

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τομέας Δομικών Κατασκευών



ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΧΑΛΥΒΩΝ και
ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ
ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Χρήστος Καραγιάννης, Καθηγητής
στις Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος

Αλεξανδρούπολη, 21 Ιουνίου 2008

Συγκολλησιμότητα

Συγκολλησιμότητα είναι η ικανότητα ενός μετάλλου να συγκολλάται στις συνθήκες του έργου,

έτσι ώστε η προκύπτουσα σύνδεση να ικανοποιεί τις απαιτήσεις σχεδιασμού.

Οι χάλυβες θεωρούνται συγκολλησιμοι, όταν η μέγιστη περιεκτικότητα σε άνθρακα C, θείο S, φωσφόρο P, χαλκό Cu, άζωτο N καθώς και η μέγιστη ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα C_{eq} δεν υπερβαίνουν τις τιμές που δίνονται στον επόμενο Πίνακα (ΕΛΟΤ EN 10080)

	Άνθρακας ^α C max	Θείο S max	Φωσφόρος P max	Άζωτο ^β N max	Χαλκός Cu max	Τιμή ^α ισοδύναμου Άνθρακα (C_{eq})
Ανάλυση χυτηρίου	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Ανάλυση προϊόντος	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

^α Επιτρέπεται η υπέρβαση των μέγιστων τιμών για τον άνθρακα κατά 0,03% κατά βάρος, με την προϋπόθεση ότι το ισοδύναμο άνθρακα μειώνεται κατά 0,02% κατά βάρος.

^β Υψηλότερες περιεκτικότητες αζώτου είναι επιτρεπτές εάν υπάρχουν επαρκείς ποσότητες στοιχείων που δεσμεύουν το άζωτο.

Η ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα C_{eq} υπολογίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$C_{eq} = C + (Mn/6) + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15,$$

Η συγκολλησιμότητα εξασφαλίζεται

- Από τη χημική σύσταση
- Υπό προϋποθέσεις Εξασφαλίζεται με κατάλληλο σχεδιασμό και ελέγχεται με ειδικές δοκιμές

Χάλυβες οπλισμού B500A και B500C που ορίζονται κατά τα πρότυπα ΕΛΟΤ 1421-2 και ΕΛΟΤ 1421-3 αντιστοίχως, είναι συγκολλήσιμοι από τη χημική σύσταση.

Στις υφιστάμενες κατασκευές έχουν χρησιμοποιηθεί

- Χάλυβες S500s και S400s οι οποίοι είναι συγκολλήσιμοι (από χημική σύσταση)
- Χάλυβες S500, S400 και S220 οι οποίοι είναι συγκολλήσιμοι υπό προϋποθέσεις
- Χάλυβες StI, StIII

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Σε υφιστάμενες κατασκευές:

- Αποκατάσταση μετά από βλάβες
- Ενισχύσεις (μανδύες)
- Χρήση αναμονών με μικρό μήκος
- Αλλαγή χρήσης

Σε νέες κατασκευές:

- Νέα μορφοποιημένα υλικά
- Αγκυρώσεις μικρότερου μήκους
- Συστήματα αγκυρώσεων
- Συγκράτηση ράβδων

Ενίσχυση Πλαισίου Ω.Σ.





Κατασκευή μανδύων ενίσχυσης
σε υποστυλώματα



Τοποθέτηση βλήτρων κατά την κατασκευή μανδυών

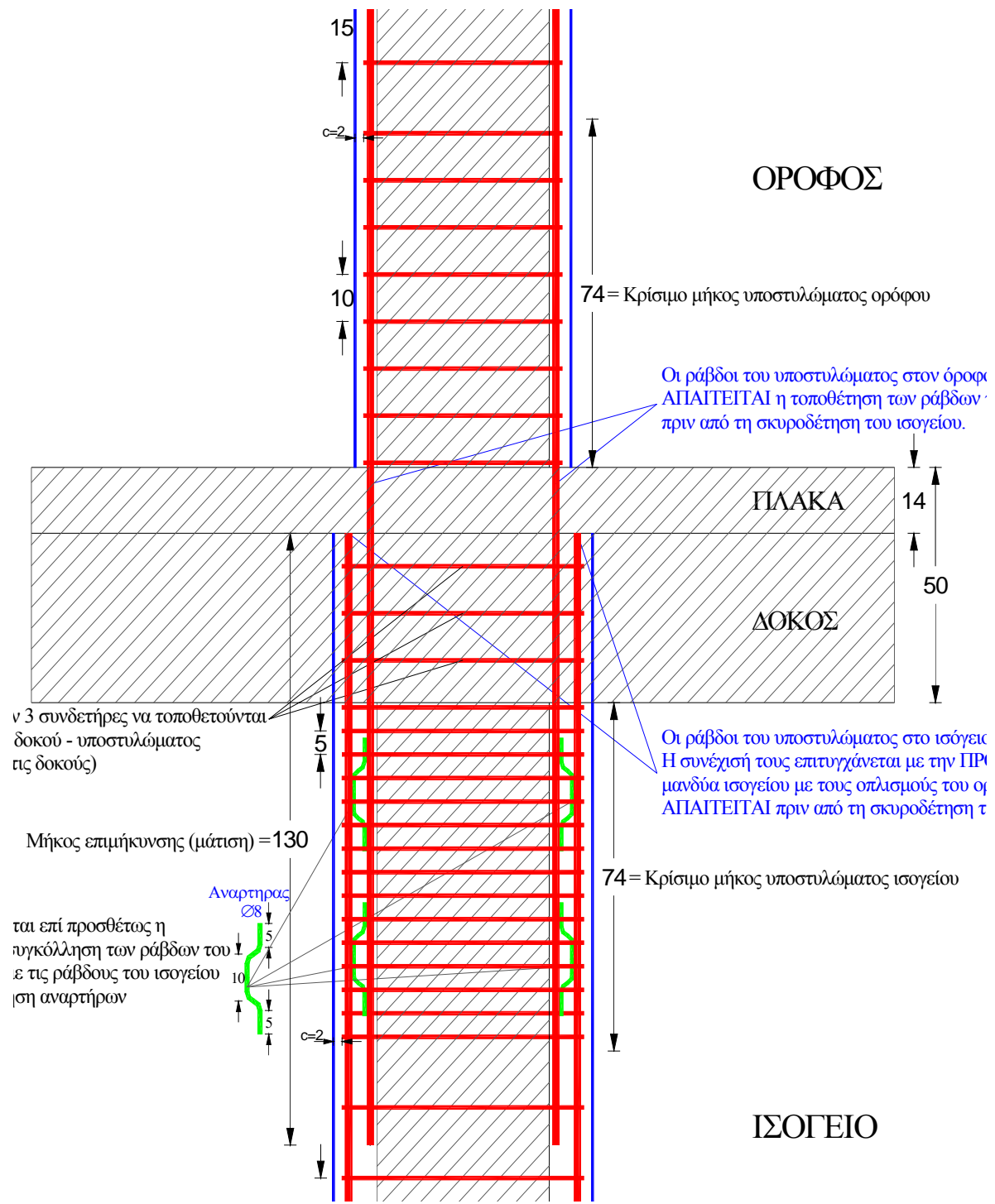


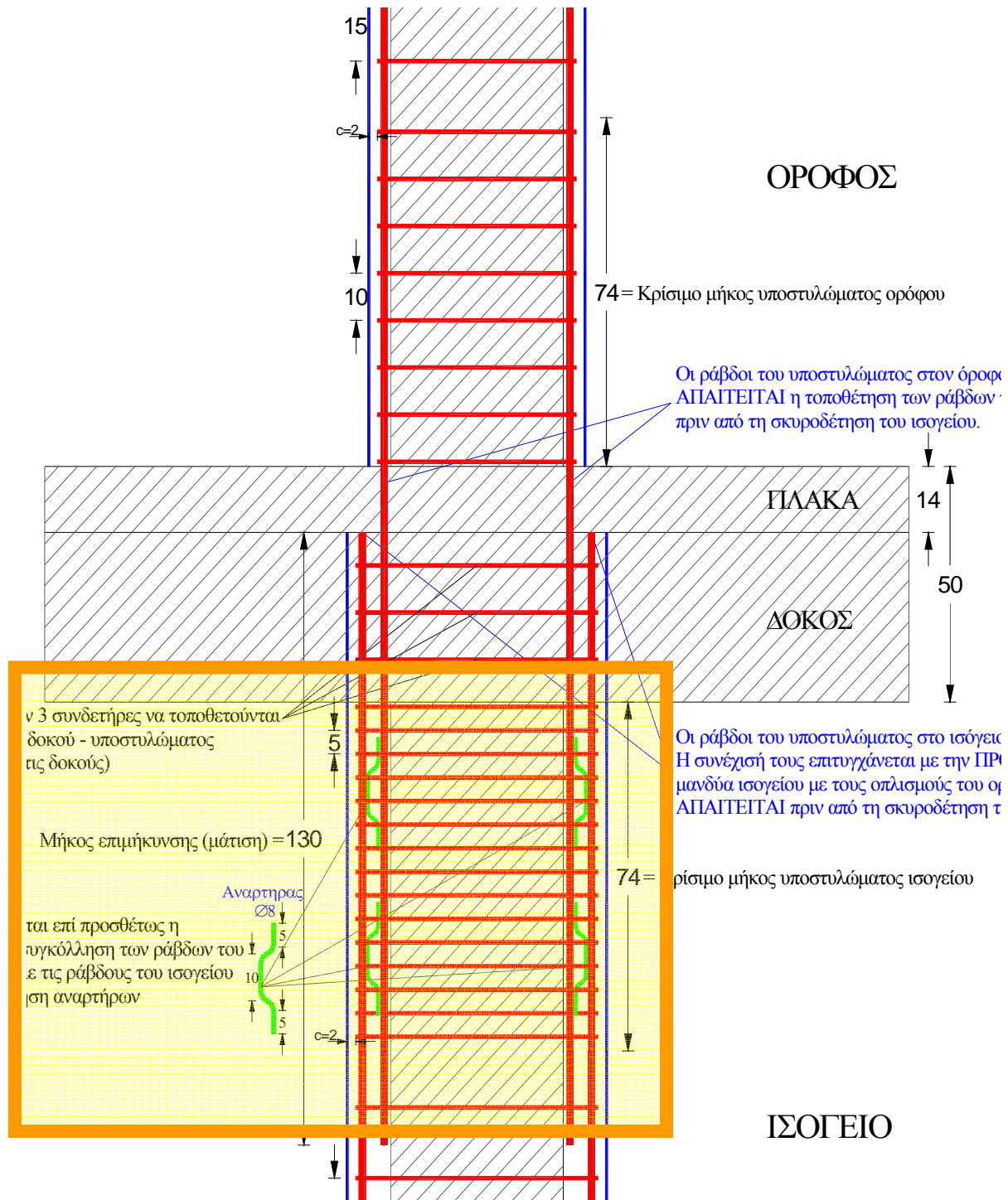












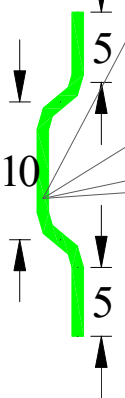
Τουλάχιστον 3 συνδετήρες να τοποθετούνται στον κόμβο δοκού - υποστυλώματος (δια οπών στις δοκούς)

Μήκος επιμήκυνσης (μάτιση) = 130

Προτείνεται επί προσθέτως η ηλεκτροσυγκόλληση των ράβδων του ορόφου με τις ράβδους του ισογείου με τη χρήση αναρτήρων

Αναρτηρας

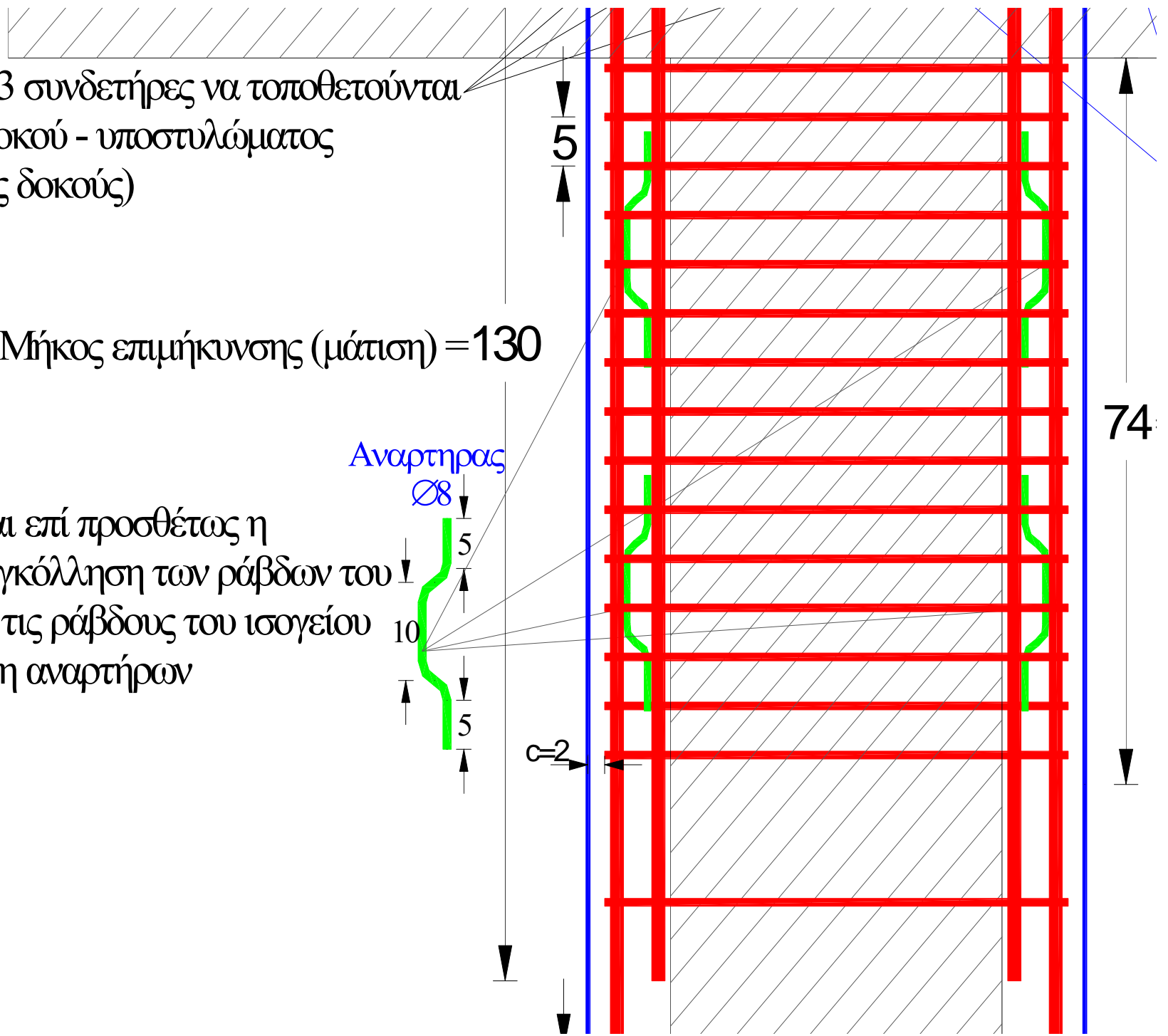
Ø8

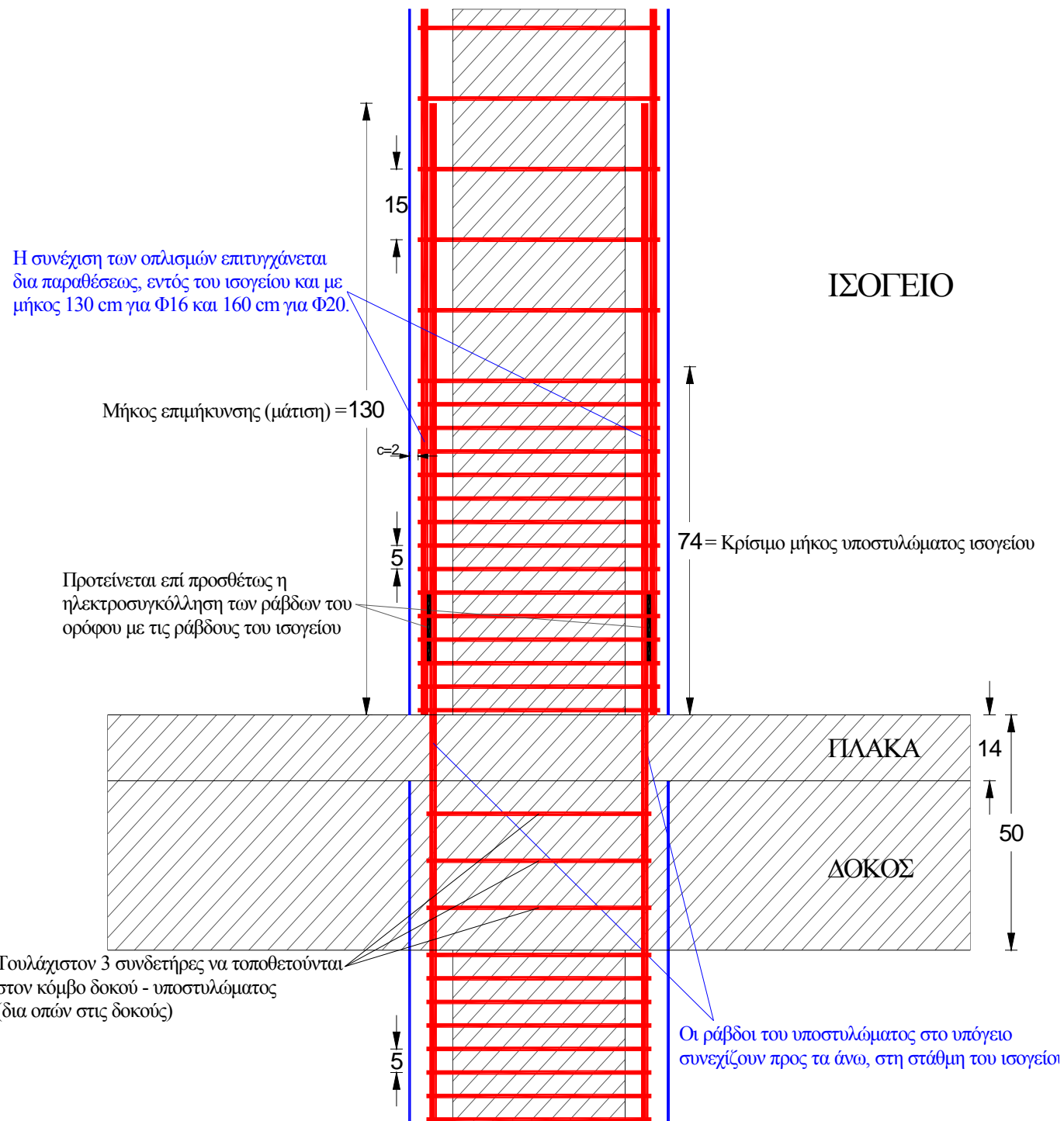


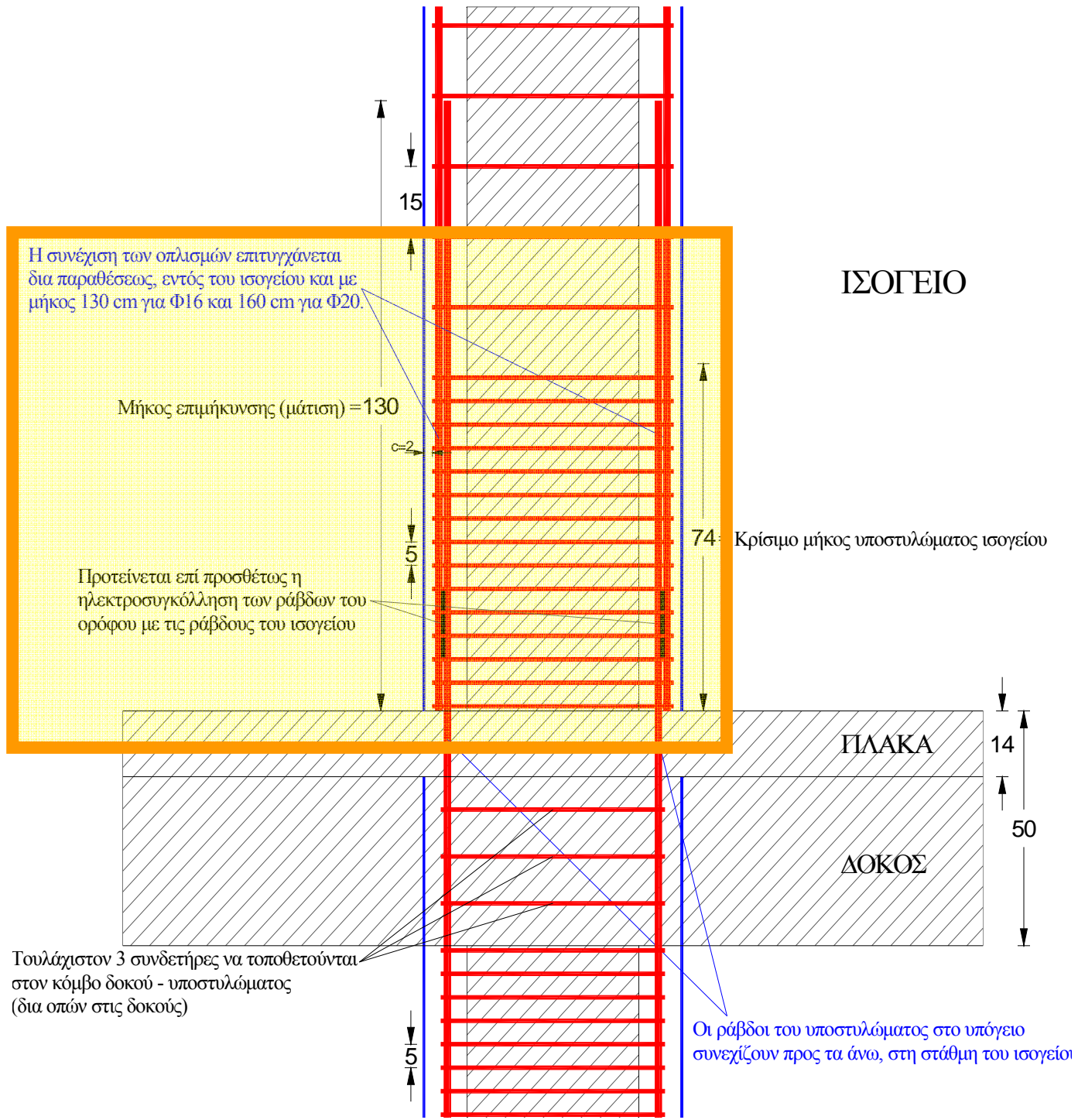
c=2

5

74





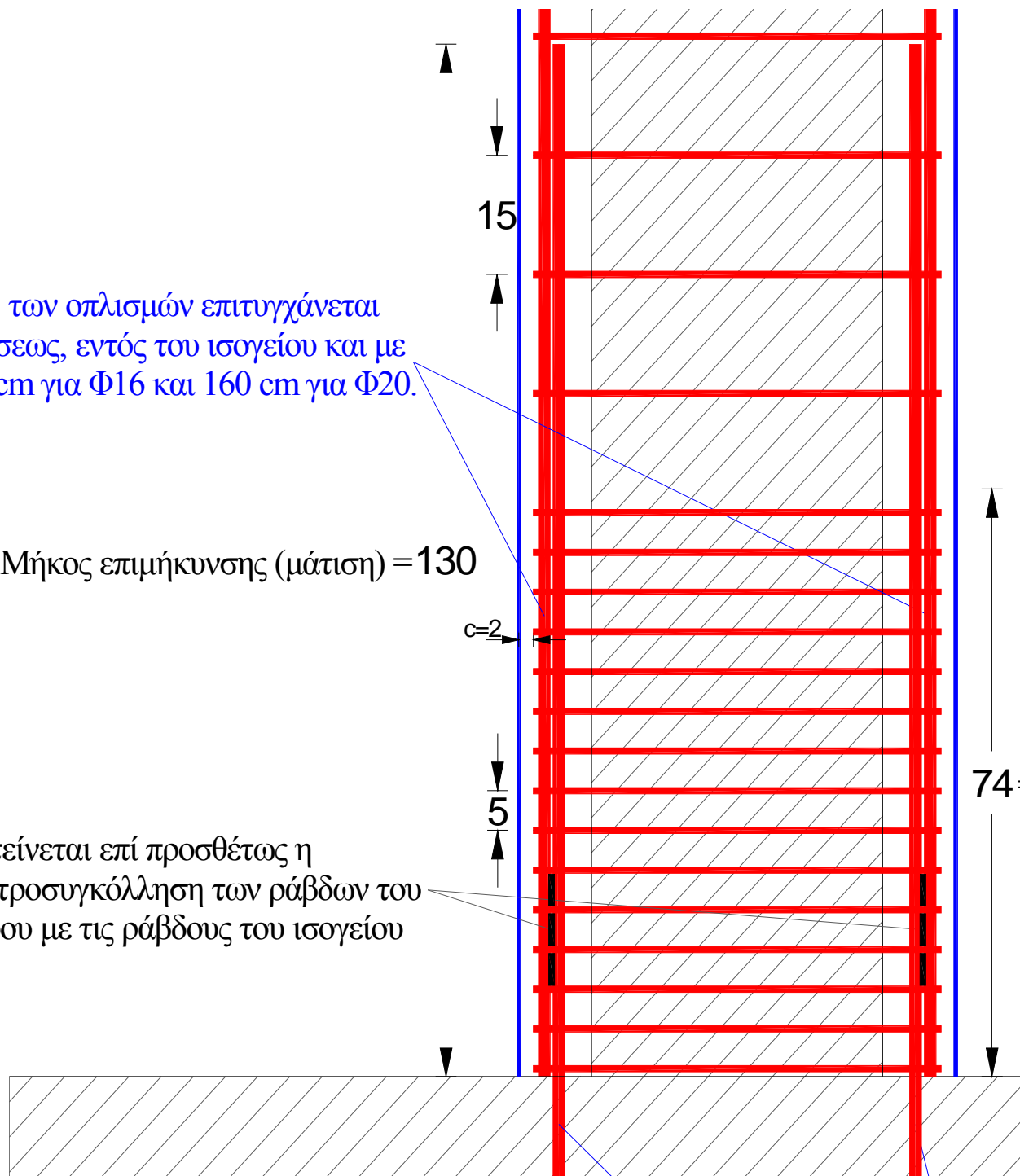


Η συνέχιση των οπλισμών επιτυγχάνεται
δια παραθέσεως, εντός του ισογείου και με
μήκος 130 cm για $\Phi 16$ και 160 cm για $\Phi 20$.

Μήκος επιμήκυνσης (μάτιση) = 130

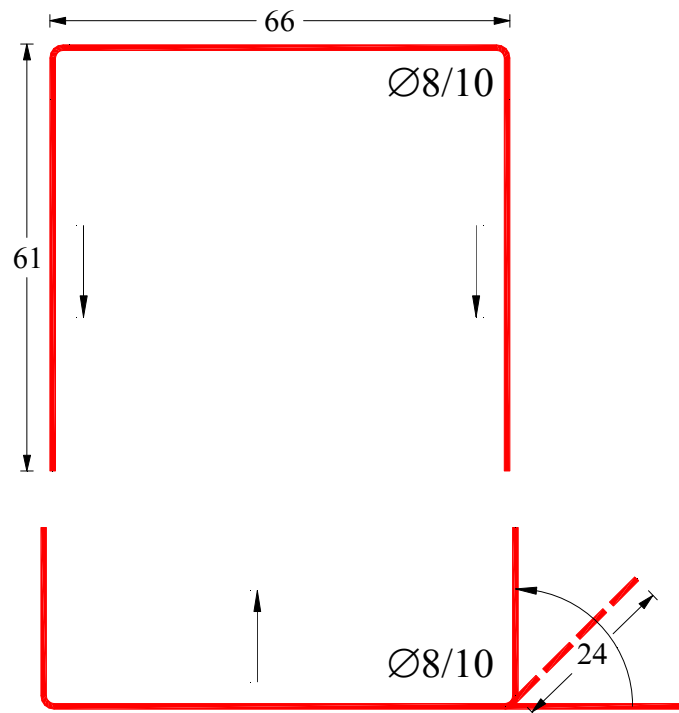
$c=2$

Προτείνεται επί προσθέτως η
ηλεκτροσυγκόλληση των ράβδων του
ορόφου με τις ράβδους του ισογείου

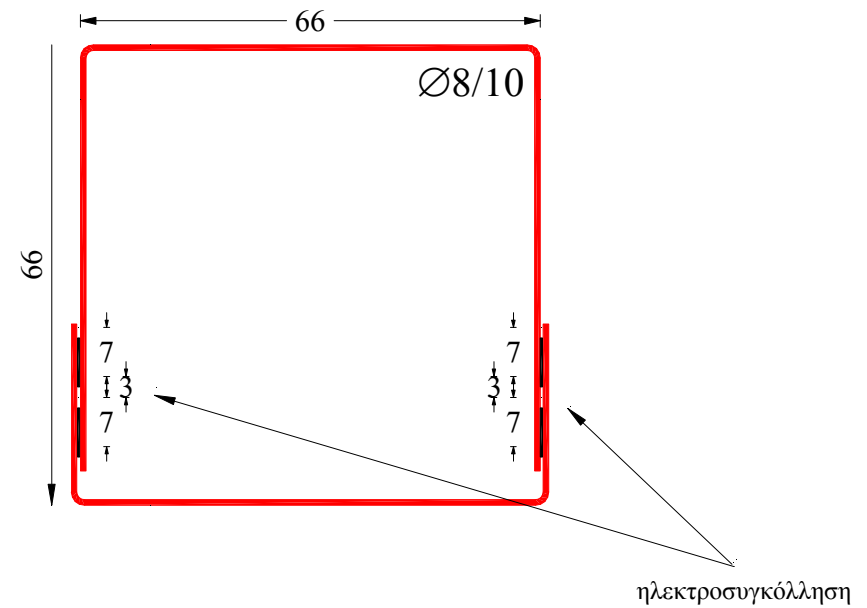


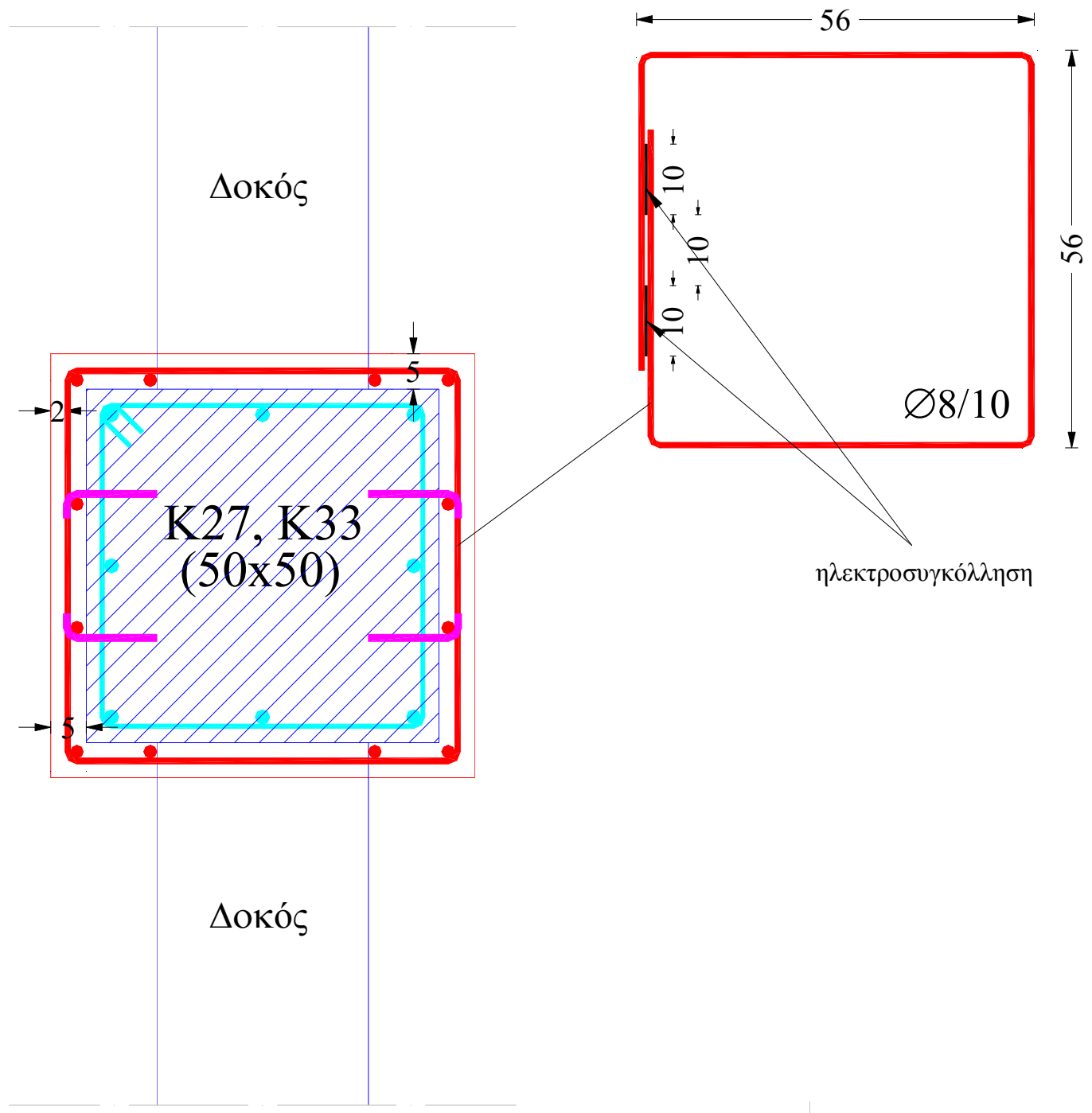
ΣΥΝΔΕΤΗΡΑΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ Κ2 - Κ3

Κατασκευαστική διαμόρφωση
κλειστού συνδετήρα

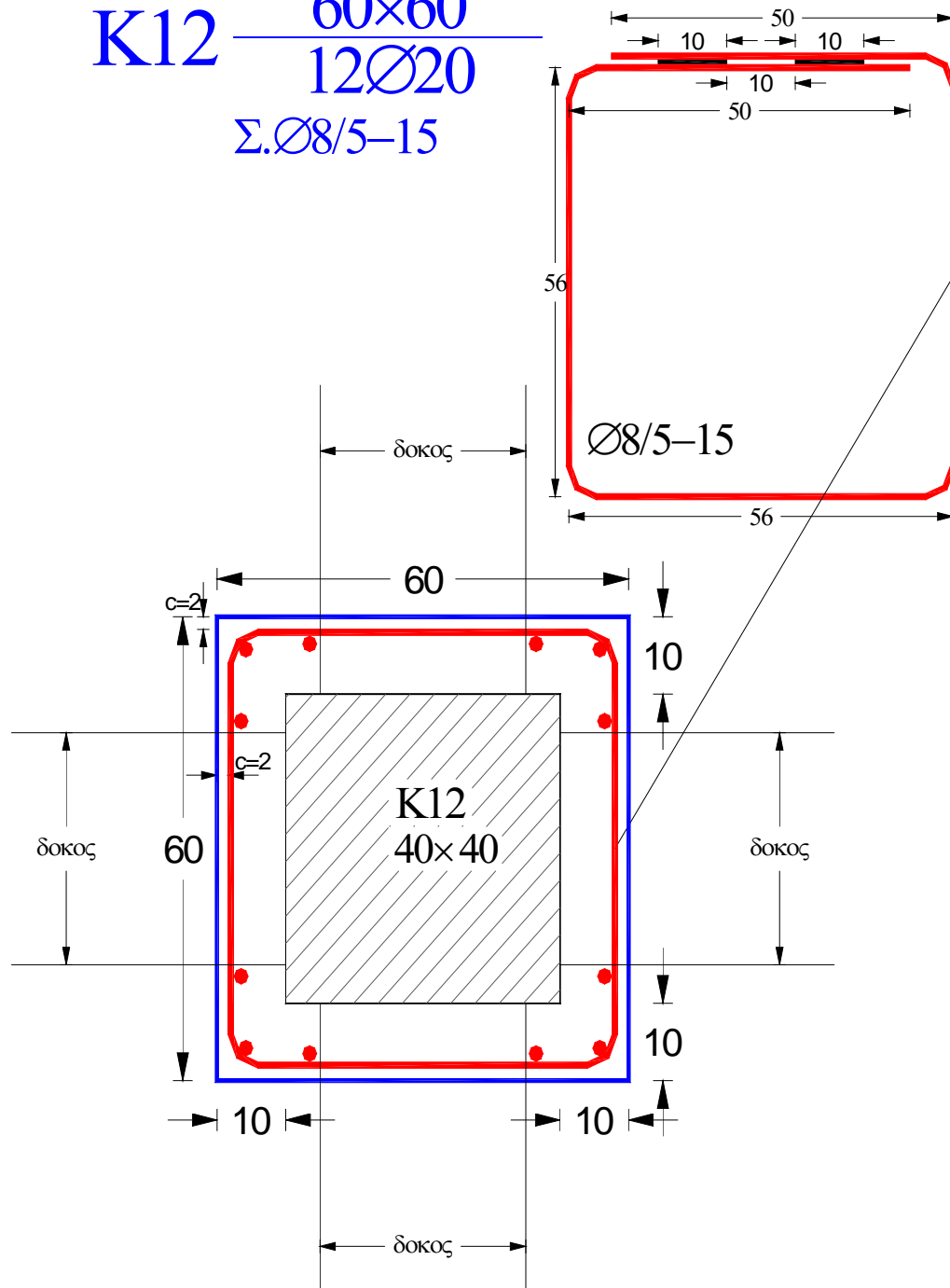


Τελική μορφή και ηλεκτροσυγκολλήσεις
κλειστού συνδετήρα

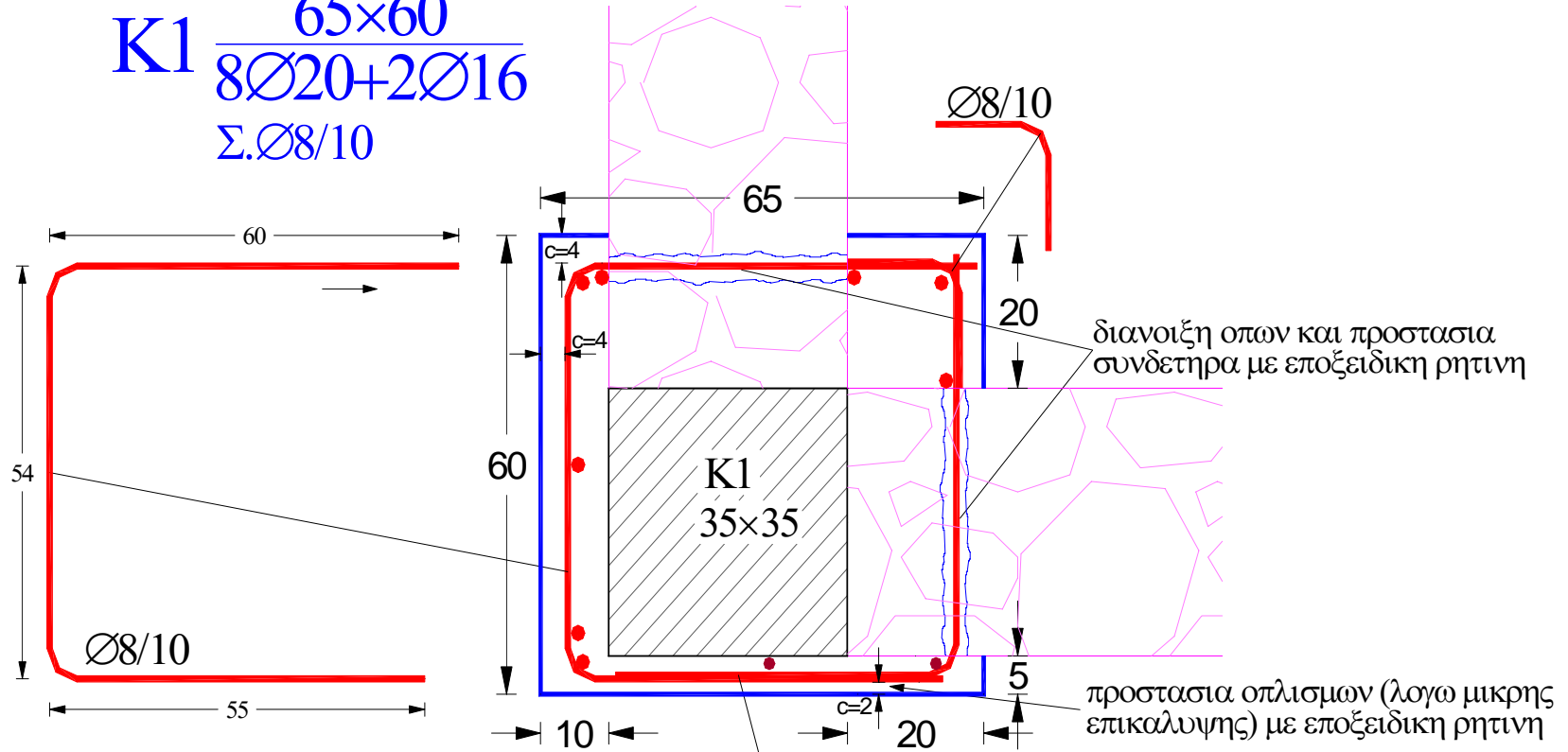




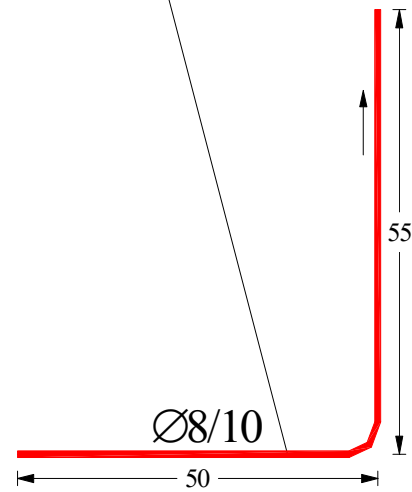
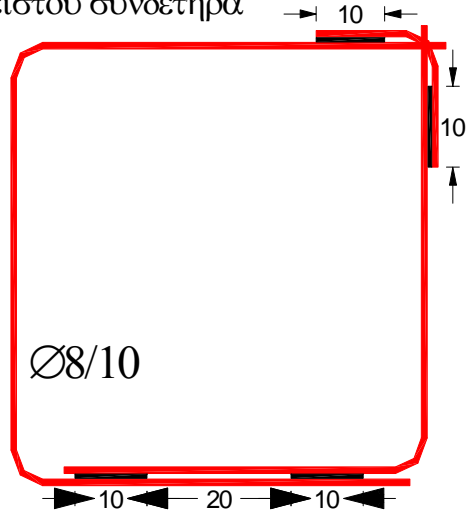
K12 $\frac{60 \times 60}{12 \varnothing 20}$
 $\Sigma. \varnothing 8/5-15$



K1 $\frac{65 \times 60}{8\text{Ø}20 + 2\text{Ø}16}$
 Σ.Ø8/10



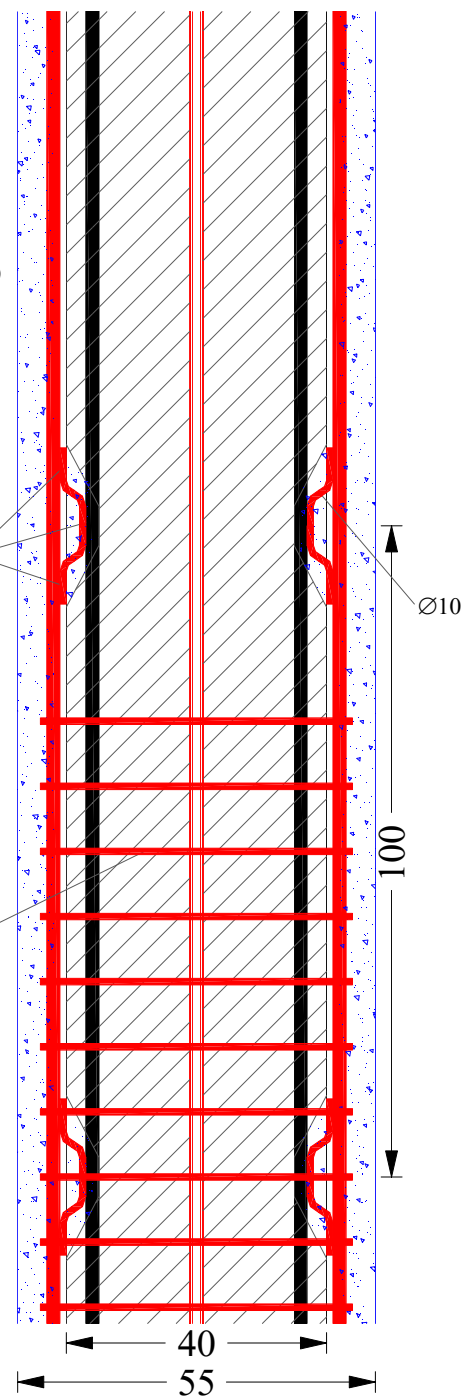
Τελικη μορφη και ηλεκτροσυγκολλησεις κλειστου συνδετηρα



Λεπτομερεια συνδεσης
παλαιας και νεας ραβδου

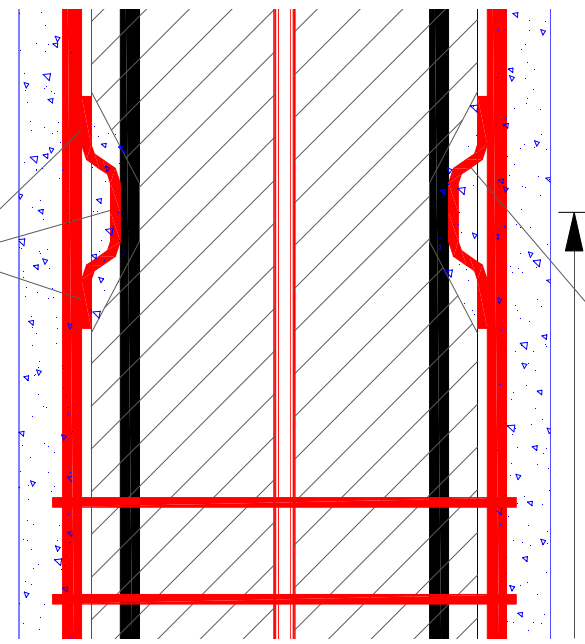
ηλεκτροσυγκόλληση
νεας ραβδου με
υφιστάμενη ραβδο

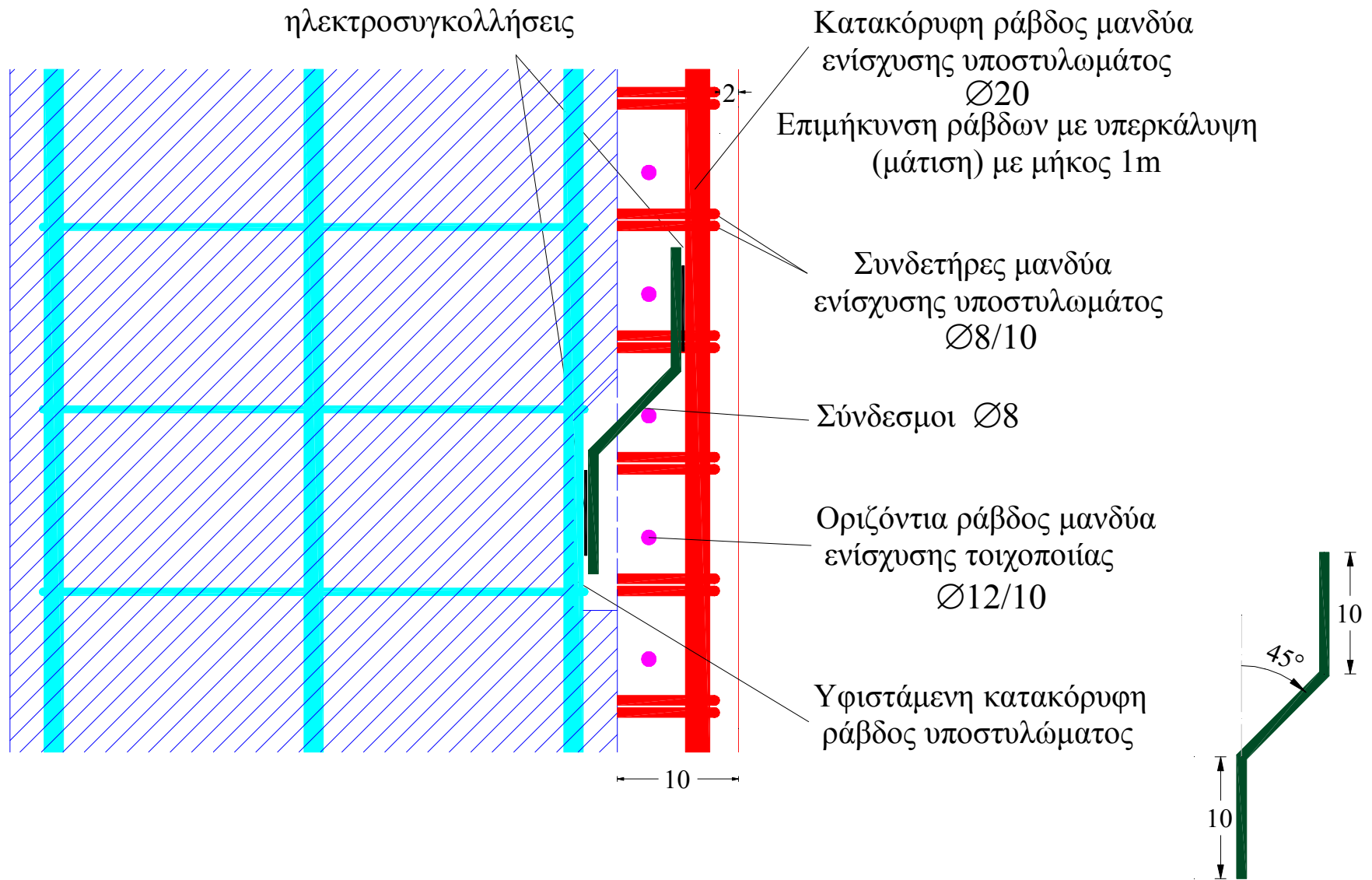
συνδετηρες $\varnothing 8/10$
σε όλο το ύψος του υποστρώματος
(συνεχίζονται και στον κόμβο)

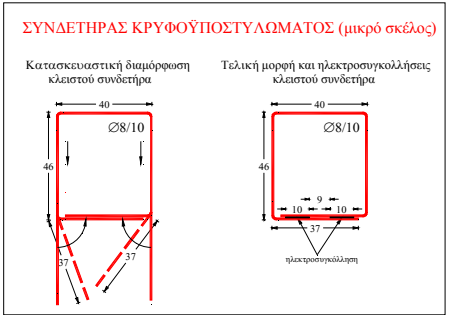
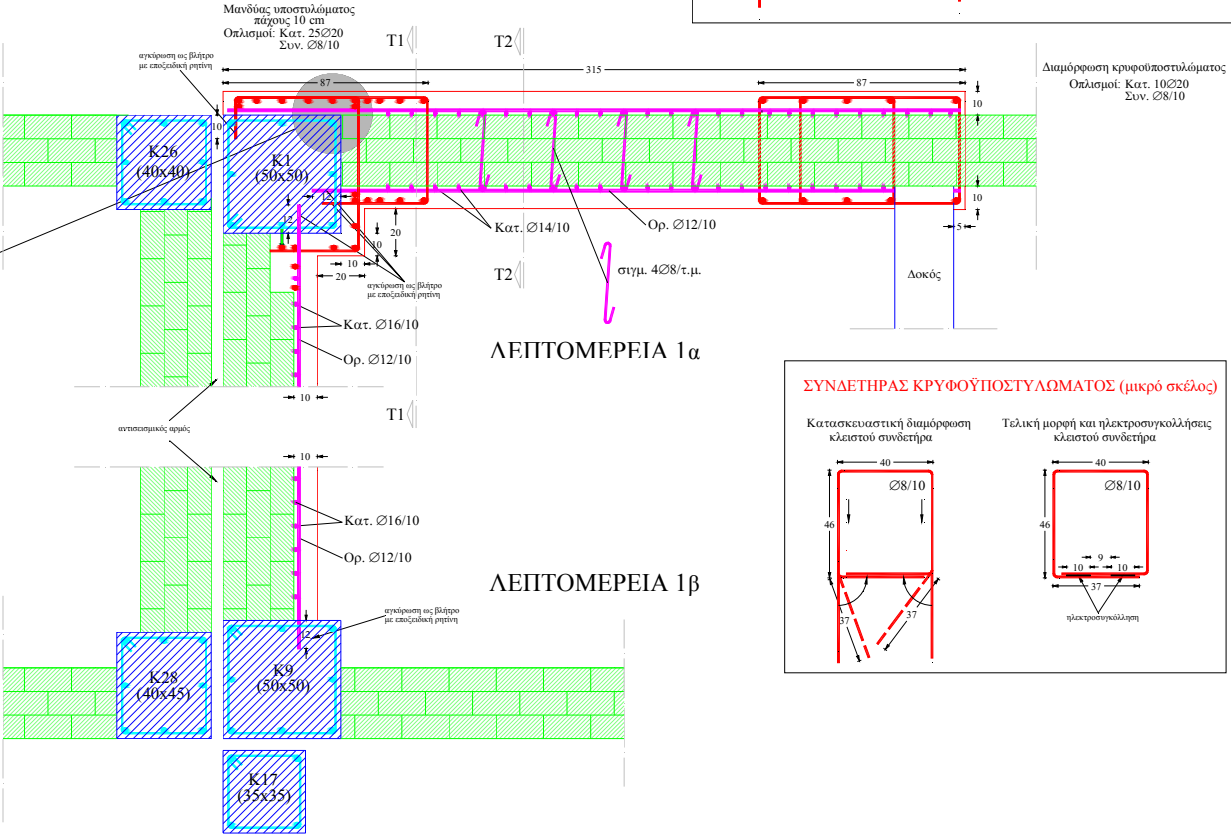
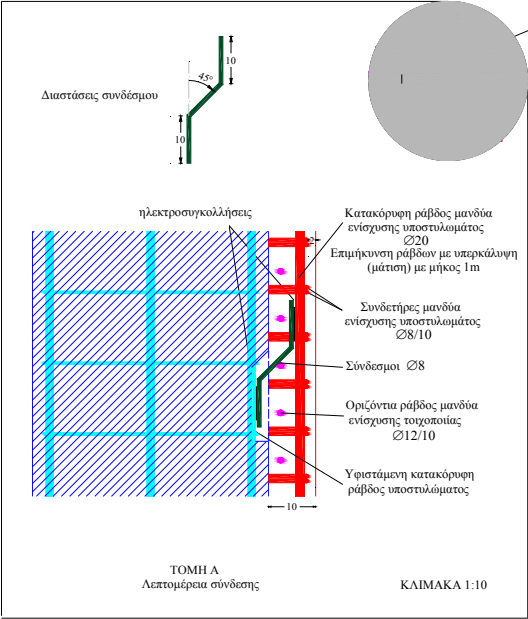
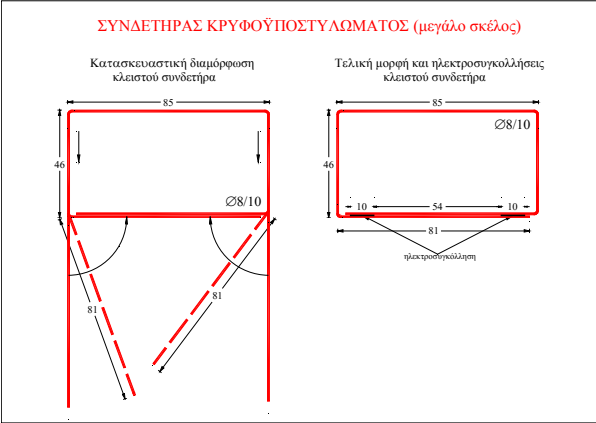
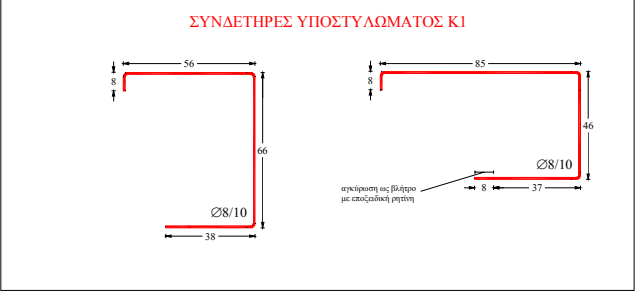


ηλεκτροσυγκόλληση
νεας ραβδου με
υφιστάμενη ραβδο

Ø10



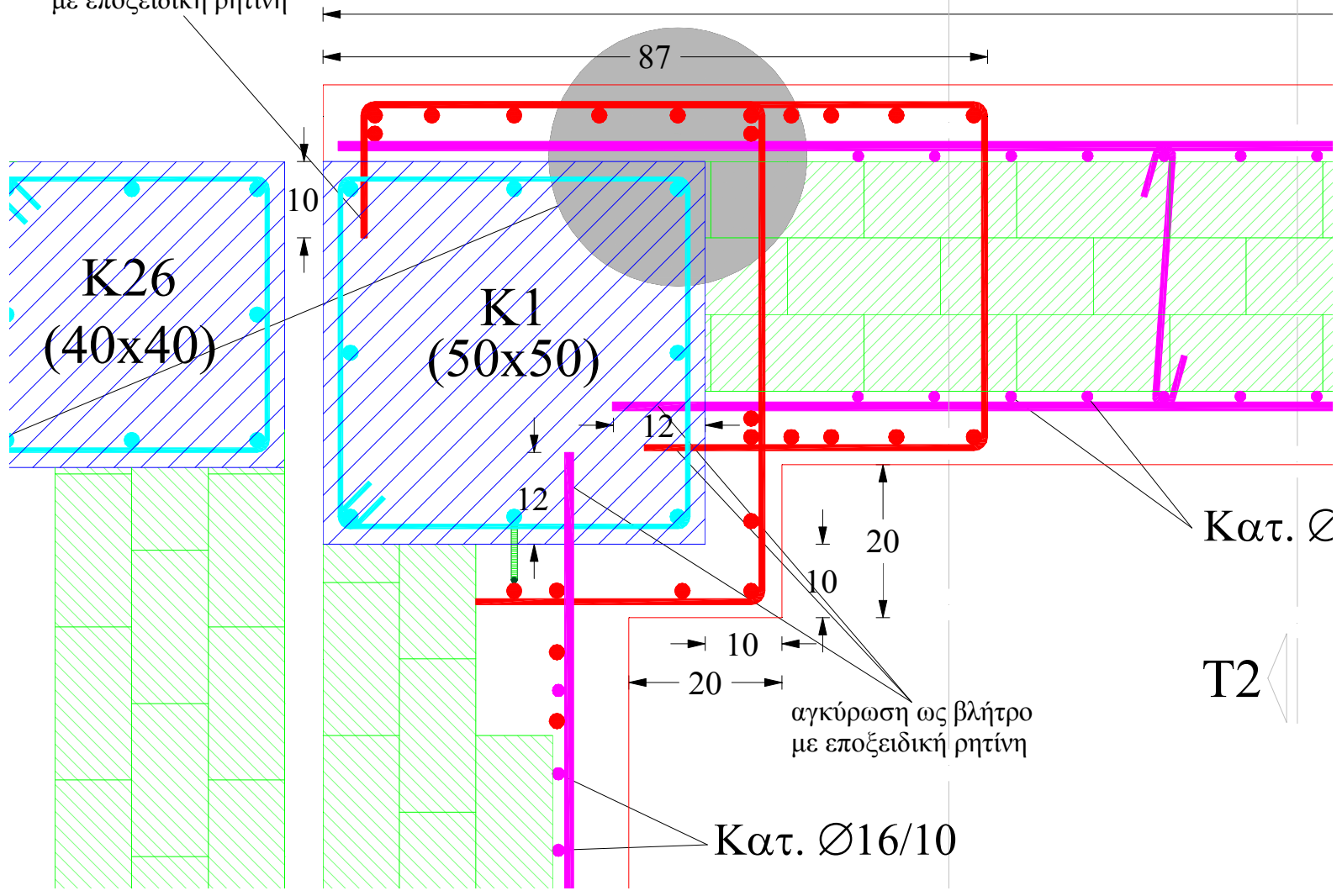


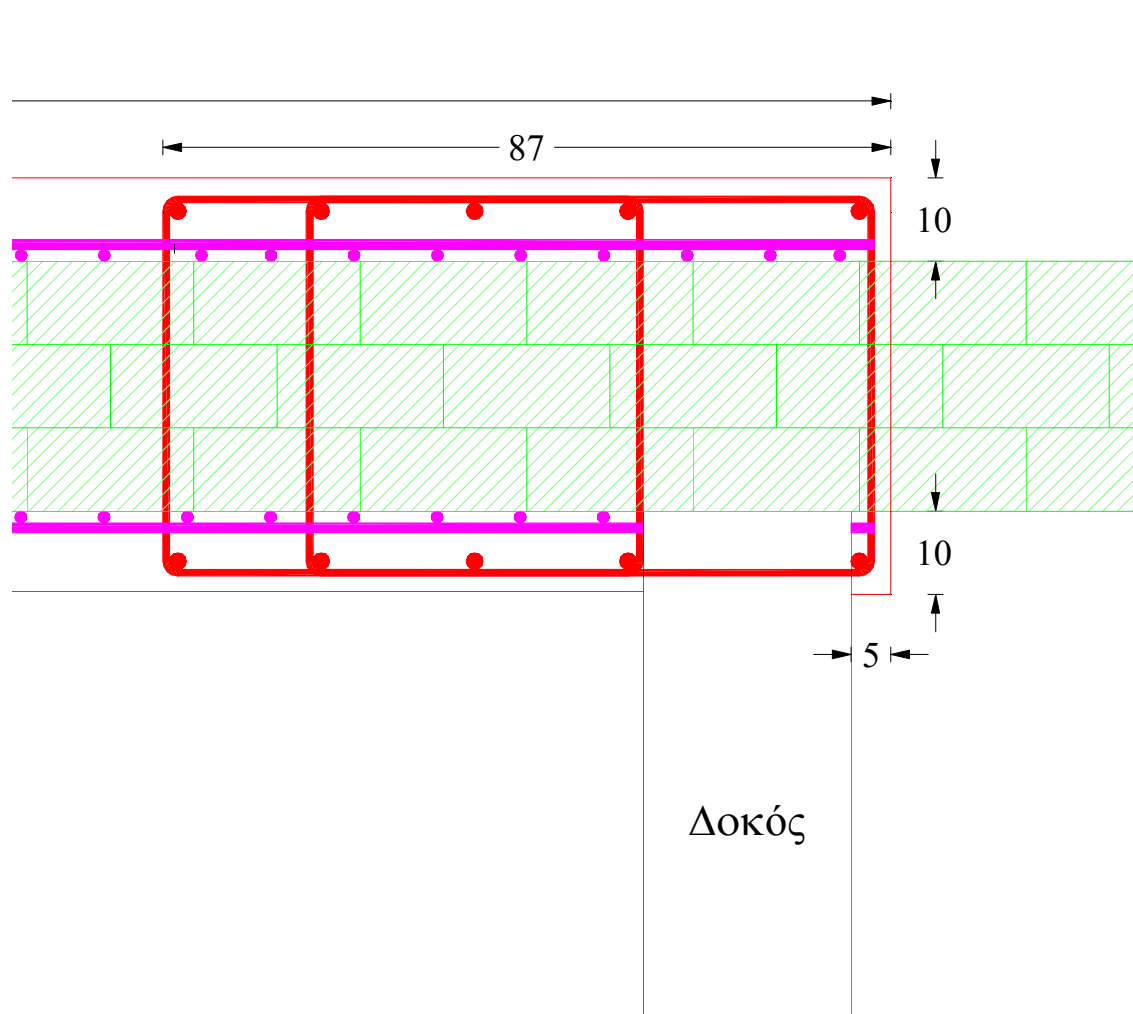


Μανδύας υποστρώματος
πάχους 10 cm
Οπλισμοί: Κατ. 25 \varnothing 20
Συν. \varnothing 8/10

T1 \leftarrow T2 \leftarrow

αγκύρωση ως βλήτρο
με εποξειδική ρητίνη



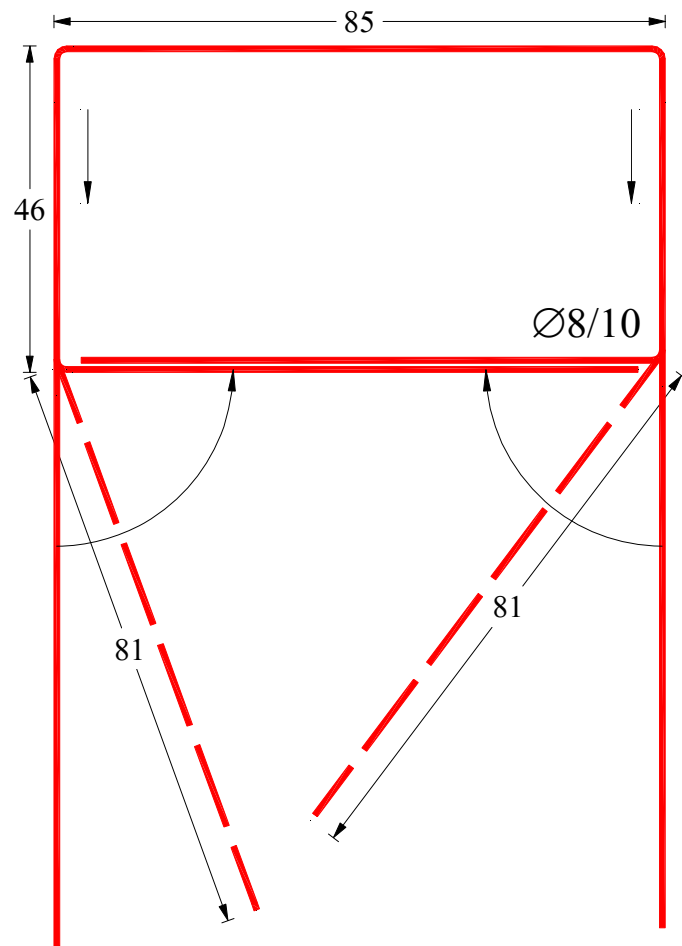


Διαμόρφωση κρυφούποστύλματος

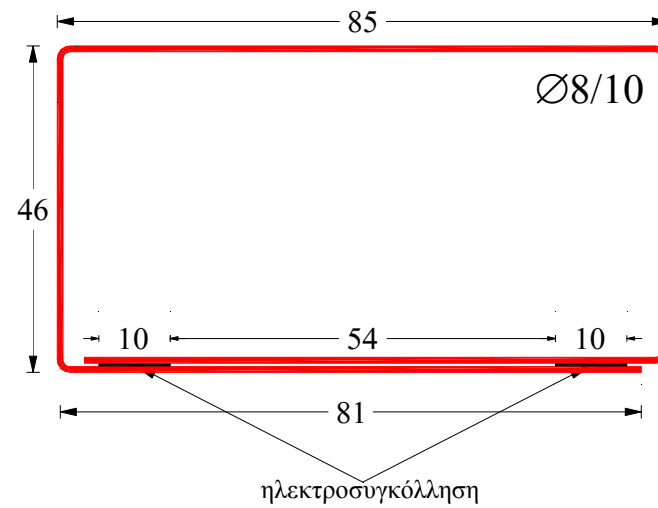
Οπλισμοί: Κατ. 10Ø20
Συν. Ø8/10

ΣΥΝΔΕΤΗΡΑΣ ΚΡΥΦΟΥΪΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ (μεγάλο σκέλος)

Κατασκευαστική διαμόρφωση
κλειστού συνδετήρα

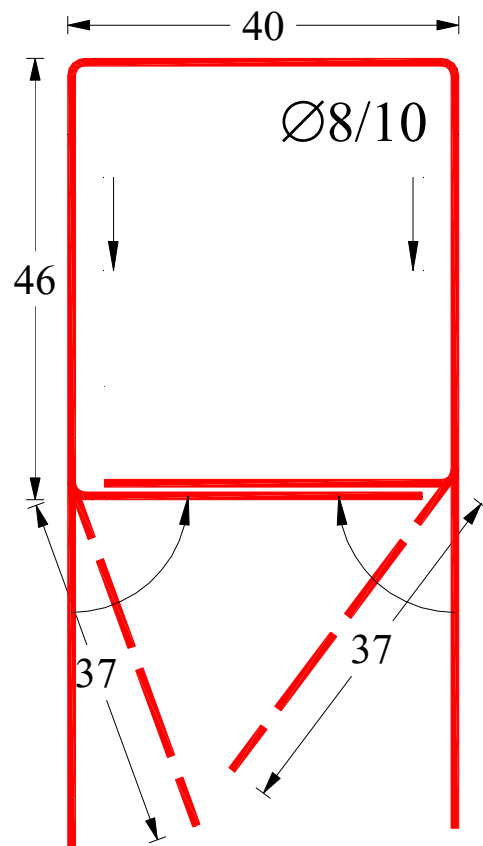


Τελική μορφή και ηλεκτροσυγκολλήσεις
κλειστού συνδετήρα

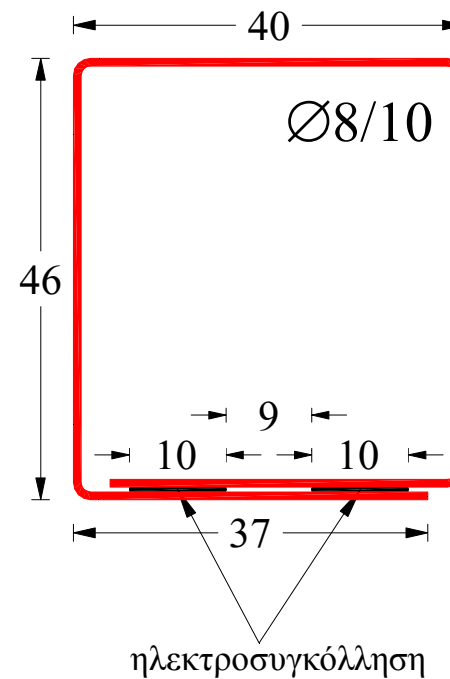


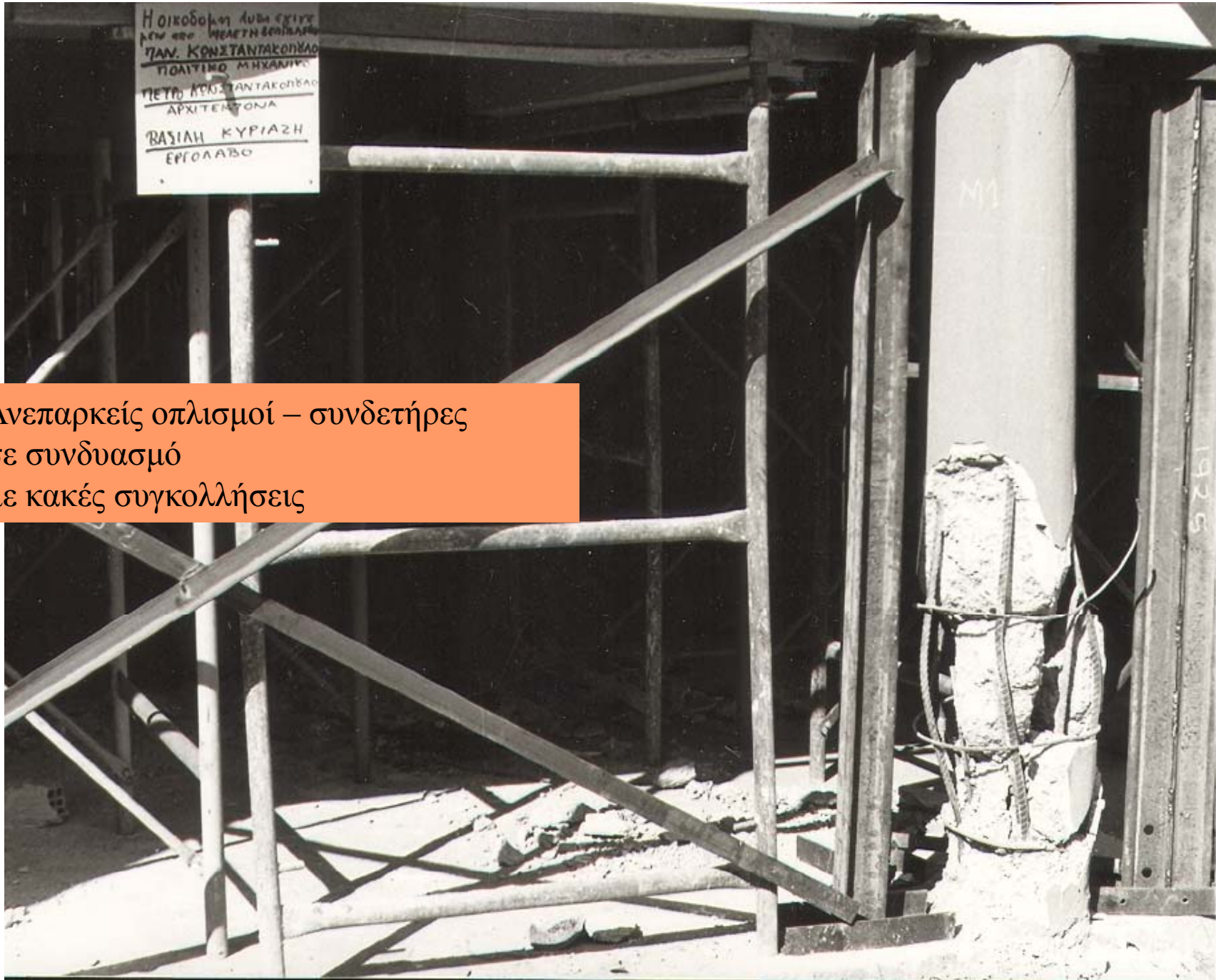
ΣΥΝΔΕΤΗΡΑΣ ΚΡΥΦΟΎΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ (μικρό σκέλος)

Κατασκευαστική διαμόρφωση
κλειστού συνδετήρα



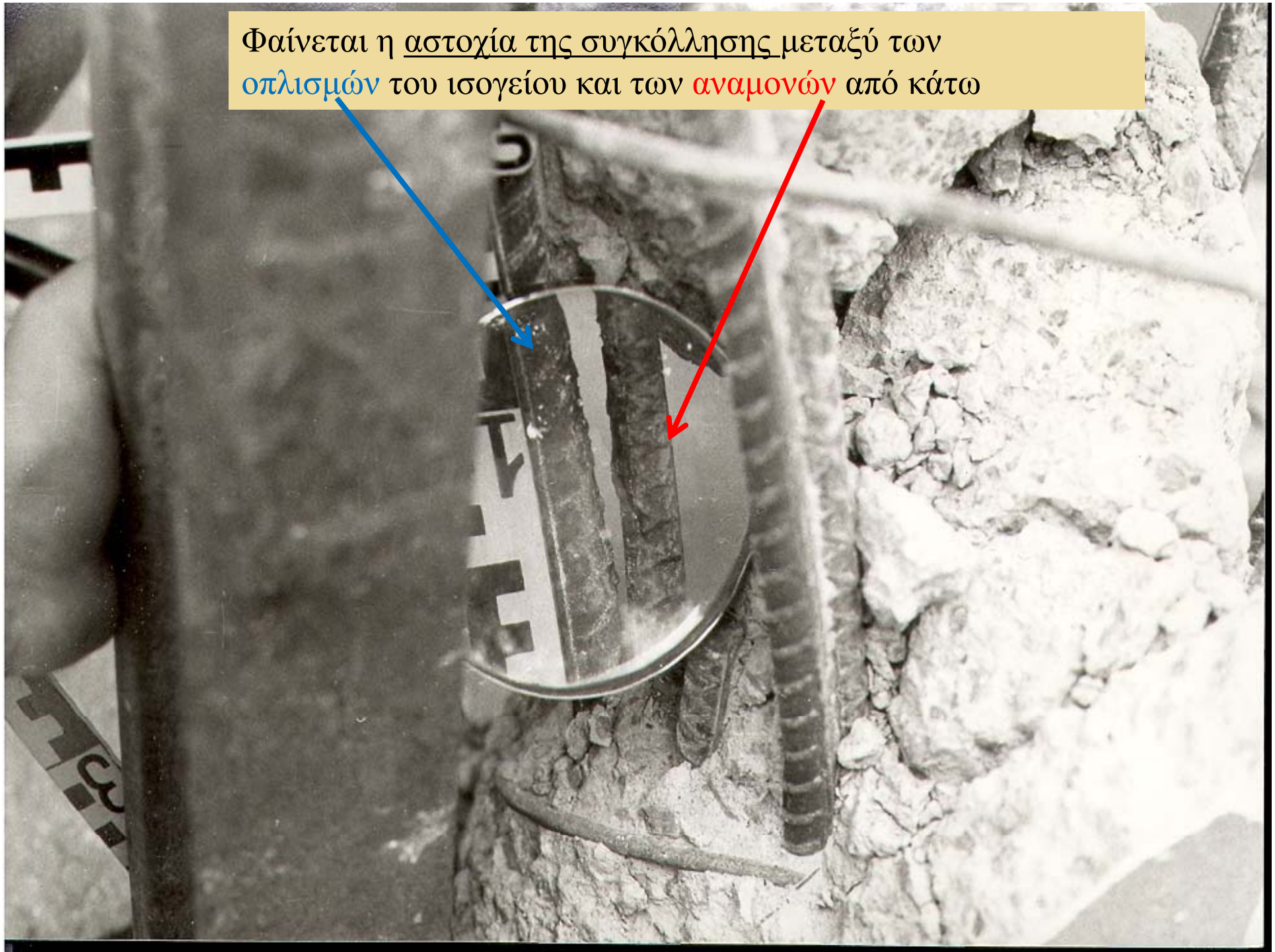
Τελική μορφή και ηλεκτροσυγκολλήσεις
κλειστού συνδετήρα



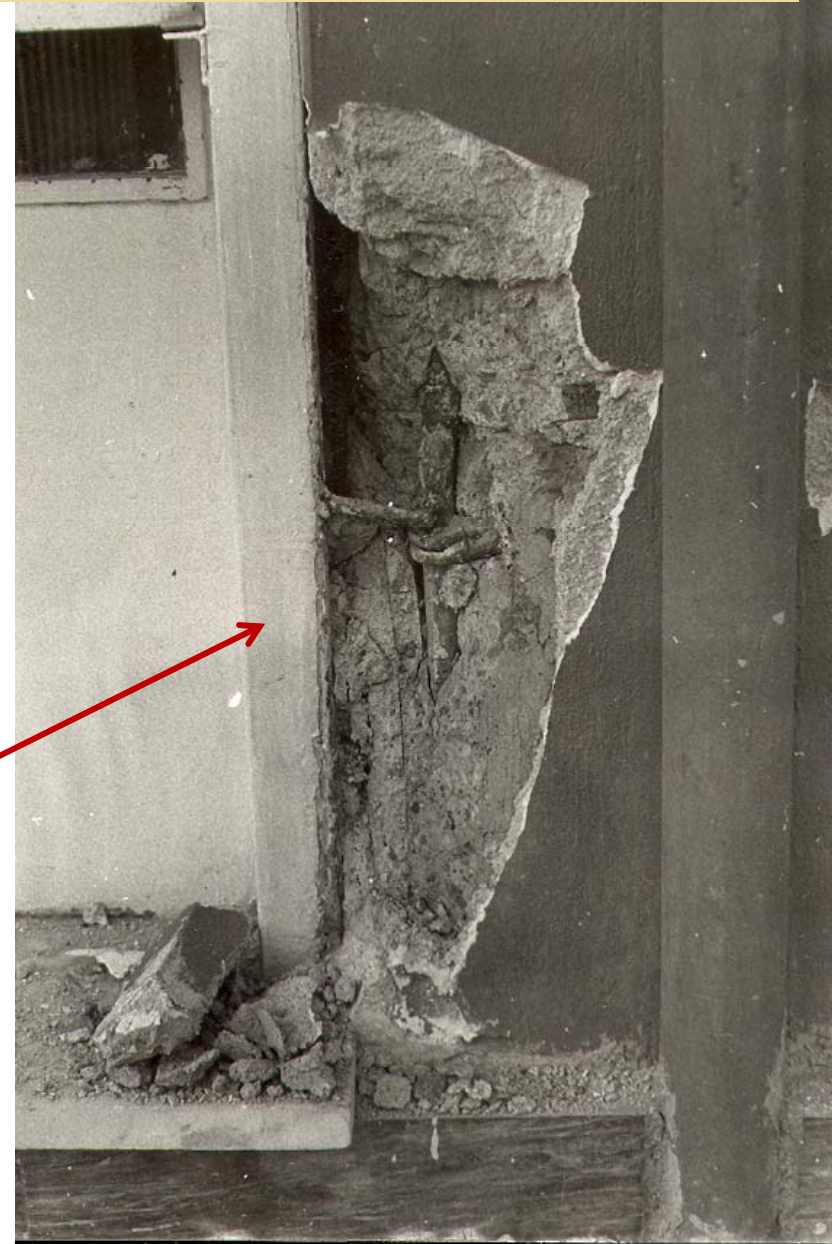


Ανεπαρκείς οπλισμοί – συνδετήρες
σε συνδυασμό
με κακές συγκολλήσεις

Φαίνεται η αστοχία της συγκόλλησης μεταξύ των οπλισμών του ισογείου και των αναμονών από κάτω



Η επέκταση της χρήσης των συγκολλήσεων για τη στήριξη άλλων στοιχείων στους οπλισμούς μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να προκαλέσει **αστοχία δομικού στοιχείου** (αστοχία υποστυλώματος από λυγισμό ράβδου)



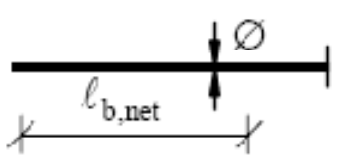
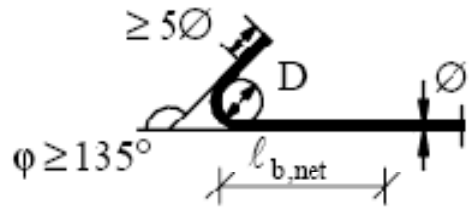
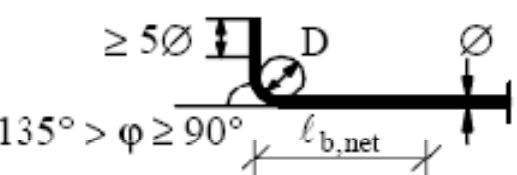
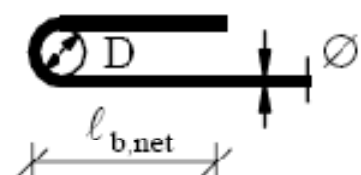
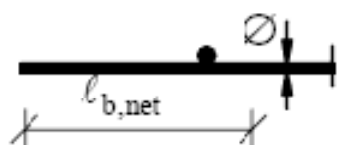


17.6.1 Τύποι αγκυρώσεων

Σε σχέση με την αποδοτικότητά τους οι αγκυρώσεις διακρίνονται σε 4 τύπους (Σχήμα 17.1):

1. Ευθύγραμμες αγκυρώσεις.
2. Καμπύλες αγκυρώσεις (άγκιστρα ημικυκλικά, ορθογωνικά, αναβολείς), με ελάχιστη διάμετρο καμπύλωσης D ίση με αυτή των σειρών $A,1$ και $A,2$ του Πίνακα 17.1.
3. Ευθύγραμμες αγκυρώσεις με τουλάχιστον μια συγκολλημένη εγκάρσια ράβδος στο μήκος αγκύρωσης.

Η εγκάρσια συγκολλημένη ράβδος πρέπει να απέχει το πολύ $5\varnothing$ από τη θέση ενάρξεως του μήκους αγκύρωσης, η δε διάμετρός της πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με $0.6\varnothing$.
4. Αγκυρώσεις με πρόσθετα στοιχεία (σώματα αγκυρώσεως).

Τύποι Αγκύρωσης		Συντελεστής α			
		Ράβδοι υπό:			
		Εφελκυσμό	Θλίψη		
1			1.0	1.0	
2	<p>άγκιστρα ημικυκλικά</p>  <p>$\geq 5\phi$ $\phi \geq 135^\circ$</p>	<p>άγκιστρα ορθογωνικά</p>  <p>$\geq 5\phi$ $135^\circ > \phi \geq 90^\circ$</p>	<p>αναβολείς</p> 	0.7	1.0
3			0.7	0.7	

Σχήμα 17.1: Τύποι αγκυρώσεων και τιμές του συντελεστή α της εξίσωσης 17.2 (για το $l_{b,net}$ και το συντελεστή α, βλ. παρ. 17.6.3)

17.6.2 Βασικό μήκος αγκύρωσης

Το βασικό μήκος αγκύρωσης l_b είναι το μήκος αγκύρωσης τύπου 1 με πλήρη εκμετάλλευση της αντοχής της ράβδου.

Για μεμονωμένες ράβδους και συγκολλητά δομικά πλέγματα ράβδων με νευρώσεις, το l_b προσδιορίζεται από τη σχέση (17.1):

$$l_b = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \dots\dots\dots (17.1)$$

17.6.3 Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης

Το απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης κατά προέκταση της ράβδου $l_{b,net}$ εξαρτάται από τον τύπο της αγκύρωσης και την υπάρχουσα τάση στο χάλυβα, και υπολογίζεται για μεμονωμένες ράβδους και συγκολλητά δομικά πλέγματα ράβδων με νευρώσεις από την εξ. (17.2):

$$l_{b,net} = \alpha \cdot l_b \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \geq l_{b,min} \dots\dots\dots (17.2)$$

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Αγκύρωση **κάτω ράβδου δοκού** διαμέτρου **Ø16** ποιότητας **B500C** σε σκυρόδεμα ποιότητας **C16/20**:

$f_{bd} = 2.0 \text{ MPa}$ (περιοχή I - ευνοϊκές συνθήκες συνάφειας)

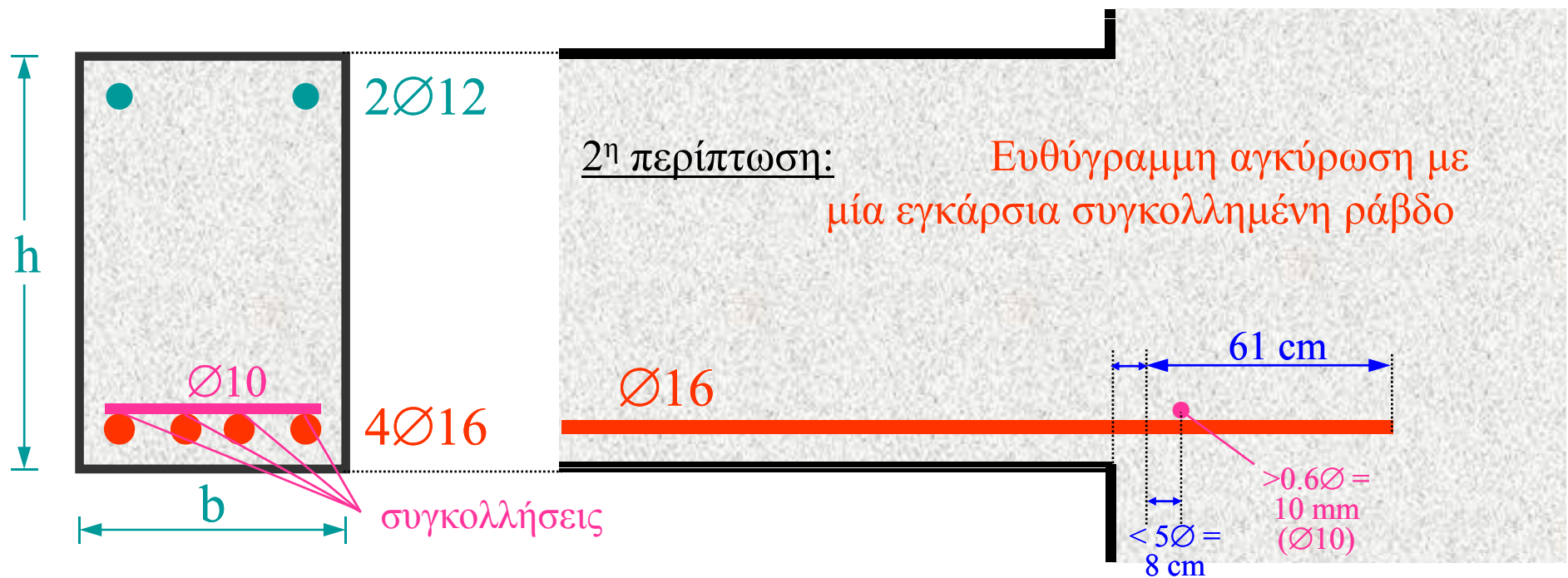
$$\ell_b = 870 \text{ mm} = 87 \text{ cm}$$

1^η περίπτωση: **Ευθύγραμμη αγκύρωση:** $\alpha = 1.0$

$$\ell_{b,net} = \ell_b = 870 \text{ mm} = 87 \text{ cm}$$

2^η περίπτωση: **Ευθύγραμμη αγκύρωση με μία εγκάρσια συγκολλημένη ράβδο:** $\alpha = 0.7$

$$\ell_{b,net} = 0.7 \times \ell_b = 609 \text{ mm} = 61 \text{ cm}$$

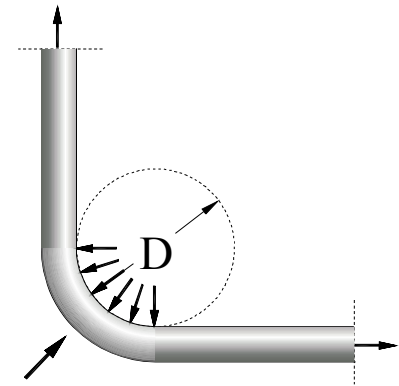


Κάμψη και συγκόλληση χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος

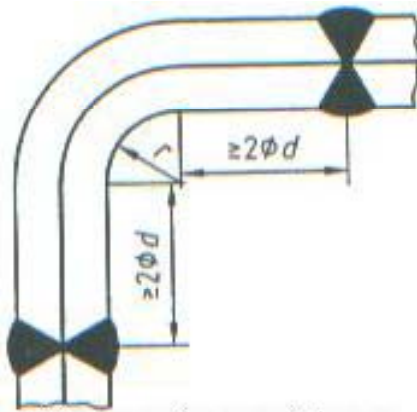
Γενικός κανόνας:

Πρώτα κάμψη

Μετά συγκόλληση

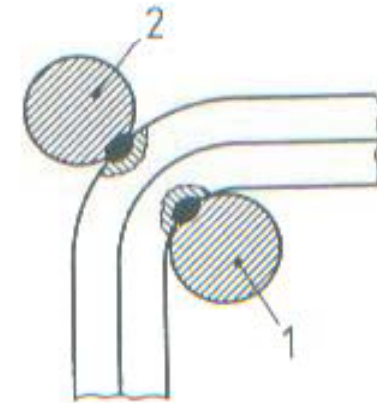


Αν η κάμψη προηγείται της συγκόλλησης....



Σχήμα : Μειωπική συγκόλληση κοντά σε κάμψη που έχει προηγηθεί

Δυνατότητα συγκόλλησης και πάνω στην κάμψη



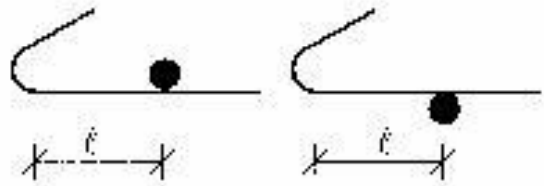

Σχήμα : Σταυρωτή συγκόλληση πάνω σε κάμψη που έχει προηγηθεί

- 1 Συγκόλληση στην εσωτερική πλευρά
- 2 Συγκόλληση στην εξωτερική πλευρά

Αν η συγκόλληση προηγείται της κάμψης....

- Η συγκόλληση πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 4Φ , διαφορετικά:
- Η διάμετρος του τύμπανου κάμψης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την συμβατικά προβλεπόμενη.
- Ο ΕΚΩΣ ορίζει 20Φ , δηλαδή **πρακτικά το απαγορεύει**

Σχήμα 127: Ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης για συγκολλητούς σπλισμούς σύμφωνα με ΕΚΩΣ 2000

Συγκολλήσεις εκτός καμπύλου τμήματος	Συγκολλήσεις εντός καμπύλου τμήματος
	
$l < 4\Phi : 20\Phi$ $l \geq 4\Phi : \text{Ισχύουν οι τιμές του Πιν. 17.1}$	20Φ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ



- Συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου **Επιτρέπονται στο εργοτάξιο**

Χειρωνακτική με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW)

Ημιαυτόματη σε προστατευτική ατμόσφαιρα (GMAW, MAG με μείγμα Ar-CO₂)

Ημιαυτόματη σε προστατευτική ατμόσφαιρα Ar-CO₂ με σωληνωτά ηλεκτρόδια (FCAW)

Ημιαυτόματη αυτοπροστατευόμενη με σωληνωτά ηλεκτρόδια (FCAW).

- Συγκόλληση με **ηλεκτρική αντίσταση**

Σημειακή (spot resistance welding)

Μετωπική (resistance butt welding)

- Συγκόλληση με **προεξοχή** (projection welding)

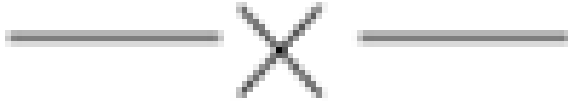
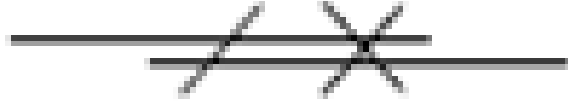

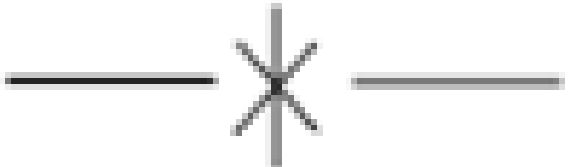
- Αυτογενή συγκόλληση με **συμπίεση και θέρμανση με αέριο**
(oxy-fuel gas pressure welding)

- Αυτογενή συγκόλληση με **σπινθηρισμούς** (flash welding)

- Συγκόλληση με **τριβή** (friction welding)

ΤΥΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

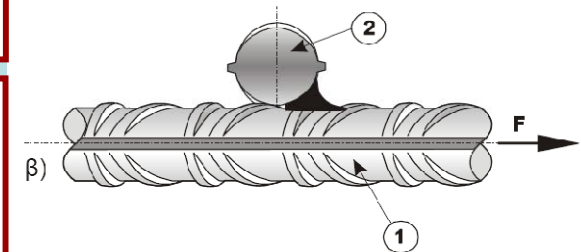
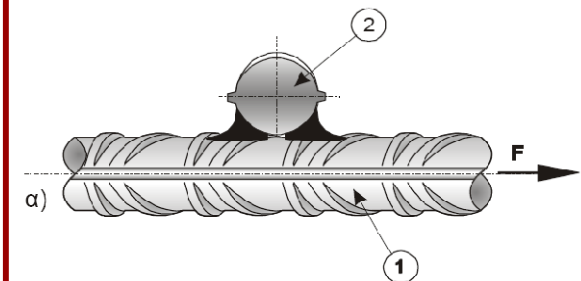
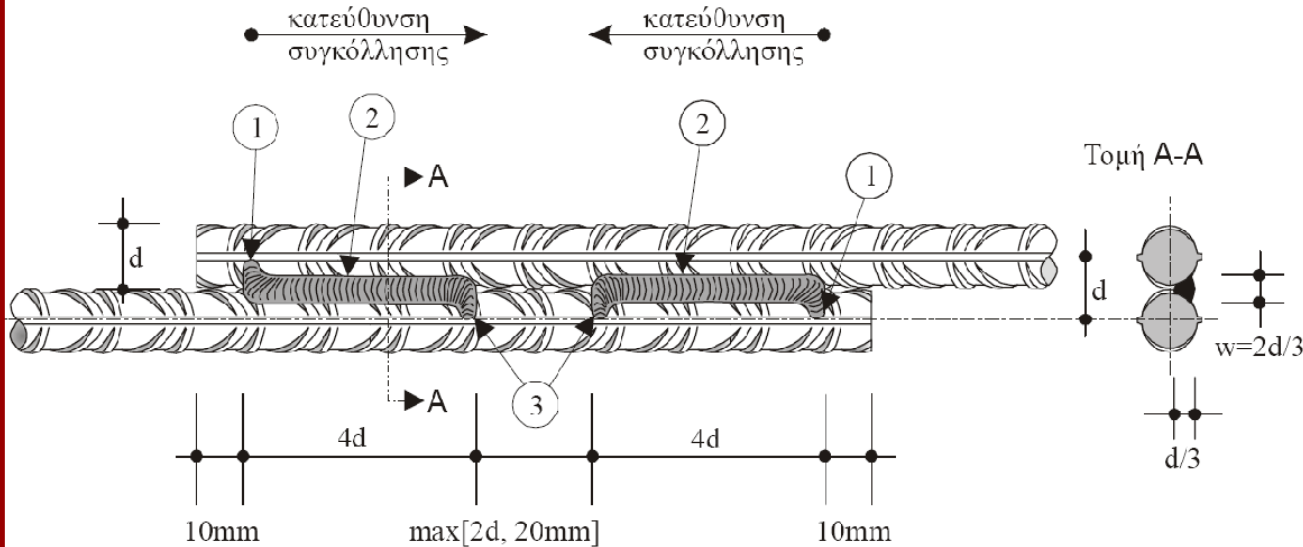


- Μετωπική 
- Κατά παράθεση 
- Με λωρίδες 
- Σταυρωτή 

ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΞΟΥ

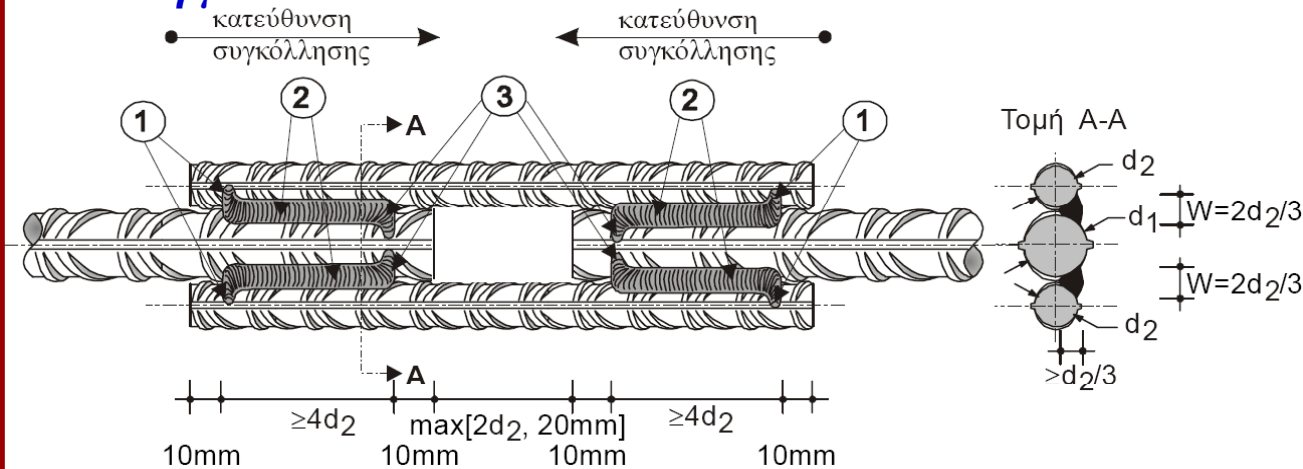


Συνήθης πρακτική σύνδεσης ΚΑΤΑ ΠΑΡΑΘΕΣΗ



1 : διαμήκης ράβδος
 2 : εγκάρσια ράβδος
 F : η δύναμη προς αγκύρωση

Σύνδεση με ΛΩΡΙΔΕΣ



Η σημειούμενη κατεύθυνση συγκόλλησης αφορά οριζόντιες ράβδους. Αν οι ράβδοι είναι κατακόρυφες, η συγκόλληση γίνεται από κάτω προς τα πάνω.

ΣΤΑΥΡΩΤΗ
 σημειακή συγκόλληση με
 τεχνικές τόξου

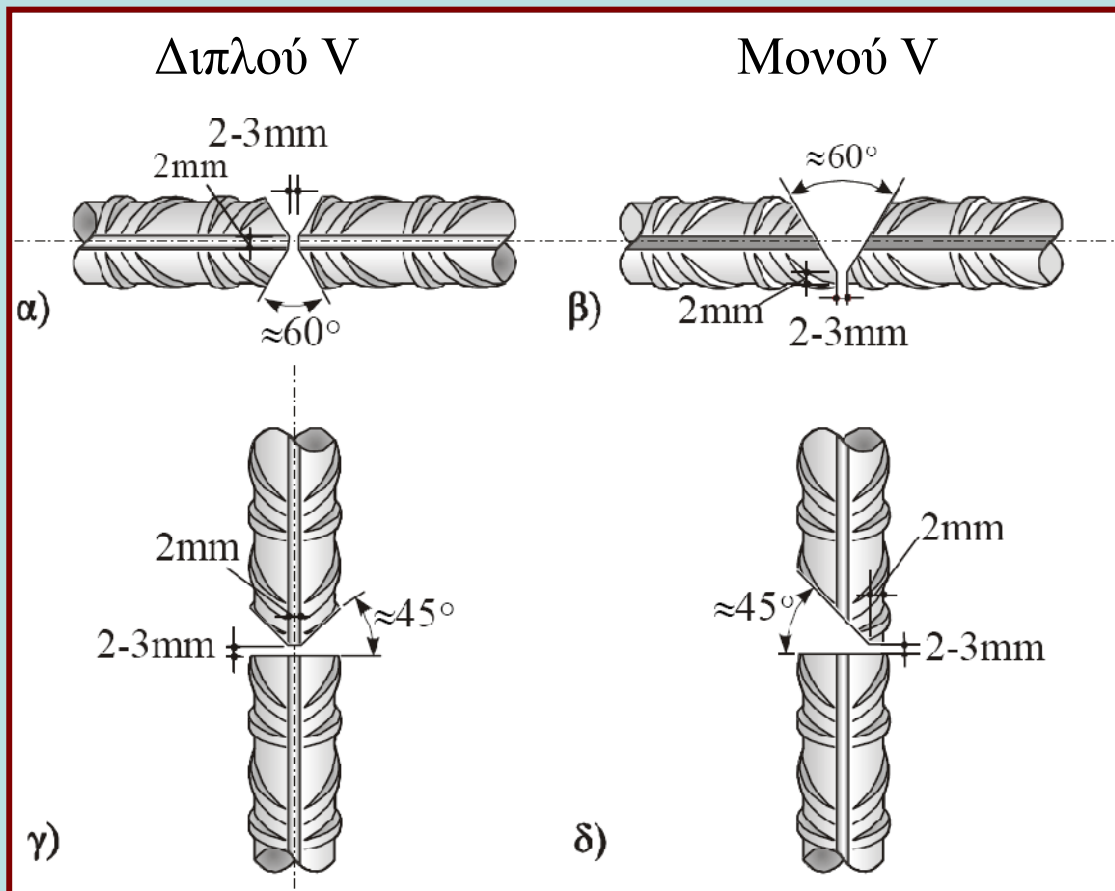
ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΞΟΥ



ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Τύποι λοξοτομών για μετωπικές συνδέσεις

Οριζόντια
θέση

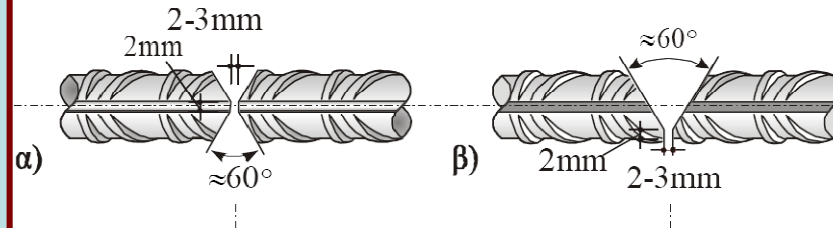


Κατακόρυφη
θέση

ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΞΟΥ

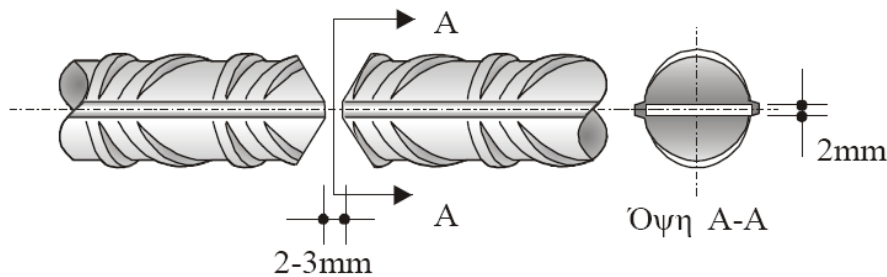


Τύποι λοξοτομών για οριζόντια θέση

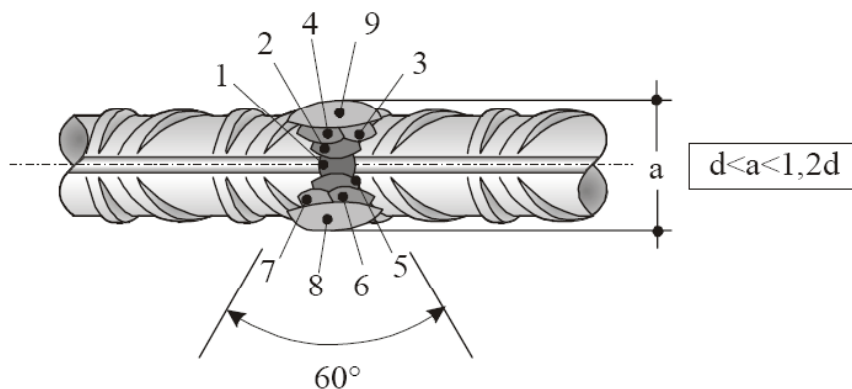


Μετωπική σύνδεση με συγκόλληση τόξου

(λοξοτομή διπλού-V στις δυο ράβδους σε οριζόντια θέση)

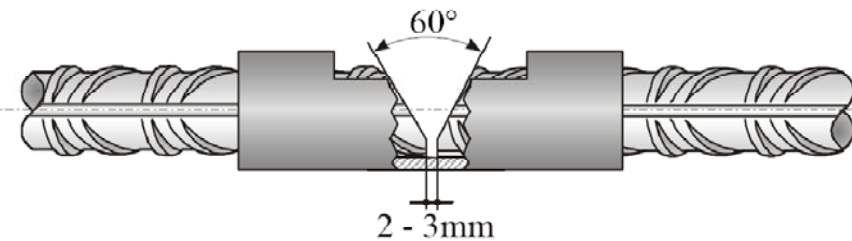


α) προετοιμασία επιφανειών μετώπου



β) διαδοχική εκτέλεση κορδονιών και πάσων

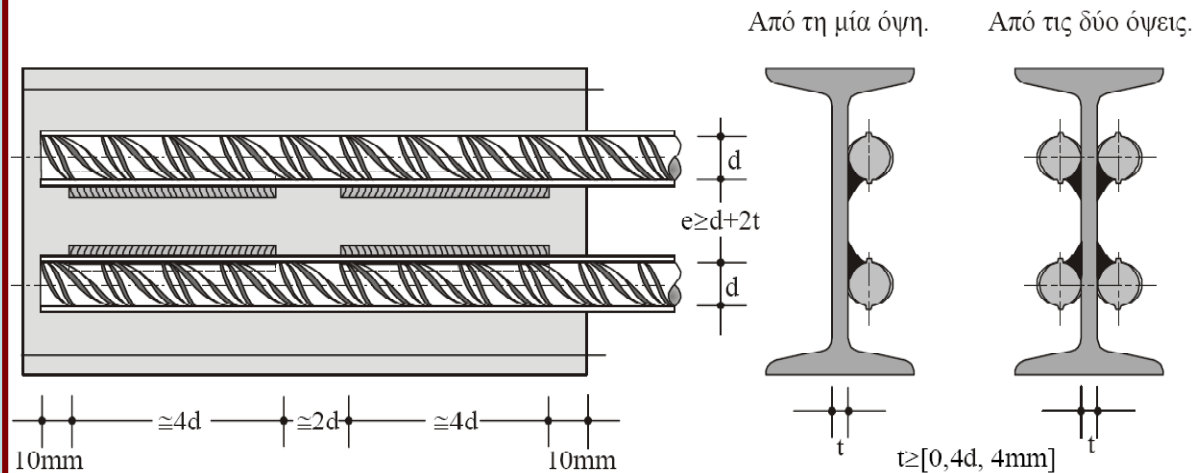
Μετωπική σύνδεση με υποστήριγμα της ρίζας της συγκόλλησης



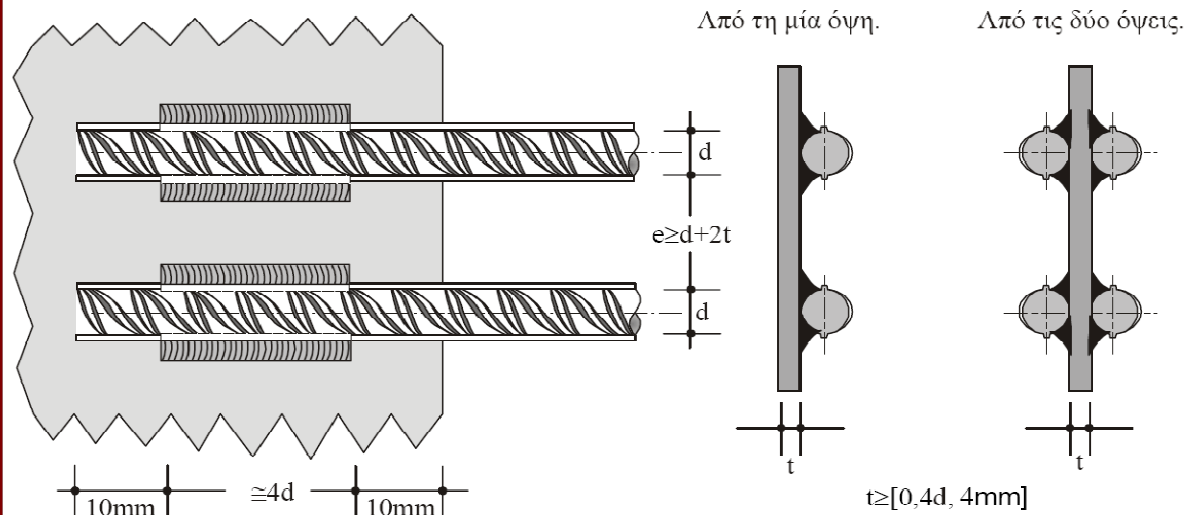
ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΑΛΛΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – πλευρική συγκόλληση ράβδου



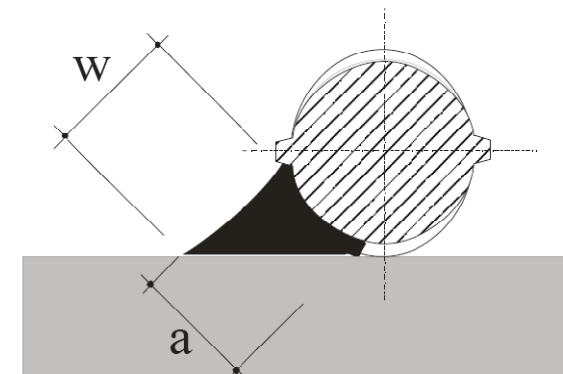
Με ραφή μόνο από τη μια πλευρά των ράβδων



Με ραφή και από τις δύο πλευρές των ράβδων

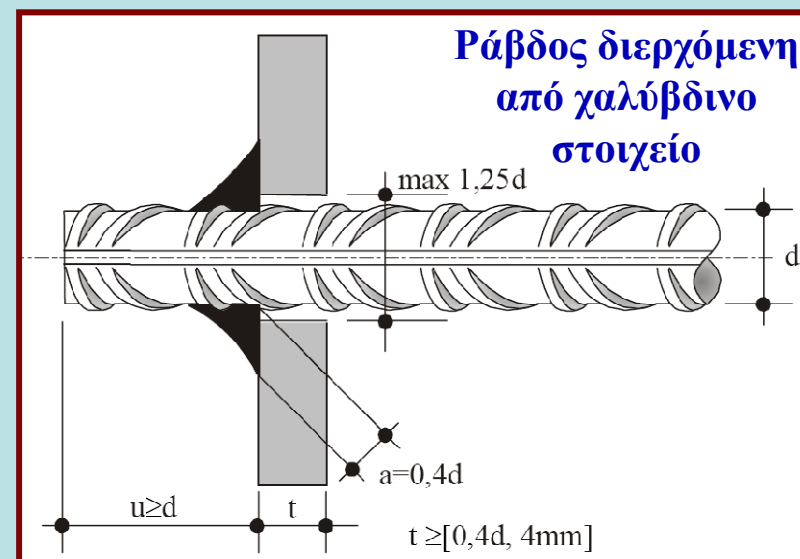
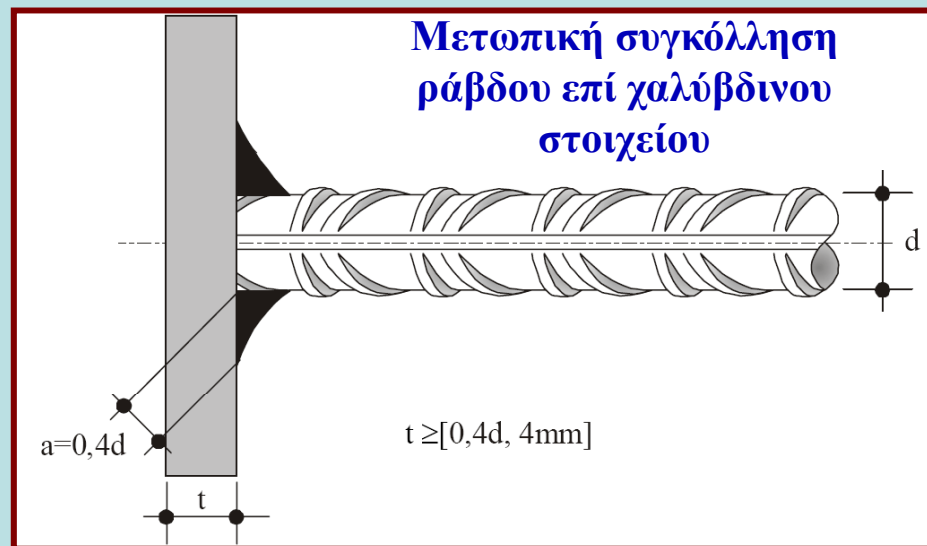
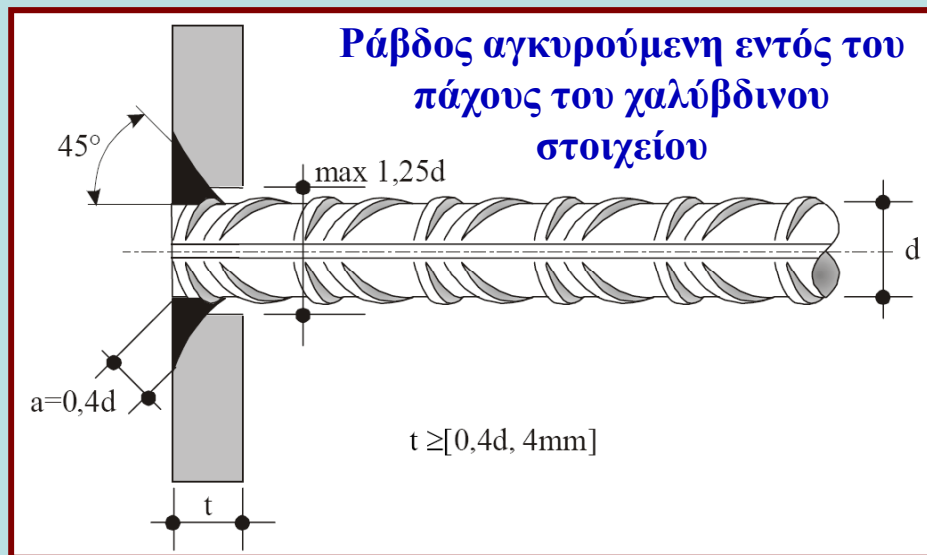


Πάχος ραφής συγκόλλησης



$$a \approx \max[0,3d, 3\text{mm}]$$

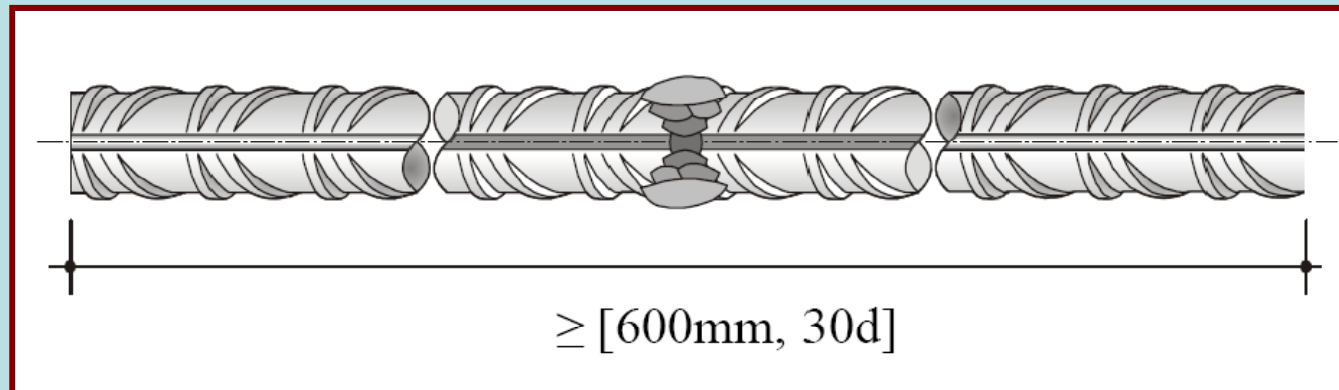
ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΑΛΛΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – εγκάρσια συγκόλληση



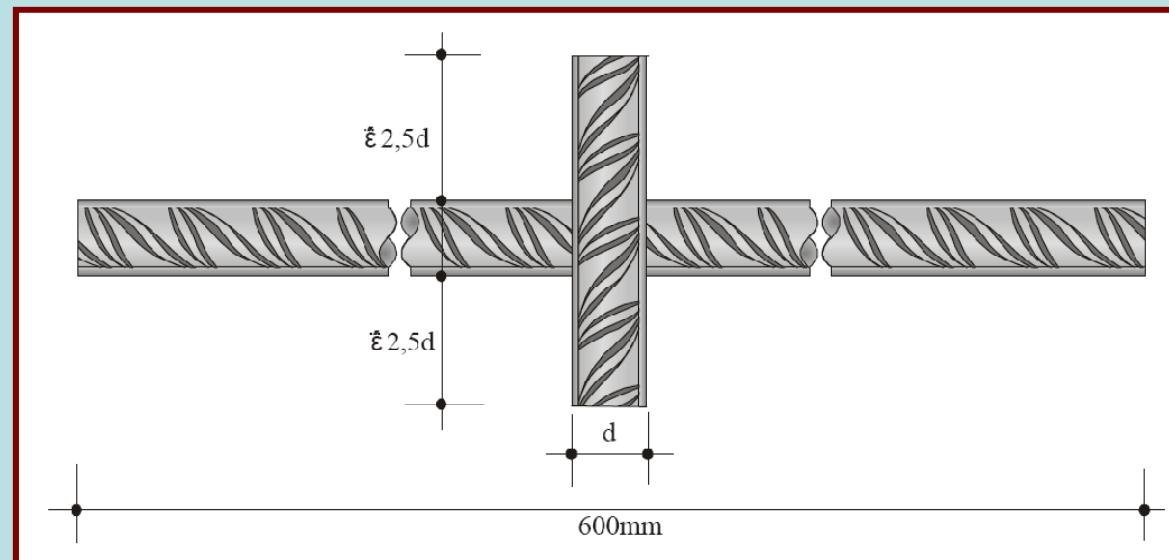
ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Μετωπική σύνδεση δοκιμή εφελκυσμού & κάμψης



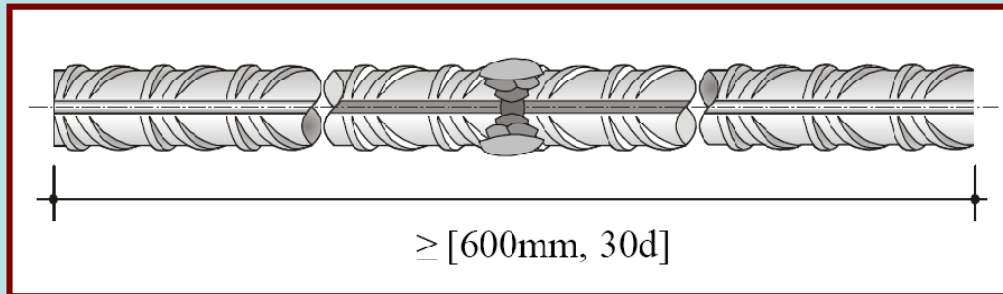
Σταυρωτές συνδέσεις δοκιμή εφελκυσμού & κάμψης



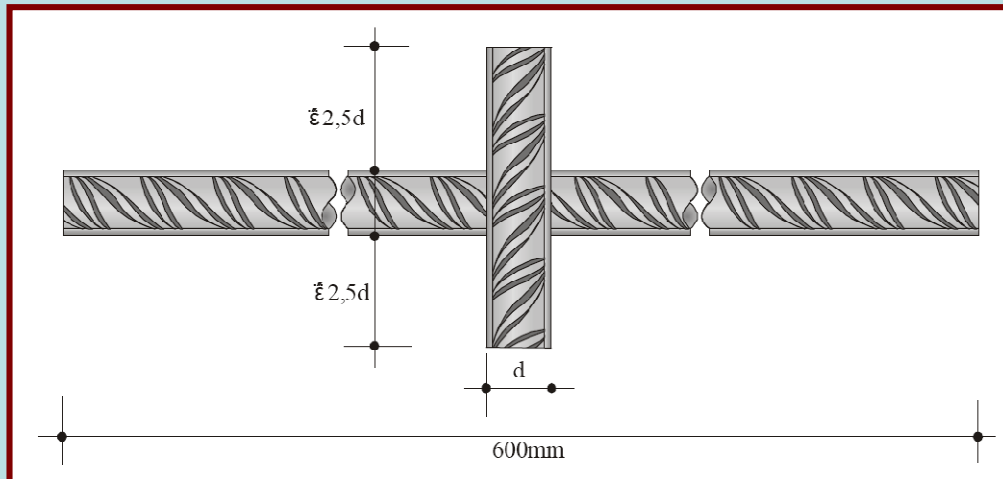
ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Μετωπική σύνδεση δοκιμή εφελκυσμού & κάμψης



Σταυρωτές συνδέσεις δοκιμή εφελκυσμού & κάμψης



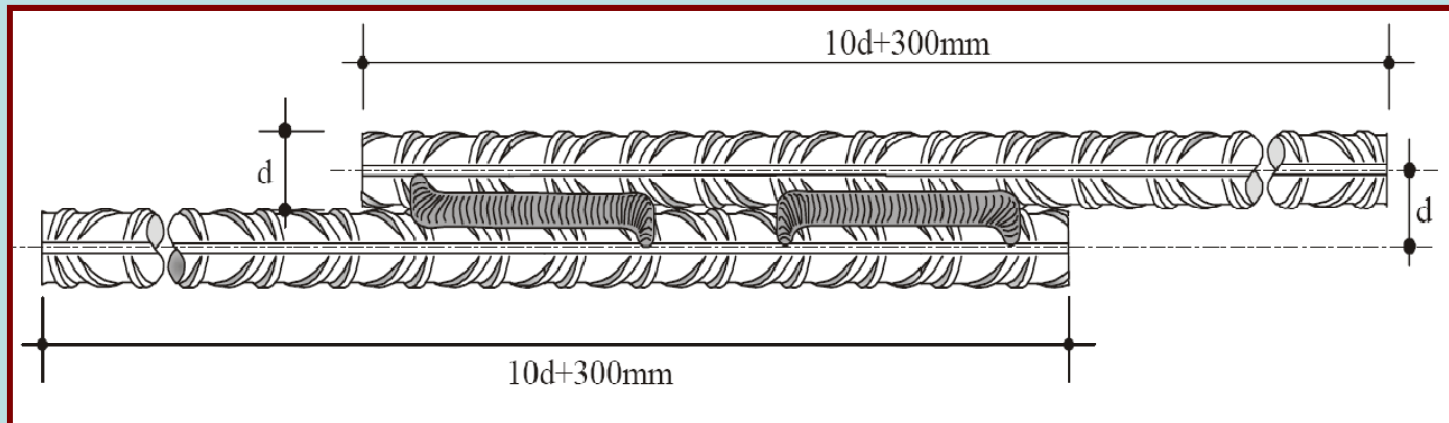
Διάμετροι κυλινδρικών στελεχών για δοκιμή κάμψης

Όνομ. διάμετρος ράβδου (mm)	Διάμετρος κυλινδρικού στελέχους (mm)
$d \leq 8$	5d
$8 < d \leq 12$	6d
$12 < d \leq 20$	8d
$20 < d \leq 32$	10d
$32 < d$	12d

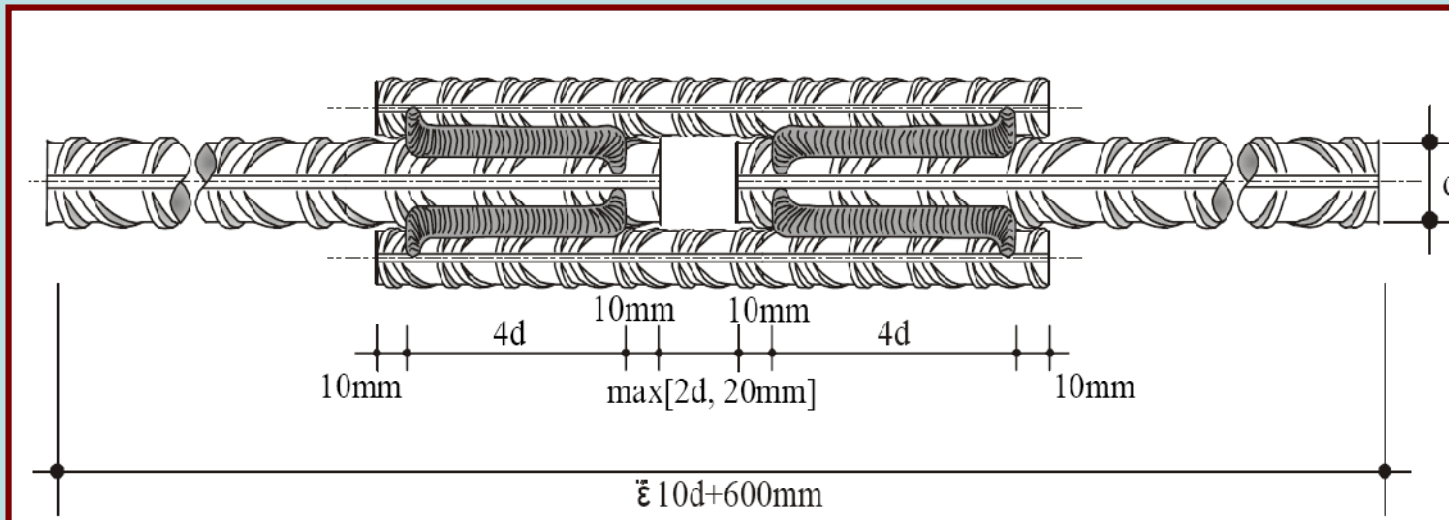
ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Κατά παράθεση σύνδεση δοκιμή εφελκυσμού



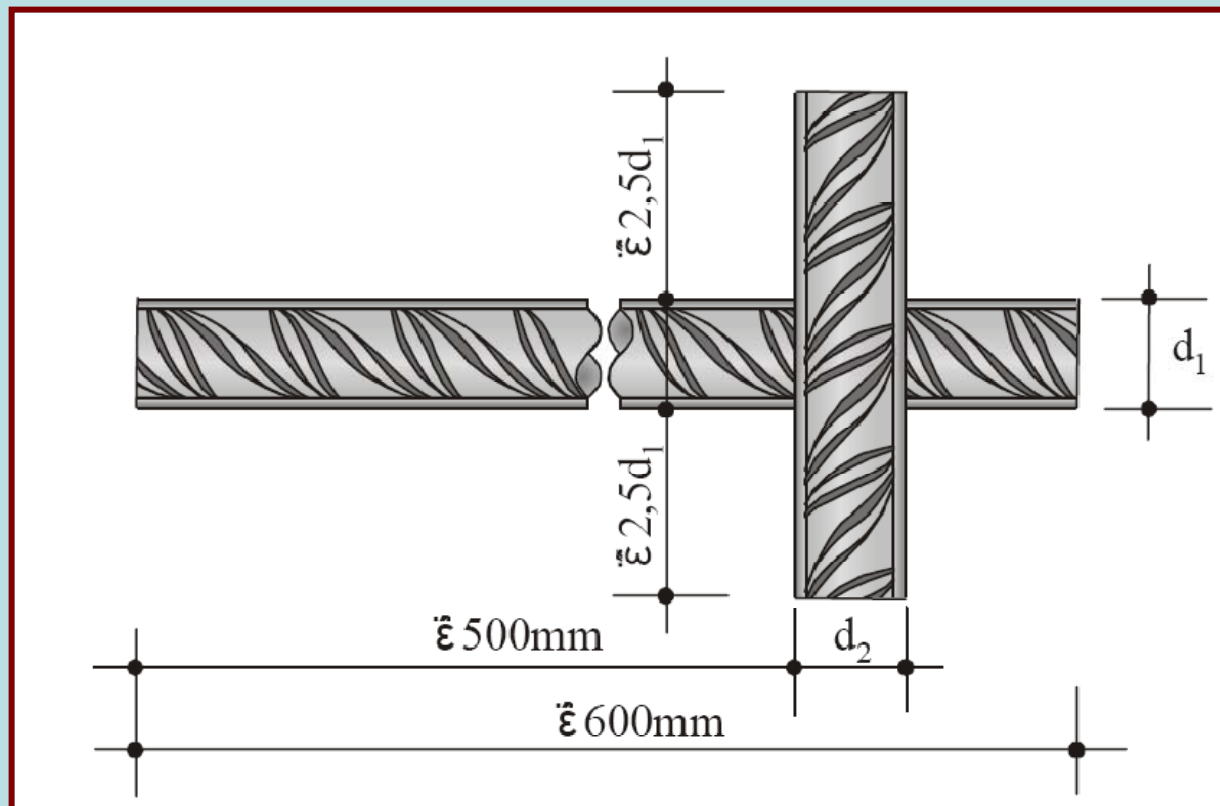
Με λωρίδες σύνδεση δοκιμή εφελκυσμού



ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Σταυρωτές συνδέσεις δοκιμή διάτμησης



ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



*Πεδίο εφαρμογής και πλήθος δοκιμίων ελέγχου ποιότητας
(ανεξαρτήτως μεθόδου συγκόλλησης)*

Τύπος σύνδεσης	Πλήθος δοκιμίων		
	Δοκιμή εφελκυσμού	Δοκιμή κάμψης	Δοκιμή διάτμησης
Μετωπική	3	3	-
Κατά παράθεση/ με λωρίδες	3	-	-
Σταυρωτή	3 ¹	3 ²	3 ²
Με άλλα χαλύβδινα στοιχεία	3	-	-

¹ Τρία δοκίμια ανά διάμετρο. Στις περιπτώσεις συγκολλήσεων συγκράτησης (π.χ. συνδετήρες) η δοκιμή γίνεται στις συγκρατούμενες ράβδους.

² Δοκιμή στις ράβδους που ενδιαφέρουν.

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Αξιολόγηση αποτελεσμάτων Δοκιμής εφελκυσμού

Μέγιστο φορτίο F_m σε εφελκυσμό: $F_m \geq A f_{y,nom} \cdot (f_t/f_y)$

A : Ονομαστική διατομή της ράβδου

$f_{y,nom}$: Χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής

f_t/f_y : Ελάχιστη τιμή του λόγου της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής

Για χάλυβες B500C: $f_{y,nom} = 500\text{MPa}$ και $f_t/f_y = 1,15$

Άλλες ιδιότητες σε εφελκυσμό (όταν απαιτούνται):

- Όριο διαρροής, f_y
- Συνολική ανηγμένη παραμόρφωσης στο μέγιστο φορτίο, ϵ_w
μετρείται σε τμήμα της ράβδου που είναι μακριά από τη συγκόλληση
- Λόγος f_t/f_y
- Λοιπές ιδιότητες

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Αξιολόγηση αποτελεσμάτων Δοκιμής διάτμησης

Η **Διατμητική δύναμη, F_s** , που προκαλεί αποκόλληση, θα πρέπει κατ' ελάχιστον να ικανοποιεί την απαίτηση:

$$F_s \geq S_f \cdot A \cdot f_y$$

S_f : Συντελεστής διάτμησης που απαιτείται ανάλογα με το είδος της σύνδεσης
Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ισχύει $S_f \geq 0,30$

A : Ονομαστική διατομή της ράβδου που εφελκύεται

$f_{y,nom}$: Χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής της ράβδου που εφελκύεται

Στην περίπτωση που υπάρχει απαίτηση για μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή διάτμησης, γίνεται σχετική παρατήρηση στην αναφορά των αποτελεσμάτων.

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Αξιολόγηση αποτελεσμάτων Δοκιμής κάμψης

Το δοκίμιο ελέγχεται οπτικά μετά την κάμψη

Δεν πρέπει να υπάρχουν ρωγμές ορατές με γυμνό μάτι στην επιφάνεια της ράβδου

Τυχόν αποκόλληση της συγκόλλησης στο εξωράχιο της εξεταζόμενης ράβδου, δεν θεωρείται αστοχία

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ



ΝΕΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΛΑΙΟ

Αναγνώριση υλικού παλαιού οπλισμού:

Χημική ανάλυση:

- Δοκίμιο μικρών διαστάσεων – Φασματοσκοπική μέθοδος
- Δείγμα σε μορφή ρινισμάτων – Τεχνική απόληψη δείγματος

Επιβεβαίωση αποτελεσμάτων χημικής ανάλυσης (συνιστάται):

*Μέτρηση σκληρότητας και μεταλλογραφικός έλεγχος
(στο ίδιο δοκίμιο)*

Δοκιμή εφελκυσμού:

*Συνιστάται εφόσον δεν γίνεται ζημιά λόγω του απαιτούμενου μήκους
δοκιμίου*

Σε ποιές περιπτώσεις επιτρέπεται η συγκόλληση;



Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης: Επιτρέπεται η συγκόλληση;

Αν

$C < 0,24$ και $C_{eq} < 0,52$

Συγκολλήσιμος

$0,25 < C < 0,45$ και $C_{eq} < 0,70$ **Συγκολλήσιμος υπό προϋποθέσεις**

Η συγκόλληση εκτελείται, αφού προηγηθεί προθέρμανση

$C > 0,45$ ή/και $C_{eq} > 0,70$

Μη συγκολλήσιμος και δεν επιτρέπεται να συγκολληθεί

Σε περιπτώσεις εξαιρετικής ανάγκης εξετάζεται το ενδεχόμενο της συγκόλλησης μετά από ειδική μελέτη

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ



ΝΕΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΛΑΙΟ

Συγκόλληση παλαιών χαλύβων συγκολλησίμων υπό προϋποθέσεις
($0,25 < C < 0,45$ και $C_{eq} < 0,70$)

Εκτελείται με τεχνικές συγκόλλησης τόξου

Τύποι σύνδεσης:

- Κατά παράθεση
- Με λωρίδες
- Μετωπική
- Με άλλα στοιχεία

Απαγορεύεται η σταυρωτή σύνδεση

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ



ΝΕΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΛΑΙΟ

Συγκόλληση παλαιών χαλύβων συγκολλησίμων υπό προϋποθέσεις
($0,25 < C < 0,45$ και $C_{eq} < 0,70$)

Βήματα εργασίας:

1^ο Βήμα: Καθαρισμός παλαιού οπλισμού

- σκουριά (συρματόβουρτσα, σμυριδόχαρτο ή σμυριδόπανο)
- οργανικές και λιπαρές ουσίες (οργανικούς διαλύτες ή κοινά απορρυπαντικά)

2^ο Βήμα: Προθέρμανση

Σε όλο το μήκος σύνδεσης + 50mm εκατέρωθεν

$T = 200^{\circ}C - 250^{\circ}C$ (σε απόσταση 100-150mm)

Μέτρηση T: φορητό θερμοστοιχείο επαφής ή θερμοευαίσθητους χρωμοδείκτες

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ



ΝΕΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΛΑΙΟ

Συγκόλληση παλαιών χαλύβων συγκολλησίμων υπό προϋποθέσεις
($0,25 < C < 0,45$ και $C_{eq} < 0,70$)

Βήματα εργασίας:

3^ο Βήμα: Συγκόλληση

Κατά παράθεση ή με λωρίδες

(α) Χειρωνακτική με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW)

Συνιστώνται:

Ηλεκτρόδια ρουτιλίου E6013

(τυπική αντοχή: $f_y = 340-380 \text{MPa}$, $f_t = 340-380 \text{MPa}$, $\epsilon_s = 17-22\%$)

Ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου E9018

(τυπική αντοχή: $f_y = 530-600 \text{MPa}$, $f_t = 620 \text{MPa}$, $\epsilon_s = 14-24\%$)

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ



ΝΕΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΛΑΙΟ

Συγκόλληση παλαιών χαλύβων συγκολλησίμων υπό προϋποθέσεις
($0,25 < C < 0,45$ και $C_{eq} < 0,70$)

Βήματα εργασίας:

3^ο Βήμα: Συγκόλληση

Μετωπική

Ημιαυτόματη σε ατμόσφαιρα Ar-CO₂ (GMAW ή MAG)

Δεν επιτρέπεται η χειρωνακτική (ΣΜΑW)

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ



ΝΕΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΛΑΙΟ

Δοκιμές ελέγχου και ποιότητας συγκολλήσεων:

Όπως και για τους νέους οπλισμούς

- **Οπτικός έλεγχος**
ρωγμές ατελής διείσδυση
- **Μηχανικές δοκιμές**
εφελκυσμού
κάμψης

Όχι διάτμησης είναι μόνο για σταυρωτές συνδέσεις που δεν επιτρέπονται



Ευχαριστώ πολύ