

ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ: «Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφισταμένων Κτιρίων από Ο.Σ. με βάση τον ΚΑΝΕΠΕ και τον EC8-3»

## Επισκευές και Ενισχύσεις Διαστασιολόγηση των Επεμβάσεων



➤ Στέφανος Δρίτσος  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών



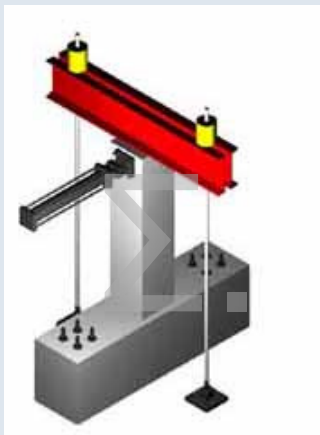
Ρόδος, 27/10/2012

1

### ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

	Σκυρόδεμα	Χάλυβας	Σύνθετα
<b>Γενικές Απαιτήσεις</b>			
▪ Έλεγχος διεπιφανειών	Red	Blue	Yellow
<b>Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων</b>			
▪ 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
<b>Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων</b>			
▪ Ανεπάρκεια λόγω διαγώνιας θλίψης κόμβου	Red	Blue	Yellow
▪ Ανεπάρκεια οπλισμού κόμβου	Red	Blue	Yellow
<b>Επεμβάσεις σε Τοιχώματα</b>			
▪ 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
<b>Εμφάνωση Πλαισίων</b>			
▪ Προσθήκη απλού "γεμίσματος"	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
<b>Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων</b>			
▪ Σύνδεσμοι	Red	Blue	Yellow
▪ Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων	Red	Blue	Yellow
▪ Διαφράγματα	Red	Blue	Yellow
<b>Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης</b>	Red	Blue	Yellow

2



3



Βλάβες σε Δοκίμιο με Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα και Βλήτρα

4

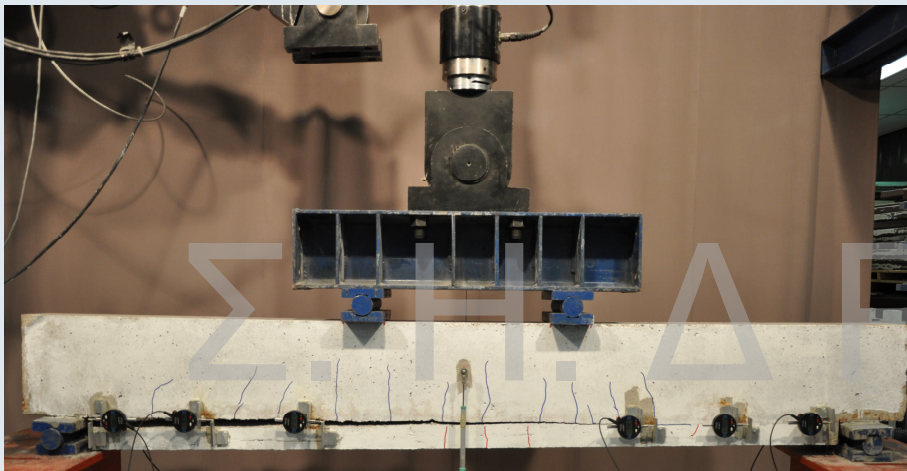


Βλάβες σε Δοκίμιο με Έγχυτο Σκυρόδεμα, Λεία Διεπιφάνεια χωρίς Διατμητικούς Συνδέσμους

5



6



Απώλεια Σύνδεσης στη Διεπιφάνεια

7

### Έλεγχος Συνεργασίας στη Διεπιφάνεια

Ανίωση Ασφαλείας

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

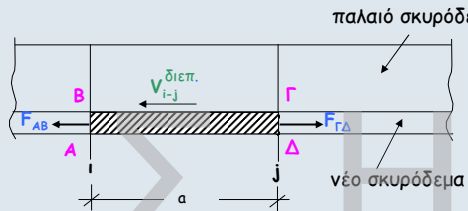
Αντίσταση Διεπιφάνειας  
(σε θλίψη, σε εφελκυσμό, διατμητική)  
(βλ. Κεφ.6)

Εντατικά Μεγέθη  
που δρουν στη διεπιφάνεια

- Ελάχιστα και Μέγιστα

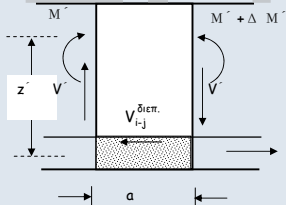
8

## Έλεγχος Διεπιφανειών



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

ή



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

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

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

Ελάχιστο Ποσοστό Βλήτρων  $\rho_{\delta} = \frac{A_{sd}}{A_{c\delta} \sin \alpha} \geq 0,18 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \frac{9}{9}$

## ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ)

Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών από τον Σεισμό και λοιπούς Βλαπτικούς Παράγοντες



Εκτράχυνση με Αμμοβολή



Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο

ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.



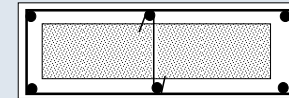
13



14



15

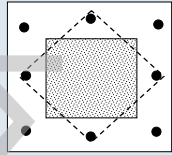


Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

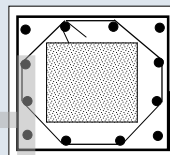
16

## Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

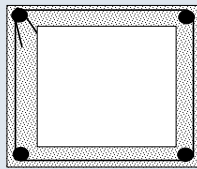
ΟΧΙ



ΝΑΙ



γωνία 45°



17



Άνοιγμα Συνδετήρων

18



Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα 19

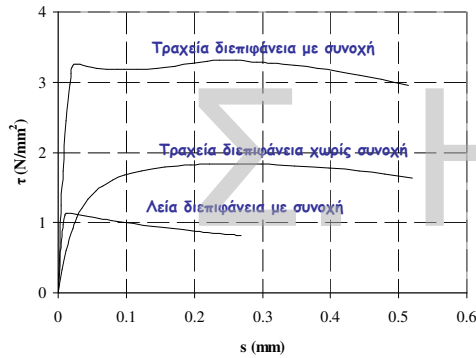
Διατμητική Αντίσταση Διεπιφάνειας:  $V_{Rd}^{διεπιφ.}$

### Μηχανισμοί

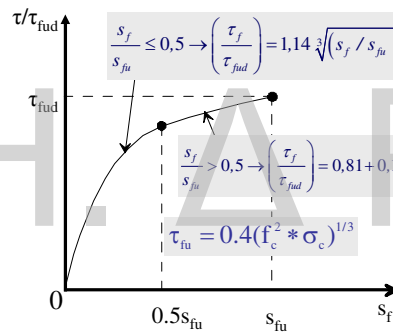
- Τριβή και Συνοχή
- Δράση Βλήτρου
- Δράση Σφικτήρα
- Ηλεκτροσυγκολλήσεις

20

## ΑΟΠΛΕΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ



(CEB Bul. No. 162, 1983)



(KAN.ETTE., 2012)

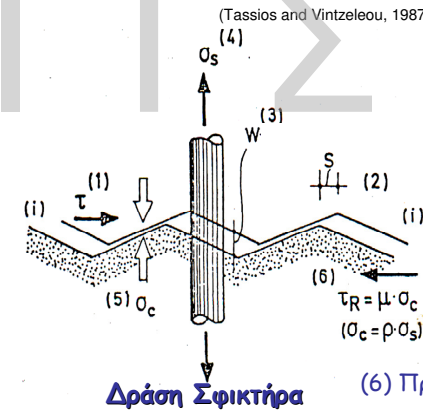
21

## ΟΠΛΙΣΜΕΝΕΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

### Πρόσθετη Τριβή

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

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



(Tassios and Vintzeleou, 1987)

(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

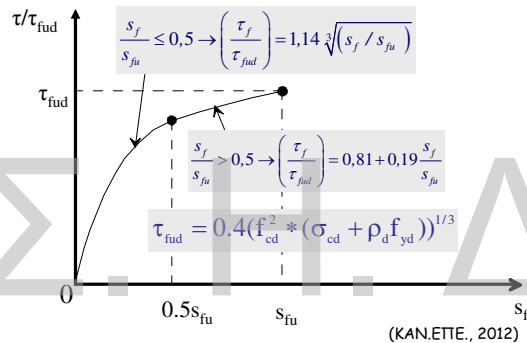
(5) Ασκείται Θλιπτική Τάση ( $\sigma_c$ ) στη διεπιφάνεια

(6) Πρόσθετη Τριβή → Πρόσθετη Διατμητική Αντίσταση

22

## Οπλισμένες Διεπιφάνειες

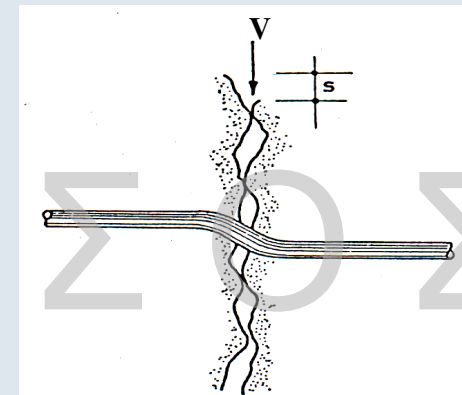
### Αντίσταση Τριβής



(KAN.ETTE., 2012)

23

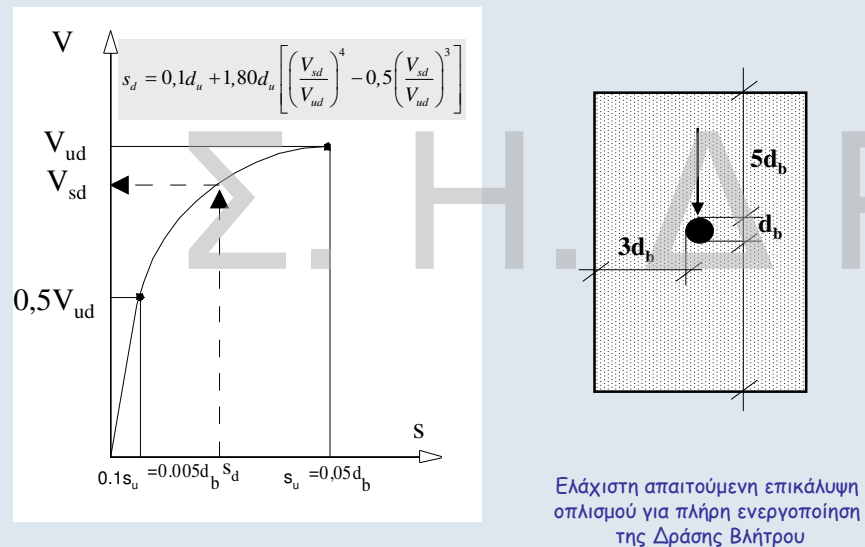
## Οπλισμένες Διεπιφάνειες



### Μηχανισμός Δράσης Βλήτρου

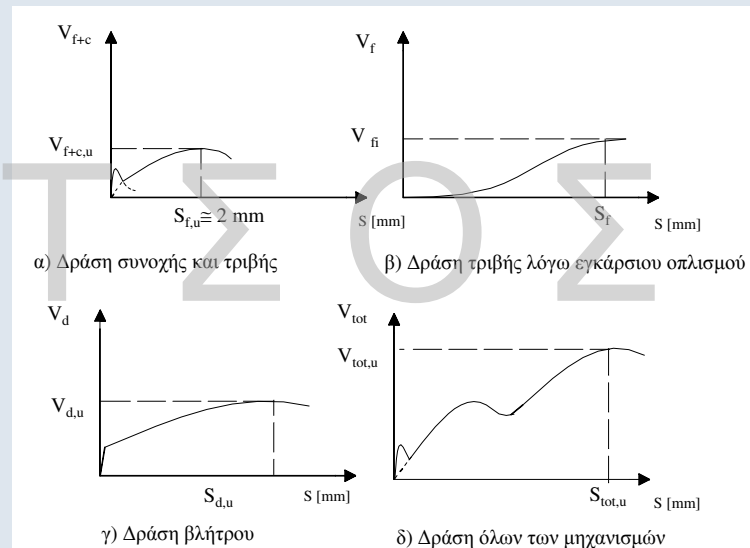
24

## Διατμητική Αντίσταση Δράσης Βλήτρου



25

## Αλληλεπίδραση Μηχανισμού Ανάλυσης Διατμητικού Φορτίου



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

26

## Εκτράχυνση και Χρήση Χαλύβδινων Βλήτρων



27

## Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Χαλύβδινοι Ηλεκτροσυγκολλημένοι Σύνδεσμοι (Αναρτήρες)

28

Θλίβουσα Δύναμη Μανδύα

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

⏟ Τριβή     ⏟ Αναρτήρες  
⏟ "πάπιες"     ⏟ Βλήτρα

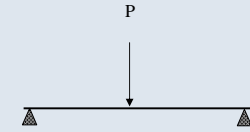
Ελάχιστοι Συνδετήρες Μανδύα

**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**



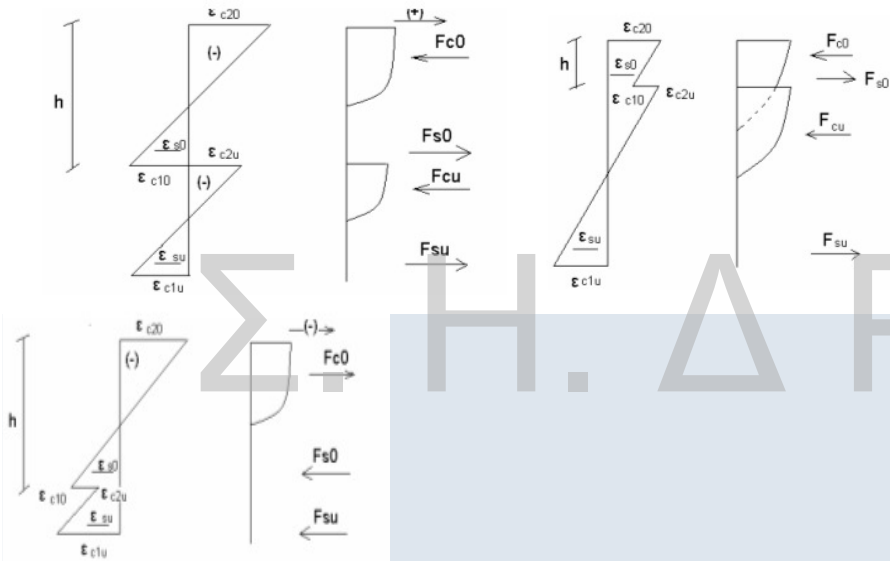
**Μερική Αλληλεπίδραση**



**Διαχωρισμός**

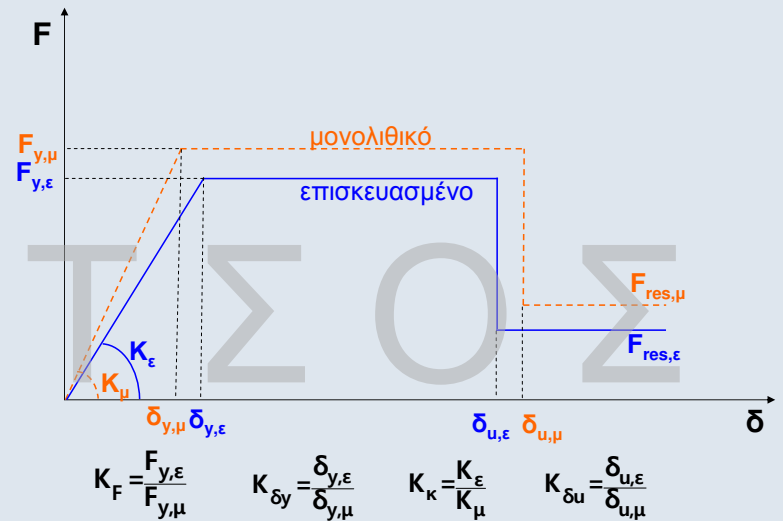


**Πιθανή Κατανομή Παραμορφώσεων και Τάσεων**



**Πόσο θα ήταν το λάθος αν θεωρούσαμε μονολιθική συμπεριφορά;**

**Καμπύλες Εντατικού Μεγέθους-Παραμόρφωσης με Επισκευασμένα Στοιχεία**



$$K_F = \frac{F_{y,\epsilon}}{F_{y,\mu}} \quad K_{\delta y} = \frac{\delta_{y,\epsilon}}{\delta_{y,\mu}} \quad K_K = \frac{K_\epsilon}{K_\mu} \quad K_{\delta u} = \frac{\delta_{u,\epsilon}}{\delta_{u,\mu}}$$



### Συντελεστές Μονολιθικότητας

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

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

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

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

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

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

33

### Προσθήκη Νέας Στρώσης Σκυροδέματος

#### Εκτίμηση Ικανότητας

- Με συνεκτίμηση της ολίσθησης
- Προσεγγιστικά με χρήση συντελεστών μονολιθικότητας

Για πλάκες:

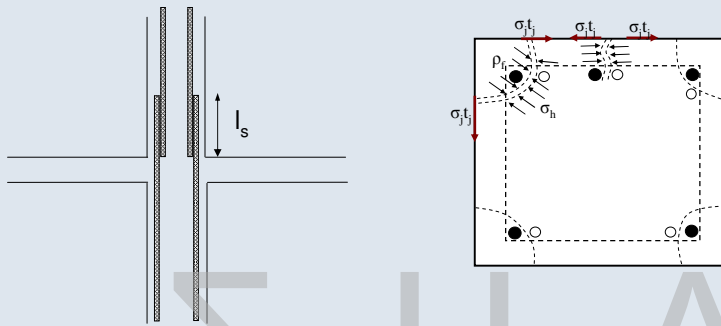
$$k_k = 0,85 \quad k_r = 0,95 \quad k_{\theta y} = 1,15 \quad k_{\theta u} = 0,85$$

Για λοιπά στοιχεία:

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

34

### Αποκατάσταση Ικανότητας Περιοχής με Μειωμένα Μήκη Ματισμένων Ράβδων



$$T_{απ} = (1-\lambda_s) A_b f_s$$

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

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

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

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

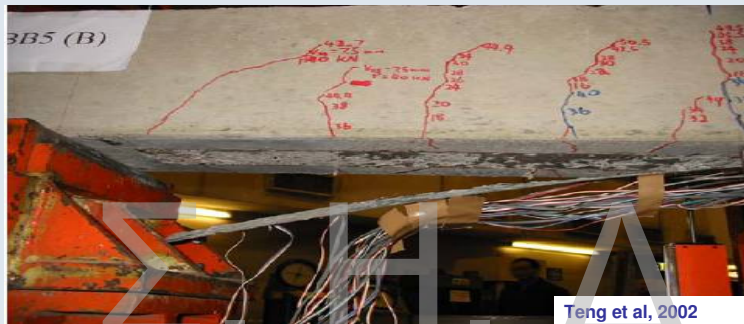
$$\text{Για μανδύες } t_j = \left(\frac{A_j}{s}\right)_{απαιτ.}$$

35

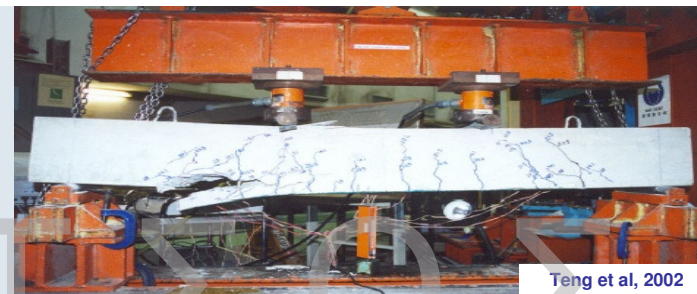
### Καμπτική Ενίσχυση

Building Klinkerstr, Amsterdam





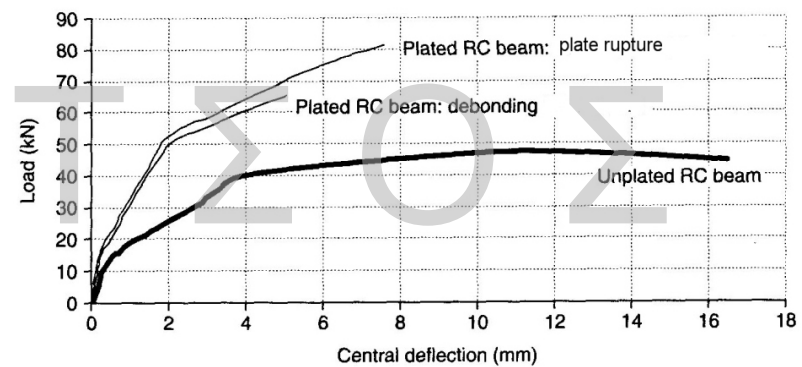
Αναλαμβανόμενη δύναμη επικολητών φύλλων συναρτήσει του μήκους αγκύρωσης



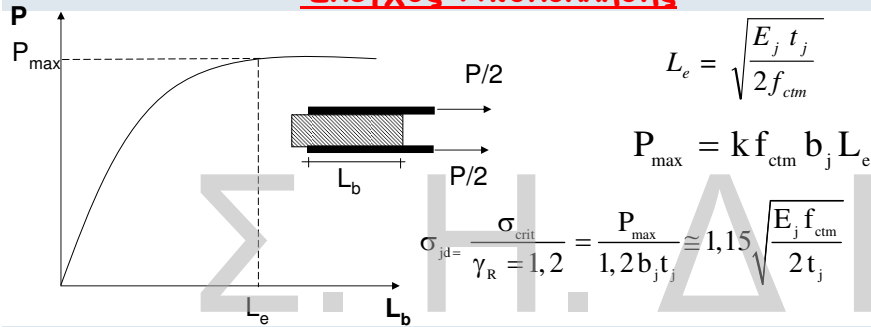
Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού



Διάγραμμα Φορτίου-Βύθισης για Δοκούς Ενισχυμένες με Επικολητά Ελάσματα



## Έλεγχος Αποκόλλησης



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

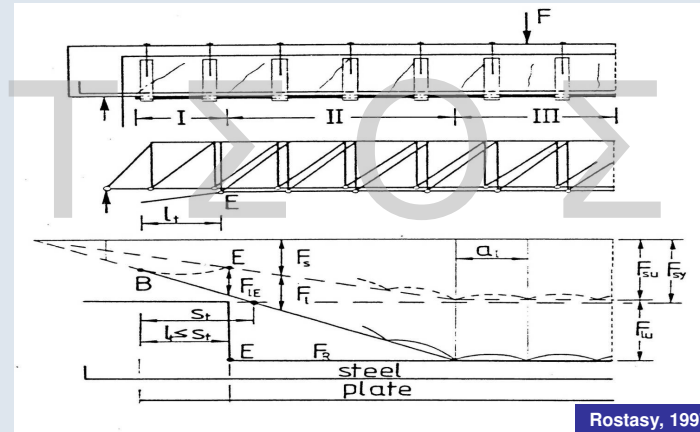
$$t_j \uparrow \Rightarrow \sigma_{j,crit} \downarrow$$

41

## Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

$$V_{sd,απολ} \leq V_{cd,απολ}$$

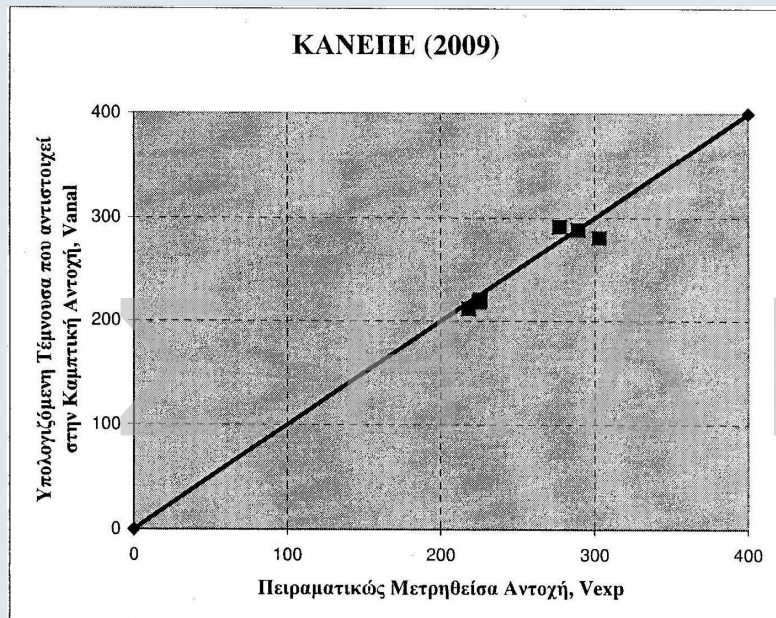
$$M_{sd,απολ} \leq 0.67 M_{Rd,απολ}$$



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

42

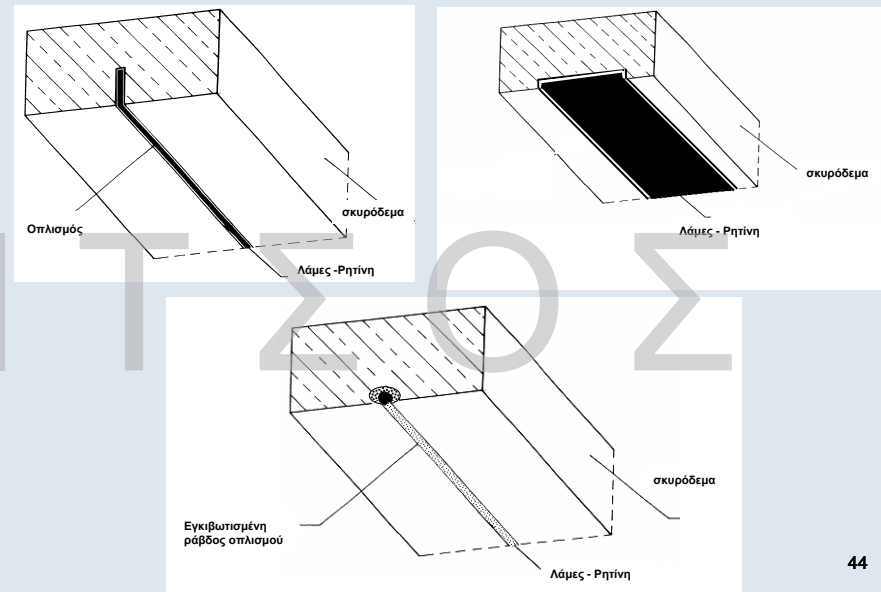
## ΚΑΝΕΠΕ (2009)



Μιτολίδης, Διδακτορική Διατριβή 2009, ΑΠΘ. 43

## Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός "Αυλακιών"

(Δεν καλύπτεται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

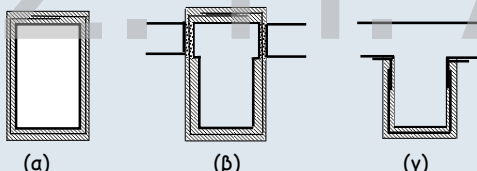


44

### 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



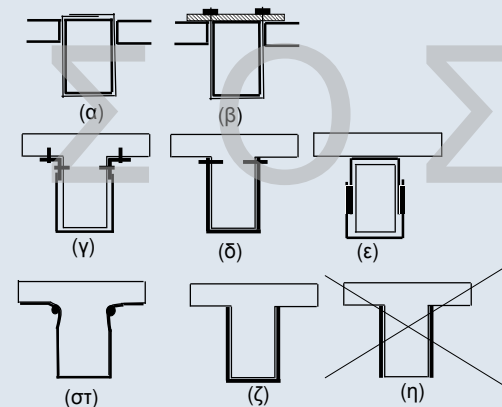
Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας σε λοξή θλίψη:  
 (α), (β) Κλειστές ενισχύσεις, (γ) Ανοικτές ενισχύσεις

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

45

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

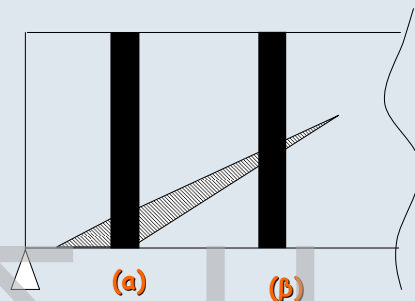
- Με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
- Με εξωτερικά στοιχεία από χάλυβα ή ΙΟΠ



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

46

### 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 ➔  $k_v = 0,5$

47

### Περίσφιγξη με Μεταλλικό Κλωβό



48

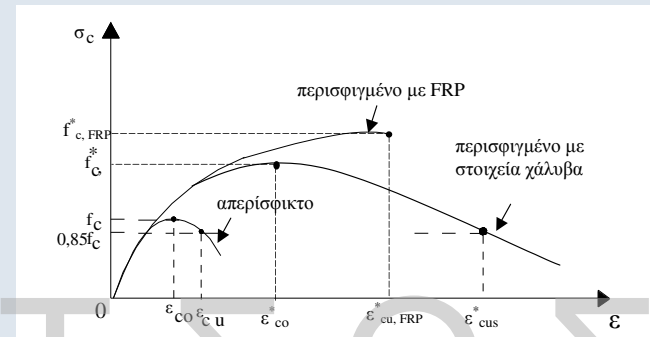
## Περίσφιξη με ΙΟΠ



49



50



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

52

## 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  $\omega_w$ :

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

Περίσφιξη με CFRP:  $\epsilon_{cu}^* = 0,0035 (f_c^* : f_c)^2$  με  $f_c^* = (1,125 + 1,25 \cdot \alpha \cdot \omega_w) f_c$

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

53

## Απαιτούμενος Οπλισμός Περίσφιξης - Αύξηση Πλαστιμότητας

### Απαίτηση Στοχευόμενου $m$ :

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

### Απαίτηση Επιθυμητής Ικανότητας Γωνίας Στροφής Χορδής $\theta_{\mu}$ :

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

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

Όπου η  $\theta_y$ :

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  $\mu_{\theta}$  και  $\mu_d$  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

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

54

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



55

## Επισκευή με ρητινενέσεις



CEA, Sacley

56

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων από χάλυβα



57

## Ενίσχυση κόμβων με ΙΟΠ



CEA, Sacley

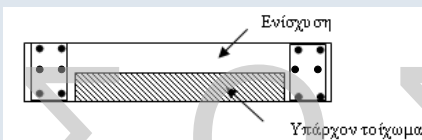
58



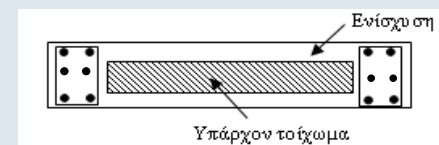
CEA, Sacley

## 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)



60

## Ενίσχυση Τοιχωμάτων

- **Αύξηση Ξέρουσας 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

61

## Εμφάνιση Πλαισίων

- Σημαντική Αύξηση της Δυσκαμψίας και της Σεισμικής αντίστασης του φορέα

### Μορφές:

- Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"
- Τοιχοματοποίηση 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

62

## 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  $m \leq 1,5$

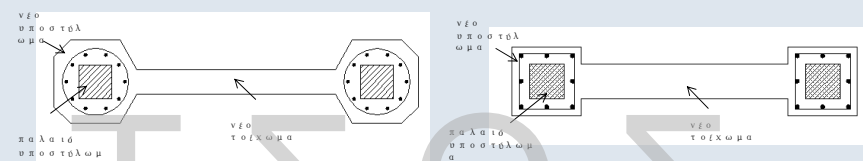
### Προσοχή

Πρόσθετες Τέμνουσες σε Δοκούς και Υποστυλώματα

63

## Τοιχοματοποίηση Πλαισίου

Εμφανώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού



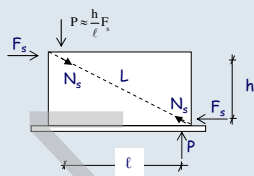
Εμφανώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



64



## 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  $\rho_{min}$

65

## Ενίσχυση Υφιστάμενων Τοίχων Πληρώσεως

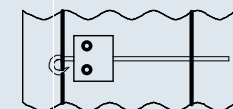
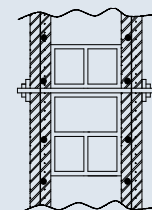
- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαισίωμα.

Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm

Μin  $\rho_w = \rho_h = 0,005$

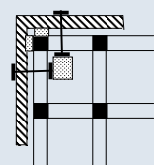
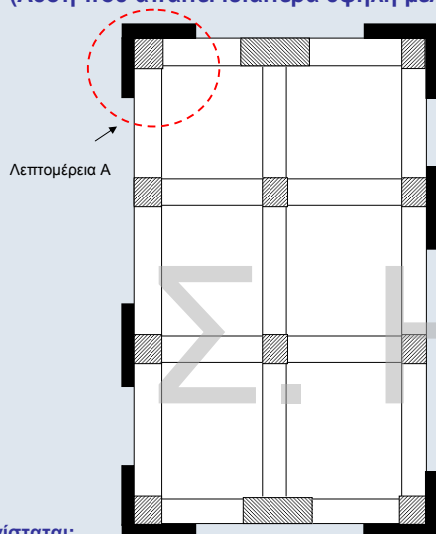
Εξασφάλιση της από κοινού λειτουργίας υφιστάμενης τοιχοποιίας με τις δύο στρώσεις ενίσχυσης μέσω διαμετρών κοχλιωτών συνδέσμων:

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα



66

## 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

67

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



68

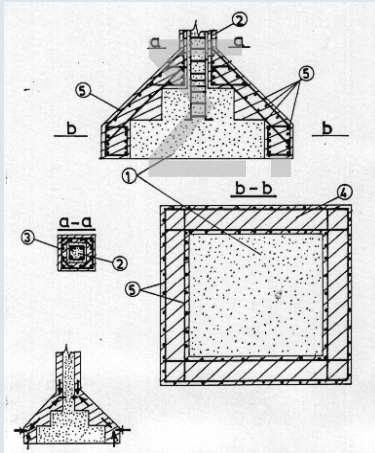
### ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

- 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

69

Ανάρτηση

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

70

Σ. Η. Δ Ρ Ι Τ Σ Ο Σ