 0,0035}{0,1 \cdot 0,5184} \approx 0,24 \quad (\text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. εξίσωση } \sigma \text{ } \S 8.18)$$

$$\omega_{wd} = 2\rho_{\min} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (\text{ΕΚΟΣ 2000 § 18.4.4.2})$$

όπου

$$\rho_{\min} = \min(\rho_b, \rho_s) = \min\left(\frac{\rho_b A_{sw}^{sk}}{b \cdot s}, \frac{\rho_s A_{sw}^{sk}}{h \cdot s}\right) = \frac{A_{sw}^{sk}}{s} \min\left(\frac{\rho_b}{b}, \frac{\rho_s}{h}\right) = \min\left(\frac{2}{0,5}, \frac{2}{0,35}\right) = \frac{A_{sw}^{sk}}{s} \times 4 \left(\frac{A_{sw}^{sk}}{s} \times 4\right) \frac{235 \cdot 25}{14 \times 1,15} = 0,24$$

$$\text{Έτσι: } \frac{A_{sw}^{sk}}{s} = \frac{0,24 \cdot 14 \times 1,15}{2 \times 14 \cdot 235 \times 1,5} \cdot 10^3 \approx 1,37\text{ mm}$$

Έστω ελάσματα πλάτους 25mm και πάχους 5mm

Οι αποστάσεις προκύπτουν:  $s = \frac{A_{sw}^{sk}}{A_{sw}^{sk}/s} = \frac{25 \cdot 5}{1,37} = \frac{125}{1,37} \approx 91\text{mm} \leq 0,5 \cdot b_c = 0,5 \cdot 350 = 175\text{mm}$

Από ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 8.2.3, στην περίπτωση του μεταλλικού κλωβού αρκεί η ικανοποίηση της σχέσης  $s \leq 0,5b_c$ .

Επομένως επιλέγονται να τοποθετηθούν οριζόντια χαλύβδινα ελάσματα  $b_w \times t_w = 25\text{mm} \times 5\text{mm}$  ανά 90 mm καθ' ύψος του υποστυλώματος.

Προφανώς μπορούν να τοποθετηθούν και ελάσματα μεγαλύτερου πάχους π.χ.  $25\text{mm} \times 7\text{mm}$  αφού τότε:

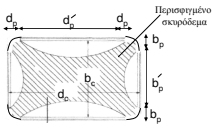
$$s = \frac{25 \cdot 7}{1,37} \approx 128\text{mm} \leq 0,5 \cdot b_c = 0,5 \cdot 350 = 175\text{mm}$$

78

Τελικά τοποθετούνται ελάσματα  $25\text{mm} \times 7\text{mm}$  ανά 125mm

**Περίσφιξη με επικολητά υφάσματα ΙΟΠ άνθρακα**

Ακολουθούνται οι διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 8.2.3(α)(δ) κ α ι § 6.2.3.



Γίνεται εξομάλυνση γωνιών σε μήκος  $b_p = d_p = 50 \text{ mm}$   
 $\alpha_n = 0,576$  όπως και προηγούμενως έχει προκύψει,  
 όμως  
 $\alpha_s = 1,0$  επειδή το υφάσμα είναι συνεχές  
 $\epsilon_{cu,c} = 0,0035(f_{c,c} : f_c)^2$  (ΚΑΝ.ΕΠΕ. εξίσωση (8.19))  
 Θα χρησιμοποιηθούν υφάσματα ινοπλισμένων πολυμερών με ίνες άνθρακα με  $E_f = 231 \text{ GPa}$ ,  $f_u = 3800 \text{ MPa}$

$$f_{c,c}^2 = \epsilon_{cu,c} \times f_c^2 / 0,0035 \rightarrow f_{c,c}^2 = 0,016 \times 14^2 / 0,0035 \approx 896 \rightarrow f_{c,c} = 29,9 \text{ MPa}$$

όπου

$$f_{c,c} = (1,125 + 1,25\alpha \cdot \omega_{sd}) f_c \rightarrow 1,25 \cdot 0,576 \cdot \omega_{sd} = \frac{29,9}{14} - 1,125 = 1,01 \rightarrow \omega_{sd} = 1,40 \quad (\text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. εξίσωση (6.21)})$$

$$f_{jd} = \frac{f_u}{1,2} \quad (\text{αμφίδιπλα } \gamma_m = 1,2)$$

οπότε:

Απαιτούμενο συνολικό πάχος υφάσματος ( $t_{\text{ολ}}$ ):

$$t_{\text{ολ}} = \frac{A_{sw}^m}{s} = \frac{\omega_{sd}}{2 \min\left(\frac{h_b}{b}, \frac{h_s}{h}\right)} \cdot \frac{f_{jd}}{f_s} = \frac{\omega_{sd}}{2 \min\left(\frac{2}{0,35}, \frac{2}{0,5}\right)} \cdot \frac{f_{jd}}{f_s} = \frac{1,40}{2 \times 4} \cdot \frac{14 \times 1,2}{3800 \times 1,5} \times 10^3 \approx 0,516$$

79

Μπορούν να τεθούν 3 στρώσεις υφάσματος με πάχος υνόν **0,17 mm**.

Για την σχέση πάχους  $t_{\text{ολ}}$  με το  $\omega_{sd}$  χρησιμοποιείται ο τύπος του ΕΚΩΣ 2000 (§ 18.4.4.2) όπου αντί του  $f_{yd}$  τίθεται η εφελκυστική αντοχή  $f_{sd}$  των ΙΟΠ εφόσον το πλήθος κ των στρώσεων ΙΟΠ είναι  $\leq 3$ . Διαφορετικά αν ήταν  $\geq 4$  θα ετίθετο:  $f_{sd} = f_{yd} \psi$  όπου  $\psi = 1,4^{\frac{1}{n}}$  (βλ. § 6.2.3.)  
 Έτσι εάν επιλεγεί υφάσμα με πάχος υνόν **0,12mm** θα απαιτούνταν πάνω από 3 στρώσεις, άρα:  $t_{\text{ολ}} = 0,516 / 7^{1/4} = 0,84 \text{ mm}$ . Άρα το πλήθος των στρώσεων θα είναι **0,84/0,12=7** στρώσεις.

**ΛΣΚΗΣΗ 2**

**ΖΗΤΕΙΤΑΙ:**

Να προσδιοριστεί η απαιτούμενη περίσφιξη του υποστολώματος της Άσκησης 1 με απαίτηση τοπικού δείκτη συμπεριφοράς  $m=4,6$ .

**ΛΥΣΗ**

Ισχύει:  $m_{\text{απ.}} = \mu_{\delta, \text{απ.}}$  (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 8.2.3(ε))

Επομένως  $\mu_{\delta i} = 4,6$ . Ισχύουν τα αποτελέσματα της Άσκησης 1

**ΛΣΚΗΣΗ 3**

**ΖΗΤΕΙΤΑΙ:**

Να προσδιοριστεί η απαιτούμενη περίσφιξη του πλέον εύρωστου υποστολώματος περίσφιξης της Άσκησης 1 με απαίτηση γωνίας στρωφής στην αστοχία  $\theta_u = \theta_{u, \text{απαιτ.}}$

Να θεωρηθεί ότι το κτίριο είναι πενταόροφο με ισούψεις ορόφους και ότι είναι πιθανός ο σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού ορόφου στο ισόγειο.

**ΛΥΣΗ**

$$\theta_y = (1/r)_y \cdot \frac{L_z + a_y z}{3} + 0,0014 \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_z} \right) + \frac{(1/r)_y \cdot d_b \cdot f_y}{8 \sqrt{f_c}} \quad (\text{Σχίσμα } \Sigma.2 \text{ § 7.2.2. ΚΑΝ.ΕΠΕ.})$$

Επομένως  $\mu_{\theta, \text{απ.}} = \frac{\theta_{y, \text{απ.}}}{\theta_y}$  Ισχύει  $\mu_i = \frac{H_{i, \text{απ.}}}{H_{i, \text{απ.}}} \cdot \mu_0 = \frac{1}{5} \mu_0$  (Σχίσμα 8 § 7.2.6. ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

Επομένως  $\mu_{\delta, \text{απ.}} = (1/5) \mu_{\theta, \text{απ.}}$

Η Άσκηση επιλύεται όπως και η 1<sup>η</sup> Άσκηση Θέτοντας  $\mu_{\delta} = \mu_{\delta, \text{απ.}}$  αντί  $\mu_{\delta} = 4,6$ .

80

## **4. Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ**

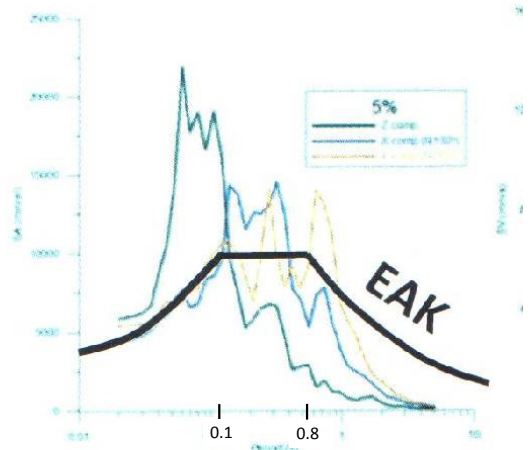


# “Ο Σεισμός της Κεφαλονιάς”

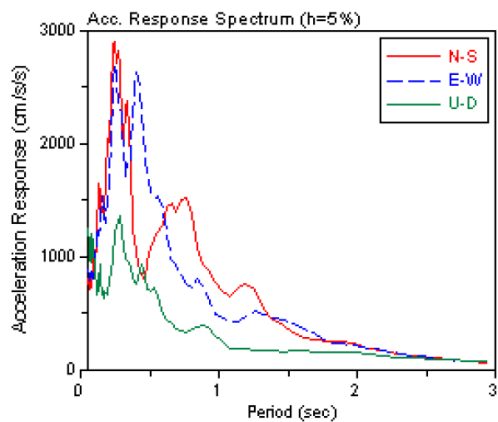
καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Πάτρα, 2015

1



2



3

ΘΕΣΗ	ΣΕΙΣΜΟΣ 03 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2014			26/01/2014
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ Km	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec <sup>2</sup>	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec <sup>2</sup>	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec <sup>2</sup>
Αργοστόλι	17	264	232	383
Βασιλικιάδες	26	57	53	95
Ληξούρι	12	667	601	510
Χαβριάτα	11	678	751	

4

## 1<sup>ος</sup> και 2<sup>ος</sup> ΣΕΙΣΜΟΣ



EPPO-ITSAK, 2014. Report on the Mw:6.0 Cephalonia earthquake of 3rd Feb 2014. Earthquake Planning and Protection Organisation-Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering. <http://www.slideshare.net/itsak-eppo/20140203-kefaloniaeq-report-en> (downloaded 10/03/14).

5

6



EPPO-ITSAK, 2014. Report on the Mw:6.0 Cephalonia earthquake of 3rd Feb 2014. Earthquake Planning and Protection Organisation-Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering. <http://www.slideshare.net/itsak-eppo/20140203-kefaloniaeq-report-en> (downloaded 10/03/14).

7



EPPO-ITSAK, 2014. Report on the Mw:6.0 Cephalonia earthquake of 3rd Feb 2014. Earthquake Planning and Protection Organisation-Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering. <http://www.slideshare.net/itsak-eppo/20140203-kefaloniaeq-report-en> (downloaded 10/03/14).

8



Photograph – S. E. Dritsos

9



EPPO-ITSAK, 2014. Report on the Mw:6.0 Cephalonia earthquake of 3rd Feb 2014. Earthquake Planning and Protection Organisation-Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering. <http://www.slideshare.net/itsak-eppo/20140203-kefaloniaeq-report-en> (downloaded 10/03/14).

10



EPPO-ITSAK, 2014. Report on the Mw:6.0 Cephalonia earthquake of 3rd Feb 2014. Earthquake Planning and Protection Organisation-Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering. <http://www.slideshare.net/itsak-eppo/20140203-kefaloniaeq-report-en> (downloaded 10/03/14).

11



Livieratos, S., 2014. 1 building 300 years and 3 earthquakes. 20th Students Conference "Repair and Strengthening of Structures 2014", University of Patras (in Greek).

12





IAS, 2014. Presentation of 2014 Kefalonia earthquakes damage assessment and statistics. Department of Earthquake Recovery, Argostoli, 6th March, 2014

13

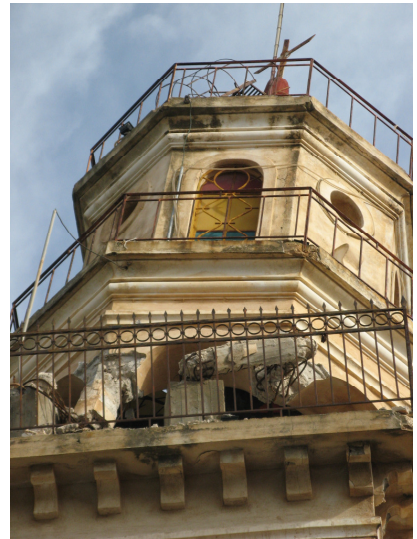


IAS, 2014. Presentation of 2014 Kefalonia earthquakes damage assessment and statistics. Department of Earthquake Recovery, Argostoli, 6th March, 2014

14



15



16



17



18



19



20



21



23



24



25



26



27



28



29



30



31



32



33



34



35



36



38