

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
Τομέας Μηχανικής και Τεχνολογίας Υλικών & Κατασκευών



Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΘΕΜΑ:
«ΧΑΛΥΒΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΩΝ
ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ»



Κων/νος Μπροκαλάκης
Πολιτικός Μηχανικός

Επιβλέπων Καθηγητής: Κων/νος Προβιδάκης

XANIA 2006

Μεταπτυχιακή Διατριβή

«ΧΑΛΥΒΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ»

Κων/νος Μπροκαλάκης

Γενικό Τμήμα του Πολυτεχνείου Κρήτης

Τριμελής επιτροπή:

- Κων/νος Προβιδάκης
Αναπληρωτής Καθηγητής, Γενικό Τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης
(επιβλέπων καθηγητής)
- Ιωάννης Τσομπανάκης
Επίκουρος Καθηγητής, Γενικό Τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης
- Ζαχαρίας Αγιουτάντης
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Προβιδάκη, Αναπλ. Καθηγητή, για την ανάθεση της μεταπτυχιακής διατριβής, την συστηματική επίβλεψη και καθοδήγησή του, καθώς και την αμέριστη συμπαράσταση του προκειμένου να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή.

Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω τον Επ. Καθηγητή Ιωάννη Τσομπανάκη, ο οποίος με τις συμβουλές και την συμπαράσταση του συνέβαλε ουσιαστικά στην εκπόνηση της εργασίας αυτής.

Επίσης ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Ζαχαρία Αγιουτάντη για τις υποδείξεις και την βοήθεια του για τη βελτίωση της παρούσας εργασίας.

Τέλος θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον κ. Σαράντο Μουγιάκο, Μεταλλουργό Μηχανικό στο Εργαστήριο Μετάλλων του Κ.Ε.Δ.Ε. (Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων Έργων), για την συνεργασία του κατά την εκτέλεση των μηχανικών δοκιμών και χημικών αναλύσεων, αλλά κυρίως για τις πολύτιμες συμβουλές του και την πολύπλευρη βοήθεια που προσέφερε, όποτε αυτή του ζητήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής και παρόλο το φόρτο της εργασίας του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
Σήμανση Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος.....	3
1.1 Ιστορικό σήμανσης και αναγνώρισης Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος....	3
1.2 Η χρήση των Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος στη χώρα μας	8
1.3 Αναγνώριση του κατασκευαστή και της τεχνικής κατηγορίας σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-1	15
1.3.1 Ράβδοι.....	15
1.3.1.1 Αναγνώριση του κατασκευαστή.....	15
1.3.1.2 Αναγνώριση της τεχνικής κατηγορίας	16
1.3.2 Ρόλοι.....	19
1.3.3 Ευθυγραμμισμένα προϊόντα.....	19
1.4 Επισημάνσεις για την σήμανση Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
Πληροφοριακά στοιχεία για τις Ελληνικές Χαλυβουργίες.....	22
2.1 Εισαγωγή.....	22
2.2 ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.....	23
2.3 ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε.....	29
2.4 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ Α.Ε.	34
2.5 ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Α.Σ.Ε.Ε.....	36
2.6 SOVEL Α.Ε.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:	
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος	44
3.1 Ολκιμότητα -πλαστιμότητα.....	44
3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά Χαλύβων σύμφωνα με τους Κανονισμούς και τα Πρότυπα	46
3.2.1 Κανονισμός του 1954.....	47
3.2.2 EURONORM 80/69 και 80/85	48
3.2.3 Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971	48
3.2.4 Ευρωκώδικες EC 2 και EC 8	50
3.2.5 Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ε.Κ.Ω.Σ. 2000)	51
3.2.6 Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων (Κ.Τ.Χ. 2000).....	52

3.2.7	Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 10080.....	54
3.2.8	Πρότυπα ΕΛΟΤ 1421-1 ,1421-2, 1421-3	55
3.2.9	Οι νέες απαιτήσεις που εισάγονται με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 1421	60
3.2.10	Ο Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Συμμόρφωση Ποιότητας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος.....66

4.1	Πιστοποιητικά Συμμόρφωσης.....	66
4.2	Διαδικασίες ελέγχου και κριτήρια συμμόρφωσης	70
4.2.1	Εισαγωγή	70
4.2.2	Ελεγχόμενες ιδιότητες για την πιστοποίηση ποιότητας	71
4.2.3	Έλεγχοι και κριτήρια συμμόρφωσης για τους εγχωρίως παραγόμενους χάλυβες (Ελλάδα)	73
4.2.4	Έλεγχοι και κριτήρια συμμόρφωσης για τους παραγόμενους χάλυβες στις λοιπές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τις χώρες της Ε.Ζ.Ε.Σ.	76
4.2.5	Έλεγχοι και κριτήρια συμμόρφωσης για τους παραγόμενους χάλυβες από τρίτες χώρες.....	78
4.2.5.1	Διαδικασία χορήγησης Πιστοποιητικού Ελέγχου.....	79
4.2.6	Δειγματοληπτικοί έλεγχοι παρτίδας σε περίπτωση αμφισβήτησης	86
4.2.6.1	Έλεγχος ορίου διαρροής, εφελκυστικής αντοχής και παραμόρφωσης θραύσης μιας παρτίδας.....	86
4.2.6.2	Έλεγχος κάμψης-ανάκαμψης ή αναδίπλωσης μιας παρτίδας.....	87
4.2.6.3	Έλεγχος γεωμετρικών χαρακτηριστικών μιας παρτίδας.....	87
4.2.6.4	Έλεγχος χημικής σύστασης μιας παρτίδας (αφορά τους συγκολλησίμους χάλυβες).....	88
4.2.6.5	Έλεγχος διάβρωσης	88
4.2.7	Κόστος ελέγχων.....	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Διαμόρφωση Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος.....89

5.1	Εισαγωγή.....	89
5.2	Ευθυγράμμιση ράβδων οπλισμού	89
5.3	Συμπεριφορά καμπύλων αγκυρώσεων.....	92
5.4	Συστήματα εγκάρσιου οπλισμού υποστηλωμάτων (συνδετήρες).....	94
5.4.1	Κλασικοί «παλαιού τύπου» μεμονωμένοι συνδετήρες.....	95
5.4.2	Κλασσικοί σπειροειδείς συνδετήρες για κυκλικές κολόνες	96

5.4.3	Κλωβοί συνδετήρων που κατασκευάζονται με αναδίπλωση ηλεκτρο-συγκολλημένων πλεγμάτων (μανδύες)	97
5.4.4	Πολύτμητος σπειροειδής συνδετήρας (αντισεισμικός οπλισμός τύπου «θώρακα»)	98
5.4.5	Συνεχόμενος συνδετήρας μιας στρώσης κατασκευασμένος από ρομποτικές μηχανές.....	100
5.4.6	Επισημάνσεις για την επιλογή συστήματος εγκάρσιου οπλισμού υποστηλωμάτων (συνδετήρων).....	101

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Παραλαβή Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος στο έργο		
«Γυμνάσιο - Τ.Ε.Ε. - Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυνερίδας»		103
6.1	Πληροφορίες για το έργο «Γυμνάσιο - Τ.Ε.Ε. - Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυνερίδας»	103
6.2	Έλεγχος συνοδευτικών εγγράφων παρτίδας	104
6.3	Μακροσκοπικός έλεγχος παρτίδας	114
6.4	Δειγματοληπτικός έλεγχος παρτίδας.....	114
6.4.1	Κύριες αιτίες δειγματοληπτικού ελέγχου	114
6.4.2	Προβλήματα δειγματοληπτικού ελέγχου	117
6.4.3	Διαδικασία δειγματοληπτικού ελέγχου.....	118
6.4.4	Έλεγχος δοκιμών από το Κ.Ε.Δ.Ε.	118
6.4.5	Κόστος δειγματοληψίας	123
6.4.6	Εργαστηριακά αποτελέσματα ελέγχων του Κ.Ε.Δ.Ε.....	124
6.5	Σύγκριση αποτελεσμάτων με τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και των Προτύπων του ΕΛΟΤ.....	147
6.5.1	Μηχανικές ιδιότητες δοκιμών	147
6.5.2	Χημική σύσταση δοκιμών.....	149
6.6	Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των εργοστασίων παραγωγής χαλύβων	149
6.7	Έλεγχος της διαμόρφωσης του παραδιδόμενου οπλισμού	170
6.7.1	Διάμετρος D καμπύλωσης των ράβδων	170
6.7.2	Μήκος αγκυρίου συνδετήρα	173
6.7.3	Μήκος αγκύρωσης διαμήκων ράβδων δοκού	174
6.8	Έλεγχος κατά την ενσωμάτωση του οπλισμού στο έργο.....	175
6.8.1	Επανάκαμψη των ράβδων του οπλισμού	175
6.8.2	Πύκνωση συνδετήρων στην κρίσιμη περιοχή υποστυλώματος	180
6.8.3	Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού υποστυλώματος σε ακραίο κόμβο	181

6.8.4 Προστασία οπλισμού από διάβρωση	183
6.9 Προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα ο επιβλέπων μηχανικός	186
6.9.1 Επιλογή ποιότητας χάλυβα.....	186
6.9.2 Συνοδευτικά έγγραφα παραδιδόμενου οπλισμού	187
6.9.3 Αναγνώριση της κατηγορίας του παραδιδόμενου οπλισμού.....	187
6.9.4 Δειγματοληπτικός έλεγχος παραδιδόμενου οπλισμού.....	188
6.9.5 Εφαρμογή ξυλοτύπου και διαμόρφωση οπλισμού στο έργο	189
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	
Συμπεράσματα	191
Βιβλιογραφία.....	193

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχθεί ότι οι μηχανικές ιδιότητες των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος επηρεάζουν σημαντικά την πλαστιμότητα της κατασκευής και την συμπεριφορά της κατά την σεισμική διέγερση. Έτσι, η ανάγκη χρησιμοποίησης χαλύβων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά στις κατασκευές είναι επιτακτική, ιδιαίτερα σε μια χώρα όπως η Ελλάδα όπου υπάρχει έντονη σεισμική δραστηριότητα. Στο ίδιο διάστημα, τόσο στην Ελλάδα όσο και στις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα Πρότυπα και οι Κανονισμοί που αναφέρονται στις ιδιότητες των χαλύβων εξελίσσονται και τροποποιούνται διαρκώς, εισάγοντας νέες απαιτήσεις.

Στο νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421 γίνονται ριζικές αλλαγές των απαιτήσεων, σε τρόπο ώστε οι χάλυβες που χρησιμοποιούνταν ως τώρα να προορίζονται πλέον μόνο για βοηθητικές κατασκευές χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας. Σημαντική έμφαση δίνεται πλέον στην απαίτηση για χάλυβες που θα έχουν ταυτόχρονα υψηλή αντοχή και αυξημένη ολκιμότητα (κατηγορία B500C). Οι δύο αυτοί κρίσιμοι παράγοντες εξασφαλίζουν τη δυνατότητα ανάληψης υψηλών σεισμικών φορτίσεων, αλλά και πλαστικής συμπεριφοράς των κατασκευών για την ανάληψη των σεισμικών μετατοπίσεων, με αποτέλεσμα την ασφάλεια των κατασκευών.

Παρόλα αυτά όμως, η πλειονότητα των μηχανικών σήμερα, αγνοεί παντελώς αυτές τις απαιτήσεις των Προτύπων και των Κανονισμών για τους χάλυβες, τους κινδύνους που εγκυμονούν, καθώς και την ευθύνη που φέρουν κατά την παραλαβή του οπλισμού στο εργοτάξιο.

Έτσι, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να γίνει μία καταγραφή των βασικών ελέγχων που οφείλει να πραγματοποιεί σήμερα ο επιβλέπων μηχανικός για την εφαρμογή των Κανονισμών και Προτύπων κατά την παραλαβή χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος σε τεχνικά έργα, καθώς και των πιθανών κινδύνων και προβλημάτων που μπορεί να αντιμετωπίσει κατά την παραλαβή.

Αρχικά γίνεται μία, όσο το δυνατό πληρέστερη, ενημέρωση όσον αφορά την σήμανση, τις μηχανικές ιδιότητες και την χημική σύσταση των χαλύβων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών και Ελληνικών Προτύπων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971 που ίσχυαν μέχρι σήμερα, καθώς και στα νέα Πρότυπα ΕΛΟΤ 1421-1 ΕΛΟΤ 1421-2 και ΕΛΟΤ 1421-3 που τα αντικατέστησαν. Επίσης, περιγράφεται η διαδικασία ελέγχου και τα κριτήρια συμμόρφωσης των χαλύβων που διακινούνται στην Ελλάδα ανάλογα με το αν παράγονται σε χώρες της Ε.Ε. ή σε τρίτες χώρες, ενώ επισημαίνονται και αναλύονται κάποια βασικά θέματα που αφορούν τη διαμόρφωση τους.

Στη συνέχεια, περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε από τον επιβλέποντα μηχανικό, Κων/νο Μπροκαλάκη, για την παραλαβή του οπλισμού κατά την διάρκεια κατασκευής του φέροντος οργανισμού του έργου «Γυμνάσιο-Τ.Ε.Ε.-Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυονερίδας Νομού Χανίων».

Καταγράφονται τα έγγραφα που, σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ., πρέπει να συνοδεύουν την παραδιδόμενη ποσότητα, καθώς και τα εργαστηριακά αποτελέσματα των δειγματοληπτικών ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν στις παραδιδόμενες ποσότητες οπλισμού, βάσει των οποίων γίνεται μία ποιοτική ανάλυση των ιδιοτήτων του.

Παρουσιάζονται ακόμα τα αποτελέσματα από τον έλεγχο δοκιμίων που προέρχονταν από ράβδους που είχαν υποστεί ανάκαμψη στο εργοτάξιο, προκειμένου να ελεγχθεί η πρόσθετη καταπόνησή τους.

Επισημαίνονται επίσης, τα κύρια σημεία που επιβάλλει ο Κ.Τ.Χ. και ο Ε.Κ.Ω.Σ. σχετικά με τη διαμόρφωση του παραδιδόμενου οπλισμού, τα οποία έλεγγχε στο εργοτάξιο ο επιβλέπων μηχανικός πριν και κατά την ενσωμάτωση του οπλισμού στο έργο.

Έτσι, τελικά, γίνεται μία συνολική προσέγγιση του ποιοτικού ελέγχου των χαλύβων, με σκοπό να δώσει το έναυσμα στον επιβλέποντα μηχανικό για μια πιο ορθή και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση της παραλαβής τους στο εργοτάξιο, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα του οπλισμού και συνεπώς του έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Σήμανση Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος

1.1 Ιστορικό σήμανσης και αναγνώρισης Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος

Μέχρι το 1969 που εκδόθηκε το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EU 80-69 ήταν σε ισχύ στη χώρα μας οι διατάξεις του Κανονισμού του 1954 "Για την Μελέτην και Εκτέλεσιν Οικοδομικών Έργων εξ Ωπλισμένου Σκυροδέματος", που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 160Α, 1954. Με βάση αυτές τις κανονιστικές διατάξεις ήταν δυνατή η παραγωγή και χρήση λείων ράβδων κατηγορίας St I, λείων ή με νευρώσεις κατηγορίας St IIIα και St IVα και μόνο με νευρώσεις κατηγοριών St IIIβ και St IVβ (Πίνακας 1.1). Στις διατάξεις του Κανονισμού του 1954 δεν υπήρχε πρόβλεψη για διάκριση των διαφορετικών κατηγοριών χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος (Χ.Ο.Σ.) με νευρώσεις με βάση τη διάταξη των νευρώσεων, και όπως προαναφέρθηκε ήταν δυνατή και η παραγωγή και χρήση διαφορετικών κατηγοριών λείων χαλύβων.

Πίνακας 1.1: Κατηγορίες Χ.Ο.Σ. σύμφωνα με διατάξεις του ΦΕΚ 160Α - 1954

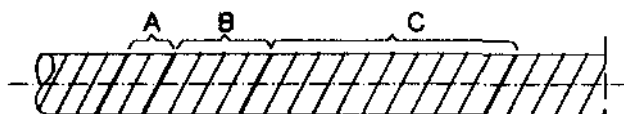
Κατηγορία	Μορφή επιφάνειας	Τρόπος παραγωγής	$\min f_y$ (MPa)	$\min f_t$ (Mpa)	ϵ_{10} %
I	Λ	Θ.Ε.-Χ.	220	340-500	18
IIIα	Λ ή Ν	Θ.Ε. -Χ.	420 ή 400 ⁽¹⁾	500	18
IIIβ	N	Ψ.Κ.	420ή400 ⁽¹⁾	500	8
IVα	Λ ή Ν	Θ.Ε. -Χ.	500	-	16
IVβ	N	Ψ.Κ.	500	-	8

Σημ.: Λ = Λείες ράβδοι, Ν= Ράβδοι με νευρώσεις, Θ.Ε.-Χ. = θερμή έλαση,

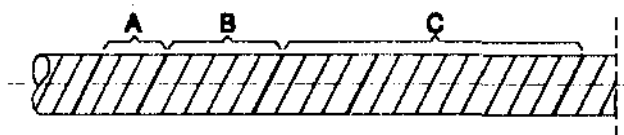
Ψ.Κ.(Ψ.Κ.- Ο. ή Ψ.Κ.-Σ.) = Ψυχρή κατεργασία.

⁽¹⁾ $f_y \min 420 \text{ MPa}$ για d έως 18 mm και 400 Mpa για $d > 18 \text{ mm}$.

Με την εμφάνιση του Προτύπου EU 80-69 για πρώτη φορά παρουσιάζεται και καθιερώνεται ο τρόπος σήμανσης και αναγνώρισης των διαφορετικών κατηγοριών Χ.Ο.Σ., της χώρας και της μονάδας παραγωγής τους. Με την ύπαρξη ενισχυμένων νευρώσεων με διαφορετική διάταξη, όπως φαίνεται στις Εικόνες 1.1 και 1.2, γίνεται η διάκριση των διαφορετικών κατηγοριών και ταυτόχρονα υποδηλώνεται και η έναρξη αναγνώρισης της χώρας και της μονάδας παραγωγής.



Εικόνα 1.1: Χάλυβας κατηγορίας FeB40 EU 80-69



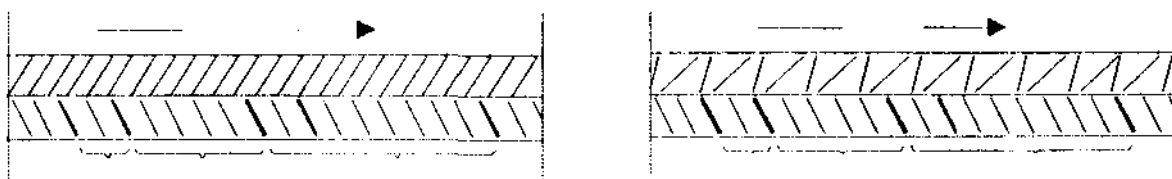
Εικόνα 1.2: Χάλυβας κατηγορίας FeB50 EU 80-69

Η αναγνώριση της ταυτότητας τους γίνεται μέσω ενός συστήματος κανονικών πλάγιων νευρώσεων ανάμεσα σε ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις που συμβολίζουν δύο αριθμούς επαναλαμβανόμενους κάθε 1,0 μ. περίπου, στη μία σειρά των παράλληλων νευρώσεων της ράβδου. Ο πρώτος αριθμός μεταξύ 1 και 4 δήλωνε τη χώρα παραγωγής, ενώ ο δεύτερος αριθμός, δήλωνε τη μονάδα παραγωγής. Στον Πίνακα 1.2 αναφέρεται ο αριθμός των νευρώσεων που συμβολίζει τη χώρα παραγωγής, με βάση το EU 80-69. Με τα τρία λοιπόν διαφορετικά πεδία νευρώσεων ανάμεσα σε ενισχυμένες (πεδία A, B, C) υπήρχε η διάκριση κατηγορίας και η έναρξη της σήμανσης από το πεδίο A, η αναγνώριση της χώρας παραγωγής από το πεδίο B και η αναγνώριση του παραγωγού από το πεδίο C. Σημειώνεται ότι το εν λόγω Πρότυπο αναφερόταν σε χάλυβες συγκολλησίμους υπό προϋποθέσεις και δεν είχε κανένα περιορισμό στη χημική σύσταση του προϊόντος. Παρόμοιο τρόπο σήμανσης της μονάδας και της χώρας παραγωγής καθόριζε και το πρότυπο DIN 488/72.

Πίνακας 1.2: Ταυτοποίηση χώρας παραγωγής σύμφωνα με EU 80-69

ΧΩΡΑ	Αριθμός κανονικών νευρώσεων μεταξύ αρχής και επόμενης ενισχυμένης νευρώσης
Γερμανία	1
Βέλγιο. Λουξεμβούργο, Ολλανδία	2
Γαλλία	3
Ιταλία	4

Το 1985 εκδίδεται το Πρότυπο EU 80-85, το οποίο αντικαθιστά το EU 80-69. Το νέο Πρότυπο αναφέρεται μόνο σε συγκολλησίμους χάλυβες, κατηγορίας FeB400 και FeB500. Οι δύο αυτές κατηγορίες χαλύβων αναγνωρίζονται από το διαφορετικό τρόπο διάταξης των νευρώσεων, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.3. Έτσι καθιερώνεται πλέον ο τρόπος διάκρισης της κατηγορίας να γίνεται από τη διαφορετική διάταξη των νευρώσεων και όχι από το πεδίο A, το οποίο δηλώνει την έναρξη της σήμανσης και για τις δυο κατηγορίες. Στη νέα αυτή έκδοση του EU 80-85 αναφέρεται πλέον και ο κωδικός αριθμός 8 για την Ελλάδα μαζί με την Τουρκία (Πίνακας 1.3).



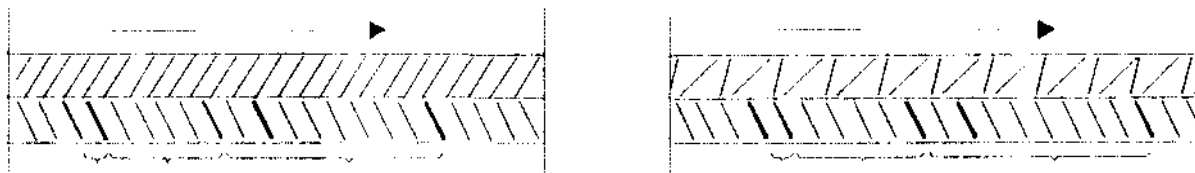
Εικόνα 1.3: Χάλυβες κατηγορίας FeB400 και FeB500 σύμφωνα με EU 80-85

Πίνακας 1.3: Ταυτοποίηση χώρας παραγωγής σύμφωνα με EU 80-85

ΧΩΡΑ	Αριθμός κανονικών νευρώσεων μεταξύ αρχής και επόμενης ενισχυμένης νευρώσης
Γερμανία	1
Βέλγιο, Λουξεμβούργο, Ολλανδία	2
Γαλλία	3
Ιταλία	4
Η.Β., Ιρλανδία	5
Δανία, Φινλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	6
Πορτογαλία, Ισπανία	7
Ελλάδα, (Τουρκία)	8 ⁽¹⁾

(1) Στο υπό έκδοση Ευρωπαϊκό Πρότυπο prEN10080/99 ο αριθμός 8 θα αναφέρεται αποκλειστικά στην Ελλάδα. Οι λοιπές χώρες μέλη της CEN θα αναφέρονται με τον αριθμό 9. Χάλυβες από τρίτες χώρες, εισαγόμενοι στην Ελλάδα, θα πρέπει να χρησιμοποιούν σήμανση που να μην προκαλεί σύγχυση και να μην έρχεται σε αντίθεση με τα παραπάνω.

Λίγους μήνες πριν είχε αναθεωρηθεί και το DIN 488/84 το οποίο επίσης αναφέρεται σε συγκολλησίμους χάλυβες κατηγορίας BSt 420s και BSt 500s με παρόμοιο τρόπο διάκρισης των δύο κατηγοριών (Εικόνα 1.4).

**Εικόνα 1.4:** Χάλυβες κατηγορίας BSt 420s και BSt 500s κατά DIN 488-84

Λίγο αργότερα, το 1987, παρουσιάζονται πλέον και τα δύο Ελληνικά πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971 εκ των οποίων το μεν πρώτο ταυτίζεται με το EU 80-69 ως προς τις κατηγορίες των χάλυβων (S220, S400, S500) και αναφέρεται σε Χ.Ο.Σ. συγκολλησίμους υπό προϋποθέσεις, το δε δεύτερο με το EU 80-85 που αναφέρεται στις κατηγορίες συγκολλησίμων Χ.Ο.Σ. S400s και S500s.

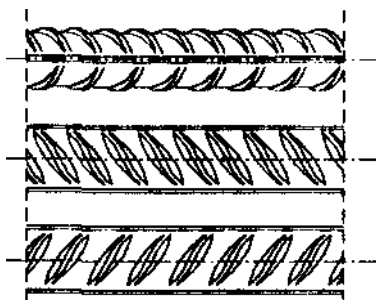
Δυστυχώς, και στα δύο Ελληνικά Πρότυπα, ενώ γίνεται αναφορά στην υποχρέωση του παραγωγού για διαφορετικό τρόπο σήμανσης των κατηγοριών Χ.Ο.Σ., δεν καθορίζεται ο τρόπος αυτός με αποτέλεσμα μέχρι σήμερα να επικρατεί χάος ως προς τον τρόπο διάκρισης των διάφορων κατηγοριών χάλυβων, παρόλο που οι Έλληνες παραγωγοί χάλυβων ακολουθούν πιστά τη σήμανση της χώρας και της μονάδας παραγωγής. Ως εκ τούτου η διάκριση των διάφορων κατηγοριών χάλυβων είναι ασαφής.

Στον Ευρωπαϊκό χώρο, τις τελευταίες δεκαετίες, έχει επικρατήσει η σήμανση που ορίζεται από τα Πρότυπα EU 80-69, EU 80-85 και ISO 6935-2, χωρίς να

αποκλείονται και άλλοι τρόποι σήμανσης. Παρακάτω δίνεται η μορφή των νευρώσεων ανά κατηγορία σύμφωνα με τα Πρότυπα EU 80-69, EU 80-85 και ISO 6935-2.

- **Κατηγορία S400s**

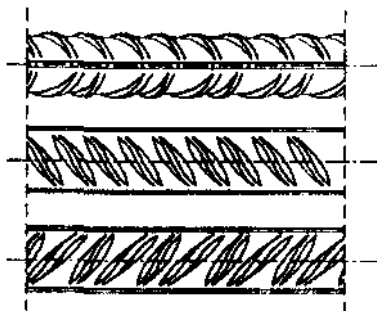
Οι ράβδοι χαλύβων κατηγορίας S400s φέρουν στην επιφάνεια τους δύο σειρές παράλληλων πλάγιων νευρώσεων αντίθετης φοράς και διαφορετικής απόστασης στην κάθε σειρά, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.5.



Εικόνα 1.5: Μορφή νευρώσεων χάλυβα κατηγορίας S400s

- **Κατηγορία S500s**

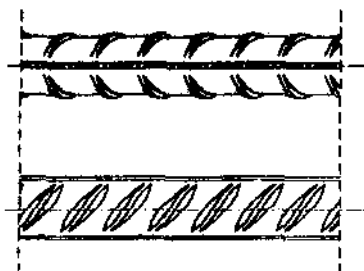
Οι ράβδοι χαλύβων κατηγορίας S500s φέρουν στην επιφάνεια τους δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων αντίθετης φοράς, εκ των οποίων οι νευρώσεις της μιας σειράς είναι παράλληλες μεταξύ τους, ενώ της άλλης σειράς είναι με εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.6.



Εικόνα 1.6: Μορφή νευρώσεων χάλυβα κατηγορίας S500s

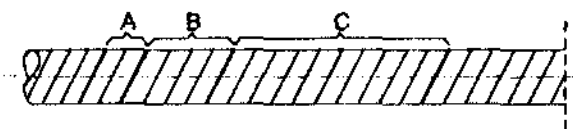
- **Κατηγορία S400 και S500**

Οι ράβδοι χαλύβων κατηγοριών S400 και S500 φέρουν στην επιφάνεια τους δύο σειρές παράλληλων πλάγιων νευρώσεων, αντίθετης φοράς και ίσων αποστάσεων, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.7.

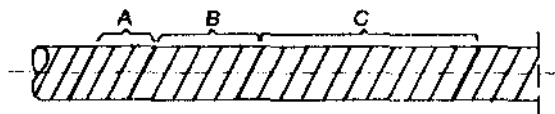


Εικόνα 1.7: Μορφή νευρώσεων χαλύβων κατηγορίας S400 και S500

Η διάκριση της κατηγορίας S400 από την κατηγορία S500 γίνεται με το διαφορετικό τρόπο συμβολισμού της έναρξης της σήμανσης (πεδίο Α) (Εικόνες 1.8 και 1.9). Για την κατηγορία S400 ο τρόπος συμβολισμού της έναρξης της σήμανσης είναι μία κανονική πλάγια νεύρωση ανάμεσα σε δύο ενισχυμένες, ενώ για την κατηγορία S500 δύο κανονικές πλάγιες νευρώσεις ανάμεσα σε δύο ενισχυμένες.



Εικόνα 1.8: Χάλυβας S400 (πεδίο Α: έναρξη σήμανσης, πεδίο Β: χώρα παραγωγής, πεδίο C: μονάδα παραγωγής)



Εικόνα 1.9: Χάλυβας S500 (πεδίο Α: έναρξη σήμανσης, πεδίο Β: χώρα παραγωγής, πεδίο C: μονάδα παραγωγής)

Για τις χώρες του Πίνακα 1.3, η αναγνώριση της χώρας και της μονάδας παραγωγής ενός χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος γίνεται μέσω ενός αριθμητικού συστήματος κανονικών πλάγιων νευρώσεων ανάμεσα σε ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις που παρουσιάζονται επαναλαμβανόμενες (ανά 1,0 μ. έως 1,5 μ. περίπου) στη μία σειρά των παράλληλων πλάγιων νευρώσεων της ράβδου.

Το σύμβολο που δηλώνει την έναρξη της σήμανσης του προϊόντος (πεδίο Α) καθώς και την κατεύθυνση της ανάγνωσης είναι για μεν τις κατηγορίες S400, S400s και S500s μία κανονική πλάγια νεύρωση ανάμεσα σε δύο ενισχυμένες, ενώ για την κατηγορία S500 δύο κανονικές πλάγιες νευρώσεις ανάμεσα σε δύο ενισχυμένες.

Εναλλακτικά, για την κατηγορία S500s έχει επικρατήσει η έναρξη (πεδίο Α) να υποδηλώνεται με δύο διαδοχικές ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις όπως καθορίζεται από το DIN 488/84 και το ENV 10080/95.

Μετά την έναρξη ακολουθεί η σήμανση της χώρας παραγωγής (πεδίο Β) και της μονάδας παραγωγής του χάλυβα (πεδίο C) που γίνεται μέσω δύο αριθμών που συμβολίζονται από κανονικές πλάγιες νευρώσεις ανάμεσα σε ενισχυμένες.

Ο πρώτος αριθμός, από 1 έως 8, δηλώνει τη χώρα παραγωγής (βλ. Πίνακα 1.3). Ο δεύτερος αριθμός δηλώνει τη μονάδα παραγωγής. Εάν ο αριθμός που δηλώνει τη μονάδα παραγωγής είναι διψήφιος (τα πολλαπλάσια του 10 συνιστάται να αποφεύγονται) τότε συμβολίζεται με δύο ομάδες πλάγιων νευρώσεων ανάμεσα σε ενισχυμένες, εκ των οποίων η πρώτη ομάδα δίνει το πρώτο ψηφίο και η δεύτερη το δεύτερο ψηφίο του κωδικού του εργοστασίου.

Ο αριθμός των νευρώσεων που συμβολίζει τη χώρα παραγωγής είναι αυτός που ορίζεται από το Πρότυπο EU 80-85 (Πίνακας 1.3).

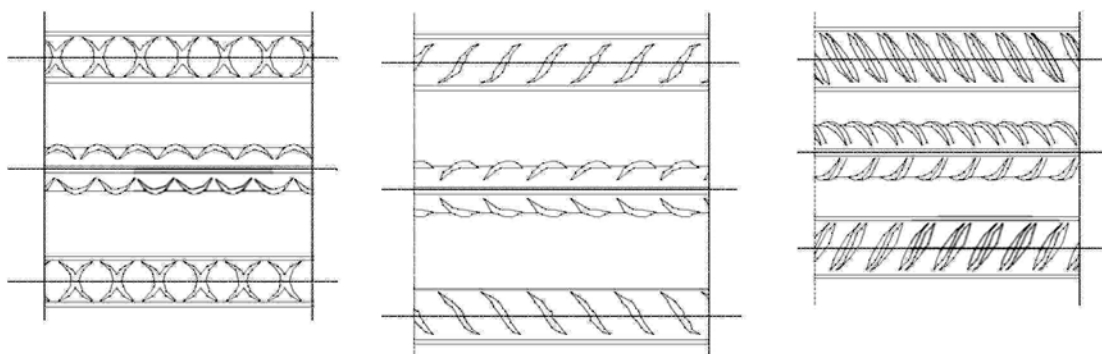
Για χώρες με τον ίδιο αριθμό (πεδίο Β) οι μονάδες παραγωγής πρέπει να έχουν διαφορετικό αριθμό (πεδίο C).

Η σήμανση είναι δυνατόν να γίνεται και με διαφορετικό, από το παραπάνω, σύστημα. Σε κάθε περίπτωση, το σύστημα αναγνώρισης πρέπει να γνωστοποιείται στις αρμόδιες αρχές της χώρας.

1.2 Η χρήση των Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος στη χώρα μας

Μέχρι την αρχή της δεκαετίας του 1960 η κατηγορία χάλυβα που χρησιμοποιούνταν στη χώρα μας ήταν ο χάλυβας St I κατά DIN 488 ή S220 κατά ΕΛΟΤ 959, δηλ. λείες ράβδοι, προϊόν θερμής έλασης από χάλυβα, συγκολλησιμο υπό προϋποθέσεις, η τυπική χημική σύνθεση του οποίου φαίνεται στον Πίνακα 4. Ο χάλυβας αυτός ελάχιστα χρησιμοποιείται σήμερα.

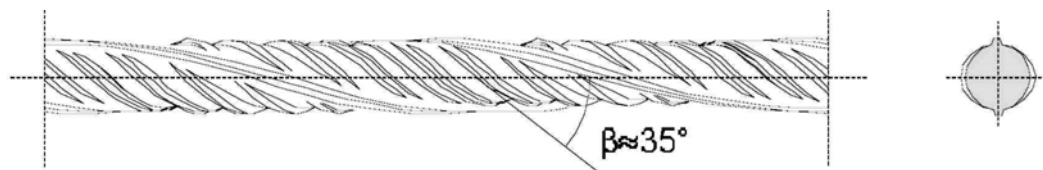
Από τη δεκαετία του 60 και μετά εμφανίζεται ο χάλυβας St III (κατά DIN 488) που από το 1987 μέχρι σήμερα διατίθεται με την ονομασία S400 (κατά ΕΛΟΤ 959). Πρόκειται για ράβδους με νευρώσεις, από χάλυβα συγκολλησιμο υπό προϋποθέσεις, που οφείλει την αντοχή του στη χημική του σύνθεση και είναι προϊόν θερμής έλασης. Η τυπική χημική του σύνθεση φαίνεται στον Πίνακα 4 και χρησιμοποιείται και αυτός ελάχιστα σήμερα. Στη χώρα μας χρησιμοποιήθηκε με τρεις διαφορετικές σημάνσεις, αυτές της Εικόνας 1.10.



Εικόνα 1.10: Σημάνσεις χάλυβα κατηγορίας S400 ή ST III

Την ίδια περίοδο, τις δεκαετίες '60 και '70, εμφανίζεται και ο ελικοχάλυβας, που ήταν προϊόν ψυχρής κατεργασίας. Η ψυχρή κατεργασία ήταν η στρέψη του προϊόντος που προερχόταν από θερμή έλαση και είχε τη χημική σύνθεση του χάλυβα St I. Μετά τη στρέψη αποκτούσε την αντοχή του χάλυβα St III. Η μορφή

των ράβδων του χάλυβα αυτού είναι αυτή της Εικόνας 1.11, ενώ η τυπική χημική του σύνθεση φαίνεται στον Πίνακα 1.4.



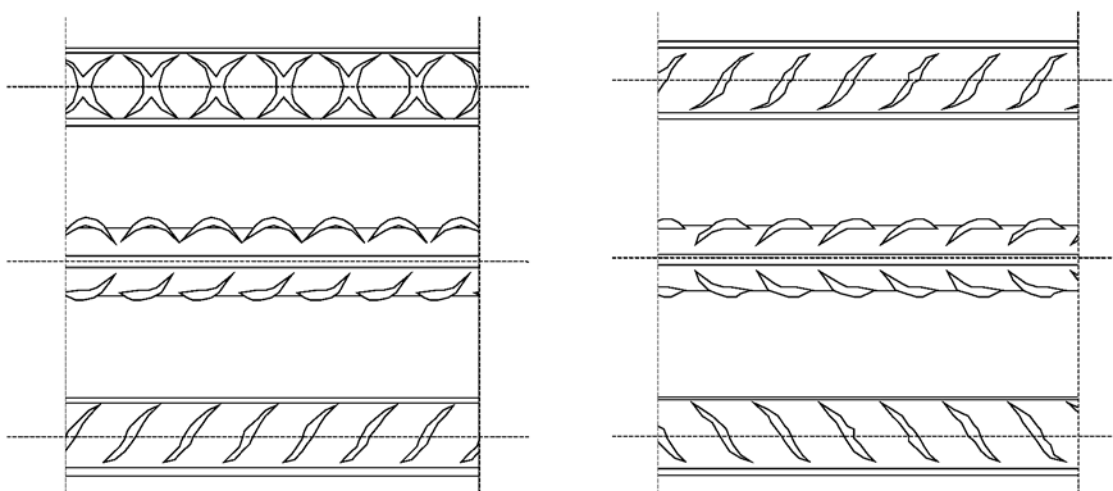
Εικόνα 1.11: Ελικοχάλυβας κατηγορίας S400 ή ST III

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 εμφανίζονται στη χώρα μας οι νευροχάλυβες St IV (κατά DIN 488) ή S500s και S500 (κατά ΕΛΟΤ 971 και 959 αντίστοιχα). Πρόκειται για χάλυβες υψηλής αντοχής, συγκολλησίμους (S500s) ή συγκολλησίμους υπό προϋποθέσεις (S500).

Κατά την ίδια περίοδο εμφανίστηκε ο χάλυβας κατηγορίας S400s (κατά ΕΛΟΤ 971), ο οποίος είναι συγκολλησίμους με μηχανικά χαρακτηριστικά όμοια του St III αλλά χρησιμοποιήθηκε ελάχιστα.

Η κατηγορία χάλυβα S500 χρησιμοποιήθηκε στη χώρα μας και χρησιμοποιείται και σήμερα με δύο διαφορετικές μορφές νευρώσεων, αυτές της Εικόνας 1.12. Στον Πίνακα 1.4 αναφέρεται η τυπική χημική σύνθεση του.

Οι χάλυβες κατηγορίας S500 είναι προϊόντα θερμής έλασης χωρίς καμία παραπέρα θερμική ή ψυχρή κατεργασία και οφείλουν την αντοχή τους στη χημική τους σύνθεση. Χάλυβες S500 προϊόντα ψυχρής κατεργασίας χρησιμοποιούνται μόνο στα πλέγματα.



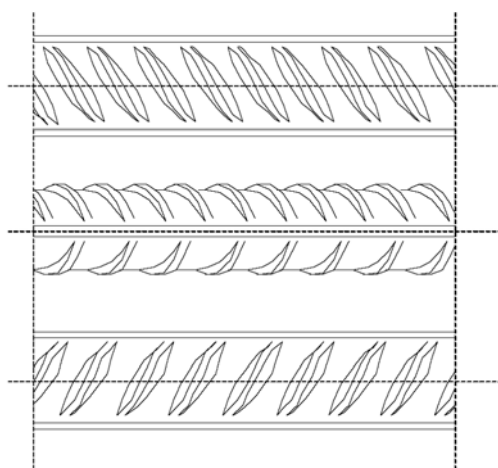
Εικόνα 1.12: Σημάνσεις χάλυβα S500 ή ST IV

Σε αντίθεση με τους παραπάνω χάλυβες, οι χάλυβες κατηγορίας S400s και S500s που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται σήμερα στη χώρα μας είναι συγκολλησίμους και προϊόντα θερμής έλασης χωρίς καμία παραπέρα κατεργασία ή προϊόντα θερμής έλασης που ακολουθείται από μια άμεση εν σειρά διαδικασία θερμικής κατεργασίας. Στη μεν πρώτη περίπτωση η υψηλή αντοχή επιτυγχάνεται

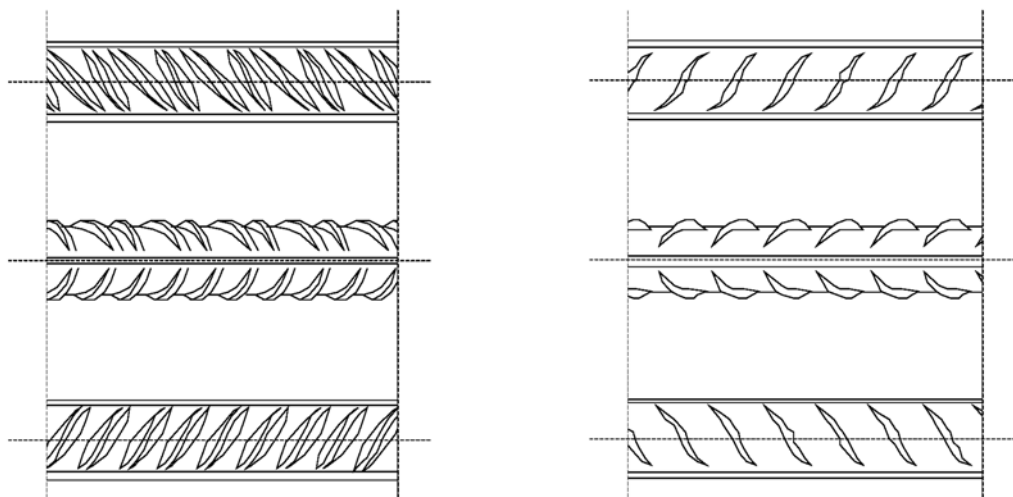
με προσθήκη νιοβίου (Nb), βαναδίου (V) ή τιτανίου (Ti), ενώ στη δεύτερη περίπτωση με μια επιφανειακή μαρτενσιτική βαφή του χάλυβα.

Στην Εικόνα 1.13 φαίνεται η μορφή των νευρώσεων του χάλυβα κατηγορίας S400s που ελάχιστα δυστυχώς χρησιμοποιήθηκε στη χώρα μας, ενώ στην Εικόνα 1.14 φαίνονται οι δύο διαφορετικές μορφές νευρώσεων με τις οποίες σημαίνεται ο χάλυβας S500s που χρησιμοποιείται και έχει επικρατήσει σε μεγάλο βαθμό στη χώρα μας σήμερα. Η μεν πρώτη σήμανση συμφωνεί με τα πρότυπα DIN 488 και EU 80-85, ενώ η δεύτερη με το σχέδιο Ευρωπαϊκού Προτύπου prEN 10080.

Η τυπική χημική σύνθεση της κατηγορίας αυτής φαίνεται στον Πίνακα 1.4.



Εικόνα: 1.13: Σήμανση χάλυβα S400s



Εικόνα 14: Σημάνσεις χάλυβα S500s ή St IV



Εικόνα 1.15: Χάλυβας οπλισμού κατηγορίας ποιότητας S500s από τη Χαλυβουργική. Διακρίνεται και το X ως πρόσθετο εταιρικό σήμα

Πίνακας 1.4: Τυπικές χημικές συνθέσεις, τρόποι παραγωγής και περίοδοι χρήσης διάφορων κατηγοριών Χ.Ο.Σ.

Κατηγορία Χάλυβα	Τυπική χημική σύνθεση				Τρόπος παραγωγής	Περίοδος χρήσης (Δεκαετίες)
	C%	Mn%	Si%	V%		
St I ή S 220 ⁽¹⁾	0,08-0,12	≈0,50	≈0,10	-	Θ.Ε.-Χ.	Έως '60
St III ή S 400 ⁽¹⁾	0,30-0,40	0,80-1,00	0,20-0,30	-	Θ.Ε.-Χ.	'60 έως '90
St III ή S400s	≈0,15	0,60-1,00	0,15-0,30	-	Θ.Ε.-Θ.	αρχές '90
St III ελκ/βας	0,10-0,15	≈0,50	≈0,10	-	Θ.Ε. & Ψ.Κ.	'60 & '70
St IV ή S 500	0,35-0,40	1,00-1,20	0,20-0,30	0,02-0,03	Θ.Ε.-Χ.	αρχές '90
St IV ή S 500	0,40-0,45	≈1,20	0,20-0,30	-	Θ.Ε.-Χ.	αρχές '90
St IV ή S 500s	0,18-0,20	1,00-1,20	0,20-0,30	0,04-0,09	Θ.Ε.-Χ.	αρχές '90
St IV ή S 500s ⁽¹⁾	0,15-0,20	0,60-1,00	0,15-0,30	-	Θ.Ε.-Θ.	αρχές '90 έως 02/2005
B500C ⁽¹⁾	- “ -	- “ -	- “ -	- “ -	- “ -	από 02/2005 έως σήμερα

Θ.Ε.-Χ. = Θερμή έλαση (π.χ. S220,S400), χωρίς θερμική κατεργασία

Θ.Ε.-Θ. = Θερμή έλαση με εν σειρά θερμική κατεργασία π.χ. tempcore S500s

Ψ.Κ. (Ψ.Κ.-Ο.ή Ψ.Κ.-Σ.) = Ψυχρή κατεργασία (με ολκή ή με στρέψη)π.χ. stretching

⁽¹⁾ Αυτές οι ποιότητες συναντώνται, κυρίως, στις υφιστάμενες κατασκευές.

Οι υπόλοιπες κυκλοφόρησαν σε πολύ μικρές ποσότητες.

Το πιο συνηθισμένο σύστημα σήμανσης σήμερα, είναι αυτό που αποτελείται από μια διάταξη συγκεκριμένου αριθμού κανονικών εγκάρσιων νευρώσεων, ανάμεσα σε έντονες νευρώσεις.

Χρησιμοποιούνται όμως και εναλλακτικοί τρόποι σήμανσης για τη χώρα και το εργοστάσιο παραγωγής όπως:

- Ανάγλυφοι αριθμοί ή γράμματα στην επιφάνεια της ράβδου (Εικόνα 1.16)
- Κανονικές εγκάρσιες νευρώσεις, ανάμεσα σε ανάγλυφα σημάδια (τελείες, παύλες κ.λ.π.) (Εικόνα 1.17)



Εικόνα 1.16: Ανάγλυφα γράμματα στην επιφάνεια της ράβδου, για την αναγνώριση χώρας / εργοστασίου (Σιδενόρ Α.Ε. / Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.-Ελληνική Χαλυβουργία Α.Ε.)



Εικόνα 1.17: Ανάγλυφα σημάδια και γράμματα, για την αναγνώριση χώρας / εργοστασίου (Efesan Demir A.S. - E.F.E.)

Για τη διάκριση της χώρας και της μονάδας παραγωγής ενός Χ.Ο.Σ. στον Πίνακα 1.5 αναφέρονται οι κωδικοί αριθμοί σήμανσης των ελληνικών εργοστασίων, καθώς επίσης και των εργοστασίων του εξωτερικού που προϊόντα τους έχουν εισαχθεί στη χώρα μας, σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ.

Ο Πίνακας 1.6 είναι ενημερωμένος ως προς την σημερινή πραγματικότητα, καθώς από το 2000 που συντάχθηκε ο Κ.Τ.Χ. αρκετά εργοστάσια (κυρίως τούρκικα) έχουν αλλάξει σήμανση, ενώ άλλα δεν αναφέρονταν καθόλου στον Πίνακα 1.5 του Κ.Τ.Χ. καθώς η «είσοδος» τους στην Ελλάδα έγινε μετά το 2000.

Πίνακας 1.5: Κωδικοί αριθμοί σήμανσης ελληνικών και ξένων εργοστασίων (σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ.)

α/α	Κωδικοί αριθμοί	Χώρα Παραγωγής	Βιομηχανία	Παρατηρήσεις
1	8-13	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ	
2	8-14	Ελλάδα	ΣΙΔΕΝΟΡ	
3	8-15	Ελλάδα	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ	
4	8-18	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	
5	8-24	Ελλάδα	ΣΙΔΕΝΟΡ (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	4-26	Ιταλία	ALFA ACCIAI	
12	5-4	Η ν. Βασίλειο	ALPHA STEEL	
13	1-9	Γερμανία	HES	
14	8-7	Τουρκία	ICDAS	
15	-	Τουρκία	COLAKOGLU	CM*
16	-	Τουρκία	ICDAS	ICTR*
17	-	Τουρκία	HABAS	H*
18	8-17	Τουρκία	EKINCILER DEMIR VE CELIK SANAYI	
19	-	Μολδαβία	-	MOLDOVA*
20	1-1**	Ουκρανία	KRIVOROZHSTAL	

* Υπάρχουν ανάγλυφα τα στοιχεία αυτά πάνω στη ράβδο.

**Αντί για ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις υπάρχουν κουκίδες πάνω σε κανονικού πάχους νευρώσεις.

Πίνακας 1.6: Κωδικοί αριθμοί σήμανσης ελληνικών και ξένων εργοστασίων
(ενημερωμένος ως προς τον Κ.Τ.Χ.)

α/α	Κωδικοί αριθμοί	Χώρα Παραγωγής	Βιομηχανία	Παρατηρήσεις
1	8-13 / 8-12 ^(*)	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.	
2	8-14	Ελλάδα	ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε.	
3	8-15	Ελλάδα	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ Α.Ε.	
4	8-18	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Α.Σ.Ε.Ε.	
5	8-24	Ελλάδα	SOVEL Α.Ε. (ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε.)	
6	4-3	Ιταλία	SIDEROPOTENZA	
7	4-5	Ιταλία	FERALPI SIDERURGICA	
8	4-7	Ιταλία	FERRIERE NORD	
9	4-9	Ιταλία	RIVA ACCIAIO S.p.A. (GALTAROSSA)	
10	4-8	Ιταλία	SCABI	
11	4-15	Ιταλία	LEALI LUIGI S.p.A.	
12	4-19	Ιταλία	VALSABBIA	
13	4-23	Ιταλία	INDUSTRIE RIUNITE ODOLESI - I.R.O.	
14	4-25 4-26 4-27	Ιταλία	ALFA ACCIAI	Τρία διαφορετικά εργοστάσια
15	5-4	Ην. Βασίλειο	ALPHA STEEL	
16	1-9	Γερμανία	HENNIGSDORFER ELEKTROSTAHLWERKE GMBH – H.E.S.	
17	1-16	Γερμανία	BRANDENBURGER ELEKTROSTAHLWERKE GMBH – B.E.S.	Παραγωγή ρόλων
18	1-22	Γερμανία	LECH	
19	./ I I ./././././././././././././././	Τουρκία	KAPTAN DEMIR CELIK A.S.	
20	./ I I ./ /E/F/E/ /-/-/-/ /	Τουρκία	EFESAN DEMIR A.S. - E.F.E.	
21	8-9	Τουρκία	COLAKOGLU	
22	8-19	Τουρκία	EKINCILER DEMIR VE CELIK SANAYI	
23	8-20	Τουρκία	HABAS	
24	9-7	Τουρκία	ICDAS	
25	9-14	Τουρκία	SAYMETAL	
26	8-17	Μολδαβία	MOLDAWISCHES STAHLWERK	

(*) 8-12 για τους παραγόμενους χάλυβες σύμφωνα με το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421

1.3 Αναγνώριση του κατασκευαστή και της τεχνικής κατηγορίας σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-1

1.3.1 Ράβδοι

1.3.1.1 Αναγνώριση του κατασκευαστή

- **Χάλυβας οπλισμού με νευρώσεις ή με κοιλότητες**

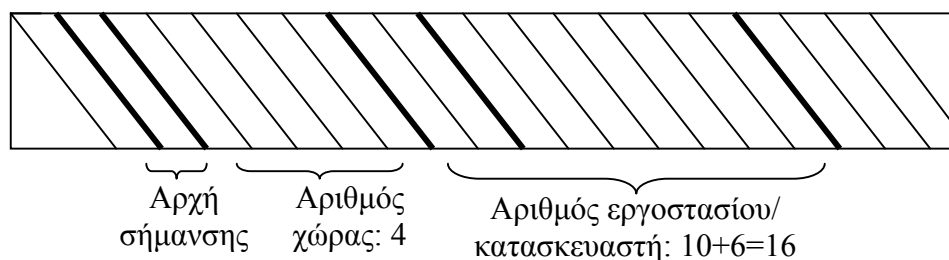
Κάθε χάλυβας οπλισμού θα έχει σε μια σειρά νευρώσεων ή κοιλοτήτων, μία σήμανση η οποία προσδιορίζει την ταυτότητα του εργοστασίου. Αυτή η σήμανση θα πρέπει να επαναλαμβάνεται σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα από 1,5μ.

Η σήμανση θα αποτελείται από τα ακόλουθα:

- 1) Ένα σύμβολο το οποίο δηλώνει την αρχή της σήμανσης.
- 2) Ένα αριθμητικό σύστημα το οποίο προσδιορίζει την ταυτότητα του κατασκευαστή, και που περιλαμβάνει τον αριθμό της χώρας προέλευσης και τον αριθμό του εργοστασίου.

Το αριθμητικό σύστημα το οποίο προσδιορίζει την χώρα προέλευσης και το εργοστάσιο θα πρέπει να ακολουθεί μία από τις παρακάτω μεθόδους:

- α) Έναν αριθμό κανονικών νευρώσεων ή κοιλοτήτων μεταξύ διευρυμένων νευρώσεων ή κοιλοτήτων (Εικόνα 1.18).
- β) Έναν αριθμό κανονικών νευρώσεων ή κοιλοτήτων ανάμεσα σε παραλειπόμενες νευρώσεις ή κοιλότητες.
- γ) Ανάγλυφους αριθμούς στην επιφάνεια της ράβδου.
- δ) Ανάγλυφα σημάδια ή κοιλότητες με έναν αριθμό κανονικών νευρώσεων ή κοιλοτήτων ανάμεσά τους.



Εικόνα 1.18: Παράδειγμα σήμανσης για την αναγνώριση εργοστασίου /κατασκευαστή χρησιμοποιώντας διευρυμένες νευρώσεις

Το σύμβολο το οποίο υποδηλώνει την αρχή της σήμανσης θα πρέπει να είναι το ακόλουθο:

- α) Όπου για την μέθοδο σήμανσης χρησιμοποιούνται διευρυμένες νευρώσεις ή κοιλότητες, το σύμβολο το οποίο προσδιορίζει την αρχή της σήμανσης θα πρέπει να αποτελείται από δύο συνεχόμενες διευρυμένες νευρώσεις ή κοιλότητες (βλέπε Εικόνα 1.18).

- β) Όπου για την μέθοδο σήμανσης παραλείπονται νευρώσεις ή κοιλότητες, το σύμβολο το οποίο θα προσδιορίζει την αρχή της σήμανσης θα πρέπει να αποτελείται από δύο συνεχόμενες παραλείψεις νευρώσεων ή κοιλοτήτων.
- γ) Όπου για την μέθοδο σήμανσης σχηματίζονται ανάγλυφοι αριθμοί πάνω στην επιφάνεια της ράβδου, το σύμβολο το οποίο προσδιορίζει την αρχή της σήμανσης θα πρέπει να είναι το X ή το O.
- δ) Όπου η σήμανση δημιουργείται με ανάγλυφα ή έκγλυφα αποτυπώματα στην επιφάνεια, η αρχή της σήμανσης θα αποτελείται από δύο αποτυπώματα ανάμεσα σε ένα ζεύγος κανονικών νευρώσεων ή κοιλοτήτων.

Η χώρα προέλευσης θα υποδηλώνεται με έναν αριθμό από το 1 έως το 9, σύμφωνα με τον Πίνακα 1.7. (Βλέπε παράδειγμα στην Εικόνα 1.18: Ιταλία).

Ο αριθμός του εργοστάσιου πρέπει να είναι μονοψήφιος ή διψήφιος από το 1 έως το 99, εκτός από τα πολλαπλάσια του 10.

Πίνακας 1.7: Προσδιορισμός της χώρας προέλευσης

Χώρα	Αριθμός χώρας
Αυστρία, Γερμανία	1
Βέλγιο, Ολλανδία, Λουξεμβούργο, Ελβετία	2
Γαλλία	3
Ιταλία	4
Η. Βασίλειο, Ιρλανδία, Ισλανδία	5
Δανία, Φινλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	6
Πορτογαλία, Ισπανία	7
Ελλάδα	8
Άλλες χώρες	9

- **Λείος χάλυβας οπλισμού**

Οι λείοι χάλυβες πρέπει να αναγνωρίζονται με τις ίδιες πληροφορίες όπως και οι χάλυβες με νευρώσεις ή με κοιλότητες.

Οι πληροφορίες θα πρέπει να παρουσιάζονται με ανάγλυφα ή έκγλυφα αποτυπώματα στην επιφάνεια του προϊόντος δημιουργημένα κατά την έλαση, ή θα πρέπει να τυπώνονται σε σταθερά συνδεδεμένη πινακίδα.

1.3.1.2 Αναγνώριση της τεχνικής κατηγορίας

- **Χάλυβας με νευρώσεις ή κοιλότητες**

Η τεχνική κατηγορία (κατηγορία χάλυβα) θα πρέπει να αναγνωρίζεται με έναν κωδικό αριθμός ο οποίος αποδίδεται και καταχωρείται από έναν Ελληνικό Οργανισμό. Ο κωδικός αριθμός προϊόντος προσδιορίζει χαρακτηριστικά επίδοσης.

Ο κωδικός αριθμός του προϊόντος θα δημιουργείται κατά την έλαση σε μία δεύτερη σειρά νευρώσεων ή κοιλοτήτων ή θα αποτυπώνεται με ένα σύστημα το οποίο αφήνει, πάνω στο προϊόν, ένα μόνιμο και ανεξίτηλο σήμα. Σε κάθε περίπτωση το σήμα αυτό θα επαναλαμβάνεται σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα από 1,5m.

Ο κωδικός αριθμός του προϊόντος θα πρέπει να αποτελείται από τα ακόλουθα:

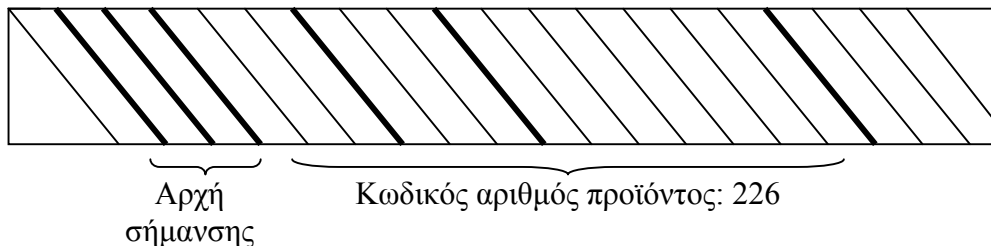
- 1) Ένα σύμβολο το οποίο προσδιορίζει την αρχή της σήμανσης.
- 2) Ένα αριθμητικό σύστημα το οποίο προσδιορίζει τον κωδικό αριθμό του προϊόντος.

Το σύστημα προσδιορισμού του κωδικού αριθμού του προϊόντος θα πρέπει να είναι ένα από αυτά που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση του κατασκευαστή ή οποιοδήποτε άλλο σύστημα το οποίο αφήνει, πάνω στο προϊόν, ένα μόνιμο και ανεξίτηλο σήμα.

Το σύμβολο το οποίο προσδιορίζει την αρχή της σήμανσης του προϊόντος θα πρέπει να είναι ένα από τα ακόλουθα:

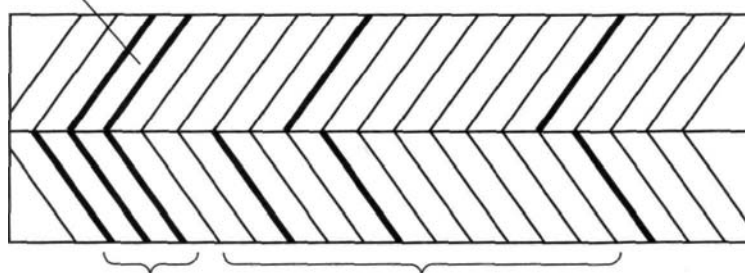
- α) Όπου για την μέθοδο σήμανσης του προϊόντος χρησιμοποιούνται διευρυμένες νευρώσεις ή κοιλότητες, το σύμβολο το οποίο προσδιορίζει την αρχή της σήμανσης θα πρέπει να αποτελείται από τρεις συνεχόμενες διευρυμένες νευρώσεις ή κοιλότητες (Εικόνα 1.19).
- β) Όπου για την μέθοδο σήμανσης του προϊόντος παραλείπονται νευρώσεις ή κοιλότητες, το σύμβολο το οποίο προσδιορίζει την αρχή της σήμανσης θα πρέπει να αποτελείται από τρεις συνεχόμενες παραλείψεις νευρώσεων ή κοιλοτήτων.
- γ) Όπου σχηματίζονται ανάγλυφοι αριθμοί στην επιφάνεια του χάλυβα κατά την έλαση, δεν απαιτείται σήμανση της έναρξης.
- δ) Όπου η σήμανση δημιουργείται με ανάγλυφα ή έκγλυφα αποτυπώματα στην επιφάνεια, η αρχή της σήμανσης θα αποτελείται από δύο ζεύγη αποτυπωμάτων ανάμεσα σε ζεύγη συνεχόμενων νευρώσεων ή κοιλοτήτων.

Σημειώνεται ότι εάν οι αριθμοί διαβάζονται κατακορύφως, καθέτως κατά μήκος του διαμήκους άξονα του προϊόντος, οι αριθμοί θα πρέπει να διαβάζονται από πάνω προς τα κάτω. Ο κωδικός αριθμός του προϊόντος θα πρέπει να αποτελείται από τριψήφιο αριθμό μεταξύ του 101 και του 999, εκτός από τα πολλαπλάσια του 10. (Εικόνα 1.19).



Εικόνα 1.19: Παράδειγμα αναγνώρισης, με διευρυμένες νευρώσεις, ενός προϊόντος με κωδικό αριθμό 226

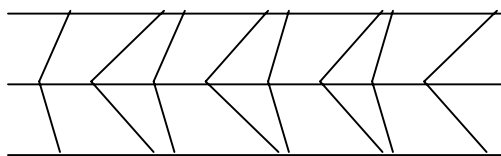
Έναρξη σήμανσης για χώρα / εργοστάσιο (χώρα: 4, εργοστάσιο: 6)



Αρχή σήμανσης για κατηγορία προϊόντος Κωδικός αριθμός προϊόντος: 226

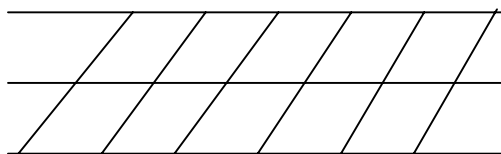
Εικόνα 1.20: Σήμανση χώρας/παραγωγού και κατηγορίας προϊόντος, σε διαφορετικές πλευρές. Η έναρξη σήμανσης για την κατηγορία προϊόντος, έχει μία επιπλέον έντονη εγκάρσια νεύρωση

Οι ράβδοι χαλύβων κατηγορίας B500C (Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421, Μέρος 3), φέρουν στην επιφάνεια τους δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων αντίθετης φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.21.



Εικόνα 1.21: Σήμανση χάλυβα κατηγορίας B500C

Οι ράβδοι χαλύβων κατηγορίας B500A (ΕΛΟΤ 1421, Μέρος 2) φέρουν στην επιφάνεια τους δυο σειρές πλάγιων νευρώσεων ίδιας φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών είναι παράλληλες μεταξύ τους, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.22.



Εικόνα 1.22: Σήμανση χάλυβα κατηγορίας B500A

- **Λείοι χάλυβες**

Οι λείοι χάλυβες θα πρέπει να προσδιορίζονται με τις ίδιες πληροφορίες όπως οι χάλυβες με νευρώσεις ή με κοιλότητες.

Οι πληροφορίες θα πρέπει είτε να παρουσιάζονται με αποτυπώματα που δημιουργούνται κατά την έλαση πάνω στο προϊόν, είτε να τυπώνονται σε σταθερά συνδεδεμένη πινακίδα.

1.3.2 Ρόλοι

Ρόλοι με νευρώσεις, κοιλότητες ή λείοι θα πρέπει να αναγνωρίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.3.1 για τις ράβδους.

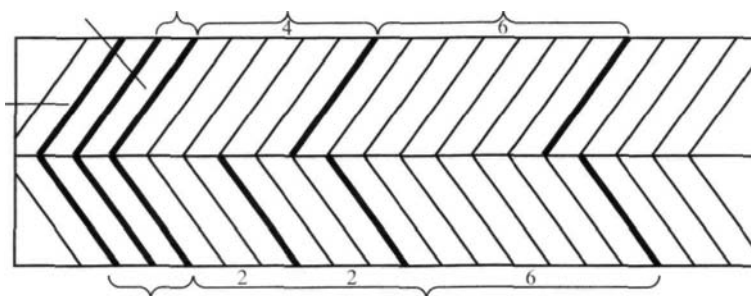
Όσον αφορά τους ρόλους, η αναγνώριση του κατασκευαστή αναφέρεται στο εργοστάσιο το οποίο προσδίδει τις τελικές μηχανικές ιδιότητες στο προϊόν υπό την μορφή ρόλου.

Επιπροσθέτως, ένα επιπλέον σημάδι θα πρέπει να εφαρμόζεται στην αρχή της σήμανσης του προϊόντος για να σημειωθεί ότι το προϊόν παράχθηκε σε μορφή ρόλου. Το επιπλέον σημάδι θα πρέπει να είναι ένα από τα ακόλουθα:

- Εάν στο σύστημα σήμανσης χρησιμοποιούνται διευρυμένες νευρώσεις ή κοιλότητες, το επιπλέον σημάδι θα πρέπει να είναι ακόμα μία διευρυμένη νεύρωση ή κοιλότητα στην αρχή της σήμανσης του προϊόντος (Εικόνα 1.23).
- Εάν το σύστημα σήμανσης γίνεται με παράλειψη νευρώσεων ή κοιλοτήτων, το επιπλέον σημάδι θα πρέπει να είναι ακόμη μία παράλειψη νεύρωσης ή κοιλότητας στην αρχή της σήμανσης του προϊόντος.
- Εάν στο σύστημα σήμανσης χρησιμοποιούνται ανάγλυφοι αριθμοί, το επιπλέον σημάδι θα πρέπει να είναι το C (το λατινικό γράμμα C και όχι ο αριθμός 0).
- Εάν στο σύστημα σήμανσης χρησιμοποιούνται ανάγλυφα ή έγκλυφα αποτυπώματα στην επιφάνεια, το επιπλέον σημάδι θα πρέπει να είναι δύο αποτυπώματα ανάμεσα σε ένα κανονικό ζεύγος νευρώσεων, και θα τοποθετείται αμέσως πριν την αρχή του κωδικού αριθμού του προϊόντος.

Έναρξη σήμανσης για χώρα / εργοστάσιο (χώρα: 4, εργοστάσιο: 6)

Επιπρόσθετη έντονη νεύρωση, που υποδηλώνει ότι το προϊόν παράχθηκε σε μορφή ρόλου



Αρχή σήμανσης για κατηγορία προϊόντος Κωδικός αριθμός προϊόντος: 226

Εικόνα 1.23: Σήμανση ευθυγραμμισμένου προϊόντος από ρόλο: Στην έναρξη σήμανσης για την χώρα / εργοστάσιο, έχει προστεθεί μία επιπλέον έντονη εγκάρσια νεύρωση

1.3.3 Ευθυγραμμισμένα προϊόντα

Εκτός από την σήμανση που τοποθετείται πάνω στο προϊόν για την αναγνώριση του κατασκευαστή, θα πρέπει επίσης να γίνεται μια σήμανση για την αναγνώριση αυτού που πραγματοποιεί την εκτύλιξη και ευθυγράμμιση είτε στην επιφάνεια του προϊόντος είτε θα τυπώνεται σε σταθερά συνδεδεμένη πινακίδα.

Ο αριθμός του προϊόντος θα πρέπει να έχει εφαρμοστεί στο προϊόν πριν γίνει ευθυγράμμιση στο ελασματοουργείο ή από τον επεξεργαστή.

1.4 Επισημάνσεις για την σήμανση Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος

Οι χάλυβες με νευρώσεις πρέπει να δείχνουν τη χώρα προέλευσης του προϊόντος, την ποιότητα του χάλυβα και το εργοστάσιο (την μονάδα) παραγωγής του. Δεν είναι υπερβολή να πει κανείς ότι στη σήμανση των χαλύβων σκυροδέματος επικρατεί σήμερα διεθνώς ένα μικρό χάος, αφού δυστυχώς δεν υπάρχει ακόμα διεθνής προδιαγραφή σήμανσης κοινή για όλους τους παραγωγούς.

Έτσι, προς το παρόν τουλάχιστον, κάθε παραγωγός εφαρμόζει τον δικό του τρόπο σήμανσης και διάκρισης των προϊόντων του, με βάση την μορφή και διάταξη των πλάγιων νευρώσεων της ράβδου, επιλέγοντας συνήθως να ακολουθήσει κάποια από τις ξένες ή διεθνείς προδιαγραφές με βάση την μορφή και διάταξη των πλάγιων νευρώσεων της ράβδου, επιλέγοντας συνήθως να ακολουθήσει κάποια από τις διεθνείς προδιαγραφές (DIN 488, ENV 10080, EU 80-69, EU 80-85 κλπ.), με συνέπεια να γίνεται δυσχερής στους μηχανικούς η αναγνώριση της προέλευσης και κυρίως της ποιότητας του χάλυβα..

Μερικές φορές μάλιστα ο παραγωγός τροποποιεί κατά την κρίση του τη δική του σήμανση, έτσι αν θέλει κανείς να είναι ασφαλώς ενήμερος πρέπει να έρθει σε επαφή με το εργοστάσιο ή με την αρμόδια Υπηρεσία του Κ.Ε.Δ.Ε. ή με τον ΕΛΟΤ

Εδώ και 30 σχεδόν χρόνια, σύμφωνα με τη EURONORM 80-69, γίνεται χρήση τριών ομάδων πλαγίων νευρώσεων Α, Β και C, που χωρίζονται μεταξύ τους με μια ενισχυμένη (παχύτερη) νευρώση και επαναλαμβάνονται ανά διαστήματα σε όλο το μήκος της ράβδου, περίπου ανά μέτρο μήκους. Σήμερα, ύστερα από τη EURONORM 80-85 και κατά το EN 10080, η ομάδα Α (δύο συνεχόμενες παχιές νευρώσεις) δείχνει μόνο την έναρξη της σήμανσης και την κατεύθυνση ανάγνωσης, η ομάδα Β τη χώρα προέλευσης και η ομάδα C την μονάδα παραγωγής.

Θα πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι στην Ευρώπη εξακολουθεί να χρησιμοποιείται και η EURONORM 80-85, που έχει κάποιες διαφορές με την EN 10080, εκ των οποίων θα αναφερθεί η χαρακτηριστικότερη για εμάς: **με 8 γραμμές σημαίνεται η Ελλάδα και η Τουρκία.** Στο ISO 6935-2: 1991 μάλιστα, με 8 γραμμές σημαίνονται η Ελλάδα, η Τουρκία και η Τσεχοσλοβακία.

Σε αυτήν την περίπτωση που εργοστάσια χωρών εκτός Ε.Ε. χρησιμοποιούν ως αριθμό χώρας το 8, χρησιμοποιείται διαφορετικός αριθμός για το εργοστάσιο παραγωγής, για να μη γίνεται σύγχυση με ελληνικά εργοστάσια.

Είναι ασφαλώς πολύ χρήσιμο και βολικό να έχει κανείς άμεσα βασικές πληροφορίες για την ποιότητα των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, μέσω της σήμανσης αναγνώρισης. Ωστόσο, στην πράξη τα πράγματα είναι πιο σύνθετα διότι τελικά παρά τις όποιες προσπάθειες δεν υπάρχει ένα ενιαίο και κοινώς

αποδεκτό σύστημα σήμανσης, με αποτέλεσμα να μην είναι ιδιαίτερα ασφαλής, ούτε ακριβής, η εκτίμηση της ποιότητας μέσω της παρατήρησης της σήμανσης.

Για παράδειγμα, οι χάλυβες κατηγορίας ποιότητας FeB44k, που παράγονται στην Ιταλία, έχουν την ίδια σήμανση με το χάλυβα S500s, που παράγεται στην Ελλάδα με το (υπό κατάργηση) Πρότυπο ΕΛΟΤ 971. Οι ιδιότητες τους όμως διαφέρουν ουσιαστικά, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.5.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω είναι αδύνατη τις περισσότερες φορές η σαφής διάκριση της κατηγορίας ενός Χ.Ο.Σ. Για πιο σίγουρο τρόπο αναγνώρισης της κατηγορίας ενός χάλυβα προτείνεται η χημική ανάλυση ενός μικρού τεμαχίου (π.χ. περίπου 25 χιλ.), ανάλυση που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εργαστήριο, και η μικροσκοπική εξέταση του ίδιου δοκιμίου προκειμένου να διαπιστωθεί εάν είναι προϊόν θερμικής κατεργασίας ή όχι.

Η μόνη εγγύηση για την ορθή εκτίμηση της προέλευσης και της ποιότητας του παραδιδόμενου οπλισμού είναι:

1. Η προσεκτική ανάγνωση των συνοδευτικών εγγράφων αυτού, σε συνδυασμό με την συνεχή ενημέρωση του επιβλέποντα μηχανικού για τις πιθανές αλλαγές στις σημάνσεις των εργοστασίων και
2. Η πραγματοποίηση χημικής ανάλυσης και δοκιμής εφελκυσμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Πληροφοριακά στοιχεία για τις Ελληνικές Χαλυβουργίες

2.1 Εισαγωγή

Στη συνέχεια θα παρατεθούν τα στοιχεία για τις πέντε μεγαλύτερες εγχώριες μονάδες παραγωγής χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος, ήτοι ο κωδικός τους, το ιστορικό τους, οι εγκαταστάσεις τους, η δυναμικότητά τους, η εφαρμοζόμενη μέθοδος παραγωγής, οι παραγόμενες ποιότητες, η σήμανση αναγνώρισής τους και οι πιστοποιήσεις τους.

Η γενική σήμανση αναγνώρισης των κατηγοριών S400, S400s, S500 και S500s που ακολουθείται από τις ελληνικές βιομηχανίες (περίπου κατά το DIN 488) είναι η ακόλουθη:

Η κυλινδρική χαλύβδινη ράβδος θεωρείται ότι χωρίζεται σε δύο ημικυλίνδρους, συνήθως από το επίπεδο που ορίζουν οι δύο διαμήκεις (μη υποχρεωτικές), αντιδιαμετρικές, παράλληλες προς τον άξονα νευρώσεις. Στην καμπύλη παράπλευρη επιφάνεια κάθε ημικυλίνδρου χαράσσονται οι εγκάρσιες νευρώσεις της ράβδου, όμοιες ή ανόμοιες, από τη μορφή, τις κλίσεις και την πυκνότητα των οποίων προσδιορίζεται για κάθε παραγωγό, η ποιότητα του χάλυβα.

Παρά το ότι η παραγωγή και η χρησιμοποίηση χαλύβων σκυροδέματος από το 1995 περίπου έχει περιορισθεί στην κατηγορία του S500s, είναι αναγκαία η δυνατότητα αναγνώρισης και των λοιπών κατηγοριών, για τις περιπτώσεις των ήδη εκτελουμένων έργων και κυρίως για τις περιπτώσεις που ο μηχανικός ενεργεί ως διαιτητής ή πραγματογνώμονας και εξετάζει υπάρχοντα, παλιά έργα. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, καλό είναι ο μηχανικός να αναζητήσει τον τρόπο σήμανσης της εποχής κατασκευής του έργου.

Μέχρι πρόσφατα, οι περισσότερες ελληνικές μονάδες παρήγαγαν μόνον οπλισμό κατηγορίας S500s, αλλά μετά την ισχύ του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421 παράγουν μόνον οπλισμό κατηγορίας B500A και B500C. Η αναγραφή των άλλων κατηγοριών που φαίνεται στα επόμενα, γίνεται μόνον για την διαπίστωση της κατηγορίας παλαιότερων χαλύβων, σε περιπτώσεις ενισχύσεων, πραγματογνωμοσυνών, διαιτησιών κ.λ.π.

Η αναφορά που γίνεται παρακάτω στις πέντε μεγαλύτερες ελληνικές μονάδες παραγωγής χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος, τηρεί τη αύξουσα σειρά του κωδικού αριθμού τους.

2.2 ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.

Κωδικός Αριθμός: 13

Ιστορικό

- 1932: Ιδρύονται τα Ελληνικά Συρματουργεία Θ. Α. Αγγελόπουλος & Υιοί
- 1938: Εγκατάσταση ηλεκτρικών κλιβάνων 6-8 τόνων και παραγωγή χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος
- 1951: Έναρξη δραστηριοτήτων υπό την επωνυμία Α.Ε. ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ με την λειτουργία ηλεκτρικών κλιβάνων 20 τόνων και μηχανών συνεχούς χύτευσης χάλυβα
- 1958: Εγκατάσταση κλιβάνου Siemens Martin 40 τόνων
- 1961: Θεμελίωση της πρώτης υψικαμίνου στην Ελλάδα
- 1963: Έναρξη παραγωγής χυτοσιδήρου και χάλυβα από σιδηρομετάλλευμα από μεταλλάκτες LD με εμφύσηση οξυγόνου. Θεμελίωση της δεύτερης υψικαμίνου
- 1965: Εγκατάσταση μονάδων παραγωγής χαλυβδοφύλλων θερμής και ψυχρής έλασης.
- 1977: Παραγωγή χάλυβα με τήξη παλαιοσιδηρικών σε 3 ηλεκτρικούς κλιβάνους βολταϊκού τόξου των 100 τόνων
- 1981: Εγκατάσταση νέας μονάδας παραγωγής χαλυβδοφύλλων ψυχρής έλασης
- 1994: Η πρώτη Ελληνική εταιρεία που παίρνει Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης από τον ΕΛΟΤ για τους παραγόμενους χάλυβες οπλισμού του σκυροδέματος
- 2001: Πιστοποιείται από τον ΕΛΟΤ για το εφαρμοζόμενο Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9002
- 2003: Ολοκλήρωση της πρώτης φάσης επένδυσης αξίας 150 εκ. ευρώ και έναρξη λειτουργίας παραγωγικών εγκαταστάσεων πρωτοποριακής τεχνολογίας

Εγκαταστάσεις

Το βιομηχανικό συγκρότημα, που βρίσκεται στην Ελευσίνα είναι εγκατεστημένο σε μια συνολική έκταση 1.060 στρεμμάτων και περιλαμβάνει:

- Χαλυβουργείο, με ηλεκτρικό κλίβανο, χωρητικότητας 100 τόνων
- Μονάδα συνεχούς χύτευσης (4 γραμμές παραγωγής)
- Ελασματοουργείο
- Μονάδα παραγωγής προκατασκευασμένων συνδετήρων και δομικών πλεγμάτων

Δυναμικότητα

Η παραγωγική ικανότητα του εργοστασίου, ανέρχεται σε 500.000 τόνους χάλυβα τον χρόνο. Προβλέπεται για το 2006 η έναρξη λειτουργίας ενός 2^{ου} Ελασματοουργείου δυναμικότητας 350 τόνων το χρόνο.

Μέθοδοι παραγωγής

- 1. Χάλυβας θερμής έλασης με άμεση εν σειρά θερμική κατεργασία (Tempcore).** Αποτέλεσμα αυτής της θερμικής κατεργασίας είναι η παραγωγή ενός ολκιμου προϊόντος λόγω της ύπαρξης ενός μαλακού πυρήνα (εσωτερικό της ράβδου) και μιας σκληρής εξωτερικής στοιβάδας που προσδίδει στο υλικό την υψηλή αντοχή.
- 2. Βαναδιούχος Χάλυβας θερμής έλασης χωρίς άλλη παραπέρα κατεργασία,** με κατάλληλη σύνθεση κράματος κυρίως με χρήση του στοιχείου Βανάδιο (V), ο οποίος (σύμφωνα με την εταιρεία) έχει ακόμα μεγαλύτερη ολκιμότητα και επιπλέον πλεονεκτήματα όπως:
 - Καλύτερη συμπεριφορά στις συγκολλήσεις
 - Μηχανικά χαρακτηριστικά που οφείλονται στη χημική του σύνθεση και δεν επηρεάζονται μετά από πυρκαγιά και
 - Είναι ανθεκτικότερος στη διάβρωση σε σχέση με το χάλυβα θερμικής κατεργασίας.

Παραγόμενοι χάλυβες: S400, S500, S500s, B500A, B500C.

Σήμανση: Η ως τώρα σήμανση ήταν 8-13. Η νέα σήμανση είναι 8-12.

Η σήμανση της Χαλυβουργικής χαρακτηρίζεται από τη χρήση του γράμματος **X** (στους χάλυβες θερμικής κατεργασίας), το οποίον υπάρχει ανάγλυφο αμέσως μετά από την τυπική σήμανση και επαναλαμβάνεται ανά μέτρο περίπου ή του γράμματος **V** (στους βαναδιούχους χάλυβες) με τον ίδιο ως άνω τρόπο. Η διάκριση των κατηγοριών γίνεται ως εξής:

S400: συνεχόμενα **X** και από τις δύο πλευρές της ράβδου (δεν παράγεται πλέον)

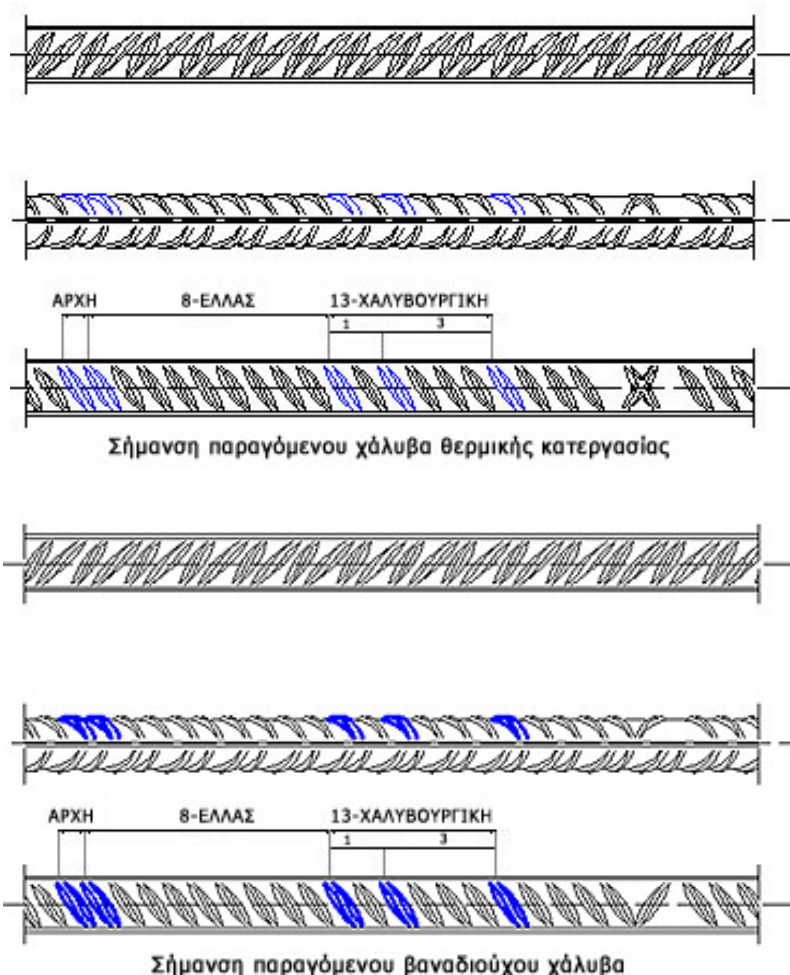
S500: Συνεχόμενα **X** από τη μια πλευρά και πλάγιες γραμμές / / / / από την άλλη, χωρίς την τυπική σήμανση με τους κωδικούς χώρας - εργοστασίου (δεν παράγεται πλέον)

S500s: Παλιός τρόπος σήμανσης για χάλυβες οπλισμού παραγόμενους με βάση το παλιό Πρότυπο ΕΛΟΤ 971.

Η ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ για τους χάλυβες κατηγορίας S500s ακολουθεί τον τρόπο σήμανσης που ορίζεται από τα πρότυπα EU 80-85 και ISO 6935-2, ο οποίος έχει επικρατήσει στον Ευρωπαϊκό χώρο τα τελευταία χρόνια. Βάσει αυτού του τρόπου οι ράβδοι χαλύβων κατηγορίας S500s φέρουν στην επιφάνειά τους δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων αντίθετης φοράς, εκ των οποίων οι νευρώσεις της μιας σειράς είναι παράλληλες μεταξύ τους, ενώ της άλλης σειράς έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου.

Στη πλευρά που βρίσκεται η σειρά των παράλληλων υπάρχουν και ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις στη διάταξη που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, οι οποίες δηλώνουν τη χώρα και τη μονάδα παραγωγής όπως ορίζεται από τα Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα. Δύο ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις δηλώνουν την αρχή της σήμανσης. Ακολουθούν οκτώ (8) κανονικές πλάγιες νευρώσεις και μία ενισχυμένη που δηλώνουν τη χώρα παραγωγής, δηλαδή την ΕΛΛΑΔΑ. Στη συνέχεια μία κανονική πλάγια νευρώση ακολουθούμενη από μια ενισχυμένη και τρεις κανονικές που τελειώνουν σε μία ενισχυμένη συμβολίζουν τον αριθμό 13 και δηλώνουν τη μονάδα παραγωγής.

Για να είναι δυνατή η διάκριση των δύο προϊόντων κατηγορίας S500s, που παράγει η ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε. και να αναγνωρίζονται εύκολα, στην πλευρά των παραλλήλων πλαγίων νευρώσεων υπάρχουν επαναλαμβανόμενα **σε ίσα διαστήματα ένα X για τον χάλυβα θερμικής κατεργασίας και ένα V για το βαναδιούχο χάλυβα**, όπως φαίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν:



B500A: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων ίδιας φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών είναι παράλληλες μεταξύ τους με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-2.

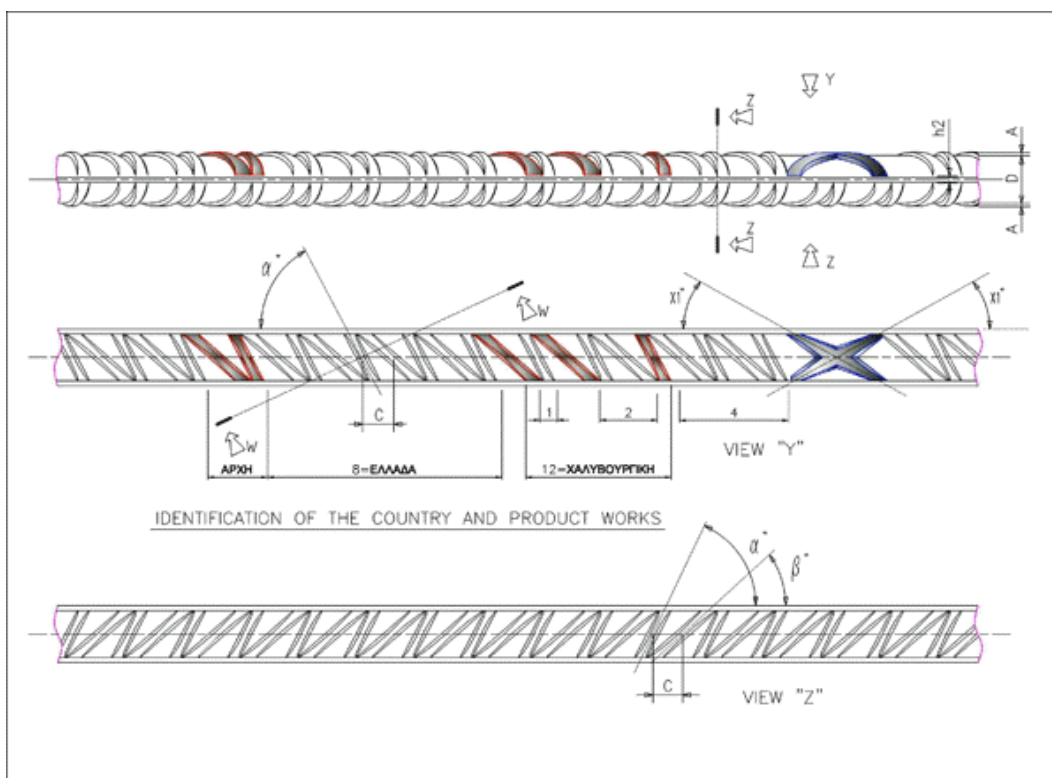
S500s, B500C: Νέος τρόπος σήμανσης για χάλυβες οπλισμού παραγόμενους με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3.

Η ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ για τους χάλυβες κατηγορίας S500s και B500C ακολουθεί τον τρόπο σήμανσης που ορίζεται από το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3. Βάσει αυτού του τρόπου οι ράβδοι φέρουν στην επιφάνειά τους δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων με εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου.

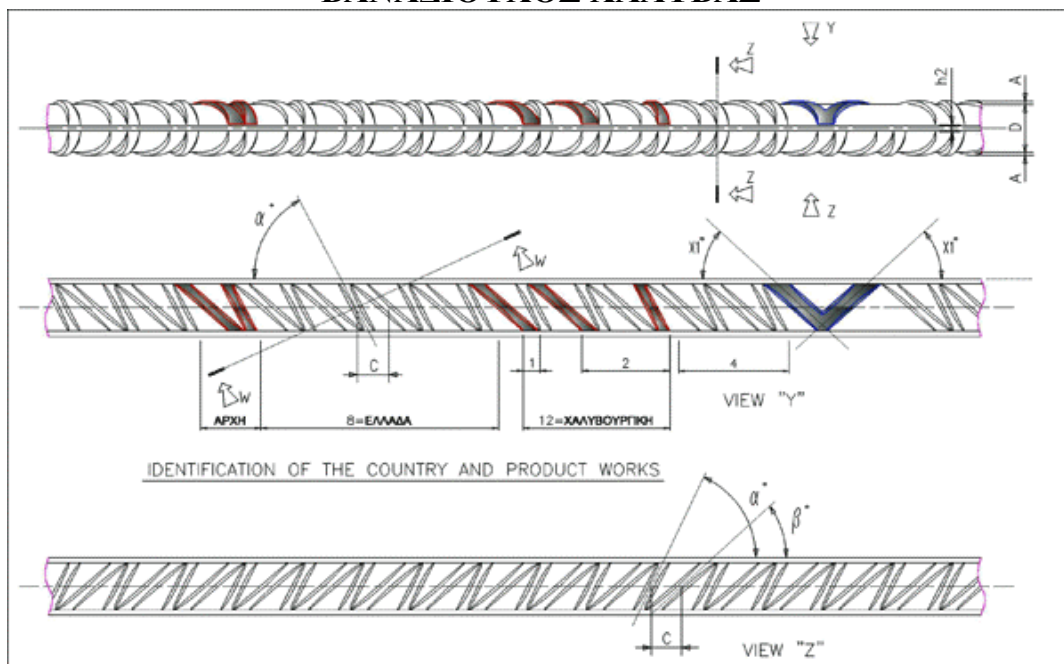
Στη μία πλευρά υπάρχουν και ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις στη διάταξη που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, οι οποίες δηλώνουν τη χώρα και τη μονάδα παραγωγής όπως ορίζεται από τα Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα. Δύο ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις δηλώνουν την αρχή της σήμανσης. Ακολουθούν οκτώ (8) κανονικές πλάγιες νευρώσεις και μία ενισχυμένη που δηλώνουν τη χώρα παραγωγής, δηλαδή την ΕΛΛΑΔΑ. Στη συνέχεια μία κανονική πλάγια νεύρωση ακολουθούμενη από μια ενισχυμένη και δύο κανονικές που τελειώνουν σε μία ενισχυμένη συμβολίζουν τον αριθμό 12 και δηλώνουν τη μονάδα παραγωγής.

Για να είναι δυνατή η διάκριση των δύο προϊόντων κατηγορίας, που παράγει η ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ και να αναγνωρίζονται εύκολα, στην μία πλευρά των ράβδων υπάρχουν επαναλαμβανόμενα **σε ίσα διαστήματα ένα X για τον χάλυβα θερμικής κατεργασίας και ένα V για το βαναδιούχο χάλυβα**, όπως φαίνεται και στα σχήματα που ακολουθούν:

ΧΑΛΥΒΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΒΑΝΑΔΙΟΥΧΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ



Πιστοποιήσεις

Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων πιστοποιείται κατά:

- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος, ποιότητα S500s (ρόλοι & ράβδοι) κατά ΕΛΟΤ 971
- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος, ποιότητα S220 (ρόλοι) κατά ΕΛΟΤ 959
- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9001:2000
- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9002



2.3 ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε.

Κωδικός Αριθμός: 14

Ιστορικό

- 1962: Ίδρυση της Εταιρίας με την επωνυμία «ΒΙΟΧΑΛΚΟ-ΣΑΝΙΤΑΣ Ελληνική Βιομηχανία Σωλήνων, Ειδών Υγιεινής και Θερμάνσεως ΑΕ» με αντικείμενο την παραγωγή χαλυβδοσωλήνων ύδρευσης, θερμαντικών σωμάτων και λεβήτων.
- 1971: Αλλαγή της επωνυμίας σε «ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ».
- 1974: Αφεταιρία συνεργασίας της ΕΡΛΙΚΟΝ ΑΕ με τη ΣΙΔΕΝΟΡ ΑΕ, η οποία εξελίσσεται σε κύριο προμηθευτή α' υλών της πρώτης.
- 1977: Αλλαγή της επωνυμίας σε «ΣΙΔΕΝΟΡ - ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ».
- 1979: Αλλαγή της επωνυμίας σε «ΣΙΔΕΝΟΡ - Βιομηχανία Κατεργασίας Σιδήρου ΑΕ».
- 1997: Απορρόφηση της ΣΙΔΕΝΟΡ ΑΕ από την ΕΡΛΙΚΟΝ ΑΕ και μετονομασία σε «ΣΙΔΕΝΟΡ ΑΕ».
- 1998: Πιστοποίηση της ΣΙΔΕΝΟΡ με τα ακόλουθα πιστοποιητικά:
- Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Ποιότητας (Certificate of Approval) με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 9002 του "Bureau Veritas Quality International".
 - Πιστοποιητικό NF-AFCAB του Association Francaise de Normalisation και του Association Francaise de Certification des Armatures du Beton.
 - Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης ποιότητας με τις απαιτήσεις του DIN 488 του γερμανικού οργανισμού πιστοποίησης χαλύβων Prüfstelle Für Betonstahl
- 2000: Ανάπτυξη του νέου χάλυβα οπλισμού με ενισχυμένη αντισεισμική συμπεριφορά SD και διάθεση στην αγορά.
- 2001: Η ΣΙΔΕΝΟΡ εξαγοράζει το 75% της βουλγαρικής εταιρίας STOMANA INDUSTRY SA, αποκτώντας μια παραγωγική βάση για δυναμική παρουσία στη βουλγαρική αλλά και στη διεθνή αγορά.
- 2002: Γίνεται η επίσημη έναρξη λειτουργίας του χαλυβουργείου του εργοστασίου της SOVEL στον Αλμυρό Μαγνησίας.
- 2003: Το Σύστημα Διαχείρισης ποιότητας της ΣΙΔΕΝΟΡ πιστοποιείται κατά το πιστοποιητικό ISO 9001:2000 από τον ΕΛΟΤ
- Η ΣΙΔΕΝΟΡ διαθέτει στην αγορά του χάλυβα υψηλής ολκιμότητας κατηγορίας C.

Εγκαταστάσεις

Το βιομηχανικό συγκρότημα, που βρίσκεται στην Ιωνία Θεσσαλονίκης, είναι εγκατεστημένο σε μια συνολική έκταση 360 στρεμμάτων και περιλαμβάνει:

- Χαλυβουργείο, με ηλεκτρικό κλίβανο βολταϊκού τόξου, χωρητικότητας 80 τόνων.
- Μονάδα συνεχούς χύτευσης (4 γραμμές παραγωγής)
- Ελασματοουργείο
- Εγκατάσταση εν σειρά θερμικής κατεργασίας χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος
- Μονάδα παραγωγής δομικών πλεγμάτων

Δυναμικότητα

Η παραγωγική ικανότητα του εργοστασίου, ανέρχεται σε 2.500.000 τόνους χάλυβα τον χρόνο, σε ένα ευρύτατο φάσμα μορφών, διαστάσεων και ποιοτήτων.

Μέθοδος παραγωγής: Tempcore

Παραγόμενοι χάλυβες: S400s, S500s, B500A, B500C.

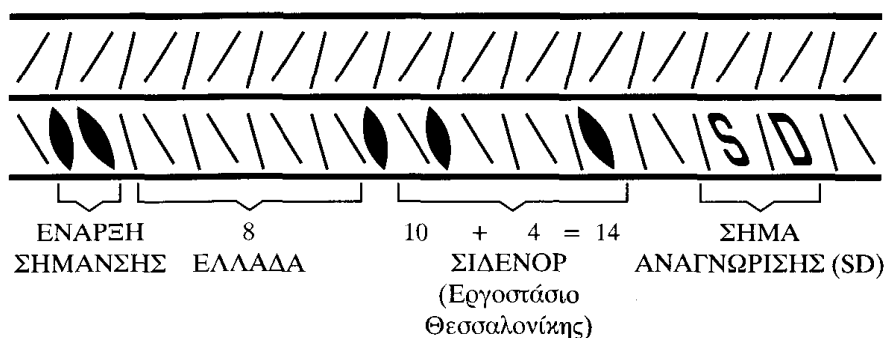
Σήμανση: 8-14. Γίνεται με χρήση απλών, εγκάρσιων γλυφών και πλέον και με την χάραξη των ψηφίων **S / D** αμέσως μετά την τυπική σήμανση.

S400s: Παράγεται σε ελάχιστες ποσότητες κατόπιν παραγγελίας. Πλάγιες νευρώσεις και από τις δύο πλευρές, με αντίθετες κλίσεις, θετική από τη μία πλευρά \ \ \ \ \ και αρνητική από την άλλη / / / / / , που έχει και διαφορετική απόσταση νευρώσεων.

S500s: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων αντίθετης φοράς, εκ των οποίων οι νευρώσεις της μιας σειράς είναι παράλληλες μεταξύ τους, ενώ της άλλης σειράς έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου.

B500A: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων ίδιας φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών είναι παράλληλες μεταξύ τους με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-2.


B500C: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων αντίθετης φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3.



Πιστοποιήσεις

Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων πιστοποιείται κατά:

- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9001:2000
- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος, ποιότητα S500s (ρόλοι & ράβδοι) κατά ΕΛΟΤ 971
- Prüfstelle Für Betonstahl, Γερμανικός οργανισμός πιστοποίησης: Πιστοποίηση ποιότητας BSt500S κατά DIN 488
- AFCAB, Γαλλικός οργανισμός πιστοποίησης: Πιστοποίηση ποιότητας FeE500-3, κατά NF A 35-016



ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ
ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Αριθμ. 02.17.09/338.5

Ο ΕΛΟΤ πιστοποιεί ότι το Σύστημα Ποιότητας της Επιχείρησης:

ΣΙΑΕΝΟΡ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΙΔΗΡΟΥ Α.Ε.

αναφορικά με τις παρακάτω δραστηριότητες:

Παραγωγή μπριquetών, Παραγωγή και εμπορία χυλίων οπλισμού σκυροδέματος, μορφοσπύριου και χονδροστρώματος, Εμπορία μανδύων και δομικού πλέγματος

οι οποίες εφαρμόζονται στις ακόλουθες θέσεις:

- Γραφεία: Εθνικής Αντιστάσεως 57, 152 31 Χαλάνδρι
- Μονάδα Παραγωγής: 12ο χλμ. Εθνικής Οδού Θεσπίας - Βέροιας, 570 08 Ιωνία, Θεσσαλονίκη

αξιολογήθηκε και είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Προτύπου:

ΕΛΟΤ EN ISO 9001: 2000

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Αξιολόγησης και Πιστοποίησης Συστημάτων Ποιότητας του ΕΛΟΤ, διέπεται από τους όρους της αντίστοιχης σύμβασης μεταξύ του ΕΛΟΤ και της Επιχείρησης και ισχύει έως: **2006-11-12**


Αθήνα, 2003-11-13



Ζαχαρίας Μαυρούκας
Διευθύνων Σύμβουλος

Αρχική έκδοση: 2001-07-31
Ενημέρωση 1: 2000-11-12

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε.
Αναγνώριση 313, 111 45 Αθήνα

ΑΠΣΠ 11.02/2000-12-22



CERTIFICATE

IQNet and
ELOT

hereby certify that the organization
SIDENOR STEEL PRODUCTS MANUFACTURING COMPANY S.A.
Offices: 57, Ethnikis Antistaseos Str., GR-152 31 Chalandri, Greece
Plant: 12th km of National Rd Thessaloniki-Veroia, GR-570 08 Ionia, Thessaloniki, Greece

for the following field of activities
Production of billets, Production and sales of reinforcing steel for concrete, merchant bars and round steel wire. Sales of prefabricated concrete reinforcing mesh and wire mesh

has implemented and maintains a
Management System
which fulfils the requirements of the following standards
ΕΛΟΤ EN ISO 9001: 2000
Issued on: 2003-11-13
Validity date: 2006-11-12

Registration Number: **GR. 02.17.09/338.5**




Dr. Fabio Roversi
President of IQNet

Zacharias Mavroukas
Chief Executive Officer

IQNet Partners:
AENOR Spain AFAG France AIS-Vöest-Alpine International Belgium ANSCE Mexico APICER Portugal CBQQ Italy CQC China
COK China CQR Czech Republic DQS Germany EIS Denmark ELCT Greece ECAN Israel FIMCOGROBIA Venezuela
HONGKONG Hong Kong ISONTEC Colombia INSC Mexico ISAM Argentina JQA Japan SEMA Netherlands KPC Korea MEST Hungary
Nippon Certification, America NISI Ireland OCA Austria PCBC Poland PNB Certification Singapore QCI Canada RS Russia
SAI Global Australia SPS Finland SII Israel SIO Slovenia SPS Switzerland SRAC Romania TEST DE Peteringburg Russia
IQNet is represented in the USA by the following partners: AFAG, AIS-Vöest-Alpine International, CISO, DQS, SEMA, NISA, QCI and SAI Global
* The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com



ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

Αρ. Πιστοποιητικού 010/01.17.09/2

Ο ΕΛΟΤ χορηγεί το παρόν Πιστοποιητικό στην επιχείρηση:

ΣΙΑΕΝΟΡ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΙΔΗΡΟΥ Α.Ε.

για το προϊόν:

Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος S500s (ρόβδοι)

το οποίο παράγεται σύμφωνα με το τυποποιητικό έγγραφο:

ΕΛΟΤ 971:1994

στην ακόλουθη θέση:

12ο χλμ. Θεσσαλονίκης-Βέροιας, Θεσσαλονίκη

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Πιστοποίησης προϊόντων του ΕΛΟΤ, τον Ειδικό Κανονισμό Πιστοποίησης Χαλύβδων Οπλισμού Σκυροδέματος, διέπεται από τους όρους της αντίστοιχης σύμβασης μεταξύ του ΕΛΟΤ και της επιχείρησης και ισχύει ως: **2008-07-15**

Αθήνα, 2005-07-16



Ε. Βούσιος
Διευθύνων Σύμβουλος

ΠΠ 11.09/2/1998-11-01

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε.
Αναγνώριση 313, 111 45 Αθήνα





ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

Αρ. Πιστοποιητικού 010/01.17.09/3

Ο ΕΛΟΤ χορηγεί το παρόν Πιστοποιητικό στην επιχείρηση:

ΣΙΑΕΝΟΡ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΙΔΗΡΟΥ Α.Ε.

για το προϊόν:

Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος S500s (ρόβδοι)

το οποίο παράγεται σύμφωνα με το τυποποιητικό έγγραφο:

ΕΛΟΤ 971:1994

στην ακόλουθη θέση:

12ο χλμ. Θεσσαλονίκης-Βέροιας, Θεσσαλονίκη

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Πιστοποίησης προϊόντων του ΕΛΟΤ, τον Ειδικό Κανονισμό Πιστοποίησης Χαλύβδων Οπλισμού Σκυροδέματος, διέπεται από τους όρους της αντίστοιχης σύμβασης μεταξύ του ΕΛΟΤ και της επιχείρησης και ισχύει ως: **2008-07-15**

Αθήνα, 2005-07-16



Ε. Βούσιος
Διευθύνων Σύμβουλος

ΠΠ 11.09/2/1998-11-01

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε.
Αναγνώριση 313, 111 45 Αθήνα



Zertifizierungsstelle
Prüfstelle für Betonstahl
Prof. Dr.-Ing. G. Rehm
Fritz-Reuter-Str. 26, D-81245 München

ÜBEREINSTIMMUNGSZERTIFIKAT
(Reg.-Nr. S 34/20)

Hiermit wird gemäß Art. 26 der Bayerischen Bauordnung bestätigt, dass das

Bauprodukt: **Betonstahl nach DIN 488**
Erzeugnisform: **Stäbe**
Stahlsorte: **BSt 500 S (IV S)**
Herstellungsverfahren: **warmgewalzt und wärmebehandelt**
Nennndurchmesser: **8,0 bis 28,0 mm**
des Herstellwerkes: **SIDENOR STEEL PRODUCTS
MANUFACTURING COMPANY S.A.
P.O. Box 12
GR - 57005 Ionia - Thessaloniki**

entsprechend den Ergebnissen der werkseigenen Produktionskontrolle und der von der bauaufsichtlich anerkannten Prüf- und Überwachungsstelle Prof. Dr.-Ing. G. Rehm, München, durchgeführten Fremdüberwachung mit den Anforderungen der DIN 488 nach Bauregelliste A Teil 1 (Ausgabe 2001/1) übereinstimmt.

Somit ist das Herstellwerk berechtigt, das Bauprodukt mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen; bereits vorhanden) gemäß der Übereinstimmungszeichen-Verordnung zu kennzeichnen.

Für das o.g. Werk wird hiermit für das genannte Betonstahlprodukt folgendes Werkkennzeichen festgelegt:

Land Nr. 8 Werk Nr. 14 (Walzzeichen je Meter)

Die zusätzliche werkspezifische Kennzeichnung des Betonstahls ist in der Anlage dargestellt.

Gültigkeit des Zertifikates: 01.05.2006



H. Wilhelm
Dipl.-Ing. H. Wilhelm

München, den 30. April 2001

Zertifizierungsstelle
Prüfstelle für Betonstahl
Prof. Dr.-Ing. G. Rehm
Fritz-Reuter-Str. 26, D-81245 München

ÜBEREINSTIMMUNGSZERTIFIKAT
(Reg.-Nr. S 08/20)

Hiermit wird gemäß Art. 26 der Bayerischen Bauordnung bestätigt, dass das

Bauprodukt: **Betonstahl nach Zulassung
Nr. Z-1.1-169**
Erzeugnisform: **Stäbe**
Stahlsorte: **BSt 500 S (TS)**
Herstellungsverfahren: **warmgewalzt und wärmebehandelt**
Nennndurchmesser: **32,0 und 40,0 mm**
des Herstellwerkes: **SIDENOR STEEL PRODUCTS
MANUFACTURING COMPANY S.A.
P.O. Box 12
GR - 57005 Ionia-Thessaloniki**

entsprechend den Ergebnissen der von der bauaufsichtlich anerkannten Prüf- und Überwachungsstelle Prof. Dr.-Ing. G. Rehm, München, durchgeführten Erstprüfung mit den Anforderungen der DIN 488 nach Bauregelliste A Teil 1 (Ausgabe 2000/1) bzw. mit den Angaben im Zulassungsbescheid (Nr. Z-1.1-169) übereinstimmt.

Somit ist das Herstellwerk berechtigt, das Bauprodukt mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen; nach Anlage) gemäß der Übereinstimmungszeichen-Verordnung zu kennzeichnen.

Für das o.g. Werk wird hiermit für das genannte Betonstahlprodukt folgendes Werkkennzeichen festgelegt: Walzzeichen je Meter

Land Nr. 8 Werk Nr. 14

Gültigkeit des Zertifikates bis 31.10.2005



H. Wilhelm
Dipl.-Ing. H. Wilhelm

München, den 25.10.2000

AFNOR-CERTIFICATION

Association Française de Certification
des Armatures du Béton



Organisme certificateur
11, avenue Francis de Pressensé
93571 SAINT DENIS LA PLAINE CEDEX
Gestion sectorielle
assurée par l'AFNOR

Organisme mandaté par l'AFNOR
28, rue de Liège
75008 PARIS
Tél 01 44 90 88 80
Fax 01 44 90 00 57

CERTIFICAT NF-AFCAB

« Armatures pour béton armé »

n° B 94/080 Rév. 5

relatif à l'armature SIDER 500 S Ø 8 à 25 mm

selon NF A 35-016 nuance FeE500-3 selon fiche jointe

Le présent certificat atteste que la SOCIÉTÉ SIDENOR sur son site de production de THESSALONIQUE (Grèce) est apte à fabriquer et à livrer les produits désignés ci-dessus conformément aux spécifications de produit et d'assurance qualité du Règlement d'application de la marque NF gérée par l'AFNOR : Armatures pour béton armé.

L'entreprise est autorisée à apposer sur ces produits, la marque NF "Armatures pour béton armé" gérée par l'AFNOR, en application des Règles générales de la marque NF, et du Règlement d'application de la marque NF "Armatures pour béton armé".

Cette décision annule et remplace toute décision antérieure. Elle est valide jusqu'au 31/12/2005, sous réserve de la surveillance périodique effectuée par l'AFNOR, qui peut prendre toute sanction prévue dans les Règles générales de la marque NF, et dans le Règlement d'application de la marque NF "Armatures pour béton armé".

Ce certificat est constitué de 3 pages.

Date de décision
19 décembre 2002

Par mandatement d'AFNOR-CERTIFICATION,
pour l'AFNOR

Ph. JACQUES
Président de l'AFNOR

Aucune mention ne peut être ajoutée ou retirée de ce certificat. Tout contrevenant s'expose à des poursuites pour usage abusif de la marque.



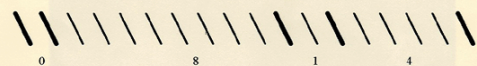
CERTIFICAT NF-AFCAB n° B 94/080 Rév. 5

FICHE DESCRIPTIVE DU PRODUIT CERTIFIÉ

Siège social et site de production SIDENOR
12th km - Thessaloniki Véria
PO Box 12
GR - 57005 IONIA

Description Armature de section ronde à verrous transversaux obliques en croissant situés, sans les attendre, entre 2 nervures longitudinales syndrétiques. Les verrous sont également inclinés par rapport à l'axe de l'armature sur le chant qui porte la marque distinctive. Ils sont alternativement plus ou moins inclinés sur l'autre chant et en opposition par rapport au premier.

Marquage La marque distinctive de l'armature SIDER 500 S produite par l'usine de THESSALONIQUE est constituée à intervalles d'environ un mètre par un ensemble de verrous selon le schéma ci-dessous :



Coefficients d'adhérence $\eta = 1,6$; $\psi_s = 1,5$

Aptitude au soudage oui

Paramètres définissant la forme de la section transversale (cotes en mm)

d	8	10	12	14	16	20	25
a mini	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,30	1,63
c1 + c2 2	4,8	5,5	6,1	7,1	8,2	10,2	12,7
M(1) maxi	7,2	7,5	8,3	9,7	11,0	13,8	17,2
L (1)	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	4,0
β	$\approx 0,8$	$\approx 1,0$	$\approx 1,2$	$\approx 1,4$	$\approx 1,6$	$\approx 2,0$	$\approx 2,5$
α mini	$\approx 60^\circ$	$\approx 60^\circ$	$\approx 60^\circ$	$\approx 60^\circ$	$\approx 60^\circ$	$\approx 60^\circ$	$\approx 60^\circ$
α maxi	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°

(1) donné à titre indicatif

Aucune mention ne peut être ajoutée ou retirée de ce certificat. Tout contrevenant s'expose à des poursuites pour usage abusif de la marque.

2.4 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ Α.Ε.

Κωδικός Αριθμός: 15

Ιστορικό

- 1937: Ίδρυση της Ελληνικής Χαλυβουργίας Α.Ε.
- 1951: Έναρξη λειτουργίας των νέων εργοστασίων (Χαλυβουργείο, Ελασματοουργείο) της εταιρείας στον Ασπρόπυργο Αττικής.
- 1974-76: Πλήρης τεχνολογική ανανέωση με την εγκατάσταση ηλεκτρικού φούρνου και μηχανής συνεχούς χύτευσης.
- 1981-85: Αντικατάσταση του παραγωγικού εξοπλισμού του Ελασματοουργείου.
- 1986: Εγκατάσταση νέων υπερσύγχρονων μηχανών παραγωγής πλέγματος και δυναμική είσοδος στην αγορά του Δομικού Πλέγματος.
- 1996: Έναρξη παραγωγής Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος S500s.
- 1996: Εγκατάσταση νέου φούρνου αναθέρμανσης μπιγιετών με χρήση φυσικού αερίου.
- 2001: Έναρξη παραγωγής Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος με ανάγλυφη σήμανση τα αρχικά της εταιρείας «ΕΧ».
- 2005: Εξαγορά της Ελληνικής Χαλυβουργίας Α.Ε. από την ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Α.Σ.Ε.Ε.
- Έναρξη παραγωγής Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος υψηλής ολκιμότητας B500C.

Εγκαταστάσεις

Η έκταση των εργοστασιακών εγκαταστάσεων της εταιρείας στον Ασπρόπυργο Αττικής είναι 290.000 τ.μ. εκ των οποίων τα 70.000 τ.μ. είναι στεγασμένοι χώροι. Στις εγκαταστάσεις τις εταιρείας λειτουργούν:

- Χαλυβουργείο
- Μονάδα συνεχούς χύτευσης
- Ελασματοουργείο
- Εργοστάσιο παραγωγής Πλεγμάτων
- Στεγασμένες αποθήκες φύλαξης των Χαλύβων και των Πλεγμάτων

Δυναμικότητα

Χαλυβουργείο: 330.000 τόνοι

Ελασματοουργείο: 330.000 τόνοι

Εργοστάσιο Πλεγμάτων: 180.000 τόνοι

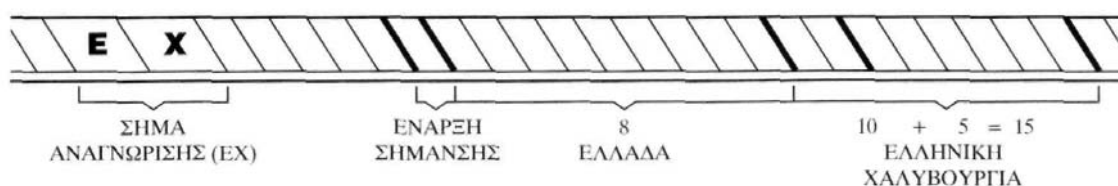
Μέθοδος παραγωγής: Tempcore για τους συγκολλησίσιμους και εναλλακτικά βελτίωση του κράματος με άνθρακα για τους συνήθεις.

Παραγόμενοι χάλυβες: S400, S500s, B500A, B500C.

Σήμανση: 8-15. Γίνεται με τη χρήση απλών εγκαρσίων νευρώσεων, μιας ή δύο κλίσεων και με χάραξη των ψηφίων **E / X** αμέσως μετά την τυπική σήμανση.

S400: Παράγεται κατόπιν παραγγελίας. Πλάγιες νευρώσεις και από τις δύο πλευρές, με αντίθετες κλίσεις, θετική από τη μία πλευρά / / / / / και αρνητική από την άλλη \ \ \ \ \ . Η σήμανση του εργοστασίου γινόταν παλιότερα με μία επί πλέον λοξή γραμμή, που πύκνωνε τοπικά τις λοιπές / / / / / ανά αποστάσεις που εξαρτιόνταν από τη διάμετρο, περίπου ανά 70 ως 80 εκ. Σήμερα ακολουθείται η «τυπική σήμανση» με τον κωδικό χώρας 8 και τον κωδικό μονάδας παραγωγής 15.

S500s: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων αντίθετης φοράς, εκ των οποίων οι νευρώσεις της μιας σειράς είναι παράλληλες μεταξύ τους, ενώ της άλλης σειράς έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου.



B500A: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων ίδιας φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών είναι παράλληλες μεταξύ τους με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-2.

B500C: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων αντίθετης φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3.

Πιστοποιήσεις

Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων πιστοποιείται κατά:

ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος, ποιότητα S500s κατά ΕΛΟΤ 971

2.5 ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Α.Σ.Ε.Ε.

Κωδικός Αριθμός: 18

Ιστορικό

- 1963: Ίδρυση της Χαλυβουργίας Βόλου και λειτουργία του Ελασματοουργείου στον Βόλο.
- 1974: Έναρξη λειτουργίας του Χαλυβουργείου της εταιρείας στο Βελεστίνο. Μετονομασία σε Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.
- 1989: Αγορά εργοστασίου Δομικών Πλεγμάτων στα Οινόφυτα Βοιωτίας.
- 1991-93: Δημιουργία νέου Ελασματοουργείου στο Βόλο.
- 1996: Εγκατάσταση μονάδας άλεσης παλαιοσιδήρου (shreder) στο Βελεστίνο.
- 1996: Έναρξη παραγωγής Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος S500s.
- 1998-00: Δημιουργία νέας μονάδας παραγωγής Δομικών Πλεγμάτων και Προκατασκευασμένων Μανδύων Οπλισμού Σκυροδέματος για υποστυλώματα δοκούς και τοιχία στο Βόλο.
- 1998-01: Πλήρης εκσυγχρονισμός του Χαλυβουργείου στο Βελεστίνο.
- 2001: Έναρξη παραγωγής Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος με ανάγλυφη σήμανση τα αρχικά της εταιρείας «ΧΘ».
- 2003: Έναρξη παραγωγής Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος υψηλής ολκιμότητας B500C.
- 2005: Εξαγορά της Ελληνικής Χαλυβουργίας Α.Ε.

Εγκαταστάσεις

Η έκταση των εργοστασιακών εγκαταστάσεων της εταιρείας στο Βελεστίνο και το Βόλο είναι 400.000 τ.μ. εκ των οποίων τα 50.000 τ.μ. είναι στεγασμένοι χώροι. Στις εγκαταστάσεις τις εταιρείας λειτουργούν:

- Μονάδα άλεσης παλαιοσιδήρου (scrap)
- Χαλυβουργείο
- Μονάδα συνεχούς χύτευσης
- Μονάδα παραγωγής οξυγόνου
- Ελασματοουργείο
- Εργοστάσιο παραγωγής Πλεγμάτων
- Στεγασμένες αποθήκες φύλαξης των Χαλύβων και των Πλεγμάτων

Δυναμικότητα

Χαλυβουργείο: 800.000 τόνοι

Ελασματοουργείο: 500.000 τόνοι

Εργοστάσιο Πλεγμάτων: 130.000 τόνοι

Μέθοδος παραγωγής: Tempcore

Παραγόμενοι χάλυβες: S220, S400, S500, S500s, B500A, B500C

Σήμανση: 8-18. Γίνεται με τη χρήση απλών εγκάρσιων γλυφών, και πλέον και με τη χάραξη των ψηφίων **X / Θ** αμέσως μετά την τυπική σήμανση.

S500s: Οι νευρώσεις φέρουν την ταυτότητα πιστοποίησης και άμεσης αναγνώρισης της προέλευσης των νευροχαλύβων όπως προβλέπεται από το DIN 488 και όπως αυτή ορίσθηκε για τη Χ.Θ. από το γερμανικό Φορέα Πιστοποίησης "Deutsches Institute fur Bautechnik": Δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων αντίθετης φοράς, εκ των οποίων οι νευρώσεις της μιας σειράς είναι παράλληλες μεταξύ τους, ενώ της άλλης σειράς έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου.

B500A: Δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων ίδιας φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών είναι παράλληλες μεταξύ τους με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-2.

B500C: Δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων αντίθετης φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3.

Παλιά Σήμανση Χάλυβα Οπλισμού Σκυροδέματος B500C



ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΧΡΥΣΑ ΘΕΜΕΛΙΑ -"ΕΧΘ"- είναι το νέο brand name των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος της Χαλυβουργίας Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε. και της Ελληνικής Χαλυβουργίας Α.Ε.

Οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος "ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΧΡΥΣΑ ΘΕΜΕΛΙΑ" είναι υψηλής αντοχής και ολκιμότητας και παράγονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του νέου Προτύπου του ΕΛΟΤ 1421, τεχνική κατηγορία B500C.


Τα αρχικά του νέου brand name –"ΕΧΘ"- βρίσκονται ανάγλυφα πλέον επάνω στους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος που παράγονται στα εργοστάσια του ομίλου. Η παραγωγή με τη νέα αυτή σήμανση ξεκίνησε το Σεπτέμβριο του 2005 στο Βόλο και τον Ασπρόπυργο και σύντομα όλοι οι χάλυβες οπλισμού που παράγονται στα εργοστάσια του ομίλου και σε όλες τις διαμέτρους θα έχουν το ανάγλυφο "ΕΧΘ" επάνω τους.



Πιστοποιήσεις

Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων πιστοποιείται κατά:

- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9001:2000.
- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος, ποιότητα S500s (ρόλοι & ράβδοι) κατά ΕΛΟΤ 971.
- MPABAU, Γερμανικός οργανισμός πιστοποίησης: Πιστοποίηση ποιότητας BSt500S κατά DIN 488.
- Universita di Brescia, Ιταλικός οργανισμός πιστοποίησης: Πιστοποίηση ποιότητας FeB44k κατά D.M. 9.1.1996.
- Eduardo Torroja, Ισπανικός οργανισμός πιστοποίησης: Πιστοποίηση ποιότητας κατά UNE 36068-94.


ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ
ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ
Αριθμ. 02.17.09/658

Ο ΕΛΟΤ πιστοποιεί ότι το Σύστημα Ποιότητας της Επιχείρησης:

ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Α.Σ.Ε.Ε.

αναγνωρίζει με τις παρακάτω δραστηριότητες:

Παραγωγή μπιγνιτών, παραγωγή και εμπορία χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος και χονδρυσίματος

οι οποίες εφαρμόζονται στις ακόλουθες θέσεις:


- Γραφεία: Οθωνος 86Α & Κόκκοτα, 145 61 Κηφισιά
- Εργοστάσιο Ελάστρων: 4ο χλμ. Εθν. Οδού Βόλου - Λάρισας, Βόλος
- Χαλυβουργείο: 14ο χλμ. Εθν. Οδού Βόλου - Λάρισας, Βελιστίνο Μαγνησίας

αξιολογήθηκε και είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις του Προτύπου:

ΕΛΟΤ EN ISO 9001: 2000

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Αξιολόγησης και Πιστοποίησης Συστημάτων Ποιότητας του ΕΛΟΤ, όσον αφορά τους όρους της αντίστοιχης σύμβασης μεταξύ του ΕΛΟΤ και της Επιχείρησης και ισχύει ως: **2006-12-22**




Αθήνα, 2003-12-23


Ελένη Βάγια
Αναπλ. Διευθύντρια Συμβολίου

Αρχείο: 2003-04-10
Τροποποίηση 1: 2003-12-23

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΒΟΛΗΣΗΣ Α.Ε.
Αντιστ. 313, 111 45 Αθήνα

ΑΠΕΠ 11.02/2000-12-22


CERTIFICATE OF CONFORMITY
Αρ. Πιστοποιητικού 011/01.17.09/4

Ο ΕΛΟΤ χορηγεί το παρόν Πιστοποιητικό στην επιχείρηση:

ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Α.Σ.Ε.Ε.

για τα προϊόν:

Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος SS500s (ρόλλοι)

το οποίο παράγεται σύμφωνα με το τυποποιητικό έγγραφο:

ΕΛΟΤ 971:1994

στην ακόλουθη θέση:

ΒΙΠΕ, Βόλος

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Πιστοποίησης προϊόντων του ΕΛΟΤ, τον Εθνικό Κανονισμό Πιστοποίησης Χάλυβων Οπλισμού Σκυροδέματος, διέπεται από τους όρους της αντίστοιχης σύμβασης μεταξύ του ΕΛΟΤ και της επιχείρησης και ισχύει ως: **2006-11-14**

Αθήνα, 2003-11-15


Ελένη Βάγια
Αναπλ. Διευθύντρια Συμβολίου

Π.Π. 11.02/1998-11-01

HELLANIC ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION S.A.
313, Adrianos Str., GR-111 45, Athens, Greece



**MATERIALPRÜFUNGSAMT FÜR DAS BAUWESEN
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN**



Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle
- anerkannt nach Bayerischer Bauordnung (BayBO) Artikel 28 -

**ÜBEREINSTIMMUNGS-
ZERTIFIKAT**

1298/1 - 1/98

Hiermit wird gemäß Berliner Bauordnung bestätigt, daß das

Bauprodukt **BETONSTABSTAHL NACH DIN 488
BSt 500 S (IV S); Ø 8 + 28 mm
(warmgewalzt und aus der Walzhitze wärmebehandelt)**

der Firma **HALYVOURGIA THESSALIAS S. A.
88, Othonos & Kakkota Str.
GR - 14561 Kifissia - Athens**

Herstellwerk **GR - 38110 Volos - Larissa
Werkkennzeichen: 8/18 (Walzzeichen je Meter)
(Land Nummer: 8 / Werk Nummer: 18)**

entsprechend den Ergebnissen der werkeigenen Produktionskontrolle des Herstellers und der vom MPA BAU TUM durchgeführten Produktprüfung und Fremdüberwachung mit der

Technischen Regel nach Bauregelliste A Teil 1 (Ausgabe 95/1)
Laufende Nummer 1.4.1 - Betonstabstahl -

der **DIN 488 (Ausgabe 09/1984 bzw. 06/1986)**

und der **Anlage 3 des Zertifizierungsvertrages**

übereinstimmt.

Der Hersteller ist damit berechtigt, das oben genannte Bauprodukt bzw. den Lieferschein mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) zu kennzeichnen.

Dieses Zertifikat ist in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland gültig.

Geltungsdauer: unbefristet

München, 01.02.1998




(Dipl.-Ing. W. Schrub)
MPA BAU TUM

 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA - DIP. DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO PROVE MATERIALI «PIETRO PISA»
VIA BRANZE, 38 - 25123 BRESCIA Tel. 030 3715617-594 - Fax 030 3715595
COURTESY OF THE UNIVERSITY OF BRESCIA P. IVA 01077340761

Certificato di prova n° 22986 Brescia, 07/01/2003
Domanda n° 17048 del 08/03/2002

Richiedente: HALYVOURGIA THESSALIAS S.A.
85/a Othonos Str. & Kokkoti - Kifissia - Atene - GRECIA

PROVE DI ADERENZA

Secondo il metodo EAM-TEST, eseguite con le modalità indicate nella CNR-UNI 10020/71 e Decreto Ministeriale 9 Gennaio 1996 allegato 6, su campioni dichiarati:
"Acciaio tipo Fe B 44 k saldabile, laminato a caldo in barre ad aderenza migliorata, nei diametri da 8 a 25 mm, prodotte nello stabilimento Halyvourgia Thessalias S.A. - 4th km Volou - Larissis - Volos - GRECIA".

Il materiale è contrassegnato dal marchio sottoindicato:




Le prove sono state effettuate su spezzoni di diametro 10, 18 e 25 mm.

Il presente certificato consta di n° 4 pagine.

Il Direttore del Laboratorio
Prof. Ezio Giani


Il Direttore del Dipartimento
Prof. Roberto Busi


Il presente certificato non può essere riprodotto parzialmente, salva approvazione scritta del Laboratorio

 Consejo Superior de Investigaciones Científicas
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EDIFICIOS TECNOLÓGICOS

CERTIFICADO


RE

HOMOLOGACIÓN DE ADHERENCIA

N° = 123-RT FI

CORRESPONDIENTE AL ACERO CORRUGADO DE LA MARCA

VOLOSTEEL



2.6 SOVEL A.E.

Κωδικός Αριθμός: 24

Ιστορικό

- 1996: Η SOVEL, θυγατρική εταιρία της ΣΙΔΕΝΟΡ και της ΒΙΟΧΑΛΚΟ, απέκτησε τα περιουσιακά στοιχεία της εταιρίας ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΧΑΛΥΨ στον Αλμυρό Μαγνησίας. Το Νοέμβριο του 1999, άρχισε η παραγωγή επιμηκών προϊόντων χάλυβα και το 2000, η παραγωγή δομικού πλέγματος και κοιλοδοκών
- 2001: Κατασκευάζεται το νέο Χαλυβουργείο της SOVEL
- 2002: Εγκαθίσταται γραμμή πλέγματος για παραγωγή πλεγμάτων ειδικών διαστάσεων
- 2004: Εγκατάσταση νέου ηλεκτρικού κλιβάνου χωρητικότητας 130 τόνων, καθώς επίσης και γραμμής παραγωγής χαλυβδοταινίας (τσέρκι), στο Ελασματοουργείο

Εγκαταστάσεις

Το βιομηχανικό συγκρότημα είναι εγκατεστημένο σε συνολική έκταση 1.200 στρεμμάτων και περιλαμβάνει:

- Χαλυβουργείο
- Ελασματοουργείο
- μονάδα παραγωγής δομικού πλέγματος
- σωληνουργείο
- βοηθητικές μονάδες

Δυναμικότητα

Η SOVEL είναι σήμερα μία σύγχρονη καθετοποιημένη μονάδα παραγωγής χαλυβουργικών προϊόντων με παραγωγική δυναμικότητα 800.000 τόνων ετησίως, εργοστάσιο πλέγματος 200.000 τόνων και σωληνουργείο 135.000 τόνων.

Μέθοδος παραγωγής: Tempcore

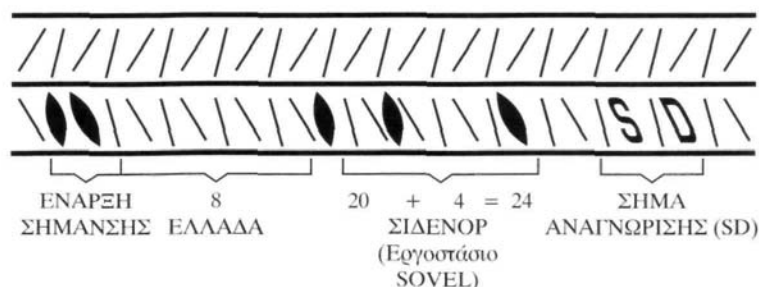
Παραγόμενοι χάλυβες: S500s, B500A και B500C.

Σήμανση: 8-24. Χάραξη των ψηφίων **S / D** αμέσως μετά την τυπική σήμανση.

S500s: Δύο σειρές πλαγίων νευρώσεων αντίθετης φοράς, εκ των οποίων οι νευρώσεις της μιας σειράς είναι παράλληλες μεταξύ τους, ενώ της άλλης σειράς έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου.

B500A: Δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων ίδιας φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών είναι παράλληλες μεταξύ τους με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-2.

B500C: Δύο σειρές πλάγιων νευρώσεων αντίθετης φοράς, όπου οι νευρώσεις και των δυο σειρών έχουν εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου με βάση το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3.



Πιστοποιήσεις

Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων πιστοποιείται κατά:

- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9001:2000
- ΕΛΟΤ: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος, ποιότητα S500s κατά ΕΛΟΤ 971
- Prüfstelle Für Betonstahl, Γερμανικός οργανισμός πιστοποίησης: Πιστοποίηση ποιότητας BSt500S κατά DIN 488
- Universita di Brescia, Ιταλικός οργανισμός πιστοποίησης: Πιστοποίηση ποιότητας FeB44k κατά D.M. 9.1.1996



ΕΛΟΤ
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

Αρ. Πιστοποιητικού 025/01.17.09/1

Ο ΕΛΟΤ χορηγεί το παρόν Πιστοποιητικό στην επιχείρηση :

SOVEL – ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΧΑΛΥΒΟΣ Α.Ε.

για το προϊόν :

Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος S500s

το οποίο παράγεται σύμφωνα με το πιστοποιητικό έγκρισης :

ΕΛΟΤ 971:1994

στην ακόλουθη θέση :

Αιγινός Μαγνησίας

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Πιστοποίησης προϊόντων του ΕΛΟΤ, τον Ειδικό Κανονισμό Πιστοποίησης Χάλυβων Οπλισμού Σκυροδέματος, διέπεται από τους όρους της αντίστοιχης σύμβασης μεταξύ του ΕΛΟΤ και της επιχείρησης και ισχύει ως : **2005-12-19**

Αθήνα 28/09/2005

Ζ. Χαλκιάς
Διευθυντής-Επιβλέπων

III 11.09/2/1998-11-01

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε.
Αντιστ. Δ/ρ, 115 45 Αθήνα

Zertifizierungsstelle
Prüfstelle für Betonstahl
Prof. Dr.-Ing. G. Rehm
Fritz-Reuter-Str. 26, D-81245 München

ÜBEREINSTIMMUNGSZERTIFIKAT
(Reg.-Nr. S 20/20)

Hiermit wird gemäß Art. 26 der Bayerischen Bauordnung bestätigt, dass das

Bauprodukt: **Betonstahl nach DIN 488**

Erzeugnisform: **Stäbe**
Stahlsorte: **BSt 500 S (IV S)**
Herstellungsverfahren: **warmgewalzt und wärmebehandelt**
Nenndurchmesser: **8,0 bis 28,0 mm**

des Herstellwerkes: **SOVEL S.A.
GR - 37100 Almyros**

entsprechend den Ergebnissen der von der bauaufsichtlich anerkannten Prüf- und Überwachungsstelle Prof. Dr.-Ing. G. Rehm, München, durchgeführten Erstprüfung mit den Anforderungen der DIN 488 nach Bauregelleiste A Teil 1 (Ausgabe 2000/1) übereinstimmt.

Somit ist das Herstellwerk berechtigt, das Bauprodukt mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen; bereits vorhanden) gemäß der Übereinstimmungszeichen-Verordnung zu kennzeichnen.

Für das o.g. Werk wird hiermit für das genannte Betonstahlprodukt folgendes Werkkennzeichen festgelegt: **Walzzeichen je Meter**

Land Nr. 8 Werk Nr. 24

Gültigkeit des Zertifikates bis 30.09.2005

München, den 02. Oktober 2000



H. Wilhelm
Dipl.-Ing. H. Wilhelm

Zertifizierungsstelle
Prüfstelle für Betonstahl
Prof. Dr.-Ing. G. Rehm
Fritz-Reuter-Str. 26, D-81245 München

ÜBEREINSTIMMUNGSZERTIFIKAT
(Reg.-Nr. S 09/20)

Hiermit wird gemäß Art. 27 der Bayerischen Bauordnung bestätigt, dass das

Bauprodukt: **Betonstahl nach Zulassung Nr. Z-1.1-169**

Erzeugnisform: **Stäbe**
Stahlsorte: **BSt 500 S (TS)**
Herstellungsverfahren: **warmgewalzt und wärmebehandelt**
Nenndurchmesser: **32,0 und 40,0 mm**

des Herstellwerkes: **SOVEL S.A.
GR - 37100 Almyros**

entsprechend den Ergebnissen der von der bauaufsichtlich anerkannten Prüf- und Überwachungsstelle Prof. Dr.-Ing. G. Rehm, München, durchgeführten Erstprüfung mit den Anforderungen der DIN 488 nach Bauregelleiste A Teil 1 (Ausgabe 99/2) bzw. mit den Angaben im Zulassungsbescheid (Nr. Z-1.1-169) übereinstimmt.

Somit ist das Herstellwerk berechtigt, das Bauprodukt mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen; nach Anlage) gemäß der Übereinstimmungszeichen-Verordnung zu kennzeichnen.

Für das o.g. Werk wird hiermit für das genannte Betonstahlprodukt folgendes Werkkennzeichen festgelegt: **Walzzeichen je Meter**

Land Nr. 8 Werk Nr. 24

Gültigkeit des Zertifikates bis 31.07.2005

München, den 14.07.2000



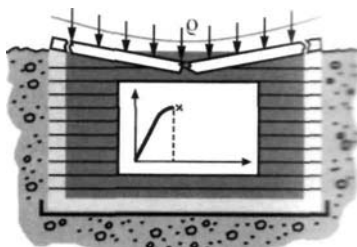
H. Wilhelm
Dipl.-Ing. H. Wilhelm

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

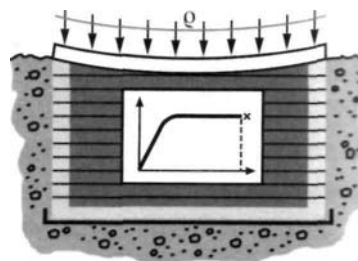
Τεχνικά χαρακτηριστικά Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος

3.1 Ολκιμότητα -πλαστιμότητα

Ο όρος **ολκιμότητα** χρησιμοποιείται για να εκφράσει τη σχέση της περιοχής των πλαστικών παραμορφώσεων ως προς την περιοχή των ελαστικών παραμορφώσεων μιας ράβδου οπλισμού που δοκιμάζεται σε εφελκυσμό και αναφέρεται στην ικανότητα του υλικού και συνεπώς και της κατασκευής, να αναλαμβάνει πλαστικές παραμορφώσεις όταν υπερφορτίζεται. Αν ένα στοιχείο σκελετού οπλισμένου σκυροδέματος, δεν έχει τέτοια ικανότητα λειτουργίας, έχει κίνδυνο ψαθυρής αστοχίας (Εικόνες 3.1 και 3.2). Συνήθως μετριέται με το λόγο της ανηγμένης παραμόρφωσης στο μέγιστο φορτίο προς την παραμόρφωση διαρροής.



Εικόνα 3.1: Ψαθυρό υλικό → κίνδυνος αστοχίας



Εικόνα 3.2: Ολκιμότητα χάλυβα → πλαστιμότητα κατασκευής

Πλαστιμότητα είναι η ικανότητα ενός φορέα ή μιας διατομής ή μιας περιοχής από οπλισμένο σκυρόδεμα να αποκρίνεται με μεγάλες μετελαστικές παραμορφώσεις, χωρίς σημαντική μείωση της φέρουσας ικανότητας.

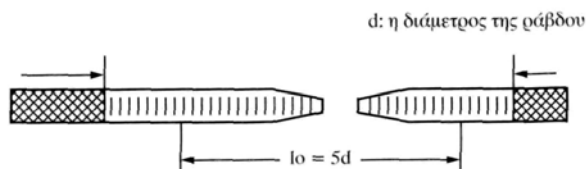
Η ολκιμότητα είναι ιδιότητα του υλικού, ενώ η πλαστιμότητα είναι ιδιότητα ενός φορέα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η ολκιμότητα δηλαδή του χάλυβα είναι μια από τις προϋποθέσεις για να αναπτύξει πλαστιμότητα ένα στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στην αγγλική γλώσσα βέβαια η ολκιμότητα και η πλαστιμότητα αποδίδονται με την ίδια λέξη: ductility, ενώ πολλές φορές για τους χάλυβες οπλισμού, αντί του όρου ολκιμότητα χρησιμοποιείται καταχρηστικώς και ο όρος πλαστιμότητα.

Στις κατασκευές λοιπόν από οπλισμένο σκυρόδεμα μας ενδιαφέρει οι χάλυβες να έχουν όλκιμη συμπεριφορά, ώστε συνολικά η κατασκευή να παρουσιάζει πλάσιμη συμπεριφορά, δηλαδή ικανότητα ανακατανομής των ιδιαίτερα ισχυρών τάσεων (π.χ. στην περίπτωση ενός σεισμού) μεταξύ των δομικών της στοιχείων. Η απαίτηση για χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος με υψηλή ολκιμότητα εκφράζεται μέσω δύο βασικών παραμέτρων:

1. **Ανηγμένη επιμήκυνση $A(\%)$.** Αποτελεί μέτρο της ικανότητας του υλικού, να επιμηκύνεται πριν τη θραύση του.
2. **Λόγος R_m/Re της εφελκυστικής αντοχής R_m προς το όριο διαρροής Re .** Αποτελεί μέτρο της ικανότητας του υλικού να αυξάνει την αντοχή του, μετά την προσέγγιση του σημείου διαρροής (ενδοτράχυνση).

Η επιμήκυνση (A) μετά τη θραύση, αναφέρεται σε τοπική μόνιμη επιμήκυνση από το λαιμό θραύσης της ράβδου ενός τμήματος της l (Εικόνα 3.3), το οποίο συνήθως είναι $l=5d$ ή $l=10d$, όπου d είναι η διάμετρος της ράβδου. Σημειώνουμε τότε αντίστοιχα A_5 και A_{10} . Γενικά ισχύει $A_{10} < A_5$.

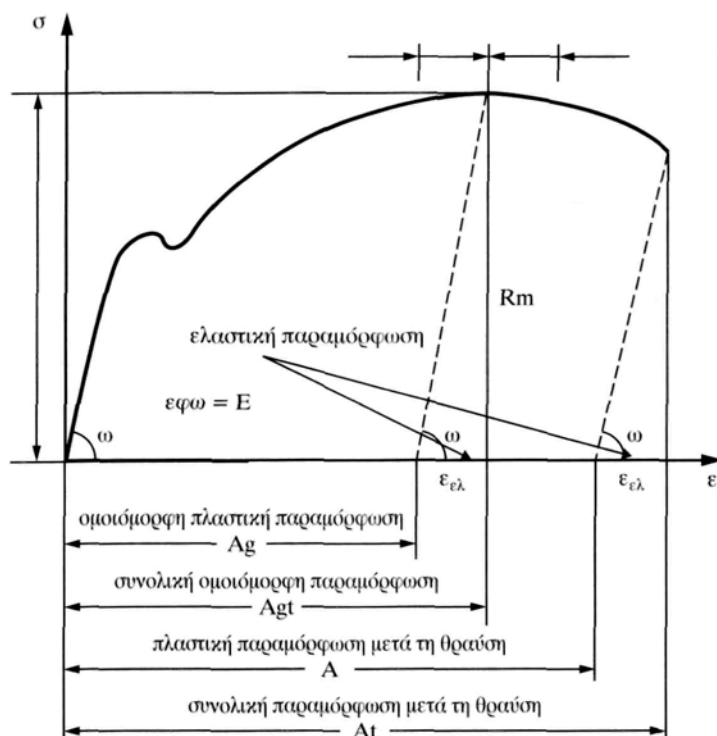
Αν στη μόνιμη παραμόρφωση (A) προστεθεί και η ελαστική παραμόρφωση, ορίζεται η **συνολική επιμήκυνση μετά τη θραύση A_t** .



Εικόνα 3.3: Υπολογισμός ανηγμένης επιμήκυνσης (A_5) μετά τη θραύση

Καθώς όμως δεν μας ενδιαφέρει η τοπική παραμόρφωση του υλικού μας γύρω από το λαιμό της θραύσης, αλλά η ομοιόμορφη παραμόρφωση μακριά από το σημείο θραύσης, ορίζονται τα παρακάτω μεγέθη:

- **Επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο A_g** , που είναι η επιμήκυνση του επιμετρούμενου μήκους του δοκιμίου του υλικού στο μέγιστο φορτίο, δηλαδή πριν τη δημιουργία του λαιμού και εκφράζεται ως ποσοστό του αρχικού μήκους.
- Αν στην επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο, προστεθεί και η ελαστική παραμόρφωση, τότε ορίζεται η **συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο A_{gt}** . Προφανώς, ισχύει $A_{gt} < A_t$. Η διάκριση των μεγεθών αυτών, φαίνεται παραστατικά στην Εικόνα 3.4.

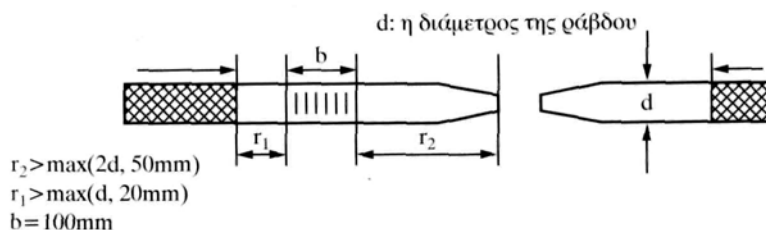


Εικόνα 3.4: Διάκριση μεγεθών επιμήκυνσης

Η συνολική ομοιόμορφη παραμόρφωση A_{gt} θεωρείται πιο αντιπροσωπευτική παράμετρος, γι' αυτό και εισάγεται πλέον σε όλα τα νέα Πρότυπα. Αποτελεί μέτρο της μέγιστης παραμόρφωσης που μπορεί να υποστεί το υλικό, πριν ακριβώς αυτό φτάσει στη μέγιστη τάση καταπόνησης (μετά αρχίζει να δημιουργείται "λαιμός").

Ο υπολογισμός του A_{gt} γίνεται είτε με τη χρήση επιμηκυνσιομέτρου είτε χειρωνακτικά. Αρχικά υπολογίζεται με άμεση παρατήρηση η παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση A_g , όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.5. Το A_g υπολογίζεται ως το ποσοστό επιμήκυνσης ενός τμήματος 10 εκ. του δοκιμίου και λαμβάνεται, τουλάχιστον 5 εκ. ή $2d$ (όποιο είναι μεγαλύτερο) μακριά από το λαιμό της θραύσης (όπου d η διάμετρος της ράβδου).

Ταυτόχρονα, λαμβάνεται μέριμνα έτσι ώστε το επιμετρούμενο τμήμα να είναι μακριά από την αρπάγη της μηχανής. Αν η απόσταση του από αυτήν είναι μικρότερη από 20 χιλ., ή d (όποιο είναι μεγαλύτερο), η μέτρηση θεωρείται άκυρη.



Εικόνα 3.5: Χειρωνακτικός τρόπος υπολογισμού του A_g

Στη συνέχεια, για να υπολογιστεί η συνολική ομοιόμορφη παραμόρφωση, προστίθεται και η ελαστική παραμόρφωση:

$$A_{gt} = A_g + \varepsilon_{el} = A_g + R_m / \sigma_{\text{ρω}} = A_g + R_m / E$$

και επειδή $E = 200 \text{ GPa}$, έχουμε τελικά:

$$A_{gt} (\%) = A_g (\%) + R_m / 2000$$

όπου R_m η εφελκυστική αντοχή του υλικού.

Παραμορφώσεις μικρότερες του 1% υπολογίζονται μόνο με επιμηκυνσιόμετρο. Οι απαιτήσεις των Προτύπων και των Κανονισμών σχετικά με την ολκιμότητα των χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος ποικίλλουν και παρουσιάζονται στην συνέχεια.

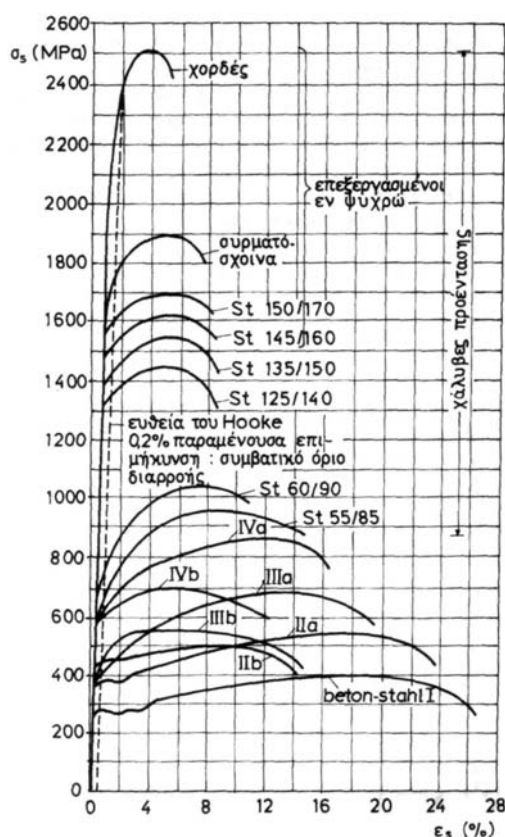
3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά Χάλυβων σύμφωνα με τους Κανονισμούς και τα Πρότυπα

Στην συνέχεια παρουσιάζονται με χρονολογική σειρά οι Ευρωπαϊκοί και Ελληνικοί Κανονισμοί και Πρότυπα που αφορούν τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος και περιγράφονται οι κατηγορίες των χάλυβων που ορίζονται σύμφωνα με αυτούς.

3.2.1 Κανονισμός του 1954

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια, ο πιο γνωστός τρόπος διακρίσεως των χαλύβων σκυροδέματος ήταν σύμφωνα με τον Κανονισμό του 1954 "Για την Μελέτην και Εκτέλεσιν Οικοδομικών Έργων εξ' Οπλισμένου Σκυροδέματος" (σε συμφωνία και με τους Γερμανικούς Κανονισμούς και DIN που ακολουθούσε η χώρα μας) ο διαχωρισμός τους στις κατηγορίες StI , StIII και StIV (η κατηγορία StII είχε προ πολλού καταργηθεί). Οι κατηγορίες StIII και StIV (οι «σκληροί» χάλυβες) διακρίνονταν σε υποκατηγορίες StIIIa , StIIIb και StIVa, StIVb αντίστοιχα, όπου η ένδειξη a έδειχνε τους φυσικώς σκληρούς χάλυβες ενώ η ένδειξη b τους εν ψυχρώ κατεργασμένους. Στην κατηγορία StI το όριο διαρροής ήταν 2200 kp/cm^2 και η επιτρεπόμενη τάση λειτουργίας 1400 kp/cm^2 , στην κατηγορία StIII οι αντίστοιχες τιμές ήταν 4200 kp/cm^2 και 2400 kp/cm^2 και στην κατηγορία StIV οι τιμές ήταν 5000 kp/cm^2 και 2600 kp/cm^2 ή 2800 kp/cm^2 αντίστοιχα.

Στην Εικόνα 3.6 δίνονται τα διαγράμματα τάσεων (σ_s)- παραμορφώσεων (ϵ_s) για τις διάφορες ποιότητες χαλύβων που χρησιμοποιούνταν στη χώρα μας. Από το σχήμα γίνεται αμέσως φανερό ότι, όσο αυξάνει η αντοχή του χάλυβα, τόσο μειώνεται η οριακή παραμόρφωση του. Επίσης, ο λόγος της εφελκυστικής αντοχής (f_t) προς το όριο διαρροής (f_y) αυξάνεται με την ποιότητα του χάλυβα, η επιρροή δηλαδή της κράτυνσης είναι μεγαλύτερη στους χάλυβες ψηλότερης αντοχής, στους οποίους ο κλάδος της κράτυνσης βρίσκεται κοντύτερα στο όριο διαρροής απ' ότι στους χάλυβες χαμηλότερης αντοχής.



Εικόνα 3.6: Διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων για διάφορες ποιότητες χαλύβων

3.2.2 EURONORM 80/69 και 80/85

Στην Ευρώπη, ήδη από το 1969, επιχειρήθηκε η σύνταξη ενός κοινού, γενικής ισχύος Προτύπου, αναγνωριζομένης της αξίας της τυποποίησης για τη διευκόλυνση του εμπορίου και την, όσο γίνεται περισσότερο, ελεύθερη διακίνηση του υλικού στις χώρες αυτής της ηπείρου. Είναι γνωστό ότι ο Οργανισμός Άνθρακα και Χάλυβα, αλλά και η Ευρωπαϊκή Ζώνη Ελευθέρων Συναλλαγών (Ε.Ζ.Ε.Σ.), ιδρύθηκαν νωρίτερα και απετέλεσαν τους πρόδρομους της Ε.Ο.Κ. και της σημερινής Ευρωπαϊκής Ένωσης, και μάλιστα έχουν ως μέλη τους και χώρες που δεν ανήκουν στην Ε.Ε.

Δημιουργήθηκε έτσι το Πρότυπο EURONORM 80/69, στο οποίο, πλην της αντοχής, τέθηκαν απαιτήσεις και όρια και για την ολκιμότητα των χάλυβων, με διάκρισή τους σε κανονική και υψηλή ολκιμότητα, ανάλογα με τον λόγο της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής f_t/f_y .

Το Πρότυπο αυτό αναθεωρήθηκε αργότερα με το EU 80/85, στην ίδια περίπου γενική κατεύθυνση. Παρεμφερής προσπάθεια καθορισμού κοινών μεθόδων και διαδικασιών δοκιμής και ελέγχου γινόταν και από τον οργανισμό ISO, με τα ISO 377, ISO 6935, ISO 7500, ISO 15630.

Ήδη από της συντάξεως του παραπάνω αρχικού Προτύπου επιχειρήθηκε επίσης ο καθορισμός μιας κοινής, τυποποιημένης σήμανσης στους χάλυβες, που θα προσδιόριζε τη χώρα προέλευσης, το εργοστάσιο παραγωγής, την κατηγορία (όριο διαρροής), την συγκολλησιμότητα και την ολκιμότητα. Η προσπάθεια βρήκε πολλές δυσκολίες λόγω της επιθυμίας κάθε μιας από τις μεγάλες χώρες να επιβάλλει τη δική της άποψη. Σήμερα μπορούμε να πούμε ότι οι απόψεις για τα θέματα αυτά είναι, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, αποκρυσταλλωμένες, αλλά όχι ακόμη εγκεκριμένες και επίσημες.

3.2.3 Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971

Το 1987 εκδόθηκαν τα Ελληνικά Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 «Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος» και ΕΛΟΤ 971 «Συγκολλησιμοι Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος», ενώ το 1994 κυκλοφόρησαν σε 2^η έκδοση. Αμέσως μετά την αρχική έκδοση των Προτύπων του ΕΛΟΤ, κυκλοφόρησε και η υπ' αριθμ. Β 21538/2228/3-12-1987 (ΦΕΚ 702/Β/4-12-87) Απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, όπως αυτή τελικά διαμορφώθηκε (ύστερα από διαδοχικές τροποποιήσεις - καταργήσεις - επαναφορές) με την Υπουργική Απόφαση 15283/Φ7/422/8-8-95 (ΦΕΚ 746/Β/30-8-95), με την οποία τα Πρότυπα έγιναν υποχρεωτικά και έκτοτε σ' αυτά προσαρμόστηκαν και με αυτά ελέγχονται από την πολιτεία οι παραγωγοί χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος στη χώρα μας.

Σύμφωνα με αυτή καθορίζονται πέντε κατηγορίες χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος με βάση την συγκολλησιμότητα ή όχι και την χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής τους (εμφανούς ή συμβατικού για μήκυνση 0,2%), ήτοι οι κατηγορίες S220, S400 και S400s, S500 και S500s, που κάθε μία τους έχει όριο διαρροής 220 MPa (2200 kp/cm²), 400 MPa (4000 kp/cm²) και 500 MPa (5000 kp/cm²) αντίστοιχα.

Η ένδειξη s δείχνει τους συγκολλησίσιμους χάλυβες. Για τον χάλυβα S220 δεν υπάρχει ιδιαίτερη κατηγορία S220s, είναι όμως σχεδόν πάντα συγκολλησίσιμος. Οι λοιποί χάλυβες S400 και S500 είναι επίσης συγκολλησίσιμοι, αλλά υπό προϋποθέσεις.

1) Μηχανικά χαρακτηριστικά χαλύβων

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των χαλύβων κατά τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971 φαίνονται στον Πίνακα 3.1. Σημαντικός είναι ο λόγος της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής που προκύπτει από τη δοκιμή εφελκυσμού, ο οποίος πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,05, ώστε να εξασφαλίζεται κάποια «κράτυνση» του χάλυβα, να υπάρχει επαρκής «προειδοποίηση» για την επερχόμενη θραύση και να «ενεργοποιείται» η υπερστατικότητα του φορέα και η ανακατανομή των εντάσεων. Ο Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος, όπως θα αναλυθεί παρακάτω, απαιτεί επί πλέον να είναι ο λόγος αυτός τουλάχιστον 1,10.

Πίνακας 3.1: Μηχανικά χαρακτηριστικά χαλύβων κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971

Μέγεθος	Κατηγορία				
	S220	S400	S500	S400s	S500s
Όριο διαρροής, f_y (MPa)	220	400	500	400	500
Εφελκυστική αντοχή, f_{st} (MPa)	340	500	550	440	550
Λόγος της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής, f_{st}/f_y	-	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$
Επιμήκυνση μετά τη θραύση, ϵ_s (%)	24	14	12	14	12

Σημείωση:

- Για το όριο διαρροής f_y , την εφελκυστική αντοχή f_t και την ανηγμένη παραμόρφωση μετά την θραύση ϵ_s οι αναφερόμενες τιμές είναι χαρακτηριστικές με ποσοστημόριο $\rho=95\%$, ενώ για τον λόγο f_t/f_y οι τιμές είναι οι ελάχιστες.
- Οι τιμές των f_y και f_t , υπολογίζονται με βάση την πραγματική διατομή.
- Όταν δεν υπάρχει διακεκριμένο όριο διαρροής, θα προσδιορίζεται το συμβατικό όριο διαρροής $f_{0,2}$.

2) Χημική σύσταση χαλύβων

Σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ 971 οι χάλυβες θεωρούνται συγκολλησίσιμοι, όταν η μέγιστη περιεκτικότητα σε άνθρακα C, θείο S, φωσφόρο P, άζωτο N καθώς και η μέγιστη ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα C_{eq} , δεν υπερβαίνουν τις τιμές που δίνονται στον Πίνακα 3.2.

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

$$C_{eq} = C + (Mn/6) + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad \text{όπου:}$$

- Mn: Μαγγάνιο, Cr: Χρώμιο, Mo: Μολυβδαίνιο, V: Βανάδιο, Ni: Νικέλιο, Cu: Χαλκός

- τα σύμβολα των χημικών στοιχείων δείχνουν την επί τοις εκατό περιεκτικότητα κατά βάρος (%κ.β.) όπως προσδιορίζεται από την χημική ανάλυση.

Πίνακας 3.2: Μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε άνθρακα, θείο, φωσφόρο, άζωτο καθώς και μέγιστη ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα (% κ.β.) κατά ΕΛΟΤ 971

	Άνθρακας C (max)	Θείο S (max)	Φωσφόρος P (max)	Άζωτο ⁽¹⁾ N (max)	Ισοδύναμο άνθρακα C _{eq} (max)
Ανάλυση χυτηρίου	0,22	0,050	0,050	0,012	0,50
Ανάλυση προϊόντος	0,24	0,055	0,055	0,013	0,53
(1) Υψηλότερες περιεκτικότητες αζώτου επιτρέπονται εάν υπάρχουν επαρκείς ποσότητες στοιχείων που το δεσμεύουν. (βλ. Παράρτημα 2 του Κ.Τ.Χ.)					

Διεθνώς υπάρχει ασάφεια σχετικά με τα στοιχεία που δεσμεύουν το άζωτο καθώς και με τις απαιτούμενες ποσότητες για τη δέσμευση αυτή. Ενδεικτικώς αναφέρεται ότι μεταξύ των στοιχείων που δεσμεύουν τα άζωτο είναι τα Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, B, Al και W. Στο Παράρτημα 2 του Κ.Τ.Χ. αναφέρονται σχέσεις για την ποσοτικοποίηση της δέσμευσης, για τις οποίες ωστόσο δεν υπάρχει διεθνώς συμφωνία.

3.2.4 Ευρωκώδικες EC 2 και EC 8

Ο Ευρωκώδικας EC 2 (Κατασκευές από Σκυρόδεμα, 1992) προς τον οποίον συνεχώς προσαρμόζεται ο Ε.Κ.Ω.Σ., διατυπώνει με τον παρακάτω διαφορετικό τρόπο παρεμφερείς απαιτήσεις, με διάκριση ως προς τους χάλυβες υψηλής και κανονικής ολκιμότητας (μια διάκριση που δεν υπήρχε στη χώρα μας, στα Πρότυπα του ΕΛΟΤ 959 και 971).

- **Κατασκευές υψηλής πλαστιμότητας:** λόγος χαρακτηριστικών τιμών εφελκυστικής αντοχής προς όριο διαρροής μεγαλύτερος από 1,08 και επιμήκυνση υπό το μέγιστο φορτίο (στο υψηλότερο σημείο της καμπύλης τάσεων - παραμορφώσεων) τουλάχιστον 5%.
- **Κατασκευές κανονικής πλαστιμότητας:** λόγος χαρακτηριστικών τιμών εφελκυστικής αντοχής προς όριο διαρροής μεγαλύτερος από 1,05 και επιμήκυνση υπό το μέγιστο φορτίο τουλάχιστον 2,5%.

Στον Ευρωκώδικα EC 8 (Αντισεισμικές Κατασκευές, 1998) διατυπώνονται πρόσθετες απαιτήσεις, για ακόμα μεγαλύτερες επιμηκύνσεις και λόγους εφελκυστικής αντοχής προς όριο διαρροής, για τον χάλυβα οπλισμού στις κρίσιμες περιοχές, με την επιφύλαξη αντίστοιχων εξελίξεων στην τεχνολογία παραγωγής και την τυποποίηση των χαλύβων στην Ευρώπη.

Στην πραγματικότητα στον EC 8 προαναγγέλλεται η δημιουργία μιας νέας κατηγορίας χαλύβων «αντισεισμικής - extra ολκιμότητας», που δεν περιλαμβανόταν στο σχέδιο Ευρωπαϊκού Προτύπου prEN 10080 και που εκτιμάται ότι θα έχει λόγο εφελκυστικής αντοχής προς όριο διαρροής 1,15 ή 1,20. Η υψηλή ολκιμότητα του χάλυβα είναι προϋπόθεση για να αναπτύξει πλαστιμότητα το οπλισμένο σκυρόδεμα, και γι' αυτό είναι επιθυμητή.

3.2.5 Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ε.Κ.Ω.Σ. 2000)

Σύμφωνα με την παρ. 3.1.3 του Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται στο οπλισμένο σκυρόδεμα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Χάλυβες υψηλής πλαστιμότητας (H), όταν:

- $\epsilon_{u,k} > 5,0\%$
- $(f_t/f_y)_k > 1,08$

β) Χάλυβες συνήθους πλαστιμότητας (N), όταν:

- $\epsilon_{u,k} > 2,5\%$
- $(f_t/f_y)_k > 1,05$

όπου:

$\epsilon_{u,k}$: χαρακτηριστική τιμή της ανηγμένης παραμόρφωσης υπό το μέγιστο φορτίο, που ειδικώς για αυτήν την παράμετρο εκτιμάται με πιθανότητα υπέρβασης 10% αντί της συνήθους 5%,

f_t : χαρακτηριστική τιμή της εφελκυστικής αντοχής.

Ο Ε.Κ.Ω.Σ. δηλαδή διακρίνει τους χάλυβες στις ίδιες κατηγορίες και με τις ίδιες ιδιότητες με τον Ευρωκώδικα EC 2.

Επιπλέον σύμφωνα με αυτόν, οι υψηλής πλαστιμότητας χάλυβες που τοποθετούνται στις κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων, με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, πρέπει να ικανοποιούν και τις πρόσθετες απαιτήσεις του Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3: Πρόσθετες ιδιότητες χαλύβων για οπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τον ΕΚΩΣ 2000

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ		ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ			
Χαρακτηριστικές τιμές σε ποσοστημόριο 90%		ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ		ΧΩΡΙΣ ΑΥΞΗΜΕΝΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ	
		ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΛΟΙΠΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ	ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
I	Ομοιόμορφη ε_{uk}	$\geq 7\%$	Χάλυβας H	Χάλυβας H	Χάλυβας H (ή N)
II	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,10$			
III		$\leq 1,35$			
IV	$(f_{y,act}/f_{y,nom})_k$	$\leq 1,3$			
Οι απαιτήσεις (I) και (II) εξασφαλίζουν μεγαλύτερα μήκη και στροφές πλαστικών αρθρώσεων και μεγαλύτερη αντοχή μετά την αποφλοίωση, και κατά συνέπεια μεγαλύτερη τοπική (και γενική) πλαστιμότητα των στοιχείων (και των φορέων). Οι απαιτήσεις (III) και (IV) εξασφαλίζουν αξιόπιστο και οικονομικό έλεγχο / περιορισμό των κατά τα άλλα επιθυμητών και επιδιωκόμενων μετελαστικών παραμορφώσεων και μηχανισμών.					

3.2.6 Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων (Κ.Τ.Χ. 2000)

Με την υπ' αριθμ. Δ14/36010/29-2-2000 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 381 /Β/24-3-2000) εγκρίθηκε ο ελληνικός Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (Κ.Τ.Χ. 2000), που αποτελέσε πολύ σημαντικό γεγονός στην αγορά και τη χρήση των χαλύβων στη χώρα μας.

Ο Κ.Τ.Χ. 2000 αποτελεί ένα πρωτότυπο κείμενο (χωρίς ομόλογο σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο) και είναι συνδυασμός Προτύπων, Ευρωκωδίκων αλλά και επιστημονικών γνώσεων και εμπειριών από την εφαρμογή. Προσπάθησε, στα πλαίσια του νομικώς εφικτού, να συμπληρώσει, να ολοκληρώσει και να εκσυγχρονίσει τα προϊσχύοντα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971, πλησιάζοντας το σχέδιο Ευρωπαϊκού Προτύπου prEN10080 και συμμορφούμενος προς τους Ευρωκώδικες EC 2 και EC 8, αλλά και τους Ελληνικούς Κανονισμούς Σκυροδέματος και Αντισεισμικό.

Έτσι έκανε για πρώτη φορά μνεία σε ιδιότητες, χαρακτηριστικά και άλλα θέματα που αφορούν τους χάλυβες και τα οποία απουσίαζαν από τα Πρότυπα του ΕΛΟΤ, κάποια χαρακτηριστικά εκ των οποίων είναι: Οι μέθοδοι παραγωγής των χαλύβων και των διακρίσεων που αυτές συνεπάγονται, η ολκιμότητα και οι περί αυτήν απαιτήσεις, η επιμήκυνση υπό το μέγιστο φορτίο A_{gt} , οι οριακές τιμές των στοιχείων που μετέχουν στην σύνθεση του κράματος και του ισοδύναμου σε άνθρακα κάνοντας αναφορά στην περιεκτικότητα του αζώτου και των στοιχείων που το δεσμεύουν και θέτοντας όρια στην περιεκτικότητα του χαλκού (ευμενούς στοιχείου για τη διάβρωση αλλά δυσμενούς για τη

συγκόλληση), η πυκνότητα και οι γεωμετρικές απαιτήσεις των νευρώσεων, τα όρια για την διάβρωση του χάλυβα και ο κίνδυνος της ραδιενέργειας.

Ο ΚΤΧ έτυχε θετικών σχολίων και γενικής αναγνώρισης και υιοθέτησης από το σύνολο του τεχνικού κόσμου και εδώ και 6 χρόνια αναφέρεται και εφαρμόζεται στις τεχνικές μελέτες, αποτελώντας βασικό κείμενο αναφοράς και συμπληρώνοντας τη δέσμη των σχετικών κανονισμών (Κ.Τ.Σ., Ε.Κ.Ω.Σ. και Ε.Α.Κ.) που διέπουν τα έργα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Αξιοσημείωτο είναι, ότι στα σχόλια του Κανονισμού, επισημαίνεται ότι οι τιμές που δίνονται στον Πίνακα 3.1 δεν καλύπτουν τις απαιτήσεις αυξημένης πλαστιμότητας που θέτουν οι σύγχρονοι Κανονισμοί. Έτσι παρατίθεται ο Πίνακας 3.4 όπου δίνονται τέτοιες απαιτήσεις, υπό τις σύγχρονες αντιλήψεις. Από την σύγκριση των Πινάκων 3.1 και 3.4 είναι εμφανής η ασυμφωνία που υπάρχει μεταξύ των σύγχρονων Κανονισμών και των Προτύπων ΕΛΟΤ 959 και 971 στα οποία εκ των πραγμάτων βασίζεται ο Κ.Τ.Χ.

Πίνακας 3.4: Ειδικές απαιτήσεις χαλύβων για λόγους αυξημένης πλαστιμότητας, κατά τους σύγχρονους Κανονισμούς σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ.

Μέγεθος	ENV 1998: 1994 (Ευρωκώδικας 8)		prEN 10080 (έκδοση 1999) ⁽¹⁾	Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος 2000 ⁽²⁾
	Κατασκευές κατηγορίας πλαστιμότητας M (μέση)	Κατασκευές κατηγορίας πλαστιμότητας Y (υψηλή)	Χάλυβας κατηγορίας C ($f_{yk}=450$ N/mm^2) ⁽⁴⁾	
f_t/f_y	$\geq 1,15^{(3)}$ $\leq 1,35^{(3)}$	$\geq 1,20^{(3)}$ $\leq 1,35^{(3)}$	$\geq 1,15^{(4),(5)}$ $\leq 1,35^{(4),(5)}$	$\geq 1,10^{(4)}$ $\leq 1,35^{(4)}$
$\varepsilon_{u,k}$ (%)	$\geq 6,0$	$\geq 9,0$	$\geq 7,5^{(4)}$	$\geq 7,0^{(4)}$
$f_{y,act}/f_{y,nom}$	$\leq 1,25$	$\leq 1,20$	$\leq 1,20^{(4),(5)}$	$\leq 1,30^{(4)}$

(1) Επί των τιμών αυτών υπάρχει η σύμφωνη γνώμη της Επιτροπής του Ευρωκώδικα 8.

(2) Οι τιμές αυτές θα μπορούσαν να θεωρηθούν απαιτητές στη μεταβατική περίοδο, μέχρι τη μετατροπή του ENV 1998 (Ευρωκώδικας 8) ή του prEN10080 σε Πρότυπα ΕΝ καθώς και κυρίως έως την νομοθετική ισχύ του νέου προτύπου του ΕΛΟΤ 1421.

(3) Μέσες τιμές

(4) Χαρακτηριστικές τιμές που αντιστοιχούν σε ποσοστημόριο $p=90\%$ εκτιμώμενο με πιθανότητα $\alpha=90\%$

(5) Οι τιμές των f_y , $f_{y,act}$, f_t υπολογίζονται με βάση την ονομαστική διατομή

(6) Η επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο $\varepsilon_{u,k}$ (Agt) μετριέται μακριά από το λαιμό εν γένει και είναι πολύ μικρότερη από την επιμήκυνση μετά τη θραύση ε_5 η οποία μετριέται επί μήκους 5d εκατέρωθεν του λαιμού θραύσης.

Τονίζεται λοιπόν, ότι μέχρι να ενσωματωθούν και να γίνουν απολύτως υποχρεωτικές οι σύγχρονες αυτές αντιλήψεις στο κείμενο του Κανονισμού ο χρήστης μπορεί να απαιτεί από τους προμηθευτές, χάλυβες που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της μελέτης για αυξημένη πλαστιμότητα (τελευταία στήλη του Πίνακα 3.4), δυνατότητα η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική.

3.2.7 Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 10080

Προς την κατεύθυνση του κοινού Προτύπου, έχει κινηθεί η Ε.Ο.Κ. - Ε.Ε. με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 10080 το οποίο εκδόθηκε τελικά στα τέλη του 2005, αλλά για αρκετά χρόνια βρισκόταν στο στάδιο του σχεδίου prEN 10080 λόγω της ασυμφωνίας των μεγάλων χαλυβουργιών και της άρνησής τους να υποχωρήσουν και να απομακρυνθούν από τα δικά τους Εθνικά Πρότυπα.

Όπως αναλυτικότερα θα παρουσιασθεί παρακάτω, ήδη το EN 10080 έχει εγκριθεί στη χώρα μας ως ΕΛΟΤ EN 10080 και έχει αντικαταστήσει το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-1.

Ένα από τα μεγάλα προβλήματα που είχε να λύσει το EN 10080 ήταν η συμβατότητά του με τους Ευρωκώδικες EC 2 για το σκυρόδεμα και EC 8 για τις αντισεισμικές κατασκευές, οι απαιτήσεις και οι «επιθυμίες» των οποίων ξεπερνούσαν τις προδιαγραφές του Προτύπου των χαλύβων. Μια συμβατότητα που έπρεπε να εξασφαλίσει και τη συγκατάθεση των παραγωγών, για το εφικτό της εξασφάλισης των ζητούμενων ιδιοτήτων.

Για παράδειγμα, όπως προαναφέρθηκε, ο EC 8 ζητούσε στις κρίσιμες περιοχές, λόγο εφελκυστικής αντοχής προς όριο διαρροής (f_t/f_y) τουλάχιστον ίσο προς 1,15 για την «μέση κατηγορία πλαστιμότητας» και τουλάχιστον 1,20 για την «υψηλή κατηγορία πλαστιμότητας», **υπό την προϋπόθεση αντιστοίχων εξελίξεων στην τεχνολογία παραγωγής και την τυποποίηση των χαλύβων στην Ευρώπη.**

Γιατί η επιθυμία των Αντισεισμικών Κανονισμών για χάλυβες με μεγάλη αντοχή αλλά συγχρόνως και με αυξημένη (όχι όμως απεριόριστη) ολκιμότητα, προσέκρουε στις δυνατότητες των παραγωγών, κυρίως όμως ερχόταν σε αντίθεση με την διάθεσή τους να διακινδυνεύσουν την απόρριψη κάποιων παρτίδων λόγω οριακής ικανότητάς τους να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις του EC 8. Φαινόταν ότι η λύση θα κατέληγε σε κάποιον συμβιβασμό, μιας κατηγορίας S450s με λόγο τιμών αντοχής / διαρροής (f_t/f_y) περί το 1,15.

Τελικά η λύση δόθηκε δια «της κατάργησης του προβλήματος». Το EN 10080, όπως διαμορφώθηκε σήμερα, είναι ένα γενικό κείμενο Πλαισίου - Προτύπου, **μόνο για συγκολλησίμους χάλυβες**, που καθορίζει μόνο τις απαιτήσεις για την παραγωγή του προϊόντος, για το σύνολο των χαρακτηριστικών που πρέπει να εξετάζονται, τις συνθήκες δοκιμών και ελέγχων και τα κριτήρια συμμόρφωσης, τα όρια των συστατικών των κραμάτων και τα όρια των ανεπιθύμητων στοιχείων, τη γεωμετρία των διατομών κλπ., **ενώ ο καθορισμός των κατηγοριών των χαλύβων και τα ακριβέστερα μηχανικά τους χαρακτηριστικά θα επαφίενται να καθοριστούν με τα Εθνικά Πρότυπα κάθε χώρας.**

Πράγμα που σημαίνει ότι η σύνταξη νέων Ελληνικών Προτύπων που θα αντικαθιστούσαν τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971 ήταν επιβεβλημένη, όπως και πράγματι έγινε με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 1421.

3.2.8 Πρότυπα ΕΛΟΤ 1421-1 ,1421-2, 1421-3

Οι απαιτήσεις των δύο Ελληνικών Προτύπων ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971 ήταν ιδιαίτερα ελαστικές και η ανάγκη για αναμόρφωση τους έγινε επιτακτική όταν άρχισε να εκδηλώνεται ενδιαφέρον για υλικά με βελτιωμένα χαρακτηριστικά που η βιομηχανία είχε πλέον τη δυνατότητα να παράξει. Η προσπάθεια έκδοσης ενός κοινού Ευρωπαϊκού Προτύπου, που θα υποκαθιστούσε τα εθνικά και θα εναρμονιζόταν με τις σύγχρονες απαιτήσεις, ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του '90. Για πάνω από μία δεκαετία, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, δεν μπόρεσε να υπάρξει συμφωνία ενώ παράλληλα απαγορεύτηκε στα κράτη μέλη η έκδοση νέων Εθνικών Προτύπων μέχρι την οριστική αποδοχή-συμφωνία τελικού Ευρωπαϊκού Προτύπου. (καθεστώς standstill).

Σε όλο αυτό το διάστημα και ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία, από ελληνικής πλευράς, λόγω και των αυξημένων αναγκών αντισεισμικής προστασίας, έγιναν προσπάθειες να υιοθετηθούν αυστηρότερες απαιτήσεις για τους χάλυβες. Επειδή οι εργασίες για το κοινό Ευρωπαϊκό Πρότυπο δεν ολοκληρώνονταν, γεννήθηκε η ιδέα του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος στον οποίο περιέχονται μεταξύ άλλων και οι αυστηρότερες απαιτήσεις για την ολκιμότητα. Οι απαιτήσεις αυτές, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 3.2.6, υιοθετήθηκαν ως σχόλια του Κανονισμού και ο χρήστης προτρέπεται να ζητάει χάλυβες υψηλής ολκιμότητας. Αυτό είχε και σαν αποτέλεσμα να πιεσθεί η αγορά και οι παραγωγοί, έστω και αν δεν περιορίζονταν από τα ισχύοντα Πρότυπα, να βελτιώσουν τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων χαλύβων.

Το 2002 ομάδα εργασίας από μέλη της επιτροπής σύνταξης του Κ.Τ.Χ. για λογαριασμό του Ο.Α.Σ.Π. έκανε εισήγηση την οποία κοινοποίησε σε αρμόδιους φορείς, για την καθιέρωση νέας ποιότητας Χ.Ο.Σ. ειδικών (υψηλών) απαιτήσεων ολκιμότητας, για κατασκευές κατηγορίας πλαστιμότητας μεταξύ μέσης (Μ) και υψηλής (Υ) του Ευρωκώδικα 8.

Το τελικό κείμενο είχε σαν βάση το τότε σχέδιο Ευρωπαϊκού Προτύπου prEN10080. Έπειτα από διαβήματα και πιέσεις από την ελληνική πλευρά, επικαλούμενοι και την σεισμικότητα του ελληνικού χώρου (ανάλογες αντιδράσεις υπήρχαν και από άλλα κράτη μέλη) δόθηκε η έγκριση για την κατ' εξαίρεση έκδοση Εθνικού Προτύπου. Οι εργασίες, που έγιναν στα πλαίσια του ΕΛΟΤ, προχώρησαν με σχετικά γρήγορους ρυθμούς και **έτσι τον Φεβρουάριο του 2005 εκδόθηκαν τα νέα Εθνικά Πρότυπα ΕΛΟΤ 1421-1, ΕΛΟΤ 1421-2 και ΕΛΟΤ 1421-3 σε αντικατάσταση των Προτύπων ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971.**

Μετά από τόσα χρόνια, όπως προαναφέρθηκε, **εκδόθηκε και το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 10080, το οποίο υιοθετήθηκε από την Ελλάδα ως ΕΛΟΤ EN**

10080 στις αρχές του 2006 και αντικατέστησε το ΕΛΟΤ 1421-1, με το οποίο όμως δεν έχει ουσιαστικές διαφορές.

Σύμφωνα λοιπόν με την Υπουργική Απόφαση 9529/645/10-5-06, ΦΕΚ 649/Β/24-5-06, “Έλεγχος τεχνικών χαρακτηριστικών χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος”, του Υπουργείου Ανάπτυξης τα νέα αυτά Πρότυπα καθίστανται υποχρεωτικά. Αρχικά η ισχύς της απόφασης θα άρχιζε ένα μήνα μετά την δημοσίευση στο ΦΕΚ. Ακολούθησαν όμως δύο τροποποιήσεις της παραπάνω απόφασης:

- Η Υπουργική Απόφαση 13092/843/23-6-06, ΦΕΚ 938/Β/18-7-06, η οποία άλλαξε και όρισε την έναρξη ισχύς της απόφασης 9529/645/10-5-06 5 μήνες μετά την δημοσίευση της στο ΦΕΚ. Δηλαδή η έναρξη ισχύος των νέων Προτύπων σε αντικατάσταση των παλιών άρχισε την 24-10-2006.
- Η Υπουργική Απόφαση 25535/1660/27-10-06, σύμφωνα με το άρθρο 2 της οποίας «κατ’ εξαίρεση και μέχρι 31-1-2007, επιτρέπεται η εκ παραλλήλου διάθεση και πώληση χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, που έχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας των ποιοτήτων S220, S400, S500, S400s και S500s, όπως αυτά ορίζονται στα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971, του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης».

Ουσιαστικά δηλαδή με την παράταση μέχρι 31-1-2007, δόθηκε η δυνατότητα παράλληλης διάθεσης και πώλησης χαλύβων κατηγορίας S220, S400, S500, S400s και S500s με τους χάλυβες κατηγορίας B500A και B500C, λόγω πιθανής ύπαρξης αποθεμάτων στις ελληνικές χαλυβουργίες και, πιο πιθανό, στις επιχειρήσεις (μάντρες) που εισάγουν χάλυβα από άλλες χώρες, με σκοπό να γίνει πιο ομαλή και χωρίς προβλήματα η μετάβαση στα νέα Πρότυπα.

Τα νέα Πρότυπα λοιπόν είναι τα εξής:

1. ΕΛΟΤ EN 10080 (ΕΛΟΤ 1421-1): Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-Συγκολλήσιμοι χάλυβες – Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις.

Στο Πρότυπο αυτό καθορίζονται οι γενικές απαιτήσεις, οι μέθοδοι ελέγχων, η σήμανση αναγνώρισης των χαλύβων και οι ορισμοί για τα χαρακτηριστικά επίδοσης των συγκολλήσιμων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, που παραδίδονται ως τελικό προϊόν με τις ακόλουθες μορφές:

- ράβδων, ρόλων και ευθυγραμμισμένων προϊόντων,
- φύλλων ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων βιομηχανικής παραγωγής,
- ηλεκτροσυγκολλημένων δικτυωμάτων.

Χαρακτηριστικό του Προτύπου αυτού είναι ότι δεν ορίζει συγκεκριμένες τεχνικές κατηγορίες ποιότητας.

2. ΕΛΟΤ 1421-2: Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-Συγκολλησιμοι χάλυβες – Μέρος 2: Τεχνική κατηγορία B500A.

Στο Πρότυπο αυτό καθορίζονται οι απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά επίδοσης των συγκολλησιμων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος της τεχνικής κατηγορίας B500A.

Οι χάλυβες αυτοί θα διατίθενται στη μορφή:

- ρόλων για την παραγωγή ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων βιομηχανικής παραγωγής,
- φύλλων ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων βιομηχανικής παραγωγής,
- ηλεκτροσυγκολλημένων δικτυωμάτων.

Οι χάλυβες κατηγορίας B500A έχουν περιορισμένες εφαρμογές και θα διατίθενται σε διαμέτρους έως 8mm.

3. ΕΛΟΤ 1421-3: Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-Συγκολλησιμοι χάλυβες – Μέρος 3: Τεχνική κατηγορία B500C.

Στο Πρότυπο αυτό καθορίζονται οι απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά επίδοσης των συγκολλησιμων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος της τεχνικής κατηγορίας B500C, που παραδίδονται ως τελικό προϊόν με τις ακόλουθες μορφές:

- ράβδων, ρόλων και ευθυγραμμισμένων προϊόντων,
- φύλλων ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων βιομηχανικής παραγωγής,
- ηλεκτροσυγκολλημένων δικτυωμάτων.

Οι χάλυβες κατηγορίας B500C είναι υψηλής ολκιμότητας, οι μηχανικές ιδιότητες και η χημική σύσταση των οποίων φαίνονται στους Πίνακες 3.5 και 3.6 αντίστοιχα.

Σημειώνεται ότι για την δυνατότητα παραγωγής της κατηγορίας αυτής χαλύβων είχε προηγουμένως «εξασφαλισθεί» η διαβεβαίωση των ελληνικών βιομηχανιών παραγωγής.

Πίνακας 3.5: Ιδιότητες εφελκυσμού για την τεχνική κατηγορία B500C

Ιδιότητα	Τιμή
Όριο διαρροής R_e , (MPa)	≥ 500
Λόγος R_m/R_e	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$
Συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο A_{gt} (%)	$\geq 7,5$
$R_{e,act}/R_{e,nom}$	$\leq 1,25$

Οι καθορισμένες τιμές για τις ιδιότητες εφελκυσμού (R_e , R_m/R_e , A_{gt} και $R_{e,act}/R_{e,nom}$) είναι οι αντίστοιχες χαρακτηριστικές τιμές με $p=0,95$ για το R_e , $p=0,10$ για το $\max R_m/R_e$ και το $R_{e,act}/R_{e,nom}$ και $p=0,90$ για το $\min R_m/R_e$, A_{gt} .

Πίνακας 3.6: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές για τη χημική σύσταση (% κ. β.)

	Ανθρακας ^α C	Θείο S	Φωσφόρος P	Αζωτο ^β N	Χαλκός Cu	Ισοδύναμο άνθρακα ^α C_{eq}
Ανάλυση χυτηρίου	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Ανάλυση προϊόντος	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52
^α Επιτρέπεται η υπέρβαση των μέγιστων τιμών για τον άνθρακα κατά 0,03% κατά βάρος, με την προϋπόθεση ότι το ισοδύναμο του άνθρακα μειώνεται κατά 0,02% κατά βάρος. ^β Υψηλότερες περιεκτικότητες αζώτου είναι επιτρεπτές εάν υπάρχουν επαρκείς ποσότητες στοιχείων που δεσμεύουν το άζωτο.						

Οι βασικές απαιτήσεις για τις προδιαγραφόμενες ποιότητες χαλύβων στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421 παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 3.7.

Πίνακας 3.7: Βασικές απαιτήσεις για προδιαγραφόμενες ποιότητες χαλύβων στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421

Όνομα κατηγορίας προϊόντος	B500A		B500C			
Μορφή προϊόντος	Ρόλοι ^(α) Δομικά πλέγματα Ηλεκτροσυγκολλημένα δικτυώματα		Ράβδοι	Ρόλοι	Ηλεκτροσυγκολλημένα πλέγματα	Ηλεκτροσυγκολλη- μένα δικτυώματα
Γεωμετρία επιφάνειας	Νευρώσεις					
Κατηγορία ολκιμότητας	A		C	C		
Ονομαστική διάμετρος (mm)	5 έως 8		6 έως 40	6 έως 16		
Όριο διαρροής Re (N/mm ²) ^(β)	500					
Λόγος Rm / Re	1,05 ^(γ)		≥ 1.15 και ≤ 1.35			
Λόγος Re,act / Re,nom	-		≤ 1,25			
Επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt %	2,5 ^(δ)		≥7,5			
Εύρος διακύμανσης τάσεων για τη δοκιμή κόπωσης 2σ _A (N/mm ²) ^(ε)	-		150			
Ικανότητα κάμψης	Δοκιμή αναδίπλωσης σε κυλινδρικό στέλεχος διαμέτρου 3d		Δοκιμή αναδίπλωσης για 6mm ≤ d ≤ 16mm		κυλινδρικό στέλεχος διαμέτρου 3d	
			Δοκιμή αναδίπλωσης για d ≥ 16mm		κυλινδρικό στέλεχος διαμέτρου 6d	
Δύναμη διάτμησης (N)	0,25*A*Re ^(στ) (για πλέγματα)		0,25*A*Re ^(στ) (για πλέγματα)			
Ανηγμένη επιφάνεια προβολής νευρώσεων f _R	5mm≤ d ≤ 6mm	0,039	d=6mm		0,039	
	6,5mm≤ d ≤ 8mm	0,045	d=8mm		0,045	
			d=10mm		0,052	
			d>10mm		0,056	
Απόκλιση από την ονομαστική μάζα (μεμονωμένα για ράβδο ή σύρμα) %	±6		για d ≤ 8mm		±6	
			για d>8mm		±4,5	
Χημική σύσταση ^(ζ) % (%κ.β.)	C ≤ 0,22 (0,24) ^(η) , S ≤ 0,050 (0,055), P ≤ 0,050 (0,055), N ≤ 0,012 (0,014) ^(θ) , Cu ≤ 0,80 (0,85)					
Ισοδύναμο άνθρακα ^(στ) % (%κ.β.)	Ceq ≤ 0,50 (0,52) ^(ι)					

α) Οι ρόλοι προορίζονται για την παραγωγή δομικών πλεγμάτων και ηλεκτροσυγκολλημένων δικτυωμάτων.

β) Για ρόλους, πλέγματα και δικτυώματα, η τιμή υπολογίζεται μετά από τεχνητή γήρανση.

γ) Για d=5mm και 5,5mm: Rm/Re ≥ 1,02.

δ) Για d=5mm και 5,5mm: Agt ≥ 1,5%.

ε) Επίσης είναι σ_{max}=300Mpa, N=2x10⁶ κύκλοι δοκιμής.

στ) Α η επιφάνεια διατομής του σύρματος. Για τα δικτυώματα γίνονται ειδικές δοκιμές.

ζ) Οι εκτός παρένθεσης τιμές αναφέρονται στο χυτήριο, ενώ οι εντός στο τελικό προϊόν.

η) Επιτρέπεται η υπέρβαση των μέγιστων τιμών για τον άνθρακα κατά 0,03% κ.β., με την προϋπόθεση ότι το ισοδύναμο του άνθρακα μειώνεται κατά 0,02% κ.β.

θ) Υψηλότερες περιεκτικότητες αζώτου είναι επιτρεπτές εάν υπάρχουν επαρκείς ποσότητες στοιχείων που το δεσμεύουν.

3.2.9 Οι νέες απαιτήσεις που εισάγονται με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 1421

Οι μεταβολές και διαφοροποιήσεις που εισάγουν τα νέα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2 ΕΛΟΤ 1421-3 σε σχέση με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971 και τον Κ.Τ.Χ. 2000 είναι ριζικές, οι κυριότερες από τις οποίες είναι:

- 1. Οι χάλυβες είναι πλέον μόνον συγκολλησιμοι.** Δεν επιτρέπεται η παραγωγή και η κυκλοφορία των χαλύβων που ήταν «συγκολλησιμοι υπό προϋποθέσεις».
- 2. Ορίζονται δύο νέες τεχνικές κατηγορίες χαλύβων,** με την ίδια απαίτηση για το όριο διαρροής (500 MPa), αλλά με διαφορετική απαίτηση ολκιμότητας: **Χάλυβες οπλισμού B500C (υψηλής ολκιμότητας) και B500A (χαμηλής ολκιμότητας).** Η χρήση της δεύτερης αφορά μόνο δομικά πλέγματα και ηλεκτροσυγκολλημένα δικτυώματα χαμηλής ολκιμότητας, όπως επίσης και ρόλους για την παραγωγή αυτών των μορφών.
Ουσιαστικά επιβάλλεται η αποκλειστική χρήση χαλύβων υψηλής ολκιμότητας B500C στα κτιριακά (τουλάχιστον) έργα, το οποίο είναι εξαιρετικά σημαντικό για την επίτευξη πλάστιμων κατασκευών που έχουν τη δυνατότητα ανακατανομής εντάσεων στην περίπτωση ενός σεισμού.
- 3. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στα νέα Πρότυπα διαφέρουν από τα χρησιμοποιούμενα στα παλιά και στον ΚΤΧ-2000.** Η αντιστοιχία παρατίθεται στον Πίνακα 3.8.

Πίνακας 3.8: Αντιστοιχία συμβόλων μεταξύ νέων, παλιών Προτύπων και Κ.Τ.Χ.

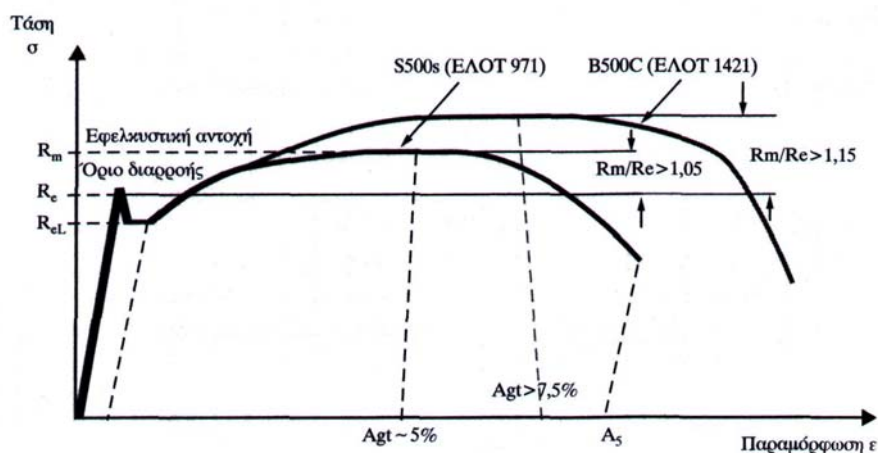
ΕΛΟΤ EN 10080 ΕΛΟΤ 1421-2 ΕΛΟΤ 1421-3	Μηχανικά χαρακτηριστικά	ΕΛΟΤ 959 ΕΛΟΤ 971	Κ.Τ.Χ. 2000
R_e	Όριο διαρροής	f_y	f_y
$R_{p0.2}$	Συμβατικό όριο διαρροής $\varepsilon = 0,2\%$	$f_{0.2}$	$f_{0.2}$
R_m	Εφελκυστική αντοχή	f_{st}	f_t
R_m/R_e	Λόγος εφελκυστικής αντοχής /όριο διαρροής	f_{st}/f_y	f_t/f_y
A_{gt}	Συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο	-	$\varepsilon_{u,k}$

- 4. Οι τιμές των μηχανικών χαρακτηριστικών.** Οι οριζόμενες τιμές των μηχανικών χαρακτηριστικών των χαλύβων είναι χαρακτηριστικές τιμές, ήτοι έχουν πιθανότητα 5% να υπολείπονται ή να υπερβληθούν (κατά περίπτωση). Παρά ταύτα ορίζονται επίσης μέγιστες και ελάχιστες τιμές, για διάφορους λόγους. Στον Πίνακα 3.9 γίνεται σύγκριση των μηχανικών ιδιοτήτων των χαλύβων μεταξύ των παλιών και των νέων Προτύπων, ενώ στην Εικόνα 3.7 γίνεται συγκριτική παραστατική παρουσίαση των βασικών απαιτήσεων τους.

Πίνακας 3.9: Μηχανικές ιδιότητες για τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος κατά ΕΛΟΤ 959 - ΕΛΟΤ 971 και κατά ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2, ΕΛΟΤ 1421-3

	ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971					ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2, ΕΛΟΤ 1421-3	
Χαρακτηριστικό	Τεχνική Κατηγορία					Τεχνική Κατηγορία	
	S220	S400	S500	S400s	S500s	B500A	B500C
Όριο διαρροής, f_y ή R_e (MPa)	220	400	500	400	500	≥ 500	≥ 500
Εφελκυστική αντοχή, f_t ή R_m (MPa)	340	500	550	440	550	-	-
Λόγος της πραγματικής προς την ονομαστική τιμή του ορίου διαρροής, $f_{y,act}/f_{y,nom}$ ή $R_{e,act}/R_{e,nom}$	-	-	-	-	-	-	$\leq 1,25$
Λόγος της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής, f_t/f_y ή R_m/R_e	-	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$ ($\geq 1,03$ για $d < 6\text{mm}$)	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$
Επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο $\varepsilon_{u,k}$ ή A_{gt} (%)	-	-	-	-	-	$\geq 2,5$ (≥ 2 για $d < 6\text{mm}$)	$\geq 7,5$
Επιμήκυνση μετά τη θραύση, ε_5 (%)	24	14	12	14	12	-	-

Οι τιμές του Πίνακα είναι χαρακτηριστικές



Εικόνα 3.7: Απλοποιημένη συγκριτική παρουσίαση των βασικών απαιτήσεων των Προτύπων ΕΛΟΤ 971 και ΕΛΟΤ 1421

Έτσι:

- **Για την κατηγορία B500C** η χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής ορίζεται στα 500 MPa, **ορίζεται όμως και ανώτατη τιμή 625 MPa** ($f_{y,act}/f_{y,nom} \leq 1,25$), για την αποφυγή υπεραντοχών που θα αχρήστευαν τους ικανοτικούς ελέγχους.
 - **Δεν ορίζεται με άμεσο τρόπο ελάχιστη εφελκυστική αντοχή.** Ο ορισμός της γίνεται εμμέσως μέσω του λόγου της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής (R_m/R_e). Αυτός ο λόγος ορίζεται $\geq 1,05$ για τους χάλυβες B500A ($\geq 1,03$ για $\Phi < 6\text{mm}$), ενώ αντίστοιχα για τους χάλυβες B500C πρέπει να είναι $R_m/R_e \geq 1,15$ και συγχρόνως $\leq 1,35$, για την ίδια ως άνω αιτία, δηλαδή την ικανοποίηση του ικανοτικού ελέγχου και την προστασία έναντι υπεραντοχών. Έτσι στενεύουν τα όρια εντός των οποίων εργάζεται ο παραγωγός και επομένως αυξάνονται οι πιθανότητες απόρριψης υλικού λόγω υπεραντοχής (π.χ. λόγω έντονης βαφής σε χάλυβες Tempcore/Thermex).
 - **Εισάγεται η ομοιόμορφη επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο $A_{gt}(\%)$** η οποία πρέπει να είναι $\geq 2,5\%$ για τους χάλυβες B500A ($\geq 2\%$ για $\Phi < 6\text{mm}$), ενώ για τους χάλυβες B500C πρέπει να είναι $\geq 7,5\%$. Οι τιμές αυτές των μηκύνσεων δεν είναι συγκρίσιμες προς τις αναγραφόμενες τιμές στα προηγούμενα Πρότυπα και Κανονισμούς, καθώς σ' αυτά υπάρχει η «ανούσια» επιμήκυνση μετά την θραύση $\epsilon_s(\%)$.
 - **Ορίζονται και οριακές τιμές (μέγιστες ή ελάχιστες) για τα πιο πάνω μεγέθη,** χωρίς να καταργείται η απαίτηση για την ελάχιστη (χαρακτηριστική) τιμή ορίου διαρροής 500MPa, για λόγους αποφυγής επίδειξης υπερβολικής αυστηρότητας έναντι του παραγωγού, σε περιπτώσεις αμφισβήτησεων επάρκειας του υλικού από τον χρήστη. Για το όριο διαρροής τίθενται οι ελάχιστες τιμές 475MPa και 485 MPa για τις κατηγορίες B500A και B500C αντίστοιχα και 635MPa ως μέγιστη τιμή για την κατηγορία B500C. Για την συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο A_{gt} οι ελάχιστες τιμές είναι 2% και 7% για τις κατηγορίες B500A και B500C αντίστοιχα. Για τον λόγο R_m/R_e οι ελάχιστες τιμές είναι 1,02 και 1,13 αντίστοιχα για τις κατηγορίες B500A και B500C, ενώ για την κατηγορία B500C υπάρχει και η τιμή 1,37% ως μέγιστη τιμή του λόγου f_t/f_y . Διευκρινίζεται ότι οι παραπάνω τιμές αποτελούν ειδικές περιπτώσεις κατά την εκτίμηση συμμόρφωσης του παραγωγού ή κατά το δειγματοληπτικό έλεγχο από το χρήστη σε περίπτωση αμφισβήτησης.
 - **Το όριο διαρροής και η εφελκυστική αντοχή θα υπολογίζονται χρησιμοποιώντας το εμβαδόν της ονομαστικής διατομής της ράβδου και όχι της πραγματικής,** που κακώς χρησιμοποιούνταν μέχρι σήμερα.
5. **Θεσπίζεται συγκεκριμένο σύστημα αναγνώρισης τόσο της χώρας και του εργοστασίου παραγωγής όσο και της τεχνικής κατηγορίας.** Μέχρι τώρα στα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971 ήταν υποχρεωτική η ύπαρξη ενός συστήματος αναγνώρισης (σήμανση) της χώρας και του εργοστασίου και μάλιστα χωρίς να προσδιορίζεται η μορφή της σήμανσης. Τώρα, προστίθεται και σύστημα αναγνώρισης της τεχνικής κατηγορίας, το οποίο συνίσταται σε

επιπλέον σήμανση σε άλλη πλευρά των νευρώσεων από αυτήν που θα υπάρχει σήμανση για χώρα/εργοστάσιο.

- 6. Θεσπίζονται σύστημα αναγνώρισης του εργοστασίου ή της επιχείρησης διαμόρφωσης ρόλων χαλύβων οπλισμού, καθώς και ειδικές απαιτήσεις που αφορούν τον έλεγχο των τελικών ευθυγραμμισμένων προϊόντων.** Στην αρχή της σήμανσης για αναγνώριση χώρας/εργοστασίου, θα πρέπει να υπάρχει ένα επιπλέον διακριτικό, που να φανερώνει ότι το τελικό προϊόν παράχθηκε από ρόλο. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται πρακτικά η δυνατότητα διάκρισης της χρήσης ράβδων που παράχθηκαν εξ' αρχής σε ευθύγραμμη μορφή και ράβδων που προέρχονται από ευθυγράμμιση ρόλου.

Έτσι υποχρεώνονται όλες οι επιχειρήσεις διαμόρφωσης ρόλων χαλύβων οπλισμού οι οποίες και προσδίδουν, με ψυχρή ολκή ή με ψυχρή έλαση, τις τελικές μηχανικές ιδιότητες στο προϊόν, να το διακινούν με σήμανση που να υποδηλώνει αυτές και όχι το εργοστάσιο που παρήγαγε το ημι-έτοιμο προϊόν, δηλαδή το ρόλο.

Επίσης υποχρεώνονται να διασφαλίζουν με συγκεκριμένες διαδικασίες και ελέγχους ότι και μετά την σχετική κατεργασία, οι ιδιότητες των τελικών προϊόντων εξακολουθούν να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του Προτύπου. Έτσι κατά τον έλεγχο των ευθυγραμμισμένων προϊόντων γίνεται οπτικός έλεγχος για βλάβες στις νευρώσεις, μέτρηση της γεωμετρίας τους και δοκιμές εφελκυσμού. Ουσιαστικά δηλαδή οι επιχειρήσεις αυτές πρέπει να αποκτήσουν σχετικό Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης από τον ΕΛΟΤ

Είναι επιτακτική ανάγκη ωστόσο, κατά την αναμόρφωση του Κ.Τ.Χ. και κατά την προσαρμογή της ισχύουσας νομοθεσίας του Υπουργείου Ανάπτυξης και του ΥΠΕΧΩΔΕ, να συμπεριληφθούν οι παραπάνω υποχρεώσεις αυτών των επιχειρήσεων διαμόρφωσης.

- 7. Τίθενται διαφορετικές απαιτήσεις για τη γεωμετρία επιφάνειας και θεσπίζονται έλεγχοι των γεωμετρικών χαρακτηριστικών.**

Η απαίτηση αυτή επηρεάζει τόσο τους παραγωγούς όσο και τις επιχειρήσεις διαμόρφωσης χαλύβων οπλισμού σε ρόλους, διότι κατά τη διαμόρφωση υπάρχει υποβάθμιση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών.

- 8. Αλλάζουν οι απαιτήσεις για τη χημική σύσταση.**

Ελάχιστη τιμή Ισοδυνάμου Άνθρακα C_{eq} 0,52% αντί για 0,53%.

Ελάχιστη περιεκτικότητα (% κ.β.) N 0,014 αντί για 0,012

Ελάχιστη περιεκτικότητα (% κ.β.) Cu 0,85 (δεν υπήρχε απαίτηση).

Δυνατότητα αποδοχής προϊόντος ακόμη και με περιεκτικότητα (% κ.β.) σε C 0,27%, αν η τιμή Ισοδυνάμου Άνθρακα είναι το πολύ 0,50%.

- 9. Περιλαμβάνονται διατάξεις και προβλέψεις για Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος, όχι μόνο σε ράβδους και ρόλους, αλλά και για δομικά πλέγματα και ηλεκτροσυγκολλημένα δικτυώματα.** Καθορίζονται τα χαρακτηριστικά των πλεγμάτων, διαστάσεις, κατηγορίες χρησιμοποιούμενων χαλύβων, απαιτήσεις συνδέσεως των ράβδων. Μέχρι τώρα δε υπήρχε κάποια

ειδική προδιαγραφή για αυτά τα προϊόντα. Οι βιομηχανίες, εφαρμόζαν εθελοντικά σχετικές προβλέψεις ξένων εθνικών ή Ευρωπαϊκών Προτύπων. Στο εξής τόσο για τα πλέγματα, όσο και για τα δικτυώματα θα γίνονται έλεγχοι για την πιστοποίηση και την παρακολούθηση της ποιότητας και θα πρέπει πλέον να έχουν Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης όπως οι ράβδοι και οι κουλούρες.

Επίσης ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να παραγγείλει προϊόν με τις επιθυμητές από αυτόν παραμέτρους χρήσεως (διαστάσεις, «βήμα» ράβδων κατά τις δύο διευθύνσεις, προεξοχές κλπ.).

10. Ορίζονται δοκιμές κόπωσης για την κατηγορία B500C, ενώ στα προηγούμενα Πρότυπα, δεν υπήρχε καμία αναφορά. Έτσι ορίζεται η μέγιστη τάση ελέγχου, το εύρος, ο ρυθμός και η μορφή διακύμανσης και ο ελάχιστος αριθμός «κύκλων» της δοκιμής.

11. Αλλάζουν οι απαιτήσεις για επιτρεπτές αποκλίσεις για τις ανοχές μάζας (άρα και διατομής και του βάρους ανά μέτρο). Η επιτρεπτή απόκλιση από την ονομαστική μάζα ανά μέτρο δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το $\pm 4,5\%$ για ονομαστικές διαμέτρους πάνω από 8mm και το $\pm 6\%$ για ονομαστικές διαμέτρους ίσες ή κάτω από 8mm.

Οι μικρότερες σε σχέση με πριν ανοχές, υποχρεώνουν τους παραγωγούς, να παρακολουθούν πιο συστηματικά παράγοντες που επηρεάζουν οριακά την τιμή της διατομής, όπως η μορφή και η ποιότητα των νευρώσεων. Επίσης, μειώνεται αισθητά η δυνατή απόκλιση ανάμεσα στο θεωρητικό βάρος μίας ποσότητας και στο πραγματικό.

3.2.10 Ο Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων

Ο Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, συντάσσεται εδώ και ένα χρόνο, με κύριο σκοπό να εκσυγχρονίσει τον υπάρχοντα και να αποτελέσει ένα κανονιστικό κείμενο συμβατό τόσο με το σχετικό Ευρωπαϊκό όσο και το Ελληνικό Πρότυπο.

Όπως στον ΚΤΧ-2000, έτσι και στον καινούργιο Κανονισμό το θεματολόγιο είναι πολύ ευρύτερο σε μια προσπάθεια να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό βοήθημα για τον μηχανικό.

Η αναθεώρηση του ΚΤΧ-2000 κρίθηκε επιβεβλημένη κυρίως για τους παρακάτω λόγους:

- α) Όπως προαναφέρθηκε, οι αλλαγές που προκύπτουν με τα νέα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2 ΕΛΟΤ 1421-3 στις κατηγορίες ποιότητας των χαλύβων και στις βελτιώσεις των ιδιοτήτων τους είναι πολύ σημαντικές και οδηγούν σε αναπροσαρμογή του ΚΤΧ-2000 με σκοπό να ενσωματώσει όλες αυτές τις αλλαγές σε όλα τα κεφάλαιά του.
- β) Στο διάστημα από την έκδοση του ΚΤΧ το 2000 μέχρι σήμερα έχει αποκτηθεί μεγάλη εμπειρία και νέα επιστημονική γνώση που έχει οδηγήσει στην διαπίστωση ελλείψεων σε επιμέρους θέματα ή ανάγκες για συμπληρώσεις σε άλλα. Κάποια απ' αυτά τα θέματα είναι τα παρακάτω:

- Μετατροπή ορισμένων παραρτημάτων και επεξηγήσεων του ΚΤΧ από πληροφοριακά σε κυρίως κείμενο του Κανονισμού.
- Διαμόρφωση χαλύβων και ειδικότερα, κάμψεις – εναρμόνιση με ΕΚΩΣ.
- Διαδικασίες αυτοψιών. Έμμεσες μέθοδοι εντοπισμού χαλύβων, εκτίμηση βλαβών από φωτιά, διάβρωση, ελλιπή όπλιση, κλπ. Διαδικασίες αποτύπωσης υπάρχουσας κατάστασης μιας κατασκευής, εργαστηριακοί έλεγχοι κλπ.
- Συγκολλήσεις. Νέα δεδομένα και πρακτικές, πρόσθετες συστάσεις και διατάξεις. Θέματα επεμβάσεων (επισκευές και ενισχύσεις) σε υφιστάμενα κτίρια.
- Διάβρωση. Πρόσθετες συστάσεις και διατάξεις για την διάβρωση των οπλισμών, τους ελέγχους αλλά και την προστασία τους.
- Έλεγχοι και κριτήρια αξιολόγησης.
- Συμπεριφορά των χαλύβων σε ακραίες θερμοκρασίες. Στοιχεία και απαιτήσεις για χάλυβες οπλισμού σε έργα υπό υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες (π.χ. άνω των 400° C ή κάτω των -10° C).
- Κόπωση χαλύβων.
- Διαδικασίες και έλεγχοι αγοράς.
- Κανόνες ασφαλείας για την πρόληψη ατυχημάτων σε όλες τις φάσεις διακίνησης, διαμόρφωσης, παραλαβής και τοποθέτησης.
- Ηλεκτροσυγκολλητά πλέγματα, που χρησιμοποιούνται ευρέως είτε ως κύριοι οπλισμοί (π.χ. για πλάκες και τοιχεία) είτε υπό τη μορφή κλωβών εγκάρσιου οπλισμού (συνδετήρες για δοκούς και υποστυλώματα / τοιχώματα).
- Αναφορά σε άλλους χάλυβες οπλισμού (ανοξειδωτους και προέντασης), που ενώ χρησιμοποιούνται σε πολλά έργα (ειδικών απαιτήσεων, γέφυρες) δεν καλύπτονται ούτε από στοιχειώδεις διατάξεις.
- Ασφάλεια εργαζομένων στις φάσεις διακίνησης, διαμόρφωσης, τοποθέτησης, συγκόλλησης κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Συμμόρφωση Ποιότητας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος

4.1 Πιστοποιητικά Συμμόρφωσης

Οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος είναι μεταξύ των υλικών των οποίων η διακίνηση προϋποθέτει την ύπαρξη σχετικού **Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης** (product conformity certification). Το πιστοποιητικό αυτό, αντιστοιχεί σε αυτό που γνωρίζουμε ως CE για πολλά άλλα υλικά, αλλά (προς το παρόν) υπάρχουν κάποιες διαφορές στη χορήγηση του για τους χάλυβες οπλισμού.

Το Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (Ποιότητας) απονέμεται με συγκεκριμένες διαδικασίες και όρους στον παραγωγό και αποτελεί εγγύηση ότι τηρούνται διαδικασίες ποιότητας, που εξασφαλίζουν τη σταθερή συμμόρφωση των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος που παράγονται σε συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής, με τις τεχνικές απαιτήσεις του εκάστοτε ισχύοντος Προτύπου ΕΛΟΤ (Εικόνα 4.1). Το Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (Ποιότητας), χορηγείται από τον ΕΛΟΤ ή άλλο αναγνωρισμένο Ευρωπαϊκό φορέα πιστοποίησης. Δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένες ποσότητες χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, αλλά στο εργοστάσιο γενικά, για αυτό και δεν θα δει κανείς σε αυτό, ούτε αναφορές σε αποτελέσματα δοκιμών, ούτε αριθμούς χυτηρίων (παρτίδων παραγωγής).

Δεν πρέπει να γίνεται σύγχυση με την πιστοποίηση Συστήματος Ποιότητας κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9001: 2000 (ISO 9001 certification). Η τελευταία δεν αναφέρεται σε τεχνικό πρότυπο, αλλά στις διαδικασίες που τηρούνται σε μια εταιρεία, έτσι ώστε να διατηρείται ένα σταθερό επίπεδο ποιότητας ενός προϊόντος, οι προδιαγραφές του οποίου έχουν τεθεί από την ίδια (λαμβάνομένου υπόψη του ευρύτερου νομικού και κανονιστικού πλαισίου), για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών της (Εικόνα 4.1). Η πιστοποίηση αυτή δεν είναι υποχρεωτική, σε αντίθεση με την Πιστοποίηση Συμμόρφωσης Προϊόντος.

Απλουστευτικά, θα λέγαμε ότι η ύπαρξη πιστοποιητικού ISO, αποτελεί εγγύηση, ότι κάποιος φορέας, δουλεύει με οργανωμένο, "νοικοκυρεμένο" και ελέγξιμο τρόπο, αντίστοιχο με διεθνείς προδιαγραφές οργάνωσης και λειτουργίας, που οδηγεί στην επίτευξη σταθερού επιπέδου ποιότητας, χωρίς όμως να μας βεβαιώνει και για τη συμμόρφωση αυτής της ποιότητας με τις τεχνικές απαιτήσεις ενός Προτύπου για κάποιο υλικό. Και αυτό, παρά το γεγονός ότι στο αναφερόμενο πεδίο πιστοποίησης πάνω στο Πιστοποιητικό, αναφέρεται ενδεχομένως και η παραγωγή του συγκεκριμένου υλικού.

Το πιστοποιητικό κατά ISO 9001, χορηγείται επίσης από τον ΕΛΟΤ, αλλά και από δεκάδες άλλους διαπιστευμένους φορείς πιστοποίησης συστημάτων ποιότητας. Όλες οι χαλυβουργίες υποχρεούνται και έχουν Πιστοποίηση Συμμόρφωσης Προϊόντος και φυσικά κάποιο Σύστημα Ποιότητας, χωρίς ωστόσο το δεύτερο να είναι υποχρεωτικά πιστοποιημένο κατά ISO 9001.



Εικόνα 4.1: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος για χάλυβες S500s (ράβδους) και Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Ποιότητας του ελληνικού εργοστασίου Σιδενόρ Α.Ε.

Στην περίπτωση εισαγωγής χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος από χώρα εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), η πιστοποίηση του υλικού από τον ΕΛΟΤ δεν αφορά τον παραγωγό γενικά, αλλά την συγκεκριμένη ποσότητα εισαγωγής. Εκδίδεται τότε αντί του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης (Ποιότητας), σχετικό **Πιστοποιητικό Ελέγχου** (Εικόνα 4.2).



Αρ.Πιστοποιητικού
05.17.09/ 68-04

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης Α.Ε.-ΕΛΟΤ, έχοντας υπόψη τις διατάξεις της Υ.Α. του ΥΒΕΤ 15283/Φ7/422 (ΦΕΚ 746/Β/30-8-95) χορηγεί το πιστοποιητικό αυτό στην «ΤΣΙΧΛΑΚΗ ΑΕΣΤΕ» - Αγία Πελαγία Μισσηριά, 74100 Ρέθυμνο- για το προϊόν Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος και για τις παρακάτω ποιότητες και ποσότητες σύμφωνα με τα πρότυπα / προδιαγραφές / τυποποιητικά έγγραφα :

ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ kg	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΓΡΑΦΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ
S 220 Φ 8 mm	49.220	ΕΛΟΤ 959	Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος
S500s Φ 8 mm	76.840	ΕΛΟΤ 971	» » »
S 500s Φ 10 mm	99.390 (χρ.5364)	»	» » »
S 500s Φ 12 mm	151.760	»	» » »
S 500s Φ 14 mm	75.620	»	» » »
S 500s Φ 16 mm	186.480	»	» » »
S 500s Φ 18 mm	196.880	»	» » »
S 500s Φ 20 mm	183.760	»	» » »

Παρατηρήσεις: Η παραπάνω ποσότητα αναγράφεται στο τιμολόγιο της BEMACO LIMITED με στοιχεία Νο 9233/16-8-2004. Σύμφωνα με την Υ.Α. του ΥΒΕΤ 15283/Φ7/422 (ΦΕΚ 746/Β/30-8-95) η ανωτέρω ποιότητα και διατομή πρέπει να αναγράφεται υποχρεωτικά στα παραστατικά έγγραφα εμπορίας και διανομής της αντιστοιχίας ποσότητας των χάλυβων, χώρα προέλευσης Τουρκία.

Το παρόν Πιστοποιητικό ισχύει για τις ανωτέρω αναγραφόμενες παρτίδες Χάλυβος Οπλισμού Σκυροδέματος.

Αθήνα: 2004-09-07

 Ζαχαρίας Μαυρούκας
 Διευθύνων Σύμβουλος


Αυτό το πιστοποιητικό ελέγχου ισχύει στο σύνολό του - Αποσπάσματά του είναι ανίσχυρα



Εικόνα 4.2: Πιστοποιητικό Ελέγχου Παρτίδας από τον ΕΛΟΤ και Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Συστήματος Ποιότητας από γερμανικό φορέα πιστοποίησης του τούρκικου εργοστασίου Kaptan Demir Celik A.S.

Στα συνοδευτικά έγγραφα ποιότητας που δίνει ο παραγωγός, περιλαμβάνεται επίσης και το **Πιστοποιητικό Ελέγχου Παραγωγής (mill test certificate)** (Εικόνα 4.3) από τον παραγωγό (και όχι από τρίτο ανεξάρτητο μέρος), το οποίο έχει σημαντική σπουδαιότητα, διότι:

- Δίνει τους αριθμούς χυτηρίων, από τα οποία προέρχεται η παραδιδόμενη ποσότητα χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος.
- Αναφέρεται σε δοκιμές ελέγχων στο εργαστήριο του παραγωγού (μηχανικές ιδιότητες, χημική ανάλυση), σε δείγματα που έχουν ληφθεί από τα χυτήρια αυτά. Είναι δηλαδή το μόνο έγγραφο που παρέχει τεχνικές πληροφορίες.


SOVEL
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΟΤΥΠΩΣ ΚΑΛΥΒΩΝ Α.Ε.

Α.Φ.Μ.: 094280379

Εξοχ.
 Α. Κηρύκος 115
 115 24 Αθήνα
 Τηλ.: 210 / 6861 111
 Fax : 210 / 6864 402

Γραφείο:
 Χαμάρας 16
 151 25 Μαρούσι
 Τηλ.: 210 / 6861 111
 Fax : 210 / 6864 513

Εργοστάσιο:
 371 00 Αλκυονίδες
 Μαγνησίας
 Τηλ.: 24220 / 77 111
 Fax : 24220 / 25 615

28/3/2005

ΠΡΟΣ: ΤΣΙΧΛΑΚΗΣ ΑΕΕΤΕ

ΒΕΒΑΙΩΣΗ

Βεβαιούται ότι η ποσότητα συγκολλησίου χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος ποιότητας S500s (B500C) σε ρόλους που σας παραδίδεται, προέρχεται από τις παρακάτω χυτεύσεις και έχει ελεγχθεί σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ 971/94 (S500s) και DIN 488/86 (BSI500WR).

Επίσης βεβαιούται ότι ο χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος που σας παραδίδεται, έχει ελεγχθεί και βρέθηκε ελεύθερος από ραδιενέργεια.


Δελτίο Αποστολής : 19
Ημερομηνία Αποστολής : 24/3/2005
Αρ. Πιστοποιητικού ΕΛΟΤ : 010/01.17.09/3

ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (%)


ΧΥΤΗΡΙΟ	C	Mn	S	P	Si	Cr	Ni	Cu	N	Ceq
01233	0,205	0,953	0,038	0,022	0,146	0,100	0,084	0,363	0,011	0,417
01235	0,204	0,956	0,047	0,015	0,156	0,081	0,092	0,411	0,011	0,417
01238	0,205	0,968	0,036	0,019	0,170	0,103	0,087	0,381	0,011	0,420
01234	0,191	0,966	0,031	0,018	0,151	0,097	0,089	0,359	0,011	0,405
01236	0,208	0,938	0,039	0,016	0,164	0,115	0,101	0,393	0,012	0,423

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ


ΧΥΤΗΡΙΟ	ΗΜΕΡ. ΕΛΑΣΗ	Φ (mm)	Re (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	A10 (%)
01233	6/3/2005	10.0	526 531 543	642 646 655	24.1 24.0 23.5	18.7 18.6 18.2
01234	6/3/2005	10.0	526 532 522	627 636 623	24.5 24.3 24.5	19.0 18.8 19.0
01235	6/3/2005	10.0	521 529 522	635 642 637	24.4 24.0 24.3	18.9 18.6 18.8
01236	6/3/2005	10.0	529 523 530	647 631 645	23.9 24.4 24.0	18.5 18.9 18.6
01238	6/3/2005	10.0	522 519 525	637 628 641	24.4 24.5 24.0	18.9 19.0 18.6



ΣΙΔΕΝΟΡ
S500s (B500C) ΠΑΛΑΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗ

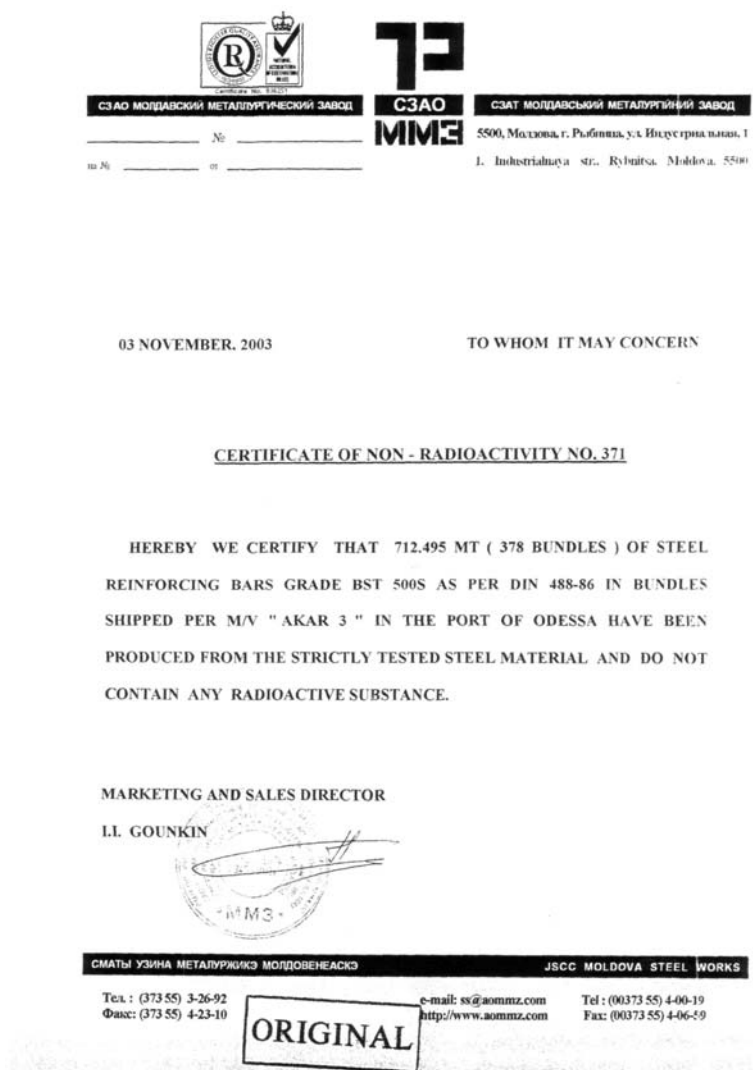


ΣΙΔΕΝΟΡ
S500s (B500C) ΝΕΑ ΣΗΜΑΝΣΗ



Εικόνα 4.3: Πιστοποιητικό Ελέγχου Παραγωγής για χάλυβες S500s σε ρόλους του ελληνικού εργοστασίου SOVEL Α.Ε.

Τέλος, κάθε ποσότητα πρέπει να συνοδεύεται και από **Πιστοποιητικό ότι το υλικό είναι ελεύθερο ραδιενέργειας (Certificate of non-radioactivity)**, το οποίο μπορεί να είναι αυτοτελές (Εικόνα 4.4), ή ενσωματωμένο στο Πιστοποιητικό Ελέγχου Παραγωγής. Σε κάθε περίπτωση, αναφέρεται σε συγκεκριμένη ποσότητα.



Εικόνα 4.4: Certificate of non-radioactivity για συγκεκριμένη παρτίδα του молδαβέζικου εργοστασίου Moldawisches Stahlwerk

4.2 Διαδικασίες ελέγχου και κριτήρια συμμόρφωσης

4.2.1 Εισαγωγή

Με βάση την Υπουργική Απόφαση 15283/Φ7/422, ΦΕΚ 746/Β/30-8-95 και τις διευκρινιστικές Εγκυκλίους 23934/Φ7/670/29-12-95 και 23237/Φ7α9/463/1-12-99 του ΥΒΕΤ, οι χάλυβες που διακινούνται στον Ελληνικό χώρο διακρίνονται, ανάλογα με τη χώρα παραγωγής τους:

- Στους εγχωρίως παραγόμενους (Ελλάδα)
- Στους παραγόμενους από λοιπές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και χώρες της Ε.Ζ.Ε.Σ. Χώρες της Ε.Ζ.Ε.Σ. (Ευρωπαϊκή Ζώνη Ελευθέρων Συναλλαγών) ή ΑΕΛΕ (Association Europeane Libre Echanges) είναι η Νορβηγία, η Ισλανδία και το Λιχτενστάιν που δεν προσεχώρησαν στην Ε.Ε.
- Στους παραγόμενους από τρίτες χώρες.

Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις, εφαρμόζονται διαφορετικές διαδικασίες ελέγχου και κριτήρια συμμόρφωσης.

Παράλληλα όμως και ανεξάρτητα από τη χώρα παραγωγής τους, προβλέπονται και δειγματοληπτικοί έλεγχοι σε όλα τα στάδια διακίνησης των χάλυβων, κυρίως όταν υπάρχει αμφισβήτηση της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του εκάστοτε ισχύοντος Προτύπου για μια παρτίδα υλικού. Έτσι, ο Κανονισμός Τεχνολογίας Χάλυβων (παρ. 5.5.) ορίζει ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί δειγματοληπτικός έλεγχος για επαλήθευση των μηχανικών ιδιοτήτων από το χρήστη.

Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει μια βασική διευκρίνιση. Δεν γίνεται διάκριση με βάση την αρχική προέλευση των υλικών, αλλά με βάση τη χώρα παραγωγής. Παραγωγός, θεωρείται, αυτός που προσδίδει τις τελικές μηχανικές ιδιότητες και άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν, ανεξάρτητα από το αν έχει πραγματοποιήσει ο ίδιος όλο τον κύκλο παραγωγής του υλικού. Έτσι, αναφερόμενοι στους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος που διακινούνται στην Ελλάδα, υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις:

- Οι παραγωγοί προμηθεύονται scrap, πραγματοποιούν τήξη/χύτευση, παράγουν μπιγέτες και στη συνέχεια, με θερμή έλαση και συνδυασμό με άλλες διεργασίες παράγονται οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος ως τελικό προϊόν.
- Οι παραγωγοί προμηθεύονται μπιγέτες από το εξωτερικό και στη συνέχεια με θερμή έλαση και συνδυασμό με άλλες διεργασίες, παράγονται οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος ως τελικό προϊόν.
- Οι παραγωγοί, ή εταιρείες διαμόρφωσης σιδήρου προμηθεύονται ημι-τελικά προϊόντα θερμής έλασης και στη συνέχεια παράγονται οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος ως τελικό προϊόν με ψυχρή διαμόρφωση (ολκή ή έλαση).

Σε όλες τις περιπτώσεις, η πιστοποίηση αφορά την τελική μορφή του προϊόντος. Επίσης, η σήμανση αναγνώρισης του τελικού προϊόντος, αναφέρεται σ' αυτόν που προσδίδει τις τελικές μηχανικές ιδιότητες και τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά.

4.2.2 Ελεγχόμενες ιδιότητες για την πιστοποίηση ποιότητας

Για τον έλεγχο και την πιστοποίηση της ποιότητας των χάλυβων διενεργούνται οι εξής δοκιμές σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ.:

- Δοκιμή εφελκυσμού (κατά ΕΛΟΤ 1045),
- Δοκιμή κάμψης-ανάκαμψης (κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971),
- Δοκιμή αναδίπλωσης (κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971),
- Έλεγχος χημικής σύστασης (κατά ΕΛΟΤ 971).

και ελέγχονται οι εξής ιδιότητες:

- Όριο διαρροής, εφελκυστική αντοχή και παραμόρφωση θραύσης,

- Κάμψη-ανάκαμψη, αναδίπλωση,
- Διαστάσεις,
- Χημική σύσταση των συγκολλησίμων χαλύβων.

Κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί, με βάση τον αριθμό χύτευσης, να ζητήσει σχετική βεβαίωση από το εργοστάσιο, στην οποία να αναφέρονται οι τιμές των παραπάνω ιδιοτήτων για την υπόψη χύτευση.

Σημειώνεται ότι οι παράμετροι ελέγχου για την πιστοποίηση ποιότητας των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, με την εισαγωγή του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421 τροποποιούνται, σε σχέση με τα προηγούμενα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971. Ο Πίνακας 4.1 συνοψίζει αυτές τις αλλαγές.

Πίνακας 4.1: Έλεγχοι χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος κατά ΕΛΟΤ 959-ΕΛΟΤ 971 και κατά ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2, ΕΛΟΤ 1421-3

ΕΛΕΓΧΟΙ		ΕΛΟΤ 959, ΕΛΟΤ 971	ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-2, ΕΛΟΤ 1421- 3
1	Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
	- διατομή, ανηγμένη μάζα	+	+
	- άλλες διαστάσεις	-	+
	- γεωμετρία νευρώσεων (αντοχή συνάφειας)	-	+
2	Μηχανικά χαρακτηριστικά		
	A. Ιδιότητες σε εφελκυσμό		
	- όριο διαρροής (f_y)	+	+
	- εφελκυστική αντοχή (f_t)	+	+
	- λόγος εφελκυστικής αντοχής προς όριο διαρροής (f_t/f_y)	+	+
	- λόγος πραγματικής τιμής του ορίου διαρροής προς την ονομαστική τιμή ορίου διαρροής ($f_{y,act}/f_{y,nom}$)	-	+
	- επιμήκυνση μετά τη θραύση ε_5 (%)	+	-
	- επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο $\varepsilon_{u,k}$ (%)	-	+
	- λόγος της πραγματικής τιμής ορίου διαρροής προς την ονομαστική τιμή του ορίου διαρροής, $f_{y,act}/f_{y,nom}$	-	+
	B. Καταλληλότητα σε κάμψη (Δοκιμή αναδίπλωσης)		
	- Κάμψη/ανάκαμψη ή αναδίπλωση (ανάλογα με τη διάμετρο)	+	-
	- Αναδίπλωση	-	+
	Γ. Αντοχή σταυρωτών σημειακών συγκολλήσεων (Δοκιμή διάτμησης)	-	+

	Δ. Κόπωση	-	+
3	Χημική σύσταση (Συγκολλησιμότητα)	+	+
4	Σήμανση		
	- για αναγνώριση κατηγορίας	-	+
	- για αναγνώριση μονάδας παραγωγής και χώρας προέλευσης	-	+

Οι σχετικές διαδικασίες, περιγράφονται αναλυτικά σε Ειδικό Κανονισμό Πιστοποίησης για τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος του ΕΛΟΤ, ο οποίος κάθε φορά αναθεωρείται με βάση τα ισχύοντα Πρότυπα.

4.2.3 Έλεγχοι και κριτήρια συμμόρφωσης για τους εγχωρίως παραγόμενους χάλυβες (Ελλάδα)

Οι εγχώριες χαλυβουργίες πρέπει να διαθέτουν για τους χάλυβες που παράγουν **Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (Ποιότητας)**, το οποίο εκδίδεται από τον ΕΛΟΤ σύμφωνα με τις διατάξεις της Υπ. Απόφασης Αρ. 8316/1114 (ΦΕΚ 306/Β/27-4-89) και με τα κριτήρια συμμόρφωσης που προβλέπονται στον Ειδικό Κανονισμό Πιστοποίησης (ΕΚΠ 3-87) του ΕΛΟΤ.

Το Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (Ποιότητας) όπως αναφέρθηκε και στην παρ. 4.1 δηλώνει ότι παρέχονται επαρκή εγγέγγα 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.

Ο ΕΛΟΤ ακολουθεί σχετικό Κανονισμό Πιστοποίησης, όπου ενσωματώνονται τα κριτήρια και περιγράφονται οι διαδικασίες Πιστοποίησης.

Οι διαδικασίες για τη χορήγηση του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης, μπορούν να συμπυκνωθούν ως ακολούθως:

α) Αρχικός έλεγχος

Ο αρχικός έλεγχος έχει σκοπό να εξακριβώσει αν το εργοστάσιο είναι σε θέση να παράγει οπλισμό σκυροδέματος μιας σταθερής ποιότητας, σύμφωνα με τα ισχύοντα Πρότυπα.

Βασικές προϋποθέσεις επιτυχούς αξιολόγησης είναι: α) η ανεξαρτησία του τμήματος διασφάλισης ποιότητας και του τμήματος παραγωγής, β) η ύπαρξη κατάλληλου εργαστηριακού εξοπλισμού για τη διενέργεια των σχετικών δοκιμών, καθώς και γ) η εγκατάσταση και λειτουργία συστήματος ποιότητας, ώστε να ελέγχεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421, σε ότι αφορά τον αρχικό έλεγχο πιστοποίησης, υπάρχουν δύο βασικές διαφορές, σε σχέση με τα προβλεπόμενα από προηγούμενο Πρότυπο ΕΛΟΤ 971:

- Εισάγονται έλεγχοι για πιστοποίηση χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος και στη μορφή των ευθυγραμμισμένων τμημάτων (από ρόλους), των ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων και των ηλεκτροσυγκολλημένων δικτυωμάτων.
- Υπάρχουν πρόσθετες ελεγχόμενες ιδιότητες (κόπωση, γεωμετρία επιφάνειας, διάτμηση).

Ο συνολικός αριθμός δειγμάτων είναι 90 δείγματα για δοκιμές μηχανικών ιδιοτήτων και κάποια επιπλέον για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά.

Για την τυπική περίπτωση ράβδων ή ρόλων, η εφαρμογή των απαιτήσεων του νέου Προτύπου οδηγεί στη δειγματολογία του Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Πλήθος δοκιμών για τον αρχικό έλεγχο ποιότητας χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος B500C και B500A, στη μορφή ράβδων ή ρόλων

Ελεγχόμενες ιδιότητες	Διάμετροι	Αριθμός χυτηρίων ανά διάμετρο	Αριθμός δοκιμών ανά χυτήριο
Re, Agt, Rm/Re, Re,act/Re,nom	3 αντιπροσωπευτικές διαμέτροι (μέγιστη, μεσαία, ελάχιστη) από τις παραγόμενες	3 χυτήρια ανά διάμετρο	10
Χημική σύσταση Ceq			1
Αναδίπλωση			3
Διαστάσεις και ανοχές μάζας			3
Γεωμετρία επιφάνειας			3
Κόπωση		5 δείγματα συνολικά για κάθε ελεγχόμενη διάμετρο	

Ο Πίνακας 4.3 δίνει τις προϋποθέσεις επιτυχούς αποτελέσματος ελέγχου για την κατηγορία ποιότητας B500C. Για να γίνουν κατανοητές οι αλλαγές, στον Πίνακα 4.4 δίνονται οι αντίστοιχες προϋποθέσεις για την κατηγορία ποιότητας S500s του υπό κατάργηση Προτύπου ΕΛΟΤ 971.

Πίνακας 4.3: Προϋποθέσεις για να θεωρηθεί επιτυχής ο αρχικός έλεγχος ποιότητας χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος B500C

Ελεγχόμενες ιδιότητες	Προϋποθέσεις για να θεωρηθεί επιτυχής η δοκιμή		
Re (Mpa)	$x_i \geq 500$	ή	$\bar{x} \geq 510$ και $x_{i,min} \geq 485$ και $x_{i,max} \leq 635$
Agt (%)	$x_i \geq 7,5$	ή	$\bar{x} \geq 7,5$ και $x_{i,min} \geq 7$
Rm/Re	$1,15 \leq x_i \leq 1,35$	ή	$1,15 \leq \bar{x} \leq 1,35$ και $x_{i,min} \geq 1,13$ και $x_{i,max} \leq 1,37$
Re,act/Re,nom	$x_i \leq 1,25$	ή	$\bar{x} \leq 1,23$ και $x_{i,max} \leq 1,27$

Δοκιμή αναδίπλωσης	Όλες οι δοκιμές πρέπει να είναι επιτυχείς
Δοκιμή διάτμησης (όπου απαιτείται)	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των απαιτήσεων
Έλεγχος γεωμετρίας επιφάνειας	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των απαιτήσεων
Ονομαστική μάζα ανά μέτρο	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των επιτρεπόμενων ανοχών
Χημική ανάλυση και ισοδύναμο άνθρακα	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των επιτρεπόμενων ανοχών
Δοκιμή κόπωσης	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των απαιτήσεων, διαφορετικά λαμβάνονται διορθωτικά μέτρα

Πίνακας 4.4: Προϋποθέσεις για να θεωρηθεί επιτυχής ο αρχικός έλεγχος ποιότητας χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος S500s, σύμφωνα με το (υπό κατάργηση) Πρότυπο ΕΛΟΤ 971

Ελεγχόμενες ιδιότητες	Προϋποθέσεις για να θεωρηθεί επιτυχής η δοκιμή		
Re (Mpa)	$x_i \geq 500$	ή	$x_i \geq 510$ και $x_{i,min} \geq 475$
Rm (MPa)	$x_i \geq 550$	ή	$\bar{x} \geq 565$ και $x_{i,min} \geq 522,5$
A₅ (%)	$x_i \geq 12$	ή	$\bar{x} \geq 13,5$ και $x_{i,min} \geq 11,4$
Rm/Re	$x_i \geq 1,05$		
Δοκιμή αναδίπλωσης	Όλες οι δοκιμές πρέπει να είναι επιτυχείς		
Ονομαστική μάζα ανά μέτρο	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των επιτρεπόμενων ανοχών		
Δοκιμή κάμψης-ανάκαμψης	Όλες οι δοκιμές πρέπει να είναι επιτυχείς		
Χημική ανάλυση και ισοδύναμο άνθρακα	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των επιτρεπόμενων ανοχών		

Συμπερασματικά, πρέπει να τονιστεί ότι οι απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ 1421 είναι αυστηρότερες σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά των χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος (ιδιαίτερα για την κατηγορία B500C) και σε ότι αφορά τις προϋποθέσεις επιτυχούς αρχικού ελέγχου για τη συμμόρφωση ποιότητας παραγωγού. Αυτός είναι και ο λόγος που οι ανοχές στις αποκλίσεις είναι μεγαλύτερες από πριν.

Αν τα αποτελέσματα των δοκιμών του αρχικού ελέγχου είναι θετικά σε όλες τις περιπτώσεις, απονέμεται στον παραγωγό Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος.

β) Έλεγχος επιπέδου ποιότητας σε μακροχρόνια βάση

Η διατήρηση του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης Προϊόντος, προϋποθέτει την πραγματοποίηση κάθε χρόνο, σε τακτά χρονικά διαστήματα (π.χ. τρίμηνο),

επιθεωρήσεων, για την παρακολούθηση της ποιότητας των παραγόμενων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος σε μακροχρόνια βάση.

Στις τακτικές αυτές επιθεωρήσεις, σύμφωνα με τον εκάστοτε κανονισμό πιστοποίησης του ΕΛΟΤ, λαμβάνεται κάθε φορά 90 δείγματα και ο έλεγχος γίνεται με τον ίδιο τρόπο.

Συνολικά δηλαδή, από μεριάς του ΕΛΟΤ, για τη διατήρηση της ισχύος του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης μιας ελληνικής χαλυβουργίας, θα παρθούν μέσω των επιθεωρήσεων, τριακόσια εξήντα (360) δείγματα σε ότι αφορά τον έλεγχο των μηχανικών ιδιοτήτων των παραγόμενων υλικών, σε ετήσια βάση.

Ταυτόχρονα, ο παραγωγός, υποχρεούται, μέσω της εγκατάστασης και λειτουργίας κατάλληλου Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας, να διενεργεί ελέγχους ημερήσιας παραγωγής, χωριστά ανά χύτευση και διάμετρο.

Τα αποτελέσματα των δοκιμών της ημερήσιας παραγωγής για όλα τα χυτήρια, αξιολογούνται στατιστικά σε τακτά χρονικά διαστήματα ή μετά τη συγκέντρωση σημαντικού αριθμού αποτελεσμάτων δοκιμών, για την εκτίμηση του μακροχρόνιου επιπέδου ποιότητας.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών, γίνεται ανά διάμετρο και θεωρείται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421 επιτυχής, αν για τα Re, Agt και για το Rm/Re, ικανοποιείται η ακόλουθη απαίτηση σχέση:

$$\bar{x} - k*s \geq C_v$$

όπου:

\bar{x} η μέση τιμή των αποτελεσμάτων

s η τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων

k στατιστικός συντελεστής που δίνεται από σχετικούς Πίνακες, ανάλογα με τον αριθμό των δειγμάτων και το εξεταζόμενο μέγεθος

C_v η καθορισμένη χαρακτηριστική τιμή.

Όσον αφορά τα μεγέθη Re,act/Re,nom και το άνω όριο του Rm/Re θα πρέπει να ικανοποιείται η ακόλουθη απαίτηση:

$$\bar{x} + k*s \geq C_v$$

Η έκταση της δειγματοληψίας, το χρονικό διάστημα αναφοράς και άλλες απαιτήσεις ορίζονται λεπτομερειακά στο Πρότυπο 1421.

4.2.4 Έλεγχοι και κριτήρια συμμόρφωσης για τους παραγόμενους χάλυβες στις λοιπές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τις χώρες της Ε.Ζ.Ε.Σ.

Οι χάλυβες που παράγονται σε άλλες χώρες της Ε.Ε., περιλαμβανομένων και των χωρών της Ε.Ζ.Ε.Σ. και διακινούνται στην Ελλάδα, πρέπει να συνοδεύονται υποχρεωτικά από **Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (Ποιότητας)**, εκδιδόμενο με βάση σύστημα πιστοποίησης αναγνωρισμένο από δημόσια αρχή της χώρας

παραγωγής, από το οποίο να προκύπτει ότι οι χάλυβες αυτοί είναι σύμφωνοι με τις κατηγορίες που αναφέρονται στα εκάστοτε Πρότυπα του ΕΛΟΤ.

Πέραν της απαραίτητης προσκόμισης των ανωτέρω πιστοποιητικών, έλεγχοι μπορεί να γίνουν μόνο κατά τη διακίνηση των χαλύβων, ενώ απαγορεύεται οποιοσδήποτε έλεγχος στα τελωνεία.

Ο ΕΛΟΤ επιδιώκει να πιστοποιεί όλους τους παραγωγούς των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τους χάλυβες που διακινούν στην Ελλάδα. Κατά τον Κανονισμό Τεχνολογίας Χαλύβων βέβαια, αρκεί πιστοποίηση από οποιοδήποτε φορέα πιστοποίησης χώρας μέλους της Ε.Ε.

Στην πράξη, εισαγωγές στην Ελλάδα από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, γίνονται κυρίως από παραγωγούς της Ιταλίας και της Γερμανίας. Η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των εργοστασίων, έχει πιστοποίηση και από τον ΕΛΟΤ, δηλαδή υπάρχει το ίδιο ακριβώς καθεστώς ελέγχων με αυτό των Ελλήνων παραγωγών.

Δεν λείπουν ωστόσο και περιπτώσεις πιστοποίησης από Ευρωπαϊκούς Οργανισμούς Πιστοποίησης, όπως οι γερμανικοί φορείς MPA, LGA και άλλοι. Στην Ιταλία, φορείς ελέγχων και πιστοποίησης είναι διαπιστευμένα εργαστήρια Πολυτεχνείων, που πραγματοποιούν δειγματοληψίες σε μηνιαία βάση.

Δεν είναι ασυνήθιστο για ένα παραγωγό να έχει πιστοποίηση από διαφορετικούς οργανισμούς και με βάση διαφορετικά Πρότυπα. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για όσους παραγωγούς έχουν ιδιαίτερα εξαγωγικό προσανατολισμό. Αυτή η πρακτική ακολουθείται και από τους έλληνες παραγωγούς, για να διευκολυνθεί η διεξόδυση τους στις αγορές της Ε.Ε.

Ωστόσο, όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά Πρότυπα αναφοράς και σχήματα πιστοποίησης, υπάρχουν στην πράξη διαφορές στις ιδιότητες των υλικών, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Πίνακας 4.5), αφού:

- Το Εθνικό Πρότυπο της Γερμανίας έχει την κατηγορία ποιότητας Bst500s που καλύπτει τις απαιτήσεις του (υπό κατάργηση) Προτύπου ΕΛΟΤ 971 για την κατηγορία ποιότητας S500s, όχι όμως και του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3 σε ότι αφορά την ολκιμότητα. Σημειώνεται ότι η Γερμανία είναι χώρα χωρίς ιδιαίτερη σεισμική δραστηριότητα.
- Το Εθνικό Πρότυπο της Ιταλίας δεν έχει κατηγορία ποιότητας με όριο διαρροής 500 MPa, αλλά 440 MPa (FeB44k), το οποίο δημιουργεί εύλογες αμφιβολίες για την ποιότητα του παραγόμενου χάλυβα.

Έτσι και καθώς δεν υπάρχει κοινό Ευρωπαϊκό Πρότυπο και τα ισχύοντα Εθνικά Πρότυπα διαφέρουν μεταξύ τους, υπάρχουν διαφορές στις ιδιότητες των χαλύβων που «εισάγονται» στην Ελλάδα από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και προέρχονται κυρίως από εργοστάσια της Γερμανίας και της Ιταλίας.

Πίνακας 4.5: Σύγκριση απαιτήσεων Προτύπων για χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος σε Ελλάδα, Ιταλία, Γερμανία

Πρότυπο	Κατηγορία ποιότητας	Όριο Διαρροής Remin N/mm ²	Εφελκυστική αντοχή Rm N/mm ²	Rm/Re min	Rm/Re max	A ₅ min %	A ₁₀ min %	Agt %
DM 9/01/96 (Ιταλία)	FeB44k	430	540	1,13	1,35	12	-	-
DIN 488/84 (Γερμανία)	Bst500s	500	550	1,05	-	-	10	-
ΕΛΟΤ 971	S500s	500	550	1,05	-	12	-	-
ΕΛΟΤ 1421-3	B500c	500	-	1,15	1,35	-	-	7,5

Επίσης το γεγονός ότι ο ΕΛΟΤ για να διατηρήσει σε ισχύ ένα υπάρχον Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης αρκείται σε 4 δειγματοληπτικούς ελέγχους στο εργοστάσιο παραγωγής ετησίως, των 90 δειγμάτων έκαστη, από μόνο του δεν διασφαλίζει ότι κάθε παρτίδα που «εισάγεται» στην Ελλάδα είναι σύμφωνη με τα Πρότυπα του ΕΛΟΤ.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι είναι αναγκαίο να υπάρχουν διαφορετικές γραμμές παραγωγής στα εργοστάσια των χωρών αυτών για τους χάλυβες που «εισάγονται» στην Ελλάδα, ώστε αυτοί να παράγονται σύμφωνα με τα Ελληνικά Πρότυπα, ενώ θα πρέπει και η διαδικασία ελέγχου, χορήγησης και διατήρησης του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης από τον ΕΛΟΤ να επανεξεταστεί, ώστε να γίνει πιο αποτελεσματική.

4.2.5 Έλεγχοι και κριτήρια συμμόρφωσης για τους παραγόμενους χάλυβες από τρίτες χώρες

Οι παραγόμενοι από τρίτες χώρες χάλυβες που διακινούνται στην Ελλάδα, πρέπει να συνοδεύονται από **Πιστοποιητικό Ελέγχου** το οποίο εκδίδεται από τον ΕΛΟΤ με βάση την Υπουργική Απόφαση 15283/Φ7/422, ΦΕΚ 746/Β/30-8-95 και τις διευκρινιστικές Εγκυκλίους 23934/Φ7/670/29-12-95 και 23237/Φ7α9/463/1-12-99 του ΥΒΕΤ.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, η αξιολόγηση γίνεται μέσω δοκιμών αποδοχής **σε κάθε παρτίδα** παραλαμβανόμενων χαλύβων και η πιστοποίηση δεν αναφέρεται στον παραγωγό, ούτε στον εισαγωγέα, αλλά μόνο στην ελεγχόμενη παρτίδα. **Το Πιστοποιητικό Ελέγχου δηλαδή αναφέρεται στη συγκεκριμένη ποσότητα που συνοδεύει και μόνο σε αυτήν.**

Η δειγματοληψία εκτελείται στα τελωνεία εισαγωγής ή σε ειδικές αποθήκες των εισαγωγέων, που υπόκεινται σε τελωνειακό έλεγχο. Η έκταση της δειγματοληψίας και τα κριτήρια αξιολόγησης και αποδοχής αλλάζουν ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις των Προτύπων. Κατά κανόνα, η δειγματοληψία είναι

πιο πυκνή από αυτήν που γίνεται στην περίπτωση Ελλήνων ή άλλων Ευρωπαίων παραγωγών και τα κριτήρια αποδοχής αυστηρότερα. Για να γίνει κατανοητή η διαφοροποίηση αυτή παρατίθενται στη συνέχεια οι απαιτήσεις που εφαρμόζονταν έως τώρα για την περίπτωση των χάλυβων S500s.

4.2.5.1 Διαδικασία χορήγησης Πιστοποιητικού Ελέγχου

Ο επιθεωρητής του ΕΛΟΤ, κατά την άφιξη του φορτίου στο τελωνείο, συγκεντρώνει σχετικά έγγραφα που συνοδεύουν τα εμπορεύματα. Για τη διενέργεια του ελέγχου απαιτείται η εισαγόμενη ποσότητα να υποδιαιρείται σε παρτίδες ελέγχου με μέγιστη ποσότητα 100 tn κάθε μία. Κάθε παρτίδα ελέγχου περιλαμβάνει προϊόντα χάλυβα της ίδιας ποιότητας, της ίδιας ονομαστικής διαμέτρου, από το ίδιο χυτήριο και πάντοτε με μέγιστη ποσότητα 100 tn κάθε μία.

Τα δοκίμια λαμβάνονται από κάθε παρτίδα ως ακολούθως:

- 1) 15 δοκίμια μήκους 1-1,20 μ. από διαφορετικές ράβδους ή ρόλους για έλεγχο μηχανικών ιδιοτήτων.
- 2) 2 δοκίμια μήκους 50 εκ. από διαφορετικές ράβδους ή ρόλους, για προσδιορισμό της χημικής σύστασης του προϊόντος, όσον αφορά τους συγκολλησίσιμους χάλυβες ποιότητας S500s.

Το μήκος κάθε δοκιμίου θα είναι τουλάχιστον 20d, και πάντως αρκετά μεγάλο ώστε να διατίθεται τουλάχιστον το μήκος ελέγχου της επιμήκυνσης μετά την θραύση 5d, πλέον το απαραίτητο για τη τοποθέτηση των σιαγόνων της μηχανής ελέγχου. Υποδεικνύεται ελάχιστο μήκος δοκιμίου 60 εκ. για τις συνήθεις διαμέτρους, για κάθε δοκιμή, ή 1,20 μ. μήκος δείγματος ώστε να προκύπτουν από το ίδιο τεμάχιο δείγματος και τα δύο δοκίμια για τον έλεγχο εφελκυσμού και τον έλεγχο αναδίπλωσης ή κάμψης - ανάκαμψης (το δεύτερο είναι προτιμότερο, γιατί η εκτέλεση των δοκιμών σε κομμάτια της ίδιας ράβδου επιτρέπει μερικές φορές τη εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων).

Αν, για παράδειγμα, εφαρμοστεί αυτή η μεθοδολογία για μια συνολική ποσότητα εισαγωγής 5.000 tn, διαφόρων διαμέτρων και χυτηρίων, θα προκύψουν τουλάχιστον 85 ενότητες δοκιμών ("15άδες"), δηλαδή τουλάχιστον 1275 δείγματα. (Με την προϋπόθεση ~ 60 τόνων ανά χυτήριο).

Τα δοκίμια λαμβάνονται από διαφορετικές δέσμες χάλυβα. Το πρακτικό δειγματοληψίας στο οποίο καταγράφεται η ποσότητα, η ποιότητα, τα αντίστοιχα χυτήρια και η διάμετρός του υπό δοκιμή προϊόντος προσυπογράφεται από τον/τους επιθεωρητές (-ες) και από τον τελωνειακό υπάλληλο του αντίστοιχου τελωνείου.

Μετά τη δειγματοληψία τα δείγματα σφραγίζονται ανά παρτίδα και αποστέλλονται, με ευθύνη των εισαγωγέων, για δοκιμές στα εγκεκριμένα από τον ΕΛΟΤ εργαστήρια για τη διενέργεια των δοκιμών. Τα δείγματα που αποστέλλονται στα εργαστήρια αναφέρουν τα χυτήρια, τη διάμετρο, την ποιότητα, την ποσότητα και τη χώρα παραγωγής των εισαγομένων χάλυβων.

Μετά το πέρας των δοκιμών το εργαστήριο αποστέλλει στον ΕΛΟΤ απευθείας τα αποτελέσματα των δοκιμών, χωρίς να λαμβάνει ουδεμία γνώση ο εισαγωγέας. Εφόσον τα αποτελέσματα ικανοποιούν τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971, χορηγείται το Πιστοποιητικό Ελέγχου, το οποίο ισχύει για τη συγκεκριμένη ποσότητα που αναγράφεται τόσο στο Πιστοποιητικό όσο και στο τιμολόγιο του εργοστασίου παραγωγής. Τα χορηγούμενα Πιστοποιητικά Ελέγχου κοινοποιούνται στην ΓΓΒ του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Όσον δε αφορά στις διαδικασίες πιστοποίησης προϊόντων, οι οποίες σημειωτέον εφαρμόζονται από το έτος 1987, ακολουθούνται απαρέγκλιτα ο Γενικός Κανονισμός Πιστοποίησης Προϊόντων του ΕΛΟΤ και ο Ειδικός Κανονισμός Πιστοποίησης Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος. Όλα τα ανωτέρω υπόκεινται στην έγκριση του Συμβουλίου Πιστοποίησης, στο οποίο σημειωτέον συμμετέχει και εκπρόσωπος του ΤΕΕ. Στην Υπουργική Απόφαση 15283/Φ7/422, καθορίζονται οι όροι για τη συμμόρφωση κάθε παρτίδας, ώστε να επιτραπεί η εισαγωγή της. Οι προϋποθέσεις για να θεωρηθούν επιτυχείς οι δοκιμές φαίνονται στον Πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6: Προϋποθέσεις για να θεωρηθεί επιτυχής ο έλεγχος ποιότητας εισαγόμενων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος S500s που παράγονται σε χώρες εκτός Ε.Ε., σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ 971 (υπό κατάργηση)

Παράμετροι ελέγχου	Προϋποθέσεις για να θεωρηθούν επιτυχείς οι δοκιμές για την πιστοποίηση μιας παρτίδας/χυτηρίου	
f_y (Mpa)	$\bar{x} - 2,33 * s \geq 500$ ⁽¹⁾	Όπου: \bar{x} η μέση τιμή των αποτελεσμάτων από τα 15 δοκίμια s η τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων από τα 15 δοκίμια 2,33 στατιστικός συντελεστής για τα 15 δοκίμια C _v = 500MPa η καθορισμένη χαρακτηριστική τιμή για το όριο διαρροής
f_t (Mpa)	$\bar{x} - 2,33 * s \geq 500$ ⁽¹⁾	C _v = 500MPa η καθορισμένη χαρακτηριστική τιμή για την εφελκυστική αντοχή
ε_s (%)	$\bar{x} - 2,33 * s \geq 12$ ⁽¹⁾	C _v = 12% η καθορισμένη χαρακτηριστική τιμή για την παραμόρφωση θραύσης
f_t/f_y	$x_i \geq 1,05$ (για όλα τα δοκίμια)	
Δοκιμή αναδίπλωσης (Φ≤12)	Όλες οι δοκιμές πρέπει να είναι επιτυχείς, διαφορετικά γίνεται συμπληρωματική δειγματοληψία	
Έλεγχος ονομαστικής μάζας	Τα αποτελέσματα σε όλες τις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των επιτρεπόμενων ανοχών	
Δοκιμή κάμψης-ανάκαμψης (Φ>12)	Όλες οι δοκιμές πρέπει να είναι επιτυχείς, διαφορετικά γίνεται συμπληρωματική δειγματοληψία	
Χημική ανάλυση και ισοδύναμο άνθρακα	Τα αποτελέσματα στις δοκιμές, πρέπει να είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων του Προτύπου	

(1) Αν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, υπολογίζεται ο δείκτης αποδοχής $k' = \frac{m_{15} - C_v}{S_{15}}$. Αν $k' > 2$ η διαδικασία των δοκιμών μπορεί να συνεχιστεί. Σε αυτήν

την περίπτωση λαμβάνονται και δοκιμάζονται 45 ακόμη δοκίμια από διαφορετικές ράβδους της ενότητας δοκιμών έτσι ώστε να είναι διαθέσιμα 60 συνολικά αποτελέσματα δοκιμών ($n = 60$).

Η παρτίδα πρέπει να θεωρηθεί ότι συμμορφώνεται με το Πρότυπο ΕΛΟΤ, αν ικανοποιείται η συνθήκη: $m_{60} - 1,93 * S_{60} > C_v$ για όλες τις ιδιότητες (το 1,93 είναι η τιμή του δείκτη αποδοχής k' για $n = 60$).

Μετά την πραγματοποίηση επιτυχών δοκιμών ελέγχου, απονέμεται από τον ΕΛΟΤ Πιστοποιητικό Ελέγχου. Σε περίπτωση αστοχίας, είναι υποχρεωτική η επανεξαγωγή του υλικού στη χώρα προέλευσης του ή σε άλλη χώρα εκτός ΕΕ.

Με τον τρόπο αυτό, οι πιθανότητες αστοχιών του υλικού που διακινείται στην αγορά, είναι πολύ περιορισμένες έως ανύπαρκτες, ενώ η διασφάλιση της τελικής ποιότητας είναι το όφελος για τον τελικό χρήστη.

Με την εφαρμογή του νέου Προτύπου 1421, ο έλεγχος θα γίνει ακόμη αυστηρότερος, κυρίως επειδή θεσπίζονται και ανώτερα όρια στις διάφορες παραμέτρους (προστασία από υπεραντοχές), όπως αναλυτικά περιγράφηκε στην παράγραφο 3.2.9.

Είναι βεβαίως αντιληπτό, ότι οι διαδικασίες ελέγχων που εφαρμόζονται, πέραν των άλλων, λειτουργούν σαν μοχλός ανάσχεσης των εισαγωγών και προστασίας της ελληνικής (και ευρωπαϊκής) παραγωγής και δεν υπαγορεύονται μόνο από τεχνικούς λόγους.

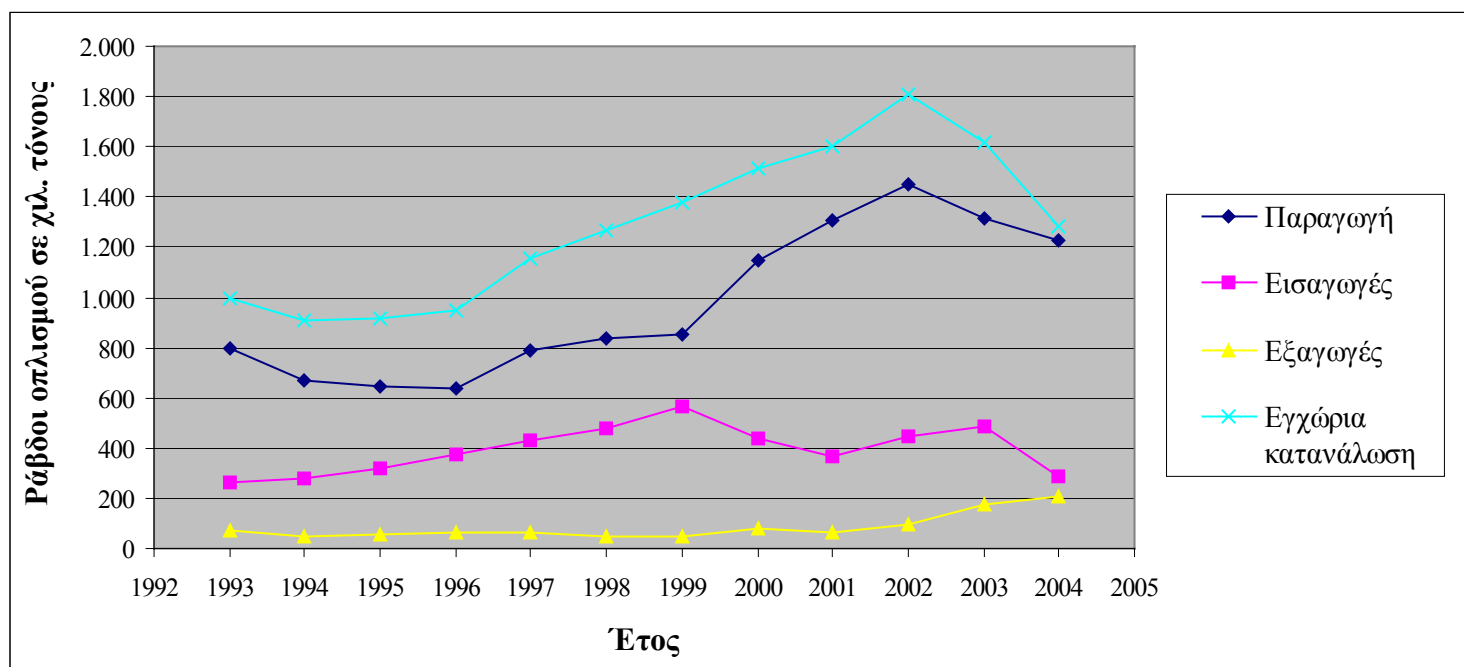
Εισαγωγές στην Ελλάδα, από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης, γίνονται συνήθως από Τουρκία και Μολδαβία.

Μια εικόνα για τον όγκο των εισαγωγών χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, καθώς και την προέλευση τους, όπως και για τις εξαγωγές από την Ελλάδα προς άλλες χώρες, δίνουν οι παρακάτω Πίνακες και Διαγράμματα.

Πίνακας 4.7: Ανάλυση εγχώριας κατανάλωσης χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος στην Ελλάδα σε χιλιάδες τόνους (πηγή: ΕΣΥΕ, EUROFER)

Ράβδοι οπλισμού σκυροδέματος	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Παραγωγή	800	673	645	635	792	834	856	1.150	1.306	1.454	1.311	1.225
Εισαγωγές	264	281	320	375	427	475	568	438	364	448	485	288
Εξαγωγές	71	49	52	62	63	46	49	77	67	94	174	205
Εγχώρια κατανάλωση	993	905	913	948	1.156	1.263	1.375	1.511	1.603	1.809	1.620	1.284

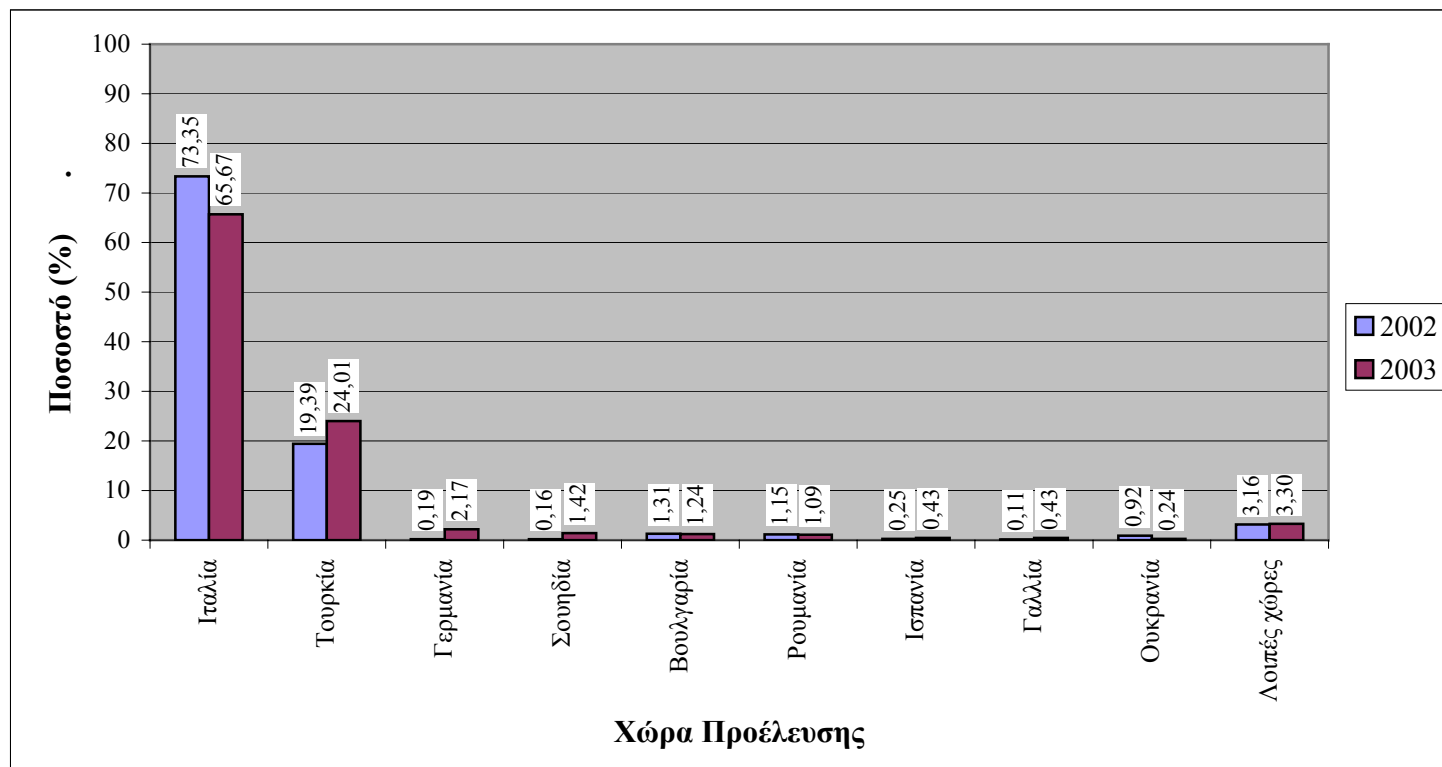
Διάγραμμα 4.1: Μεταβολή της παραγωγής, των εισαγωγών, των εξαγωγών και της εγχώριας κατανάλωσης χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος στην Ελλάδα σε χιλιάδες τόνους σε συνάρτηση με το χρόνο (πηγή: ΕΣΥΕ, EUROFER)



Πίνακας 4.8: Ανάλυση των εισαγωγών ράβδων οπλισμού σκυροδέματος στην Ελλάδα ανά χώρα προέλευσης (2002-2003) σε τόνους (πηγή: ΕΣΥΕ, EUROFER)

Χώρα Προέλευσης	2002		2003	
	Ποσότητα (τόνοι)	Ποσοστό (%)	Ποσότητα (τόνοι)	Ποσοστό (%)
Ιταλία	345.549	73,35	369.595	65,67
Τουρκία	91.355	19,39	135.145	24,01
Γερμανία	907	0,19	12.214	2,17
Σουηδία	772	0,16	8.009	1,42
Βουλγαρία	6.154	1,31	6.989	1,24
Ρουμανία	5.415	1,15	6.123	1,09
Ισπανία	1.188	0,25	2.427	0,43
Γαλλία	532	0,11	2.427	0,43
Ουκρανία	4.329	0,92	1.331	0,24
Λοιπές χώρες	14.890	3,16	18.564	3,30
Σύνολο	471.091	100,00	562.824	100,00

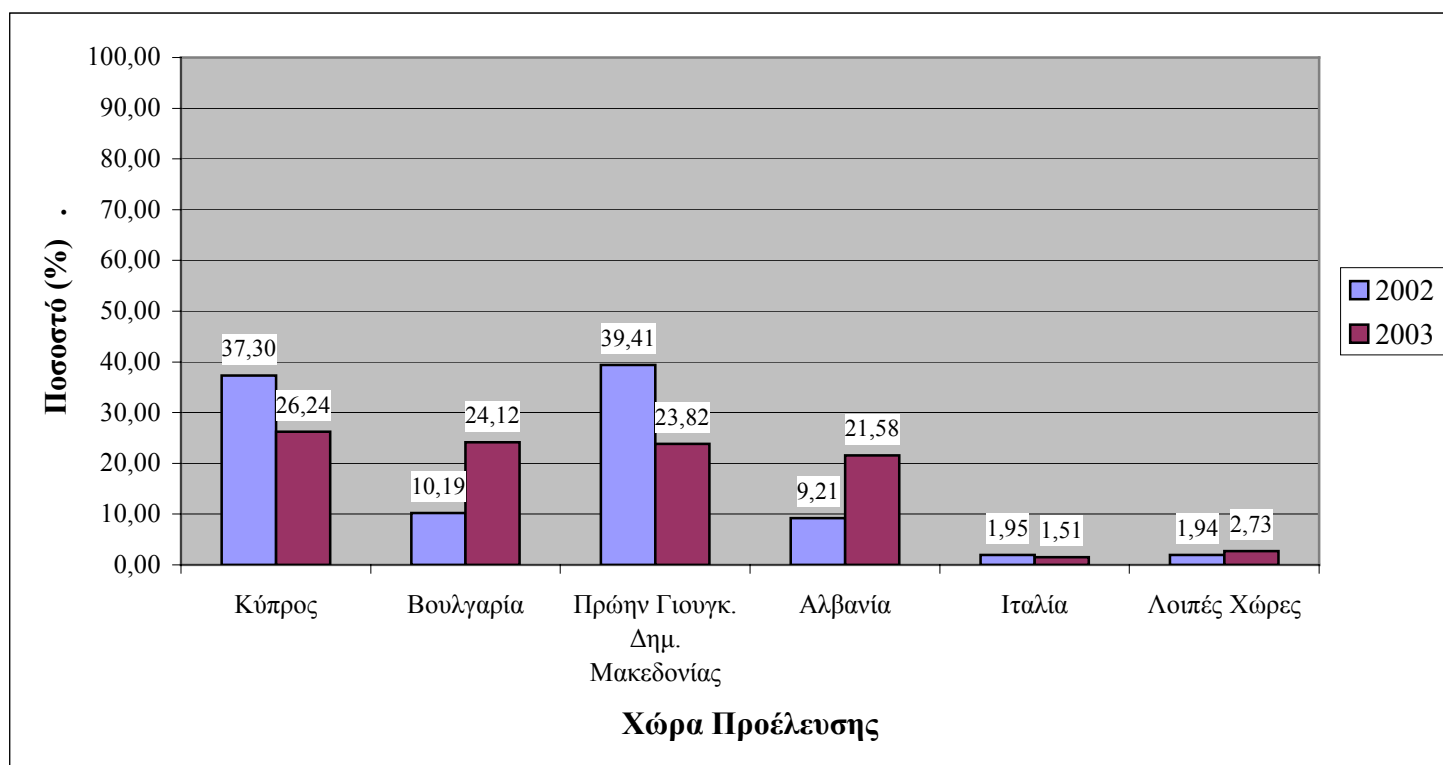
Διάγραμμα 4.2: Απεικόνιση του ποσοστού των εισαγωγών ράβδων οπλισμού σκυροδέματος στην Ελλάδα ανά χώρα προέλευσης (2002-2003) σε τόνους (πηγή: ΕΣΥΕ, EUROFER)



Πίνακας 4.9: Ανάλυση των εξαγωγών ράβδων οπλισμού σκυροδέματος από την Ελλάδα ανά χώρα εξαγωγής (2002-2003), σε χιλιάδες τόνους (πηγή: ΕΣΥΕ)

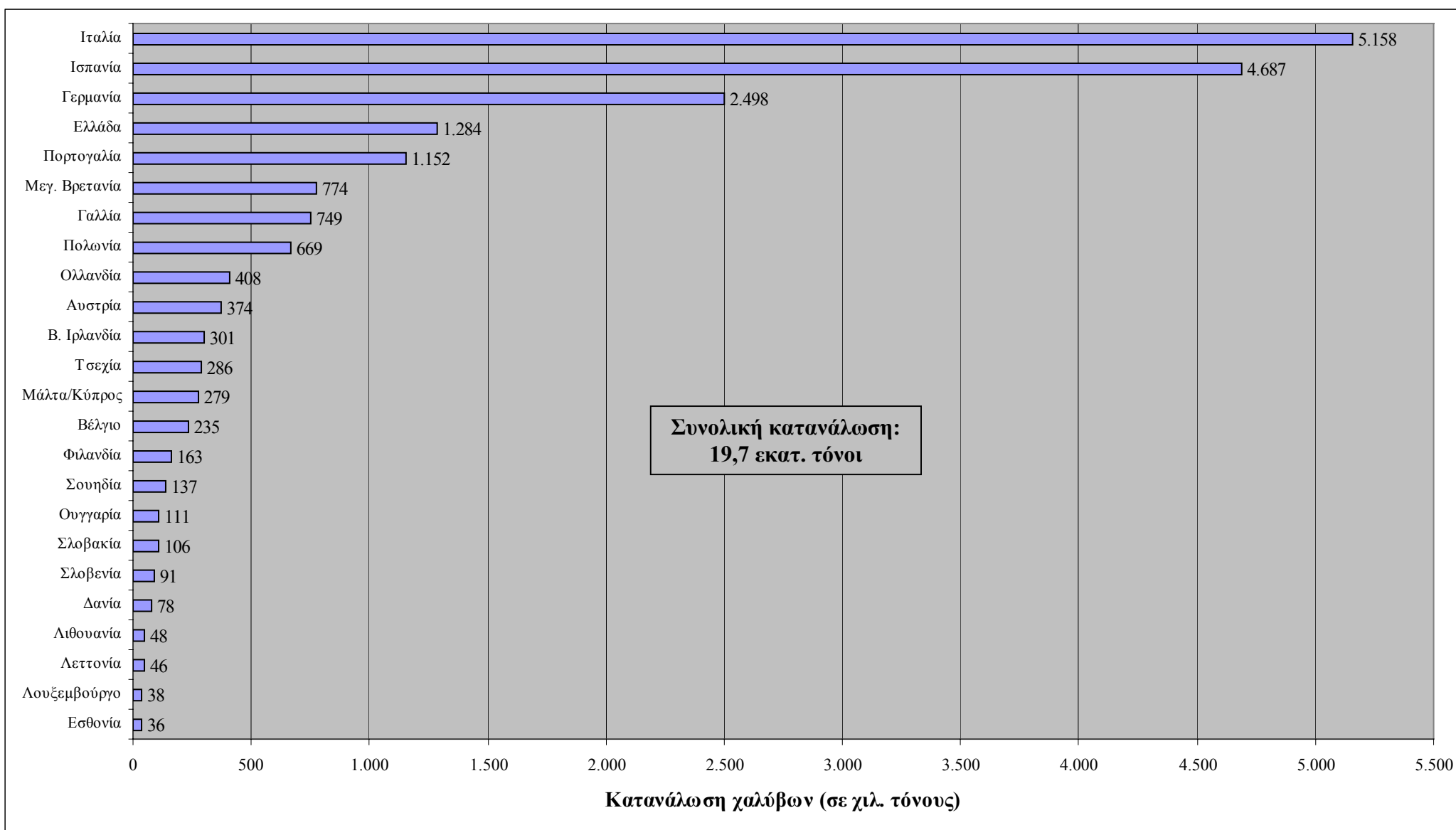
Χώρα προορισμού	2002		2003	
	Ποσότητα (τόνοι)	Ποσοστό (%)	Ποσότητα (τόνοι)	Ποσοστό (%)
Κύπρος	35.405	37,30	39.446	26,24
Βουλγαρία	9.669	10,19	36.262	24,12
Πρώην Γιουγκ. Δημ. Μακεδονίας	37.412	39,41	35.802	23,82
Αλβανία	8.744	9,21	32.445	21,58
Ιταλία	1.847	1,95	2.267	1,51
Λοιπές Χώρες	1.845	1,94	4.102	2,73
Σύνολο	94.922	100,00	150.324	100,00

Διάγραμμα 4.3: Απεικόνιση του ποσοστού των εξαγωγών ράβδων οπλισμού σκυροδέματος από την Ελλάδα ανά χώρα εξαγωγής (2002-2003), σε χιλιάδες τόνους (πηγή: ΕΣΥΕ)



Από τα στοιχεία αυτά, προκύπτει ότι, οι εισαγόμενοι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος, αποτελούν (με διάφορες διακυμάνσεις) ένα ποσοστό της τάξης 20-30%. Το 70-75% περίπου αυτής της ποσότητας εισαγωγής, προέρχεται από χώρες της Ε.Ε., ενώ το υπόλοιπο από χώρες εκτός αυτής.

Διάγραμμα 4.4: Κατανάλωση χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος στην Ε.Ε. των 25 χωρών-μελών (στοιχεία 2004)



4.2.6 Δειγματοληπτικοί έλεγχοι παρτίδας σε περίπτωση αμφισβήτησης

Για τον έλεγχο μιας συγκεκριμένης ποσότητας, όταν υπάρχει αμφισβήτηση της συμμόρφωσης της με τις απαιτήσεις του εκάστοτε ισχύοντος Προτύπου, ο χρήστης ή η Δημόσια Αρχή έχει τη δυνατότητα να διενεργήσει τους παρακάτω δειγματοληπτικούς ελέγχους, σύμφωνα με τα οριζόμενα στον Κ.Τ.Χ.

4.2.6.1 Έλεγχος ορίου διαρροής, εφελκυστικής αντοχής και παραμόρφωσης θραύσης μιας παρτίδας

Γίνεται κατά το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1045 (EURONORM 1002-80). Προσδιορίζεται το όριο διαρροής, η εφελκυστική αντοχή και η παραμόρφωση θραύσης, επί του οποίου έχει ήδη γίνει ο έλεγχος διαστάσεων και ανοχών. Ως διατομή θεωρείται η **πραγματική διατομή** όπως υπολογίζεται από τη μάζα.

Από τρεις διαφορετικές ράβδους μιας παρτίδας λαμβάνονται τρία δοκίμια μήκους περίπου 0,70m που υποβάλλονται σε δοκιμή εφελκυσμού. Δεν αποκλείεται ο έλεγχος σε ράβδους από διαφορετική χύτευση, αλλά τότε η πιθανότητα να γίνει αποδεκτή ποσότητα κατώτερης ποιότητας είναι μεγαλύτερη.

Αν και τα τρία αποτελέσματα των δοκιμών ικανοποιούν τις χαρακτηριστικές τιμές του Πίνακα 3.1 τότε η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ.

Αν έστω και ένα δοκίμιο δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις, λαμβάνονται δέκα επιπλέον δοκίμια από διαφορετικές ράβδους της παρτίδας. Η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. αν η μέση τιμή των δέκα δοκιμών είναι μεγαλύτερη από τη χαρακτηριστική τιμή του Πίνακα 3.1 και αν ταυτοχρόνως κάθε μια μεμονωμένη τιμή είναι μεγαλύτερη από το 0,95 της χαρακτηριστικής τιμής του Πίνακα 3.1. Στην αντίθετη περίπτωση η παρτίδα απορρίπτεται.

Στην περίπτωση που ο χρήστης απαιτήσει χάλυβες σύμφωνα με τον Πίνακα 3.4 τότε ο δειγματοληπτικός έλεγχος θα γίνεται ως εξής:

Από τρεις διαφορετικές ράβδους μιας παρτίδας λαμβάνονται τρία δοκίμια μήκους περίπου 0,70 μ. που υποβάλλονται σε δοκιμή εφελκυσμού. Αν και τα τρία αποτελέσματα των δοκιμών ικανοποιούν τις χαρακτηριστικές τιμές του Πίνακα 4.10 τότε η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Πίνακα 3.4.

Αν έστω και ένα δοκίμιο δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις, λαμβάνονται δέκα επιπλέον δοκίμια από διαφορετικές ράβδους της παρτίδας. Η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Πίνακα 3.4 αν η μέση τιμή των δέκα δοκιμών είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη κατά περίπτωση από τη χαρακτηριστική τιμή του Πίνακα 4.10 και αν ταυτοχρόνως κάθε μια μεμονωμένη τιμή είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ελάχιστη τιμή (ή μικρότερη από την αντίστοιχη μέγιστη τιμή) του Πίνακα 4.10. Στην αντίθετη περίπτωση η παρτίδα απορρίπτεται.

Πίνακας 4.10: Απαιτήσεις μηχανικών ιδιοτήτων για τους δειγματοληπτικούς ελέγχους

Μέγεθος	Χαρακτηριστική τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
$f_{y,obs}^{(1)}$	f_y	$0,95f_y$	$1,30f_y$
$f_{t,obs}/f_{y,obs}^{(1)}$	$\geq 1,10$ $\leq 1,35$	1,07	1,37
$\epsilon_{u,k} (\%)$	$\geq 7,00$	6,70	

⁽¹⁾ obs(erved): παρατηρούμενη**4.2.6.2 Έλεγχος κάμψης-ανάκαμψης ή αναδίπλωσης μιας παρτίδας**

Από τρεις διαφορετικές ράβδους μια παρτίδας λαμβάνονται τρία δοκίμια μήκους 0,70m περίπου τα οποία υποβάλλονται σε δοκιμή κάμψης-ανάκαμψης για $\Phi > 12\text{mm}$ ή αναδίπλωσης για $\Phi \leq 12\text{mm}$.

- **δοκιμή αναδίπλωσης** (για λείους χάλυβες μέχρι $\Phi 32$, για νευροχάλυβες μέχρι $\Phi 12$). Η αναδίπλωση γίνεται με κάμψη των δοκιμίων κατά 180° γύρω από κυλινδρικά στελέχη διαμέτρου $2d$ για τον χάλυβα S220, $3d$ για τον S400 και $4d$ για τον S500, κατά τον Πίνακα 1 του ΕΛΟΤ 959.
- **δοκιμή κάμψης - ανάκαμψης**. Εκτελείται στους νευροχάλυβες με διάμετρο μεγαλύτερη των 12mm αντί για τη δοκιμή αναδίπλωσης. Τα δείγματα διαχωρίζονται σε 4 κατηγορίες ονομαστικών διαμέτρων:

- α) από 12 ως και 18mm, β) από 18 ως και 25mm, γ) από 25 ως και 32mm και δ) 32 mm (ως και 40mm κατά το αναθεωρημένο Πρότυπο)

κατά τον Πίνακα 1 του ΕΛΟΤ 959. Οι αντίστοιχες διαμέτροι του κυλινδρικού στελέχους της δοκιμής είναι 6d, 8d, 10d και 12d για τον χάλυβα S400 και 8d, 10d, 12d και 14d για τον χάλυβα S500. Η δοκιμή εκτελείται κατά το κεφάλαιο 7 και τις διατάξεις του Παραρτήματος του ΕΛΟΤ 959.

Επιτυχής θεωρείται ο έλεγχος όταν δεν προκληθεί θραύση ή όταν δεν εμφανισθούν ρωγμές στο δοκίμιο. Αν όλα τα δοκίμια περάσουν επιτυχώς τον έλεγχο, τότε η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κανονισμού αυτού.

Αν έστω και ένα δοκίμιο δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις, λαμβάνονται δέκα επιπλέον δοκίμια από διαφορετικές ράβδους. Η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κανονισμού αυτού αν όλα τα επιπλέον δοκίμια περάσουν επιτυχώς τον έλεγχο. Στην αντίθετη περίπτωση η παρτίδα απορρίπτεται.

4.2.6.3 Έλεγχος γεωμετρικών χαρακτηριστικών μιας παρτίδας

Από τρεις διαφορετικές ράβδους μιας παρτίδας λαμβάνονται τρία δοκίμια τα οποία πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρ. 3.1 του Κ.Τ.Χ. Αν όλα τα δοκίμια περάσουν επιτυχώς τον έλεγχο τότε η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ.

Αν έστω και ένα δοκίμιο δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις, λαμβάνονται δέκα επιπλέον δοκίμια από διαφορετικές ράβδους. Η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. αν όλα τα επιπλέον δοκίμια περάσουν επιτυχώς τον έλεγχο. Στην αντίθετη περίπτωση η παρτίδα απορρίπτεται.

4.2.6.4 Έλεγχος χημικής σύστασης μιας παρτίδας (αφορά τους συγκολλησιμους χάλυβες)

Από δύο διαφορετικές ράβδους μιας παρτίδας λαμβάνονται δύο δοκίμια μήκους τουλάχιστον 0,1m τα οποία υποβάλλονται σε χημική ανάλυση η οποία πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Πίνακα 3.2. Αν όλα τα δοκίμια περάσουν επιτυχώς τον έλεγχο τότε η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. Αν έστω και ένα δοκίμιο δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις, η παρτίδα απορρίπτεται.

4.2.6.5 Έλεγχος διάβρωσης

Ο έλεγχος της διάβρωσης γίνεται σύμφωνα με την παρ. 4.2 του Κ.Τ.Χ.

4.2.7 Κόστος ελέγχων

Παρατίθενται παρακάτω κάποια στοιχεία των δαπανών ελέγχου των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, ώστε να φανεί ότι δεν είναι καθόλου αποτρεπτικές του ελέγχου και να ενθαρρυνθεί ο επιβλέπων μηχανικός να τους υποδεικνύει και ο κύριος του έργου να τους ενεργεί, για την καλύτερη εξασφάλιση της σωστής ποιότητας.

Το κόστος των ελέγχων που γίνονται από τα Εργαστήρια Δημοσίων Έργων καθορίζεται από το εγκεκριμένο Τιμολόγιο Εργαστηριακών και επί τόπου Δοκιμών του Κ.Ε.Δ.Ε. (ΦΕΚ 195/Β/22-2-2000), περιλαμβάνει και τους στατιστικούς υπολογισμούς και είναι το αναγραφόμενο στον Πίνακα 4.11. Στα ιδιωτικά εργαστήρια το κόστος είναι μεγαλύτερο και ποικίλλει από εργαστήριο σε εργαστήριο.

Ο έλεγχος χημικής σύνθεσης εκτελείται (πλην του Κ.Ε.Δ.Ε.) από λίγα μόνο εργαστήρια ακόμα, κυρίως τα εργαστήρια των Πολυτεχνείων, το Γενικό Χημείο του Κράτους, την ΕΒΕΤΑΜ (θυγατρική της ΕΤΒΑ, διαπιστευμένο εργαστήριο) και τα εργαστήρια των χαλυβουργείων.

Πίνακας 4.11: Κόστος ελέγχων των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος

Έλεγχος	Κόστος (ευρώ ανά δοκίμιο)
Δοκιμή εφελκυσμού (βάρος, διαστάσεις, όριο διαρροής, εφελκυστική αντοχή, ανηγμένη μήκυνση)	10
Δοκιμή αναδίπλωσης	5
Δοκιμή κάμψης - ανάκαμψης	5
Έλεγχος χημικής σύνθεσης (φασματοσκοπικός)	22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Διαμόρφωση Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος

5.1 Εισαγωγή

Ο Κ.Τ.Χ. και ο Ε.Κ.Ω.Σ. θέτουν τις βασικές απαιτήσεις όσον αφορά την διαμόρφωση του οπλισμού σκυροδέματος, ώστε να εξασφαλίζονται, αφενός η τήρηση των κατασκευαστικών απαιτήσεων και αφετέρου η διατήρηση των ιδιοτήτων του υλικού εντός των ορίων σχεδιασμού. Επίσης, σε κάθε μελέτη περιλαμβάνονται λεπτομέρειες όπλισης ή και άλλες πρόσθετες πληροφορίες που δίνονται στην επιχείρηση διαμόρφωσης, η οποία πρέπει να έχει την ικανότητα από άποψη εξοπλισμού και ανθρώπινου δυναμικού να τις υλοποιήσει. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένα βασικά σημεία σχετικά με τη διαμόρφωση του οπλισμού, τα οποία πρέπει να γνωρίζει ο επιβλέπων μηχανικός.

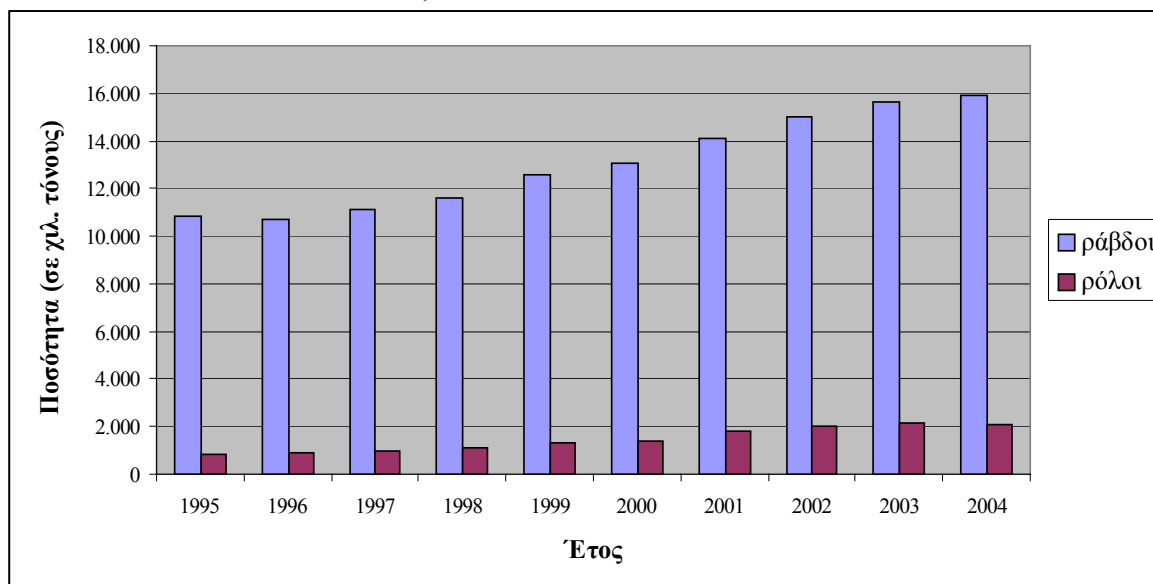
5.2 Ευθυγράμμιση ράβδων οπλισμού

Η σύγχρονη τάση για βιομηχανοποίηση στη διαμόρφωση οπλισμού οδηγεί στην αύξηση του ποσοστού των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, που παράγονται στη μορφή των ρόλων. (Πίνακας 5.1). Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί τουλάχιστον στο 10% της συνολικής κατανάλωσης οπλισμού.

Πίνακας 5.1: Αναλογία ρόλων στο σύνολο των χαλύβων οπλισμού. Τα στοιχεία αφορούν το σύνολο της κατανάλωσης στις χώρες της Ε.Ε. και είναι σε χιλ. τόνους (πηγή: EUROFER)

Έτος	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ράβδοι	10.851	10.732	11.151	11.584	12.587	13.091	14.107	14.977	15.617	15.921
Ρόλλοι	857	874	990	1.096	1.305	1.415	1.779	1.983	2.154	2.114
Ρόλλοι (% επί του συνόλου)	7,32%	7,53%	8,15%	8,64%	9,39%	9,75%	11,20%	11,69%	12,12%	11,72%

Διάγραμμα 5.1: Απεικόνιση της κατανάλωσης ράβδων και ρόλων στις χώρες της ΕΕ σε χιλ. τόνους σε συνάρτηση με το χρόνο (πηγή: EUROFER)



Οι διάμετροι στις οποίες παράγονται κυμαίνονται από 8 έως 16 mm. Η μορφή των ρόλων, (Εικόνα 5.1) εξασφαλίζει συνεχή τροφοδοσία, μείωση των περισσευμάτων της παραγωγής και βέβαια ευκολότερη αποθήκευση με αποφυγή προβλημάτων διάβρωσης.



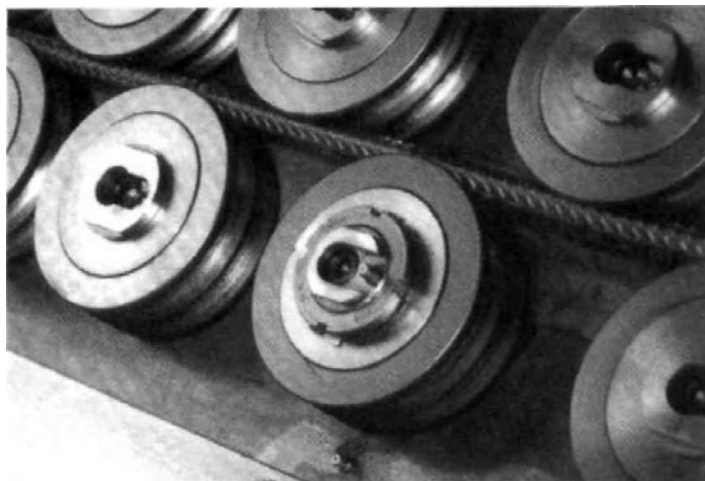
Εικόνα 5.1: Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος σε ρόλους

Η επεξεργασία γίνεται στις επιχειρήσεις διαμόρφωσης, όπου α) μέσω διαδοχικών αυτόματων μηχανών ευθυγράμμισης, κάμψης και κοπής, παράγονται τμήματα οπλισμού στα ζητούμενα σχήματα και διαστάσεις, έτοιμα για ενσωμάτωση (Εικόνα 5.2).



Εικόνα 5.2: Αυτόματη μηχανή ευθυγράμμισης, κάμψης και κοπής

Στην τυπική περίπτωση, χρησιμοποιούνται μηχανές ευθυγράμμισης με ράουλα (rollers). Η ράβδος, διέρχεται μέσα από δύο σειρές ραουλων, έχοντας ελικοειδή μορφή. Το υλικό, δεχόμενο διαρκώς αντίθετες τάσεις κάμψης, βγαίνει τελικά ευθυγραμμισμένο (Εικόνα 5.3).



Εικόνα 5.3: Μηχανή με ράουλα ευθυγράμμισης (rollers)

Σπανιότερα, χρησιμοποιούνται ευθυγραμμιστικές μηχανές με “ρότορα” (spinders), όπου η ράβδος διέρχεται μέσα από ένα σύστημα περιστρεφόμενης μήτρας, που ωθεί το υλικό να εξέλθει ευθυγραμμισμένο.

Σε όλες τις διαδικασίες ευθυγράμμισης ρόλων, μαζί με τα αναφερθέντα πλεονεκτήματα, πρέπει κανείς να πάρει υπόψη και τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν στο υλικό, λόγω των πλαστικών παραμορφώσεων, που επιβάλλονται, όσο μικρές και αν είναι αυτές.

Οι επιπτώσεις ποικίλουν και εξαρτώνται από τη μέθοδο παραγωγής του υλικού και από τον τύπο ευθυγραμμιστικής μηχανής. Στη γενική περίπτωση, οι αλλαγές στα τεχνικά χαρακτηριστικά είναι οριακές, μπορεί όμως να είναι και σημαντικές, αν δεν υπάρχει παρακολούθηση στη λειτουργία των μηχανών.

Υπάρχουν διάφορες ερευνητικές προσπάθειες εκτίμησης και πρόβλεψης των επιπτώσεων, με αντικρουόμενα συχνά αποτελέσματα. Στον Πίνακα 5.2 φαίνονται τα αποτελέσματα σχετικών δοκιμών που έγιναν με ευθύνη του οργανισμού πιστοποίησης χαλύβων CARES στη Βρετανία.

Πίνακας 5.2: Μεταβολές χαρακτηριστικών μετά την ευθυγράμμιση (CARES)

Μέθοδος παραγωγής ρόλων	Τύπος μηχανής ευθυγράμμισης	Όριο διαρροής (Re)	Εφελκυστική αντοχή (Rm)	Ομοιόμορφη επιμήκυνση (Agt)	Διατομή	Ύψος νεύρωσης
Tempcore/ Thermex	roller	+2,5%	+1,8%	+ 5,7%	-0,2%	-11,8%
Ψυχρής ολκής	roller	+2,3%	+0,6%	+3,4%	-0,1%	-6,9%
Tempcore/ Thermex	spinner	+6.0%	+0,6%	-14,2%	-0,9%	-10,3%
Ψυχρής ολκής	spinner	-3,1%	-1,1%	+10,7%	+0,1%	-3,8%
Ψυχρής ολκής	spinner	-3,1%	-2,3%	+14,9%	-0,2%	-2,0%

Αντίστοιχα, στον Πίνακα 5.3, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πειραματικής διερεύνησης που έχει γίνει στο πλαίσιο ευρύτερου ερευνητικού προγράμματος, με συμμετοχή χαλυβουργικών και εργαστηρίων δοκιμών από Ιταλία, Πορτογαλία και Ελλάδα. Στην περίπτωση αυτή, τα δοκίμια μετά την ευθυγράμμιση είναι από ευθυγραμμιστικές μηχανές με ράουλα.

Πίνακας 5.3: Μηχανικές ιδιότητες πριν και μετά την ευθυγράμμιση

C=0,21%	Δείγματα από ρόλους (μετά από τεχνητή γήρανση)				Δείγματα μετά την ευθυγράμμιση (μετά από τεχνητή γήρανση)			
ολκή %	Rp _{0,2} N/mm ²	Rm N/mm ²	Rm/Rp _{0,2}	Agt %	Rp _{0,2} N/mm ²	Rm N/mm ²	Rm/Rp _{0,2}	Agt %
1,0%	455	583	1,281	12,5	454	581	1,280	13,1
3,0%	511	604	1,182	9,3	505	602	1,192	8,3
5,0%	557	628	1,127	8,3	540	623	1,154	7,4

Στην πράξη, μεγάλο ρόλο, φαίνονται πως παίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά λειτουργίας κάθε μηχανής και για αυτό χρειάζεται συγκεκριμένος έλεγχος κάθε φορά και παρακολούθηση. Το σίγουρο είναι πως σχεδόν πάντα υπάρχει μείωση του ύψους των νευρώσεων. Αυτός είναι και ο λόγος που το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421, έχει ειδικές απαιτήσεις από τις επιχειρήσεις διαμόρφωσης που κάνουν ευθυγράμμιση υλικών από ρόλους, ορίζοντας σχετικά:

- Οπτική επιθεώρηση για τυχόν βλάβες στη γεωμετρία της επιφάνειας για κάθε επεξεργασμένο ρόλο.
- Μέτρηση της γεωμετρίας της επιφάνειας σε τουλάχιστον ένα δείγμα ανά ημέρα και παραγόμενη διάμετρο.
- Δοκιμή εφελκυσμού τουλάχιστον σε ένα δείγμα ανά τύπο μηχανής ευθυγράμμισης ανά εβδομάδα από κάθε μία από τις διαμέτρους που υφίστανται την επεξεργασία. Η δειγματοληψία θα γίνεται έτσι ώστε όλες οι μηχανές και οι διάμετροι να καλύπτονται σε μία περίοδο έξι μηνών.

5.3 Συμπεριφορά καμπύλων αγκυρώσεων

Το απαιτούμενο μήκος αγκυρώσεως εξαρτάται από τις αναπτυσσόμενες τάσεις συνάφειας στην διεπιφάνεια των δύο υλικών και από την αντοχή της προς αγκύρωση ράβδου. Προκειμένου να μειωθεί το μήκος αγκυρώσεως, στις περιπτώσεις που αυτό είναι εφικτό, τα άκρα των αγκυρουμένων ράβδων καμπυλώνονται ή διαμορφώνονται με άγκιστρα (ορθογωνικά ή ημικυκλικά).

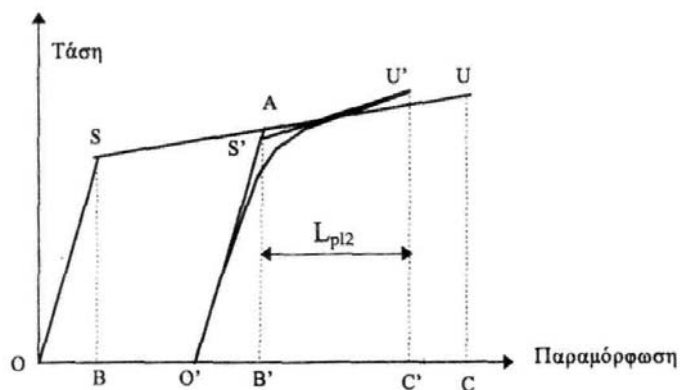
Κατά τον Ε.Κ.Ω.Σ. η επιτρεπόμενη ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης ράβδων, αγκίστρων, αναβολέων κ.λ.π. δίνεται από τον Πίνακα 5.4. Η ελάχιστη διάμετρος καμπύλωσης εκλέγεται έτσι ώστε να αποφεύγεται η ρηγμάτωση ή η διάρρηξη του σκυροδέματος λόγω της πίεσης που αναπτύσσεται στην εσωτερική άντρυγα της ράβδου (σειρές Β.1 έως Β.3) και να αποφεύγεται η ρηγμάτωση της ράβδου (σειρές Α.1 και Α.2).

Πίνακας 5.4: Ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης

A	Διάμετρος ράβδου Φ (mm)	Άγκιστρα	
		S220	S400, S500
1	$\Phi < 20$	2,5 Φ	4,0 Φ
2	$\Phi \geq 20$	5,0 Φ	7,0 Φ
B	Επικάλυψη σκυροδέματος κάθετη στην επιφάνεια καμπύλωσης και απόσταση αξόνων ράβδων οπλισμού	Κάμψεις και άλλες καμπυλώσεις (π.χ. σε γωνίες πλαισίων)	
		S220	S400, S500
1	> 100 mm και $> 7\Phi$	10 Φ	10 Φ
2(*)	> 50 mm και $> 3\Phi$	10 Φ	15 Φ
3(*)	≤ 50 mm ή $\leq 3\Phi$	15 Φ	20 Φ

(*) Αν κάμπτονται στην ίδια θέση ράβδοι περισσότερων στρώσεων τότε οι τιμές διαμέτρων D για ράβδους εσωτερικών στρώσεων θα αυξάνονται κατά 50%.

Το καμπύλο τμήμα της ράβδου διαμορφώνεται με την κάμψη της πέριξ ενός τύμπανου διαμέτρου D. Στην περίπτωση καμπύλωσης της ράβδου με τύμπανο μικρότερης διαμέτρου, εκτός από τον κίνδυνο ρηγμάτωσης ή διάρρηξης του σκυροδέματος στην κατασκευή, υπάρχει και ο κίνδυνος να αστοχήσει η ράβδος κατά την καμπύλωση. Με τον όρο "αστοχία της ράβδου" εννοείται η θραύση ή έστω η ρηγμάτωση του εξωρραχίου της ράβδου. Η χρήση τύμπανου μικρότερης διαμέτρου, ακόμη όμως και αν δεν οδηγήσει την ράβδο σε θραύση, σίγουρα μειώνει την παραμορφωσιμότητα και ολκιμότητα της, γιατί μειώνεται η διαθέσιμη παραμόρφωση θραύσης του οπλισμού. Πράγματι, αν το σχηματικό διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων του χάλυβα είναι το OSU της Εικόνας 5.4, η διαδικασία καμπυλώσεως μιας ράβδου γύρω από ένα τύμπανο, θα φέρει τον χάλυβα στην θέση A και στην συνέχεια στο σημείο O'.

**Εικόνα 5.4:** Σχηματικό διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων χάλυβα πριν και μετά την καμπύλωση (OSU και O'S'U' αντιστοίχως)

Ο καμπυλωμένος χάλυβας έχει πλέον ως νέο σχηματικό διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων το O'S'U'. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε ότι:

1. Το όριο διαρροής και η τάση θραύσεως μειώνονται ελάχιστα (BS~B'S' και CU~C'U') (Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα ενδέχεται να παρουσιαστεί

ελαφριά αύξηση του ορίου διαρροής και της τάσης θραύσεως). Σε κάθε περίπτωση η παραμόρφωση διαρροής δεν μεταβάλλεται ουσιαστικά ($OB \sim O'B'$).

2. Η μεταλαστική παραμόρφωση μειώνεται δραστικά ($B'C' \ll BC$). Τούτο έχει ως συνέπεια την μειωμένη παραμορφωσιμότητα του δομικού στοιχείου (δυνατότητα αναπτύξεως μεταλαστικών στροφών) και άρα την μείωση της απορροφήσεως ενέργειας.

Στα πλαίσια εργασίας που εκπονήθηκε από το ΕΜΠ, εξετάστηκε η συμπεριφορά των αγκυρώσεων ράβδων με ορθογωνικά άγκιστρα συναρτήσει της διαμέτρου του τύμπανου περίξ του οποίου διαμορφώνεται το άγκιστρο. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το όριο διαρροής και η εφελκυστική αντοχή των ράβδων δεν εξαρτώνται ιδιαιτέρως από την τιμή του λόγου D/Φ .

Αντιθέτως μειώνεται θεαματικά η μεταλαστική παραμορφωσιμότητα του χάλυβα για τιμές του λόγου D/Φ μικρότερες από ~ 5 . Η μείωση αυτή του πλαστικού κλάδου του διαγράμματος τάσεων-παραμορφώσεων του χάλυβα έχει ως συνέπεια την μείωση της ικανότητας των στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα να παραμορφώνονται αρκετά μετά την διαρροή τους, με αποτέλεσμα, σε περίπτωση σεισμού, να μην είναι σε θέση να απορροφούν ενέργεια και να οδηγούνται σε ψαθυρή θραύση.

5.4 Συστήματα εγκάρσιου οπλισμού υποστυλωμάτων (συνδετήρες)

Η όπλιση των στοιχείων σκυροδέματος, κυρίως στις αντισεισμικές κατασκευές, έχει βελτιωθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, με χρονική έναρξη από της εκδόσεως των προσθέτων διατάξεων του Αντισεισμικού Κανονισμού το 1984. Έκτοτε τόσο οι μηχανικοί όσο και οι τεχνίτες εκπαιδεύονται συνεχώς και συμμορφώνονται στις ολοένα αυστηρότερες απαιτήσεις, τόσο του Κανονισμού Σκυροδέματος όσο και του Αντισεισμικού Κανονισμού.

Η μεγαλύτερη πρόοδος έχει γίνει στην πυκνότητα, τη διάμετρο και την τοποθέτηση των συνδετήρων, για τους οποίους όλοι πια γνωρίζουν ότι ο ρόλος τους στις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι πολύ σημαντικός.

Κατά τη διάρκεια του σεισμού ασκούνται πολύ υψηλές εντάσεις, τουλάχιστον σε ορισμένα από τα στοιχεία του σκελετού, με αποτέλεσμα να ασκούνται πολύ υψηλές θλιπτικές δυνάμεις τόσο στο σκυρόδεμα όσο και στις ράβδους του οπλισμού. Οι δυνάμεις αυτές αναγκάζουν το σκυρόδεμα να διογκωθεί πλευρικά και τις ράβδους του οπλισμού να λυγίσουν.

Και οι δύο αυτοί παράγοντες σεισμικής αστοχίας αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά μόνο με την ύπαρξη πυκνών και σωστά τοποθετημένων συνδετήρων. Γενικά τόσο οι δοκοί όσο και τα υποστυλώματα, κατά τη διάρκεια ενός ισχυρού σεισμού, αστοχούν με άνοιγμα των συνδετήρων. Αν μάλιστα δεν είναι και καλά κλειστοί, τότε ανοίγουν ακόμη και σε μικρής έντασης σεισμούς. Μετά από κάθε σεισμό, μια τυπική αιτία των αιτιών των ζημιών στα κτίρια είναι η αστοχία των συνδετήρων, είτε λόγω της κακής κατασκευής τους, είτε λόγω της μικρής ποσότητας τους.

Έτσι σε χώρες με έντονη σεισμική δραστηριότητα, όπως η Ελλάδα, οι συνδετήρες στις κολόνες, τα δοκάρια και τα λοιπά δομικά στοιχεία, δεν αντιμετωπίζονται πλέον ως "δευτερεύων οπλισμός". Αντίθετα αποτελεί κοινή διαπίστωση ότι η περίσφιγξη που προσφέρει ο εγκάρσιος οπλισμός, αυξάνει την αντοχή και την πλαστιμότητα του οπλισμένου σκυροδέματος που τείνει να σπάσει με πλευρική διόγκωση, ενώ προστατεύει και το διαμήκη οπλισμό έναντι λυγισμού (Εικόνα 5.5).

Η αύξηση των απαιτήσεων των Κανονισμών οδήγησε σε αύξηση τόσο της ποσότητας του χάλυβα όσο και της εργασίας διαμόρφωσης του σε οπλισμό, δύο παραγόντων από τους πιο «ακριβούς» στην εκτέλεση των έργων. Σημειώνεται πως αν και οι συνδετήρες αποτελούν μόνο το 20% του συνολικού οπλισμού (σε βάρος), η κατασκευή τους απαιτεί πάνω από το 50% του συνολικού χρόνου εργασίας για τη διαμόρφωση του οπλισμού.



Εικόνα 5.5: Αστοχία εγκάρσιου οπλισμού-Λυγισμός ευθύγραμμων ράβδων

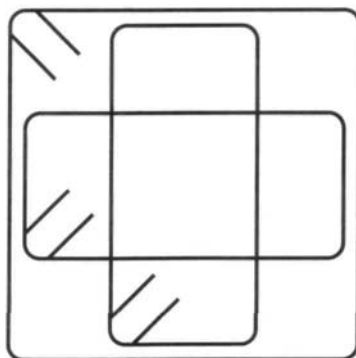
Αυτό, σε συνδυασμό με τις συνθήκες ανταγωνισμού για την εξασφάλιση της προτιμήσεως του κατασκευαστή ή του επιχειρηματία ή του Κυρίου του Έργου, οδήγησε τις βιομηχανίες και τις επιχειρήσεις κατεργασίας στην προσπάθεια μείωσης ή αποδοτικότερης χρησιμοποίησης του υλικού και ελάττωσης ή βιομηχανοποίησης της εργασίας διαμόρφωσης, ή τουλάχιστον οικονομικής βελτίωσης του συνολικού αποτελέσματος υλικού - εργασίας, μέσω επινοήσεων αξιολογής ευρηματικότητας.

Έτσι σήμερα στην αγορά χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι κατασκευής συνδετήρων, όχι κατά σειρά αξιολόγησης, αλλά πιο πολύ κατά τη σειρά χρονολογικής τους εμφάνισης:

5.4.1 Κλασικοί «παλαιού τύπου» μεμονωμένοι συνδετήρες

Κατασκευάζονται ένας - ένας και δένονται πάνω στους διαμήκεις οπλισμούς, ενδεχομένως πολλαπλοί, στις προβλεπόμενες από τη μελέτη διαμέτρους και αποστάσεις.

Το μειονέκτημα τους είναι ότι κατασκευάζονται δύσκολα, με κόστος χρόνου, ενώ ταυτόχρονα η κατασκευή τους δεν είναι επιδεκτική μηχανοποίησης με όλες τις συνέπειες που έχει αυτό στη δυνατότητα ελέγχου της ποιότητας της εργασίας. Για το λόγο αυτό αναζητούνται συνεχώς νέα συστήματα για τους εγκάρσιους οπλισμούς που παράγονται σε βιομηχανική ή ημι-βιομηχανική κλίμακα.



Εικόνα 5.6: Παραδοσιακοί μεμονωμένοι συνδετήρες για την όπλιση υποστυλώματος τετραγωνικής μορφής

5.4.2 Κλασσικοί σπειροειδείς συνδετήρες για κυκλικές κολόνες

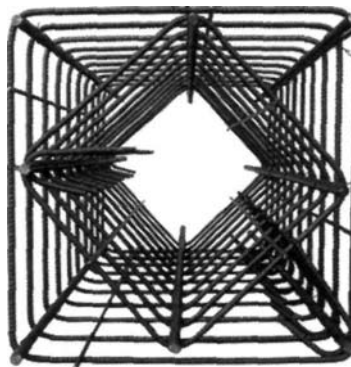
Έχουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αυξημένης περίσφιγξης. Στην απλή μορφή, χρησιμοποιούνται για μικρές κυκλικές κολόνες ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην όπλιση μεγαλύτερων και πιο σύνθετων διατομών (π.χ. γέφυρες) σε συνδυασμό με ορθογωνικούς συνδετήρες.



Εικόνα 5.7: Κυκλικοί σπειροειδείς συνδετήρες

5.4.3 Κλωβοί συνδετήρων που κατασκευάζονται με αναδίπλωση ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων (μανδύες)

Μια σημαντική εξέλιξη των τελευταίων χρόνων, είναι η παραγωγή από μεριάς των χαλυβουργιών ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων, που στη συνέχεια με διαδοχικές κάμψεις μπορούν να διαμορφωθούν σε κλωβούς συνδετήρων.



Εικόνα 5.8: Κλωβός συνδετήρων με αναδίπλωση ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων

Τα πλέγματα αυτά αποτελούνται από ράβδους μέχρι πρότινος Φ8/12.5 ή πλέον Φ10/10 κατά την κύρια έννοια, με συγκολλημένες λεπτές ράβδους Φ6/40 κατά την άλλη έννοια, που χρησιμεύουν μόνον για να συγκρατούν τις κύριες ράβδους στην προκαθορισμένη απόσταση, η οποία γενικώς υπερικανοποιεί τις απαιτήσεις της μελέτης, απαλλάσσοντας από τον κίνδυνο της συναφούς κακοτεχνίας.

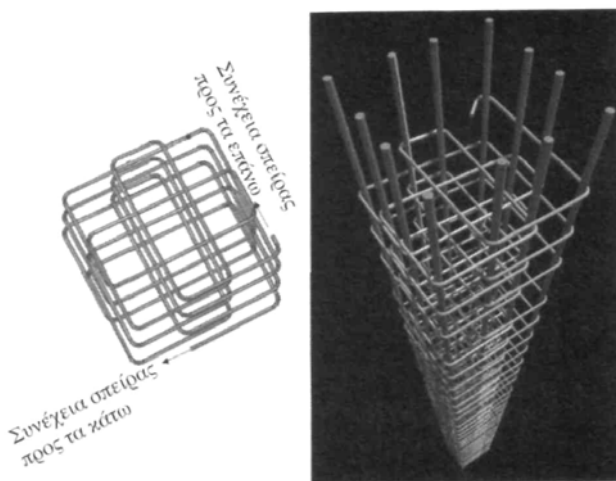
Οι «μανδύες» αποτελούν ένα ουσιαστικό βήμα στην κατεύθυνση της βιομηχανοποίησης της κατασκευής των συνδετήρων. Αρνητικό σημείο είναι η έλλειψη ευελιξίας στο θέμα των αποστάσεων των συνδετήρων, πράγμα που οδηγεί σε έλλειψη δυνατότητας κυμαινόμενης πύκνωσης (κρίσιμη και μη κρίσιμη περιοχή των υποστυλωμάτων), ενώ και η ποιότητα της τελικής διαμόρφωσης που επαφίεται στις μάντρες οπλισμού δεν είναι πάντα εξασφαλισμένη. Υπάρχουν επίσης περιορισμοί λόγω των διαστάσεων τους. Σήμερα, η βιομηχανία αναπτύσσει και βελτιώνει διαρκώς τα συστήματα αυτά, με την εισαγωγή νέων μορφών κυμαινόμενης (και όχι μόνο σταθερής) πύκνωσης, και νέους τρόπους μόρφωσης σύνθετων συνδετήρων.

Όλες σχεδόν οι ελληνικές χαλυβουργίες έχουν διατάξεις κατασκευής ηλεκτροσυγκολλημένων πλεγμάτων. Η μέθοδος συγκόλλησης είναι αυτή της ηλεκτρικής αντίστασης (αυτογενής συγκόλληση με πρόκληση τήξης του μετάλλου με δίοδο ηλεκτρικού ρεύματος πολύ υψηλής έντασης και ταυτόχρονη άσκηση πίεσης υπό καθορισμένο χρόνο). Οι διατάξεις αυτές δεν μπορούν προφανώς να χρησιμοποιηθούν στην κλίμακα μικρότερων επιχειρήσεων διαμόρφωσης, ούτε βέβαια στο εργοτάξιο.

5.4.4 Πολύτμητος σπειροειδής συνδετήρας (αντισεισμικός οπλισμός τύπου «θώρακα»)

Ο «θώρακας» δημιουργεί τους συνδετήρες (οποιασδήποτε διαμέτρου) με τη μορφή «μονοκοντυλιάς» στο επίπεδο και «σπείρας» στο χώρο, απαλλάσσει από την υποχρέωση των γάντζων και τον κίνδυνο κακής διαμορφώσεώς τους, προσφέροντας την αντίστοιχη οικονομία υλικού και τη βιομηχανοποίηση ενός σημαντικού μέρους της εργασίας διαμόρφωσης.

Είναι μια σύγχρονη λύση, που συγκεντρώνει το ενδιαφέρον των μηχανικών, σχετικά με την καλύτερη εφαρμογή της. Αποτελεί ουσιαστικά εξέλιξη του απλού κυκλικού σπειροειδούς οπλισμού και προσφέρει μεγαλύτερη περίσφιγξη από τους μεμονωμένους συνδετήρες, ενώ ταυτόχρονα η χρησιμοποίηση του συντελεί σε καλύτερη συμπεριφορά των κόμβων.



Εικόνα 5.9: Πολύτμητος σπειροειδής συνδετήρας

Οι «θώρακες» είναι κλωβοί συνδετήρων που δημιουργούνται από μηχανές. Αυτές χρησιμοποιούν χάλυβα διατομής Φ8 μέχρι Φ12, σε κουλούρες ποιότητας S500s (Εικόνα 5.10). Η χρησιμοποίηση της κουλούρας παρέχει τη δυνατότητα να παράγονται οι συνδετήρες με τη μορφή σπειροειδούς ανέλιξης χωρίς καμιά διακοπή, ολόσωμοι δηλαδή για όλο το δομικό στοιχείο και μάλιστα σε οποιαδήποτε σύνθετη μορφή, δηλαδή όχι μόνο κυκλικής αλλά και τετραγωνικής, ορθογωνικής κ.λ.π.

Οι «θώρακες» παράγονται συνεπτυγμένα, για παράδειγμα ένας «θώρακας» 30 σπειρών, διατομής Φ10 παράγεται και συσκευάζεται σε ένα ύψος μικρότερο των 50 εκ. (Εικόνα 5.11). Τοποθετούνται πάνω σε βοηθητικό πάγκο και οι σπείρες αναπτύσσονται είτε πάνω σε βοηθητικές ράβδους, είτε και στις ράβδους του κύριου οπλισμού. Υπάρχει έτσι ευχέρεια τήρησης των απαιτήσεων της μελέτης για κυμαινόμενη πύκνωση π.χ. Φ10/15 στο μέσο και Φ10/10 στις κρίσιμες περιοχές, και δυνατότητα να γίνουν σωστά τα δεσίματα.



Εικόνα 5.10: Αποθηκευμένοι ρόλοι (κουλούρες) S500s διατομής Φ10 σε επιχείρηση διαμόρφωσης «θωράκων»



Εικόνα 5.11 Συνεπτυγμένοι «θωράκες» διατομής Φ10 στο εργοτάξιο

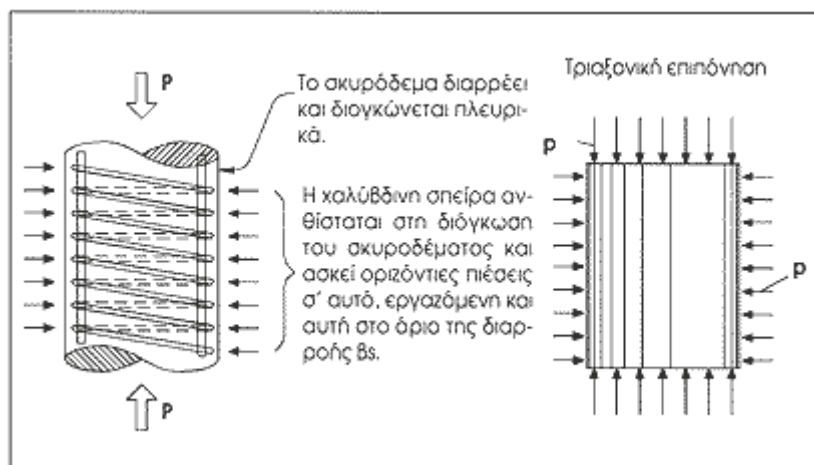
Τα βασικά πλεονεκτήματα των «θωράκων» έναντι των άλλων μεθόδων κατασκευής συνδετήρων είναι τα εξής:

α) Δεν υπάρχουν τα ασθενή σημεία των αγκίστρων των κοινών συνδετήρων

Λόγω της κατασκευής του σπειροειδή συνδετήρα από ενιαία ράβδο, δεν υπάρχουν ασθενή σημεία, όπως για παράδειγμα τα άγκιστρα στην περίπτωση των κοινών συνδετήρων, και επομένως δεν είναι δυνατό να “λυθούν” ή να “χαλαρώσουν” οι γωνιές σε περίπτωση ισχυρού σεισμού. Η βασική αυτή ιδιότητα εξασφαλίζει:

- Πραγματική τριαξονική λειτουργία

- Υψηλή πλαστιμότητα, που εξασφαλίζει αποτελεσματική λειτουργία σε πολύ υψηλής έντασης σεισμούς
- Εξάλειψη του κινδύνου λυγισμού των ράβδων.



Εικόνα 5.12: Μηχανισμός τριαξονικής λειτουργίας

β) Είναι σχετικά ελαφρύτεροι σε σύγκριση τόσο με τους μανδύες (κυρίως εξαιτίας της τυποποίησης των διαστάσεων των δεύτερων, που δημιουργεί φύρα, των αγκίστρων τους, των συνδετικών τους ράβδων και της αδυναμίας τους για κυμαινόμενη πύκνωση), όσο και με τους κοινούς συνδετήρες (κυρίως λόγω των αγκίστρων τους).

γ) Σκυροδέτηση

Με τους κοινούς συνδετήρες η αγκύρωση γίνεται στη μία γωνία με τα άγκιστρα των 135°. Το σημείο αυτό είναι και το πιο ευαίσθητο. Για να μην υπάρχει μία συστηματική ευαισθησία σε όλο το ύψος του στοιχείου, η θέση της αγκύρωσης (η γωνία με τα άγκιστρα) εναλλάσσεται καθ' ύψος. Το κέρδος από την κατανομή της ευαισθησίας εμφανίζει δυσκολία στη σκυροδέτηση λόγω της ύπαρξης των αγκίστρων σε όλο σχεδόν το σώμα του στοιχείου. Ο «θώρακας», λόγω της απουσίας αγκίστρων, προσφέρει δυνατότητα πολύ καλής ενιαίας σκυροδέτησης.

5.4.5 Συνεχόμενος συνδετήρας μιας στρώσης κατασκευασμένος από ρομποτικές μηχανές

Το σύστημα που στην αγορά ονομάζεται «ρομποτάκι» (στο ίδιο σύστημα υπάγεται και αυτό που φέρει το εμπορικό όνομα “armasthal”) αποτελεί εξέλιξη της μορφής των μεμονωμένων συνδετήρων, καθώς παράγεται από ρομποτικές μηχανές. συνίσταται στη διαμόρφωση του απαιτούμενου, συνθέτου σχήματος κάθε συνδετήρα στο επίπεδο, με τη μορφή «μονοκοντυλιάς» όπως στον θώρακα, αλλά μεμονωμένου, χωρίς τη σπειροειδή μορφή εκείνου. Ο εξωτερικός δηλαδή συνδετήρας και οι δύο εσωτερικοί συνδετήρες του υποστυλώματος (Εικόνα 5.6) αντικαθίστανται πλέον με ένα μονοκόμματο συνδετήρα (Εικόνα 5.13).



Εικόνα 5.13: Σύνθετος μονοκόμματος συνδετήρας μιας στρώσης

Στη συνέχεια, οι ξεχωριστοί μονοκόμματοι συνδετήρες κάθε στρώσης συγκολλούνται πάνω σε βοηθητικές συνδετικές ράβδους και δημιουργείται κλωβός συνδετήρων. Οι συνδετήρες μπορούν να είναι οποιασδήποτε διαμέτρου επιλεγεί, και η συγκράτησή τους στην οποιαδήποτε επιθυμητή απόσταση σε κάθε θέση, γίνεται συνήθως με την ηλεκτροσυγκόλληση τριών διαμήκων ράβδων Φ8, με τις οποίες δημιουργείται ο κλωβός επί του οποίου προσδένεται ο κύριος διαμήκης οπλισμός.



Εικόνα 5.14: Κλωβός συνδετήρων με σύνθετο μονοκόμματο συνδετήρα

5.4.6 Επισημάνσεις για την επιλογή συστήματος εγκάρσιου οπλισμού υποστρωμάτων (συνδετήρων)

Καθένα από τα προηγούμενα συστήματα έχει κάποια πλεονεκτήματα, κάποιες προϋποθέσεις αποδοχής και ενδεχομένως κάποια μειονεκτήματα. Δυστυχώς την επιλογή και την προτίμηση εφαρμογής κάποιου απ' αυτά δεν επιβάλλει ο μελετητής ή ο επιβλέπων μηχανικός, αλλά ο κατασκευαστής ή επιχειρηματίας, βάσει της τιμής μονάδος και μόνον, με κύρια επιδίωξη όχι την ποιότητα αλλά την «εκ πρώτης όψεως» οικονομία, και μάλιστα χωρίς να είναι σε θέση να εκτιμήσει ότι είναι δυνατόν, η αυξημένη ποσότητα που επιβάλλεται από τη φύση ενός συστήματος (π.χ. του μανδύα) να το καθιστά μερικές φορές ακριβότερο,

παρά την ενδεχομένως μικρότερη τιμή μονάδος, τόσο του υλικού όσο και της κατεργασίας.

Εξ' άλλου, έχουν δει το φως της δημοσιότητας υποδείξεις ή κριτικές, για κάποια από τα προαναφερθέντα συστήματα, άλλοτε εγκωμιαστικά και άλλοτε επισημαίνοντας ελαττώματα. Οι συνθήκες αυτές έχουν δημιουργήσει στην αγορά μια κατάσταση αμφιβολίας ως προς την ποιότητα της δουλειάς που κάθε φορά εξασφαλίζεται, και μια αδυναμία του επιβλέποντα μηχανικού να επιβάλει τη δική του άποψη, δεδομένου ότι είναι απολύτως αδύνατο να υποχρεώσει τους τεχνίτες να αυξήσουν της εργασίας τους χωρίς αύξηση της ήδη συμφωνημένης (χωρίς τη συμμετοχή του) αμοιβής τους.

Είναι επομένως αναγκαίο να ξεκαθαρίσει το τοπίο με φροντίδα του ΤΕΕ ή της πολιτείας, να συνταχθούν οδηγίες και να γίνουν γενικώς αποδεκτά ή να απορριφθούν ή να τεθούν περιορισμοί και προϋποθέσεις, για την αποδοχή καθενός από τα κυκλοφορούντα συστήματα εγκάρσιου οπλισμού υποστυλωμάτων, καθώς και κανόνες για τα ενδεχομένως νέα εμφανιζόμενα.

Η κρίση αυτή θα μπορούσε και θα έπρεπε να καθορίσει την άριστη - πρώτης επιλογής εργασία, τις αποδεκτές (ίσως με διαβάθμιση κατά σειρά προτιμήσεως) και τις ενδεχομένως απαράδεκτες. Άλλωστε και η απαίτηση των διαδικασιών ποιότητας, για τον προσδιορισμό της στάθμης της, σε πλήρως αποδεκτή, σε κατ' ανοχή αποδεκτή με περικοπή τιμής και σε απαράδεκτη και απορριπτέα, συμπίπτει με την προτεινόμενη διατύπωση κρίσεως. Έτσι θα είχαν όλοι οι μηχανικοί ενιαία αντιμετώπιση του αυτού προβλήματος, η εκτέλεση στο έργο θα προσανατολιζόταν και θα κατέληγε σε γενικής αποδοχής διαμόρφωση οπλισμών, και η επίβλεψη θα γινόταν με τους αυτούς κανόνες, απ' όλους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Παραλαβή Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος στο Έργο «Γυμνάσιο - Τ.Ε.Ε. - Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυονερίδας»

6.1 Πληροφορίες για το έργο «Γυμνάσιο - Τ.Ε.Ε. - Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυονερίδας»

Το έργο «Γυμνάσιο - Τ.Ε.Ε. - Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυονερίδας» αποτελεί ένα σημαντικό έργο για την ευρύτερη περιοχή του Δήμου Κρυονερίδας, ο οποίος αντιμετωπίζει μεγάλα προβλήματα και ελλείψεις όσον αφορά την σχολική στέγη. Το έργο έχει προϋπολογισμό μελέτης 3.580.000,00 ευρώ (με Φ.Π.Α.), συνολική κάλυψη 1.104,78 τ.μ. και συνολική δόμηση 2.183,96 τ.μ. Αποτελείται από τμήμα υπογείου εμβαδού 159,09 τ.μ., ισόγειο εμβαδού 1.096,94 τ.μ. και Α' όροφο εμβαδού 1.117,42 τ.μ.

Σε όλο το συγκρότημα προβλέπεται να γίνουν 13 αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία καθηγητών, W.C. κ.λ.π. Επιπλέον στο Γυμνάσιο θα γίνουν αίθουσα Η/Υ, 3 εργαστήρια, βιβλιοθήκη και αίθουσα φυσικοχημείας, ενώ στο Τ.Ε.Ε. θα γίνουν 4 εργαστήρια, βιβλιοθήκη και αίθουσα πολλαπλών εκδηλώσεων.

Σήμερα στο έργο έχει αποπερατωθεί ο φέρων οργανισμός (Εικόνα 6.1), έχουν όμως διακοπεί οι περαιτέρω εργασίες καθώς υπάρχει πρόβλημα στη χρηματοδότησή του.



Εικόνα 6.1: Γενική άποψη του έργου «Γυμνάσιο - Τ.Ε.Ε. - Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυονερίδας» όπως είναι σήμερα

6.2 Έλεγχος συνοδευτικών εγγράφων παρτίδας

Κατά την παράδοση κάθε φορτίου χάλυβα στο εργοτάξιο, γινόταν έλεγχος των συνοδευτικών εγγράφων που ορίζει ο Κ.Τ.Χ., για να διαπιστωθεί αν το συγκεκριμένο φορτίο έχει παραχθεί σύμφωνα με το Δελτίο Παραγγελίας τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και του Προτύπου ΕΛΟΤ 971.

Τα έγγραφα αυτά είναι:

α. Το Δελτίο Αποστολής, στο οποίο αναγράφονται οι διακινούμενες ποσότητες ανά διάμετρο (Φ) και κατηγορία (S500s, S220, κ.λ.π.), τα στοιχεία του πελάτη, η ημερομηνία κ.α.

β. Το Τεχνικό Δελτίο Παράδοσης, το οποίο περιέχει:

- Το τμήμα του έργου για το οποίο προορίζεται το φορτίο
- Τις διατομές του χάλυβα
- Την κατηγορία του χάλυβα (S500s, S220, κ.λ.π.)
- Την σήμανση του χάλυβα
- Την χώρα προέλευσης
- Το εργοστάσιο παραγωγής
- Τον αριθμό του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης για διακινούμενους χάλυβες χωρών Ε.Ε. που έχει εκδώσει ο ΕΛΟΤ για το συγκεκριμένο εργοστάσιο
- ή τον αριθμό του Πιστοποιητικού Ελέγχου για εισαγόμενους χάλυβες εκτός Ε.Ε. που έχει εκδώσει ο ΕΛΟΤ για το συγκεκριμένο φορτίο
- Το δελτία αποστολής που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο φορτίο
- Την ποσότητα του χάλυβα
- Την ημερομηνία παράδοσης

Το Τεχνικό Δελτίο Παράδοσης είναι υπογεγραμμένο τόσο από τον προμηθευτή του χάλυβα, την «μάντρα», όσο και από τον ανάδοχο του έργου, ώστε και οι δύο να είναι υπεύθυνοι για το φορτίο που παραδίδεται στο εργοτάξιο Ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα Τεχνικού Δελτίου Παράδοσης μιας παραδιδόμενης ποσότητας «θωράκων» στο έργο φαίνεται στην Εικόνα 6.2.

[illegible]

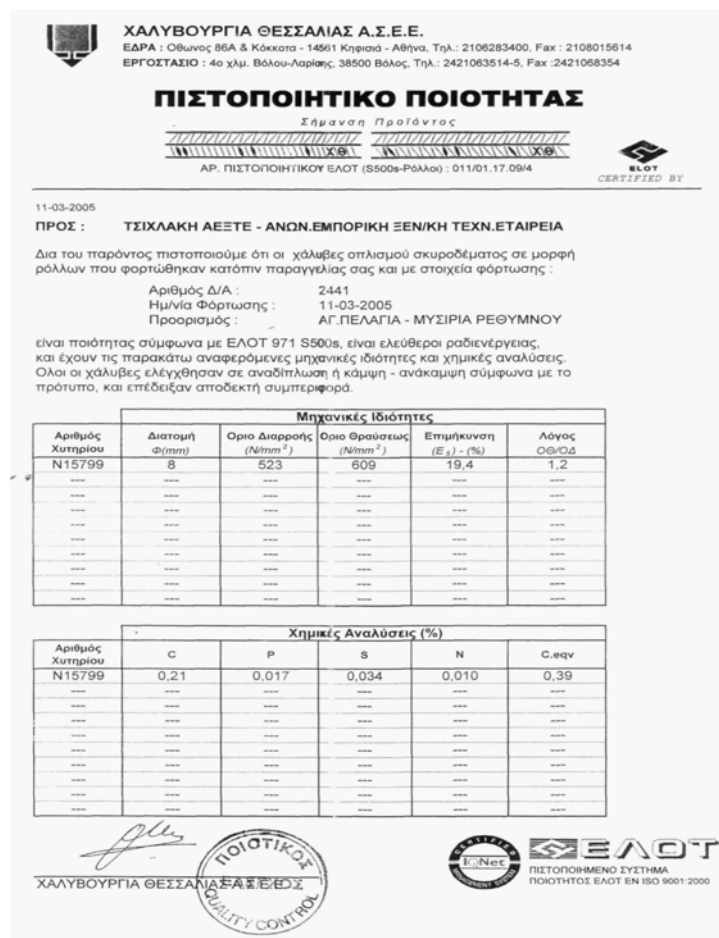
Εικόνα 6.2: Τεχνικό Δελτίο Παράδοσης ποσότητας «θωράκων» του ελληνικού εργοστασίου Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.

γ. **Αντίγραφο του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης** για διακινούμενους χάλυβες χωρών Ε.Ε. που έχει εκδώσει ο ΕΛΟΤ για το συγκεκριμένο εργοστάσιο (Εικόνα 6.3), ή **του Πιστοποιητικού Ελέγχου** για εισαγόμενους χάλυβες εκτός Ε.Ε. που έχει εκδώσει ο ΕΛΟΤ για το συγκεκριμένο φορτίο στο οποίο αναγράφεται η ποσότητα του χάλυβα ανά διάμετρο και κατηγορία, καθώς και η χώρα προέλευσης, δίχως όμως να αναγράφεται το εργοστάσιο παραγωγής ούτε και η σήμανση του. (Εικόνα 6.4).

δ Αντίγραφο του Πιστοποιητικού Ελέγχου Παραγωγής (ή Πιστοποιητικού Ποιότητας) από το εργοστάσιο (mill test certificate ή mill quality certificate), (Εικόνες 6.3, 6.4, 6.5) που αφορά την συγκεκριμένη διακινούμενη παρτίδα και περιλαμβάνει:

- Τους αριθμούς των χυτηρίων, από τα οποία προέρχεται η παραδιδόμενη ποσότητα χαλύβων,
- Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των χαλύβων (όριο διαρροής R_e , εφελκυστική αντοχή R_m , λόγο R_m/R_e , επιμήκυνση μετά την θραύση ϵ_5 (%), συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt (%)) ανά αριθμό χυτηρίου (Heat No) και διατομή,

- Την χημική σύνθεση και το ισοδύναμο άνθρακα (Ceq) των χαλύβων ανά αριθμό χυτηρίου και διατομή.



Εικόνα 6.3: Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης Προϊόντος για χάλυβες S500s (ρόλοι) και Πιστοποιητικό Ποιότητας παρτίδας χαλύβων S500s του ελληνικού εργοστασίου Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.



Αρ.Πιστοποιητικού
05.17.09/68-04

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης Α.Ε.-ΕΛΟΤ, έχοντας υπόψη τις διατάξεις τη Υ.Α. του ΥΒΕΤ 15283/Φ7/422 (ΦΕΚ 746/Β/30-8-95) χορηγεί το πιστοποιητικό αυτό στην «ΤΣΙΧΛΑΚΗ ΑΕΣΤΕ» - Αγία Πελαγία Μισσιριά, 74100 Ρέθυμνο- για το προϊόν Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος και για τις παρακάτω ποιότητες και ποσότητες σύμφωνα με τα πρότυπα / προδιαγραφές / τυποποιητικά έγγραφα :

ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ kg	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΓΡΑΦΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ
S 220 Φ 8 mm	49.220	ΕΛΟΤ 959	Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέμα
S500s Φ 8 mm	76.840	ΕΛΟΤ 971	» » » »
S 500s Φ 10 mm	99.390 (χρ.5364)	»	» » » »
S 500s Φ 12 mm	151.760	»	» » » »
S 500s Φ 14 mm	75.620	»	» » » »
S 500s Φ 16 mm	186.430	»	» » » »
S 500s Φ 18 mm	196.830	»	» » » »
S 500s Φ 20 mm	183.760	»	» » » »

Παρατηρήσεις: Η παραπάνω ποσότητα αναγράφεται στο τιμολόγιο της BEMACO LIMITED με στοιχεία Νο 9233/16-8-2004. Σύμφωνα με την Υ.Α. του ΥΒΕΤ 15283/Φ7/422 (ΦΕΚ 746/Β/30-8-95) η ανωτέρω ποιότητα και διάσταση πρέπει να αναγράφεται υποχρεωτικά στα παραστατικά έγγραφα εμπορίας και διακίνησης τη αντιστοιχίας ποσότητας των χάλυβων, χώρα προέλευσης Τουρκία

Το παρόν Πιστοποιητικό ισχύει για τις ανωτέρω αναγραφόμενες παρτίδες Χάλυβε Οπλισμού Σκυροδέματος.

Αθήνα, 2004-09-07

Ζαχαρίας Μαυρούκας
Διευθύνων Σύμβουλος

Αυτό το πιστοποιητικό ελέγχου ισχύει στο σύνολό του - Αποσπάσματά του είναι ανίσχυρα



KAPTAN DEMİR ÇELİK
ENDÜSTRİSİ VE TİCARET A.Ş.

ORIGINAL

BEMACO LIMITED
WESTBURY HOUSE
23-25 BRIDGE STREET, PINNER
MIDDLESEX HA5 3HR - UNITED KINGDOM

Istanbul, 16.08.2004

MILL QUALITY CERTIFICATE

MANUFACTURER : KAPTAN DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ VE TİCARET A.Ş.

DESCRIPTION OF GOODS

A) REINFORCING DEFORMED STEEL BARS

QUALITY : S 500 S ACC. TO ELOT 971

LENGTH : 12 METERS (+/- 100 MM) AND 14 METERS (+/- 100 MM)

SIZE (MM)	LENGTH (METERS)	NUMBER OF BUNDLES	QUANTITY (METRIC TONS)
8	12	38	76.840
10	12	46	112.340
12	12	45	92.360
14	12	37	79.460
16	12	37	75.300
18	12	37	75.620
20	12	51	102.100
22	12	43	84.360
24	12	47	84.540
26	12	51	102.340
28	12	46	81.760
30	12	46	86.000
TOTAL		531	1,078.840

B) PLAIN STEEL BARS

QUALITY : S 220

LENGTH : 12 METERS (+/- 100 MM)

SIZE (MM)	LENGTH (METERS)	NUMBER OF BUNDLES	QUANTITY (METRIC TONS)
8	12	24	48.320

GRAND TOTAL : 1,128,160 METRIC TONS

PACKING : IN BUNDLES OF MAXIMUM 2.5 MTS SECURELY FASTENED AT MINIMUM 3 POINTS WITH STEEL STRAP AND/OR WIRE ROD AND AT LEAST 2 LIFTING LOOPS FOR EACH BUNDLE.

FULL CHEMICAL AND MECHANICAL ANALYSIS AS PER ENCLOSED SHEETS ENCLOSED 2 SHEETS

KAPTAN
DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ VE TİCARET A.Ş.

KAPTAN DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ VE TİCARET A.Ş.
Barbaros Bulvarı, Katırcılar Apt. No: 29 20050 Beşiktaş/İstanbul/TURKEY Phone: +90 212 258 75 78 Fax: +90 212 258 50 70/71
E-Mail: info@kaptandemir.com.tr • http://www.kaptandemir.com.tr

Εικόνα 6.4: Πιστοποιητικό Ελέγχου και αντίστοιχο Πιστοποιητικό Ποιότητας (mill quality certificate) παρτίδας χάλυβων S220 και S500s του τούρκικου εργοστασίου Kaptan Demir Celik A.S.

MILL QUALITY CERTIFICATE																					
Size (mm)	Length m	Heat No	Barries	Quantity (mt)	Yield Stress	Tensile Stress	% Elong	Rebar		Chemical Analysis %											
					N/mm ²	N/mm ²		Test	Test	C	Si	P	S	Mn	Al	Cr	Ni	Cu	V	H (ppm)	Coq
8	12	4598	21	43040	385	385	37.5	OK	OK	0.09	0.12	0.016	0.038	0.71	0.14	0.08	0.011	0.22	0.004	94	0.25
8	12	4592	3	6,180	388	468	38.0	OK	OK	0.11	0.12	0.015	0.040	0.72	0.11	0.08	0.011	0.25	0.002	81	0.27
			34	48,338																	
8	12	5354	31	44,160	571	636	17.0	OK	OK	0.20	0.26	0.028	0.036	0.75	0.11	0.10	0.009	0.29	0.003	96	0.37
8	12	5358	5	10,680	571	677	17.0	OK	OK	0.18	0.22	0.024	0.035	0.73	0.12	0.08	0.009	0.28	0.003	98	0.36
			36	76,840																	
10	12	5364	31	63,280	564	666	17.8	OK	OK	0.19	0.23	0.033	0.036	0.81	0.11	0.13	0.018	0.344	0.004	98	0.38
10	12	5365	24	48,960	583	684	17.6	OK	OK	0.18	0.21	0.038	0.032	0.77	0.12	0.14	0.014	0.478	0.003	98	0.38
			63	112,240																	
12	12	4807	18	37,180	582	678	17.5	OK	OK	0.21	0.22	0.028	0.042	0.76	0.11	0.10	0.013	0.31	0.002	102	0.38
12	12	6338	19	38,280	584	681	16.6	OK	OK	0.22	0.24	0.013	0.038	0.72	0.11	0.09	0.008	0.23	0.002	100	0.38
			37	76,468																	
16	12	4866	41	82,980	587	683	17.5	OK	OK	0.19	0.19	0.014	0.041	0.71	0.10	0.10	0.013	0.28	0.002	96	0.36
16	12	4868	10	20,880	583	682	17.6	OK	OK	0.22	0.22	0.014	0.038	0.74	0.08	0.08	0.014	0.28	0.002	96	0.36
			61	102,108																	
18	12	6001	30	78,500	574	680	17.7	OK	OK	0.19	0.25	0.038	0.048	0.88	0.09	0.12	0.007	0.28	0.002	102	0.37
18	12	5028	8	18,140	588	688	17.7	OK	OK	0.20	0.20	0.027	0.044	0.76	0.11	0.08	0.007	0.28	0.002	100	0.37
			47	94,886																	
28	12	6284	30	58,820	588	670	18.5	OK	OK	0.18	0.21	0.028	0.043	0.78	0.11	0.11	0.011	0.28	0.002	98	0.37
28	12	5201	16	31,940	573	674	16.5	OK	OK	0.18	0.24	0.028	0.048	0.80	0.11	0.08	0.011	0.25	0.002	96	0.36
			46	81,746																	
286		885,380																			

KAPTAN
DEMİR ÇELİK A.Ş.

Εικόνα 6.5: Πιστοποιητικό Ποιότητας (mill quality certificate) παρτίδας χάλυβων S220 και S500s του τούρκικου εργοστασίου Kaptan Demir Celik A.S. (συνέχεια).

δ. Πέρα από τα ανωτέρω συνοδευτικά έγγραφα, στις περισσότερες περιπτώσεις αλλά όχι πάντα, κάθε δέσμη ράβδων του συγκεκριμένου φορτίου έφερε **αναρτημένη πινακίδα του εργοστασίου** (μεταλλική ή πλαστική) στην οποία αναγράφονται ανεξίτηλα, τουλάχιστον τα εξής:

- η χώρα και το εργοστάσιο παραγωγής
- η κατηγορία του χάλυβα και το Πρότυπο Συμμόρφωσης (S500s - ΕΛΟΤ 971)
- η ημερομηνία παραγωγής
- ο αριθμός χυτηρίου (Heat No)
- η περιγραφή του προϊόντος (π.χ. ράβδοι Φ18mm μήκους 12m.)
- οπτική περιγραφή της σήμανσης που ακολουθεί το προϊόν, ώστε να είναι εύκολη η ταυτοποίηση του.

Παρακάτω δίνονται χαρακτηριστικά δείγματα τέτοιων πινακίδων, από διάφορα εργοστάσια παραγωγής χάλυβα τα οποία παραλήφθηκαν στο συγκεκριμένο έργο.



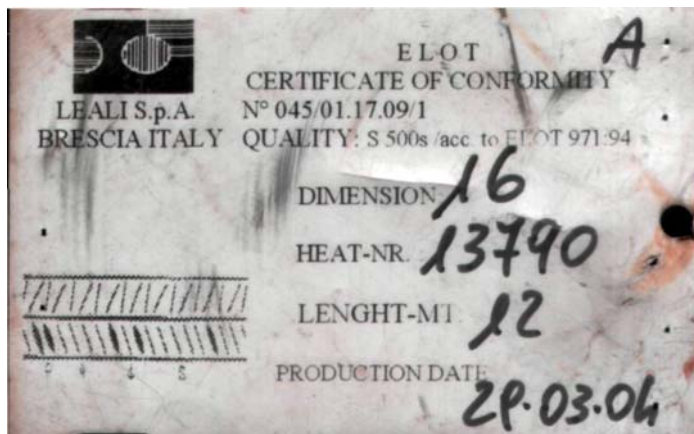
Εικόνα 6.6: Πινακίδα του ελληνικού εργοστασίου ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε. (δύο όψεις)



Εικόνα 6.7: Πινακίδα του ελληνικού εργοστασίου Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.



Εικόνα 6.8: Πινακίδα του ιταλικού εργοστασίου Industrie Riunite Odolesi - I.R.O. (δύο όψεις)



Εικόνα 6.9: Πινακίδα του ιταλικού εργοστασίου Leali S.p.A.



Εικόνα 6.10: Πινακίδα του τουρκικού εργοστασίου Efesan Demir A.S. - E.F.E.



Εικόνα 6.11: Πινακίδα του молδαβέζικου εργοστασίου Moldawisches Stahlwerk



Εικόνα 6.12: Πινακίδα του γερμανικού εργοστασίου Brandenburger Elektrostaahlwerke GmbH - B.E.S. παραγωγής ρόλων (δύο όψεις)



Εικόνα 6.13: Αναρτημένη πινακίδα του γερμανικού εργοστασίου Brandenburger Elektrostaahlwerke GmbH - B.E.S. πάνω στο ρόλο στην επιχείρηση διαμόρφωσης «θωράκων».

Στην συνέχεια γινόταν αναγνώριση μέσω της σήμανσης των ράβδων, της κατηγορίας, της χώρας και του εργοστασίου προέλευσης, για να διαπιστωθεί αν οι πληροφορίες που ανέφεραν τα συνοδευτικά έγγραφα ταυτίζονται και ανταποκρίνονται στην παραδιδόμενη ποσότητα.

Ένα όμως πολύ σημαντικό πρόβλημα που εμφανίζεται στην ελληνική αγορά, είναι η αδυναμία εξακρίβωσης από τον χρήστη αν το επιδεικνυόμενο Πιστοποιητικό Ελέγχου, ανταποκρίνεται πράγματι και ισχύει για την συγκεκριμένη ποσότητα χάλυβα που παραδίδεται στο εργοτάξιο, αφού η τηρούμενη διαδικασία δεν εξασφαλίζει τέτοια βεβαιότητα. Έτσι, συχνά Πιστοποιητικό που εκδόθηκε για μια συγκεκριμένη παρτίδα ενός εργοστασίου, επιδεικνύεται για πολλαπλάσια ποσότητα του ίδιου εργοστασίου.

Είναι επίσης σύνηθες το φαινόμενο, φορτία χάλυβα από τρίτες χώρες τα οποία μετά την απαραίτητη δειγματοληψία από τον ΕΛΟΤ, ενώ θα έπρεπε να βρίσκονται «μπλοκαρισμένα» στο τελωνείο έως ότου βγουν τα αποτελέσματα της δειγματοληψίας από τα εγκεκριμένα εργαστήρια και εκδοθεί το Πιστοποιητικό Ελέγχου από τον ΕΛΟΤ, αυτά να εκτελωνίζονται παρανόμως και να διακινούνται ελεύθερα από τις επιχειρήσεις διάθεσης χαλύβων με ψευδή ή παραπλανητικά Πιστοποιητικά. Έτσι, φορτία χάλυβα παραδίδονται στο εργοτάξιο χωρίς το πραγματικό Πιστοποιητικό Ελέγχου αλλά κάποιο που αναφέρεται σε προγενέστερο φορτίο.

Ένας έμμεσος τρόπος ελέγχου αυτού του προβλήματος είναι η ημερομηνία έκδοσης του Πιστοποιητικού Ελέγχου που προσκομίζεται. Αν αυτή είναι αρκετούς μήνες πριν την παράδοση του φορτίου στο εργοτάξιο σημαίνει ότι οι ράβδοι έχουν μείνει αποθηκευμένοι στην επιχείρηση για αρκετό χρονικό διάστημα για να έχουν έστω και λίγο οξειδωθεί.

Αν όμως το παραδιδόμενο φορτίο δεν έχει ίχνος σκουριάς σημαίνει ότι μάλλον έχει παραχθεί πρόσφατα και δεν είναι μέρος της παρτίδας στην οποία αναφέρεται το συγκεκριμένο πιστοποιητικό.

- Σε μια τέτοια περίπτωση που έλαβε χώρα στο συγκεκριμένο έργο και ενώ ο προμηθευτής επέμενε ότι το πιστοποιητικό που προσκόμισε αντιστοιχούσε στο συγκεκριμένο φορτίο που παραδόθηκε στο εργοτάξιο, κατόπιν αλληπάλληλων τηλεφωνημάτων στον ΕΛΟΤ και τα δύο εγκεκριμένα εργαστήρια το Κ.Ε.Δ.Ε. και το ΕΒΕΤΑΜ, διαπιστώθηκε ότι τα αποτελέσματα των δειγμάτων που είχε αποστείλει ο ΕΛΟΤ στο ΕΒΕΤΑΜ από την συγκεκριμένη παρτίδα εκκρεμούσαν και δεν είχε προφανώς εκδοθεί το πιστοποιητικό ελέγχου. Έτσι το φορτίο παρέμεινε μπλοκαρισμένο στο εργοτάξιο έως ότου προσκομιστεί το πραγματικό πιστοποιητικό, το οποίο χορηγήθηκε 15 μέρες μετά την ημερομηνία παράδοσης του φορτίου στο εργοτάξιο.
- Χαρακτηριστικό επίσης παράδειγμα του χάους που επικρατεί στην σήμανση των χαλύβων όπως αναλυτικά περιγράφηκε στην παράγραφο 1.4 είναι μία παρτίδα χάλυβα διαμέτρου Φ10 & Φ12 η οποία παραδόθηκε στο εργοτάξιο και είχε σαν σήμανση του εργοστασίου παραγωγής το 8-17. Ενώ όμως σύμφωνα με τον Πίνακα 1.5 του Κ.Τ.Χ. η συγκεκριμένη σήμανση αντιστοιχεί στο τουρκικό

εργοστάσιο EKINCILER DEMIR VE CELIK SANAYI, όλα τα συνοδευτικά έγγραφα (Πιστοποιητικό Ελέγχου του ΕΛΟΤ, πιστοποιητικό της γερμανικής MPABAU) ανέφεραν σαν χώρα προέλευσης την Μολδαβία και σαν εργοστάσιο παραγωγής το MOLDAWISCHES STAHLWERK. Εκ πρώτης όψεως δηλαδή δύο διαφορετικά εργοστάσια από διαφορετικές χώρες χρησιμοποιούσαν την ίδια σήμανση. Κατόπιν όμως επικοινωνίας με το Κ.Ε.Δ.Ε. και το τούρκικο εργοστάσιο διαπιστώθηκε ότι αυτό είχε αλλάξει την σήμανση του από 8-17 σε 8-19 μετά το έτος 2000 που είχε εκδοθεί ο Κ.Τ.Χ., ο οποίος προφανώς περιείχε την παλιά σήμανση του συγκεκριμένου εργοστασίου. Αποδεικνύεται λοιπόν στην πράξη η αναγκαιότητα για ένα ενιαίο και κοινώς αποδεκτό σύστημα σήμανσης για την αναγνώριση της χώρας και της μονάδας παραγωγής των χάλυβων, καθώς και η αναγκαιότητα λήψης συγκεκριμένων μέτρων από τον ΕΛΟΤ που θα προφυλάσσουν τον επιβλέποντα μηχανικό από λανθασμένες εκτιμήσεις της προέλευσης του οπλισμού. Για παράδειγμα στο Πιστοποιητικό Ελέγχου ο ΕΛΟΤ αναγράφει αδικαιολόγητα μόνο την χώρα προέλευσης και όχι το εργοστάσιο παραγωγής (βλ. Εικόνα 6.4), το οποίο θα βοηθούσε σημαντικά τον μηχανικό στην αναγνώριση της προέλευσης του οπλισμού.

- Ένα επίσης χαρακτηριστικό παράδειγμα του πόσο προσεκτικός πρέπει να είναι ο επιβλέπων είναι παρτίδες σπειροειδούς συνδετήρα τύπου «θώρακα» διαμέτρου Φ10 & Φ12 η οποία παραδόθηκαν μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στο εργοτάξιο. Σύμφωνα λοιπόν με τα συνοδευτικά έγγραφα οι θώρακες αυτοί είχαν προέλευση Α' ύλης (προτού το ρόλο ευθυγραμμισθεί στην Ελλάδα) από το γερμανικό εργοστάσιο BES. Η σήμανση του συγκεκριμένου εργοστασίου που είναι το 1-16 δεν διακρινόταν όμως ευκρινώς πάνω στο θώρακα, αφού σύμφωνα με έγγραφες βεβαιώσεις τόσο του γερμανικού εργοστασίου όσο και της ελληνικής εταιρείας διαμόρφωσης του ρόλου, αυτό συνέβαινε το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα καθώς υπήρχε πρόβλημα φθοράς στη μήτρα παραγωγής του χάλυβα, με αποτέλεσμα το ύψος των ανάγλυφων νευρώσεων διάκρισης χαρακτηριστικών να είναι περίπου ίδιο με τις υπόλοιπες νευρώσεις του χάλυβα και να μην διακρίνονται μεταξύ τους.

Για διασταύρωση της αιτιολόγησης αυτής έγινε επιτόπου επίσκεψη στην ελληνική εταιρεία διαμόρφωσης όπου διαπιστώθηκε ότι σε όλους τους ρόλους που είχαν εισαχθεί από το γερμανικό εργοστάσιο δεν διακρινόταν η σήμανση. Τελικά δόθηκαν διαβεβαιώσεις ότι το πρόβλημα στη μήτρα θα διορθωθεί και η σήμανση θα είναι ευκρινής, το οποίο και έγινε στις μεταγενέστερες παρτίδες.

Είναι φανερό από τα τρία αυτά χαρακτηριστικά παραδείγματα ότι η ευθύνη του επιβλέποντα μηχανικού για την ποιότητα του χάλυβα που παραλαμβάνει και τελικά ενσωματώνει στο έργο είναι πολύ μεγάλη και πρέπει να είναι πάρα πολύ προσεκτικός και ενήμερος γύρω από τα θέματα των χάλυβων οπλισμού σκυροδέματος.

Τα σημαντικά αυτά προβλήματα επιχειρεί να επιλύσει ο Κ.Τ.Χ. με το Τεχνικό Δελτίο Παράδοσης που πρέπει να συνοδεύει σε κάθε στάδιο διακίνησης μια ποσότητα χάλυβων. Είναι όμως επιτακτική ανάγκη κατά την επικείμενη αναμόρφωση του, να επανεξεταστεί το θέμα της διακίνησης του χάλυβα που

παράγεται από τρίτες χώρες, αφού δεν είναι δυνατόν ο επιβλέπων μηχανικός να κάνει ενδελεχή έρευνα για να διαπιστώσει αν το Πιστοποιητικό Ελέγχου και τα άλλα συνοδευτικά έγγραφα αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο φορτίο που του παραδίδεται.

Προσοχή επίσης χρειάζεται σε τυχόν Πιστοποιητικά ISO (π.χ. ΕΛΟΤ EN ISO 9001:2000) που συνοδεύουν μία παραδιδόμενη ποσότητα καθώς, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 4.1, αυτά δεν αποτελούν πιστοποιητικά τεχνικών χαρακτηριστικών της διακινούμενης παρτίδας, αλλά μόνο πιστοποιητικά που αναφέρονται στις διαδικασίες που τηρούνται σε μία εταιρεία έτσι ώστε να διατηρείται ένα σταθερό επίπεδο ποιότητας του συγκεκριμένου προϊόντος. Ουσιαστικά δηλαδή τα πιστοποιητικά ISO δεν κατοχυρώνουν τον επιβλέποντα μηχανικό ότι η παραδιδόμενη ποσότητα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και των Προτύπων του ΕΛΟΤ.

6.3 Μακροσκοπικός έλεγχος παρτίδας

Ταυτόχρονα με τον έλεγχο των παραπάνω συνοδευτικών εγγράφων γινόταν μακροσκοπικός έλεγχος του χάλυβα για να διαπιστωθεί αν αυτός είναι:

- αχρησιμοποίητος,
- καθαρός,
- απαλλαγμένος από απολεπίσεις, φολίδες, αλλοιώσεις, ρωγμές,
- απαλλαγμένος από παραμορφώσεις και πληγές ή βλάβες που οφείλονται στις εργασίες διαμόρφωσης ή κατεργασίας,
- απαλλαγμένος από χαλαρές πλάκες σκουριάς ή κατάσταση που δείχνει προχωρημένη διάβρωση.

6.4 Δειγματοληπτικός έλεγχος παρτίδας

Ανεξαρτήτως της υποχρεωτικής προσκόμισης των συνοδευτικών εγγράφων και παρόλο που δεν προκύπτει υποχρέωση του από καμία διάταξη, ο επιβλέπων μηχανικός δικαιούται (σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ.) σε οποιοδήποτε στάδιο ενός έργου, και εφόσον κατά την κρίση του εμφανίζεται κάποια ανησυχητική ένδειξη ή αμφιβολία, να πραγματοποιεί δειγματοληπτικούς ελέγχους σε επιλεγμένες χαρακτηριστικές διαμέτρους για επαλήθευση των μηχανικών ιδιοτήτων και της χημικής σύστασης της παραδιδόμενης ποσότητας χάλυβα, σύμφωνα με την παράγραφο 4.2.6. Η φροντίδα και η δαπάνη των ελέγχων ανήκει στον ανάδοχο του έργου.

6.4.1 Κύριες αιτίες δειγματοληπτικού ελέγχου

Έτσι, κατά την διάρκεια κατασκευής του φέροντος οργανισμού του έργου «Γυμνάσιο-Τ.Ε.Ε.-Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυονερίδας Νομού Χανίων», γινόταν δειγματοληπτικός έλεγχος της παραδιδόμενης ποσότητας χαλύβων για να ελεγχθεί αν αυτή ήταν σύμφωνη με τα Πρότυπα του ΕΛΟΤ, τον Κ.Τ.Χ. και

τις απαιτήσεις του ΕΚΩΣ 2000 για φορείς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, ιδίως στις εξής περιπτώσεις:

1. Όταν η παρτίδα προερχόταν από τρίτες χώρες.

Στην περίπτωση αυτή όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δεν ήταν απολύτως βέβαιο ότι το επιδεικνυόμενο Πιστοποιητικό Ελέγχου του ΕΛΟΤ αντιστοιχούσε πράγματι στην συγκεκριμένη ποσότητα και όχι σε μία προγενέστερη παρτίδα προερχόμενη από το ίδιο εργοστάσιο,

2. Όταν η παρτίδα προερχόταν από χώρες της Ε.Ε. και κυρίως από την Ιταλία.

Στην περίπτωση αυτή, ενώ προσκομιζόταν το Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης του συγκεκριμένου εργοστασίου υπήρχε αμφιβολία αν η παρτίδα ικανοποιούσε τα παραπάνω κριτήρια για τους λόγους που προαναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.2.4.

3. Όταν η παρτίδα ήταν σπειροειδής συνδετήρας τύπου «θώρακα», προκειμένου να ελεγχθεί αν η ευθυγράμμιση στην οποία υπόκειται το ρόλο για να παραχθεί το τελικό προϊόν, δηλαδή ο θώρακας, επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες αυτού.

Έτσι, στο συγκεκριμένο έργο ελήφθησαν δείγματα εκ των οποίων έγινε έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων σε συνολικά 60 δοκίμια, από τα οποία:

- A) 45 δοκίμια προέρχονταν από ευθύγραμμες ράβδους, σε 14 εκ των οποίων έγινε και έλεγχος χημικής σύστασης.
- B) 15 δοκίμια προέρχονταν από σπειροειδή συνδετήρα τύπου «θώρακα», σε 7 εκ των οποίων έγινε και έλεγχος χημικής σύστασης.

Η κατανομή των δοκιμίων ανάλογα με την διάμετρο τους, την χώρα προέλευσης και το εργοστάσιο παραγωγής φαίνεται στους Πίνακες 6.1 και 6.2. Σε παρένθεση φαίνεται ο αριθμός των δοκιμίων στα οποία έγινε επιπλέον και έλεγχος χημικής σύστασης.

Πίνακας 6.1: Κατανομή δοκιμίων που προέρχονται από ευθύγραμμες ράβδους

Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Αριθμός δοκιμίων ανά διάμετρο						Σύνολο ανά εργοστάσιο
	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	
Moldawisches Stahlwerk (Μολδαβία)	3 (1)	1 (1)					4 (2)
Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	3			3 (1)	3	3 (1)	12 (2)
Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	3 (1)			6 (1)		3 (1)	12 (3)
Leali S.p.A. (Ιταλία)						2 (1)	2 (1)
Riva Acciaio S.p.A. (Ιταλία)						3 (1)	3 (1)
Industrie Riunite Odolesi - I.R.O. (Ιταλία)			2 (1)			2 (1)	4 (2)
Hennigsdorfer Elektrostahlwerke GmbH - H.E.S. (Γερμανία)						2 (1)	2 (1)
ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε.		3 (1)					3 (1)
Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.		3 (1)					3 (1)
Σύνολο ανά διάμετρο	9 (2)	7 (3)	2 (1)	9 (2)	3	15 (6)	45 (14)

Από τον Πίνακα 6.1 για τα δοκίμια που προέρχονταν από ευθύγραμμες ράβδους προκύπτουν τα εξής:

- **Προέλευση**

Τα περισσότερα δοκίμια που ελέγχθηκαν, συνολικά 28, προέρχονταν από τρίτες χώρες (Μολδαβία, Τουρκία), 9 από την Ιταλία, 2 από την Γερμανία και 6 από την Ελλάδα. Η αναλογία αυτή των δοκιμίων αντιπροσωπεύει και το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ευθύγραμμων ράβδων που παραδόθηκαν στο εργοτάξιο προέρχονταν από την Τουρκία και την Ιταλία.

- **Διάμετρος**

Τα περισσότερα δοκίμια που ελέγχθηκαν ήταν διαμέτρου Φ20, Φ16 και Φ10, αφού και το μεγαλύτερο ποσοστό των ευθύγραμμων ράβδων ήταν αυτών των διαμέτρων.

Πίνακας 6.2: Κατανομή δοκιμίων που προέρχονται από σπειροειδή συνδετήρα τύπου «θώρακα»

Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Αριθμός δοκιμίων ανά διάμετρο		Σύνολο ανά εργοστάσιο
	Φ10	Φ12	
Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	4 (2)	6 (3)	10 (5)
Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.	2 (1)	3 (1)	5 (2)
Σύνολο ανά διάμετρο	6 (3)	9 (4)	15 (7)

Από τον Πίνακα 6.2 για τα δοκίμια που προέρχονταν από σπειροειδή συνδετήρα τύπου «θώρακα» προκύπτουν τα εξής:

- **Προέλευση**

Η Α' ύλη σε ρόλο από την οποία είχαν διαμορφωθεί τελικά οι σπειροειδείς συνδετήρες που παραδόθηκαν στο εργοτάξιο, προέρχονταν μόνο από δύο εργοστάσια: το γερμανικό Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S., και το ελληνικό Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε. με κυρίαρχο σε ποσοστό το γερμανικό έναντι του ελληνικού. Έτσι τα περισσότερα δοκίμια που ελέγχθηκαν, συνολικά 10, προέρχονταν από το γερμανικό εργοστάσιο, ενώ 5 προέρχονταν από το ελληνικό.

- **Διάμετρος**

Όλοι οι σπειροειδείς συνδετήρες ήταν διαμέτρου Φ10 και Φ12 με μεγαλύτερο ποσοστό την Φ12, οπότε και τα περισσότερα δοκίμια που ελέγχθηκαν ήταν αυτής της διαμέτρου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην συνήθη πρακτική, σπάνια γίνονται δειγματοληπτικοί έλεγχοι χάλυβων οπλισμού σε τέτοιας κλίμακας έργα, καθώς οι μόνες περιπτώσεις που γίνονται είναι σε πολύ μεγάλα σε μέγεθος και σπουδαιότητα τεχνικά έργα, όπου οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές είναι ιδιαίτερα υψηλές. Βέβαια για την κατάσταση αυτή, ευθύνονται κυρίως οι επιβλέποντες μηχανικοί οι οποίοι αγνοούν παντελώς τους κινδύνους που υπάρχουν και την ευθύνη που φέρουν κατά την παραλαβή του οπλισμού στο εργοτάξιο.

6.4.2 Προβλήματα δειγματοληπτικού ελέγχου

Σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 971 και 1421 αλλά και τον Κ.Τ.Χ., δε νοείται έλεγχος σε δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια. Είναι όμως δεδομένο ότι κατά την παραλαβή μιας παρτίδας ο επιβλέπων μηχανικός δεν είναι σε θέση να ελέγξει τα χυτήρια από τα οποία προέρχεται η παρτίδα αυτή καθώς:

- είναι σύνηθες να υπάρχει ανάμειξη ράβδων χάλυβα από διαφορετικά χυτήρια, η οποία λαμβάνει χώρα κατά τη διακίνηση και εμπορία των ράβδων από την επιχείρηση διάθεσης, ίσως αναπόφευκτα, ίσως όμως και για λόγους δικής της ευκολίας,
- στις περισσότερες περιπτώσεις, η δέσμη των ράβδων δεν φέρει πινακίδα στην οποία να αναγράφονται τα στοιχεία αυτής, όπως προβλέπεται από τον Κ.Τ.Χ..

Έτσι αναγκαστικά στην πλειονότητα των περιπτώσεων ο δειγματοληπτικός έλεγχος γινόταν λαμβάνοντας δείγματα από διαφορετικές ράβδους του ίδιου εργοστασίου και της ίδιας διαμέτρου, χωρίς να γνωρίζει ο επιβλέπων μηχανικός αν αυτές προέρχονταν από την ίδια ή διαφορετική χύτευση.

Σύμφωνα όμως με τον Κ.Τ.Χ., δεν αποκλείεται ο έλεγχος σε ράβδους από διαφορετική χύτευση, αλλά τότε η πιθανότητα να γίνει αποδεκτή ποσότητα κατώτερης ποιότητας είναι μεγαλύτερη.

Για τους παραπάνω λόγους, πρέπει να γίνονται εντατικοί έλεγχοι από την Πολιτεία στις επιχειρήσεις διάθεσης και εμπορίας χάλυβα, οι οποίες έχουν και την κύρια ευθύνη, ώστε αυτές να συμμορφώνονται με τον Κ.Τ.Χ. και κάθε δέσμη ράβδων που παραδίδεται στο εργοτάξιο να φέρει αναρτημένη πινακίδα του εργοστασίου παραγωγής. Έτσι δεν θα είναι ο επιβλέπων μηχανικός τελείως απροστάτευτος κατά τον έλεγχο του παραδιδόμενου χάλυβα.

6.4.3 Διαδικασία δειγματοληπτικού ελέγχου

Η δειγματοληψία γινόταν ως ακολούθως:

1. Από τρεις διαφορετικές ράβδους κάθε ελεγχόμενης παρτίδας, δηλαδή από ράβδους του ίδιου εργοστασίου και της ίδιας διαμέτρου, λαμβάνονταν τρία δείγματα μήκους 1,0 μ. περίπου το καθένα. Τα δείγματα επιλέγονταν έτσι ώστε στο καθένα να περιέχεται η σήμανση για την αναγνώριση της κατηγορίας, της χώρας και της μονάδας παραγωγής.
2. Τα δείγματα αριθμούνταν, σφραγίζονταν κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται το απαραβίαστό τους και συντασσόταν σχετικό πρωτόκολλο δειγματοληψίας το οποίο διαβιβαζόταν μαζί με τα δείγματα στο Κ.Ε.Δ.Ε. και στο οποίο καταγράφονταν:
 - Το έργο από το οποίο ελήφθησαν τα δοκίμια
 - Ο αριθμός των δοκιμίων που ελήφθησαν
 - Η διάμετρος αυτών
 - Η χώρα και το εργοστάσιο προέλευσης αυτών
 - Ο έλεγχος που ζητείται να γίνει για καθένα από αυτά (μηχανικές – χημικές ιδιότητες)
3. Η παρτίδα από την οποία είχαν ληφθεί τα δείγματα παρέμενε στο εργοτάξιο χωρίς να ενσωματωθεί στο έργο, έως ότου το Κ.Ε.Δ.Ε. ολοκληρώσει τους εργαστηριακούς ελέγχους και αποστείλει εγγράφως τα αποτελέσματα στην Διευθύνουσα Υπηρεσία.
4. Εφόσον τα αποτελέσματα ήταν σύμφωνα με τα Πρότυπα του ΕΛΟΤ η παρτίδα γινόταν δεκτή και ενσωματωνόταν κανονικά στο έργο, ενώ σε αντίθετη περίπτωση απορρίπτονταν.

6.4.4 Έλεγχος δοκιμίων από το Κ.Ε.Δ.Ε.

- Αρχικά γίνεται αναγνώριση της κατηγορίας ποιότητας του δοκιμίου και της προέλευσής του με βάση την μορφή και τη διάταξη των πλαγίων νευρώσεων της ράβδου δηλαδή με βάση την σήμανσή της,
- Στη συνέχεια μετρίεται το βάρος και το μήκος του δοκιμίου (Εικόνα 6.14), ώστε να υπολογισθεί η πραγματική διατομή του από την σχέση:

$$A_s = 127,4 \times \frac{m}{l} \quad \text{όπου:}$$

A_s : η πραγματική διατομή του δοκιμίου σε mm^2

m: η μάζα του δοκιμίου σε g

l: το μήκος του δοκιμίου σε mm

Διευκρινίζεται ότι όλοι οι έλεγχοι συμμόρφωσης σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971 βασίζονται στην πραγματική διατομή, ενώ σύμφωνα με το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421 βασίζονται στην ονομαστική διατομή.



Εικόνα 6.14: Ηλεκτρονική ζυγαριά και μετρητής μήκους δοκιμίου



Εικόνα 6.15: Δοκίμια χαλύβων πριν τη δοκιμή εφελκυσμού

Οι έλεγχοι που διενεργούνται από το Κ.Ε.Δ.Ε. στα δοκίμια γίνονται με την διαδικασία που αναλυτικά περιγράφηκε στην παράγραφο 4.2.6 και είναι οι παρακάτω:

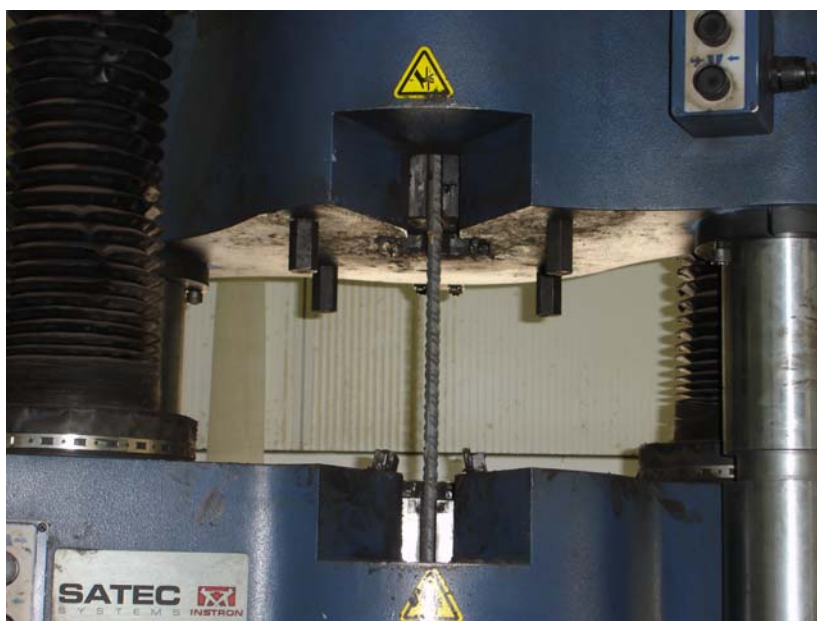
A) Έλεγχος μηχανικών χαρακτηριστικών

Ο έλεγχος μηχανικών χαρακτηριστικών κάθε δοκιμίου πραγματοποιείται στην ειδική μηχανή εφελκυσμού (Εικόνα 6.16) και δίνει τα εξής αποτελέσματα:

- το όριο διαρροής του δοκιμίου, f_y (Mpa),
- την εφελκυστική αντοχή του δοκιμίου, f_t (Mpa),
- τον λόγο της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής, f_t/f_y ,
- την επιμήκυνση μετά την θραύση ε_5 (%),
- το διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης που αντιστοιχεί σε κάθε δοκίμιο.



Εικόνα 6.16: Μηχανή εφελκυσμού του Κ.Ε.Δ.Ε.



Εικόνα 6.17: Δοκιμή εφελκυσμού δοκιμίου χάλυβα εν εξελίξη



Εικόνα 6.18: Δοκίμιο που μόλις έχει θραυστεί στην μηχανή εφελκυσμού

Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι πριν την έναρξη ισχύος του Προτύπου ΕΛΟΤ 1421, τα μηχανικά χαρακτηριστικά των δοκιμίων ελέγχονταν από το Κ.Ε.Δ.Ε. σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971 και όχι σύμφωνα με τις ειδικές απαιτήσεις χαλύβων του Ε.Κ.Ω.Σ. για φορείς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, οι οποίες περιγράφονται στον Πίνακα 3.4, εκτός και αν αυτό είχε ζητηθεί ρητά από τον επιβλέποντα. Στην περίπτωση αυτή το Κ.Ε.Δ.Ε. έδινε επιπλέον και την συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο $Agt(\%)$, η οποία είναι πολύ σημαντική για την αξιολόγηση της ολκιμότητας του παραδοθέντος οπλισμού. Βέβαια σήμερα και μετά την ισχύ της Υπουργικής Απόφασης με την οποία το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421 έγινε υποχρεωτικό, το Agt περιλαμβάνεται πλέον στα αποτελέσματα του Κ.Ε.Δ.Ε.

Έτσι τα πρώτα δείγματα που εστάλησαν στο Κ.Ε.Δ.Ε. ελέγχθηκαν μόνο κατά ΕΛΟΤ 959 και 971 και ήταν συνολικά 21 δοκίμια από ράβδους χάλυβα και 2 δοκίμια από σπειροειδή συνδετήρα τύπου «θώρακα».

Στα επόμενα όμως δείγματα τα οποία συνολικά ήταν 24 δοκίμια από ράβδους χάλυβα και 13 δοκίμια από «θώρακα» ζητήθηκε από τον επιβλέποντα μηχανικό, ο έλεγχος τους να γίνει σύμφωνα με τις ειδικές απαιτήσεις χαλύβων του Ε.Κ.Ω.Σ. για φορείς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, οπότε στα αποτελέσματα περιελήφθη και η επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο $Agt(\%)$.

Β) Έλεγχος κάμψης-ανάκαμψης ή αναδίπλωσης

Κάθε δοκίμιο υποβάλλεται σε έλεγχο κάμψης-ανάκαμψης για $\Phi > 12\text{mm}$ ή αναδίπλωσης για $\Phi \leq 12\text{mm}$ και αναγράφεται αν αυτός είναι επιτυχής ή όχι.

Γ) Έλεγχος χημικής σύστασης

Κάθε δοκίμιο υποβάλλεται σε χημική ανάλυση στον φασματογράφο ατομικής εκπομπής (Εικόνα 6.19). Η φασματοσκοπία ατομικής εκπομπής χρησιμοποιεί διέγερση σπινθήρα (Εικόνα 6.20), η οποία προτιμάται ως μέθοδος για την

στοιχειακή ανάλυση δειγμάτων μετάλλου. Εξαιτίας του γρήγορου χρόνου ανάλυσης και της εξαιρετικής ακρίβειας των αποτελεσμάτων οι φασματογράφοι ατομικής εκπομπής αποτελούν το πιο αποτελεσματικό μέσο για τον έλεγχο των κραμάτων. Αυτοί οι φασματογράφοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα στάδια της παραγωγής μετάλλων όπως έλεγχος εισερχόμενης ποιότητας μετάλλου, στο χώρο παραγωγής και επεξεργασίας μετάλλου, στον ποιοτικό έλεγχο του παραγόμενου προϊόντος και σε πολλές άλλες εφαρμογές όπου απαιτείται η χημική ανάλυση δειγμάτων μετάλλου.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής δίνουν την επί τοις εκατό περιεκτικότητα κατά βάρος (%κ.β.) του δοκιμίου στα εξής στοιχεία: Άνθρακα(C), θείο(S), φώσφορο(P), μαγγάνιο(Mn), νικέλιο(Ni), χρώμιο(Cr), μολυβδαίνιο(Mo), βανάδιο(V), χαλκό(Cu), άζωτο(N) και ισοδύναμο άνθρακα(Ceq).



Εικόνα 6.19: Φασματογράφος ατομικής εκπομπής του Κ.Ε.Δ.Ε



Εικόνα 6.20: Δοκίμιο που υποβάλλεται σε διέγερση σπινθήρα στον φασματογράφο

6.4.5 Κόστος δειγματοληψίας

Διευκρινίζεται ότι το κόστος των παραπάνω ελέγχων ανήκει στον ανάδοχο του έργου και είναι για κάθε δοκίμιο αυτό που περιγράφηκε στην παρ. 4.2.7.

Επίσης τον ανάδοχο βαρύνουν και τα έξοδα αποστολής των δοκιμίων στο Κ.Ε.Δ.Ε., τα οποία ήταν αρκετά υψηλά λόγω του μεγάλου συνολικού βάρους αυτών.

Καθώς λοιπόν το συνολικό κόστος κάθε δειγματοληψίας ήταν μεγάλο, όπως ήταν φυσικό υπήρχαν αντιδράσεις από τον ανάδοχο για την σκοπιμότητα των δειγματοληψιών την στιγμή που οι προσκομιζόμενες στο εργοτάξιο παρτίδες συνοδεύονταν από όλα τα απαιτούμενα έγγραφα, που ως ένα βαθμό είναι απολύτως λογικό.

Στις αντιδράσεις αυτές συνέτεινε και το γεγονός ότι σπάνια γίνονται δειγματοληψίες οπλισμού σε τέτοιας κλίμακας έργα. Συνήθως οι μόνες περιπτώσεις που αυτές γίνονται, είναι σε πολύ μεγάλα σε μέγεθος και σπουδαιότητα τεχνικά έργα, όπου οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές είναι υψηλές.

Βέβαια για την κατάσταση αυτή ευθύνονται κυρίως οι επιβλέποντες μηχανικοί οι οποίοι αγνοούν παντελώς τους κινδύνους που εγκυμονούν και την ευθύνη που φέρουν κατά την παραλαβή οπλισμού στο εργοτάξιο. Έτσι στην συντριπτική τους πλειοψηφία δεν εφαρμόζουν στο παραμικρό όσα ο Κ.Τ.Χ. επιβάλλει σχετικά με την παράδοση των χάλυβων στο έργο και τον δειγματοληπτικό έλεγχο αυτών.

Για το λόγο αυτόν και προκειμένου να μειωθεί το συνολικό κόστος των δειγματοληψιών:

- Δεν γινόταν από την επίβλεψη δειγματοληπτικός έλεγχος σε κάθε προσκομισθείσα παρτίδα οπλισμού αλλά μόνο στις προαναφερθείσες τρεις περιπτώσεις, καθώς και σε επιλεγμένες χαρακτηριστικές διαμέτρους.
- Σε ορισμένους ελέγχους παρτίδας, δεν λαμβάνονταν τρία δείγματα από τρεις διαφορετικές ράβδους όπως ορίζει ο Κ.Τ.Χ. για έλεγχο μηχανικών χαρακτηριστικών, αλλά δύο δείγματα από δύο διαφορετικές ράβδους, από τα οποία όμως μπορούσαν να εξαχθούν και πάλι ασφαλή συμπεράσματα για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των χάλυβων.
- Σε όλους τους ελέγχους παρτίδας, δεν λαμβάνονταν δύο δείγματα από δύο διαφορετικές ράβδους όπως ορίζει ο Κ.Τ.Χ. για έλεγχο χημικής σύστασης, αλλά μόνο ένα δείγμα, από το οποίο μπορούσε να γίνει ένας δειγματοληπτικός έλεγχος για την χημική σύσταση της παρτίδας.

Εξάλλου ο έλεγχος της χημικής σύστασης του χάλυβα δεν ήταν απαραίτητος για το συγκεκριμένο έργο, καθώς δεν προβλεπόταν από την μελέτη αυτού να γίνουν συγκολλήσεις χάλυβων.

6.4.6 Εργαστηριακά αποτελέσματα ελέγχων του Κ.Ε.Δ.Ε.

Τα εργαστηριακά αποτελέσματα των ελέγχων που διενήργησε το Εργαστήριο Μετάλλων του ΚΕΔΕ στα δοκίμια που προέρχονταν από το συγκεκριμένο έργο, παρουσιάζονται στους παρακάτω Πίνακες κατά χρονολογική σειρά που αυτά στάλθηκαν από τον επιβλέποντα μηχανικό.

Στους Πίνακες με τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης των δοκιμίων, η κάθε στήλη δείχνει την επί τοις εκατό περιεκτικότητα κατά βάρος κάθε δοκιμίου στο συγκεκριμένο χημικό στοιχείο, όπου: C: Άνθρακας, S: Θείο, P: Φώσφορος, Mn: Μαγγάνιο, Ni: Νικέλιο, Cr: Χρώμιο, Mo: Μολυβδαίνιο, V: Βανάδιο, Cu: Χαλκός, N: Άζωτο και Ceq το ισοδύναμο άνθρακα το οποίο υπολογίζεται από τον τύπο $Ceq = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$.

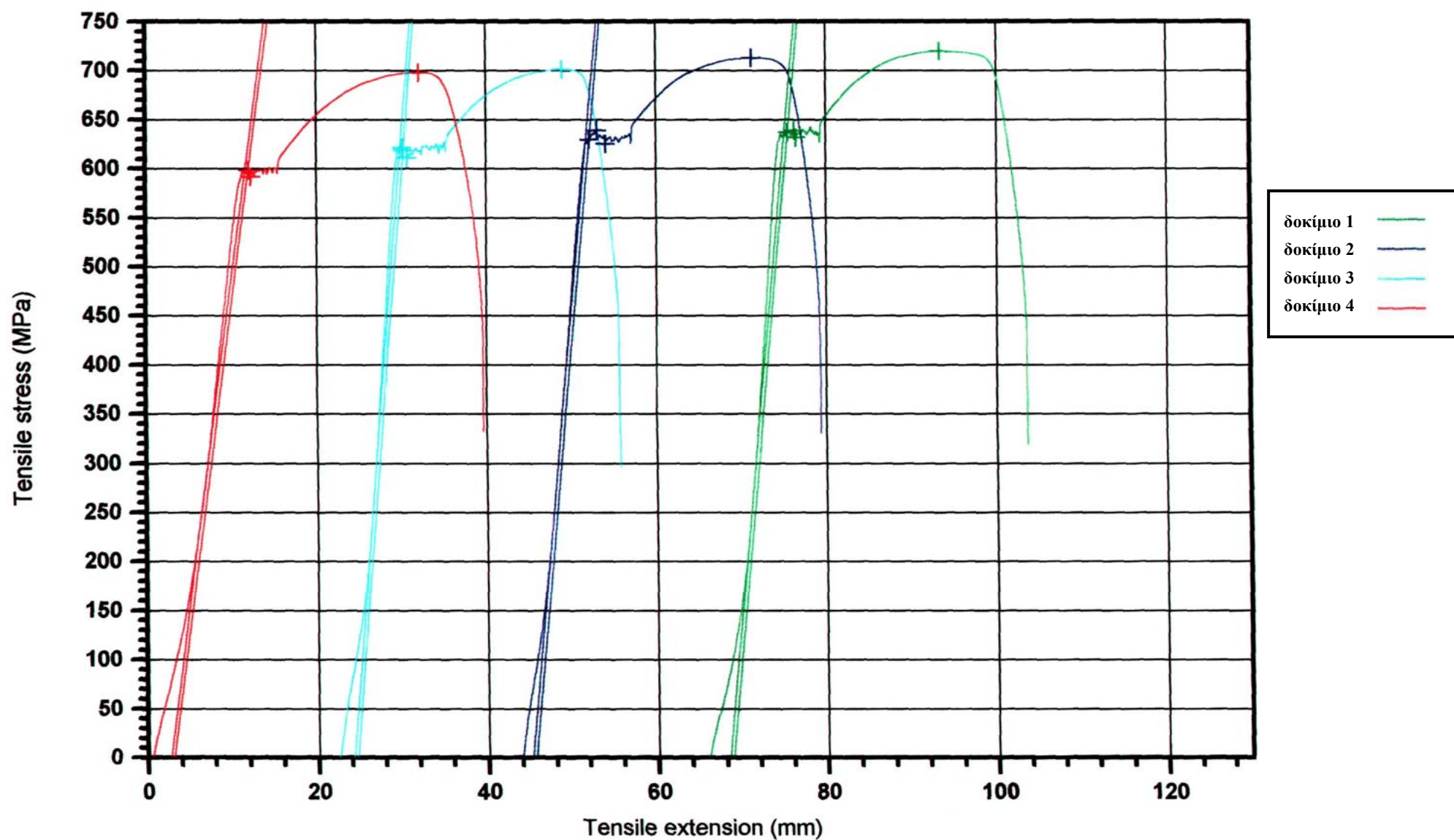
Επίσης παρουσιάζονται και τα διαγράμματα τάσης-επιμήκυνσης και τάσης-παραμόρφωσης που αντιστοιχούν στα δοκίμια του κάθε Πίνακα.

Πίνακας 6.3: Δείγματα που στάλθηκαν στις 18-3-2004

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυσμού κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971											
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Σήμανση	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θραύση ε5 (%)	Κάμψη-Ανάκαμψη (για Φ>12mm) ή Αναδίπλωση (για Φ≤12 mm)	Παρατηρήσεις
1	Φ10	Moldawisches Stahlwerk (Μολδαβία)	8-17	S500s	77,44	638,69	719,63	1,13	22	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
2	Φ10	Moldawisches Stahlwerk (Μολδαβία)	8-17	S500s	77,18	638,73	712,99	1,12	22	Επιτυχής	
3	Φ10	Moldawisches Stahlwerk (Μολδαβία)	8-17	S500s	77,68	621,27	701,22	1,13	22	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
4	Φ12	Moldawisches Stahlwerk (Μολδαβία)	8-17	S500s	113,11	598,51	697,99	1,17	23	Επιτυχής	

Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης														
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Κατηγορία ποιότητας	C	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Cu	N	Ceq
1	Φ10	Moldawisches Stahlwerk (Μολδαβία)	S500s	0,21989	0,01768	0,02007	0,64963	0,09287	0,06751	0,01325	0,00177	0,20276	0,00341	0,36438
4	Φ12	Moldawisches Stahlwerk (Μολδαβία)	S500s	0,20791	0,01225	0,01934	0,62821	0,11590	0,06671	0,01793	0,00135	0,21971	0,00486	0,35219

Διάγραμμα 6.1: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την επιμήκυνση των δοκιμίων 1-4 του Πίνακα 6.3

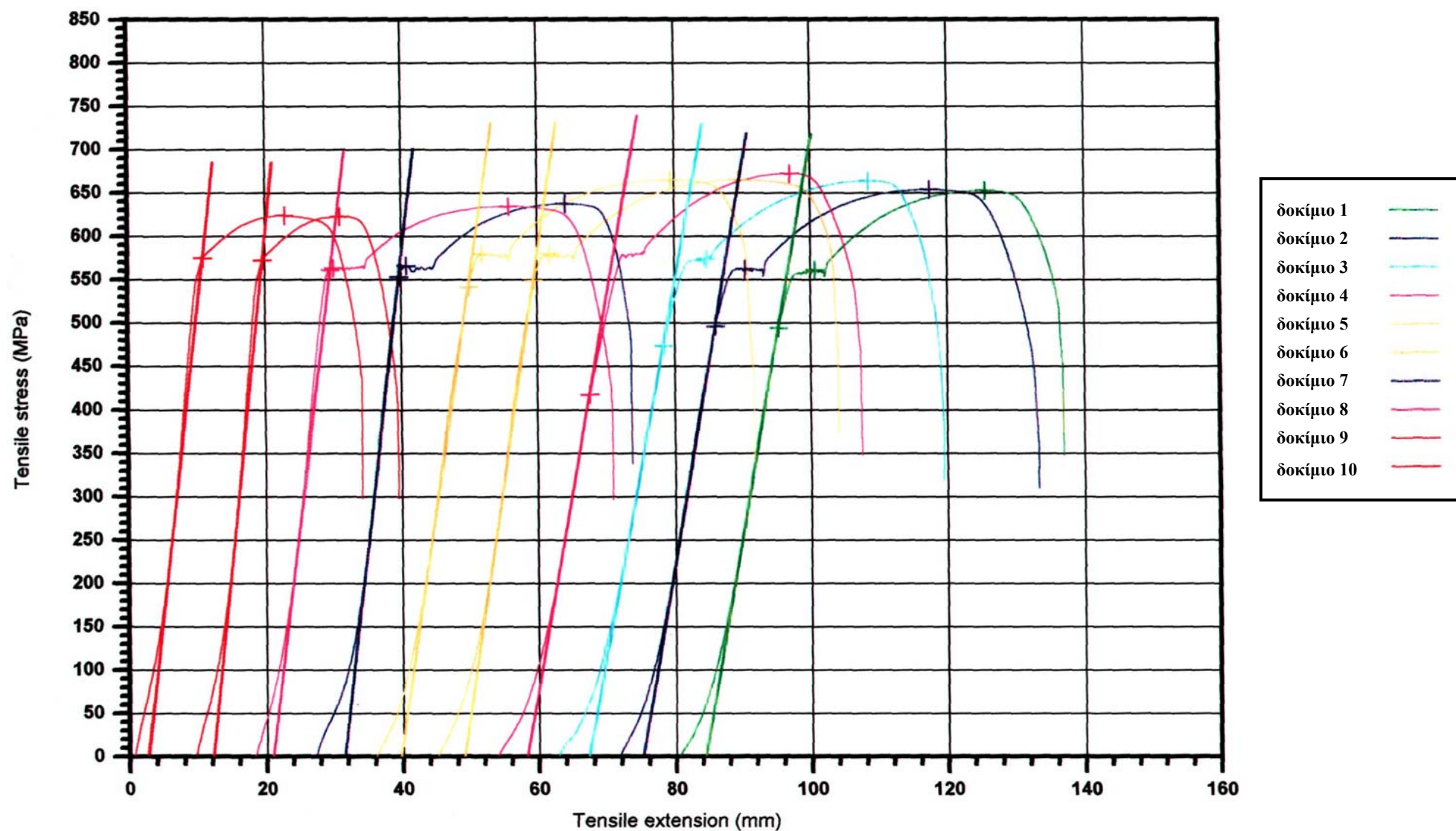


Πίνακας 6.4: Δείγματα που στάλθηκαν στις 23-11-2004

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυσμού κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971											
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Σήμανση	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θραύση ε5 (%)	Κάμψη-Ανάκαμψη (για Φ>12mm) ή Αναδίπλωση (για Φ≤12 mm)	Παρατηρήσεις
1	Φ20	Leali S.p.A. (Ιταλία)	4-15	S500s	310,32	561,41	652,89	1,16	20	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
2	Φ20	Leali S.p.A. (Ιταλία)	4-15	S500s	310,79	562,91	654,23	1,16	20	Επιτυχής	
3	Φ20	Hennigsdorfer Elektrostahlwerke GmbH - H.E.S. (Γερμανία)	1-9	S500s	317,61	574,16	663,92	1,16	21	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
4	Φ20	Hennigsdorfer Elektrostahlwerke GmbH H.E.S. (Γερμανία)	1-9	S500s	313,25	580,00	672,56	1,17	21	Επιτυχής	
5	Φ20	Industrie Riunite Odolesi I.R.O. (Ιταλία)	4-23	S500s	307,90	580,00	664,93	1,15	20	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
6	Φ20	Industrie Riunite Odolesi I.R.O. (Ιταλία)	4-23	S500s	308,19	579,89	665,14	1,15	20	Επιτυχής	
7	Φ14	Industrie Riunite Odolesi I.R.O. (Ιταλία)	4-23	S500s	154,78	566,19	637,72	1,13	23	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
8	Φ14	Industrie Riunite Odolesi I.R.O. (Ιταλία)	4-23	S500s	155,32	563,82	634,85	1,13	24	Επιτυχής	
9	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	113,97	570,73	623,29	1,09	23	Επιτυχής	Θώρακας
10	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	113,17	572,37	623,95	1,09	25	Επιτυχής	

Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης														
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Κατηγορία ποιότητας	C	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Cu	N	Ceq
1	Φ20	Leali S.p.A. (Ιταλία)	S500s	0,17528	0,05323	0,01279	0,69276	0,19232	0,09634	0,03635	0,00149	0,71491	0,00441	0,37806
3	Φ20	Hennigsdorfer Elektrostahlwerke GmbH H.E.S. (Γερμανία)	S500s	0,19347	0,03298	0,01241	0,73476	0,12290	0,09178	0,04381	0,00124	0,28720	0,00336	0,37063
5	Φ20	Industrie Riunite Odolesi I.R.O. (Ιταλία)	S500s	0,14445	0,03510	0,01758	0,72302	0,07283	0,06128	0,02072	0,00166	0,19708	0,00529	0,29968
7	Φ14	Industrie Riunite Odolesi I.R.O. (Ιταλία)	S500s	0,13158	0,05630	0,01239	0,57318	0,16555	0,07455	0,03718	0,00139	0,51719	0,00787	0,29525
9	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	S500s	0,19825	0,02402	0,01615	0,92738	0,08614	0,07499	0,02931	0,00216	0,23938	0,00847	0,39581

Διάγραμμα 6.2: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την επιμήκυνση των δοκιμών 1-10 του Πίνακα 6.4

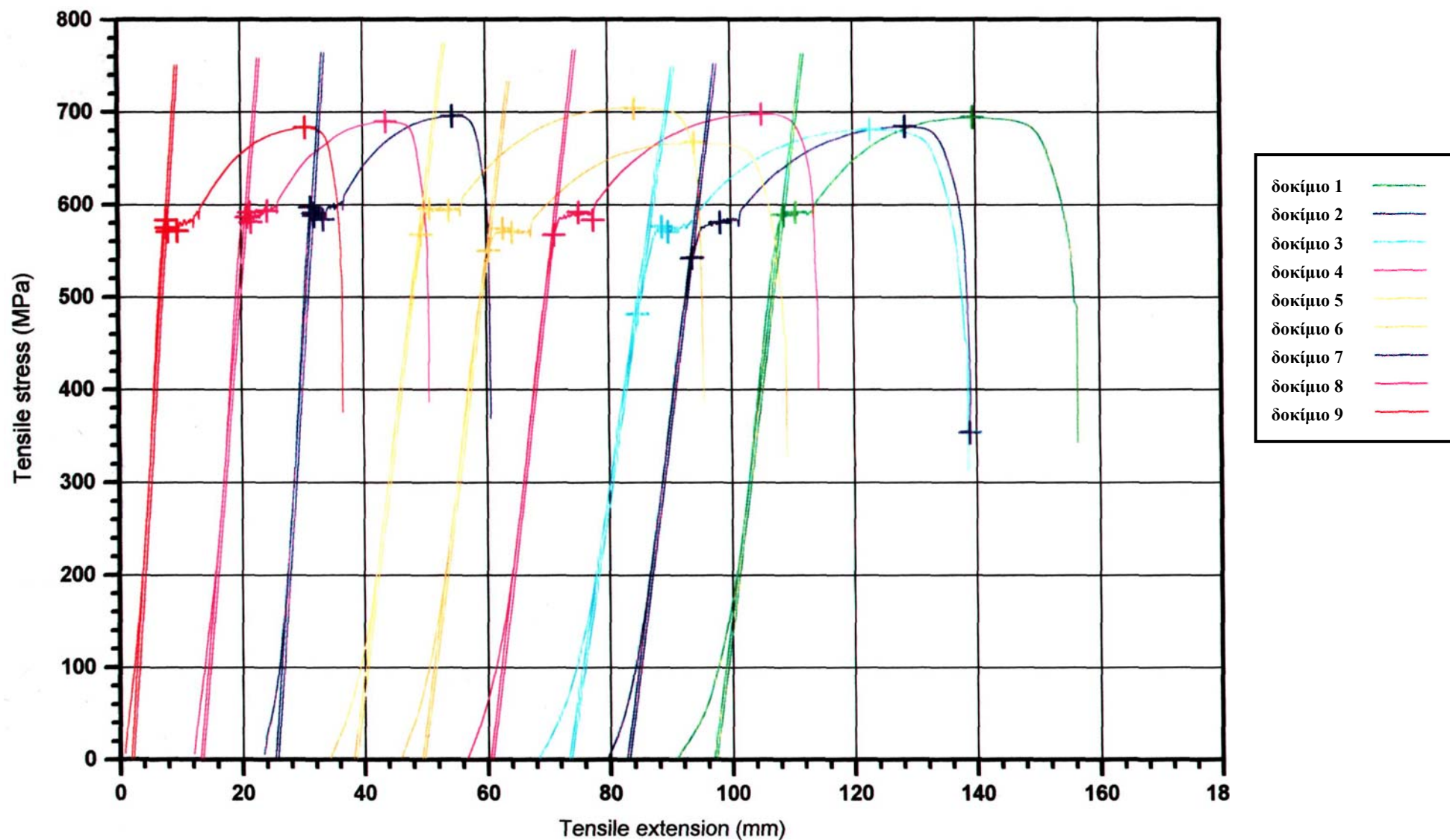


Πίνακας 6.5: Δείγματα που στάλθηκαν στις 22-12-2004

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυσμού κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971											
Στοιχεία δοκιμίου	Όνομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Σήμανση	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θράυση (%)	Κάμψη-Ανάκαμψη (για Φ>12mm) ή Αναδίπλωση (για Φ≤12 mm)	Παρατηρήσεις
1	Φ20	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /././././././././././.-/-/	S500s	313,45	591,51	694,08	1,17	22	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
2	Φ20	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	312,96	580,65	684,25	1,18	22	Επιτυχής	
3	Φ20	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	313,07	575,89	680,98	1,18	23	Επιτυχής	
4	Φ18	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	256,04	591,34	697,79	1,18	19	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
5	Φ18	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	257,05	573,35	666,76	1,16	19	Επιτυχής	
6	Φ18	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	256,79	595,33	704,37	1,18	20	Επιτυχής	
7	Φ10	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	80,56	596,53	695,73	1,17	25	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
8	Φ10	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	80,56	591,36	689,69	1,17	25	Επιτυχής	
9	Φ10	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/./\ /./././././././././.-/-/	S500s	80,76	583,09	682,94	1,17	22	Επιτυχής	

Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης														
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Κατηγορία ποιότητας	C	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Cu	N	Ceq
1	Φ20	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	S500s	0,1674	0,04791	0,02635	0,77574	0,10187	0,08352	0,01884	0,00193	0,24924	0,00843	0,34100

Διάγραμμα 6.3: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την επιμήκυνση των δοκιμίων 1-9 του Πίνακα 6.5



Πίνακας 6.6α: Δείγματα που στάλθηκαν στις 9-3-2005

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυσμού κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971												
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Σήμανση	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θραύση (%)	Επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt (%)	Κάμψη-Ανάκαμψη (για Φ>12mm) ή Αναδίπλωση (για Φ≤12 mm)	Παρατηρήσεις
1	Φ20	Riva Acciaio S.p.A. (Ιταλία)	4-9	S500s	322,09	520,47	637,43	1,22	23	12,40	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
2	Φ20	Riva Acciaio S.p.A. (Ιταλία)	4-9	S500s	322,09	530,66	644,51	1,21	23	12,40	Επιτυχής	
3	Φ20	Riva Acciaio S.p.A. (Ιταλία)	4-9	S500s	322,09	521,46	638,38	1,22	23	12,40	Επιτυχής	

Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης														
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Κατηγορία ποιότητας	C	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Cu	N	Ceq
1	Φ20	Riva Acciaio S.p.A. (Ιταλία)	S500s	0,19285	0,03065	0,00954	0,96084	0,12314	0,19732	0,02720	0,00267	0,25990	0,00865	0,42397

Πίνακας 6.6β: Δείγματα που στάλθηκαν στις 9-3-2005

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυσμού κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971												
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Σήμανση	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θραύση ε5 (%)	Επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt (%)	Κάμψη-Ανάκαμψη (για Φ>12mm) ή Αναδίπλωση (για Φ≤12 mm)	Παρατηρήσεις
1	Φ10	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	81,14	554,24	604,09	1,09	24	7,20	Επιτυχής	Θώρακας παρτίδα 20-12-04
2	Φ10	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	81,01	532,13	604,97	1,14	24	12,00	Επιτυχής	
3	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	114,05	544,58	614,27	1,14	23	10,80	Επιτυχής	
4	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	114,45	556,79	609,98	1,10	23	8,40	Επιτυχής	
5	Φ10	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	80,34	536,53	610,31	1,14	24	8,50	Επιτυχής	Θώρακας παρτίδες 5-8-04 & 23-2-04
6	Φ10	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	81,43	562,96	637,72	1,13	24	7,00	Επιτυχής	
7	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	113,57	575,27	639,63	1,11	20	6,50	Επιτυχής	Θώρακας παρτίδα 18-3-03
8	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	1-16	S500s	115,89	565,29	649,31	1,15	17	7,10	Επιτυχής	
9	Φ10	Χαλβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.	8-18	S500s	77,98	634,20	691,05	1,09	22	7,60	Επιτυχής	Θώρακας
10	Φ10	Χαλβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.	8-18	S500s	77,77	566,14	652,30	1,15	20	7,10	Επιτυχής	

Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης														
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Κατηγορία ποιότητας	C	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Cu	N	Ceq
1	Φ10	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	S500s	0,20927	0,02765	0,01944	1,01412	0,13106	0,09124	0,03180	0,00302	0,29067	0,00820	0,43162
3	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	S500s	0,18909	0,03895	0,03661	0,92837	0,11542	0,09258	0,02782	0,00223	0,39791	0,00724	0,40257
5	Φ10	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	S500s	0,21424	0,03087	0,02218	0,95912	0,10385	0,12121	0,02727	0,00240	0,33852	0,00722	0,43376
7	Φ12	Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH - B.E.S. (Γερμανία)	S500s	0,22873	0,02990	0,02149	0,98444	0,10474	0,12257	0,02731	0,00264	0,33603	0,00826	0,45270
9	Φ10	Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.	S500s	0,22017	0,00846	0,01427	1,00319	0,10058	0,07928	0,01920	0,00243	0,33661	0,00930	0,43670

Πίνακας 6.7: Δείγματα που στάλθηκαν στις 15-4-2005

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυσμού κατά ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971												
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Σήμανση	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θραύση ε5 (%)	Επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt (%)	Κάμψη-Ανάκαμψη (για Φ>12mm) ή Αναδίπλωση (για Φ≤12 mm)	Παρατηρήσεις
1Α	Φ10	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / \ / \ / E / F / E / - / - / - /	S500s	79,24	577,26	684,30	1,19	24	10,38	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
1Β	Φ10	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / \ / \ / E / F / E / - / - / - /	S500s	78,22	558,92	664,48	1,19	24	13,30	Επιτυχής	
1Γ	Φ10	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / \ / \ / E / F / E / - / - / - /	S500s	78,58	580,65	681,04	1,17	24	8,85	Επιτυχής	
2Α	Φ12	ΣΙΑΕΝΟΡ Α.Ε.	8-14	S500s	109,82	588,66	681,80	1,16	25	10,30	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
2Β	Φ12	ΣΙΑΕΝΟΡ Α.Ε.	8-14	S500s	113,36	540,78	643,08	1,19	25	13,41	Επιτυχής	
2Γ	Φ12	ΣΙΑΕΝΟΡ Α.Ε.	8-14	S500s	111,89	558,40	658,00	1,18	25	12,98	Επιτυχής	
3Α	Φ12	Χαλβουργία Θεσσαλίας	8-18	S500s	114,18	551,07	658,72	1,20	25	10,90	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
3Β	Φ12	Χαλβουργία Θεσσαλίας	8-18	S500s	115,52	576,17	683,92	1,19	25	9,68	Επιτυχής	
3Γ	Φ12	Χαλβουργία Θεσσαλίας	8-18	S500s	113,98	560,32	665,81	1,19	23	10,83	Επιτυχής	
4Α	Φ16	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/ / \ / \ / \ / \ / \ / \ / \ / - /	S500s	199,38	606,75	693,13	1,14	21	10,86	Επιτυχής	Ευθύγραμμες ράβδοι
4Β	Φ16	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/ / \ / \ / \ / \ / \ / \ / \ / - /	S500s	200,56	603,23	687,96	1,14	21	9,83	Επιτυχής	
4Γ	Φ16	Kaptan Demir Celik A.S. (Τουρκία)	/ / \ / \ / \ / \ / \ / \ / \ / - /	S500s	200,56	597,90	682,12	1,14	21	9,94	Επιτυχής	

Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Σήμανση	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θραύση ε5 (%)	Επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt (%)	Κάμψη-Ανάκαμψη (για Φ>12mm) ή Αναδίπλωση (για Φ≤12 mm)	Παρατηρήσεις
5A	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	203,25	566,76	660,26	1,16	22	9,66	Επιτυχής	Επανευθυγραμμισμένα δείγματα*
5B	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	202,91	585,34	681,89	1,16	21	7,94	Επιτυχής	
5Γ	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	202,17	585,21	685,55	1,17	21	10,62	Επιτυχής	
5Δ	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	202,91	580,66	680,66	1,17	21	7,81	Επιτυχής	Επανευθυγραμμισμένα δείγματα***
5E	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	202,91	559,71	659,71	1,18	21	8,43	Επιτυχής	
5Z	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	202,91	582,81	682,81	1,17	19	10,52	Επιτυχής	
6A	Φ20	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	313,43	538,98	660,49	1,23	21	10,66	Επιτυχής	Καμπυλωμένες ράβδοι**
6B	Φ20	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	314,42	555,30	667,55	1,20	21	8,41	Επιτυχής	
6Γ	Φ20	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	/ / / / / E/F/E/ /-/-/ /	S500s	313,43	539,06	661,75	1,23	21	8,45	Επιτυχής	
7A	Φ12	Χαλυβουργία Θεσσαλίας	8-18	S500s	110,38	563,01	646,03	1,15	18	5,25	Επιτυχής	Θώρακας
7B	Φ12	Χαλυβουργία Θεσσαλίας	8-18	S500s	110,38	574,26	652,24	1,14	20	6,92	Επιτυχής	
7Γ	Φ12	Χαλυβουργία Θεσσαλίας	8-18	S500s	110,38	584,25	652,27	1,12	20	6,59	Επιτυχής	

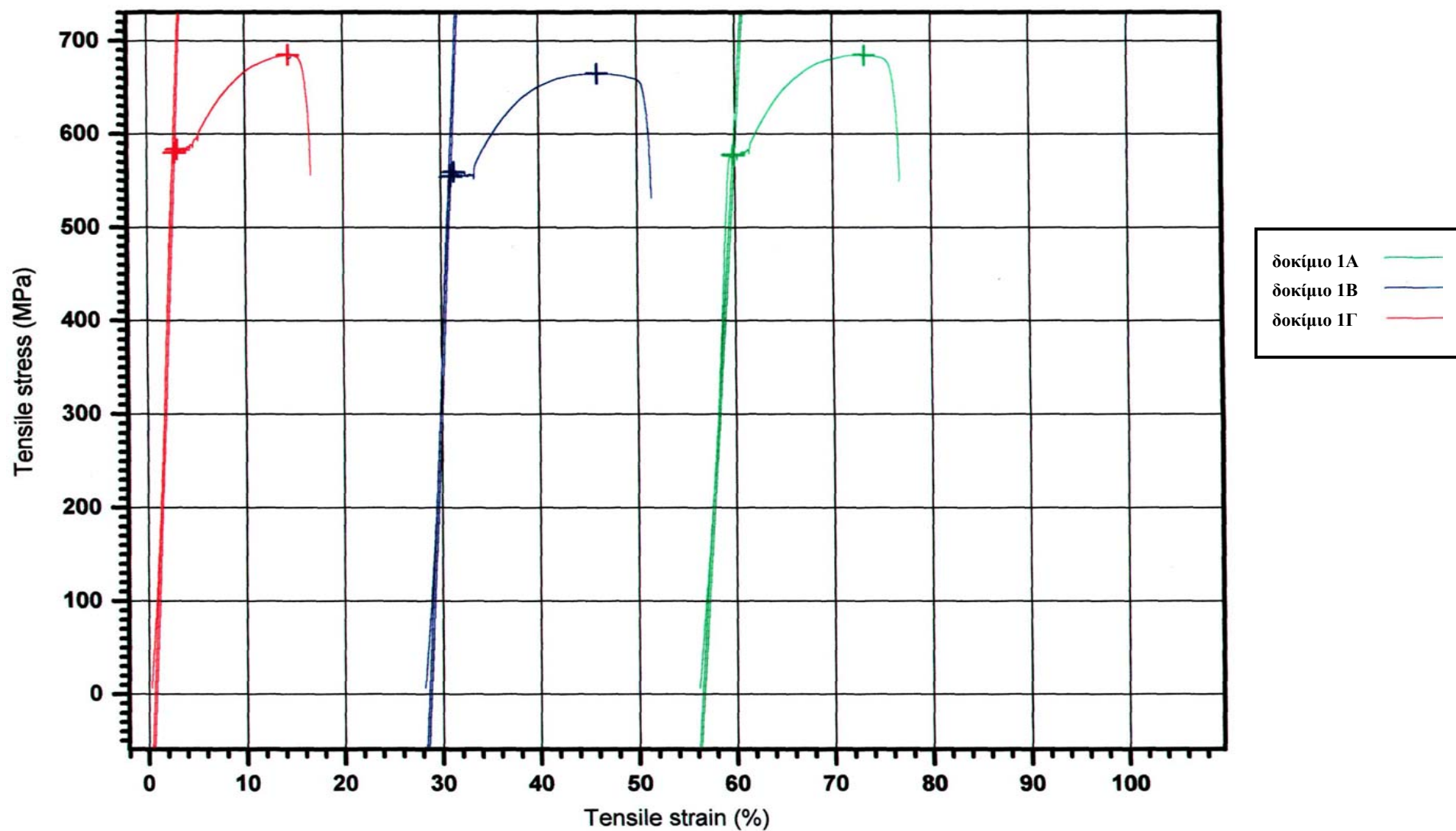
* Έχουν κοπεί από την άκρη που ήταν πλήρως ευθύγραμμη.

** Έχουν κοπεί από την ευθύγραμμη άκρη.

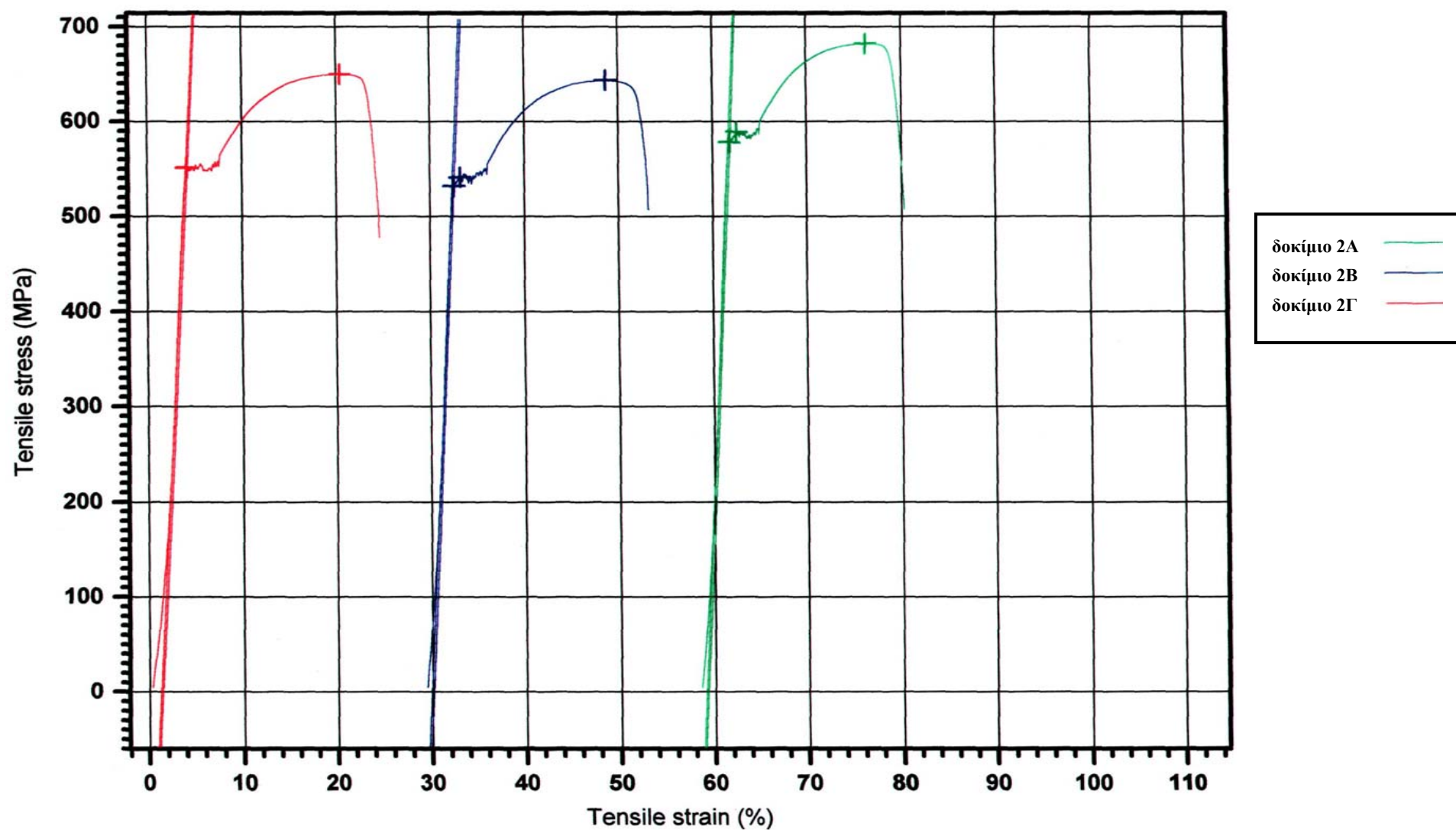
*** Δοκίμια από επανευθυγραμμισμένη άκρη των δειγμάτων Νο 5A, 5B, 5Γ.

Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης														
Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Προέλευση (Εργοστάσιο - Χώρα)	Κατηγορία ποιότητας	C	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Cu	N	Ceq
1A	Φ10	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	S500s	0,18295	0,03129	0,02496	0,89098	0,09570	0,13581	0,02359	0,00346	0,36255	0,00763	0,39457
2A	Φ12	ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε.	S500s	0,21524	0,05117	0,01188	0,96470	0,09988	0,07554	0,02421	0,00254	0,38519	0,00883	0,42882
3A	Φ12	Χαλυβουργία Θεσσαλίας	S500s	0,23147	0,05008	0,01974	1,11114	0,10067	0,10527	0,02727	0,00284	0,43118	0,00851	0,47920
4A	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	S500s	0,20724	0,05058	0,01778	0,74304	0,13418	0,08708	0,02578	0,00156	0,28615	0,00710	0,38198
5A	Φ16	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	S500s	0,15863	0,05485	0,02643	0,77052	0,11271	0,07585	0,02299	0,00098	0,59002	0,00719	0,35386
6A	Φ20	Efesan Demir A.S. - E.F.E. (Τουρκία)	0,02635	0,1896	0,044	0,0264	0,71305	0,09545	0,07772	0,02027	0,00147	0,40589	0,01051	0,36177
7A	Φ12	Χαλυβουργία Θεσσαλίας	0,02347	0,2052	0,036	0,0235	1,1145	0,09209	0,10102	0,02207	0,00275	0,49784	0,00965	0,45544

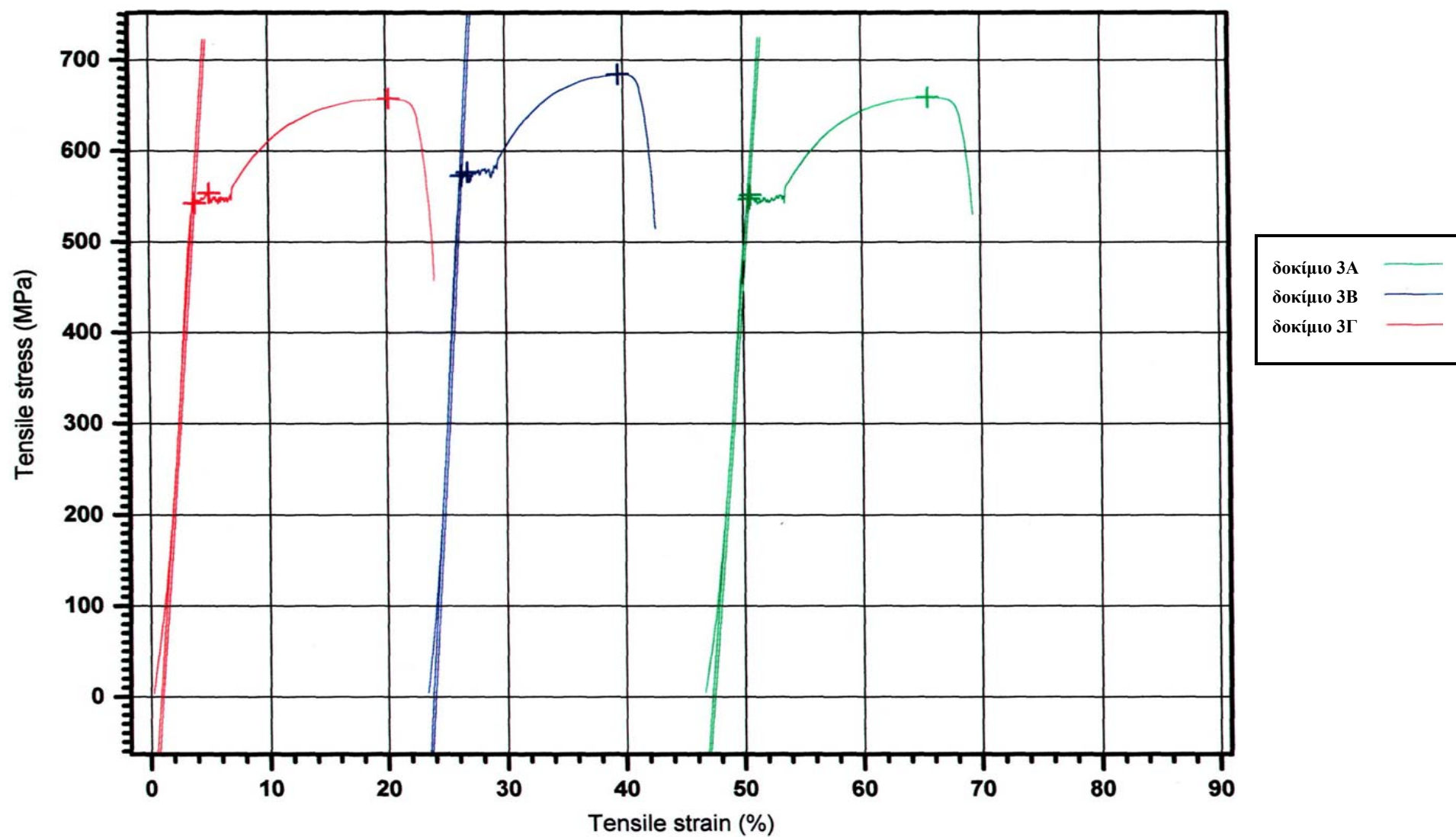
Διάγραμμα 6.4: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση των δοκιμίων 1Α, 1Β, 1Γ του Πίνακα 6.7



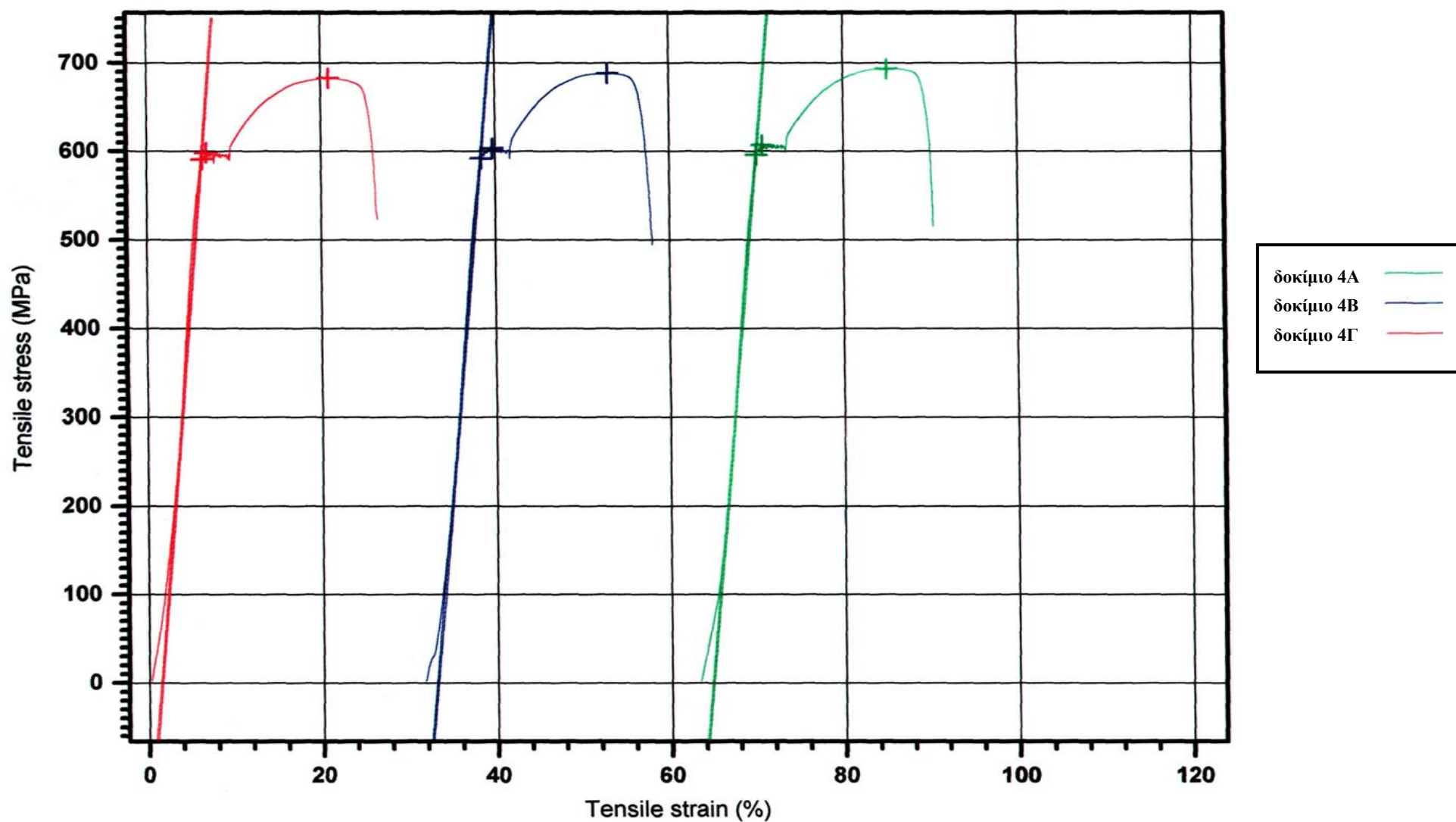
Διάγραμμα 6.5: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση των δοκιμίων 2A, 2B, 2Γ του Πίνακα 6.7



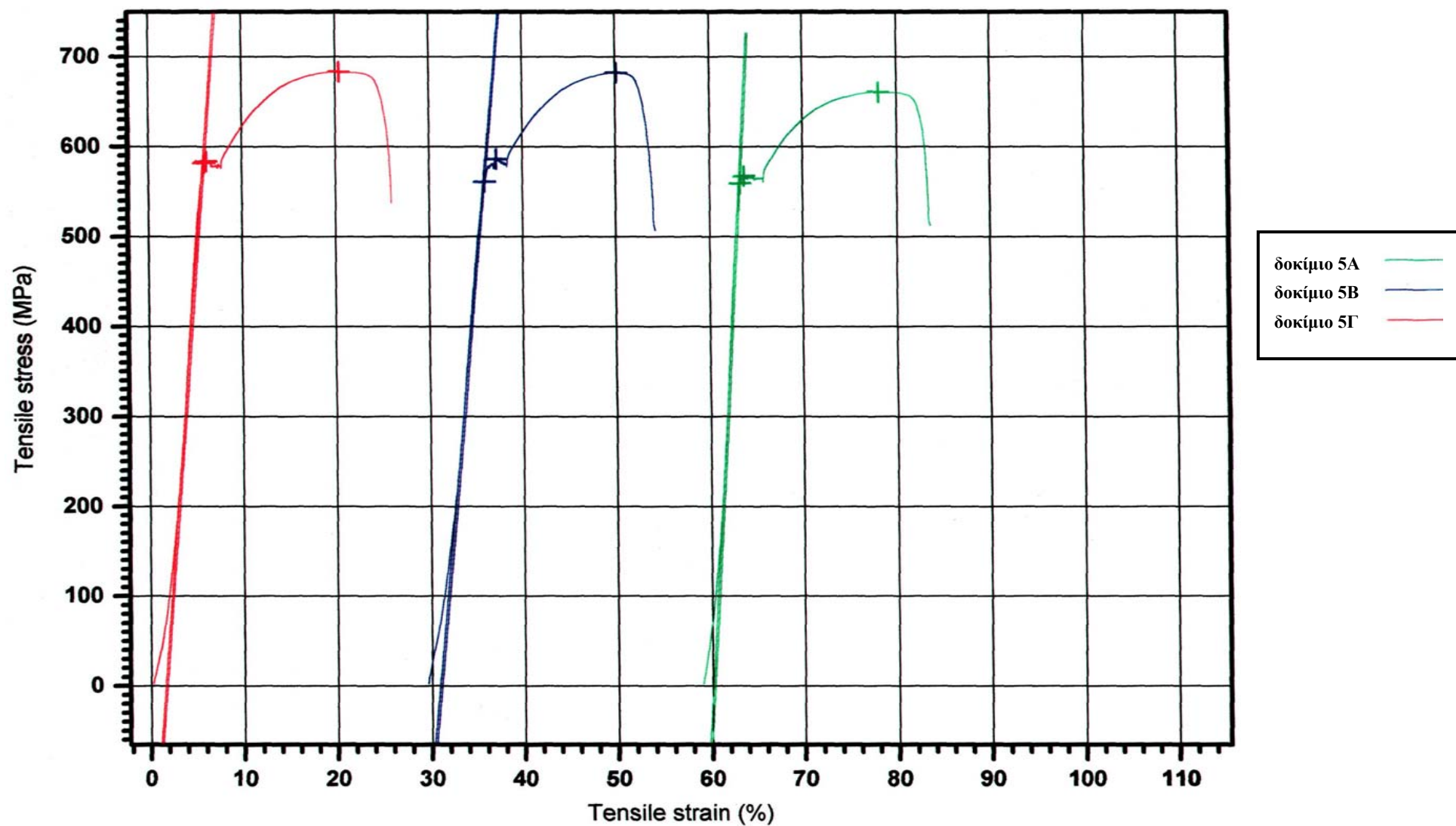
Διάγραμμα 6.6: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση των δοκιμίων 3Α, 3Β, 3Γ του Πίνακα 6.7



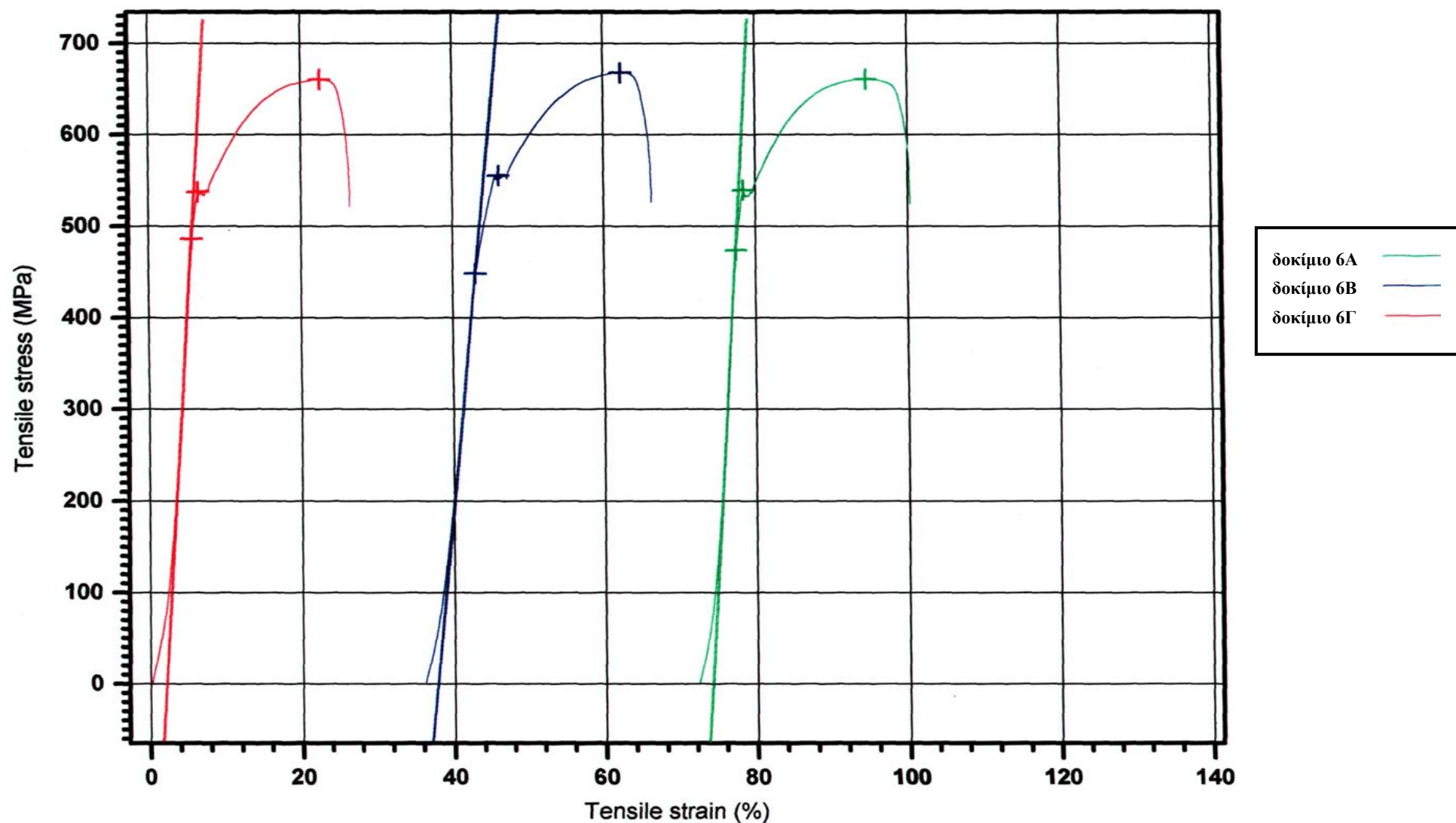
Διάγραμμα 6.7: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση των δοκιμίων 4A, 4B, 4Γ του Πίνακα 6.7



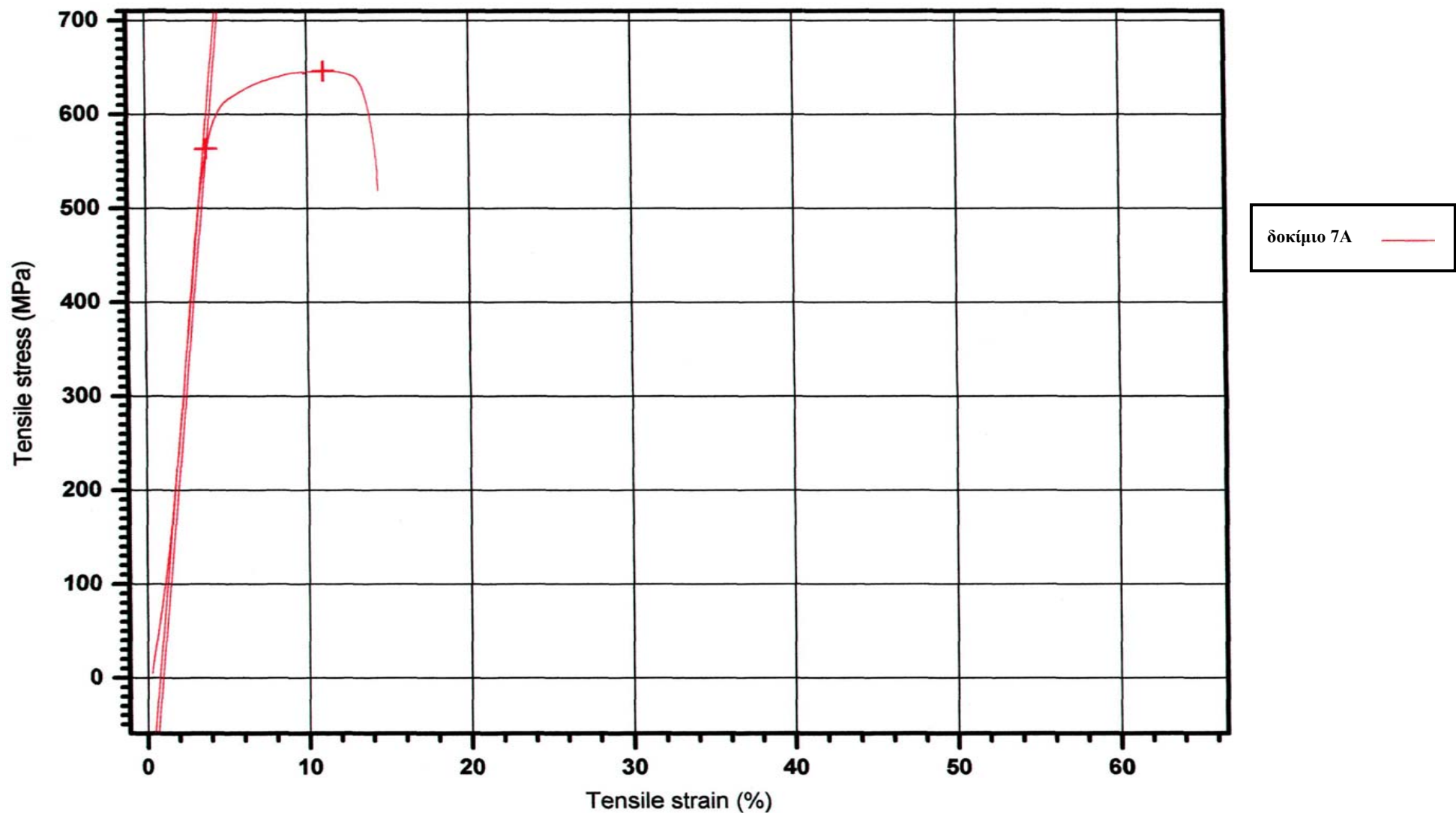
Διάγραμμα 6.8: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση των δοκιμίων 5A, 5B, 5Γ του Πίνακα 6.7



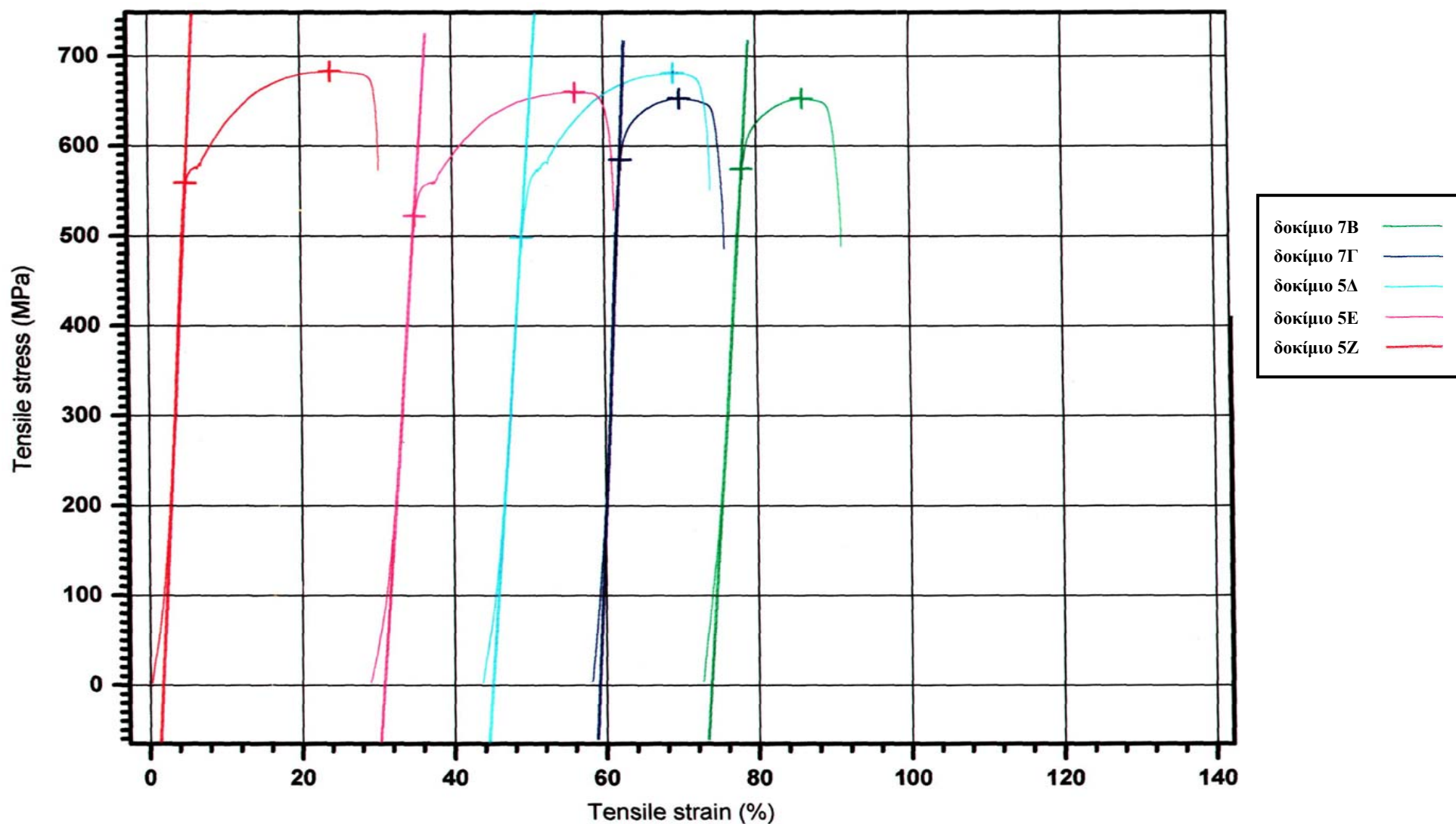
Διάγραμμα 6.9: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση των δοκιμίων 6Α, 6Β, 6Γ του Πίνακα 6.7



Διάγραμμα 6.10: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση του δοκιμίου 7Α του Πίνακα 6.7



Διάγραμμα 6.11: Μεταβολή της τάσης σε συνάρτηση με την παραμόρφωση των δοκιμίων 7B, 7Γ, 5Δ, 5Ε, 5Ζ του Πίνακα 6.7



6.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων με τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και των Προτύπων του ΕΛΟΤ

6.5.1 Μηχανικές ιδιότητες δοκιμίων

• Ευθύγραμμοι ράβδοι οπλισμού

Οι μηχανικές ιδιότητες και κυρίως η ολκιμότητα των δοκιμίων που ελέγχθηκαν και προέρχονταν από ευθύγραμμες ράβδους έδειξαν ότι:

1. Ικανοποιούν απόλυτα τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ 971 ($f_t/f_y \geq 1,05$, $\epsilon_5 \geq 12\%$ κλπ.).
2. Ικανοποιούν απόλυτα τις συστάσεις του Κ.Τ.Χ. και τις ειδικές απαιτήσεις του ΕΚΩΣ 2000 για δομικά στοιχεία με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας ($1,10 \leq f_t/f_y \leq 1,35$, $\epsilon_{uk} \geq 7,0\%$ κλπ.).
3. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων ικανοποιούν και τις απαιτήσεις του νέου προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3 για χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος της τεχνικής κατηγορίας B500C ($1,15 \leq R_m/R_e (f_t/f_y) \leq 1,35$, $A_{gt} \geq 7,5\%$ κλπ.), πριν καν αυτό ισχύσει. Μόνο σε 8 από τα 45 δοκίμια ο λόγος f_t/f_y ήταν μικρότερος του 1.15, ενώ και στα 24 δοκίμια στα οποία έγινε έλεγχος συνολικής επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο A_{gt} , αυτή ήταν μεγαλύτερη του 7,5%.

Αξιοσημείωτο είναι ότι, το όριο διαρροής που προέκυψε από τον έλεγχο τριών δοκιμίων του ιταλικού εργοστασίου Riva Acciaio S.p.A., ήταν πολύ κοντά στα 500 Mpa που είναι το ελάχιστο όριο για την κατηγορία S500s και B500C. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι το εθνικό Πρότυπο της Ιταλίας δεν έχει κατηγορία ποιότητας με όριο διαρροής 500 Mpa, αλλά 440 Mpa (FeB44k).

Δεν συμβαίνει βέβαια το ίδιο με τα ιταλικά εργοστάσια I.R.O. και LEALI S.p.A. τα δοκίμια των οποίων εμφανίζουν μεγαλύτερο όριο διαρροής. Είναι όμως προφανές ότι υπάρχει ανάγκη επανεξέτασης και βελτίωσης της διαδικασίας ελέγχου, χορήγησης και διατήρησης του Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης από τον ΕΛΟΤ για τους εισαγόμενους χάλυβες από τις χώρες της Ε.Ε., από τους οποίους φαίνεται να υφίσταται ο πραγματικός κίνδυνος για τον καταναλωτή, ιδιαίτερα όταν το εργοστάσιο παραγωγής τους διαθέτει την πιστοποίηση του ΕΛΟΤ

• Σπειροειδής συνδετήρας τύπου «θώρακα»

Οι μηχανικές ιδιότητες των δοκιμίων που ελέγχθηκαν και προέρχονταν από σπειροειδή συνδετήρα τύπου «θώρακα» έδειξαν ότι:

1. Ικανοποιούν απόλυτα τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ 971 (λόγος $f_t/f_y \geq 1,05$ και $\epsilon_5 \geq 12\%$ κλπ.).
2. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων ικανοποιούν και τις ειδικές απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και του ΕΚΩΣ 2000 για δομικά στοιχεία με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας ($1,10 \leq f_t/f_y \leq 1,35$, $\epsilon_{uk} \geq 7,0\%$ κλπ.). Σε 4 (γραμμοσκιασμένα κελιά) από τα 15 δοκίμια ο λόγος f_t/f_y ήταν 1,09, οριακά δηλαδή μικρότερος του 1,10, ενώ σε 4 (γραμμοσκιασμένα κελιά) από τα 13 δοκίμια στα οποία

έγινε έλεγχος συνολικής επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο A_{gt} , αυτή ήταν μικρότερη του 7,0%, με χαρακτηριστική περίπτωση τα 3 δοκίμια από το ίδιο δείγμα της Χαλυβουργίας Θεσσαλίας που εμφάνισαν ιδιαίτερα χαμηλές τιμές του A_{gt} .

3. Κανένα από τα 13 δοκίμια στα οποία έγινε έλεγχος f_t/f_y και συνολικής επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο A_{gt} , δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3 για χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος της τεχνικής κατηγορίας B500C ($1,15 \leq R_m/R_e (f_t/f_y) \leq 1,35$, $A_{gt} \geq 7,5\%$ κλπ.). Μόνο σε 3 δοκίμια ο λόγος f_t/f_y ήταν 1,15, ενώ σε 5 διαφορετικά δοκίμια η συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο A_{gt} ήταν μεγαλύτερη του 7,5%.

Οι χαμηλές τιμές του λόγου f_t/f_y και της A_{gt} των δοκιμίων αυτών, οφείλονται κυρίως στην διαδικασία ευθυγράμμισης στην οποία υπόκειται ο χάλυβας του ρόλου (κουλούρας) με την «ευθυγραμμιστική» μηχανή, προκειμένου να παραχθεί το τελικό προϊόν, δηλαδή ο σπειροειδής συνδετήρας. Το «τράβηγμα» αυτό του ρόλου, το οποίο αποτελεί μια μορφή ψυχρής κατεργασίας, λόγω των πλαστικών παραμορφώσεων που επιβάλλονται στον χάλυβα, μειώνει δραστικά την ολκιμότητα του, την ικανότητα του δηλαδή για μετελαστική παραμόρφωση και απορρόφηση ενέργειας. Αυτό έχει ως συνέπεια την μείωση της ικανότητας των υποστυλωμάτων και δοκών να παραμορφώνονται αρκετά μετά την διαρροή τους, με αποτέλεσμα σε περίπτωση σεισμού, να μην είναι σε θέση να απορροφούν ενέργεια και να οδηγούνται σε ψαθυρή θραύση.

Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει και από τα διαγράμματα τάσης-παραμόρφωσης των δοκιμίων που ελέγχθηκαν στο ΚΕΔΕ, δύο χαρακτηριστικά εκ των οποίων είναι το Διάγραμμα 6.6 που αντιστοιχεί σε δοκίμιο από ευθύγραμμες ράβδους (θερμή έλαση) και το Διάγραμμα 6.10 που αντιστοιχεί σε δοκίμιο από σπειροειδή συνδετήρα (ψυχρή έλαση). Από αυτά φαίνεται ξεκάθαρα ότι:

1. Σε δοκίμια χαλύβων θερμής έλασης (Tempcore/Thermex), όπως είναι οι ευθύγραμμες ράβδοι, **η περιοχή διαρροής είναι ορατή**. Έτσι, μόλις το σημείο διαρροής προσεγγιστεί, η επιμήκυνση αυξάνει απότομα, με ρυθμό μεγαλύτερο της αύξησης του φορτίου ή και χωρίς αύξηση φορτίου, με αποτέλεσμα να **παρουσιάζεται ένα χαρακτηριστικό πλατό**.
2. Αντίθετα στην περίπτωση των χαλύβων ψυχρής ολκής ή ψυχρής έλασης, όπως είναι οι σπειροειδείς συνδετήρες οι οποίοι έχουν «τραβηχτεί» εν ψυχρώ, **το σημείο διαρροής δεν είναι ορατό**.

Για το λόγο αυτό, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 3.2.9, με το νέο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421 θεσπίζονται σύστημα αναγνώρισης του εργοστασίου ή της επιχείρησης διαμόρφωσης ρόλων χαλύβων οπλισμού, καθώς και ειδικές απαιτήσεις που αφορούν τον έλεγχο του τελικού προϊόντος, ώστε αυτό να εξακολουθεί να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Προτύπου και μετά την ευθυγράμμιση.

6.5.2 Χημική σύσταση δοκιμίων

Η χημική σύσταση, δηλαδή η μέγιστη περιεκτικότητα σε άνθρακα C, θείο S, φώσφορο P και άζωτο N, καθώς και η μέγιστη ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα Ceq για να θεωρούνται οι χάλυβες συγκολλησιμοι και των 21 δοκιμίων που ελέγχθηκαν, ήταν σύμφωνη με τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ 971, του Κ.Τ.Χ., καθώς και του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3.

6.6 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των εργοστασίων παραγωγής χαλύβων

Παρακάτω παρατίθενται διαγράμματα σύγκρισης των μηχανικών ιδιοτήτων των ελεγθέντων δοκιμίων (ράβδων και «θωράκων») ανά διάμετρο, μεταξύ των εργοστασίων παραγωγής χαλύβων από τα οποία προέρχονταν τα δοκίμια αυτά.

Από τα διαγράμματα αυτά εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα που αφορούν:

- την σύγκριση της ποιότητας του παραγόμενου χάλυβα μεταξύ των εργοστασίων αυτών,
- την σύγκριση της ποιότητας του παραγόμενου χάλυβα του ίδιου εργοστασίου ανάλογα με την παρτίδα και το χυτήριο.

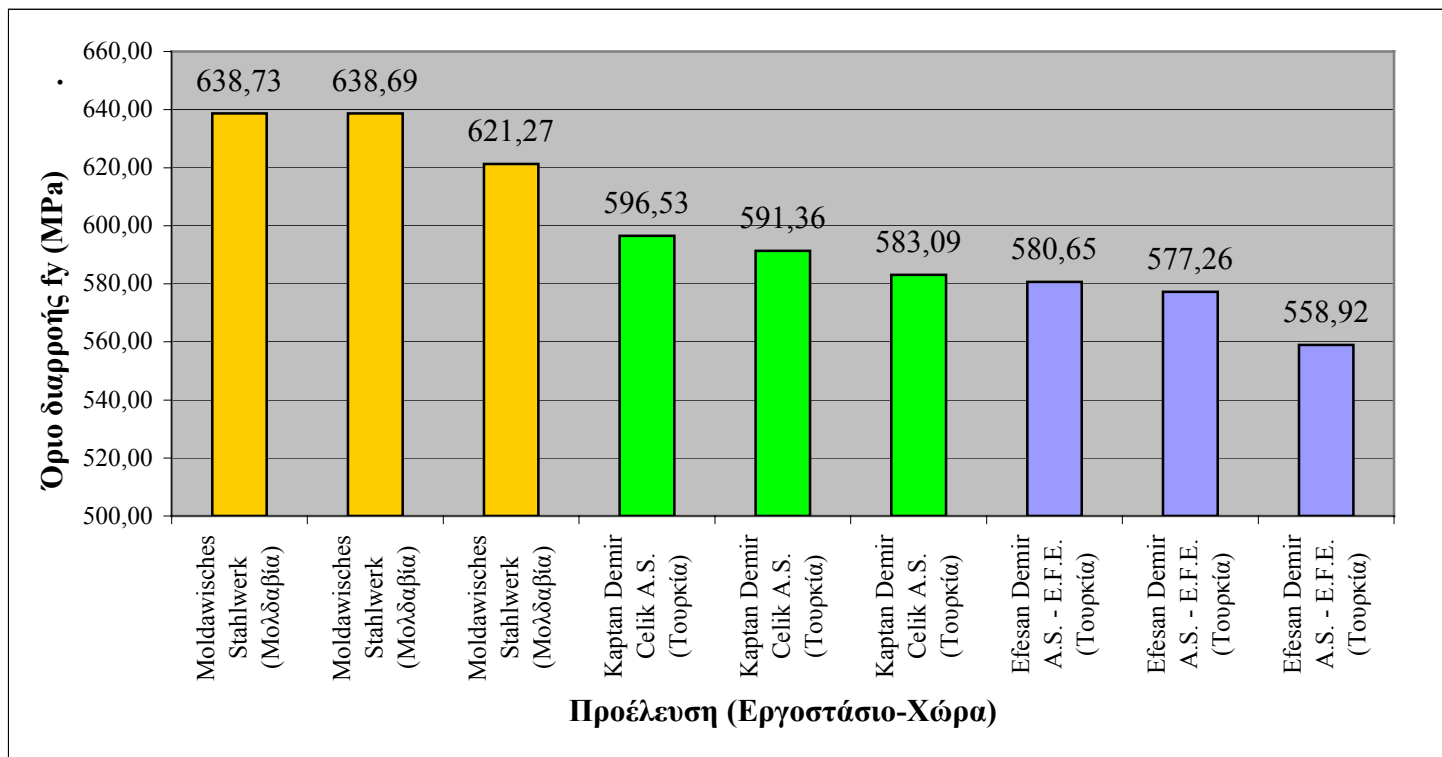
Βέβαια, η εκτίμηση αυτή του επιπέδου ποιότητας κάθε εργοστασίου είναι μόνο ενδεικτική, καθώς δεν βασίζεται σε στατιστική επεξεργασία ώστε να είναι αξιόπιστη, αλλά μόνο στα αποτελέσματα των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν στα συγκεκριμένα δοκίμια που ελήφθησαν στο έργο.

Η γνώση της ποιότητας ενός προϊόντος απαιτεί μακροχρόνια, συνεχή και συστηματική παρακολούθηση του επιπέδου ποιότητας αυτού (μέση τιμή, εύρος διακύμανσης μετρούμενων μεγεθών) και δεν είναι μία απλή υπόθεση που μπορεί να εκτιμηθεί με τυπικές και μη χρονοβόρες διαδικασίες ελέγχου, προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα και τεκμηριωμένα συμπεράσματα για το επίπεδο ποιότητας του.

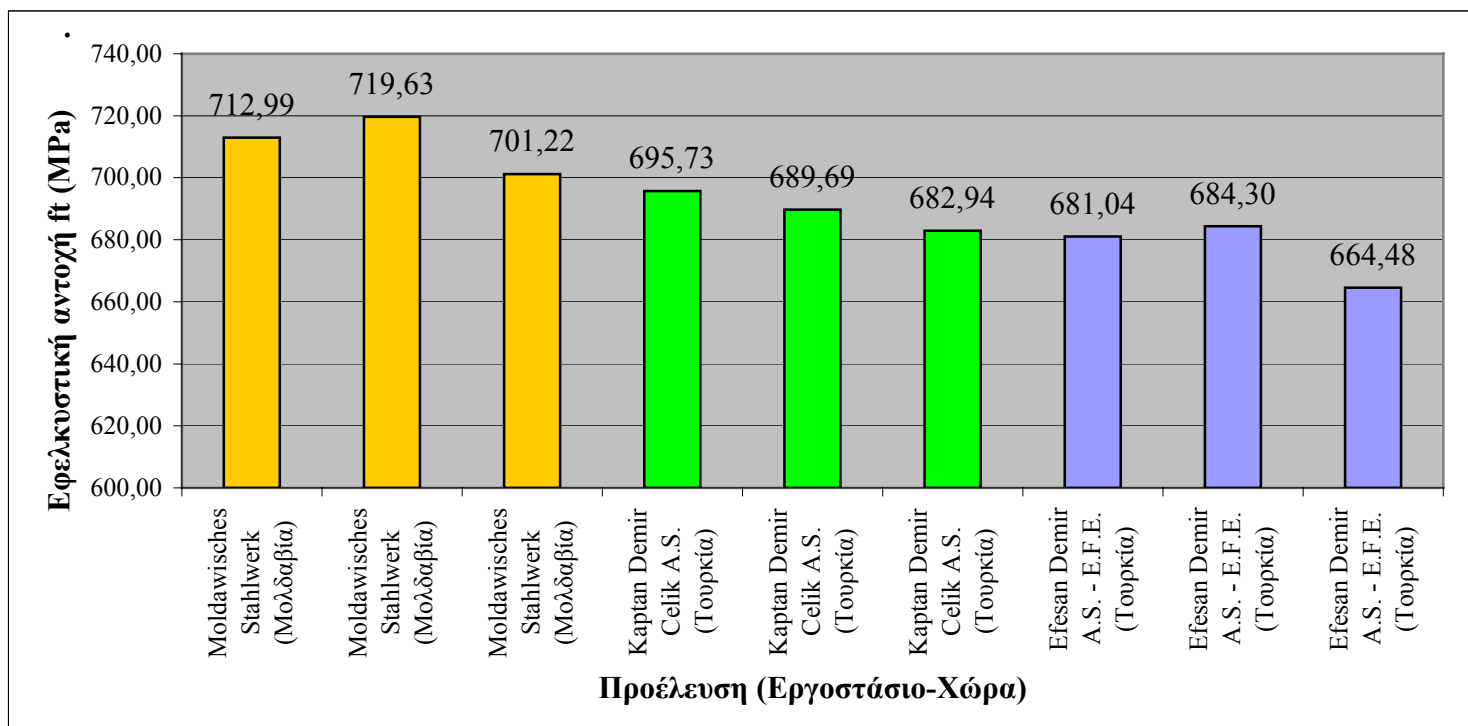
Αυτή η αρχική προσπάθεια όμως εκτίμησης του επιπέδου ποιότητας δίνει το ερέθισμα για περαιτέρω ελέγχους με βάση την στατιστική επεξεργασία για την σύγκριση της ποιότητας του χάλυβα διαφόρων εργοστασίων μέσω του ελέγχου παρτίδας χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος (από το ίδιο χυτήριο) αλλά και παρτίδων χάλυβα οπλισμού που προέρχονται από διαφορετικά χυτήρια.

Επιπλέον αποτελεί την αρχή μιας ποιοτικής προσέγγισης για το συγκεκριμένο προϊόν με σκοπό να δώσει το έναυσμα στον επιβλέποντα μηχανικό για μία πιο συστηματική παρακολούθηση της ποιότητας του χάλυβα που παραλαμβάνει και ενσωματώνει τελικά στο έργο.

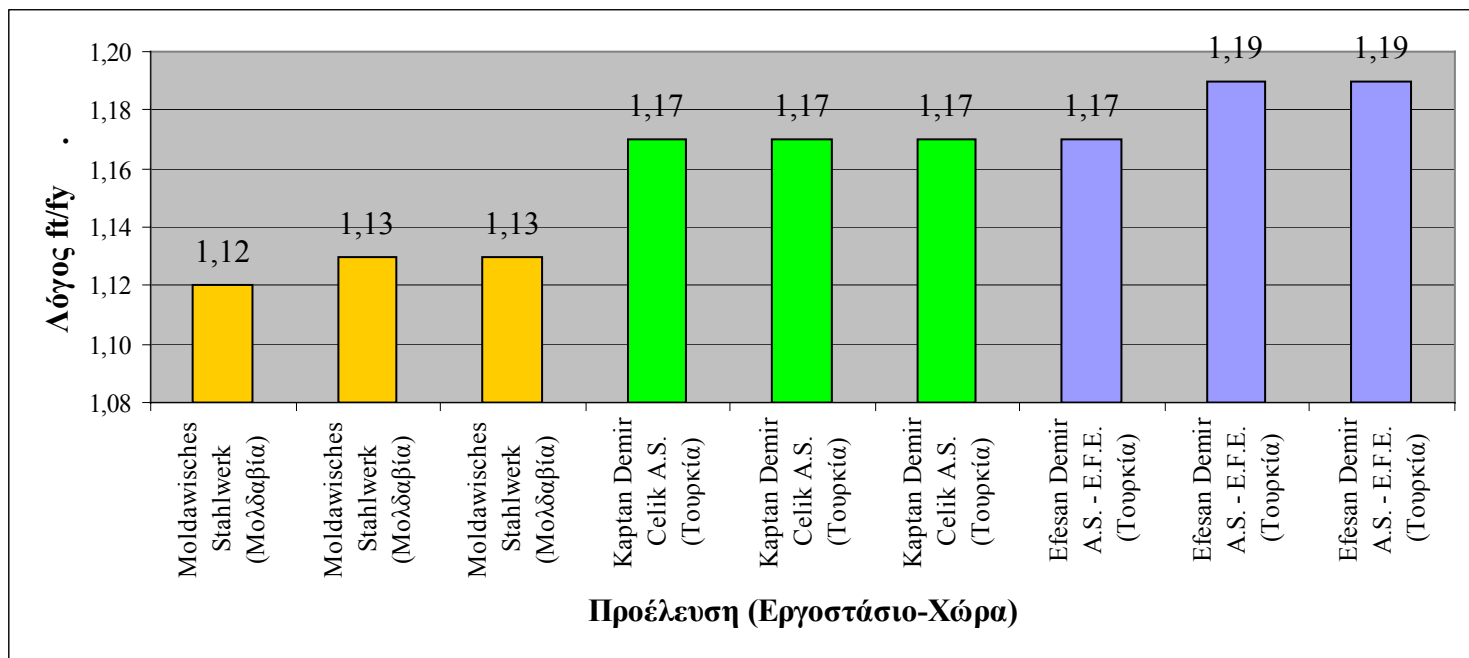
Διάγραμμα 6.12: Σύγκριση ορίου διαρροής f_y για ράβδους διαμέτρου $\Phi 10$



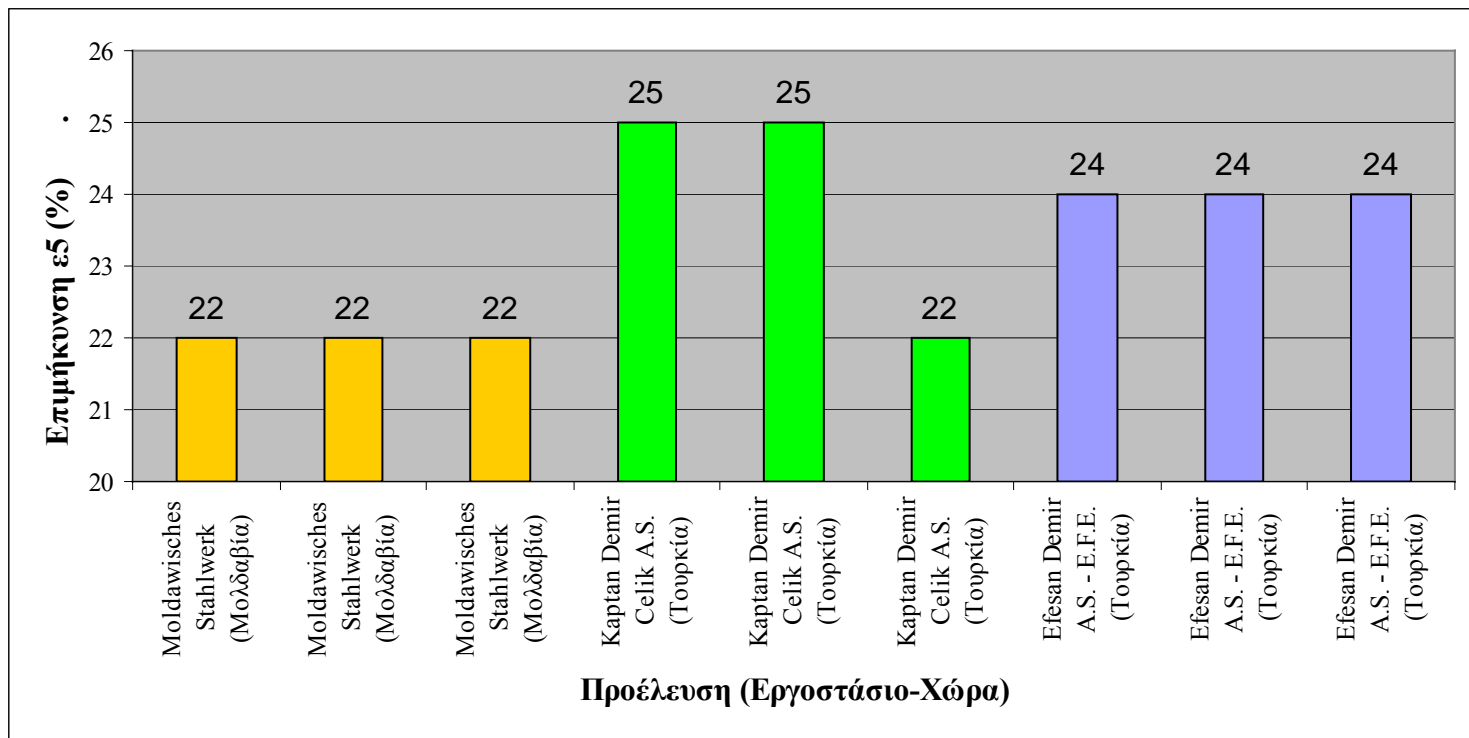
Διάγραμμα 6.13: Σύγκριση εφελκυστικής αντοχής f_t για ράβδους διαμέτρου $\Phi 10$



Διάγραμμα 6.14: Σύγκριση λόγου f_t/f_y για ράβδους διαμέτρου Φ10



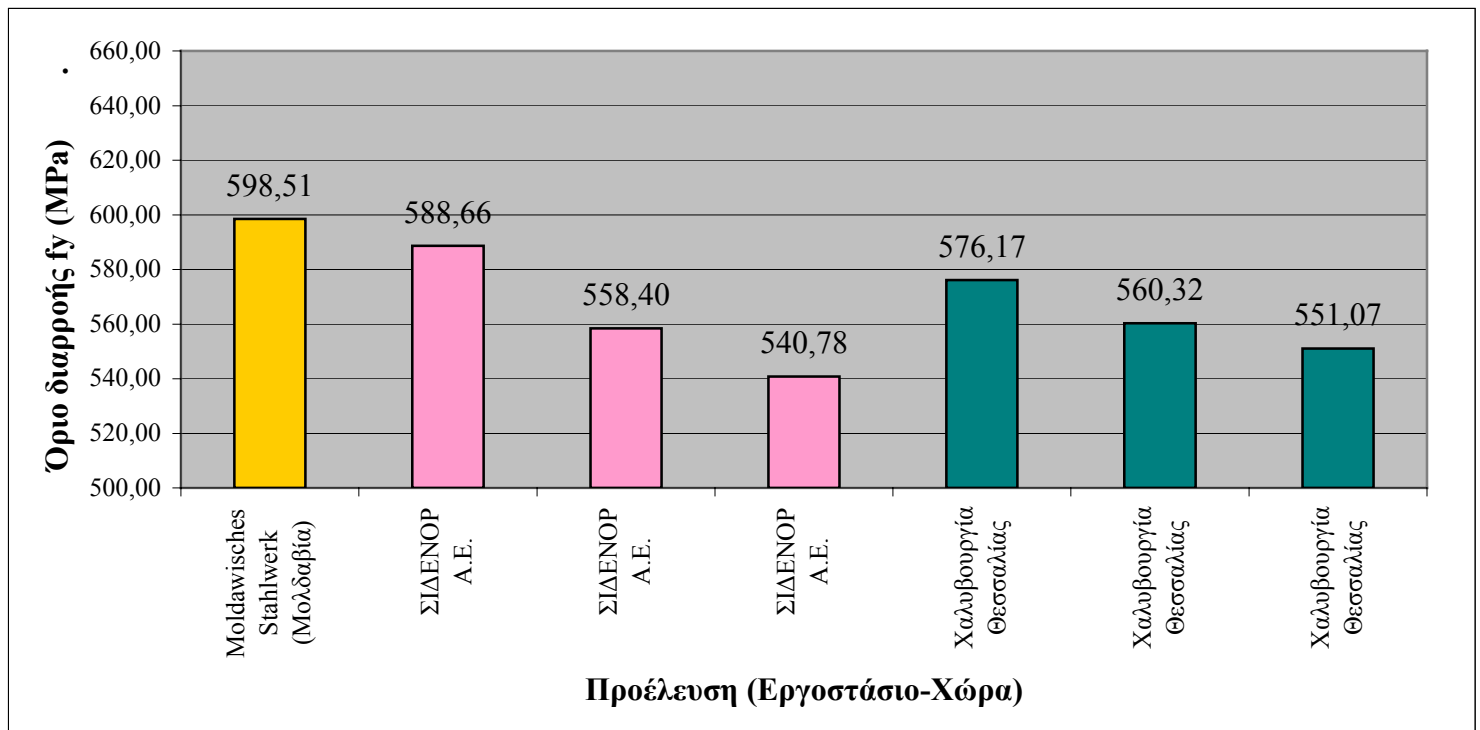
Διάγραμμα 6.15: Σύγκριση επιμήκυνσης ϵ_s (%) για ράβδους διαμέτρου Φ10



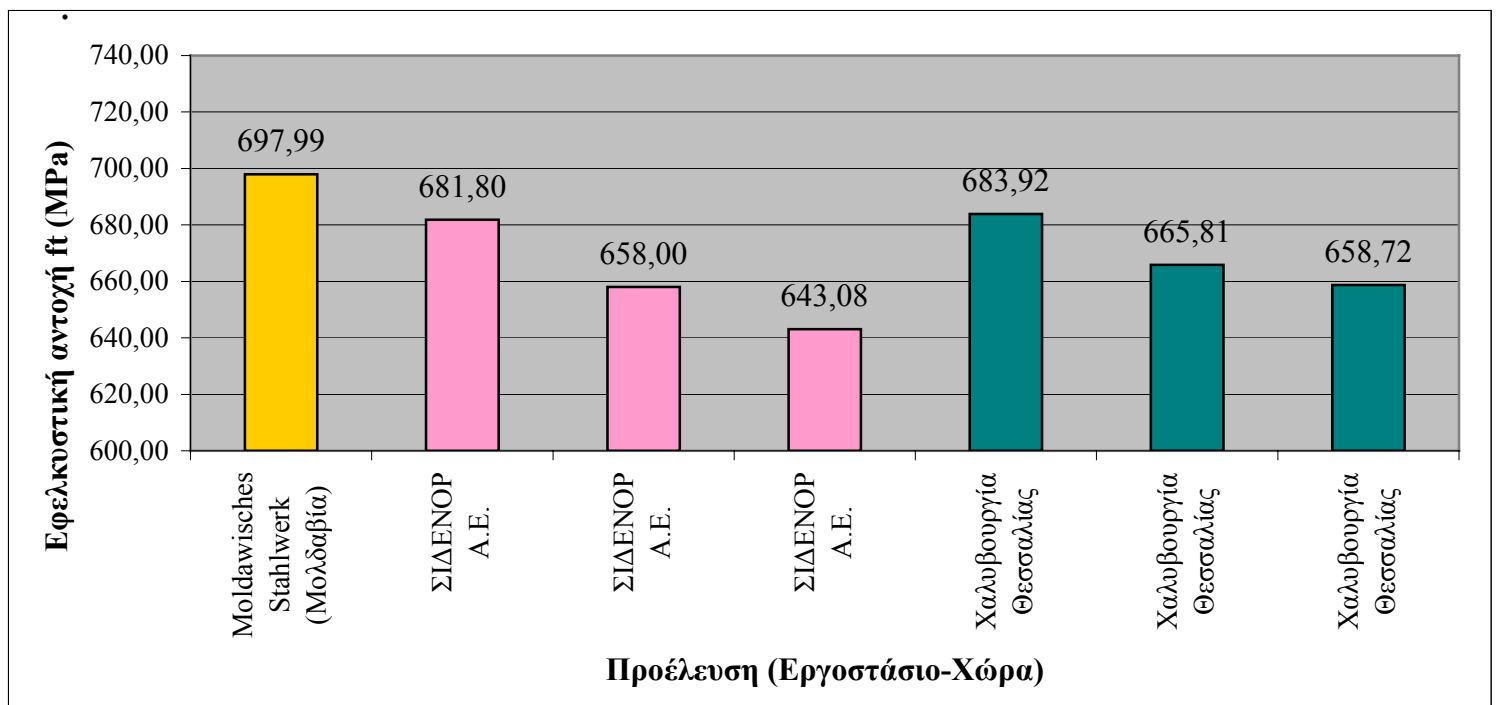
Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι για τις ελεγχθείσες ράβδους διαμέτρου Φ10:

1. Οι ράβδοι που προέρχονται από το εργοστάσιο Moldawisches Stahlwerk της Μολδαβίας έχουν μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t από αυτές που προέρχονται από τα δύο τουρκικά εργοστάσια, μικρότερο όμως λόγο f_t/f_y και μικρότερη επιμήκυνση ϵ_s από αυτές. Αυτό σημαίνει ότι έχουν μικρότερη ολκιμότητα και συνεπώς μικρότερη ικανότητα απορρόφησης ενέργειας.
2. Οι ράβδοι που προέρχονται από το τουρκικό εργοστάσιο Kaptan Demir Celik A.S. έχουν λίγο μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t από αυτές που προέρχονται από το επίσης τουρκικό εργοστάσιο Efesan Demir A.S. και περίπου ίδιο λόγο f_t/f_y και επιμήκυνση ϵ_s με αυτές. Ο λόγος f_t/f_y κυμαίνεται μεταξύ 1,17 και 1,19 είναι δηλαδή αρκετά υψηλός, που σημαίνει ότι οι ράβδοι αυτές έχουν μεγάλη ολκιμότητα.

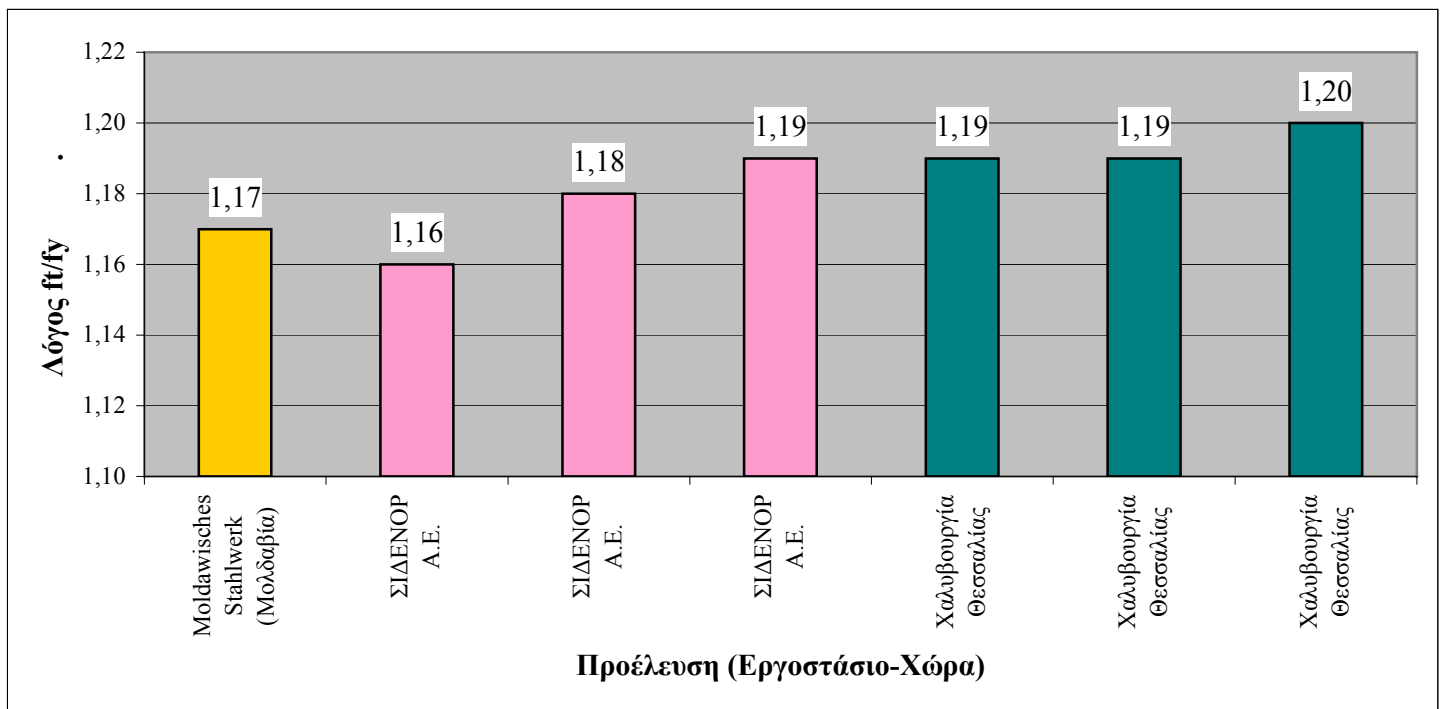
Διάγραμμα 6.16: Σύγκριση ορίου διαρροής f_y για ράβδους διαμέτρου Φ12



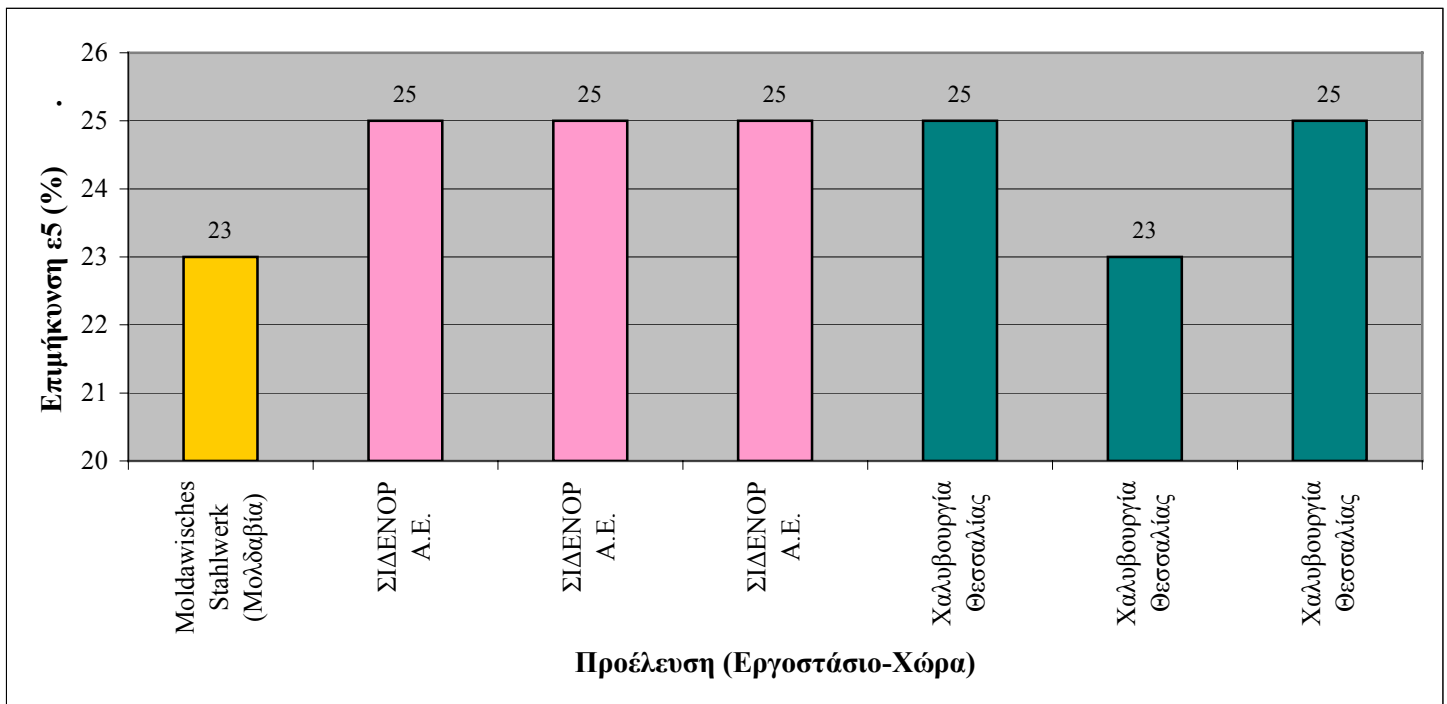
Διάγραμμα 6.17: Σύγκριση εφελκυστικής αντοχής f_t για ράβδους διαμέτρου Φ12



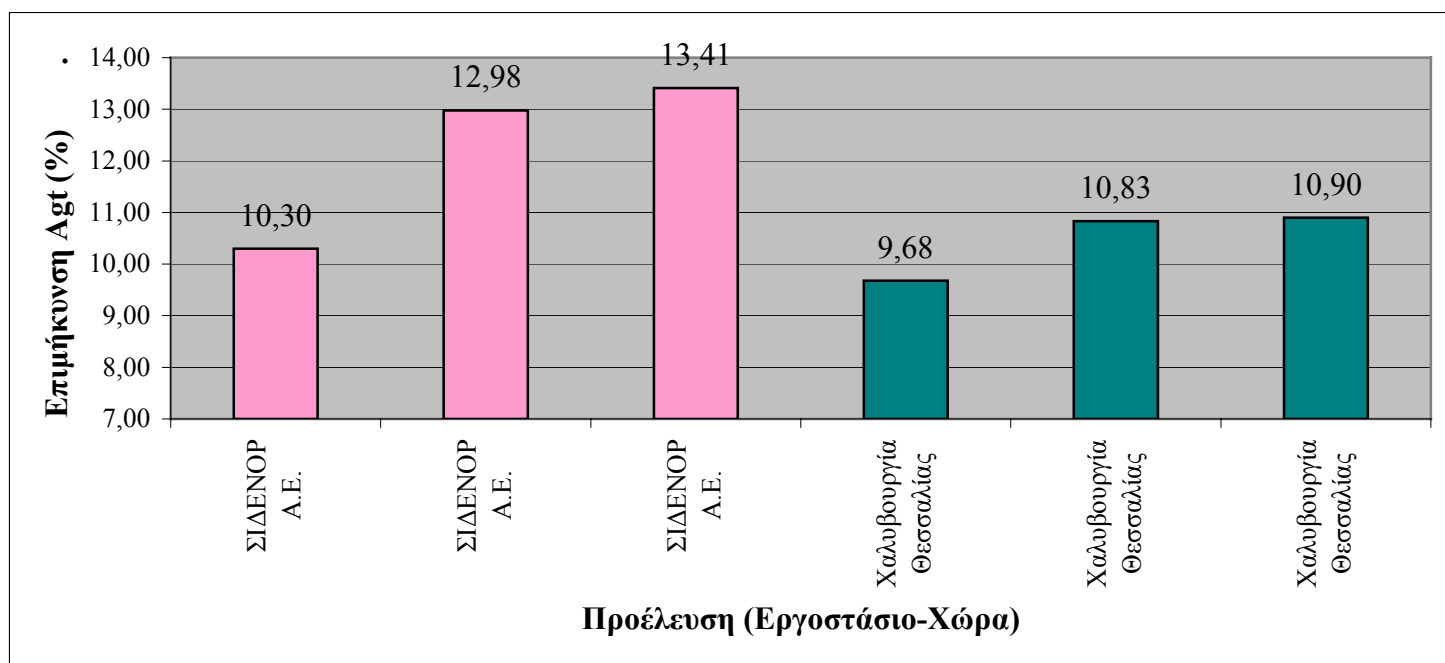
Διάγραμμα 6.18: Σύγκριση λόγου f_t/f_y για ράβδους διαμέτρου Φ12



Διάγραμμα 6.19: Σύγκριση επιμήκυνσης ϵ_5 (%) για ράβδους διαμέτρου Φ12



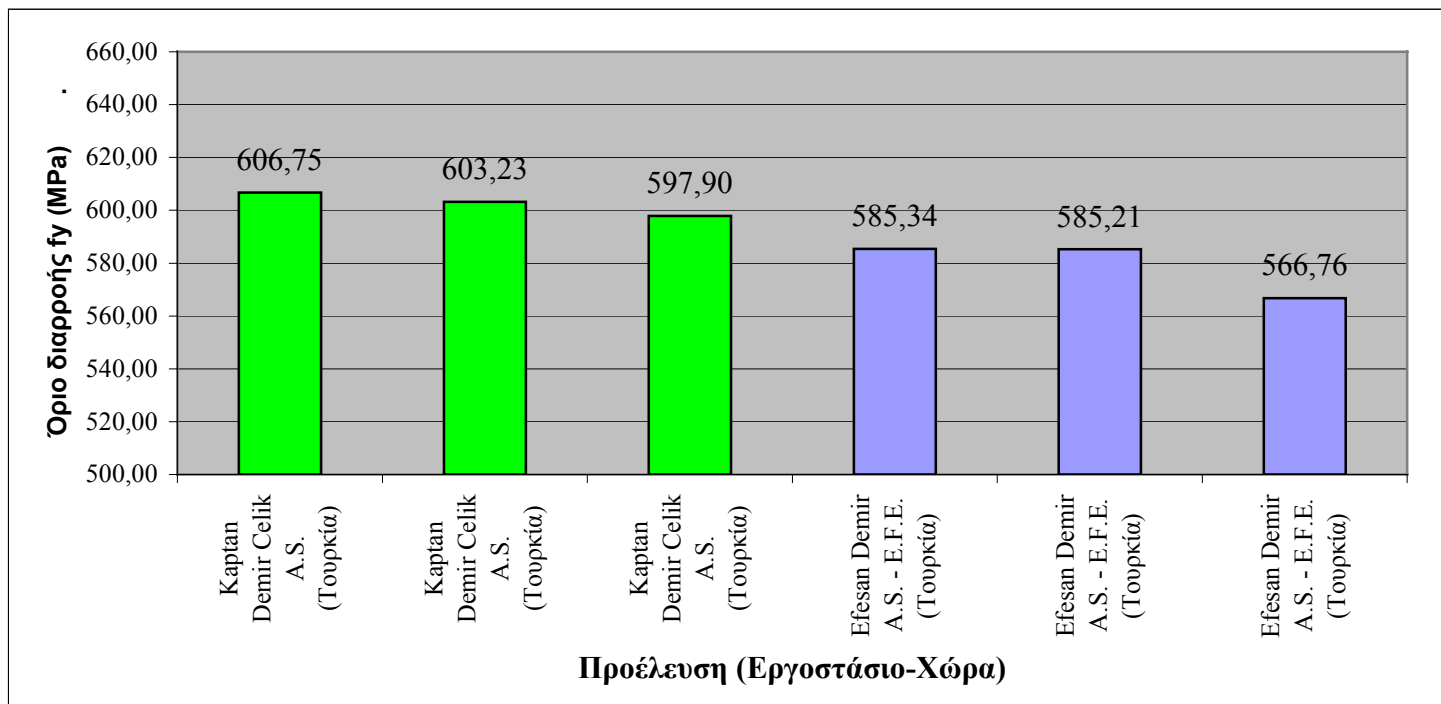
Διάγραμμα 6.20: Σύγκριση επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο Agt(%) για ράβδους διαμέτρου Φ12



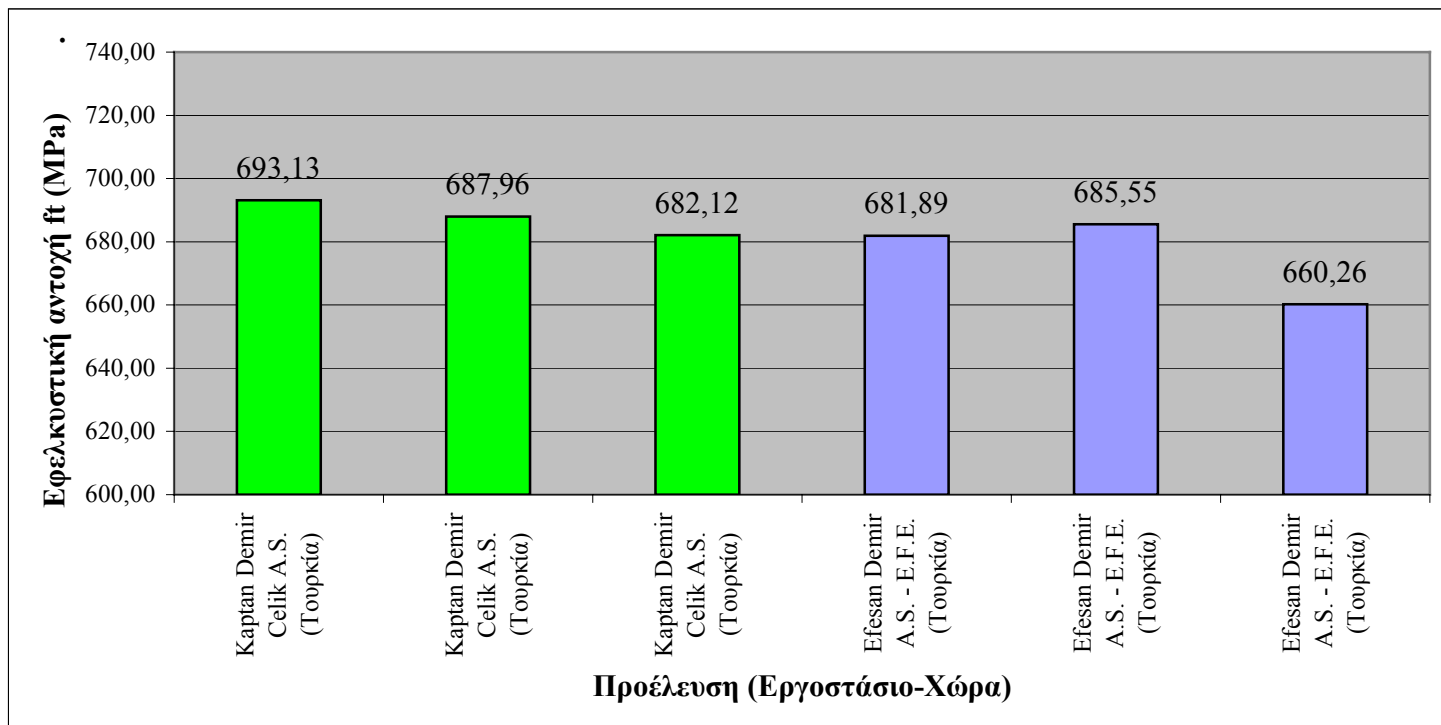
Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι για τις ελεγχθείσες ράβδους διαμέτρου Φ12:

1. Οι ράβδοι που προέρχονται από το εργοστάσιο Moldawisches Stahlwerk της Μολδαβίας έχουν μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t από αυτές που προέρχονται από τα δύο ελληνικά εργοστάσια, των οποίων οι τιμές κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Αξιοσημείωτη είναι η μεγάλη διακύμανση που εμφανίζουν οι ράβδοι της Σιδενόρ τόσο στο όριο διαρροής όσο και στην εφελκυστική αντοχή, το οποίο πιθανόν να οφείλεται στην προέλευσή τους από διαφορετικά χυτήρια.
2. Οι ράβδοι και των τριών εργοστασίων εμφανίζουν υψηλό λόγο f_t/f_y και μεγάλη επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt, που σημαίνει ότι έχουν υψηλή ολκιμότητα.
3. Ενδιαφέρον επίσης είναι το γεγονός ότι οι δύο ράβδοι της Σιδενόρ που έχουν μικρότερο όριο διαρροής και εφελκυστική αντοχή συγκριτικά με την πρώτη, εμφανίζουν μεγαλύτερο λόγο f_t/f_y και αρκετά μεγαλύτερη επιμήκυνση Agt από αυτήν. Ενώ δηλαδή διαρρέουν και θραύονται πιο γρήγορα από την πρώτη, έχουν μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης ενέργειας.

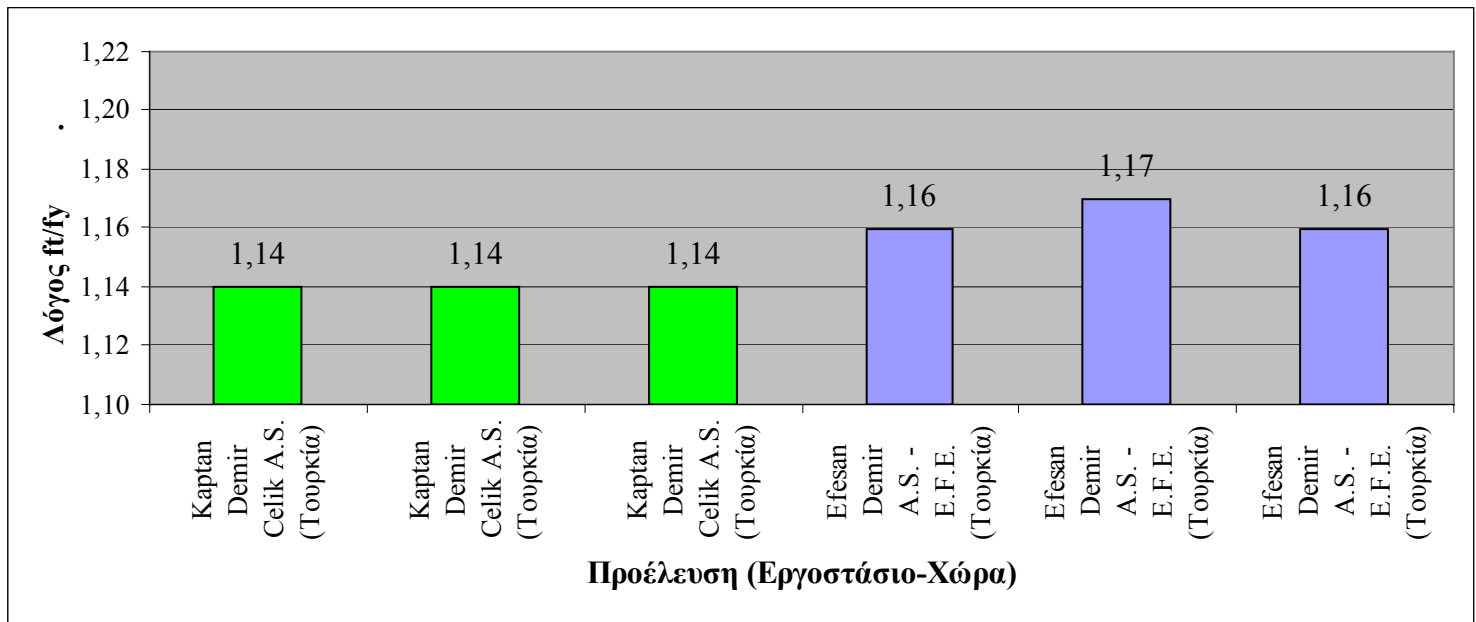
Διάγραμμα 6.21: Σύγκριση ορίου διαρροής f_y για ράβδους διαμέτρου $\Phi 16$



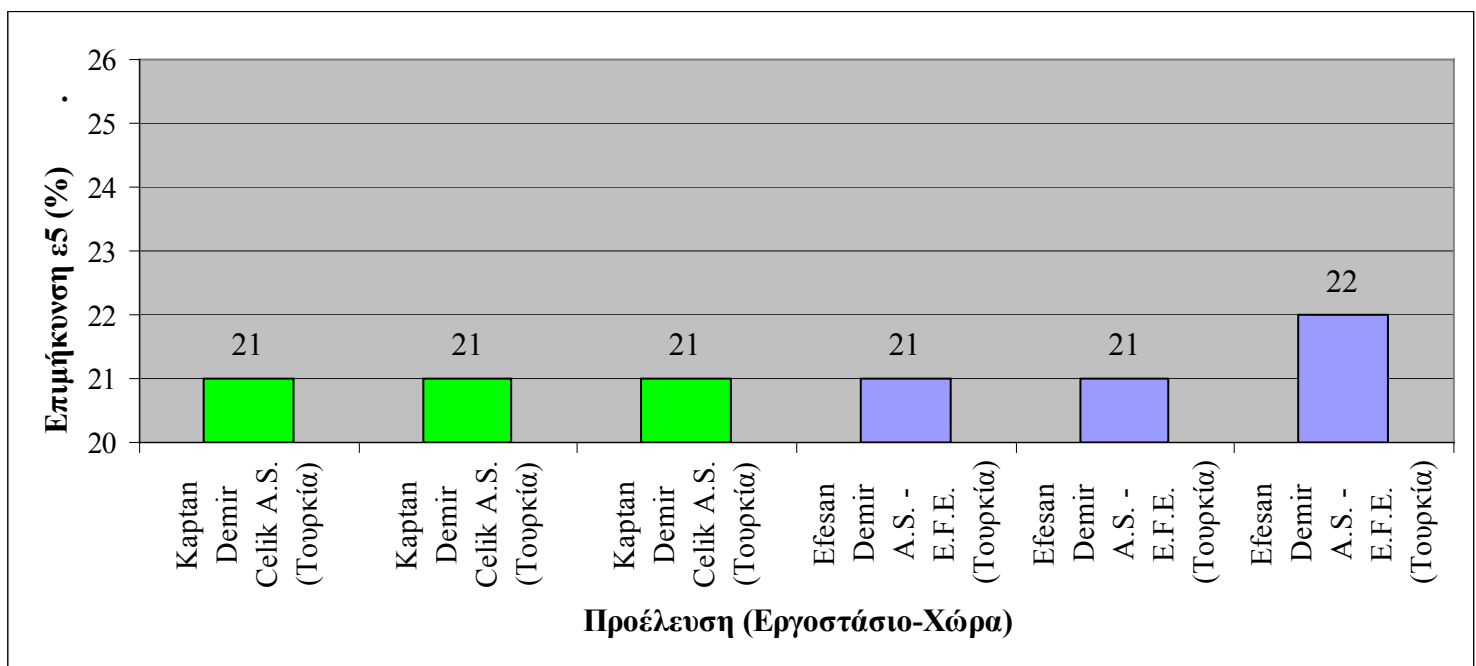
Διάγραμμα 6.22: Σύγκριση εφελκυστικής αντοχής f_t για ράβδους διαμέτρου $\Phi 16$



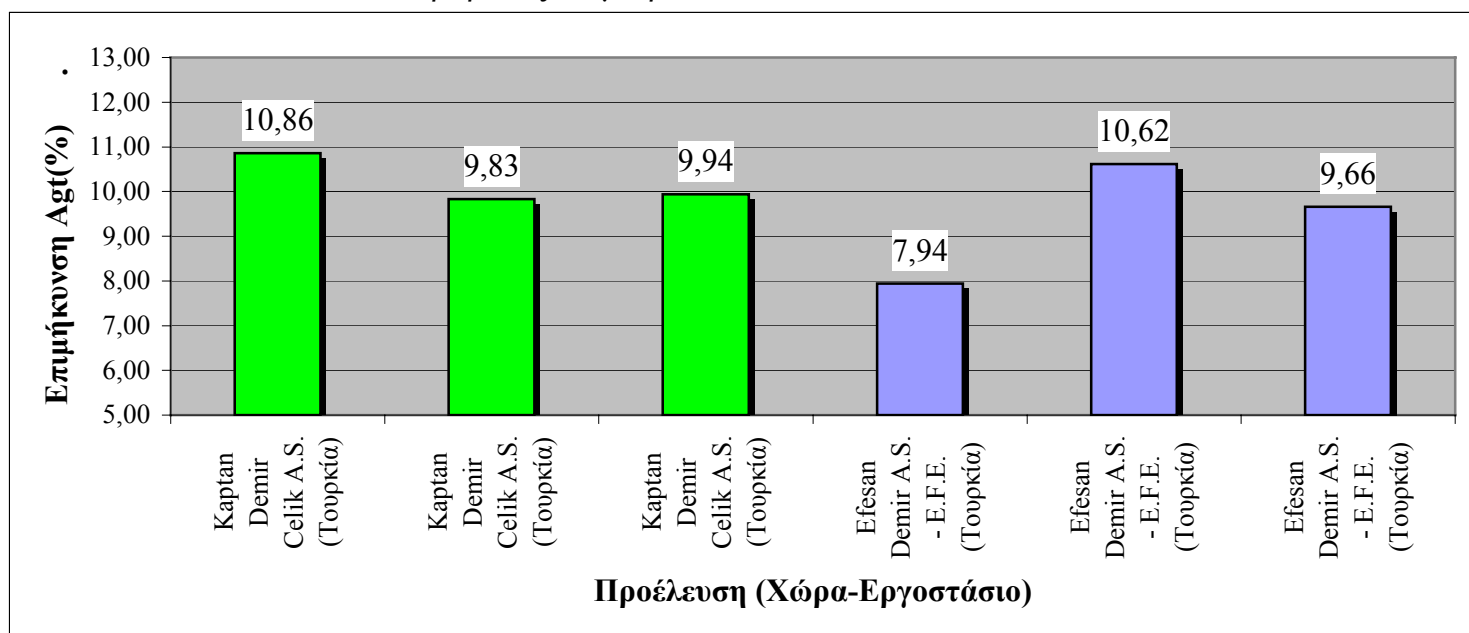
Διάγραμμα 6.23: Σύγκριση λόγου f_t/f_y για ράβδους διαμέτρου Φ16



Διάγραμμα 6.24: Σύγκριση επιμήκυνσης ϵ_s (%) για ράβδους διαμέτρου Φ16



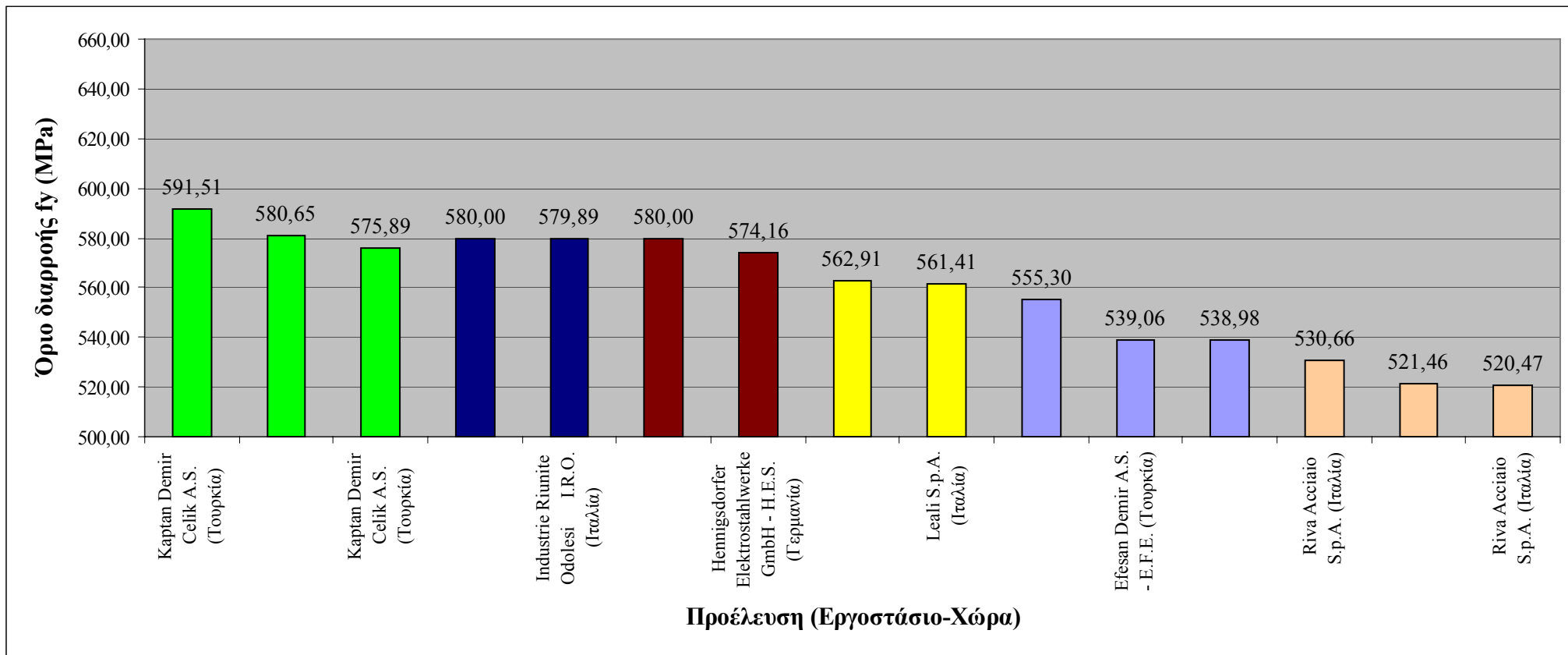
Διάγραμμα 6.25: Σύγκριση επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο Agt(%) για ράβδους διαμέτρου Φ16



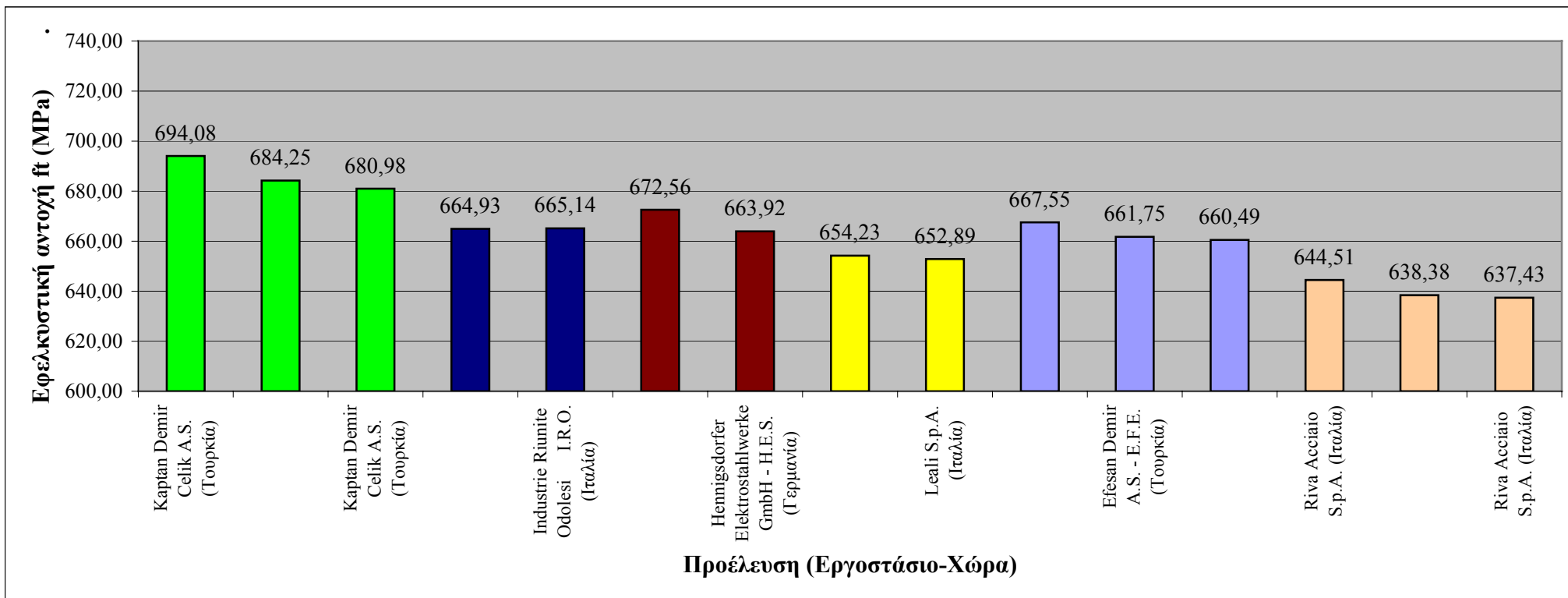
Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι για τις ελεγχθείσες ράβδους διαμέτρου Φ16:

Οι ράβδοι που προέρχονται από το τουρκικό εργοστάσιο Kaptan Demir Celik A.S. έχουν λίγο μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y , εφελκυστική αντοχή f_t και επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt, αλλά μικρότερο λόγο f_t/f_y από αυτές που προέρχονται από το επίσης τουρκικό εργοστάσιο Efesan Demir A.S.

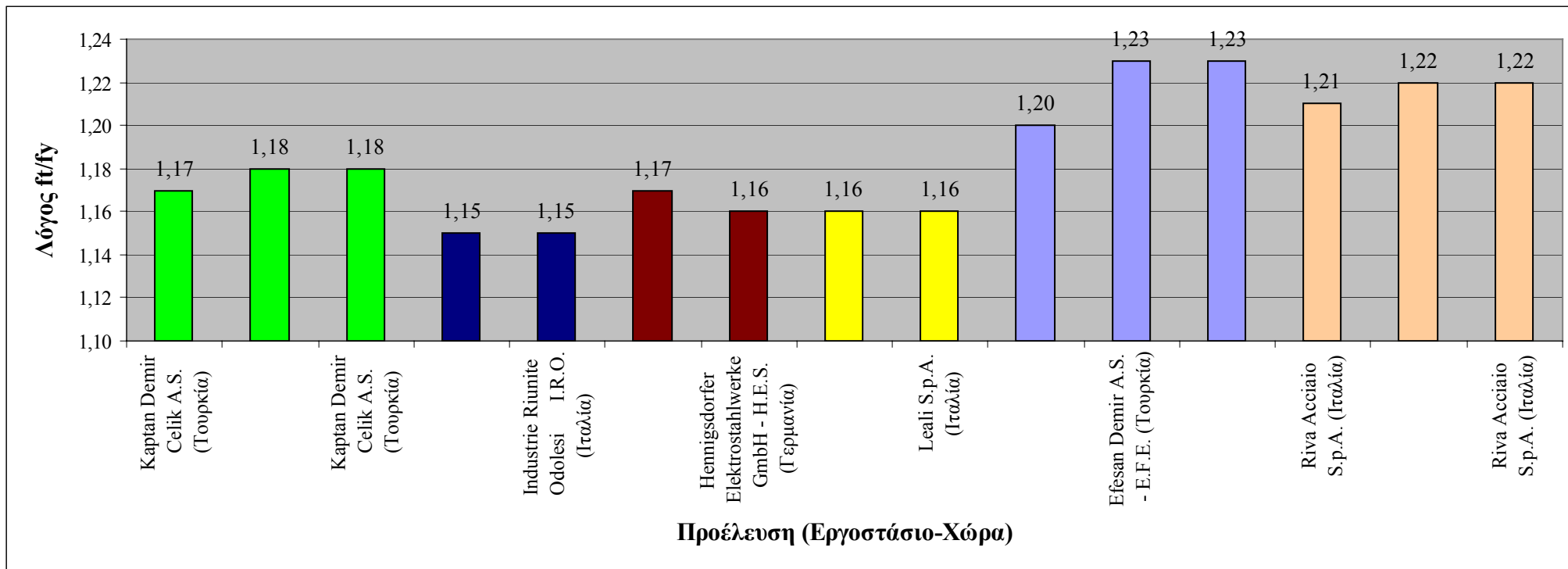
Διάγραμμα 6.26: Σύγκριση ορίου διαρροής f_y για ράβδους διαμέτρου $\Phi 20$



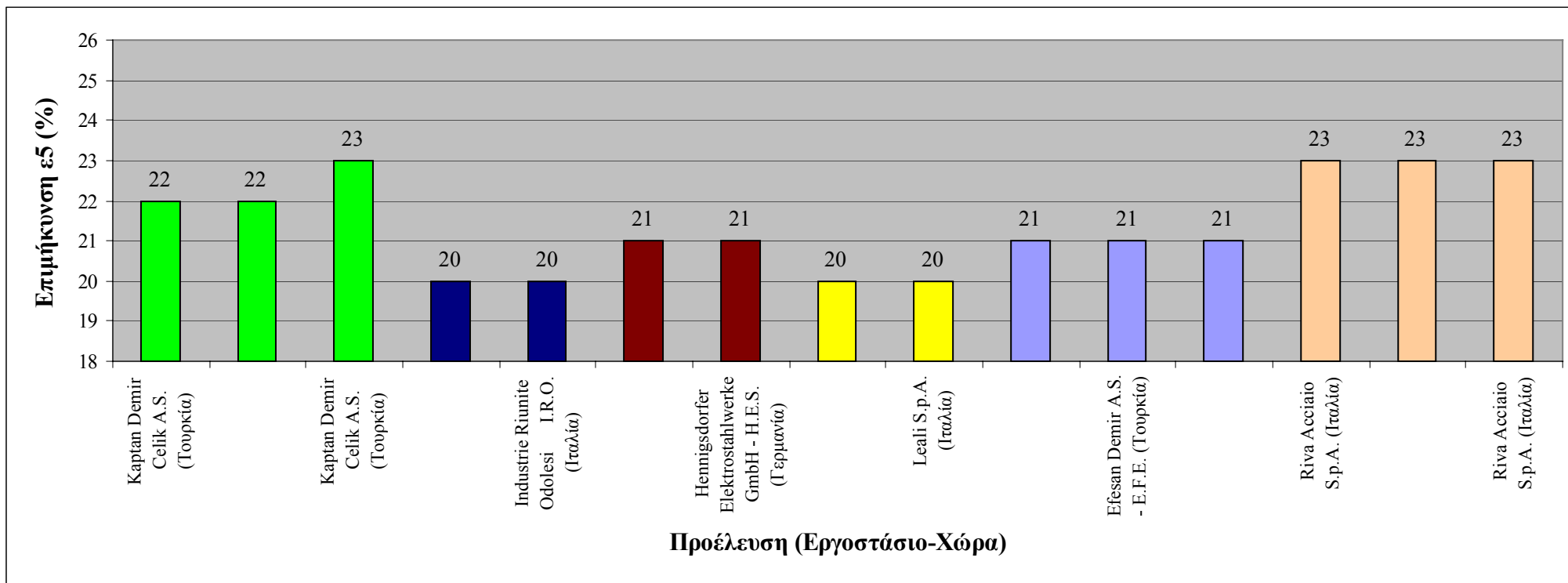
Διάγραμμα 6.27: Σύγκριση εφελκυστικής αντοχής ft για ράβδους διαμέτρου Φ20



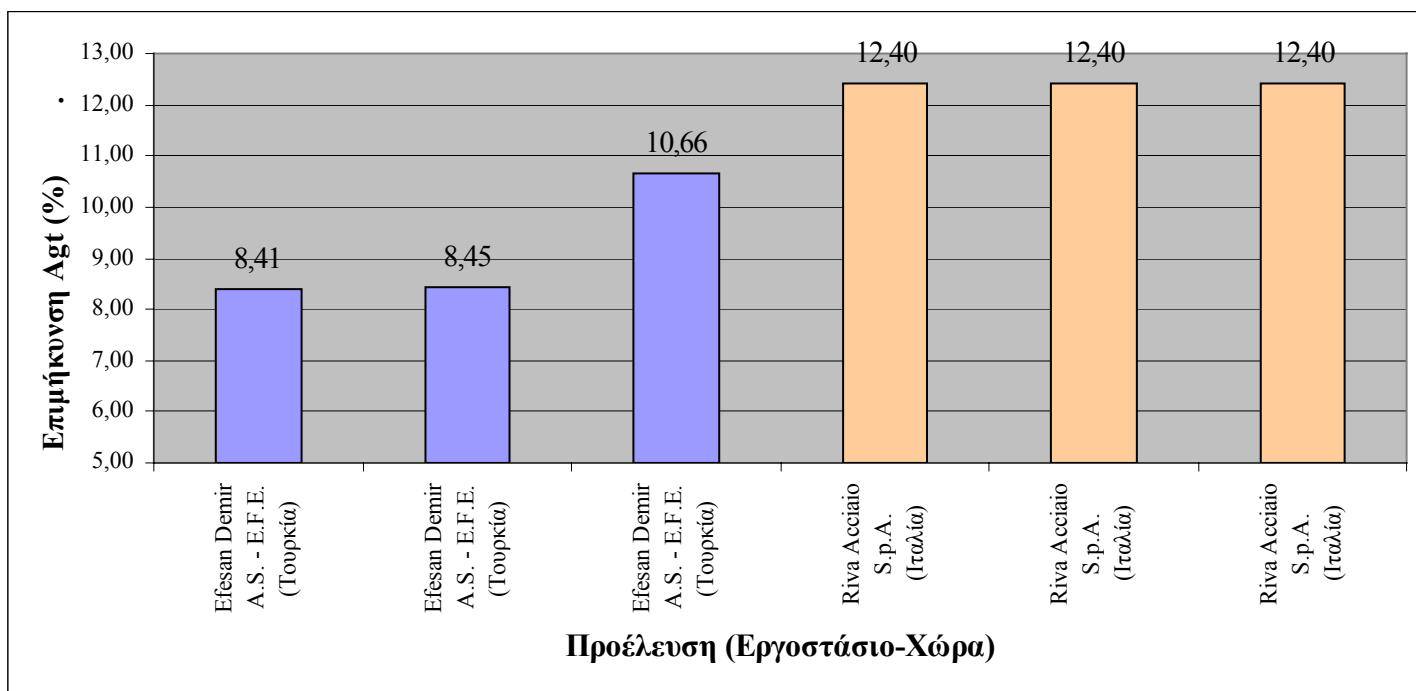
Διάγραμμα 6.28: Σύγκριση λόγου f_t/f_y για ράβδους διαμέτρου $\Phi 20$



Διάγραμμα 6.29: Σύγκριση επιμήκυνσης ϵ_5 (%) για ράβδους διαμέτρου Φ20



Διάγραμμα 6.30: Σύγκριση επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο Agt (%) για ράβδους διαμέτρου Φ20

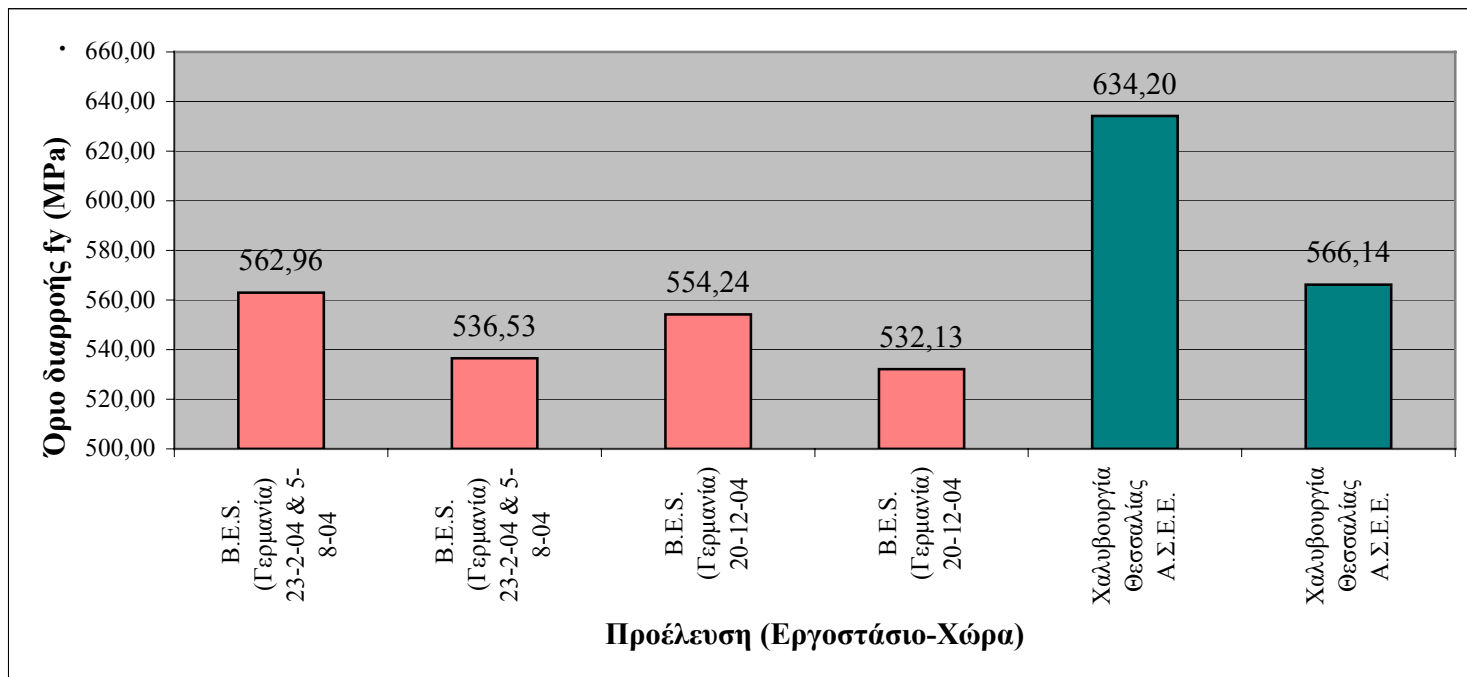


Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι για τις ελεγχθείσες ράβδους διαμέτρου Φ20:

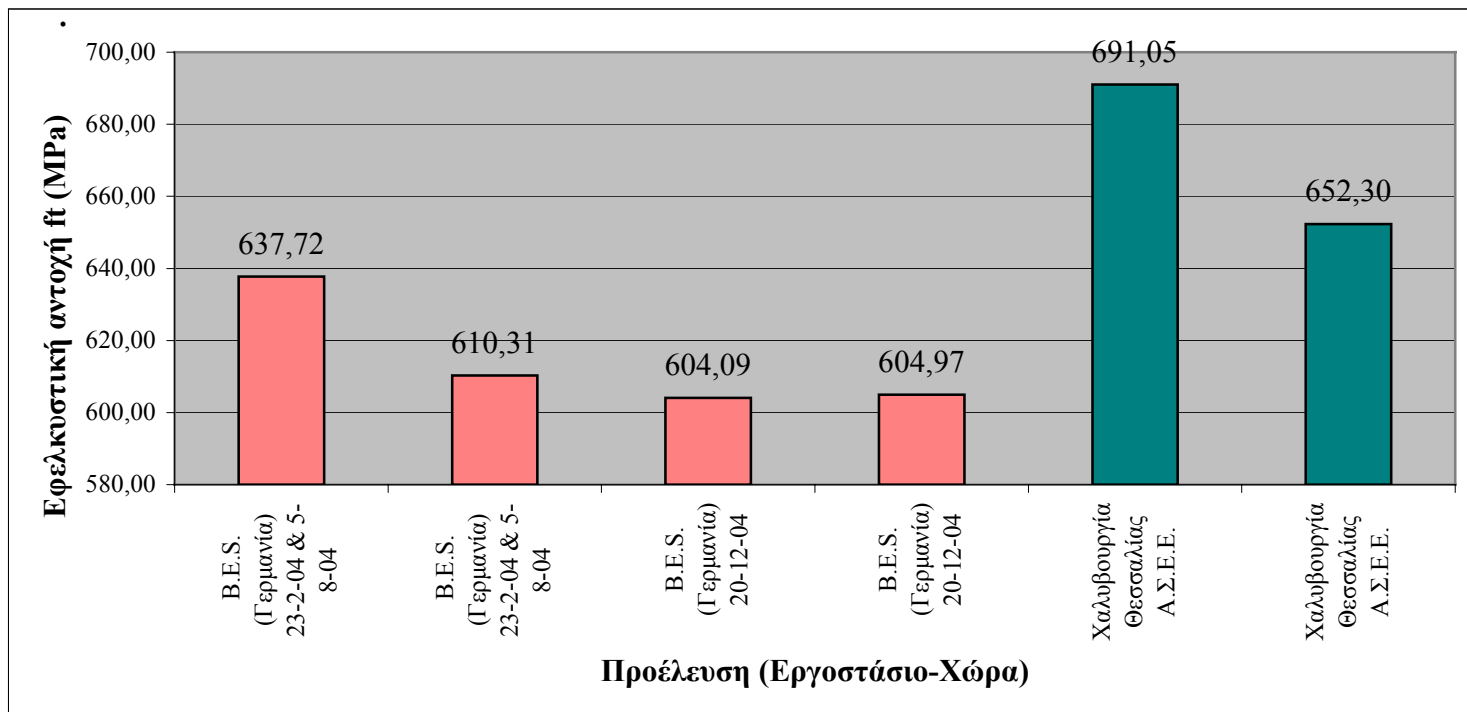
1. Συγκρίνοντας τις ράβδους από τα τρία ιταλικά εργοστάσια, φαίνεται ότι αυτές που προέρχονται από το Industrie Riunite Odolesi έχουν μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t από αυτές που προέρχονται από τα Leali S.p.A. και Riva Acciaio S.p.A.
2. Αξιοσημείωτο είναι ότι το όριο διαρροής f_y των ράβδων που προέρχονται από το Riva Acciaio S.p.A. είναι ιδιαίτερα χαμηλό συγκριτικά με όλα τα άλλα εργοστάσια αφού κυμαίνεται από 520-530. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο Εθνικό Πρότυπο της Ιταλίας που δεν έχει κατηγορία ποιότητας με όριο διαρροής 500 Mpa αλλά 440 Mpa (FeB44k), οπότε το όριο διαρροής είναι λογικό να μην είναι πολύ πάνω από τα 500 Mpa.
3. Το ίδιο όμως εργοστάσιο εμφανίζει πολύ μεγάλο λόγο f_t/f_y αλλά και επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt, που σημαίνει ότι ενώ οι ράβδοι αυτοί διαρρέουν και πιο γρήγορα συγκριτικά με τα άλλα εργοστάσια, έχουν μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης ενέργειας.
4. Οι ράβδοι που προέρχονται από το τουρκικό εργοστάσιο Kartan Demir Celik A.S. έχουν μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t , αλλά μικρότερο λόγο f_t/f_y από αυτές που προέρχονται από το επίσης τουρκικό εργοστάσιο Efesan Demir A.S.

Το συμπέρασμα αυτό βέβαια ισχύει γενικά για τα δύο τουρκικά εργοστάσια, όπως φαίνεται και από τις ελεγχθέντες ράβδους διαμέτρου Φ12 και Φ16.

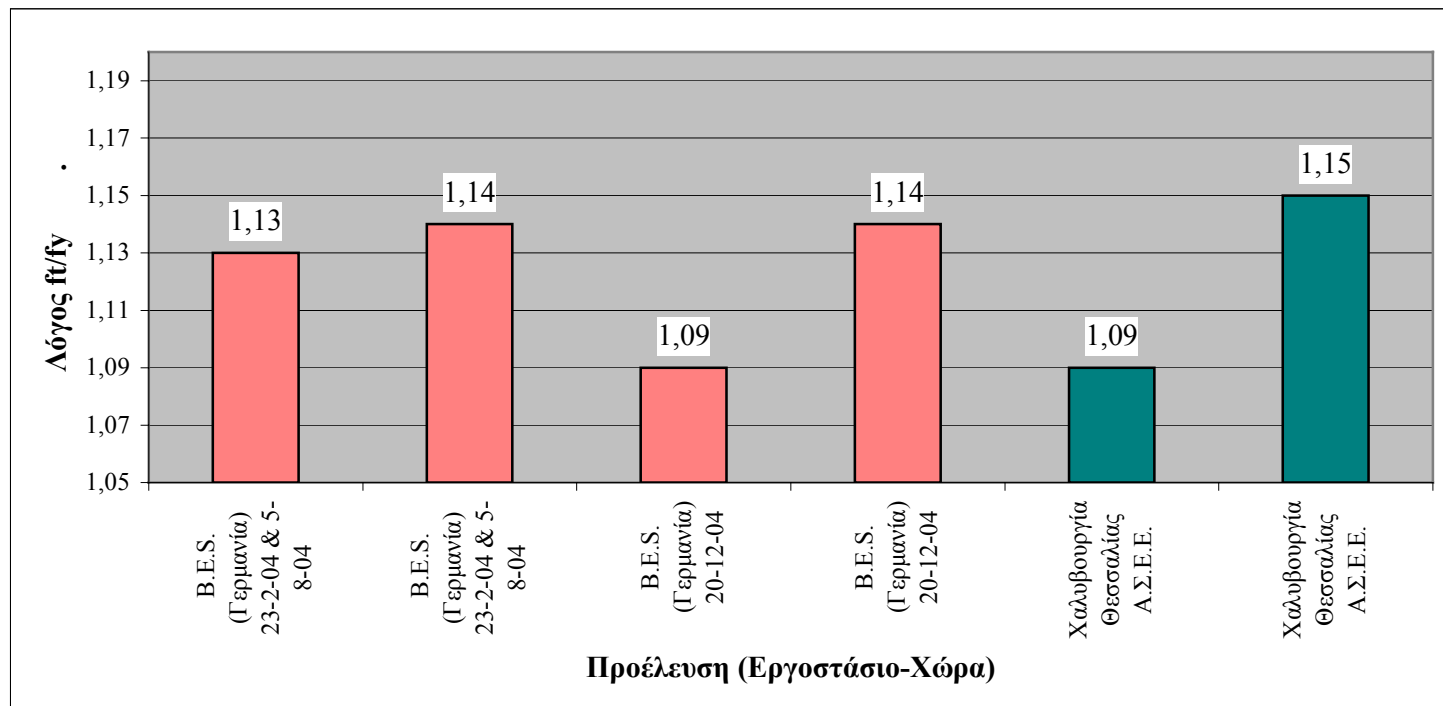
Διάγραμμα 6.31: Σύγκριση ορίου διαρροής f_y για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου $\Phi 10$



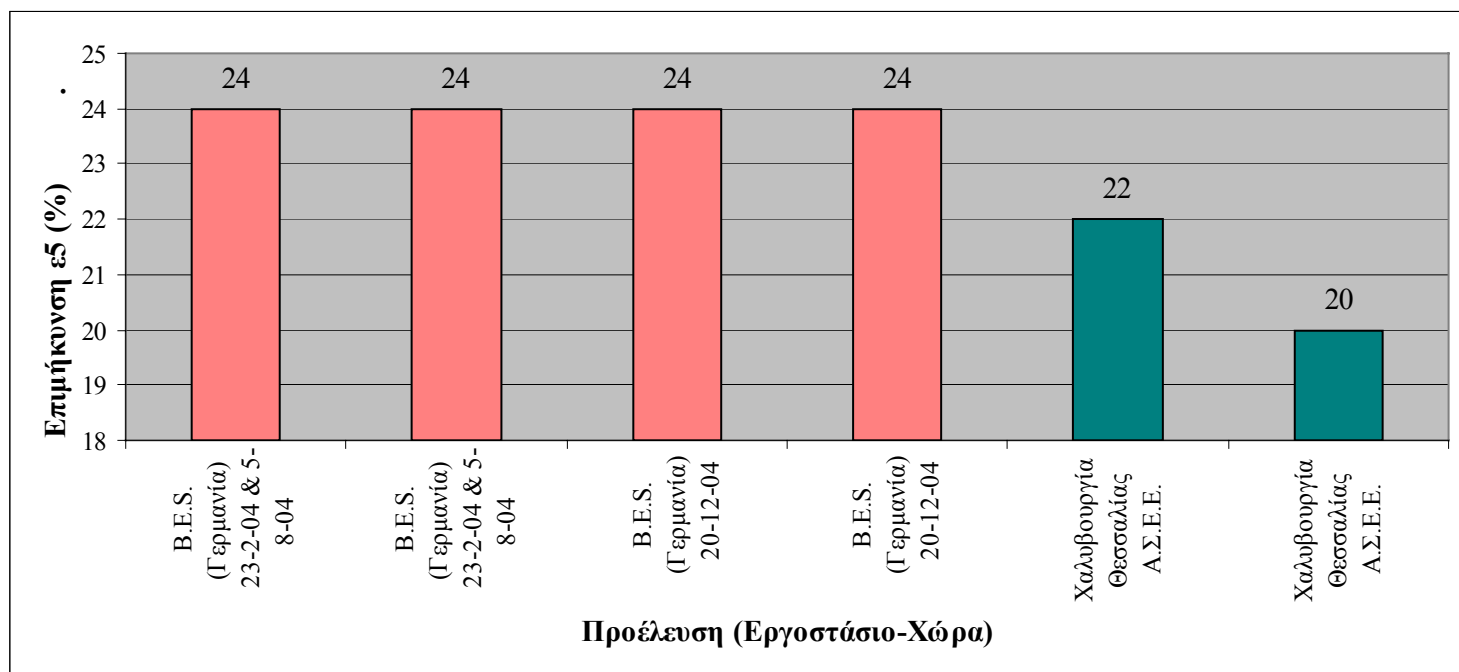
Διάγραμμα 6.32: Σύγκριση εφελκυστικής αντοχής f_t για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου $\Phi 10$



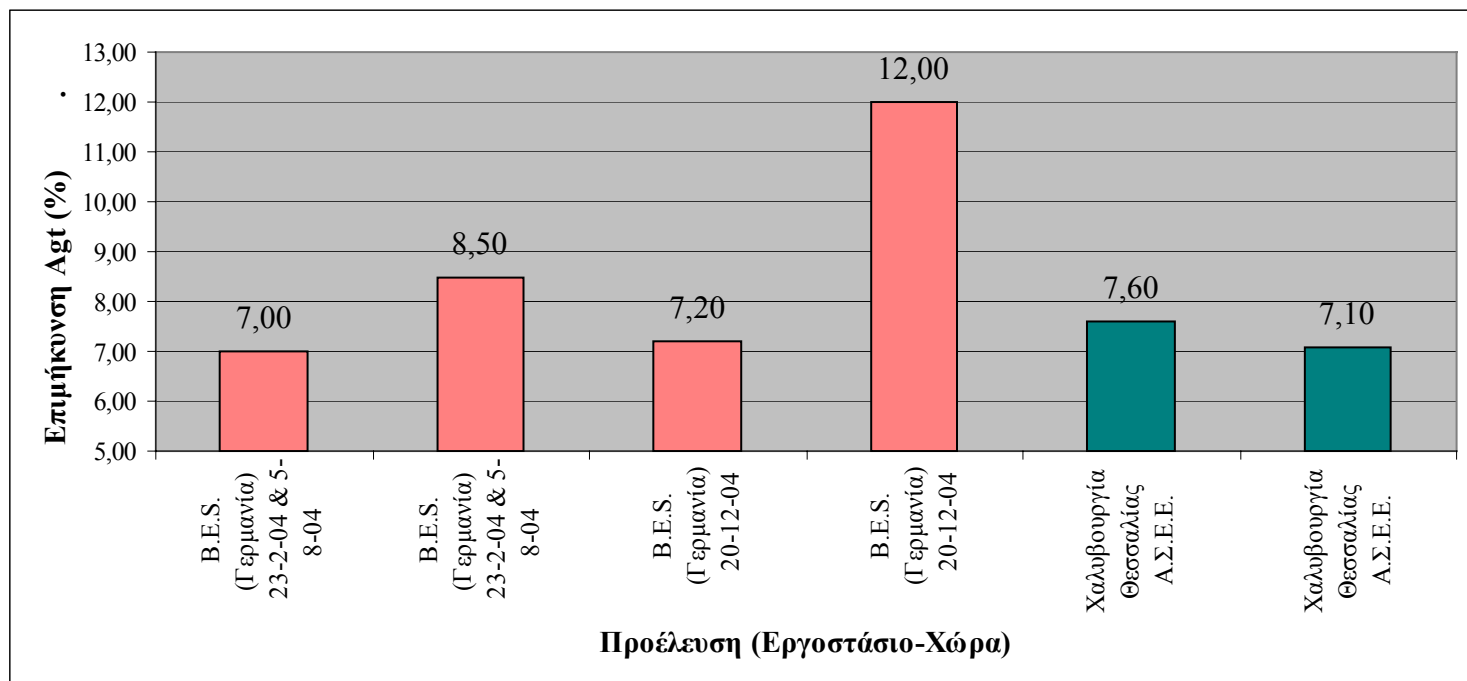
Διάγραμμα 6.33: Σύγκριση λόγου f_t/f_y για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου $\Phi 10$



Διάγραμμα 6.34: Σύγκριση επιμήκυνσης ϵ_5 (%) για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου $\Phi 10$



Διάγραμμα 6.35: Σύγκριση επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο Agt (%) για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου Φ10

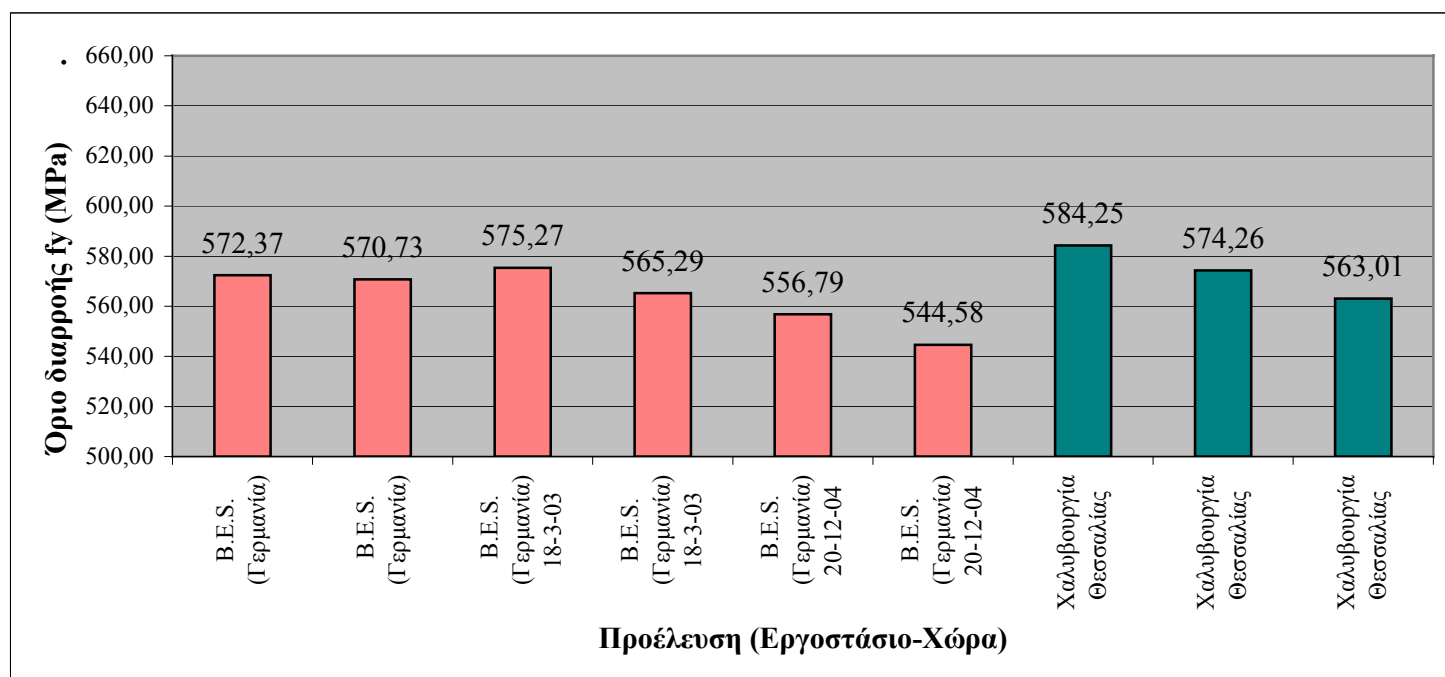


Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι για τους ελεγχθέντες σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου Φ10:

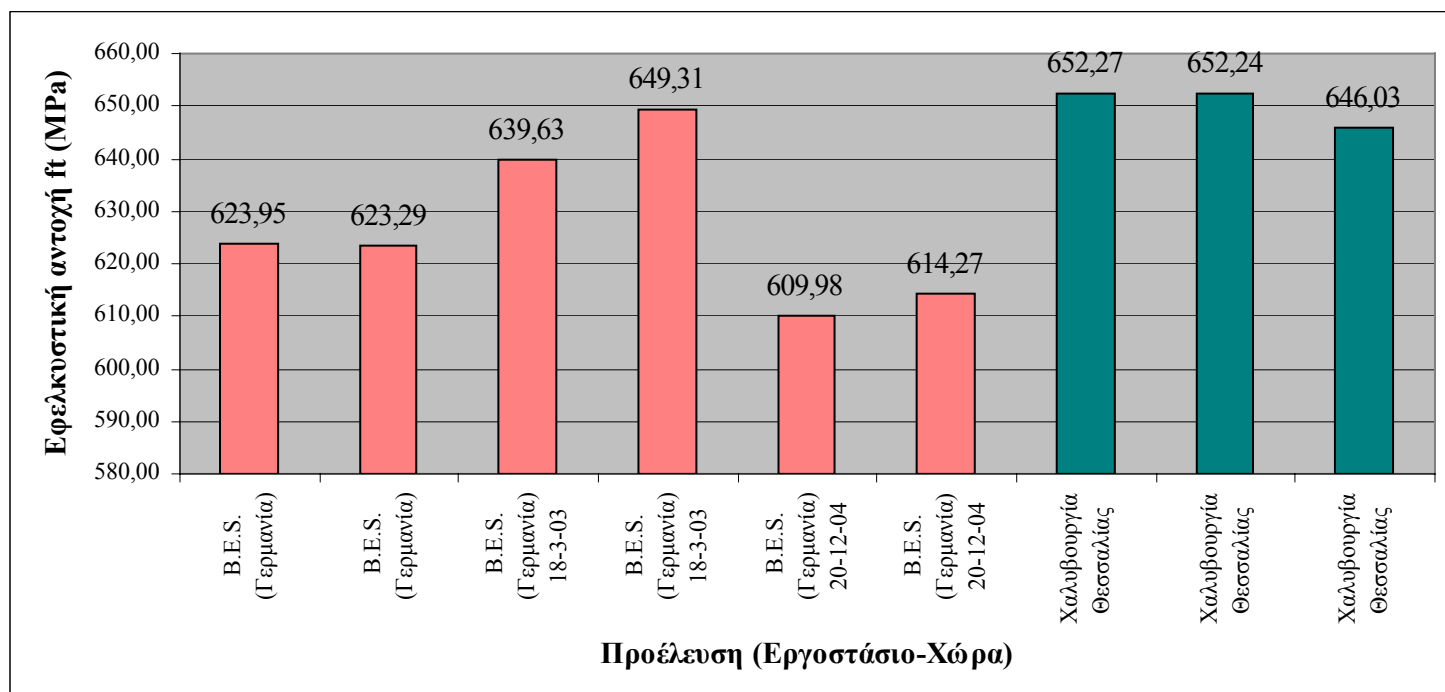
1. Οι σπειροειδείς συνδετήρες που προέρχονται από το ελληνικό εργοστάσιο Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε. έχουν αρκετά μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t , ίδιο περίπου λόγο f_t/f_y και επιμήκυνση Agt, και ελαφρώς μικρότερη επιμήκυνση ϵ_s από αυτούς που προέρχονται από το γερμανικό εργοστάσιο B.E.S.
2. Αξιοσημείωτες είναι οι ιδιότητες του τέταρτου δοκιμίου του γερμανικού εργοστασίου B.E.S., αφού ενώ εμφανίζει το μικρότερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t από όλα τα άλλα δοκίμια, εμφανίζει υψηλές τιμές του λόγου f_t/f_y και της επιμήκυνσης ϵ_s και εντυπωσιακά μεγάλη τιμή της επιμήκυνσης Agt (12%). Ενώ δηλαδή διαρρέει πιο γρήγορα συγκριτικά με τα άλλα δοκίμια, εμφανίζει μεγαλύτερη πλαστιμότητα. Η μεγάλη αυτή διαφορά της Agt σε σχέση κυρίως με το τρίτο δοκίμιο το οποίο προέρχεται και αυτό από την ίδια παρτίδα, μπορεί να οφείλεται σε δύο παράγοντες:
 - Στην προέλευση από διαφορετικά χυτήρια, που όμως σύμφωνα με τα Πιστοποιητικά Ελέγχου Παραγωγής του εργοστασίου, και σ' αυτή την περίπτωση η Agt δεν παρουσιάζει τόσο μεγάλη διακύμανση.
 - Στην διαδικασία ευθυγράμμισης στην οποία υπόκειται ο χάλυβας του ρόλου (κουλούρας) με την «ευθυγραμμιστική» μηχανή, προκειμένου να παραχθεί το τελικό προϊόν, δηλαδή ο σπειροειδής συνδετήρας. Αυτή η εξήγηση είναι η πιο πιθανή, αφού όπως θα αναλυθεί παρακάτω, η επεξεργασία αυτή στην οποία υπόκειται ο χάλυβας της κουλούρας μειώνει δραστικά την ολκιμότητα του, την ικανότητα του δηλαδή για μετελαστική

παραμόρφωση και απορρόφηση ενέργειας. Έτσι πιθανόν το συγκεκριμένο τέταρτο δοκίμιο να προέρχεται από ένα τμήμα του ρόλου το οποίο για κάποιο λόγο δεν «τραβήχτηκε» από την μονάδα επεξεργασίας όσο το υπόλοιπο ρόλο, οπότε διατήρησε την αρχική υψηλή τιμή του Agt που είχε η Α' ύλη από την οποία προήλθε το ρόλο. Πάντως το βέβαιο είναι ότι η διαδικασία της ευθυγράμμισης επηρεάζει σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα.

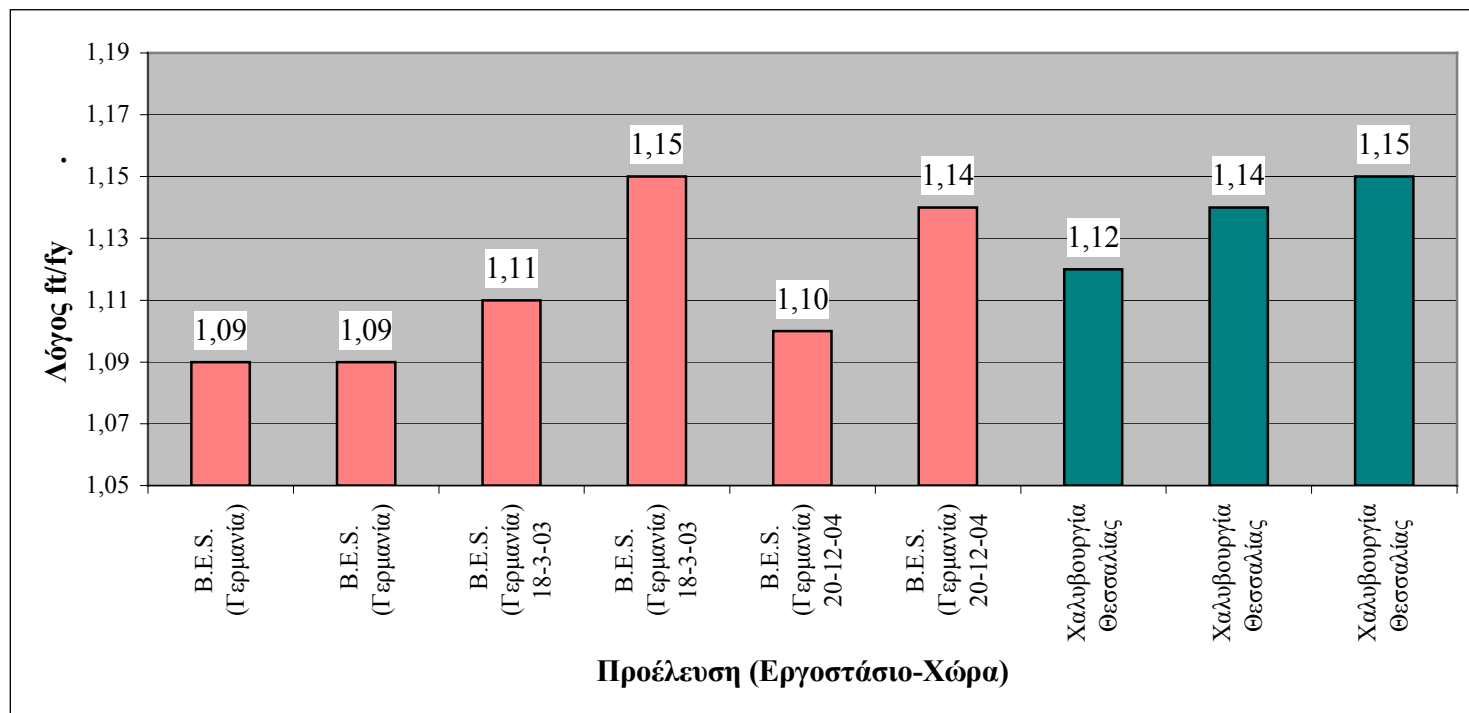
Διάγραμμα 6.36: Σύγκριση ορίου διαρροής fy για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου Φ12



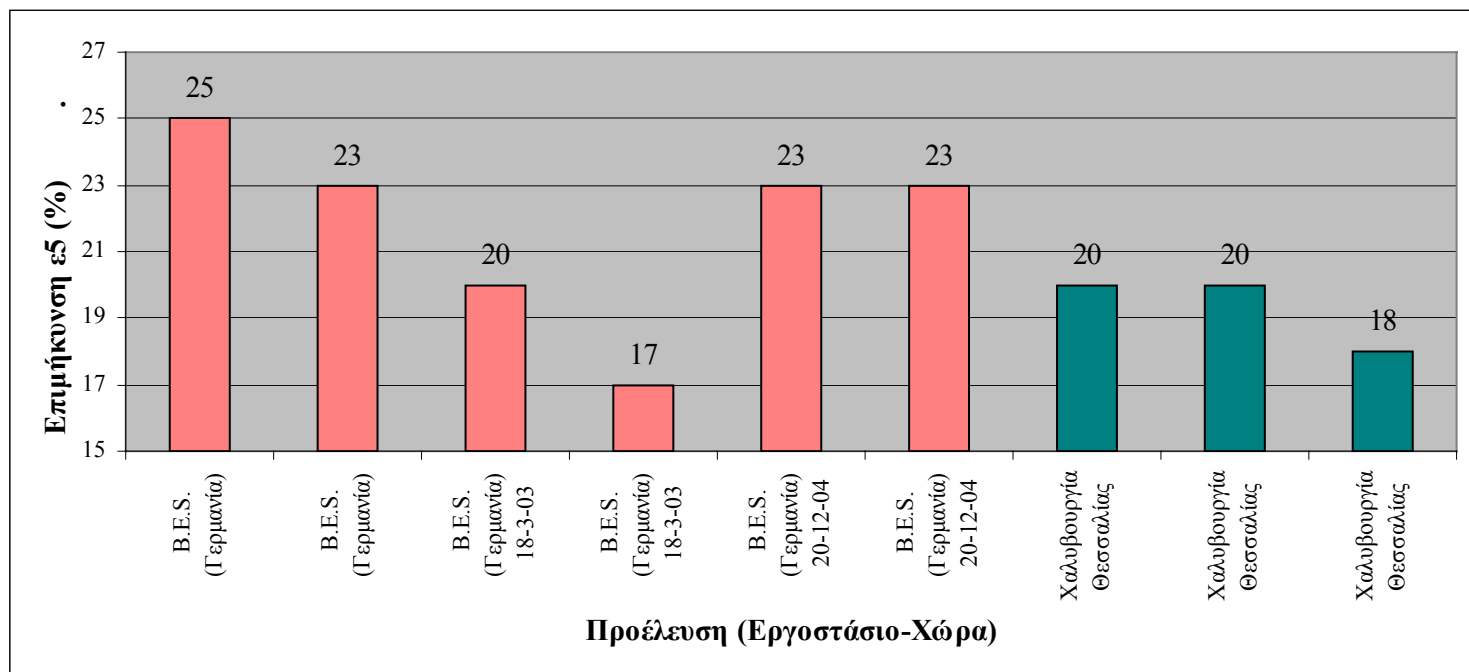
Διάγραμμα 6.37: Σύγκριση εφελκυστικής αντοχής ft για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου Φ12



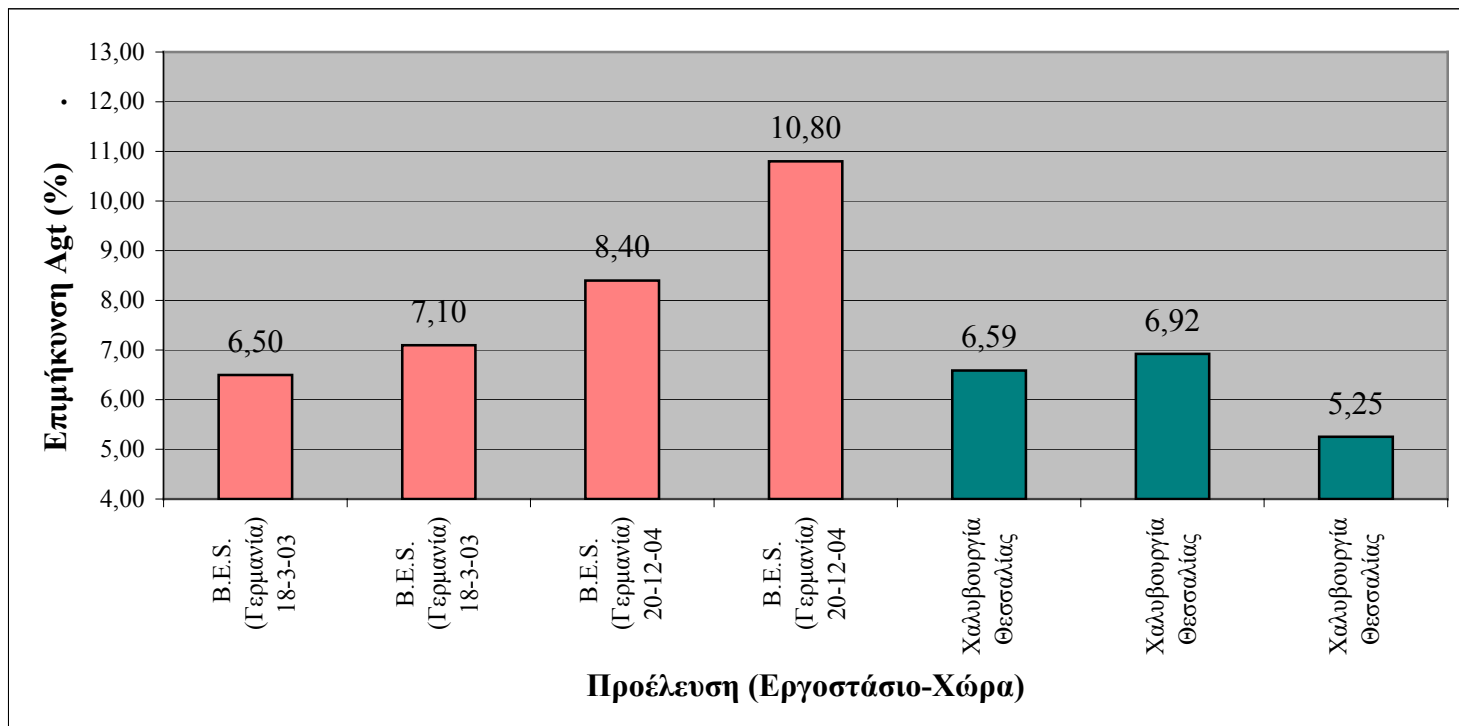
Διάγραμμα 6.38: Σύγκριση λόγου f_t/f_y για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου $\Phi 12$



Διάγραμμα 6.39: Σύγκριση επιμήκυνσης ϵ_5 (%) για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου $\Phi 12$



Διάγραμμα 6.40: Σύγκριση επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο Agt (%) για σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου Φ12



Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι για τους ελεγχθέντες σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου Φ12:

1. Οι σπειροειδείς συνδετήρες που προέρχονται από το ελληνικό εργοστάσιο Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε. έχουν ελαφρώς μεγαλύτερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t , ίδιο περίπου λόγο f_t/f_y , και μικρότερη επιμήκυνση ε_s και επιμήκυνση Agt από αυτούς που προέρχονται από το γερμανικό εργοστάσιο B.E.S.
2. Αξιοσημείωτες είναι οι ιδιότητες του πέμπτου και έκτου δοκιμίου (τελευταία παρτίδα) του γερμανικού εργοστασίου B.E.S., αφού ενώ εμφανίζουν το μικρότερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t από όλα τα άλλα δοκίμια, εμφανίζουν τις ψηλότερες τιμές στην επιμήκυνση Agt. Ενώ δηλαδή διαρρέουν πιο γρήγορα συγκριτικά με τα άλλα δοκίμια, εμφανίζουν μεγαλύτερη πλαστιμότητα.
3. Η μεγάλη διαφορά της Agt του έκτου δοκιμίου του γερμανικού εργοστασίου B.E.S., σε σχέση με το πέμπτο δοκίμιο που προέρχονται από την ίδια παρτίδα, καθώς και του τρίτου δοκιμίου του ελληνικού εργοστασίου Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε. σε σχέση με τα άλλα δύο δοκίμια του ίδιου εργοστασίου που προέρχονται από την ίδια παρτίδα, πιθανόν να οφείλεται στους ίδιους δύο παράγοντες που αναλύθηκαν παραπάνω για τους σπειροειδείς συνδετήρες Φ10 που προέρχονται από την ίδια παρτίδα του γερμανικού εργοστασίου B.E.S. Δηλαδή:

- Στην προέλευση από διαφορετικά χυτήρια, που όμως σύμφωνα με τα Πιστοποιητικά Ελέγχου Παραγωγής του εργοστασίου, και σ' αυτή την περίπτωση η Agt δεν παρουσιάζει τόσο μεγάλη διακύμανση.
 - Στην διαδικασία ευθυγράμμισης στην οποία υπόκειται ο χάλυβας του ρόλου (κουλούρας) με την «ευθυγραμμιστική» μηχανή, προκειμένου να παραχθεί το τελικό προϊόν, δηλαδή ο σπειροειδής συνδετήρας. Έτσι πιθανόν το συγκεκριμένο έκτο δοκίμιο να προέρχεται από ένα τμήμα του ρόλου το οποίο για κάποιο λόγο δεν «τραβήχτηκε» από την μονάδα επεξεργασίας όσο το υπόλοιπο ρόλο, οπότε διατήρησε την αρχική υψηλή τιμή του Agt που είχε η Α' ύλη από την οποία προήλθε το ρόλο.
4. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι τα δοκίμια που προέρχονται από την τελευταία παρτίδα του γερμανικού εργοστασίου B.E.S. (20-12-04) έχουν μικρότερο όριο διαρροής f_y και εφελκυστική αντοχή f_t , αλλά αρκετά μεγαλύτερη επιμήκυνση Agt από τα δοκίμια που προέρχονται από τις προγενέστερες παρτίδες.

Το ίδιο συμβαίνει και για τους σπειροειδείς συνδετήρες διαμέτρου Φ10 και δείχνει ότι ίσως το συγκεκριμένο εργοστάσιο με την πάροδο του χρόνου έδωσε περισσότερη βαρύτητα στην μεταλαστική συμπεριφορά του χάλυβα και παράγαγε χάλυβα με σαφώς μεγαλύτερες τιμές του Agt.

Ίσως όμως και να οφείλεται μονάχα στη βελτίωση της διαδικασίας της ευθυγράμμισης από μέρους της μονάδας επεξεργασίας, στην οποία υπόκειται ο χάλυβας της κουλούρας με την «ευθυγραμμιστική» μηχανή, προκειμένου να παραχθεί ο σπειροειδής συνδετήρας.

6.7 Έλεγχος της διαμόρφωσης του παραδιδόμενου οπλισμού

Μετά τον έλεγχο των συνοδευτικών εγγράφων και τον πιθανό δειγματοληπτικό έλεγχο, γινόταν έλεγχος της διαμόρφωσης του παραδιδόμενου οπλισμού προκειμένου να διαπιστωθεί αν αυτή συμφωνούσε με τον πίνακα οπλισμού που είχε δοθεί για παραγγελία στην «μάντρα», ώστε αυτός τελικά να ενσωματωθεί στο έργο.

Τα κύρια σημεία που ελέγχονταν είναι:

6.7.1 Διάμετρος D καμπύλωσης των ράβδων

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.4 η διάμετρος D καμπύλωσης των ράβδων πρέπει να είναι τουλάχιστον 4Φ για τους συνδετήρες και 20Φ για τις διαμήκεις ράβδους των δοκών που αγκυρώνονται σε γωνιακά υποστυλώματα. (Εικόνες 6.21 και 6.22). Στους σπειροειδείς συνδετήρες η διάμετρος καμπύλωσης των αγκίστρων ήταν πάντα 4Φ, δεν συνέβαινε όμως το ίδιο και με τις ράβδους των δοκών.

Παρόλο που έγιναν εξ' αρχής συστάσεις προς την «μάντρα» και τον ανάδοχο του έργου, για σωστή καμπύλωση των διαμήκων ράβδων σύμφωνα με τον πίνακα οπλισμού, η αρχικώς παραδιδόμενη ποσότητα στο εργοτάξιο είχε διάμετρο καμπύλωσης 9Φ αντί για 20Φ. (Εικόνες 6.23 και 6.24).



Εικόνα 6.21: Κάτω ράβδοι δοκού που αγκυρώνονται σε γωνιακό υποστύλωμα



Εικόνα 6.22: Άνω ράβδοι δοκού που αγκυρώνονται σε γωνιακό υποστύλωμα



Εικόνα 6.23: Έλεγχος διαμέτρου καμπύλωσης ράβδου (διάμετρος καμπύλωσης 9Φ)



Εικόνα 6.24: Έλεγχος διαμέτρου καμπύλωσης ράβδου (διάμετρος καμπύλωσης 20Φ)

Όπως ήταν φυσικό και παρά τις έντονες αντιδράσεις της «μάντρας» η συγκεκριμένη παρτίδα δεν παρελήφθη από τον επιβλέποντα μηχανικό και επεστράφη. Όπως εξήγησε ο υπεύθυνος διαμόρφωσης του οπλισμού όταν το τύμπανο είναι 20Φ πρέπει να τοποθετείται μία μόνο ράβδος κάθε φορά πάνω στον κουρμπαδόρο, ενώ με τύμπανο 9Φ τοποθετούνται περισσότερες ράβδοι ταυτόχρονα. Ήταν δηλαδή όπως παραδέχτηκε θέμα ευκολίας και εξοικονόμησης χρόνου και όχι έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού.

Στην συνέχεια βέβαια και μετά από αυτό το συμβάν γινόταν σωστή διαμόρφωση των ράβδων, οι οποίες παραλαμβάνονταν κανονικά και δεν ξαναυπήρξε παρόμοιο πρόβλημα με μεταγενέστερες παρτίδες.

Δυστυχώς όμως ο κανόνας είναι οι «μάντρες» να καμπυλώνουν τις διαμήκεις ράβδους των δοκών σε τύμπανο διαμέτρου μικρότερης από 4Φ, όπως αποδεικνύεται και από πρόσφατη έρευνα σε εργοτάξια του Ελληνικού χώρου η οποία διενεργήθηκε από το ΕΜΠ (Τρέζος και άλλοι 1999). Η έρευνα αυτή έδειξε ότι στο 100% των περιπτώσεων που εξετάστηκαν στην πράξη, οι διαμήκεις ράβδοι κάμπτονται σε τύμπανο διαμέτρου μικρότερης από 4Φ.

Η μειωμένη όμως διάμετρος έχει ως συνέπεια να μειώνεται η ολκιμότητα του χάλυβα δηλαδή η μετελαστική παραμορφωσιμότητα του, όπως αναλυτικά περιγράφεται στην παράγραφο 5.3.

Η έκταση και η σοβαρότητα του προβλήματος αυτού θα πρέπει να κάνουν τους επιβλέποντες μηχανικούς περισσότερο απαιτητικούς στην τήρηση των διατάξεων του κανονισμού.

6.7.2 Μήκος αγκυρίου συνδετήρα

Σύμφωνα με το Σχήμα 17.3 του Ε.Κ.Ω.Σ. το μήκος του καμπτόμενου άκρου του συνδετήρα πρέπει να είναι ίσο με 10Φ για να γίνεται σωστή αγκύρωση αυτού.

Κατά την παραλαβή λοιπόν των σπειροειδών συνδετήρων γινόταν έλεγχος των δύο γάντζων που έχει κάθε «θώρακας» (ένα στην αρχή και ένα στο τέλος της σπείρας), για να διαπιστωθεί αν τηρείται το μήκος 10Φ. Διαπιστώθηκε ότι στην πλειοψηφία τους οι γάντζοι είχαν το σωστό μήκος, αλλά υπήρχαν και μεμονωμένες περιπτώσεις όπου το μήκος ήταν 7Φ και 8Φ. Αυτό παρατηρήθηκε κυρίως στους «θώρακες» με διάμετρο 12 mm, όπου το μήκος του γάντζου πρέπει να είναι 12 cm. Κατόπιν όμως συστάσεων προς την εταιρεία διαμόρφωσης, δεν ξαναυπήρξε το ίδιο πρόβλημα.



Εικόνα 6.25: Μήκος γάντζου 10Φ σε «θώρακα» διαμέτρου Φ12

Σύμφωνα με την προαναφερθείσα όμως έρευνα κατασκευαστικών σφαλμάτων του ΕΜΠ, σε ποσοστό 50% των κατασκευών παρουσιάζεται το φαινόμενο τα αγκύρια να έχουν μήκος μικρότερο από 10Φ. Τούτο σημαίνει ότι ο

συνδετήρας δεν αγκυρώνεται σωστά και ανοίγει πολύ πιο εύκολα υπό σεισμικές συνθήκες με αποτέλεσμα τον λυγισμό των διαμηκών ράβδων.

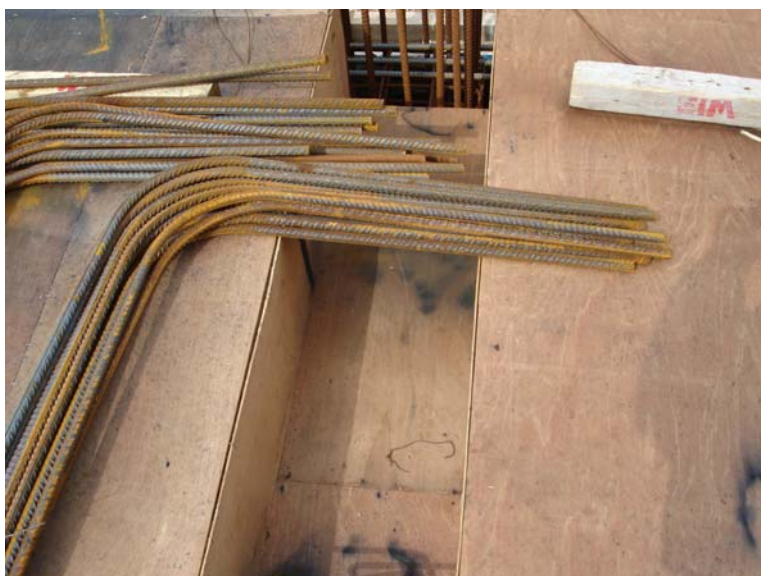
Ένα σημαντικό επίσης πρόβλημα που παρουσιάστηκε κατά την τοποθέτηση των «θωράκων» στα υποστυλώματα ήταν οι κομμένοι «θώρακες».



Εικόνα 6.26: Κομμένος «θώρακας» τοποθετημένος σε υποστύλωμα

6.7.3 Μήκος αγκύρωσης διαμηκών ράβδων δοκού

Σύμφωνα με την παράγραφο 17.6.3 του Ε.Κ.Ω.Σ., στην περίπτωση καμπύλων αγκυρώσεων με διάμετρο τυμπάνου D , επιτρέπεται στο απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης της ράβδου $l_{b,net}$ να συνυπολογίζεται το καμπύλο και το πέραν αυτού τμήμα της ράβδου. Στις διαμήκειες ράβδους δοκού που αγκυρώνονται σε γωνιακό υποστύλωμα για συνήθη διάμετρο $\Phi 16$ και $\Phi 20$ το μήκος αγκύρωσης $l_{b,net}$ είναι ίσο με $1\mu.$ και $1,2\mu.$ αντίστοιχα.



Εικόνα 6.27: Διαμήκειες ράβδοι δοκού $\Phi 16$ με διάμετρο καμπύλωσης 20Φ και μήκος αγκύρωσης $l_{b,net}$ ίσο με $1\mu.$



Εικόνα 6.28: Έλεγχος μήκους αγκύρωσης ράβδου δοκού Φ16 (μήκος γάντζου 1μ.)



Εικόνα 6.29: Τοποθετημένοι άνω ράβδοι δοκού που αγκυρώνονται σε γωνιακό υποστύλωμα. Φαίνεται καθαρά το μήκος του γάντζου το οποίο καταλήγει χαμηλότερα από την κάτω επιφάνεια της δοκού.

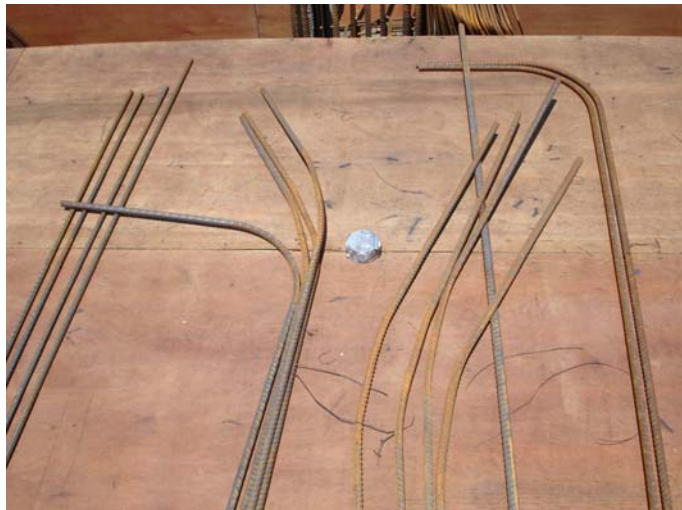
6.8 Έλεγχος κατά την ενσωμάτωση του οπλισμού στο έργο

Κατά την ενσωμάτωση του παραδιδόμενου οπλισμού στο έργο γινόταν έλεγχος στις παρακάτω εργασίες προκειμένου αυτές να είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και του Ε.Κ.Ω.Σ.:

6.8.1 Επανάκαμψη των ράβδων του οπλισμού

Όταν οι διαμήκεις ράβδοι των δοκών είχαν «γάντζους» και στις δύο άκρες τους, αγκυρώνονταν δηλαδή εκατέρωθεν σε γωνιακά υποστυλώματα, υπήρχε ιδιαίτερη δυσκολία στην τοποθέτησή τους, αφού ο «γάντζος» δεν χωρούσε να

περάσει μέσα από τον σπειροειδή συνδετήρα καθώς το μήκος του σε αρκετές περιπτώσεις ήταν μεγαλύτερο από το ύψος του συνδετήρα της δοκού. Έτσι προκειμένου να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό, οι ράβδοι αναγκαστικά ανακάμπτονταν πριν την τοποθέτησή τους (Εικόνα 6.30).



Εικόνα 6.30: Διαμήκεις ράβδοι δοκού Φ16 που έχουν ανακαμφθεί με σωλήνα

Στη συνέχεια και αφού η ανακαμπτόμενη ράβδος περνούσε μέσα από τον συνδετήρα και βρισκόταν στον κόμβο με το γωνιακό υποστύλωμα, επανακαμπτόταν και πάλι ώστε να διαμορφωθεί ξανά ο «γάντζος» και να αγκυρωθεί η ράβδος κανονικά μέσα στο υποστύλωμα. Σύμφωνα βέβαια με την παράγραφο 7.4 του Κ.Τ.Χ., απαγορεύεται η επανευθυγράμμιση καμθείσας ράβδου, αφού όμως κατασκευαστικά αυτή δεν μπορούσε να αποφευχθεί, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που περιγράφεται στην Εικόνα 6.31 από το σχέδιο του Ευρωπαϊκού Προτύπου prEN 10080. Σημειώνεται ότι η αρχική κάμψη της ράβδου είχε γίνει με τύμπανο διαμέτρου 20Φ, όπως ορίζει ο Ε.Κ.Ω.Σ.

Έναρξη ανάκαμψης	Τέλος ανάκαμψης	Βαθμολογία
<p>α</p> <p>Κατεύθυνση της επανευθυγράμμισης</p> <p>Ταπωμένη σωλήνα</p> <p>Διεύθυνση ανάκαμψης</p>		Σωστό
<p>β</p> <p>Κλειδί για τη σταθεροποίηση</p> <p>≥ 3cm</p>		Σωστό
<p>γ</p> <p>Χωρίς σταθεροποίηση</p>		Λάθος
<p>δ</p> <p>Πολύ μεγάλος μοχλοβραχίονας</p>		Λάθος

Εικόνα 6.31: Ανάκαμψη εν ψυχρώ με μία σωλήνα (prEN 10080)

Είναι προφανές ότι επιτρέπεται μόνο μια φορά ανάκαμψη ή επανάκαμψη του οπλισμού χωρίς τύμπανο-οδηγό καμπύλωσης και απαγορεύονται οι επανειλημμένες ανακάμψεις και επανακάμψεις.

Προκειμένου λοιπόν να ελεγχθεί η πρόσθετη καταπόνηση που συνεπάγεται η ανάκαμψη αυτή για τις ράβδους, στάλθηκαν στο Κ.Ε.Δ.Ε. 3 επανευθυγραμμισμένα (ανακαμπτόμενα) δείγματα διαμέτρου Φ16 του τουρκικού εργοστασίου Efesan Demir A.S. - E.F.E.

Από κάθε δείγμα το οποίο είχε συνολικό μήκος περίπου 2,5 μ., κόπηκε στο Εργαστήριο ένα δοκίμιο από την άκρη που ήταν πλήρως ευθύγραμμη και άλλο ένα από την επανευθυγραμμισμένη άκρη του, ώστε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων και να εξαχθούν πιο ασφαλή συμπεράσματα για την καταπόνηση της ράβδου.

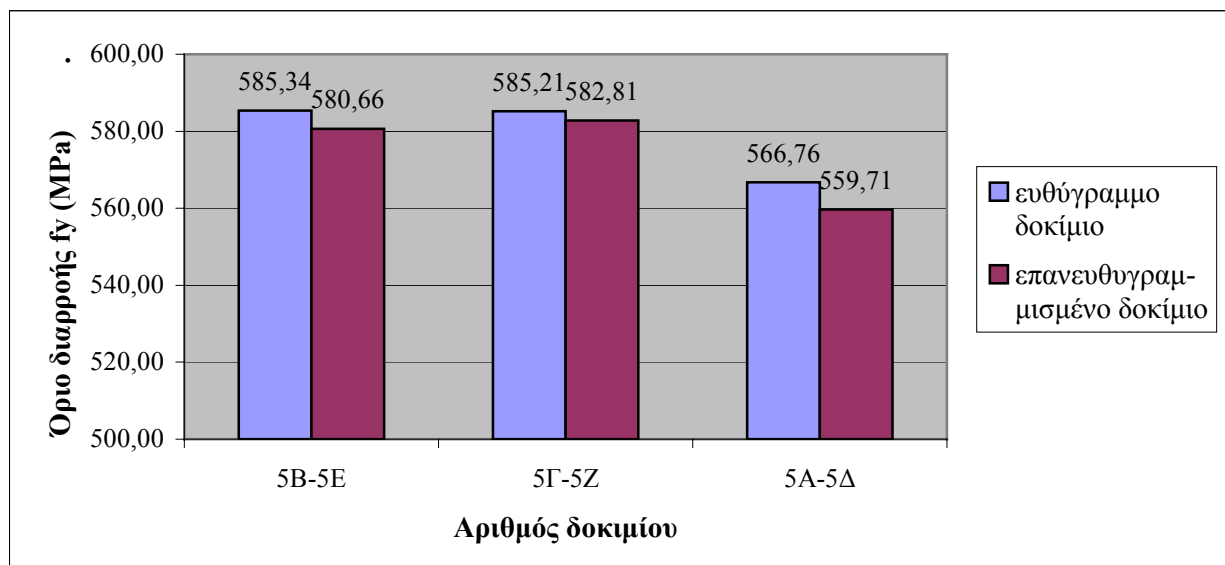
Έτσι τα δοκίμια 5Α, 5Β και 5Γ προέρχονταν από την πλήρως ευθύγραμμη άκρη των 3 δειγμάτων, ενώ τα 5Δ, 5Ε και 5Ζ από την επανευθυγραμμισμένη άκρη αυτών αντίστοιχα. Δηλαδή το 5Α και το 5Δ προέρχονταν από το ίδιο δείγμα και το ίδιο ίσχυε για τα 5Β-5Ε και 5Γ-5Ζ.

Στον Πίνακα 6.8, (ο οποίος περιέχει στοιχεία του Πίνακα 6.7), καθώς και στα διαγράμματα που ακολουθούν, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων, δηλαδή των μηχανικών ιδιοτήτων μεταξύ των ευθύγραμμων και επανευθυγραμμισμένων δοκιμίων.

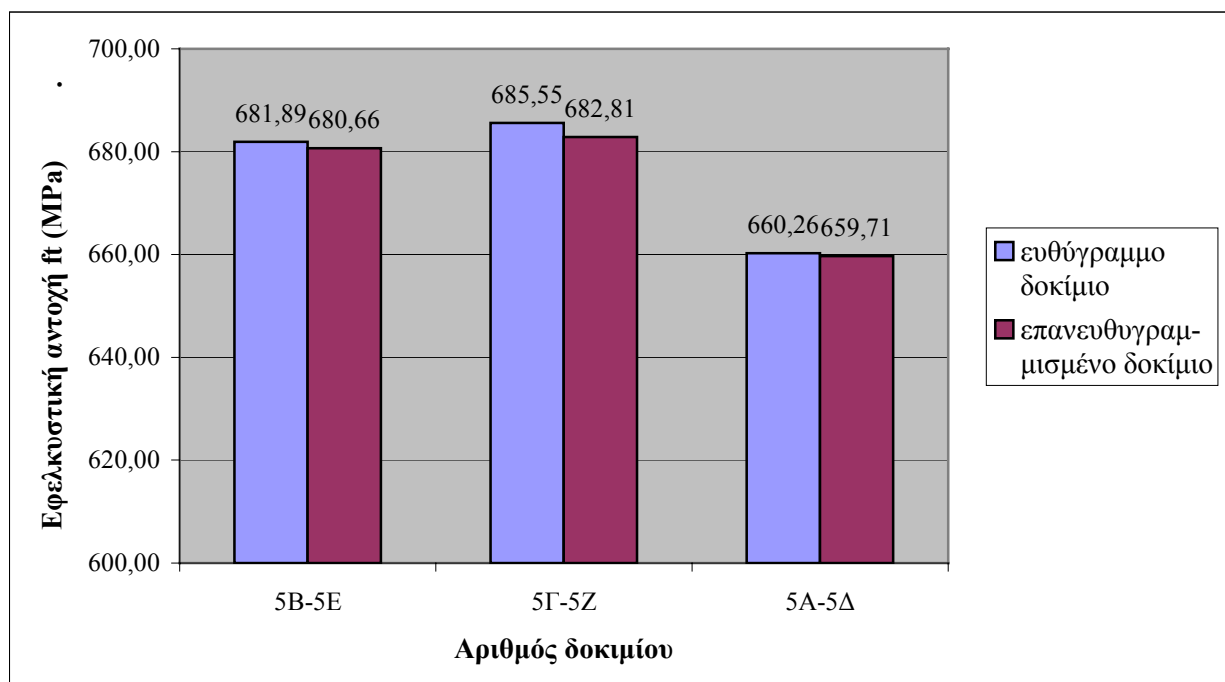
Πίνακας 6.8: Σύγκριση των μηχανικών ιδιοτήτων μεταξύ των ευθύγραμμων και επανευθυγραμμισμένων δοκιμίων

Στοιχεία δοκιμίου	Ονομαστ. διάμετρος Φ (mm)	Κατηγορία ποιότητας	Πραγματική διατομή (mm ²)	Όριο διαρροής fy (Mpa)	Εφελκυστική αντοχή ft (Mpa)	Λόγος ft/fy	Επιμήκυνση μετά την θραύση ε5 (%)	Συν. επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt (%)
5Α	Φ16	S500s	203,25	566,76	660,26	1,16	22	9,66
5Δ	Φ16	S500s	202,91	559,71	659,71	1,18	21	8,43
5Β	Φ16	S500s	202,91	585,34	681,89	1,16	21	7,94
5Ε	Φ16	S500s	202,91	580,66	680,66	1,17	21	7,81
5Γ	Φ16	S500s	202,17	585,21	685,55	1,17	21	10,62
5Ζ	Φ16	S500s	202,91	582,81	682,81	1,17	19	10,52

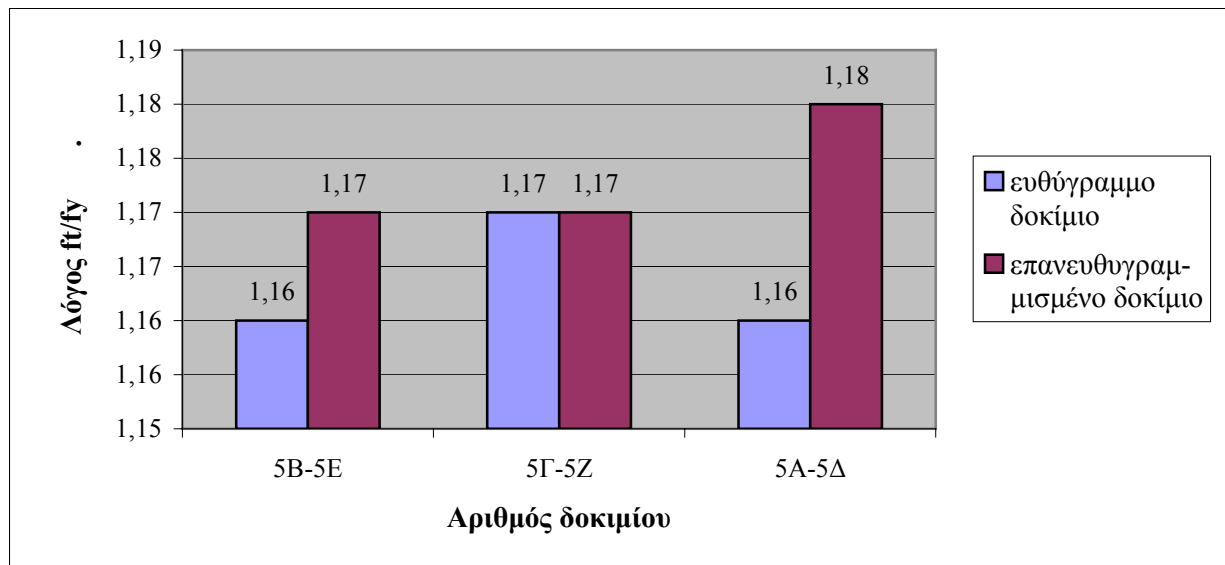
Διάγραμμα 6.41 Σύγκριση ορίου διαρροής f_y μεταξύ των ευθύγραμμων και επανευθυγραμμισμένων δοκιμίων



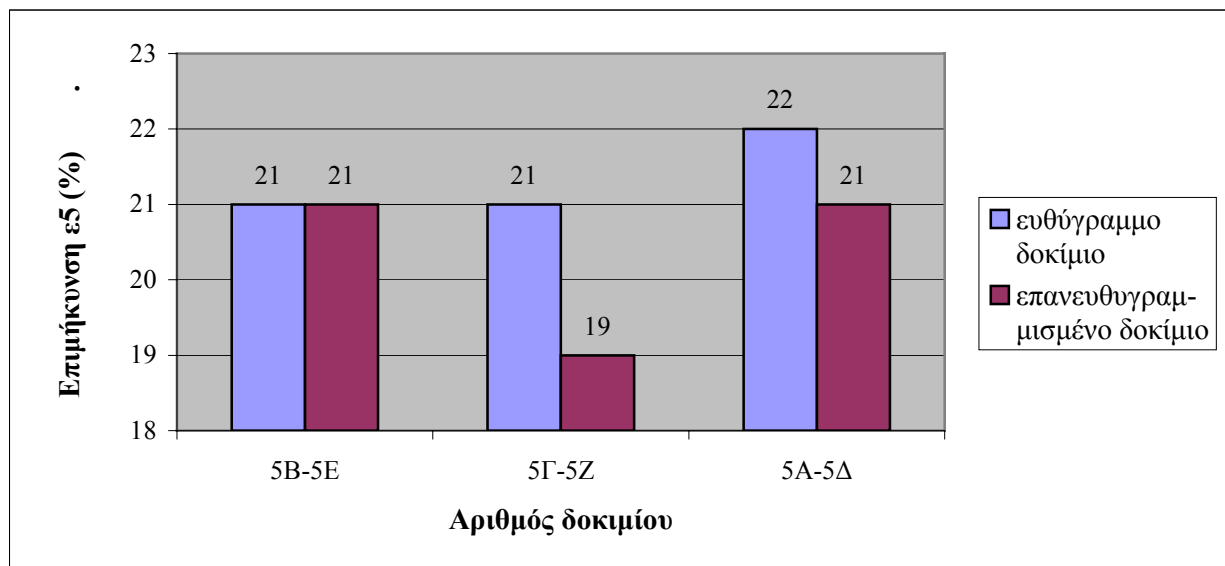
Διάγραμμα 6.42: Σύγκριση εφελκυστικής αντοχής f_t μεταξύ των ευθύγραμμων και επανευθυγραμμισμένων δοκιμίων



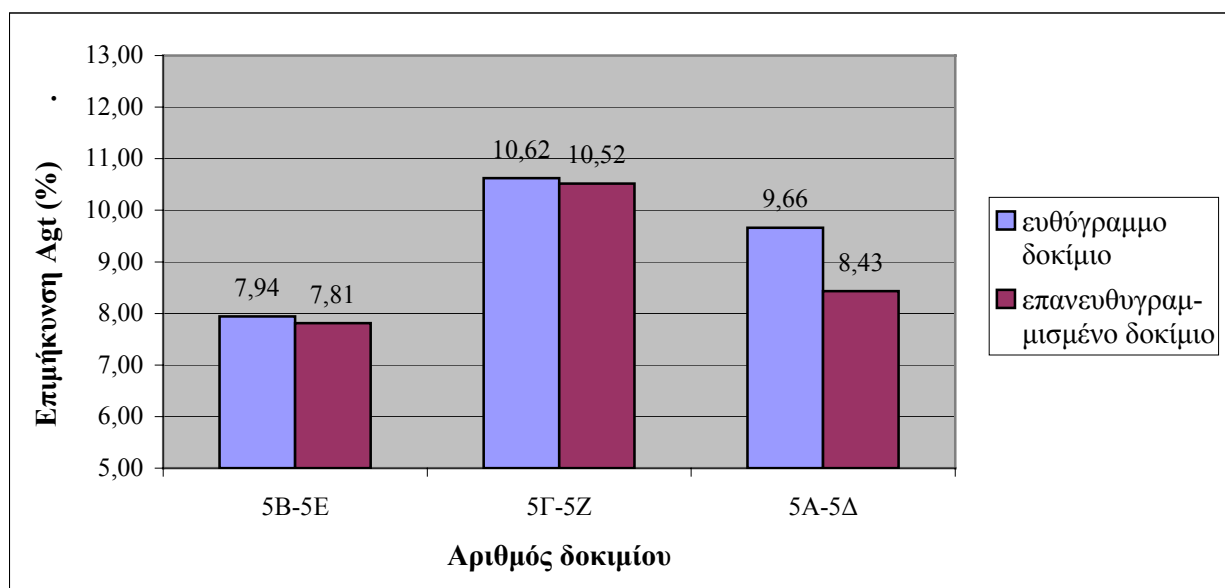
Διάγραμμα 6.43: Σύγκριση λόγου f_t/f_y μεταξύ των ευθύγραμμων και επανευθυγραμμισμένων δοκιμίων



Διάγραμμα 6.44: Σύγκριση επιμήκυνσης ϵ_5 (%) μεταξύ των ευθύγραμμων και επανευθυγραμμισμένων δοκιμίων



Διάγραμμα 6.45: Σύγκριση συνολικής επιμήκυνσης στο μέγιστο φορτίο $A_{gt}(\%)$ μεταξύ των ευθύγραμμων και επανευθυγραμμισμένων δοκιμίων



Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι το όριο διαρροής f_y , η εφελκυστική αντοχή f_t , η επιμήκυνση μετά την θραύση ϵ_5 (%) και η συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο A_{gt} (%), ήταν μειωμένα στα δοκίμια που προέρχονταν από την επανευθυγραμμισμένη άκρη και είχαν «υποστεί» την ανάκαμψη, σε σχέση με αυτά που προέρχονταν από την πλήρως ευθύγραμμη άκρη και δεν είχαν «υποστεί» την ανάκαμψη.

Αυτό ήταν αναμενόμενο και φυσιολογικό, καθώς με την ανάκαμψη μειώθηκε η ολκιμότητα της κάθε ράβδου και η παραμένουσα ικανότητα της για πλαστική παραμόρφωση. Η μείωση αυτή κυμάνθηκε όμως σε αποδεκτά όρια, κυρίως για δύο λόγους:

- 1) Η αρχική κάμψη της ράβδου, όπως προαναφέρθηκε, είχε γίνει με τύμπανο διαμέτρου 20Φ, όπως ορίζει ο ΕΚΩΣ.
- 2) Για την ανάκαμψη της ράβδου στο εργοτάξιο ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που περιγράφεται στην Εικόνα 6.31, δηλαδή χρησιμοποιήθηκε σωλήνας για την ανάκαμψη ταυτόχρονα με κλειδί για τη σταθεροποίηση της ράβδου.

Έτσι, και καθώς τα αποτελέσματα των εργαστηριακών ελέγχων ήταν ικανοποιητικά, έγινε αποδεκτή από τον επιβλέποντα μηχανικό η ανάκαμψη των ράβδων με τις παραπάνω προϋποθέσεις και βεβαίως όπου ήταν κατασκευαστικά απολύτως απαραίτητο και δεν υπήρχε εναλλακτική λύση.

6.8.2 Πύκνωση συνδετήρων στην κρίσιμη περιοχή υποστρώματος

Σύμφωνα με την παρ. 18.4.4.1 του Ε.Κ.Ω.Σ., όταν ενώσεις με υπερκάλυψη των διαμήκων ράβδων γίνονται μέσα στις κρίσιμες περιοχές υποστρώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, η μέγιστη απόσταση των συνδετήρων περιορίζεται σε 4 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων. Στην

πράξη αυτό σημαίνει ότι για μια συνήθη διάμετρο $\Phi 14$ και $\Phi 20$ των διαμήκων ράβδων, στην κάτω κρίσιμη περιοχή του υποστυλώματος όπου γίνεται η υπερκάλυψη των ράβδων η απόσταση των συνδετήρων πρέπει να είναι 5,6 εκ. και 8 εκ. αντίστοιχα.

Στην πράξη βέβαια αυτό δεν εφαρμόζεται καθώς οι τεχνίτες δυσκολεύονται να δέσουν τις διαμήκεις ράβδους με τους συνδετήρες αν αυτοί είναι τόσο πυκνοί. Μόνο υπό την αυστηρή επίβλεψη του μηχανικού είναι δυνατόν να γίνει σωστή πύκνωση των συνδετήρων.



Εικόνα 6.32: Πύκνωση συνδετήρων στην κρίσιμη περιοχή υποστυλώματος

6.8.3 Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού υποστυλώματος σε ακραίο κόμβο

Σύμφωνα με την παρ. 18.4.6 του Ε.Κ.Ω.Σ., σε ακραίους κόμβους υποστυλωμάτων, όπου δεν υπάρχουν αναμονές όπως στην περίπτωση της στέγης, η αγκύρωση των διαμήκων ράβδων μέσα στον κόμβο πρέπει να ακολουθεί τα εξής:

Η προς αγκύρωση ράβδος πρέπει να εκτείνεται όσο γίνεται πιο κοντά στην απέναντι πλευρά του κόμβου, όπου θα κάμπτεται κατά 90° προς το εσωτερικό του κόμβου. (δηλ. οι ράβδοι της δεξιάς πλευράς του υποστυλώματος προς τα αριστερά και αυτές της αριστερής προς τα δεξιά). Αυτό βέβαια είναι κατασκευαστικά πολύ δύσκολο να εφαρμοσθεί, αφού αν όλες οι διαμήκεις ράβδοι του υποστυλώματος καμφθούν κατ' αυτόν τον τρόπο:

- πρακτικά δεν «χωράνε» μέσα στον κόμβο,
- δεν τηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των ράβδων που απαιτεί ο Ε.Κ.Ω.Σ., ώστε να εξασφαλίζεται η διάστρωση και συμπίκνωση του σκυροδέματος και η ανάπτυξη επαρκούς συνάφειας.

Έτσι κατά την σκυροδέτηση είναι σχεδόν αδύνατο το σκυρόδεμα να περάσει μέσα στον κόμβο και να δονηθεί σωστά, με πιθανό αποτέλεσμα την δημιουργία κενών.

Τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα στην πλειονότητα τους οι τεχνίτες, όταν δεν αφήνουν αναμονές, να κόβουν τις διαμήκεις ράβδους ακριβώς πάνω από την επιφάνεια της πλάκας. Έτσι αυτές δεν έχουν το απαραίτητο μήκος αγκύρωσης και επιπλέον είναι εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες, αφού η κομμένη επιφάνεια δεν καλύπτεται από σκυρόδεμα.

Εναλλακτικά όμως και λόγω των παραπάνω προβλημάτων, υπάρχει η δυνατότητα της ευθύγραμμης αγκύρωσης των ράβδων και όχι της κάμψης αυτών. Στην περίπτωση αυτή, η οποία εφαρμόστηκε και στο συγκεκριμένο έργο, οι ράβδοι προεξέχουν πάνω από την επιφάνεια της πλάκας (Εικόνα 6.33) και εγκιβωτίζονται στο σκυρόδεμα μετά την σκυροδέτηση αυτής (Εικόνα 6.34). Έτσι επιτυγχάνονται και σωστή αγκύρωση των διαμήκων ράβδων του υποστυλώματος και σωστή διάστρωση και συμπύκνωση του σκυροδέματος μέσα στον κόμβο.



Εικόνα 6.33: Ευθύγραμμη αγκύρωση των διαμήκων ράβδων των υποστυλωμάτων, πάνω από την επιφάνεια της πλάκας πριν τον εγκιβωτισμό τους στο σκυρόδεμα



Εικόνα 6.34: Ευθύγραμμη αγκύρωση των διαμήκων ράβδων των υποστυλωμάτων, πάνω από την επιφάνεια της πλάκας μετά τον εγκιβωτισμό τους στο σκυρόδεμα

6.8.4 Προστασία οπλισμού από διάβρωση

Η ύπαρξη οξειδίων σιδήρου στην επιφάνεια του οπλισμού επηρεάζει τόσο την ταχύτητα περαιτέρω διάβρωσης όσο και τη συνάφεια μεταξύ του οπλισμού και του σκυροδέματος. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, η ύπαρξη οξειδίων στην επιφάνεια σε μικρές ποσότητες, αυξάνει την συνάφεια μεταξύ οπλισμού και σκυροδέματος, αλλά όταν η ποσότητα οξειδίων υπερβαίνει μία συγκεκριμένη τιμή, τότε την μειώνει. Για το λόγο αυτό η παρουσία ελαφρού στρώματος επιφανειακής σκουριάς δεν θεωρείται βλαπτική. Βλαπτική θεωρείται εκείνη η ποσότητα οξειδίων σιδήρου που δεν μπορεί να αφομοιωθεί από το νωπό σκυρόδεμα μέσω της μετατροπής τους σε φεριτική φάση (C4AF), η οποία για το τσιμέντο Πόρτλαντ είναι 350gr/m^2 , σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ.

Επιπλέον, μελέτες έχουν δείξει ότι ο βαθμός διάβρωσης του οπλισμού επηρεάζει σε αρκετές περιπτώσεις και τις μηχανικές του ιδιότητες με αποτέλεσμα να είναι δυνατόν να επηρεαστεί η συμπεριφορά και η αντοχή ολόκληρης της κατασκευής.

Έτσι, ο οπλισμός που ενδεχομένως προορίζεται να ενσωματωθεί στο σκυρόδεμα σε απώτερο μελλοντικό στάδιο εργασιών, δεν πρέπει να αφήνεται εκτεθειμένος αλλά να προστατεύεται από την διάβρωση. Αν έχει δημιουργηθεί μάζα οξειδίων μεγαλύτερη από 350gr/m^2 προηγείται καθαρισμός όχι με χτυπήματα αλλά π.χ. με συρματόβουρτσα, υδροβολή ή αμμοβολή, δηλαδή κατεργασίες που δεν προκαλούν «πληγές» και που δεν επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα και ακολουθεί επικάλυψη των ράβδων με ασφαλτόμιγμα ή και κατάλληλος εγκιβωτισμός σε σκυρόδεμα.

Το πρόβλημα λοιπόν της διάβρωσης προέκυψε και στο συγκεκριμένο έργο, στο οποίο ενώ είχε τοποθετηθεί ο οπλισμός και εκκρεμούσε η σκυροδέτηση στην

θεμελίωση του Β κτιρίου, στα υποστυλώματα του ισογείου του Ε κτιρίου, καθώς και στα υποστυλώματα του Α' ορόφου του Δ κτιρίου, έγινε διακοπή εργασιών λόγω έλλειψης χρηματοδότησης του έργου και αλλαγής υπερεργολάβου.

Διευκρινίζεται ότι καθώς η διακοπή εργασιών δεν είχε προγραμματιστεί αλλά ήταν εντελώς ξαφνική, δεν είχαν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία από την διάβρωση του ήδη τοποθετημένου οπλισμού στο έργο.

Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα ο οπλισμός αυτός να παραμείνει εκτεθειμένος στις καιρικές συνθήκες για διάστημα περίπου 10 μηνών έως ότου ξεκινήσουν ξανά οι εργασίες, με συνέπεια να δημιουργηθεί ένα στρώμα επιφανειακής σκουριάς. Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τον Κ.Τ.Χ., διάστημα μεγαλύτερο από 6 μήνες είναι ικανό να προκαλέσει σημαντικές αλλοιώσεις.

Παρόλο όμως που ο οπλισμός δεν εμφάνιζε αλλοιώσεις, εμφανείς απολεπίσεις, ή πληγές, κατόπιν επικοινωνίας με το Κ.Ε.Δ.Ε., εκτιμήθηκε από κοινού ότι η καλύτερη λύση ήταν η αμμοβολή, ώστε να αποκλειστεί οποιαδήποτε πιθανότητα συνέχισης του φαινομένου της διάβρωσης και μείωσης της συνάφειας μεταξύ του οπλισμού και του σκυροδέματος.

Επίσης ένα πρόβλημα που σίγουρα θα ανέκυπτε στα υποστυλώματα αν δεν γινόταν αμμοβολή ήταν η επαφή στην περιοχή της υπερκάλυψης, των διαβρωμένων αναμονών με τις νέες καθαρές ράβδους, όπου η μεγάλη διαφορά δυναμικού που θα αναπτυσσόταν θα επιτάχυνε την υφιστάμενη διάβρωση των αναμονών, ενώ θα προκαλούσε και διάβρωση στις νέες ράβδους.

Πραγματοποιήθηκε λοιπόν η αμμοβολή και ακολούθησε προσεκτικός μακροσκοπικός έλεγχος στον «καθαρό» πλέον οπλισμό για τυχόν ύπαρξη βελονισμών (pitting) ή άλλων πληγών, όπου ευτυχώς δεν διαπιστώθηκε κάτι τέτοιο.



Εικόνα 6.35: Αμμοβολή στη θεμελίωση του Β κτιρίου



Εικόνα 6.36: Η θεμελίωση του Β κτιρίου μετά την αμμοβολή



Εικόνα 6.37: Αμμοβολή εν εξελίξη σε υποστήλωμα ισογείου του Ε κτιρίου. Είναι εμφανής η διαφορά της καθαρισμένης από την σκουριασμένη επιφάνεια των ράβδων.



Εικόνα 6.38: Αναμονές υποστυλώματος μετά την αμμοβολή

6.9 Προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα ο επιβλέπων μηχανικός

6.9.1 Επιλογή ποιότητας χάλυβα

Μια αδυναμία που διαπιστώνεται στην πράξη, κυρίως στα μικρά ιδιωτικά έργα, είναι η επιλογή και παραγγελία της ποιότητας χάλυβα με κύριο ή μοναδικό κριτήριο την οικονομική του τιμή και όχι τις μηχανικές του ιδιότητες και την προέλευσή του. Αυτό συνήθως γίνεται από τον ιδιοκτήτη ή τον εργολάβο, πρόσωπα που δεν έχουν τεχνικές γνώσεις και δεν είναι σε θέση να εκτιμήσουν και να αξιολογήσουν τις πληροφορίες που επιβάλλεται από τα Πρότυπα του ΕΛΟΤ και τον Κ.Τ.Χ. να συνοδεύουν την παραγγελία και την παράδοση.

Αυτό κινδυνεύει να οδηγήσει σε αχρηστία και αδράνεια τους μηχανικούς, που πρέπει πάντως να είναι συνεχώς ενήμεροι για τις εξελίξεις των προδιαγραφών και των απαιτήσεων γύρω από τα θέματα των χαλύβων, ώστε να γνωρίζουν και να επιλέγουν την κατάλληλη ποιότητα του χάλυβα που θα ενσωματώσουν στο έργο.

Από την άλλη μεριά, ο μηχανικός αλλά και κάθε χρήστης θα έπρεπε να ενημερώνεται και με τη φροντίδα της πολιτείας για κάθε πλεονέκτημα και μειονέκτημα των υλικών που χρησιμοποιεί, ιδιαίτερα όταν αυτά θα μπορούσαν να θεωρηθούν «κρυμμένα». Ενδεχομένως θα έπρεπε η πολιτεία να απαιτεί και οι βιομηχανίες παραγωγής να χορηγούν διαγράμματα που θα δείχνουν, για τα προϊόντα κάθε μιας, την μεταβολή της αντοχής συναρτήσει της θερμοκρασίας, για διάρκεια εκθέσεως σ' αυτήν επί 30', 60', 120' κ.λ.π., ήτοι κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς, πράγμα που συμβαίνει σε άλλες χώρες.

Επίσης μια καμπύλη που θα δείχνει το ποσοστό μείωσης της αντοχής, μετά την επαναφορά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ανάλογα με το ύψος της θερμοκρασίας που μπορεί να φτάσει ο χάλυβας κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς. Θα έπρεπε να θεωρείται απαράδεκτο, και όμως συμβαίνει, να αγνοεί ο χρήστης την ευπάθεια κάποιων χαλύβων στις υψηλές θερμοκρασίες, όταν πρόκειται π.χ. να τους χρησιμοποιήσει σε ξυλουργείο ή σε χαρτοβιομηχανία.

6.9.2 Συνοδευτικά έγγραφα παραδιδόμενου οπλισμού

Μια άλλη αδυναμία που εμφανίζεται στην ελληνική αγορά, είναι η αδυναμία εξακρίβωσης από τον χρήστη της ταυτότητας του χάλυβα για τον οποίο εκδόθηκαν τα Πιστοποιητικά του ΕΛΟΤ. Κανείς δεν μπορεί να βεβαιώσει ότι τα Πιστοποιητικά που εκδόθηκαν για μια συγκεκριμένη ποσότητα, δεν επιδεικνύονται για πολλαπλάσια ποσότητα. Κανείς δεν μπορεί επίσης να βεβαιώσει ότι τα επιδεικνυόμενα Πιστοποιητικά ανταποκρίνονται πράγματι στην παραδιδόμενη ποσότητα, αφού η τηρούμενη διαδικασία δεν εξασφαλίζει τέτοια βεβαιότητα.

Ίσως ο πιο μεγάλος κίνδυνος που υπάρχει σήμερα, αφορά τους παρανόμως ή ημιπαρανόμως εισαγόμενους χάλυβες, που διαθέτουν ψευδή ή παραπλανητικά Πιστοποιητικά Συμμόρφωσης προς τα Πρότυπα του ΕΛΟΤ και που ενδεχομένως ρηγματώνονται στη θέση κάμψης ή υστερούν σημαντικά ως προς το αναμενόμενο όριο διαρροής και την ολκιμότητα. Η προσοχή των τεχνιτών που κατεργάζονται τις χαλύβδινες ράβδους πρέπει να είναι συνεχής για τη διαπίστωση των ενδεχομένων ρηγματώσεων. Συνεχής πρέπει να είναι και η επίκληση αυτής της προσοχής από τον επιβλέποντα μηχανικό, αλλά πρωταρχικά απαιτείται η προσοχή του ιδίου.

Πρόκειται για ένα σημαντικό πρόβλημα, που επιχειρεί να επιλύσει ο Κ.Τ.Χ. με το Τεχνικό Δελτίο Παράδοσης (παράγραφος 6.2) που πρέπει να συνοδεύει σε κάθε στάδιο διακίνησης μια ποσότητα χαλύβων.

6.9.3 Αναγνώριση της κατηγορίας του παραδιδόμενου οπλισμού

Δυστυχώς η έλλειψη θεσμοθετημένης σήμανσης για τη διάκριση του χάλυβα S400 από τον S500 και του συγκολλησίμου χάλυβα από τον κοινό, δυσχεραίνει τον επιβλέπων μηχανικό, δεδομένου ότι είναι πολύ δύσκολη η απομνημόνευση της (διαφορετικής) σήμανσης όλων των ελληνικών εργοστασίων και αδύνατη η γνώση της σήμανσης όλων των ευρωπαϊκών εργοστασίων, για την αναγνώριση της κατηγορίας και της προέλευσής του οπλισμού.

Από αυτή την άποψη, διευκολύνει την κατάσταση η σχεδόν πλήρης επικράτηση στην αγορά του χάλυβα S500s πριν την ισχύ και του B500C μετά την ισχύ του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3 και η σχεδόν πλήρης εξάφaniση κάθε άλλης ποιότητας, τουλάχιστον για την ελληνική παραγωγή. Ασφαλώς, η πλήρης αυτή επικράτηση οφείλεται κατά μεγάλο μέρος και στην ανυπαρξία διαφοράς τιμής μεταξύ των κατηγοριών S220, S400, S400s, S500 και S500s. Παρόμοια τάση έχει επικρατήσει σήμερα και σε ολόκληρη σχεδόν την Ευρώπη, που είναι προς την κατεύθυνση της υψηλότερης κατηγορίας S500s, με δύο

διακρίσεις ως προς την ολκιμότητα, όπως αναλυτικά περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.4.

Προσοχή πρέπει να δοθεί και στην περίπτωση που η μελέτη προβλέπει χρήση χάλυβα S400 ή S400s και τελικώς χρησιμοποιείται S500 ή S500s στις ίδιες διατομές γιατί, παρά την αύξηση της αντοχής, είναι δυνατόν να προκύψουν παραβιάσεις διατάξεων των Κανονισμών (κυρίως στην περιοχή των πλαστικών αρθρώσεων και στον ικανοτικό έλεγχο). Παραβίαση των απαιτήσεων του ικανοτικού ελέγχου μπορεί να προκύψει και από την (όχι σπάνια) διαφορά της πραγματικής από την ονομαστική αντοχή του χρησιμοποιούμενου χάλυβα.

Είναι αναγκαίο, ο μελετητής και ο επιβλέπων μηχανικός να γνωρίζουν όσο το δυνατόν περισσότερα για το υλικό που χρησιμοποιούν, για τις συνθήκες που επικρατούν στην ελληνική αγορά, για τις δικές τους δυνατότητες επιλογής, για τους πιθανούς κινδύνους που εγκυμονούν κ.λ.π.

6.9.4 Δειγματοληπτικός έλεγχος παραδιδόμενου οπλισμού

Δεν προκύπτει από καμία διάταξη υποχρέωση του επιβλέποντα μηχανικού να ελέγξει ή να διατάξει τον έλεγχο των χαλύβων που θα χρησιμοποιήσει στο έργο. Θα ήταν άλλωστε παράλογο την τελευταία στιγμή προ της χρήσης του, να απαιτείται ο έλεγχος ενός βιομηχανικού υλικού στο εργοτάξιο ή η αποστολή του σε εργαστήριο, για τις μικρές σχετικές ποσότητες που χρησιμοποιούνται στη συνηθισμένη οικοδομή, ιδιαίτερα όταν ο επιβλέπων μηχανικός δεν ερωτάται και δεν μετέχει στην προμήθεια του χάλυβα, που συνήθως υφίσταται κατεργασία μακριά από το έργο και αποτελείται από ράβδους που προέρχονται από διαφορετικές «παρτίδες» και ίσως από διαφορετικά εργοστάσια.

Σήμερα, διεθνώς, η προστασία του καταναλωτή επιτυγχάνεται με άλλους τρόπους, με το Πιστοποιητικό Ποιότητας, με τη Διασφάλιση Ποιότητας, με τον Έλεγχο στην πηγή παραγωγής ή την αποθήκη και με ανάληψη της πλήρους ευθύνης από τον παραγωγό ή τον εισαγωγέα. Οι αρμόδιες Υπηρεσίες μπορούν να ενεργήσουν, σε οποιοδήποτε σημείο της χώρας και σε οποιοδήποτε στάδιο διακίνησης και εμπορίας, αυτεπάγγελτο δειγματοληπτικό έλεγχο για τη διαπίστωση της πιστότητας του προϊόντος προς τα χορηγηθέντα πιστοποιητικά ή συνοδευτικά έγγραφα.

Επίσης όταν υπάρχει αμφισβήτηση της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του εκάστοτε ισχύοντος Προτύπου για μια παρτίδα υλικού, ο Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων ορίζει ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί δειγματοληπτικός έλεγχος για επαλήθευση των ιδιοτήτων από το χρήστη.

Η πρόβλεψη αυτή είναι πολύ σημαντική, καθώς δίνει τη δυνατότητα στον τελικό χρήστη αν έχει κάποια ένδειξη αστοχίας, σε οποιαδήποτε φάση ενός οικοδομικού έργου, να ελέγξει την ποιότητα του υλικού παρά τα όποια πιστοποιητικά έχει λάβει από τον προμηθευτή.

Έτσι ο επιβλέπων μηχανικός που ενδιαφέρεται για την ποιότητα του έργου που κατασκευάζει και έχει επίγνωση του ότι χειρίζεται ένα «υλικό ασφαλείας», πρέπει να ξέρει τις απαιτήσεις των προδιαγραφών, των Προτύπων και των

Κανονισμών και να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός, ώστε με την παραμικρή ανησυχητική ένδειξη ή υποψία, να εφαρμόσει το σχετικό δικαίωμα του χρήστη και να προχωρήσει στην εκτέλεση δοκιμών και ελέγχων που θα πιστοποιούν την ποιότητα του χρησιμοποιούμενου υλικού.

Παρόμοια ή και μεγαλύτερη ευαισθησία θα πρέπει να επιδειχθεί ίσως και σε ένα μεγάλο έργο, δημόσιο ή ιδιωτικό, ιδίως αν πρόκειται για έργο ιδιαίτερης σημασίας, από το οποίο εξαρτάται η ασφάλεια μεγάλου αριθμού προσώπων ή σημαντικών λειτουργιών όπως σχολείο, νοσοκομείο κ.λ.π.

Αυτοί οι έλεγχοι πάντως, δεν απαιτείται να έχουν την έκταση όλων των θεσμοθετημένων για τη χορήγηση του Πιστοποιητικού Ποιότητας ή Ελέγχου (σε αριθμό δοκιμών, πλήθος διαμέτρων κλπ.), αλλά μπορούν να έχουν διερευνητικό χαρακτήρα. Ο επιβλέπων μηχανικός μπορεί να διαλέξει τη διατομή ή τις διατομές που εκείνος θεωρεί «κρίσιμες» και να ελέγξει 3 δείγματα από κάθε μία (με βάση τον Κ.Τ.Χ.). Τα αποτελέσματα αυτής της διερεύνησης θα τον οδηγήσουν να την θεωρήσει κατά την κρίση του επαρκή ή να προχωρήσει σε περαιτέρω ή και πλήρη έλεγχο ή και απόρριψη, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην παράγραφο 4.2.6.

Διαφορετική είναι η υποχρέωση για τον επιχειρηματία ή τον εργολάβο ενός σημαντικού (κυρίως Δημόσιου) έργου, ο οποίος οφείλει να βεβαιώνεται για την καταλληλότητα του χάλυβα που προμηθεύεται και ενσωματώνει στο έργο, είτε από τα Πιστοποιητικά είτε από τους προβλεπόμενους δειγματοληπτικούς ελέγχους.

6.9.5 Εφαρμογή ξυλοτύπου και διαμόρφωση οπλισμού στο έργο

Είναι γενική η διαπίστωση ότι αν ο ίδιος ξυλότυπος δοθεί σε δέκα τεχνίτες θα προκύψουν δέκα διαφορετικοί τρόποι διαμόρφωσης του οπλισμού. Κατά πάσα πιθανότητα βέβαια θα προκύψουν και δέκα διαφορετικοί τρόποι επίβλεψης (μάλλον προσαρμοσμένοι στον τρόπο διαμόρφωσης από τον εκάστοτε τεχνίτη), ιδιαίτερα αν ο επιβλέπων μηχανικός δεν είναι συγχρόνως και ο μελετητής του έργου. Ο επιβλέπων μηχανικός δεν έχει συνήθως ούτε το δικαίωμα (από τον ιδιοκτήτη) ούτε το κουράγιο να διατάξει την εξ' αρχής διαμόρφωση των οπλισμών, σύμφωνα με τη δική του προσωπική αντίληψη στην περίπτωση που διαφωνεί με τον τεχνίτη.

Είναι αξιομνημόνευτο, ότι και οι συντάκτες των προγραμμάτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχουν καθένας τη δική του άποψη για το θέμα της διαμόρφωσης του οπλισμού, όπως αυτή εκφράζεται (όταν εκφράζεται) στα σχέδια ή τα σκαριφήματα που χορηγούν και που συνοδεύουν την επίλυση.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο άνω οπλισμός των δοκών, ο οποίος μέχρι πρότινος εθεωρείτο οπλισμός montage και προχωρούσε από στύλο σε στύλο, ενώ οι οπλισμοί στήριξης ήταν ξεχωριστοί, υπολογίζονταν και έμπαιναν ιδιαιτέρως. Ήταν σαφές ποιος είναι ο οπλισμός στήριξης. Σήμερα έχει χαθεί η εποπτεία του μηχανικού στους επί μέρους υπολογισμούς, ο άνω οπλισμός είναι φέρων, αποτελεί ο ίδιος τον οπλισμό στήριξης, με ενδεχόμενη ενίσχυση, και γι' αυτό διακόπτεται στο άνοιγμα της δοκού και όχι στην στήριξη. Η ποικιλία όμως

της θέσης διακοπής είναι πάλι μεγάλη, δεν είναι ομοιόμορφη για όλα τα προγράμματα και δεν είναι μονοσήμαντα προσδιορισμένη ούτε για τον τεχνίτη ούτε για τον επιβλέποντα μηχανικό.

Τα στατικά προγράμματα, διαμορφώνουν σήμερα τα διαγράμματα περιβαλλουσών των στατικών μεγεθών, εκτελούν τους υπολογιστικούς ελέγχους με βάση τις τιμές των διαγραμμάτων αυτών και χορηγούν τα σχέδια ή σκαριφήματα των αναπτυγμάτων οπλισμών με τρόπο που να καλύπτει τις προκύπτουσες απαιτήσεις.

Όμως ακόμα και αν οι ενέργειες αυτές εκτελούνται σωστά από κάθε πρόγραμμα (πράγμα που αμφισβητείται από πολλούς και που βρίσκεται επισήμως υπό διερεύνηση), είναι εφικτό και σκόπιμο, να υπάρξουν κοινοί, γενικοί κανόνες προς εφαρμογή, πράγμα που θα διευκόλυνε και την επίβλεψη.

Στην πράξη πάντως, στα πολεοδομικά γραφεία, δεν κατατίθενται αναπτύγματα οπλισμών, ενώ οι βασικοί κανόνες διαμόρφωσης και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες των δομικών στοιχείων, συνήθως δεν υπάρχουν στους ξυλοτύπους που εξάγονται από τα στατικά προγράμματα.

Ακόμα όμως και όταν υπάρχουν αναπτύγματα οπλισμών και κατασκευαστικές λεπτομέρειες, αυτά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, δεν λαμβάνονται υπ' όψη από τους τεχνίτες που διαμορφώνουν τον οπλισμό.

Σε κάθε όμως περίπτωση, πρέπει ο μελετητής μηχανικός στα σχέδια λεπτομερειών της μελέτης του να συμπεριλαμβάνει τουλάχιστον τους βασικούς κανόνες διαμόρφωσης και ο επιβλέπων μηχανικός να μεριμνεί για την εφαρμογή τους στην κατασκευή με την συνεχή και αυστηρή επίβλεψη του.

Συμπερασματικά, η διατύπωση γενικών, ενιαίων κανόνων όπλισης για όλα τα στοιχεία, είναι σκόπιμη διότι:

1. Θα απαλείψει τα σφάλματα που γίνονται σήμερα στην όπλιση των στοιχείων σκυροδέματος.
2. Ενδεχομένως θα αποκλείσει κάποιο σύστημα από τα στοιχεία εκείνα στα οποία αυτό δεν μπορεί να αποδώσει τα δέοντα, για παράδειγμα τα διάφορα είδη συνδετήρων, βελτιώνοντας την ποιότητα των κατασκευών.
3. Θα προσανατολίζει την επινοητικότητα των βιομηχανιών και των επιχειρήσεων διαμόρφωσης οπλισμών προς την επιθυμητή κατεύθυνση.
4. Θα υποχρεώσει τους συντάκτες των προγραμμάτων Η/Υ (αλλά και κάθε μηχανικό) να συντάσσουν τα αναπτύγματα οπλισμών με τις ίδιες αρχές.
5. Θα διευκολύνει τους επιβλέποντες μηχανικούς, θα ομοιογενοποιήσει τη δουλειά της επίβλεψης και θα την καταστήσει ανεξάρτητη από τη γνώση της μελέτης και του προγράμματος σύνταξης της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Συμπεράσματα

Οι μηχανικές ιδιότητες και η χημική σύσταση των δοκιμίων που ελέγχθηκαν και προέρχονταν από το έργο «Γυμνάσιο - Τ.Ε.Ε. - Σ.Ε.Κ. Βρυσσών Δήμου Κρυονερίδας», δείχνουν ότι η ποιότητα των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος που διακινούνται στην Ελλάδα είναι αρκετά υψηλή. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό:

- Στον ποιοτικό έλεγχο που υπόκεινται τόσο τα ελληνικά εργοστάσια και αυτά των άλλων χωρών της Ε.Ε. μέσω της έκδοσης και διατήρησης Πιστοποιητικού Συμμόρφωσης, όσο και τα εργοστάσια των τρίτων χωρών μέσω της έκδοσης Πιστοποιητικού Ελέγχου για κάθε παρτίδα που εισάγεται.
- Στην εφαρμογή από το 2000 του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων (Κ.Τ.Χ.) που προτρέπει σε δειγματοληπτικούς ελέγχους.

Βέβαια, προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα και τεκμηριωμένα συμπεράσματα για την ποιότητα των χαλύβων, απαιτείται μακροχρόνια και συστηματική παρακολούθηση, καθώς και στατιστική επεξεργασία του επιπέδου ποιότητάς τους (μέση τιμή, εύρος διακύμανσης μετρούμενων μεγεθών). Συνεπώς, στην παρούσα εργασία η εκτίμηση του επιπέδου ποιότητας των χαλύβων είναι ενδεικτική, αφού βασίζεται μόνο στα αποτελέσματα των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν στα συγκεκριμένα δοκίμια που προέρχονταν από το έργο.

Σκοπός επίσης της παρούσας εργασίας, είναι να επιστήσει την προσοχή στον επιβλέποντα μηχανικό για τους κινδύνους και τα προβλήματα που υπάρχουν κατά την παραλαβή χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος σε τεχνικά έργα, καταγράφοντας παράλληλα τους βασικούς ελέγχους που οφείλει να πραγματοποιεί για την εφαρμογή των Κανονισμών και Προτύπων.

Το γεγονός ότι ο χάλυβας θεωρείτο ανέκαθεν ένα πολύ αξιόπιστο υλικό σε αντίθεση με το σκυρόδεμα, έχει δημιουργήσει στον επιβλέποντα μηχανικό εφησυχασμό όσον αφορά την ποιότητα του οπλισμού που παραλαμβάνει στο εργοτάξιο. Έτσι, η προσοχή του επικεντρώνεται στην ποιότητα του σκυροδέματος, θεωρώντας σταθερές και δεδομένες τις ιδιότητες των χαλύβων.

Δυστυχώς, έχει επικρατήσει στην αντίληψη των μηχανικών ότι η παραλαβή οπλισμού αφορά μόνο και εξαντλείται στην παραλαβή και τον έλεγχο του τοποθετημένου οπλισμού σύμφωνα με τον ξυλότυπο της μελέτης του έργου και δεν υπεισέρχεται καθόλου στον έλεγχο της ποιότητας του χάλυβα που τοποθετείται.

Έτσι, ένα μεγάλο ποσοστό των μηχανικών σήμερα, αγνοεί παντελώς τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ 971 και του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421, αλλά και όσα επιβάλλει ο Κ.Τ.Χ. και ο ΕΚΩΣ 2000. Επιπλέον, δεν δίνει σημασία στην προέλευση του παραδιδόμενου οπλισμού και δεν γνωρίζει τα πιστοποιητικά και τα έγγραφα που πρέπει να τον συνοδεύουν, τους κινδύνους που υπάρχουν και την ευθύνη που φέρει κατά την παραλαβή του οπλισμού στο εργοτάξιο.

Καθώς όμως οι μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα, και κυρίως η ολκιμότητα του, έχει πλέον αποδειχθεί ότι συμβάλλουν σημαντικά στην πλαστιμότητα της κατασκευής και την συμπεριφορά της κατά την σεισμική διέγερση, η ανάγκη χρησιμοποίησης στις κατασκευές χαλύβων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά είναι επιτακτική, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως η Ελλάδα όπου υπάρχει έντονη σεισμική δραστηριότητα.

Έτσι, ο επιβλέπων μηχανικός σήμερα, φέρει πολύ μεγάλη ευθύνη για την ποιότητα του χάλυβα που παραλαμβάνει και τελικά ενσωματώνει στο έργο και οφείλει:

- Να γνωρίζει τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ 971 και του νέου Προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3, αλλά και όσα επιβάλλει ο Κ.Τ.Χ. και ο Ε.Κ.Ω.Σ. 2000.
- Να ενημερώνεται συνεχώς γύρω από τα θέματα των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, τις εξελίξεις και τις νέες απαιτήσεις των Κανονισμών και των Προτύπων, (όχι μόνο των ελληνικών).
- Να γνωρίζει τους βασικούς κινδύνους που εγκυμονούν (σήμανση, διαφορετικά Εθνικά Πρότυπα, παραπλανητικά συνοδευτικά έγγραφα, υψηλό ποσοστό ψυχρής ολκής κλπ.).

Κατά την παραλαβή του οπλισμού στο εργοτάξιο πρέπει:

- Αρχικά να ελέγχει τα συνοδευτικά έγγραφα του οπλισμού που ορίζει ο Κ.Τ.Χ.
- Στην συνέχεια να αναγνωρίζει μέσω της σήμανσης των ράβδων, την κατηγορία, τη χώρα και το εργοστάσιο προέλευσης, για να διαπιστώσει αν οι πληροφορίες που αναφέρουν τα συνοδευτικά έγγραφα ταυτίζονται και ανταποκρίνονται στην παραδιδόμενη ποσότητα.
- Εφόσον έχει κάποια ανησυχητική ένδειξη ή αμφιβολία, να πραγματοποιεί δειγματοληπτικούς ελέγχους για επαλήθευση των μηχανικών ιδιοτήτων και της χημικής σύστασης της παραδιδόμενης ποσότητας χάλυβα.

Βέβαια στην συνήθη πρακτική, σπάνια γίνονται δειγματοληπτικοί έλεγχοι χαλύβων οπλισμού σε μικρής κλίμακας έργα. Πραγματοποιούνται μόνο σε πολύ μεγάλου μεγέθους και σπουδαιότητας έργα, όπου οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές είναι ιδιαίτερα υψηλές. Για την κατάσταση όμως αυτή, ευθύνονται κυρίως οι ίδιοι οι μηχανικοί οι οποίοι αγνοούν παντελώς τις απαιτήσεις των Κανονισμών και Προτύπων, τους κινδύνους που υπάρχουν και την ευθύνη που φέρουν κατά την παραλαβή του οπλισμού στο εργοτάξιο.

Εξίσου σημαντικό με την ποιότητα του χάλυβα που παραλαμβάνει ο επιβλέπων μηχανικός στο έργο, είναι και ο έλεγχος της διαμόρφωσης του οπλισμού πριν και κατά την ενσωμάτωσή του σε αυτό. Έτσι, οφείλει να απαιτεί και να εξασφαλίζει, με την συνεχή και αυστηρή επίβλεψή του, την πιστή τήρηση και εφαρμογή των κανόνων διαμόρφωσης του οπλισμού, καθώς και των κατασκευαστικών λεπτομερειών που επιβάλλει ο Ε.Κ.Ω.Σ. και ο Κ.Τ.Χ., όπως η ελάχιστη διάμετρος καμπύλωσης των ράβδων, το μήκος αγκύρωσης των ράβδων κ.λ.π.

Βιβλιογραφία

1. “Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (Κ.Τ.Χ.) 2000”. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Αθήνα, 2000.
2. “Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος (Ε.Κ.Ω.Σ.) 2000”. Ο.Α.Σ.Π., Αθήνα, 2000.
3. “Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000”. Ο.Α.Σ.Π., Αθήνα, 2000.
4. Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 10080: “Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος – Συγκολλήσιμοι χάλυβες – Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις”, 2006.
5. Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-1: “Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος – Συγκολλήσιμοι χάλυβες – Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις”, 2006.
6. Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-2: “Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος – Συγκολλήσιμοι χάλυβες – Μέρος 2: Τεχνική κατηγορία B500A”, 2006.
7. Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3: “Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος – Συγκολλήσιμοι χάλυβες – Μέρος 3: Τεχνική κατηγορία B500C”, 2006.
8. Σχέδιο Ευρωπαϊκού Προτύπου prEN 10080: “Steel for the reinforcement of concrete-Weldable reinforcing steel-General”, 1999.
9. Πρότυπο ΕΛΟΤ 959: “Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος”, 1994.
10. Πρότυπο ΕΛΟΤ 971: “Συγκολλήσιμοι Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος”, 1994.
11. Πρότυπο ΕΛΟΤ 1045: “Μεταλλικά υλικά – Δοκιμή εφελκυσμού”, 1988.
12. Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (Ι.Ο.Κ.). “Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές - Χαλύβδινοι Οπλισμοί Σκυροδέματος (Π.Ε.ΤΕ.Π. 01-02-01-00)”. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2005.
13. Ειδικός Σύμβουλος Ποιοτικού Ελέγχου (Ε.Σ.Π.ΕΛ.). “Οδηγός Ελέγχου Ποιότητας Κατασκευής Δημοσίων Έργων - Τόμος Α' & Β'”. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Αθήνα, 2004.
14. Γκρος Γ. “Ωπλισμένο Σκυρόδεμα κατά τον Ελληνικό Κανονισμό 2000 – Σύγκριση με τον Ευρωκώδικα 2 και το DIN 1045/2001”. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2004.
15. Αναστασιάδης Κ. “Αντισεισμικές Κατασκευές Γ”. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2001.
16. Πενέλης Γ., Κάππος Α.. “Αντισεισμικές Κατασκευές από Σκυρόδεμα”. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1999.
17. Πενέλης Γ., Στυλιανίδης Κ., Κάππος Α., Ιγνατάκης Χ. “Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (Πανεπιστημιακές σημειώσεις)”. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 1995.

18. Avak R. “Ευρωπαϊκές Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα – Παραδείγματα σχεδιασμού με τον Ευρωκώδικα 2”. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1993.
19. Geistfeldt H. “Ευρωκώδικας 2 – Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα”. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1993.
20. Νικολάου Ι. “Λειτουργικές ιδιότητες χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος και οι συγκολλήσεις τους”. Διδακτορική Διατριβή 2004, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
21. Κώτση Ρ. “Μελέτη της συμπεριφοράς διαβρωμένου οπλισμού σκυροδέματος και ποσοτική μέτρηση βελονισμού”. Διπλωματική Εργασία 2004, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
22. Βασιλόπουλος Θ. “Μελέτη της επίδρασης της επιφανειακής οξείδωσης του δομικού χάλυβα στη συνάφεια του με το σκυρόδεμα”. Διπλωματική Εργασία 2002, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
23. Τρέζος Κ., Βασιλόπουλος Θ., Μουγιάκος Σ. “Επιφανειακή οξείδωση χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος: επίδραση στην συνάφεια”. 14ο Συνέδριο Σκυροδέματος, 15-17 Οκτωβρίου 2003, Κως, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.
24. Κούκου Θ., Φωτόπουλος Α., Σκαράκης Β., Σιδέρης Ι., “Συγκριτικός έλεγχος ποιότητας χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος (ελληνικού και εισαγωγής) με βάση τα κριτήρια συμμόρφωσης των τεχνικών όρων παράδοσης, που ισχύουν για χάλυβες οπλισμού που εισάγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση από τρίτες χώρες”. 14ο Συνέδριο Σκυροδέματος, 15-17 Οκτωβρίου 2003, Κως, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.
25. Τρέζος Κ., Μουγιάκος Σ., Μαυροειδής Π. “Συμπεριφορά καμπύλων αγκυρώσεων”. 13ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, 25-27 Οκτωβρίου 1999, Ρέθυμνο, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.
26. Τρέζος Κ., Μαυροειδής Π. “Ερευνα κατασκευαστικών σφαλμάτων και αβεβαιοτήτων στην όπλιση στοιχείων από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα”. 13ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, 25-27 Οκτωβρίου 1999, Ρέθυμνο, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.
27. Cairns J., Plizzari G., Du Yingang, Law D. Franzoni C. “Mechanical properties of corrosion-damaged reinforcement”. ACI Materials Journal 2005, July-August, 256-264.
28. Fang C., Lundgren K., Chen L., Zhu C. “Corrosion influence on bond in reinforced concrete”. Cement & Concrete Research 2004, 34, 2159-2167.
29. Lee H.-S., Noguchi T., Tomosawa F. “Evaluation of the bond properties between concrete and reinforcement as a function of the degree of reinforcement corrosion”. Cement & Concrete Research 2002, 32, 1313-1318.
30. Cabrera J.G. “Deterioration of concrete due to reinforcement steel corrosion”. Cement & Concrete Composites 1996, 18:1, 47-59.

31. Τρέζος Κ. “Απαιτήσεις από τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος και επιπτώσεις στις μηχανικές ιδιότητες”. Τεχνική ημερίδα Χαλυβουργικής Α.Ε., 21 Ιουλίου 2006, Χανιά.
32. Μουγιάκος Σ. “Βασικές απαιτήσεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων”. Ημερίδα του Τ.Ε.Ε. με θέμα “Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος–Υλικό και Μόρφωση”, 13 Ιουνίου 2006, Αθήνα.
33. Κανιτάκη Ε. Εισήγηση Οργανωτικής Επιτροπής. Ημερίδα του Τ.Ε.Ε. με θέμα “Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος–Υλικό και Μόρφωση”, 13 Ιουνίου 2006, Αθήνα.
34. Υπουργική Απόφαση 9529/645/10-5-06, ΦΕΚ 649/Β/24-5-06. “Έλεγχος τεχνικών χαρακτηριστικών χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος”. Υπουργείο Ανάπτυξης. Τροποποιήσεις της: 13092/843/23-6-06, ΦΕΚ 938/Β/18-7-06 και 25535/1660/27-10-06.
35. Υπουργική Απόφαση 15283/Φ7/422/8-8-95, ΦΕΚ 746/Β/30-8-95. “Έλεγχος ποιότητας χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος”. Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας & Τεχνολογίας. Τροποποιήσεις της: 27720/Φ7/342/24-7-97 και 27907/Φ7α9/571α/20-11-2000.
36. Υπουργική Απόφαση 10364/Φ7/221/20-7-94, ΦΕΚ 596/Β/3-8-94. “Έλεγχος ποιότητας χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος”, Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας & Τεχνολογίας.
37. www.halyvourgiki.com (Χαλυβουργική Α.Ε.).
38. www.sidenor.gr (Σιδενόρ Α.Ε.).
39. www.halyvourgia.gr (Ελληνική Χαλυβουργία Α.Ε.-Χαλυβουργία Θεσσαλίας Α.Σ.Ε.Ε.).
40. www.eurofer.org
41. www.ukcares.co.uk