

ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

(Α)

➤ Στέφανος Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

1

ΔΥΣΜΕΝΕΙΑ ΠΑΛΑΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

- (α) Σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις \cong 50% των αντιστοίχων για νέα κτίρια
- (β) Μόρφωση Φ .Ο. με αρχιτεκτονικές υπερβολές
(Έλλειψη κανονικότητας: γεωμετρίας ή αντοχής σε επίπεδο ορόφου ή κτιρίου)
- (γ) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές
(Έλλειψη υπολογιστικών μέσων: απουσία χωρικής ανάλυσης & διδιάστατης πλαισιακής λειτουργίας)
- (δ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί
(Ανακριβή προσομοιώματα, απουσία ικανοτικού σχεδιασμού και πλαστιμότητας, ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις για ελάχιστα και μέγιστα, κ.α.)
⇒ Δυνητική Δυσμένεια 1:2 έως 1:3

2

ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

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

3

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

- Η τρωτότητα
 - Η σπουδαιότητα και αριθμός χρηστών
 - Το κόστος επέμβασης
 - Η ηλικία
 - Ο υπόλοιπος χρόνος ζωής της κατασκευής
- Αλλά και,
- Κοινωνικές, αισθητικές και πολιτιστικές διαστάσεις του θέματος

4

ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ → ΘΕΜΑ ΔΥΣΚΟΛΟΤΕΡΟ
ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΝΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

- Γνώσεις λίγες και όχι επαρκώς τεκμηριωμένες
- Απουσία κανονισμού
- Μόρφωση του φορέα πιθανόν अपαράδεκτη, αλλά υπαρκτή
- Αβέβαιες εκτιμήσεις βασικών δεδομένων στην αρχική φάση τεκμηρίωσης
- Χρήση νέων υλικών υπό διερεύνηση
- Μικρή ή και αρνητική εξειδίκευση και εμπειρία συνεργείων

5

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

1° Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

2° Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

3° Στάδιο:

Σχεδιασμός λύσης

6

1° Στάδιο: "Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής"

- Αποτύπωση Φ.Ο.
- Καταγραφή βλαβών
- Εκτίμηση συνοριακών συνθηκών, κατακόρυφων φορτίων, μηχανικών χαρακτηριστικών & υλικών
- Επιλογή "στάθμης επιτελεστικότητας"
(επιθυμητή συμπεριφορά κατασκευής + πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης)
- Αποτίμηση σεισμικής ικανότητας
- Διάγνωση αδυναμιών του φορέα

7

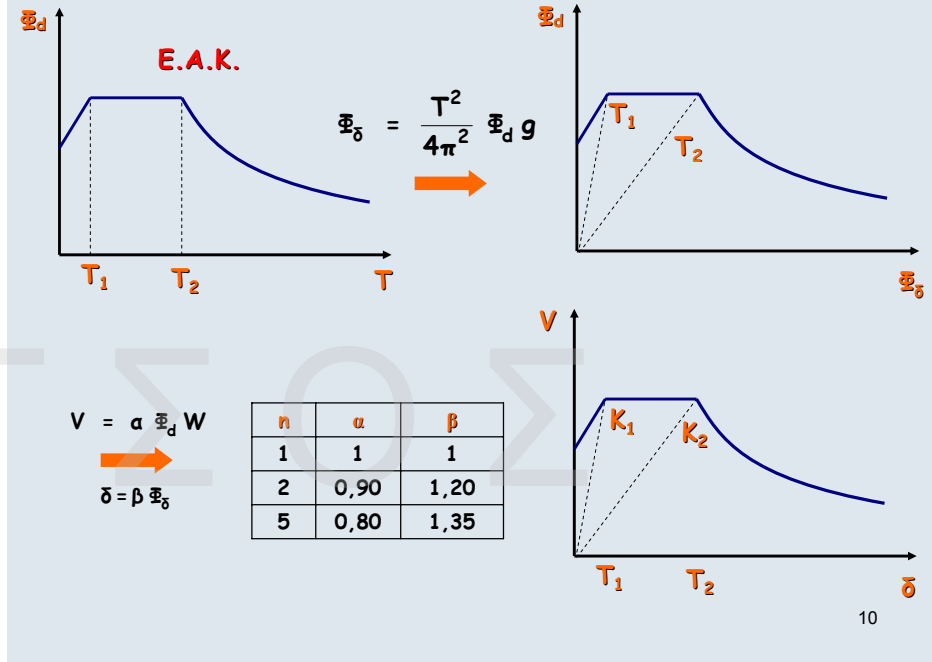
2° Στάδιο: "Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης"

- Επισκευή της κατασκευής (αν υπάρχουν βλάβες) ή καμία επέμβαση
- Ενίσχυση της κατασκευής
 - ↗ ως σύνολο
 - ↘ μεμονωμένα στοιχεία
- Κατεδάφιση της κατασκευής και ανέγερση νέας

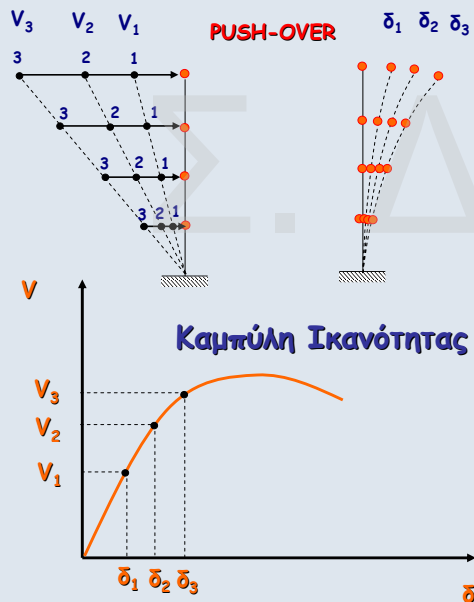
8

3^ο Στάδιο: "Σχεδιασμός λύσης"

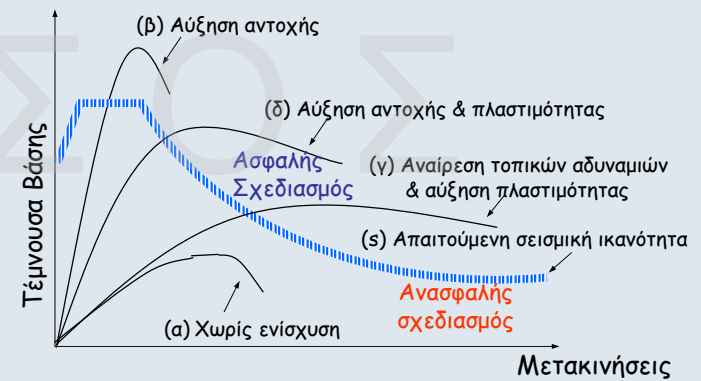
- Αναλυτική τεκμηρίωση αποδοχής της λύσης
- Διαστασιολόγηση επισκευασμένων/ενισχυμένων μελών
- Σχέδια λεπτομερειών οριστικής μελέτης επέμβασης
- Κοστολόγηση εργασιών



Στατική Οριζόντια Ξόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"

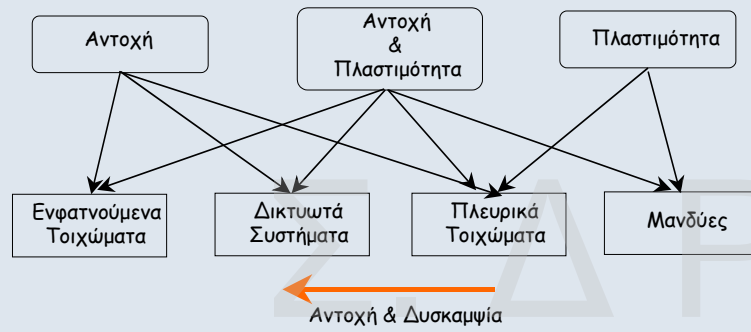


ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ



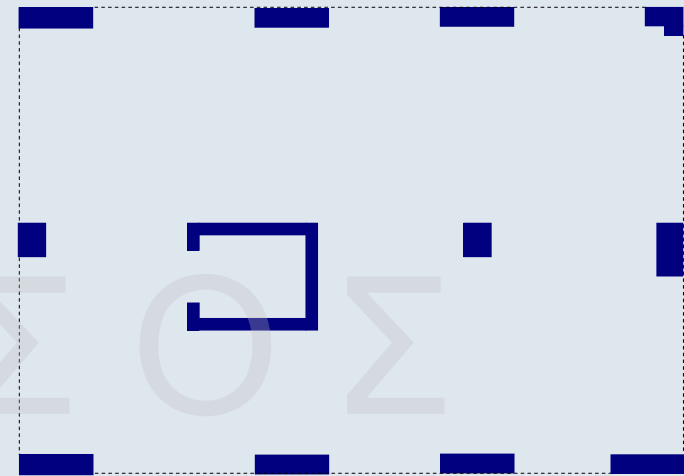
Στρατηγικές Ενισχύσεις

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



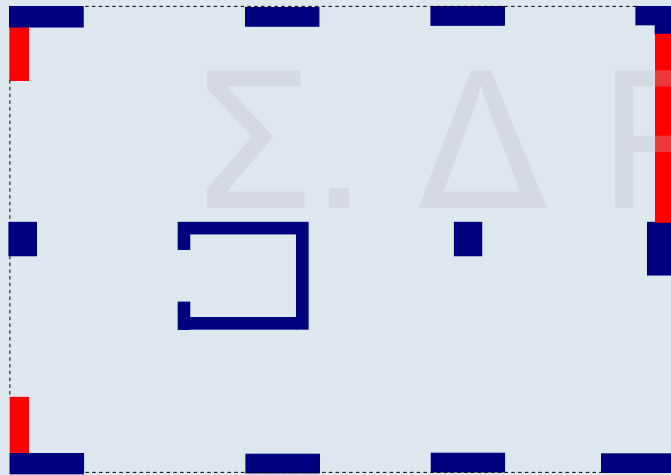
13

ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



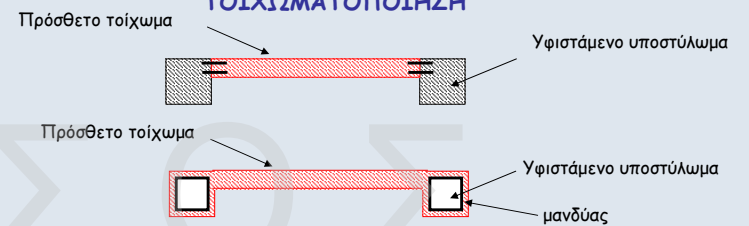
14

ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

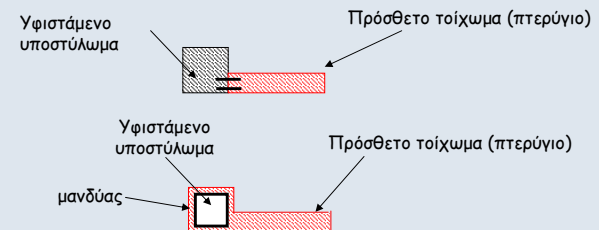


15

ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ



ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ



16

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ Ο.Σ. ΩΣ ΣΥΝΟΛΟ

(α) Η κατασκευή τοιχωμάτων εντός πλαισίων ⇒ Αύξηση δυσκαμψίας & αντοχής

- Διόρθωση σφαλμάτων σχεδιασμού
- Κακή μόνωση του φορέα
- Ασυμμετρία κατανομής δυσκαμψίας ή αντοχής καθ' ύψος
- Ασυμμετρία κατανομής εκκεντρότητας δυσκαμψίας σε κάτοψη

- τύποι
- Τοιχώματα από Ο.Σ. (έγχυτο ή εκτοξευόμενο)
 - Προκατασκευασμένα τοιχώματα (panels)
 - Τοιχοποιία από συμπαγείς οπτόπλινθους ή τσιμεντόπλινθους

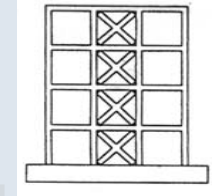
- Κρίσιμα σημεία
- Νέο τοίχωμα + υποστύλωμα → αυξημένη ένταση υποστύλματος → ενίσχυση με μανδύα
 - Έλεγχος επάρκειας διαμήκους οπλισμού δοκών → μεταφορά οριζοντίων δράσεων ορόφου
 - Έλεγχος επάρκειας της αγκύρωσης των νέων ράβδων οπλισμού στον υφιστάμενο φορέα

- Κατασκευαστικά θέματα
- Συστολή ξήρασης
 - Δυσκολία σκυροδέτησης (ανεπαρκή πρόσβαση στην κορυφή)

17

(β) Η κατασκευή δικτυωτών συστημάτων ⇒ μέτρια αύξηση αντοχής, κυρίως αύξηση δυσκαμψίας & πλαστιμότητας

- Τύπος
- Μεταλλικά συστήματα (σχήμα Κ, ρόμβου ή χιαστί διαγωνίων)
- Κρίσιμα σημεία
- Αξιολόγηση ανακατανομής έντασης
 - Επάρκεια αντοχής κόμβων



(γ) Η κατασκευή τοιχωμάτων-περυγίων ⇒ μέτρια αύξηση αντοχής & δυσκαμψίας, βελτίωση πλαστιμότητας

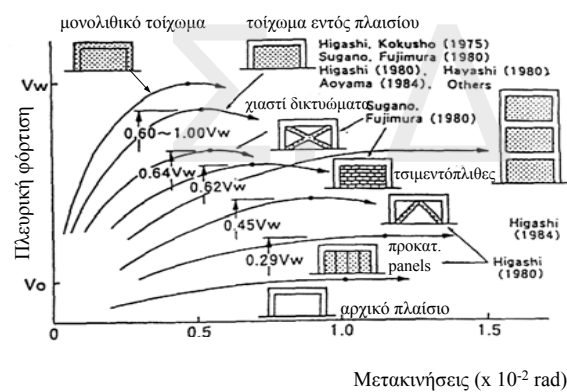
(δ) Η προσθήκη νέων κατακόρυφων στοιχείων ⇒ μεγάλη αύξηση αντοχής, δυσκαμψίας & πλαστιμότητας

(ε) Η ενσωμάτωση στην κατασκευή συστημάτων απορρόφησης ενέργειας ⇒ (μείωση εισαγόμενης σεισμικής έντασης)

(στ) Η επιλεκτική ενίσχυση αδύναμων δομικών στοιχείων ⇒ (αποφυγή πρόωγων αστοχιών & αύξηση πλαστιμότητας)

18

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

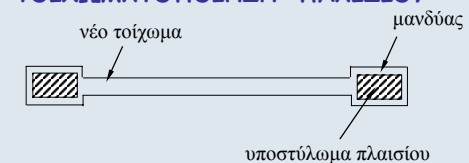


19

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

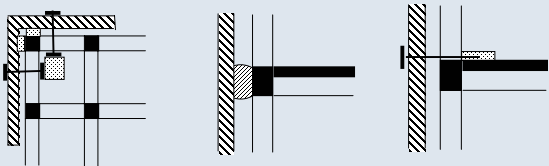
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ	Αντοχή		Δυσκαμψία		Πλαστιμότητα	
	$V_u / V_{u,m}$	$V_u / V_{u,f}$	K' / K_m	K' / K_f	μ' / μ_m	μ' / μ_f
Τοιχώματα από έγχυτο σκυρόδεμα	0,50~1,0	3,5~5,5	0,75~1,0	12,5~25,5	0,85~0,95	0,90
Προκατασκευασμένα τοιχώματα	0,20~0,80	1,20~4,20	0,15~0,85	3,5~20,5	0,70~3,95	0,70~3,80
Οπλισμένη τοιχοποιία	0,60	3,50	0,35	7,30	0,50	-
Μεταλλικά πλαίσια και δικτυώματα	0,35~0,65	1,70~3,70	0,05~0,30	1,60~6,50	0,50~4,35	1,45~4,25

ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ



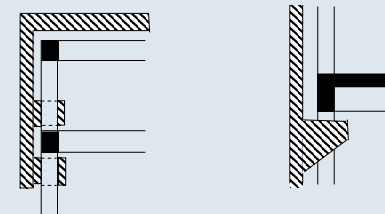
20

ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ



Ενδεικτική διάταξη συνδέσεων: α) κάτοψη, β) τομή σε θλιπτικό σύνδεσμο, γ) τομή σε εφελκυστικό σύνδεσμο

21



Ενδεικτική θέση προεξοχών τοιχώματος για παρεμπόδιση ανύψωσης του εφελκυσμένου πέλματός του

22

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΥΣΗΣ

• Ποιος είναι ο στόχος της επεμβάσης;

Από τι πάσχει η κατασκευή;

• Τι Διατίθεται;

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

• Ειδικότερες Τεχνικές για :

- Υποστυλώματα
- Τοιχώματα
- Δοκούς
- Πλάκες
- Κόμβους Δοκών-Υποστυλωμάτων
- Στοιχεία Θεμελίωσης

• Η Γενική Υπολογιστική Διαδικασία } Ανάλυση
 • Υπολογιστικά Θέματα για Ειδικότερες Τεχνικές } Διαστασιολόγηση

• Πώς θα γίνει ο Επανυπολογισμός;

• Υπολογιστικά Θέματα για Ειδικότερες Τεχνικές

23

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ/ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

■ Λογική σύνθετου μέλους:

παλιό + νέο, συνεργάζονται → περιορισμός διατμητικής ολίσθησης στην διεπιφάνεια και καθέτου απομάκρυνσης

■ Μειωμένος βαθμός αξιοπιστίας αποτελεσμάτων

- (α) Έλλειψη επαρκώς τεκμηριωμένης πρακτικά αξιοποιήσιμης γνώσης για τη μηχανική των διεπιφανειών και πρωταρχικών παραμορφώσεων
- (β) Αποτίμηση βαθμού βλάβης
- (γ) Έλλειψη τεχνικών προδιαγραφών

■ Υπολογιστική διαδικασία

- (α) Έλεγχος επάρκειας διεπιφανειών
- (β) Χρήση Αναθεωρημένων Συντελεστών Ασφάλειας για τα υλικά
- (γ) Προσδιορισμός "Ικανότητας" του στοιχείου

- **Ακριβής αναλυτική εκτίμηση:** ως σύνθετο μέλος με συνυπολογισμό της ολίσθησης στην διεπιφάνεια

- **Προσεγγιστικά:** αναγωγή σε αντίστοιχο μονολιθικό μέλος

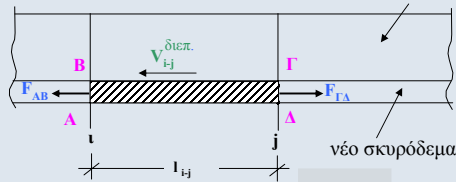
24

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

$$S_d \leq R_d$$

$$V_{sd}^{διεπ.} \leq V_{Rd}^{διεπ.}$$

παλιό σκυρόδεμα



$$V_{sd}^{BΓ} = F_{ΓΔ} - F_{AB}$$

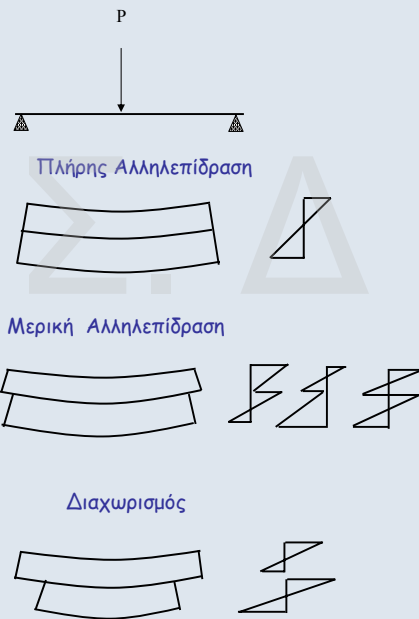
$$V_{sd}^{BΓ} = V_{R,C} + V_{R,fo} + V_{R,fl} + V_{R,D} + V_{R,we}$$

$$V_{R,D} = \frac{1,65}{\gamma_{Rd}} A_D \sqrt{f_{cd} f_{yd}}$$

25

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

26



27

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΝΟΛΙΘΙΚΟΤΗΤΑΣ

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

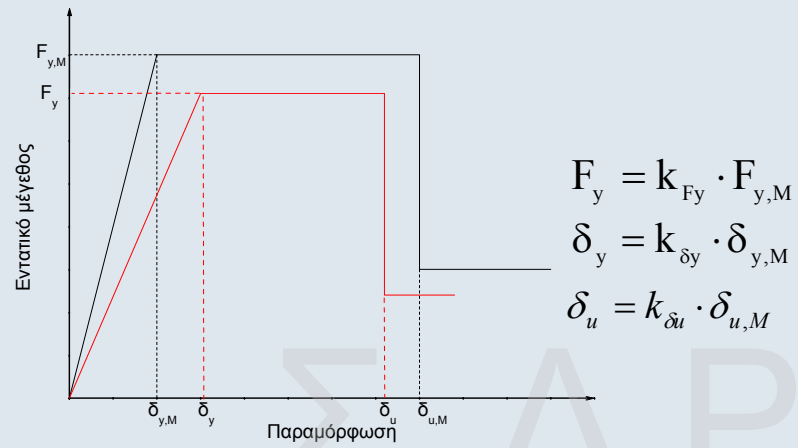
$$k_r = \frac{\text{Αντοχή πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Αντοχή μονολιθικού στοιχείου}}$$

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

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

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

28



Καμπύλη Σχεδιασμού Ενισχυμένου Μέλους

A/A	Τρόπος σύνδεσης στην διεπιφάνεια	k_{Fy}	$k_{\delta y}$	$k_{\delta u}$
1	W	0.85-0.87	1.16-1.57	1.09-1.39
2	D	0.80-0.83	1.63-1.89	0.79-0.85
3	R	0.85-0.90	1.70-1.94	0.70-0.84
4	RD	0.90-0.94	1.15-1.85	0.71-0.83
5	NTa	0.80-0.81	1.09-1.26	0.63-0.70
6	NTP	0.97-0.99	2.69-3.10	0.74-0.80
7	E	1.11-1.13	1.15-1.33	1.09-1.18
8	NT	0.71-0.73	0.84-1.11	0.82-0.89

Συντελεστές Μονολιθικότητας

Σ. Δ Ρ Ι Τ Σ Ο Σ