

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 2113

13 Οκτωβρίου 2008

ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

Στην υπ' αριθμ. Δ14/92330 απόφαση του Υφυπουργού Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε. «Έγκριση Νέου Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (ΚΤΧ 2008)» που δημοσιεύθηκε στο Φ.Ε.Κ. υπ' αριθμόν 1416/Β/17.7.2008 αντικαθίστανται, μετά από λάθος στην ηλεκτρονική παραγωγή, τα κεφάλαια 7 και 8 (σελίδες 20300 έως και 20325) με τα ορθά κεφάλαια ως ακολούθως.

(Από το Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε. - Γ.Γ.Δ.Ε.)

Κεφάλαιο 7: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Θα λαμβάνεται πρόνοια για:

- Συμμόρφωση προς τον χρονικό προγραμματισμό του έργου
- Συμμόρφωση προς τις απαιτούμενες ανοχές, γενικώς, π.χ. κατά τον ΕΚΩΣ (Παραγρ. 5.2) ή κατά τον παρόντα Κανονισμό (Παραγρ. 6.9)
- Ικανοποίηση των απαιτήσεων σχετικά με τις αποστάσεις και τις ενώσεις των ράβδων, με το μήκος παράθεσης ή αγκύρωσης των ράβδων, καθώς και με τις επικαλύψεις του οπλισμού
- Αμεταθετότητα των ράβδων και σταθερότητα του κλωβού ή της διάταξης του οπλισμού
- Δυνατότητα χύτευσης, διάστρωσης και δόνησης/συμπύκνωσης του σκυροδέματος.

Όταν οι συνδετήρες των τοιχωμάτων/υποστρωμάτων (ή δοκών) δεν είναι καλά στερεωμένοι στις διαμήκεις ράβδους, είναι δυνατόν κατά τη σκυροδέτηση να μετατοπισθούν ή παρασυρθούν στη βάση του στοιχείου (χωρίς μάλιστα αυτό να γίνει αντιληπτό) ή, ακόμη, οι διαμήκεις ράβδοι να μετακινηθούν από την προβλεπόμενη θέση.

Για την εξασφάλιση της σταθερότητας, όταν ο οπλισμός δεν συναρμολογείται επιτόπου, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν δευτερεύουσες (βοηθητικές) ράβδοι οπλισμού ή σύρματα που γενικά θεωρείται ότι δεν συμμετέχουν στην ανάλυση της έντασης. Πάντως, η διάταξη και η τοποθέτηση αυτών των πρόσθετων ράβδων οπλισμού πρέπει επίσης να ικανοποιούν τις βασικές απαιτήσεις των Κανονισμών (π.χ. να τοποθετούνται στο εσωτερικό των δομικών στοιχείων).

Η σύνδεση/συγκράτηση των ράβδων μεταξύ τους μπορεί να γίνει με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Με σύρμα διαμέτρου 1 έως 2mm (συνηθέστερα), απλό ή διπλό
- Με ειδικά εξαρτήματα (σπανιότερα)
- Με μη φέρουσα συγκόλληση (στην περίπτωση αυτή οι συγκολλήσεις πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του Κεφ. 8).

Η ακρίβεια της τοποθέτησης αφορά τις αποστάσεις και τις ενώσεις των ράβδων μεταξύ τους, καθώς και τις αποστάσεις από τον ξυλότυπο ή την ελεύθερη επιφάνεια.

Για τις απαιτήσεις σχετικά με τους αποστατήρες βλ. Παραγρ. 7.2.2., καθώς και το Παράρτημα Π.5.

Η απαίτηση αυτή κανονικά θα πρέπει να έχει ικανοποιηθεί ήδη από το στάδιο της μελέτης και της σύνταξης των λεπτομερειών όπλισης (αποφυγή συμφόρησης οπλισμού).

Το "λάδωμα" του ξυλότυπου θα προηγείται της τοποθέτησης του οπλισμού. Τα χρησιμοποιούμενα για τον σκοπό αυτό ειδικά προϊόντα θα είναι υδατοδιαλυτά και εγκεκριμένα. Ο καθαρισμός του οπλισμού από οργανικές ή λιπαρές ουσίες θα γίνεται με κατάλληλους οργανικούς

7.1 Διάταξη - Συγκράτηση - Στήριξη

Η διαμόρφωση και συναρμολόγηση του οπλισμού μπορεί να γίνεται:

- Σε μονάδες διαμόρφωσης οπλισμού
- Σε ειδικό χώρο του εργοταξίου
- Επί του ξυλότυπου.

Ο συναρμολογημένος οπλισμός πρέπει να παρουσιάζει επαρκή αντοχή, δυσκαμψία και σταθερότητα ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι ράβδοι δεν θα μετατοπισθούν από την προκαθορισμένη θέση τους κατά τη μεταφορά, τοποθέτηση και σκυροδέτηση/συμπύκνωση.

Ο οπλισμός πρέπει να εξασφαλίζεται έναντι μετατοπίσεων και η ακρίβεια της τοποθέτησης πρέπει να ελέγχεται πριν από τη σκυροδέτηση.

Η ελάχιστη επικάλυψη του οπλισμού πρέπει να εξασφαλίζεται με κατάλληλα στηρίγματα, υποθέματα και αποστατήρες.

Σε περιοχές με έντονη πύκνωση του οπλισμού, πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα διέλευσης δονητή κατά επαρκείς αποστάσεις, ανάλογα με τη ρευστότητα του σκυροδέματος ή άλλους παράγοντες.

Σε κάθε περίπτωση, οι ράβδοι οπλισμού θα προστατεύονται από οτιδήποτε θα μπορούσε να επηρεάσει τη συνάφειά τους με το σκυρόδεμα. Οι ράβδοι οπλισμού πρέπει να είναι απαλλαγμένες από λάδια, γράσα, λάσπες,

διαλύτες ή με κοινά απορρυπαντικά.

χώματα ή προϊόντα διάβρωσης.

Βλ. Παραγρ. 7.2.2, καθώς και το Παράρτημα Π.5.

Σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. για την προστασία από διάβρωση (βλ. Παραγρ. 10.1 του παρόντος Κανονισμού), ενδέχεται να απαιτείται αυξημένη ελάχιστη επικάλυψη του οπλισμού.

Η απαιτούμενη απόσταση των αποστατήρων εξαρτάται από τη διάμετρο των στηριζόμενων οπλισμών, τη δυσκαμψία του στηριζόμενου πλέγματος οπλισμού, το βάρος που απαιτείται να αναληφθεί κατά την κατασκευή και σκυροδέτηση, καθώς και από την αντοχή και δυσκαμψία των ιδίων των αποστατήρων (βλ. και Παράρτημα Π5).

Δεν επιτρέπονται χαλύβδινοι ή άλλοι μεταλλικοί αποστατήρες κάθε είδους, σε επαφή με την επιφάνεια του σκυροδέματος, επειδή κινδυνεύουν οι ίδιοι από διάβρωση. Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία γαλβανικών στοιχείων με τον κύριο οπλισμό, με αποτέλεσμα τη διάβρωση του τελευταίου.

Για τους τρόπους προστασίας των αναμονών βλ. Παραγρ. 10.4.

7.2 Επικαλύψεις–Αποστατήρες–Προστασία αναμονών – Επιδερμικός οπλισμός

7.2.1 Επικαλύψεις

Ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής, προβλέπεται μία ορισμένη ελάχιστη επικάλυψη του οπλισμού για λόγους ανθεκτικότητας, συνάφειας και πυρασφάλειας.

Η ελάχιστη απαιτούμενη επικάλυψη για λόγους ανθεκτικότητας δίνεται από τον ΕΚΩΣ (Παραγρ.5.1 και Πιν. 5.1), συναρτήσει των συνθηκών περιβάλλοντος, του είδους του δομικού στοιχείου, της ποιότητας και του μέγιστου κόκκου των αδρανών του σκυροδέματος και της χρήσης του έργου.

Η ελάχιστη επικάλυψη που απαιτείται για λόγους συνάφειας δίνεται επίσης από τον ΕΚΩΣ (Παραγρ. 17.4, 17.5 και 5.1).

Η ελάχιστη επικάλυψη που απαιτείται για λόγους πυρασφάλειας, δίνεται από τον Κανονισμό Πυροπροστασίας των Κτιρίων, ανάλογα με τον απαιτούμενο δείκτη πυραντίστασης.

7.2.2 Απαιτήσεις για τους αποστατήρες

Πρέπει να προβλέπεται ικανός αριθμός κατάλληλων αποστατήρων και στηριγμάτων/υποθεμάτων για τη συγκράτηση του οπλισμού στη θέση του.

Τα τμήματα των αποστατήρων που έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια του σκυροδέματος πρέπει να έχουν ανθεκτικότητα, σταθερότητα όγκου και να μη συμβάλλουν στη διάβρωση του οπλισμού από άμεση προσβολή ή από τη δημιουργία γαλβανικού στοιχείου.

Οι αποστατήρες από κονία ή κονίαμα πρέπει να έχουν χαρακτηριστικά και εμφάνιση ανάλογα με εκείνα του περιβάλλοντος σκυροδέματος.

Οι αποστατήρες δεν πρέπει να αλλοιώνουν την τελική επιφάνεια του σκυροδέματος.

Οι εσωτερικοί αποστατήρες μεταξύ στρώσεων οπλισμού, για την εξασφάλιση της απαιτούμενης απόστασης μεταξύ των παράλληλων στρώσεων, μπορεί να είναι και χαλύβδινοι. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να είναι από την ίδια κατηγορία χάλυβα με αυτή του οπλισμού.

7.2.3 Προστασία αναμονών

Οι κάθε είδους αναμονές ράβδων οπλισμού πρέπει να παραμένουν ευθύγραμμες και να προστατεύονται από διάβρωση και μηχανικές βλάβες, πληγές κλπ.

Για την κάμψη και επανευθυγράμμιση αναμονών ράβδων οπλισμού ισχύουν τα προβλεπόμενα στην Παραγρ. 6.5.

Σημειώνεται ότι ο επιδερμικός οπλισμός δεν έχει την απαιτούμενη επικάλυψη και άρα είναι πιο ευάλωτος έναντι διάβρωσης, ή και πυρκαγιάς, με αποτέλεσμα μειωμένη διάρκεια ζωής («θυσιαζόμενος οπλισμός»). Για τον λόγο αυτό, συνιστάται να εξετάζονται λύσεις που δεν απαιτούν χρήση επιδερμικού οπλισμού ή λύσεις με χρήση επιδερμικού οπλισμού ανθεκτικού σε διάβρωση, υπό την προϋπόθεση ότι, σε κάθε περίπτωση, δεν θα δημιουργηθούν γαλβανικά στοιχεία με τον κυρίως οπλισμό.

Κατά τον ΕΚΩΣ, συνιστάται να αποφεύγονται οι ενώσεις και συνδέσεις στις κρίσιμες περιοχές των δομικών στοιχείων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας. Όμως, για τις ενώσεις με παράθεση, δίνονται τόσο γενικές όσο και ειδικότερες διατάξεις ανά δομικό στοιχείο.

Όταν τα διαθέσιμα μήκη ράβδων είναι ανεπαρκή, μπορούν να εφαρμόζονται άλλου τύπου συνδέσεις όπως π.χ. συγκόλληση, σύνδεση με μηχανικά μέσα (μούφες) κ.λπ.

Τέτοιες συνδέσεις μπορεί να είναι κοχλιωτές, με συνδέσμους (μούφες), με συμπίεση κ.λπ. Ειδικότερα για τις κοχλιωτές συνδέσεις πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε κατά τη μηχανουργική κατεργασία για τη δημιουργία σπειρώματος η αναπόφευκτη απώλεια μαρτενσίτη να μην οδηγήσει σε μείωση της αντοχής της ράβδου.

Κατά τον Ευρωκώδικα EN 1998-1 (Παραγρ.5.6.3) απαγορεύονται στις κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων συγκολλήσεις με παράθεση ή με λωρίδες.

Στο Παράρτημα Π6 δίνεται ένα βοήθημα ελέγχου για τον Επιβλέποντα Μηχανικό.

7.2.4 Επιδερμικός οπλισμός

Όταν είναι απαραίτητη η τοποθέτηση ειδικού λεπτού επιδερμικού οπλισμού, θα εφαρμόζονται οι διατάξεις του ΕΚΩΣ, Παραγρ. 5.1 και 15.6.

7.3 Ενώσεις – συνδέσεις

Γενικώς, οι ενώσεις και οι συνδέσεις πρέπει να έχουν κατ'ελάχιστον αντοχή όχι μικρότερη από την αντοχή της ράβδου.

7.3.1 Ενώσεις με παράθεση

Η διάταξη των ενώσεων και το απαιτούμενο μήκος παράθεσης ορίζονται στην Παραγρ. 17.7.2 του ΕΚΩΣ.

7.3.2 Συνδέσεις με μηχανικά μέσα – κοχλιωτές

Τα μέσα σύνδεσης και οι αντίστοιχες απαιτήσεις ορίζονται στην Παραγρ. 17.7.3 του ΕΚΩΣ. Σε κάθε περίπτωση, τα μέσα σύνδεσης και η ένωση θα πρέπει να καλύπτονται από εγκριτικές αποφάσεις.

7.3.3 Συνδέσεις με συγκόλληση

Η διάταξη των συνδέσεων με συγκόλληση γίνεται κατά την Παραγρ. 17.7 και ειδικότερα την Παραγρ. 17.7.4 του ΕΚΩΣ. Για τις συγκολλήσεις χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος βλ. το Κεφ. 8 του παρόντος Κανονισμού.

7.4 Αγκυρώσεις

Οι τύποι και οι απαιτήσεις των αγκυρώσεων αναφέρονται στην Παραγρ. 17.6 του ΕΚΩΣ.

7.5 Έλεγχος και παραλαβή τοποθετημένου οπλισμού

Ο Επιβλέπων Μηχανικός υποχρεούται να ελέγχει πριν από τη σκυροδέτηση την ακριβή τήρηση των διατάξεων του παρόντος Κανονισμού και του ΕΚΩΣ.

7.6 Ασφάλεια και Υγεία των εργαζομένων

Κατά τη διάρκεια εργασιών όπλισης θα τηρούνται οι ισχύουσες διατάξεις για την Ασφάλεια και Υγεία των εργαζομένων (βλ. Παράρτημα Π9).

Κεφάλαιο 8: ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Υπό προϋποθέσεις, και με βάση όσα σχετικώς αναφέρονται στο Παράρτημα Π3, οι προβλέψεις και διατάξεις του παρόντος Κεφαλαίου μπορούν να εφαρμοσθούν και για τους ανοξείδωτους χάλυβες.

Για τις φέρουσες και μη φέρουσες συνδέσεις με συγκόλληση, ορίζονται διαφορετικές (όπου απαιτείται) διατάξεις κατά τις επόμενες Παραγράφους.

Για τις φέρουσες συνδέσεις ράβδων οπλισμού σε κρίσιμες, κατά τις διατάξεις του ΕΚΩΣ διατομές στοιχείων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, οι απαιτήσεις διαφοροποιούνται. Εάν όμως δεν μπορεί να αποφευχθεί η συγκόλληση εντός των κρίσιμων διατομών, τότε πέραν των απαιτήσεων για αντοχή της σύνδεσης, υπάρχουν και απαιτήσεις διασφάλισης ικανοποιητικής ολκιμότητας της σύνδεσης.

Οι συγκολλήσεις σε μη φέρουσες συνδέσεις δεν πρέπει να επηρεάζουν τη φέρουσα ικανότητα μεταφοράς φορτίου και την ολκιμότητα των συγκρατούμενων ράβδων, ούτε να προκαλούν ψαθυροποίηση του υλικού.

8.1 Γενικά

Οι συνδέσεις με συγκόλληση που περιγράφονται στο παρόν Κεφάλαιο αφορούν αποκλειστικά συγκολλησίμους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος κατά τον παρόντα Κανονισμό, οι οποίοι ικανοποιούν το κριτήριο της συγκολλησιμότητας με βάση τη χημική σύσταση (βλ. Παραγρ. 3.5.3).

Οι ράβδοι οπλισμού μπορούν να συγκολληθούν είτε μεταξύ τους, είτε με άλλα χαλύβδινα στοιχεία από συγκολλησιμο χάλυβα όπως δομικός χάλυβας, αγκύρια, μηχανικοί σύνδεσμοι, προκατασκευασμένα στοιχεία κ.λπ.

Για την εκτέλεση των κάθε είδους συγκολλήσεων ισχύουν οι γενικές επισημάνσεις της Παραγρ. 8.4.1. Οι τύποι των συνδέσεων και οι μέθοδοι συγκόλλησης περιγράφονται στις Παραγρ. 8.2 και 8.3 αντίστοιχα.

Οι συνδέσεις με συγκόλληση διακρίνονται σε φέρουσες και μη φέρουσες, κατά περίπτωση.

Φέρουσες είναι οι συνδέσεις οι οποίες μπορούν να μεταφέρουν δύναμη που αντιστοιχεί στην πλήρη αντοχή της ράβδου, πλην των σταυρωτών συνδέσεων, για τις οποίες ορίζεται συντελεστής διάτμησης μικρότερος της μονάδος (βλ. Παραγρ. 8.4.5).

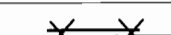
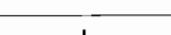
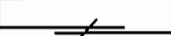
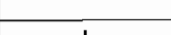
Μη φέρουσες είναι οι συνδέσεις των οποίων η ικανότητα σύνδεσης (αντοχή) δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό (ή οι συγκολλήσεις για τις οποίες οι απαιτήσεις είναι μειωμένες), και αποσκοπούν:

- Στη συγκράτηση συνδετήρων ή συνδέσμων
- Στην εξασφάλιση συγκεκριμένης διάταξης οπλισμού (π.χ. κλωβοί, εσχάρες, στεφάνες κ.λπ.)
- Στην προσωρινή στερέωση οπλισμού.

Σε κάθε περίπτωση, τα μηχανικά χαρακτηριστικά των συγκρατούμενων ράβδων θα πρέπει, και μετά τη συγκόλληση, να εξακολουθούν να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της Παραγρ. 8.5.3.2.

Σε περιπτώσεις επεμβάσεων, προσθηκών κ.λπ. σε παλαιότερες κατασκευές, ενδέχεται να απαιτηθούν συγκολλήσεις ράβδων οπλισμού B500C με ράβδους οπλισμού παλαιότερων τυποποιήσεων που δύνανται να είναι συγκολλησίμες υπό προϋποθέσεις (π.χ. S220, S400, S500). Στις περιπτώσεις αυτές εφαρμόζονται όσα σχετικώς αναφέρονται στην Παραγρ. 8.6 του παρόντος Κεφαλαίου.

Πίνακας Σ8-1 Συμβολισμός συνδέσεων

Τύπος σύνδεσης		Συμβολισμός
Φέρουσα σύνδεση	Μετωπική	
	Κατά παράθεση	
	Με λωρίδες	
	Σταυρωτή	
Μη φέρουσα σύνδεση	Κατά παράθεση	
	Σταυρωτή	

Λεπτομέρειες για τις συνήθεις μεθόδους συγκόλλησης που αναφέρονται στον Πιν. 8.1, δίνονται στο Παράρτημα Π4.

Όπου:

- SMAW: Shielded Metal Arc Welding
- GMAW: Gas Metal Arc Welding
- MAG: Metal Active Gas
- FCAW: Flux Cored Arc Welding

8.2 Τύποι συνδέσεων

Για τους συγκολλησίμους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος εφαρμόζονται οι εξής τύποι σύνδεσης:

- Μετωπική (άκρο με άκρο)
- Κατά παράθεση
- Με λωρίδες
- Σταυρωτή
- Με άλλα στοιχεία από συγκολλησιμο χάλυβα.

8.3 Μέθοδοι συγκόλλησης

Οι συνδέσεις μπορούν, κατά περίπτωση, να εκτελεσθούν με τις εξής μεθόδους ή τεχνικές (βλ. και EN ISO 17660-1 και EN ISO 17660-2):

- Συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου οι οποίες διακρίνονται σε:
 - ο Χειρωνακτική συγκόλληση τόξου με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW)
 - ο Ημιαυτόματη συγκόλληση τόξου σε προστατευτική ατμόσφαιρα (GMAW, MAG με μείγμα Ar-CO₂)
 - ο Ημιαυτόματη συγκόλληση τόξου σε προστατευτική ατμόσφαιρα Ar-CO₂ με σωληνωτά ηλεκτρόδια (FCAW)
 - ο Ημιαυτόματη αυτοπροστατευόμενη συγκόλληση τόξου με σωληνωτά ηλεκτρόδια (FCAW).
- Συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση
 - ο Σημειακή (spot resistance welding)
 - ο 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).

Εκτός από τις μεθόδους συγκόλλησης με τεχνικές τόξου οι οποίες μπορούν να εκτελεστούν και στο εργοτάξιο, οι υπόλοιπες μέθοδοι, επειδή απαιτούν σταθερό εξοπλισμό, εκτελούνται μόνο στο εργοστάσιο ή σε άλλο κατάλληλο για τον σκοπό αυτό χώρο (π.χ. μονάδες διαμόρφωσης/κατεργασίας).

Επιτρέπεται η χρήση και άλλων μεθόδων συγκόλλησης με την προϋπόθεση αποδεδειγμένης εμπειρίας, εξειδικευμένου προσωπικού και κατάλληλου εξοπλισμού. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται ειδική συμφωνία μεταξύ κατασκευαστή και του κυρίου του έργου. Ο σχεδιασμός θα γίνεται με

Λόγω της μεγάλης θερμικής παροχής και της βραδείας επανόδου σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος προκύπτουν χονδρομερείς μεταλλουργικές δομές, που οδηγούν σε υποβάθμιση των μηχανικών ιδιοτήτων της ζώνης τήξης.

δοκιμές (Design by Testing) από τις οποίες θα προκύπτει ότι οι συνδέσεις αυτές ικανοποιούν τις απαιτήσεις ελέγχου ποιότητας της Παραγρ. 8.5.

Απαγορεύεται η χρήση οξυγονοκόλλησης.

Στον Πιν. 8-1 αναφέρονται οι συνήθεις μέθοδοι συγκόλλησης, οι αντίστοιχοι συμβατοί τύποι σύνδεσης και το πεδίο εφαρμογής.

Πίνακας 8-1 Πεδίο εφαρμογής μεθόδων συγκόλλησης

Όπου υπάρχουν διαφορές μεταξύ των προτεινόμενων στον Πιν. 8-1 και του Ευρωκώδικα EN 1992-1-1, τότε, είτε θα λαμβάνεται η αυστηρότερη εκδοχή, είτε θα προηγούνται δοκιμές σχεδιασμού.

Μέθοδος συγκόλλησης	Τύπος σύνδεσης	Περιοχή ονομαστικών διαμέτρων σε mm	
		Φέρουσες συνδέσεις	Μη φέρουσες συνδέσεις
Συγκολλήσεις τόξου	Μετωπική χωρίς υποστήριξη της ρίζας	≥16	-
	Μετωπική με μόνιμη υποστήριξη της ρίζας	≥12	-
	Κατά παράθεση	6-32	6- 32
	Με λωρίδες	6-40	-
	Σταυρωτή	6-40	6-40
	Με άλλα χαλύβδινα στοιχεία	6-40	-
Συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση	Κατά παράθεση	-	6-32
	Σταυρωτή	5-20	6-40
	Μετωπική	6-25	-
Συγκόλληση με προεξοχή (projection welding)	Κατά παράθεση	-	6-32
	Σταυρωτή	5-20	6-40
Αυτογενής συγκόλληση με συμπίεση και θέρμανση με αέριο	Μετωπική	6-40	-
Αυτογενής συγκόλληση με σπινθηρισμούς	Μετωπική	6-40	-
Συγκόλληση με τριβή	Μετωπική	6-40	-
	Με άλλα χαλύβδινα στοιχεία	6-40	-
Παρατηρήσεις: 1. Οι τιμές των ονομαστικών διαμέτρων είναι αυτές που δίνονται στον Πιν. 3-1 του παρόντος Κανονισμού. 2. Οι μέθοδοι συγκόλλησης και οι τύποι σύνδεσης ακολουθούν τα Πρότυπα EN ISO 17660-1 και EN ISO 17660-2.			

8.4 Εκτέλεση συγκολλήσεων

8.4.1 Γενικές επισημάνσεις

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα της συγκόλλησης είναι:

- Η μέθοδος συγκόλλησης (σχεδιασμός και εκτέλεση)
- Η ικανότητα του συγκολλητή
- Η τεχνική της συγκόλλησης (εξοπλισμός)
- Το μέταλλο γόμωσης (προσθήκης)
- Η προστατευτική ατμόσφαιρα της συγκόλλησης
- Το συλλίπασμα (π.χ. η επένδυση του κοινού ηλεκτροδίου)
- Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην περιοχή της

Οι συγκολλήσεις χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, πρέπει να εκτελούνται έτσι ώστε, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συγκολλημένων ράβδων να μην υπολείπονται των απαιτήσεων που ορίζονται στον παρόντα Κανονισμό ή στις ειδικές προδιαγραφές του έργου.

συγκόλλησης (προθέρμανση, θερμοκρασία μεταξύ πάσων, ρυθμός επανόδου σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος, μεταθέρμανση).

Στοιχεία για τα συνθήκη ηλεκτρόδια δίνονται στο Παράρτημα Π4.

Για τη διάμετρο των ηλεκτροδίων, αναλόγως της διαμέτρου των ράβδων οπλισμού, βλ. Πίν. Σ8-1.

Πίνακας Σ8-1 Συνιστώμενες μέγιστες ονομαστικές διαμέτροι ηλεκτροδίων συναρτήσει της ονομαστικής διαμέτρου της λεπτότερης ράβδου

Ονομ. διάμετρος ράβδου (mm)	Μέγιστη ονομαστική διάμετρος ηλεκτροδίων (mm)
5-10	2,0
12-14	2,5
16-20	3,25
>20	4,0-5,0

Όταν απαιτούνται περισσότερα του ενός κορδόνια ή πάσα (περίπτωση ράβδων μεγάλης διαμέτρου), το πρώτο κορδόνι ή πάσα (της ρίζας) θα γίνεται με ηλεκτρόδιο μικρότερης διαμέτρου από τη μέγιστη του Πιν. Σ8-1.

Για τη χειρωνακτική ηλεκτροσυγκόλληση τόξου συνιστάται η χρήση ηλεκτροδίων ρουτιλίου, ιδιαίτερα όταν η συγκόλληση γίνεται στο εργοτάξιο και γενικότερα σε ανοικτούς χώρους. Στην περίπτωση αυτή η συγκόλληση μπορεί να γίνει χωρίς ιδιαίτερες προφυλάξεις, ακόμη και με σχετικά υγρό καιρό. Γενικά για την αποφυγή ύγρανσης των ηλεκτροδίων η επιφάνειά τους θα είναι λεία (απουσία πληγών στην επικάλυψη), η δε συσκευασία επιμελημένη.

Συνιστάται να αποφεύγεται η συγκόλληση όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα χαμηλή (κάτω από 0°C) γιατί αυξάνεται η ταχύτητα ψύξης.

Από τη διάσπαση των υδατμών στις υψηλές θερμοκρασίες του τόξου παράγεται υδρογόνο το οποίο απορροφάται στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη προκαλώντας ρηγματώσεις και ψαθυροποίηση.

Κατά την εκτέλεση μιας συγκόλλησης θα λαμβάνονται υπόψη και τα παρακάτω:

- **Επιλογή ηλεκτροσυγκολλητή**

Η συγκόλληση θεωρείται εξειδικευμένη εργασία, γι' αυτό και απαιτείται να εκτελείται από συγκολλητές πιστοποιημένους για τον συγκεκριμένο τύπο σύνδεσης και την συγκεκριμένη μέθοδο συγκόλλησης σύμφωνα με τα Πρότυπα EN ISO 17660-1 και EN ISO 17660-2.

Σε κάθε περίπτωση, και πριν την εκτέλεση μιας συγκόλλησης στο έργο, ο ηλεκτροσυγκολλητής θα πρέπει να κατασκευάσει δοκίμια με τον συγκεκριμένο τύπο σύνδεσης με τη συγκεκριμένη μέθοδο συγκόλλησης και υπό συνθήκες που προσομοιάζουν με τις πραγματικές συνθήκες του έργου. Ο έλεγχος των δοκιμών αυτών θα γίνεται σύμφωνα με τις Παραγρ. 8.5.2 και 8.5.3.

- **Αναλώσιμα (Ηλεκτρόδια – Προστατευτικά Αέρια)**

Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται κατά τη χειρωνακτική ηλεκτροσυγκόλληση τόξου, ανεξάρτητα από τον τύπο σύνδεσης, πρέπει να είναι με βασική επένδυση ή με επένδυση ρουτιλίου, και τα μηχανικά τους χαρακτηριστικά πρέπει να είναι κατάλληλα για τις συγκολλούμενες ράβδους. Στοιχεία για την επιλογή των ηλεκτροδίων δίνονται στα σχόλια της Παραγρ.8.6.2.

Τα ηλεκτρόδια πρέπει να έχουν σε κάθε περίπτωση όριο διαρροής μεγαλύτερο από 355MPa. Ειδικότερα στην περίπτωση μεταωπικών συγκολλήσεων, το όριο διαρροής του μετάλλου των ηλεκτροδίων πρέπει να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το όριο διαρροής των προς συγκόλληση ράβδων.

Επειδή τα βασικά ηλεκτρόδια είναι εξόχως υγροσκοπικά, θα πρέπει αμέσως πριν από τη χρήση τους να ξηραίνονται σε ειδικά φορητά ξηραντήρια, στις θερμοκρασίες που συνιστά ο κατασκευαστής των ηλεκτροδίων. Η συγκόλληση θα εκτελείται από συγκολλητές εξειδικευμένους στη χρήση τέτοιων ηλεκτροδίων.

Κατά την ημιαυτόματη συγκόλληση με προστατευτικό αέριο (π.χ. μίγμα Ar-CO₂), το ηλεκτρόδιο-σύρμα πρέπει να είναι σύμφωνο με τα ισχύοντα Πρότυπα γι' αυτό το είδος συγκολλήσεων (βλ. Παράρτημα Π4).

- **Αντίξοες καιρικές συνθήκες**

Η συγκόλληση δεν θα γίνεται όταν βρέχει ή χιονίζει ή όταν φυσάει ισχυρός άνεμος, εκτός αν λαμβάνονται ειδικές προφυλάξεις (σκεπάσματα ή πετάσματα).

Οι επιφάνειες που πρόκειται να συγκολληθούν πρέπει να είναι καθαρές και στεγνές. Όταν παρατηρείται συμπύκνωση υδατμών στην επιφάνειά τους, πρέπει να προηγείται ελαφρά θέρμανση με θερμό αέρα για την

Σε κάθε συγκόλληση, δημιουργείται ένας "θερμικός κύκλος", γύρω από την περιοχή της συγκόλλησης. Το μέταλλο θερμαίνεται με ορισμένο ρυθμό, παραμένει σε κάποια μέγιστη θερμοκρασία για ορισμένο χρόνο και μετά ψύχεται μέχρι τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος με κάποιον άλλο ρυθμό. Στη διάρκεια του θερμικού κύκλου μπορεί να αναπτυχθούν τάσεις και να εκδηλωθούν παραμορφώσεις. Επίσης μπορεί να λάβουν χώρα μεταλλουργικές και χημικές αλλαγές που οδηγούν σε μεταβολή των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων στη ζώνη τήξης και στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη. Γενικώς, η υπερβολική θέρμανση κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τις μηχανικές ιδιότητες ή να προκαλέσει άλλες συνέπειες.

Για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν (βλ. και ΕΛΟΤ EN ISO 13916):

- Φορητά θερμοστοιχεία επαφής
- Φορητά θερμόμετρα υπέρυθρων
- Θερμοευαίσθητοι χρωματοδείκτες (μορφής κιμωλίας) οι οποίοι αλλάζουν χρώμα σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (π.χ. 200°C, 250°C, 300°C). Η επιφάνεια του μετάλλου βάφεται με την κιμωλία πριν ξεκινήσει η συγκόλληση. Η αλλαγή του χρώματος υποδηλώνει ότι η βαμμένη περιοχή απέκτησε τη συγκεκριμένη θερμοκρασία του δείκτη.

Η προθέρμανση των ράβδων πριν από τη συγκόλληση (που όμως δεν θα υπερβαίνει τους 350°C), δεν είναι απαραίτητη για τους συγκολλησίσιμους χάλυβες (όπως είναι για τους συγκολλησίσιμους υπό προϋποθέσεις χάλυβες κατά την Παραγρ. 8.6). Ωστόσο θεωρείται χρήσιμη, καθ' όσον επιβραδύνει την ψύξη και έτσι αποφεύγεται η ψαθυροποίηση του υλικού.

Η περίπτωση αφορά συγκολλήσεις με:

- Κοινά ηλεκτρόδια (π.χ. ρουτιλίου, βασικά) με τη μέθοδο SMAW
- Σωληνωτά ηλεκτρόδια με τη μέθοδο FCAW.

απομάκρυνση της υγρασίας.

• Ανύψωση θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης

Η συγκόλληση θα εκτελείται αργά, ώστε να παρέχεται επαρκής θερμική παροχή, χωρίς όμως η θερμοκρασία της ράβδου να ξεπεράσει τους 350°C σε απόσταση 25mm από το πέρας της συγκόλλησης σε οποιαδήποτε διεύθυνση.

• Ρυθμός ψύξης της συγκόλλησης

Οι συγκολλούμενες ράβδοι θα αφήνονται να ψυχθούν ήρεμα και αργά στον αέρα. Απαγορεύεται αυστηρά η επιτάχυνση της ψύξης με χρήση νερού ή άλλων μέσων.

• Τυχαία τόξα

Τυχαία τόξα, που δημιουργούνται κατά ανεξέλεγκτο τρόπο σε άλλα σημεία, εκτός της συγκόλλησης, πρέπει να αποφεύγονται κατά το δυνατόν. Τοπικές κηλίδες, ρωγμές ή άλλα ελαττώματα που προκύπτουν από τυχαία τόξα πρέπει να απομακρύνονται με μηχανικά μέσα (τροχό, κοπίδι).

• Απομάκρυνση της σκουριάς

Σε μεθόδους συγκόλλησης κατά τις οποίες, από τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια παράγεται σκουριά για την προστασία του συγκολλούμενου μετάλλου, αυτή η σκουριά πρέπει να απομακρύνεται από κάθε κορδόνι πριν εφαρμοσθεί το επόμενο, καθώς και από το τελευταίο κορδόνι, με ιδιαίτερη προσοχή στα άκρα.

• Διαστάσεις ραφής συγκόλλησης

Η υπέρβαση των διαστάσεων της ραφής συγκόλλησης, πέραν των οριζόμενων στις επόμενες παραγράφους, έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα της σύνδεσης, επειδή αυξάνονται οι εσωτερικές τάσεις κατ' αναλογία με τον όγκο του εναποτιθέμενου μετάλλου.

• Ελαττωματικές συνδέσεις

Όταν μία σύνδεση δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του Κανονισμού (βλ. Παραγρ. 8.5) θα αποκόπτονται τα συγκολλημένα τμήματα και θα εκτελείται νέα συγκόλληση σε άλλη θέση. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε το εναποτεθέν υλικό θα απομακρύνεται με μηχανικά μέσα

Παρότι το Πρότυπο EN ISO 17660-1 (που αφορά μη δυναμικές καταπονήσεις) επιτρέπει τη σταυρωτή συγκόλληση στην περιοχή καμπύλωσης ράβδων που έχουν καμφθεί πριν από τη συγκόλληση, ωστόσο συνιστάται να αποφεύγεται.

Ο τύπος της λοξοτομής επιλέγεται αναλόγως:

- Της διαμέτρου της ράβδου
- Της δυνατότητας πρόσβασης από τη μία ή και από τις δύο πλευρές των ράβδων
- Της θέσης συγκόλλησης των ράβδων (οριζόντια ή κατακόρυφη)
- Της χρησιμοποιούμενης μεθόδου συγκόλλησης.

και θα εκτελείται νέα υγιής συγκόλληση. Στην περίπτωση αυτή όμως θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες επιπτώσεις από την εκτέλεση ελαττωματικών συγκολλήσεων (π.χ. εσωτερικές τάσεις, ψαθυροποίηση κλπ) κατά την κρίση του Μηχανικού.

• Κάμψεις και συγκολλήσεις

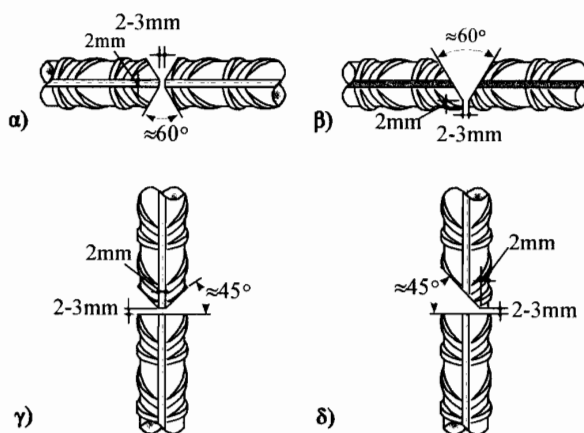
Οι κάμψεις, εφόσον είναι δυνατόν, θα πρέπει να γίνονται πριν την εκτέλεση των συγκολλήσεων. Η απόσταση της συγκόλλησης από την αρχή της καμπύλωσης θα είναι τουλάχιστον 2d για τις μετωπικές, για τις κατά παράθεση και για τις συνδέσεις με λωρίδες και 4d για τις σταυρωτές συνδέσεις (βλ. και Παραγρ. 6.5).

Στις παραγράφους που ακολουθούν, περιγράφεται ο τρόπος εκτέλεσης συνδέσεων με τεχνικές τόξου καθώς και η σηματική συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση.

Γενικά οι συγκολλήσεις τόξου εκτελούνται με διαδοχικά περάσματα του ηλεκτροδίου. Σε κάθε πέρασμα το ηλεκτρόδιο αφήνει ένα κορδόνι (bead). Ένα ή περισσότερα κορδόνια που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο (στρώση) αποτελούν ένα πάσο (pass). Η ραφή της συγκόλλησης (weld) μπορεί να αποτελείται από ένα πάσο ή και περισσότερα.

8.4.2 Μετωπική σύνδεση (άκρο με άκρο) με τεχνικές τόξου

Οι μετωπικές συνδέσεις εκτελούνται πάντοτε μετά από διαμόρφωση των άκρων με λοξοτομές, όπως φαίνεται στο Σχ. 8-1. Οι λοξοτομές θα διαμορφώνονται με τρύχιμα.



- (α) λοξοτομή διπλού-V στις δύο ράβδους σε οριζόντια θέση για πρόσβαση και από τις δύο πλευρές
 (β) λοξοτομή μονού-V στις δύο ράβδους σε οριζόντια θέση για πρόσβαση από τη μία πλευρά
 (γ) διπλή λοξοτομή στην άνω ράβδο σε κατακόρυφη θέση για πρόσβαση και από τις δύο πλευρές
 (δ) μονή λοξοτομή στην άνω ράβδο σε κατακόρυφη θέση για πρόσβαση από τη μία πλευρά.

Σχήμα 8-1 Τύποι λοξοτομών για μετωπικές συνδέσεις

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην καλή επαφή και σύντηξη μεταξύ του μετάλλου συγκόλλησης και των παρειών της λοξοτομής των προς συγκόλληση ράβδων.

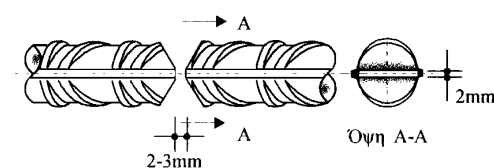
Το υποστήριγμα της ρίζας της συγκόλλησης (backing material) χρησιμοποιείται για να παρεμποδίσει το κάψιμο της ρίζας της συγκόλλησης (το στενότερο δηλ. σημείο της λοξοτομής στο οποίο γίνεται η έναρξη της συγκόλλησης) και την εκροή του τήγματος (βλ. και Σχ. 8-3).

Το Πρότυπο EN ISO 17660-1 επιτρέπει τη μετωπική σύνδεση για διαμέτρους μεγαλύτερες από 12mm ή 16mm κατά περίπτωση. Ο Ευρωκώδικας EN 1992-1-1 επιβάλλει διαμέτρους μεγαλύτερες από 20mm, γεγονός που θα έπρεπε να ερμηνευθεί ότι για διαμέτρους μικρότερες από 20mm θα προηγούνται δοκιμές σχεδιασμού.

Οι μετωπικές συνδέσεις διακρίνονται σε συνδέσεις χωρίς υποστήριξη της ρίζας και σε συνδέσεις με μόνιμη υποστήριξη της ρίζας.

Μετωπική σύνδεση χωρίς υποστήριξη της ρίζας εφαρμόζεται σε ράβδους διαμέτρου 16mm και άνω (κατά προτίμηση άνω των 20mm). Η μετωπική σύνδεση με μόνιμη υποστήριξη εφαρμόζεται σε ράβδους διαμέτρου 12mm και άνω.

Στο Σχ. 8-2 σημειώνεται η σειρά με την οποία εκτελούνται τα κορδόνια και τα πάσα της ραφής στην περίπτωση λοξοτομής διπλού V στις δύο ράβδους. Για άλλους τύπους λοξοτομών η εκτέλεση της ραφής είναι ανάλογη.



Η συγκόλληση του Σχ. 8-2.β εκτελέσθηκε με 9 κορδόνια (1 έως 9) τα οποία σχηματίζουν 7 πάσα (1,2, 3-4, 5, 6-7, 8 και 9). Τα κορδόνια 1, 2 και 5 αποτελούν τη ρίζα της συγκόλλησης, συνιστάται δε να γίνονται με λεπτότερο ηλεκτρόδιο (βλ. Σχόλιο Πιν. Σ8-1).

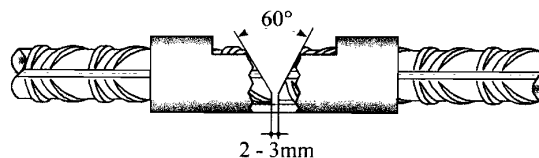
Συνιστάται οι διάμετροι να είναι ίσες. Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται η συγκόλληση μιας ράβδου με άλλη που έχει την αμέσως μεγαλύτερη ή την αμέσως μικρότερη διάμετρο εφόσον η διαφορά των διαμέτρων δεν υπερβαίνει τα 3mm.

Σχήμα 8-2 Μετωπική σύνδεση με συγκόλληση τόξου (λοξοτομή διπλού-V στις δύο ράβδους σε οριζόντια θέση)

Οι συνδεόμενες ράβδοι επιτρέπεται να είναι διαφορετικής διαμέτρου. Η εκκεντρότητα μετά την συγκόλληση δεν πρέπει να υπερβαίνει το $0,1d_{\min}$.

Στην περιοχή της σύνδεσης, λόγω της ραφής, η διάμετρος μπορεί να αυξηθεί κατά $0,2d_{\min}$ όπου $d_{\min}$ είναι η ονομαστική διάμετρος της λεπτότερης ράβδου.

Όταν χρησιμοποιείται υποστήριγμα της ρίζας της συγκόλλησης (βλ. και Σχ. 8-3) το οποίο ενδέχεται να τηχθεί, τότε θα πρέπει και αυτό να είναι από συγκολλησιμο χάλυβα.



Σχήμα 8-3 Μετωπική σύνδεση με υποστήριγμα της ρίζας της συγκόλλησης

Η τεχνική αυτή δεν συνιστάται για το εργοτάξιο.

8.4.3.2 Σύνδεση κατά παράθεση με την τεχνική της σημειακής συγκόλλησης με ηλεκτρική αντίσταση ή με προεξοχή

Αυτός ο τύπος σύνδεσης επιτρέπεται μόνο για μη φέρουσες συνδέσεις. Η σύνδεση κατά παράθεση με σημειακές συγκολλήσεις (όχι ραφές) γίνεται είτε με την τεχνική της ηλεκτρικής αντίστασης είτε με τη μέθοδο της προεξοχής.

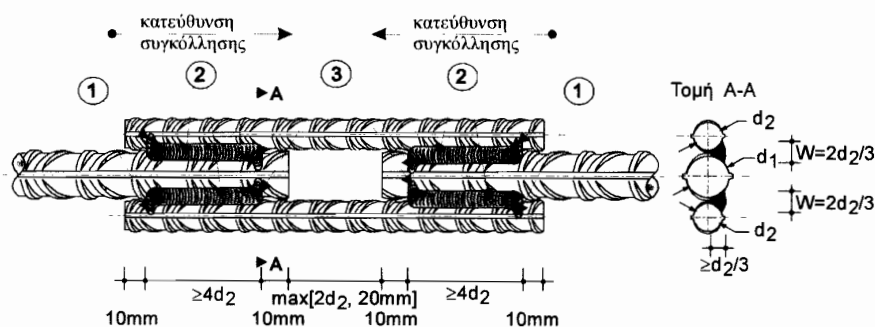
Η αντοχή των συγκολλήσεων αυτών πρέπει να προδιαγράφεται κατά τον σχεδιασμό. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να έχουν πάχος όχι μικρότερο των 4mm και μήκος όχι μικρότερο των 25mm.

8.4.4 Σύνδεση με λωρίδες με τεχνικές τόξου

Οι συνδέσεις αυτού του τύπου είναι φέρουσες.

Οι λωρίδες σύνδεσης πρέπει να είναι από συγκολλησίμη ράβδο χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος ή από άλλο συγκολλησίμη χάλυβα. Οι ράβδοι τίθενται σε επαφή μεταξύ τους και η συγκόλληση γίνεται μόνον από τη μία πλευρά όπως φαίνεται στο Σχ. 8-6. Η ραφή εκτελείται χωρίς διακοπή, και μπορεί να γίνει σε ένα πέρασμα.

Όταν οι ράβδοι και οι λωρίδες είναι από υλικό με τις ίδιες μηχανικές ιδιότητες, η συνολική διατομή των δύο λωρίδων πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη διατομή των ράβδων που συνδέονται (αλλά όχι πολύ μεγαλύτερη).



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

Σχήμα 8-6 Σύνδεση με λωρίδες

8.4.5 Σταυρωτή σύνδεση

Οι συνδέσεις αυτές μπορεί να είναι είτε φέρουσες είτε μη φέρουσες.

Ο λόγος των ονομαστικών διαμέτρων των δύο ράβδων πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη σχέση:

$$d_{\min} \geq 0,50 d_{\max}$$

Για μεγαλύτερες τιμές του λόγου $d_{\min}/d_{\max}$, μειώνεται ο κίνδυνος δυσμενούς μεταβολής των μηχανικών ιδιοτήτων των συγκολλούμενων ράβδων. Ειδικώς για τα δομικά πλέγματα, ο λόγος είναι τουλάχιστον 0,6 (βλ. Κεφ. 9).

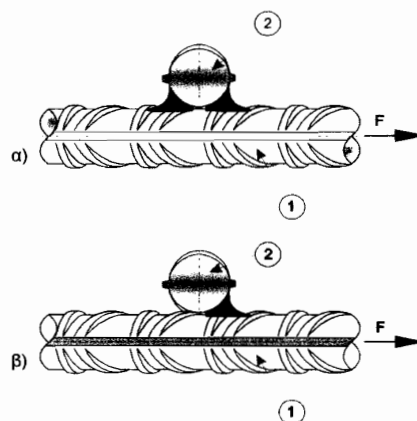
Για την τιμή του S_f των πλεγμάτων βλ. Κεφ. 9.

Η απαιτούμενη τιμή του συντελεστή διάτμησης S_f της σταυρωτής σύνδεσης πρέπει να προδιαγράφεται στη μελέτη και να υποδηλώνεται επί των σχεδίων. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ισχύει $S_f \geq 0,30$ για φέρουσες συνδέσεις.

Η σταυρωτή σύνδεση μπορεί να γίνει είτε με συγκόλληση τόξου, είτε με σημειακή συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση. Εκτελείται χωρίς καμία προετοιμασία των ράβδων.

8.4.5.1 Σταυρωτή σύνδεση με τεχνικές τόξου

Οι σταυρωτές συνδέσεις θα εκτελούνται σύμφωνα με το Σχ. 8-7. Η συγκόλληση, εφόσον υπάρχει πρόσβαση, θα γίνεται σε δύο πλευρές με ίσες ραφές (βλ Σχ. 8-7α). Αν δεν είναι δυνατόν να γίνει συγκόλληση και από τις δύο πλευρές, η συγκόλληση θα γίνεται από τη μία πλευρά όπως στο Σχ. 8-7β.



1 : διαμήκης ράβδος

2 : εγκάρσια ράβδος

F : η δύναμη προς αγκύρωση

Σχήμα 8-7 Σταυρωτή σημειακή συγκόλληση με τεχνικές τόξου

Όταν συγκολλώνται περισσότερες από μία εγκάρσιες ράβδοι σε μία διαμήκη ράβδο, τότε η μεταξύ τους απόσταση πρέπει να είναι τουλάχιστον $3d_{transmax}$, όπου $d_{transmax}$ είναι η ονομαστική διάμετρος της μεγαλύτερης από τις εγκάρσιες ράβδους.

Για να αποφευχθούν ρηγματώσεις στη συγκόλληση, πρέπει:

- Το πάχος της ραφής να είναι $\geq 0,3d_{min}$ ή 4mm (όποιο είναι μεγαλύτερο)
- Το ελάχιστο μήκος της ραφής συγκόλλησης να είναι $\geq 0,5d_{min}$ ή 6mm (όποιο είναι μεγαλύτερο).

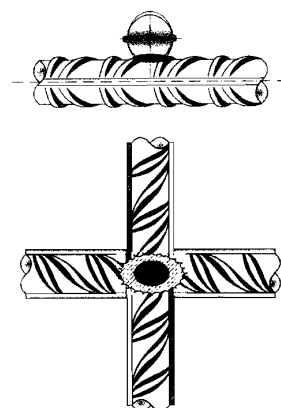
Οι μη φέρουσες σταυρωτές συγκολλήσεις πρέπει να περιορίζονται στις απολύτως αναγκαίες.

8.4.5.2 Σταυρωτή σύνδεση με ηλεκτρική αντίσταση ή με προεξοχή

Σταυρωτή σημειακή σύνδεση με ηλεκτρική αντίσταση ή με προεξοχή, παρουσιάζεται στο Σχ. 8-8.

Για τον τύπο αυτό της σύνδεσης δεν μπορούν να προδιαγραφούν πιο συγκεκριμένες απαιτήσεις για τα γεωμετρικά στοιχεία. Σε κάθε περίπτωση ο σχεδιασμός και η τελική επιβεβαίωση θα γίνεται με τις δοκιμές που προβλέπονται στην Παραγρ. 8-5.

Η σύνδεση αυτή εφαρμόζεται ευρέως στην παραγωγή πλεγμάτων. Δεν εκτελείται στο εργοτάξιο.



Σχήμα 8-8 Σχηματική παράσταση σταυρωτής σύνδεσης με ηλεκτρική αντίσταση ή προεξοχή

8.4.6 Συνδέσεις με άλλα χαλύβδινα στοιχεία

Οι συνδέσεις ράβδων χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος με άλλα χαλύβδινα στοιχεία γίνονται με δύο τρόπους:

- Με πλευρική συγκόλληση κατά παράθεση (με ραφές από τη μία ή/και από τις δύο πλευρές) της ράβδου επί του χαλύβδινου στοιχείου. Οι άξονες της ράβδου και του χαλύβδινου στοιχείου θα είναι παράλληλοι.
- Με συγκόλληση επί εγκάρσιου χαλύβδινου στοιχείου. Ο άξονας της ράβδου θα είναι κάθετος στο επίπεδο του χαλύβδινου στοιχείου.

8.4.6.1 Συνδέσεις με πλευρική συγκόλληση της ράβδου επί χαλύβδινου στοιχείου

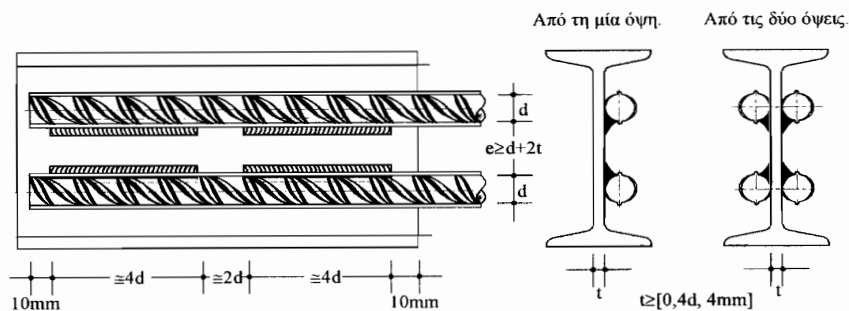
Τυπικές μορφές σύνδεσης δίνονται στο Σχ. 8-9 με ραφή από τη μία μόνο πλευρά της ράβδου, και στο Σχ. 8-10 με ραφή και από τις δύο πλευρές.

Το πάχος του χαλύβδινου στοιχείου, t , και στις δύο περιπτώσεις, πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο με $0,4d$, οπωσδήποτε δε μεγαλύτερο από 4mm (βλ. Σχ. 8-9 και Σχ. 8-10).

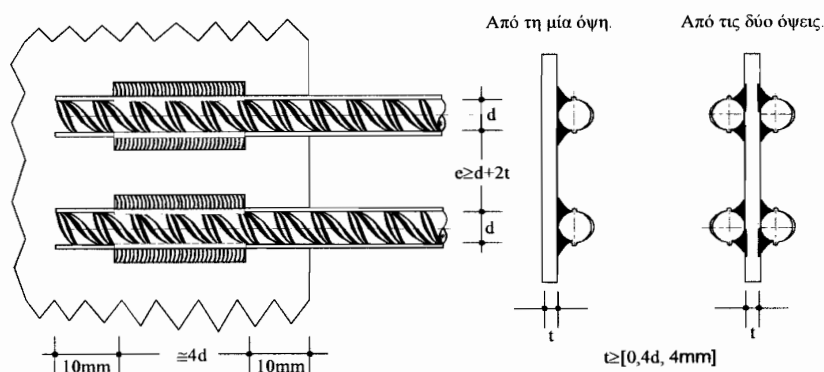
Το πάχος της ραφής συγκόλλησης, a , πρέπει να είναι περίπου ίσο με $0,3d$ και οπωσδήποτε μεγαλύτερο από 3mm (βλ. Σχ. 8-11).

Η καθαρή απόσταση, e , μεταξύ των ράβδων πρέπει να είναι τουλάχιστον $d+2t$ (βλ. Σχ. 8-9 και Σχ. 8-10) ώστε κατά την εκτέλεση της συγκόλλησης να είναι δυνατή η πρόσβαση στη ρίζα της.

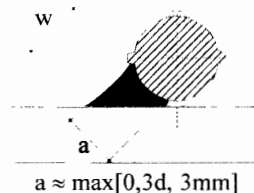
Το ελάχιστο πάχος, t , του στοιχείου που ορίζεται εδώ προκύπτει από τις απαιτήσεις της συγκόλλησης. Μεγαλύτερα πάχη μπορεί να απαιτηθούν από τη στατική ανάλυση. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται να γίνονται δοκιμές σχεδιασμού.



Σχήμα 8-9 Συνδέσεις με πλευρική συγκόλληση ράβδων, από τη μια ή και από τις δύο όψεις του στοιχείου, με ραφή μόνον από τη μια πλευρά των ράβδων



Σχήμα 8-10 Συνδέσεις με πλευρική συγκόλληση ράβδων, από τη μια ή και από τις δύο όψεις του στοιχείου, με ραφή και από τις δύο πλευρές κάθε ράβδου



Σχήμα 8-11 Πάχος ραφής συγκόλλησης για τις συνδέσεις των Σχ. 8-9 και Σχ. 8-10

Σ' αυτόν τον τύπο της σύνδεσης, το πάχος, a , της ραφής μπορεί να θεωρηθεί κατ' εκτίμηση ως ίσο προς το 70% του πλάτους, w , ($a \approx 0,70w$).

Το ελάχιστο πάχος, t , του χαλύβδινου στοιχείου που ορίζεται εδώ προκύπτει από τις απαιτήσεις της συγκόλλησης. Μεγαλύτερα πάχη μπορεί να απαιτηθούν από τη μελέτη.

Τέτοιου είδους συγκολλήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόσθετη αγκύρωση των ράβδων οπλισμού. Στις περιπτώσεις αγκυρώσεων με πρόσθετα στοιχεία ο ΕΚΩΣ (Παράγρ. 17.6.5) απαιτεί δοκιμές και "Εγκριτικές Αποφάσεις".

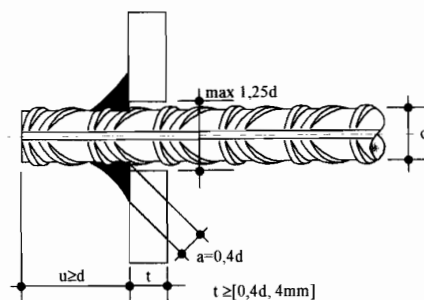
Η διάμετρος των οπών δεν θα ξεπερνά το 1,25d.

8.4.6.2 Συνδέσεις με συγκόλληση επί εγκάρσιου χαλύβδινου στοιχείου

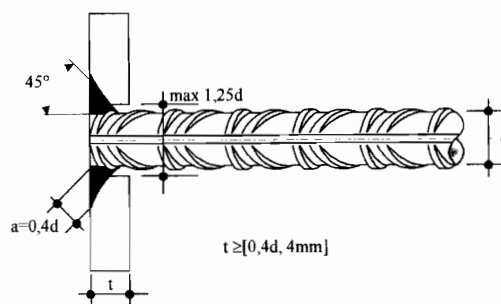
Τυπικές μορφές και οι ελάχιστες απαιτούμενες διαστάσεις δίνονται στα Σχ. 8-12, 8-13 και 8-14. Οι διαστάσεις αναφέρονται σε σχέση με το πάχος, t , του χαλύβδινου στοιχείου και τη διάμετρο, d , της ράβδου. Επιτρέπεται δύο ή περισσότερες ράβδοι να συγκολληθούν επί του ίδιου στοιχείου. Στην περίπτωση αυτή, η καθαρή απόστασή τους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον $3d$, ώστε κατά την εκτέλεση της συγκόλλησης να είναι δυνατή η πρόσβαση στη ρίζα της.

Στην περίπτωση των συνδέσεων των Σχ. 8-12 και 8-13, οι οπές πρέπει να έχουν επαρκή διάμετρο ώστε να επιτρέπουν την είσοδο της ράβδου, χωρίς όμως να αφήνουν μεγάλο διάκενο μεταξύ χαλύβδινου στοιχείου και ράβδου.





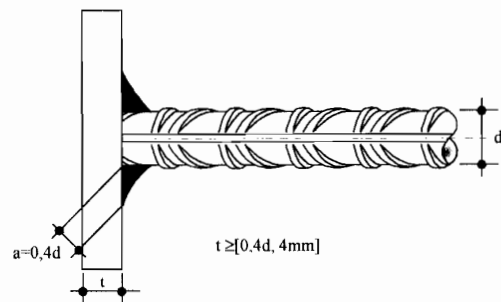
Σχήμα 8-12 Ράβδος διερχόμενη από χαλύβδινο στοιχείο



Σχήμα 8-13 Ράβδος αγκυρούμενη εντός του πάχους του χαλύβδινου στοιχείου

Όταν δεν επιτυγχάνεται κοπή με ακρίβεια, αυξάνεται το πάχος της συγκόλλησης κατά το προκύπτον διάκενο.

Όταν η ράβδος συγκολλάται μετωπικά επί του χαλύβδινου στοιχείου (βλ. Σχ. 8-14), το άκρο της ράβδου πρέπει να κοπεί με ακρίβεια κάθετα στον άξονά της. Κατά τη συγκόλληση πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η διατομή της ράβδου εφάπτεται στην πλάκα (χωρίς διάκενο).



Σχήμα 8-14 Μετωπική συγκόλληση ράβδου επί χαλύβδινου στοιχείου

8.5 Έλεγχος συγκολλήσεων

8.5.1 Γενικά

Η παράγραφος αυτή αφορά τον έλεγχο των συγκολλήσεων που γίνονται χειρωνακτικά ή με ημιαντόμετες μεθόδους. Δεν αφορά τις συγκολλήσεις που εκτελούνται με αυτοματοποιημένες διαδικασίες σε εργοστάσιο ή σε μονάδα διαμόρφωσης οι οποίες ελέγχονται στο τελικό προϊόν σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2 και ΕΛΟΤ 1421-3, καθώς και με τις διατάξεις των Παραγρ. 3.2 και 4.5 του παρόντος Κανονισμού.

Ενδεικτικά μη καταστροφικές μέθοδοι που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι τα διεισδυτικά υγρά, οι υπέρηχοι κ.λπ.

Στις μη φέρουσες συνδέσεις γίνεται μόνο δοκιμή εφελκυσμού, εκτός από τα πλέγματα ειδικού τύπου στα οποία γίνεται και δοκιμή διάτμησης.

Σε περίπτωση αστοχίας προηγείται τις απόρριψης επανεξέταση του δοκιμίου και του σχεδιασμού της συγκόλλησης. Εφόσον διαπιστωθούν λάθη ή παραλείψεις η δοκιμή επαναλαμβάνεται με νέα δοκίμια.

Οι συγκολλήσεις που γίνονται χειρωνακτικά ή με ημιαυτόματες μεθόδους αφορούν:

- Εν σειρά παραγόμενα ή προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία τα οποία μπορούν να ελεγχθούν πριν την ενσωμάτωσή τους στην τελική θέση επί του έργου. Για τα στοιχεία αυτά ο έλεγχος ποιότητας των συγκολλήσεων θα είναι δειγματοληπτικός και θα εκτελείται σύμφωνα με τις Παραγρ. 8.5.2 και 8.5.3.
- Συγκολλήσεις που γίνονται στην τελική θέση επί του έργου και οι οποίες είναι δύσκολο να ελεγχθούν χωρίς να προκληθεί φθορά στο έργο. Εφόσον οι συγκολλήσεις αυτές έχουν γίνει από ηλεκτροσυγκολλητές επιλεγμένους σύμφωνα με την Παραγρ. 8.4.1, αρκεί κατά κανόνα ο οπτικός έλεγχός τους ο οποίος περιλαμβάνει:
 - Έλεγχο της γεωμετρίας της συγκόλλησης (θέση, πλήθος, μήκος και πάχος ραφών). Βλ. Παραγρ. 8.4.
 - Έλεγχο για την ύπαρξη εμφανών ελαττωμάτων των ραφών όπως π.χ. ρωγμές, έλλειψη διείσδυσης, έντονο κύρτωμα, ακανόνιστο σχήμα, εξογκώσεις, κρατήρες.

Αν από τον οπτικό έλεγχο προκύψουν σοβαρές αμφιβολίες για την ποιότητα ορισμένων συγκολλήσεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μη καταστροφικές μέθοδοι επιτόπου ελέγχου αλλά ακόμη και καταστροφικές μέθοδοι (αποκοπή δείγματος που περιέχει τη συγκόλληση και εργαστηριακός έλεγχός του σύμφωνα με την Παραγρ. 8.5.3).

8.5.2 Έλεγχοι και πλήθος δοκιμών

Οι δοκιμές ελέγχου που αναπτύσσονται πιο κάτω, αφορούν φέρουσες και μη φέρουσες συνδέσεις.

Ανεξαρτήτως της μεθόδου συγκόλλησης, οι έλεγχοι και το πλήθος των δοκιμών που απαιτούνται, ανάλογα με τον τύπο της σύνδεσης, φαίνονται στον Πιν. 8-2.

Πίνακας 8-2 Πεδίο εφαρμογής και πλήθος δοκιμών για τον έλεγχο ποιότητας συγκόλλησης

Τύπος σύνδεσης	Πλήθος δοκιμών		
	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.			

Αν αστοχήσει έστω και ένα δοκίμιο, τότε κατασκευάζονται και ελέγχονται δύο πρόσθετα δοκίμια. Αν έστω και ένα από τα πρόσθετα δοκίμια αστοχήσει, το αποτέλεσμα του ελέγχου θεωρείται αρνητικό, και η συγκόλληση μη αποδεκτή.

8.5.3 Εκτέλεση δοκιμών - Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

8.5.3.1 Οπτικός έλεγχος

Τα δοκίμια που θα υποβληθούν σε ελέγχους μηχανικών ιδιοτήτων δεν θα πρέπει να εμφανίζουν, σε μακροσκοπικό έλεγχο, ατέλειες που θεωρούνται επικίνδυνα ελαττώματα συγκολλήσεων (όπως ρωγμές, έλλειψη διείδυσης, έντονο κύρτωμα, ακανόνιστο σχήμα, εξογκώσεις, κρατήρες, κλπ).

Επίσης, μετά το πέρας της δοκιμής, ελέγχεται οπτικά και η επιφάνεια θραύσης για τυχόν ανωμαλίες ή ατέλειες.

8.5.3.2 Δοκιμή εφελκυσμού

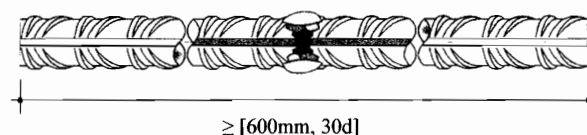
α) Μορφή δοκιμίων

Η δοκιμή εφελκυσμού θα γίνεται σε δοκίμιο στο οποίο η θέση της συγκόλλησης, θα είναι περίπου στο μέσον του.

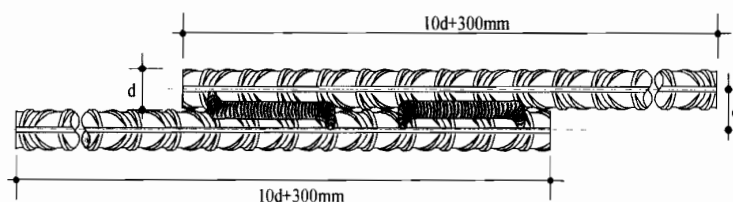
Για τα δοκίμια για τα οποία είναι πρακτικώς δυνατόν να εκτελεσθεί τυποποιημένη δοκιμή εφελκυσμού, οι σχετικές διαστάσεις και η μορφή των δοκιμίων, ανάλογα και με το τύπο της σύνδεσης, φαίνονται στα Σχ. 8-15 έως 8-22.

Όταν δεν είναι πρακτικώς δυνατόν να εκτελεσθεί μία τυποποιημένη δοκιμή εφελκυσμού, το εργαστήριο δοκιμών, σε συνεννόηση με τον ενδιαφερόμενο, μπορεί να προσαρμόζει τις διαστάσεις του δοκιμίου, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Στην περίπτωση συγκόλλησης ράβδου οπλισμού με χαλύβδινο στοιχείο, υπάρχει πρακτική δυσκολία στη διαμόρφωση κατάλληλου δοκιμίου για την εκτέλεση της δοκιμής. Σε κάθε περίπτωση, η διαμόρφωση του δοκιμίου θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η αστοχία κατά την δοκιμή να επέρχεται στην ράβδο και όχι στο χαλύβδινο στοιχείο.

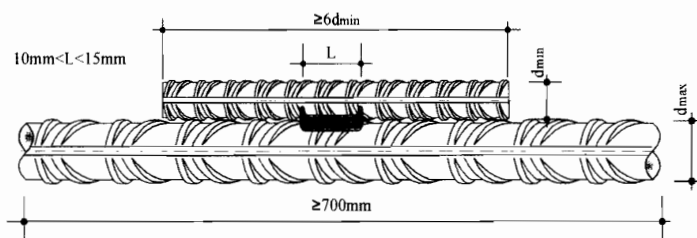


Σχήμα 8-15 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού και για δοκιμή κάμψης στην περίπτωση μετωπικής σύνδεσης

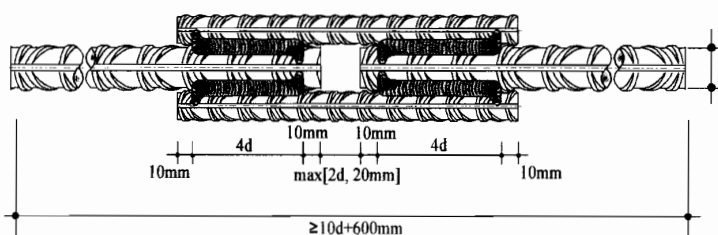


Σχήμα 8-16 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού στην περίπτωση φέρουσας σύνδεσης κατά παράθεση

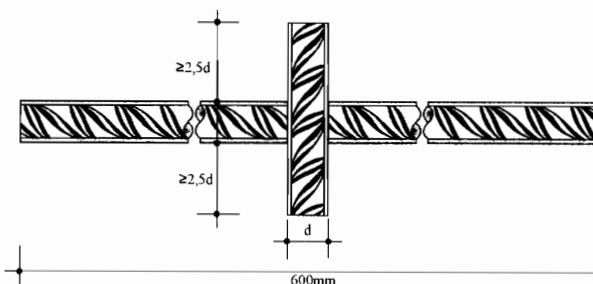
Με το δοκίμιο του παραπλεύρως σχήματος δεν ελέγχεται η φέρουσα ικανότητα της σύνδεσης, παρά μόνον εάν έχουν επηρεασθεί δυσμενώς, λόγω της συγκόλλησης, τα μηχανικά χαρακτηριστικά της δοκιμαζόμενης ράβδου.



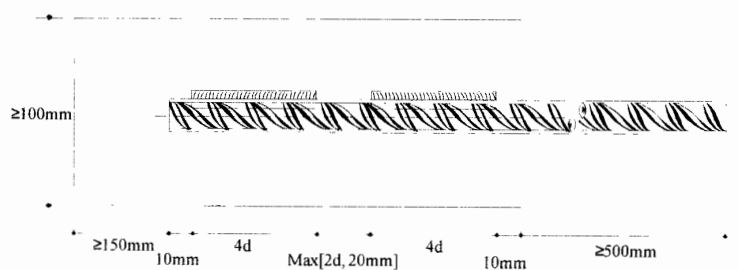
Σχήμα 8-17 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού στην περίπτωση μη φέρουσας σύνδεσης κατά παράθεση



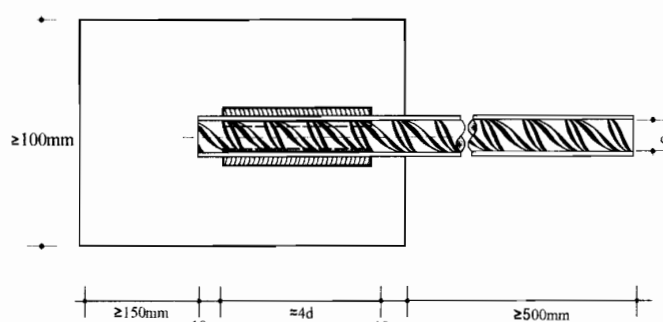
Σχήμα 8-18 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού στην περίπτωση σύνδεσης με λωρίδες



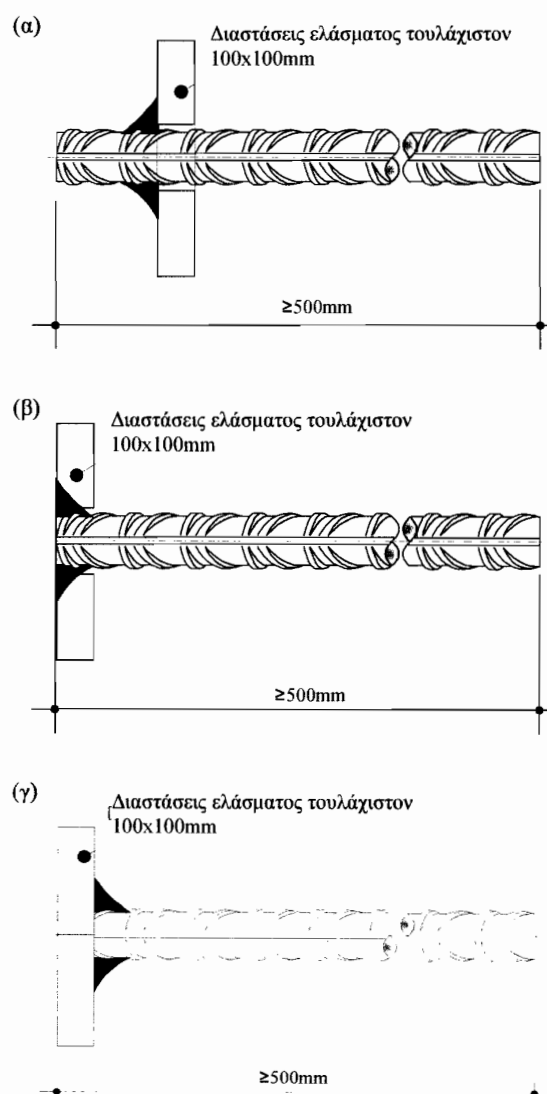
Σχήμα 8-19 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού και κάμψης για όλες τις σταυρωτές συνδέσεις



Σχήμα 8-20 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού στην περίπτωση σύνδεσης με χαλύβδινο στοιχείο κατά παράθεση με ραφές από τη μία πλευρά



Σχήμα 8-21 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού στην περίπτωση σύνδεσης με χαλύβδινο στοιχείο κατά παράθεση με ραφή και από τις δύο πλευρές



Σχήμα 8-22 Μορφή δοκιμίου για δοκιμή εφελκυσμού στην περίπτωση σύνδεσης επί εγκαρσίου χαλύβδινου στοιχείου

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

Ειδικώς για την περίπτωση συγκόλλησης με παράθεση ή με λωρίδες, ο λόγος για τον οποίο δεν πρέπει να περιλαμβάνεται η συγκόλληση μέσα στο μήκος στο οποίο μετριέται η ανηγμένη παραμόρφωση, ϵ_u , είναι ότι, στην περιοχή της συγκόλλησης των ράβδων, η διατομή είναι τουλάχιστον διπλάσια σε σχέση με την ελεγχόμενη ράβδο. Αποτέλεσμα τούτου είναι ότι κατά τη φόρτιση, η περιοχή της συγκόλλησης παραμορφώνεται ελαστικά.

Θραύση στην περιοχή της συγκόλλησης πιθανόν να υποδηλώνει απαγορευτική υποβάθμιση των μηχανικών χαρακτηριστικών της ράβδου λόγω της συγκόλλησης.

β) Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

Στη δοκιμή εφελκυσμού θα πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις:

$$F_m \geq A \cdot f_{y,nom} \cdot (f_t/f_y) \text{ και } f_{y,act} \geq f_{y,nom}$$

Όπου:

- F_m Το μέγιστο φορτίο
- A Η ονομαστική διατομή της ράβδου
- $f_{y,nom}$ Η χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής που δίνεται στον Πιν. 3-3
- f_t/f_y Η ελάχιστη τιμή του λόγου της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής, που δίνεται στον Πιν. 3-3.
- $f_{y,act}$ Πραγματικό όριο διαρροής

Μετρήσεις της συνολικής ανηγμένης παραμόρφωσης στο μέγιστο φορτίο, ϵ_u , και του λόγου f_t/f_y θα γίνονται όταν απαιτείται. Πάντως στην περίπτωση που η θραύση προκληθεί μέσα στην περιοχή 2,5d ή 25mm από το άκρο της συγκόλλησης τότε τα μεγέθη αυτά θα μετριοούνται υποχρεωτικώς. Για τις ιδιότητες αυτές θα πρέπει να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του Πιν. 3-3 του Κεφ.3.

Για τις φέρουσες συνδέσεις η συνολική ανηγμένη παραμόρφωση στο μέγιστο φορτίο, ϵ_u , θα μετριέται σε τμήμα της ράβδου που θα είναι μακριά από τη συγκόλληση (βλ. EN ISO 17660-1).

Για τις μη φέρουσες συνδέσεις η συνολική ανηγμένη παραμόρφωση στο μέγιστο φορτίο, ϵ_u , θα μετριέται σε τμήμα της ράβδου που θα περιλαμβάνει την συγκόλληση (βλ. EN ISO 17660-2). Πάντως αν η θραύση προκληθεί στην περιοχή της συγκόλλησης, τότε αναγκαστικά η μέτρηση θα γίνει μακριά από την περιοχή θραύσης και ως εκ τούτου δεν θα περιλαμβάνει την συγκόλληση (βλ. ΕΛΟΤ EN ISO 15630-2).

γ) Έκθεση αποτελεσμάτων

Στην Έκθεση των αποτελεσμάτων της δοκιμής, θα πρέπει να αναφέρονται αναλυτικά τα ακόλουθα:

- Η διαδικασία συγκόλλησης
- Ο τύπος του δοκιμίου και οι διαστάσεις του
- Το μέγιστο φορτίο και η τάση διαρροής
- Τα αποτελέσματα των άλλων ιδιοτήτων που ενδεχομένως μετρήθηκαν
- Το σημείο στο οποίο έγινε η θραύση
- Η μορφή και η θέση τυχόν ανωμαλιών στην επιφάνεια θραύσης.

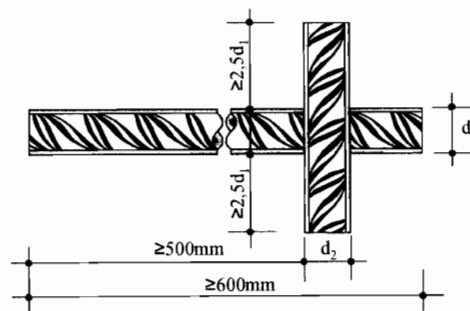
Στην έκθεση πρέπει σαφώς να δηλώνεται αν ικανοποιούνται ή όχι οι απαιτήσεις του παρόντος Κανονισμού, για τη δοκιμή.

Η δοκιμή αφορά σταυρωτές συνδέσεις, και θα γίνεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 15630-2.

8.5.3.3 Δοκιμή διάτμησης

α) Μορφή δοκιμίων

Οι σχετικές διαστάσεις και η μορφή των δοκιμίων, φαίνονται στο Σχ. 8-23.



Σχήμα 8-23 Μορφή και διαστάσεις δοκιμίου για δοκιμή διάτμησης

β) Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

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

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

Όπου:

S_f : Ο συντελεστής διάτμησης που απαιτείται ανάλογα με το είδος της σύνδεσης, βλ Παραγρ. 8.4.5

A : Η ονομαστική διατομή της ράβδου που εφελκύεται

$f_{y, nom}$: Η χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής της εφελκόμενης ράβδου κατά τον Πιν. 3-3 (500MPa).

γ) Έκθεση αποτελεσμάτων

Στην Έκθεση των αποτελεσμάτων της δοκιμής, θα πρέπει αναλυτικά να αναφέρονται:

- Η διαδικασία συγκόλλησης
- Ο τύπος του δοκιμίου και οι διαστάσεις του
- Το φορτίο αποκόλλησης
- Το σημείο στο οποίο έγινε η θραύση, αν παρατηρηθεί θραύση πριν από την αποκόλληση.

Στην Έκθεση πρέπει σαφώς να δηλώνεται αν ικανοποιούνται ή όχι οι απαιτήσεις αυτού του Κανονισμού για τη δοκιμή.

8.5.3.4 Δοκιμή κάμψης

α) Μορφή δοκιμίων

Οι σχετικές διαστάσεις και η μορφή των δοκιμίων, ανάλογα και με τον τύπο της σύνδεσης, φαίνονται στα Σχ. 8-15 και 8-19. Θα πρέπει, κατά τη δοκιμή, να επιδιώκεται η θέση της συγκόλλησης να είναι περίπου στο μέσον του δοκιμίου και στην εξωτερική (εφελκόμενη) πλευρά του.

Η γωνία κάμψης θα είναι τουλάχιστον 60° σύμφωνα με το EN ISO 17660-1. Οι διάμετροι των κυλινδρικών στελεχών γύρω από τα οποία γίνεται η κάμψη δίνονται στον Πιν. 8-3.

Η δοκιμή γίνεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 15630-2.

Πίνακας 8-3 Διάμετροι κυλινδρικών στελεχών για δοκιμή κάμψης

Ονομ. 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

β) Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

Το δοκίμιο θα 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.

γ) Έκθεση αποτελεσμάτων

Στην Έκθεση αξιολόγησης αποτελεσμάτων της δοκιμής, θα πρέπει αναλυτικά, να αναφέρονται:

- Η διαδικασία συγκόλλησης
- Ο τύπος του δοκιμίου και οι διαστάσεις του
- Οι θέσεις ενδεχόμενων ρωγμών ή θραύσης

Στην Έκθεση πρέπει σαφώς να δηλώνεται αν ικανοποιούνται ή όχι οι απαιτήσεις αυτού του Κανονισμού για τη δοκιμή.

8.6 Συγκόλληση νέου οπλισμού σε παλαιό

8.6.1 Γενικά

Όταν παρίσταται ανάγκη συγκόλλησης παλαιού οπλισμού ή οπλισμού άγνωστης ποιότητας με νέο οπλισμό, είναι απαραίτητο να γίνεται αρχικά αναγνώριση του υλικού.

Η χημική ανάλυση μπορεί να γίνει σε συμπαγές δοκίμιο μικρών διαστάσεων (π.χ. 3cm περίπου), κατά προτίμηση με φασματοσκοπική μέθοδο. Αν η λήψη συμπαγούς δοκιμίου δεν είναι δυνατή, συνιστάται να γίνεται απόληψη δείγματος σε μορφή ρινισμάτων με δράπανο και να ακολουθήσει χημική ανάλυση με κατάλληλη μέθοδο. Κατά την απόληψη του δείγματος, το δράπανο θα λειτουργεί σε χαμηλές στροφές, για την αποφυγή απανθράκωσης του υλικού. Σε κάθε περίπτωση θα εξασφαλίζεται η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος και η μη αλλοίωσή του από τη διαδικασία της κοπής. Επιβεβαίωση της ποιότητας του χάλυβα μπορεί να γίνει στο ίδιο δοκίμιο με μέτρηση της σκληρότητας και μεταλλογραφική παρατήρηση. Αν μπορεί να ληφθεί δοκίμιο καταλλήλων διαστάσεων συνιστάται να γίνεται και δοκιμή εφελκυσμού. Περισσότερα στοιχεία δίνονται στο Παράρτημα Π7.

Για την αναγνώριση του υλικού του παλαιού οπλισμού επιβάλλεται να γίνεται χημική ανάλυση. Ανάλογα με την περιεκτικότητα (% κ.β.) σε άνθρακα και την ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα, διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις :

- α) Αν προκύψει $C < 0,24$ και $C_{eq} < 0,52$, ο χάλυβας επιτρέπεται να συγκολληθεί, κατά τους ορισμούς του παρόντος Κανονισμού, και συγκολλάται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις Παραγρ. 8.1 έως 8.4.

Για συγκολλήσεις με λωρίδες ή με άλλα χαλύβδινα στοιχεία, δεν υπάρχουν επαρκή βιβλιογραφικά και πειραματικά δεδομένα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο σχεδιασμός θα γίνεται βάσει δοκιμών (design by testing) από τις οποίες θα προκύπτει ότι οι συνδέσεις ικανοποιούν τις απαιτήσεις ελέγχου ποιότητας της Παραγρ.8.5.

Ο καθαρισμός της σκουριάς μπορεί να γίνει με συρματόβουρτσα, με σμυριδόχαρτο ή σμυριδόπανο. Ο καθαρισμός από οργανικές ουσίες γίνεται με κατάλληλους οργανικούς διαλύτες ή κοινά απορρυπαντικά.

Η προθέρμανση γίνεται με χρήση ήπιας φλόγας προπανίου/βουτανίου. Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας (βλ. και Παραγρ. 8.4.1) χρησιμοποιείται κατά προτίμηση φορητό θερμοστοιχείο επαφής. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν θερμοευαίσθητοι χρωμοδείκτες οι οποίοι αλλάζουν χρώμα σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (π.χ. 200°, 250°, 300°C). Η αλλαγή του χρώματος υποδηλώνει ότι η βαμμένη περιοχή απέκτησε τη συγκεκριμένη θερμοκρασία του δείκτη. Το μέταλλο χρωματίζεται με τα μολύβια σε απόσταση 100-150mm από τη συγκόλληση, η δε προθέρμανση εκτελείται χωρίς η φλόγα να έρθει σε επαφή με τη βαμμένη περιοχή. Η προθέρμανση σταματάει όταν παρατηρηθεί αλλαγή του χρώματος.

Για συγκόλληση κατά παράθεση:

- Εφόσον εφαρμόζεται η μέθοδος της χειρωνακτικής συγκόλλησης τόξου, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρόδιο ρουτίλιου E6013 κατά AWS, κατάλληλο για συγκόλληση σε όλες τις θέσεις (τυπική αντοχή $f_y=340-380\text{MPa}$, $f_t=430-460\text{MPa}$, $\epsilon_s=17-22\%$). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ηλεκτρόδια βασικής επένδυσης (υψηλότερης αντοχής) E7018, E8018 και E9018 κατά AWS. Για παράδειγμα, το βασικό ηλεκτρόδιο χαμηλού υδρογόνου E9018, έχει τυπική αντοχή $f_y=530-600\text{MPa}$, $f_t=620\text{MPa}$, $\epsilon_s=14-24\%$ και χρησιμοποιείται όταν ο παλιός οπλισμός είναι S500.
- Εφόσον εφαρμόζεται η μέθοδος GMAW χρησιμοποιείται ηλεκτρόδιο-σύρμα ER70S-6 (τυπική αντοχή $f_y=420\text{MPa}$, $f_t=540\text{MPa}$, $\epsilon_s=25\%$) ή ηλεκτρόδιο υψηλότερης αντοχής ER80S-G (τυπική αντοχή $f_y=500\text{MPa}$, $f_t=580\text{MPa}$, $\epsilon_s=25\%$) ιδιαιτέρως όταν ο παλιός οπλισμός είναι S500.

β) Αν προκύψει $0,25 < C < 0,45$ και $C_{eq} < 0,70$ ο χάλυβας επιτρέπεται να συγκολληθεί υπό προϋποθέσεις. Η συγκόλληση εκτελείται, αφού προηγηθεί προθέρμανση, με εφαρμογή των αναφερομένων στην Παραγρ. 8.6.2.

γ) Αν προκύψει $C > 0,45$ ή/και $C_{eq} > 0,70$ ο χάλυβας εν γένει δεν επιτρέπεται να συγκολληθεί. Σε περιπτώσεις εξαιρετικής ανάγκης, εξετάζεται το ενδεχόμενο της συγκόλλησης μετά από ειδική προς τούτο έρευνα. Εάν από την έρευνα προκύψει η δυνατότητα συγκόλλησης, η εργασία θα εκτελείται με βάση συγκεκριμένη τεχνική προδιαγραφή που θα συνταχθεί στο πλαίσιο της έρευνας, και υπό την παρακολούθηση εξειδικευμένου εργαστηρίου.

8.6.2 Συγκόλληση χαλύβων συγκολλησίμων υπό προϋποθέσεις

Αν συντρέχουν οι προϋποθέσεις της περίπτωσης της Παραγρ. 8.6.1(β), η συγκόλληση εκτελείται με τεχνικές συγκόλλησης τόξου, όπως περιγράφεται παρακάτω, με όλους τους τύπους σύνδεσης πλην της σταυρωτής (βλ. Πιν. 8.1).

Πριν από τη συγκόλληση, θα καθαρίζεται προσεκτικά ο παλιός οπλισμός από προϊόντα διάβρωσης (σκουριά), καθώς και από τυχόν υπάρχουσες οργανικές ουσίες.

Κατόπιν θα γίνεται προθέρμανση σε όλο το μήκος της σύνδεσης και τουλάχιστον 50mm εκατέρωθεν αυτής έτσι ώστε η θερμοκρασία σε απόσταση 100-150mm να είναι 200°-250°C.

Ακολουθεί η συγκόλληση η οποία εκτελείται, σύμφωνα με τα οριζόμενα στις σχετικές παραγράφους του παρόντος Κεφαλαίου.

Για συγκόλληση κατά παράθεση, η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι είτε η χειρωνακτική συγκόλληση τόξου με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW), είτε η ημιαυτόματη συγκόλληση τόξου σε ατμόσφαιρα Ar-CO₂ (GMAW). Όταν υπάρχει δυνατότητα επιλογής μεταξύ των δύο συνιστάται η δεύτερη. Εφόσον οι ράβδοι βρίσκονται σε κατακόρυφη θέση, οι συγκολλήσεις γίνονται πάντα με φορά από κάτω προς τα πάνω (ανεβατές).

Για μετωπική συγκόλληση:

- Εφόσον εφαρμόζεται η μέθοδος GMAW χρησιμοποιείται ηλεκτρόδιο-σύρμα ER70S-6 (τυπική αντοχή $f_y=420\text{MPa}$, $f_t=540\text{MPa}$, $\varepsilon_s=25\%$) αν ο παλαιός οπλισμός είναι S400 και ER80S-G (τυπική αντοχή $f_y=500\text{MPa}$, $f_t=580\text{MPa}$, $\varepsilon_s=25\%$) αν ο οπλισμός είναι S500. Επειδή οι προδιαγραφές της AWS αναφέρονται στην αντοχή εφελκυσμού (f_t) και δεν προδιαγράφουν το όριο διαρροής (f_y), πρέπει ο υπεύθυνος μηχανικός να ανατρέχει απαραίτητως στα πληροφοριακά φυλλάδια του κατασκευαστή ηλεκτροδίων και να επιλέγει ηλεκτρόδιο με όριο διαρροής τουλάχιστον ίσο με το όριο διαρροής της ράβδου που συγκολλάται (400MPa ή 500MPa αντίστοιχα για τους χάλυβες S400 και S500). Η συγκόλληση GMAW δεν απαιτεί ιδιαίτερα υψηλή επιδεξιότητα από τον συγκολλητή, γι' αυτό και οι απαιτούμενες αντοχές επιτυγχάνονται εύκολα. Οι συγκολλήσεις αυτές, εφόσον δεν περιέχουν ελαττώματα, είναι εξαιρετικής ποιότητας και παρουσιάζουν άρτια μηχανικά χαρακτηριστικά.
- Η χειρωνακτική συγκόλληση τόξου (SMAW) συνιστάται να αποφεύγεται. Εφόσον όμως κριθεί αναγκαία, θα εφαρμόζεται μόνον από μεγάλης εμπειρίας πιστοποιημένους συγκολλητές. Ο σοβαρότερος κίνδυνος είναι η δημιουργία μη μεταλλικών εγκλεισμάτων, που οδηγούν σε μείωση της αντοχής. Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται είναι αποκλειστικά τα ηλεκτρόδια βασικής επένδυσης E7018, E8018 και E9018. Επειδή οι προδιαγραφές της AWS αναφέρονται στην αντοχή εφελκυσμού (f_t) και δεν προδιαγράφουν το όριο διαρροής (f_y), πρέπει ο υπεύθυνος μηχανικός να ανατρέχει απαραίτητως στα πληροφοριακά φυλλάδια του κατασκευαστή ηλεκτροδίων και να επιλέγει ηλεκτρόδιο με όριο διαρροής τουλάχιστον ίσο με το όριο διαρροής της ράβδου που συγκολλάται (400MPa ή 500MPa αντίστοιχα για τους χάλυβες S400 και S500).

Σε περίπτωση αμφιβολίας για την ποιότητα της συγκόλλησης, μπορεί να γίνει έλεγχος με μέτρηση της σκληρότητας επάνω στη συγκόλληση και στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη, δηλ. μέσα σε μία απόσταση από τη συγκόλληση ίση με το ήμισυ της διαμέτρου της ράβδου. Η μέτρηση μπορεί να γίνει με φορητό σκληρόμετρο και οι ενδείξεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 350HV, είναι δε προτιμότερο να είναι κάτω από 300HV.

Για μετωπική συγκόλληση, η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ημιαυτόματη συγκόλληση τόξου σε ατμόσφαιρα Ar-CO_2 (GMAW). Σε οριζόντιες θέσεις, διαμορφώνεται λοξοτομή μονού-V στις δύο ράβδους (βλ. Σχ. 8-1β). Σε κατακόρυφες θέσεις, συνιστάται διπλή λοξοτομή στην άνω ράβδο, εκτός αν η πρόσβαση και από τις δύο πλευρές δεν είναι δυνατή, οπότε μπορεί να γίνεται μονή λοξοτομή στην άνω ράβδο.

Γενικά η συγκόλληση θα εκτελείται αργά, ώστε να παρέχεται επαρκής θερμική παροχή, χωρίς όμως να πυρακτώνεται ολόκληρη η ράβδος. Μεταξύ των διαδοχικών πάσων θα γίνεται προσεκτική αφαίρεση της σκουριάς, και θα παρακολουθείται η θερμοκρασία του μετάλλου στην περιοχή της συγκόλλησης ώστε να παραμένει μεταξύ των 200°C - 250°C (βλ. και Παραγρ. 8.4.1).

Η συγκόλληση υπαίθρου θα γίνεται, κατά προτίμηση, όταν ο καιρός είναι καλός και ξηρός. Θα αναβάλλεται σε περίπτωση βροχής, υψηλής υγρασίας, υπομηδενικών θερμοκρασιών και δυνατού ανέμου.

Μετά την εκτέλεση της συγκόλλησης, οι ράβδοι αφήνονται να ψυχθούν ήρεμα στον αέρα. Απαγορεύεται αυστηρά η επιτάχυνση της ψύξης με χρήση νερού ή άλλων μέσων.

8.6.3 Δοκιμές ελέγχου ποιότητας συγκολλήσεων

Οι δοκιμές ελέγχου ποιότητας των παραπάνω συγκολλήσεων θα εκτελούνται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην Παράγρ. 8.5. Οι ελεγχόμενες ιδιότητες θα πρέπει να ικανοποιούν τις αντίστοιχες απαιτήσεις, ενώ ενδέχεται ο προσδιορισμός της συνολικής ανηγμένης παραμόρφωσης, ε_w , και του λόγου, f_t/f_y , να είναι δυσχερές.

8.7 Ασφάλεια και Υγεία των εργαζομένων

Κατά τη διάρκεια εργασιών συγκόλλησης θα τηρούνται οι ισχύουσες διατάξεις για την Ασφάλεια και την Υγεία των εργαζομένων (βλ. Παράρτημα Π9).

ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΠΩΛΗΣΗΣ Φ.Ε.Κ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - Βασ. Όλγας 227	23104 23956	ΛΑΡΙΣΑ - Διοικητήριο	2410 597449
ΠΕΙΡΑΙΑΣ - Ευριπίδου 63	210 4135228	ΚΕΡΚΥΡΑ - Σαμαρά 13	26610 89122
ΠΑΤΡΑ - Κορίνθου 327	2610 638109	ΗΡΑΚΛΕΙΟ - Πεδιάδος 2	2810 300781
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - Διοικητήριο	26510 87215	ΜΥΤΙΛΗΝΗ - Πλ. Κωνσταντινουπόλεως 1	22510 46654
ΚΟΜΟΤΗΝΗ - Δημοκρατίας 1	25310 22858		

ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΕΦΗΜΕΡΙΔΟΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

Σε έντυπη μορφή

- Για τα Φ.Ε.Κ. από 1 μέχρι 16 σελίδες σε 1 €, προσαυξανόμενη κατά 0,20 € για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο ή μέρος αυτού.
- Για τα φωτοαντίγραφα Φ.Ε.Κ. σε 0,15 € ανά σελίδα.

Σε μορφή DVD/CD

Τεύχος	Ετήσια έκδοση	Τριμηνιαία έκδοση	Μηνιαία έκδοση
Α'	150 €	40 €	15 €
Β'	300 €	80 €	30 €
Γ'	50 €	-	-
Υ.Ο.Δ.Δ.	50 €	-	-
Δ'	110 €	30 €	-

Τεύχος	Ετήσια έκδοση	Τριμηνιαία έκδοση	Μηνιαία έκδοση
Α.Α.Π.	110 €	30 €	-
Ε.Β.Ι.	100 €	-	-
Α.Ε.Δ.	5 €	-	-
Δ.Δ.Σ.	200 €	-	20 €
Α.Ε. - Ε.Π.Ε. και Γ.Ε.ΜΗ.	-	-	100 €

- Η τιμή πώλησης μεμονωμένων Φ.Ε.Κ. σε μορφή cd-rom από εκείνα που διατίθενται σε ψηφιακή μορφή και μέχρι 100 σελίδες, σε 5 € προσαυξανόμενη κατά 1 € ανά 50 σελίδες.
- Η τιμή πώλησης σε μορφή cd-rom/dvd, δημοσιευμάτων μιας εταιρείας στο τεύχος Α.Ε.-Ε.Π.Ε. και Γ.Ε.ΜΗ. σε 5 € ανά έτος.

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΟΛΗ Φ.Ε.Κ.: Τηλεφωνικά: 210 4071010 - fax: 210 4071010 - internet: <http://www.et.gr>

ΕΤΗΣΙΕΣ ΣΥΝΔΡΟΜΕΣ Φ.Ε.Κ.

Τεύχος	Έντυπη μορφή	Ψηφιακή Μορφή
Α'	225 €	190 €
Β'	320 €	225 €
Γ'	65 €	Δωρεάν
Υ.Ο.Δ.Δ.	65 €	Δωρεάν
Δ'	160 €	80 €
Α.Α.Π.	160 €	80 €
Ε.Β.Ι.	65 €	33 €

Τεύχος	Έντυπη μορφή	Ψηφιακή Μορφή
Α.Ε.Δ.	10 €	Δωρεάν
Α.Ε. - Ε.Π.Ε. και Γ.Ε.ΜΗ.	2250 €	645 €
Δ.Δ.Σ.	225 €	95 €
Α.Σ.Ε.Π.	70€	Δωρεάν
Ο.Π.Κ.	-	Δωρεάν
Α' + Β' + Δ' + Α.Α.Π.	-	450 €

- Το τεύχος Α.Σ.Ε.Π. (έντυπη μορφή) θα αποστέλλεται σε συνδρομητές ταχυδρομικά, με την επιβάρυνση των 70 €, ποσό το οποίο αφορά τα ταχυδρομικά έξοδα.
- Για την παροχή πρόσβασης μέσω διαδικτύου σε Φ.Ε.Κ. προηγούμενων ετών και συγκεκριμένα στα τεύχη: **α)** Α, Β, Δ, Α.Α.Π., Ε.Β.Ι. και Δ.Δ.Σ., η τιμή προσαυξάνεται, πέραν του ποσού της ετήσιας συνδρομής του 2007, κατά 40 € ανά έτος και ανά τεύχος και **β)** για το τεύχος Α.Ε.-Ε.Π.Ε. & Γ.Ε.ΜΗ., κατά 60 € ανά έτος παλαιότητας.

* Η καταβολή γίνεται σε όλες τις Δημόσιες Οικονομικές Υπηρεσίες (Δ.Ο.Υ.). Το πρωτότυπο διπλότυπο (έγγραφο αριθμ. πρωτ. 9067/28.2.2005 2η Υπηρεσία Επιτρόπου Ελεγκτικού Συνεδρίου) με φροντίδα των ενδιαφερομένων, πρέπει να αποστέλλεται ή να κατατίθεται στο Εθνικό Τυπογραφείο (Καποδιστρίου 34, Τ.Κ. 104 32 Αθήνα).

* Σημειώνεται ότι φωτοαντίγραφα διπλοτύπων, ταχυδρομικές Επιταγές για την εξόφληση της συνδρομής, δεν γίνονται δεκτά και θα επιστρέφονται.

* Οι οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης, τα νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου, τα μέλη της Ένωσης Ιδιοκτητών Ημερησίου Τύπου Αθηνών και Επαρχίας, οι τηλεοπτικοί και ραδιοφωνικοί σταθμοί, η Ε.Σ.Η.Ε.Α., τα τριτοβάθμια συνδικαλιστικά Όργανα και οι τριτοβάθμιες επαγγελματικές ενώσεις δικαιούνται έκπτωσης πενήντα τοις εκατό (50%) επί της ετήσιας συνδρομής (τρέχον έτος + παλαιότητα).

* Το ποσό υπέρ Τ.Α.Π.Ε.Τ. [5% επί του ποσού συνδρομής (τρέχον έτος + παλαιότητα)], καταβάλλεται ολόκληρο (Κ.Α.Ε. 3512) και υπολογίζεται πριν την έκπτωση.

* Στην Ταχυδρομική συνδρομή του τεύχους Α.Σ.Ε.Π. δεν γίνεται έκπτωση.

Πληροφορίες για δημοσιεύματα που καταχωρούνται στα Φ.Ε.Κ. στο τηλ.: 210 5279000.

Φωτοαντίγραφα παλαιών Φ.Ε.Κ.: Μάρνη 8 τηλ.: 210 8220885, 210 8222924, 210 5279050.

Οι πολίτες έχουν τη δυνατότητα ελεύθερης ανάγνωσης των δημοσιευμάτων που καταχωρούνται σε όλα τα τεύχη της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως πλην εκείνων που καταχωρούνται στο τεύχος Α.Ε.-Ε.Π.Ε. και Γ.Ε.ΜΗ., από την ιστοσελίδα του Εθνικού Τυπογραφείου (www.et.gr).

Οι υπηρεσίες εξυπηρέτησης πολιτών λειτουργούν καθημερινά από 08:00 μέχρι 13:00



* 0 2 0 2 1 1 3 1 3 1 0 0 8 0 0 2 8 *

ΑΠΟ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ
ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΟΥ 34 * ΑΘΗΝΑ 104 32 * ΤΗΛ. 210 52 79 000 * FAX 210 52 21 004
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: <http://www.et.gr> — e-mail: webmaster.et@et.gr