

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

"Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2012 στο Πλαίσιο των Ευρωκωδίκων Οι Αλλαγές"



➤ Στέφανος Η. Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Αθήνα, 3/06/2013

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:

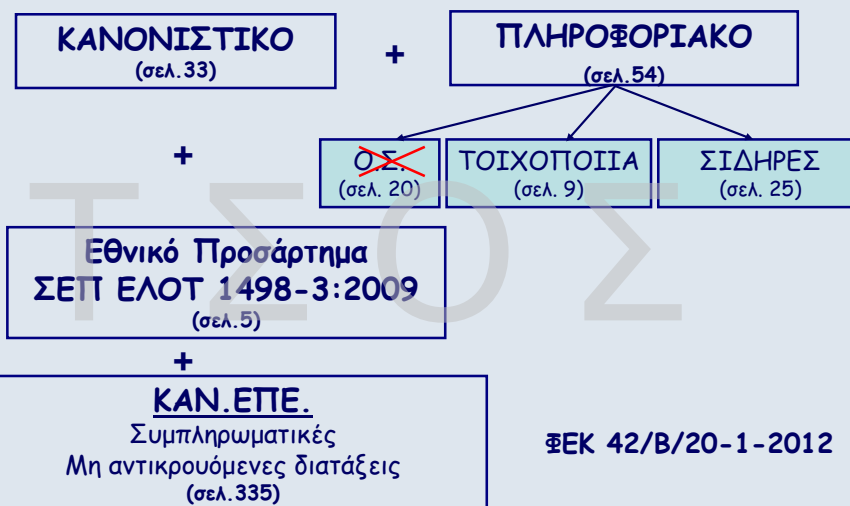
Αντισεισμικός Σχεδιασμός Φορέων

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

Ιστορικό ΚΑΝ.ΕΠΕ.

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

5

Δυσμέμεια Παλαιών Κτιρίων

- (α) Μόρφωση Ξ .Ο. με αρχιτεκτονικές υπερβολές
(Έλλειψη κανονικότητας: γεωμετρίας ή αντοχής σε επίπεδο ορόφου ή κτιρίου)
- (β) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές
(Έλλειψη υπολογιστικών μέσων: απουσία χωρικής ανάλυσης & διαδιάστατης πλαισιακής λειτουργίας)
- (γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί
- (δ) Μόρφωση φορέα χωρίς τις σύγχρονες αντισεισμικές αντιλήψεις
(πλαστιμότητα, ικανοτικός σχεδιασμός, κατασκευαστικές διατάξεις)
- (ε) Συχνά σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις μικρότερες των αντιστοίχων για νέα κτίρια
Παλαιά κτίρια: $1,75 \times \xi$ π.χ. $1,75 \times 0,08 = 0,14g$
Νέα κτίρια (μετά 1995): $\alpha \times 2,5/q$ π.χ. $0,24 \times 2,5/3,5 = 0,17g$
- $\frac{0,14}{0,17} \cdot \frac{1,5}{3,5} \approx \frac{1}{3} \rightarrow$ Δυνητική Δυσμέμεια της τάξεως του 1:3

\rightarrow Ανάγκη Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας, Ανασχεδιασμού και Επεμβάσεων

Πώς:

6

Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφισταμένων Κτιρίων

\rightarrow 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

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 KL
ΕΚ8-Μέρος 3

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

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 ΕΠΕΣΤΡΩΣΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, κ.λ.π.
ΟΠΛΙΣΗ			
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

ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ										
				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ Η ΑΝΩΔΟΜΗΣ			ΠΛΑΧΗ, ΒΑΡΗ κ.λπ. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.λπ.			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ				
				Ανοκτή	Ισομετρική	Υψηλή	Ανοκτή	Ισομετρική	Υψηλή	Ανοκτή	Ισομετρική	Υψηλή		
ΥΠΑΡΧΟΥΝ	ΑΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ	1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεχθεί να 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 αποσπασθεί αξιόπιστα	(4)		✓			✓				✓	
	✓	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσους αλλά επαρκώς αξιόπιστους τρόπους	(5)	✓				✓				✓	
	✓	6	Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	(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 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;

$$q_{loc} = m$$

19

Τι είναι αστοχία;

Αντοχή < Ένταση

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

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

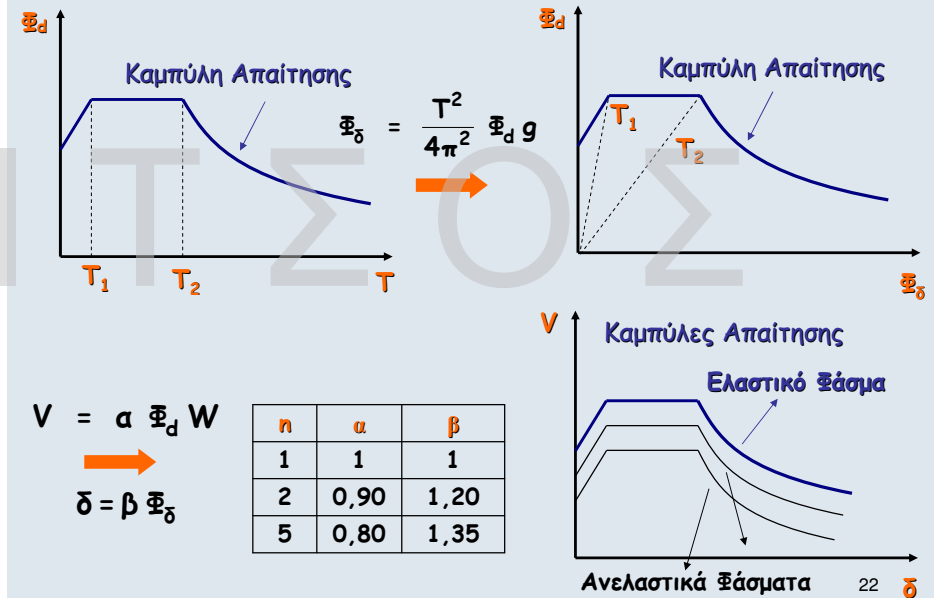
Επίπεδα Βλάβης

Στάθμες Επιτελεστικότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

- LS of Near Collapse (NC) → Οιονεί κατάρρευση (ΚΑΝΕΤΠΕ), βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ κοντά στην κατάρρευση
- LS of Significant Damage (SD) → Ασφάλεια Ζωής (ΚΑΝΕΤΠΕ), κτίριο με αποδεκτές σοβαρές βλάβες όπως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων
- LS of Damage Limitation (DL) → Άμεση χρήση (ΚΑΝΕΤΠΕ), Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν ουσιαδώς ξεπεράσει την διαρροή τους

21

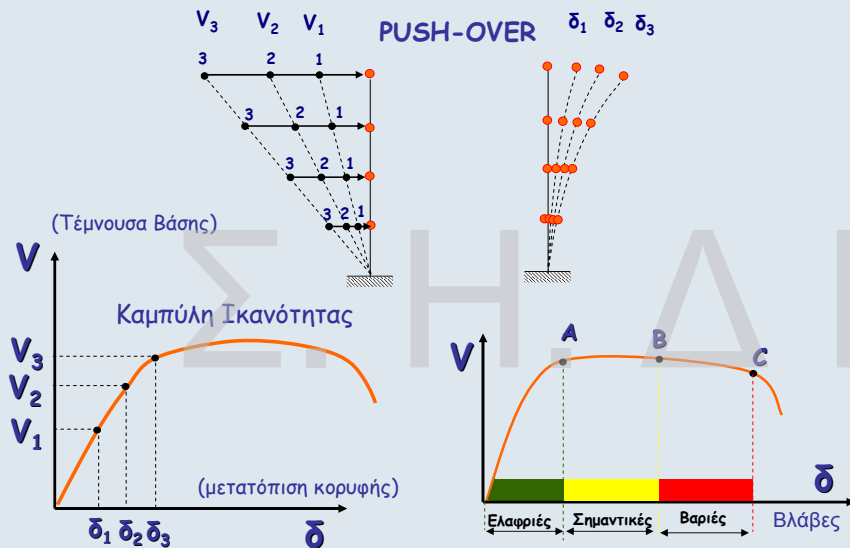
ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



22

Στάθμες Επιτελεστικότητας - Οριακές Καταστάσεις

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



23

Για ποιά οριακή κατάσταση θα γίνει ο σχεδιασμός:

→ Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

Για ποιά σεισμό σχεδιασμού:

→ Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Μηδαμινές Βλάβες ή Άμεση Χρήση	Σοβαρές βλάβες ή Ασφάλεια ζωής	Οιονεί Κατάρρευση
2% Περιοδ. Επανάλ. 2475 χρόνια	DL _{2%}	SD _{2%}	NC _{2%}
10% Περιοδ. Επανάλ. 475 χρόνια	DL _{10%}	SD _{10%}	NC _{10%}
20% Περ. Επανάλ. 225 χρόνια	DL _{20%}	SD _{20%}	NC _{20%}
50% Περ. Επανάλ. 70 χρόνια	DL _{50%}	SD _{50%}	NC _{50%}

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

24

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 τότε δεν επιτρέπεται πιθανότητα 50%

25

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)

26

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

27

Μάτιση Ράβδων με νευρώσεις σε ευθύγραμμο μήκος l_o

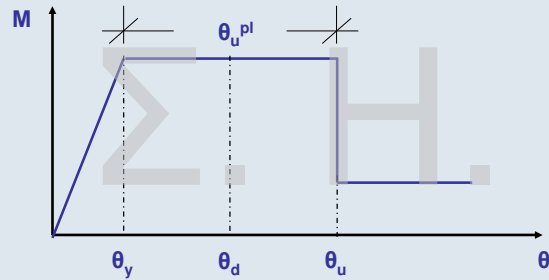
- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό (παρουσία εγκιβωτισμού ή περίσφιξης)
- Για M_y, φ_y, θ_y : $f_y \times l_o / l_{oy, \min}$, αν $(1/2)l_{oy, \min} < l_o < l_{oy, \min} = (0.3 \cdot f_y / \sqrt{f_c}) \cdot d_b$
π.χ. Για $\Phi 20, C16, S400$: $l_{oy, \min} = 30 d_b$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

28

Πως γίνεται ο έλεγχος των παραμορφώσεων:



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

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

29

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:

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

$$K \cong 25 E_c I_c$$

30

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΛΩΝ

Ικανότητα στροφής χορδής κατά τη διαρροή:

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

Δοκοί και Υποστυλώματα

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_T z}{3} + 0,0013 + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

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 Επιτελεσματικότητας:

– 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

32

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Δοκοί και Υποστυλώματα

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

Όπου:

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

Για ορθογωνικές διατομές

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

Για κυκλικές διατομές

Τοιχώματα

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

Κοντά Υποστυλώματα ($L/h \leq 2$)

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

33

Πώς θα μελετηθούν (θα σχεδιαστούν) οι απαιτούμενες επεμβάσεις;

✓ Κεφάλαιο 8 ΚΑΝ.ΕΠΕ.

✓ Ευρωκώδικας 8 - Μέρος 3

34

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.

35

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).

36

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 διαπίστωσής τους και τεκμηρίωσης.

37

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.

38

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 έγγραφό 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 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 συνέχεια).

39

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..

40

ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΦΑΣΗ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΑΡΧΗΣ

ΑΠΟΨΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

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

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Στόχοι
I	A1, A2, B1, B2, Γ1, Γ2
II	A1, A2, B1, B2, Γ1
III	A1, A2, B1
IV	A1, A2, B1

41

Οι παραπάνω κατηγορίες σπουδαιότητας ορίζονται:

Κατηγορία Σπουδαιότητας	
I	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, όπως αγροτικά οικόματα και αγροτικές αποθήκες, υπόστεγα, στάβλοι, βουστάσια, χοιροστάσια, ορνιθοτροφεία, κ.λπ.
II	Συνήθη κτίρια, όπως κατοικίες και γραφεία, βιομηχανικά - βιοτεχνικά κτίρια, ξενοδοχεία (τα οποία δεν περιλαμβάνουν χώρους συνεδρίων), ξενώνες, οικότροφεία, χώροι εκθέσεων, χώροι εστίασεως και ψυχαγωγίας (ζαχαροπλαστεία, καφενεία, μπουλινγκ, μπιλιάρδου, ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εστιατόρια, μπαρ, κλπ), τράπεζες, ιατρεία, αγορές, υπεραγορές, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κουρεία, κομμωτήρια, ιατρούτητα γυμναστικής, βιβλιοθήκες, εργοστάσια, συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφεία, βυρσοδευεία, εργοστάσια ερπυστών, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθύρταστρα, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, ανεμογεννήτριες, γραφεία δημοσίων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία Σ4, κλπ.
III	Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας, καθώς και κτίρια δημοσίων συναθροίσεων και γενικής κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, όπως αίθουσες 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, ψυχιατρεία, ιδρύματα στήμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονών πασχόντων, όγκοι ευρησίας, βρεφονηκοεία, βρεφικοί σταθμοί, παιδικό σταθμό, παιδοίσοι, αναμορφωτήρια, φυλακές, εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και αποβλήτων, κλπ.
IV	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, κλινικές, αγροτικά ιατρεία, υγειονομικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, διυλιστήρια, 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.

Οι συντελεστές σπουδαιότητας γ_i λαμβάνονται υπ' όψιν σε συμφωνία με τον ΕΚ8-1 και είναι για τις κατηγορίες I, II, III και IV 0,8, 1,0, 1,2 και 1,4 αντίστοιχα.

42

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.

43

Ο Νέος Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) ΦΕΚ 42/Β/20-1-2012

- ✓ Εισάγεται ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την σεισμική αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό των υφιστάμενων κατασκευών υιοθετώντας τις πλέον σύγχρονες αντιλήψεις
- ✓ Βάζει τάξη στην ακατάστατη περιπτωσιολογία και στο θολό σχετικό γνωστικό περιβάλλον
- ✓ Δίνει εφόδια στον μελετητή για να στηρίξει τις επιλογές του
- ✓ Συνεισφέρει στην οικονομία της χώρας
- ✓ Προκαλεί, επιδεικτικά τα Πανεπιστήμια, να τρέξουν να αναθεωρήσουν τα προγράμματα σπουδών τους και να διδάξουν την πλέον σύγχρονη γνώση, γιατί χρειάζεται πλέον στην καθ' ημέρα πράξη
- ✓ Πρωτοποριακό Κανονιστικό Κείμενο διεθνώς. Έχει ήδη χαρακτηριστεί ως η μελλοντική έκδοση του σχετικού ευρωκώδικα

44

Μετά το ΞΕΚ

- ✓ Επιτροπή υποστήριξης (και μελλοντικής αναθεώρησης) ΚΑΝ.ΕΠ.Ε
- ✓ GCI
(Greek Code for Interventions)
- ✓ ΚΑΔΕΤ
(Κανονισμός Αποτίμησης και Δομητικών Επεμβάσεων για Τοιχοποιίες)
- ✓ Ημερίδες - Σεμινάρια
- ✓ ΕΚΠΠΣ
Διεθνής Ομάδα Εργασίας - Διεθνές Workshop

45

Ανάρτηση

www.episkeves.civil.upatras.gr

Συχνές Ερωτήσεις:

http://www.episkeves.civil.upatras.gr/Kanepe_.aspx?ID=7

Παροράματα:

http://www.episkeves.civil.upatras.gr/Kanepe_.aspx?ID=6

46

Σ. Η. Δ Ρ Ι Τ Σ Ο Σ

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

"Επισκευές και Ενισχύσεις Διαστασιολόγηση Επεμβάσεων"



➤ Στέφανος Η. Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Αθήνα, 3/06/2013

1

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:

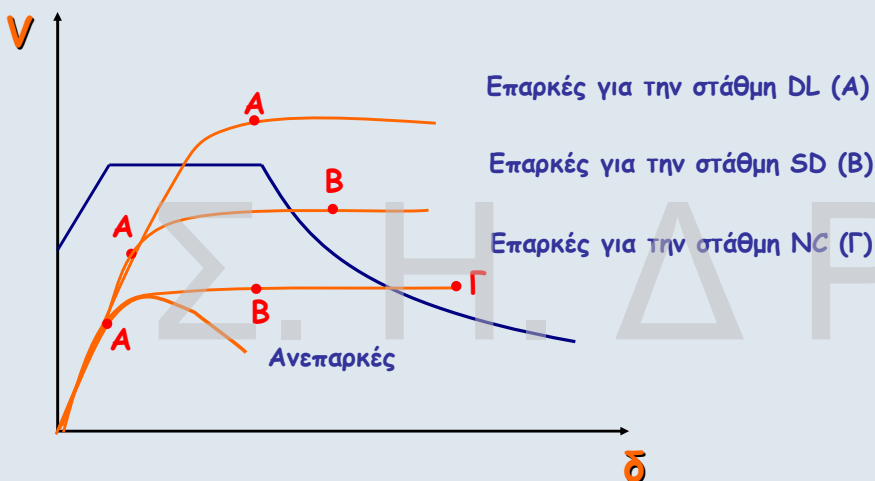
Αρχικός σχεδιασμός της λύσης επέμβασης

5^ο Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου ↑ ↓ →

2

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



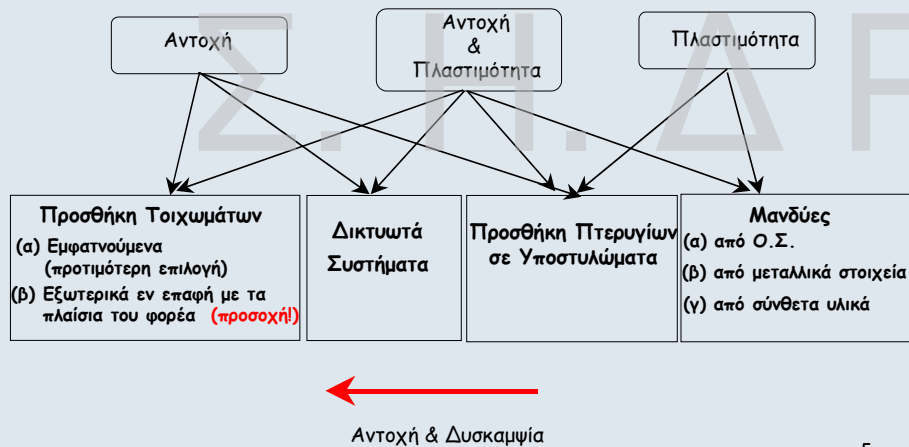
3

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ



4

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

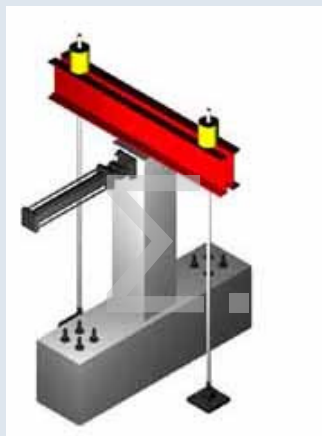


5

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 οπλισμού 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
Εμφάνιση 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

6



7



Βλάβες σε Δοκίμιο με Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα και Βλήτρα

8

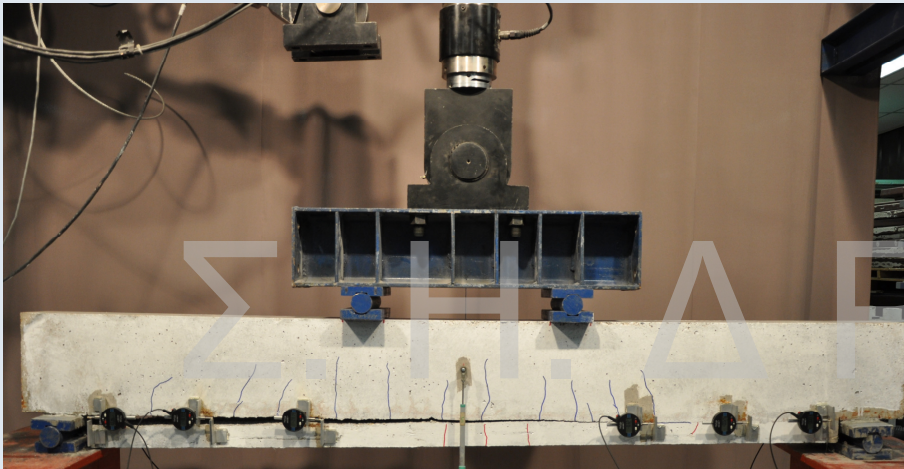


Βλάβες σε Δοκίμιο με Έγχυτο Σκυρόδεμα, Λεία Διεπιφάνεια χωρίς Διατμητικούς Συνδέσμους

9



10



Απώλεια Σύνδεσης στη Διεπιφάνεια

11

Έλεγχος Συνεργασίας στη Διεπιφάνεια

Ανίσωση Ασφαλείας

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

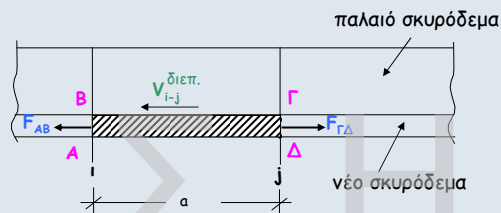
Αντίσταση Διεπιφάνειας
(σε θλίψη, σε εφελκυσμό, διατμητική)
(βλ. Κεφ.6)

Εντατικά Μεγέθη
που δρουν στη διεπιφάνεια

- Ελάχιστα και Μέγιστα

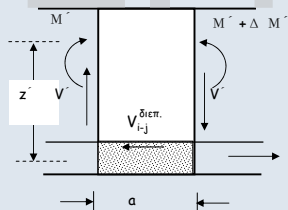
12

Έλεγχος Διεπιφανειών



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

ή



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

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

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

Ελάχιστο Ποσοστό Βλήτρων $\rho_{\delta} = \frac{A_{sd}}{A_{c\delta} \sin \alpha} \geq 0,18 \frac{f_{ctm}^{13}}{f_{yk}}$

ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ)

Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών από τον Σεισμό και λοιπούς Βλαπτικούς Παράγοντες

ΕΤΕΠ
ΦΕΚ 2221B/30-7-2012



Εκτράχυνση με Αμμοβολή

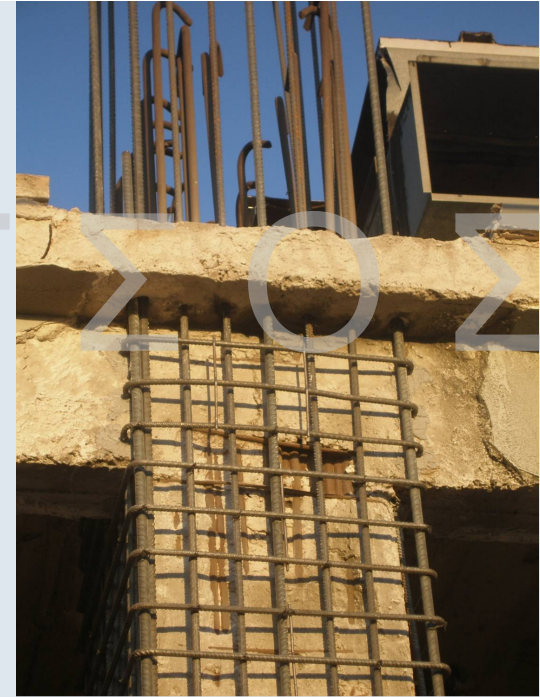


Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο

ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.



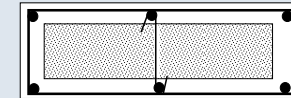
17



18



19

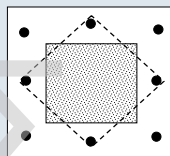


Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

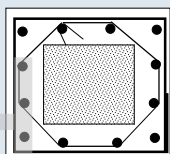
20

Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

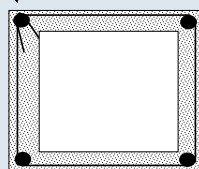
ΟΧΙ



ΝΑΙ



γωνία 45°



21



Άνοιγμα Συνδετήρων

22



Ηλεκτροσυγκόλληση άκρων Συνδετήρων Μανδύα 23

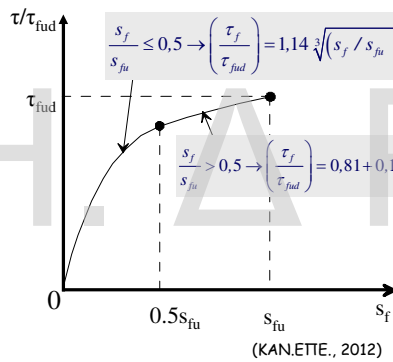
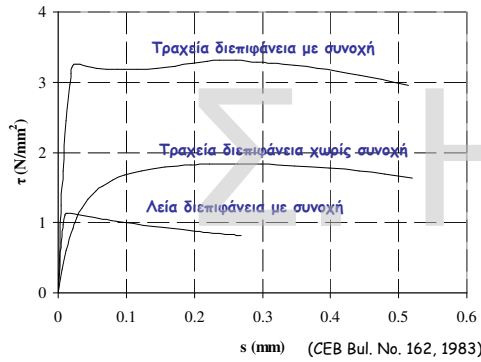
Διατμητική Αντίσταση Διεπιφάνειας: $V_{Rd}^{διεπιφ.}$

Μηχανισμοί

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

24

ΑΟΠΛΕΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ



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

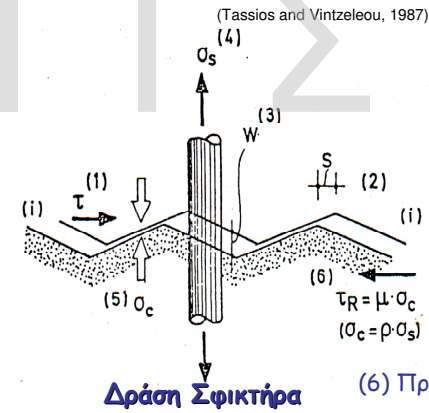
$$\tau_{fu} = 0.4(f_c^2 * \sigma_c)^{1/3}$$

ΟΠΛΙΣΜΕΝΕΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

Πρόσθετη Τριβή

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

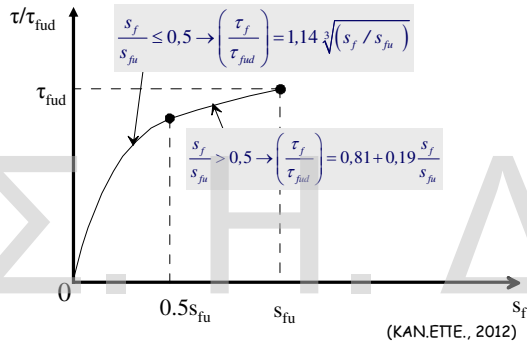
- Η επιφάνεια του υφιστάμενου σκυροδέματος έχει εκτραχυθεί
- Η χαλύβδινη ράβδος είναι επαρκώς αγκυρωμένη



- (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 Θλιπτική Τάση (σ_c) στη διεπιφάνεια
- (6) Πρόσθετη Τριβή → Πρόσθετη Διατμητική Αντίσταση

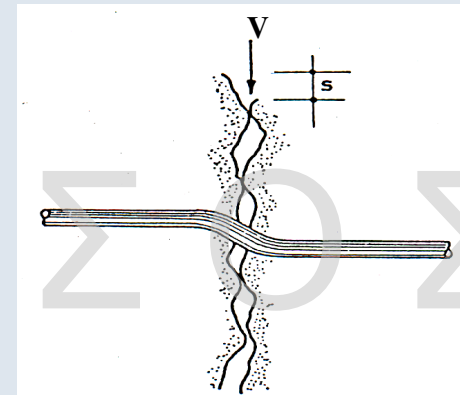
Οπλισμένες Διεπιφάνειες

Αντίσταση Τριβής



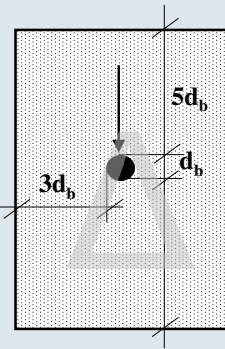
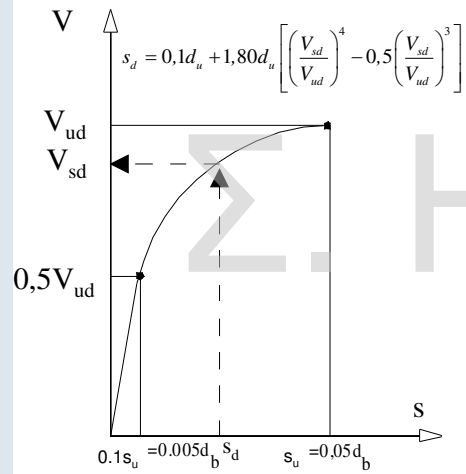
$$\tau_{fud} = 0.4(f_{cd}^2 * (\sigma_{cd} + \rho_d f_{yd}))^{1/3}$$

Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Μηχανισμός Δράσης Βλήτρου

Διατμητική Αντίσταση Δράσης Βλήτρου

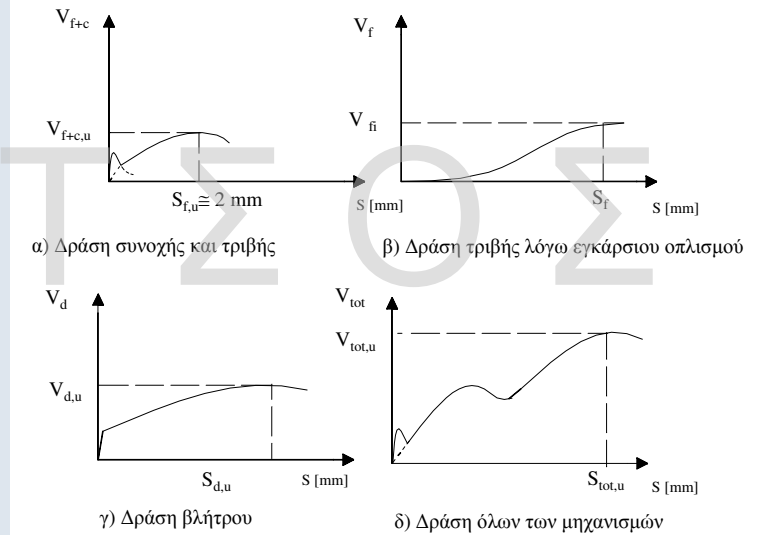


Ελάχιστη απαιτούμενη επικάλυψη οπλισμού για πλήρη ενεργοποίηση της Δράσης Βλήτρου

$$F_{ud} = \frac{1,30d_b^2}{\gamma_{Rd}} \sqrt{f_{cd}f_{yd}} \leq \frac{A_s f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad \gamma_{Rd} = 1.3$$

29

Αλληλεπίδραση Μηχανισμού Ανάλυσης Διατμητικού Φορτίου



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

30

Εκτρέχυνση και Χρήση Χαλύβδινων Βλήτρων



31

Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Χαλύβδινοι Ηλεκτροσυγκολλημένοι Σύνδεσμοι (Αναρτήρες)

32

Θλίβουσα Δύναμη Μανδύα

$$F_{cm} = 4u_o \underbrace{m}_{\text{Τριβή}} f_{ctm} + 10n_b \underbrace{\frac{A_{sb}}{h_s}}_{\text{Αναρτήρες "πάπιες"}} + n_D \underbrace{F_{uD}}_{\text{Βλήτρα}}$$

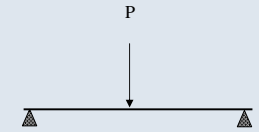
Ελάχιστοι Συνδετήρες Μανδύα

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

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



Πλήρης Αλληλεπίδραση



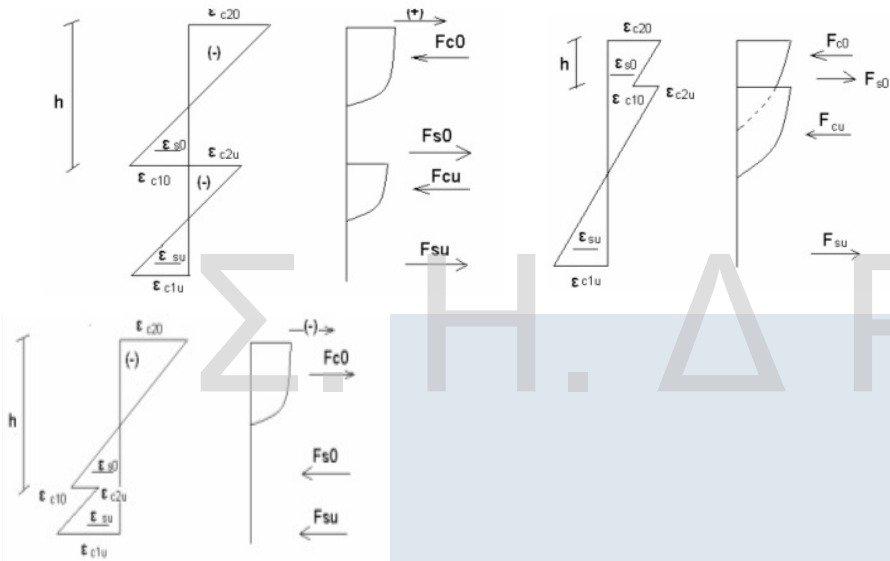
Μερική Αλληλεπίδραση



Διαχωρισμός

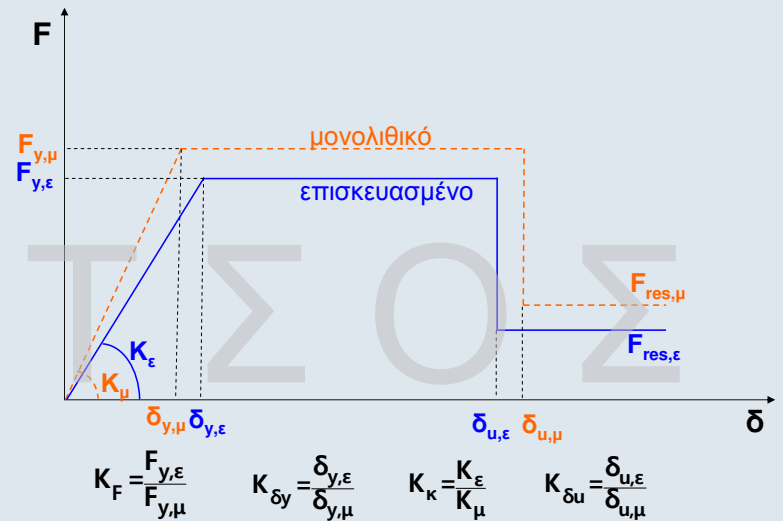


Πιθανή Κατανομή Παραμορφώσεων και Τάσεων



Πόσο θα ήταν το λάθος αν θεωρούσαμε μονολιθική συμπεριφορά;

Καμπύλες Εντατικού Μεγέθους-Παραμόρφωσης με Επισκευασμένα Στοιχεία



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:

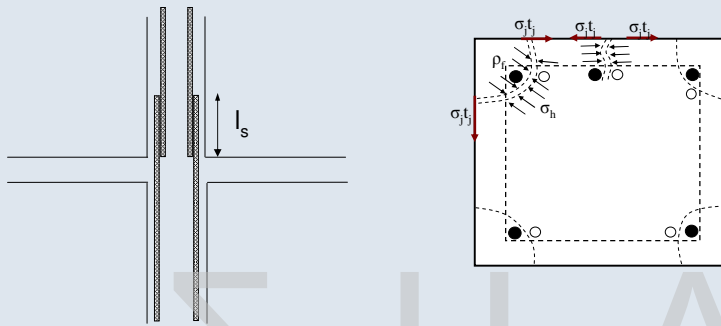
$$k_k = 0,85 \quad k_r = 0,95 \quad k_{\theta y} = 1,15 \quad k_{\theta u} = 0,85$$

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



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

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

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

$$\left(\frac{A_j}{s}\right)_{\alpha\pi\alpha\iota.} = \frac{(1-\lambda_s) A_b f_s}{\beta \mu l_s \sigma_j}$$

$$\left(\frac{A_j}{s}\right)_{\alpha\pi.} = \frac{12}{(s_d : s_u)} \left(\frac{f_{sy}^3}{f_u f_c^2}\right) \left(\frac{d_s^2}{a_N l_s}\right)^3 (a_N) \quad (A_j/s)_{\alpha\pi.} = 1.3 \left[k_1 \left(\frac{f_{sy} d_s}{f_c l_s}\right) - 0.4 \frac{c}{d_s} - 0.30 \right]^2 \frac{f_c^2 d_s^2}{k_2 E_j f_{ctm}}$$

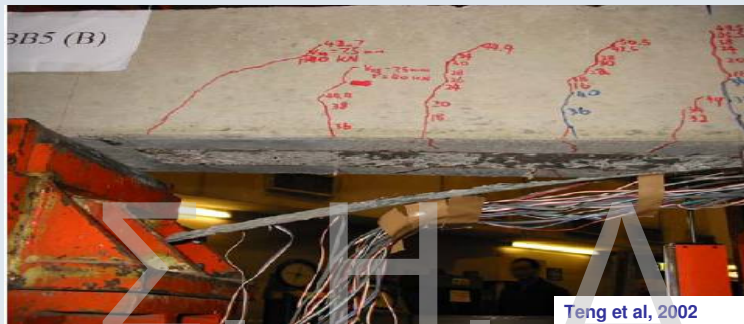
$$\text{Για μανδύες } t_j = \left(\frac{A_j}{s}\right)_{\alpha\pi\alpha\iota.}$$

39

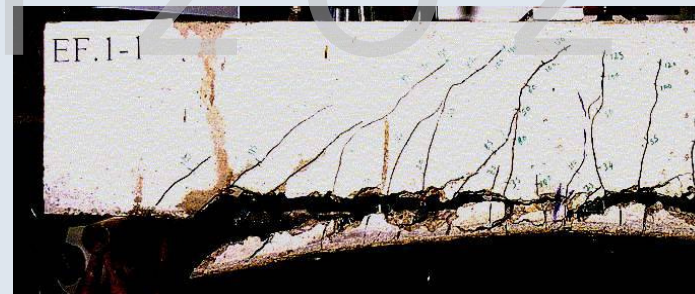
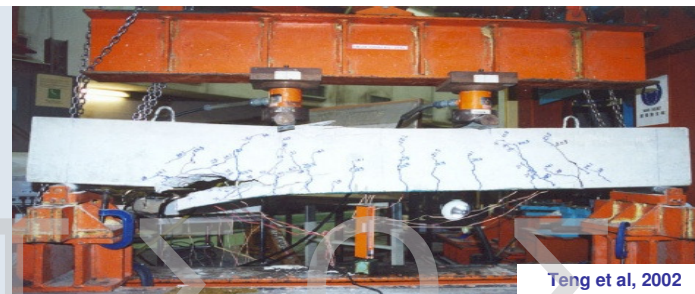
Καμπτική Ενίσχυση

Building Klinkerstr, Amsterdam

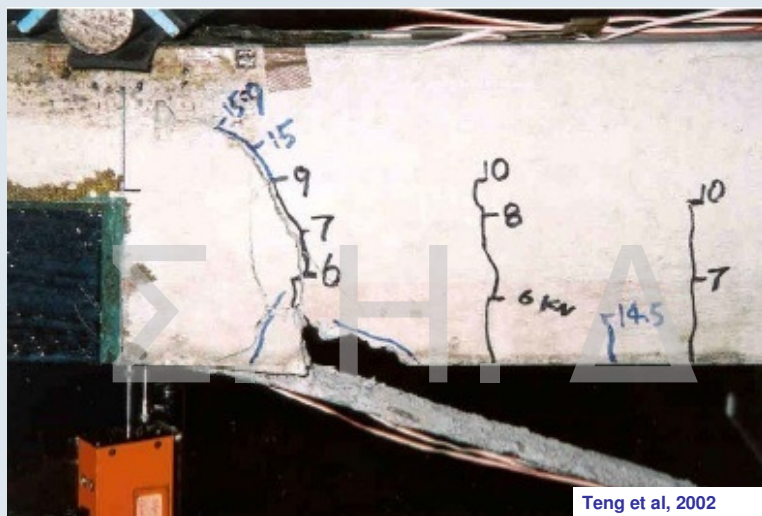




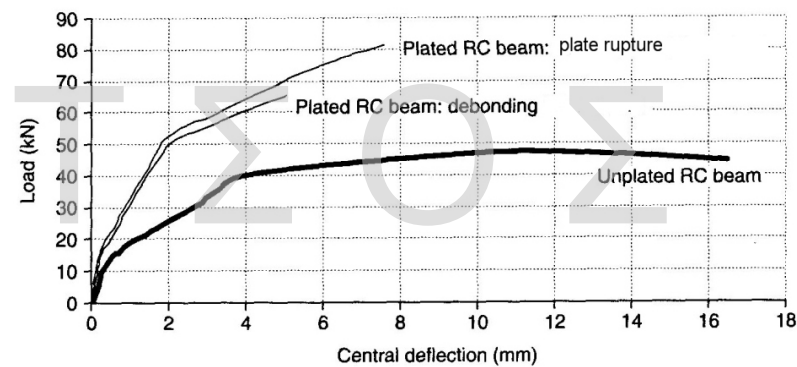
Αναλαμβανόμενη δύναμη επικολλητών φύλλων συναρτήσει του μήκους αγκύρωσης



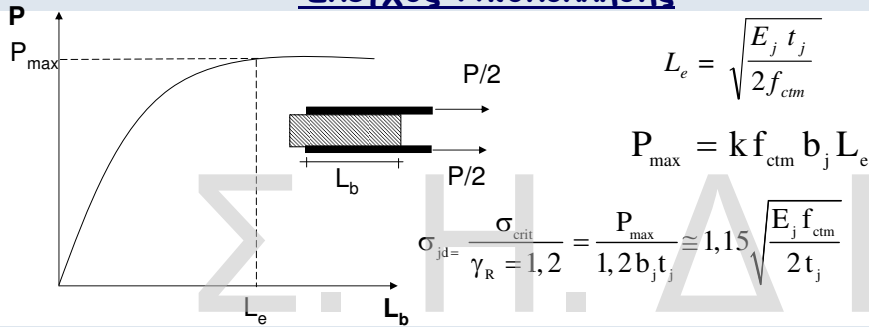
Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού



Διάγραμμα Φορτίου-Βύθισης για Δοκούς Ενισχυμένες με Επικολλητά Ελάσματα



Έλεγχος Αποκόλλησης



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

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

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

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

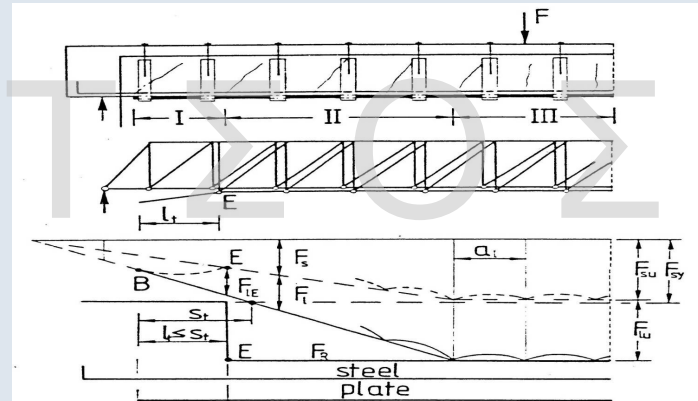
$$t_j \uparrow \Rightarrow \sigma_{j,crit} \downarrow$$

45

Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

$$V_{sd,απολ.} \leq V_{cd,απολ.}$$

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

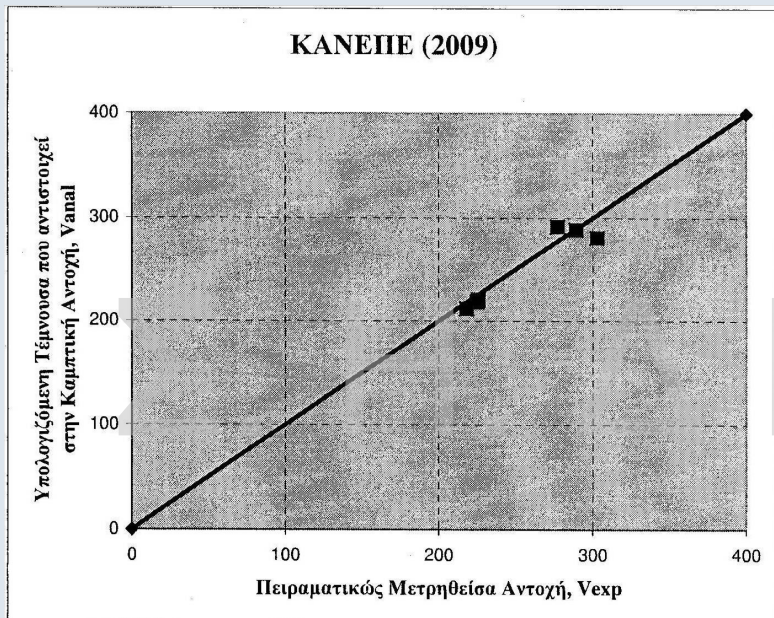


Rostasy, 1997

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

46

ΚΑΝΕΠΕ (2009)

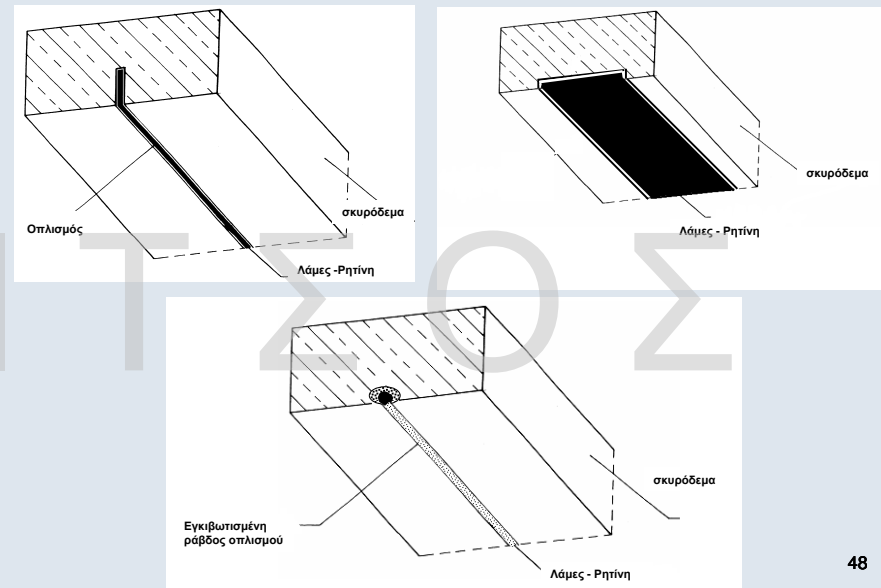


Μιτολίδης, Διδακτορική Διατριβή 2009, ΑΠΘ.

47

Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός "Αυλακιών"

(Δεν καλύπτεται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

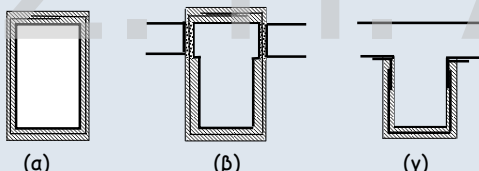


48

Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Τέμνουσας

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

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



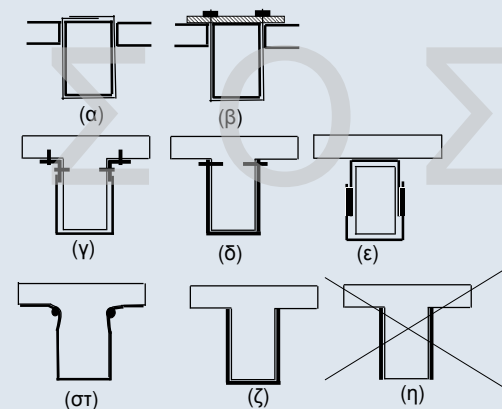
Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας σε λοξή θλίψη:
 (α), (β) Κλειστές ενισχύσεις, (γ) Ανοικτές ενισχύσεις

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

49

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

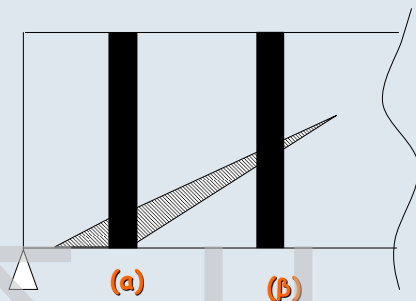
- Με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
- Με εξωτερικά στοιχεία από χάλυβα ή ΙΟΠ



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

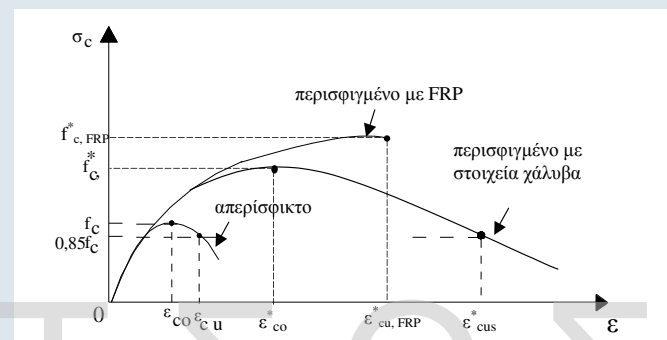
Περίσφιξη με ΙΟΠ



53



54



Χαλύβδινη περίσφιξη

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

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

56

Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας

Απαίτηση Στοχευόμενου q :

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς $q_{\mu} = q/q_0$ (q_0 παράγοντας υπεραντοχής δομήματος κατά EC8)
- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων:

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

- Υπολογίζεται η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας σε όρους καμπυλότητας: $(\mu_d - 1) : (\mu_{1/r} - 1) = 3$
- Υπολογίζεται η απαιτούμενη μέγιστη θλιπτική παραμόρφωση σκυροδέματος: $\epsilon_{cu}^* = 2,2 \cdot \mu_{1/r} \cdot \epsilon_{sy} \cdot \nu$

- Ογκομετρικό μηχανικό ποσοστό περίσφιξης ω_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 :

Ομοίως με δείκτη συμπεριφοράς q , μόνο που το μ_d αντικαθίσταται με $m_{\text{απ}}$.

Απαίτηση Επιθυμητής Ικανότητας Γωνίας Στροφής Χορδής θ_{μ} :

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

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

Όπου η θ_y :

Για δοκούς ή υποστυλώματα

Για τοιχώματα

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

Η συσχέτιση των μ_{θ} και μ_d γίνεται μέσω των σχέσεων:

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

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

58

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



59

Επισκευή με ρητινενέσεις



CEA, Sacley

60

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων από χάλυβα



61

Ενίσχυση κόμβων με ΙΟΠ



CEA, Sacley

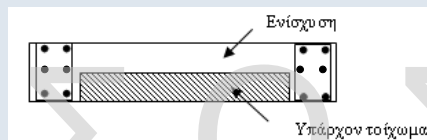
62



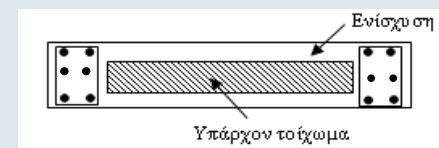
CEA, Sacley

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 (συνιστάται)



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 Πλαστιμότητας**
(Δεν προσφέρονται οι μέθοδοι περίσφιγξης)
 - ✓ **Αύξηση διατομής θλιβόμενου πέλματος**
με προσθήκη εγκάρσιου τοιχώματος
με τοπική διεύρυνση του άκρου
 - ✓ Τοποθέτηση εγκαρσίων διαμπερών σφικτήρων

65

Εμφάνωση 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

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 $m \leq 1,5$

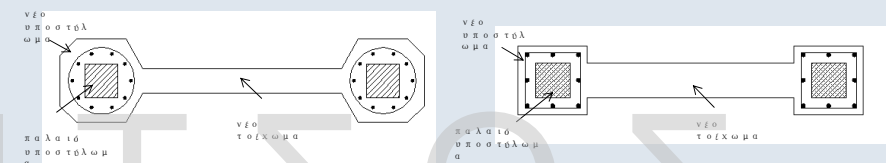
Προσοχή

Πρόσθετες Τέμνουσες σε Δοκούς και Υποστυλώματα

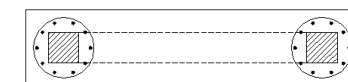
67

Τοιχωματοποίηση Πλαισίου

Εμφανώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού

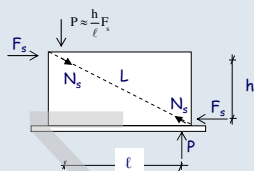


Εμφανώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



68

Τοιχωματοποίηση Πλαισίου Προσομοίωμα Ελέγχου Επάρκειας



Ασκούμενη Τένουσα στο
Τοίχωμα:

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

Έλεγχος Αντίστασης Φατνύματος:

- Θλίψη Διαγώνιου Θλιπτήρα:

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

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

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:

$$F_{\beta\lambda...οριζ.} = F_s - \frac{\ell}{L} N_R > \frac{1}{2} n_\delta D_u$$

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

Ελάχιστη ποσότητα βλήτρων 3Φ16 ανά μέτρο της περιμέτρου και ρ_{min}



Ενίσχυση Υφιστάμενων Τοίχων Πληρώσεως

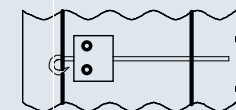
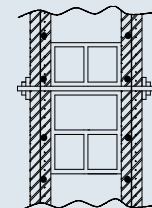
- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαισίωμα.

Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm

Μin $\rho_v = \rho_h = 0,005$

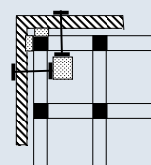
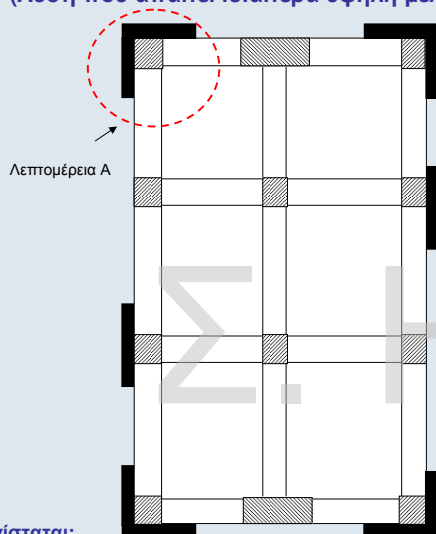
Εξασφάλιση της από κοινού λειτουργίας υφιστάμενης τοιχοποιίας με τις δύο στρώσεις ενίσχυσης μέσω διαμετρών κοχλιωτών συνδέσμων:

- 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- Κάτοψη

Συνιστώμενη θέση τοιχωμάτων
Ενδεικτική διάταξη συνδέσμων

Συνίσταται:

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

71

ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



72

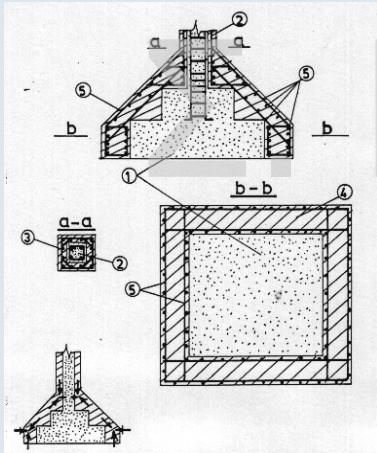
ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

- Ανεπάρκεια επιφάνειας έδρασης
- Ανεπαρκές ύψος



Αύξηση διαστάσεων

Συνδυασμός με ενίσχυση κατακόρυφων μελών



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

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

73

Ανάρτηση

www.episkeves.civil.upatras.gr

74

Σ. Η. Δ Ρ Ι Τ Σ Ο Σ