



ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ:
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η Εφαρμογή του ΚΑΝ.ΕΠΕ. και των Ευρωκωδίκων στις Επεμβάσεις σε Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Μέρος Α: ΚΑΝ.ΕΠΕ. και Ευρωκώδικες

Αίγιο, 04/06/2015

1

ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ

Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN) 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

Δυσμέμεια Παλαιών Κτιρίων

- (α) Μόρφωση $\Xi.O.$ 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 & δισδιάστατης 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 αντιστοίχων για νέα κτίρια
Παλαιά κτίρια: $1,75 \times \epsilon$ π.χ. $1,75 \times 0,08 = 0.14g$
Νέα κτίρια (μετά 1995): $\alpha \times 2.5/q$ π.χ. $0.24 \times 2.5/3.5 = 0.17g$
- $\frac{0.14}{0.17} \cdot \frac{1.5}{3.5} \approx \frac{1}{3}$ ➔ **Δυνητική Δυσμέμεια της τάξεως του 1:3**

➔ Ανάγκη Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας, Ανασχεδιασμού και Επεμβάσεων

Πώς;

5

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

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

6

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

7

Διαδικασία

1^ο Στάδιο:

Τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης- Αξιοπιστία Δεδομένων

2^ο Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

3^ο Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

4^ο Στάδιο:

Αρχικός σχεδιασμός της λύσης επέμβασης

5^ο Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου **↑ ↓ ➔**

8

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

9

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

10

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

Σκυρόδεμα

- Μέθοδοι εκτίμησης f_c : Συνδυασμός έμμεσων μεθόδων, βαθμονόμηση με λίγους πυρήνες. Προσοχή στις καμπύλες αναγωγής και συσχέτισης.
- Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών:
 - Όχι συλλήβδην, δηλ. για όλους τους ορόφους και όλα τα δομικά στοιχεία.
 - Τουλάχιστον 3 πυρήνες ανά ομοειδή δομικά στοιχεία ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε στον "κρίσιμο" όροφο.
- Επιπλέον μέθοδοι (υπερηχοσκόπηση ή κρουσιμέτρηση ή εξόλκευση ήλου για $f_c < 15 \text{ MPa}$):
 - Υψηλή ΣΑΔ/όροφο: 45% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
 - Ικανοποιητική ΣΑΔ/όροφο: 30% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
 - Ανεκτή ΣΑΔ/όροφο: 15% κατ.στοιχ./7,5% ορ. στοιχ.

Χάλυβας

Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική

11

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)

12

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

▪ Δεδομένα:

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

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ | ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ | | ΠΑΡΑΤΗ- ΡΗΣΕΙΣ | ΔΕΔΟΜΕΝΑ | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------|---|--|--|-------------|-------|--|-------------|-------|--------|-------------|-------|
| | ΥΠΑΡΧΟΥΣ | ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣ | | ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ Η ΑΝΩΔΟΜΗΣ | ΠΛΑΧΗ, ΒΑΡΗ κ.λ.π. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.λ.π. | | | ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ | | | | | |
| | | | | | Ανεκτή | Ισοσταθιστή | Υψηλή | Ανεκτή | Ισοσταθιστή | Υψηλή | Ανεκτή | Ισοσταθιστή | Υψηλή |
| ✓ | | 1 | Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί, χωρίς τροποποιήσεις | (1) | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ |
| ✓ | | 2 | Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις | (2) | | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| ✓ | | 3 | Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά (π.χ. υπόμνημα σε σχέδιο της αρχικής μελέτης) | (3) | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | |
| | ✓ | 4 | Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα | (4) | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | |
| | ✓ | 5 | Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσο, αλλά επαρκώς αξιόπιστο, τρόπο | (5) | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| | ✓ | 6 | Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού | (6) | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |

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**

Ποια η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q:

Χονδρική Εκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς q για Στάθμη Επιτελεστικότητας 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:

$$q_{loc} = m$$

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

Επίπεδα Βλάβης

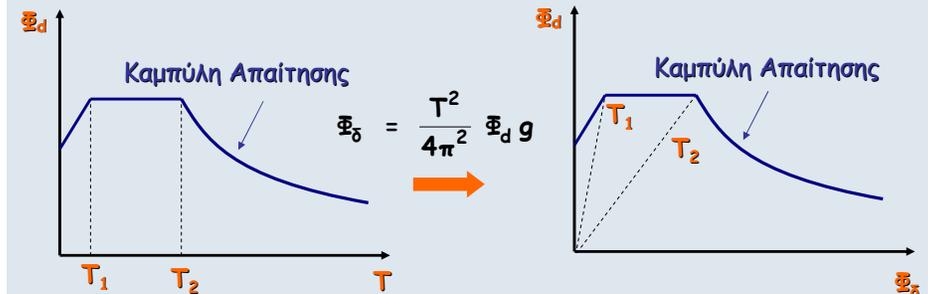
Στάθμες Επιτελεστικότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

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

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

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

ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



$$V = \alpha \Phi_d W$$

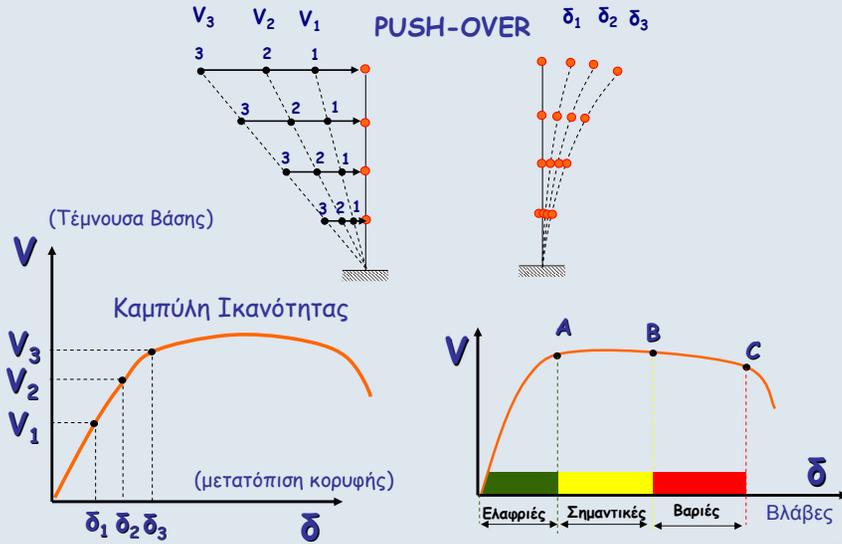
$$\delta = \beta \Phi_\delta$$

| n | α | β |
|---|------|------|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0,90 | 1,20 |
| 5 | 0,80 | 1,35 |



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 _{2%} | B _{2%} | Γ _{2%} |
| 10% | A _{10%} | B _{10%} | Γ _{10%} |
| 30% | A _{30%} | B _{30%} | Γ _{30%} |
| 50% | A _{50%} | B _{50%} | Γ _{50%} |
| 70% | A _{70%} | B _{70%} | Γ _{70%} |

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

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;

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) | Οιονεί 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%

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)

25

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

26

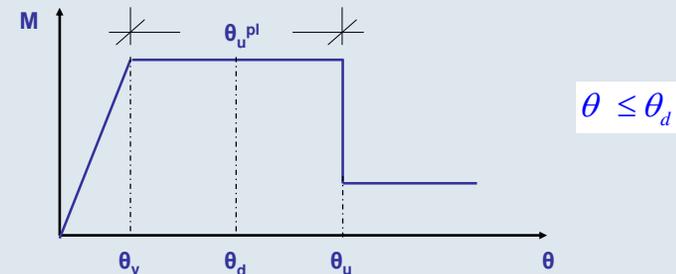
Μάτιση Ράβδων με νευρώσεις σε ευθύγραμμο μήκος l_o

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό (παρουσία εγκιβωτισμού ή περίσφιξης)
- Για M_y, φ_y, θ_y : $f_y \times l_o / l_{o,y,min}$, αν $(1/2)l_{o,y,min} < l_o < l_{o,y,min} = (0.3 \cdot f_y / \sqrt{f_c}) \cdot d_b$
π.χ. Για $\Phi 20, C16, S400$: $l_{o,y,min} = 30 d_b$
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία: $\theta_{um}^{pl} \times l_o / l_{o,u,min}$,
αν $l_o < l_{o,u,min} = d_b \cdot f_y / [(1.05 + 14.5 \cdot a_{rs} \cdot w_{sx}) \sqrt{f_c}]$
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, φ_y, θ_y : πλήρες f_y εφελκυσμένων ράβδων
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία: $\theta_{um} \times \lambda_\theta$
όπου $\lambda_\theta = 0,016 \times (10 + l_o / d_b)$, αν $l_o < 40d_b$ και $\lambda_\theta = 0,8$, αν $l_o \geq 40d_b$

27

Πως γίνεται ο έλεγχος των παραμορφώσεων;

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

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

28

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΛΩΝ

Ικανότητα στροφής χορδής κατά τη διαρροή:

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

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

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: $\theta_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \frac{\theta_y + \theta_u}{2}$ Δευτερεύοντα ή Τοιχοπληρώσεις: $\theta_d = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}}$

($\theta_d = \frac{3}{4} \theta_u$ κατά ΕΚ8-3) Όπου: $\gamma_{Rd} = 1,5$ για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα
 $\gamma_{Rd} = 1,3$ για τοιχοπληρώσεις

— Οιονεί Κατάρρευση (NC)

$\theta_d = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}}$ Όπου: $\gamma_{Rd} = 1,5$ για πρωτεύοντα
 $\gamma_{Rd} = 1,0$ για δευτερεύοντα ή τοιχοπληρώσεις
Δεν απαιτείται έλεγχος οριζοντίων δευτερευόντων

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Δοκοί και Υποστυλώματα

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

Όπου:

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

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

Για ορθογωνικές διατομές

Για κυκλικές διατομές

Τοιχώματα

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

Κοντά Υποστυλώματα ($L_V/h \leq 2$)

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

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.

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).

33

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.

34

ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. σε ορισμένες διατάξεις του παραπέμπει στον Ευρωκώδικα 8. Μπορεί να εφαρμοστεί δεδομένου ότι ο EC8 δεν έχει τεθεί σε ισχύ;

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

35

ΕΡΩΤΗΣΗ 5

Για μελέτη προσθήκης ορόφου επί υπάρχοντος κτιρίου εφαρμόζονται οι διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή το Παράρτημα Β 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 προσθηκών 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 επιτελεσματικότητας 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 συνέχεια).

36

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 άμεσα 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..

37

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 ΚΑΝΕΠΕ εφαρμόζεται σε περίπτωση που από τον έλεγχο του υφιστάμενου κτιρίου θάσει του ΕΑΚ/2000 προκύψει ανάγκη ενίσχυσης αυτού.

38

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 υφισταμένων 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 (Ικανολοίηση και των δύο στόχων) |

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

39

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 οχήματα και αγροτικές αποθήκες, υπόστερα, στάβλοι, βουστάσια, χοιροστάσια, αρνιότροφεία, κ.λπ. |
| II | Συνήθη κτίρια, όπως: κατοικίες και γραφεία, βιομηχανικά - βιοτεχνικά κτίρια, ξενοδοχεία (τα οποία δεν περιλαμβάνουν χώρους συνεδρίων), ξενώνες, οικοτροφεία, χώροι εκθέσεων, χώροι εστίασης και νυγχογίας (ζαχαροπλαστεία, καφετεία, μπύουλινα, μπλιάρου, ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εστιατόρια, μπαρ, κ.λπ), τράπεζες, ταμεία, αγορές, υπεραγορές, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κουρέια, κομμωτήρια, εντοπιότητα γυμναστικής, βιβλιοθήκες, εργαστήρια, συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βιβρεία, βιβλιοθήκη, εργαστήρια φρεσών, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, παρτίρα υγρών καυσίμων, ανεμογεννήτριες, γραφεία δημοσίων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία: III, IV, κ.λπ. |
| III | Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας, καθώς και κτίρια δημοσίων υπηρεσιών και γενικά κτίρια στα οποία υπάρχουν πολλά άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, όπως: αθλητικές αεροδρομίων, χώροι συνεδρίων, κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες, εκπαιδευτικά κτίρια, αίθουσες διδασκαλίας, φροντιστήρια, νηπιαγωγεία, χώροι συναυλιών, αίθουσες δικαστηρίων, ναοί, χώροι αθλητικών συγκεντρώσεων, θέατρα, κινηματογράφοι, κέντρα διασκέδασης, αίθουσες αναμονής επιβατών, νηματορεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οίκοι ευγηρίας, βρεφονομεία, βρεφικοί σταθμοί, παιδικοί σταθμοί, παιδοίποιοι, αναμορφωτήρια, 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 τηλεκοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, κλινικές, αγροτικά ταμεία, γεωοικονομικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, διαλυτήρια, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, πυροσβεστικοί και αστυνομικοί σταθμοί, κτίρια δημοσίων επιτελικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών από σεισμό. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας, όπως: μουσεία, αποθήκες μουσείων, κ.λπ. |

40

ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΦΑΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΡΧΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.1

«ΕΡΗΜΗΝ» ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

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

α) Για το σκυρόδεμα

Πίνακας 1. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Θλιπτικής Αντοχής Σκυροδέματος.

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

β) Για το χάλυβα οπλισμού

Πίνακας 2. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Διαρροής 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 |

41

ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΦΑΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΡΧΗΣ

γ) Για τις τοιχοπλήρωσεις, οι «ερήμην» 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, οπτοπλινθοδομές-με διάτρητα τούβλα.
- Συνήθη ασβεστοτσιμεντοκονιάματα, μάλλον χαμηλής (έως μέσης) αντοχής.
- Πλήρεις (σχεδόν) οριζόντιους αρμούς, κανονικού πάχους (περίπου 10 + 20mm).
- Ημι-πλήρεις κατακόρυφους αρμούς, γενικάς του ίδιου πάχους (περίπου 10 + 20mm).
- Κατακόρυφα φαρτία πρακτικώς μόνο από το ίδιο βάρος των τοιχοπλήρωσεων ($\sigma_p \approx 0$).

Πίνακας 3. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Αντοχής Τοιχοπλήρωσεων.

| Αντοχή | Τοιχοπλήρωση | Ποιότητα Δόμησης και Σφίνωσης | | |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------|------|
| | | Καλή | Μέση | Κακή |
| Λοξή Θλίψη $f_{nc,t}$ (MPa) | Μπαπτικός | 2.00 | 1.50 | 1.00 |
| | Δρομικός | 1.50 | 1.00 | 0.75 |
| Διαγώνια Ρηγμάτωση f_{nt} (MPa) | Μπαπτικός | 0.25 | 0.20 | 0.15 |
| | Δρομικός | 0.20 | 0.15 | 0.10 |

42

Πώς θα μελετηθούν (θα σχεδιαστούν) οι απαιτούμενες επεμβάσεις;

- ✓ Κεφάλαιο 8 ΚΑΝ.ΕΤΠΕ.
- ✓ Παραρτήματα Α Ευρωκώδικας 8 - Μέρος 3

43



Η Εφαρμογή του ΚΑΝ.ΕΠΕ. και των Ευρωκωδίκων στις Επεμβάσεις σε Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Μέρος Β: Επισκευές και Ενσχύσεις

Αίγιο, 04/06/2015

Διαδικασία

1^ο Στάδιο:

Τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης- Αξιοπιστία Δεδομένων

2^ο Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

3^ο Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

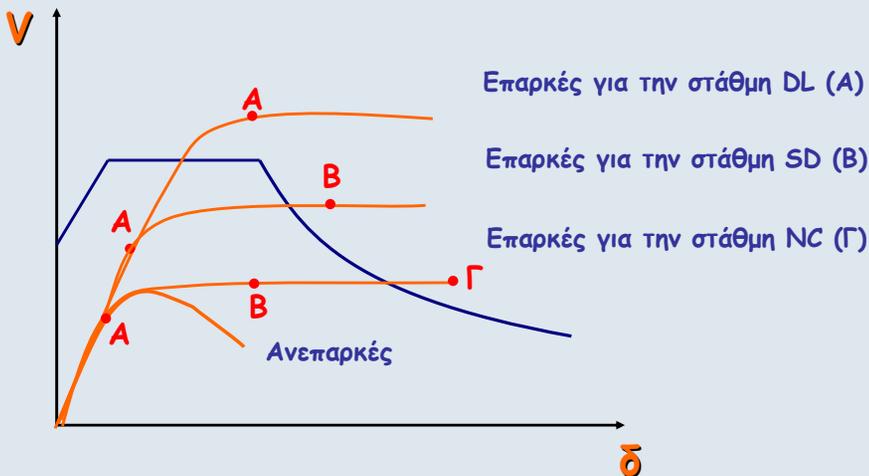
4^ο Στάδιο:

Αρχικός σχεδιασμός της λύσης επέμβασης

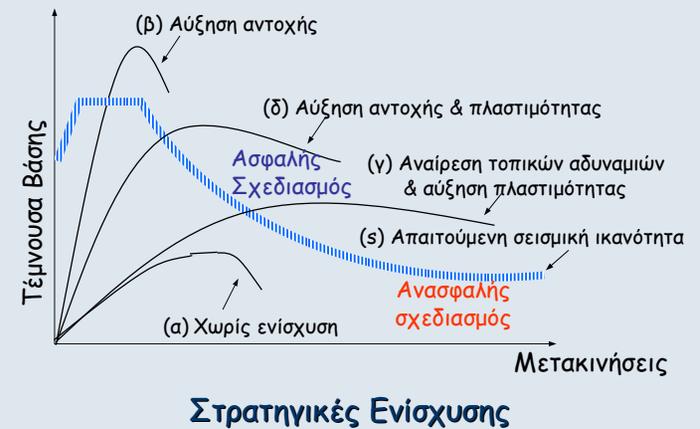
5^ο Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου ↑ ↓ →

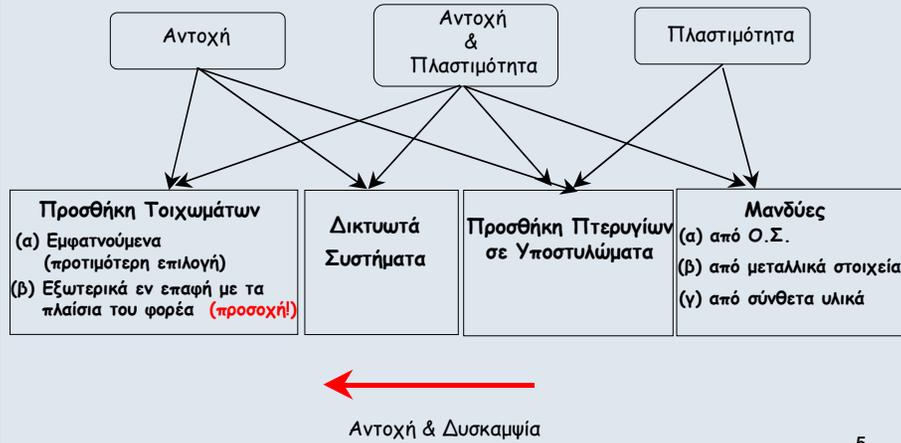
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ



ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

| | Σκυρόδεμα | Χάλυβας | Σύνθετα |
|--|-----------|---------|---------|
| Γενικές Απαιτήσεις | | | |
| ▪ Έλεγχος διεπιφανειών | Red | Blue | Yellow |
| Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων | | | |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας έναντι τέμνουσας | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστικότητας | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας | Red | Blue | Yellow |
| Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων | | | |
| ▪ Ανεπάρκεια λόγω διαγώνιας θλίψης κόμβου | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Ανεπάρκεια σπλισμού κόμβου | Red | Blue | Yellow |
| Επεμβάσεις σε Τοιχώματα | | | |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστικότητας | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας | Red | Blue | Yellow |
| Εμφάνωση Πλαισίων | | | |
| ▪ Προσθήκη απλού "γεμίματος" | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Τοιχωματοποίηση πλαισίων | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα | Red | Blue | Yellow |
| Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων | | | |
| ▪ Σύνδεσμοι | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων | Red | Blue | Yellow |
| ▪ Διαφράγματα | Red | Blue | Yellow |
| Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης | Red | Blue | Yellow |

ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.



Εκτράχυνση με Αμμοβολή



Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο

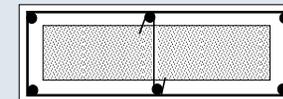
9



10



11

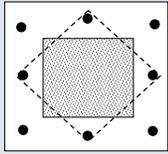


Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

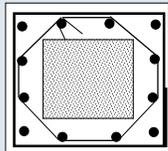
12

Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

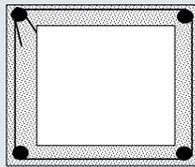
ΟΧΙ



ΝΑΙ



γωνία 45°



13



Άνοιγμα Συνδετήρων

14



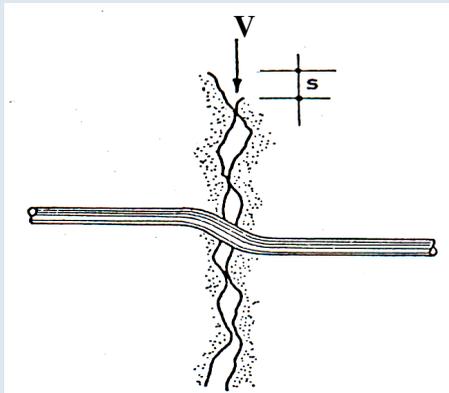
Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα 15

Εκτράχυνση και Χρήση Χαλύβδινων Βλήτρων



16

Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Μηχανισμός Δράσης Βλήτρου

17



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

18



19

Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Χαλύβδινοι Ηλεκτροσυγκολλημένοι Σύνδεσμοι (Αναρτήρες)

20

Αποκατάσταση Ύψους Διατομής

21



22



23



24



25



26

Καμπτική Ενίσχυση

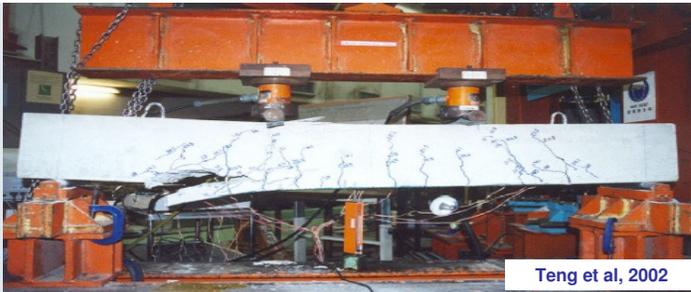
Building Klinkerstr, Amsterdam



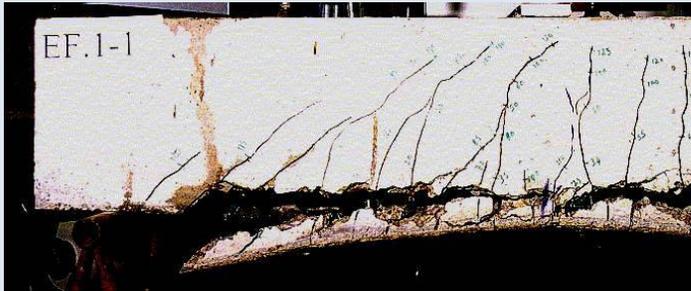
Teng et al, 2002



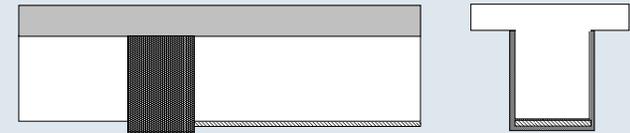
Αναλαμβανόμενη δύναμη επικολλητών φύλλων συναρτήσεσι του μήκους αγκύρωσης



Teng et al, 2002



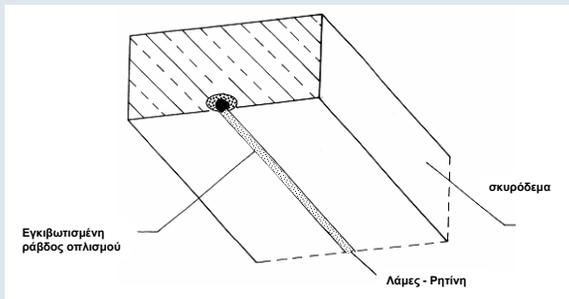
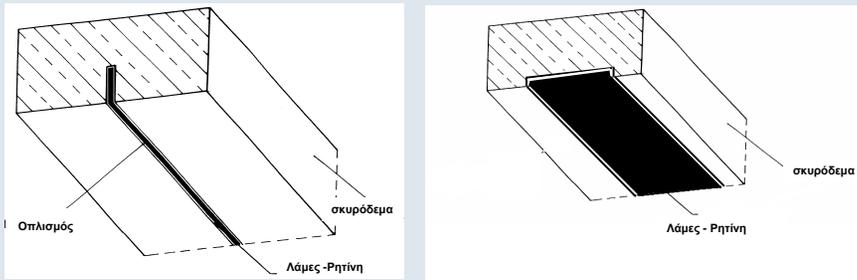
Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού



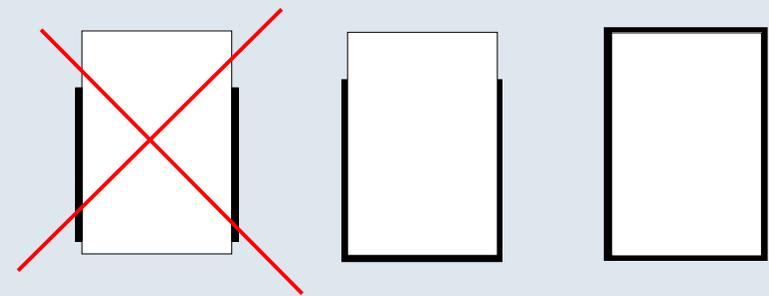
Χρήση στοιχείων αγκύρωσης στα άκρα

Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός "Αυλακιών"

(Δεν καλύπτεται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.)



Διατμητική Ενίσχυση



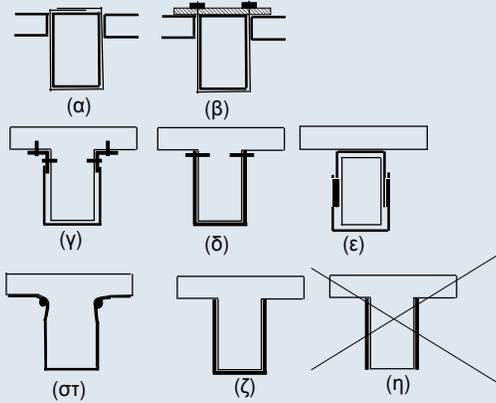
Πλευρικός μανδύας

Ανοικτός μανδύας

Κλειστός μανδύας

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

33

Περίσφιγξη με ΙΟΠ

34

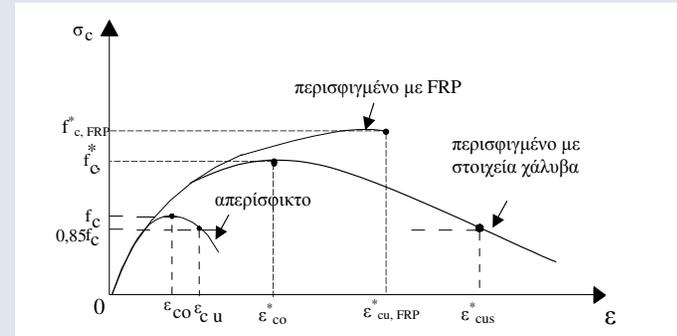
Γιατί Περίσφιγξη;

- 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 διατμητικής αντοχής του υποστυλώματος
- Ικανοποίηση απαιτήσεων ικανοτικού σχεδιασμού

35



36



Χαλύβδινη περίσφιξη

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

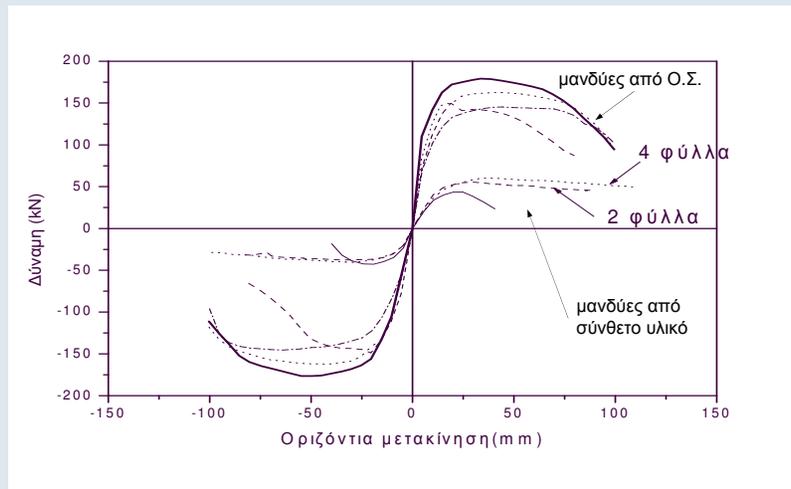
Περίσφιξη ΙΟΠ με ίνες άνθρακος

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

Περίσφιξη ΙΟΠ με ίνες γυαλιού

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

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



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

Περίσφιξη με Μεταλλικό Κλωβό



Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας**(Αρχικά υπολογισμός για το πιο εύρωστο πρωτεύον μέλος: μακλ)**Απαιτήση Στοχευόμενου q :

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς $q_m = q/q_o$
(q_o παράγοντας υπεραντοχής δομήματος κατά EC8)
- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων:

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

- 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:

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

- Ογκομετρικό μηχανικό ποσοστό περίσφιξης ω_w :

Χαλύβδινη Περίσφιξη: $\varepsilon_{cu}^* = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_w$ Περίσφιξη με CFRP: $\varepsilon_{cu}^* = 0,0035 (f_c' : f_c)^2$ με $f_c' = (1,125 + 1,25 \cdot \alpha \cdot \omega_w) f_c$ 41Περίσφιξη με GFRP: $\varepsilon_{cu}^* = 0,007 (f_c' : f_c)^2$ **ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ**

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



42

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων από χάλυβα



43

Ενίσχυση κόμβων με ΙΟΠ

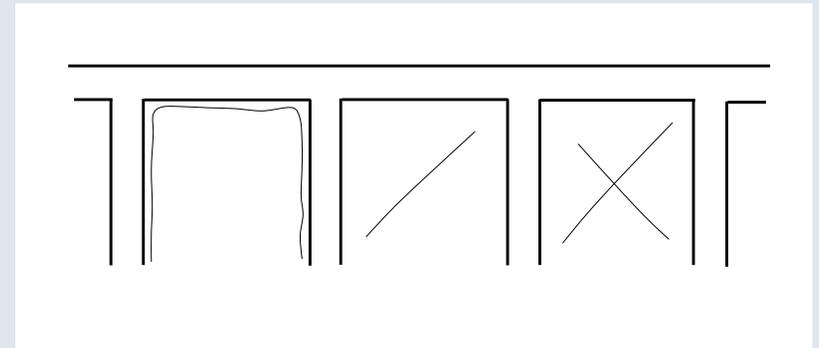
CEA, Sacley

44

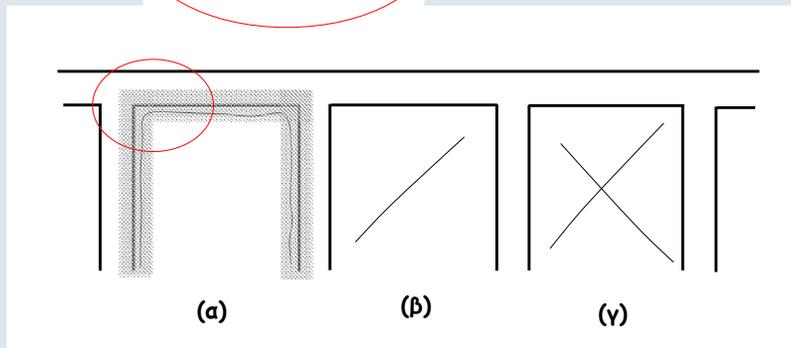
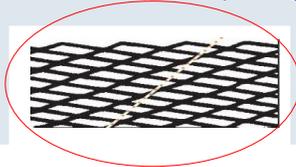


CEA, Sacley

Βλάβες Τοιχοπληρώσεων



Επισκευή Τοιχοπληρώσεων



(α) και (β) με λωρίδες υαλοπλέγματος ή γαλβανισμένο πλέγμα και κονίαμα επικάλυψης
(γ) πιθανότατα ανακατασκευή

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 σκυροδέτισης (ανεπαρκής πρόσβαση στην κορυφή)
- Αντιμετώπιση συστολής ξήρανσης

Ενίσχυση Υφισταμένων Τοίχων Πληρώσεως

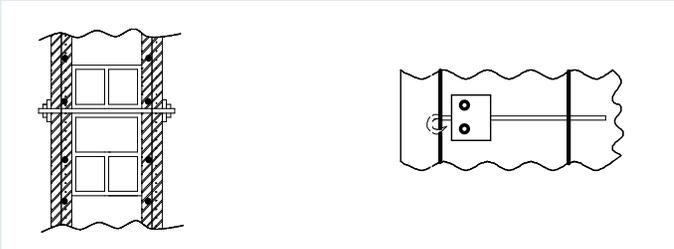
- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαίσιο.

Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm

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

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

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα



49

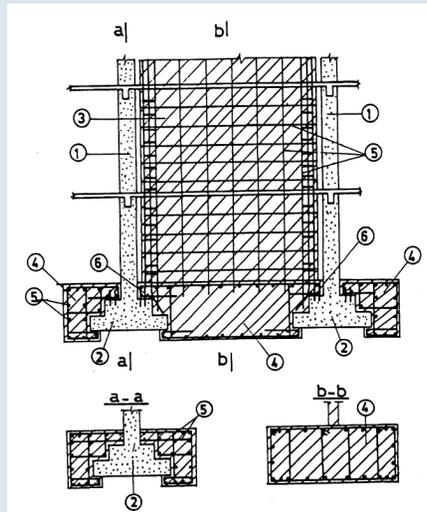
Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"

- 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

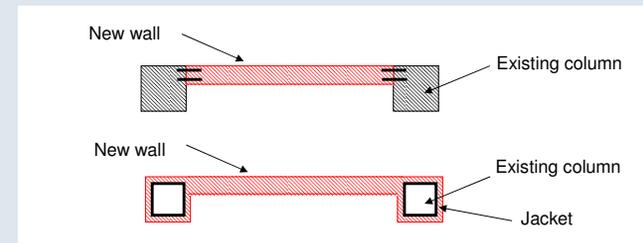
50



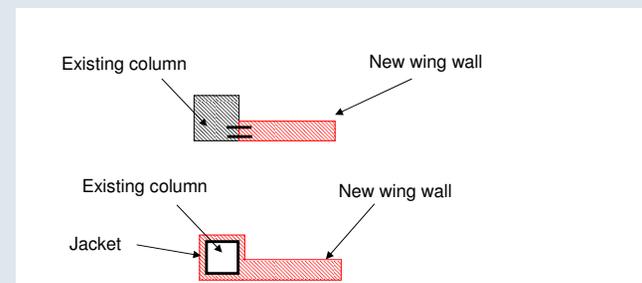
1. υφιστάμενα υποστυλώματα, 2. υφιστάμενα θεμέλια, 3. νέο τοίχωμα, 4. νέο οπλισμένο σκυρόδεμα, 5. πρόσθετοι οπλισμοί, 6. πρόσθετα στοιχεία για την αγκύρωση των νέων οπλισμών.

Παράδειγμα θεμελίωσης νέου τοιχώματος εντός υφισταμένου πλαισίου

51

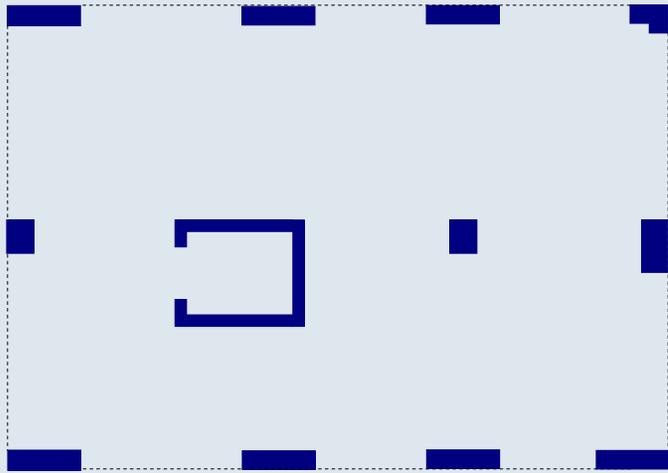


Infilling new shear walls



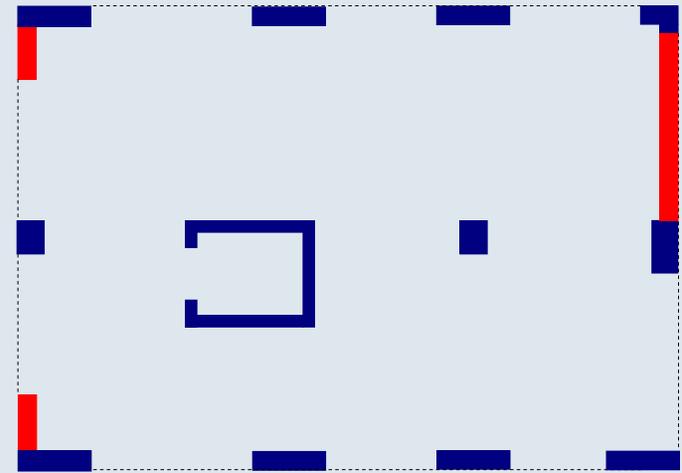
Addition of new wing walls

52



Existing vertical element configuration (PLAN)

53

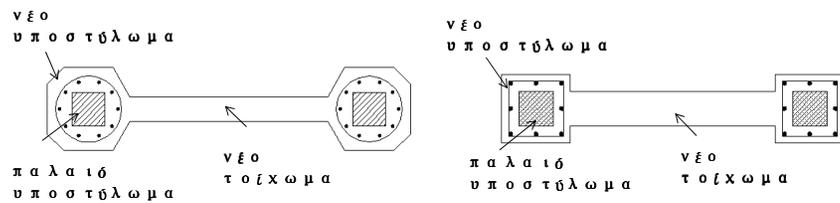


Strengthening proposal

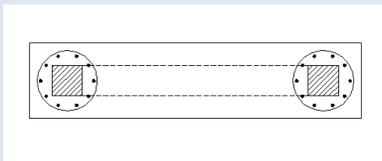
54

Τοιχωματοποίηση Πλαισίου

Εμφαντώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού



Εμφαντώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



55



56



57



Addition of a bracing system

58



59

ΚΡΥΜΜΕΝΕΣ ΚΑΚΟΤΕΧΝΙΕΣ

60



Water drainage pipe in column
Not allowed by codes

61



Warning: Supervision does not end with last concrete pour
Damage by electrician as no specific path for cables was allowed
Note the electric cable pipes are inside the reinforcement!!

62



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ)

Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών από τον Σεισμό και λοιπούς Βλαπτικούσ Παράγοντες

ΠΕΤΕΠ → ΕΤΕΠ

ΦΕΚ 2221/30-07-2012

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
Αθήνα 2008

63

ΚΩΔΙΚΟΣ 14-x-xx

| Ημερομηνία δημοσίευσης | T1 = Κατηγορία | T2 = Τομέας | T3 = Αντικείμενο | T4 = Τύπος | Αντικείμενο εργασιών | Ημερομηνία αρχικής αναρτήσεως |
|---|----------------|-------------|------------------|------------|---|-------------------------------|
| (Ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης : ΜΑΪΟΣ 2006) | | | | | | |
| | 14 | | | | ΕΡΓΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ | |
| | | 1 | | | ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ | |
| | | | 1 | | Επεξεργασία επιφανειακής στρώσης σκυροδέματος | |
| 19/12/2006 | | | 1 | | Καθαρισμός επιφανείας σκυροδέματος από αποσπασίσεις ή ξένα υλικά | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | | Προετοιμασία επιφανείας σκυροδέματος | 29/12/2005 |
| | | | 2 | | Τοπικές αφαιρέσεις σκυροδέματος | |
| 19/12/2006 | | | 1 | | Τοπική Καθαίρεση Σκυροδέματος με Διατήρηση του Οπλισμού | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | | Τοπική Καθαίρεση Σκυροδέματος χωρίς Διατήρηση του Οπλισμού | 29/12/2005 |
| | | | 3 | | Διάτρηση σκυροδέματος | |
| 19/12/2006 | | | 1 | | Διάτρηση σπών χωρίς αποκοπή του υπάρχοντος οπλισμού | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | | Διάτρηση σπών με Αποκοπή του Οπλισμού | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 4 | | Αποκατάσταση τοπικής βλάβης σκυροδέματος και οπλισμού λόγω τοπικής οξείδωσης οπλισμού | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 5 | | Αποκατάσταση διατομής σκυροδέματος σε στοιχείο που έχει υποστεί τοπικές βλάβες | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 6 | | Αποκατάσταση «είσης διατομής» σε στοιχεία με βλάβες στο σκυροδεμα και τους οπλισμούς | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 7 | | Σφράγιση ρωγμών σκυροδέματος | |
| 19/12/2006 | | | 1 | | Πλήρωση ρωγμών σκυροδέματος μικρού εύρους | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | | Σφράγιση ρωγμών μεγάλου εύρους | 29/12/2005 |
| | | | 8 | | Επικόλληση ινοπλισμένων πολυμερών | |
| 19/12/2006 | | | 1 | | Επικόλληση Υφασμάτων | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | | Επικόλληση Ελασμάτων | 29/12/2005 |
| | | | 9 | | Αποκαταστάσεις σιδηροπλισμού | |
| 19/12/2006 | | | 1 | | Καθαρισμός επιφανείας γάλυβα | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 4 | | Αποκατάσταση συνέχειας ανοιχτών συνδετήρων | 29/12/2005 |
| | | | 10 | | Προσθήκη οπλισμού με ηλεκτροσυγκόλληση | |

| | | | | | |
|------------|--|----|---|---|------------|
| 19/12/2006 | | | 1 | Επί υπάρχοντος συγκολλησιμου οπλισμού | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Επί υπάρχοντος οπλισμού, συγκολλησιμου υπό προϋποθέσεις | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | 11 | | Αγκύρωση νέων ραβδών οπλισμού στο σκυρόδεμα | 29/12/2005 |
| | | 12 | | Εφαρμογή στερεωτικών μέσων (fixing elements) | |
| 19/12/2006 | | | 1 | Βλήτρα | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Αγκύρα | 29/12/2005 |
| | | 13 | | Ενισχύσεις - αποκαταστάσεις με χαλύβδινα στοιχεία | |
| 19/12/2006 | | | 1 | Επικόλληση Χαλύβδινων Ελασμάτων | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Εμφάνιση πλασιών από δομικό γάλυβα | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 3 | Περιφύξη διατομών σκυροδέματος με στοιχεία δομικού γάλυβα | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | 14 | | Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα σε έργα επεμβάσεων | 29/12/2005 |
| | | 2 | | ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ | |
| | | 1 | | Προετοιμασία επιφανειών | |
| 19/12/2006 | | | 1 | Καθαίρεση επιχρισμάτων | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Καθαρισμός τοιχοποιίας | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 3 | Διεύρυνση αρμών τοιχοποιίας | 29/12/2005 |
| | | 2 | | Τοπική αφαίρεση τοιχοποιίας | |
| 19/12/2006 | | | 1 | Με μηχανικά μέσα | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Με εργαλεία χειρός | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 3 | Με θερμικές μεθόδους | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | 3 | | Πλήρωση αρμών Τοιχοποιίας | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 4 | Αποκατάσταση τοιχοποιίας με εφαρμογή ενεμάτων | 29/12/2005 |
| | | 5 | | Επισκευές μεγάλων ρωγμών | |
| 19/12/2006 | | | 1 | Διθροσγραφή | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Συρραφή με οπλισμένες λεπτές ζώνες ραφής | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 7 | Οπλισμένα / ενισχυμένα επιχρισματα | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 8 | Ενίσχυση υπάρχουσας τοιχοποιίας με κατασκευή νέας επάλληλης στρώσης τοιχοποιίας | 29/12/2005 |
| | | 9 | | Εφαρμογή στρώσης σκυροδέματος (έγχυτου ή εκτοξευόμενου) για την ενίσχυση υπάρχουσας τοιχοποιίας | |
| 19/12/2006 | | | 1 | Μονόπλευρη στρώση οπλισμένου σκυροδέματος | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Αμφίπλευρη στρώση οπλισμένου σκυροδέματος | 29/12/2005 |
| | | 3 | | ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΤΟΙΧΩΝ ΠΛΗΡΩΣΗΣ | |
| 19/12/2006 | | | 1 | Αποσύνδεση τοίχων πλήρωσης από τον φέροντα οργανισμό | 29/12/2005 |
| 19/12/2006 | | | 2 | Αποκατάσταση ρηγματώσης | 29/12/2005 |
| | | 15 | | ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ - ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ - ΑΠΟΞΗΛΩΣΕΙΣ | |

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|---|---|
| 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ | 1 |
| 2. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΑΥΤΩΝ | 1 |
| 2.1 ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ | 1 |
| 2.2 ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΥΛΙΚΑ | 1 |
| 3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | 1 |
| 3.1 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ | 1 |
| 3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ | 2 |
| 3.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ | 3 |
| 3.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | 3 |
| 4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ..... | 3 |
| 4.1 ΕΛΕΓΧΟΙ | 3 |
| 4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ | 3 |
| 5. ΟΡΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | 3 |
| 5.1 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ | 3 |
| 5.2 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ | 3 |
| 6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | 4 |
| 6.1 ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | 4 |
| 6.2 ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ | 4 |

ΕΤΕΠ:

http://www.episkeves2.civil.upatras.gr/?page_id=218

ΓΕΝΙΚΑ:

<http://www.episkeves.civil.upatras.gr/>

Η Εφαρμογή του ΚΑΝ.ΕΠΕ. και των Ευρωκωδίκων στις Επεμβάσεις σε Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα



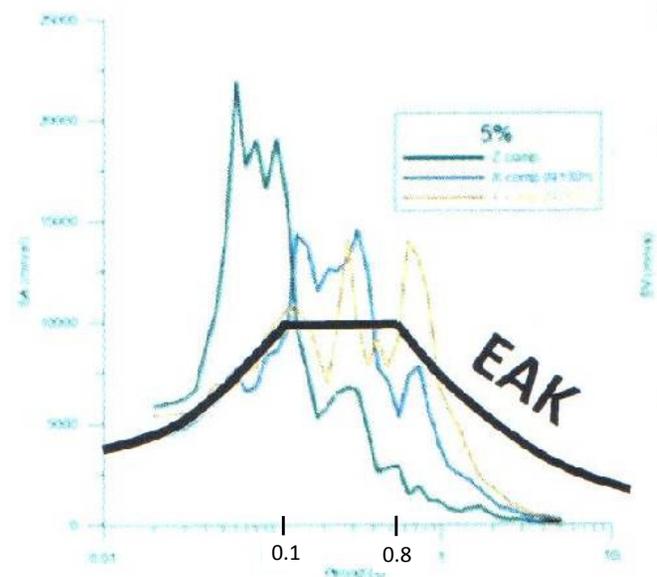
➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

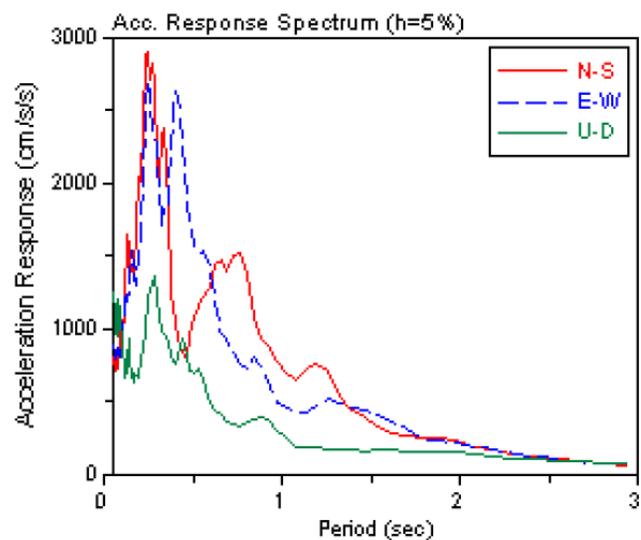
Μέρος Γ: Ο Σεισμός της Κεφαλονιάς

Αίγιο, 04/06/2015

1



2



3

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

4

1^{ος} και 2^{ος} ΣΕΙΣΜΟΣ

5



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). 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).

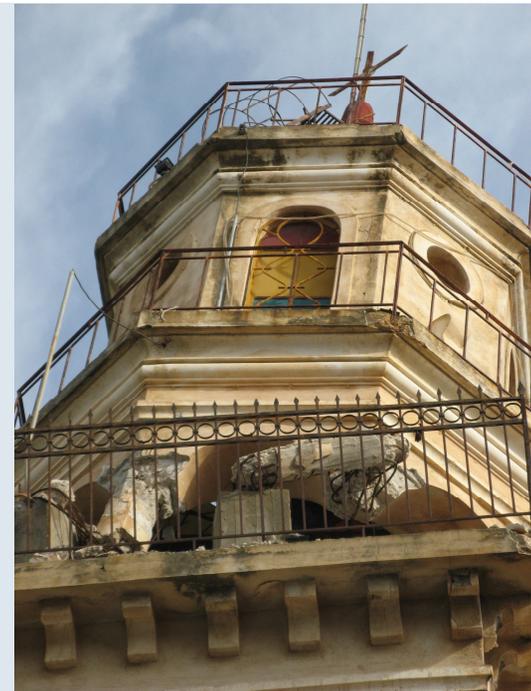
12



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



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





17



18



19





21



23



24



25



27

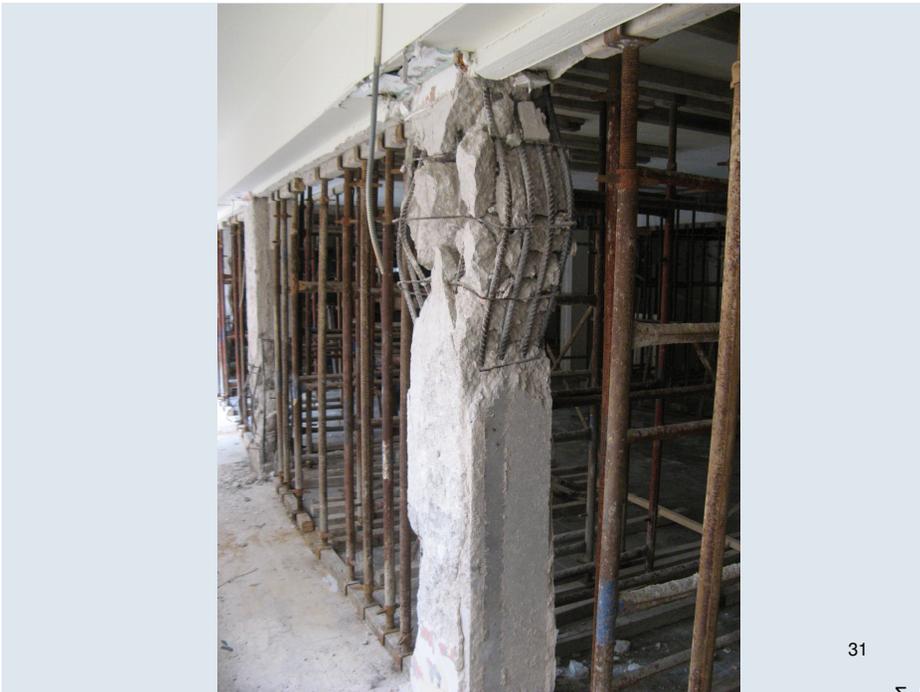




29



30



31



32



33



34



35



36

