

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« Αυτοέλεγχος παρτίδων παραγωγής ελληνικού χάλυβα
οπλισμού σκυροδέματος B500C με τα κριτήρια
συμμόρφωσης για παρτίδα χάλυβα παραγόμενου σε τρίτες
χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης ».**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ
Σπουδάστρια : **ΚΟΥΒΕΛΗ ΔΗΜΗΤΡΑ**
Εισηγητές : **Β. ΣΚΑΡΑΚΗΣ & Α. ΦΩΤΟΠΟΥΛΟΣ**
Εποπτεία και γενική επίβλεψη : **Β. ΣΚΑΡΑΚΗΣ & Α. ΦΩΤΟΠΟΥΛΟΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« Αυτοέλεγχος παρτίδων παραγωγής ελληνικού χάλυβα
οπλισμού σκυροδέματος B500C με τα κριτήρια
συμμόρφωσης για παρτίδα χάλυβα παραγόμενου σε τρίτες
χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης ».**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ
Σπουδάστρια : **ΚΟΥΒΕΛΗ ΔΗΜΗΤΡΑ**
Εισηγητές : **Β. ΣΚΑΡΑΚΗΣ & Α. ΦΩΤΟΠΟΥΛΟΣ**
Εποπτεία και γενική επίβλεψη : **Β. ΣΚΑΡΑΚΗΣ & Α. ΦΩΤΟΠΟΥΛΟΣ**

**« ΑΥΤΟΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΑΛΥΒΑ ΟΠΛΙΣΜΟΥ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ Β500C ΜΕ ΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΙΑ ΠΑΡΤΙΔΑ
ΧΑΛΥΒΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΣΕ ΤΡΙΤΕΣ ΧΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ
ΕΝΩΣΗΣ ».**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή τη πτυχιακή εργασία εξετάζεται ο νέος τύπος χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος Β500C, διαμέτρου Φ20. Σκοπός της είναι να μελετηθούν οι διαφορές σε συγκεκριμένες μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα μεταξύ τριων ομάδων (Α: δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου, Β: από διαφορετικές βέργες ίδιου δέματος, Γ: από διαφορετικά χυτήρια). Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε πείραμα αντοχής σε εφελκυσμό με στατική φόρτιση. Τα αποτελέσματά αυτής της μεθόδου έδειξαν ότι μόνο η ομάδα Α, για τα δοκίμια που έχουν εργοσκληρυνθεί, παρουσιάζει τιμές εκτός των ορίων που θέτει ο ΚΤΧ. Επίσης αξιολογήθηκε η αποδοχή του υλικού με την παραδοχή ότι προέρχεται από τρίτη χώρα. Βάση των όσων ορίζει ο ΚΤΧ, τα δοκίμια της ομάδας Α (εργοσκληρυμένα) δεν γίνονται αποδεκτά.

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Η πτυχιακή αυτή αφιερώνεται στον καθηγητή μου κ. Φωτόπουλο Φώτιο

Με εκτίμηση
Κούβελι Δήμητρα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μελέτη και έρευνα αυτή εκπονήθηκε ως πτυχιακή εργασία σύμφωνα με το άρθρο 16 του Κανονισμού Σπουδών του ΤΕΙ (ΦΕΚ 861/Α/21-5-99).

Η τεκμηρίωση, η δομή και η παρουσίαση έγινε σύμφωνα με τους Κανόνες και τις Οδηγίες του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO 7144-1986) {E} (Documentation Presentation of theses and Similar Documents).

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η αξιολόγηση των μηχανικών ιδιοτήτων ελληνικού χάλυβα οπλισμού, που προσδιορίζονται με την εργαστηριακή δοκιμή εφελκυσμού στατικής φόρτισης, σύμφωνα με τα κριτήρια συμμόρφωσης για παρτίδα χάλυβα παραγόμενου σε τρίτες χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα ανωτέρω επιτεύχθηκαν για ικανό αριθμό τυχαίων δοκιμών χάλυβα B500C, Φ20, για καθεμία από τις ακόλουθες ομάδες:

- Ομάδα Α: 20 δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου (10 έχουν υποστεί εργοσκήρυνση).
- Ομάδα Β: 10 δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος.
- Ομάδα Γ: 10 δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια.

Πιο συγκεκριμένα ελέγχθηκε η ποιότητα του υλικού το οποίο ταυτοποιήθηκε όσον αφορά τη μέθοδο παραγωγής του (Tempcore), τη χημική του σύσταση, την κρυσταλλογραφική δομή του (με μεταλλογραφία, μεταλλογραφική εξέταση και μικροσκληρομέτρηση κατά μήκος της διαμέτρου της διατομής), τις μηχανικές του ιδιότητες κ.α.

Παράλληλα δόθηκε προσοχή κατά την εφαρμογή των εργαστηριακών μεθόδων και προδιαγραφών που σχετίζονται μ' αυτές. Μελετήθηκε η εύρεση των καλύτερων συνθηκών χημικής προσβολής μεταλλογραφικών δοκιμών και μικροφωτογραφίσεως μέσω πειραματικών εφαρμογών του χάλυβα Tempcore.

Για την καλύτερη και πιο αξιόπιστη χρήση των οργάνων δόθηκε σημασία στη ρύθμιση, συντήρηση και βαθμονόμισή τους, με πρότυπα δοκίμια του εκπαιδευτικού εξοπλισμού του εργαστηρίου Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών (Π.Ε.Τ.ΥΛ. αίθ. Β216) του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, όπως σκληρομέτρων, μικροσκληρομέτρου, μηχανημάτων κοπής – λείανσης – στίλβωσης.

Στο σημείο αυτό οφείλονται τουλάχιστον ευχαριστίες στους ακόλουθους δασκάλους και συναδέλφους :

- Στον κ. Φωτόπουλο Φώτιο, Χημικό Μηχανικό ΕΜΠ, υπεύθυνο εργαστηρίου Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών του τμήματος Φυσικής - Χημείας και Τεχνολογίας Υλικών του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, για την πολύτιμη καθοδήγηση στον γενικό σχεδιασμό αυτής της εργασίας.
 - Στον κ. Σκαράκη Βασίλειο, Χημικό Ε.Κ.Π.Α., διευθυντή Παραγωγής στη ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ ΑΕ και εργαστηριακό συνεργάτη στο εργαστήριο Π.Ε.Τ.ΥΛ. (αίθ.Β216) ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, για την πολύτιμη βοήθειά στην εφαρμογή της μεθόδου του εφελκυσμού, της χημικής ανάλυσης των δοκιμίων χάλυβα και στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Επίσης για το ενδιαφέρον που έδειξε κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας προσκομίζοντας ότι ήταν απαραίτητο. (Εισηγητής του θέματος πτυχιακής)
 - Στον κ. Φωτόπουλο Αριστόδημο, Χημικό Μηχανικό ΕΜΠ και εργαστηριακό συνεργάτη στο εργαστήριο Π.Ε.Τ.ΥΛ. (αίθ.Β216) ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ. (Συνεισηγητής του θέματος πτυχιακής)
 - Στην κα. Κούκου Θεοδώρα, Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ και Πολιτικό Δομικό ΤΕ ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, Ε.Υ.Δ.Α.Π. ΑΕ Υπηρεσία Μελετών Έργων Αποχέτευσης, εργαστηριακό συνεργάτη στο εργαστήριο Π.Ε.Τ.ΥΛ. (αίθ.Β216) ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, για την ουσιαστική συμβολή της πτυχιακής εργασίας που εκπόνησε (2001) με θέμα : “Εκτίμηση ομοιομορφίας της παραγωγής με την μέθοδο Tempcore, συγκολλησιμοι χάλυβα οπλισμού, συγκεκριμένης ποιότητας (S500s) και διαμέτρου (Φ20)”. (υπεύθυνη επίβλεψης στο εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας της εταιρίας ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ ΑΕ)
 - Στον κ. Οικονόμου Αριστοτέλη, τελειόφοιτο Πολιτικό Δομικό ΤΕ ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ.
 - Στους κ. Παπαγεωργίου Δημήτριο, Μηχανολόγο Μηχανικό ΤΕ, εργαστηριακό συνεργάτη στο εργαστήριο Π.Ε.Τ.ΥΛ. (αίθ.Β216) ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, Σταυρίδη Νικόλαο & Κυριακού Νικόλαο σπουδαστές Μηχανολογίας ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, για την εκμάθηση λειτουργίας των σκληρομέτρων και του μικρο σκληρομέτρου.
- Ανάλογες ευχαριστίες οφείλονται στο νομικό πρόσωπο :
- Χαλυβουργική ΑΕ, εργοστάσιο παραγωγής χαλύβων για την προσφορά των ράβδων χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος Β500C, Φ20, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα πτυχιακή καθώς και για τη διάθεση του άριστα διακριβωμένου εξοπλισμού του εργαστηρίου για τις δοκιμές εφελκυσμού, χημικής ανάλυσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Τίτλος.....	Σελ. 2
Περίληψη.....	Σελ. 3
Αφιέρωση.....	Σελ. 4
Πρόλογος.....	Σελ. 5
Περιεχόμενα.....	Σελ. 7
· <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο</u>	
“Εισαγωγή”	
1.1 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	Σελ. 11
1.2 Επιλογές – Παραδοχές	Σελ. 11
1.2.1 Υλικά	Σελ. 11
1.2.2 Εξοπλισμός.....	Σελ. 12
1.3 Σταδια εργαστηριακής προεκπαίδευσης σπουδάστριας.....	Σελ. 12
· <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο</u>	
“Ταυτοποίηση υλικού”	
2.1 Χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος S500s,Φ20 (Tempcore).....	Σελ. 14
2.1.1 Αποδοχή διατομής	Σελ. 14
2.1.2 Έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων	Σελ. 15
2.1.3 Χημική ανάλυση τελικού προϊόντος (χάλυβας B500C).....	Σελ. 15
2.1.4 Μεταλλογραφική εξέταση μικροδομής	Σελ. 16
2.1.5 Μικροσκληρομετρήσεις - Σκληρομετρήσεις	Σελ. 20
· <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο</u>	
“Σχεδιασμός προγράμματος”	
3.1 Δοκίμια	Σελ. 26
3.1.1 Επιλογή δοκιμών και μεθόδου ελέγχου αυτών	Σελ. 26

3.1.2	Κοπή και μέγεθος δοκιμίων	Σελ. 26
3.1.3	Σήμανση – Αρίθμηση	Σελ. 26
3.1.4	Χάραξη	Σελ. 27
3.2	Δοκιμή εφελκυσμού	Σελ. 27
3.2.1	Επιλογή διαγραμμάτων – συμβολισμών	Σελ. 27

· **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°**

“Μετρήσεις – Επεξεργασία μετρήσεων”

4.1	Ορισμοί – Σύμβολα	Σελ. 30
4.1.1	Σημεία στίξης σε μεγέθη – δείκτες	Σελ. 30
4.1.2	Μεγέθη και μονάδες μέτρησης	Σελ. 31
4.2	Πίνακες	Σελ. 32
4.3	Στατιστικοί πίνακες – κριτήρια συμμόρφωσης	Σελ. 36

· **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°**

“Συμπεράσματα”..... Σελ. 41

· **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°**

“Συμβολισμοί”

6.1	Πίνακες – διαγράμματα	Σελ. 43
6.1.1	Μεγέθη – μονάδες μέτρησης –ορισμοί	Σελ. 43
6.1.2	Σημεία στίξης σε μεγέθη – δείκτες	Σελ. 44
6.2	Συγκοπτόμενα – αρχικά	Σελ. 45
6.2.1	Οργανισμοί – Εταιρίες	Σελ. 45
6.2.2	Κανονισμοί – Προδιαγραφές – Συστήματα τυποποίησης	Σελ. 45
6.2.3	Λοιποί συμβολισμοί.....	Σελ. 45
6.2.4	Ορισμοί κατά το Κανονισμό Τεχνολογίας Χαλύβων	Σελ. 45

· **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7°**

“Προδιαγραφές – Βιβλιογραφία – Κατάλογοι και φυλλάδια”..... Σελ. 48

· **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°**

“Παραρτήματα – Ευρετήρια”

8.1	Όργανα	Σελ. 51
-----	--------------	---------

8.1.1	Διακριβώσεις – Πιστοποιητικά	Σελ. 51
8.1.2	Prospectus εργαστηριακών οργάνων	Σελ. 64
8.2	Μέθοδος παραγωγής Tempcore	Σελ. 69
8.3	Στοιχεία δοκιμίων	Σελ. 70
8.4	Όργανα που χρησιμοποιήθηκαν	Σελ. 70
8.5	Διαγράμματα εφελκυσμού	Σελ. 72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

« Εισαγωγή »

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

“ΕΙΣΑΓΩΓΗ”

1.1) ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Σκοπός αυτής της πτυχιακής ήταν η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του πειράματος αντοχής σε εφελκυσμό με στατική φόρτιση ράβδων ελληνικού χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος B500C σύμφωνα με τους ελέγχους και τα κριτήρια συμμόρφωσης για χάλυβες παραγόμενους σε τρίτες χώρες. (Κ.Τ.Χ. § 4.4)

Είναι σημαντική η ολοκληρωτική επεξεργασία που γίνεται από την σπουδάστρια σε συγκεκριμένες μηχανικές ιδιότητες του καινούργιου τύπου χάλυβα B500C λαμβάνοντας έτσι καθοριστικά αποτελέσματα για το Μέτρο Ελαστικότητας (E) και την δυσθραυτότητα σε στατική φόρτιση (ks).

Επιπλέον οι μετρήσεις, τα αποτελέσματα καθώς και τα δοκίμια της παρούσας εργασίας αποτελούν χρήσιμο υλικό στο πρόγραμμα εργαστηριακών ασκήσεων του Π.Ε.Τ.ΥΛ. Β' Δομικών συμβάλλοντας στην εκπαίδευση των σπουδαστών με τον νέο τύπο χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος.

1.2) ΕΠΙΛΟΓΕΣ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

1.2.1) ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος B500C, Φ20, επιφανειακά βελτιωμένου με την μέθοδο Temprocore.

Αυτά τα δοκίμια πέρασαν από την διαδικασία του εφελκυσμού με στατική φόρτιση , προκειμένου να υπολογιστούν πειραματικά και να συγκριθούν οι μηχανικές ιδιότητες.

Ο αριθμός των ράβδων είναι σαράντα (40) και ανήκουν σε τρεις ομάδες :

- Ομάδα Α : Είκοσι (20) δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου (δέκα έχουν υποστεί εργοσκληρυνση)
- Ομάδα Β : Δέκα (10) δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος
- Ομάδα Γ : Δέκα (10) δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια

Έπειτα από την εφαρμογή της στατικής φόρτισης συντάχθηκαν πίνακες έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί στατιστική επεξεργασία τιμών μηχανικών ιδιοτήτων με

σκοπό την αξιολόγηση των δειγμάτων με τα κριτήρια συμμόρφωσης για παραγόμενο χάλυβα σε τρίτες χώρες.

1.2.2) ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Για την διεξαγωγή του πειραματικού μέρους της πτυχιακής εργασίας έγινε χρήση (χωρίς οικονομική επιβάρυνση της σπουδάστριας) του εξοπλισμού :

- i. Του εργαστηρίου Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών του Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ (Π.Ε.Τ.ΥΛ. αίθουσα Β216)
[σκληρομετρήσεις, μικροσκληρομετρήσεις, μεταλλογραφική εξέταση, ζυγίσεις δοκιμίων]
- ii. Του εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας της ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ Α.Ε. στην Ελευσίνα . [δοκιμή εφελκυσμού, χημική ανάλυση]

1.3) ΣΤΑΔΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΡΟΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ

Στους χώρους που αναφέρονται παρακάτω έγινε η προεκπαίδευση της σπουδάστριας σε τυποποιημένους εργαστηριακούς ελέγχους πριν την έναρξη της εργασίας ώστε να μπορεί να καλύψει επιτυχώς της ανάγκες της πτυχιακής :

- **02/2007 – 06/2007** Β' τυπικό εξάμηνο στο Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
Θεωρητικό και εργαστηριακό μέρος του μαθήματος “Ποιοτικός Έλεγχος και Τεχνολογία Υλικών” Π.Ε.Τ.ΥΛ. (αιθ. Β216) του Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ στο οποίο περιλαμβάνεται ο έλεγχος ποιότητας των υλικών αυτών.
- **12/2007** Εκπαίδευση στο εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας της ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ Α.Ε. στην Ελευσίνα όσον αφορά την λειτουργία μηχανημάτων του εργαστηρίου , την θραύση δοκιμίων χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος καθώς και την ρύθμιση παραμέτρων υδραυλικής πρέσσας από προσωπικό εκπαιδευμένο και εσωτερικά ειδικευμένο στην εταιρία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

« Ταυτοποίηση υλικού »

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

« Ταυτοποίηση Υλικού »

2.1) Χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος B500C , Φ20(Tempcore).

Οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος διακρίνονται ως εξής :

- i) ως προς τη μέθοδο παραγωγής
- ii) ως προς τη μορφή της επιφάνειας της ράβδου
- iii) ως προς τη την ολκιμότητα
- iv) ως προς τη συγκολλησιμότητα

Το είδος χάλυβα που χρησιμοποιείται σ' αυτή την εργασία είναι χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος B500C επιφανειακά επιβελτιωμένου με την μέθοδο Tempcore και διαμέτρου Φ20.

Η επαλήθευση της παραπάνω τεχνικής κατηγορίας του προϊόντος θα επιτευχθεί με την ακολουθία δειγματοληπτικών ελέγχων παρτίδας σύμφωνα με την §4.5 του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων.

2.1.1) Αποδοχή διατομής

Ο Κ.Τ.Χ. στην §4.5.2 αναφέρει ότι για την εξέταση της ονομαστικής διατομής, χρειάζονται τρία (3) δοκίμια τα οποία λαμβάνονται από τρεις διαφορετικές ράβδους μιας παρτίδας.

Από το υλικό επεξεργασίας δύναται στη σπουδάστρια η επιλογή τριών (3) δοκιμίων, με οποιονδήποτε συνδυασμό, από το σύνολο των 40.

Στους πίνακες που αναρτώνται στο Κεφάλαιο 4, όλες οι βέργες ικανοποιούν την §4.5.2 του Κ.Τ.Χ. και του προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3.

Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί ότι κάθε διατομή Soi ικανοποιεί τις παρακάτω σχέσεις (για χάλυβα διαμέτρου Φ20) :

- i) $S_{ov} - 4,5\% * S_{ov} < \underline{S_{oi}} < S_{ov} + 4,5\% * S_{ov} \Rightarrow$
 $314 - 4,5\% * 314 < S_{oi} < 314 + 4,5\% * 314 \Rightarrow$
 $299,89 \text{ mm}^2 < S_{oi} < 328,13 \text{ mm}^2$
- ii) $m_{ov} - 4,5\% * m_{ov} < m_i < m_{ov} + 4,5\% * m_{ov} \Rightarrow$
 $2,47 - 4,5\% * 2,47 < m_i / Li < 2,47 + 4,5\% * 2,47$
 $2,36 \text{ Kg/m} < m_i / Li < 2,58 \text{ Kg/m}$

$$\text{όπου } S_{ov} = \pi * (D_{ov}^2 / 4) = 3,14 * (20^2 / 4) = 314 \text{ mm}^2$$

2.1.2) Έλεγχος Μηχανικών Ιδιοτήτων

Σύμφωνα με την §3.2.1. του Κ.Τ.Χ., η εξέταση του ορίου διαρροής f_y , του λόγου της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής f_t/f_y και της συνολικής ανοιγμένης παραμόρφωσης (επιμήκυνση) στο μέγιστο φορτίο $\epsilon_u\%$ γίνεται με την επιλογή τριών δοκιμίων (οποιοδήποτε συνδυασμού) από το σύνολο των 40.

Από τους πίνακες (κεφ.4) είναι φανερό ότι όλα τα δοκίμια ικανοποιούν τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και του προτύπου ΕΛΟΤ 1421-3 (Χαρακτηριστικές Τιμές : $f_y=500\text{N/mm}^2$, $1,15 \geq f_t/f_y \leq 1,35$, $\epsilon_u\% \geq 7,5$).

2.1.3) Χημική Ανάλυση Τελικού Προϊόντος (χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος B500C).

Η χημική ανάλυση προκύπτει από φασματογράφο οπτικής εκπομπής επί του τελικού προϊόντος. Παρακάτω αναγράφονται τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (απαιτούνται δύο χημικές αναλύσεις), όπως επίσης και τα όρια που θέτει ο Κ.Τ.Χ. §.3.5.3 και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN10080 για αυτά.

1^η Χημική ανάλυση

03/07/2008 , Program : NEWFELAS , Task : FELAST

Run	C	Mn	S	P	Si	Ni	Cr	Cu
Avg	0,19415	0,04913	0,03598	0,02545	0,16656	0,10384	0,07903	0,45497
	V	Al	Sn	Mo	FE%	Ti	Pb	Co
Avg	0,00281	0,00262	0,01358	0,02490	97,7914	0,00010	0,00833	0,01141
	As	Ca	Nb	N	O	C _{eq}	Mn _S	
Avg	0,00923	0,00001	0,00265	0,00768	0,01613	0,42761	29,15876	

2^η Χημική ανάλυση

28/08/2008 , Program : NEWFELAS , Task : FELAST

Run	C	Mn	S	P	Si	Ni	Cr	Cu
Avg	0,20113	1,03745	0,03805	0,02951	0,16440	0,10966	0,07977	0,47914
	V	Al	Sn	Mo	FE%	Ti	Pb	Co
Avg	0,00200	0,00468	0,01484	0,02060	97,7529	0,00001	0,00187	0,01186
	As	Ca	Nb	N	O	C _{eq}	Mn _S	
Avg	0,00902	0,00001	0,00149	0,00954	0,03207	0,43377	27,26460	

Οι χάλυβες θεωρούνται συγκολλησιμοι, όταν οι περιεκτικότητες σε άνθρακα (C), θείο (S), φωσφόρο (P), άζωτο (N), χαλκό (Cu) καθώς και η ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα C_{eq} δεν υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές που δίνονται στον Πίνακα 3-5 του Κ.Τ.Χ. Από τον παρακάτω πίνακα φαίνεται ότι και οι δύο χημικές αναλύσεις περνάνε επιτυχώς τον έλεγχο, επομένως η παρτίδα θεωρείται ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις του κανονισμού.

	1 ^η χημ.ανάλυση	2 ^η χημ.ανάλυση	Όρια κατά ΚΤΧ (μέγιστες περιεκτικότητες)
C	0,19	0,20	0,24
S	0,036	0,038	0,055
P	0,025	0,030	0,055
N	0,008	0,009	0,014
Cu	0,46	0,48	0,85
C_{eq}	0,43 !	0,43 !!	0,52

$$! \quad C_{eq1} = C + (Mn/6) + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15 = 0,42761\% = 0,43\%$$

$$!! \quad C_{eq2} = C + (Mn/6) + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15 = 0,43377\% = 0,43\%$$

2.1.4.) Μεταλλογραφική εξέταση μικροδομής.

Τα δοκίμια που χρησιμοποιήθηκαν για μεταλλογραφική εξέταση προήλθαν από κοπή των βεργών Νο9 και Νο10, Α ομάδα. Έπειτα από δοκιμές λείανσης άλλων δοκιμίων με παρόμοιες ιδιότητες, ακολούθησαν λειάνσεις των δοκιμίων της παρούσας εργασίας. Τα λειαντικά χαρτιά, ανθρακοπυριτίου (SiC), που χρησιμοποιήθηκαν είναι :

FEPA Standard number : P220, P320 , P500 , P800, P1000 , P1200 , P2400

Η επιλογή αυτής της σειράς των λειαντικών χαρτιών έγινε έτσι ώστε κάθε επόμενο χαρτί να έχει μέγιστο κόκκο τουλάχιστον το ήμισυ του προηγούμενου επιτυγχάνοντας έτσι την ομαλή μετάβαση από το ένα λειαντικό χαρτί στο άλλο. Ο χρόνος που χρειάστηκε για τη λείανση σε κάθε χαρτί υπολογίζεται περίπου στα 1,5 λεπτά.

Έπειτα ακολούθησε η διαδικασία της στίλβωσης (εκμηδενίζοντας το συνολικό βάθος του τελικού επιπέδου), κατά την οποία χρησιμοποιήθηκαν αλουμίνα 1,0 μm

και αλουμίνα 0,30 μm με αντίστοιχη τσόχα και γαλάκτωμα συνολικός χρόνος σε κάθε πανί ήταν λιγότερος του ενός λεπτού.

Μετά ακολούθησε η διαδικασία της χημικής προσβολής, με την οποία προβάλεται και απεικονίζεται η δομή του μετάλλου κάνοντας χρήση χημικών αντιδραστηρίων. Ανάλογα με τη χημική σύσταση του μετάλλου και τις κατεργασίες που έχει υποστεί αυτό, χρησιμοποιείται και ο ανάλογος τύπος χημικού αντιδραστηρίου (Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από δοκίμιο σε δοκίμιο και επιτυγχάνεται με πειραματικές δοκιμές) .

Για χάλυβα με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα χρησιμοποιούνται τα εξής :

Nital (100 ml $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ με 4 ml HNO_3 1,4) και

Στην προκειμένη περίπτωση επιλέχθηκε :

Nital 3% κ.ο. (100 ml $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ με 3 ml HNO_3 1,4)

Παρακάτω ακολουθούν επεξηγήσεις για τα σημεία όπου έγιναν οι μικροφωτογραφίες :

Δοκίμιο No2 (χρόνος παραμονής 13sec – κάτω επιφάνεια)

§ σημείο 1 (κέντρο): φωτογραφία 2 = μεγέθυνση x 1000

φωτογραφία 4 =//.....x 1000

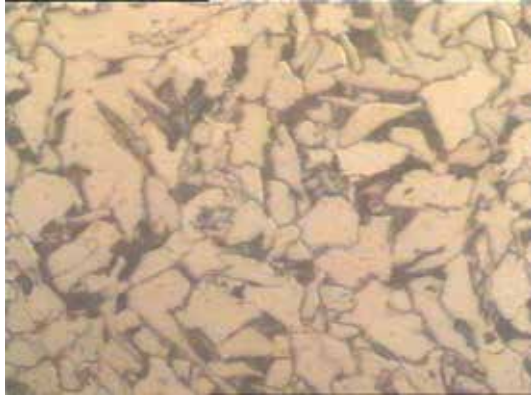
§ σημείο 2 (ενδιάμεσο): φωτογραφία 20 =//.....x 1000

φωτογραφία 22 =//.....x 1000

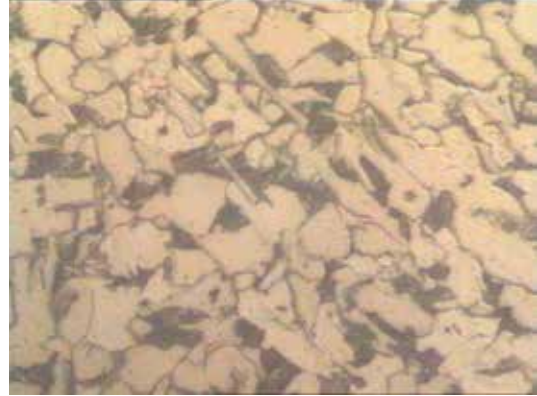
§ σημείο 3 (άκρη): φωτογραφία 57 =//.....x 1000

φωτογραφία 58 =//.....x 1000

Σημείο 1



Φωτογραφία 2

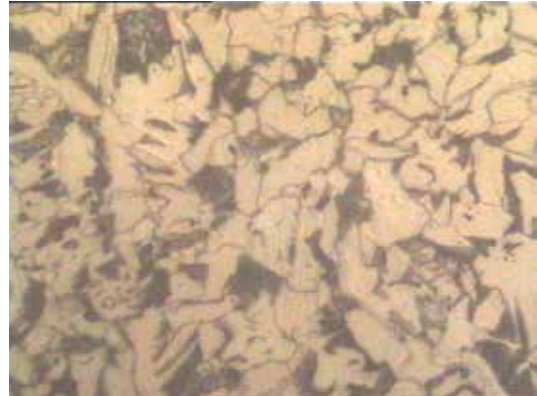


Φωτογραφία 4

Σημείο 2



Φωτογραφία 20



Φωτογραφία 22

Σημείο 3



Φωτογραφία 57



Φωτογραφία 58

Δοκίμιο Νο3 (χρόνος παραμονής 45sec – κάτω επιφάνεια)

§ σημείο 1 (κέντρο): φωτογραφία 28 = μεγέθυνση x 500

§ σημείο 2 (στεφάνι): φωτογραφία 7 =//.....x 50

§ σημείο 3 (άκρη): φωτογραφία 1 =//.....x 1000

§ σημείο 4 (νεύρωση): φωτογραφία 8 =//.....x 50

Σημείο 1



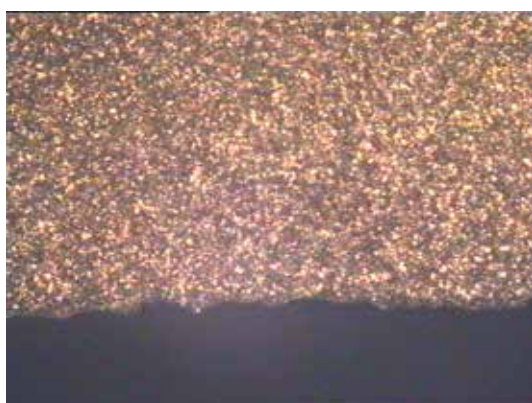
Φωτογραφία 28

Σημείο 2



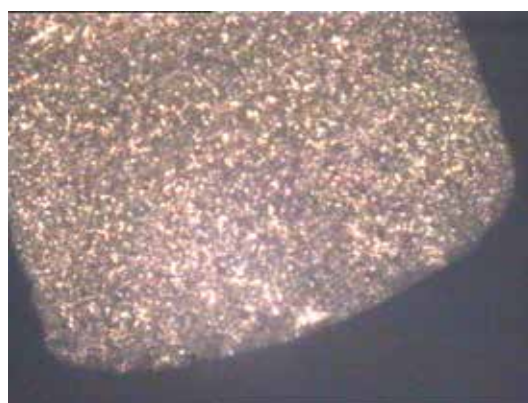
Φωτογραφία 7

Σημείο 3



Φωτογραφία 1

Σημείο 4



Φωτογραφία 8

2.1.5) Μικροσκληρομετρήσεις - Σκληρομετρήσεις

· Διαδικασία ~ Αποτελέσματα ~ Διάγραμμα Μικροσκληρομέτρησης

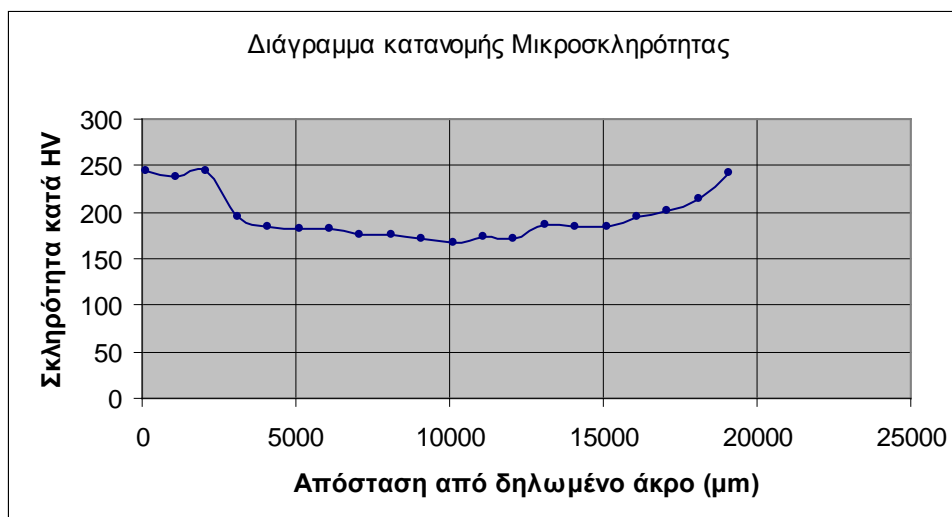
Πριν από τη μικροσκληρομέτρηση απαιτείται η λείανση και η στίλβωση των δοκιμίων (με τον τρόπο που αναφέρεται παραπάνω) . Κάθε αποτύπωμα του διεισδυτή απέχει 1000 μικρά (0,01mm = 10 μ m) κατά τη διάμετρο του δοκιμίου (No7 κάτω επιφάνεια). Σκοπός της μεθόδου αυτής είναι η αναγνώριση των διαφορετικών δομών κατά μήκος της διαμέτρου (22 mm περίπου) του δοκιμίου με βάση τη σκληρότητα. Η δοκιμή έγινε με φορτίο 200gf και χρόνο επιβολής πλήρους φορτίου 15 sec.

- Οι μικροσκληρομετρήσεις έχουν γίνει κατά μήκος των δύο νευρώσεων .
- Αρχή των μετρήσεων => 100 μ m από δηλωμένο άκρο .
- Οι διεισδύσεις όλες ανήκουν στην ίδια ευθεία (ανά 1000 μ m)

Πίνακας

α/α	Απόσταση από δηλωμένο άκρο (μ m)	d1 (μ m)	d2 (μ m)	Δμέση (μ m)	HV*	Αντιστοιχία σε HRB	Αντιστοιχία σε HRC
1	100	38, 7	39, 1	38, 9	245, 1		
2	1100	39, 6	39, 4	39, 5	237, 7		
3	2100	38, 9	39, 1	39, 0	243, 8		
4	3100	43, 8	43, 6	43, 7	194, 2		
5	4100	44, 7	44, 9	44, 8	184, 8		
6	5100	44, 9	45, 1	45, 0	183, 2		
7	6100	45, 1	45, 1	45, 1	182, 3		
8	7100	46, 3	45, 6	46, 0	175, 7		
9	8100	46, 7	45, 6	46, 0	175, 7		
10	9100	46, 6	46, 6	46, 6	170, 8		
11	10100	47, 6	46, 5	47, 1	167, 2		
12	11100	45, 7	46, 4	46, 1	174, 5		
13	12100	47, 0	46, 1	46, 6	170, 8		
14	13100	45, 6	43, 8	44, 7	185, 6		
15	14100	44, 6	44, 9	44, 8	184, 8		
16	15100	44, 6	45, 0	44, 8	184, 8		
17	16100	44, 3	42, 9	43, 6	195, 1		
18	17100	43, 6	42, 4	43, 0	200, 6		
19	18100	42, 2	41, 1	41, 7	213, 3		
20	19100	39, 1	39, 0	39, 05	243, 2		

- **d1 & d2**= η πρώτη & η δεύτερη διάμετρος του ρομβικού αποτυπώματος που αφήνει ο διεισδυτής του μικροσκληρόμετρου
- **dmέση**= ο αριθμητικός μέσος όρος των **d1 & d2**



Η μέτρηση των διαγωνίων του αποτυπώματος γίνεται με τη μικροκλίμακα του μικροσκοπίου του μικροσκληρομέτρου. Στη συνέχεια γίνεται αναγωγή, για την εύρεση της σκληρότητας, στην κλίμακα Vickers (HV). Οποιοδήποτε συστηματικό σφάλμα, κατά την μέτρηση της διάστασης των διαμέτρων του αποτυπώματος, μπορεί να επιφέρει σημαντική απόκλιση της τιμής της σκληρότητας από τη πραγματική. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται αποτελέσματα μικροσκληρομέτρησης για πρότυπο δοκίμιο βαθμονόμησης (block No 748-566, hardness value: 707,7HV_{0.2}).

	1 (HV _{0.2})	2 (HV _{0.2})	3 (HV _{0.2})	4 (HV _{0.2})	5 (HV _{0.2})	6 (HV _{0.2})
Μετρήσεις μικροσκληρο- μέτρου εργ. Π.Ε.Τ.ΥΛ. (18/07/08)	671, 6	701, 1	695, 0	695, 0	671, 6	683, 2
Μετρήσεις μικροσκληρο- μέτρου ΕΑΒ (29/07/08)	681, 0	685, 0	690, 0	695, 0	684, 0	684, 0
Μετρήσεις κατασκευαστή (03/10/91)	702, 0	704, 0	705, 0	690, 0	699, 0	704, 0

· Διαδικασία και Αποτελέσματα Σκληρομετρήσεων

Έγιναν σκληρομετρήσεις κατά Rockwell B (HRB) και Rockwell C (HRC) μετά από λείανση και στίλβωση των δοκιμίων (No6 πάνω~κάτω επιφάνεια, No7 κάτω επιφάνεια) .

HRB => 100Kp, προφόρτιση 10 sec

HRC => 150 Kp, προφόρτιση 15 sec , φόρτιση 17 sec

Πίνακας 1

Δοκίμια	Απόσταση από δηλωμένο άκρο (mm)	Ένδειξη οργάνου σε HRB	Πραγματική τιμή σκληρότητας σε HRB	Αντιστοιχία σε Vickers (HV)	
No6 πάνω	1, 80	100, 5	101, 7		Κάθετος στα διαμήκη νεύρα
	5, 15	87, 5	88, 2		
	9, 80	87, 0	87, 7		
	11, 00	87, 0	87, 7		
	15, 00	85, 5	86, 2		
	18, 20	93, 0	93, 9		
No6 κάτω	2, 30	92, 5	93, 4		Παράλληλα στα νεύρα
	5, 50	90, 5	91, 4		
	8, 30	87, 0	87, 7		
	11, 50	90, 0	90, 8		
	15, 30	93, 5	94, 5		
No7 κάτω	2, 70	92, 5	93, 4		Παράλληλα στα νεύρα
	5, 25	90, 0	90, 8		
	8, 20	89, 8	90, 6		
	11, 70	90, 2	91, 0		
	14, 60	94, 5	95, 5		

Πίνακας 2

Δοκίμια	Απόσταση από δηλωμένο άκρο (mm)	Ένδειξη οργάνου σε HRC	Πραγματική τιμή σκληρότητας σε HRC	Αντιστοιχία σε HRB	Αντιστοιχία Σε Vickers (HV)	
Νο6 πάνω	1, 80	10, 0	11, 8			Κάθετος στα διαμήκη νεύρα
	3, 90	5, 5	7, 5			
	6, 60	6, 5	8, 5			
	9, 25	6, 5	8, 5			
	11, 90	5, 0	7, 1			
	14, 50	6, 0	8, 0			
	17, 50	15, 5	16, 9			
Νο6 κάτω	3, 00	11, 3	13, 0			Παράλληλα στα νεύρα
	6,70	8, 5	10, 4			
	10, 50	10, 9	12, 6			
	13, 40	10, 2	12, 0			
	16, 30	17, 5	18, 8			
Νο7 κάτω	2, 60	12, 0	13, 7			Παράλληλα στα νεύρα
	6, 00	8, 9	10, 7			
	8, 60	5, 0	7, 1			
	12, 00	5, 0	7, 1			
	15,00	12, 0	13, 7			

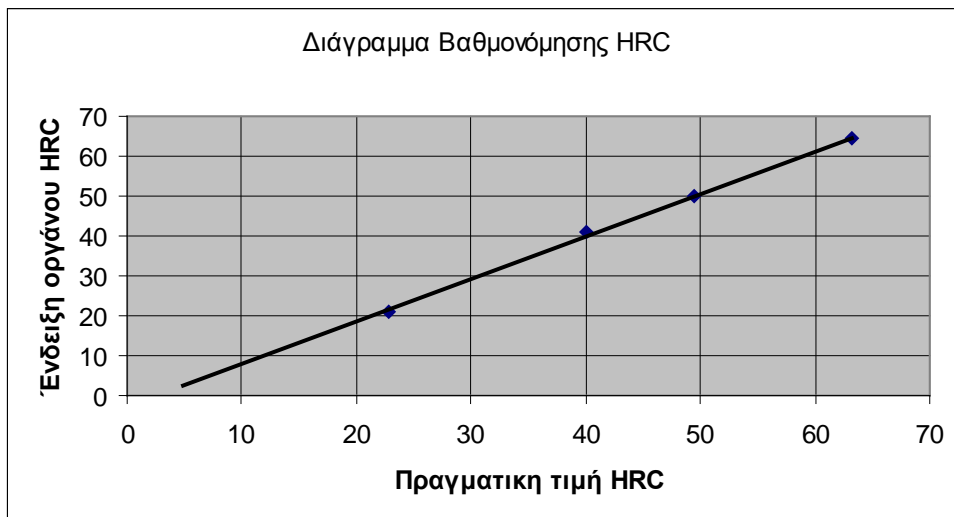
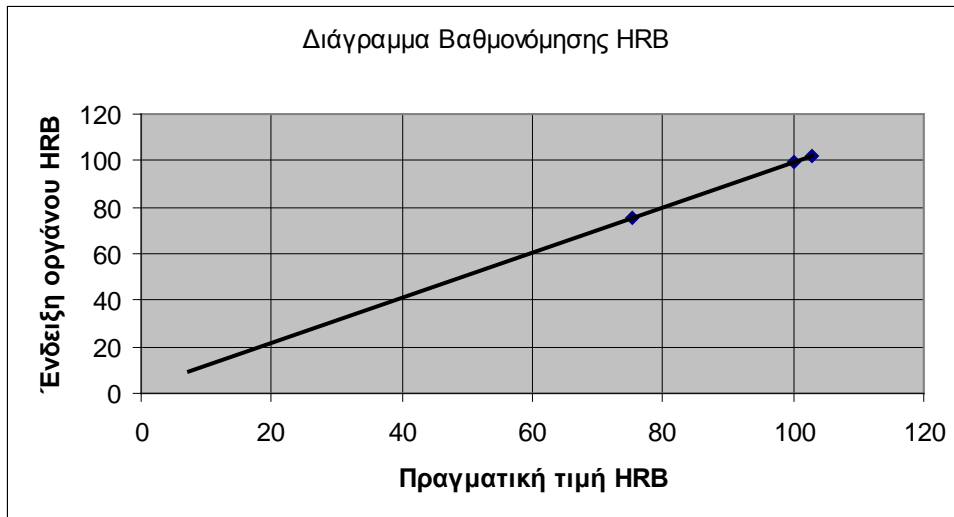
Αποτελέσματα και Διαγράμματα Βαθμονόμησης Σκληρομέτρων (HRB-HRC)

Πίνακας αποτελεσμάτων βαθμονόμησης (HRB)

Ένδειξη οργάνου σε HRB	Πραγματική τιμή (πρότυπο)
75, 1	75, 4
99, 0	100, 0
101, 6	103, 0

Πίνακας αποτελεσμάτων βαθμονόμησης (HRC)

Ένδειξη οργάνου σε HRC	Πραγματική τιμή (πρότυπο)
21, 1	22, 8
41, 2	40, 0
50, 0	49, 5
64, 3	63, 2



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

« Σχεδιασμός προγράμματος »

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

« Σχεδιασμός Προγράμματος »

3.1) Δοκίμια

3.1.1) Επιλογή δοκιμίων και μεθόδου ελέγχου αυτών

Η επιλογή δοκιμίων για δειγματοληπτικούς ελέγχους παρτίδας όσο και για ελέγχους και κριτήρια συμμόρφωσης (για εγχωρίως παραγόμενους χάλυβες, για χάλυβες παραγόμενους στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή στις χώρες της Ε.Ζ.Ε.Σ. μέλη της ΕΟΧ, για παραγόμενους σε τρίτες χώρες) γίνεται σύμφωνα με τα όσα ορίζει ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος στο 4^ο Κεφάλαιο (§4.2, §4.3, §4.4, §4.5.1). Η δειγματοληψία, οι ιδιότητες που ελέγχονται και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αναφέρονται στα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ 1421-3.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται τρεις παρτίδες ελέγχου οι οποίες θα συγκριθούν μεταξύ τους ως προς τις μηχανικές τους ιδιότητες και είναι οι εξής :

- 20 δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου (10 έχουν υποστεί εργοσκλήρυνση)
- 10 δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος
- 10 δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια

Η τελευταία “παρτίδα” ελέγχου προφανώς δεν αποτελεί αντικείμενο ελέγχου για τον Κ.Τ.Χ. (διαφορετικά χυτήρια) Παρόλα αυτά χρησιμοποιείται για να συγκριθεί με τις άλλες, πάνω στις ίδιες μεθόδους αξιολόγησης και ελέγχου.

3.1.2) Κοπή και Μέγεθος Δοκιμίων

Η κοπή των παραπάνω δοκιμίων έγινε με μηχανήμα κοπής MACC της ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΕ, των οποίων το μήκος (μετά την κοπή) είναι 500mm(±2). Το μήκος αυτό επιλέχθηκε με βάση το διεθνές πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15630-1.

3.1.3) Σήμανση – Αρίθμηση

Η αρίθμηση (σήμανση) των δοκιμίων κάθε ενός από τις τρεις “παρτίδες” αποτελείται από δύο χαρακτήρες . Ο πρώτος αναφέρεται στο κοινό χαρακτηριστικό των δοκιμίων της κάθε παρτίδας και αποτυπώνεται με ένα γράμμα :

- Α : για τα δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου
- Β : για τα δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος
- Γ : για τα δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια

Ο δεύτερος χαρακτήρας αποτελείται από έναν αριθμό, δηλώνοντας τον αύξοντα αριθμό των δοκιμίων.

Έτσι για παράδειγμα το δοκίμιο Γ10 είναι το 10^ο δοκίμιο από την 10άδα των ράβδων από διαφορετικά χυτήρια.

3.1.4) Χάραξη

Όλα τα δοκίμια, πριν από τη δοκιμή εφελκυσμού, χαράχτηκαν ανά διαστήματα πέντε χιλιοστών (προκειμένου για τον υπολογισμό των l_0' , $\epsilon_5\%$, $A_{gt}\%$) με μηχανήμα χάραξης της ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ Α.Ε.

3.2) Δοκιμή Εφελκυσμού

Ο έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων “παρτίδας” γίνεται με την εφαρμογή της μεθόδου του εφελκυσμού (ISO 15630-1).

Παρακάτω, θα παρατεθούν τα διαγράμματα εφελκυσμού, τα μεγέθη που προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία αλλά και ο τρόπος υπολογισμού αυτών.

3.2.1) Επιλογή Διαγραμμάτων – Συμβολισμών

Τα διαγράμματα που προήλθαν από τη δοκιμή του εφελκυσμού επιλέχθηκαν ως διαγράμματα τάσης–παραμόρφωσης(kn-mm). (Στο παράρτημα Γ παρατίθενται διαγράμματα, στα οποία διαγράφεται μεγενθυμένο το τμήμα της καμπύλης από τη στιγμή της έναρξης εφελκυσμού έως και τη φάση διαρροής). Δίνονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά F_y , f_y , F_t , f_t , $f_{p0.2}$, f_{yact}/f_{ynom} , f_t/f_y υπολογισμένα από το λογισμικό του ηλεκτρονικού υπολογιστή που συνδέεται με τη μηχανή εφελκυσμού.

Με βάση αυτές τις ιδιότητες του υπό εξέταση δοκιμίου και του διαγράμματος εφελκυσμού του, ακολουθούν τέσσερις (4) πίνακες με μεγέθη που απορρέουν από αυτά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A/A	m	L	m/ L	S ₀	L'	$\Delta l_0'$ (πλ)	L ₀	$\epsilon_0\%$	L _{0'}	V ₀	l _{0'}	l ₀	$\epsilon_5\%$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A/A	$\Delta L_0'$ (πλ)	ΔL_0 (ολ)	$\Delta L_0''$ (ελ)	F ₀	W ₀ (ελ)	F _m	$\Delta L_0''m$ (ολ)	ΔL_m (ολ)	$\Delta L_0'm$ (πλ)	f _m

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A/A	$\Delta L'p$ ($\pi\lambda$)	ΔLp ($\sigma\lambda$)	$\Delta L''p$ ($\epsilon\lambda$)	ΔLi	Fp	fp	Wp ($\epsilon\lambda$)	ΔLsp	ΔLsf	Wy	Fy	fy

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A/A	fm/fy	So	Sm'	n	e	$Wstat$	W/V	$Wdyn$	W/S	$Wtota$ 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

« Μετρήσεις – Επεξεργασία μετρήσεων »

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Μετρήσεις – επεξεργασία μετρήσεων

4.1) Ορισμοί – σύμβολα

4.1.1) Σημεία στίξης σε μεγέθη – Δείκτες

α) Συμβολισμοί επιμηκύνσεων

$$\Delta L_{\xi}'''(\text{ολ}) = C_{\xi} - C_0$$

$$\Delta L_{\xi}'(\text{πλ}) = \Delta L_{\xi}'(\text{μον}) = C_{\xi}' - C_0$$

$$\Delta L_{\xi}''(\text{ελ}) = \Delta L_{\xi}''' - \Delta L_{\xi}' = C_{\xi}'''(\text{ολ}) - C_{\xi}'(\text{πλ})$$

$$\Delta L_{\xi}'''(\text{ολ}) = \Delta L_{\xi}'(\text{πλ}) + \Delta L_{\xi}''(\text{ελ})$$

$$L_{\xi}'''(\text{ολ}) = \Delta L_{\xi}'''(\text{ολ}) = L_{\xi} + \Delta L_{\xi}'(\text{πλ}) + \Delta L_{\xi}''(\text{ελ}) = L_{\xi} + C_{\xi} - C_0$$

β) Τόνοι

1. Οριακά σημεία καμπύλης εφελκυσμού

2. Τόνοι

() = στάσιο προ του εφελκυσμού (L, L₀)

(') = τελικό μήκος του μεγέθους μετά την αποφόρτιση, άρα μόνο η παραμένουσα (πλαστική, μόνιμη) παραμόρφωση

('') = τμήμα του μεγέθους που περιλαμβάνει μόνο την ελαστική παραμόρφωση

(''') = τμήμα του μεγέθους που περιλαμβάνει και την ελαστική και την πλαστική (μόνιμη) παραμόρφωση

4.1.2) ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΣΥΜΒΟΛΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ / ΟΡΙΣΜΟΙ
A/A	(-)	αριθμός δοκιμίου
m	(gr)	αρχική μάζα δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε σήμανση ή κατεργασία
L	(mm)	αρχικό συνολικό μήκος δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε κατεργασία
L'	(mm)	συνολικό μήκος δοκιμίου μετά τη θραύση, με συναρμογή των δύο ξεχωριστών τεμαχίων που δημιουργήθηκαν από αυτή [περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης] / $L + \Delta L$ (πλλ)
So	(mm ²)	αρχική ισοδύναμη κυκλική διατομή δοκιμίου συνολικού αρχικού μήκους πριν από οποιαδήποτε κατεργασία / $127,4 \cdot m/L$
Lo	(mm)	αρχικό συνολικό καταπονούμενο μήκος, κατά τη δοκιμή εφελκυσμού, μεταξύ των σταγώνων
Lo'	(mm)	συνολικό καταπονούμενο μήκος δοκιμίου μετά τη θραύση, μεταξύ των σταγώνων
lo	(mm)	[περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης] / $Lo + \Delta Lo$ (πλλ)
lo'	(mm)	μήκος 5don πριν τη δοκιμή εφελκυσμού, όπου don = η ονομαστική διατομή του δοκιμίου 20mm(φ20) / $lo = 5 \cdot 20 = 100$ mm
Vo	(mm ³)	[περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης] / $lo + \Delta lo$ (πλλ)
εο	(%)	αρχικός συνολικός καταπονούμενος όγκος του δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε κατεργασία / $Vo = So \cdot Lo$
ε5	(%)	συνολική ανηγμένη μόνιμη επιμήκυνση μετά τη θραύση, ολόκληρου του δοκιμίου, ανηγμένη στο συνολικό κατ'νο μήκος / $(L' - L) / L \cdot lo$
Fθ	(KN)	συμβατική ανηγμένη μόνιμη επιμήκυνση (μετά τη θραύση) του τμήματος 5d του δοκιμίου στην περιοχή της θραύσης / $(lo' - lo) / lo$
Fm	(KN)	φορτίο τη στιγμή της αποκώλησης (πέρας θραύσης)
Fp0,2	(KN)	μέγιστο φορτίο, έναρξη θραύσης
Fy	(KN)	φορτίο συμβατικού ορίου διαρροής
fθ	(KN)	φορτίο φανερού ορίου διαρροής
fθ	(N/mm ²)	συμβατική τάση τη στιγμή πέρατος της θραύσης (αμέσως προ της αποκώλησης)
fθ	(N/mm ²)	αντοχή εφελκυσμού / μέγιστη συμβατική τάση εφελκυσμού / έναρξη θραύσης (tensile / ultimate strength)
fθ	(N/mm ²)	συμβατική τάση στο συμβατικό όριο διαρροής (proof strength 0,2%)
fθ	(N/mm ²)	τάση στο φανερό οριο διαρροής (yield strength)
Wθ(ελ)	(Joule)	ελαστικό έργο τη στιγμή της αποκώλησης / $1/2 \cdot F_{\theta} \cdot \Delta L$ "θ(ελ)
Wp(ελ)	(Joule)	ελαστικό έργο κατά το συμβατικό όριο διαρροής
Wy	(Joule)	έργο (ενέργεια) που απορροφήθηκε από τη βέργα, από την έναρξη έως τη λήξη της διαρροής
Wstat	(Joule)	ολικό (πλ+ελ) έργο περιοχής στατικής φόρτισης μέχρι την έναρξη λαιμού (μέγιστο φορτίο)
Wdyn	(Joule)	ολικό (πλ+ελ) έργο περιοχής δυναμικής φόρτισης, από την έναρξη λαιμού (έναρξη θραύσης) μέχρι τη λήξη (αποκόλληση)
W total	(Joule)	έργο στατικής και δυναμικής φόρτισης ($W_{stat} + W_{dyn}$)
WW		δυσθραυστότητα στατικού πεδίου φόρτισης ($W_{stat} / So \cdot Lo$)
WIS		δυσθραυστότητα δυναμικού πεδίου φόρτισης (W_{dyn} / Sm')
Δli	(mm)	σημείο της (προέκτασης) ευθείας Hooke (για $F_i = 200KN$) βλ.....[$\Delta li = (F_i \cdot Lo) / (So \cdot E)$]
Sm'	(mm ²)	ισοδύναμη κυκλική διατομή που αντιστοιχεί στην ολική επιμήκυνση κατά το πέραςμα από τη μέγ. συμβατική τάση [$So \cdot Lo / (Lo + \Delta L)$ m'(πλλ)]
n	(-)	συντελεστής ελάττωσης της διατομής στο m ($0 < n < 1$), εκλέπτυνση (reduction in cross-sectional area %), στένωση της διατομής [$n = (So - Sm') / So$]
e	(-)	ενδοτράχυνση ή εργοσκλήρυνση % (work hardening) [$e = (So - Sm') / Sm'$]

4.2) Πίνακες

Πίνακας 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A/A	m (gr)	L (mm)	m/L (kg/m)	So (mm ²)	L' (mm)	Δlθ' (πλ)	Lo (mm)	Εο %	Lo' (mm)	Vo (mm ³)	lo' (mm)	lo (mm)	Ε5 %	Εu %
A1	1222,2	500	2,444	311,42	566	66	300	22,0	366	93425	126	100	26	11,331
A2	1229,3	501	2,454	312,60	560	59	300	19,7	359	93780	120	100	20	10,328
A3	1226,8	500	2,454	312,59	558	58	300	19,3	358	93777	121	100	21	9,328
A4	1227,9	500	2,456	312,87	562	62	300	20,7	362	93861	124	100	24	12,327
A5	1219,5	500	2,439	310,73	561	61	300	20,3	361	93219	123	100	23	11,314
A6	1221,2	500	2,442	311,16	557	57	300	19,0	357	93349	122	100	22	12,331
A7	1224,8	500	2,450	312,08	564	64	300	21,3	364	93624	123	100	23	14,329
A8	1225,7	500	2,451	312,31	559	59	300	19,7	359	93693	121	100	21	12,328
A9	1221,2	500	2,442	311,16	562	62	300	20,7	362	93349	123	100	23	12,328
A10	1225,8	501	2,447	311,71	563	62	300	20,7	362	93513	123	100	23	13,328

Πίνακας 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A/A	m (gr)	L (mm)	m/L (kg/m)	So (mm ²)	L' (mm)	Δlθ' (πλ)	Lo (mm)	Εο %	Lo' (mm)	Vo (mm ²)	lo' (mm)	lo (mm)	Ε5 %	Εu %
A11	1229,8	501	2,455	312,73	564	63	300	21,0	363	93818	120	100	20	8,339
A12	1224,9	500	2,450	312,10	560	60	300	20,0	360	93631	120	100	20	13,345
A13	1229,8	501	2,455	312,73	557	56	300	18,7	356	93818	114	100	14	9,345
A14	1229,2	501	2,453	312,58	564	63	300	21,0	363	93773	118	100	18	12,346
A15	1226,8	500	2,454	312,59	558	58	300	19,3	358	93777	120	100	20	11,342
A16	1223,2	500	2,446	311,67	553	53	300	17,7	353	93501	119	100	19	10,345
A17	1224,4	500	2,449	311,98	554	54	300	18,0	354	93593	118	100	18	9,344
A18	1223,5	500	2,447	311,75	559	59	300	19,7	359	93524	121	100	21	8,344
A19	1222,8	500	2,446	311,57	558	58	300	19,3	358	93471	121	100	21	9,345
A20	1225,2	500	2,450	312,18	551	51	300	17,0	351	93654	117	100	17	10,346

Πίνακας 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A/A	m (gr)	L (mm)	m/L (kg/m)	So (mm ²)	L' (mm)	Δlθ' (πλ)	Lo (mm)	Εο %	Lo' (mm)	Vo (mm ³)	lo' (mm)	lo (mm)	Ε5 %	Εu %
B1	1217,9	500	2,436	310,32	568	68	300	22,7	368	93096	126	100	26	11,324
B2	1211,7	500	2,423	308,74	562	62	300	20,7	362	92622	124	100	24	9,325
B3	1215,0	500	2,430	309,58	564	64	300	21,3	364	92875	124	100	24	10,325
B4	1220,0	500	2,440	310,86	562	62	300	20,7	362	93257	122	100	22	11,325
B5	1220,0	500	2,440	310,86	561	61	300	20,3	361	93257	121	100	21	12,325
B6	1218,3	500	2,437	310,42	561	61	300	20,3	361	93127	123	100	23	11,324
B7	1218,3	500	2,437	310,42	564	64	300	21,3	364	93127	124	100	24	11,326
B8	1217,7	500	2,435	310,27	561	61	300	20,3	361	93081	122	100	22	12,325
B9	1216,0	500	2,432	309,84	562	62	300	20,7	362	92951	124	100	24	11,325
B10	1222,6	500	2,445	311,52	563	63	300	21,0	363	93456	122	100	22	13,325

Πίνακας 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A/A	m (gr)	L (mm)	m/L (kg/m)	So (mm ²)	L' (mm)	Δlθ' (πλ)	Lo (mm)	Εο %	Lo' (mm)	Vo (mm ³)	lo' (mm)	lo (mm)	Ε5 %	Εu %
Γ1	1241,7	500	2,483	316,39	560	60	300	20,0	360,00	94916		100		12,331
Γ2	1212,6	500	2,425	308,97	566	66	300	22,0	366,00	92691	124	100	24	12,331
Γ3	1192,3	501	2,380	303,19	558	57	300	19,0	357,00	90957	122	100	22	12,334
Γ4	1174,1	500	2,348	299,16	561	61	300	20,3	361,00	89748	124	100	24	12,328
Γ5	1186,7	500	2,373	302,37	561	61	300	20,3	361,00	90711	122	100	22	11,328
Γ6	1226,0	500	2,452	312,38	559	59	300	19,7	359,00	93715	119	100	19	11,332
Γ7	1194,8	500	2,390	304,44	558	58	300	19,3	358,00	91331	118	100	18	11,343
Γ8	1197,7	500	2,395	305,17	554	54	300	18,0	354,00	91552	117	100	17	9,336
Γ9	1217,3	500	2,435	310,17	560	60	300	20,0	360,00	93050	121	100	21	11,330
Γ10	1185,3	500	2,371	302,01	564	64	300	21,3	364,00	90604		100		11,332

4.3) Στατιστικοί πίνακες –Κριτήρια συμμόρφωσης

Α ΟΜΑΔΑ 1-10				
	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}
X₁₀	535,16	1,22	11,927	1,07
S₁₀₋₁	10,33	0,01	1,43	0,02
X₁₀-k_s≥C_v	508,61	1,21	8,966	1,03
X₁₀+k_s≤C_v	561,71	1,24	14,889	1,11

k	2,57	2,07		
	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}
κ.ο.	500	1,15	7,5	
α.ο.	625	1,35	-	1,25

A	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}	f_t
1	542,00	1,22	11,331	1,08	662,00
2	533,00	1,23	10,328	1,07	655,00
3	535,00	1,22	9,328	1,07	655,00
4	540,00	1,21	12,327	1,08	655,00
5'	507,82	1,24	11,314	1,02	628,37
6'	544,46	1,21	12,331	1,09	661,31
7'	540,32	1,22	14,329	1,08	658,41
8	540,00	1,22	12,328	1,08	657,00
9	534,00	1,23	12,328	1,07	657,00
10	535,00	1,22	13,328	1,07	655,00

A ΟΜΑΔΑ 11-20

	fy	ft/fy	ε_u %	fy,act/fy,nom
X₁₀	663,28	1,04	10,244	1,33
S₁₀₋₁	1,88	0,01	1,66	0,01
X_{10-ks} ≥ C_v	658,46	1,03	6,799	1,32
X_{10+ks} ≤ C_v	668,10	1,05	13,689	1,34

k	2,57	2,07		
	fy	ft/fy	ε_u %	fy,act/fy,nom
κ.ο.	500	1,15	7,5	
α.ο.	625	1,35	-	1,25

A	fy	ft/fy	ε_u %	fy,act/fy,nom	ft
11	660,51	1,03	8,339	1,32	677,99
12	662,75	1,04	13,345	1,33	689,54
13	663,20	1,04	9,345	1,33	690,99
14	665,37	1,04	12,346	1,33	693,12
15	665,29	1,03	11,342	1,33	683,75
16	665,71	1,04	10,345	1,33	690,87
17	662,46	1,04	9,344	1,32	688,56
18	661,24	1,04	8,344	1,32	688,83
19	661,62	1,04	9,345	1,32	690,90
20	664,62	1,04	10,346	1,33	692,62

B ΟΜΑΔΑ

	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}
X₁₀	535,30	1,21	11,425	1,07
S₁₀₋₁	2,71	0,00	1,10	0,01
X_{10-ks} ≥ C_v	528,34	1,20	9,147	1,06
X_{10+ks} ≤ C_v	542,26	1,22	13,703	1,08

k	2,57	2,07		
	f _y	f _t /f _y	ε _u %	f _{y,act} /f _{y,nom}
κ.ο.	500	1,15	7,5	
α.ο.	625	1,35	-	1,25

f_y ≥ 500N/mm² = C_v

B	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}	f_t
1	536,00	1,21	11,324	1,07	648,41
2	539,00	1,21	9,325	1,08	650,89
3	536,00	1,21	10,325	1,07	649,89
4	536,00	1,21	11,325	1,07	650,75
5	534,00	1,22	12,325	1,07	649,85
6	533,00	1,22	11,324	1,07	647,71
7	540,00	1,21	11,326	1,08	653,14
8	534,00	1,22	12,325	1,07	650,11
9	531,00	1,22	11,325	1,06	650,10
10	534,00	1,22	13,325	1,07	649,34

Γ ΟΜΑΔΑ

	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}
X₁₀	543,44	1,22	11,533	1,09
S₁₀₋₁	5,63	0,01	0,92	0,01
X_{10-ks} ≥ C_v	528,98	1,20	9,634	1,06
X_{10+ks} ≤ C_v	557,90	1,25	13,431	1,11

k	2,57	2,07		
	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}
κ.ο.	500	1,15	7,5	
α.ο.	625	1,35	-	1,25

Γ	f_y	f_t/f_y	ε_u %	f_{y,act}/f_{y,nom}	f_t
1'	546,23	1,21	12,331	1,09	662,02
2	534,55	1,24	12,331	1,07	661,87
3	546,34	1,22	12,334	1,09	667,47
4	546,20	1,20	12,328	1,09	655,39
5	536,82	1,22	11,328	1,07	656,58
6	543,94	1,22	11,332	1,09	663,91
7	554,84	1,23	11,343	1,11	685,2
8	541,44	1,24	9,336	1,08	671,76
9	541,74	1,22	11,330	1,08	659,17
10	542,31	1,22	11,332	1,08	663,71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

« Συμπεράσματα »

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

« ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ »

Έπειτα από την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των αποτελεσμάτων των δοκιμών , προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα :

Εφαρμόστηκαν δειγματοληπτικοί έλεγχοι για παραλαβή ή απόρριψη παρτίδας σε καθεμιά από τις ομάδες δοκιμών **A, B, Γ** (με οποιοδήποτε συνδυασμό 3 ράβδων) σύμφωνα με τα κριτήρια του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων. Οι ομάδες δοκιμών A, B και Γ , αναφέρονται σε δοκίμια χάλυβα οπλισμού της ίδιας ονομαστικής ποιότητας (B500C) και διαμέτρου Φ20, από δοκίμια διαφορετικού δέματος του ίδιου χυτηρίου (ομάδα A), από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος (ομάδα B) και από διαφορετικά χυτήρια (ομάδα Γ) αντίστοιχα. Αυτές αποτελούν παραγωγή του ίδιου εργοστασίου . Από τα παραπάνω προέκυψε ότι κάθε παρτίδα γίνεται αποδεκτή και υπερκαλύπτει τα επιθυμητά όρια μεγεθών όπως **S_o** (ονομαστική διατομή), **f_t** (αντοχή εφελκυσμού), **f_y** (όριο διαρροής), λόγος **f_t / f_y**, **ε_a%** (συνολική ανηγμένη παραμόρφωση).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

« ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ »

VI) ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

VI. 1) ΠΙΝΑΚΕΣ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

1.1.) ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΣΥΜΒΟΛΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ / ΟΡΙΣΜΟΙ
A/A	(-)	αριθμός δοκιμίου
m	(gr)	αρχική μάζα δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε σήμανση ή κατεργασία
L	(mm)	αρχικό συνολικό μήκος δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε κατεργασία
L'	(mm)	συνολικό μήκος δοκιμίου μετά τη θραύση, με συναρμογή των δύο ξεχωριστών τεμαχίων που δημιουργήθηκαν από αυτή
So	(mm ²)	[Περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης] / L+ΔL '(πλλ)
Lo	(mm)	αρχική ισοδύναμη κυκλική διατομή δοκιμίου συνολικού αρχικού μήκους, πριν από οποιαδήποτε κατεργασία / 127,4*m/L
Lo'	(mm)	αρχικό συνολικό καταπονούμενο μήκος, κατά τη δοκιμή εφελκυσμού, μεταξύ των σταγώνων
lo	(mm)	συνολικό καταπονούμενο μήκος δοκιμίου μετά τη θραύση, μεταξύ των σταγώνων
lo'	(mm)	[Περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης] / Lo+ΔLo'(πλλ)]
Vo	(mm ³)	μήκος 5don πριν τη δοκιμή εφελκυσμού, όπου don = η ονομαστική διατομή του δοκιμίου 20mm(Φ20) / lo=5*20=100mm
ξο	(%)	μήκος 5don μετά τη δοκιμή εφελκυσμού
ξ5	(%)	[Περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης] / lo+Δlo'(πλλ)]
Fθ	(KN)	αρχικός συνολικά καταπονούμενος όγκος του δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε κατεργασία / Vo=So/Lo
Fm	(KN)	συνολική ανηγμένη μόνιμη επιμήκυνση μετά τη θραύση, ολόκληρου του δοκιμίου, ανηγμένη στο συνολικό κατ'όλο μήκος / (L'- L)/Lo
Fp0,2	(KN)	συμβατική ανηγμένη μόνιμη επιμήκυνση (μετά τη θραύση) του τμήματος 5d του δοκιμίου στην περιοχή της θραύσης / (lo'- lo) / lo
Fy	(KN)	φορτίο τη στιγμή της αποκώλησης (πέρας θραύσης)
fθ	(N/mm ²)	μείνιστο φορτίο, έναρξη θραύσης
fm	(N/mm ²)	φορτίο συμβατικού ορίου διαρροής
fp	(N/mm ²)	φορτίο φανερού ορίου διαρροής
fy	(N/mm ²)	συμβατική τάση τη στιγμή πέρασης της θραύσης (αμέσως προ της αποκώλησης)
Wθ(ελ)	(Joule)	αντοχή εφελκυσμού / μέγιστη συμβατική τάση εφελκυσμού / έναρξη θραύσης (tensile / ultimate strength)
Wp(ελ)	(Joule)	συμβατική τάση στο συμβατικό όριο διαρροής (proof strength 0,2%)
Wy	(Joule)	τάση στο φανερό οριο διαρροής (yield strength)
Wstaf	(Joule)	ελαστικό έργο τη στιγμή της αποκώλησης / 1/2*Fθ*ΔL *θ(ελ)
Wdyn	(Joule)	ελαστικό έργο κατά το συμβατικό όριο διαρροής
W total	(Joule)	έργο (ενέργεια) που απορροφήθηκε από τη βέρα, από την έναρξη έως τη λήξη της διαρροής
W/W		ολικό (πλ+ελ) έργο περιοχής στατικής φόρτισης μέχρι την έναρξη λαιμού (μέγιστο φορτίο)
W/S		ολικό (πλ+ελ) έργο περιοχής δυναμικής φόρτισης, από την έναρξη λαιμού (έναρξη θραύσης) μέχρι τη λήξη (αποκόλληση)
Δli	(mm)	έργο στατικής και δυναμικής φόρτισης (Wstaf+Wdyn)
Sm'	(mm ²)	δυσθραυστότητα στατικού πεδίου φόρτισης (Wstaf/ So*Lo)
n	(-)	δυσθραυστότητα δυναμικού πεδίου φόρτισης (Wdyn / Sm')
e	(-)	σημείο της (προέκτασης) ευθείας Hooke (για Fi=200KN) βλ.....[Δli=(Fi*Lo)/(So*E)]
		ισοδύναμη κυκλική διατομή που αντιστοιχεί στην ολική επιμήκυνση κατά το πέρας από τη μέγ. συμβατική τάση [So*Lo/(Lo+ΔL.m'(πλλ))]
		συντελεστής ελάττωσης της διατομής στο m (0<η<1), εκλείπυση (reduction in cross-sectional area %), στένωση της διατομής [η=(So-Sm')/So]
		ενδοστράχυνση ή εργοσκληρυνση % (work hardening) [ε=(So-Sm')/Sm']

6.1.2) Σημεία στίξης σε μεγέθη – Δείκτες

α) Συμβολισμοί επιμηκύνσεων

$$\Delta L_{\xi}'''(\text{ολ}) = C_{\xi} - C_0$$

$$\Delta L_{\xi}'(\text{πλ}) = \Delta L_{\xi}'(\text{μον}) = C_{\xi}' - C_0$$

$$\Delta L_{\xi}''(\text{ελ}) = \Delta L_{\xi}''' - \Delta L_{\xi}' = C_{\xi}'''(\text{ολ}) - C_{\xi}'(\text{πλ})$$

$$\Delta L_{\xi}'''(\text{ολ}) = \Delta L_{\xi}'(\text{πλ}) + \Delta L_{\xi}''(\text{ελ})$$

$$L_{\xi}'''(\text{ολ}) = \Delta L_{\xi}'''(\text{ολ}) = L_{\xi} + \Delta L_{\xi}'(\text{πλ}) + \Delta L_{\xi}''(\text{ελ}) = L_{\xi} + C_{\xi} - C_0$$

β) Τόνοι

1. Οριακά σημεία καμπύλης εφελκυσμού

2. Τόνοι

() = στάσιο προ του εφελκυσμού (L, L_0)

(') = τελικό μήκος του μεγέθους μετά την αποφόρτιση, άρα μόνο η παραμένουσα (πλαστική, μόνιμη) παραμόρφωση

('') = τμήμα του μεγέθους που περιλαμβάνει μόνο την ελαστική παραμόρφωση

(''') = τμήμα του μεγέθους που περιλαμβάνει και την ελαστική και την πλαστική (μόνιμη) παραμόρφωση

6.2) ΣΥΓΚΟΠΤΟΜΕΝΑ Η' ΑΡΧΙΚΑ

6.2.1) Οργανισμοί – Εταιρίες

Π.Ε.Τ.ΥΛ.	Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών, του τμήματος Φυσικής - Χημείας και Τεχνολογίας Υλικών, Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ (αίθουσα Β216).
ΕΛΟΤ Υπ.Απ.	Ελληνικός οργανισμός Τυποποίησης Υπουργική Απόφαση

6.2.2) Κανονισμοί – Προδιαγραφές – Συστήματα Τυποποίησης

Κ.Τ.Χ	Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος του 2008 (ΦΕΚ 1416/Β/17.07.2008) [Τίθεται σε ισχύ τρεις μήνες μετά τη δημοσίευσή του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως].
ASTM	American Society for testing and Materials
ISO	International Standard

6.2.3) Λοιποί συμβολισμοί

Ομάδες (κατηγορίες) ράβδων χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα πτυχιακή:

- Α : 20 δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου (10 έχουν υποστεί εργοσκληρυνση)
- Β : 10 δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος
- Γ : 10 δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια

6.2.4) Ορισμοί κατά τον κανονισμό τεχνολογίας χαλύβων (Κ.Τ.Χ.)

Χάλυβας : Κράμα σιδήρου-άνθρακα (Fe-C) με περιεκτικότητα σε άνθρακα έως 2% και προσθήκες άλλων στοιχείων.

Χάλυβας οπλισμού : Χάλυβας με κυκλική ή πρακτικά κυκλική διατομή, που είναι κατάλληλος για τον οπλισμό σκυροδέματος.

Χάλυβας οπλισμού με νευρώσεις : Χάλυβας οπλισμού με δύο τουλάχιστον σειρές πλαγίων ανάγλυφων νευρώσεων, ομοιόμορφα κατανεμημένων κατά μήκος.

Παρτίδα ελέγχου : Ποσότητα χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος της ίδιας διατομής, προερχόμενοι από την ίδια χύτευση, σε ευθύγραμμες ράβδους ή κουλούρες, που έχει παραχθεί από την ίδια μονάδα παραγωγής και προσφέρεται για εξέταση οποιαδήποτε στιγμή.

Ονομαστικές διαμέτρου : Τυποποιημένες διαμέτρου χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος τις οποίες δέχεται ο παρόν κανονισμός.

Ονομαστική διατομή : Το εμβαδόν πλήρους κυκλικής διατομής, διαμέτρου ίσης με την ονομαστική.

Πραγματική διατομή : Το εμβαδόν της επιφάνειας υποθετικής κυκλικής διατομής μιας ράβδου ίσου μήκους και ίσου βάρους με το δεδομένο δοκίμιο.

Ονομαστική μάζα ανά μέτρο μήκους : Η μάζα ανά μέτρο μήκους, η οποία υπολογίζεται από την ονομαστική διατομή και την πυκνότητα του χάλυβα (η οποία λαμβάνεται ίση με 7.850 kg/m^3).

Χαρακτηριστική τιμή μεγέθους : Η τιμή του μεγέθους πάνω ή κάτω από την οποία αναμένεται να βρεθεί ποσοστό p όλων των τιμών σε έναν υποθετικό έλεγχο με άπειρα δοκίμια. Στο πλαίσιο του παρόντος Κανονισμού, ως χαρακτηριστική τιμή ορίζεται η τιμή πάνω από την οποία υπάρχει πιθανότητα " α " να βρεθεί ποσοστό p των τιμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

**« ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ ΚΑΙ
ΦΥΛΛΑΔΙΑ »**

«Προδιαγραφές – Βιβλιογραφία – Κατάλογοι και Φυλλάδια»

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ :

- | | |
|---|--|
| 1. ΕΛΟΤ 1421-3 | "Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-
Συγκολλήσιμοι χάλυβες-
Μέρος 3: Τεχνική κατηγορία B500C" |
| 2. ΕΛΟΤ 10080 | "Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-
Συγκολλήσιμοι χάλυβες-
Γενικές απαιτήσεις" |
| 3. ΕΛΟΤ EN ISO 15630-1 | "Χάλυβες για την όπλιση και την προένταση
σκυροδέματος-Μέθοδοι δοκιμών" |
| 4. ΕΛΟΤ EN ISO 15630-2 | "Χάλυβες για την όπλιση και την προένταση
σκυροδέματος-Μέθοδοι δοκιμών" |
| 5. ASTM Designation
E 384-99 | "Microindentation Hardness of Materials" |
| 6. ASTM Designation
E 92-82 | "Vickers Hardness of Metallic Materials" |
| 7. ASTM Designation
E 10-01 | "Brinell Hardness of Metallic Materials" |

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κατάλογοι και φυλλάδια :

- **STRUERS** : Materiography, Diamond Products.
- **STRUERS** : Materiography, Polishing Cloths.
- **STRUERS** : Materiography, Grinding Materials.
- **STRUERS** : Materiography, Instruments Consumables and Accessories for Preperation and Analysis of Materials.
- **STRUERS** : Journal of Materiography, 2 – 1991.
- **STRUERS** : Metallogfaphic news, 4 – 1985.

Εγχειρίδια :

- **SHIMADZU CORPORATION** : ‘SHIMADZU MICRO HARDNESS TESTER TYPE-M. Instruction for use.
- **STRUERS** : Metalog Guide.
- **BUEHLER** : metallography europe reference manual, 3 day certificated vocational training course, BUEHLER L.T.D, 1994

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

« ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ – ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ »

« ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ – ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ »

8.1.Όργανα

8.1.1 Διακριβώσεις – Πιστοποιητικά

- **Κοπτικά μηχανήματα**

Για την κοπή των δοκιμίων (δοκιμή εφελκυσμού), χρησιμοποιήθηκε κοπτικό μηχανήμα (υδρόψυκτο) παραγωγής.

Για την κοπή των δοκιμίων μεταλλογραφικής εξέτασης, χρησιμοποιήθηκε το μηχανήμα MESOTOM / STRUERS (50 Hzq 2800rpm/60Hz: 3350rpm), καθώς και οι δίσκοι κοπής 01-TRE & 02-TRE (Bakelite Al₂O₃) /STRUERS.

- **Υδραυλική πρέσα εφελκυσμού**

Για την διεξαγωγή των δοκιμών εφελκυσμού χρησιμοποιήθηκε υδραυλική πρέσα εφελκυσμού ROELL ANSLER /“UPN 1000”. Ο χρόνος προφόρτισης ήταν 60sec με ταχύτητα 5 N/mm²*, η ταχύτητα E-modulus 2 N/mm², ενώ η ταχύτητα της δοκιμής 40 N/mm²**.

* Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ISO EN 15630-1.

- **Μηχανή χάραξης**

Με τη μηχανή χάραξης επιτυγχάνεται το μαρκάρισμα της βέργας ανά συγκεκριμένα διαστήματα (δυνατότητα αυξομείωσης= 5~15mm). Αυτή η διαδικασία γίνεται για να μπορέσουμε να μετρήσουμε το μήκος του διαστήματος l₀' (=5d), μετά τον εφελκυσμό του δοκιμίου. Η βαθμονόμηση της μηχανής έγινε με τη χρήση πρότυπα βαθμονομημένης μετροταινίας.

- **Ζυγοί**

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν δύο ζυγοί :

1. Ηλεκτρονικός ζυγός ‘Navigator’/OHAUS, ακρίβεια= 0,1gr
2. Ηλεκτρονικός ζυγός ‘Stanton’, δυνατότητα ζύγισης= 1Kg, ακρίβεια= 0,01gr.

✚ Για τον πρώτο ζυγό ακολουθεί πιστοποιητικό διακρίβωσης.

✚ Στον δεύτερο ζυγό πραγματοποιήθηκαν ζυγίσεις σε πρότυπα βάρη, διακριβωμένα με πιστοποιητικά.

Πρότυπα Βάρη	Αναγραφόμενο Βάρος (gr)	Ένδειξη ζυγού
1	100	85,02
2	200	185,10
3	300	285,00

Όργανα προετοιμασίας μεταλλογραφικού δείγματος

î Μεταλλογραφία :

Για την προετοιμασία του μεταλλογραφικού δείγματος χρησιμοποιήθηκαν τα μηχανήματα λείανσης – στίλβωσης STRUERS(διπλή) και Buehler Metaserv.

A) Λειαντικά χαρτιά => FEPA Standard number : P220, P320 , P500 , P800, P1000 , P1200 , P2400

B) Μέσα στίλβωσης :

- 1ο στάδιο προστίλβωσης: DP-Suspension M (6µm/40600238/Samex)
- 2ο στάδιο προστίλβωσης: DP-Lubricant Blue / STRUERS
- 1ο στάδιο στίλβωσης: DP-Suspension M (3µm/40600239/Samte)
- 2ο στάδιο στίλβωσης: DP-Lubricant Blue / STRUERS

· **Σκληρόμετρα**

Οι σκληρομετρήσεις έγιναν , με Normal tester Rockwell :

A) κλίμακα B => διεισδυτής μπίλια 1/16'', με φορτίο 100Kg, και

B) κλίμακα C => διεισδυτής sphero-conical diamond Brale[®], με φορτίο 150 Kg.

· **Μικροσκληρόμετρο**

Οι μετρήσεις έγιναν με το SHIMADZU Micro Hardness Tester/No4953, φορτίο δοκιμής 200 gf, χρόνος φόρτισης 15 sec. Προηγουμένως είχαν πραγματοποιηθεί μετρήσεις σε πρότυπο δοκίμιο βαθμονόμησης (block No 748-566, hardness value: 707,7HV0.2) που παρέχεται από την κατασκευάστρια εταιρεία. Στη συνέχεια δίνεται η βαθμονόμηση του οργάνου με το πρότυπο πλακίδιο από την κατασκευάστρια εταιρεία:

TEST RESULT of STANDARD HARDNESS BLOCK
 硬さ基準片 試験成績書

Block No. 基準片番号 : 748-566
 Test Date 試験日 : OCT. 3 1991
 Test Place 試験場所 : Murasakino Works

Character Test 試験結果 :
 Hardness Value 硬さ測定範囲: 689HMV0.2 - 713HMV0.2
 Test Load 試験荷重 : 1.961N(荷重記号0.2)
 Loading Time 荷重保持時間 : 15sec.

Test Time 試験回数	1	2	3	4	5	6	max. 最大値	min. 最小値	平均値
Measured Value 測定値	702	704	704	705	690	699	705	690	700.7

MURASAKINO WORKS SHIMADZU CORPORATION KYOTO JAPAN
 (株)島津製作所 第二科学計測事業部 第二工場

K. Nakafuji 中塚一雄
 Chief of Quality Control Sec.品質管理課

Οι αντιστοιχίες αποτυπώματος-σκληρότητας έγιναν σύμφωνα με τους πίνακες ASTM E384-84 και τους πίνακες αντιστοιχίας Smimatzu Microhardness Tester/Smimatzu Corporation.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION



Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. - METROLOGY DIVISION
Issued by
Ημ/νία Έκδοσης : 12 Φεβρουαρίου 2008 Αριθμός Πιστοποιητικού : 43730
Date of Issue : 12 February 2008 Certificate Number



ALGOSYSTEMS S. A. - METROLOGY DIVISION

Σάρδεων 4, 171 21 Ν. Σμύρνη
4 Sardeon Str., N. Smirni - Athens - Greece

Τηλ.: 210 93 10 281 - 4, Φαξ: 210 93 32 641
Tel.: + 30 (210) 93 10 281 - 4, Fax: + 30 (210) 93 32 641

Internet: www.algosystems.gr
e-mail: sales-metdiv@algosystems.gr

Σελίδα 1 από 4
Page 1 of 4

Εγκεκριμένος Υπογράφων
Approved Signatory

Κ. Μαυροειδάκος

Πελάτης : ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.
Customer
Διεύθυνση : 20 ο χλμ Ε.Ο. Αθηνών Κορίνθου
Address
Περιγραφή : Μηχανή Εφέλκυσμού Range:0-1000 kN, d:1 N
Description : Tension Testing Machine
Κατασκευαστής : ROELL AMSLER
Manufacturer
Μοντέλο : UPN 1000
Model
Σειριακός Αριθμός : 33/950101
Serial No.
Κωδικός Συσκευής : ---
Instrument Code
Αριθμός Ταυτοποίησης : HALYB-0010
Asset Number
Τοποθεσία Διακρίβωσης : Στις εγκαταστάσεις του πελάτη
Place of Calibration : At customer's facilities
Ημ/νία Διακρίβωσης : 06 Φεβρουαρίου 2008
Date of Calibration : 06 February 2008
Διαδικασία Διακρίβωσης : ALGO-FORCE-0001 (συνοπτική διαδικασία στη σελ. 2/ brief description at page 2)
Calibration Procedure
Τύπος Αποτελεσμάτων : Με Ρυθμίσεις / After Adjustment
Results Type : Χωρίς Ρυθμίσεις / Without Adjustment
Μεταβολή θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης : 23 °C ± 1 °C
Temperature variation during the calibration
Συνθήκες Περιβάλλοντος : Σχετική Υγρασία : 45 %RH ± 5 %RH
Ambient Conditions : Relative Humidity

Υπογραφή :
Signature

Το Πιστοποιητικό αυτό εκδίδεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO/IEC 17025. Παρέχει την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων προς αναγνωρισμένα (εθνικά) διεθνή πρότυπα και τις μονάδες που έχουν υλοποιηθεί σε αναγνωρισμένα εθνικά πρότυπα εργαστηρίων. Σε περίπτωση διαπιστευμένου πιστοποιητικού η ιχνηλασιμότητα έχει επιδειχθεί στο Φορέα Διαπίστευσης. Το παρόν πιστοποιητικό μπορεί να αναπαραχθεί μόνο εξ' ολοκλήρου, εκτός και αν υπάρχει γραπτή συναίνεση του εκδίδοντος εργαστηρίου.

This Certificate is issued in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025. It provides traceability of measurements to recognized (inter) national standards and to the units of measurement realised at recognized national standards laboratories. In case of accredited certificate the traceability has been demonstrated towards to the Accreditation Body. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Z:\Customers 2008\HHALYB\0010-43730.doc

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 12 Φεβρουαρίου 2008 Αριθμός Πιστοποιητικού : 43730
Date of Issue : 12 February 2008 Certificate Number

RvA No.: K106
ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
RVA ACCREDITED CALIBRATION
LABORATORY

Σελίδα 2 από 4
Page 2 of 4

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

Calibration Procedure (Brief Description)

Η διακρίβωση της μηχανής εφελκυσμού πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ένα σύστημα μέτρησης δύναμης που περιλαμβάνει πρότυπη δυναμοκυψέλη και ενδείκτη βαθμονόμησης δυναμοκυψέλης, τα οποία εξασφαλίζουν ιχνηλασιμότητα σε Εθνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας. Η διαδικασία διακρίβωσης έγινε σύμφωνα με τις βασικές αρχές που περιγράφονται στο πρότυπο ISO 7500-1:1999 (E) (Metallic materials – Verification of static uniaxial testing machines), σχετικά με τη διακρίβωση μονό-αξονικών στατικών μηχανών μέτρησης δύναμης. Η διακρίβωση έγινε με την επιβολή συγκεκριμένης δύναμης (discrete true force) F από την μηχανή στην πρότυπη δυναμοκυψέλη και σε συνεργασία με τον ενδείκτη βαθμονόμησης καταγράφονται οι ενδείξεις δύναμης της υπό διακρίβωσης μηχανής, λαμβάνοντας υπόψη:

1. Ευθυγράμμιση της πρότυπης δυναμοκυψέλης: Η ευθυγράμμιση πραγματοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο για να ελαχιστοποιήσει οποιαδήποτε αποτελέσματα της κάμψης.
2. Θερμοκρασιακή μεταβολή. Καθόλη τη διάρκεια της διακρίβωσης καταγράφηκε η διακύμανση της θερμοκρασίας.
3. Προφόρτιση μηχανής. Τουλάχιστον τρεις φορές μεταξύ του μηδενός και της μέγιστης επιτρεπτής δύναμης.
4. Εφαρμογή συγκεκριμένης δύναμης. Επιβολή αυξανόμενης δύναμης κατά 20% κάθε φορά μέχρι κάλυψης του πλήρους εύρους μέτρησης 100%. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τρεις κύκλους μετρήσεων.
5. Επιθεώρηση παρελκομένων (όπου αυτά υπάρχουν).
6. Καθορισμός του σχετικού επί τοις εκατό σφάλματος αντιστρεπτότητας (αν απαιτείται).
7. Εκτίμηση της συσκευής μέτρησης δύναμης. Προσδιορίζονται, η σχετική επί τοις εκατό ανάλυση (Relative resolution a), το σχετικό επί τοις εκατό σφάλμα επαναληψιμότητας (Relative error of repeatability b), το σχετικό επί τοις εκατό σφάλμα ακρίβειας (Relative error of accuracy q), το σχετικό επί τοις εκατό σφάλμα του μηδενός (Relative error of zero f₀).
8. Χαρακτηρισμός της μηχανής (classification).

The calibration of the testing machine was carried out using a force measurement system consists of a Standard Load Cell and a Load Cell Calibrator Display, which insures traceability to the National Institute of Metrology. The calibration procedure was carried out according to the ISO 7500-1:1999(E) (Metallic materials – Verification of static uniaxial testing machines), where a given force F_i, indicated by the force indicator of the machine was applied to the machine and the true force F indicated by the load cell calibrator display was noted, as follow:

1. *Alignment of the standard load cell: The alignment was carried out in such a way to minimize any effects of bending.*
2. *Temperature compensation: The temperature at which the calibration was carried out was recorded (see ambient conditions).*
3. *Conditioning of the testing machine: The machine with the standard load cell in position was loaded at least three times between zero and the maximum force.*
4. *Application of discrete forces: Three series of measurements were taken in increasing forces, where each series of measurement comprised at least five discrete forces at approximately equal intervals between 20% and 100% of the maximum range of the scale.*
5. *Verification of the accessories (where there are).*
6. *Determination of the relative reversibility error (when required).*
7. *Assessment of the force indicator: The assessment concerns the determination of the relative accuracy error, relative repeatability error.*
8. *Classification of the testing machine range.*

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης k=2, παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k=2, providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.

Z:\Customers 2008\FH\ALYB\010-43730.doc

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 12 Φεβρουαρίου 2008 Αριθμός Πιστοποιητικού : 43730
Date of Issue : 12 February 2008 Certificate Number

RvA No.: K106
ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
RvA ACCREDITED CALIBRATION
LABORATORY

Σελίδα 3 από 4
Page 3 of 4

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
MEASUREMENTS

ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ
PRELOADING

Αριθμός Μέτρησης <i>Number of Measurements</i>	Τιμή πρότυπου οργάνου <i>Standard reading</i>	Τιμή υπό Διακρίβωση οργάνου <i>Test instrument reading</i>	Απόκλιση από την ονομαστική τιμή <i>Deviation from nominal value</i>
	(N)	(N)	(N)
1 st	384771	384250	-521
2 nd	384326	384100	-226
3 rd	383437	383105	-332

ΚΥΚΛΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ
Test cycles and error calculation

F_i (N)	F_{c1} (N)	F_{c2} (N)	F_{c3} (N)	F_{max} (N)	F_{min} (N)	\bar{F} (N)	$ q $ (%)	b (%)	f_o (%)	α (%)
100000	100421	100463	100510	100510	100421	100465	0.46	0.09	0.0	0.03
200000	200278	200346	200329	200346	200278	200317	0.16	0.03		0.01
300000	300104	300435	300312	300435	300104	300284	0.09	0.11		0.01
400000	400137	400441	400426	400441	400137	400335	0.08	0.08		0.01
500000	500749	500236	500602	500749	500236	500529	0.11	0.10		0.01

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ISO 7500-1
CLASSIFICATION ACCORDING TO ISO 7500-1

Στην υπό εξέταση μηχανή εφελκυσμού, με βάση τους ανωτέρω υπολογισμούς και σύμφωνα με το ISO 7500-1:1999 αποδίδεται ο χαρακτηρισμός (κλάση) :

The classification of the tension machine in the range of 20% to 100% of nominal compression force according to ISO 7500-1:1999, is the following

Working Range: 500 000 N, Class: 0.5

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης $k=2$, παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.

Z:\Customers 2008\FH\AL.YB\0010-43730.doc

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Έκδοση από
Issued by : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION

Ημ/νία Έκδοσης : 12 Φεβρουαρίου 2008
Date of Issue : 12 February 2008

Αριθμός Πιστοποιητικού : 43730
Certificate Number

RvA No.: K106
ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
RvA ACCREDITED CALIBRATION
LABORATORY

Σελίδα 4 από 4
Page 4 of 4

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ : ± Αβεβαιότητα μέτρησης δύναμης **0.24%**
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT : ± *Uncertainty of the measurement of force i*

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ / NOTES

- 1 : Απόκλιση (Ενδειξη Συσκευής υπό διακρίβωση) - (Ενδειξη Πρότυπης Συσκευής)
Deviation = (UUT Nominal Value) - (Standard Reading)
- 2 : Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται επεξηγούνται στο παρακάτω πίνακα:
The meaning of the symbols used are illustrated in the following table:

Σύμβολο <i>Symbol</i>	Ερμηνεία <i>Meaning</i>
a	Σχετική ανάλυση του ενδεικτικού δύναμης της μηχανής <i>Relative resolution of the force indicator of the testing machine</i>
b	Σφάλμα σχετικής επαναληψιμότητας του ενδεικτικού δύναμης της μηχανής <i>Relative repeatability error of the force measuring system of the testing machine</i>
f₀	Σχετικό σφάλμα μηδενός του ενδεικτικού δύναμης της μηχανής <i>Relative zero error of the force measuring system of the testing machine</i>
F_{e1}, F_{e2}, F_{e3}	Ενδειξη πραγματικής (πρότυπης) δύναμης για αυξανόμενη δύναμη για τρεις κύκλους μετρήσεων <i>True force indicated by the force proving instrument with increasing test force for three measuring cycles (1, 2, 3)</i>
F_i	Ενδειξη δύναμης του ενδεικτικού της εξεταζόμενης μηχανής <i>Force indicated by the force indicator of the testing machine</i>
\bar{F}	Αριθμητικός μέσος των διαφόρων μετρήσεων δύναμης (πρότυπη/πραγματική δύναμη) <i>Arithmetic mean of several measurements of F for the same discrete force</i>
F_{max} F_{min}	Μέγιστο και ελάχιστο των διαφόρων μετρήσεων δύναμης (πρότυπη/πραγματική δύναμη) <i>Highest or lowest value of F for the same discrete force</i>
 q 	Σχετικό σφάλμα ακρίβειας του ενδεικτικού δύναμης της μηχανής <i>Relative accuracy error of the force indicator of the testing machine</i>

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης k=2, παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.
The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k=2, providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.

Z:\Customers 2006\HVALYB\0010-43730.doc

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 30 Ιανουαρίου 2007 Αριθμός Πιστοποιητικού : 31347
Date of Issue : 30 January 2007 *Certificate Number*



ALGOSYSTEMS S. A. - METROLOGY DIVISION

Σάρδεων 4, 171 21 Ν. Σμύρνη
4 Sardeon Str., N. Smirni - Athens - Greece

Τηλ.: 210 93 10 281 - 4, Φαξ: 210 93 32 641
Tel.: + 30 (210) 93 10 281 - 4, Fax: + 30 (210) 93 32 641

Internet: www.algosystems.gr

e-mail: sales-metdiv@algosystems.gr

Σελίδα 1 από 4
Page 1 of 4

Εγκεκριμένος Υπογράφων
Approved Signatory

Κ. Δεληγιώργος

Πελάτης : ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.
Customer

Διεύθυνση : 2 χλμ Λεωφ. Αθηνών Κορίνθου, Ελευσίνα
Address

Περιγραφή : Ηλεκτρονικός Ζυγός (max: 4100 g, d: 0.1 g)
Description *Electronic Balance*

Κατασκευαστής : OHAUS
Manufacturer

Μοντέλο : N3D110
Model

Σειριακός Αριθμός : 1121051856
Serial No.

Κωδικός Συσκευής : —
Instrument Code

Αριθμός Ταυτοποίησης : HALYB-0026
Asset Number

Τοποθεσία Διακρίβωσης : Στη παραπάνω διεύθυνση
Place of Calibration *At the above address*

Ημ/νία Διακρίβωσης : 12 Ιανουαρίου 2007
Date of Calibration *12 January 2007*

Διαδικασία Διακρίβωσης : ALGO-MASS-0001 (συνοπτική διαδικασία στη σελ. 2/ brief description at page 2)
Calibration Procedure

Τύπος Αποτελεσμάτων : Με Ρυθμίσεις / After Adjustment
Results Type Χωρίς Ρυθμίσεις / Without Adjustment

Θερμοκρασία στη αρχή της διακρίβωσης : 22.0 °C
Temperature at the beginning of the calibration

Συνθήκες Περιβάλλοντος : Θερμοκρασία μετά το πέρας της διακρίβωσης : 22.0 °C
Ambient Conditions *Temperature at the end of the calibration*

Σχετική Υγρασία : 42 %RH
Relative Humidity

Υπογραφή : 
Signature

Το Πιστοποιητικό αυτό εκδίδεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO/IEC 17025. Παρέχει την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων προς αναγνωρισμένα (εθνικά) διεθνή πρότυπα και τις μονάδες που έχουν υλοποιηθεί σε αναγνωρισμένα εθνικά πρότυπα εργαστηρίων. Σε περίπτωση διαπιστωμένου πιστοποιητικού η ιχνηλασιμότητα έχει επιδειχθεί στο Φορέα Διαπίστευσης. Το παρόν πιστοποιητικό μπορεί να αναπαραχθεί μόνο εξ' ολοκλήρου, εκτός και αν υπάρχει γραπτή συναίνεση του εκδίδοντος εργαστηρίου.

This Certificate is issued in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025. It provides traceability of measurements to recognized (inter) national standards and to the units of measurement realised at recognized national standards laboratories. In case of accredited certificate the traceability has been demonstrated towards the Accreditation Body. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Z:\Customers 2007\HHALYB\0026-31347.doc

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 30 Ιανουαρίου 2007 Αριθμός Πιστοποιητικού : 31347
Date of Issue : 30 January 2007 Certificate Number

RvA No.: K106
ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
*RvA ACCREDITED CALIBRATION
LABORATORY*

Σελίδα 2 από 4
Page 2 of 4

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

Calibration Procedure (Brief Description)

Η διακρίβωση του ηλεκτρονικού ζυγού πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη τεχνική διαδικασία **DKD R7-1**, χρησιμοποιώντας πρότυπα βάρη κλάσης ακριβείας κατά OIML R-111, τα οποία εξασφαλίζουν ιχνηλασιμότητα στο διεθνές πρωτότυπο χιλιόγραμμα που βρίσκεται στο BIPM στις Σέρβες της Γαλλίας.

Ελέγχθηκαν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του ζυγού, αφού προηγήθηκε επιμελής καθαρισμός του ζυγού και οριζόντιωσή του. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος της γραμμικότητας σε όλο το εύρος μέτρησης του ζυγού, έλεγχος της επίδρασης έκκεντρης τοποθέτησης βάρους και έλεγχος της επαναληψιμότητας του ζυγού.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης.

The calibration of the non-automatic weighing machine was carried out in accordance with the technical procedure DKD R7-1, using weights of OIML R-111 classification which provide traceability to the International Prototype Kilogram held at BIPM in Sèvres, France.

Checks are normally carried out for functionality, cleanliness, adjustment and leveling. Metrological tests are normally carried out for linearity across the nominal capacity of the weighing machine, eccentricity effects of the positioning of weights on the load receptor and repeatability of the machine for repeated weighings.

The ambient conditions (temperature, relative humidity) were recorded during the calibration.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

MEASUREMENTS

ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ

REPEATABILITY

Αριθμός Μέτρησης <i>Measurement Number</i>	Πρότυπο Βάρος <i>Standard Weight</i> (g)	Ένδειξη Ζυγού <i>Weighing Machine Indication</i> (g)
1.	500	500.0
2.	500	500.0
3.	500	499.9
4.	500	499.9
5.	500	500.0
6.	500	500.0

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιασόμενη με τον συντελεστή κάλυψης $k=2$, παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.

Z:\Customers 2007\HHALYB\0026-31347.doc

ΠΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION
 Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 30 Ιανουαρίου 2007 Αριθμός Πιστοποιητικού : 31347
 Date of Issue : 30 January 2007 Certificate Number

RvA No.: K106
 ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
 ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
 RvA ACCREDITED CALIBRATION
 LABORATORY

Σελίδα 3 από 4
 Page 3 of 4

ΓΡΑΜΜΙΚΟΤΗΤΑ

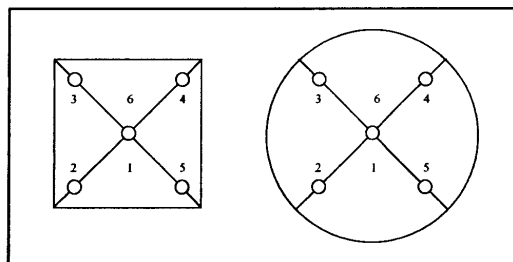
LINEARITY

Απόβαρο Tare Weight (g)	Πρότυπο Βάρος Standard Weight (g)	Ένδειξη Ζυγού Weighing Machine Indication (g)
0	1000	1000.0
0	2000	1999.9
0	3000	3000.0
0	4000	4000.0
1000	1000	1000.0
1000	2000	2000.1

ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΑ

ECCENTRICITY

Αριθμός Θέσης Position Number	Θέση Μέτρησης Measurement Position
1.	Κέντρο Centre
2.	Κάτω Αριστερά Rear Left
3.	Επάνω Αριστερά Front Left
4.	Επάνω Δεξιά Front Right
5.	Κάτω Δεξιά Rear Right
6.	Κέντρο Centre



Αριθμός Θέσης Position Number	Πρότυπο Βάρος Standard Weight (g)	Ένδειξη Ζυγού Weighing Machine Indication (g)
1.	1000	0.0
2.	1000	0.0
3.	1000	0.0
4.	1000	0.0
5.	1000	0.0
6.	1000	0.0

Απόβαρο : 1000 g
 Tare at

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης $k=2$, παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΕΑ 4 / 02.
 The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.

Z:\Customers 2007\HHALYB\0026-31347.doc

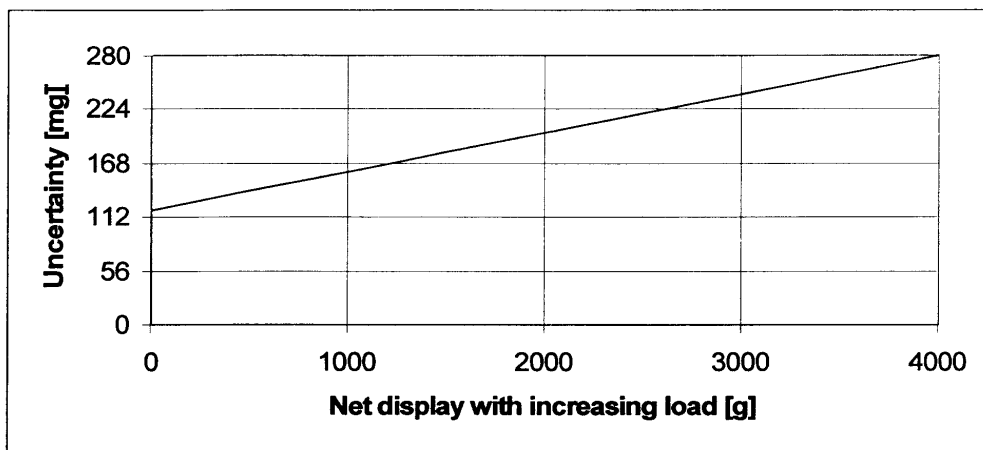
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ CERTIFICATE OF CALIBRATION		RvA No.: K106 ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ <i>RvA ACCREDITED CALIBRATION LABORATORY</i>
Έκδοση από <i>Issued by</i>	: ALGOSYSTEMS S. A.– METROLOGY DIVISION	
Ημ/νία Έκδοσης <i>Date of Issue</i>	: 30 Ιανουαρίου 2007 <i>30 January 2007</i>	Αριθμός Πιστοποιητικού <i>Certificate Number</i> : 31347
		<u>Σελίδα 4 από 4</u> <i>Page 4 of 4</i>

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

Η αβεβαιότητα της μέτρησης προκύπτει από την εξίσωση
The uncertainty of measurement results from the equation

$$U \text{ (mg)} = 118.3 + 0.0404 * m_w \text{ (g)}$$

Όπου : U = Η συνολική αβεβαιότητα του ζυγού / *The total uncertainty of the electronic balance*
Where : m_w = Ένδειξη κατά την αυξανόμενη φόρτιση ζυγού / *Net display with increasing load*



ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ / NOTES

1. Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με την κατάσταση και τον χρόνο διακρίβωσης του ζυγού. Συνεισφορά μακροχρόνιων επιδράσεων στο αντικείμενο διακρίβωσης δεν έχουν συνυπολογιστεί.
The results apply for the state of the balance and for conditions at the time of the calibration. A share for the long - term stability is not included.

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης $k=2$, παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΕΑ 4 / 02.
The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.

Z:\Customers 2007\HHALYB\0026-31347.doc

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Σελίδα 2 από 2
Page 2 of 2

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 15 Ιανουαρίου 2007 Αριθμός Ταυτοποίησης : HALYB-0027
Date of Issue : 15 January 2007 Asset Number

Πρότυπα - Ίζηλασιμότητα

Standards used - Traceability

ALGO-0033 Set of Gauge Blocks, Starrett RC88MA1, S/N: 70993.11, Cert. No.: Δ2-06-010/EIM
ALGO-0522 Set of Long Gauge Blocks, Tesa MB11, S/N: 101807, Cert. No.: 2276K0006/UKAS-0067

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

Calibration Procedure (Brief Description)

Η διακρίβωση της μετροταινίας πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας πρότυπα πλακίδια. Η κλίμακα της μετροταινίας ελέγχθηκε σε 6 σημεία. Για κάθε ονομαστική τιμή των πρότυπων πλακιδίων καταγράφεται η ένδειξη του οργάνου.

Κατά τον οπτικό έλεγχο η μετροταινία βρέθηκε σε ικανοποιητική κατάσταση.

Το όργανο τοποθετήθηκε μαζί με τα πρότυπα αναφοράς στο χώρο του εργαστηρίου για χρονικό διάστημα 24 ωρών προς επίτευξη θερμικής ισορροπίας.

Οι ανοχές των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης.

The calibration of the measuring tape was carried out using gauge blocks. The scale of the measuring tape was checked at 6 points. For every standard nominal value the indication was recorded.

During visual inspection the measuring tape was found in acceptable condition.

The measuring tape and the standards were placed at the laboratory, for a period of not less than 24 hours, in order to reach thermal equilibrium.

The ambient conditions tolerances (temperature, relative humidity) were recorded during the calibration.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

MEASUREMENTS

ΜΗΚΟΣ

LENGTH

Κλίμακα <i>Range</i>	Ονομαστική τιμή <i>Standard nominal value</i> (mm)	Τιμή υπό διακρίβωση οργάνου <i>Test instrument reading</i> (mm)	Απόκλιση από την ονομαστική τιμή <i>Deviation from nominal value</i> (mm)	Αβεβαιότητα μέτρησης <i>Uncertainty of measurement</i> (mm)	Ανοχή <i>Tolerance</i> (±) (mm)
0 m ~ 5.5 m	50	50	0	0.7	---
	200	200	0	0.7	---
d: 1 mm	500	500	0	0.7	---
	1 000	1 000	0	0.7	---
	3 000	3 000	0	1	---
	5 500	5 500	0	1	---

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης k=2, παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k=2, providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.

Z:\Customers 2007\HALYB\0027-0037.doc

TECHNICAL DATA

Main supply:
220 V or 110 V, 50/60 Hz

Dimensions:
width: 700 mm
depth: 550 mm
height: 200 mm
Weight: 40 kg

SPECIFICATIONS

KNUTH-ROTOR, complete with 3 rotating disks for grinding paper 220 mm dia. with 2 x 15 mm rubber tube for water-cool and drain, as well as 3 sheets of grinding paper of each of the grain sizes 200, 300, 400 and 600

PLEASE STATE VOLTAGE



4 GRINDING



Grinding brings down the coarsest surface roughness to approx. 0,1 μm . In order to obtain smoothness the surface is usually subjected to several grinding operations each providing a decreasing degree of roughness. According to the roughness of the ground surface the grinding is classified either as coarse grinding (abt. 500 – 10 μm) or as fine grinding (abt. 10 – 0,1 μm).

The DISCOTOM Cut-Off Machine (cf. section 1) provides a surface quality which obviates the need for the coarse pregrinding steps. The surface roughness obtained in the finer and finest grinding stages is satisfactory for examination of macrostructures. For the recognition of details in the microstructure, however, grinding will not suffice. For this purpose polishing (yielding degrees of roughness less than 0,1 μm) is necessary. On the whole the pregrinding is to be regarded as a preparation for the polishing process (cf. section 5). In metallographic practice mechanical grinding is predominant, though successful experiments with electro-erosive and electrolytic grinding have been carried out.

In mechanical grinding the material is removed by a cutting process which leaves scratches and plastic deformation due to the cutting effect of the abrasive (diamond, silicon carbide, emery, etc.). Dependent on whether the grinding is performed in air (or a protective gas) or in a liquid (water, oil) the process is called dry or wet grinding. Of these two categories, wet grinding prevails in metallographic practice for the following reasons:

- The material removed is bound by the liquid, thus rendering a dust-free working operation.
- The material removed does not load the grinding paper, so that the abrasive remains active for a longer period.
- Due to the cooling effect of the fluid, heating of the specimen surface is very slight, and thus the risk of structural changes is reduced.
- Thorough cleaning of the specimen between the pregrinding stages is unnecessary.

The grinding devices LUNN-MAJOR and LUNN-MINOR for manual wet grinding as well as the motor driven grinders, e.g. DISCOPLAN, KNUTH-ROTOR and the DP-U2 universal grinding and polishing machine are all extremely efficient machines meeting any modern demand.

The most commonly used abrasive for wet grinding is silicon carbide (SiC) bonded firmly to water resistant paper or textile. SiC possesses great hardness, durability and good cutting properties and is available in suitable, regular grain sizes (from abt. 5 μm to several hundred μm). Usually the grain size of the abrasive is stated in numbers, a grain number being defined by the number of meshes per inch in a sieve which just allows the coarsest grains to pass through. The table states the current grain numbers, and further those laid down by the Fédé-

Cut-off machine for metallographic, ceramic and mineralogical specimens:

- Submerged cutting
- Thermal cut-out switch protecting the motor from overloading
- Simple and safe function

MESOTOM is intended for samples with a cross section of up to 35 mm dia., but in some cases bigger samples can be cut. The standard clamping device is particularly useful for bars, but can also be used for other specimens. It is possible to fasten irregular specimens on the cutting table by means of clamps (2 provided).

The motor power is 1.5 HP and the cutting wheel is mounted direct on the motor shaft. In order to protect the motor against overload, a thermal cut-out switch is provided, which stops the motor as soon as it becomes overheated, and the cutting cannot be started again until the motor has cooled.

The machine can be used for submerged cutting, or with cooling by jet directly into the cut. The maximum length of object to be cut submerged is 160 mm.

These efficient cooling methods secure a good, clean cut without overheating the material. Submerged cutting of particularly critical materials is recommended.

For cooling we recommend the use of Struers Recirculating Cooling Unit, which contains 35 l of water. This permits the adding of a corrosion inhibitor to the cooling liquid, whereby the cooling efficiency is improved at the same time.

Cut-Off Wheels

The large assortment of cut-off wheels enables cutting of all materials.

The abrasive material of the wheels 01TRE — 05TRE is aluminium oxide. These wheels are suitable for cutting carbon steel, cast iron, stainless steel, nickel alloys etc. The wheels are grouped on a progressive scale of hardness. 01TRE is the softest wheel, and therefore suited for cutting of very hard materials. 05TRE is the hardest wheel of this group, used for soft metals and similar materials.

S6TRE and 06TRE are medium hard wheels with silicon carbide as abrasive. These wheels are especially suited for cutting of copper, aluminium and its alloys, tungsten, titanium and



other non-ferrous metals. 07TRE is another medium hard wheel, but with aluminium oxide as an abrasive. Its thickness is only 0.8 mm, and it is therefore particularly suited for cutting processes where waste is undesirable.

08TRE and 09TRE are diamond wheels for cutting of very hard samples, such as silicon, refractory metals, ceramic, mineralogical and geological materials. The »Rimlock« type diamond wheel (08TRE) is provided with small segments of diamond grains along the periphery of the metal wheel. The Rimlock wheel is preferably used for cutting of non-metallic specimens. It is distinguished by its low price. The »Continuous Rim« diamond wheel (09TRE) is intended for cutting of silicon, germanium, refractory metals and similar materials. It is a



regular diamond wheel, and this influences the price, so that the wheels differ considerable in price according to diameter.

We therefore recommend to state the exact depth of cut required when ordering a diamond wheel of this type.

TECHNICAL DATA:

Max. wheel diam. 235 mm

Max. cutting depth 60 mm

Power:

With 3-phase motor: 1.5 HP

With 1-phase motor: 1 HP

Cutting speed 2800 rpm = max. 34.5 m/s

Height 370 mm, Depth 485 mm, Width 495 mm, Weight 50 kg

SPECIFICATION

CODE WORDS

MESOTOM cut-off machine complete, with 1.5 HP 3-phased motor, tray, clamps, 3 cut-off wheels and recirculating cooling unit SOTOM

MESOTOM, as SOTOM but with 1-phased 1 HP motor with condenser for connection of 3-phased recirculating cooling unit (TRECI) SOTEN

MESOTOM as SOTOM but without recirculating cooling unit SOTWI

MESOTOM as SOTEN but without recirculating cooling unit SOTHO

Recirculating cooling unit with 40 W 3-phased motor, for connection to SOTWI and SOTHO (width 400 mm, height 410 mm, depth 500 mm, weight 6,5 kg) TRECI

PLEASE STATE MAINS VOLTAGE



SCIENTIFIC INSTRUMENTS

COPENHAGEN - DENMARK





	CODE
DISCOTOM	
Hydropneumatic device, to be mounted on DISCOTOM, complete with plastic housing, oil pressure cylinder, support, lever, plastic bottle for hydraulic oil, plastic tubes and various screws	HYDRO
Spill pan 730 x 260 mm	TREAY
DISCOTOM and MESOTOM	
Recirculating cooling unit, 3-phase ...	TRECI
Additive for cooling fluid, net 1 ltr. ...	ADDUN
Additive for cooling fluid, net 5 ltr. ...	ADDFI
Laboratory cabinet, 700 x 700 x 880 mm	CABNI
CUT-OFF WHEELS	
For extra hard material (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	01TRE
For hard steels and large solid sections (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	02TRE
For medium hard material and for general use (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	03TRE
For medium hard materials and general use, softer than 04TRE but harder than 03TRE (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	04TRE
For soft steels and for general use (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	05TRE
For tubes and small stock (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	06TRE
For non-ferrous metals (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	07TRE
For non-ferrous metals (235 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	08TRE
Thin cut-off wheel for delicate cutting (235 mm dia. x 0.8 mm x 22 mm dia.)	20TRE
Diamond wheel of 'Rimlock' type for ceramic and mineralogical materials (200 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.)	21TRE
Diamond wheel of 'Continuous Rim' type, highest quality for silicon, germanium, and ceramic materials. Size 200 mm dia. x 1 mm x 22 mm dia.	22TRE
Size 150 mm dia. x 0.5 mm x 22 mm dia.	09TRE
Size 200 mm dia. x 1.5 mm x 22 mm dia.	
Other sizes	

Handwritten mark: a blue curved line pointing to the 04TRE code, followed by the handwritten number "11".



KNUTH-ROTOR

A machine for wet-grinding of metallographic, ceramic and mineralogical specimens.

- Plane surfaces and sharp edges
- Quick grinding of the specimens
- Easy and quick exchange of grinding paper without adhesive or clamps

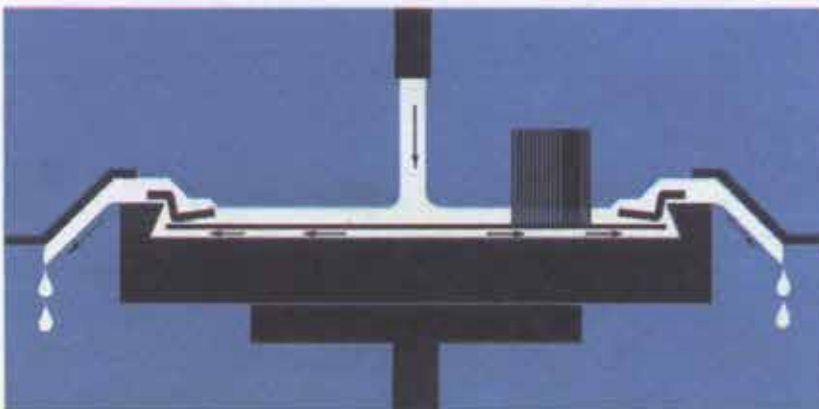


KNUTH-ROTOR is a pregrinder with two rotating discs placed horizontally. The discs, diameter 230 mm, are rimmed and to be filled with water before the grinding paper is put on. A demountable metal ring surrounds the disc and prevents the paper edge from bulging. The metal ring does not press on the grinding paper, which can move freely and stretch between disc and ring. When the disc rotates, the water is expelled by the centrifugal force, and a vacuum is produced under the grinding paper. Because of this, the paper sticks to the disc and lies perfectly plane and firm (see sketch).

The two discs in KNUTH-ROTOR are mounted in precision ball-bearings independently of the motor, which is suspended on rubber pads, preventing transfer of vibration to the discs. Trials have shown that the optimum rotation speed of the discs is 280 rev./min., ensuring the best quality of the surface, as well as the necessary vacuum to keep the grinding paper fixed. According to material and quality of the surface (before wet-grinding), the pregrinding is carried out in 2-4 minutes, grain size 220 to 800.

KNUTH-ROTOR is normally used with grinding paper in four grain sizes, 220, 320, 400 and 800. However, papers with coarser grain sizes are available (80, 120 and 180). After grinding on grain size 800 it is generally possible to go directly to mechanical or electrolytical polishing.

When a large quantity of samples is to be prepared, two KNUTH-ROTOR machines placed side by side, provided with different grinding papers, will make the pregrinding considerably easier and more economical.



8.2. Μέθοδος Παραγωγής Tempcore

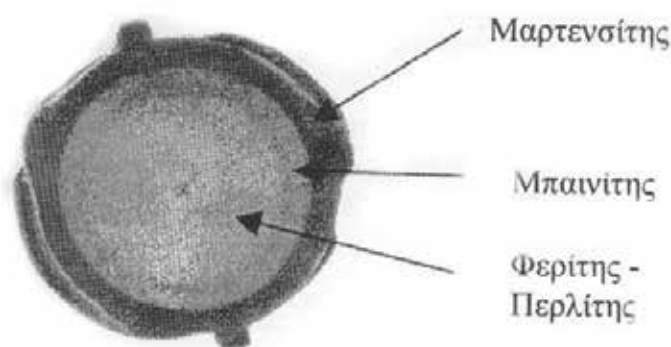
Η μέθοδος παραγωγής Tempcore ανήκει στις διαδικασίες παραγωγής χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος με θερμική κατεργασία. Η συγκεκριμένη διαδικασία αναπτύχθηκε από το C.R.M. (Κέντρο Μεταλλουργικών Ερευνών, Λιέγης).

Το όνομα “Tempcore” απεικονίζει τη νέα διαδικασία παραγωγής δηλαδή την επαναφορά μιας προηγούμενα ψυχραμένης επιφάνειας, κάτω από την επίδραση της θερμότητας, η οποία τροφοδοτείται από τον πυρήνα του προϊόντος.

Σε ράβδους που χρησιμοποιούνται (όπως βγαίνουν από την έλαση), μπορεί να αυξηθεί το όριο διαρροής τροποποιώντας τη χημική τους σύσταση. Δηλαδή αυξάνοντας την περιεκτικότητα σε άνθρακα(C) και Μαγγάνιο(Mn) [ανέξοδη μέθοδος όμως προκαλεί μείωση συγκολλησιμότητας], προσθέτοντας μικρές ποσότητες κραματικών στοιχείων όπως το Niobium(Nb) ή το Vanadium(V) [ακριβή μέθοδος].

Με την μέθοδο Tempcore αποφεύγονται τα παραπάνω μεινεκτήματα καθώς καθιστά δυνατή την οικονομική παραγωγή ράβδων οπλισμού σκυροδέματος υψηλού ορίου διαρροής, με καλή συγκολλησιμότητα.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε μια ειδική θερμική κατεργασία που εκμεταλλεύεται τη θερμότητα έλασης. Στην ακόλουθη εικόνα διακρίνεται σχηματικά η αρχή της μεθόδου αυτής.



Κατά τη μέθοδο αυτή (για ράβδους που χρησιμοποιούνται μετά την έλαση ~ τήξη και ρύθμιση της σύστασης), ακολουθούν σε συνεχή παραγωγή οι παρακάτω θερμικές κατεργασίες της παρτίδας:

Η θερμή συνεχής ράβδος η οποία είναι ωστενιτοποιημένη, ψύχεται απότομα στην επιφάνεια με ψεκασμό νερού και βάφεται (μετατρέπόμενη σε μαρτενσίτη, μόνο επιφανειακά και μπενίτη σε μικρό βάθος). Εκείνη τη στιγμή η καρδιά της ράβδου παραμένει ωστενιτοποιημένη και ψύχεται αργά σε δομή περλίτη και φερίτη.

Αντίστοιχα η ψυχόμενη επιφάνεια κάνει επαναφορά, μετατρέποντας τον μαρτενσίτη σε επαναφερμένο μερτενσίτη.

8.3 Στοιχεία δοκιμίων

Τα δοκίμια που χρησιμοποιήθηκαν για τη μεταλλογραφική εξέταση μικροδομής, για σκληρομετρήσεις – μικροσκληρομετρήσεις και για χημική προσβολή προήλθαν από τις βέργες όπου πάρθηκαν τα δοκίμια A9 και A10.

	Δοκίμια	μαρχ	μτελ	hαρχ	hτελ
χημική προσβολή	2	60,6	58,5	2,50	2,40
	3	61,8	60,7	2,55	2,50
σκληρομ.- μικρ/ση	6	61,0	60,0	2,50	2,45
	7	59,7	59,0	2,50	2,45
χημική σύσταση	I			2,00	1,60
	II			2,00	1,85

8.4) Όργανα που χρησιμοποιήθηκαν

α) Στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου της Χαλυβουργικής Α.Ε. :

Περιγραφή	Εταιρεία	Τύπος	Σειριακός αριθμός	Διακρίβωση βαθμονόμηση
Κοπτικό μηχάνημα	MACC	TE 250	045-29163	-----
Μηχάνημα χάραξης	MOHR FEDERHAFF	-----	4313	Εσωτερική βαθμονόμηση
Μηχανή εφελκυσμού	ROELL ANSLER	UPN 1000	33/950101	ALGOSYSTEMS S.A. 6.2.2008
Μετροταινία 3m	NEOLOCK		KS 19-55	ALGOSYSTEMS S.A. 15.1.2007
Ηλεκτρονικός Ζυγός	OHAUS	Navigator	S/N 1121051856	ALGOSYSTEMS S.A. 12.1.2007

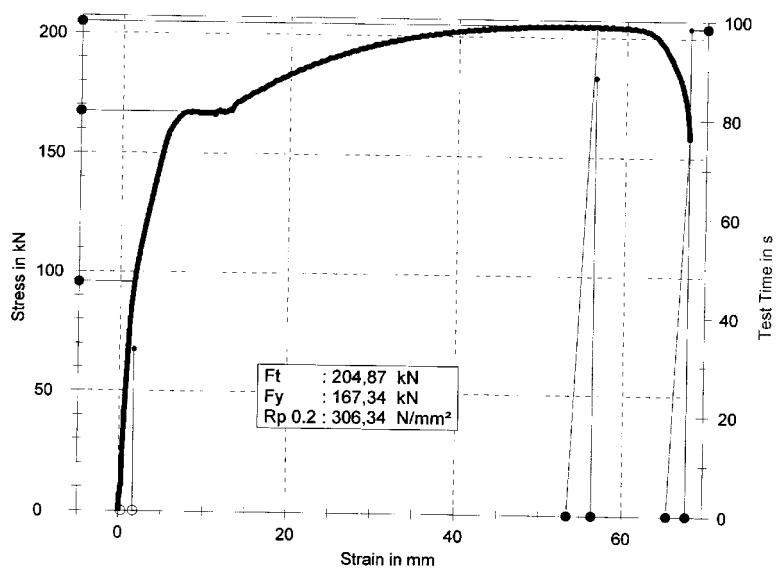
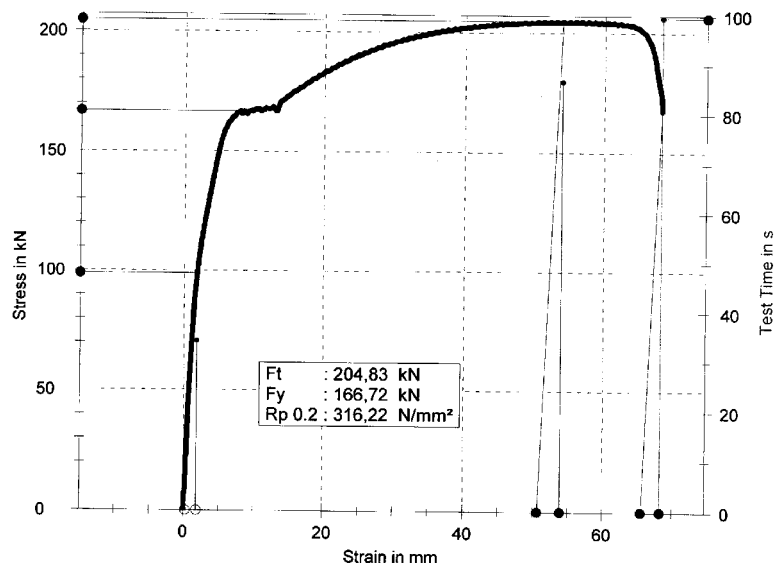
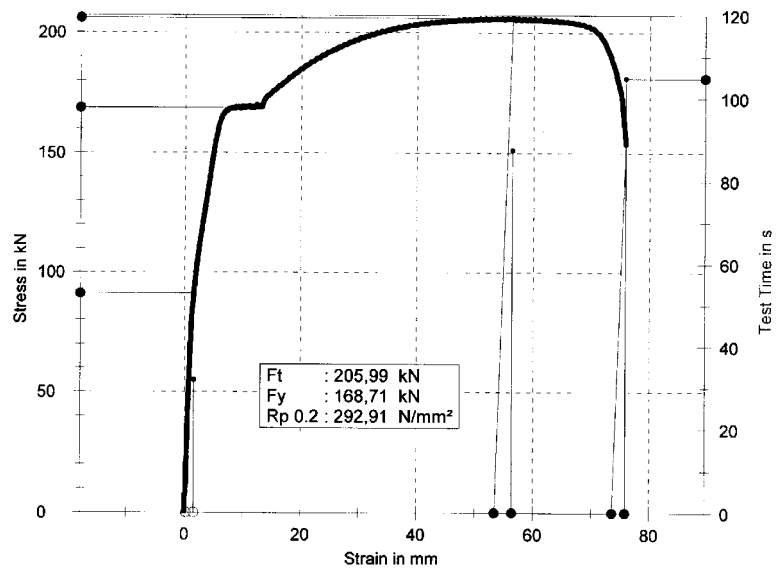
β) Στο εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών, τμήμα Φυσικής-Χημείας και Τεχνολογίας Υλικών (αιθ.Β216), ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ.

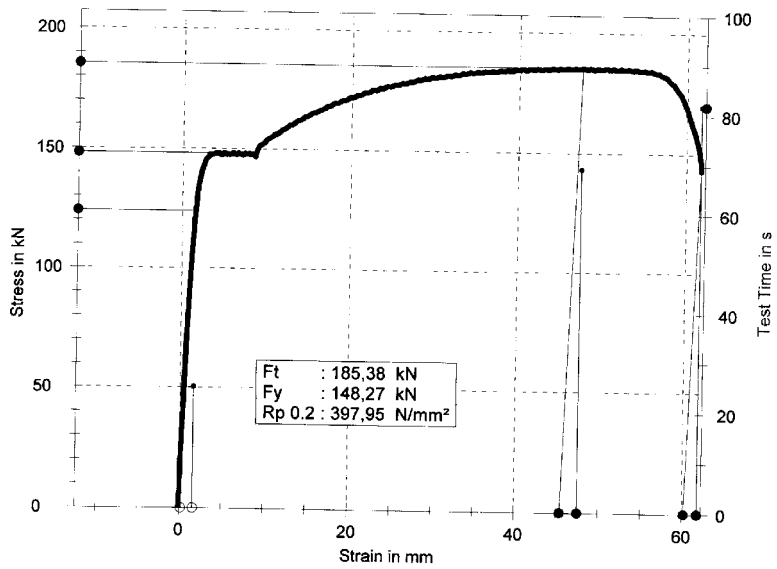
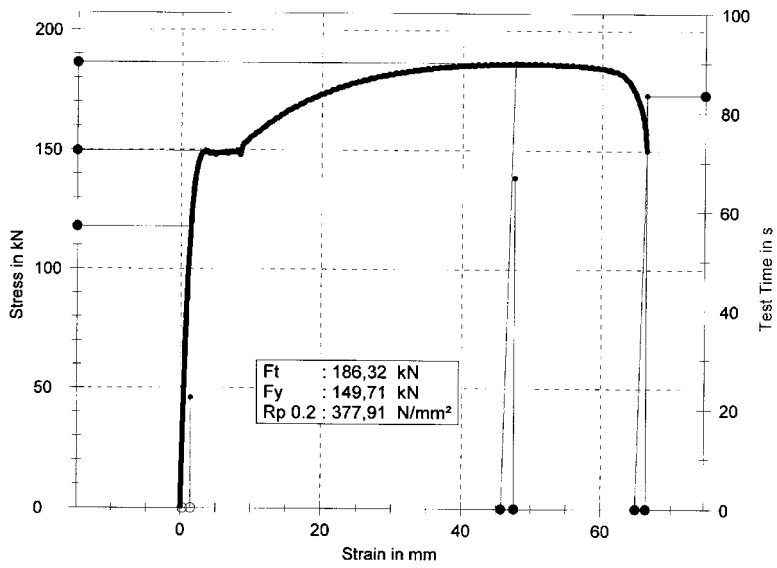
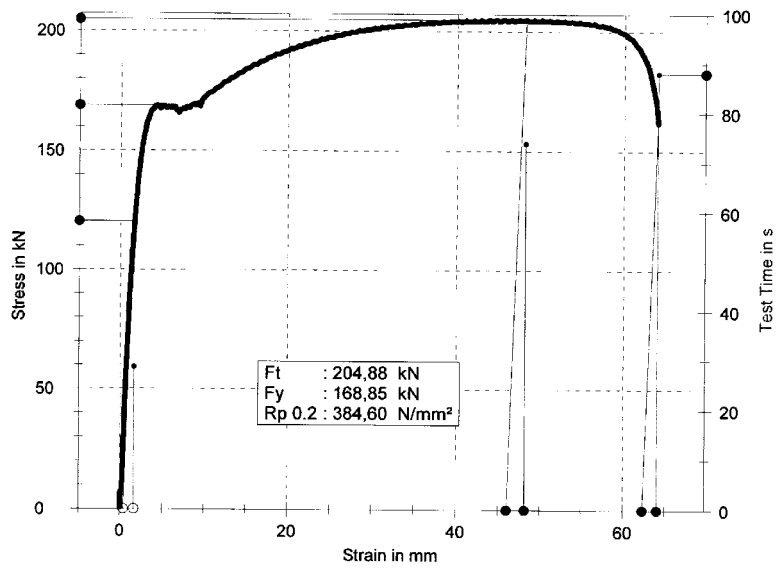
Περιγραφή	Εταιρεία	Τύπος	Σειριακός αριθμός	Διακρίβωση βαθμονόμηση
Κοπτικό μηχάνημα δοκιμίων (σκληρομέτρηση-μεταλλογ.-Χ.Π)	STRUERS	MESOTOM	295130-1977	-----
Μηχάνημα λείανσης-στίλβωσης	STRUERS	KNUTH-ROTOR	1445569	-----
Μηχάνημα λείαν.-στίλβ.	BUEHLER METASERV	-----	-----	-----
Σκληρόμετρο Rockwell	WPM, Germany	Fritz Heckert 300/236	13866510	Εσωτερική άτυπη με πρότυπα δοκίμια διακριβωμένα με πιστοποιητικά,
Σκληρόμετρο HV - HB	WPM, Germany	Fritz Heckert 308/68	13866514	καθώς και σειρά πρότυπων δοκιμίων πολυχρησιμοποιημένων και επαναλειασμένων
Ηλεκτρονικός ζυγός 1 kg / 0,1 g	STANTON, Britain	21CJ	843440	Εσωτερική άτυπη
Μικροσκληρόμετρο	SHIMATZU CORPORATION, Japan	TYPE-M	30096586	Εσωτερική άτυπη βαθμονόμηση
Μεταλλογραφικό μικροσκόπιο ανεστραμμένο με άχρωμους φακούς	ERNST LEITZ WETZLAR GMBH, GERMANY	090 – 124.012	562245 / 051464	Εσωτερική άτυπη βαθμονόμηση
Πρότυπη γυάλινη μικροκλίμακα	WILD	-----	310345	-----

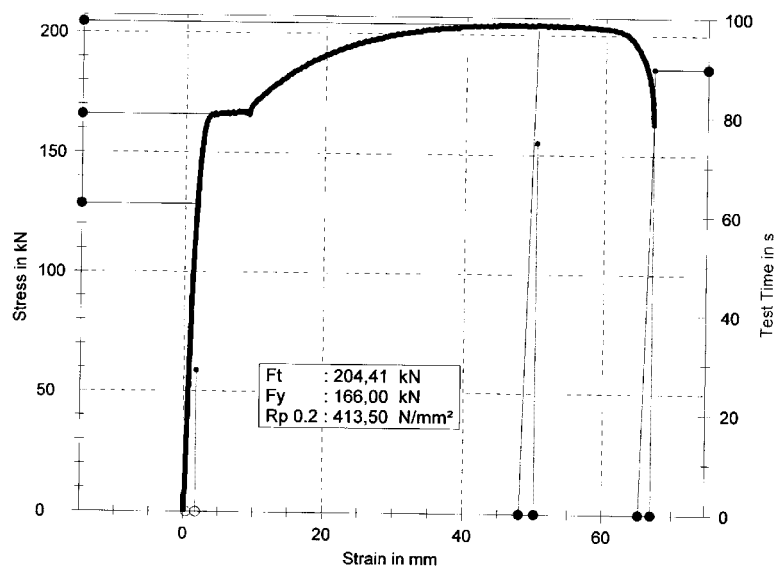
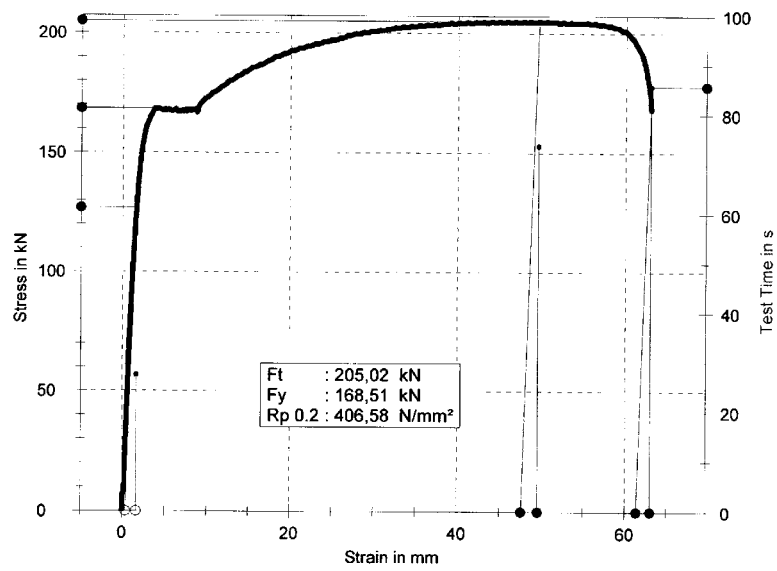
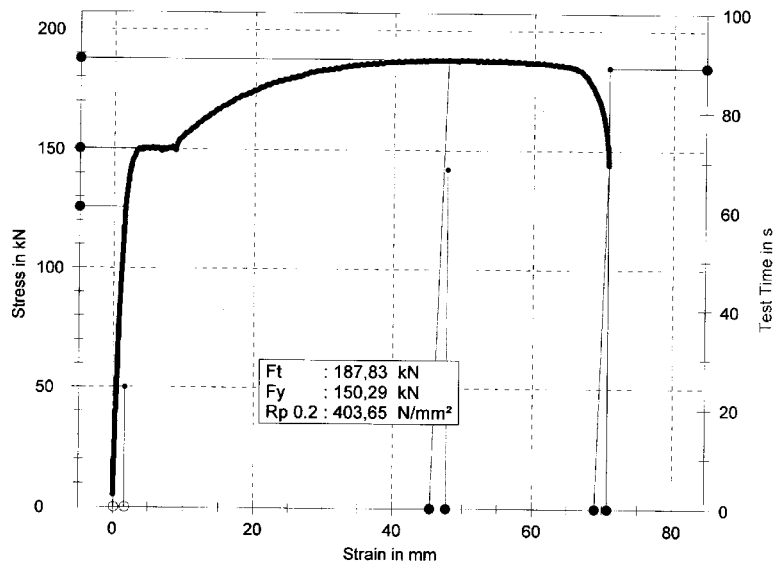
8.5) Διαγράμματα εφελκυσμού

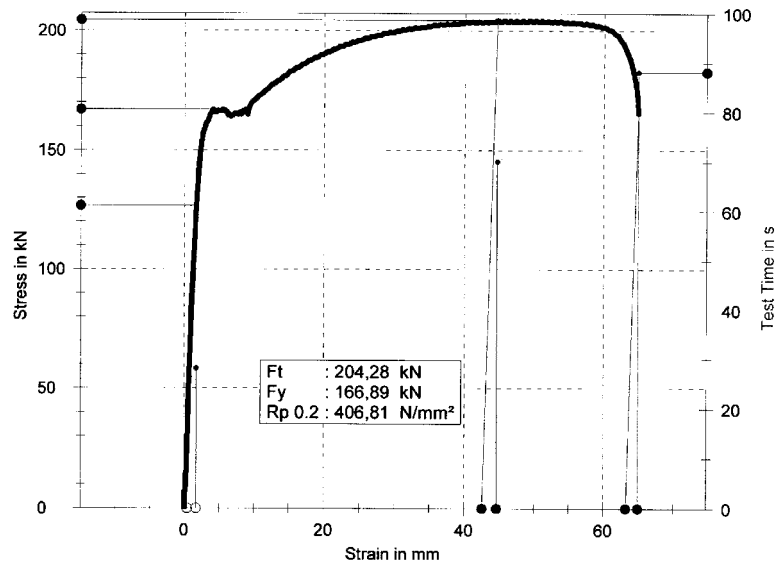
- Ομάδα Α : 20 δοκίμια από διαφορετικό δέμα του ίδιου χυτηρίου
(δέκα έχουν υποστεί εργοσκλήρυνση)
- Ομάδα Β : 10 δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος
- Ομάδα Γ : 10 δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια

Α ΟΜΑΔΑ (1-10: δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου)

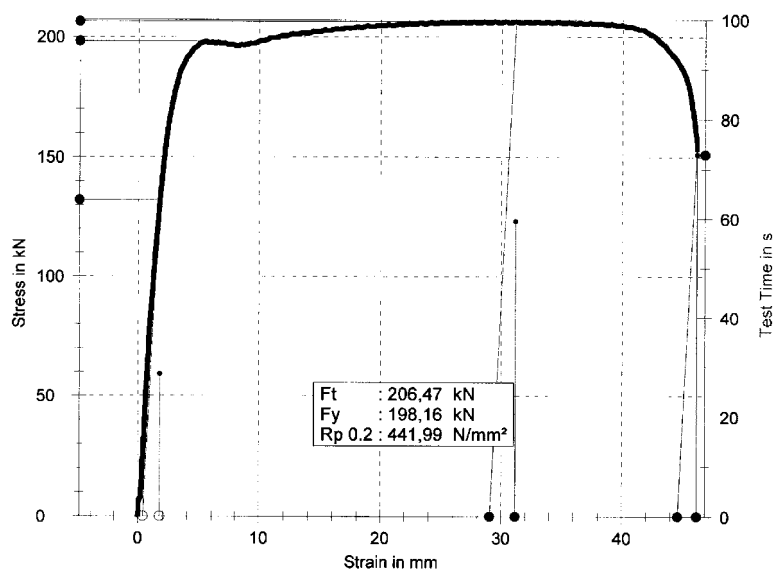
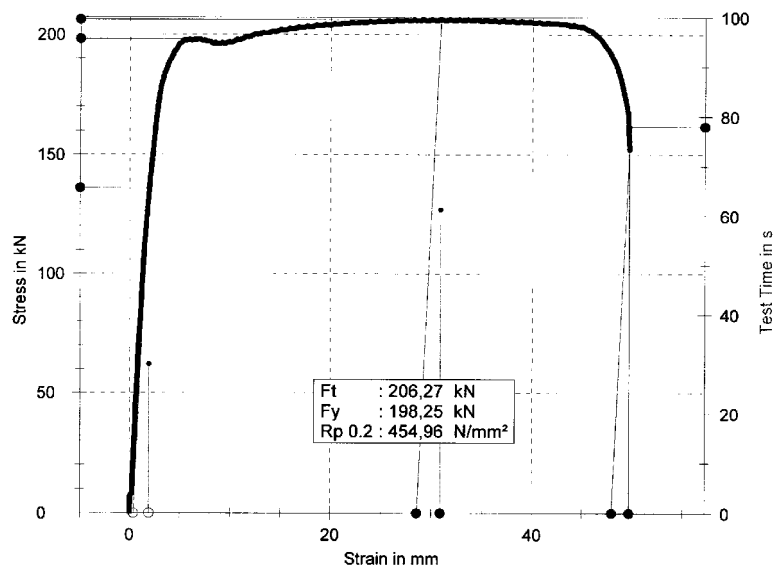
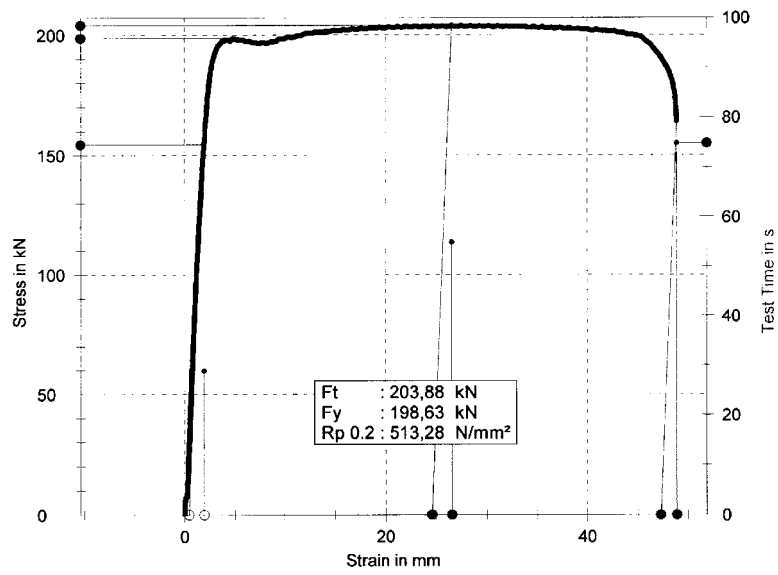


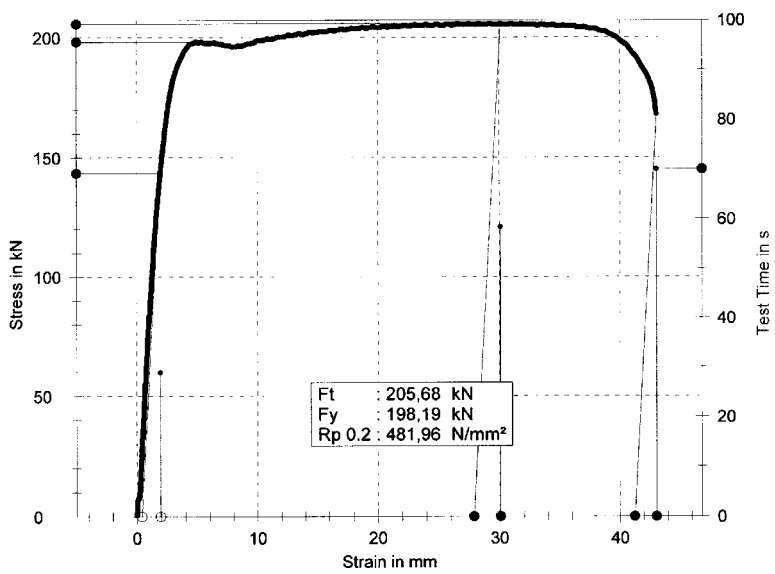
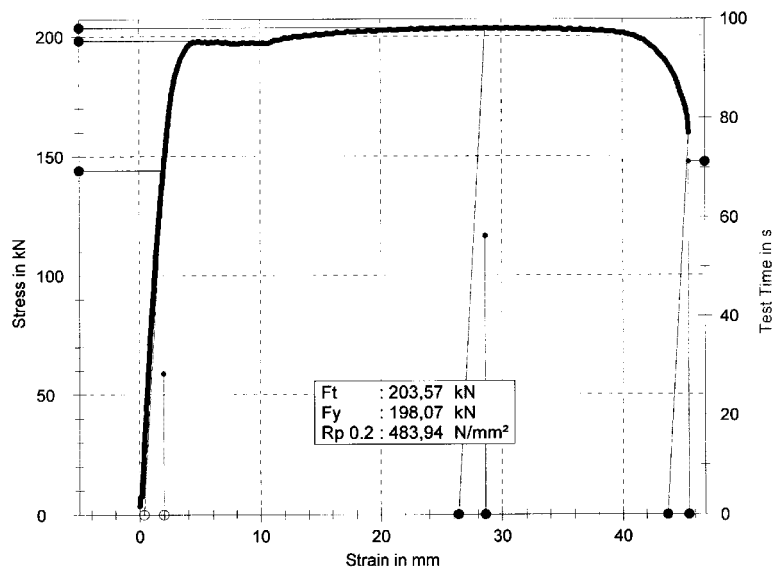
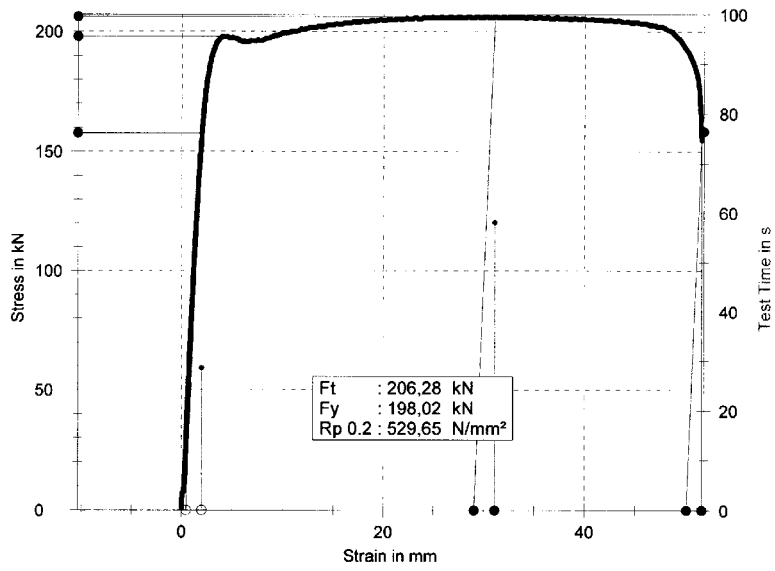


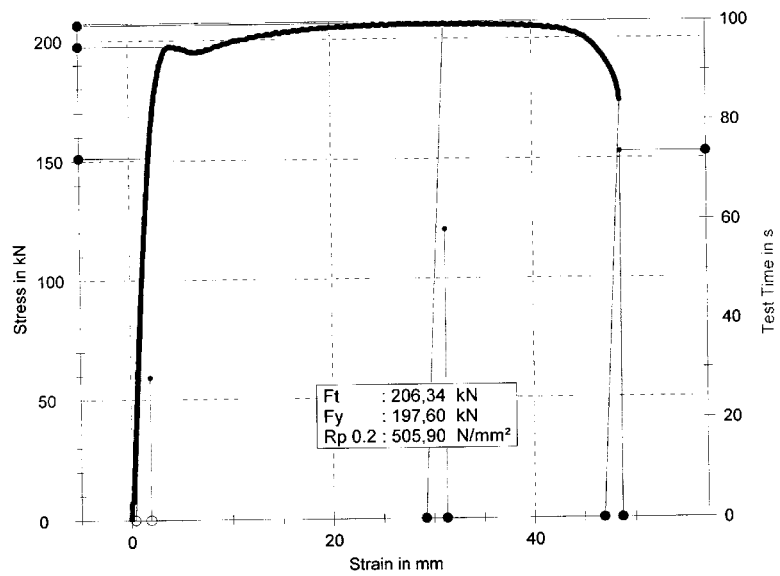
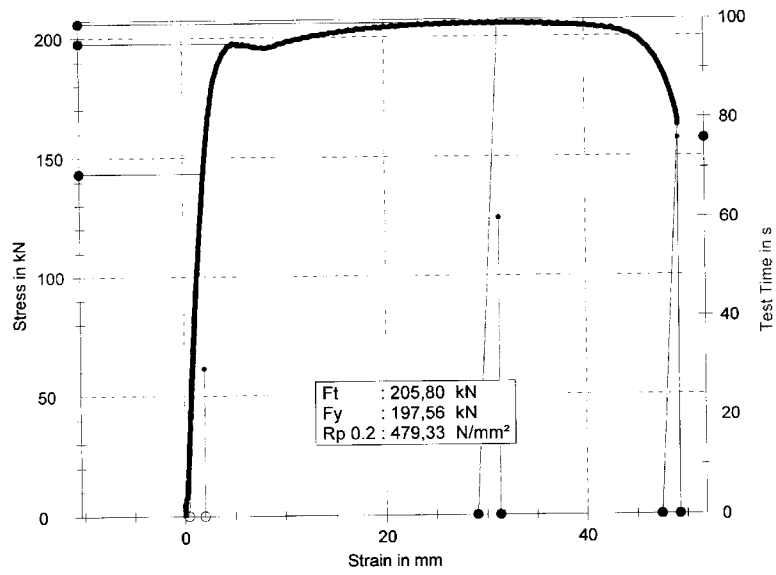
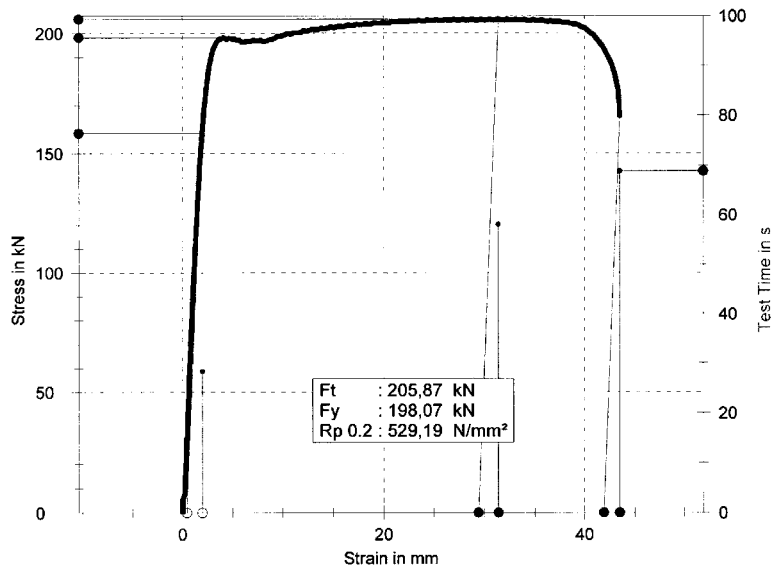


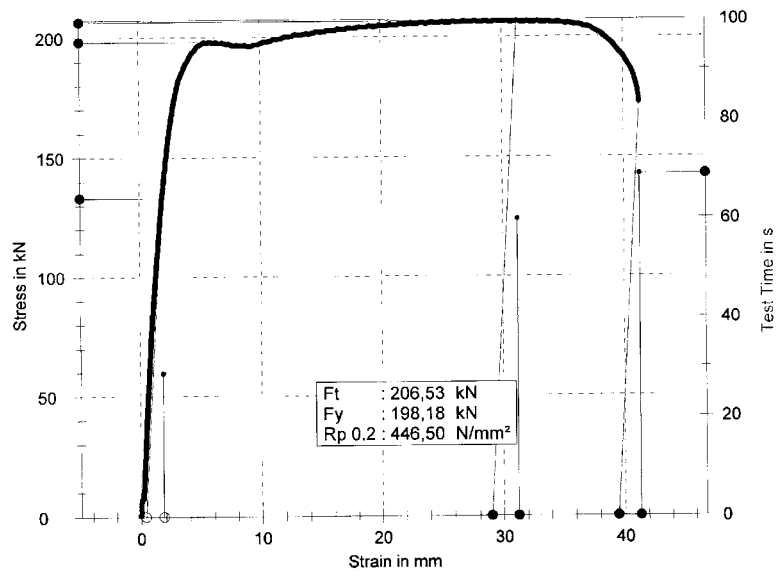


Α ΟΜΑΔΑ (11-20: δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου~εργοσκληρυμένα)

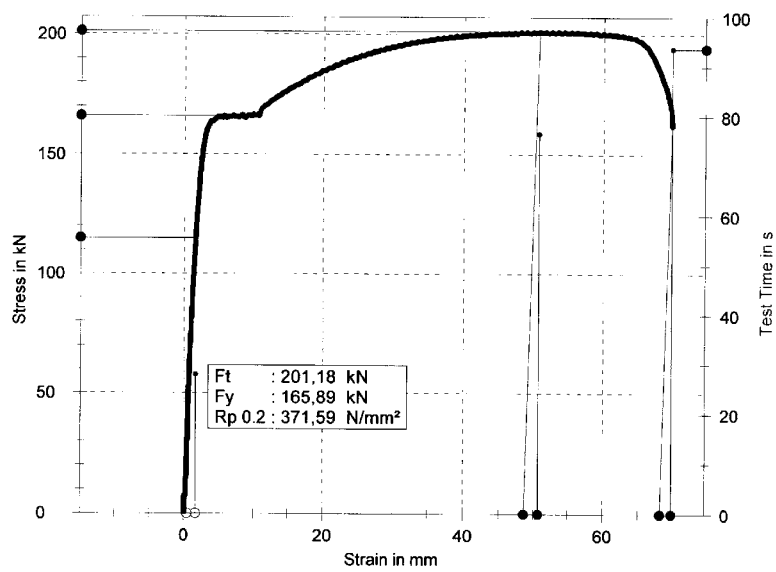
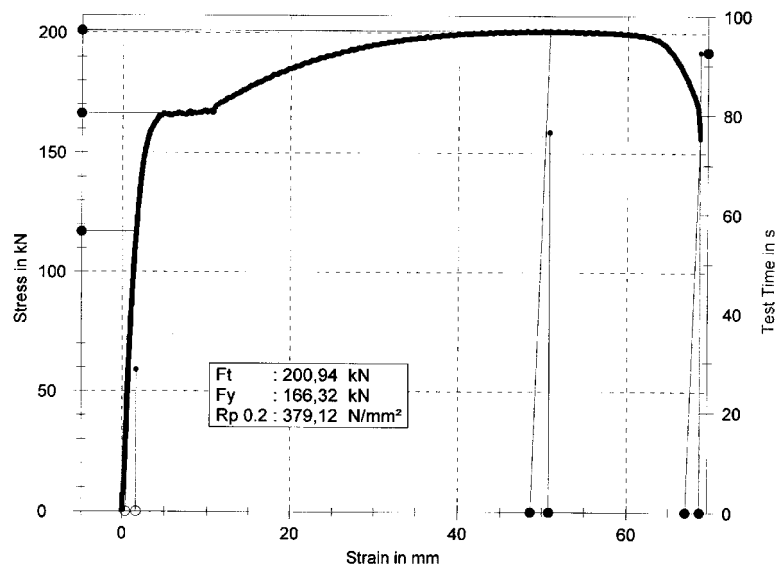
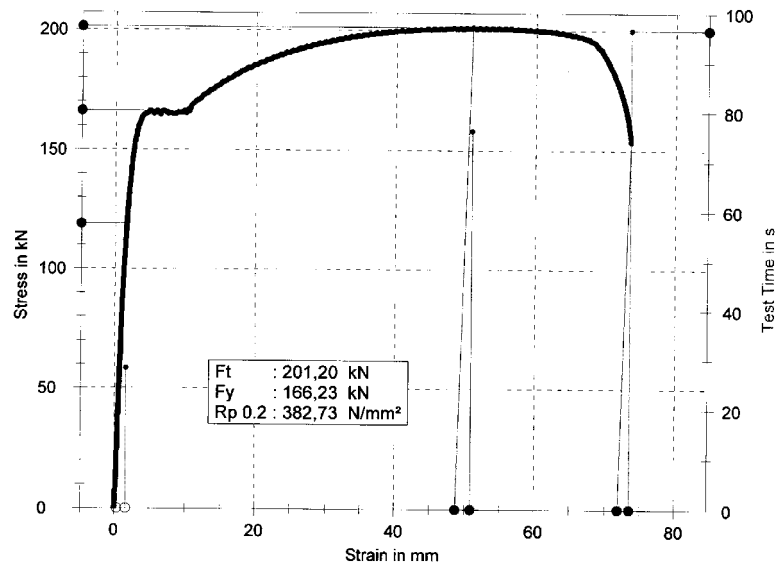


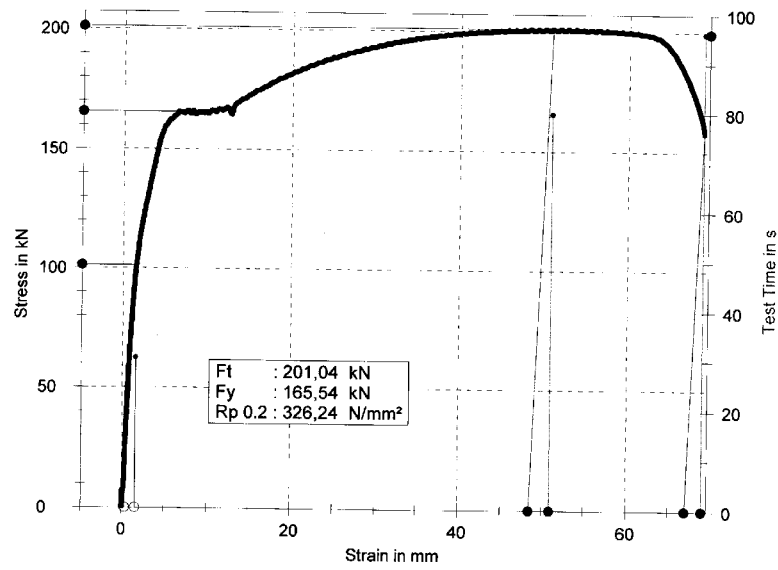
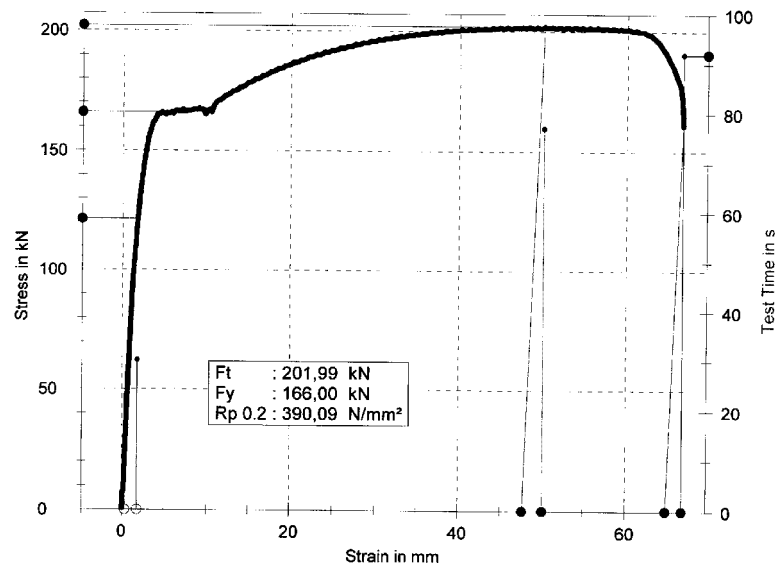
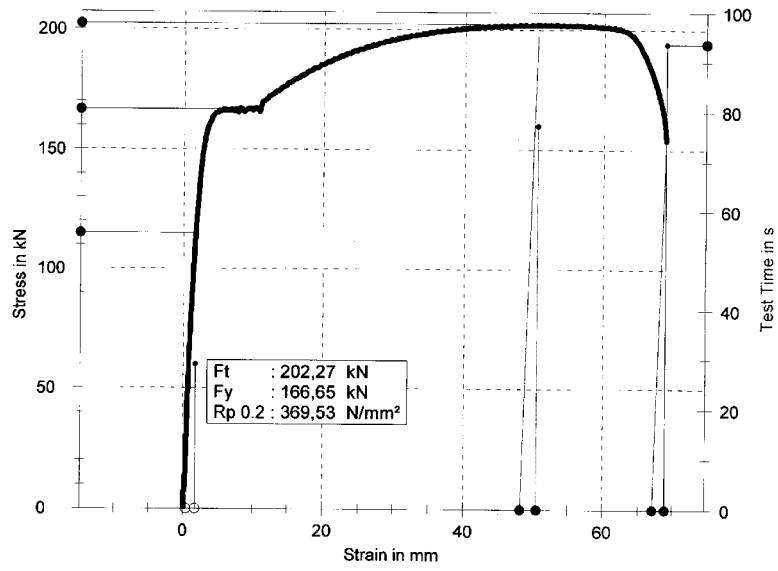


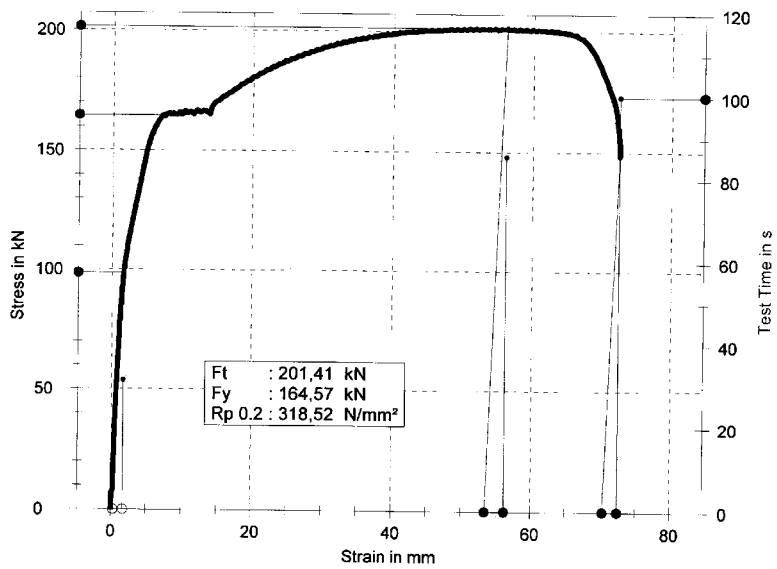
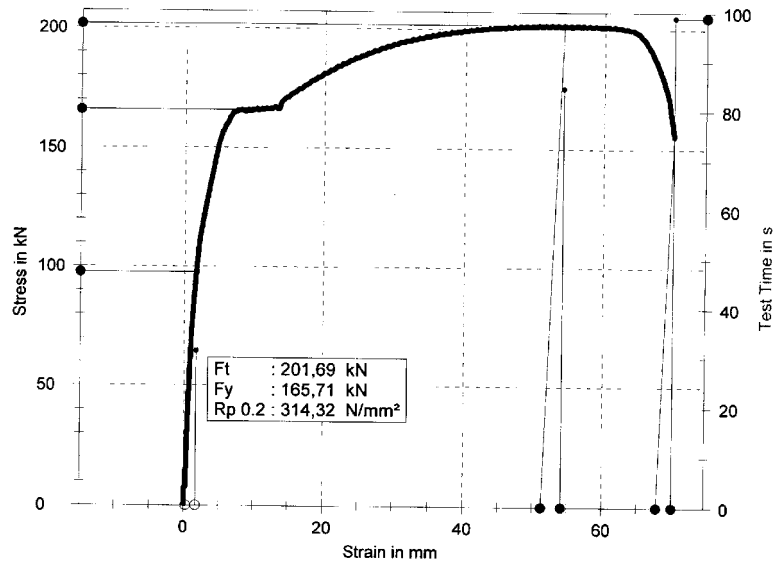
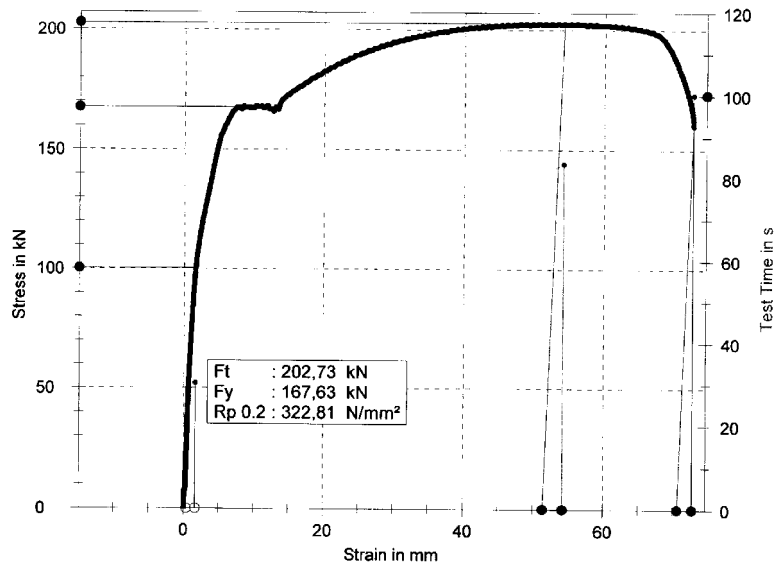


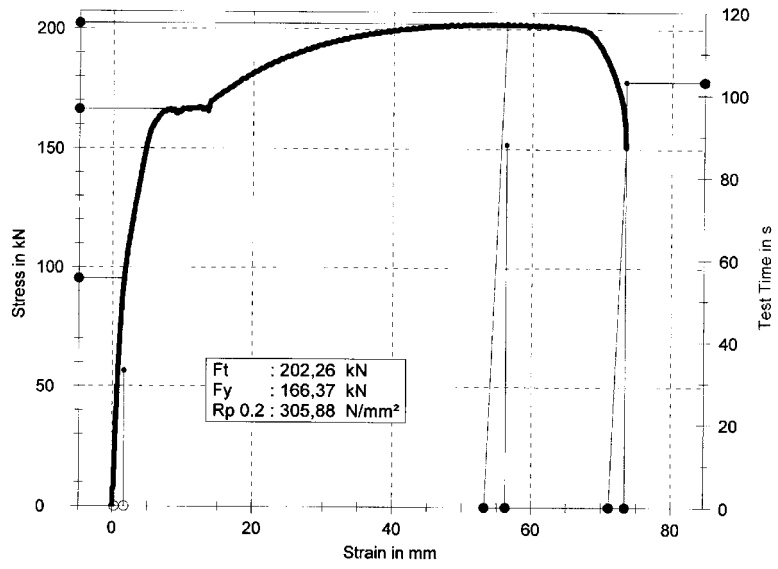


B ΟΜΑΔΑ (1-10: δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος)

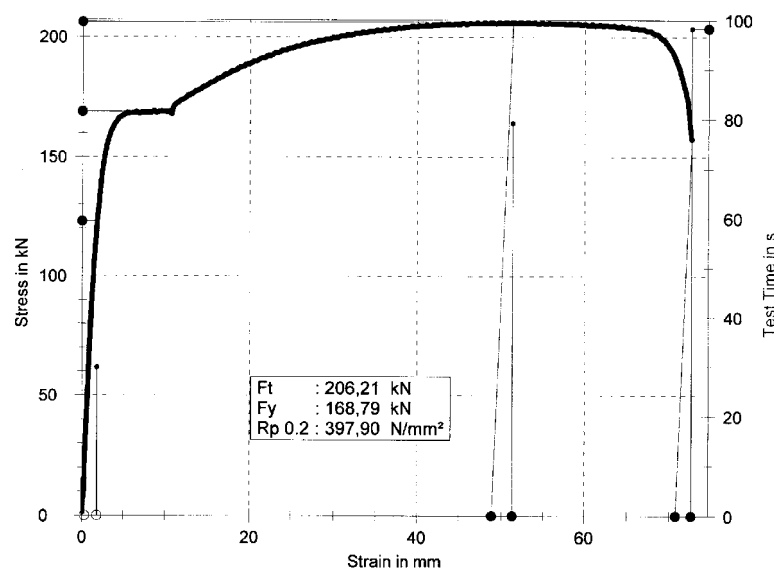
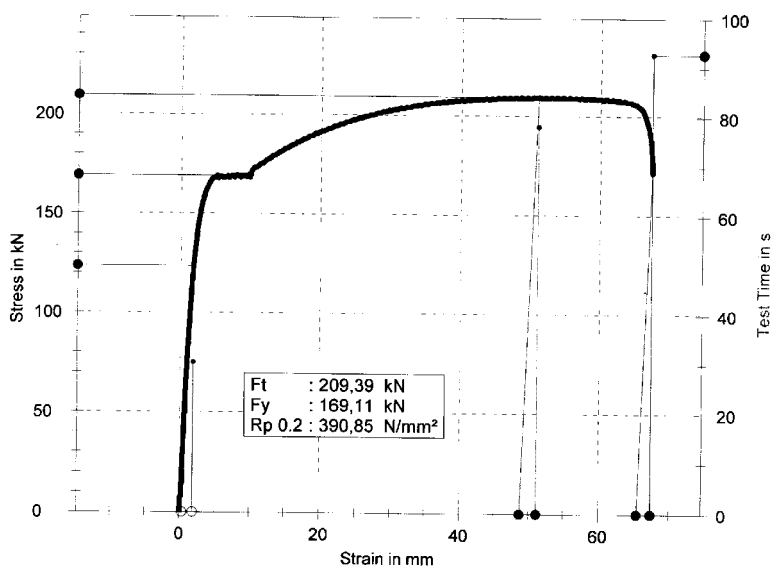
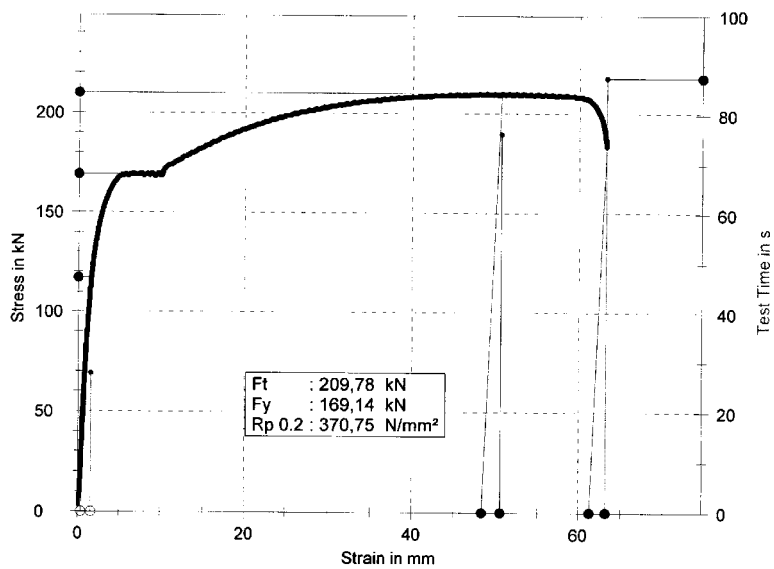


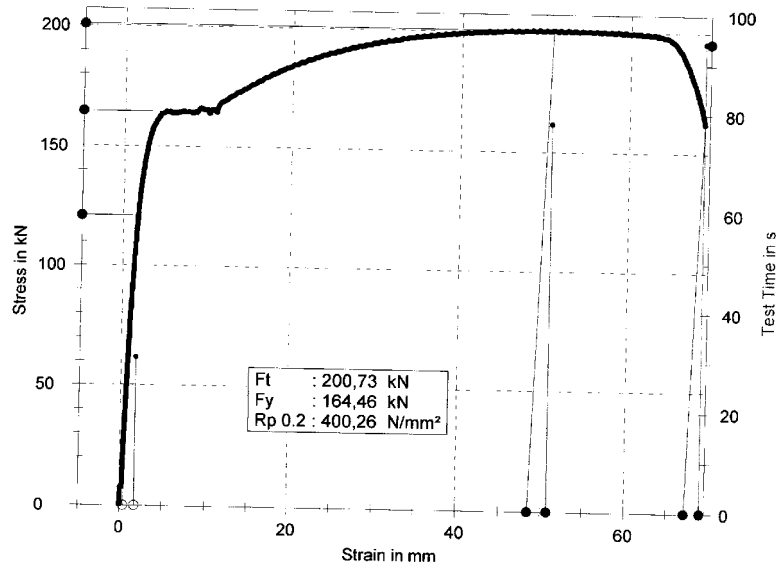
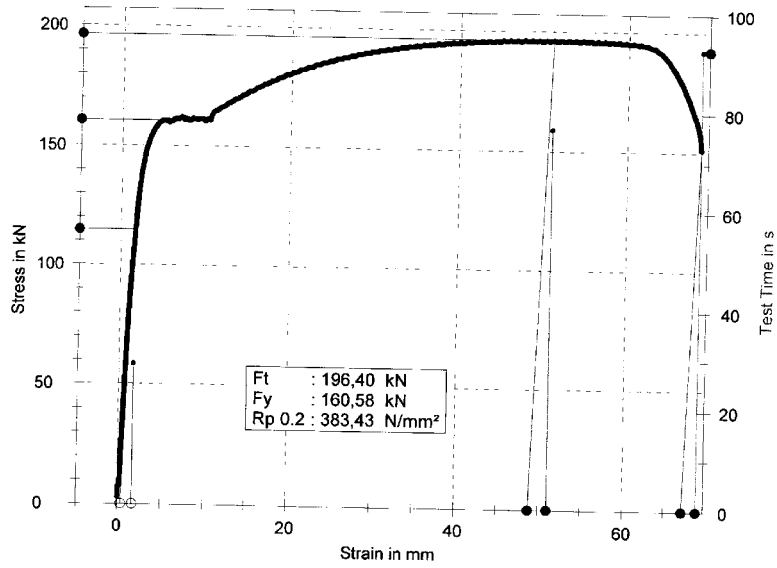
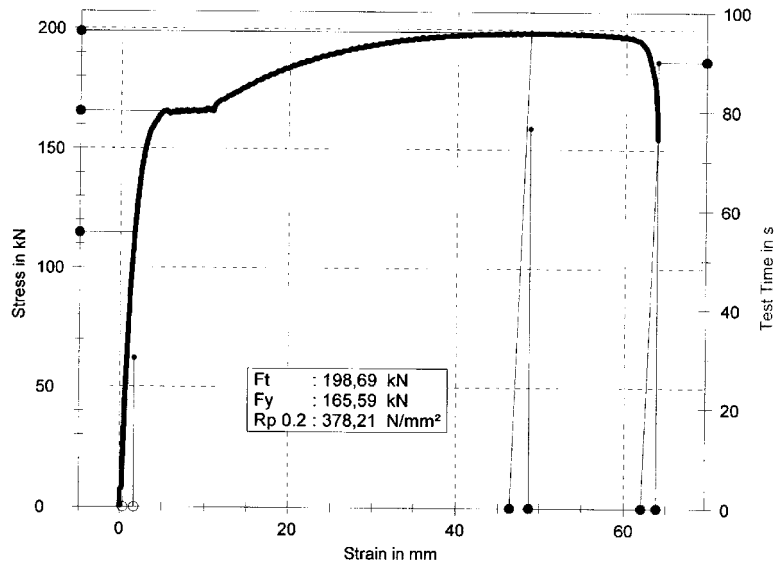


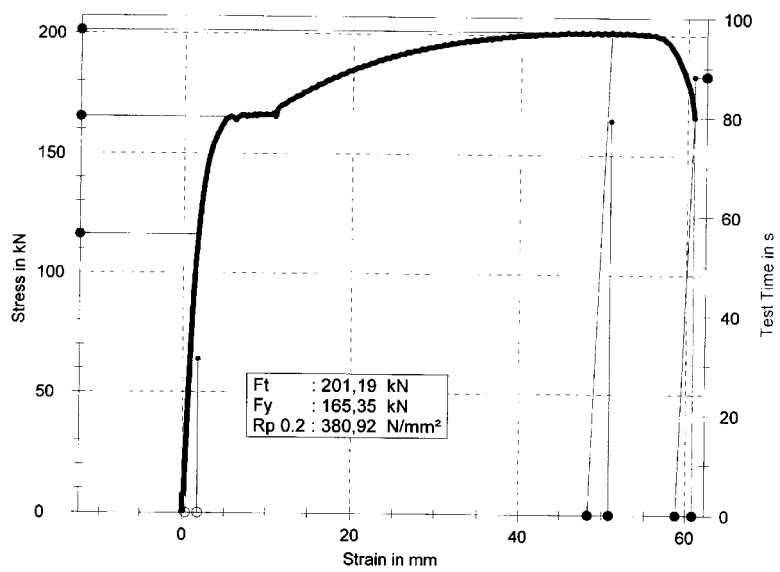
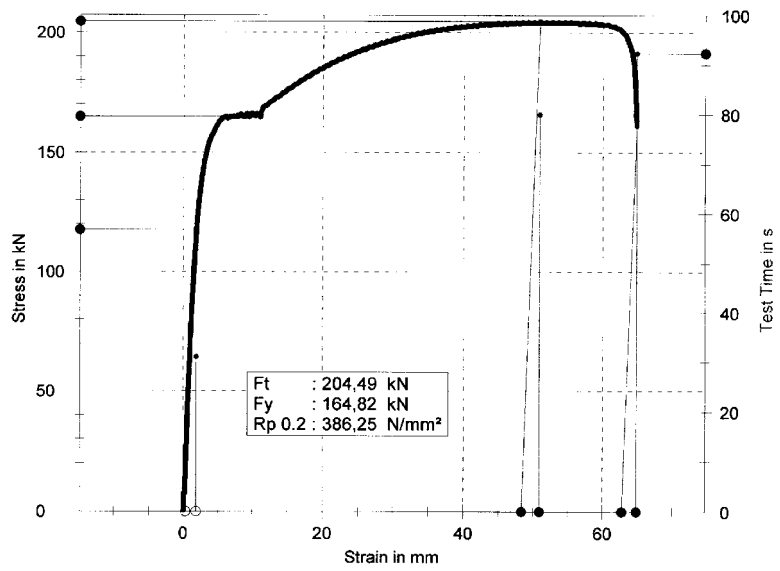
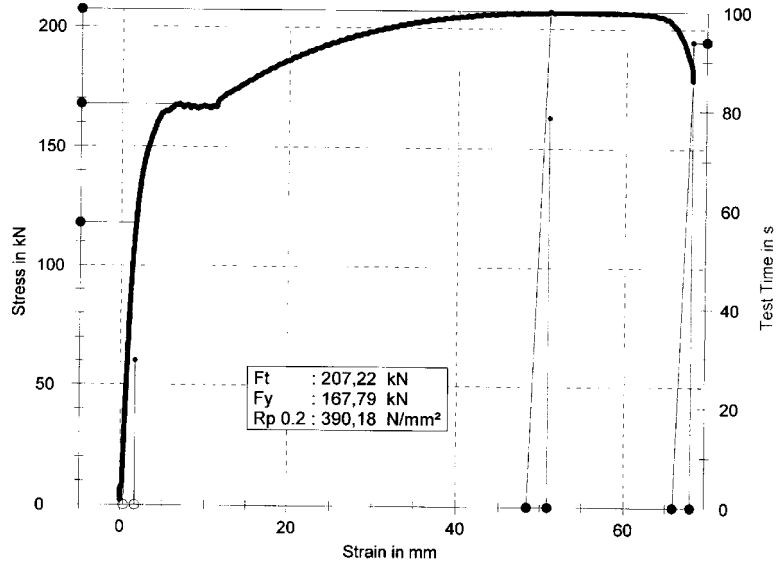


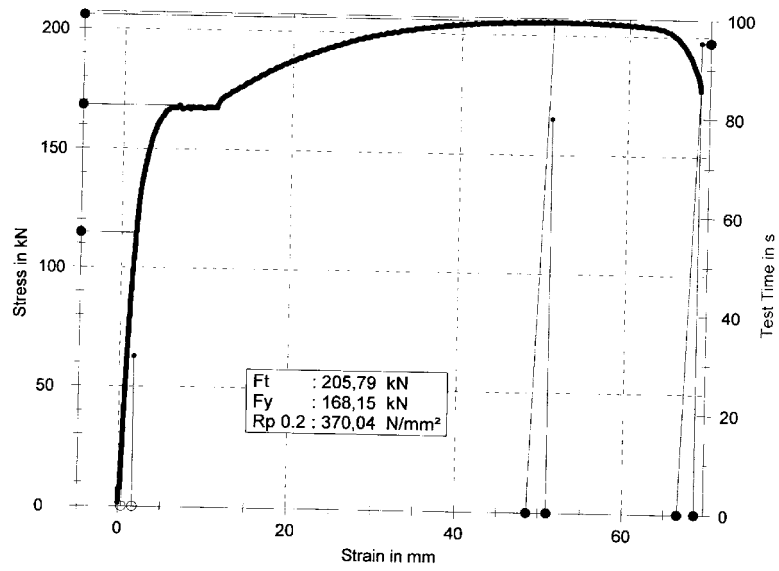


Γ ΟΜΑΔΑ (1-10: δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια)

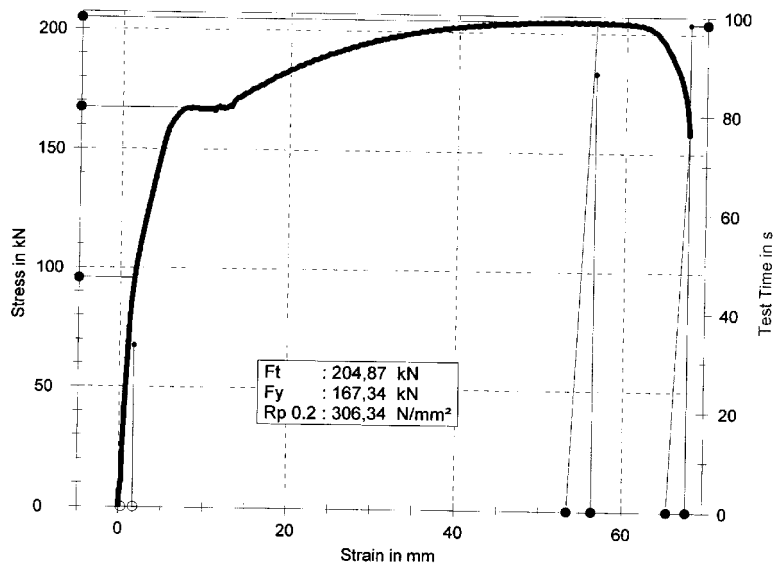
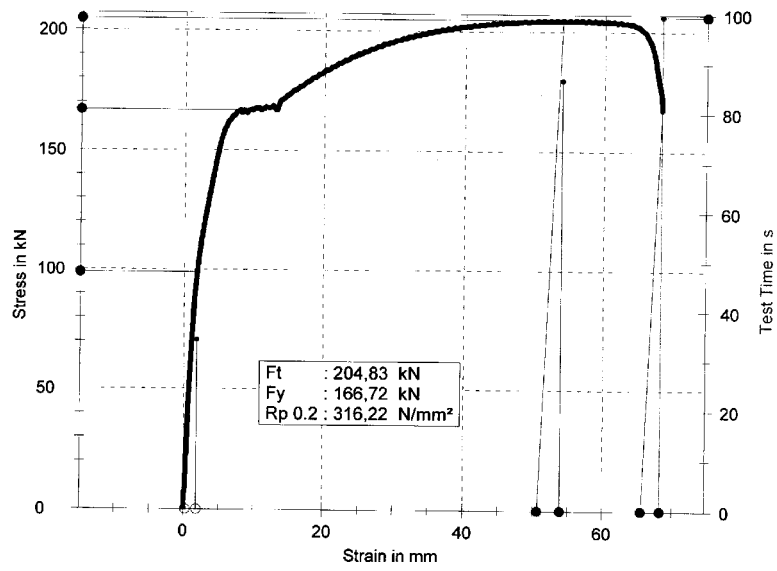
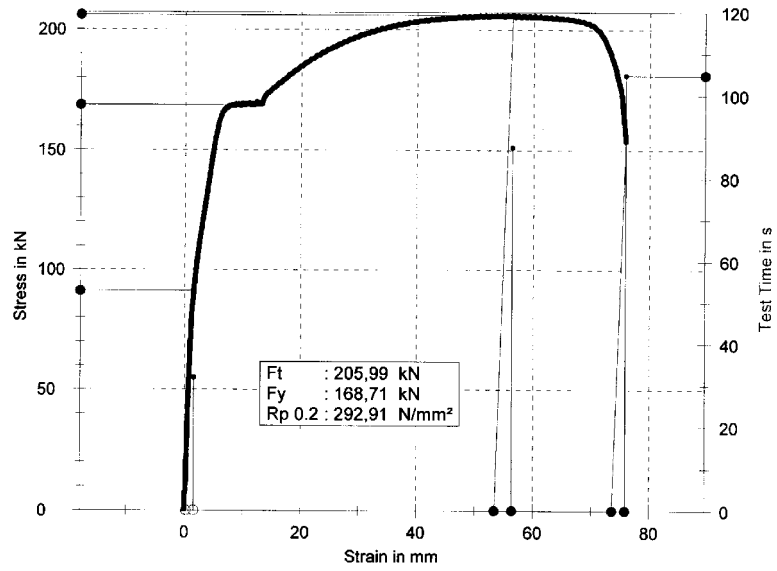


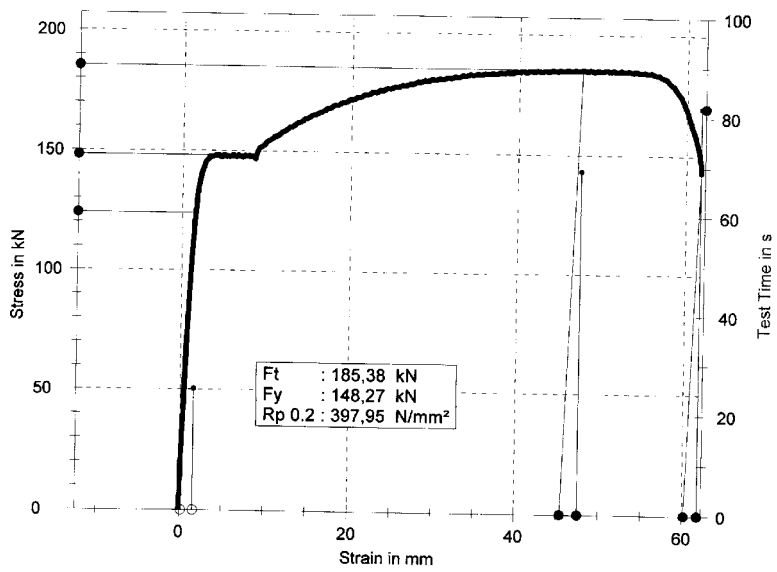
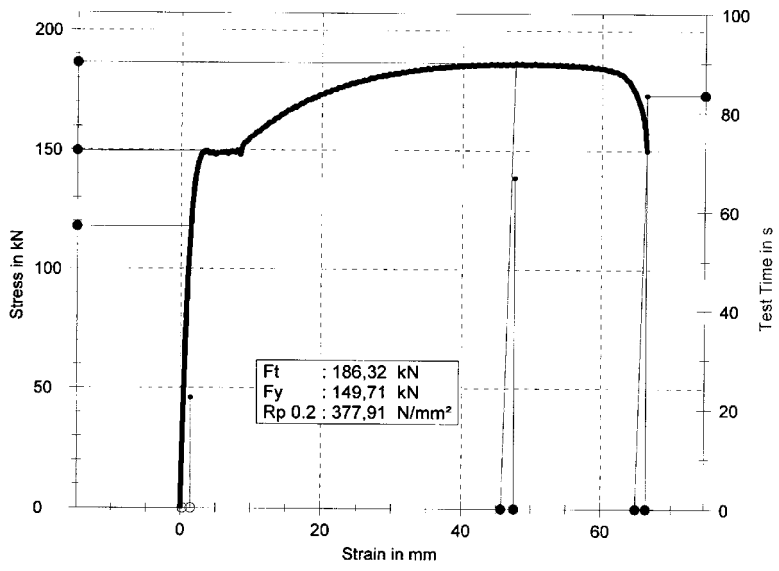
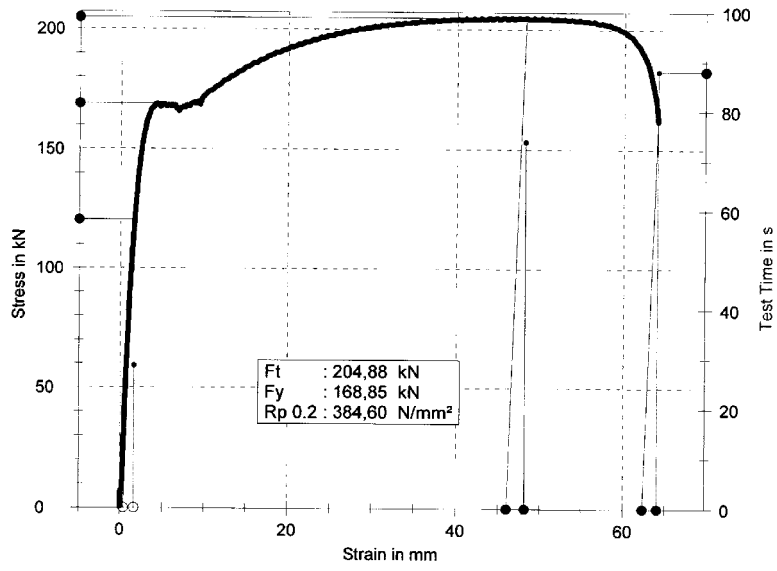


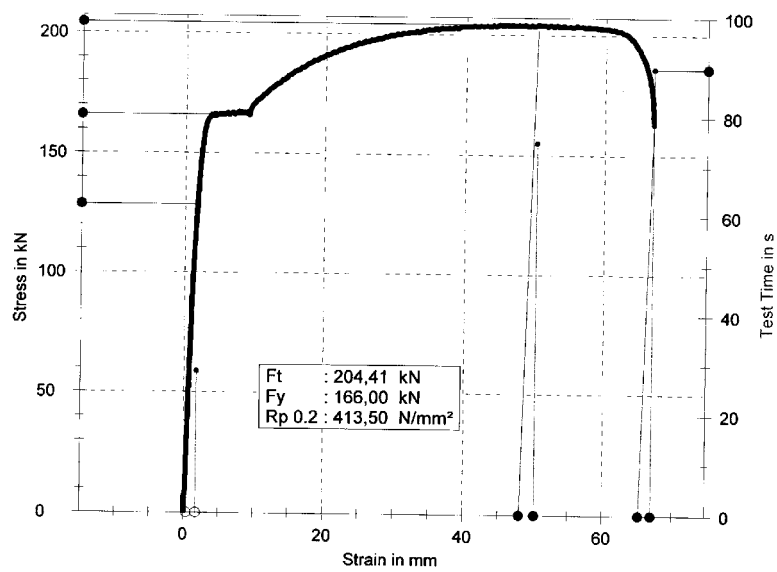
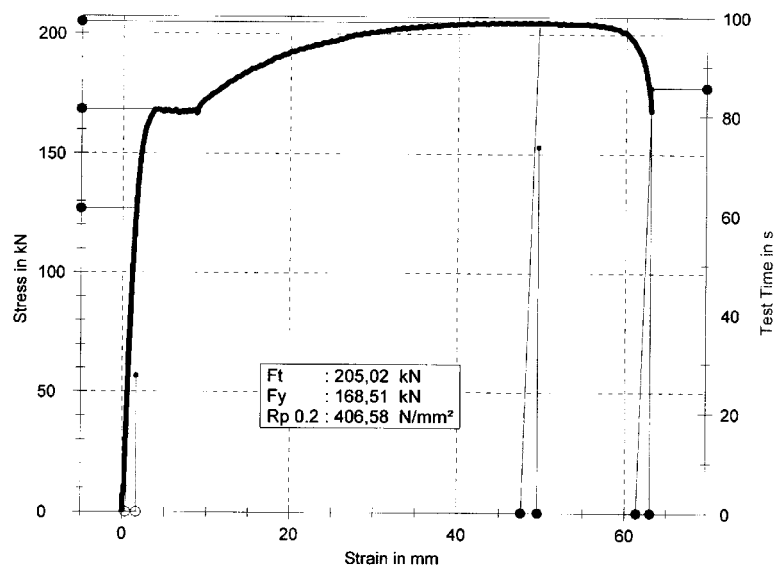
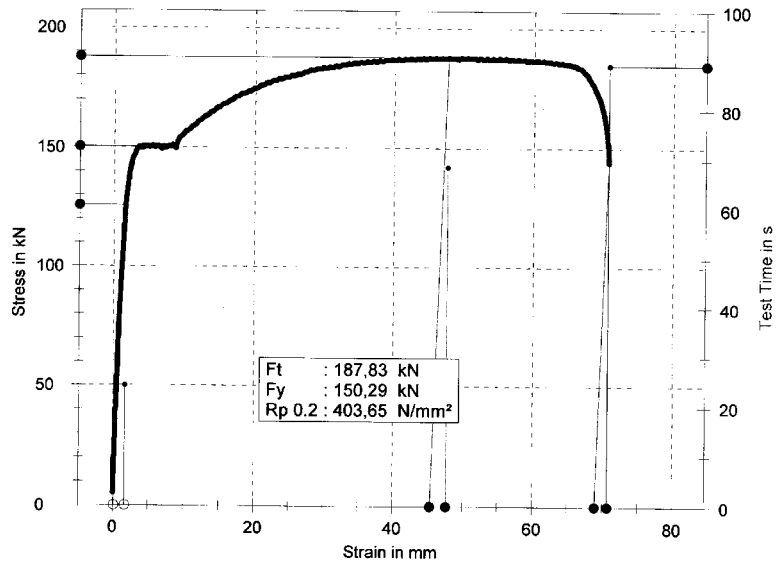


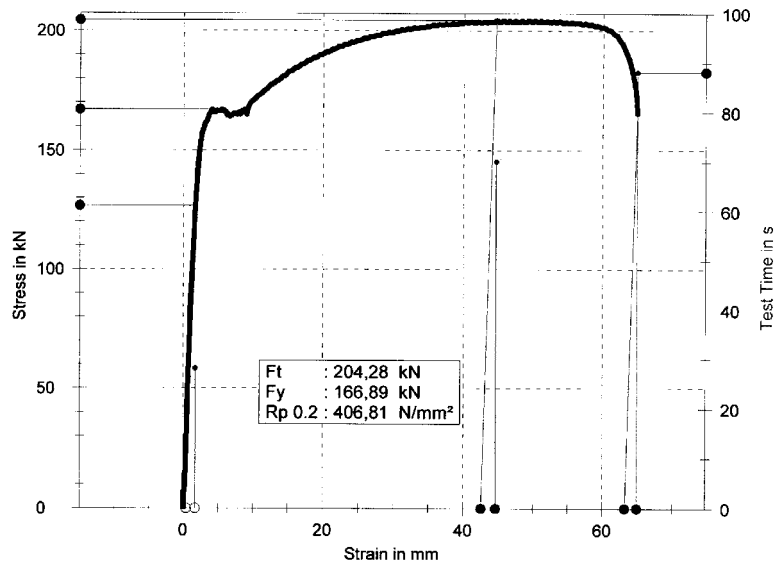


Α ΟΜΑΔΑ (1-10: δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου)

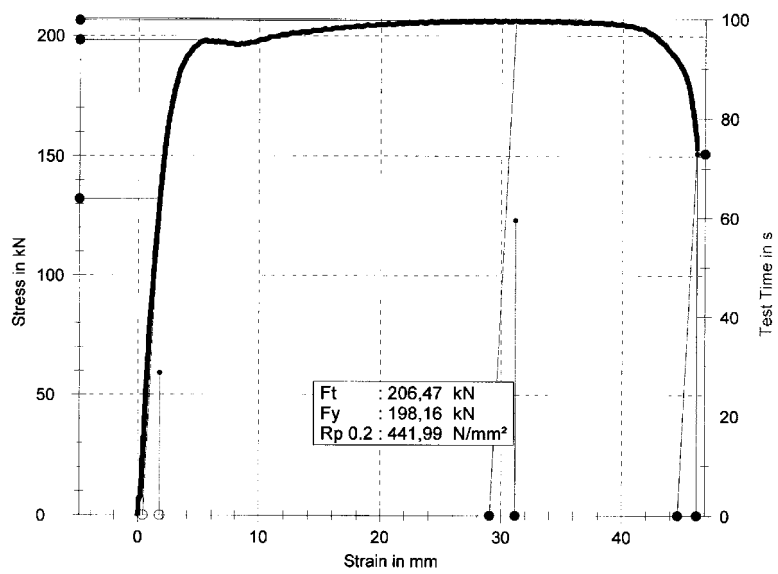
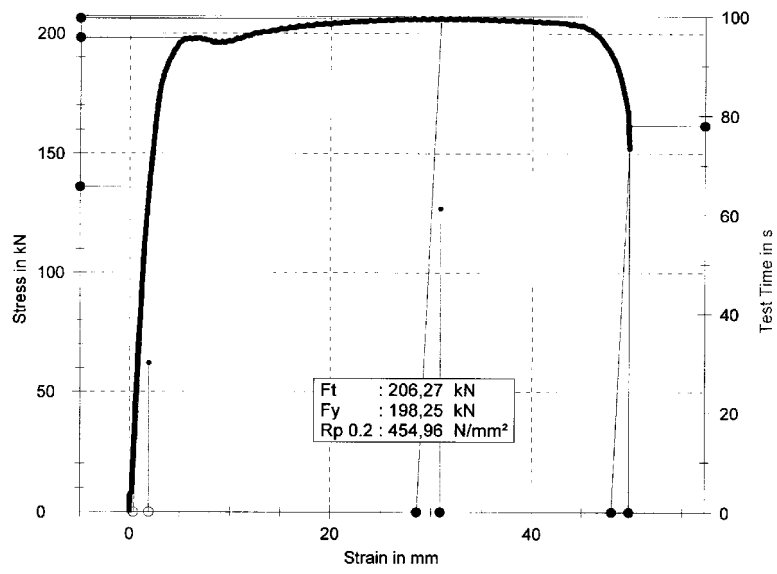
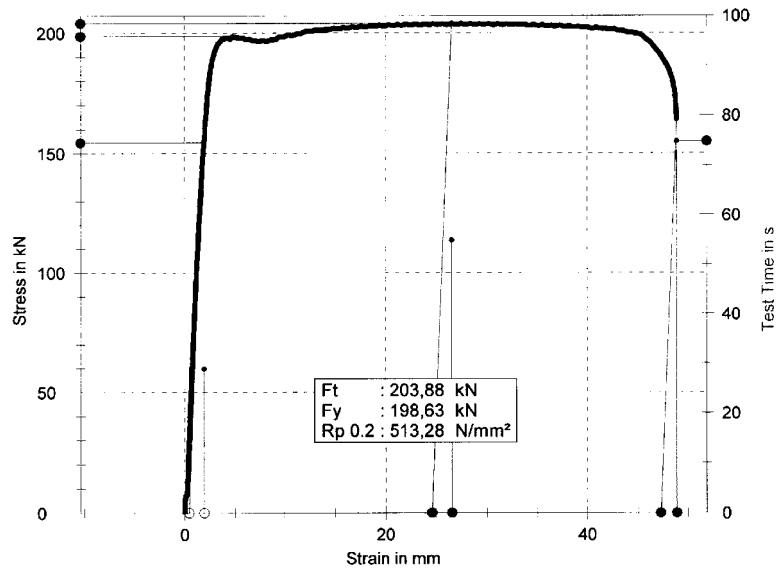


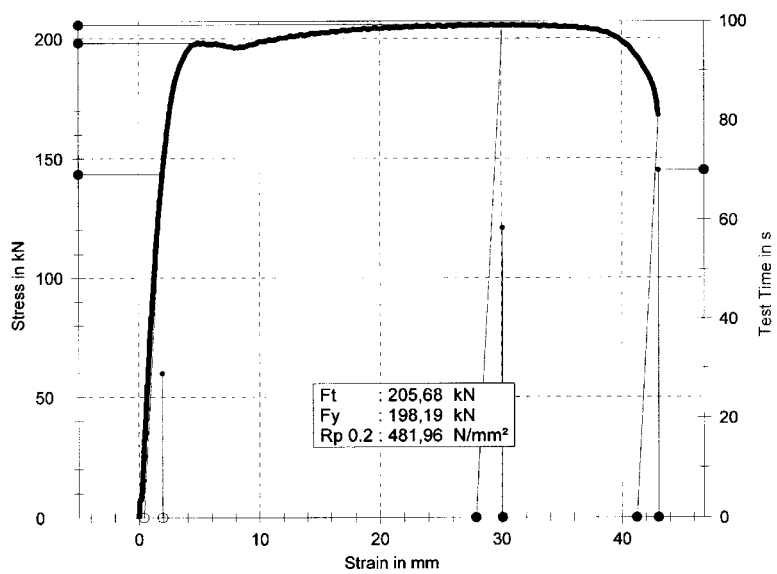
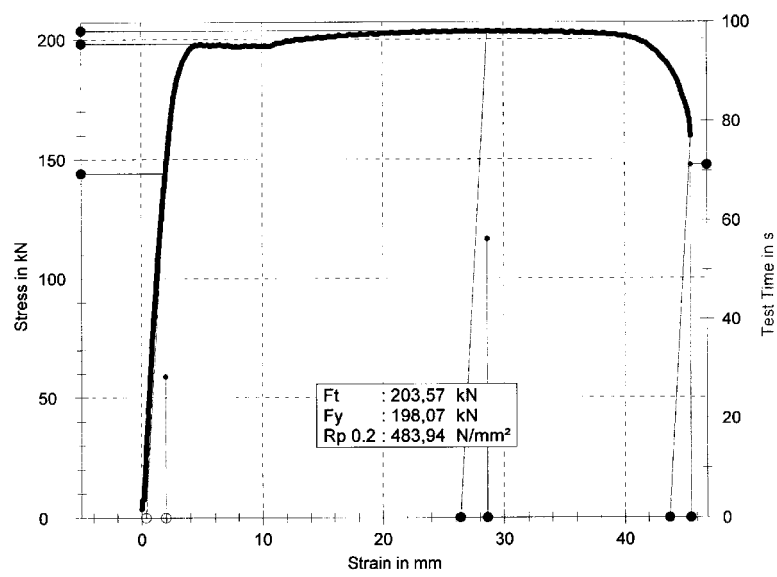
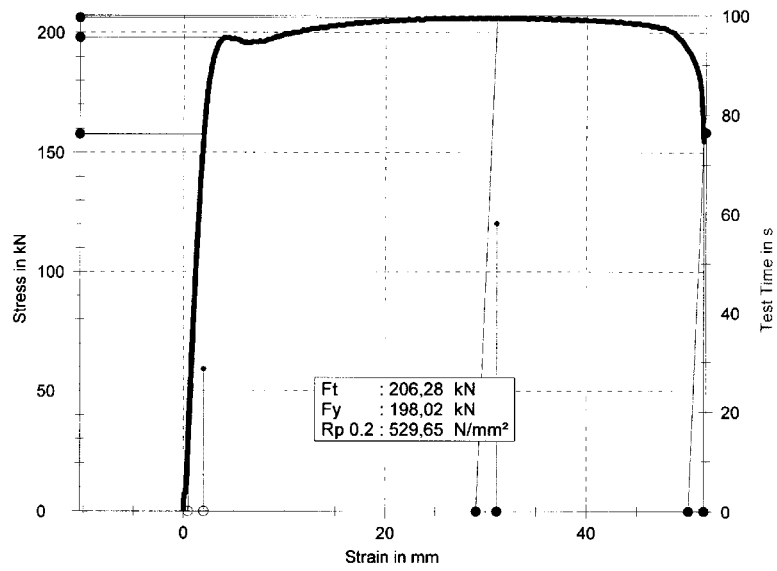


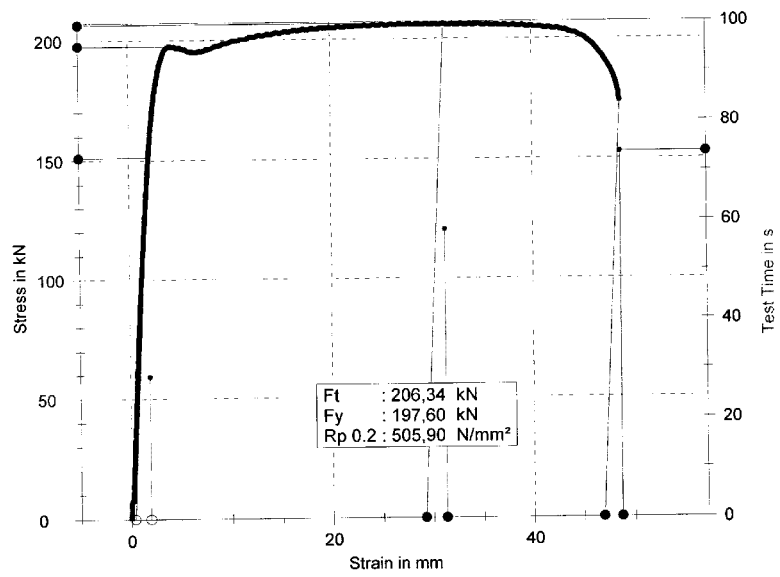
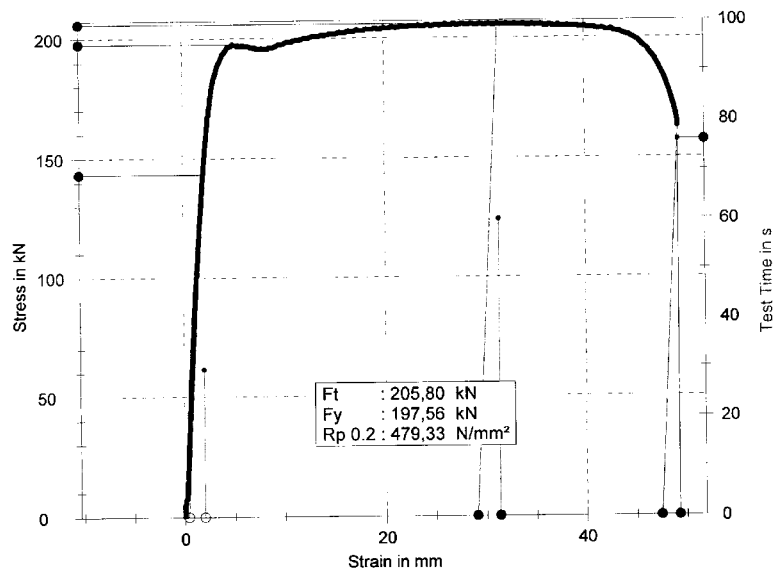
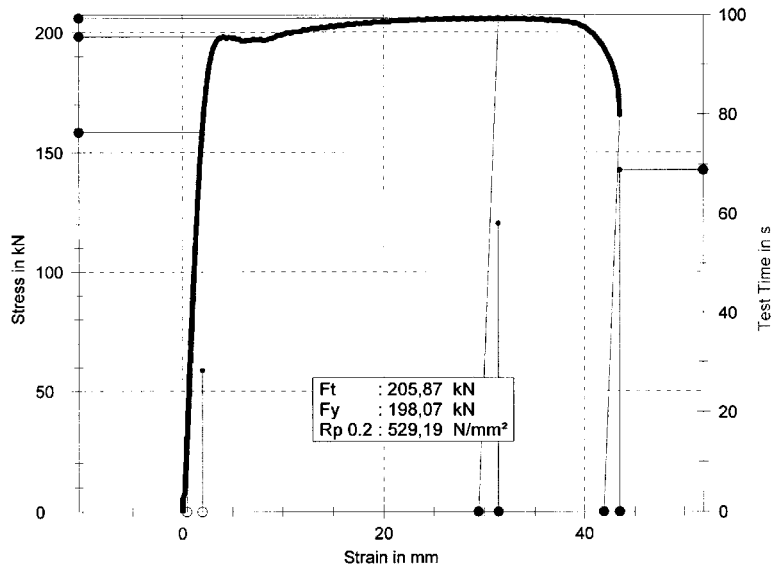


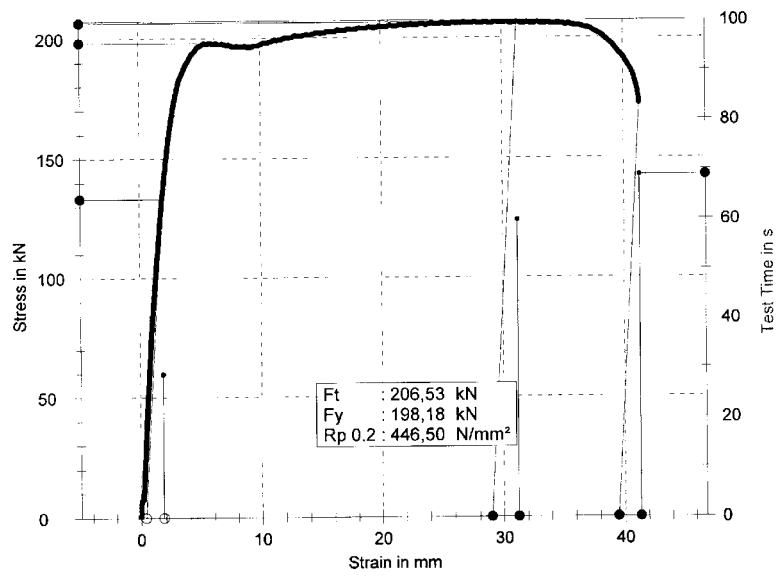


Α ΟΜΑΔΑ (11-20: δοκίμια από διαφορετικά δέματα του ίδιου χυτηρίου~εργοσκληρυμένα)

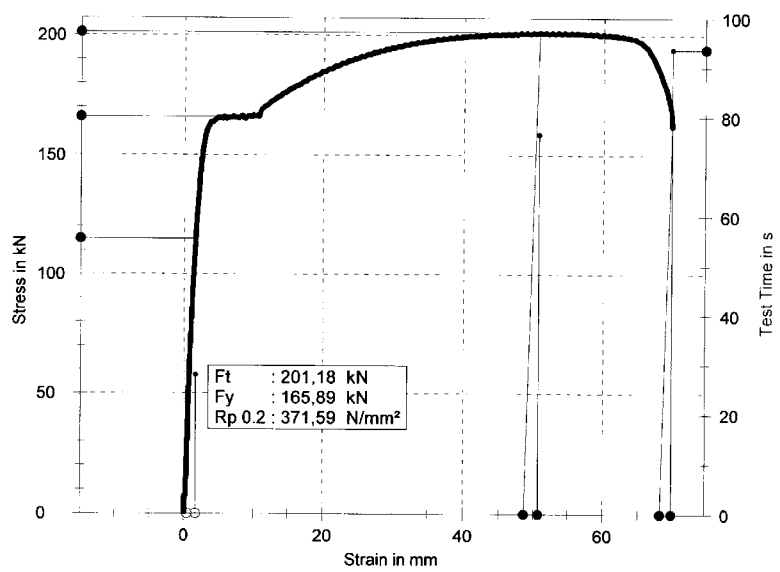
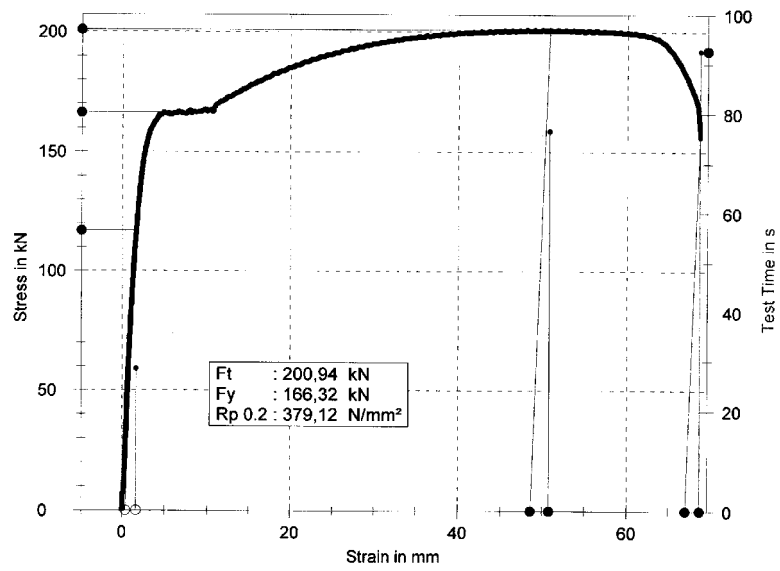
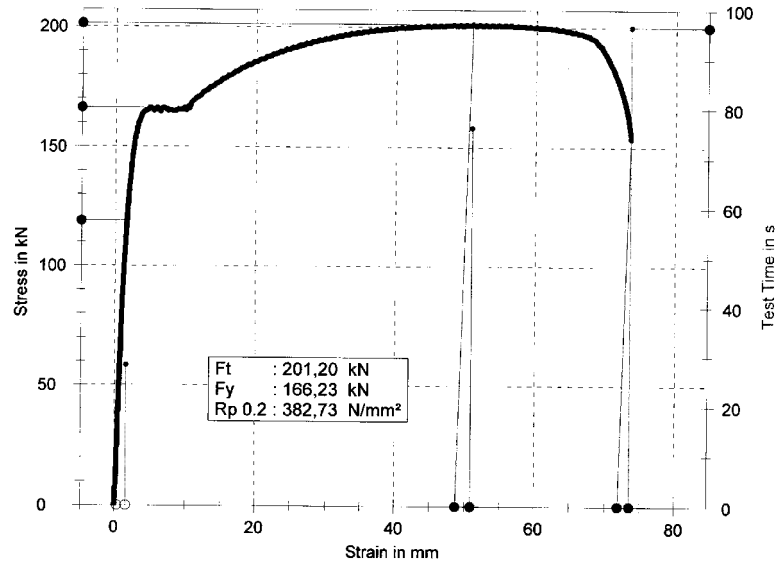


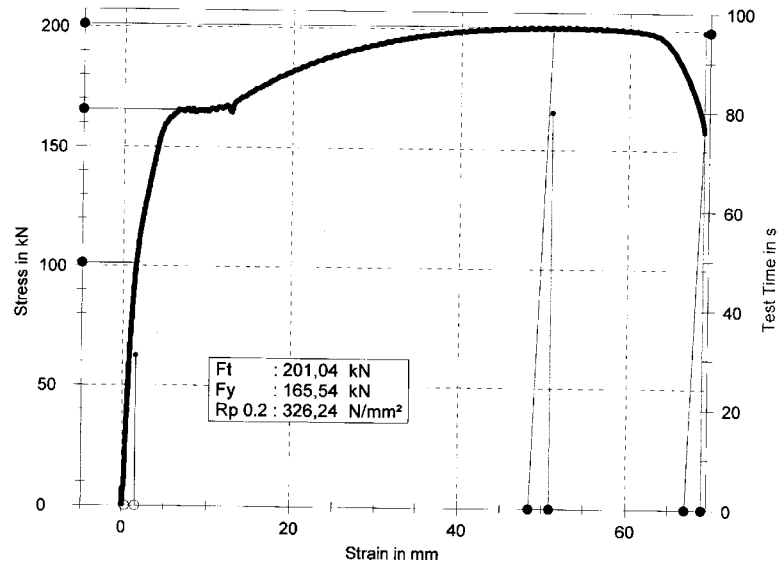
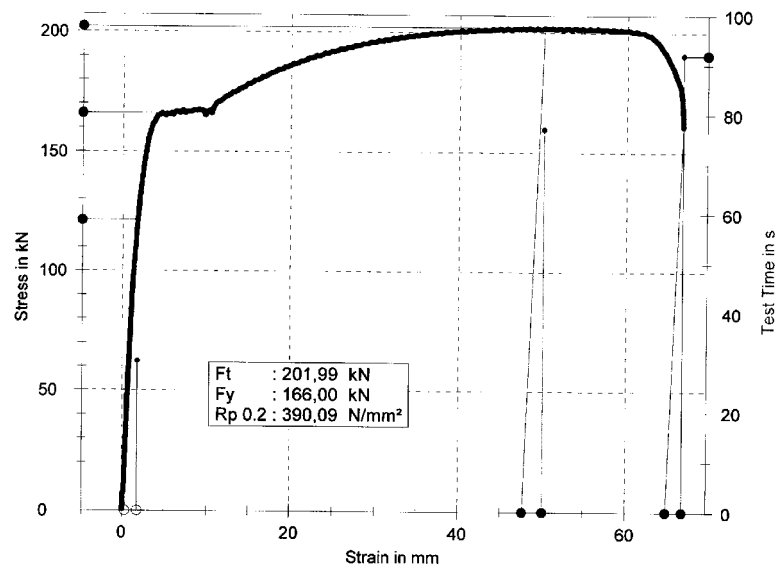
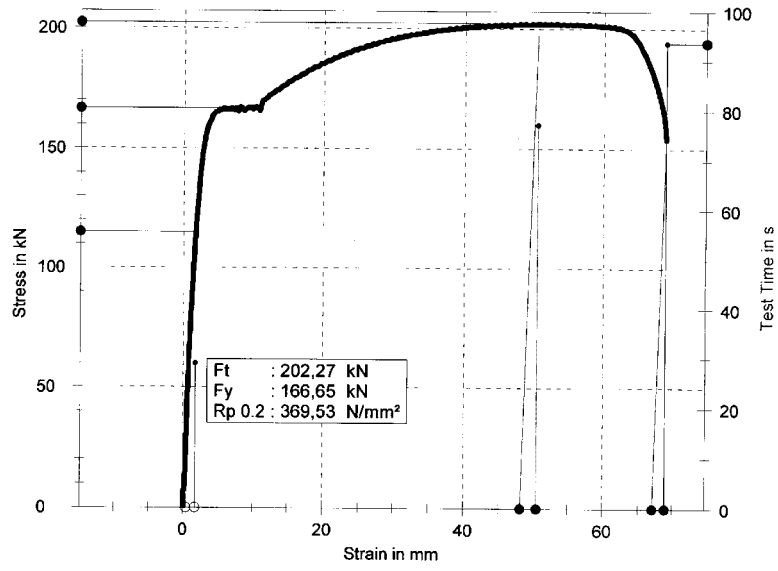


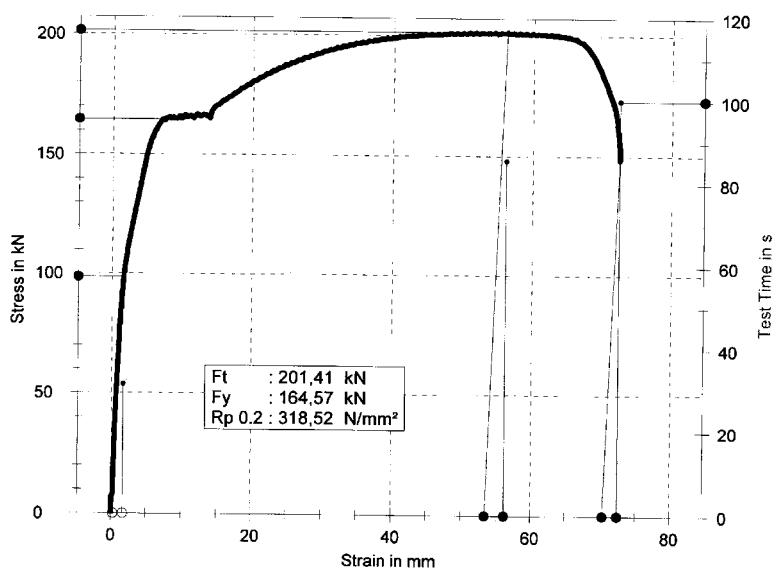
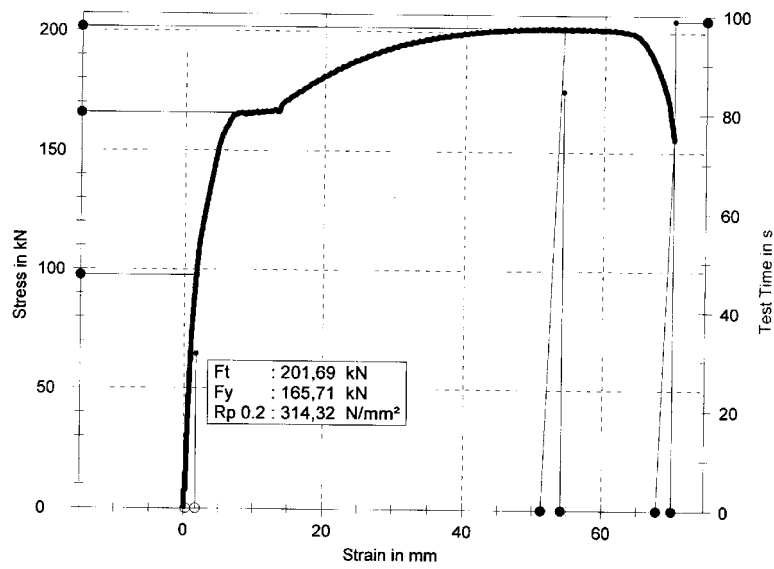
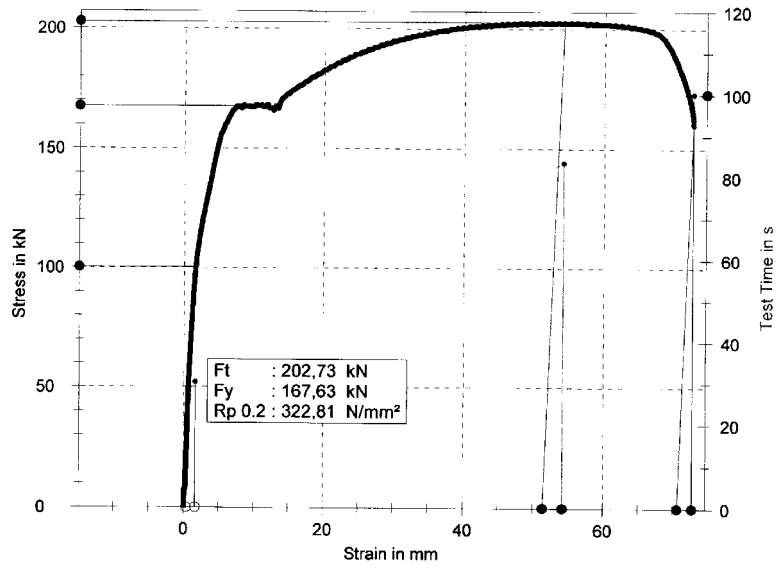


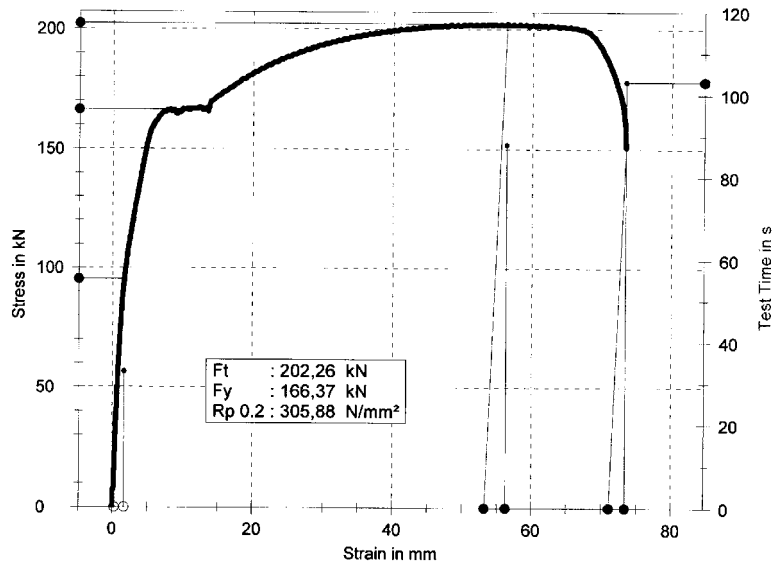


Β ΟΜΑΔΑ (1-10: δοκίμια από διαφορετικές βέργες του ίδιου δέματος)









Γ ΟΜΑΔΑ (1-10: δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια)

