



© S. Dritsos

Ειδικό Θεματικό Αφέρισμα για τις Επισκευές/Ενισχύσεις Κατασκευών στο Πλαίσιο του Building Material Show 2023

building material show

Χαράσσοντας τη Στρατηγική Επεμβάσεων επί Υφισταμένων Κατασκευών

Από Στατική και Αντισεισμική Άποψη

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότιμος Καθηγητής
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών



Αθήνα, 23/09/2023

1

Τι είναι αστοχία;

Αντοχή < Ένταση

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;

➔ Πρωτεύοντα – Δευτερεύοντα στοιχεία
➔ Ανάγκη Ορισμού επιπέδων βλάβης



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

2

Επίπεδα Βλάβης

Στάθμες Επιτελεστικότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

Στάθμη Επιτελεστικότητας «Πλήρης Λειτουργία» Fully Operational (OP)	➔ Περιορισμός βλαβών και στα μη φέροντα στοιχεία Σχέδια ΕΚ8-1.1 και ΕΚ8-3 (2022)
Στάθμη Επιτελεστικότητας Α «Περιορισμένες Βλάβες» Damage Limitation (DL)	➔ Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν ουσιαστικά ξεπεράσει την διαρροή τους
Στάθμη Επιτελεστικότητας Β «Σημαντικές Βλάβες» Significant Damage (SD)	➔ Αποδεκτές οι σοβαρές βλάβες, όπως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων με βάση την πλαστικότητα
Στάθμη Επιτελεστικότητας Γ «Οιονεί κατάρρευση» Near Collapse (NC)	➔ Βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ κοντά στην κατάρρευση

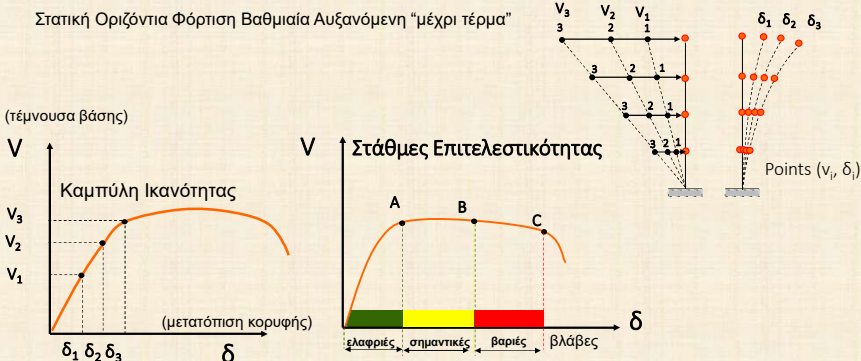


Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

3

Στάθμες Επιτελεστικότητας - Απεικόνιση

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



(τέμνουσα βάσης)

Καμπύλη Ικανότητας

Στάθμες Επιτελεστικότητας

Points (v_i, δ_i)

δ₁ δ₂ δ₃

δ

ελαφρές σημαντικές βαριές βλάβες



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

4

Σεισμικές Δράσεις

Για ποιά Στάθμη Επιτελεστικότητας) θα γίνει ο Σχεδιασμός;

Για ποια ένταση σεισμού;

Πρέπει να είναι η ίδια με των νέων κατασκευών;

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Στάθμη Α	Στάθμη Β	Στάθμη Γ
2%	$A_{2\%}$	$B_{2\%}$	$\Gamma_{2\%}$
10%	$A_{10\%}$	$B_{10\%}$	$\Gamma_{10\%}$
30%	$A_{30\%}$	$B_{30\%}$	$\Gamma_{30\%}$
50%	$A_{50\%}$	$B_{50\%}$	$\Gamma_{50\%}$
70%	$A_{70\%}$	$B_{70\%}$	$\Gamma_{70\%}$

ΚΑΝΕΠΕ → Ο κύριος του έργου επιλέγει
ΚΑΔΕΤ Η Δημόσια Αρχή μπορεί να ορίσει ελάχιστο στόχο κατά περίπτωση



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

5

Σεισμικές Κλάσεις κτιρίων κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2022 και ΚΑΔΕΤ

Σεισμική Δράση	Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	$\alpha_g / \alpha_{g,ref}$	Περιορισμένες βλάβες (ΙΟ)	Σημαντικές βλάβες (LS)	Οιονεί Κατάρρευση (CP)
E_0	2475	2%	1.80	A_0	B_0	Γ_0
E_1^+	975	5%	1.30	A_1^+	B_1^+	Γ_1^+
E_1	475	10%	1.00	A_1	B_1	Γ_1
E_2^+	225	20%	0.75	A_2^+	B_2^+	Γ_2^+
E_2	135	30%	0.60	A_2	B_2	Γ_2
E_3^+	70	50%	0.45	A_3^+	B_3^+	Γ_3^+
E_3	40	70%	0.35	A_3	B_3	Γ_3
E_4^+	20	90%	0.25	A_4^+	B_4^+	Γ_4^+
E_4	<20	>90%	<0.25	A_4	B_4	Γ_4

$\alpha_g / \alpha_{g,ref}$: δείκτης βαθμού επάρκειας

$\alpha_{g,ref} = 0,16g$ ή $0,24g$ ή $0,36g$

α_g : max επιτάχυνση εδάφους επάρκειας κτιρίου



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

6

Ελάχιστοι Ανεκτοί Στόχοι για την Αποτίμηση και τον Ανασχεδιασμό

- Οι **ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι** αποτίμησης ή ανασχεδιασμού ορίζονται ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου. Ο κύριος του έργου μπορεί να επιλέξει υψηλότερο από τον ως άνω ελάχιστο ανεκτό στόχο.

Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφισταμένων κτιρίων

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Ελάχιστοι Ανεκτοί Στόχοι
I	Γ_2
II	Γ_1
III	B_1
IV	B_1 και A_2 (Ικανοποίηση και των δύο στόχων)

Σε κάθε περίπτωση να θεωρηθεί ότι ισχύει $A_1 > A_2$, $B_1 > B_2$, $\Gamma_1 > \Gamma_2$, $A_1 > B_1 > \Gamma_1$ και $A_2 > B_2 > \Gamma_2$



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

7

Εναλλακτικά Ελάχιστα για τον Ανασχεδιασμό Κτιρίων Κατηγορίας Σπουδαιότητας I και II

Επεμβάσεις σεισμικής αναβάθμισης ➡ μία βασική κλάση μεγαλύτερη από αυτήν που ανήκει το κτίριο (B_1) και από τις του Πίν. 1

Πίν. 1 Ελάχιστες (προς ενίσχυση) βασικές σεισμικές κλάσεις υφισταμένων κτιρίων σπουδαιότητας I και II

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου
...<1985	B_3
1985≤...<1995	B_3^+
1995≤...	B_2^+

Πίν. 2 Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίων σπουδαιότητας II μετά την Ενίσχυση

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου μετά την Ενίσχυση
...<1985	max B_{1+1} $B_3^+ (\alpha_g = 0,45\alpha_{g,ref})$ ή Γ_1
1985≤...<1995	max B_{1+1} $B_2 (\alpha_g = 0,60\alpha_{g,ref})$ ή Γ_1
1995≤...	$B_1 \rightarrow \Gamma_1$

B_1 , η βασική κλάση του κτιρίου όπως υφίσταται

- Σε περιπτώσεις προσθηκών ή αλλαγής χρήσης, οι αναγκαίες ενισχύσεις προηγούνται χρονικά των προσθηκών ή των αλλαγών χρήσης



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

8

Στάδια Αποτίμησης και Ανασχεδιασμού

1^ο Στάδιο:

Συλλογή Δεδομένων

Διερεύνηση και τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης- Αξιοπιστία Δεδομένων

2^ο Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

3^ο Στάδιο:

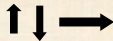
Απόφαση Επέμβασης

α) Έλεγχος εναλλακτικών σχημάτων επέμβασης μιας ή περισσότερων λύσεων

β) Σχεδιασμός επέμβασης. Μελέτη (Ανασχεδιασμού Επισκευής/Ενίσχυσης) με κοστολόγηση

4^ο Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

9

Διάγνωση - Θεραπεία

Διάγνωση

- **Οπτικός Έλεγχος**
Εμφανή τρωτά σημεία, κακοτεχνίες, βλάβες (Σεισμός; Θεμελίωση; Φορτία;)
- **Ιστορικό**
Περίοδος κατασκευής, προηγ. Επεμβάσεις, Μελέτη (Έχει γίνει; Υπάρχει; Ανταποκρίνεται στην εφαρμογή;)
- **Προσεγγιστική ταχεία εκτίμηση**
(π.χ. Δευτεροβάθμιος Έλεγχος)
- **Τελικό check up**
Αναλυτική αποτίμηση ΚΑΝ.ΕΠΕ., ΚΑΔΕΤ, Ευρωκώδικες



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

10

Διάγνωση - Θεραπεία

Θεραπεία

Παράμετροι

Τεχνική διάσταση: Στατική Επάρκεια

Αρχιτεκτονική διάσταση

Λειτουργική, κατά την διάρκεια εκτέλεσης των επεμβάσεων

Πολιτιστική διάσταση

Κοινωνική – Περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Οικονομική $\delta = \frac{\text{κόστος αποκατάστασης}}{\text{κόστος νέου κτιρίου}}$ για σεισμική κλάση (B1) $\delta \leq \delta_{lim} \sim 0.60$
για άλλη κλάση $\delta \frac{\alpha_{g,ref}}{\alpha_{gi}} \leq \delta_{lim}$

Συνδυασμός με άλλης μορφής βελτιώσεις π.χ. πυροπροστασία, θέματα υγρασίας, δίκτυα, **Ενεργειακή Αναβάθμιση**, Προγράμματα π.χ. Ηλέκτρα



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

11

Διάγνωση - Θεραπεία

Καλή γνώση όλων των δυνητικών τρόπων θεραπείας

Φορτία: Μπορούν να ελαττωθούν; Πρέπει να αυξηθούν;

Τοίχοι: Πότε μπορούν να καταργηθούν, εν όλω ή εν μέρει;

Τεχνικές, Υλικά (τεράστια η πρόοδος)

Καταλληλότητα ανά περίπτωση, συνθήκες εφαρμογής (π.χ. ρητίνες: καλοκαίρι, χειμώνα)

Διάρκεια στο χρόνο (Υλικά, Επικαλύψεις π.χ. εμφανές σκυροδέμα)

Μηχανικά χαρακτηριστικά (Εργαστηριακή τεκμηρίωση)

Κατασκευή

Τεχνική αρτιότητα – Ποιοτικός έλεγχος

Συνεργεία εκτέλεσης

Πρόγραμμα εκτέλεσης από τον μελετητή/επιβλέποντα μηχανικό

Επίβλεψη – Επίβλεψη - Επίβλεψη

Συντήρηση

Άμεσα: παράδειγμα Ενυδάτωση σκυροδέματος

Στην διάρκεια ζωής του έργου



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

12



13

Τεκμηρίωση Υφιστάμενου Φορέα

✓ <u>Γεωμετρία</u>	Φέροντος οργανισμού και τοιχοπληρώσεις
✓ <u>Λεπτομέρειες</u>	Οπλισμοί (ποσότητα και θέσεις), συνδέσεις μεταλλικών στοιχείων, συνδέσεις τοίχων, συνδέσεις πατωμάτων με τοίχους
✓ <u>Υλικά</u>	Μηχανικά χαρακτηριστικά
✓ <u>Φορτία</u>	Που πραγματικά υπάρχουν
✓ <u>Προυπάρχουσες βλάβες</u>	Κακοτεχνίες, κρυμμένα ελαττώματα

Έκταση διερεύνησης → Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) Knowledge Levels (KL)

14

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

Γεωμετρία (ΣΑΔ_Γ), Υλικά (ΣΑΔ_Υ), Λεπτομέρειες (ΣΑΔ_Λ)

- Ολοκληρωμένη Διερεύνηση → ΣΑΔ Υψηλή, Full Knowledge KL3
- Εκτεταμένη Διερεύνηση → ΣΑΔ Ικανοποιητική, Normal Knowledge KL2
- Περιορισμένη Διερεύνηση → ΣΑΔ Ανεκτή, Limited Knowledge KL1

Συντελεστές αξιοπιστίας = Συντελεστές ασφάλειας για τα υφιστάμενα

15

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων Υλικών (ΣΑΔ_Υ)

Σκυρόδεμα

- Μέθοδοι εκτίμησης $f_{c,0}$: 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.
- Επιπλέον μέθοδοι (υπερηχοσκόπηση ή κρουσιμέτρηση ή εξόλκευση ήλου για $f_{c,0} < 15 \text{ MPa}$): - Τουλάχιστον 3 πυρήνες από ομοειδή δομικά στοιχεία ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε στον "κρίσιμο" όροφο.
- Υψηλή ΣΑΔ/όροφο: 45% κατ. στοιχ./25% ορ. στοιχ.
- Ικανοποιητική ΣΑΔ/όροφο: 30% κατ. στοιχ./15% ορ. στοιχ.
- Ανεκτή ΣΑΔ/όροφο: 15% κατ. στοιχ./7,5% ορ. στοιχ.

Χάλυβας

Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική

16

Ερήμην Αντιπροσωπευτικές Τιμές Αντοχής Υλικών (ΣΑΔ_γ)

Αντιπροσωπευτικές τιμές θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος (MPa), ΣΑΔ_γ=Ανεκτή

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	"Ονομαστική" Μέση Τιμή f_{cm}	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{ck} = f_{cm} - S$
...<1985	13	9
1985<...	17	13

Αντιπροσωπευτικές τιμές διαρροής χάλυβα οπλισμού (MPa), ΣΑΔ_γ = Ικανοποιητική

Κατηγορία Χάλυβα Οπλισμού	"Ονομαστική" Μέση Τιμή f_{yk}	Χαρακτηριστική Τιμή f_{yk}
S220 & Stahl I	280	240
S400 & Stahl III	450	410
S500 & Stahl IV	520	500

Αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχής τοιχοπληρώσεων (MPa) (υπό προϋποθέσεις), ΣΑΔ_γ=Ανεκτή

Αντοχή	Τοιχοπλήρωση	Ποιότητα Δόμησης και Σφήνωσης		
		Καλή	Μέση	Κακή
Λοξή Θλίψη $f_{wc,s}$	Μπατικός	2.00	1.50	1.00
	Δρομικός	1.50	1.00	0.75
Διαγώνια Ρηγμάτωση f_{wt}	Μπατικός	0.25	0.20	0.15
	Δρομικός	0.20	0.15	0.10



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

17

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ_γ, ΣΑΔ_λ)

■ 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



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

18

Πίνακας 3.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΑΔ_γ ΚΑΙ ΣΑΔ_λ

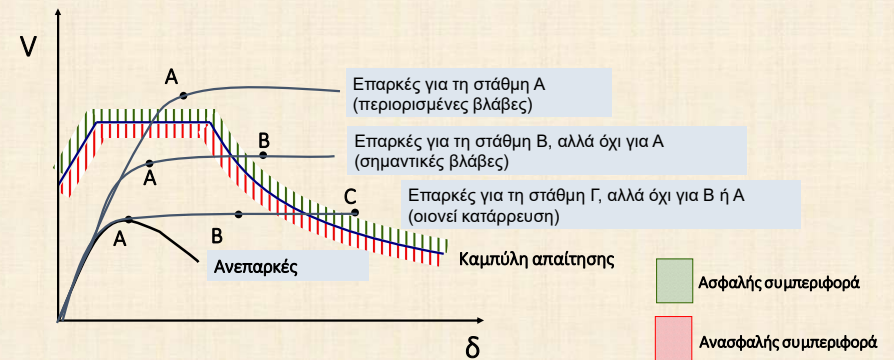
ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ								
				ΣΑΔγ (= η δυσμενέστερη μεταξύ των ΣΑΔγ1 & ΣΑΔγ2)						ΣΑΔλ		
				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ή ΑΝΩΔΟΜΗΣ (ΣΑΔγ1)			ΠΑΧΗ, ΒΑΡΗ κ.λπ. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΟΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.λπ. (ΣΑΔγ2)			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΔΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ		
				Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή
ΥΠΟΛΟΓΩΝ	ΔΕΙΞ. ΥΠΟΛΟΓΩΝ											
✓		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 αξιόπιστον τρόπο	(5)	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
	✓	6	Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	(6)	✓	✓	✓		✓	✓	✓	



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

19

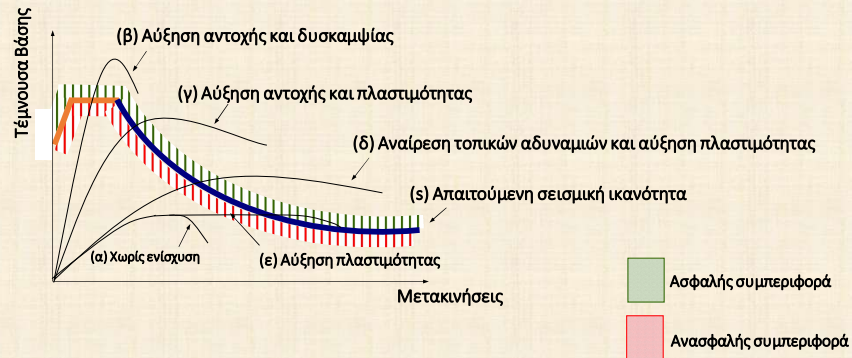
Έλεγχος Επάρκειας Κατασκευής (global)



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

20

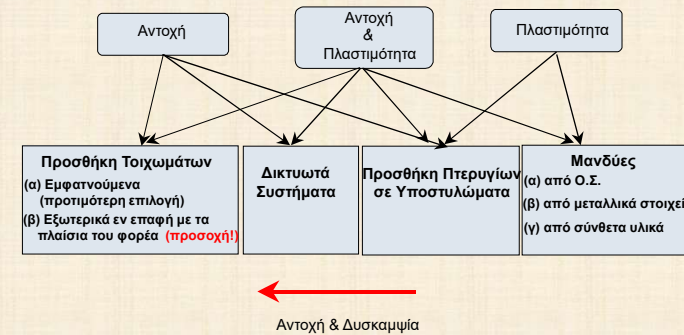
Στρατηγικές Αντισεισμικής Ενίσχυσης Κατασκευής



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

21

Μέθοδοι Ενίσχυσης των Κατασκευών

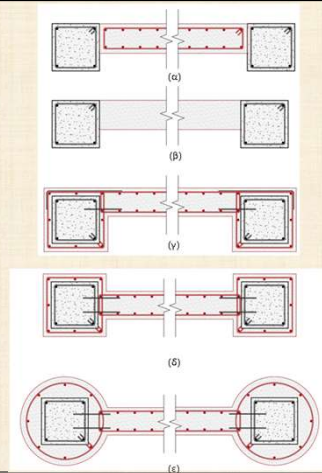


Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

22

Εμφάντωση πλαισίων με τοιχώματα

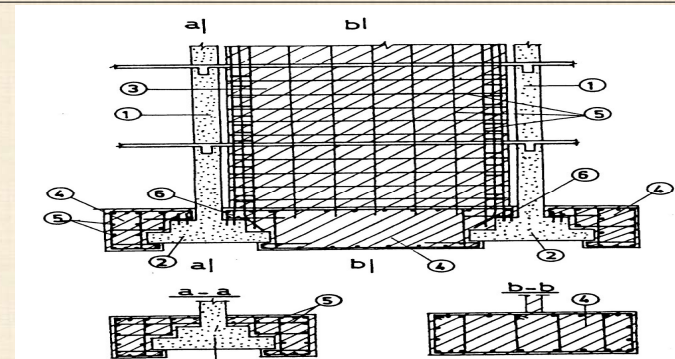
- (α) απλό γέμισμα με πρόσθετο τοίχωμα οπλισμένου σκυροδέματος
(β) απλό γέμισμα με τοιχοποιία ή άοπλο σκυρόδεμα
(γ,δ,ε) τοιχωματοποίηση



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Ηράκλειο 6-7 Σεπτεμβρίου 2023

23

Παράδειγμα θεμελίωσης νέου τοιχώματος εντός υφισταμένου πλαισίου

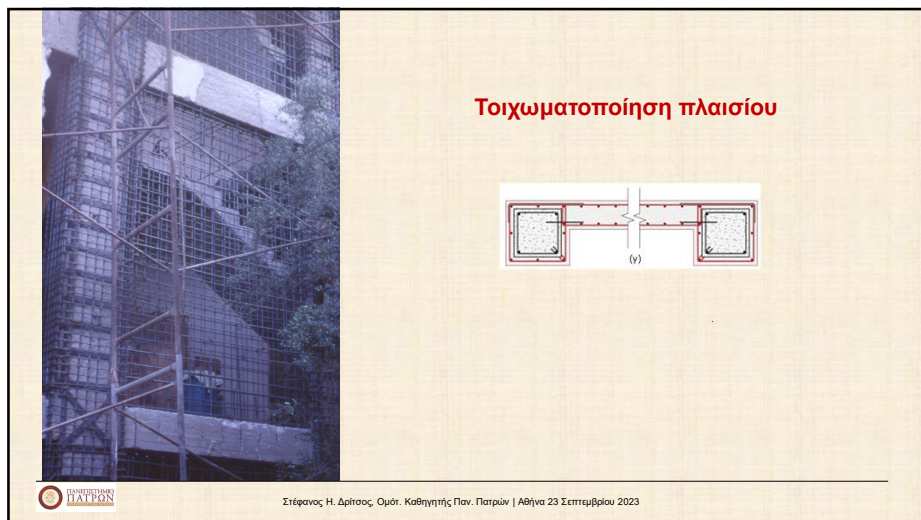


1. υφιστάμενα υποστυλώματα, 2. υφιστάμενα θεμέλια, 3. νέο τοίχωμα, 4. νέο οπλισμένο σκυρόδεμα, 5. πρόσθετοι οπλισμοί, 6. πρόσθετα στοιχεία για την αγκύρωση των νέων οπλισμών.

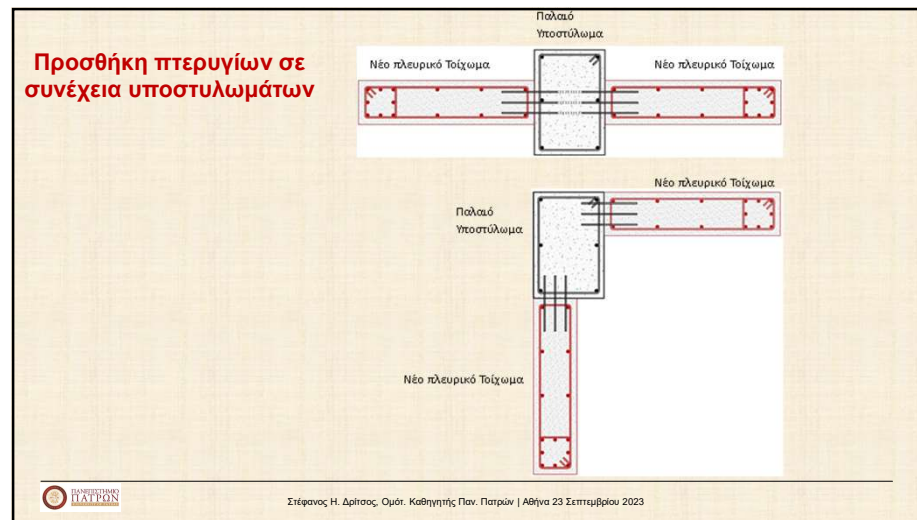


Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

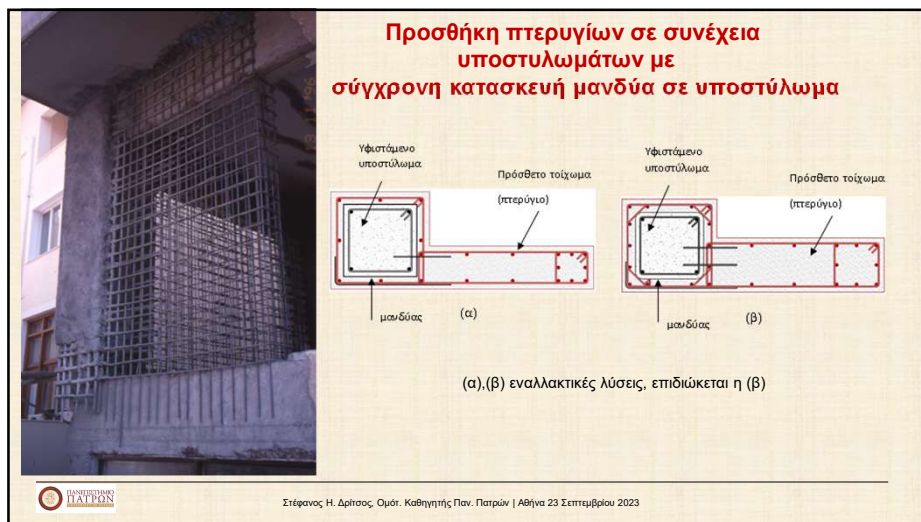
24



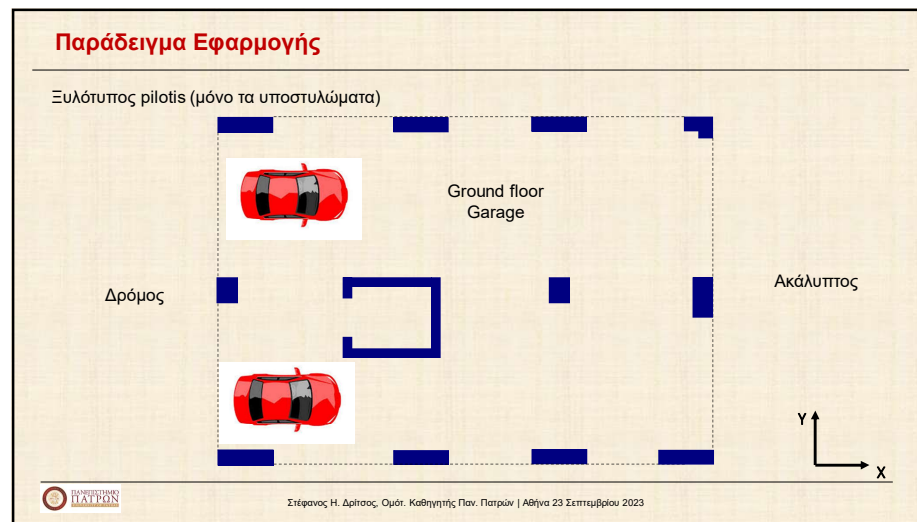
25



26



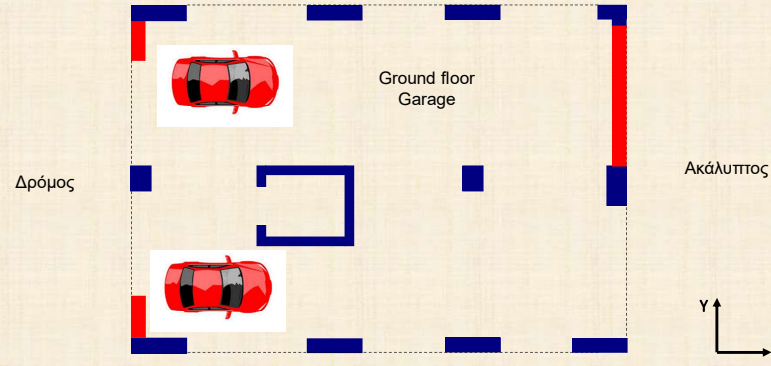
27



28

Παράδειγμα Εφαρμογής

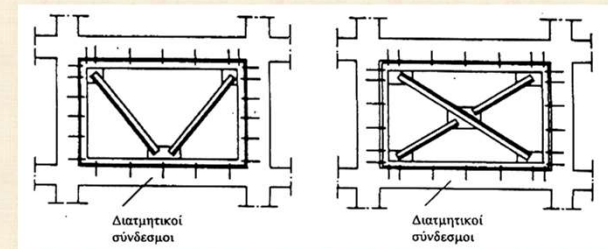
Πρόταση Ενίσχυσης



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

29

Μεταλλικά δικτυώματα εντός πλαισίων



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

30

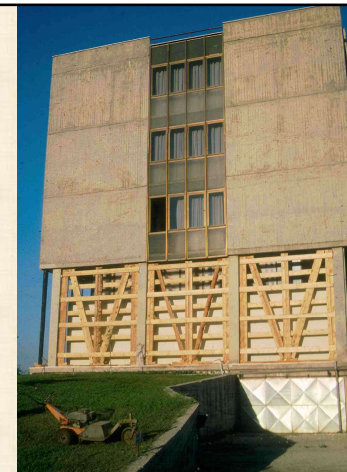
Προσθήκη Μεταλλικών Δικτυωμάτων



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

31

Temporary support and stiffening of the damaged soft floor



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

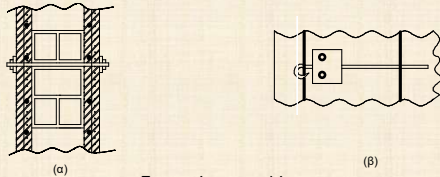
32

Ενίσχυση Υφισταμένων Τοίχων Πληρώσεως

- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαίσιασμα.
Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm
 $\text{Min } \rho_v = \rho_h = 0,005$

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

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα



(α) Ενισχυμένη τοικοπλήρωση
(α) Τομή ενισχυμένης τοικοποιίας
(β) Λεπτομέρεια περάτωσης οριζοντίου οπλισμού



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

Σεισμική Μόνωση

Cutting of the column
(Photo credits R. Turan)



Seismic isolation retrofit application
(Photo credits B. Sadan)



Marmara University Başibüyük Hospital



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2022

	Σκυροδέμα	Χάλυβας	Σύνθετα
Γενικές Απαιτήσεις			
• Έλεγχος διατμητικών			
Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας έναντι τέμνουσας			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας			
Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαίσιας			
• Ανεπάρκεια λόγω διαγώνιας θλίψης κόμβου			
• Ανεπάρκεια οπλισμού κόμβου			
Επεμβάσεις σε Τοιχώματα			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας			
• Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας			
Εμφάνιση Πλαισίων			
• Προσθήκη απλού "γεμίσματος"			
• Τοιχοματοποίηση πλαισίων			
• Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως			
• Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα			
Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων			
• Συνδέσεις			
• Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων			
• Διαφράγματα			
Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης			



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

Εκτράχυνση με Αμμοβολή



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

37

Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

38



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

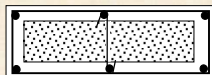
39



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

40

Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

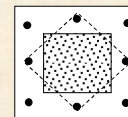


Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

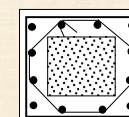
41

Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

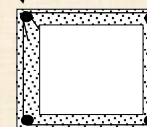
ΟΧΙ



ΝΑΙ



γωνία 45°



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

42

Άνοιγμα Συνδετήρων



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

43

Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

44

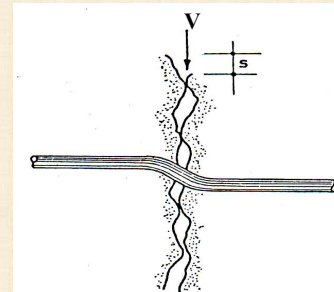
Εκτράχυνση και Χρήση Χαλύβδινων Βλήτρων



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

45

Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Μηχανισμός Δράσης Βλήτρου



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

46

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



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

47

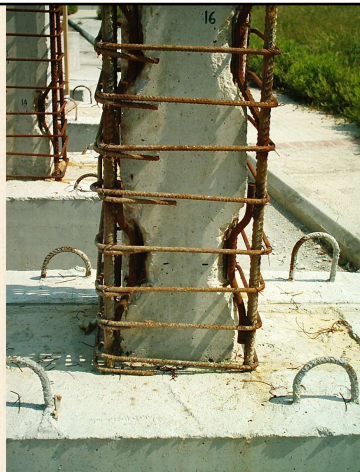


Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

48

Οπλισμένες Διεπιφάνειες

Χαλύβδινοι
Ηλεκτροσυγκολλημένοι
Σύνδεσμοι (Αναρτήρες)



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

49

Καμπτική Ενίσχυση

Building Klinkerstr, Amsterdam



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

50

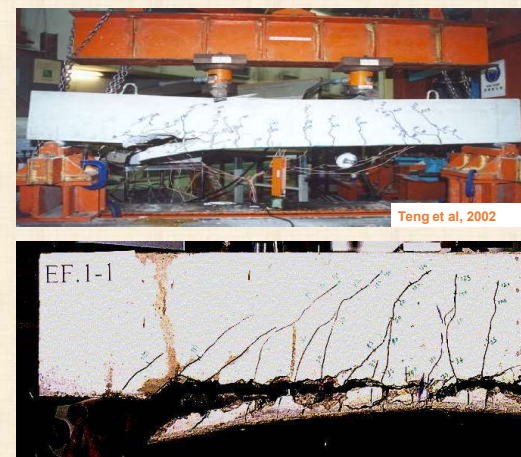
Αναλαμβανόμενη δύναμη
επικοινωνίας φύλλων
συναρτήσεως του μήκους
αγκύρωσης



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

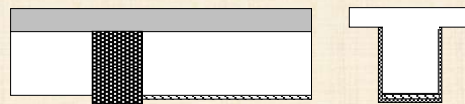
51

Απόσχιση επικάλυψης
σκυροδέματος στο πέρας
του σύνθετου υλικού



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

52



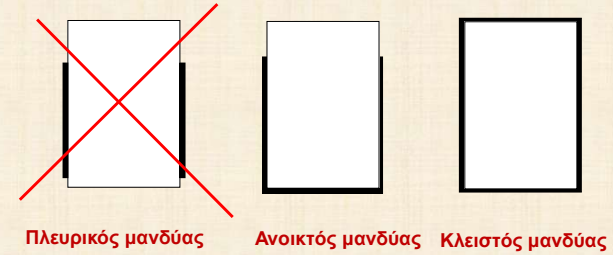
Χρήση στοιχείων αγκύρωσης στα άκρα



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

53

Διατμητική Ενίσχυση

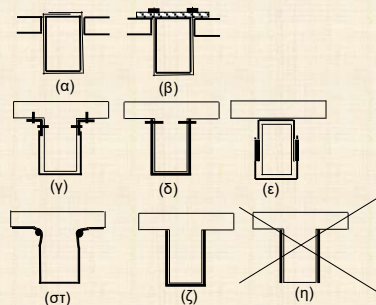


Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

54

Ανεπάρκεια Οπλισμού Διάτμησης ($V_{sd} > V_{Rd,s}$)

- 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



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

55

Περίσφιγξη με ΙΟΠ



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

56

Γιατί Περίσφιγξη;

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



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

57



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

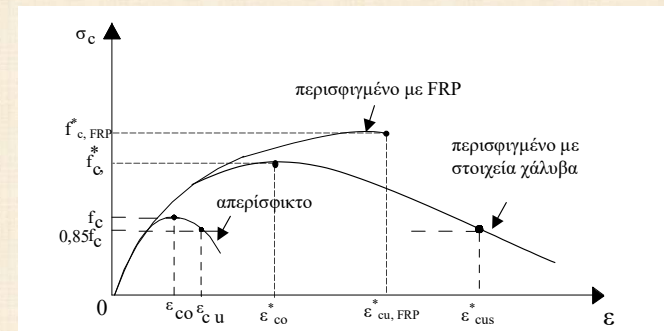
58



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

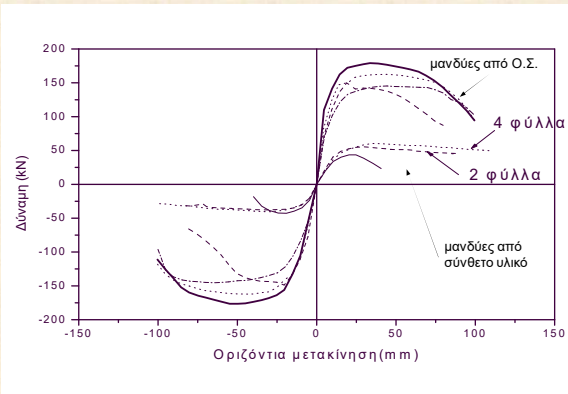
59

Περίσφιγξη με χαλύβδινα στοιχεία ή με ΙΟΠ



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

60



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



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

61

Περίσφιξη με Μεταλλικό Κλωβό



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

62

Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης – Αύξηση Πλαστιμότητας

Απαίτηση Στοιχειώμενου q (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 8.2.3:

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς $q_u = q/q_0$ (q_0 παράγοντας υπεραντοχής δομήματος κατά EC8)
- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων:

$$\mu_d = \begin{cases} q_u & \text{όταν } T > T_2 \\ 1 + \frac{T_2}{T} (q_u - 1) & \text{όταν } T < T_2 \end{cases}$$
- 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 ϵ_{cu}^*
 $\mu_{1/r} \rightarrow \epsilon_{cu}^*$
- Υπολογίζεται το γεωμετρικό ογκομετρικό ποσοστό του οπλισμού περίσφιξης ρ_j
 $\epsilon_{cu}^* \rightarrow \rho_j$



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

63

Ενίσχυση Κόμβων

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

64

Ενίσχυση Κόμβων

Προσθήκη επικολητών
ελασμάτων από χάλυβα



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

65

CEA, Sacley



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

66

Πλήρης Αστοχία Υποστυλωμάτων → Κατάρρευση;



(Bousias, <http://www.strulab.civil.upatras.gr/>)



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

67

Πλήρης Αστοχία Σειράς Υποστυλωμάτων χωρίς Κατάρρευση

Γιατί δεν κατέρρευσε το κτίριο;



Κεφαλλονιά, 2014.



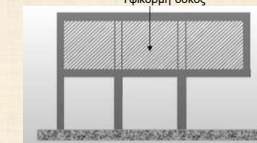
Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

68

Ευεργετική συμμετοχή των
τοιχοπληρώσεων του πάνω ορόφου



Υψικορμη δοκός



ΚΡΥΜΜΕΝΕΣ ΚΑΚΟΤΕΧΝΙΕΣ



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

69

Water drainage pipe in column

Not allowed by codes



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

70



Warning: Supervision does not end with last concrete pour
Damage by electrician as no specific path for cables was allowed

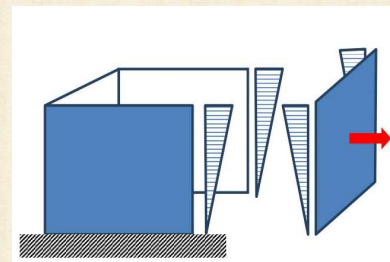
Note the electric cable pipes are inside the reinforcement!!



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

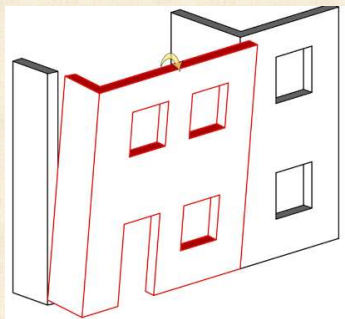
71

Ένταση Εκτός Επιπέδου



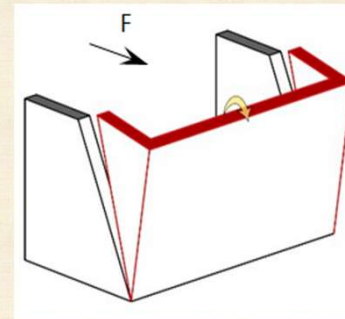
Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

72

Ένταση Εκτός Επιπέδου

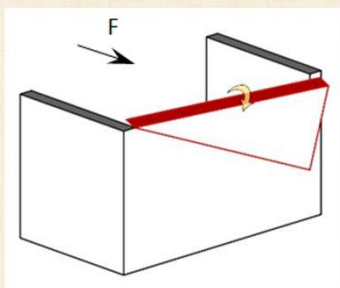
Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

73

Ένταση Εκτός Επιπέδου

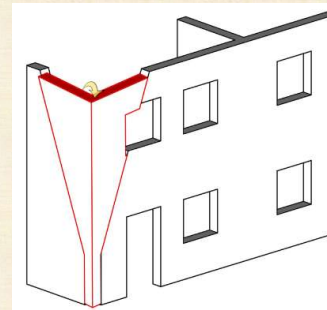
Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

74

Ένταση Εκτός Επιπέδου

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

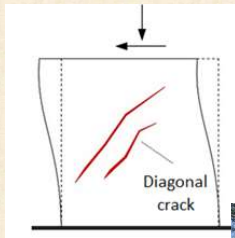
75

Αστοχία στη Γωνία του Κτιρίου

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

76

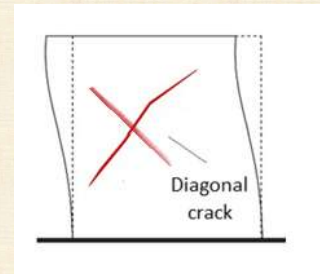
Ένταση Εντός Επιπέδου



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

77

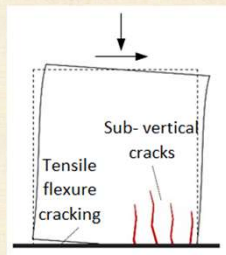
Ένταση Εντός Επιπέδου



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

78

Ένταση Εντός Επιπέδου



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

79

Ένταση Εντός Επιπέδου



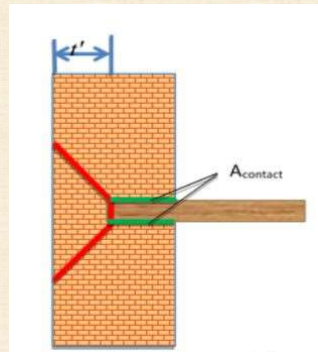
photo by J. Jara



Στέφανος Η. Δρίτσας, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

80

Τοπικοί Έλεγχοι



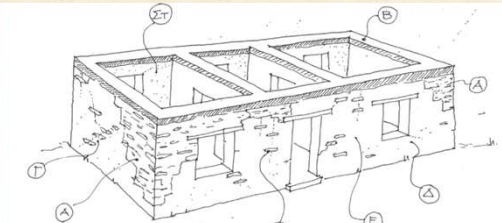
Έλεγχος διάτρησης στη θέση του πατώματος



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

81

Επεμβάσεις σε Τοιχοποιίες με συμβατικές τεχνικές



Α. Αναδόμηση, Β. Εισαγωγή ενισχυτικού διαζώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα, Γ. Λιθοσυρραφές, Δ. Αρμολόγημα, Ε. Ενεμάτωση τοιχοποιίας, Ζτ. Επίχρση με ινοπλισμένο κονίαμα.

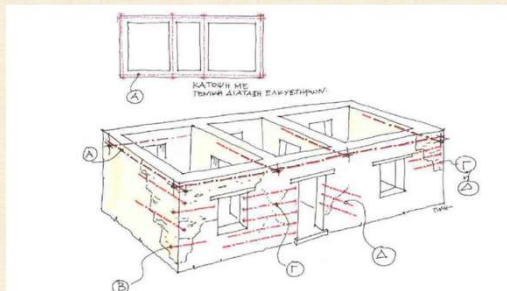
Π. Κουφόπουλος, "Θεωρητικά και Πρακτικά Ζητήματα Εφαρμογής Ενισχύσεων με Μεταλλικά Στοιχεία σε Μνημεία", 21^ο Φοιτητικό Συνέδριο, 2015



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

82

Επεμβάσεις σε Τοιχοποιίες με μεταλλικά στοιχεία ή άλλα σύγχρονα υλικά



Α. Εισαγωγή ελκυστήρων κατά μήκος των τοίχων, Β. Άνοιξι ράβδοι συρραφής γωνίας, Γ. Συστοιχία προεντεταμένων ή μη ράβδων, Δ. Συρραφή ρωγμής με μικρές ασύμβατες ράβδους

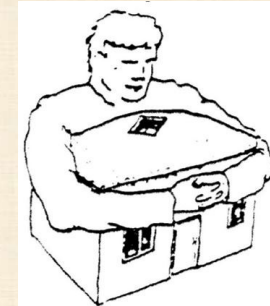
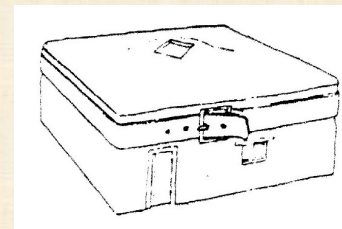
Π. Κουφόπουλος, "Θεωρητικά και Πρακτικά Ζητήματα Εφαρμογής Ενισχύσεων με Μεταλλικά Στοιχεία σε Μνημεία", 21^ο Φοιτητικό Συνέδριο, 2015



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

83

ΚΑΔΕΤ (ΦΕΚ 2493/Β/18-4-2023)



- ✓ Σεισμικές κλάσεις κτιρίων, Ελάχιστα αποδεκτά όρια
- ✓ Ερήμην αντιπροσωπευτικές τιμές για κτίρια μικρού μεγέθους
- ✓ Κεφ.8 και Παράρτημα (Θέματα σχεδιασμού και τεχνικές ενίσχυσης)

Συνδέστε - Συνδέστε - Συνδέστε



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

84

Επεμβάσεις σε Τοιχοποιίες με περιέδση με μεταλλικά στοιχεία ή άλλα σύγχρονα υλικά



Π. Κουφόπουλος, "Θεωρητικά και Πρακτικά Ζητήματα Εφαρμογής Ενισχύσεων με Μεταλλικά Στοιχεία σε Μνημεία", 21^ο Φοιτητικό Συνέδριο, 2015



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

85

ΙΟΚ 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

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



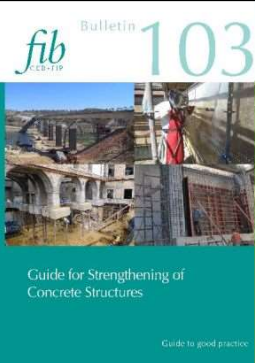
Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

86

IABSE Bulletins
Case Studies
2
Andreas Lampropoulos (Editor)

**Case Studies on
Conservation and
Seismic Strengthening/
Retrofitting of Existing
Structures**

International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE)



Guide for Strengthening of
Concrete Structures

Guide to good practice

IABSE Bulletins
Structural Engineering Documents
SED19

Seismic Isolation and Response Control

Andreas Lampropoulos
(Editor)

Efthychia Apostolidi
Stephanos Dritsos
Christos Giarlelis
Jose Jara
Fatih Sutcu
Toru Takeuchi
Joe White

International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE)



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

87

Περισσότερα...

episikes2.civil.upatras.gr



ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ & ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
REPAIR & STRENGTHENING OF STRUCTURES - UNIVERSITY OF PATRAS

HOME COMMITTEES CONTACT US SPONSORS



Student Conferences on
Repair and Strengthening
of Structures



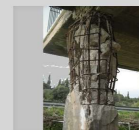
Greek Code of Structural
Interventions (GCS3)



Jobs on Repair and
Strengthening of
Structures



21st Student Conference
on Repair and
Strengthening of
Structures



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Αθήνα 23 Σεπτεμβρίου 2023

88

