

Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (ΚΤΧ 2008)

Σ. Μουγιάκος
Εργαστήριο Μετάλλων του ΚΕΔΕ

- Η έκταση των τροποποιήσεων, και η προσθήκη πολλών νέων θεμάτων, ήταν τέτοια που τελικά πρόκειται ουσιαστικά για εκπόνηση νέου Κανονισμού. Ο ΚΤΧ 2000 περιελάμβανε 8 Κεφάλαια και 5 Παραρτήματα (συνολικά 65 σελίδες) ενώ ο ΚΤΧ 2008 περιλαμβάνει 10 Κεφάλαια και 10 Παραρτήματα (συνολικά 130 σελίδες).
- Στον νέο Κανονισμό έχουν ενσωματωθεί:
 - Οι απαιτήσεις για τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος (Χ.Ο.Σ.) των νέων Προτύπων ΕΛΟΤ 1421 1,2,3 και ΕΛΟΤ EN 10080 (2005),
 - Οι σχετικές με τους Χ.Ο.Σ. διατάξεις νέων Ευρωπαϊκών Προτύπων και Κανονισμών (Ευρωπαϊκές, Πρότυπα συγκολλήσεων κλπ),
 - Οι σχετικές διατάξεις των ΕΚΩΣ και ΕΑΚ,
 - Τα συμπεράσματα από νέα επιστημονικά δεδομένα. Παλλά πρόκειται από τη βασική έρευνα που πραγματοποιήθηκε μέσω διδακτορικών και διπλωματικών εργασιών στις οποίες συμμετείχαν πολλά μέλη της επιτροπής σε συνεργασία και με το εργαστήριο μετάλλων του ΚΕΔΕ.
- Οι σημαντικότερες αλλαγές όπως και τα νέα θέματα στο κυρίως κείμενο του ΚΤΧ 2008 είναι:
 - Οι απαιτήσεις για τις καινούριες κατηγορίες Χ.Ο.Σ., ειδικά τους Χ.Ο.Σ. υψηλής ολκμότητας Β500C,
 - Οι απαιτήσεις για διαμορφωμένα προϊόντα,
 - Συγκεκριμένοι τρόποι σήμανσης,
 - Νέοι έλεγχοι όπως η δοκιμή κόπωσης, δοκιμή διάτμησης, μέτρηση της γεωμετρίας των νευρώσεων, δοκιμές για την ποιότητα των συγκολλήσεων,
 - Συμπεριφορά σε ακραίες θερμοκρασίες (χαμηλές και υψηλές),
 - Συμπληρωματικές διατάξεις για τους δειγματοληπτικούς ελέγχους,
 - Συμπληρωματικές διατάξεις για τις μονάδες διακίνησης, διαμόρφωσης/κατεργασίας, καθώς και για τα εργοστάσια,
 - Νέες διατάξεις για την εκτέλεση συγκολλήσεων, καθώς και κριτήρια - μεθοδολογία για τη συγκόλληση νέων με παλαιότερους χάλυβες
 - Ειδικά Κεφάλαια για τα κάθε είδους πλέγματα, για ενώσεις και τοποθέτηση οπλισμού – αποσπώσιμες
 - Επιπλέον διατάξεις για τη διάβρωση των χάλυβων, καθώς και επιπλέον μέτρα προστασίας και πρόληψης, π.χ. κανόνες αποθήκευσης και νέα κριτήρια απόρριψης.

Σ1ΕΛΙΔΑ -01-

- Τα πέντε Παραρτήματα του παλαιού Κανονισμού είτε συμπληρώθηκαν είτε τροποποιήθηκαν ριζικά. Προστέθηκαν επίσης και πέντε εντελώς νέα, όπου αναφέρονται:

- Η επίδραση των κραματικών στοιχείων, αλλά και των κατεργασιών παραγωγής στα χαρακτηριστικά Χ.Ο.Σ.
- Ανοξειδωτοι Χ.Ο.Σ.
- Αποστατήρες
- Υφιστάμενες κατασκευές – θέματα επεμβάσεων (αυτοψίες, έλεγχοι Χ.Ο.Σ. για επισκευές βλαβών, ενισχύσεις, κλπ)
- Κόπωση Χ.Ο.Σ.
- Χάλυβες προέντασης
- Ασφάλεια και υγεία εργαζομένων σε όλες τις φάσεις διακίνησης, διαμόρφωσης, κατεργασίας και τοποθέτησης των Χ.Ο.Σ....

- Ο Κανονισμός συντάχθηκε από Επιτροπή που συγκροτήθηκε με Απόφαση του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ και λειτούργησε στο ΚΕΔΕ. Οι εργασίες διήρκεσαν δύο περίπου χρόνια (περισσότερες από 70 συνεδριάσεις).

- Μέλη της Επιτροπής : Ελένη Μαρούδα, Γεωργία Αγγαντιάρη, Σταύρος Αναγνωστόπουλος, Γεώργιος Βαρουφάκης, Θεόδωρος Βουδικλάρης, Στέφανος Δρίτσος, Κωνσταντίνος Μάμαλης, Αβραάμ Μαστοράκης, Παναγιώτης Μαυροειδής, Σαράντος Μουγιάκος, Γεώργιος Ιπατιάς, Γεώργιος Παπαδημητρίου, Αλέξανδρος Πλάκας, Παναγιώτης Σισμάνης, Βασίλειος Σκαράκης, Στυλιανός Σούτης, Θεοδόσιος Τάσιος Κωνσταντίνος Τρέζος, Μιλτιάδης Χρονόπουλος

Σ2ΕΛΙΔΑ -01-

1.3 Αντικείμενο

Αντικείμενο αυτού του Κανονισμού είναι ο καθορισμός των απαιτήσεων, που αφορούν το σχεδιασμό και την κατασκευή τεχνικών έργων από σκυροδέμα, τις οποίες πρέπει να ικανοποιούν οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος.

Ο παρών Κανονισμός αναφέρεται σε χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος συγκολλησίμους, τεχνικής κατηγορίας ποιότητας Β500Α και Β500C σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2 και ΕΛΟΤ 1421-3.

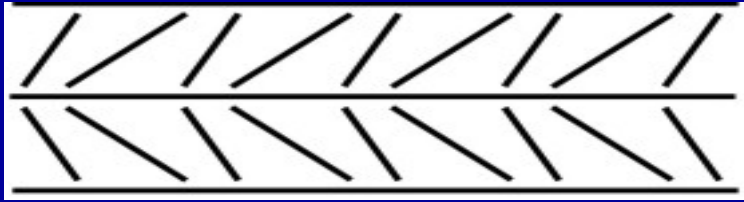
ΣΕΛΙΔΑ -02-

Η πραγματική διατομή υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

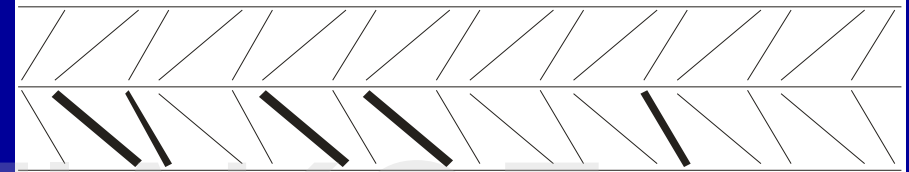
$$A_{act} = 127,4 * m/l$$

όπου: A_{act} η πραγματική διατομή σε mm²
m η μάζα σε g, l το μήκος σε mm.

ΣΕΛΙΔΑ -04-



Σχήμα 2-2 Διάταξη νευρώσεων χάλυβα κατηγορίας B500C

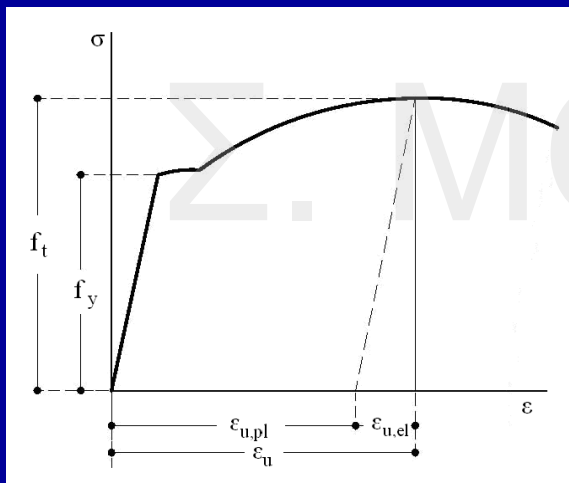


A. Έναρξη B. Αριθμός σήμανσης χώρας: 2 Γ. Αριθμός εργοστασίου / κατασκευαστή: 10+4=14

- **Σχήμα 2-4** Παράδειγμα σήμανσης για την αναγνώριση της χώρας και της μονάδας παραγωγής χάλυβα κατηγορίας B500C

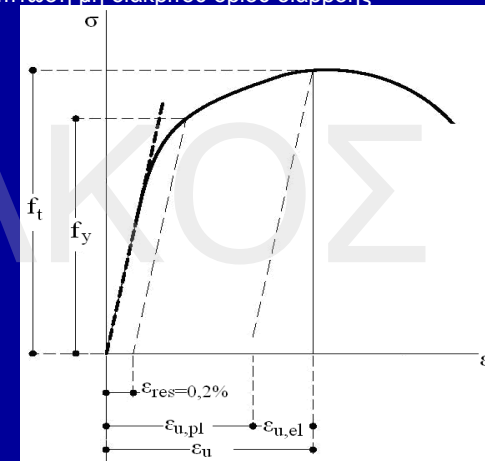
Σχήμα Σ3-1α

Τυπικό διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων χάλυβα.
Περίπτωση διακριτού ορίου διαρροής



Υπόμνημα
 $\epsilon_{u,pl}$: πλαστική παραμένουσα παραμόρφωση υπό το μέγιστο φορτίο
 ϵ_u : συνολική παραμόρφωση υπό το μέγιστο φορτίο
 $\epsilon_{u,el}$: ελαστική παραμόρφωση αντιστοιχούσα στο μέγιστο φορτίο

Σχήμα Σ3-1β Προσδιορισμός ορίου διαρροής για χάλυβα.
Περίπτωση μη διακριτού ορίου διαρροής

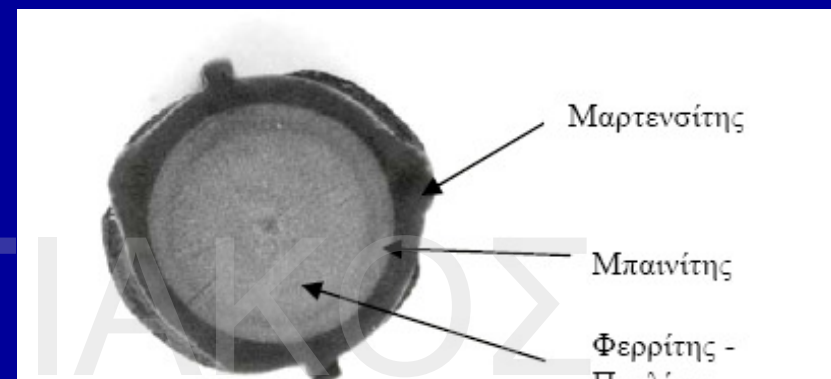


Υπόμνημα
 $\epsilon_{u,pl}$: πλαστική παραμένουσα παραμόρφωση υπό το μέγιστο φορτίο
 ϵ_u : συνολική παραμόρφωση υπό το μέγιστο φορτίο
 $\epsilon_{u,el}$: ελαστική παραμόρφωση αντιστοιχούσα στο μέγιστο φορτίο

Πίνακας 3-3 Όρια μηχανικών ιδιοτήτων χαλύβων σε εφελκυσμό κατά ΕΛΟΤ 1421-2 και ΕΛΟΤ 1421-3 (Χαρακτηριστικές τιμές)

Ιδιότητα	Τεχνική κατηγορία ποιότητας	
	B500A	B500C
Όριο διαρροής, f_y (MPa)	≥ 500	≥ 500
Λόγος της πραγματικής προς την ονομαστική τιμή του ορίου διαρροής, $f_{y,act}/f_{y,nom}$	-	$\leq 1,25$
Λόγος της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής, f_t/f_y	$\geq 1,05$ ($\geq 1,03$ για $d < 6\text{mm}$)	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$
Συνολική ανηγμένη παραμόρφωση (επιμήκυνση) στο μέγιστο φορτίο ϵ_u (%)	$\geq 2,5$ (≥ 2 για $d < 6\text{mm}$)	$\geq 7,5$

ΣΕΛΙΔΑ -17-



Σχήμα Σ3-3 Τομή ράβδου χάλυβα (ΘΕ-Θ) μετά από εμβάπτιση σε Nital

ΣΕΛΙΔΑ -21-

Πίνακας 3-5 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές για τη χημική σύσταση (περιεκτικότητα % κ.β.) κατά ΕΛΟΤ EN 10080

	Άνθρακας C ⁽²⁾	Θείο S	Φωσφόρος P	Αζώτο N ⁽²⁾	Χαλκός Cu	Ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα C _{eq} ⁽²⁾
Ανάλυση ρευστού χάλυβα κατά τη χύτευση	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Ανάλυση τελικού προϊόντος	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

ΣΕΛΙΔΑ -23-

3.6.2.2 Συμπεριφορά των χαλύβων μετά την έκθεσή τους σε υψηλές θερμοκρασίες

α) Για θερμοκρασίες έκθεσης **μέχρι 500°C** γενικώς δεν παρατηρούνται ουσιαστικές μεταβολές μηχανικών χαρακτηριστικών για τους χάλυβες ΘΕ-Θ και ΘΕ-Χ. Οι χάλυβες ΨΚ-Ο και ΨΚ-Σ, ανάλογα με το βαθμό παραμόρφωσης, μπορούν να παρουσιάσουν μεγάλη μείωση της παραμόρφωσης μετά τη θραύση στη θερμοκρασιακή περιοχή **0°C έως 300°C**.

ΣΕΛΙΔΑ -26-

• β) 500~650 °C

- Οι χάλυβες ΘΕ-Θ παρουσιάζουν κατά κανόνα εμφανείς μεταβολές μηχανικών ιδιοτήτων με κύριο χαρακτηριστικό τη μείωση αντοχής. Η μείωση της αντοχής είναι σχετικά μικρή στους 500 °C και γίνεται μεγαλύτερη για υψηλότερες θερμοκρασίες φθάνοντας, κατά περίπτωση, σε μείωση έως και 30% των αρχικών τιμών στους 600°C και μέχρι 50% των αρχικών τιμών στους 650°C. Για ενδιάμεσες θερμοκρασίες η γραμμική παρεμβολή δίνει ικανοποιητική προσέγγιση.
- Οι χάλυβες ΘΕ-Χ παρουσιάζουν **ασήμαντες μεταβολές** έπειτα από έκθεση στην περιοχή αυτών των θερμοκρασιών.

ΣΕΛΙΔΑ -26-

- Για χάλυβες ΨΚ-Ο και ΨΚ-Σ, η παράμετρος που καθορίζει τη συμπεριφορά των υλικών μετά από έκθεση σε θερμοκρασίες πρακτικά **μεγαλύτερες των 500 °C** είναι το ποσοστό της ψυχρής παραμόρφωσης που προκαλείται κατά την κατεργασία παραγωγής (ή κατά τη μετέπειτα διαμόρφωση) και ορίζεται από τη σχέση:

$$n = \frac{A_1 - A_2}{A_1}$$

όπου A1 η αρχική διατομή και A2 η τελική διατομή (μετά τη διαμόρφωση).

ΣΕΛΙΔΑ -26-

- Για τιμές $2 < n < 15\%$ το υλικό που θα προκύψει χαρακτηρίζεται, ανάλογα με τη θερμοκρασία και τη διάρκεια έκθεσής του, **από μειωμένες μηχανικές ιδιότητες** με κύριο χαρακτηριστικό τη μείωση της αντοχής και της δυσθραυστότητας **σε τιμές μικρότερες από εκείνες που είχε πριν υποστεί την ψυχρή κατεργασία.**

- Οι μεταβολές κατά κανόνα υπερβαίνουν το 25% και μπορεί να φθάσουν το 60%.

ΣΕΛΙΔΑ -27-

γ) Για θερμοκρασίες έκθεσης πάνω από 650°C:

- Οι χάλυβες ΘΕ-Θ, ΨΚ-Ο και ΨΚ-Σ παρουσιάζουν περαιτέρω μειώσεις των αντοχών τους. Οι τελικές τιμές μπορούν να μειωθούν ακόμη και **κάτω από το 50% των αρχικών.**
- Οι χάλυβες ΘΕ-Χ δεν παρουσιάζουν ουσιαστικές μεταβολές για θέρμανση μέχρι τους 720 °C.

ΣΕΛΙΔΑ -27-

- Σε χάλυβες με ποσοστό άνθρακα $>0,25\%$ είναι πιθανή η δημιουργία μαρτενσίτη αν συντρέχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις που πρακτικά μπορεί εύκολα να υπάρξουν, όπως θερμοκρασία πάνω από 725°C , απότομη ψύξη (π.χ. ψεκασμός με νερό έπειτα από συγκόλληση) και ύπαρξη κραματικών στοιχείων όπως Mn και Cr σε αυξημένα ποσοστά αλλά εντός των ορίων των προδιαγραφών. Με τη δημιουργία μαρτενσίτη το υλικό γίνεται τοπικά ιδιαίτερα εύθραυστο (βλ. και Παράρτημα Π1).

ΣΕΛΙΔΑ -27-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

- Η γεωμετρία επιφάνειας και νευρώσεων σχετίζεται κυρίως με τα χαρακτηριστικά **συνάφειας**.
- Η ικανότητα για κάμψη και η επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο καθορίζουν την **ολκιμότητα** των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος.
- Με βάση τη χημική σύσταση ελέγχονται μεταξύ άλλων η **συγκολλησιμότητα** και η **αντοχή σε διάβρωση**.

ΣΕΛΙΔΑ -29-

Πριν τη διεξαγωγή των δοκιμών θα προηγείται **οπτική επιθεώρηση των χαλύβων**, οι οποίοι δεν πρέπει να εμφανίζουν αλλοιώσεις, απολεπίσεις, παραμορφώσεις, πληγές κ.λπ. Ιδιαίτερα θα εξετάζεται η ύπαρξη προϊόντων διάβρωσης.

ΣΕΛΙΔΑ -29-

ΔΟΚΙΜΕΣ

Οι διενεργούμενες δοκιμές είναι κατά περίπτωση:

- Μέτρηση διαστάσεων και ανηγμένης μάζας
- Προσδιορισμός γεωμετρικών χαρακτηριστικών
- Δοκιμή εφελκυσμού
- Δοκιμή αναδίπλωσης
- Χημική ανάλυση
- Δοκιμή διάτμησης
- **Δοκιμή κόπωσης**

ΣΕΛΙΔΑ -29-

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ

- **Το Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (Ποιότητας)** δηλώνει ότι παρέχονται επαρκή εγγύα για τη συμμόρφωση ενός επαρκώς τυποποιημένου προϊόντος, μιας διαδικασίας ή υπηρεσίας ως προς συγκεκριμένα Πρότυπα ή άλλα κανονιστικά έγγραφα. Το Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (Ποιότητας) δεν αποτελεί "Πιστοποιητικό Ελέγχου" για συγκεκριμένη παρτίδα (βλ. και Σχόλιο Παραγρ. 4.4).
- **Το Πιστοποιητικό Ελέγχου** αναφέρεται στη συγκεκριμένη ποσότητα που συνοδεύει και μόνο σ' αυτήν.

ΣΕΛΙΔΑ -30-

- **Ο χρήστης ή αρμόδια Δημόσια Αρχή** δικαιούνται να προβαίνουν σε δειγματοληπτικούς ελέγχους για την επιβεβαίωση των χαρακτηριστικών των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος που αποτελούν αντικείμενο του παρόντος Κανονισμού.
- **Το ΥΠΑΝ και το ΥΠΕΧΩΔΕ έχουν θεσπίσει συγκεκριμένες διαδικασίες για δειγματοληπτικούς ελέγχους.**
- Για ράβδους, κουλούρες και ευθυγραμμισμένα προϊόντα θεωρείται επαρκές ένα συνολικό μήκος δείγματος **1,5m για την εκτέλεση του συνόλου των ελέγχων.**

ΣΕΛΙΔΑ -31-

Έλεγχος σε αναδίπλωση

- με κυλινδρικά στελέχη ελάχιστης διαμέτρου **3d έως και Φ16mm**, και **6d για πάνω από 16mm**
- Επιτυχής θεωρείται ο έλεγχος όταν δεν προκληθεί θραύση ή όταν δεν εμφανισθούν ρωγμές στο δοκίμιο.

Έλεγχος σε Εφελκυσμό

Ελέγχονται τρία δοκίμια, μήκους περίπου 0,70m, τα οποία λαμβάνονται από τρία διαφορετικά δείγματα μιας παρτίδας.

ΣΕΛΙΔΑ -33-

Έλεγχος αντοχής σταυρωτών σημειακών συγκολλήσεων πλεγμάτων

- Η αντοχή των σταυρωτών σημειακών συγκολλήσεων ελέγχεται με τη δοκιμή **διάτμησης και τη δοκιμή εφελκυσμού.**

Οπτική επιθεώρηση και έλεγχος διάβρωσης

- Τα δείγματα θα λαμβάνονται από τις **περισσότερο διαβρωμένες περιοχές των ράβδων**

ΣΕΛΙΔΑ -33,34-

Κεφάλαιο 5: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ

- Τα ζυγιστικά όργανα θα είναι διακριβωμένα, το δε Πιστοποιητικό διακρίβωσης θα είναι το πολύ ενός έτους.
- Κάθε μονάδα θα απασχολεί έναν τουλάχιστον τεχνικό. Συνιστάται όπως ο τεχνικός είναι απόφοιτος ανώτατης πανεπιστημιακής ή τεχνολογικής εκπαίδευσης με σχετική ειδικότητα.

ΣΕΛΙΔΑ -35-

Αποθήκευση

Για την αποφυγή διάβρωσης κατά την αποθήκευση των χαλύβων, θα λαμβάνονται τα εξής προστατευτικά μέτρα:

- Τοποθέτηση πάνω σε κατάλληλα υποστηρίγματα ή υποθέματα
- Εξασφάλιση αποστράγγισης του χώρου
- Αποφυγή επαφής με νερό και χώμα
- Κατάλληλος προγραμματισμός προμήθειας, διάθεσης, διαμόρφωσης και τοποθέτησης του χάλυβα, έτσι ώστε, να παραμένει, τόσο στον αποθηκευτικό χώρο όσο και στο εργοτάξιο, το ελάχιστο δυνατό χρονικό διάστημα.

ΣΕΛΙΔΑ -35,36-

- Ειδικά για συνθήκες περιβάλλοντος **κατηγορίας 3 και 4** κατά ΕΚΩΣ, η αποθήκευση επιβάλλεται να γίνεται σε στεγασμένους και επαρκώς προστατευμένους χώρους.
- Οι χάλυβες πρέπει να είναι απαλλαγμένοι από ακαθαρσίες (λάδια, γράσα, λάσπες, χώματα) ή προϊόντα διάβρωσης. Σε περίπτωση παρουσίας ακαθαρσιών, θα προηγείται της χρήσης **καθαρισμός** με κατάλληλα και ασφαλή για την υγεία μέσα καθαρισμού.

ΣΕΛΙΔΑ -36-

- Αν η χρονική περίοδος της αποθήκευσης είναι μεγαλύτερη από τρεις μήνες, τότε ο έλεγχος θα γίνεται **κάθε τρεις μήνες**. Αν οι γενικότερες συνθήκες είναι δυσμενείς (π.χ. συνθήκες περιβάλλοντος κατηγορίας 3 και 4 κατά ΕΚΩΣ), ο έλεγχος θα γίνεται **ανά δίμηνο**.
- Η χρήση χαλύβων που είναι εκτεθειμένοι στο ύπαιθρο χωρίς προστασία **για διάστημα μεγαλύτερο από έξι μήνες επιτρέπεται μόνο μετά από τη διεξαγωγή ελέγχων** (στην κατάσταση που βρίσκονται).

ΣΕΛΙΔΑ -36-

Όταν ο χάλυβας μεταφέρεται με πλοία.

- Στην περίπτωση διαβροχής ακολουθούνται τα περί επιθεώρησης και ελέγχων κατά την Παραγρ. 4.5.9, ενώ σε κάθε περίπτωση γίνεται **συστηματικός καθαρισμός (κατά προτίμηση με αμμοβολή)** και η κατά το δυνατόν ταχύτερη ενσωμάτωσή του στο σκυρόδεμα.

ΣΕΛΙΔΑ -36-

- Η εκφόρτωση διαμορφωμένου οπλισμού **με ανατροπή απαγορεύεται αυστηρά**. Η εκφόρτωση μη διαμορφωμένου (ευθύγραμμου ή σε κουλούρες) οπλισμού συνιστάται να μη γίνεται με ανατροπή, αν όμως αυτό δεν είναι εφικτό, **απαγορεύεται η χρήση γράσου ή παρεμφερούς υλικού για τη διευκόλυνση της ολίσθησής του**.
- Τα δέματα ράβδων και πλεγμάτων καθώς και οι κουλούρες **απαγορεύεται να αναρτώνται από τα δεσίματα συσκευασίας-συγκράτησης, για λόγους ασφαλείας** (βλ. και Παράρτημα Π9).

ΣΕΛΙΔΑ -36,37-

Παραγγελία

Η παραγγελία των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, **πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον** τις εξής πληροφορίες:

- Την προέλευση τους
- Την περιγραφή τους (μορφή, διαστάσεις, ονομαστική διάμετρος κ.λπ.)
- Τις ποσότητες ανά κατηγορία.

ΣΕΛΙΔΑ -37-

5.6 Συνοδευτικά έγγραφα

- α) Το Δελτίο Αποστολής
- β) Το Τεχνικό Δελτίο Παράδοσης, το οποίο πρέπει να περιέχει τις παρακάτω πληροφορίες.
- γ) Αντίγραφο των Πιστοποιητικών ελέγχου παραγωγής, όπως εκδίδονται από τον παραγωγό (mill test certificates).
- δ) **Αντίγραφο Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης** από ανεξάρτητο Φορέα ή, στην περίπτωση που δεν έχει ακόμη θεσπισθεί νομοθετικά, υπεύθυνη δήλωση του εργοστασίου ή της μονάδας διαμόρφωσης απ' όπου θα προκύπτει ότι **οι εργασίες διαμόρφωσης ή/και συγκόλλησης** έγιναν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του παρόντος Κανονισμού και **ότι το τελικό προϊόν παραμένει στην ίδια κατηγορία ποιότητας μετά από αυτές τις εργασίες**.

ΣΕΛΙΔΑ -37-

Κεφάλαιο 6: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ -ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ

6.3 Ευθυγράμμιση οπλισμού

Αν η μονάδα διαμόρφωσης ευθυγραμμίζει **κουλούρες**, με χρήση κατάλληλων διατάξεων, πρέπει να εφαρμόζει μία τεκμηριωμένη διαδικασία, η οποία θα διασφαλίζει **ότι τα ευθυγραμμισμένα προϊόντα συνεχίζουν, και μετά την ευθυγράμμιση, να ικανοποιούν τις καθορισμένες απαιτήσεις για τους χάλυβες οπλισμού**, όπως ορίζονται στα Πρότυπα ΕΛΟΤ ΕΝ 10080, ΕΛΟΤ 1421-2 και ΕΛΟΤ 1421-3, και να διαθέτουν το αντίστοιχο Πιστοποιητικό σύμφωνα με το Κεφ.4.

6.4 Κοπή οπλισμού

Η κοπή των ράβδων οπλισμού πρέπει να γίνεται με μηχανικά μέσα (**ψαλίδι, δίσκο κ.λπ.**) και θα λαμβάνεται πρόνοια ώστε να μην προκαλούνται μηχανικές ή άλλες βλάβες.

Η κοπή με φλόγα συνιστάται να αποφεύγεται επειδή κατά τη διαδικασία κοπής ενδέχεται να επηρεασθούν τμήματα της ίδιας της ράβδου ή/και άλλων γειτονικών της.

ΣΕΛΙΔΑ -40-

6.5 Κάμψη οπλισμού

- Η κάμψη πρέπει να γίνεται ανά διατομή ράβδου με μία ελάχιστη διάμετρο D του κυλινδρικού στελέχους (τυμπάνου), έτσι **ώστε να αποφεύγεται εξάντληση της παραμόρφωσης θραύσης του χάλυβα και να εξασφαλίζεται η ακεραιότητα του σκυροδέματος από τις αναπτυσσόμενες τοπικά, στην περιοχή της καμπύλωσης, ισχυρές πιέσεις άντυνας**

ΣΕΛΙΔΑ -40-

- Οι μονάδες διαμόρφωσης και τα εργοτάξια **υποχρεούνται να διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό για την κάμψη των χάλυβων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Κανονισμών. Απαραιτήτως πρέπει να υπάρχουν κυλινδρικά στελέχη με όλες τις απαιτούμενες διαμέτρους που χρησιμοποιούνται για την κάμψη.**
- **Οι ελάχιστες διαμέτρους καμπύλωσης για τους χάλυβες κατηγορίας B500C λαμβάνονται από τον Πιν. 17.1 (στήλη S500) του ΕΚΩΣ.**

ΣΕΛΙΔΑ -40-

- Η κάμψη οπλισμών που έχουν προηγουμένως συγκολληθεί (ανεξαρτήτως του τύπου της σύνδεσης), επιτρέπεται υπό τις προϋποθέσεις των σχετικών διατάξεων της Παραγρ. 17.2.3.2 του ΕΚΩΣ που αφορούν **τις ελάχιστες διαμέτρους των κυλινδρικών στελεχών κάμψης, καθώς και τις ελάχιστες αποστάσεις της συγκόλλησης από την αρχή καμπύλωσης των ράβδων. Για τις συγκολλήσεις επί κεκαμμένων ράβδων ισχύουν τα προβλεπόμενα στην Παραγρ. 8.4.1**

ΣΕΛΙΔΑ -40-

- Γενικώς, **απαγορεύεται η κάμψη των ράβδων με φλόγα**, διότι ενδέχεται να οδηγήσει σε σημαντική υποβάθμιση της εφελκυστικής αντοχής και της παραμόρφωσης θραύσης (βλ. και Παραγρ. 3.6.2)
- Γενικώς, **απαγορεύεται η επανευθυγράμμιση καμφθείσας ράβδου**, διότι οδηγεί σε ακόμη μεγαλύτερη υποβάθμιση των μηχανικών χαρακτηριστικών, που είχε προκληθεί με την προηγηθείσα κάμψη.

ΣΕΛΙΔΑ -41-

Κεφάλαιο 7 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ του ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Η διάταξη και τοποθέτηση των πρόσθετων ράβδων οπλισμού για τη συγκράτηση του κύριου οπλισμού, πρέπει επίσης να ικανοποιούν τις βασικές απαιτήσεις των Κανονισμών (π.χ. να τοποθετούνται στο εσωτερικό των δομικών στοιχείων).

ΣΕΛΙΔΑ -43-

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).

ΣΕΛΙΔΑ -43-

Οι ράβδοι οπλισμού πρέπει να είναι απαλλαγμένες από λάδια, γράσα, λάσπες, χρώματα ή προϊόντα διάβρωσης.

Το λάδωμα του ξυλοτύπου θα προηγείται της τοποθέτησης του οπλισμού. Τα χρησιμοποιούμενα για το σκοπό αυτό λάδια θα είναι ειδικά, υδατοδιαλυτά και εγκεκριμένα. **Ο καθαρισμός του οπλισμού** από οργανικές ή λιπαρές ουσίες θα γίνεται με κατάλληλους οργανικούς διαλύτες ή **κοινά απορρυπαντικά.**

ΣΕΛΙΔΑ -43-

Επικαλύψεις

Ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής προβλέπεται **Ελάχιστη επικάλυψη του οπλισμού για λόγους ανθεκτικότητας, συνάφειας και πυρασφάλειας.**

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

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

ΣΕΛΙΔΑ -44-

Σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. για την προστασία από διάβρωση ενδέχεται να απαιτείται αυξημένη ελάχιστη επικάλυψη του οπλισμού.

Δεν επιτρέπονται χαλύβδινοι ή άλλοι μεταλλικοί αποστατήρες κάθε είδους, σε επαφή με την επιφάνεια του σκυροδέματος, επειδή κινδυνεύουν οι ίδιοι από διάβρωση.

ΣΕΛΙΔΑ -44-

7.2.3 Προστασία αναμονών

Οι αναμονές ράβδων οπλισμού κάθε είδους πρέπει **να παραμένουν ευθύγραμμες και να προστατεύονται από διάβρωση, μηχανική φθορά και βλάβη.**

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

Για τους τρόπους προστασίας βλ.10.4

ΣΕΛΙΔΑ -44-

Για την προστασία των αναμονών από διάβρωση, και αφού προηγηθεί καθαρισμός (π.χ. με συρματόβουρτσα), μπορεί να γίνει επικάλυψη **(π.χ. με ασφαλτικό γαλάκτωμα) ή/και εγκιβωτισμός των ράβδων σε σκυρόδεμα**, το οποίο μελλοντικά θα καθαιρεθεί, λαμβάνοντας μέτρα για επαρκείς επικαλύψεις, με πυκνότερους αποστατήρες.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για τις θέσεις απ' όπου αναδύονται οι αναμονές.

Οι κάθε είδους αναμονές ράβδων οπλισμού πρέπει να προστατεύονται από διάβρωση, **αναλόγως του χρονικού διαστήματος** κατά το οποίο θα παραμείνουν εκτεθειμένες, καθώς και **των συνθηκών περιβάλλοντος**, λειτουργίας και χρήσης.

ΣΕΛΙΔΑ -44-

7.3.1 Ενώσεις με παράθεση

Όταν τα διαθέσιμα μήκη ράβδων είναι ανεπαρκή, μπορούν να εφαρμόζονται άλλου τύπου ενώσεις όπως π.χ. συγκόλληση του νέου σπλισμού στον παλιό, σύνδεση με μηχανικά μέσα (μούφες) κ.λπ.

Ειδικότερα για τις κοχλιωτές συνδέσεις πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε κατά τη μηχανουργική κατεργασία για τη δημιουργία σπειρώ-ματος η αναπόφευκτη απώλεια μαρτενσίτη να μην οδηγεί σε μείωση της αντοχής της ράβδου.

τα μέσα σύνδεσης και η ένωση θα πρέπει να καλύπτονται από εγκριτικές αποφάσεις.

ΣΕΛΙΔΑ -45-

7.3.3 Συνδέσεις με συγκόλληση

Στις κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (βλ. Παραγρ. 18.3, 18.4.5 και 18.5.2 του ΕΚΩΣ) **συνιστάται εν γένει να αποφεύγονται οι ενώσεις.**

Ειδικότερα κατά τον Ευρωκώδικα EN 1998-1 (παραγρ. 5.6.3) απαγορεύονται στις κρίσιμες περιοχές συγκολλήσεις με παράθεση ή με λωρίδες.

ΣΕΛΙΔΑ -45-

Κεφάλαιο 8: ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

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

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

αποσκοπούν:

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

ΣΕΛΙΔΑ -46-

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.

ΣΕΛΙΔΑ -46-

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 συγκολλησιμες υπό προϋποθέσεις (π.χ. S220, S400, S500). Στις περιπτώσεις αυτές εφαρμόζονται όσα σχετικώς αναφέρονται στην Παραγρ. 8.6 του παρόντος Κεφαλαίου.

ΣΕΛΙΔΑ -46-

8.3 Μέθοδοι συγκόλλησης

Χειρωνακτική συγκόλληση τόξου με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW) Ημιαυτόματη συγκόλληση τόξου σε προστατευτική ατμόσφαιρα (GMAW, MAG με μείγμα Ar-CO₂)

Απαγορεύεται η χρήση οξυγονοκόλλησης, διότι λόγω της μεγάλης θερμικής παροχής και της αργής απόψυξης προκύπτουν χονδρομερείς μεταλλουργικές δομές, που οδηγούν σε υποβάθμιση των μηχανικών ιδιοτήτων της ζώνης τήξης.

ΣΕΛΙΔΑ -47-

8.4 Εκτέλεση συγκολλήσεων-Γενικές επισημάνσεις

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα:

- Η μέθοδος συγκόλλησης (σχεδίαση και εκτέλεση)
- Η ικανότητα του συγκολλητή
- Η τεχνική της συγκόλλησης (εξοπλισμός)
- Το μέταλλο γόμωσης (προσθήκης)
- Η προστατευτική ατμόσφαιρα της συγκόλλησης
- Το συλλίπασμα (η επένδυση του ηλεκτροδίου)
- Η θερμοκρασία της συγκόλλησης (προθέρμανση, θερμοκρασία μεταξύ πάσων, μεταθέρμανση).

ΣΕΛΙΔΑ -48-

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

- **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).

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

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

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

ΣΕΛΙΔΑ -48-

- **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.

Γενικώς, η υπερβολική θέρμανση στη διάρκεια της συγκόλλησης μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τις μηχανικές ιδιότητες ή να προκαλέσει άλλες συνέπειες.

ΣΕΛΙΔΑ -49-

- **Ρυθμός απόψυξης της συγκόλλησης**

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

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

ΣΕΛΙΔΑ -49-

- **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**

Θα αποκόπτονται τα συγκολλημένα τμήματα και θα εκτελείται νέα συγκόλληση σε άλλη θέση.

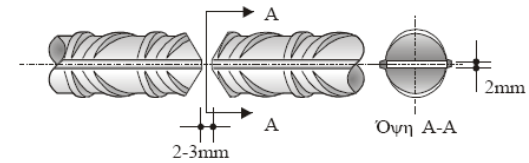
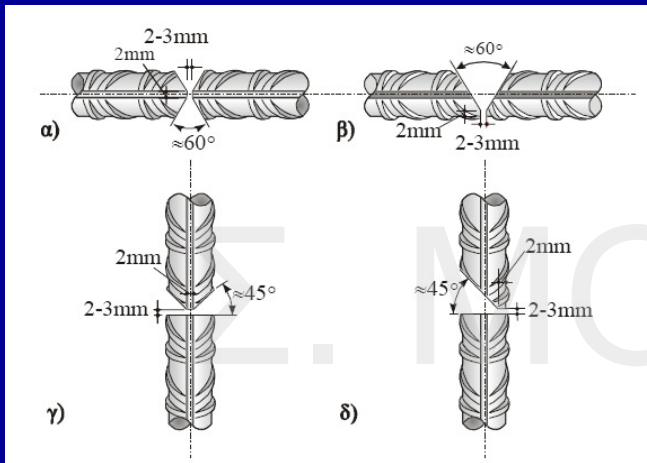
ΣΕΛΙΔΑ -50-

- **Κάμψεις και συγκολλήσεις**

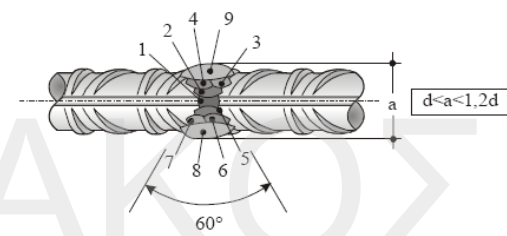
Γενικά οι κάμψεις πρέπει να γίνονται πριν την εκτέλεση των συγκολλήσεων. Η απόσταση της συγκόλλησης από την αρχή της καμπύλωσης θα είναι τουλάχιστον **2d** για τις μετωπικές, τις κατά παράθεση και τις συνδέσεις με λωρίδες και **4d** για τις σταυρωτές (βλ. και Παραγρ. 6.5).

Παρότι το Πρότυπο EN ISO 17660-1 (που αφορά μη δυναμικές καταπονήσεις) **επιτρέπει τη συγκόλληση στην περιοχή καμπύλωσης ράβδων** που έχουν καμφθεί πριν από τη συγκόλληση, αυτού του τύπου οι συγκολλήσεις **συνιστάται να αποφεύγονται.**

ΣΕΛΙΔΑ -50-



α) προετοιμασία επιφανειών μετώπου

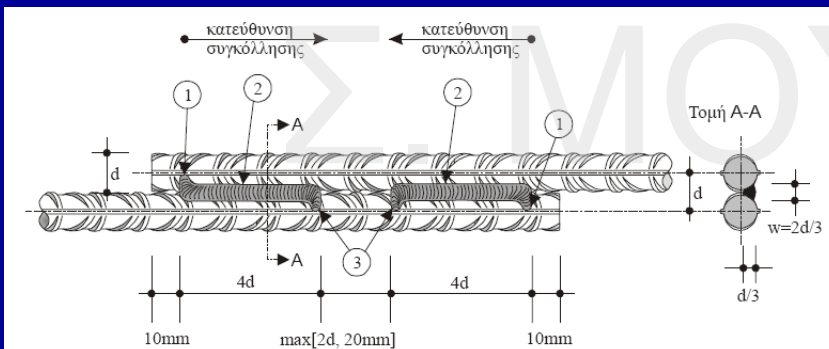


β) διαδοχική εκτέλεση κορδονιών και πάσων

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

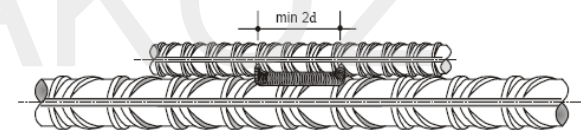
Η συγκόλληση του Σχ. 8-2.β εκτελέσθηκε με 9 κορδόνια (1 έως 9) τα οποία σχηματίζουν 7 πάσα (1,2, 3-4, 5, 6-7, 8 και 9). Τα κορδόνια 1, 2 και 5 αποτελούν τη ρίζα της συγκόλλησης και συνιστάται να γίνονται με λεπτότερο ηλεκτρόδιο (βλ. Σχόλιο Πιν. Σ8-1)

8.4.3 Σύνδεση κατά παράθεση



Σχήμα 8-4 Σύνδεση κατά παράθεση με τεχνικές τόξου

Στην περίπτωση μη-φερουσών συνδέσεων, η σύνδεση μπορεί να γίνει με μία ραφή, όπως φαίνεται στο Σχ. 8-5, ελάχιστου μήκους $2d$. Ως διάμετρος d λαμβάνεται η διάμετρος της λεπτότερης ράβδου.

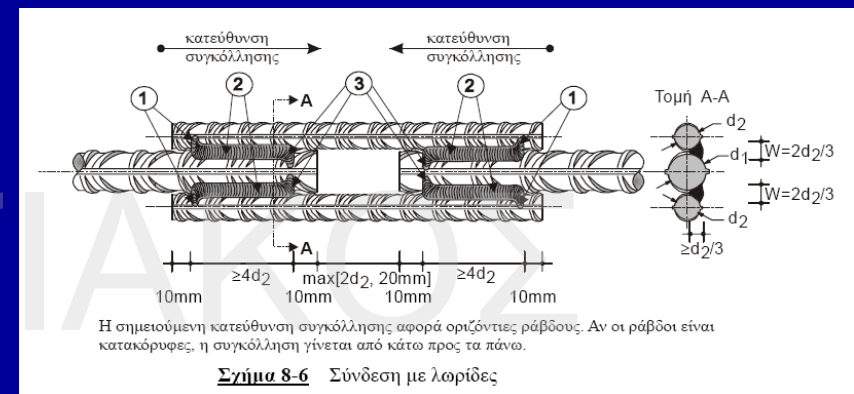


Σχήμα 8-5 Μη φέρουσα σύνδεση κατά παράθεση με τεχνικές τόξου

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 συγκολλησιμο 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.

ΣΕΛΙΔΑ -53-



ΣΕΛΙΔΑ -54-

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:

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

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).

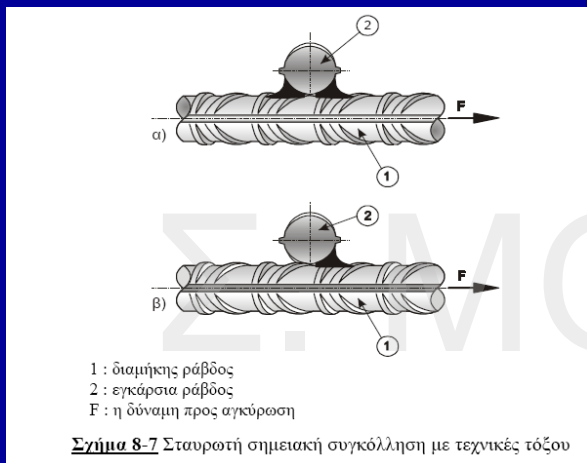
ΣΕΛΙΔΑ -54-

Συντελεστής διάτμησης

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.

ΣΕΛΙΔΑ -54-



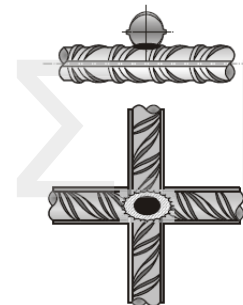
ΣΕΛΙΔΑ -55-

- 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.**

ΣΕΛΙΔΑ -55-

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.

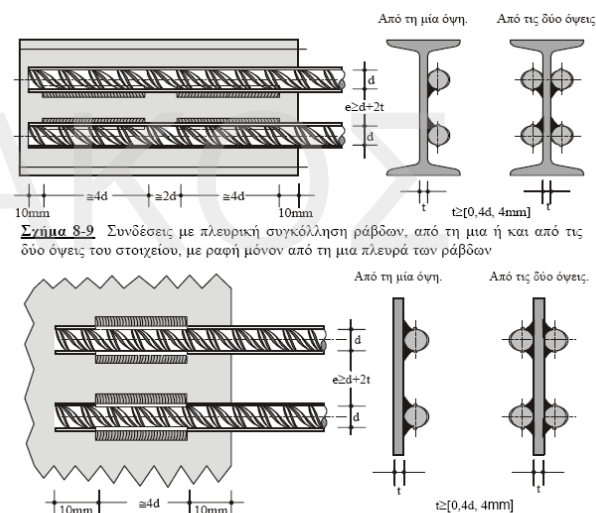


Σχίμα 8-8 Σχηματική παράσταση σταυρωτής σύνδεσης με ηλεκτρική αντίσταση ή προεξοχή

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

ΣΕΛΙΔΑ -55-

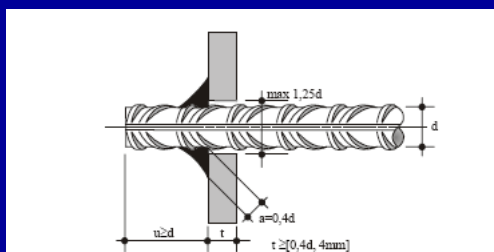
8.4.6 Συνδέσεις με άλλα χαλύβδινα στοιχεία



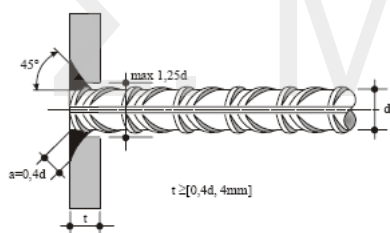
Σχίμα 8-9 Συνδέσεις με πλευρική συγκόλληση ράβδων, από τη μια ή και από τις δύο όψεις του στοιχείου, με ραφή μόνον από τη μια πλευρά των ράβδων

Σχίμα 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

ΣΕΛΙΔΑ -56-

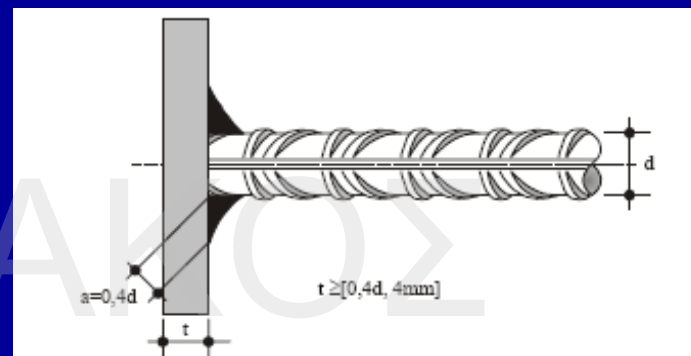


Σχήμα 8-12 Ράβδος διερχόμενη από χαλύβδινο στοιχείο



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

ΣΕΛΙΔΑ -57-



Σχήμα 8-14 Μετωπική συγκόλληση ράβδου επί χαλύβδινου στοιχείου

ΣΕΛΙΔΑ -58-

8.6 Συγκόλληση νέου οπλισμού σε παλαιό

- 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 :
-
- Η χημική ανάλυση μπορεί να γίνει σε συμπαγές δοκίμιο μικρών διαστάσεων, κατά προτίμηση με φασματοσκοπική μέθοδο.
- Αν μπορεί να ληφθεί δοκίμιο καταλλήλων διαστάσεων συνιστάται να γίνεται και δοκιμή εφελκυσμού. Περισσότερα στοιχεία δίνονται στο Παράρτημα Π7.

ΣΕΛΙΔΑ -64-

- Αν προκύψει $C < 0,24$ και $C_{eq} < 0,52$, ο χάλυβας είναι **συγκολλησίμος**, κατά τους ορισμούς του παρόντος Κανονισμού, και συγκολλείται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις Παραγρ. 8.1 έως 8.4.
- Αν προκύψει $0,25 < C < 0,45$ και $C_{eq} < 0,70$ ο χάλυβας θεωρείται **συγκολλησίμος υπό προϋποθέσεις**. Η συγκόλληση εκτελείται, αφού προηγηθεί **προθέρμανση**, με εφαρμογή των αναφερομένων στην Παραγρ. 8.6.2.
- Αν προκύψει $C > 0,45$ ή/και $C_{eq} > 0,70$ ο χάλυβας θεωρείται **μη συγκολλησίμος και δεν επιτρέπεται να συγκολληθεί**.

ΣΕΛΙΔΑ -65-

8.6.2 Συγκόλληση χαλύβων συγκολλησίμων υπό προϋποθέσεις

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

Η προθέρμανση θα γίνεται με χρήση ήπιας φλόγα προπανίου/βουτανίου σε όλο το μήκος της σύνδεσης και τουλάχιστον 50mm εκατέρωθεν αυτής έτσι ώστε η θερμοκρασία σε απόσταση 100-150mm να είναι 200°-250°C.

ΣΕΛΙΔΑ -65-

Κεφάλαιο 9: ΠΛΕΓΜΑΤΑ

9.3 Κάμψεις πλεγμάτων

Ειδικώς για πλέγματα ειδικού τύπου (π.χ. “μανδύες”), που προορίζονται για δημιουργία κλωβών σπλισμού και χρησιμοποιούνται ως σπλισμός διάτμησης ή/και περίσφιγξης, **οι κάμψεις πρέπει να γίνονται σε αποστάσεις τουλάχιστον 4d από τα σημεία σύνδεσης** (για την αποφυγή αποκολλήσεων ή πρόσθετων καταπονήσεων στην περιοχή σύνδεσης των ράβδων).

Οι ελάχιστες διαμέτροι των τύμπανων κάμψης είναι: 12d ή **4d** για τους χάλυβες σπλισμού B500A και **B500C** αντίστοιχα (βλ. και Παραγρ. 6.5.), και 2,5d για τα σύρματα συγκράτησης.

ΣΕΛΙΔΑ -67-

9.4 Χαρακτηριστικά πλεγμάτων

Γενικώς, τα φύλλα διατίθενται σε ορθογωνική μορφή, διαφόρων διαστάσεων, και διακρίνονται **σε δομικά** (τυποποιημένα και μη τυποποιημένα) και **σε ειδικού τύπου**.

- Ειδικά για τα δομικά πλέγματα οι διαμέτροι των ράβδων των δύο διευθύνσεων, πρέπει να ικανοποιούν τη σχέση: $d_{min} \geq 0,6d_{max}$.

ΣΕΛΙΔΑ -68-

ΠΛΕΓΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

- Για τα σημεία σύνδεσης των ράβδων αυτών των πλεγμάτων ισχύει η παρακάτω απαίτηση για αντοχή σε διάτμηση: $F_s \geq 0,15 \cdot f_y \cdot n_{om} \cdot A$

Κατά τις κάμψεις και αναδιπλώσεις, τα χονδροσύρματα συγκράτησης και στερέωσης πρέπει τελικά να βρίσκονται διατεταγμένα **προς το εσωτερικό (προς τον πυρήνα)** των δομικών στοιχείων.

ΣΕΛΙΔΑ -70-

9.6 Διακίνηση, διαμόρφωση, τοποθέτηση

Τα έτοιμα ή ημιέτοιμα προϊόντα των κάθε είδους πλεγμάτων παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία (π.χ. σε σύγκριση με τις ευθύγραμμες ράβδους), από πολλές απόψεις (π.χ. **κατά τη διαχείρισή τους, έναντι διάβρωσης** κ.λπ.) και συνεπώς απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή και λήψη πρόσθετων μέτρων, κατά περίπτωση.

- «Πότισμα»

ΣΕΛΙΔΑ -70-

9.7 Ασφάλεια και Υγεία των εργαζομένων

- Τα μέτρα ασφάλειας και υγείας των εργαζομένων σε περιπτώσεις χρήσης πλεγμάτων πρέπει να είναι συστηματικά και σύμφωνα με τις διατάξεις και προβλέψεις της Παραγρ. 7.6 και του Παραρτήματος Π9 του παρόντος Κανονισμού.

ΣΕΛΙΔΑ -71-

Κεφάλαιο 10: ΔΙΑΒΡΩΣΗ

- Ο χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος πρέπει να προστατεύεται από την διάβρωση, τόσο πριν από την ενσωμάτωσή του στο σκυρόδεμα όσο και μετά από αυτήν.
- Κατά την τοποθέτηση στην τελική θέση, ο χάλυβας πρέπει να είναι απαλλαγμένος από εμφανείς απολεπίσεις, αλλοιώσεις ή αθέλητες παραμορφώσεις και πληγές, οι οποίες εκτός των άλλων επιταχύνουν το φαινόμενο της διάβρωσης.

ΣΕΛΙΔΑ -72-

Η διάβρωση του χάλυβα είναι ένα αυθόρμητο φαινόμενο ηλεκτροχημικής φύσεως, του οποίου η ταχύτητα αυξάνεται τόσο εντός όσο και εκτός σκυροδέματος:

- Με την αύξηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας
- Με την μείωση του pH
- Με την αύξηση της παρουσίας αλάτων (π.χ. θαλάσσιο περιβάλλον)
- Με την επαφή του χάλυβα με το έδαφος, το νερό κ.λπ.
- Με την επαφή του χάλυβα με διαφορετικά υλικά ή περιβάλλοντα όπως π.χ. ένα τμήμα ράβδου σε σκυρόδεμα και ένα τμήμα ράβδου σε ασβεστούχο κονίαμα.
- Οι συχνές μεταβολές των πιο πάνω παραγόντων επηρεάζουν περαιτέρω την ταχύτητα της διάβρωσης.

ΣΕΛΙΔΑ -72-

Όσον αφορά την προστασία του χάλυβα από τη διάβρωση μετά την ενσωμάτωσή του στο σκυρόδεμα, αυτή γενικώς καλύπτεται από την **παθητική προστασία** που του προσδίδει το **αλκαλικό περιβάλλον του σκυροδέματος** (όσο το pH είναι **μεγαλύτερο από 9,5**) και από την **επικάλυψη στεγανότητας του σκυροδέματος**.

Άλλοι παράγοντες αύξησης της ταχύτητας διάβρωσης είναι:

- Η ύπαρξη ενεργών “κέντρων” στην επιφάνεια του χάλυβα (όπως π.χ. οξείες αιχμές ή πληγές, κάμψεις με μικρή ακτίνα καμπυλότητας κ.λπ.)
- Η ύπαρξη επιφανειακής αλλοίωσης λόγω προϋπάρχουσας διάβρωσης
- Η επαφή χαλύβων διαφορετικού είδους και διαφορετικού ηλεκτροχημικού δυναμικού
- Ψυχρή κατεργασία
- Αυξημένο πορώδες

ΣΕΛΙΔΑ -72-

Σε ειδικές περιπτώσεις, για τις οποίες απαιτείται μεγαλύτερη προστασία του οπλισμού από την διάβρωση μέσα στο σκυρόδεμα μπορεί να λαμβάνονται κατά περίπτωση, πρόσθετα μέτρα όπως:

- Αύξηση της περιεκτικότητας του σκυροδέματος σε τσιμέντο ή χρήση ειδικών τσιμέντων
- Αύξηση του πάχους της επικάλυψης των οπλισμών με σκυρόδεμα

ΣΕΛΙΔΑ -72-

10.2 Έλεγχος διάβρωσης

Η ύπαρξη προϊόντων διάβρωσης στην επιφάνεια του οπλισμού επηρεάζει την ταχύτητα της περαιτέρω διάβρωσης και τη συνάφεια μεταξύ του οπλισμού και του σκυροδέματος.

Η ύπαρξη οξειδίων του σιδήρου στην επιφάνεια του χάλυβα, σε μικρές μεν ποσότητες βελτιώνει τη συνάφεια μεταξύ οπλισμού και σκυροδέματος, **αλλά από μια ποσότητα και επάνω τη μειώνει.**

ΣΕΛΙΔΑ -73-

Με βάση θεωρητικούς υπολογισμούς, η ποσότητα οξειδίων του σιδήρου που μπορούν να αντιδρούν με αμιγές τσιμέντο πόρτλαντ κατά την παραπάνω διαδικασία ανέρχονται σε 350g/m² (ή **πάχος οξειδίων σιδήρου της τάξης των 150μm**). Για τα συνήθη τσιμέντα (CEM II) οι τιμές είναι μικρότερες, της τάξης των **300g/m²**.

ΣΕΛΙΔΑ -73-

Υπολογίζεται η διαφορά βάρους:

Εάν η υπολογιζόμενη τιμή είναι **μικρότερη από 300g/m²** τότε ο χάλυβας **μπορεί να χρησιμοποιηθεί.**

Εάν η υπολογιζόμενη τιμή **υπερβαίνει τα 300g/m²**, τότε θα πρέπει να **διερευνηθεί η ύπαρξη βελονισμών.**

Λόγω έντονων βελονισμών υπάρχει κίνδυνος να εκδηλωθεί **διάβρωση υπό μηχανική καταπόνηση που οδηγεί σε ψαθυρή θραύση.**

ΣΕΛΙΔΑ -73-

- Μηχανικός καθαρισμός των προϊόντων διάβρωσης ώστε η ποσότητα τους να γίνει μικρότερη από 300 g/m²

- **Αυξημένα μέτρα προστασίας του οπλισμού από την διάβρωση, επειδή ακόμη και εάν μειωθούν τα προϊόντα της διάβρωσης σε τιμές μικρότερες από 300g/m², οι χάλυβες αυτοί παρουσιάζουν πλέον μεγαλύτερους ρυθμούς διάβρωσης από εκείνους που δεν είχαν υποστεί διάβρωση.**

ΣΕΛΙΔΑ -73-

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π1

Οι πιθανές επιδράσεις από την παρουσία των υπολειματικών στοιχείων (πάνω από ορισμένες περιεκτικότητες) στην ποιότητα των τελικών προϊόντων μπορούν να συνοψιστούν σε:

- **Θερμή ρηγμάτωση** που οφείλεται κυρίως στην παρουσία S, Cu και επιδεινώνεται με την παρουσία As, Sn και Sb.
- **Ρωγμές και ψαθυρότητα** που οφείλονται στην παρουσία S, P και H.
- **Μεγάλη διασπορά στις τιμές** των μηχανικών ιδιοτήτων ειδικά στην περίπτωση χαλύβων θερμής έλασης λόγω W, Mo, Cr, Ni, P και N.
- **Χαμηλή εν ψυχρώ διαμορφωσιμότητα** λόγω N, P και S.
- **Ψαθυροποίηση στη Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη των συγκολλήσεων** λόγω S, N, P και H.

ΣΕΛΙΔΑ -76-

• Άνθρακας (C)

Στους Χ.Ο.Σ, ο άνθρακας είναι από τα βασικότερα κραματικά στοιχεία καθώς επηρεάζει σημαντικά την αντοχή και τη συγκολλησιμότητα τους. Αύξηση της περιεκτικότητας σε C οδηγεί σε αύξηση της σκληρότητας και της αντοχής αλλά παράλληλα σε αναπόφευκτη μείωση της ολκιμότητας και της συγκολλησιμότητας. Αντίθετα, αύξηση της περιεκτικότητας σε C αυξάνει την εμβαπτότητα (hardenability) του χάλυβα που σχετίζεται με το βάθος βαφής των χαλύβων.

Η τελευταία ιδιότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική στους Χ.Ο.Σ. αφού είναι συνυφασμένη με συγκεκριμένη θερμομηχανική μεταλλοτεχνική επεξεργασία (θερμή έλαση με άμεση θερμική κατεργασία), η οποία ακολουθείται κατά την παραγωγή της πλειονότητας των Χ.Ο.Σ. σήμερα στην Ευρώπη (Tempcore, Thermex κ.λπ.). Στην πράξη, περιεκτικότητα σε C μεταξύ 0,18-0,24% στο τελικό προϊόν αποτελεί έναν συμβιβασμό μεταξύ των παραπάνω, σε ορισμένες περιπτώσεις, αντικρουόμενων ιδιοτήτων και εξασφαλίζει υψηλή αντοχή, ικανοποιητική επιμήκυνση και καλή συγκολλησιμότητα.

ΣΕΛΙΔΑ -76-

Μεταλλοτεχνικές κατεργασίες των Χ.Ο.Σ.

- **Έλαση**

Διαδικασία διαμόρφωσης εν θερμώ ή εν ψυχρώ (ενδοτράχυνση) ενός μεταλλικού υλικού με τη χρήση αντίρροπα περιστρεφόμενων κυλίνδρων.

ΣΕΛΙΔΑ -80-

Θερμικές κατεργασίες

- **Μαρτενσιτική βαφή**

Στους χάλυβες μετατροπή του ωστενίτη σε μαρτενσίτη με αποτέλεσμα πολύ μεγάλη αύξηση της αντοχής (σκληρότητας), αλλά και ταυτόχρονη μείωση της ολκιμότητας. Η μετατροπή αυτή γίνεται με (ταχύτατη) ψύξη του ωστενίτη εφ' όσον τηρούνται ορισμένες αναγκαίες και ικανές συνθήκες, όπως π.χ. ταχύτητα ψύξης μεγαλύτερη από μια κρίσιμη (V_c) για το συγκεκριμένο υλικό ή ψύξη σε θερμοκρασία χαμηλότερη από μια χαρακτηριστική επίσης θερμοκρασία για το ίδιο υλικό (M_s).

ΣΕΛΙΔΑ -80-

Οι χαλυβουργίες που εκμεταλλεύονται τη μαρτενσιτική βαφή για την αύξηση της αντοχής των Χ.Ο.Σ. (Tempcore κ.λπ.) χρησιμοποιούν ειδικές διατάξεις προκειμένου να εξασφαλίσουν τις εξαιρετικά μεγάλες ταχύτητες ψύξης που απαιτούνται (μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κρίσιμη ταχύτητα V_c). Οι υψηλές αντοχές οι οποίες δημιουργούνται στο υλικό με τη μαρτενσιτική βαφή, δεν μπορούν να αξιοποιηθούν αυτοτελώς λόγω της μείωσης της ολκιμότητας που συνεπάγονται. Γι' αυτό η μαρτενσιτική βαφή στους Χ.Ο.Σ. ακολουθείται πάντοτε από αναθέρμανση του μαρτενσίτη (επαναφορά).

ΣΕΛΙΔΑ -81-

Επαναφορά

Στην τεχνολογία παραγωγής των Χ.Ο.Σ. η επαναφορά γίνεται "αυτόματα" δηλαδή ο μαρτενσίτης που δημιουργείται με την κατάλληλη ψύξη στην επιφάνεια π.χ. μιας ράβδου, "επαναφέρεται" με την έκθεσή του στη θερμοκρασία που δημιουργείται με τη ροή της θερμότητας από το εσωτερικό της ράβδου προς την περιφέρεια.

Ο χρόνος και η θερμοκρασία επαναφοράς είναι παράμετροι που καθορίζουν τη συμπεριφορά του υλικού, σε ενδεχόμενες μεταγενέστερες αναθερμάνσεις. Μετά την επαναφορά σε ορισμένη θερμοκρασία (π.χ. κατά τη διαδικασία παραγωγής) κάθε επόμενη θέρμανση (π.χ. πυρκαγιά) στην ίδια ή χαμηλότερη θερμοκρασία δεν θα έχει ουσιαστική επίπτωση στις ιδιότητες του υλικού.

ΣΕΛΙΔΑ -81-

Εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων κατεργασίας για την απόκτηση των απαιτούμενων χαρακτηριστικών

Στο παρελθόν οι τεχνικές παραγωγής βασίστηκαν στην κραμάτωση των χαλύβων και κυρίως στην αύξηση της περιεκτικότητας του άνθρακα, ο οποίος ως φθινό κραματικό στοιχείο εξασφάλιζε τις αυξημένες αντοχές που προδιαγράφονταν για την κατηγορία St III κατά DIN 488. Αύξηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα (και μαγγάνιο) οδηγεί σε αύξηση της αντοχής **αλλά παράλληλα σε αναπόφευκτη μείωση της συγκολλησιμότητας.**

Η ζήτηση για χρήση Χ.Ο.Σ. υψηλής αντοχής αλλά παράλληλα και συγκολλησίμων αντιμετωπίστηκε αρχικά με ειδική κραμάτωση, δηλαδή διατήρηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα και μαγγάνιο σε χαμηλά επίπεδα και προσθήκη πολύ μικρών ποσοτήτων ισχυρά καρβιδιογόνων στοιχείων όπως το βανάδιο, το νιόβιο και το τιτάνιο. Η κραμάτωση με μικρές ποσότητες με τα παραπάνω στοιχεία, είναι παραγωγική μέθοδος που μπορεί να εξασφαλίσει τα απαιτούμενα από τις προδιαγραφές μηχανικά κ.λπ. χαρακτηριστικά των Χ.Ο.Σ. Η υιοθέτησή της ή όχι συναρτάται μεταξύ άλλων και με το (υψηλό) κόστος των κραματικών στοιχείων.

- Η αύξηση της αντοχής που μπορεί θεωρητικά να επιτευχθεί με συγκεκριμένη θερμική κατεργασία (κατεργασία μαρτενσιτικής βαφής και επαναφοράς -π.χ. Temprocore, Thermex -), έγινε προσιτή με την τεχνολογική πρόοδο στον τομέα ελέγχου της ταχύτητας ψύξης και έδωσε τη δυνατότητα να αποκτηθούν μηχανικά χαρακτηριστικά των Χ.Ο.Σ., στα επίπεδα που ορίζονται από τον παρόντα Κανονισμό χωρίς να απαιτείται αύξηση της περιεκτικότητας των κραματικών στοιχείων (π.χ. άνθρακα, βαναδίου κ.λπ.) και δίχως να υποβαθμίζεται η συγκολλησιμότητά τους.

- Αύξηση της αντοχής των Χ.Ο.Σ. μπορεί να επιτευχθεί και με κατεργασία «ψυχρής» διαμόρφωσης. Σε αυτή τη κατηγορία, η αύξηση της αντοχής (λόγω ενδοτράχυνσης) επιτυγχάνεται με πλαστική παραμόρφωση με ολκή, τάνυση (stretching) ή έλαση εν ψυχρώ. Υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί στο πεδίο εφαρμογής, λόγω αφ' ενός της ύπαρξης νευρώσεων και αφ' ετέρου των μηχανικών χαρακτηριστικών που προκύπτουν (μειωμένη ολκιμότητα κ.λπ.).

ΣΕΛΙΔΑ -82-

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

Υπολογίζεται ότι περισσότερες από 2.000.000 ραδιενεργές πηγές χρησιμοποιούνται σήμερα νόμιμα σε όλο τον κόσμο.

Σύμφωνα με μετριοπαθείς εκτιμήσεις τουλάχιστον 40-50 πηγές χάνονται κάθε χρόνο.

Οι “έκθετες” πηγές (“orphan” radioactive sources) υπάρχει πιθανότητα να ανακτηθούν από άτομα, είτε εργαζόμενους είτε κοινό, που δεν έχουν επίγνωση των πιθανών κινδύνων.

Μέτρα ελέγχου

- Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα ευαίσθητα και αποτελεσματικά όργανα ανίχνευσης, εντοπισμού και μέτρησης της ραδιενέργειας στον παλαιοσίδηρο και στον χάλυβα. Η βιομηχανία χάλυβα με τη χρησιμοποίησή τους αποβλέπει σε πρώτη φάση στην ανίχνευση ραδιενεργών υλικών στον παλαιοσίδηρο και στην απομόνωσή τους πριν εισέλθουν στην παραγωγική διαδικασία, και σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό (περίπτωση πηγής με ισχυρή προστατευτική επένδυση) στον εντοπισμό και απομόνωσή τους κατά τη διάρκεια της παραγωγής.
- Από τα παραπάνω μέτρα ελέγχου ιδιαίτερα σημαντική αποδεικνύεται στην πράξη **η χρήση των σταθερών ανιχνευτών για την ανίχνευση ραδιενέργειας στον παλαιοσίδηρο, κατά την είσοδό του στο εργοστάσιο.** Η αύξηση του εντοπισμού ραδιενεργών υλικών στον παλαιοσίδηρο είναι θεαματική και συνδέεται άμεσα με τη χρησιμοποίηση, από το 1988, των σταθερών ανιχνευτών. Με τη σωστή λειτουργία των συστημάτων ανίχνευσης και ελέγχου εξασφαλίζεται ότι ο παραγόμενος χάλυβας θα είναι απαλλαγμένος από ανεπιθύμητες συγκεντρώσεις ραδιενεργών στοιχείων.

ΣΕΛΙΔΑ -84-

Παράρτημα Π3: ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΙ ΧΑΛΥΒΕΣ

Με τη χρήση ανοξειδωτων χαλύβων καλύπτονται, χωρίς ειδικές προϋποθέσεις συνεχούς συντήρησης και παρακολούθησης των κατασκευών, οι απαιτήσεις προστασίας των οπλισμών από τη διάβρωση ακόμα και σε περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται εξόχως διαβρωτικά (π.χ. παραθαλάσσιες περιοχές, λιμενικά έργα, κατασκευές σε χημικές βιομηχανίες και βιομηχανίες τροφίμων κ.λπ.).

ΣΕΛΙΔΑ -85-

Η ανθεκτικότητα σε διάβρωση των χαλύβων επιτυγχάνεται με την παθητικοποίηση της επιφάνειάς τους λόγω του σχηματιζόμενου λεπτού επιφανειακού στρώματος οξειδίου του χρωμίου το οποίο εμποδίζει την περαιτέρω διάβρωση (προσθήκη χρωμίου σε ποσοστά συνήθως από 16% έως 20%). Εκτός από την προσθήκη χρωμίου, και η προσθήκη νικελίου (σε ποσοστά συνήθως από 8% έως 10%) έχει ως συνέπεια το σχηματισμό ωστενιτικών ανοξειδωτων χαλύβων. Για την περαιτέρω αύξηση της ανθεκτικότητας, ιδίως παρουσία χλωριόντων, προστίθεται **μολυβδένιο (Mo)** σε ποσοστά συνήθως από 2% έως 3,5%.

ΣΕΛΙΔΑ -85-

Ιδιότητες σε εφελκυσμό

Πίνακας Π3-2: Ιδιότητες σε εφελκυσμό ανοξειδωτων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος

Κατηγορία αντοχής	$f_{0,2}$ (MPa)		$f_t/f_{0,2}$		ϵ_a (%)	
	Χαρακτηριστική τιμή	Ελάχιστη τιμή	Χαρακτηριστική τιμή	Ελάχιστη τιμή	Χαρακτηριστική τιμή	Ελάχιστη τιμή
InE235	235	220	1,15	1,12	8	7
InE500	500	475	1,10	1,08	5	4
InE650	650	625	1,10	1,08	5	4
InE800	800	775	1,10	1,08	5	4

ΣΕΛΙΔΑ -87-

- Σε όποια εφαρμογή δημιουργούνται προϋποθέσεις “επαφής” μεταξύ ανοξειδωτου και μη ανοξειδωτου (κοινού) χάλυβα, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να εξασφαλίζεται “**ηλεκτρική μόνωση**” μεταξύ των υλικών.
- Ως μονωτικά χρησιμοποιούνται επίσης διάφορες ρητίνες ή ειδικά πλαστικά παρεμβλήματα.

ΣΕΛΙΔΑ -89-

Παράρτημα Π5: ΑΠΟΣΤΑΤΗΡΕΣ

Αποστατήρες (spacers) είναι τα στοιχεία που διατηρούν τον οπλισμό στην επιθυμητή απόσταση από τους ξυλοτύπους ή την ιδεατή ελεύθερη, τελική επιφάνεια του σκυροδέματος, λειτουργώντας ως στηρίγματα, υποθέματα, παρεμβλήματα κ.λπ., τα οποία διαθέτοντας το κατάλληλο μέγεθος (ύψος) εξασφαλίζουν το επιβαλλόμενο και καθοριζόμενο, από τους Κανονισμούς και τη μελέτη, πάχος επικάλυψης.

Οι αποστατήρες θα συντίθενται από υλικό με επαρκή μηχανική αντοχή, με καλή πρόσφυση προς το σκυροδέμα, μη οξειδούμενο, μη υδατοαπορροφητικό και σταθερού όγκου. Κατ' αρχήν, με βάση τις απαιτήσεις της Παραγρ. 7.2.2 του παρόντος Κανονισμού, επιτρέπεται η χρήση αποστατήρων κατασκευασμένων με :

- Πλαστικά υλικά, εξαιρουμένου του PVC
- Τσιμεντοκονιάματα, ενδεχομένως με ενσωματωμένα σύρματα για τη στερέωση.

ΣΕΛΙΔΑ -96-

- Τα χρησιμοποιούμενα συστήματα αποστατήρων πρέπει να διαθέτουν διαβάθμιση ύψους 5mm.

Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως αποστατήρες παρεμβλήματα αποτελούμενα από :

- Ράβδους οπλισμού
- Λωρίδες μονωτικών υλικών
- Τεμάχια πλαστικών (ή άλλου τύπου) σωλήνων
- Τεμάχια μαρμάρου, κεραμικά, τούβλα, ξύλα κ.λπ.
- Οι αποστατήρες διακρίνονται αναλόγως της λειτουργίας τους σε:
- Σημειακούς και
- Γραμμικούς (ή και επιφανειακούς).

ΣΕΛΙΔΑ -96-

Παράρτημα Π7: ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Πίνακας Π7-1: Έλεγχοι χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος και αντίστοιχες προσδιοριζόμενες ιδιότητες

a/a	Έλεγχος	Προσδιοριζόμενες ιδιότητες
1	Οπτικός έλεγχος (μετά και από χανδρόματα)	<ul style="list-style-type: none"> • Γεωμετρία νευρώσεων (κατηγορία, εργοστάσιο και χώρα παραγωγής) • Κατάσταση διάβρωσης (επιφανειακή οξείδωση, βελονισμοί) • Λεπτομέρειες όπλισης, διάταξη ράβδων, άγκιστρα κ.λπ. • Βαθμονόμηση οργάνων επιτόπου ελέγχων
2	Μαγνητική σάρωση	<ul style="list-style-type: none"> • Προσδιορισμός θέσης οπλισμού • Εκτίμηση διαμέτρου ράβδων • Εκτίμηση επικάλυψης οπλισμού
3	Μέτρηση βάθους ενανθράκωσης του σκυροδέματος	<ul style="list-style-type: none"> • Παθητική προστασία χάλυβα έναντι διάβρωσης
4	Μέτρηση χλωριόντων (βάθος και συγκέντρωση)	<ul style="list-style-type: none"> • Πιθανότητα διάβρωσης
5	Μέτρηση δυναμικού χάλυβα ή/και ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης σκυροδέματος	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτίμηση πιθανότητας διάβρωσης
6	Ραδιογραφία	<ul style="list-style-type: none"> • Προσδιορισμός θέσης και διαμέτρου οπλισμού
7	Σκληρομέτρηση	<ul style="list-style-type: none"> • Εφελκυστική αντοχή, όριο διαρροής
8	Χημική ανάλυση	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκολλησιμότητα
9	Δοκιμή εφελκυσμού	<ul style="list-style-type: none"> • Όριο διαρροής • Εφελκυστική αντοχή • Παραμόρφωση θραύσης
10	Έλεγχος μικρογραφικής μορφής	<ul style="list-style-type: none"> • Εφελκυστική αντοχή και παραμόρφωση θραύσης

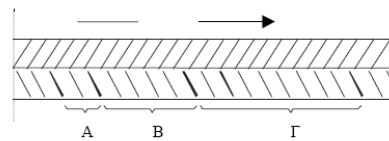
Σήμανση και χαρακτηριστικά Χ.Ο.Σ.

Πίνακας Π7-2: Κατηγορίες Χ.Ο.Σ. σύμφωνα με διατάξεις του ΦΕΚ 160Α - 1954

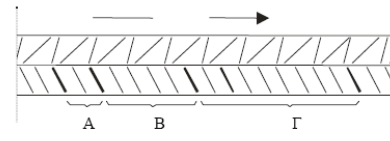
Κατηγορία	Μορφή επιφάνειας	Τρόπος παραγωγής	min f_y (MPa)	min f_t (MPa)	ϵ_s %
I	Λ	Θ.Ε. -X.	220	340-500	18
IIα	Λ ή Ν	Θ.Ε. -X.	420 (d ≤ 18mm) 400 (d > 18mm)	500	18
IIβ	N	Ψ.Κ.	420 (d ≤ 18mm) 400 (d > 18mm)	500	8
IVα	Λ ή Ν	Θ.Ε. -X.	500	-	16
IVβ	N	Ψ.Κ.	500	-	8

Σημείωση: Λ = Λειές ράβδοι, Ν = Ράβδοι με νευρώσεις,
Θ.Ε.-X. = Θερμή έλαση, Ψ.Κ. (Ψ.Κ.-Ο. ή Ψ.Κ.-Σ.) = Ψυχρή κατεργασία.

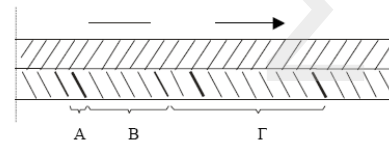
ΣΕΛΙΔΑ -108-



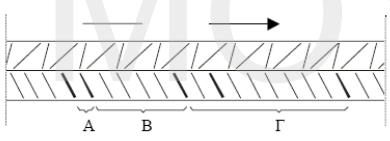
Σχήμα Π7-3α: Χάλυβες κατηγορίας FeB400 κατά EU 80-85



Σχήμα Π7-3β: Χάλυβες κατηγορίας FeB500 κατά EU 80-85



Σχήμα Π7-4α: Χάλυβες BSt 420s κατά DIN 488/84



Σχήμα Π7-4β: Χάλυβες BSt 500s κατά DIN 488/84

Πίνακας Π7-4: Μηχανικές ιδιότητες Χ.Ο.Σ. κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971.

Ιδιότητα	Κατηγορία Χ.Ο.Σ.				
	ΕΛΟΤ 959		ΕΛΟΤ 971		
	S220	S400	S500	S400s	S500s
Όριο διαρροής, f_y (MPa)	220	400	500	400	500
Εφελκυστική αντοχή, f_t (MPa)	340	500	550	440	550
Ανηγμένη επιμήκυνση μετά την θραύση, ϵ_s (%)	24	14	12	14	12

Πίνακας Π7-4 Τυπικές χημικές συνθέσεις, τρόποι παραγωγής και κύριες περιόδους χρήσης διάφορων κατηγοριών Χ.Ο.Σ.

Κατηγορία χάλυβα	Τυπική χημική σύνθεση (% κ.β.)					P	V	Τρόπος Παραγωγής	Κύρια Περίοδος Χρήσης (δεκαετίες)
	C	Mn	Si	S					
St I ή S 220	0,08-0,12	≈0,50	≈0,10	0,03-0,06	0,01-0,05	-	Θ.Ε.-Χ.	έως '60	
St III ή S 400	0,30-0,40	0,80-1,00	0,20-0,30	0,03-0,06		-	Θ.Ε.-Χ.	'60 έως '90	
St III ή S 400s	≈0,15	0,60-1,00	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ.	'90 -'95	
St III ελασ/βασ	0,10-0,15	≈0,50	≈0,10			-	Ψ.Κ.-Σ	'60 έως '70	
St IV ή S 500	0,35-0,40	1,00-1,20	0,20-0,30	0,03-0,06		0,02-0,03	Θ.Ε.-Χ.	'90 -'95	
St IV ή S 500	0,40-0,45	≈1,20	0,20-0,30	0,03-0,06		-	Θ.Ε.-Χ.	'90 -'95	
St IV ή S 500s	0,18-0,20	1,00-1,20	0,20-0,30	0,03-0,05		0,04-0,09	Θ.Ε.-Χ.	'90 -'95	
St IV ή S 500s	0,15-0,20	0,60-1,00	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ.	'92 έως 2007	
B500A	0,20-0,22	0,90-1,20	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ. ή Ψ.Κ.-Ο	από 2006	
B500C	0,20-0,22	0,90-1,20	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ.	από 2006	

Όπου: Θ.Ε.-Χ. = Θερμή έλαση χωρίς άλλη περαιτέρω κατεργασία, Θ.Ε.-Θ. = Θερμή έλαση με εν σειρά θερμική κατεργασία, Ψ.Κ.-Ο. = Ψυχρή κατεργασία με ολόκληρη έλαση, Ψ.Κ.-Σ. = Ψυχρή κατεργασία με στρέψη

Πίνακας Π7-5 Κωδικοί αριθμοί σήμανσης Ελληνικών και ξένων βιομηχανιών

α/α	Κωδικοί αριθμοί	Χώρα παραγωγής	Βιομηχανία	Παρατηρήσεις
1	8 - 13	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ	
2	8 - 14	Ελλάδα	ΣΙΑΕΝΟΡ	
3	8 - 15	Ελλάδα	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ	
4	8 - 18	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	
5	8 - 24	Ελλάδα	ΣΙΑΕΝΟΡ (SOVEL)	
6	8 - 6	Ελλάδα	ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΧΑΛΥΨ	Δεν παράγει πλέον
7	4 - 5	Ιταλία	FERALPI SIDERURGICA	
8	4 - 7	Ιταλία	FERRIERE NORD	
9	4 - 9	Ιταλία	OFFICINE E FON. GALTAROSSA	
10	4 - 15	Ιταλία	LEALI LUIGI	
11	4 - 25/26/27	Ιταλία	ALFA ACCIAI	
12	5 - 4	Ην.Βασίλειο	ALPHA STEEL	
13	1 - 9	Γερμανία	HES	
14	8-7 και 9-7	Τουρκία	ICDAS	
15	8-9	Τουρκία	COLAKOGLU	CM *
16	-	Τουρκία	ICDAS	ICTR *
17	8-20	Τουρκία	HABAS	H *
18	8 - 17	Τουρκία	EKINCILER DEMIR VE CELIK SANAYI	
19	-	Μολδαβία	-	MOLDOVA *
20	1 - 1**	Ουκρανία	KRIVOROHSTAL	
21	8 - 12	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ	Από το έτος 2005
22	4-23	Ιταλία	IRO	
23	4-19	Ιταλία	VALSABBIA	
24	4-8	Ιταλία	SCABI	
25	4-3	Ιταλία	SIDERPOTENZA	
26	9-14	Τουρκία	SAYMETAL	
27	-	Τουρκία	KROMAN	KR TR
28	8-13	Τουρκία	IZMIR DEMIR CELIK	
29	1-22	Γερμανία	LECH	
30	1-16 και 1-9	Γερμανία	RIVA	

* Υπότροφοι αντίστοιχα τα στοιχεία αυτά πάνω στη ράβδο.

** Αντι για ενισχυμένες πλάγιες νεφρώσεις υπάρχουν κοιλίδες πάνω σε κανονικού πάχους νεφρώσεις Σημειώνεται: Ο Πίνακας είναι ενδεικτικός. Στους χάλυβες από τρίτες χώρες η σήμανση πολλές φορές εμφανίζεται τροποποιημένη.