



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

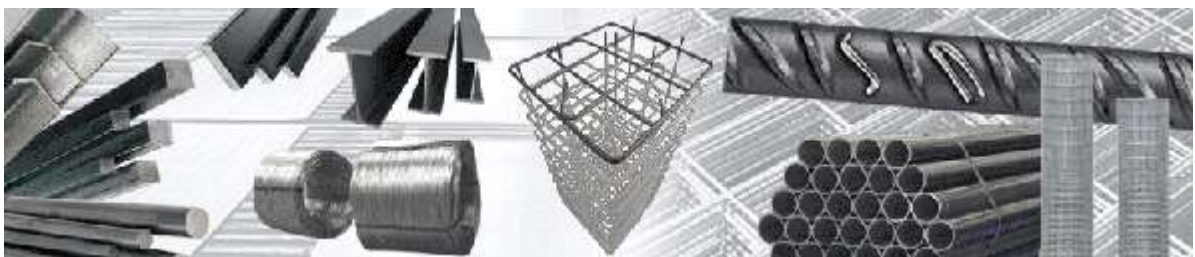
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΧΑΛΥΒΩΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΝ

ΕΠΟΠΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΡΟΥΣΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΛΥΒΑ & ΜΟΡΦΟΣΙΔΗΡΟΥ.....	4
1.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΛΥΒΑ	5
1.2	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΑΛΥΒΑ.....	9
1.3	ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΧΑΛΥΒΑ.....	14
1.4	ΜΟΡΦΟΣΙΔΗΡΟΣ	15
1.5	ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΑΛΥΒΑ	20
1.6	ΜΟΡΦΟΣΙΔΗΡΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ S235JR (St 37-2).....	30
2	ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ	35
2.1	ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΠΕΡΙ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ	36
2.2	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Σ-Ε ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ	38
3	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ.....	43
3.1	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ.....	44
4	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	52
5	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	309
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	311
7	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	313
8	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	317

Περίληψη

Ο έλεγχος σε εφελκυστική αντοχή χαλύβων διαφόρων προελεύσεων σκοπό έχει να αναδείξει εάν οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τους διεθνείς κανόνες ασφαλείας.

Το κύριο περιεχόμενο αυτής της πτυχιακής είναι η μελέτη της αντοχής του χάλυβα σε εφελκυσμό του πλέον διαδεδομένου υλικού για τις διάφορες κατασκευές στον κόσμο.

Για την εξασφάλιση μίας επαρκούς πειραματικής βάσης πραγματοποιήθηκαν (68) δοκιμές σε δοκίμια παλαιάς και νέας παραγωγής διαφόρων προελεύσεων

1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΛΥΒΑ & ΜΟΡΦΟΣΙΔΗΡΟΥ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΛΥΒΑ

Χάλυβας είναι κάθε είδος σιδήρου που είναι δυνατόν να σφυρηλατηθεί χωρίς προηγούμενη κατεργασία. Είναι κράμα σιδήρου – άνθρακα που περιέχει λιγότερο από 2,06% κ.β. άνθρακα, λιγότερο από 1% μαγγάνιο και πολύ μικρά ποσοστά πυριτίου, φωσφόρου, θείου και οξυγόνου.

Ο χάλυβας σαν ένα από τα κυριότερα κατασκευαστικά υλικά επηρέασε σημαντικά την ιστορική εξέλιξη του ανθρώπου ανά τους αιώνες, ξεκινώντας από τους Χετταίους οι οποίοι γνώριζαν πώς να παράγουν χάλυβα ήδη από το 2300 π.Χ. Την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, πολλοί μεσογειακοί λαοί, αλλά και οι Ινδοί, οι Κινέζοι και οι Ιάπωνες γνώριζαν την τέχνη της παραγωγής σπογγώδους σιδήρου και χάλυβα, καθώς και την τέχνη της σκλήρυνσης του χάλυβα με θέρμανση και απότομη ψύξη («βαφή»). Περίφημα ήταν τα σφυρήλατα χαλύβδινα δαμασκηνά σπαθιά που κατασκευάζονταν κατά τον Μεσαίωνα στη Συρία, αλλά και σε τόπους πιο μακρινούς όπως στην Ιαπωνία φτάνοντας μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα όπου ο άγγλος εφευρέτης Henry Bessemer ανακάλυψε την μετατροπή του τηγμένου χυτοσίδηρου σε χάλυβα μέσω της εμφύσησης οξυγόνου.

Με την ονομασία «χάλυβας», εννοούμε όλα τα είδη κραμάτων του σιδήρου, εκτός από το μαντέμι. Το κυριότερο στοιχείο των κραμάτων αυτών είναι ο άνθρακας.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις χρήσεως του χάλυβα, μπορούν να μεταβληθούν ορισμένες ιδιότητες κατά την παραγωγή του, διά της χημικής σύνθεσης, διά της μεταβολής της κρυσταλλικής κατάστασης, διά της θερμικής επεξεργασίας κλπ.

Ο χάλυβας λαμβάνεται από τον κοινό χυτοσίδηρο (χαλυβοποίηση του χυτοσιδήρου), με τις ακόλουθες μεθόδους:

- **Μέθοδος Bessemer:** κατά τη μέθοδο αυτή, ο κοινός χυτοσίδηρος φέρεται εντός μετατροπέα από τον πυθμένα του οποίου εμφυσείται θερμός αέρας (ή αέρας και οξυγόνο) με τη βοήθεια ακροφυσίων. Ο αέρας αυτός κατακαίει (οξειδώνει) τις ακαθαρσίες του λιωμένου χυτοσιδήρου και έτσι λαμβάνεται χυτοσίδηρος σχεδόν πλήρως απαλλαγμένος από τον άνθρακα. Στη συνέχεια προστίθεται η επιθυμητή ποσότητα του άνθρακα. Ανάλογα με την περιεκτικότητα του χυτοσιδήρου σε φώσφορο, επενδύεται και ο μετατροπέας με όξινη ή βασική επένδυση. Για χυτοσίδηρο πτωχό σε φώσφορο, η επένδυση είναι όξινη και για χυτοσίδηρο πλούσιο σε φώσφορο, βασική (μέθοδος Thoman). Η όξινη πυρίμαχη επένδυση, αποτελείται από άργιλο και διοξείδιο του πυριτίου ενώ η

βασική επένδυση, είναι πλούσια σε βασικά οξειδία του οξειδίου του ασβεστίου και του οξειδίου του μαγνησίου και λαμβάνεται με πύρωση του δολομίτη.

- **Μέθοδος Siemens – Martin:** κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται αβαθείς κάμινοι με μεγάλη επιφάνεια αντίδρασης της επένδυσης, η οποία μπορεί να είναι βασική ή όξινη. Η θερμοκρασία στην κάμινο, φθάνει τους 1500 – 1700 C. Η υψηλή θερμοκρασία και η μεγάλη επιφάνεια της επένδυσης της καμίνου, επιτρέπουν την προγραμματισμένη επίδραση των οξειδωτικών αντιδράσεων. Με τη χρήση αυτής της μεθόδου, καθίσταται δυνατή η παραγωγή χάλυβα, με διάφορους τρόπους, ανάλογα με την τροφοδοσία της καμίνου. Όπως πχ η ράβδος κοινού χυτοσιδήρου και μεταλλεύματος (χυτοσίδηρος περίπου 75%), η μέθοδος κοινού χυτοσιδήρου και απορριμμάτων σφυρήλατου σιδήρου και χάλυβα (χυτοσίδηρος περίπου 25%) κλπ. Η μέθοδος Siemens – Martin, είναι κατάλληλη για παραγωγή οποιουδήποτε χάλυβα και επιτρέπει μία ακριβή σύνθεση των κραμάτων.
- **Μέθοδος ηλεκτρικής καμίνου:** με τη μέθοδο της ηλεκτρικής καμίνου, λαμβάνεται χάλυβας εξαιρετικής ποιότητας και γι' αυτό χρησιμοποιείται για τη βελτίωση χάλυβα Bessemer ή Siemens – Martin, καθώς επίσης και για την Παρασκευή ειδικών χαλύβων. Η θερμότητα παράγεται από ηλεκτρική ενέργεια, είτε διά σχηματισμού ηλεκτρικών τόξων μεταξύ ηλεκτροδίων από άνθρακα και του τήγματος, είτε διά καύσεως κωκ, μέσα στην υψικάμινο, με τη βοήθεια ηλεκτρικών αντιστάσεων. Στη δεύτερη περίπτωση, προστίθεται τόσο κωκ, όσο απαιτείται για την αντίδραση της αναγωγής του μεταλλεύματος.

Η παραγωγή του χάλυβα εφαρμόζεται με τρεις βασικές μεθόδους

1. Από σιδηρομεταλλεύματα $\xrightarrow{\text{μέσω υψικάμινου}}$ σε χυτοσίδηρο $\xrightarrow{\text{με εμφύσηση οξυγόνου}}$ σε χάλυβα .

2. Από σιδηρομεταλλεύματα σε στερεά κατάσταση $\xrightarrow{\text{μέσω φρεατώδη κάμινο}}$

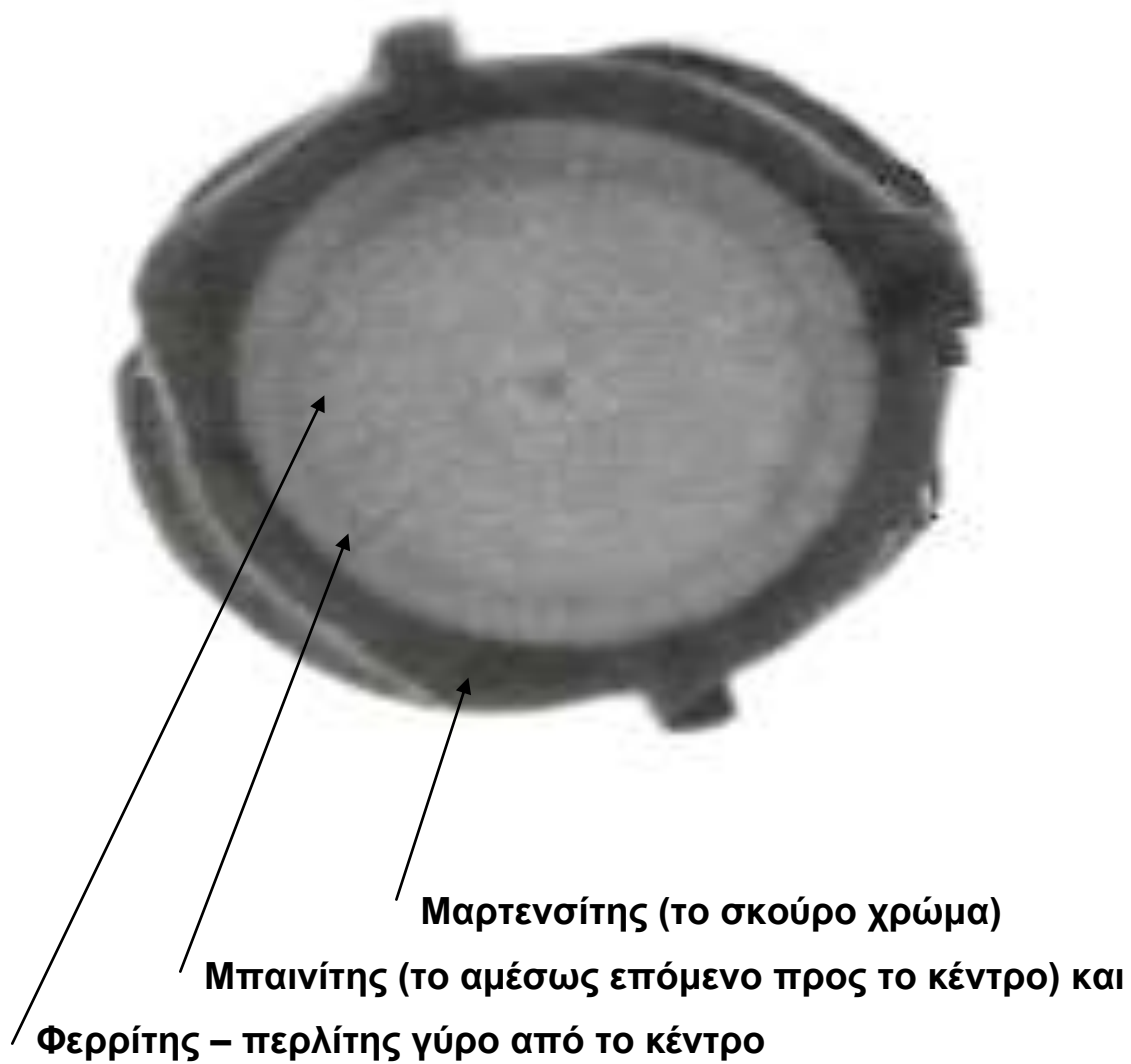
σε σπογγώδη σίδηρο $\xrightarrow{\text{με κάμινο ηλεκτρικού τόξου}}$ σε χάλυβα.

3. Από ανάτηξη παλαιοσιδήρου (σκραπ) $\xrightarrow{\text{με κάμινο ηλεκτρικού τόξου}}$ σε χάλυβα.

Στην Ελλάδα όλη η παραγωγή χάλυβα (περίπου 2,5 εκ. τόνοι ετησίως) προέρχεται από την ανάτηξη παλαιοσιδήρου σκραπ και προορίζεται κυρίως για την παραγωγή μπετόβεργας.

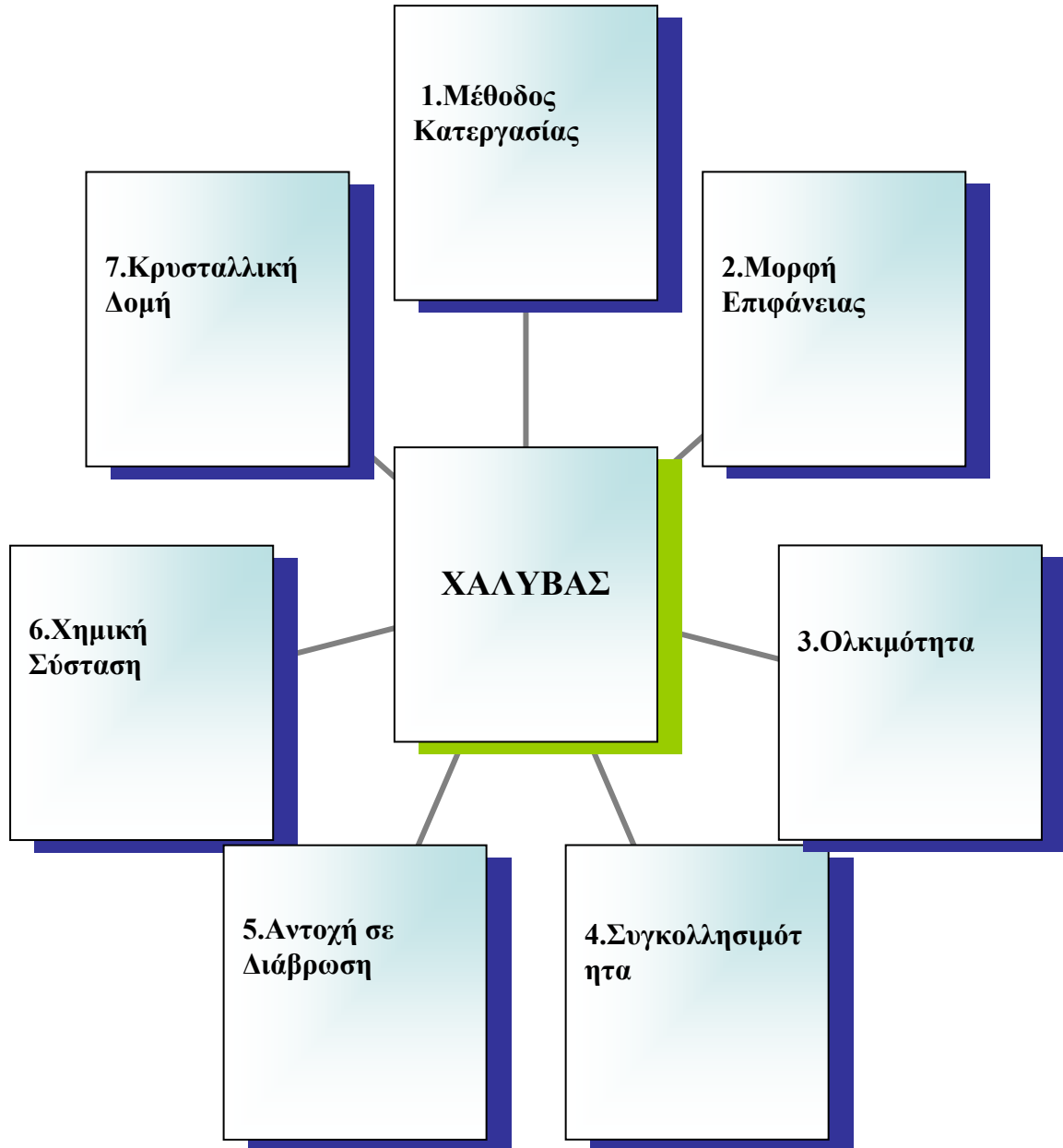
Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χάλυβα χρησιμοποιείται scrap (παλιοσίδερα) το οποίο τήκεται σε ηλεκτρικούς κλιβάνους βολταϊκού τόξου. Στην κατάσταση του τήγματος πραγματοποιούνται οι διαδικασίες κάθαρσης, αποξειδωσης και κραματοποίησης του ρευστού χάλυβα. Αφού εξασφαλιστεί η κατάλληλη χημική σύσταση του τήγματος, ο ρευστός χάλυβας περνάει στις μηχανές συνεχούς χύτευσης από τις οποίες παράγονται μπιγιέτες τετραγωνικής διατομής τυπικών διαστάσεων 120x120mm έως 140x140mm και μήκους 6 έως 14m. Στη συνέχεια, οι μπιγιέτες αυτές θερμαίνονται στους 1100 – 1200°C και ακολουθεί η τελική διαμόρφωση στα έλαστρα. Τέλος, ανάλογα με το παραγόμενο υλικό ακολουθείται και διαφορετική κατεργασία. Για την παραγωγή υλικού χωρίς περαιτέρω κατεργασία οι ράβδοι χάλυβα κόβονται και τοποθετούνται στην τράπεζα ψύξεως όπου και παραμένουν μέχρι η θερμοκρασία τους να φτάσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Κατά τη διεργασία αυτή πραγματοποιείται η μετατροπή της ωστενιτικής δομής στις φάσεις φερρίτη και περλίτη. Για την παραγωγή υλικού ψυχρής κατεργασίας, αφού οι ράβδοι αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος, ακολουθεί η εν ψυχρώ ολκή ή στρέψη των ράβδων.

Για την παραγωγή υλικού με τη μέθοδο Tempcore, μετά την εν θερμώ εξέλαση του υλικού οι ράβδοι εισέρχονται σε θάλαμο ψύξης, όπου ψύχονται με ψεκασμό νερού. Λόγω της απότομης ψύξης δημιουργείται στην επιφάνεια του χάλυβα η σκληρή μαρτενσιτική δομή ενώ στο εσωτερικό του, λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας, διατηρείται ακόμη η ωστενιτική δομή. Στη συνέχεια οι ράβδοι τοποθετούνται στην τράπεζα ψύξης, όπου λόγω της υψηλής θερμοκρασίας στο εσωτερικό τους πραγματοποιείται η ανόπτηση του μαρτενσίτη με παράλληλη μετατροπή της ωστενιτικής δομής σε φερριτο- περλιτική. Η δομή του παραγόμενου με τη μέθοδο αυτή χάλυβα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΑΛΥΒΑ

Οι χάλυβες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες σύμφωνα με:



1. Μέθοδος Κατεργασίας

- i) Θερμής Έλασης χωρίς θερμομηχανική κατεργασία (ΘΕ-Χ)
- ii) Θερμής Έλασης με θερμική κατεργασία (ΘΕ-Θ)
- iii) Ψυχρής κατεργασίας με έλαση του αρχικού προϊόντος (ΨΚ-Ο) ή με στρέψη αρχικού προϊόντος (ΨΚ-Σ) που προέρχεται από θερμή έλαση ή με συνδυασμό και των δύο.

2. Μορφή Επιφάνειας

- i) Λείοι (Κυκλικής, Ορθογωνικής, Τετραγωνικής κ.λ.π. διατομής)
- ii) Με νευρώσεις
- iii) Με κοιλότητες

3. Ολκιμότητα

- i) Χαμηλής ολκιμότητας
- ii) Κανονικής ολκιμότητας
- iii) Υψηλής ολκιμότητας

4. Συγκολλησιμότητα

- i) Συγκολλήσιμοι
- ii) Μη Συγκολλήσιμοι

5. Αντοχή σε Διάβρωση

- i) Κοινοί χάλυβες (κράματα σιδήρου-άνθρακα κ.λ.π.)
- ii) Ανοξειδωτοί χάλυβες (είναι πιο ανθεκτικοί)

6. Χημική Σύσταση

- i) Ανθρακούχοι χάλυβες:
 - Χαμηλού άνθρακα ή μαλακοί χάλυβες ($C < 0,30\%$)
 - Μέτριου άνθρακα ($0,30\% < C < 0,60\%$)
 - Υψηλού άνθρακα ($0,60\% < C < 1,00\%$)
 - Πολύ υψηλού άνθρακα ($1,00\% < C < 2,00\%$)
- ii) Κραματωμένοι χάλυβες
 - Χαμηλής κραμάτωσης (π.χ. εργαλειοχάλυβες)
 - Υψηλής κραμάτωσης (π.χ. ανοξειδωτοί χάλυβες, ταχυχάλυβες)

7. Κρυσταλλική Δομή

Στην κρυσταλλική φάση έχουμε φερριτικούς, περλιτικούς, μαρτενσιτικούς, μπαινιτικούς κ.λ.π. χάλυβες.



Κρυσταλλική δομή του χάλυβα:

Εκτός από τη χημική σύσταση, που καθορίζει βασικά και κύρια τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες, που επηρεάζουν, σε μικρότερο βαθμό όμως, τις ιδιότητες του υλικού. Τέτοιοι παράγοντες είναι μεταξύ των άλλων:

- Η διαδικασία επεξεργασίας σε θερμή ή ψυχρή κατάσταση,
- Τα ύψη των χρησιμοποιούμενων θερμοκρασιών,
- Η ταχύτητα απόψυξης,
- Το ιστορικό φορτίσεων και αποφορτίσεων

Μερικές βασικές μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα, όπως π.χ. η διαρροή και η θραύση, επηρεάζονται από την ατομική δομή του υλικού, δηλαδή από τη διάταξη, που έχουν τα άτομα, μέσα στους κρυστάλλους. Κάθε κρύσταλλος αποτελείται από έναν ορισμένο αριθμό ατόμων, που διατάσσονται μ' ένα συγκεκριμένο τρόπο. Έτσι το σύνολο της μάζας του υλικού αποτελεί μία απλή επανάληψη του βασικού πλέγματος στον χώρο. Η ακριβής μορφή του πλέγματος εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

Μέχρι τη θερμοκρασία των 910°C περίπου και για κανονική ατμοσφαιρική πίεση το πλέγμα έχει κυβική μορφή. Ο χάλυβας αυτός ονομάζεται «α – σίδηρος». Σε θερμοκρασία 910°C το πλέγμα αποκτά νέα μορφή, κυβική πάλι, αλλά με περισσότερα άτομα άνθρακα σε κάθε κρύσταλλο. Στην κατάσταση αυτή ο χάλυβας ονομάζεται «γ – σίδηρος».

Στους 1390°C περίπου ο «γ – σίδηρος» μετασχηματίζεται και πάλι σε «α – σίδηρο» αποκτώντας την αρχική κρυσταλλική δομή. Κατά τον μετασχηματισμό αυτό ελευθερώνονται τα άτομα του άνθρακα που περισσεύουν. Αποτέλεσμα αυτού είναι η απότομη διόγκωση του υλικού.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι θερμοκρασίες, που αναφέρθηκαν παραπάνω, δεν είναι σταθερές, αλλά εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του χάλυβα σε άνθρακα.

Πρακτικά όλοι οι κρύσταλλοι δεν είναι απόλυτα όμοιοι μεταξύ τους, αλλά εμφανίζουν ορισμένες ατέλειες στη δομή τους εξαιτίας κάποιας «αταξίας» των ατόμων στο εσωτερικό των κρυστάλλων καθώς και διαφορετικές οριακές συνθήκες εξ αιτίας διαφορετικών προσανατολισμών. Οι παραμορφώσεις αυτές των κρυστάλλων οφείλονται στις αμοιβαίες έλξεις μεταξύ των γειτονικών ατόμων κι οδηγούν σε αύξηση των αρχικών τάσεων και στην εμφάνιση παραμορφώσεων στα όρια των κρυσταλλικών δομών.

Από αυτά, γίνεται φανερό ότι στην πραγματικότητα ο χάλυβας δεν είναι ομογενές υλικό. Προκειμένου να επιτευχθεί μία ευκολότερη μαθηματική περιγραφή και μελέτη των ιδιοτήτων του χάλυβα παίρνεται ως βάση μία αντίστοιχη μέση συμπεριφορά του υλικού κάτω από συνθήκες ομοιογένειας κι ισορροπίας σε συγκεκριμένο σημείο του πλέγματος. Έτσι ο χάλυβας μπορεί να χαρακτηριστεί τελικά ως ημιομογενές μέσο.

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως οι χάλυβες διακρίνονται:

- Ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής στις εξής κατηγορίες:
 - Εξελασμένοι εν θερμώ χωρίς περαιτέρω επεξεργασία
 - Εξελασμένοι εν θερμώ με άμεση θερμική επεξεργασία
 - Επεξεργασμένοι εν ψυχρώ με στρέψη ή και όλκηση
 - Ειδικοί χάλυβες (π.χ. σκληρυμένοι χάλυβες)
- Ανάλογα με τη μορφή της επιφάνειάς τους στις εξής κατηγορίες:

Κυκλικές ράβδοι, σύρματα, συγκολλητά δομικά πλέγματα με λεία επιφάνεια, ράβδοι , σύρματα και συγκολλητά δομικά πλέγματα υψηλής συνάφειας
- Ανάλογα με τη μηχανική αντοχή τους στις εξής κατηγορίες:

S220, S400, S400s, S500, S500s
- Ανάλογα με τη συγκολλησιμότητα τους στις εξής κατηγορίες:

Συγκολλήσιμοι

Συγκολλήσιμοι υπό προϋποθέσεις
- Ανάλογα με τη μορφή που κυκλοφορούν στις εξής κατηγορίες:

- Μεμονωμένες ράβδοι
- Δομικό πλέγμα ορθογωνικών ή τετραγωνικών βρόγχων

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι βασικές μηχανικές ιδιότητες των χαλύβων οι οποίες ενδιαφέρουν είναι:

- Όριο διαρροής και όριο θραύσης
- Η μορφή του διαγράμματος τάσεων – παραμορφώσεων
- Η ολκιμότητα
- Η αντοχή σε κόπωση

Ο υπολογισμός των απαιτήσεων οπλισμού σε μία μελέτη βασίζεται σε κατηγορία χάλυβα που αντιστοιχεί σε καθορισμένη τιμή χαρακτηριστικής αντοχής f_{yk} . Η αντοχή αυτή συνδέεται με το όριο διαρροής και το όριο θραύσης. Γενικά, η χαρακτηριστική αντοχή προσδιορίζεται με τις δοκιμές ελέγχου ποιότητας και είναι πιστοποιημένη.

Οι τιμές των χαρακτηριστικών μεγεθών, που περιγράφουν τις μηχανικές ιδιότητες του δομικού χάλυβα, προκύπτουν με τη βοήθεια πειραμάτων. Η δοκιμή σε εφελκυσμό κάτω από στατική φόρτιση αποτελεί το βασικότερο πείραμα. Δοκιμές σε θλίψη δεν γίνονται για διάφορους λόγους.

Ο χάλυβας είναι κράμα που αποτελείται βασικά από δύο χημικά στοιχεία:

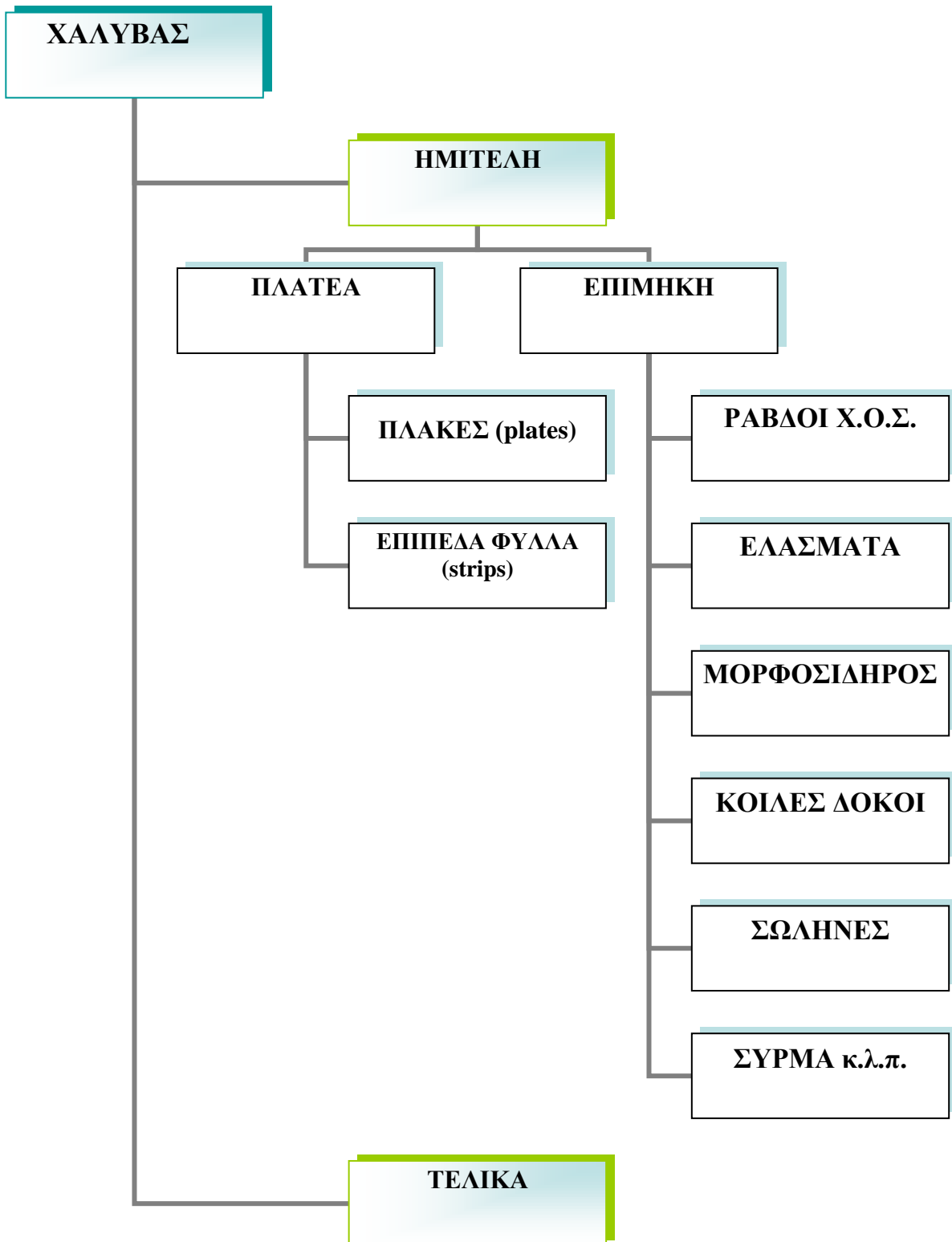
- Τον μεταλλικό σίδηρο (Fe)
- Τον μη μεταλλικό άνθρακα (C)

Κοντά σ' αυτό το κράμα είναι δυνατό να περιέχει κι άλλα στοιχεία σε πολύ μικρότερη αναλογία, όπως φώσφορο (P), πυρίτιο (Si), θείο (S), χαλκό (Cu), μαγνήσιο (Mg), μαγγάνιο (Mn), νικέλιο (Ni), χρώμιο (Cr) κλπ

Η ακριβής χημική σύσταση του χάλυβα ελέγχεται σε δύο στάδια κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής:

Λίγο πριν από την εξέταση, δηλαδή όσο το υλικό είναι ακόμα άμορφη μάζα και μετά την εξέταση και απόψυξη, οπότε το υλικό έχει πάρει την τελική του μορφή κι είναι έτοιμο για χρήση.

1.3 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΧΑΛΥΒΑ

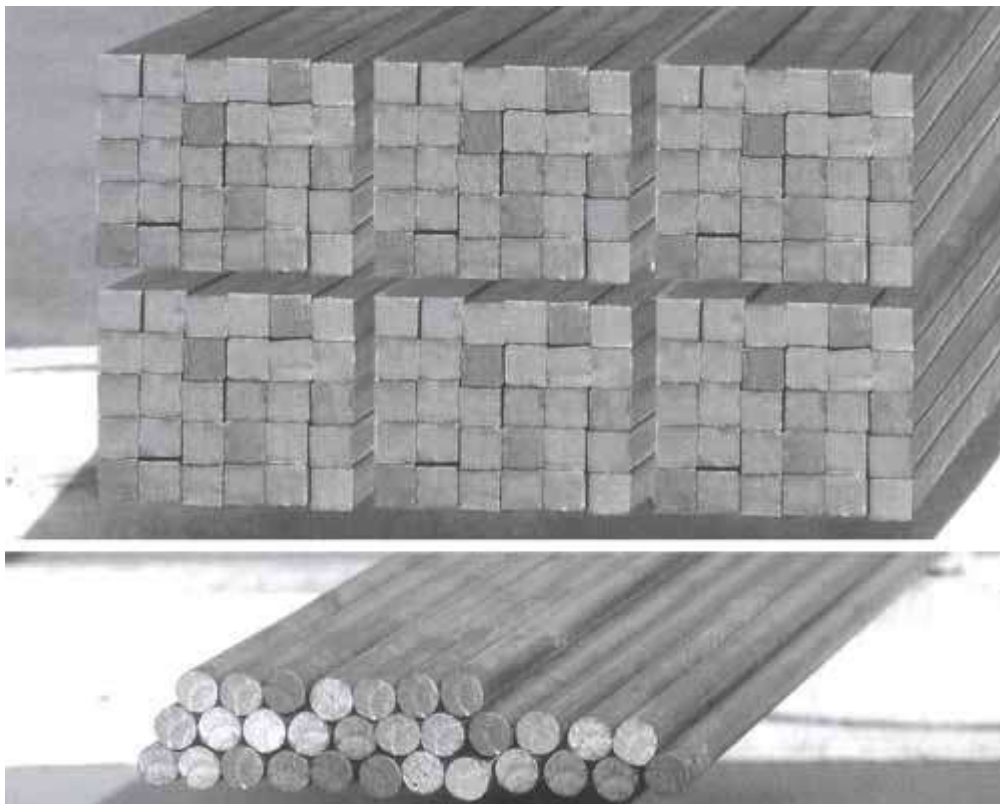


1.4 ΜΟΡΦΟΣΙΔΗΡΟΣ

Με τον όρο **μορφοσίδηρο** ή **δομικό χάλυβα (structural steel or mild steel)** ονομάζουμε κάθε μη σληρυνόμενο χάλυβα που προορίζεται για μαζική εφαρμογή, αναφερόμαστε στο χάλυβα που υπάρχει στο εμπόριο και χρησιμοποιείται για διάφορες κατασκευές.

Οι τυπικές εφαρμογές του είναι γέφυρες, βιομηχανικά κτίρια και ουρανοξύστες, παράκτια δομήματα, σωληνώσεις μεταφοράς πετρελαίου ,σωληνώσεις παροχής και αποχέτευσης στα κτίρια, σωλήνες κιγκλιδωμάτων και σωλήνες δομικών ικριωμάτων, ηλεκτρικοί πυλώνες ,πλοία ,αυτοκίνητα καθώς και σε πλαίσια από τα οποία οι πύραυλοι ή τα βλήματα προωθούνται, πλαίσια που κρατούν τα σήματα σιδηροδρόμου και πλαίσια που υποστηρίζουν τα βαρέλια κ.λ.π.

Στο εμπόριο ο χάλυβας συναντάται σε διάφορες μορφές διατομής όπως κυκλικής διατομής (**στρογγυλά, σύμφωνα με DIN1013**), ορθογωνικής διατομής (**λάμες, σύμφωνα με DIN1017**), τετραγωνικής διατομής (καρέ), εξαγωνικής διατομής, γωνίες ισοσκελής και ανισοσκελής, IPE, ΠΙ/UPN, ταφ , ημικυκλικής διατομής όπως δείχνουν οι εικόνες.





Οι εργαστηριακές δοκιμές μας πάνω στον εφελκυσμό περιορίζονται μόνο σε κυκλικής και ορθογωνικής διατομής χάλυβα. Οι ράβδοι κυκλικής διατομής απευθύνονται σε βιοτέχνες παραδοσιακών κάγκελων, βιοτέχνες βιδοποιίας (**photo1**), κατασκευαστές μηχανολογικού εξοπλισμού κ.ά.



(Photo 1)

Οι ράβδοι ορθογωνικής διατομής, λόγω του πλήθους μεγεθών χρησιμοποιούνται σε ποικίλες μεταλλικές κατασκευές, παραδοσιακά κάγκελα, γεωτρήσεις, μεταλλικά πλαίσια, εξαρτήματα μηχανημάτων, μηχανολογικό εξοπλισμό κ.ά.

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Ανάλογα με τη σύνθεση τους διακρίνονται σε μη κεκραμένους (κοινοί ή ανθρακούχοι χάλυβες) και κεκραμένους χάλυβες (κραματωμένοι χάλυβες).

Μη κεκραμένοι χάλυβες

Αυτού του είδους οι χάλυβες περιέχουν πάνω από 1,6% άνθρακα* μαζί με μαγγάνιο*, πυρίτιο*, θείο* και φώσφορο*, τα δύο τελευταία στοιχεία όντας ρύποι μπορεί να προκαλέσουν έλλειψη ελαστικότητας στο υλικό και γι' αυτό το λόγο περιορίζονται σε χαμηλά επίπεδα, γενικότερα λιγότερο από 0,05%. Το μαγγάνιο καθώς και το πυρίτιο βελτιώνουν την αντοχή, αλλά η περιεκτικότητα σε πυρίτιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,6% διαφορετικά υπάρχει πιθανότητα να μετατραπεί ο γραφίτης σε σίδηρο ή χάλυβα. Παλαιότερα, αρκετοί δομικοί χάλυβες που περιείχαν μεγαλύτερες ποσότητες άνθρακα, πυριτίου και μαγγανίου, παρουσίαζαν αρκετά ελαττώματα: χαμηλή αντοχή, χαμηλό όριο αντοχής και χαμηλή αντίσταση στην ατμοσφαιρική διάβρωση (διάβρωση από την υγρασία της ατμόσφαιρας).

(*Άνθρακας C: Αύξηση σκληρότητας και αντοχής, αναπόφευκτη μείωση ολκιμότητας και συγκολλησιμότητας.

*Μαγγάνιο Mn: Αποτρέπει την ψαθυροποίηση του χάλυβα.

*Πυρίτιο Si: Σκλήρυνση χάλυβα.

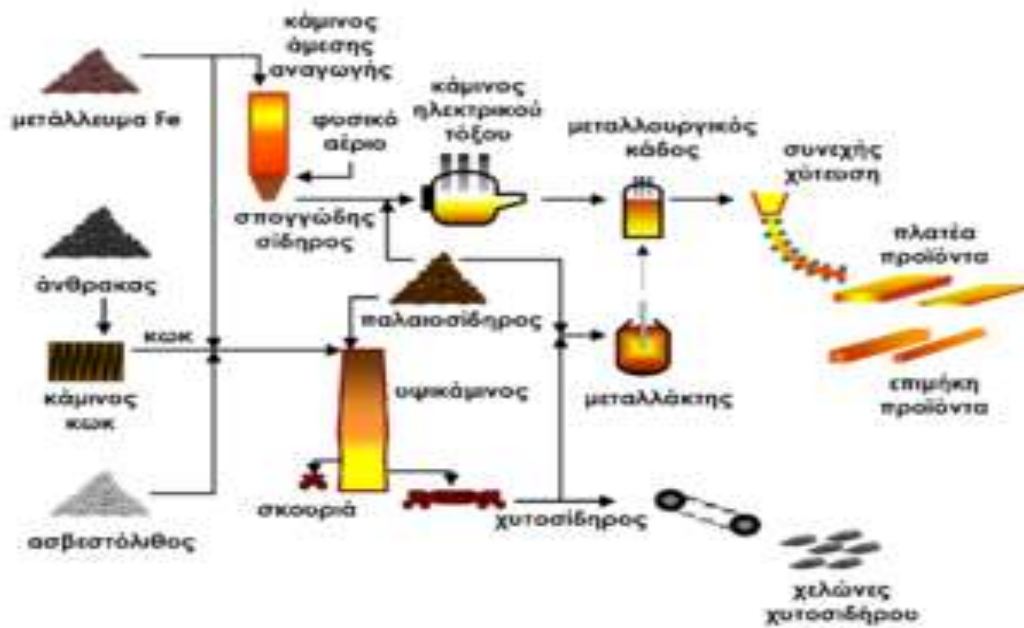
*Φώσφορος P και Θείο S: Αύξηση ευθραυστότητας)

Θερμή και Ψυχρή Έλαση

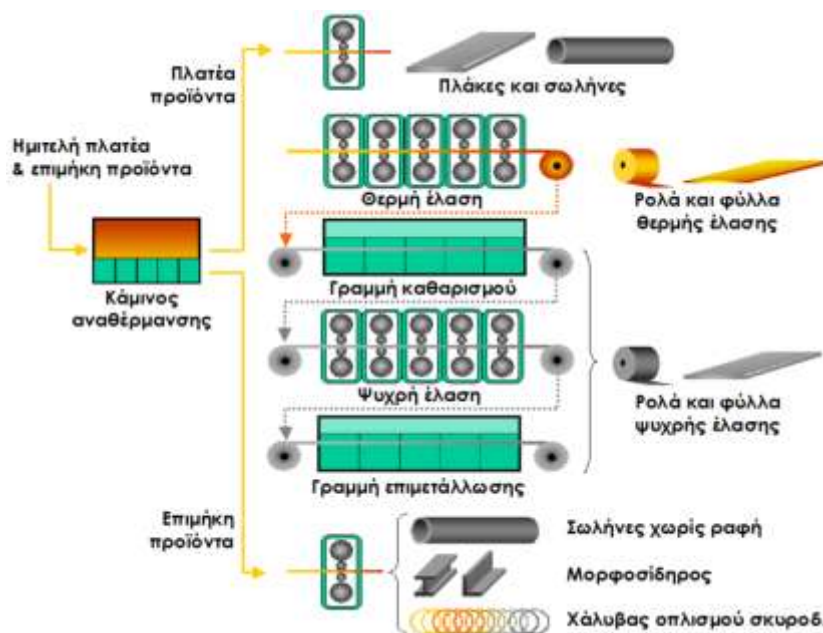
Τόσο τα πλατέα προϊόντα όσο και τα επιμήκη (σε αυτή τη κατηγορία ανήκει και ο μορφοσίδηρος) παράγονται με **θερμή ή ψυχρή έλαση (Διαδικασία διαμόρφωσης εν θερμώ ή εν ψυχρώ (ενδοτράχυνση) ενός μεταλλικού υλικού με τη χρήση αντίρροπα περιστρεφόμενων κυλίνδρων)**

Οι χάλυβες ψυχρής έλασης ενδέχεται όμως να παρουσιάζουν σημαντική μείωση της ολκιμότητάς τους (και λόγω φαινομένων γήρανσης), καθώς και μείωση της αντοχής τους, μετά από έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως για παράδειγμα μετά από πυρκαγιά ή συγκόλληση.

Η ψυχρή έλαση επιτρέπει και την παραγωγή προϊόντων με διαστάσεις πολύ πλησιέστερες στις τελικές διαστάσεις που θέλει ο καταναλωτής. Πολλές κατηγορίες δομικού χάλυβα χρησιμοποιούνται στην κανονική τους κατάσταση, αλλά η απότομη ψύξη και αναθέρμανση είναι συγκεκριμένη για κάποιες κατηγορίες. Κατά κανόνα, δεν είναι δυνατή η διάκριση μεταξύ χαλύβων ψυχρής και θερμής κατεργασίας μόνο με μακροσκοπική παρατήρηση (εργαστηριακός έλεγχος).



Διάγραμμα παραγωγής ημιτελών προϊόντων χάλυβα



Σχ. 1 Διάγραμμα παραγωγής τελικών προϊόντων χάλυβα

Όλκιμοι και Ψαθυροί Χάλυβες

Ο χαρακτηρισμός μιας θραύσης ως όλκιμης ή ψαθυρής γίνεται με βάση την απορροφούμενη ενέργεια θραύσης σε δοκιμή κρούσης κατά Charpy ενός προτύπου δοκιμίου με εγκοπή V.

Η μετάπτωση της θερμοκρασίας, γίνεται με τη μείωση της περιεκτικότητας του χάλυβα σε άνθρακα (για χάλυβες με $C < 0,22\%$ η θερμοκρασία μετάπτωσης είναι κατά κανόνα μικρότερη των $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) ή αν αυξήσουμε την περιεκτικότητα σε μαγγάνιο ή και τα δύο (π.χ. η αύξηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα κάνει το χάλυβα λιγότερο όλκιμο αλλά υψηλότερης αντοχής), καθώς επίσης επηρεάζεται και από τη μείωση του μεγέθους του κόκκου του φερρίτη. Γενικώς, για τους χάλυβες η μετάπτωση από όλκιμη σε ψαθυρή θραύση παρατηρείται σε θερμοκρασίες μικρότερες των $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Εκλογή του Δομικού Χάλυβα

Η επιλογή ενός χάλυβα για συγκεκριμένη εφαρμογή προσδιορίζεται από διάφορους παράγοντες. Αυτοί είναι:

1. Το απαιτούμενο όριο διαρροής στον εφελκυσμό
2. Η ανθεκτικότητα, η όλκιμότητα και άλλες απαιτούμενες ιδιότητες
3. Η διαθεσιμότητα και το κόστος
4. Οι αυθαίρετες τοπικές καταστάσεις όπως έχουν υποδειχθεί από προδιαγραφές και κώδικες πρακτικής.

Η σημασία του παράγοντα (3) είναι ότι κάποιες εγκαταστάσεις παραγωγής χάλυβα ίσως να μην έχουν τη δυνατότητα να παράγουν όλες τις κατηγορίες χάλυβα παρά μόνο συγκεκριμένες. Οι εγκαταστάσεις μπορεί να μην κατέχουν την απαιτούμενη θερμική επεξεργασία ή τα κατάλληλα συστήματα ενδοτράχυνσης.



1.5 ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΑΛΥΒΑ

Λόγω της βιομηχανικής κατασκοπίας που αναπτύχθηκε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα σε Ευρώπη και Αμερική όλοι οι κατασκευαστές ατμομηχανών, οχημάτων, σιδηροτροχιών και εργαλειομηχανών είχαν στη διάθεσή τους χυτοχάλυβα υψηλής ποιότητας.

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα καθιερώθηκαν οι πρώτοι τύποι χάλυβα και οι μέθοδοι ελέγχου της αντοχής τους. Αυτές οι τυποποιήσεις προκάλεσαν και σημαντικές αντιπαραθέσεις μεταξύ χαλυβουργών, κυρίως Γερμανών και Αμερικάνων, όπως συμβαίνει κατά κανόνα με όλες τις τυποποιήσεις βιομηχανικών προϊόντων. Κύριο πρόβλημα κατά την τυποποίηση του χάλυβα ήταν να αντιμετωπιστεί με χαμηλό κόστος ο αυξανόμενος αριθμός αστοχιών του υλικού, όπως εκρήξεις λεβήτων, θραύσεις αξόνων και σιδηροτροχιών κ.ά.

Οι Γερμανοί παραγωγοί επιθυμούσαν να προσδιορίζονται οι ποιότητες χάλυβα από την αντοχή σε εφελκυσμό και τίποτα επιπλέον. Άλλα τυποποιητικά χαρακτηριστικά, όπως η περιεκτικότητα σε άνθρακα ή η καταλληλότητα για ηλεκτροσυγκολλήσεις απορρίπτονταν. Οι Αμερικάνοι, από την άλλη πλευρά ενδιαφέρονταν κυρίως να καθιερωθεί ο χαρακτηρισμός των τύπων του χάλυβα σύμφωνα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα.

Η θεμελιώδης ανάγκη των κοινωνιών για ανταλλαξιμότητα και συμβατότητα και οι απαιτήσεις μιας όλο και περισσότερο σφαιρικής οικονομίας για ομοιομορφία, οδήγησε στη δημιουργία προτύπων και κωδίκων και στον γρήγορο πολλαπλασιασμό τους στις προηγούμενες δύο δεκαετίες. Τα "πρότυπα" ορίζονται ως κάτι που εξετάζεται από μία αρχή ή από τη γενική συγκατάθεση ως βάση της σύγκρισης, καθιερώνουν συνήθως τις ανοχές και τους διάφορους φυσικούς παράγοντες, όπως οι διαστάσεις, τακτοποιήσεις, μορφές και ο τρόπος εσωτερικής παραγωγής. Οι "κώδικες" λένε στον χρήστη τι να κάνουν και κάτω από ποιες περιστάσεις να το κάνουν.

Η ταχύτερη εξάπλωση του χάλυβα ως υλικού κατασκευής φερόντων οργανισμών οδήγησε στην ανάγκη καθιέρωσης προτύπων και προδιαγραφών που τυποποιούν τη μορφολογία, τις διαστάσεις και τις μηχανικές ιδιότητες του υλικού και υποχρεώνουν τις χαλυβουργικές σε συμμόρφωση της παραγωγής χάλυβα οπλισμού. Ο πρώτος κανονισμός τυποποίησης εμφανίζεται το 1923 από το Γερμανικό Ινστιτούτο Τυποποιήσεων DIN [22] και έκτοτε ακολουθούν διάφοροι κανονισμοί και προδιαγραφές, προσαρμοσμένες στις ανάγκες της κάθε χώρας, ακολουθώντας όμως ουσιαστικά τη λογική τυποποίησης των Γερμανικών κανονισμών. Τα πρώτα Ελληνικά πρότυπα τίθενται σε ισχύ το 1987 με την εισαγωγή των προτύπων ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971 για τους κοινούς και τους συγκολλησίμους χάλυβες αντίστοιχα. Το 1995 έπειτα από τροποποιήσεις καθορίζονται

τρεις κατηγορίες χαλύβων: οι S220, S400 και S500 με βάση την ελάχιστη τιμή του ορίου διαρροής τους. Ο Ελληνικός κανονισμός, ο οποίος τέθηκε σε ισχύ τον Οκτώβριο του 2006, εισάγει δύο νέες τεχνικές κατηγορίες χάλυβα, συγκεκριμένα τους B500A και B500C που είναι γνωστός και ως χάλυβας υψηλής ολκιμότητας. Ενώ ο νεότερος Ελληνικός κανονισμός Σεπτέμβριος του 2008 κατατάσσει τον χάλυβα B500A σε χάλυβα χαμηλής ολκιμότητας τον χάλυβα B500B μεσαίας και τον χάλυβα B500C σε υψηλής ολκιμότητας. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι διάφορες τεχνικές κατηγορίες δομικών χαλύβων σύμφωνα με τις Ελληνικές προδιαγραφές καθώς και ενδεικτικά η περίοδος κατά την οποία χρησιμοποιήθηκε η κάθε κατηγορία [10].

Πίνακας 1: Κατηγορίες χάλυβα σύμφωνα με τις Ελληνικές προδιαγραφές ΕΛΟΤ			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΑΛΥΒΑ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ (MPa)	ΠΕΡΙΟΔΟ ΧΡΗΣΗΣ ΔΕΚΑΕΤΙΑΣ
S220	ΕΛΟΤ 959	220	Έως '60
S400	ΕΛΟΤ 959	400	'60 έως '90
S400s	ΕΛΟΤ 971	400	Αρχές '90
S500	ΕΛΟΤ 959	500	Αρχές '90
S500s	ΕΛΟΤ 971	500	Αρχές '90
B500A	ΕΛΟΤ 1421	500	Από τέλη 2006
B500C	ΕΛΟΤ 1421	500	Από τέλη 2006

Οι τρόποι προσδιορισμού γίνονται με βάση τον τύπο, τη κατηγορία χάλυβα με αριθμό, το γράμμα, το σύμβολο, το όνομα, το βαθμό ή τον κατάλληλο συνδυασμό τους. Μέσα στις χαλυβουργίες έχουν πολύ συγκεκριμένες χρήσεις: ο βαθμός χρησιμοποιείται για να δείξει τη χημική σύνθεση, ο τύπος για να δείξει την πρακτική αναγωγής και η κατηγορία για περιγράψει μερικές άλλες ιδιότητες όπως το επίπεδο δύναμης ή την ομαλότητα της επιφάνειας.

- **ASTM:** Αμερικανικά πρότυπα. Εδώ χρησιμοποιούνται εναλλακτικοί όροι, π.χ σε ASTM A 515 ο βαθμός προσδιορίζει το επίπεδο δύναμης ενώ σε ASTM A 302 ο βαθμός δείχνει τις απαιτήσεις και για τη χημική σύνθεση και για τις μηχανικές ιδιότητες. Γενικότερα σε αυτά τα πρότυπα το A είναι το γράμμα για τα σιδηρούχα

υλικά και ένας αυθαίρετος, σειριακά ορισμένος αριθμός, εντούτοις ο αριθμός αυτός δεν είναι πάντα επαρκής για να περιγράψει εντελώς ένα προϊόν χάλυβα.

- **DIN:** Γερμανικά πρότυπα. Αναπτύσσονται από Deutsches Institute Normung στην Ομοσπονδιακή Δημοκρατία της Γερμανίας. Οι γερμανικές προδιαγραφές χάλυβα προηγούνται με τα κεφαλαία γράμματα DIN και ακολουθούν έναν αλφανουμερικό ή αριθμητικό κώδικα. Η τελευταία μέθοδος, γνωστή ως αριθμός Werkstoff, χρησιμοποιεί τους αριθμούς μόνο με ένα δεκαδικό μετά από το πρώτο ψηφίο, π.χ MU St37-2 σημαίνει (M=χάλυβας παραγόμενος με τήξη σε κάμινο Siemens Martin), (U=ακατεύναστος χάλυβας),(St=χάλυβας-steel), (37=θα πρέπει ο χάλυβας να έχει όριο διαρροής μεγαλύτερο από 370 MPa), (2= υποδηλώνει την ποιοτική ομάδα).
- **JIS:** Ιαπωνικά πρότυπα. Αναπτύσσονται από την ιαπωνική επιτροπή βιομηχανικών προτύπων, η οποία είναι μέρος του Υπουργείου Διεθνούς Εμπορίου και Βιομηχανίας στο Τόκιο. Οι προδιαγραφές χάλυβα JIS αρχίζουν με τα κεφαλαία γράμματα JIS και ακολουθούνται με κεφαλαία γράμματα (γ στην περίπτωση άνθρακα και των χαμηλού σε κράματα σιδήρου μέταλλα). Αυτό το γράμμα ακολουθείται με σειρά αριθμών και γραμμάτων που δείχνουν το συγκεκριμένο χάλυβα.
- **UNI:** Ιταλικά πρότυπα. Αναπτύσσονται από το Ente Nazionale Italiano Di Unificazione στο Μιλάνο της Ιταλίας. Προηγούνται με το κεφαλαίο γράμμα UNI που ακολουθείται από έναν τετραψήφιο κώδικα μορφής προϊόντων που ακολουθείται στη συνέχεια από έναν αλφανουμερικό προσδιορισμό κραμάτων.
- **SS:** Σουηδικά πρότυπα. Αναπτύσσονται από το σουηδικό ίδρυμα προτύπων στην Στοκχόλμη .Οι προσδιορισμοί αρχίζουν με τα γράμματα SS που ακολουθούνται από τον αριθμό 14 για όλους τους χάλυβες. Αυτό που ακολουθεί στη συνέχεια είναι μία αριθμητική ακολουθία 4 ψηφίων παρόμοια με τον γερμανικό αριθμό Werkstoff.
- **AFNOR:** Γαλλικά πρότυπα. Αναπτύσσονται από την ένωση Francaise de Normalisation στο Παρίσι. Ένα κεφαλαίο NF τοποθετείται αριστερά του αλφανουμερικού κώδικα ο οποίος αποτελείται από μία κεφαλαία επιστολή που ακολουθείται από μία σειρά ψηφίων τα οποία με τη σειρά τους ακολουθούνται από μία αλφανουμερική ακολουθία.
- **BS:** Βρετανικά πρότυπα. Αναπτύσσονται από το βρετανικό ίδρυμα προτύπων στο Λονδίνο της Αγγλίας. Όπως και στα πρότυπα JIS, κάθε βρετανικός προσδιορισμός περιλαμβάνει μία μορφή προϊόντων και ένα κώδικα κραμάτων.

DIN 17100 ΧΑΛΥΒΕΣ ΓΙΑ ΓΕΝΙΚΟΥΣ ΔΟΜΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ (GENERAL STRUCTURAL PURPOSES) (DIN17100)

1. Σκοπός

1.1 Τα πρότυπα αυτά ισχύουν για τα τμήματα χάλυβα [συμπεριλαμβανομένων των ευρειών ακτίνων φλαντζών (wide flange beams), φραγμοί χάλυβα, ράβδος καλωδίων, πλατέα προϊόντα (strip, plate, wide flats) άνευ ραφής (seamless) και ενωμένος στενά, τετραγωνικά και ορθογώνια κοίλα τμήματα, τα σφυρηλατημένα κομμάτια και τα ημιτελή προϊόντα στους γενικούς δομικούς χάλυβες στους πίνακες 1 έως 3 που παραδίδονται στον καυτό διαμορφωμένο ή ομαλοποιημένο όρο μετά από την παραγωγή.

1.2 Τα προϊόντα από τους χάλυβες σύμφωνα με αυτά τα πρότυπα είναι για τη welded χρήση (αλλά δείτε την παράγραφο 834.2), καρφωμένος(riveted) και βιδωμένα (screwed) δομικά συστατικά. Δεν προορίζονται για θερμική επεξεργασία - εκτός από πίεση-η θερμική επεξεργασία και η ομαλοποίηση.

1.3 Αυτά τα πρότυπα δεν καλύπτουν τα ακόλουθα προϊόντα από τους χάλυβες για γενικούς δομικούς λόγους: Seamless και welded σωλήνες και σωλήνες χάλυβα ακρίβειας [Δείτε DIN 1626 Part 1 to Part 4, DIN 1629 Part 1 to part4, DIN 2391 Part2, DIN 2393 part 2, DIN 2394, DIN 2395 Part 2, DIN 2395 part3).

Ρίψεις χάλυβα (Steel castings) (Δείτε DIN 1681).

Ελασματοποιημένα εν ψυχρώ πλατέα προϊόντα χωρίς επίστρωμα (δείτε το DIN 1623 Part2, νέα έκδοση κατά την προετοιμασία).

Επίπεδα προϊόντα χάλυβα με τα επιστρώματα (πρότυπα DIN κατά την προετοιμασία).

Φωτεινός τελειωμένος χάλυβας (δείτε DN 1652).

Χημική σύνθεση Βαθμός χάλυβα			Τύπος αναγωγής	Χημικό σύνθεση % σε βάρος										Χημικό σύνθεση % σε βάρος						Βαθμός χάλυβα				
Κωδικός αριθμός	Υλικός αριθμός			Ανάλυση Ladie							P	S	N ²	Πρόσθετο άζωτο που συνδυάζει τα στοιχεία (π.χ. τουλάχιστον 0.020% σύνολο Al)	Ανάλυση δειγμάτων						P	S	N ²	
	νέο	Προηγού- μένο		C											C									
				για τα πάχη προϊόντων σε mm.											για τα πάχη προϊόντων σε mm									
			16Max	>16 32Max	>30 40Max	>40 63Max	>63 100Max	>100					16Max	>16 32Max	>30 40Max	>40 63Max	>63 100Max	>100						
St33	1.0035	1.0033	Optional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<	-	-	-	-	-	-	-	-		
St37.2	1.0037	-	Optional	0.17	0.20	0.20	0.20	0.20	-	0.050	0.050	0.009	-	0.21	0.25	0.25	0.25	0.25	-	0.065	0.065	0.010		
USt37.2	1.0036	1.0112	U	0.17	0.20	0.20	0.20	0.20	-	0.050	0.050	0.007	-	0.21	0.25	0.25	0.25	0.25	-	0.065	0.065	0.09		
RSt37.2	1.0038	1.0114	P	0.17	0.17	0.17	0.20	0.20	-	0.050	0.050	0.009	-	0.19	0.19	0.19	0.22	0.33	-	0.060	0.060	0.010		
St37.3	1.0116	1.0116	RR	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	-	0.040	0.040	-	yes	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	-	0.050	0.050	-		
St44.2	1.0044	-	R	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	-	0.050	0.050	0.009	-	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	-	0.060	0.060	0.010		
St44.3	1.0144	-	RR	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-	0.040	0.040	-	yes	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	-	0.050	0.050	-		
St52.3 ³⁾	1.0570	1.0841	RR	0.20 ⁴⁾	0.20 ⁴⁾	0.22	0.22	0.22	-	0.040	0.040	-	yes	0.22 ⁶⁾	0.22 ⁶⁾	0.24	0.24	0.24	-	0.050	0.060	-		
St50.2	1.0050	1.0532	R	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	-	0.050	0.050	0.009	-	-	-	-	-	-	-	0.060	0.060	0.010		
St60.2	1.0060	1.0542	R	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	-	0.050	0.050	0.009	-	-	-	-	-	-	-	0.060	0.060	0.010		
St70.2	1.0070	1.0632	R	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	-	0.050	0.050	0.009	-	-	-	-	-	-	-	0.060	0.060	0.010		

Ελασματοποιημένα εν ψυχρώ τμήματα (δείτε το DIN 17118).

Τελειωμένα κρύα κοίλα τμήματα χάλυβα (πρότυπα DIN κατά την προετοιμασία).

Για σημειώσεις για τα πρότυπα και τις standard-type δημοσιεύσεις για τους χάλυβες με τους παρακαίμενους τομείς της εφαρμογής δείτε στο τέλος αυτών των προτύπων.

1)Πλαίσιο του U. P που σκοτώνεται (συμπεριλαμβανομένου του ισορροπημένου χάλυβα), πρόσθετος RR που σκοτώνεται

(U rimming. R killed (including balanced steel), RR special killed)

2)Είναι επιτρεπτό η μέγιστη αξία που υποδεικνύεται, παρεχόμενη από ένα φωσφορούχο περιεχόμενο ανά 0.001% N 0.005% P κάτω από τη μέγιστη αξία που υποδεικνύεται να διατηρείται. Η περιεκτικότητα σε άζωτο δεν μπορεί, εντούτοις, να υπερβεί μια αξία 0.0012%N στην ανάλυση κουταλών (ladle) και 0.0014%N στην ανάλυση δειγμάτων.

3)Το περιεχόμενο δεν μπορεί να υπερβεί το 0.55%Si και το 1.60% Mn στην ladle ανάλυση ή το 0.60%Si και το MN 1.70% στην ανάλυση δειγμάτων.

4)Μέγιστο 0.22% Γ για τους χάλυβες KSt 52-3 και RoSt 52-3 σύμφωνα με τον πίνακα 3

5)Στην περίπτωση των χαλύβων κατάλληλων για το φωτεινό σχέδιο σύμφωνα με τον πίνακα 3 το ακόλουθο guide values για την περιεκτικότητα σε άνθρακα μπορεί να υποθεθεί: 0.30% C για Z St 50-2, 0.40% C για ZSt 60-2, 0.50% C για Z St 70-2

6)Μέγιστο 0.24% Γ για τους χάλυβες KSt 52-3 και RoSt 52-3 σύμφωνα με τον πίνακα 3

Πίνακας 1. Ταξινόμηση βαθμού και χημική σύσταση των χαλύβων

Βαθμός χάλυβα			Τύπος αναγωγής ¹⁾	Χημική σύνθεση % σε βάρος										Βαθμός χάλυβα
Κωδικός Αριθμός	Αριθμός Υλικού			Ανάλυση Ladie						P	S	N ²⁾	Πρόσθετο άζωτο που συνδυάζει τα στοιχεία (π.χ. τουλάχιστον 0.020% σύνολο Al)	
	νέο	Προηγούμενο		C										
				για τα πάχη προϊόντων σε mm										
			16Max	>16 32Max	>30 40Max	>40 63Max	>63 100Max	>100						
St33	1.0035	1.0033	Optional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St37.2	1.0037	-	Optional	0.17	0.20	0.20	0.20	0.20		0.050	0.050	0.009	-	St37.2
USt37.2	1.0036	1.0112	U	0.17	0.20	0.20	0.20	0.20		0.050	0.050	0.007	-	USt37.2
RSt37.2	1.0038	1.014	P	0.17	0.17	0.17	0.20	0.20		0.050	0.050	0.009	-	RSt37.2
St37.3	1.0116	1.0116	RR	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	by	0.040	0.040	-	yes	St37.3
St44.2	1.0044	-	R	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	agree	0.050	0.050	0.009	-	St44.2
St44.3	1.0144	-	RR	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-ment	0.040	0.040	-	yes	St44.3
St52.3 ³⁾	1.0570	1.0841	RR	0.20 ⁴⁾	0.20 ⁴⁾	0.22	0.22	0.22		0.040	0.040	-	yes	St52.3
St50.2	1.0050	1.0532	R	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	-	0.050	0.050	0.009	-	St50.2
St60.2	1.0060	1.0542	R	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	-	0.050	0.050	0.009	-	St60.2
St70.2	1.0070	1.0632	R	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	- ⁵⁾	-	0.050	0.050	0.009	-	St70.2

1)Πλαίσιο του U. P που σκοτώνεται (συμπεριλαμβανομένου του ισορροπημένου χάλυβα), πρόσθετος RR που σκοτώνεται (U rimming. R killed (including balanced steel), RR special killed)

2)Είναι επιτρεπτό η μέγιστη αξία που υποδεικνύεται, παρεχόμενη απο ένα φωσφορούχο περιεχόμενο ανά 0.001% N 0.005% P κάτω από τη μέγιστη αξία που υποδεικνύεται να διατηρείται. Η περιεκτικότητα σε άζωτο δεν μπορεί, εντούτοις, να υπερβεί μια αξία 0.0012%N στην ανάλυση κουταλών (ladle) και 0.0014%N στην ανάλυση δειγμάτων.

3)Το περιεχόμενο δεν μπορεί να υπερβεί το 0.55%Si και το 1.60% Mn στην ladle ανάλυση ή το 0.60%Si και το MN 1.70% στην ανάλυση δειγμάτων.

4)Μέγιστο 0.22% Γ για τους χάλυβες KSt 52-3 και RoSt 52-3 σύμφωνα με τον πίνακα 3

5)Στην περίπτωση των χαλύβων κατάλληλων για το φωτεινό σχέδιο σύμφωνα με τον πίνακα 3 το ακόλουθο guide values για την περιεκτικότητα σε άνθρακα μπορεί να υποτεθεί: 0.30% C για Z St 50-2, 0.40% C για ZSt 60-2, 0.50% C για Z St 70-2

6) Μέγιστο 0.24% Γ για τους χάλυβες KSt 52-3 και RoSt 52-3 σύμφωνα με τον πίνακα 3

Κωδικός αριθμός	Βαθμός χάλυβα		Τύπος αναγωγής ¹⁾	Χημική σύνθεση % σε βάρος									Βαθμός χάλυβα
	Αριθμός Υλικού			Ανάλυση δειγμάτων						P	S	N ²⁾	
				C									
	νέο	Προηγούμενο		για τα πάχη προϊόντων σε mm									
		16Max	>16 32Max	>30 40Max	>40 63Max	>63 100Max	>100						
St33	1.0035	1.0033	Optional	<-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St37.2	1.0037	-	Optional	0.21	0.25	0.25	0.25	0.25		0.065	0.065	0.010	St37.2
USt37.2	1.0036	1.0112	U	0.21	0.25	0.25	0.25	0.25		0.065	0.065	0.09	USt37.2
RSt37.2	1.0038	1.014	P	0.19	0.19	0.19	0.22	0.33	by agree -ment	0.060	0.060	0.010	RSt37.2
St37.3	1.0116	1.0116	RR	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19		0.050	0.050	-	St37.3
St44-2	1.0044	-	R	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25		0.060	0.060	0.010	St44.2
St44-3	1.0144	-	RR	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23		0.050	0.050	-	St44.3
St52-3 ³⁾	1.0570	1.0841	RR	0.22 ⁶⁾	0.22 ⁶⁾	0.24	0.24	0.24		0.050	0.060	-	St52.3
St50-2	1.0050	1.0532	R	-	-	-	-	-		0.060	0.060	0.010	St50.2
St60-2	1.0060	1.0542	R	-	-	-	-	-		0.060	0.060	0.010	St60.2
St70-2	1.0070	1.0632	R	-	-	-	-	-		0.060	0.060	0.010	St70.2

1) Πλαίσιο του U. P που σκοτώνεται (συμπεριλαμβανομένου του ισορροπημένου χάλυβα), πρόσθετος RR που σκοτώνεται [U rimming. R killed (including balanced steel), RR special killed]

2) Είναι επιτρεπτό η μέγιστη αξία που υποδεικνύεται, παρεχόμενη απο ένα φωσφορούχο περιεχόμενο ανά 0.001% N 0.005% P κάτω από τη μέγιστη αξία που υποδεικνύεται να διατηρείται. Η περιεκτικότητα σε άζωτο δεν μπορεί, εντούτοις, να υπερβεί μια αξία 0.0012%N στην ανάλυση κουταλών (ladle) και 0.0014%N στην ανάλυση δειγμάτων.

3) Το περιεχόμενο δεν μπορεί να υπερβεί το 0.55%Si και το 1.60% Mn στην ladle ανάλυση ή το 0.60%Si και το MN 1.70% στην ανάλυση δειγμάτων.

4) Μέγιστο 0.22% Γ για τους χάλυβες KSt 52-3 και RoSt 52-3 σύμφωνα με τον πίνακα 3

5) Στην περίπτωση των χαλύβων κατάλληλων για το φωτεινό σχέδιο σύμφωνα με τον πίνακα 3 το ακόλουθο guide values για την περιεκτικότητα σε άνθρακα μπορεί να υποτεθεί: 0.30% C για Z St 50-2, 0.40% C για ZSt 60-2, 0.50% C για Z St 70-2

6¹⁾ Μέγιστο 0.24% Γ για τους χάλυβες KSt 52-3 και RoSt 52-3 σύμφωνα με τον πίνακα 3

Πίνακας 2. Μηχανικές και τεχνολογικές ιδιότητες των χαλύβων στον όπως-παραδοθέντα όρο (as-delivered condition) και/ή τον όρο της επεξεργασίας σύμφωνα με την παράγραφο 8.4.1.

Βαθμός χάλυβα σύμφωνα με τον πίνακα 1		Μηχανικές και τεχνολογικές ιδιότητες 1)									
		Εκτατή δύναμη Rm			Ανώτερο σημείο παραγωγής ReH.						
		για τα πάχη προϊόντων σε mm			για τα πάχη προϊόντων σε mm						
Κωδικός Αριθμός	Αριθμός Υλικού	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100	≤ 16	> 16 ≤ 40	≥ 40 ≤ 63	≥ 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100	
		N/mm ²			N/mm ²						
St33	1.0035	310 up to 540	290	-	185	175 5)	-	-	-	-	
St37.2 USt37.2	1.0037 1.0035	360 up to 510	340 up to 470	by agree-ment	235	225	215	205	195	by agree-ment	
RSt37.2 St37.3	1.0038 1.0116				235	225	215	215	215		
St44-2 St44-3	1.0044 1.0144	430 up to 580	410 up to 540		275	265	255	245	235		
St52-3	1.0570	510 up to 680	490 up to 630		355	345	335	325	315		
St50-2	1.0050	490 up to 660	470 up to 610		295	285	275	265	255		
St60-2	1.0060	590 up to 770	570 up to 710		335	325	315	305	295		
St70-2	1.0070	690 up to 900	670 up to 830		365	355	345	335	325		

1) Οι τιμές της εκτατής δοκιμής και της κάμπτοντας δοκιμής ισχύουν για τα διαμήκη δείγματα εκτός από το πλάτος πλατέων προϊόντων $\geq 600\text{mm}$ από το οποίο τα εγκάρσια δείγματα πρόκειται να ληφθούν.

2) Καυτή διαμορφωμένη του U (U hot formed), μη επεξεργασμένο, N που ομαλοποιείται. Το τμήμα 8.4.1.2 ισχύει επίσης.

3) Για τα δείγματα αντίκτυπου notched-bar με ένα πλάτος λιγότερο από 10mm οι προδιαγραφές σύμφωνα με το τμήμα 8.4.1.4 και την εικ.1 εφαρμόζονται.

4) Το αποτέλεσμα της δοκιμής είναι η μέση αξία από τρεις δοκιμές. Μόνο μια μεμονωμένη αξία μπορεί να είναι χαμηλότερη από την ελάχιστη μέση τιμή των 23 ή 27J, και έπειτα μόνο κατά ένα μέγιστο 30%.

5) Αυτή η αξία ισχύει μόνο για τα πάχη μέχρι 25mm.

Πίνακας 2. (συνεχίζεται)

Βαθμός χάλυβα	Κωδικός αριθμός	Θέση του δείγματος	Μηχανικές και τεχνολογικές ιδιότητες 1)																		
			Eiongation at rupture						Bending test (180°)				V-notch του ISO δείγματα (Irongitudinal)								
			(Μήκος μετρητών Lo = 80mm)			(Μήκος μετρητών Lo = 5 do)			(ένα πάχος του δείγματος) για τα πάχη προϊόντων σε mm				Όρος επεξε ργασίας 2)	Δοκιμή θερμο κρα σίας °C	για τα πάχη προϊόντων σε mm						
			για τα πάχη προϊόντων σε mm									Θέση του δείγματος			Διάμετρος Mandrel	J min.					
			≥0.5 <1	≥1<1.5	≥1.5 <2	≥2 <2.5	≥2.5 <3	≥3 <4	≥4 <6	≥6 <10	≥10		<3	≥3 ≤6			≥6 ≤10	>10	≥10 ≤16 3)	≥16 ≤63	≥63 ≤100
St 33			10 8	11 9	12 10	13 11	14 12	18 16	-	-	-	2.5a 3a	2.5a 3a	-	-	U,N	-	-	-	-	-
St 37.2 USt 37.2 RSt 37.2			17 15	18 16	19 17	20 18	21 19	26 24	25 23	24 22		0.5a 1.5a	1a 2a	1.5a 2.5a		U,N U,N U,N	+20 +20 +20	27 27 27	- - 27	- - -	- - -
St 37.3											longitudinal transverse	0.5a 1a	1a 1.5a	1.5a 2a	by agree- ment	U N	±0 -20	27 27	27 27	23 23	by agree- ment
St 44.2		longitudinal tran- verse	14 12	15 13	16 14	17 15	18 16	22 20	21 19	20 18	by agree- ment	2a 2.5a	2.5a 3a	3a 3.5a		U N	±0 -20	27 27	27 27	23 23	by agree- ment
St 52.3			14 12	15 13	16 14	17 15	18 16	22 20	21 19	20 18		2a 2.5a	2.5a 3a	3a 3.5a		U N	±0 -20	27 27	27 27	23 23	by agree- ment
St 50.2			12 10	13 11	14 12	15 13	16 14	20 18	19 17	18 16		-	-	-	-	U,N	-	-	-	-	-
St 60.2			8 6	9 7	10 8	11 0	12 10	16 14	15 13	14 12		-	-	-	-	U,N	-	-	-	-	-
St 70.2			4 3	5 4	6 5	7 6	8 7	11 10	10 9	9 8		-	-	-	-	U,N	-	-	-	-	-

1), 2), 3) and 4) see page 4

Πίνακας 6. Σύγκριση των βαθμών χάλυβα σύμφωνα με το DIN 17 100 με τους χάλυβες για γενικούς δομικούς λόγους που καλύπτονται στο Euronorm και στα πρότυπα του ISO.

Βαθμός χάλυβα σύμφωνα με το DIN 17 100	Βαθμός χάλυβα σε σύγκριση με		
	Eurronorm 25 1)	ISO 630 2)	ISO 1052 3)
St 33	Fe 310 -0	Fe 310-0	-
(St 37-1 4)	Fe 360-A	Fe 360-A	-
St 37-2	-	Fe 360-B 5)	-
USt 37-2	Fe 360-BFU	Fe 360-B	-
RSt 37-2	Fe 360-BFN	Fe 360-B 5)	-
St 37-3 U	Fe 360-C	Fe 360-C	-
St 37-3 N	Fe 360-D	Fe 360-D	-

-	Fe 430-A	Fe 430-A	-
St 44.2	Fe 430-B	Fe 430-B	-
St 44.3 U	Fe 430-C	Fe 430-C	-
St 44.3 N	Fe 430-D	Fe 430-D	-
-	Fe 510-B	Fe 510-B	-
St 52.3 U	Fe 510-C	Fe 510-C	-
St 52.3 N	Fe 510-D	Fe 510-D	-
(St 50.1) 4)	Fe 490-1	-	-
St 50.2	Fe 490-2	-	Fe 490-2
St 60.1) 4)	Fe 590-1	-	-
St 60.2	Fe 590-2	-	Fe 590-2
St 70.2	Fe 690-2	-	Fe 690-2

1) Έκδοση Νοεμβρίου 1972

2) Τωρινό σχέδιο ISO (ISO DISI Φεβρουάριος 1976

3) Νέα έκδοση του ISO/R 1052 - 1969, πρόσφατο έγγραφο του 1713 N 307 του Σεπτεμβρίου 1977

4) Όχι πλέον **cccowered** στην τωρινή έκδοση του DIN 17 100

5) Ο τύπος της **caoxication** μπορεί να συμφωνηθεί κατά την διάρκεια της παραγγελίας

Ο πίνακας 3 δίνει μια έρευνα για τους βαθμούς χάλυβα με τις πρόσθετες ιδιότητες υπηρεσιών (δείτε επίσης την παράγραφο 5.4.3).

Σε σύγκριση με την έκδοση του Σεπτεμβρίου 1965 των προτύπων DIN, αυτή η έκδοση περιέχει επίσης τους βαθμούς που είναι κατάλληλοι για κυλημένα τμημάτων και για την κατασκευή των κοίλων τμημάτων κρύας διαμόρφωσης με την επιστολή κώδικά τους (κ) και τον υλικό αριθμό τους.

1.6 ΜΟΡΦΟΣΙΔΗΡΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ S235JR (St 37-2)

Στην Ελληνική αγορά είναι διαθέσιμες, μόνο δύο ποιότητες μορφοσιδήρου {S235JR (St37-2) και S275JR(St44-2)} οι οποίες διοχετεύονται στην αγορά από γνωστό εργοστάσιο παραγωγής χάλυβα, σε διάφορες διατομές.

Στη μελέτη μας ασχοληθήκαμε μόνο με την ποιότητα S235JR(κατά ΕΛΟΤ- EN 10025 (St 37-2, κατά DIN 17100). Οι αντιστοιχίες αυτής της ποιότητας με βάση τα άλλα πρότυπα είναι οι εξής:

Ινδικά	Βρετανικά	Γερμανικά	Αμερικανικά	Ιαπωνικά	Ρωσικά
IS:226	BS:15	DIN:17100	ASTM:A-75	JIS:G:3101	GOST-380

Οι Ευρωπαϊκές Χώρες χρησιμοποιούν κοινό κώδικα και η μόνη διαφορά τους είναι στην του προσδιορισμού τους αναλόγως τη χώρα προέλευσης: UNE EN 10025 για Ισπανία

UNI EN 10025 για Ιταλία

BS EN 10025 για Αγγλία

ΕΛΟΤ EN 10025 για Ελλάδα

Αντιστοιχίες μεταξύ παλαιότερων και νεότερων προτύπων:

ΠΑΛΙΑ ΠΡΟΤΥΠΑ			ΝΕΑ
UNE 36080:1973	UNE 36080:1985	UNE 36080:1990	UNE-EN 10025:1994
A 37 b	AE 235 B	e 360 B	S 235 JR
A 37 c	AE 235 C	Fe 360 C	S 235 J0

Προσδιορισμός των χαλύβων για Ευρωπαϊκά Πρότυπα

Ο προσδιορισμός αποτελείται από:

- Ο αριθμός των ευρωπαϊκών προτύπων (EN 10025).
- Το σύμβολο FS.
- Η ένδειξη του ελάχιστου ορίου διαρροής για τα πάχη $\leq 16\text{mm}$ που εκφράζονται σε N/mm^2 .
- Ο ποιοτικός προσδιορισμός για την ιδιότητα συγκόλλησης και την αντίσταση στη φαθυρή θραύση JR, J0, J2 και K2.

- Εφόσον ενδείκνυται, να εφαρμοστεί η μέθοδος αποξειδωσης (G1 ή G2).
- Εφόσον ενδείκνυται, το συμβολικό γράμμα για την καταλληλότητα ψυχρής έλασης.
- Εφόσον υπάρχει η ένδειξη + N όταν έχουν τα προϊόντα την ομαλοποίηση μέσω ενδοτράχυνσης.

Παράδειγμα: Χάλυβας με το μικρότερο όριο διαρροής 510 N/mm^2 , στην περιβαλλοντική θερμοκρασία, ποιοτικός βαθμός J0 και χωρίς τις απαιτήσεις για αποξείδωση και κατάλληλη για ψυχρή έλαση (προσδιορισμός C) δίνεται από:

Steel EN 10 025	S355	J0	C
	Κατηγορία	Ποιοτικός βαθμός 0 □ C	Κατάλληλο για ψυχρή έλαση

Κατηγορία Χάλυβα	Ελαχ. Όριο Διαρροής. $[\text{N/mm}^2]$ 1)	Ποιοτικός Βαθμός Συγκολλησιμότητας	Θερμοκρασία Ενέργειας Κρούσης (□C)	Τύπος Αποξειδωσης 2)
S235	235	JR	+20	optional FU, FN
		J0	0	FN
		J2	-20	FF

BS EN 10027-1:1992 Συστήματα προσδιορισμού για το χάλυβα. Ονόματα χάλυβα, κύρια σύμβολα

Αυτό είναι ένα σύστημα προσδιορισμού του χάλυβα βασισμένο στα ονόματα. Αυτά τα ονόματα αποτελούνται από άλφα-αριθμητικούς χαρακτήρες και καθορίζουν δύο κύριες ομάδες χαλύβων

Προσδιορισμός Χάλυβα βάση της χρήσης τους και των μηχανικών τους ιδιοτήτων.

Διάφορα γράμματα ανάλογα με τις μηχανικές τους ιδιότητες παρατίθενται παρακάτω:

Γράμμα	Χρήση Χάλυβα	Μηχανικές ιδιότητες
S	Δομικός Χάλυβας	Ελάχ. Όριο Διαρροής
P	Σκοποί πίεσης	Ελάχ. Όριο Διαρροής
L	Σωληνώσεις	Ελάχ. Όριο Διαρροής

E	Εφαρμοσμένη μηχανική	Ελάχ. Όριο Διαρροής
B	Ενισχυμένος χάλυβας	Characteristic Yield Case
Y	Προεντεταμένος χάλυβας	Ελάχ. Yield Case
R	Ράγες	Ελάχ. Yield Case
H	Υψηλή αντοχής ψυχρή έλαση	Ελάχ. Yield Case
D	Πλατέα προϊόντα	C, D or X ακολουθούμενα από δύο αριθμούς κάθε χαρ/ικού χάλυβα
T	Προϊόντα Tinmill	Ονομαστικός Yield Case
M	Electrical Steel	Αριθμός = 100 x συγκεκριμένη απώλεια σε W/kg, "—" Αριθμός = 100 x καν. πάχος σε mm Γράμμα για τον τύπο χάλυβα (A,B,E,N,S or P)

Ονόματα χάλυβα σύμφωνα με το EN 10027-1 με μορφή.X (1) nnn (2) Xn (3) Xn(4)

1) X = Γράμμα που προσδιορίζει τη χρήση δηλ. S = δομικός χάλυβας, E = χάλυβες εφαρμοσμένης μηχανικής χωρίς απαιτήσεις για την ανθεκτικότητα και την ιδιότητα συγκόλλησης

2) nnn = αριθμός που προσδιορίζει την ελάχιστο όριο διαρροής (N /mm²)

3) Xn = πληροφορίες για την ενέργεια κρούσης

Πειραματική θερμοκρασία = 20 °C, JR = 27Joule, KR = 40Joule

Πειραματική θερμοκρασία = 0 °C, J0 = 27Joule, K0 = 40Joule

Πειραματική θερμοκρασία = -20 °C, J2 = 27Joule, K2 = 40Joule

4) Xn = σύμβολα για τις ειδικές απαιτήσεις

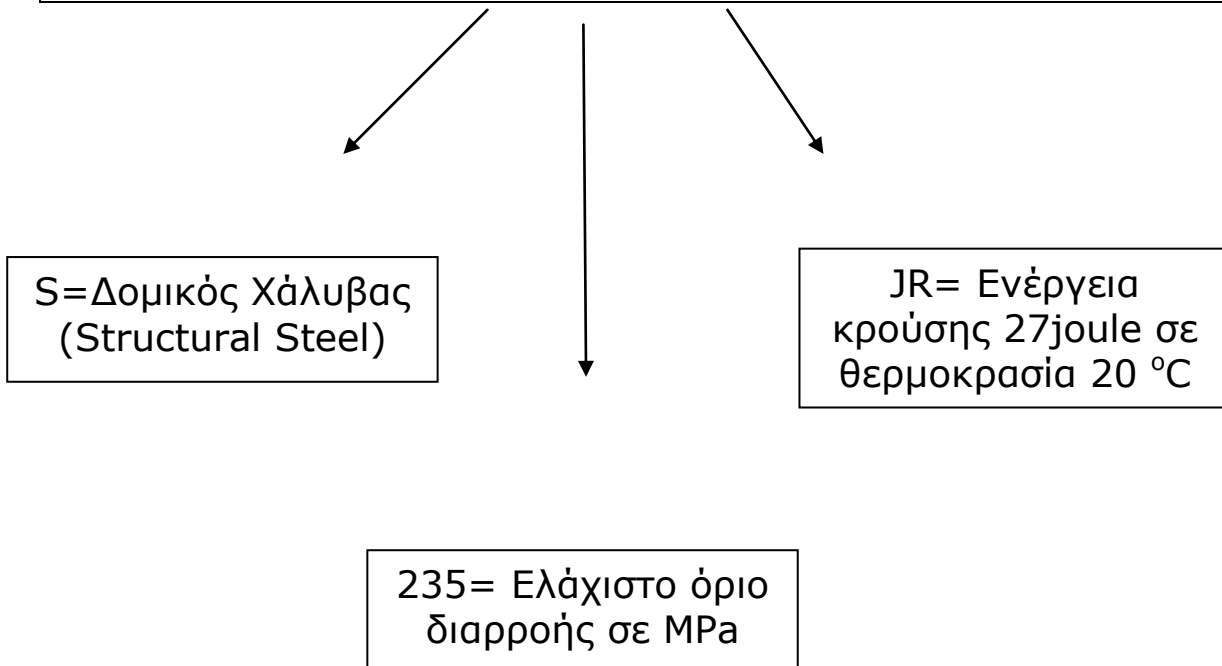
Μέθοδος αποξειδωσης... G1 = αποξειδωμένα προϊόντα θερμής έλασης , G2 = προϊόντα θερμής έλασης χωρίς επικάλυψη,

Τρόπος Παράδοσης... G3 = ομαλοποιημένη ενδοτράχυνση, G4 = αναλόγως την κατασκευαστική κρίση.

Μέταλλα στο BS EN 10025-2

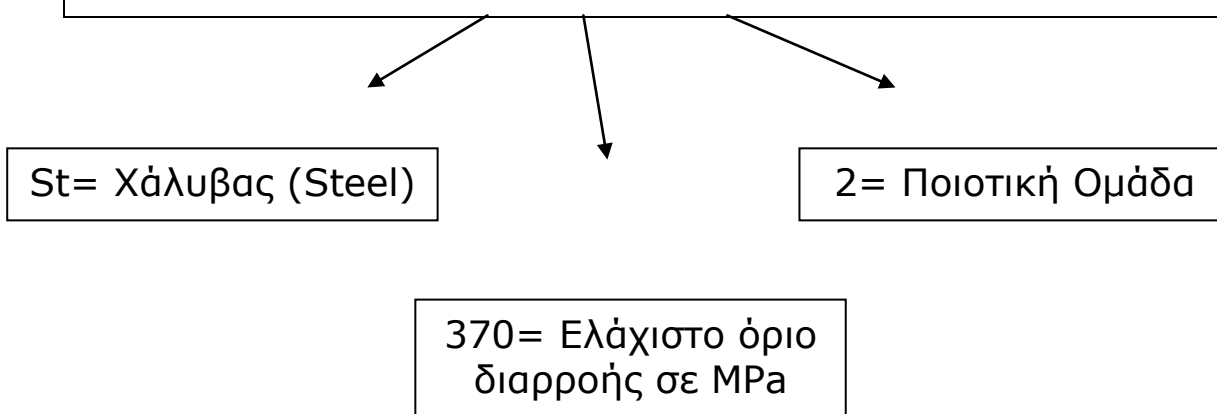
S235JR	1.0037 (Base Steel)
--------	---------------------

S235JR κατά EN 10025



(Κάποια από τα δοκίμια που χρησιμοποιήθηκαν στη πειραματική δοκιμή προέρχονται από Ελληνικό εργοστάσιο παραγωγής με την ονομασία S235JRG2, όπου G2=μέθοδος αποξείδωσης)

St 37-2 κατά DIN 17100



Κατηγορία χάλυβα			Τύπος αποξείδωσης ¹⁾	Χημική Σύσταση σε % by wt.							P	S	N ²⁾	Πρόσθετο άζωτο συνδυασμός των στοιχείων (e. g. τουλάχιστον 0.020% Al total)	Κατηγορία
Κωδικός αριθμός	Αριθμός Υλικού			Ανάλυση											
				C											
	νέος	προηγούμενος		για πάχη προϊόντων σε mm											
				16Max	>16 32Max	>30 40Max	>40 63Max	>63 100Max	>100						
St37.2	1.0037	-	Προαιρετικός	0.17	0.20	0.20	0.20	0.20	από συμφωνία	0.05	0.05	0.009	-	St37.2	

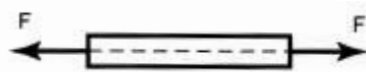
2 ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΠΕΡΙ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ

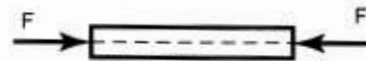
Είναι γνωστό ότι τα διάφορα υλικά σώματα αποτελούνται από μικρότατα σωματίδια ύλης όπως είναι τα μόρια, τα άτομα κ.λ.π.. Μεταξύ τους λοιπόν ασκούνται οι λεγόμενες δυνάμεις συνοχής, οι δυνάμεις αυτές εκδηλώνονται σαν αντίσταση του υλικού εναντίον των επιβαλλόμενων εξωτερικών δυνάμεων. Κατά συνέπεια λέμε ότι το υλικό σώμα που φορτίζεται βρίσκεται σε **εντατική κατάσταση** ή αλλιώς ότι **καταπονείται**.

Συνηθισμένες –απλές καταπονήσεις (γιατί υπάρχουν και σύνθετες) είναι οι εξής:

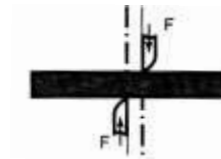
- Ο Εφελκυσμός



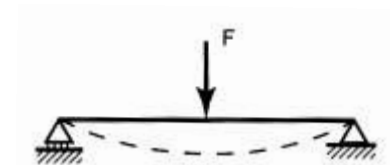
- Η Θλίψη



- Η Διάτμηση



- Η Κάμψη



- Η Στρέψη



Στις σύνθετες καταπονήσεις όπου ένας φορέας μπορεί να καταπονείται ταυτόχρονα κατά διάφορους τρόπους, πολύ συχνά συναντάμε π.χ **δοκούς** που καταπονούνται σε κάμψη – διάτμηση η **ελκυστήρες** σε κάμψη και εφελκισμό η **κοχλιοφόροι ήλοι** σε εφελκισμό – διάτμηση η **προεντεταμένοι φορείς** σε κάμψη – θλίψη. Στις περιπτώσεις αυτές λέμε ότι οι φορείς εργάζονται σε σύνθετη καταπόνηση. Οι συνηθισμένες σύνθετες καταπονήσεις είναι:

Κάμψη – εφελκισμός

Κάμψη – στέψη

Κάμψη – στρέψη - εφελκισμός

Οι πειραματικές μας όμως δοκιμές περιορίζονται μόνο στην καταπόνηση του εφελκυσμού επομένως και η μελέτη που ακολουθεί.

Εφελκυσμός(tensile test) (=όταν επενεργούν δύο ίσες και αντίθετες δυνάμεις στο σώμα οι οποίες τείνουν να το διασπάσουν.)

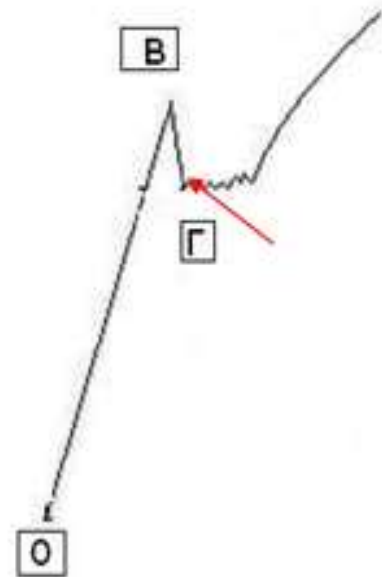
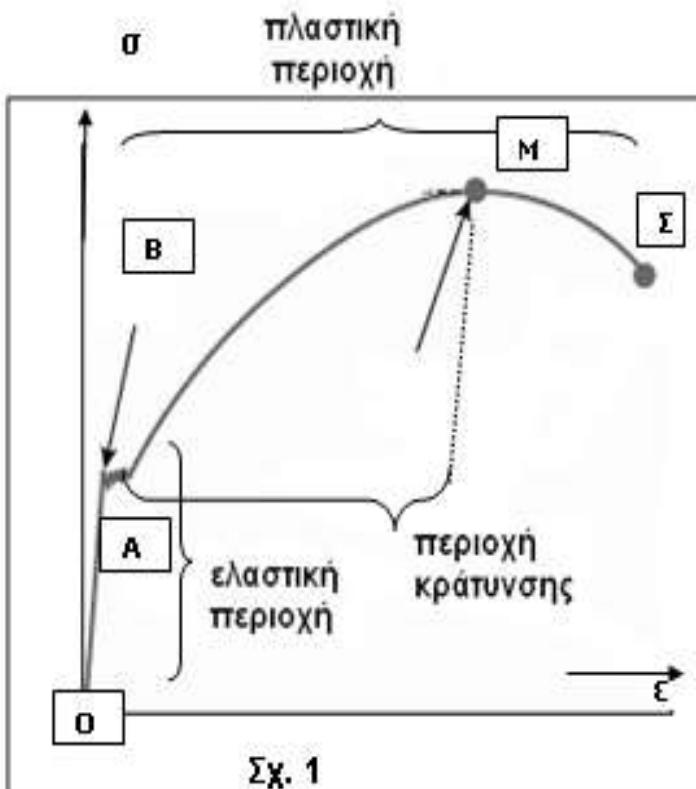
Σε εφελκισμό φορτίζονται συνήθως ράβδοι, καλώδια, συρματόσχοινα, αλυσίδες, αναρτήρες κρεμαστών γεφυρών, κ.λ.π.

Στο πείραμα μας ασχοληθήκαμε με ένα συγκεκριμένο είδος φορέα, τη **ράβδο**. Η ράβδος είναι ένα σώμα που το μήκος του είναι συγκριτικά πολύ μεγαλύτερο από τις άλλες του διαστάσεις, καθώς επίσης έχει και έναν ευθύγραμμο άξονα συμμετρίας που καταπονείται μόνο από αξονικά φορτία. Στην περίπτωση που η ράβδος είναι πρισματική δηλαδή έχει σταθερό εμβαδόν διατομής σε όλο της το μήκος και οι δυνάμεις ασκούνται επάνω στον κεντροβαρικό άξονα συμμετρίας της τότε ο **εφελκυσμός** ονομάζεται **αξονικός** ή **κεντρικός**. Αν οι δυνάμεις δεν δρουν στον Ευθύγραμμο κεντροβαρικό άξονα του σώματος, τότε έχουμε τον λεγόμενο έκκεντρο εφελκισμό. Κατά τον εφελκισμό και σε συνεργασία με την μέθοδο των τομών διαπιστώνουμε ότι αναπτύσσονται απειροστές εσωτερικές δυνάμεις οι οποίες ονομάζονται **τάσεις**. Οι τάσεις αυτές είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες σε όλη την επιφάνεια της τομής και είναι κάθετες σε αυτή. Οι κάθετες αυτές **τάσεις** ονομάζονται και **ορθές** ($\sigma = \text{Αξονικό φορτίο } P / \text{Αρχικό εμβαδόν διατομής } A$) και έχουν ως μονάδα μέτρησης N/m^2 , kp/cm^2 , t/m^2 .

2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ σ - ϵ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

Στην εργαστηριακή δοκιμή του εφελκυσμού τα φορτία εφαρμόστηκαν συνεχόμενα ανεξαρτήτως σε ποια περιοχή βρισκόταν το υλικό μας, ώστε να προκύψει το χαρακτηριστικό διάγραμμα P- Δ l.

Από τα πειραματικά δεδομένα του αρχικού διαγράμματος και ύστερα από μία σειρά μετατροπών προέκυψε το διάγραμμα τάσης (stress) σ - ανηγμένης παραμόρφωσης (strain) ϵ . Οπου ϵ ορίζεται ως ο λόγος της μεταβολής του μήκους Δl του δοκιμίου δια του αρχικού του μήκους l $\epsilon = \Delta l / l$



- ΠΕΡΙΟΧΗ O-A (ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ):** Είναι ένα ευθύγραμμο τμήμα που περιγράφει την αρχικά γραμμική σχέση μεταξύ της τάσης και της παραμόρφωσης του υλικού και χαρακτηρίζεται από την σχέση $\sigma = E\epsilon$, ο γνωστός δηλαδή σε όλους μας Νόμος Hooke!! . Το **E** αντιστοιχεί στην κλίση αυτής της ευθείας και ονομάζεται ως **μέτρο ελαστικότητας (modulus of elasticity)** ή **μέτρο Young (Young's modulus)** το οποίο μας προσδιορίζει τις μηχανικές ιδιότητες του εκάστοτε υλικού. Το μέτρο ελαστικότητας είναι το μέτρο δυσκαμψίας που μας δείχνει το πόσο εύκαμπτο ή δύσκαμπτο είναι το υλικό μας, αναλόγως με το αν μειώνεται ή αυξάνεται η παραμόρφωση ϵ , που στην συγκεκριμένη περιοχή έχει πλέον

ονομαστεί ελαστική παραμόρφωση. Η ε είναι αντιστρόφως ανάλογη με το E δηλαδή όσο πιο πολύ μεγαλώνει η τιμή του μέτρου ελαστικότητας τόσο μικραίνει η τιμή της ελαστικής παραμόρφωσης και επομένως τόσο πιο δύσκαμπτο γίνεται το υλικό. Η τάση του σημείου **A** ονομάζεται **όριο αναλογίας (proportional limit)** δηλαδή η μέγιστη τάση που μπορεί να αναπτυχθεί στην ελαστική περιοχή καθώς αποτελεί το όριο μέχρι του οποίου ισχύει η γραμμική ελαστικότητα. Λίγο πιο πάνω από το σημείο A υπάρχει και ένα άλλο σημείο το οποίο ονομάζεται **όριο ελαστικότητας**. Συνήθως αυτά τα δύο όρια τυχαίνουν να είναι ίσα επομένως και οι όροι τους να είναι συνώνυμοι, όταν όμως είναι διαφορετικοί τότε το όριο ελαστικότητας είναι πάντοτε μεγαλύτερο από αυτό της αναλογίας

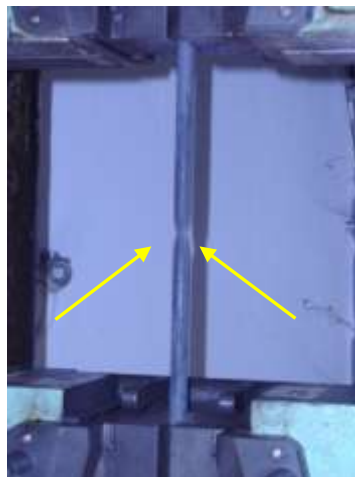
- ΠΕΡΙΟΧΗ A-Σ (ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ):** Η περιοχή αυτή ονομάζεται πλαστική γιατί πλέον έχει επέλθει μία μόνιμη παραμόρφωση στο υλικό καθώς τα άτομα του έχουν μία μόνιμη μετατόπιση στη δομή τους και έχουν δημιουργηθεί πλέον καινούργιοι δεσμοί σε νέες θέσεις. Στην περιοχή αυτή παρουσιάζεται το **όριο διαρροής (yield point) με τάση διαρροής (yield strength)** στο σημείο **B** (=όριο διαρροής ή απλά ροής καλείται μια κρίσιμη τιμή εφαρμοζόμενης τάσης σε ένα στερεό σώμα πέρα από το οποίο η παραμόρφωση παύει να είναι ελαστική και γίνεται μόνιμη, στις τεχνικές κατασκευές δεν πρέπει να ξεπερνάτε αυτό το όριο πουθενά διότι κάτι τέτοιο θα οδηγούσε σε αστοχία όλης της κατασκευής. Για σιγουριά ο μηχανικός χρησιμοποιεί το λεγόμενο Συντελεστή Ασφαλείας, ο οποίος είναι πάντοτε μεγαλύτερος της μονάδος, ώστε να υποβαθμίσει το όριο ροής κατά συγκεκριμένο ποσοστό, ανάλογα με την κάθε περίπτωση, ώστε να συμπεριλάβει την περίπτωση καταπόνησης που θα ξεπεράσει τη μέγιστη επιτρεπτή λόγω βλάβης, λάθους ή ατυχήματος), υπάρχει όμως και ένα δεύτερο σημείο, το **Γ**, το οποίο ονομάζεται **κατώτερο όριο διαρροής**. Συνήθως αυτά τα δύο σημεία είναι λίγο δύσκολο να διακριθούν μεταξύ τους καθώς η τάση φαίνεται να παραμένει σταθερή και η παραμόρφωση να αυξάνεται ελάχιστα, επομένως αυτό το οποίο εμείς δεχόμαστε είναι ότι από το σημείο B, δηλαδή το ανώτερο όριο διαρροής, αρχίζει η πλαστική παραμόρφωση.

Ένα εμφανές αίτιο της διαρροής του υλικού από αστοχία του σε διάτμηση είναι η εμφάνιση των **γραμμών ολίσθησης Luders** οι οποίες είναι κεκλιμένες κατά 45° ως προς τον άξονα του δοκιμίου (**photo 1**).



(photo 1: Από πειραματική εφαρμογή μέσα στο εργαστήριο)

Ανάμεσα στα σημεία **Γ** και **Μ** μεσολαβεί μια περιοχή η οποία ονομάζεται **περιοχή κράτυνσης** κατά την οποία μπορούμε να πούμε πως το υλικό επανακτά μέρος της ελαστικής του συμπεριφοράς καθώς υπόκειται σε αλλαγές στην κρυσταλλική δομή έχοντας σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αντίσταση του υλικού σε περαιτέρω παραμόρφωση. Στο τέλος αυτής της περιοχής βρίσκεται το σημείο **Μ** με τη μέγιστη τιμή τάσης που έχει το συγκεκριμένο διάγραμμα (Σχ.) το σημείο αυτό ονομάζεται **όριο αντοχής ή όριο θραύσης (tensile strength)** και η τάση, **τάση σε αστοχία ή αντοχή σε αστοχία (failure stress or failure strength)**. Χαρακτηριστικό του σημείου είναι ότι κοντά σε αυτό η αλλαγή της διατομής γίνεται εμφανής και δημιουργείται μία τοπική αστάθεια με τη μορφή ενός λαιμού (**photo 2**).

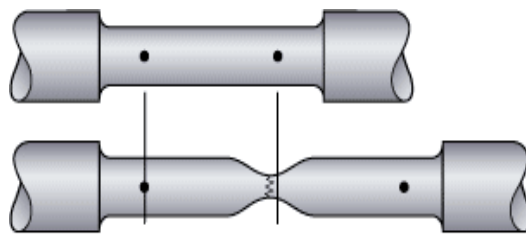


(photo 2: Από πειραματική εφαρμογή μέσα στο εργαστήριο)

Ένα επιπλέον σημείο που πρέπει να επισημανθεί είναι το σημείο **Σ** ονομάζεται **σημείο θραύσης (fracture point)** το υλικό διαρρέει ταχύτατα σε αυτό το σημείο με ταυτόχρονη μείωση της τάσης η οποία είναι εμφανώς και κατά πολύ μικρότερη από αυτή της τάσης σε αστοχία.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Το αποτέλεσμα-μορφή του κάθε διαγράμματος εφελκυσμού εξαρτάται και από το αν το υλικό μας είναι **όλκιμο(ductile)** ή **ψαθυρό(brittle)**.



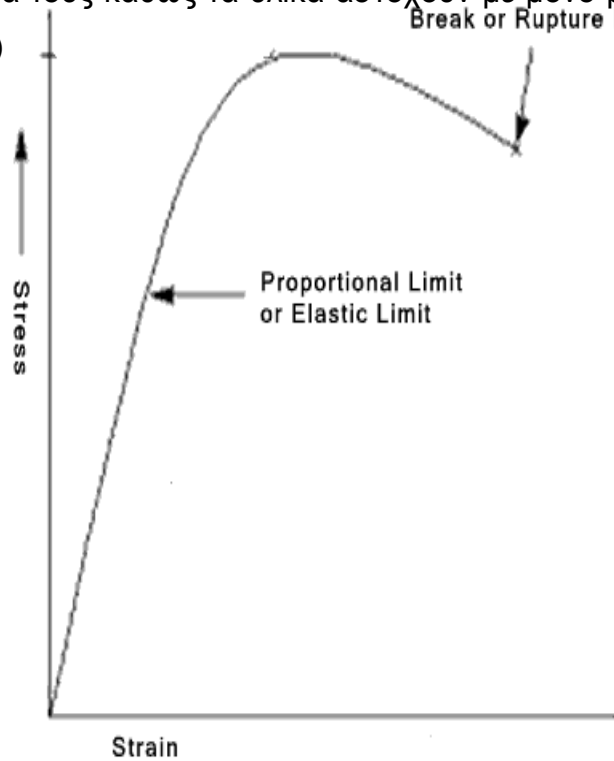
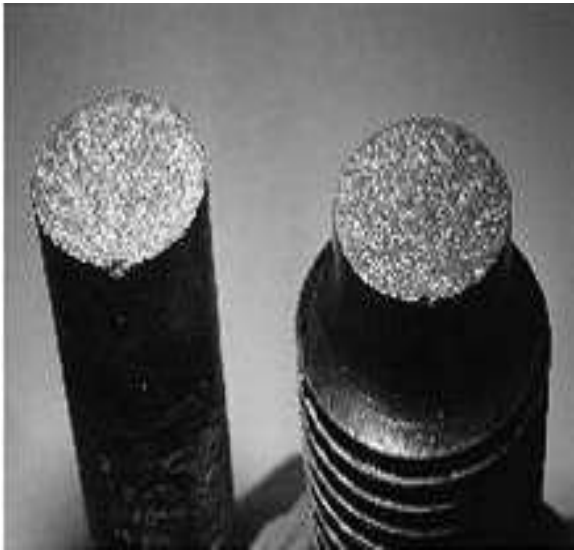
Σχ.3

ΟΛΚΙΜΑ ΥΛΙΚΑ: Είναι τα υλικά που σπάνε κυρίως εξαιτίας διατμητικών τάσεων (επάνω στο επίπεδο της διατομής δηλ. εγκάρσια, με κωνική ρωγμή), που πρώτα διαρρέουν πριν αστοχήσουν (κάτι που κάνει τη θραύση λιγότερο επικίνδυνη) και που κατά τη διάρκεια ενός πειράματος εφελκυσμού ή θλίψης, δημιουργείται λαιμός στο υλικό και η επιφάνεια της θραύσης είναι ανομοιόμορφη και χονδρόκοκκη (**photo 3**). Χαρακτηριστικά τους διαγράμματα είναι σαν αυτό στο (Σχ.1) που υφίστανται μεγάλες μόνιμες παραμορφώσεις πριν την αστοχία.



(photo 3: Θραύση όλκιμου υλικού)

ΨΑΘΥΡΑ ΥΛΙΚΑ: Είναι τα υλικά που σπάνε κυρίως εξαιτίας ορθών τάσεων (κάθετα στη διατομή, με οριζόντια τομή), που πρώτα θραύονται πριν διαρρεύσουν δεν σχηματίζεται λαιμός πριν τη θραύση (διαδίδεται η θραύση ταχύτατα και υπό μικρές φορτίσεις είναι πολύ επικίνδυνη) και η επιφάνεια της θραύσης είναι λεία και λεπτόκοκκη (**photo 4**). Χαρακτηριστικά είναι και τα διαγράμματα τους καθώς τα υλικά αστοχούν με μόνο μικρή επιμήκυνση μετά το όριο αναλογίας (Σχ. 4)



Σχ.4 (photo 4: Θραύση ψαθυρού υλικού)

3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

3.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

Τα συνηθισμένα εργαστηριακά πειράματα γίνονται με τη βοήθεια είτε υδραυλικών, είτε ηλεκτρικών μηχανών με τις οποίες μπορούμε να επιβάλουμε μέγιστο εφελκυστικό (ή θλιπτικό) φορτίο αρκετών τόνων στο δοκίμιο.

Οι εργαστηριακές δοκιμές του εφελκυσμού που συναντώνται στη μελέτη μας πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις του ΑΤΕΙ Κρήτης (τμήμα Ηρακλείου) μέσα στο εργαστήριο Αντοχής των Υλικών. Η πειραματική διάταξη που υπάρχει στο εργαστήριο είναι ένα μοντέλο του 1980 κατασκευασμένο από μία ελβετική εταιρία την **WOLPERT AMSLER** τύπου **60 THZ 726**(photo 1,2).



(photo 1)



(photo 2)



(photo 3)

Το συγκεκριμένο μηχάνημα είναι κατασκευασμένο για δοκιμές εφελκυσμού και θλίψης, το μέγιστο φορτίο που μπορεί να εξασκήσει στο εκάστοτε δοκίμιο ανέρχεται μέχρι τα 600 kN. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα απεικόνισης και σχεδίασης του διαγράμματος P/ΔL σε χαρτί μιλιμετρέ με αποτυπωμένες τις μετρούμενες τιμές.

Τα κύρια μέρη που συγκροτούν το μηχάνημα είναι:

- Το μέλος απεικόνισης και ρύθμισης λειτουργιών (**photo 1**)
- Το πλαίσιο (κυρίως σώμα) (**photo 2**)
- Το συγκρότημα αντλιών (**photo 3**)

ΜΕΛΟΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

ΒΑΣΙΚΑ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΑ

Περιλαμβάνει τους διακόπτες εφελκυσμού και θλίψης (αναλόγως τι είδους καταπόνηση θέλουμε να εξασκήσουμε), τους διακόπτες λειτουργίας αντλιών, τους διακόπτες σχετικά με των μετρούμενων μεταβλητών που θέλουμε να εμφανιστούν στο διάγραμμα (Επιλογέας Δεδομένων Εξόδου προς τον εκτυπωτή) μας κατά ψ και χ όπως F, L , ΔL, Z ,+, -. Διακόπτες διάφορων φορτίων από 50 έως 600 kN και διακόπτες επιμήκυνσης μέχρι 250mm, δύο χειροκίνητα περιστρεφόμενα μηχανικά χειριστήρια το ένα από τα οποία ρυθμίζει το ρυθμό τροφοδοσίας του υδραυλικού εμβόλου με υδραυλικό υγρό, ενώ το άλλο ανοίγει τη δίοδο απελευθέρωσης της πίεσης του εμβόλου. Το πρώτο χειριστήριο μπορεί να κρατήσει σταθερό το ρυθμό τροφοδοσίας υδραυλικού υγρού προς το έμβολο, έτσι να κρατιέται σταθερή η επιμήκυνση του δοκιμίου στο χρόνο.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ - ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ

Απεικονίζεται το διάγραμμα επιμήκυνσης με αυτόματη μετακίνηση γραφίδας πάνω σε χαρτί μιλιμετρέ και με χειροκίνητα περιστρεφόμενα χειριστήρια καθορίζεται η κλίμακα του κάθε άξονα (δηλ. η αντιστοιχία σε cm) η οποία βοηθά στις μετέπειτα πράξεις.

ΟΡΓΑΝΟ ΑΝΑΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ

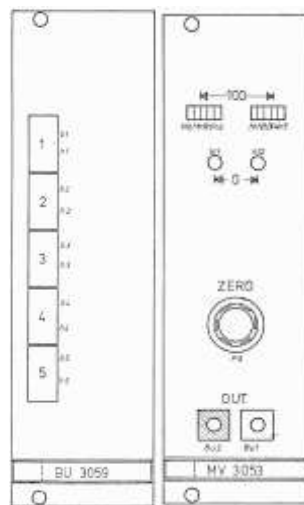
Έχει δύο δείκτες ένδειξης ο ένας μπορεί να απεικονίσει τιμές μεγεθών, αναλόγως με την προτίμηση του χρήστη καθώς έχει και τους ανάλογους διακόπτες ενώ ο δεύτερος παρέχει σαν ένδειξη την υψηλότερη τιμή του μεγέθους που έγινε κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Το μέλος της ρύθμισης λειτουργιών αποτελείται και από άλλη μία μονάδα αυτή του αυτόματου ελέγχου συνθηκών φόρτισης, η οποία ανάγεται στον τομέα της ηλεκτρονικής επιστήμης για την περαιτέρω ανάλυση της, στην μελέτη αυτή απλώς θα ονομαστούν και θα απεικονιστούν.

Ενισχυτές σημάτων των αισθητηρίων

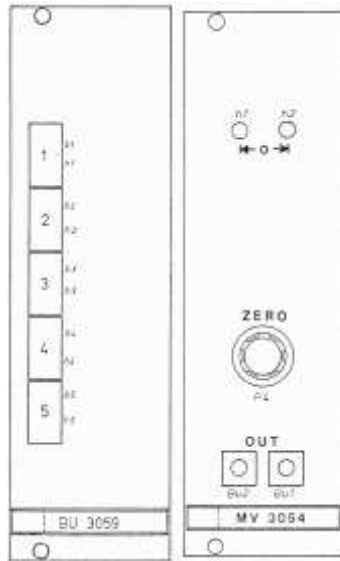
Ενισχυτής σήματος αισθητηρίου μετατόπισης (MV 3053)

(& επιλογέας εύρους τιμών μέτρησης (BU 3059))



ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (πλήκτρο)	ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Ενίσχυσης σήματος	ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟΥ (=250mm)	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ (σε mm) για μεταβολή της εξόδου από -10 ως +10 V
1	20x	1/20	12.5
2	10x	1/10	25
3	5x	1/5	50
4	2x	1/2	125
5	1x	1/1	250

Ενισχυτής Αισθητήριου Μέτρησης Δύναμης (MV 3054)
(& επιλογέας εύρους τιμών μέτρησης (BU 3059))

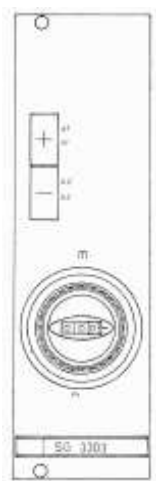


ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (πλήκτρο)	ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Ενίσχυσης σήματος	ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΟΛΙΚΟΥ ΜΕΤΡΙΣΙΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (=600kN)	ΦΟΡΤΙΟ (σε kN) για μεταβολή της εξόδου από -10 ως +10 V
1	20x	1/20	30
2	10x	1/10	60
3	5x	1/5	120
4	2x	1/2	300
5	1x	1/1	600

Ενισχυτής ελέγχου (RV 3254)



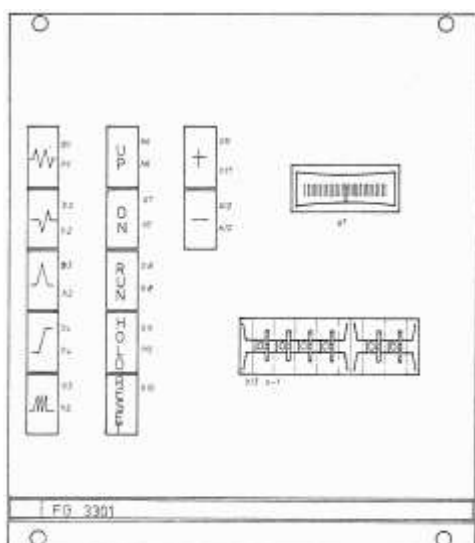
Γεννήτρια Επιθυμητής Τιμής (set- point generator) (SG 3303)



Ενισχυτής σήματος (AS 3313)

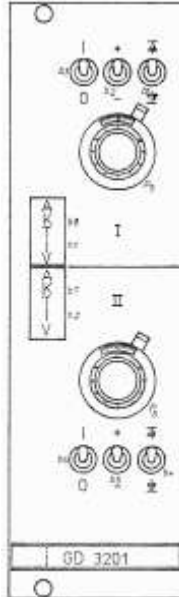


Γεννήτρια Σημάτων Κυκλικής Φόρτισης (Function Generator) (FG 3301)



Τι εννοούμε κυκλική φόρτιση (εναλλασσόμενη, επαναλαμβανόμενη ή και μεταβαλλόμενη, σε ρυθμιζόμενα ορισμένο αριθμό κυκλικών καταπονήσεων, έως τη θραύση του δοκιμίου).

Επιτηρητής οριακής τιμής (GD 3201)

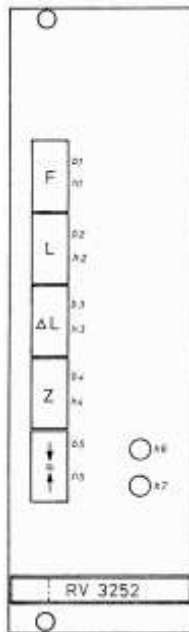


Μετρητής Κύκλων Φόρτισης (Δοκιμίου) (ZW 3208)

Επιτηρητής αστοχίας δοκιμίου (DE 3202)



Ημιαυτόματος ρυθμιστικός ενισχυτής (RV 3252)



ΠΛΑΙΣΙΟ (ΚΥΡΙΩΣ ΣΩΜΑ)

Αποτελείται από τη βάση η οποία περιέχει το υδραυλικό έμβολο το οποίο είναι υπεύθυνο για την εξάσκηση φορτίου στο δοκίμιο, στο τέλος του είναι λίγο πιο ενισχυμένο και στο οποίο βρίσκεται η κινητή σιαγόνα που συγκρατεί το δοκίμιο. Για τη ρύθμιση του επιθυμητού μήκους του δοκιμίου ανάμεσα στις δύο σιαγόνες γίνεται με τη βοήθεια των αξόνων στους οποίους με τη χρήση ηλεκτροκινητήρα κινείται η κεφαλή πάνω ή κάτω.

ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΝΤΛΙΩΝ

Είναι ο αποθηκευτικός χώρος του υδραυλικού λαδιού (140 lt) και υπεύθυνο για την τροφοδοσία του υδραυλικού εμβόλου επιπλέον περιλαμβάνει βαλβίδες οι οποίες ρυθμίζουν την παροχή του υγρού προς το έμβολο, όσο πιο πολύ ανοίγουμε τη βαλβίδα τόσο περισσότερο λάδι βγαίνει άρα και το έμβολο βγαίνει πιο γρήγορα.

Γενικότερα όλη η “φιλοσοφία” του μηχανήματος στηρίζεται στην μεταβολή των αισθητηρίων και σε αναλογίες. Δηλαδή υπάρχουν δύο αισθητήρια ένα για **τη μέτρηση της μετατόπισης** και ένα άλλο για **τη μέτρηση του φορτίου του δοκιμίου**.

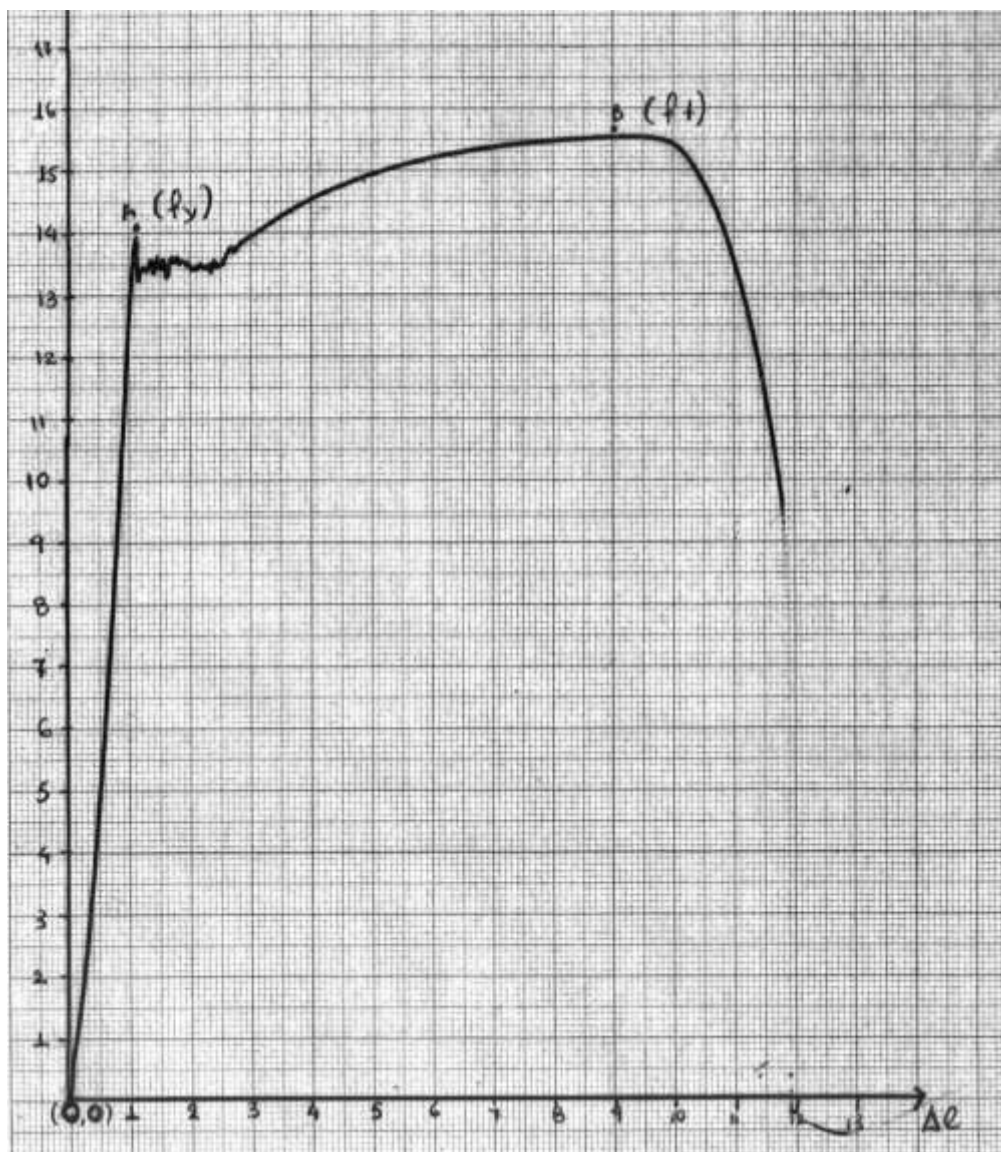
μέτρηση της μετατόπισης: γίνεται με ένα όργανο ποτενσιόμετρο (αντίσταση) το οποίο είναι τοποθετημένο στο τέλος του εμβόλου παράλληλα, ποτέ κάθετα, αυτό συμβαίνει γιατί ένα γραμμικό ηλεκτρομηκυνσιόμετρο είναι ευαίσθητο σε αλλαγές μήκους κατά μήκος του κύριου άξονά του ή άξονα ανίχνευσης. Στην αντίσταση αυτή άλλα και σε κάθε αντίσταση ισχύει ο τύπος $R = \frac{V}{I}$ η τάση παραμένει σταθερή αλλά μεταβάλλεται το I άρα

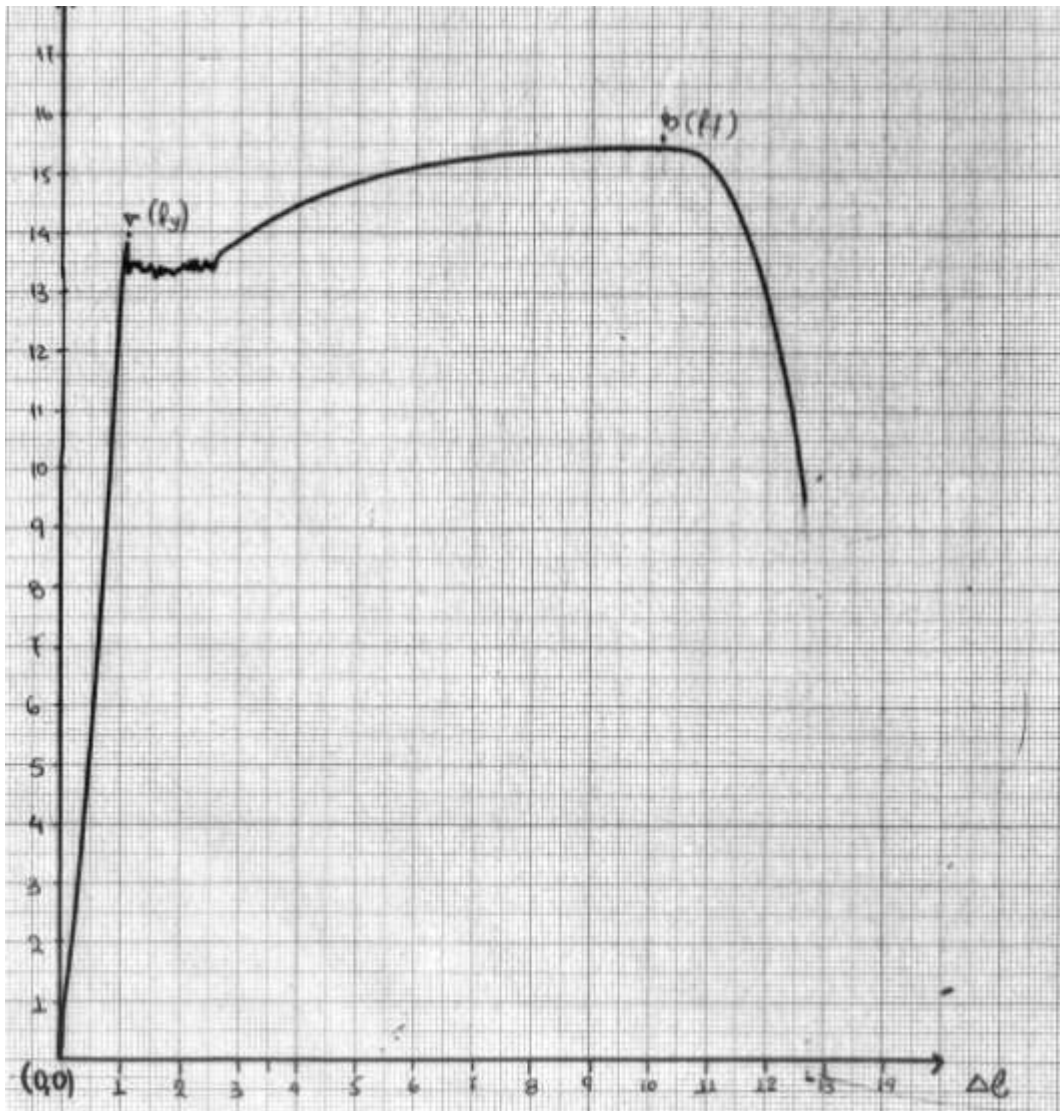
μεταβάλλεται και το R. Η αλλαγή της αντίστασης πρέπει να μετατραπεί σε ηλεκτρικό σήμα, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για να δείξει την τιμή της δύναμης που προκαλεί την τάση και την παραμόρφωση του αντικειμένου.

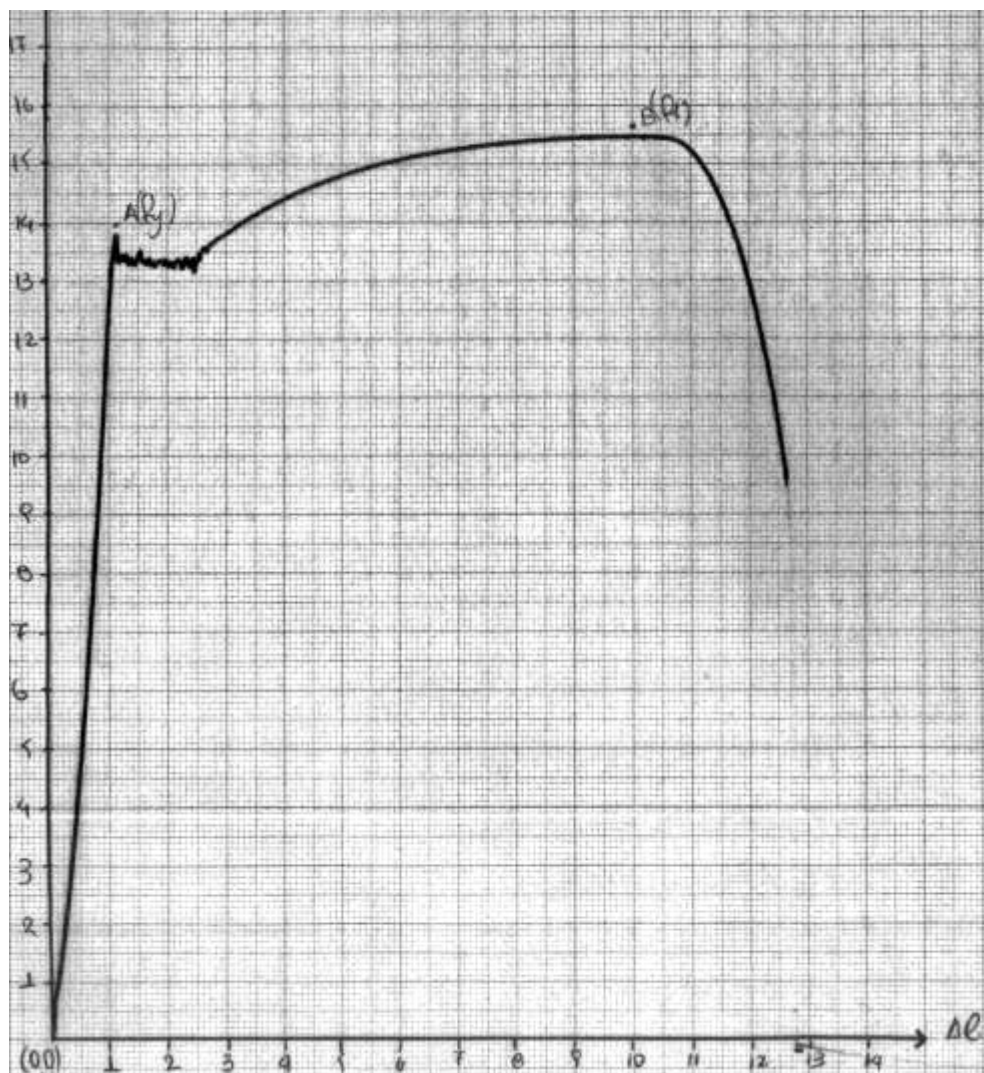
μέτρηση του φορτίου του δοκιμίου: είναι ένα αισθητήριο μίας ηλεκτρονικής συσκευής (=μετατρέπει τη δύναμη σε ηλεκτρικό σήμα μερικών mV) η οποία είναι τοποθετημένη εκεί που συγκρατείται το δοκίμιο με τη κεφαλή του πλαισίου. Όταν ένα τμήμα της συμπιέζεται ή εφελκύεται και επομένως παραμορφώνεται οι αισθητήρες που περιλαμβάνει αλλάζουν διαστάσεις επομένως αλλάζει και η αντίσταση τους. Σε κάθε μεταβολή της αντίστασης αντιστοιχεί και ένα ηλεκτρικό σήμα το οποίο με τη σειρά του μέσω αναλογιών υπολογισμένων από τους ειδικούς αντιστοιχεί σε μονάδα φόρτισης ή επιμήκυνσης.

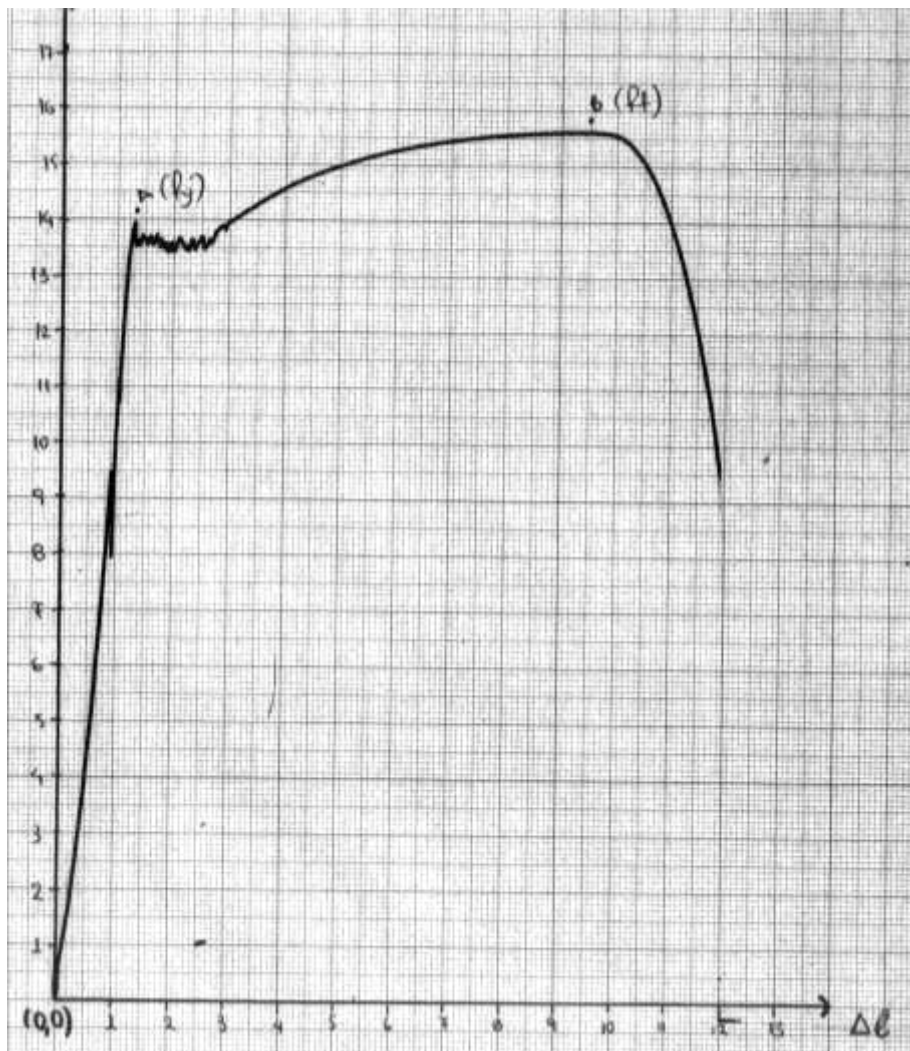
Το ίδιο ισχύει και για τη δημιουργία του διαγράμματος ,δηλαδή υπάρχει κάποιος αισθητήρας σε μία άλλη συσκευή που μεταβάλλεται και παράγεται ηλεκτρικό σήμα με αποτέλεσμα τη γραφική παράσταση.

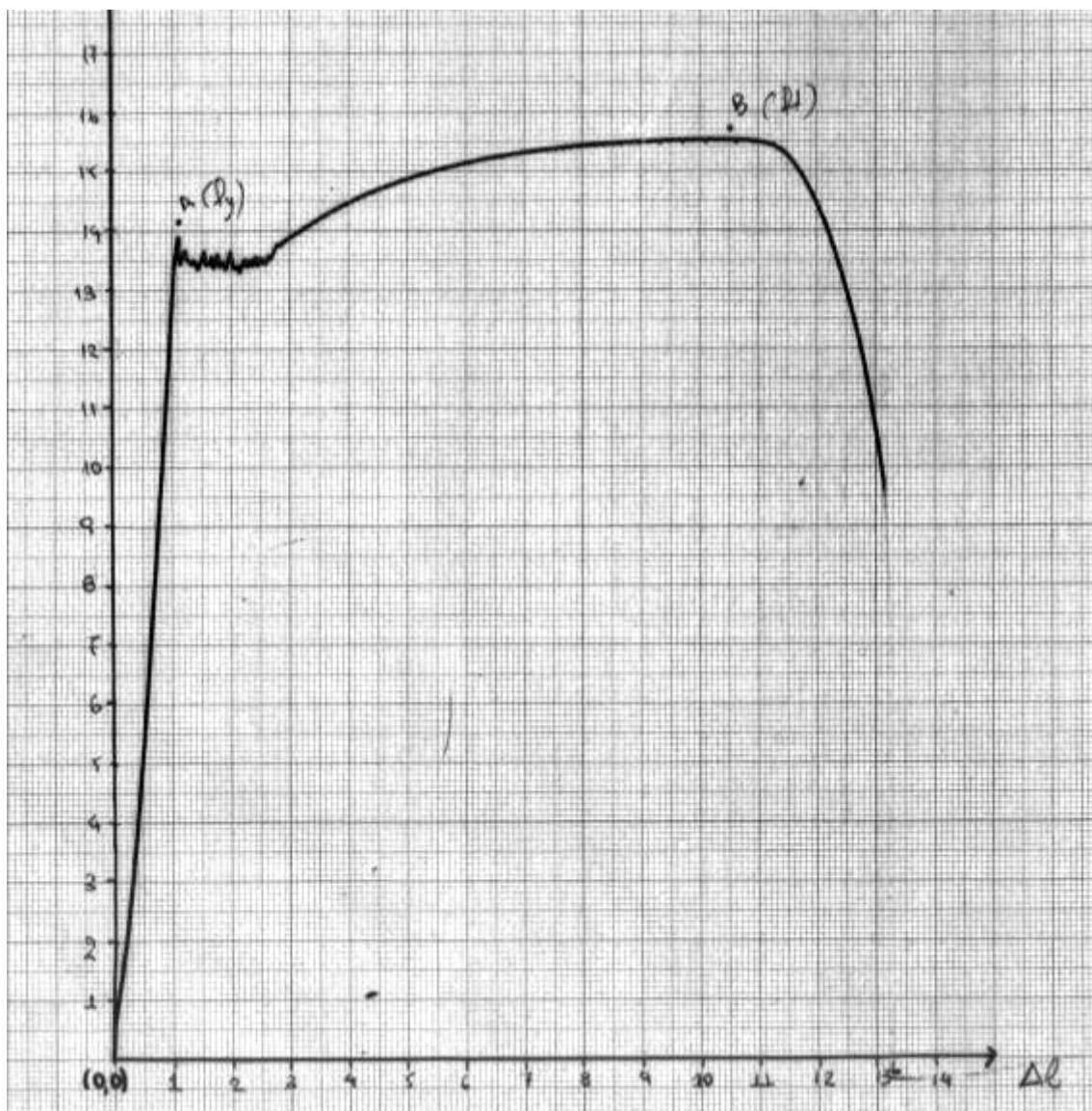
4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

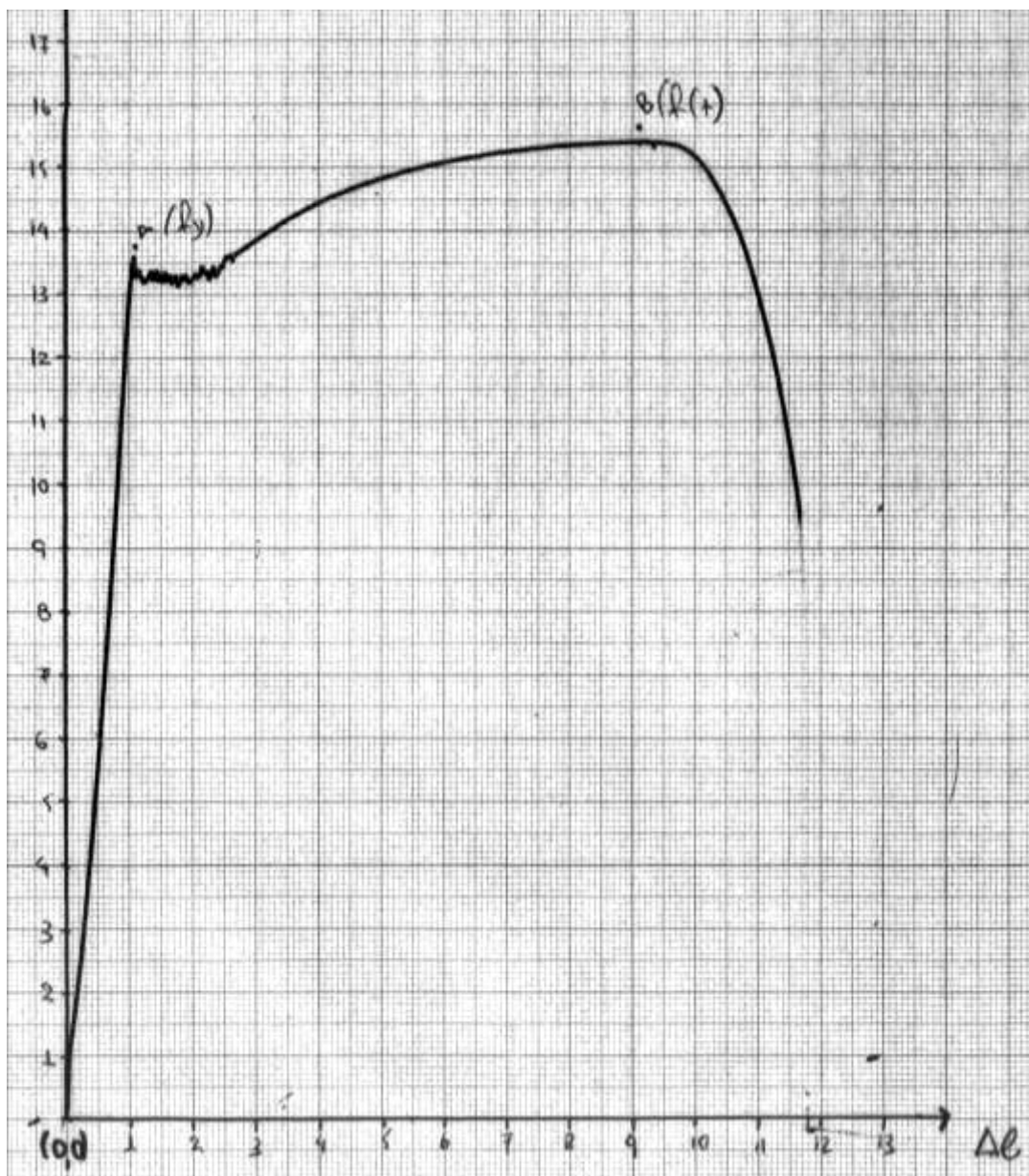


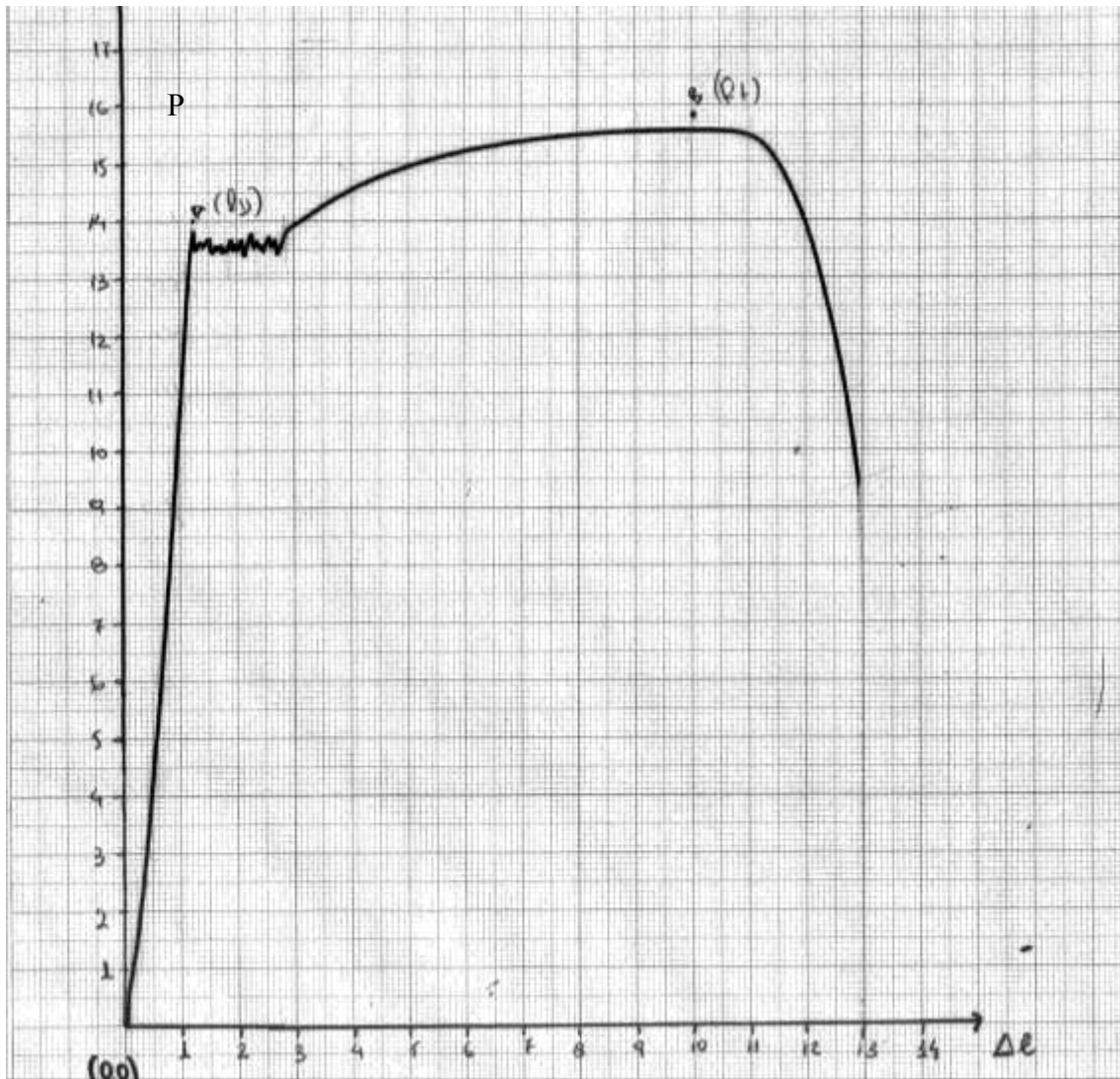


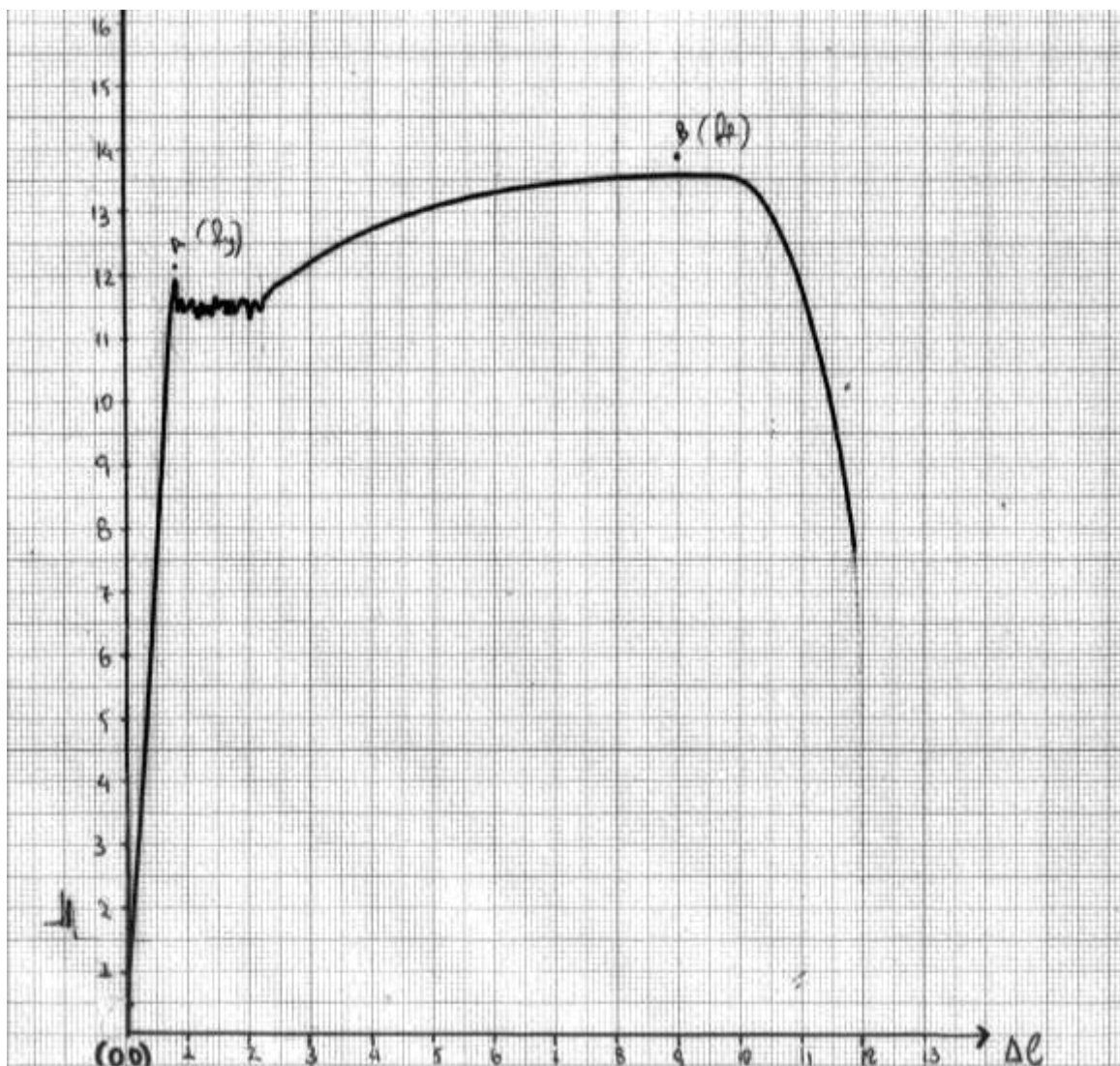


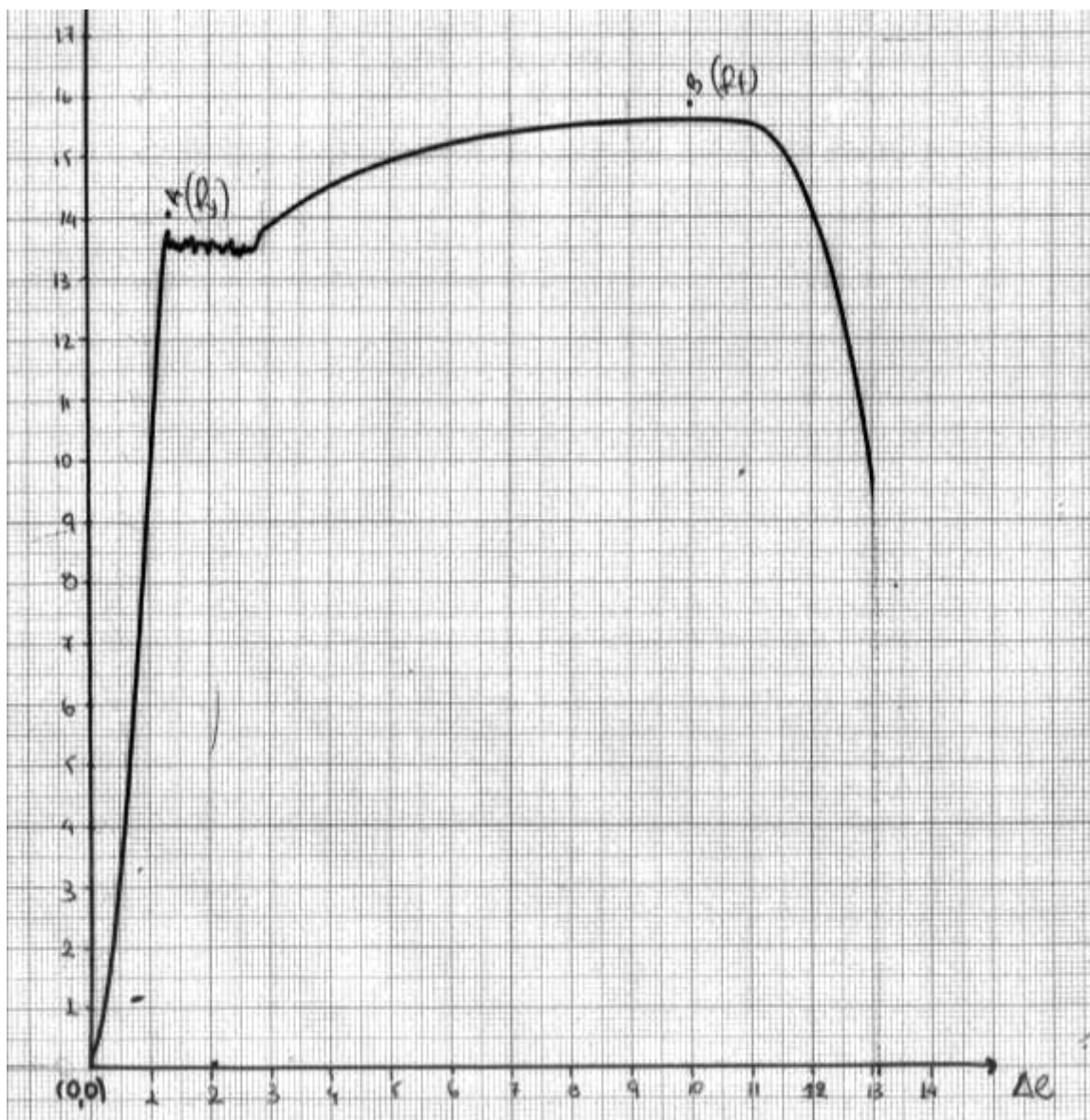


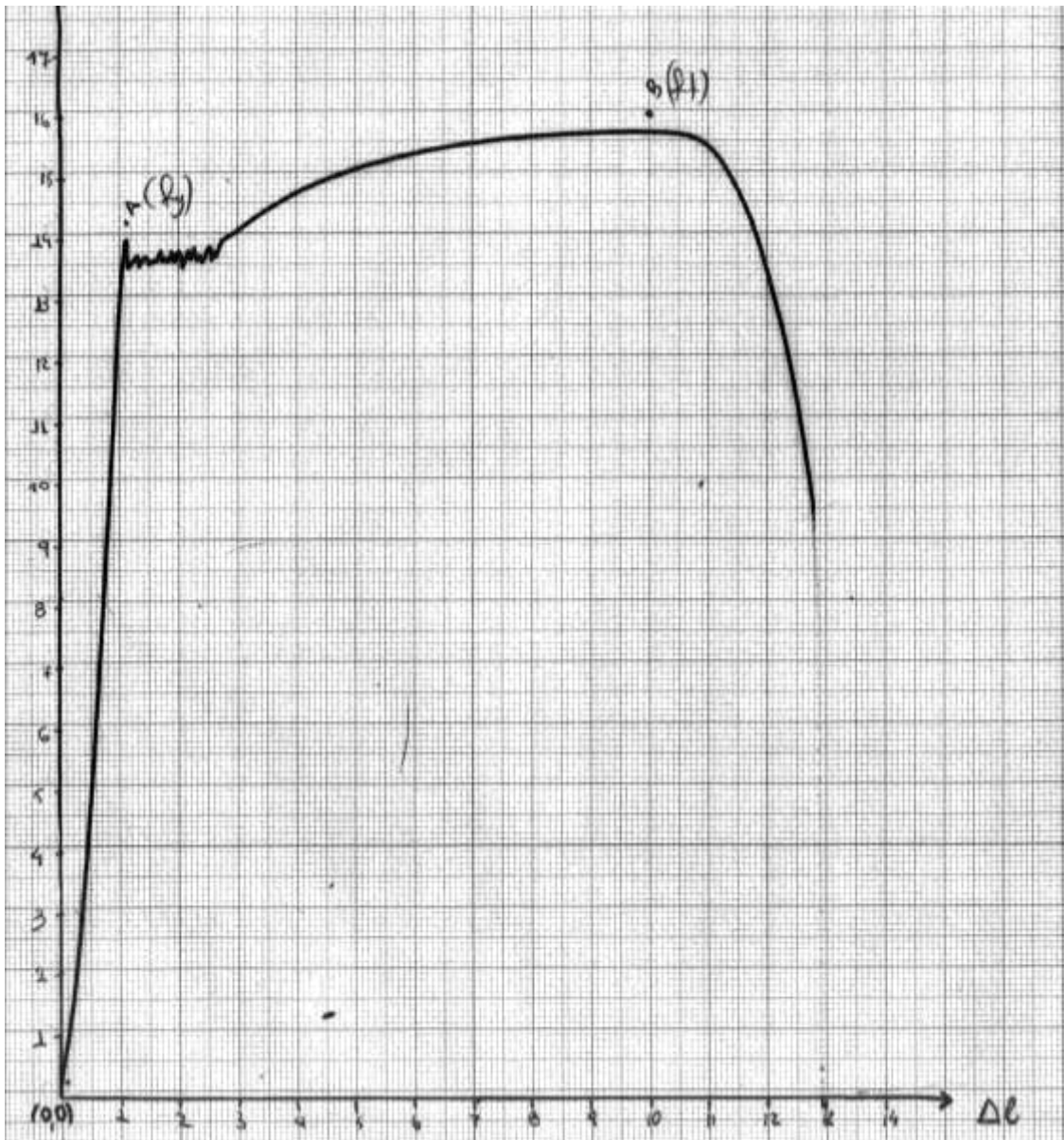


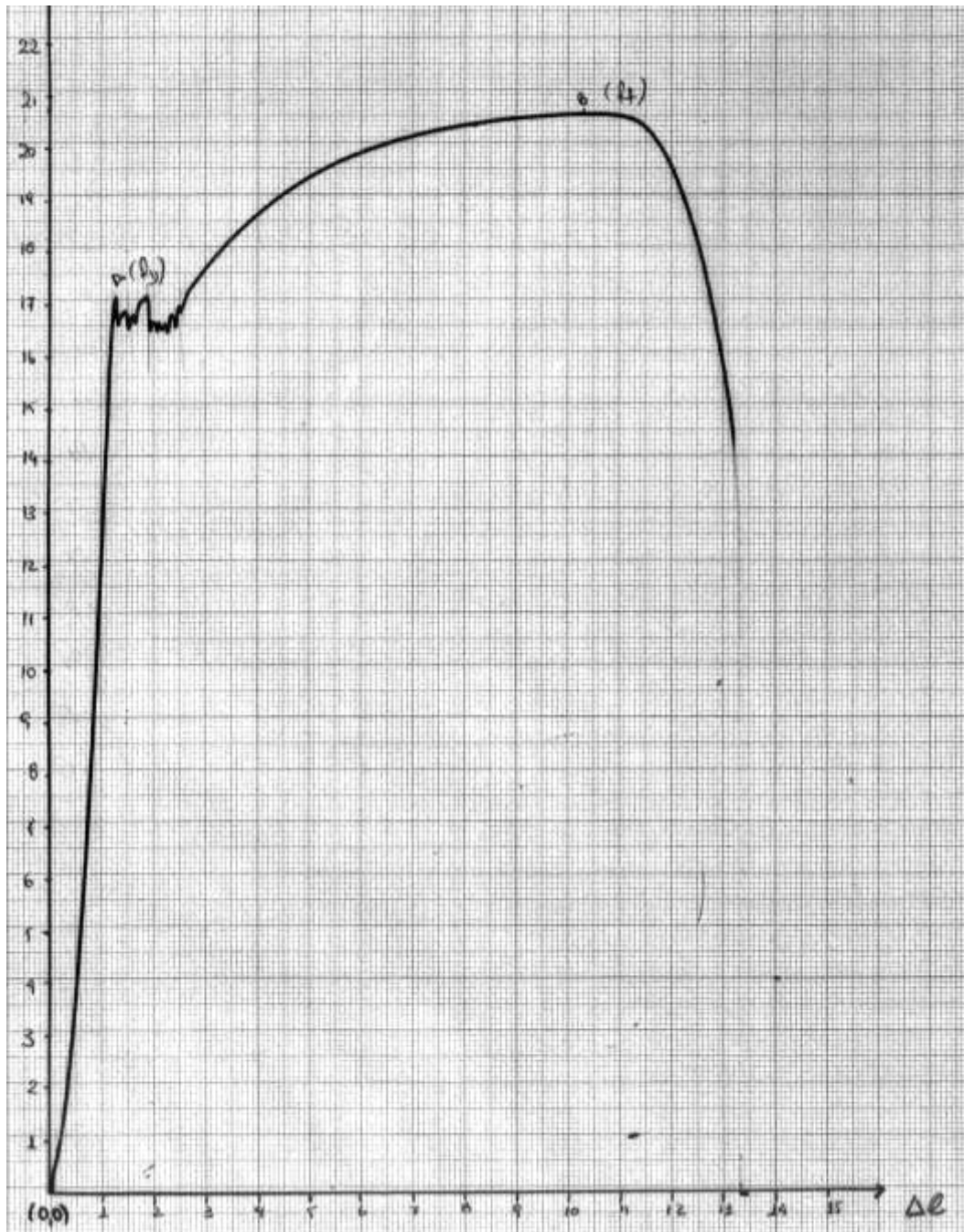


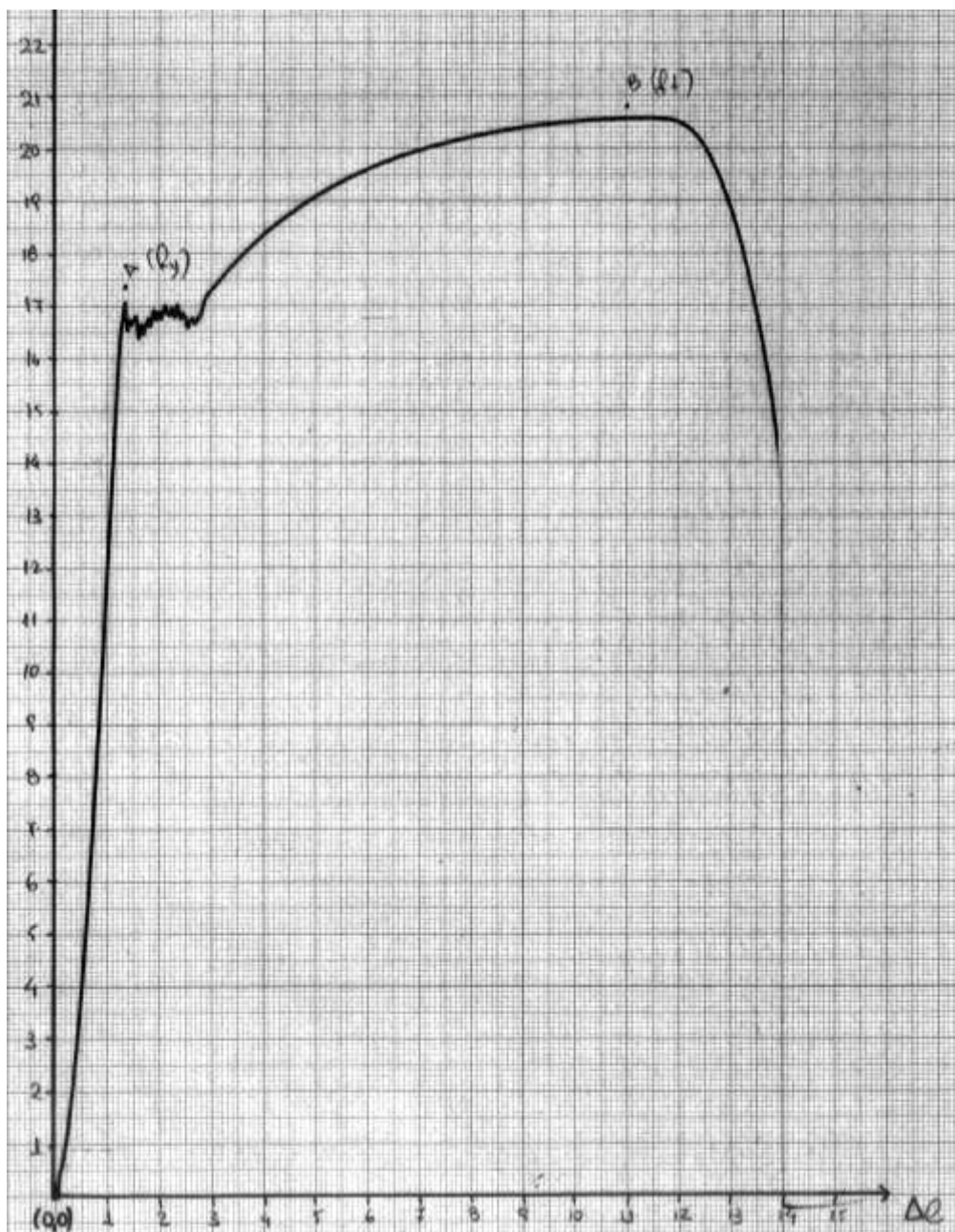


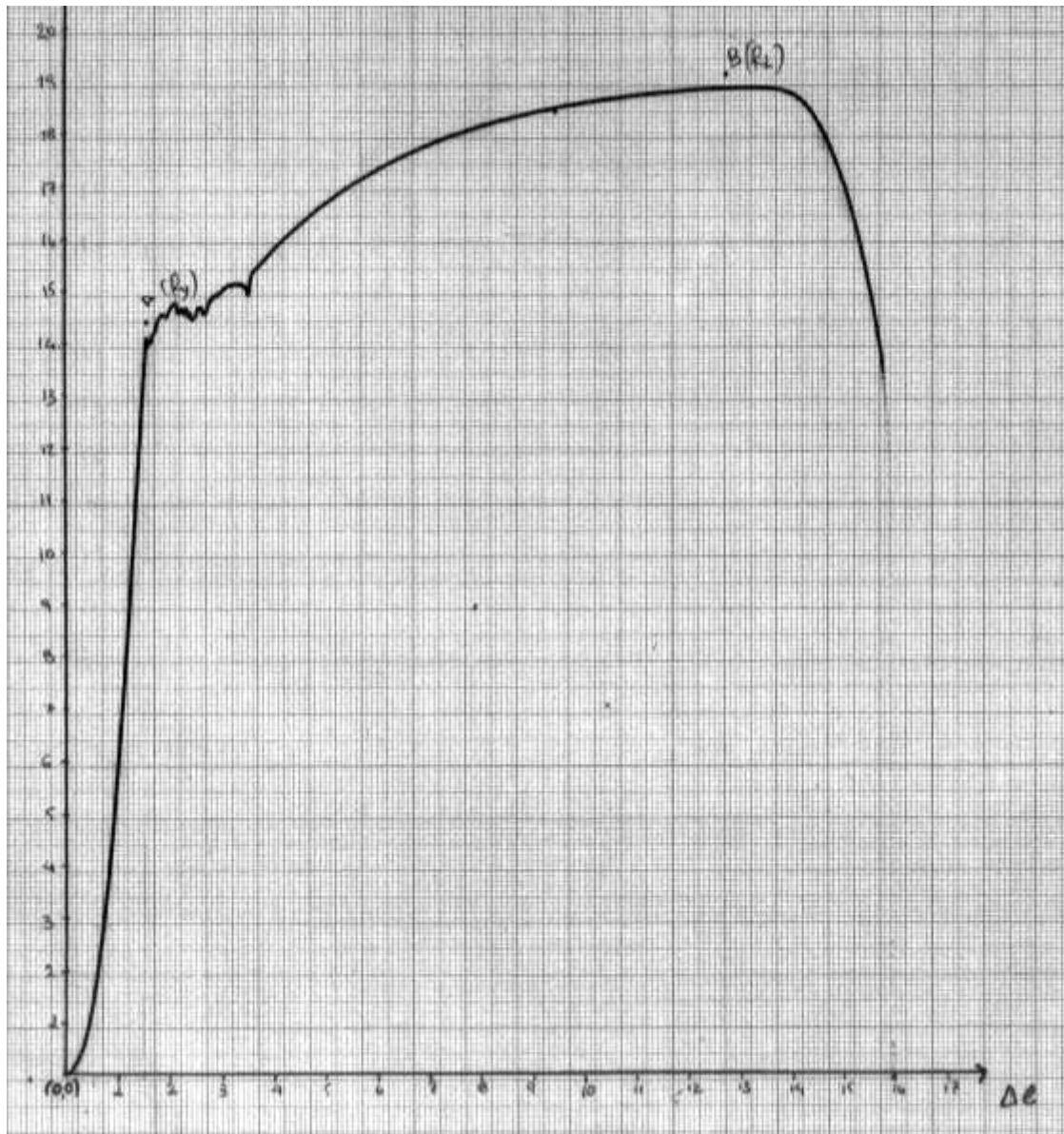


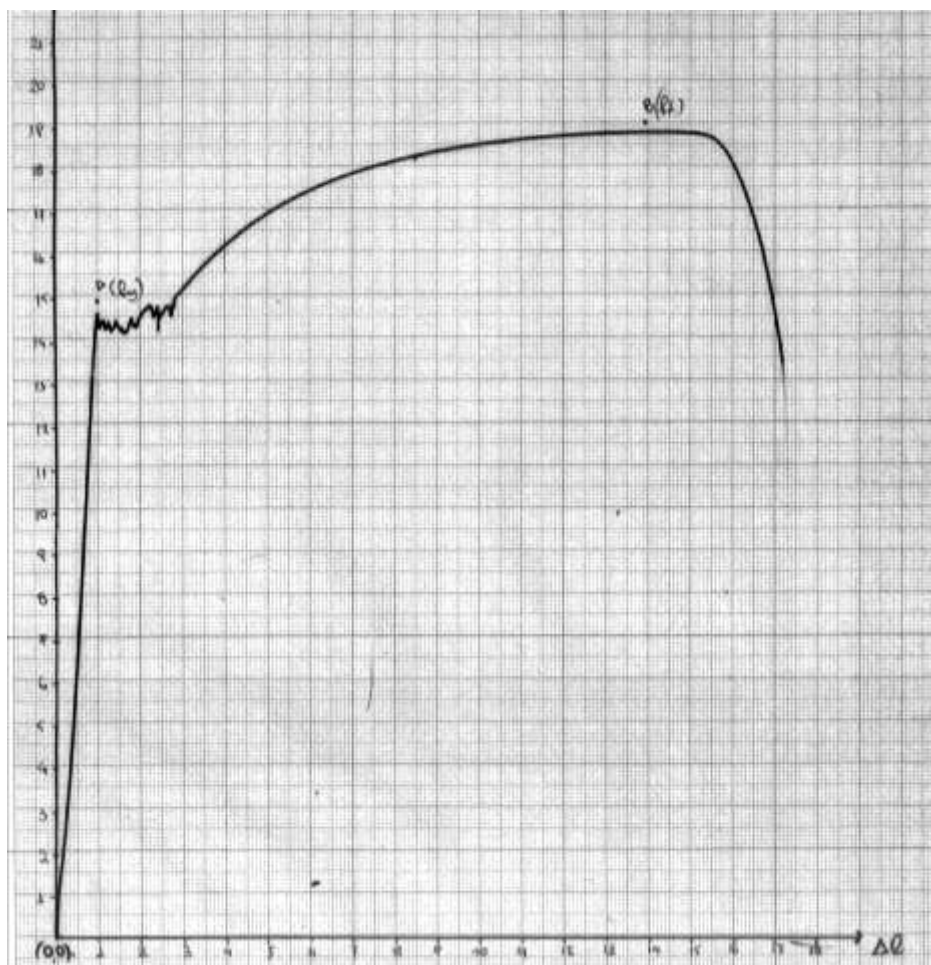


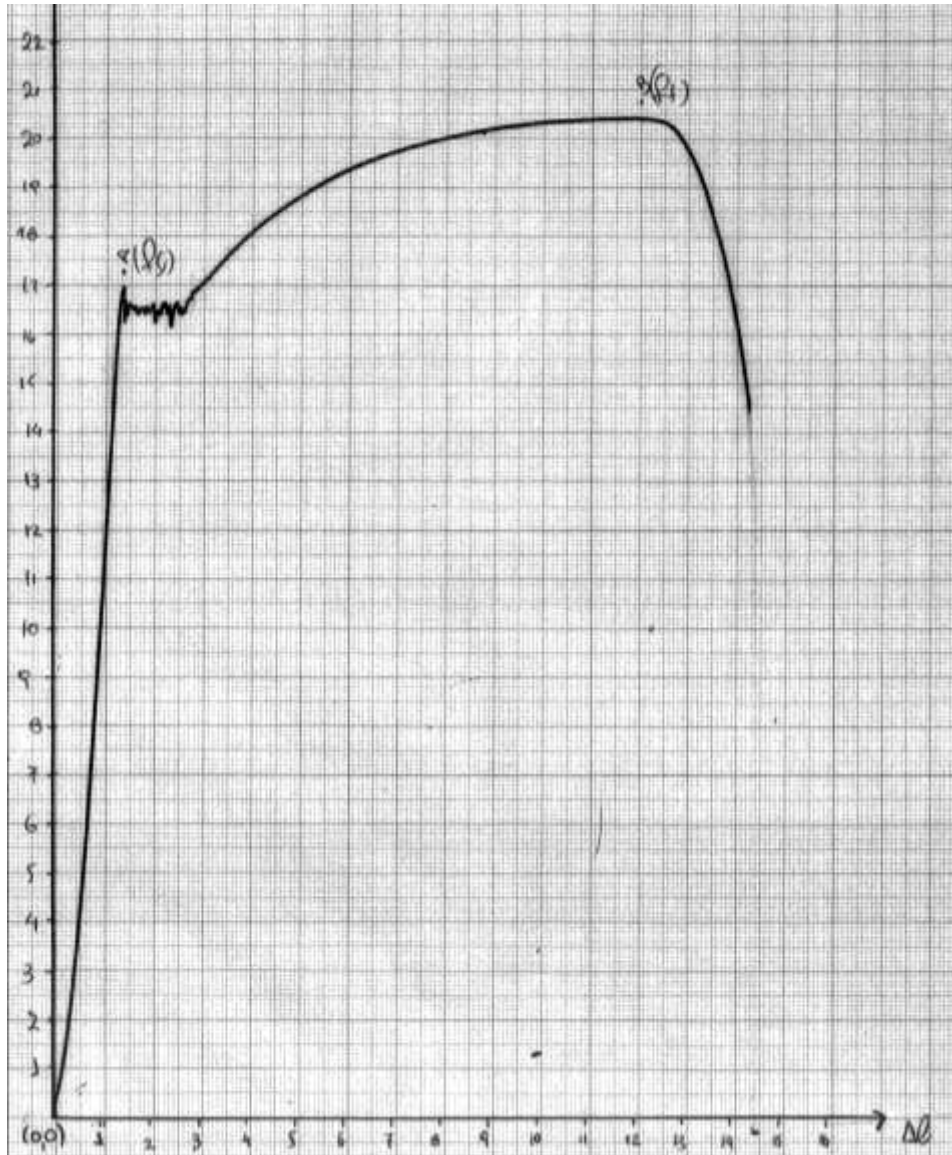


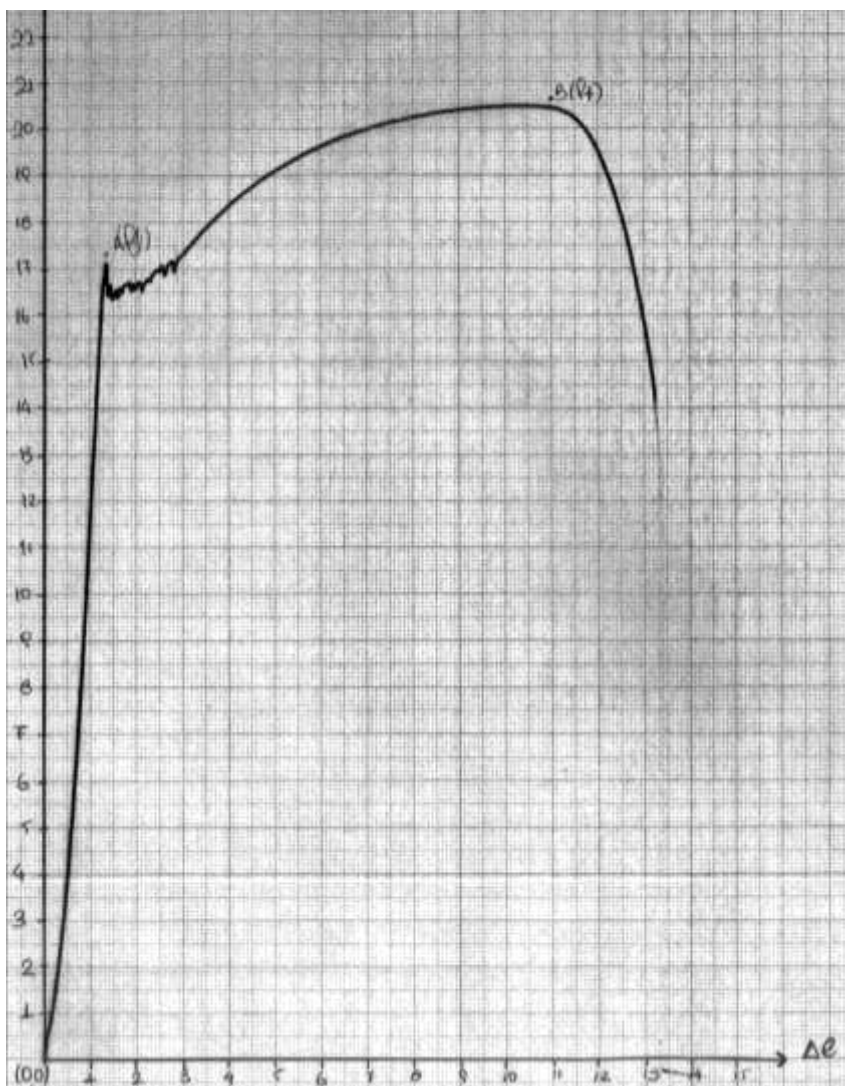


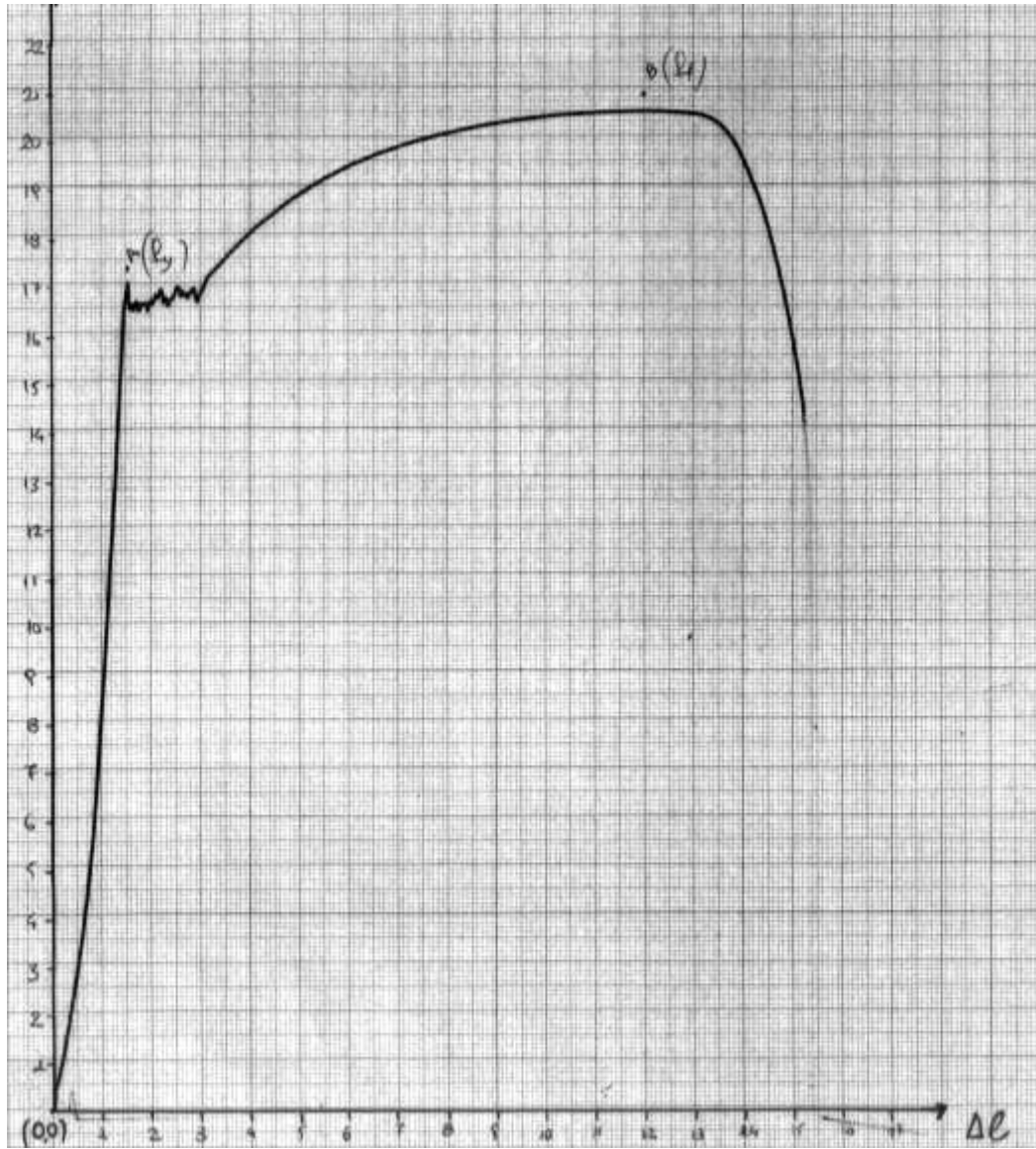


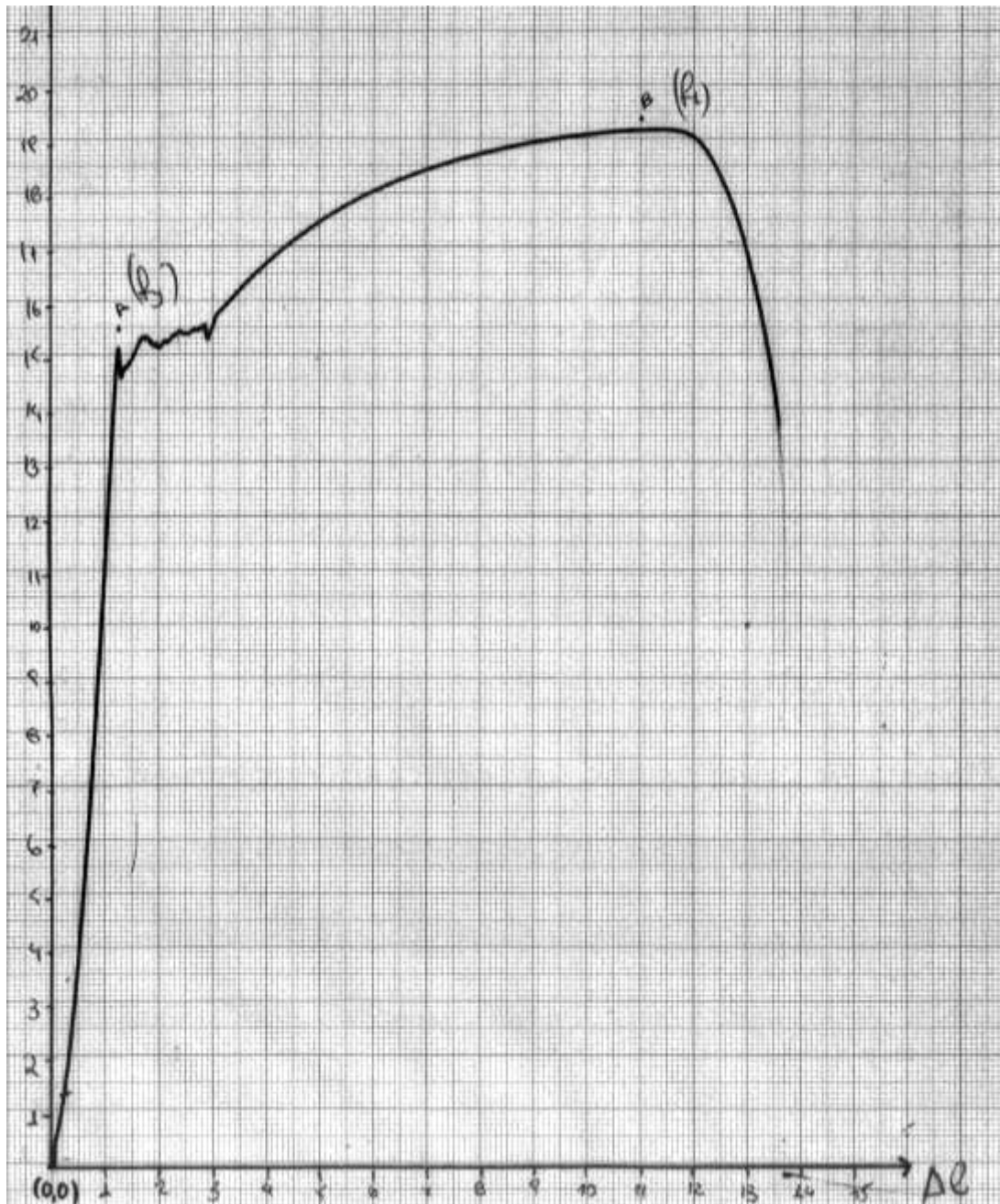


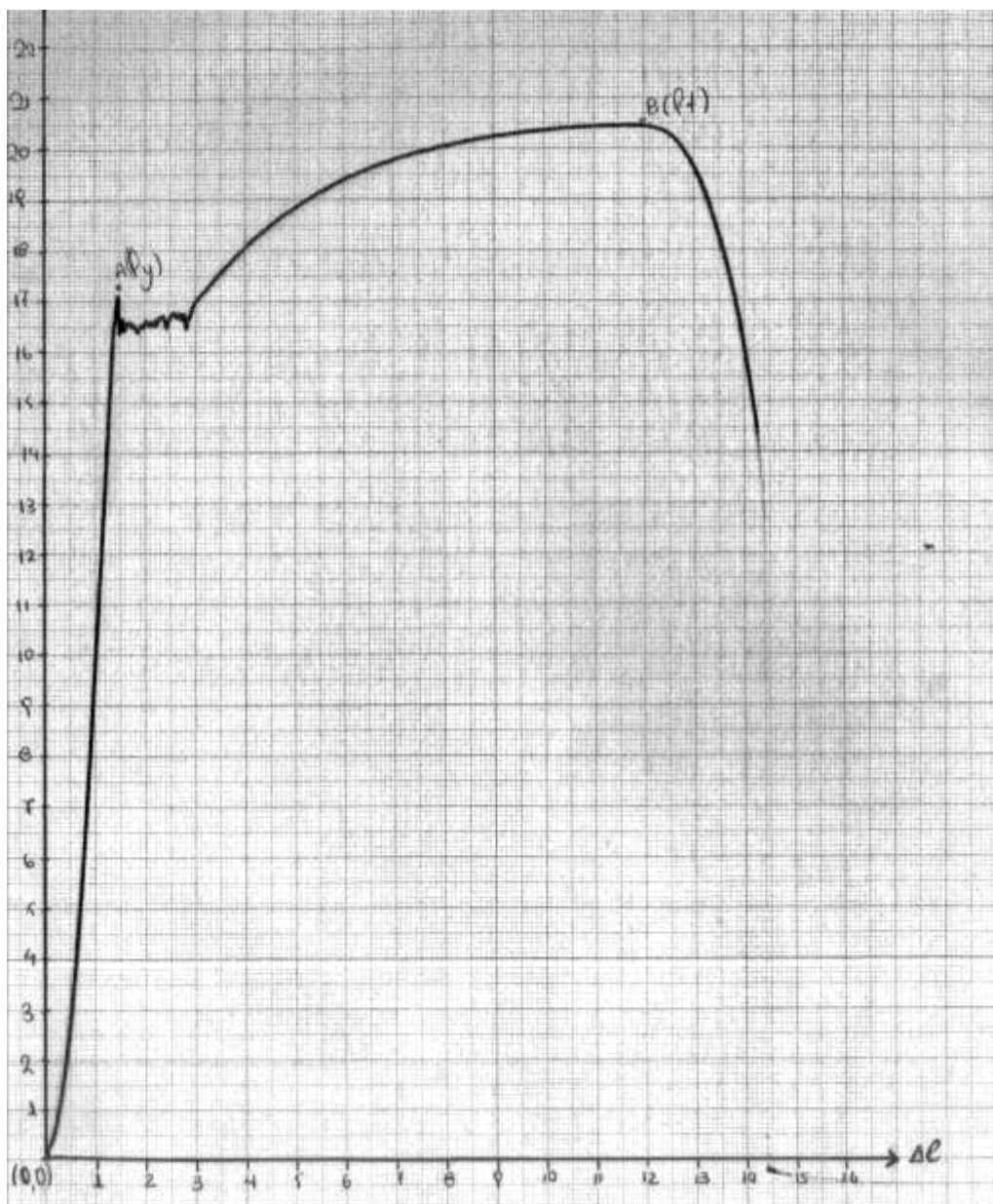


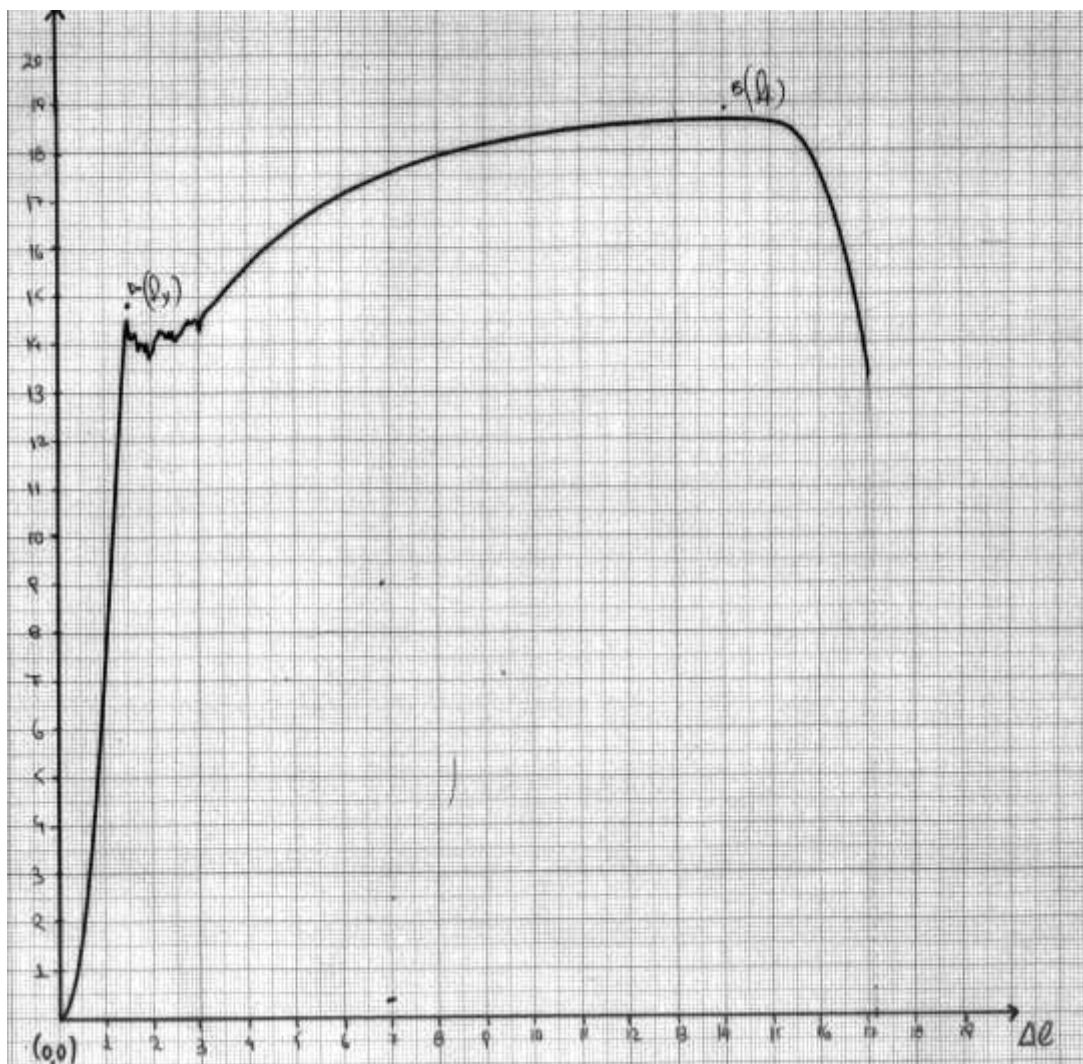


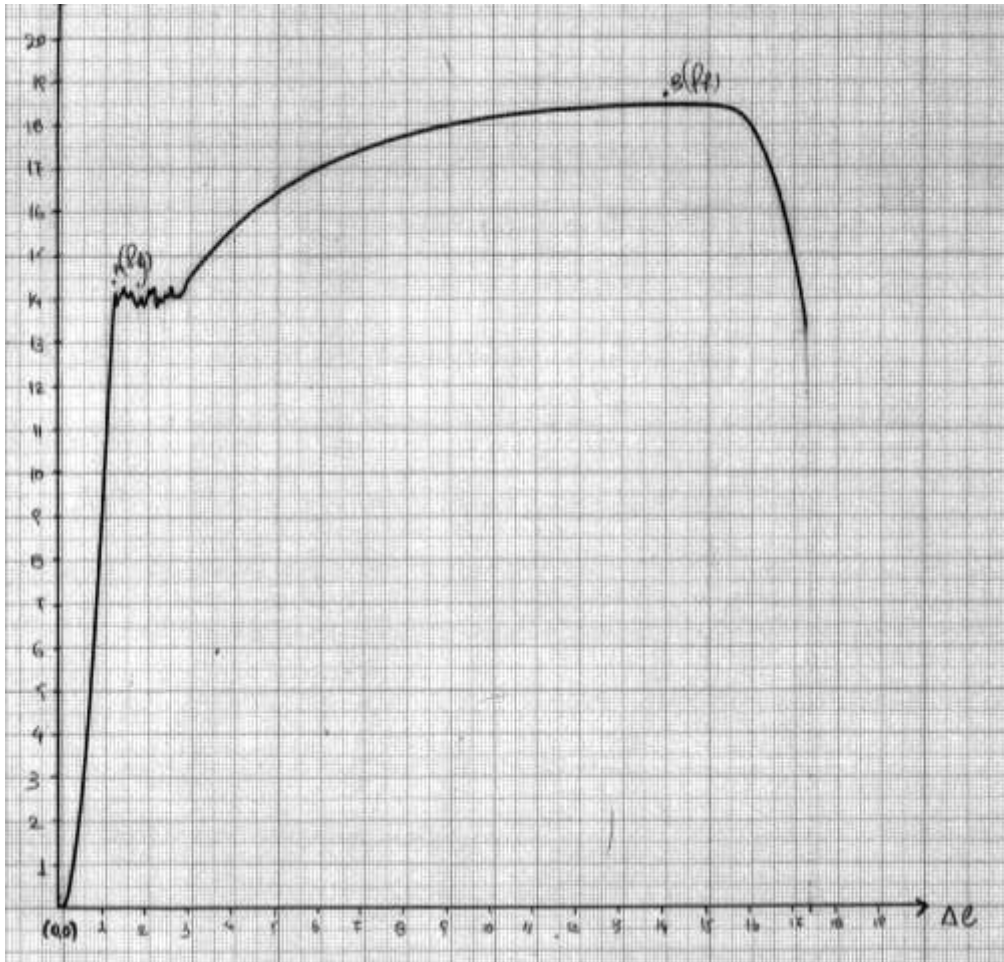


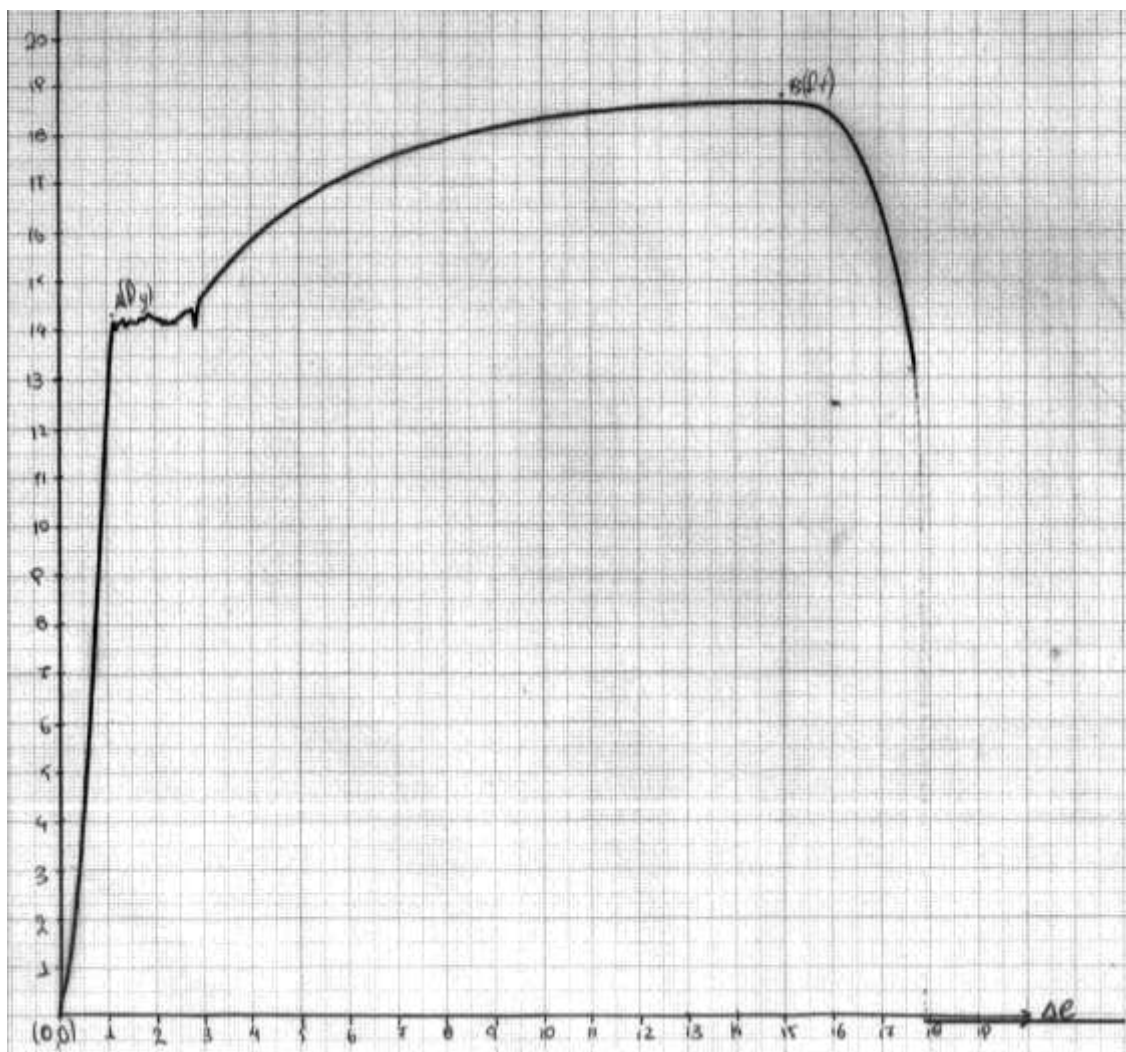


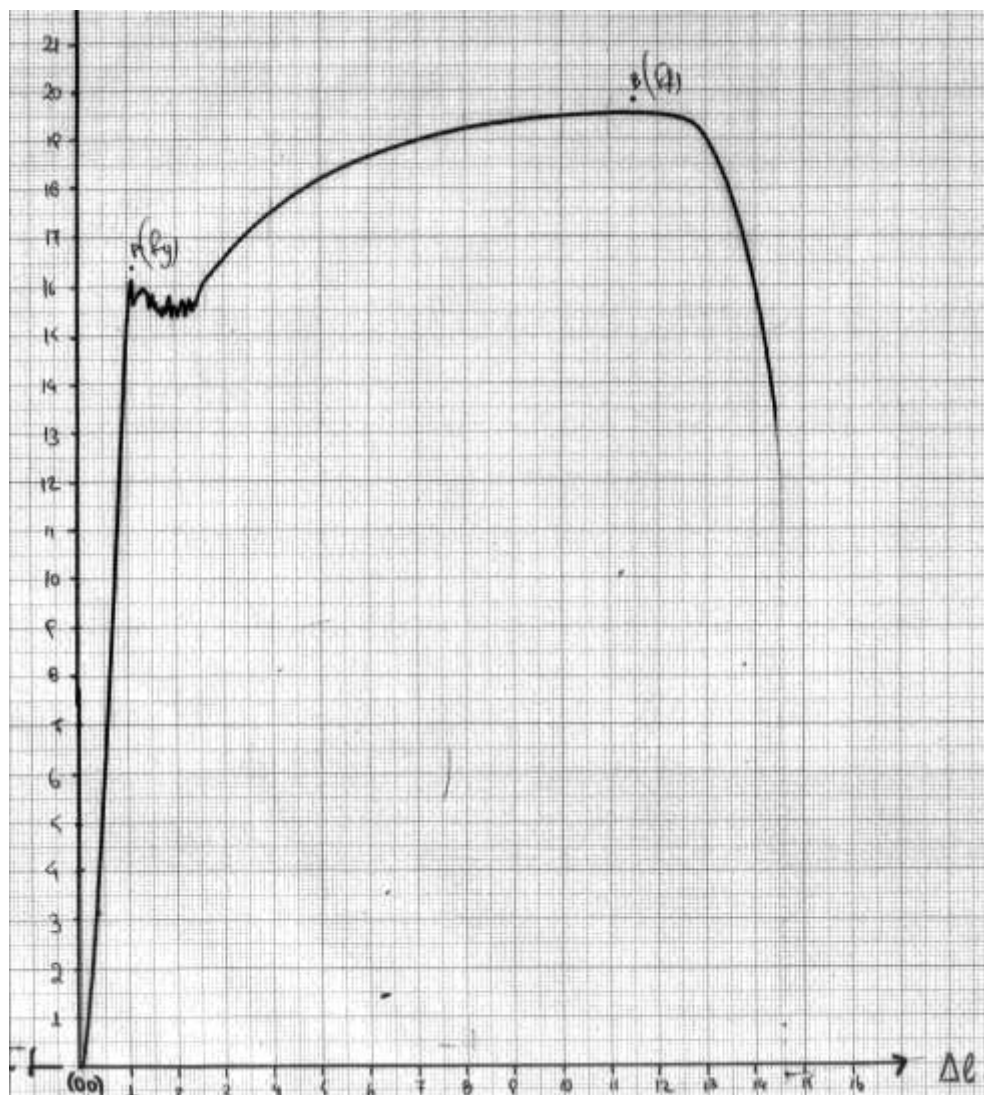


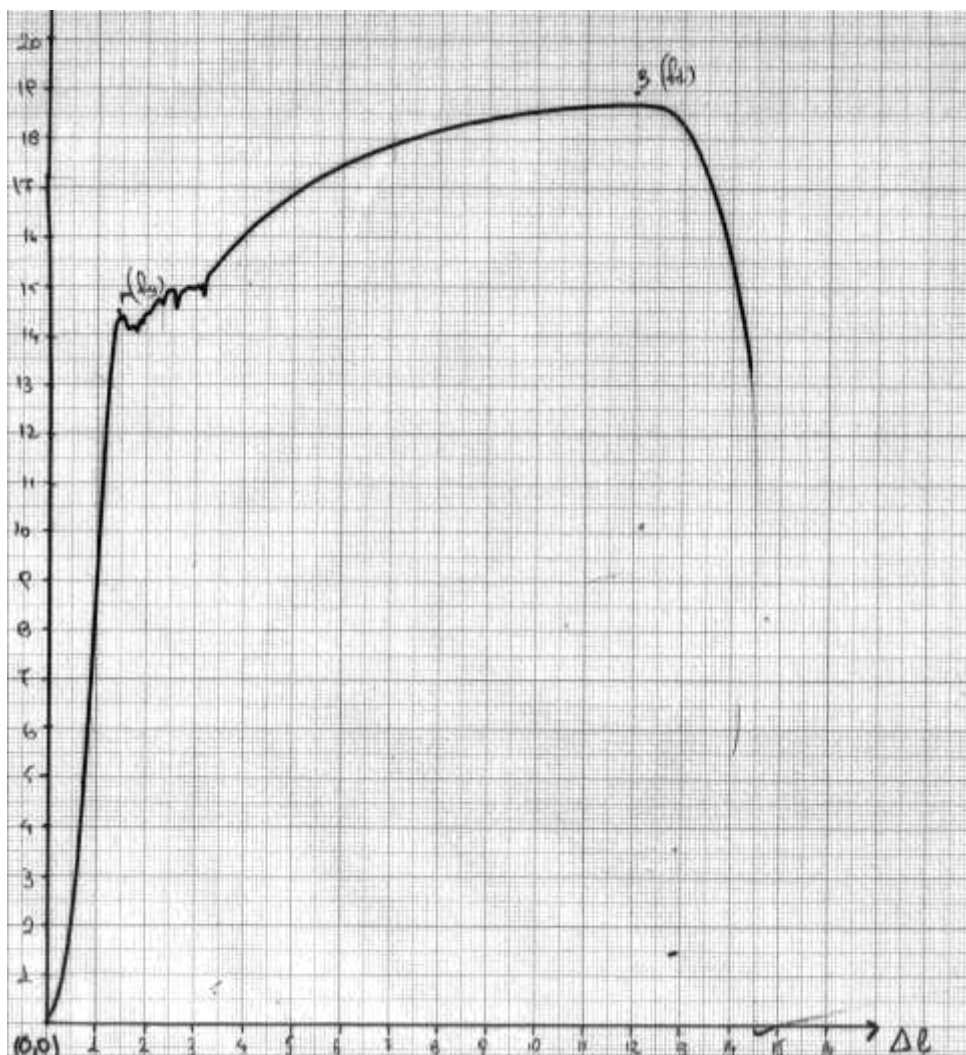


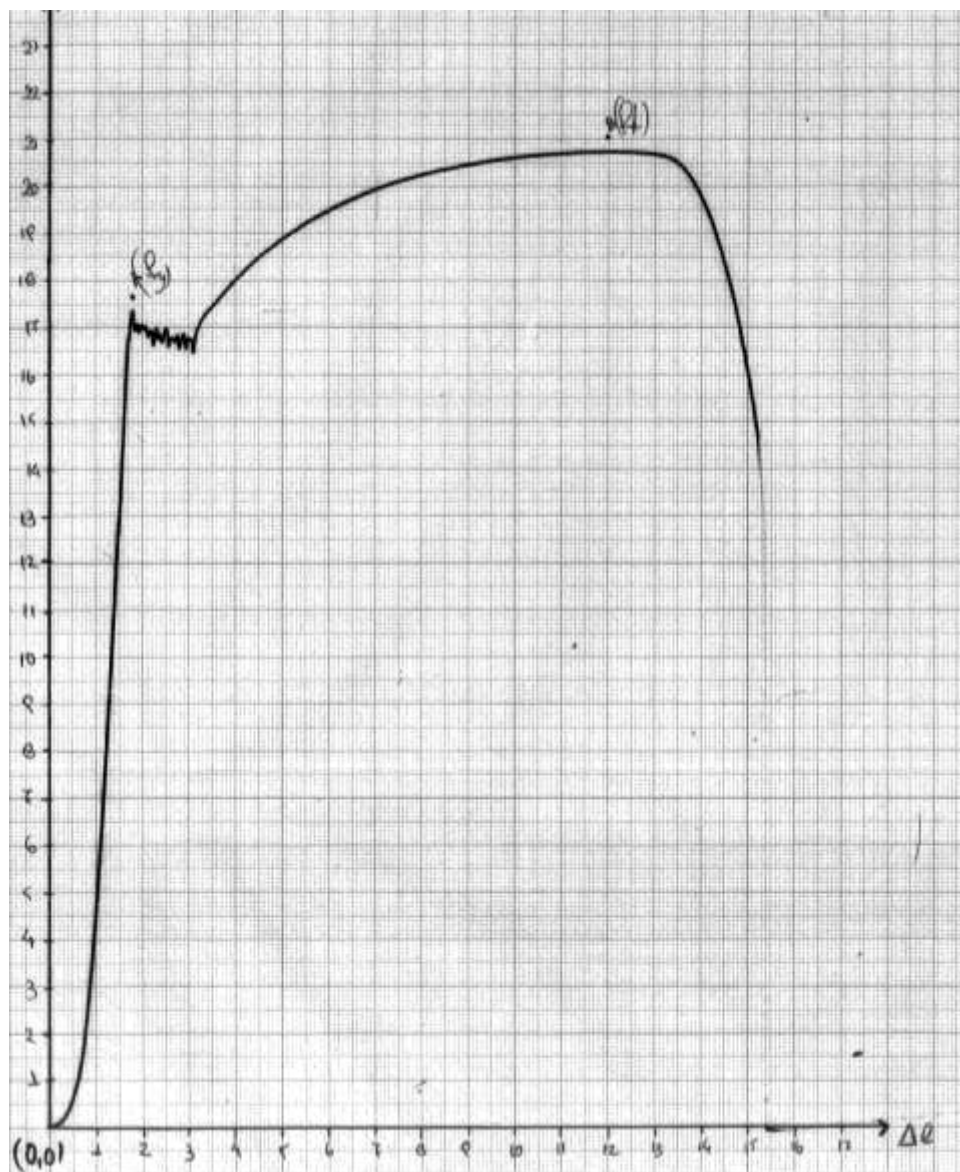


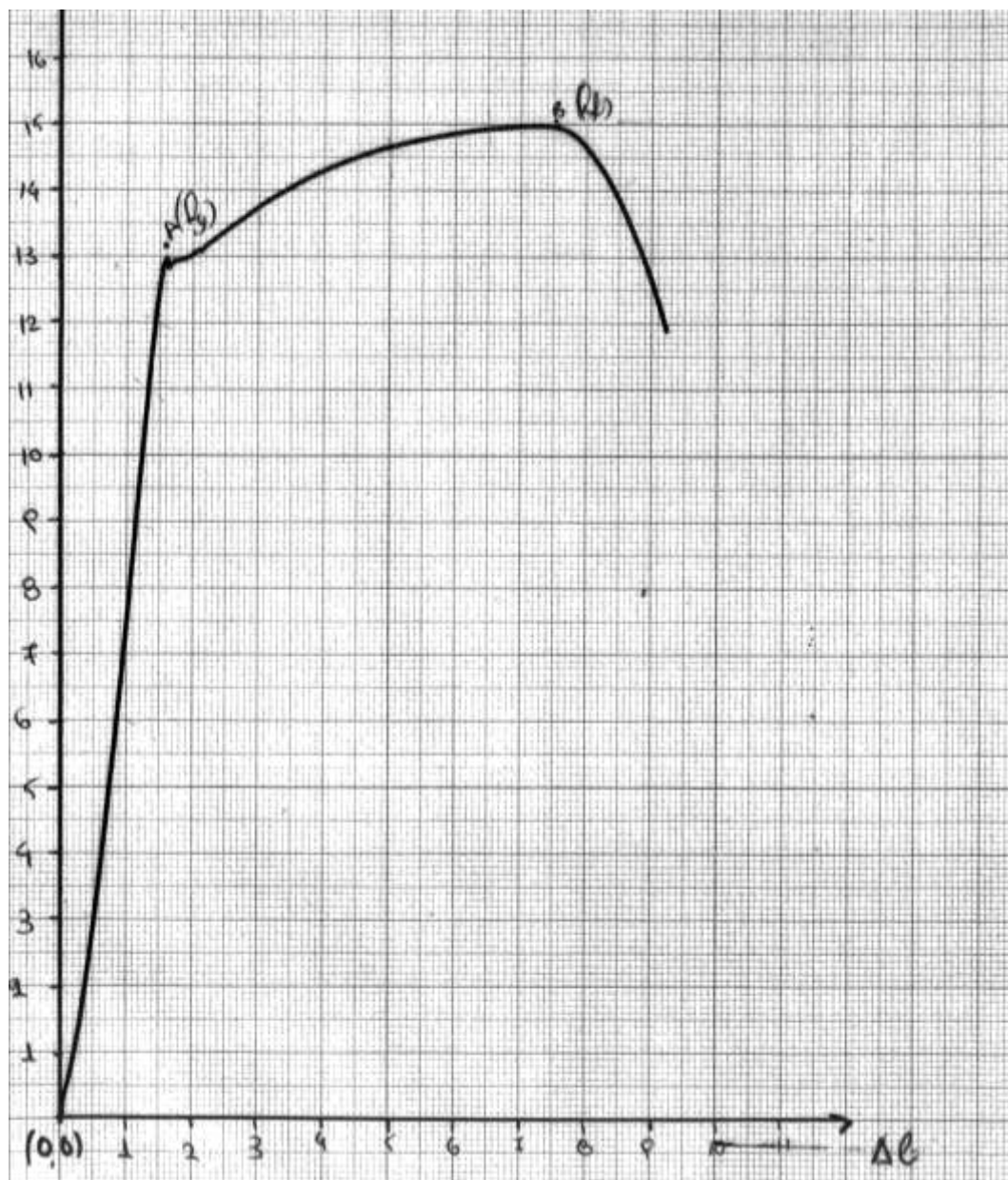


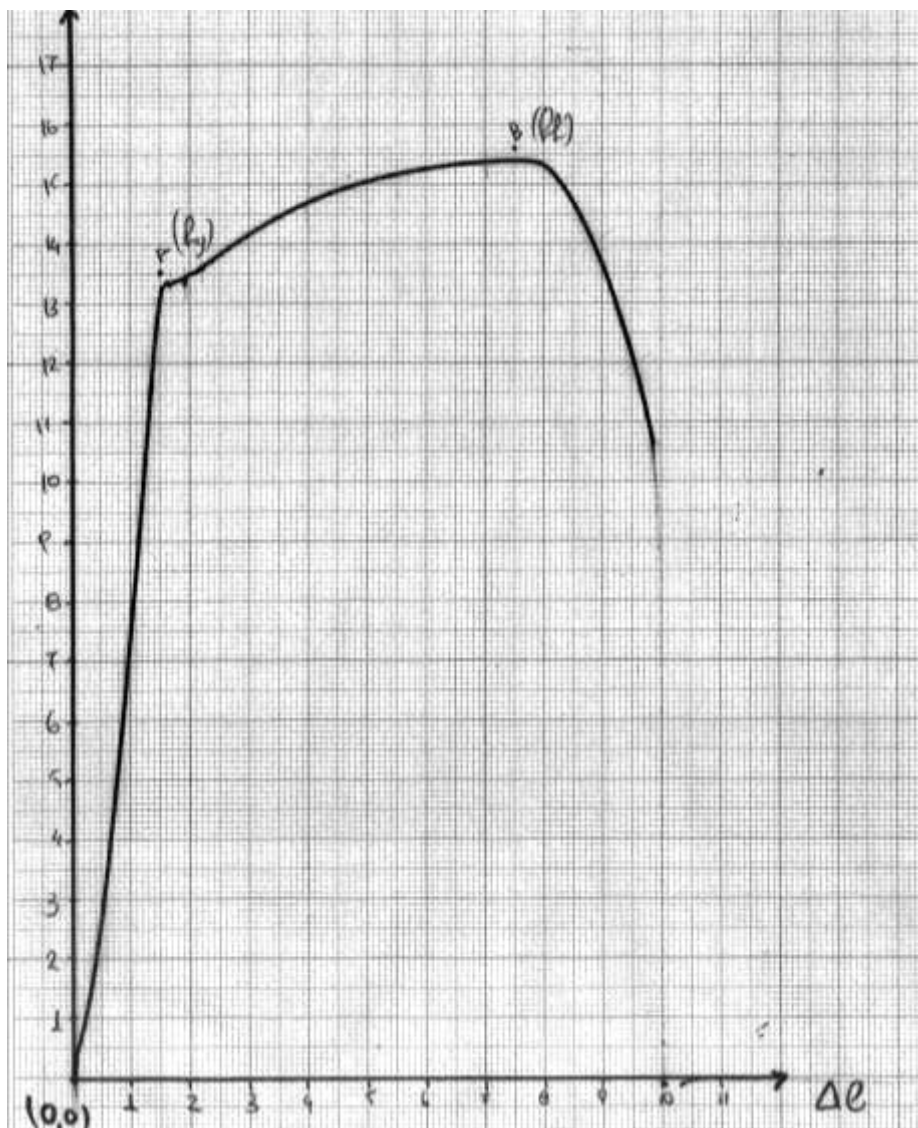


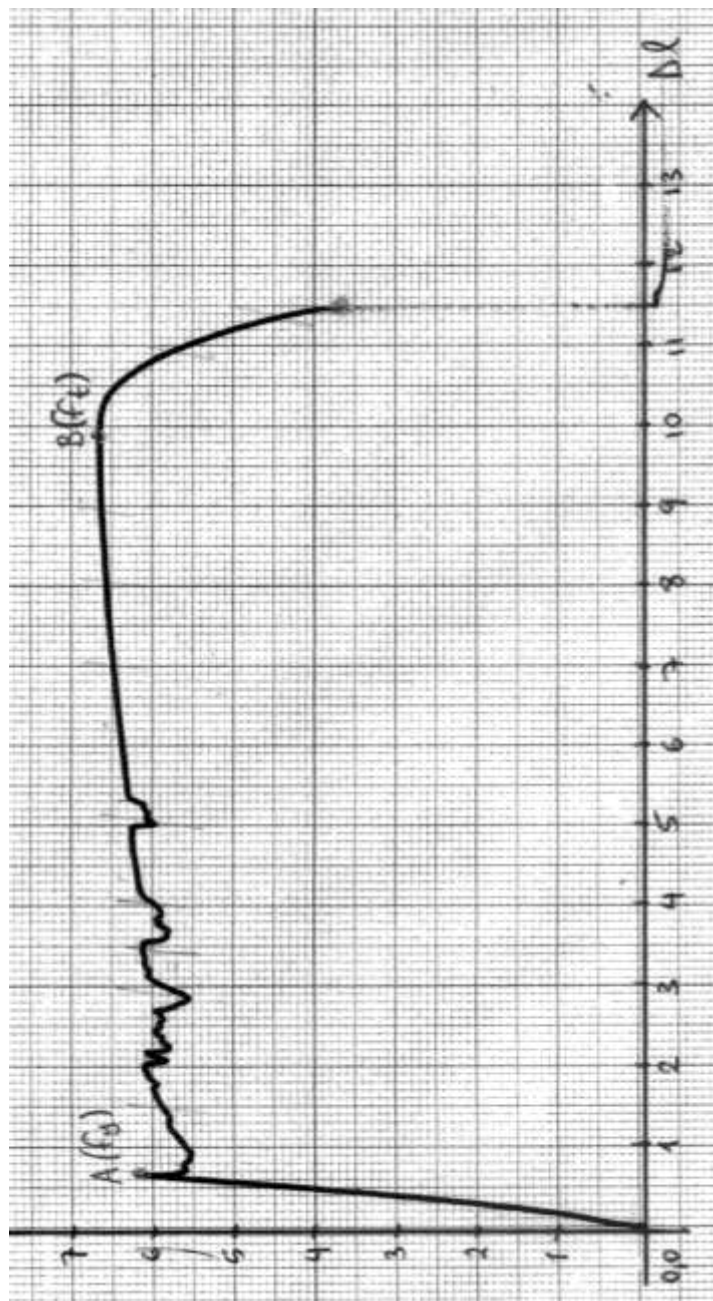


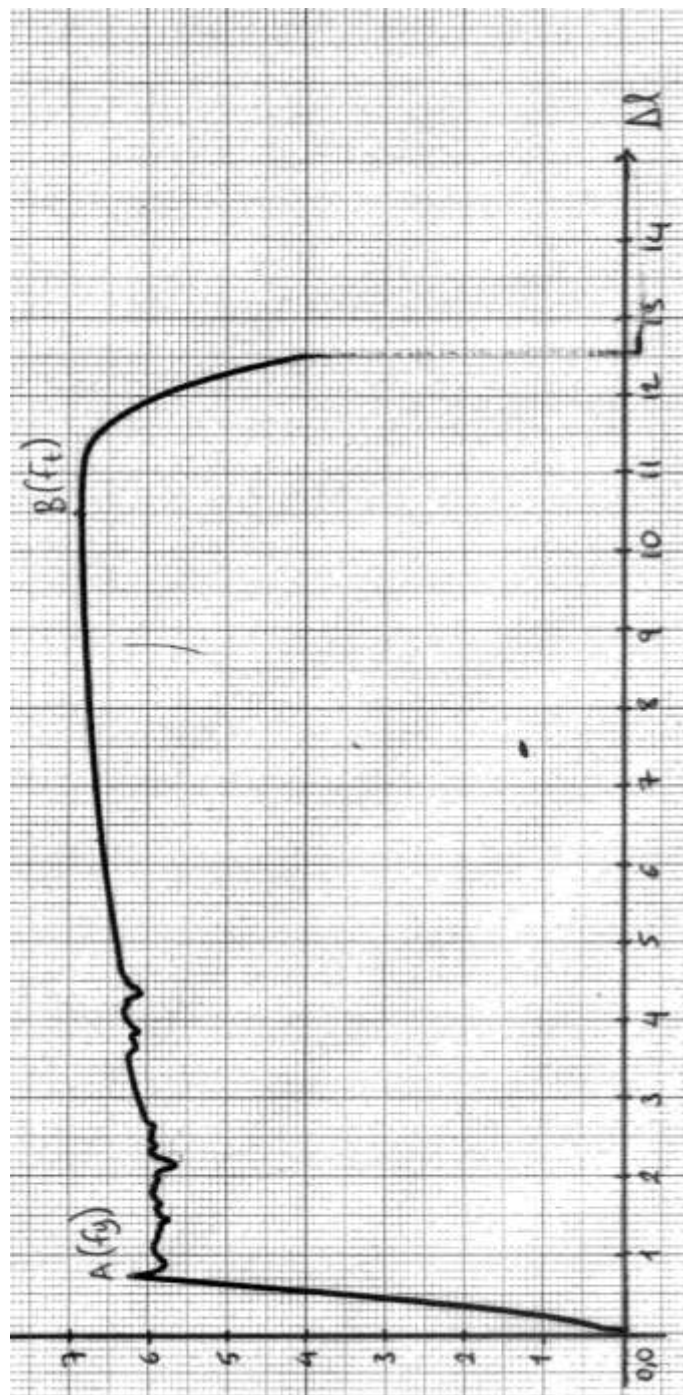


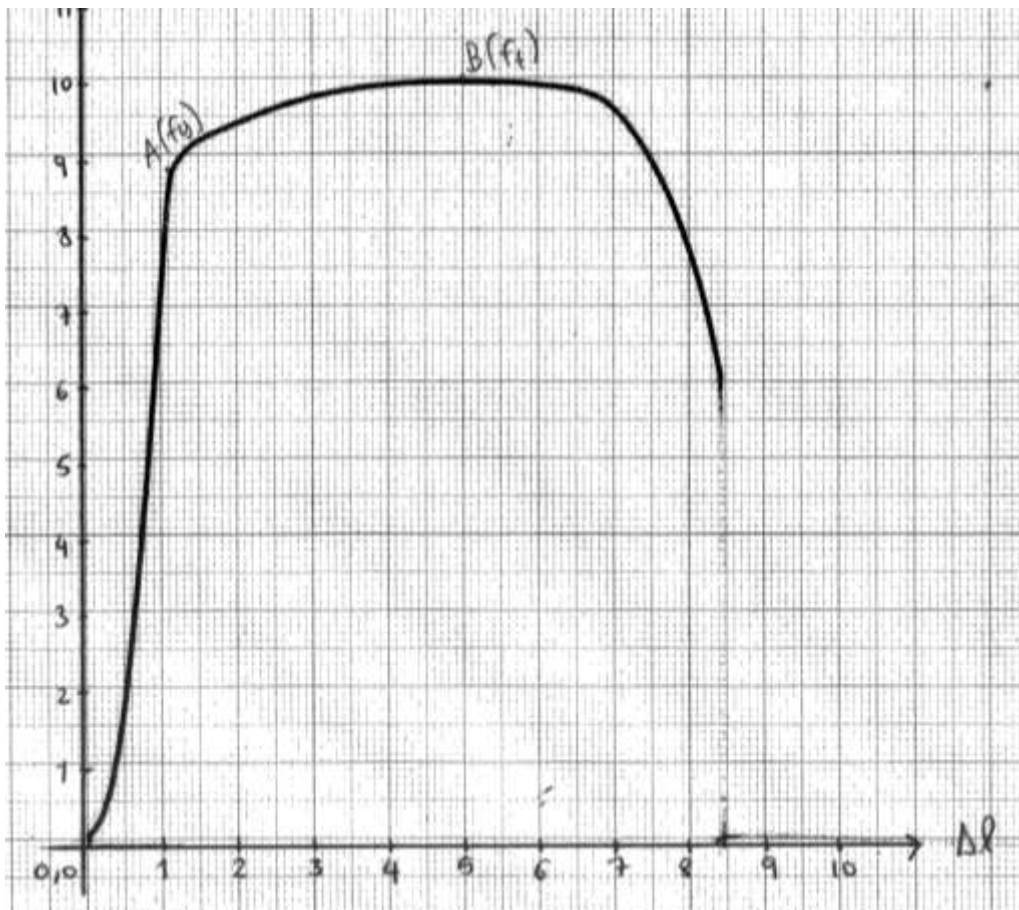


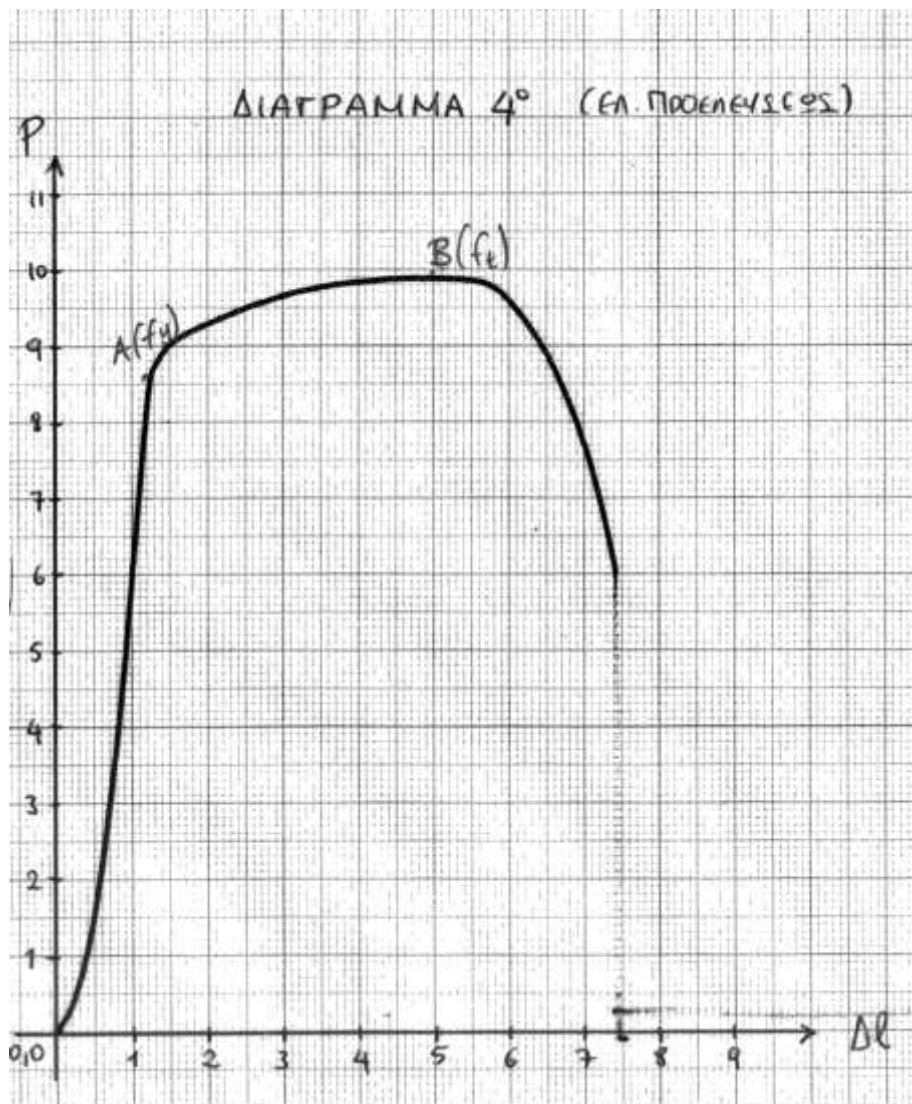


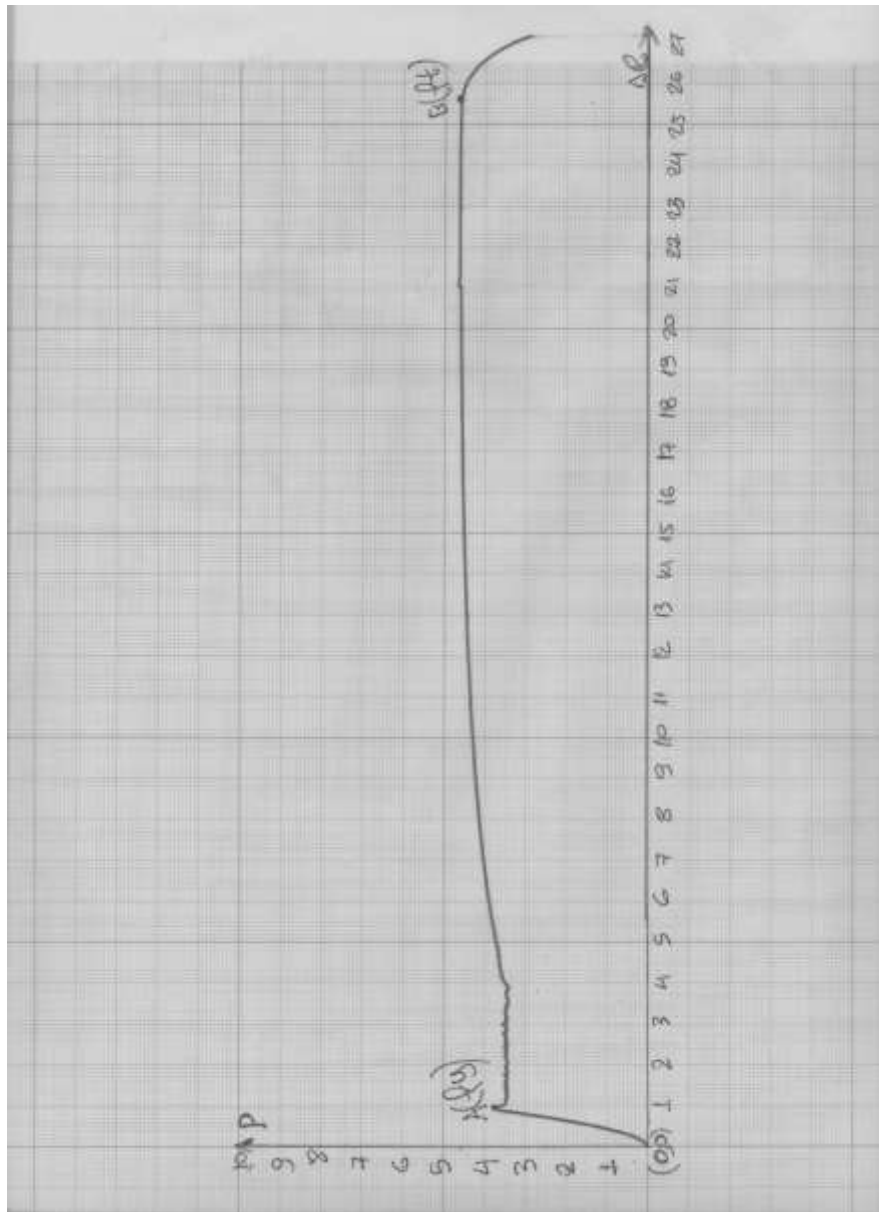


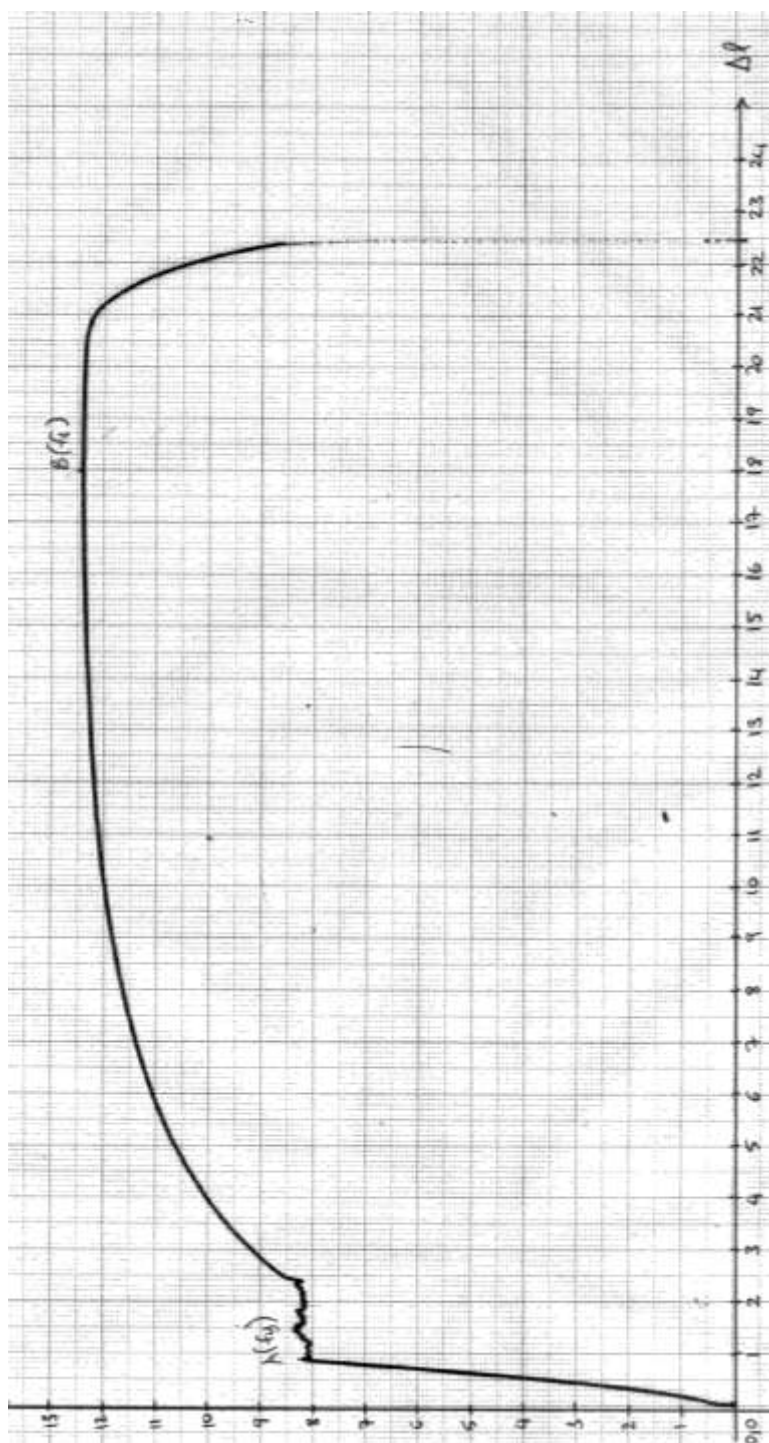


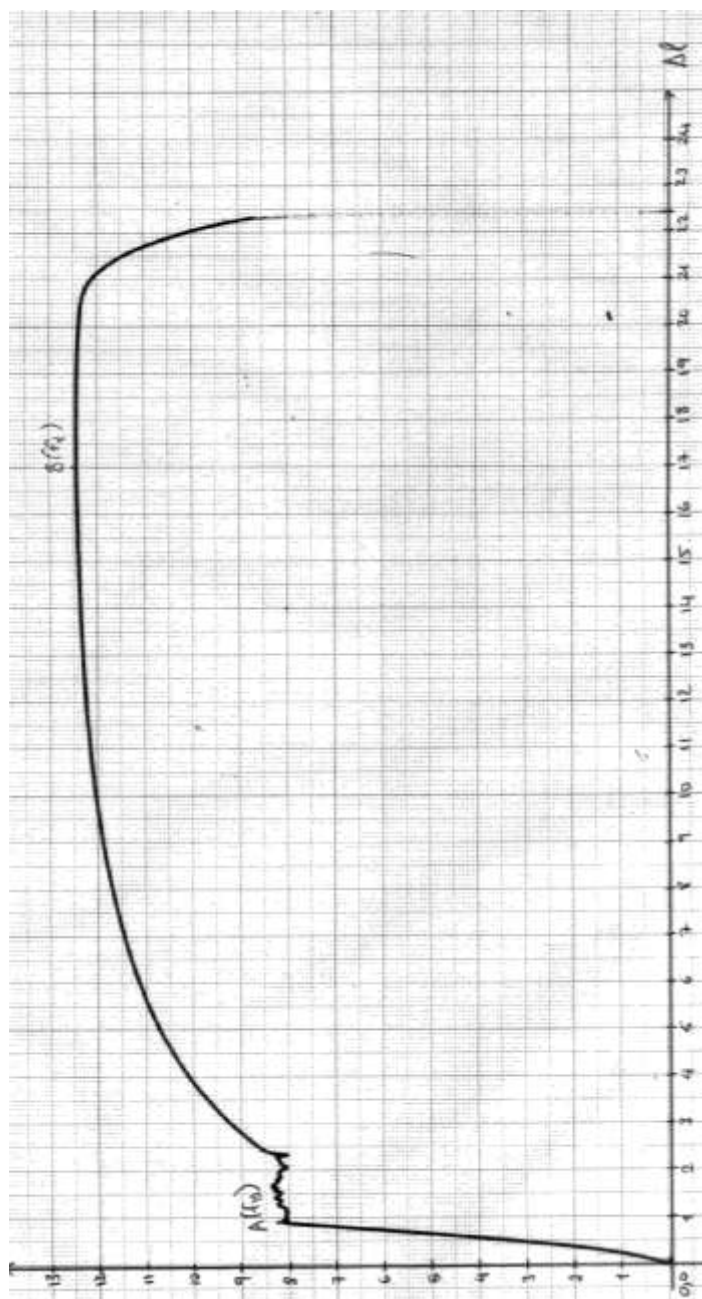


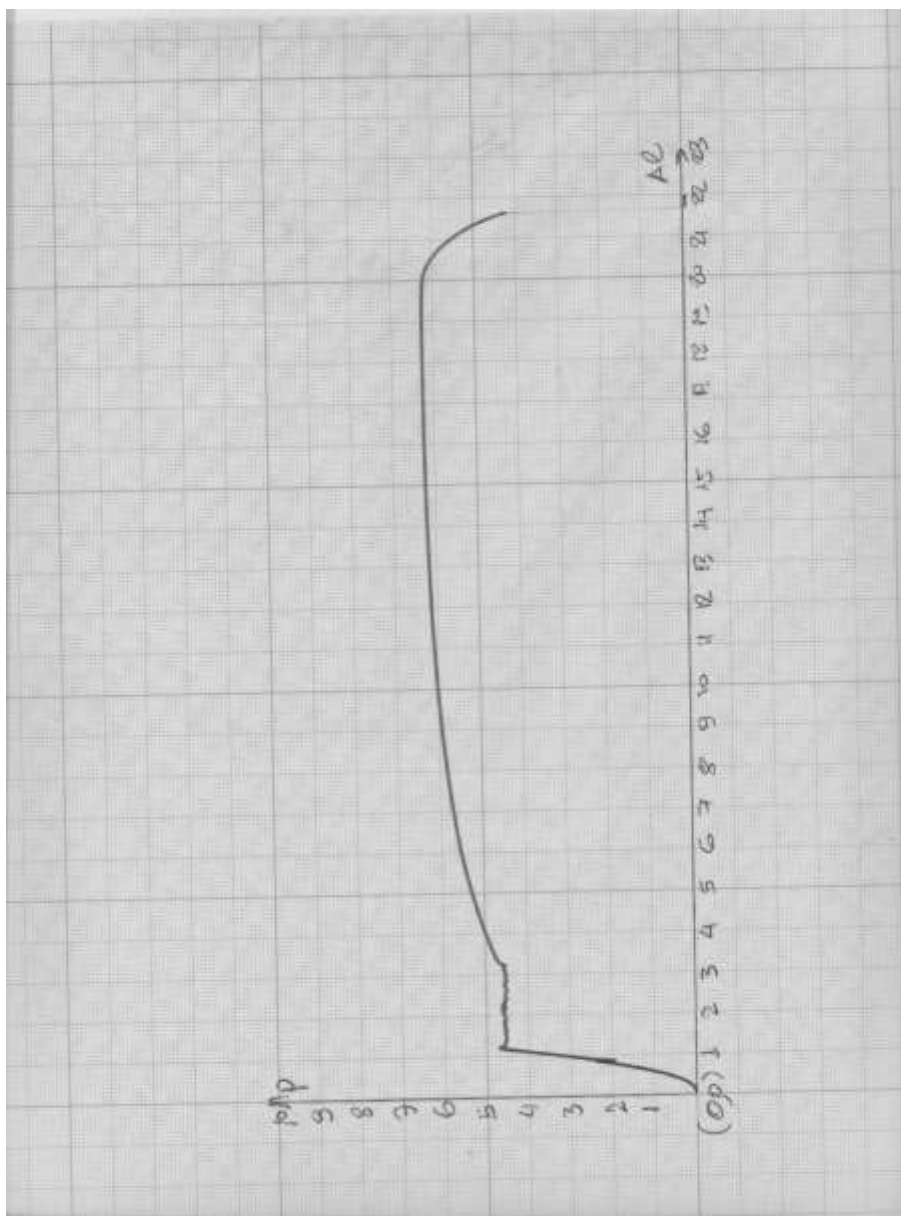


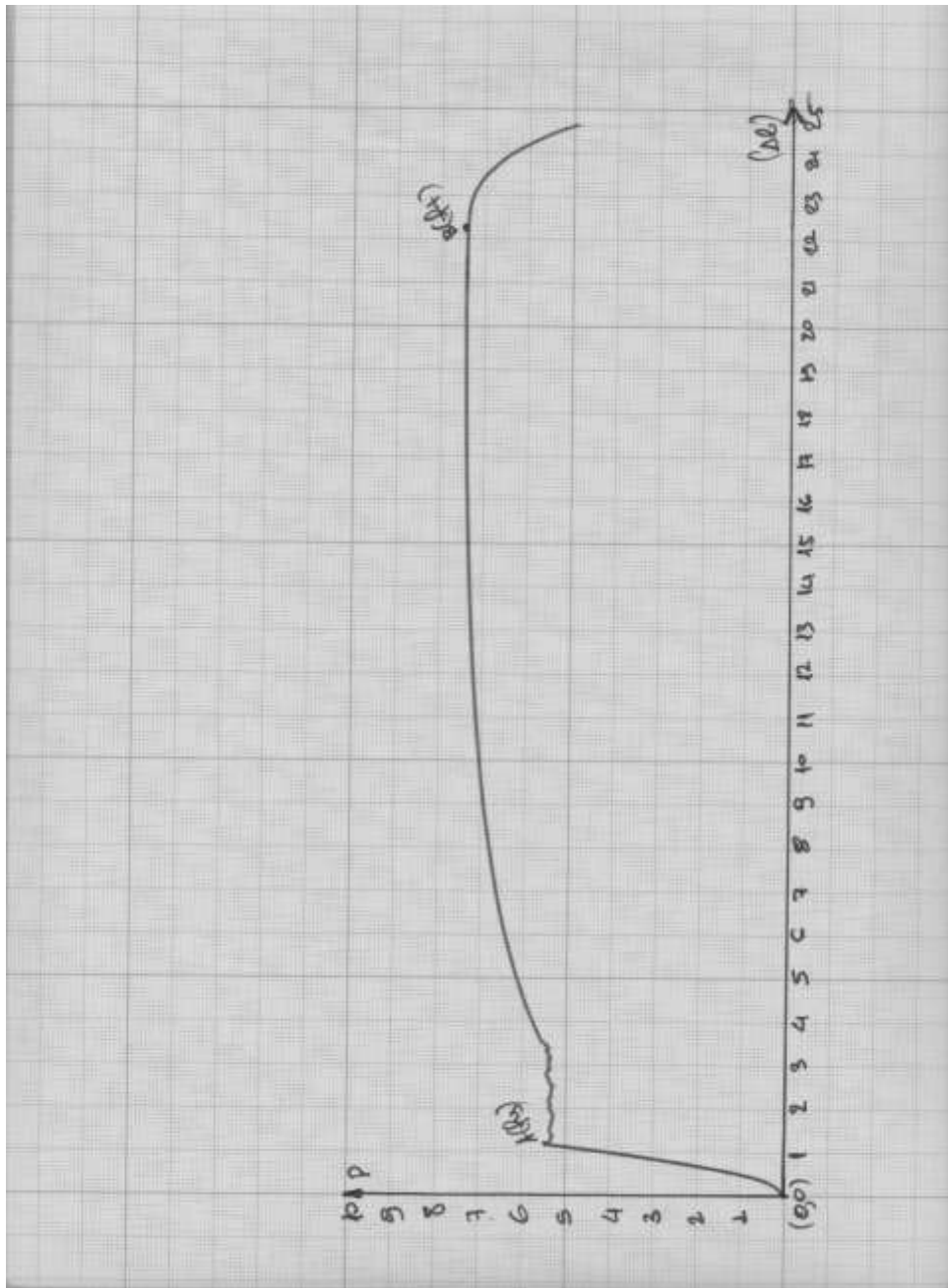


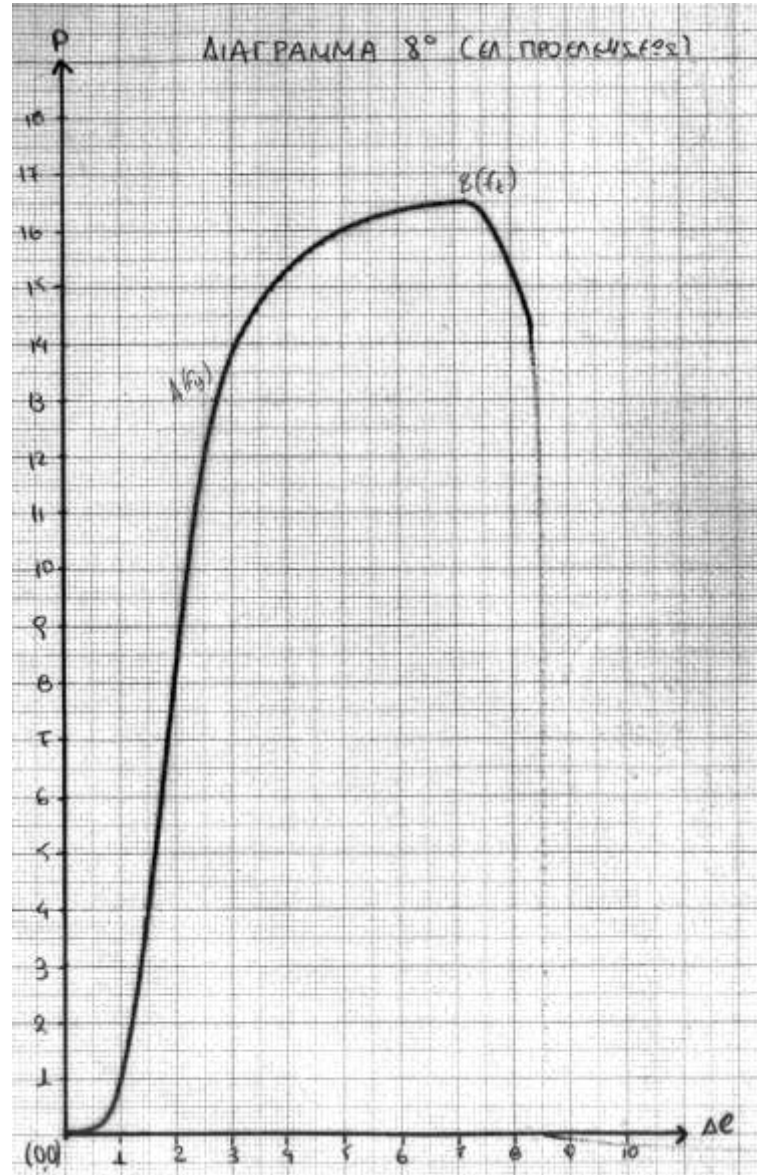


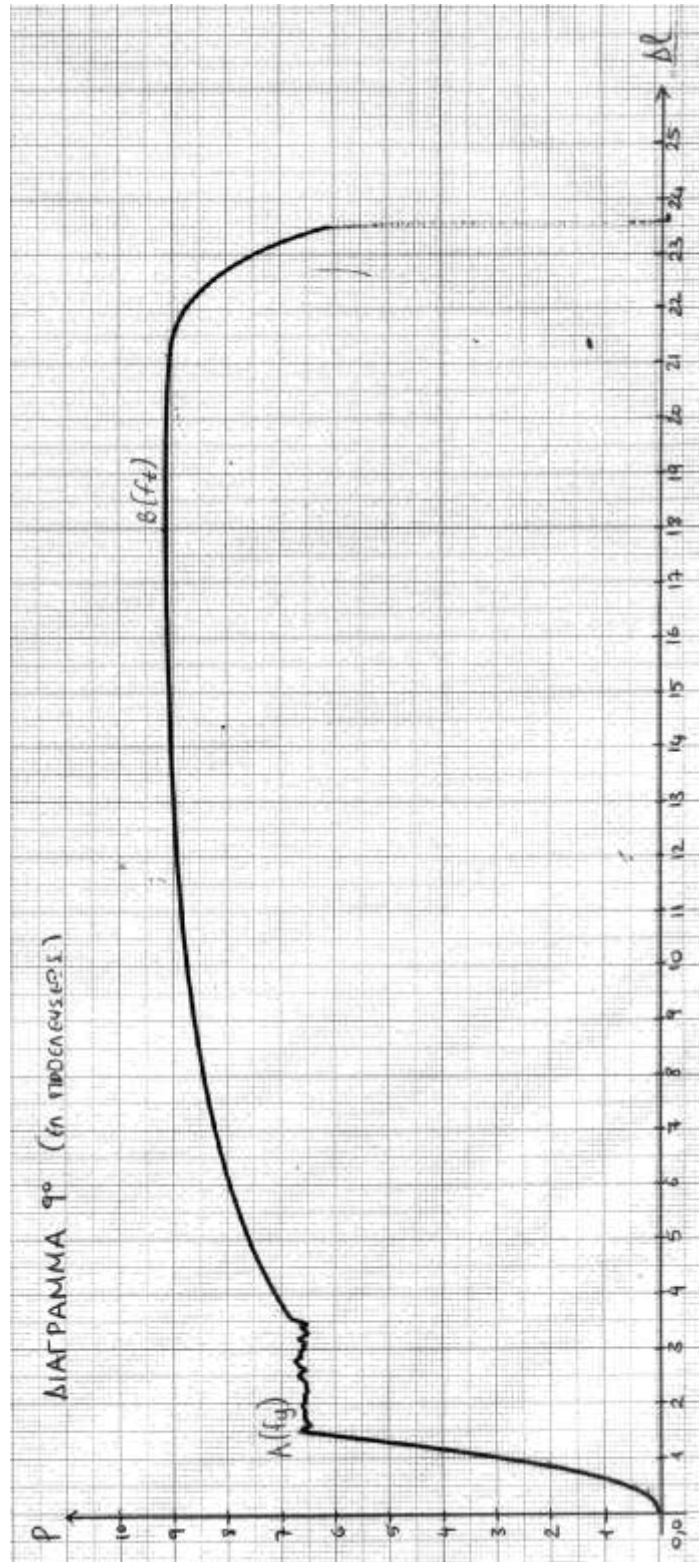


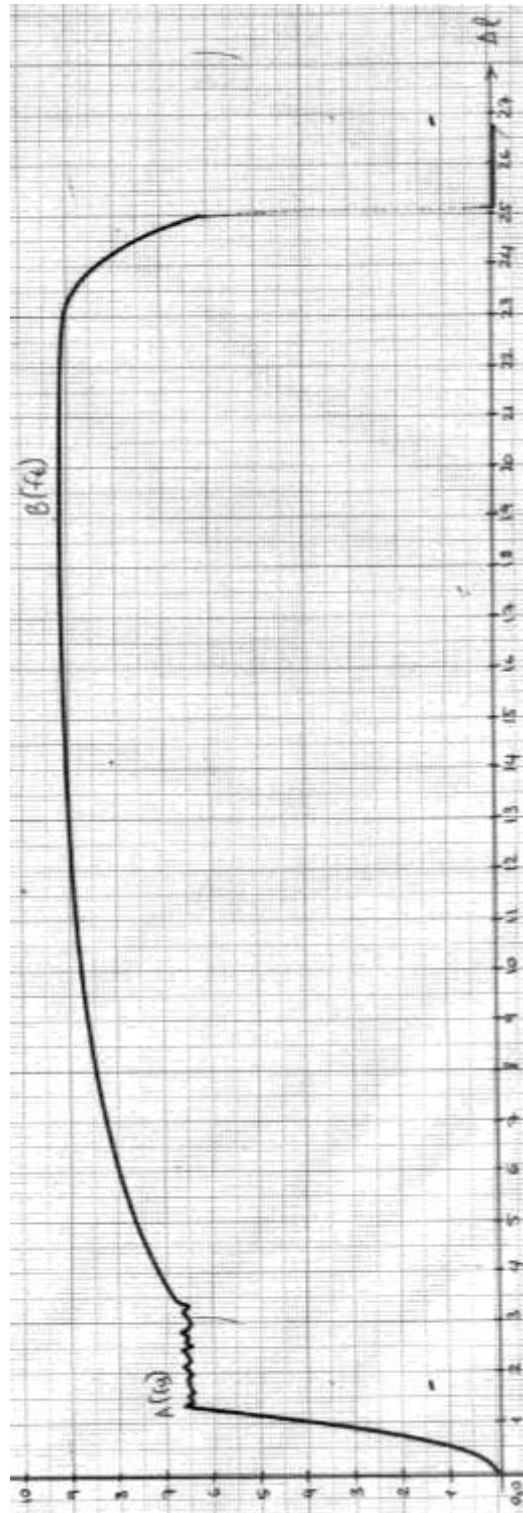


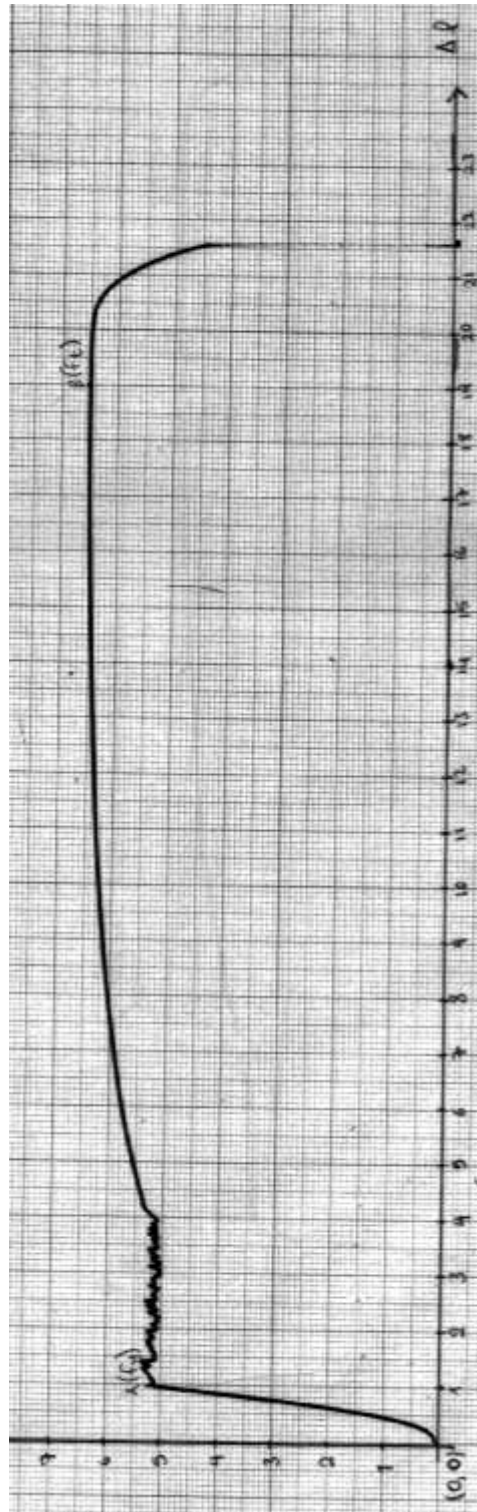


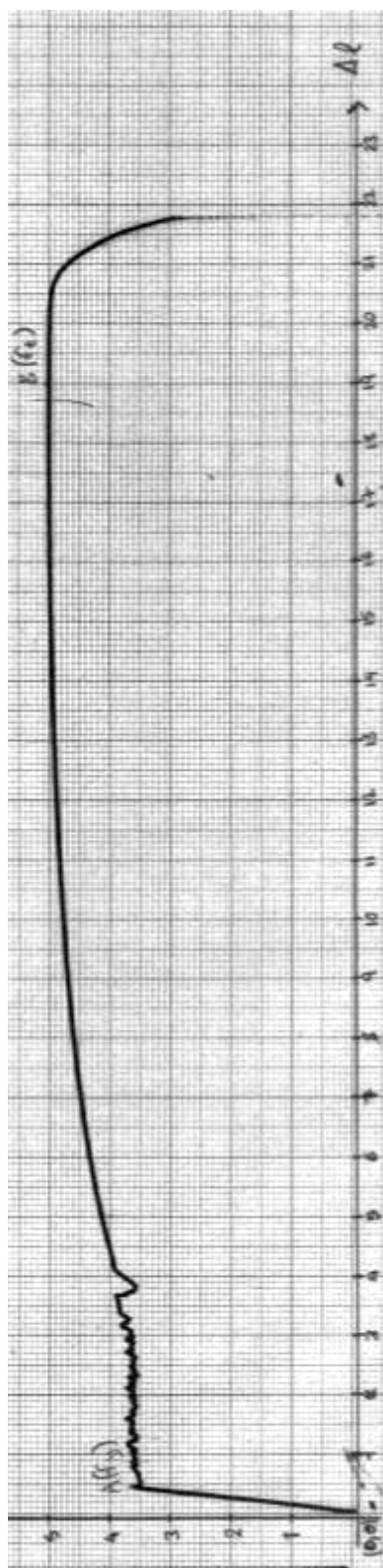


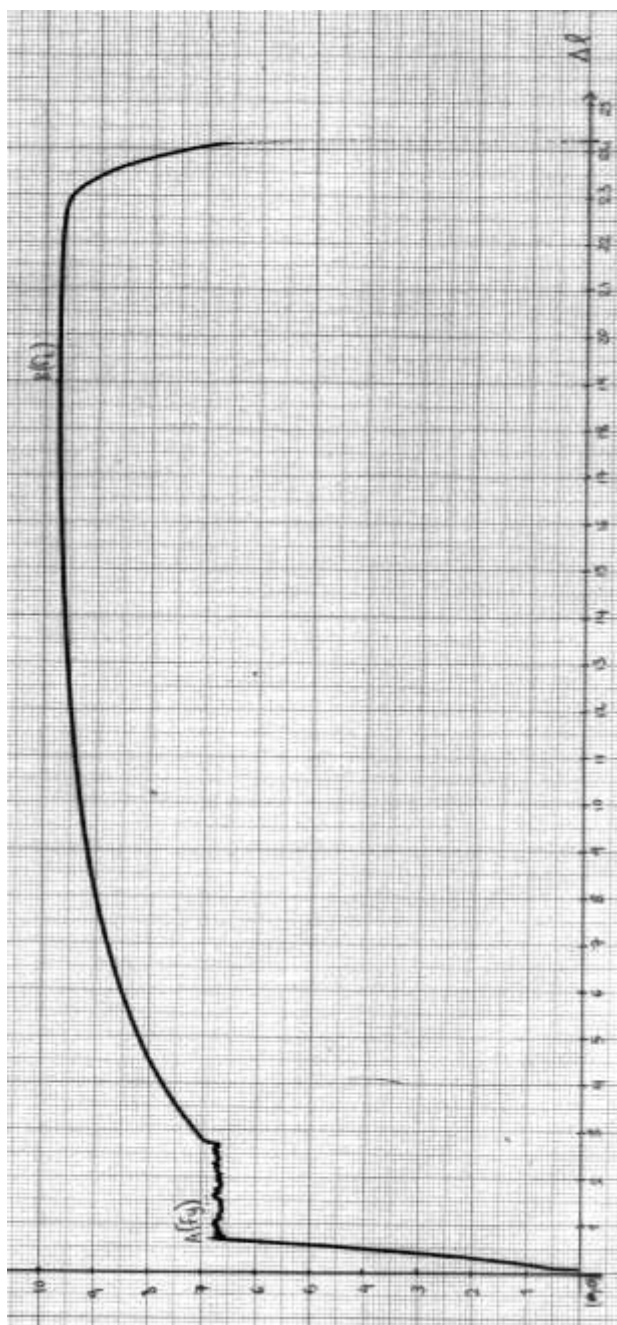


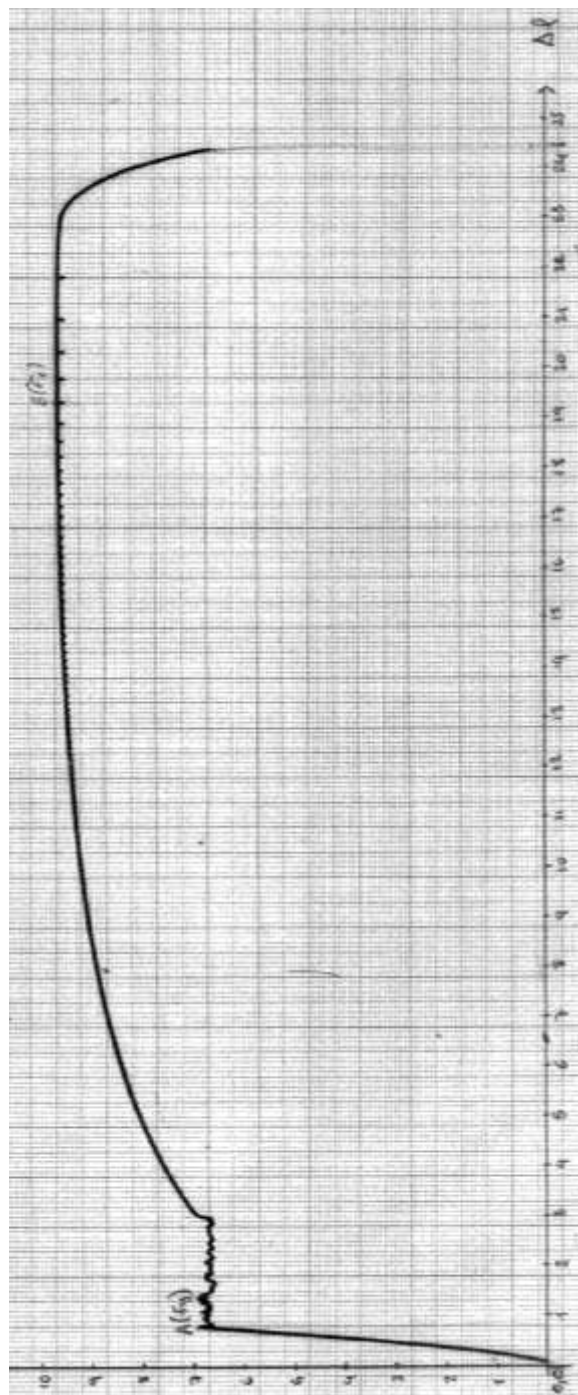


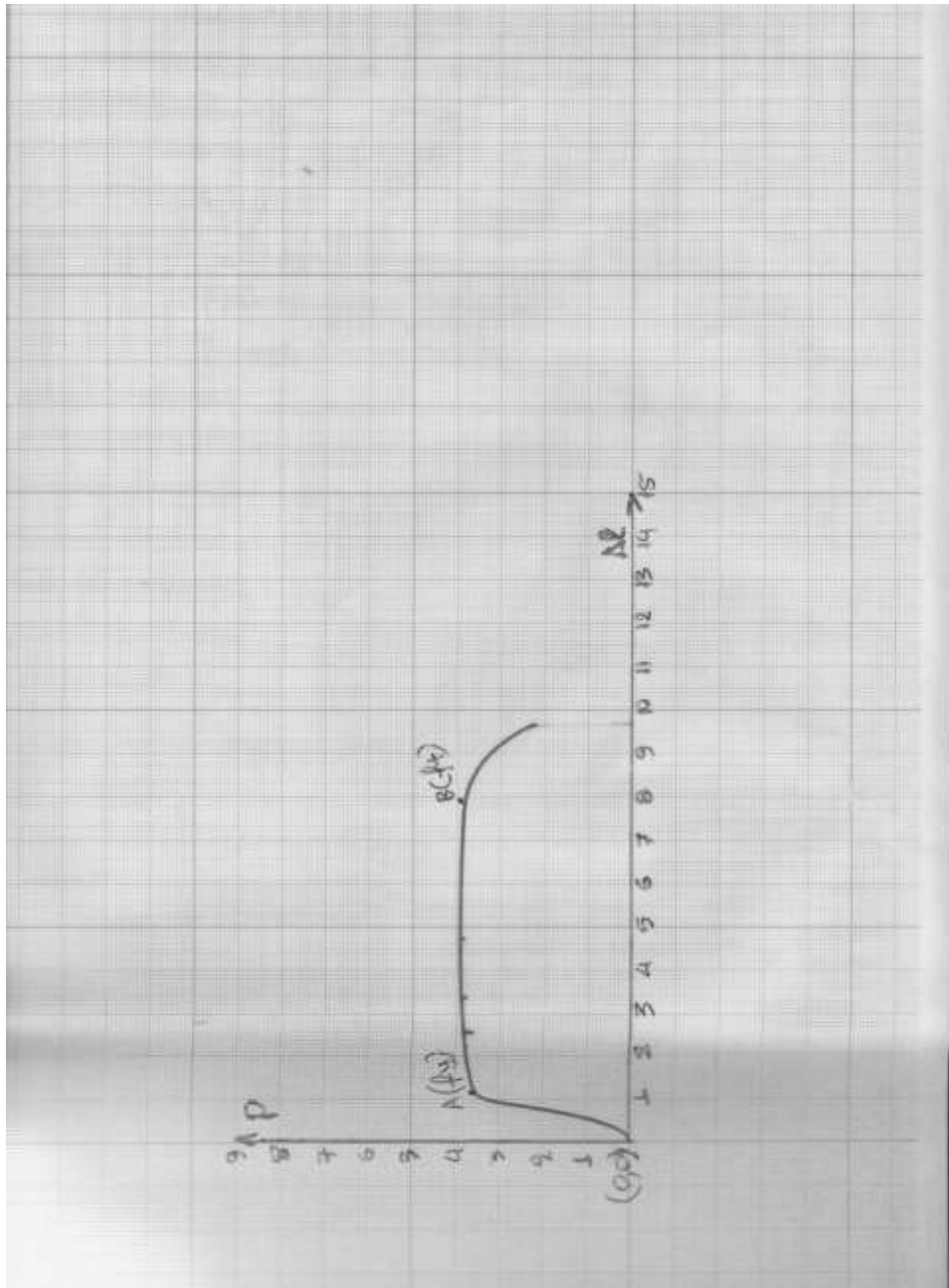


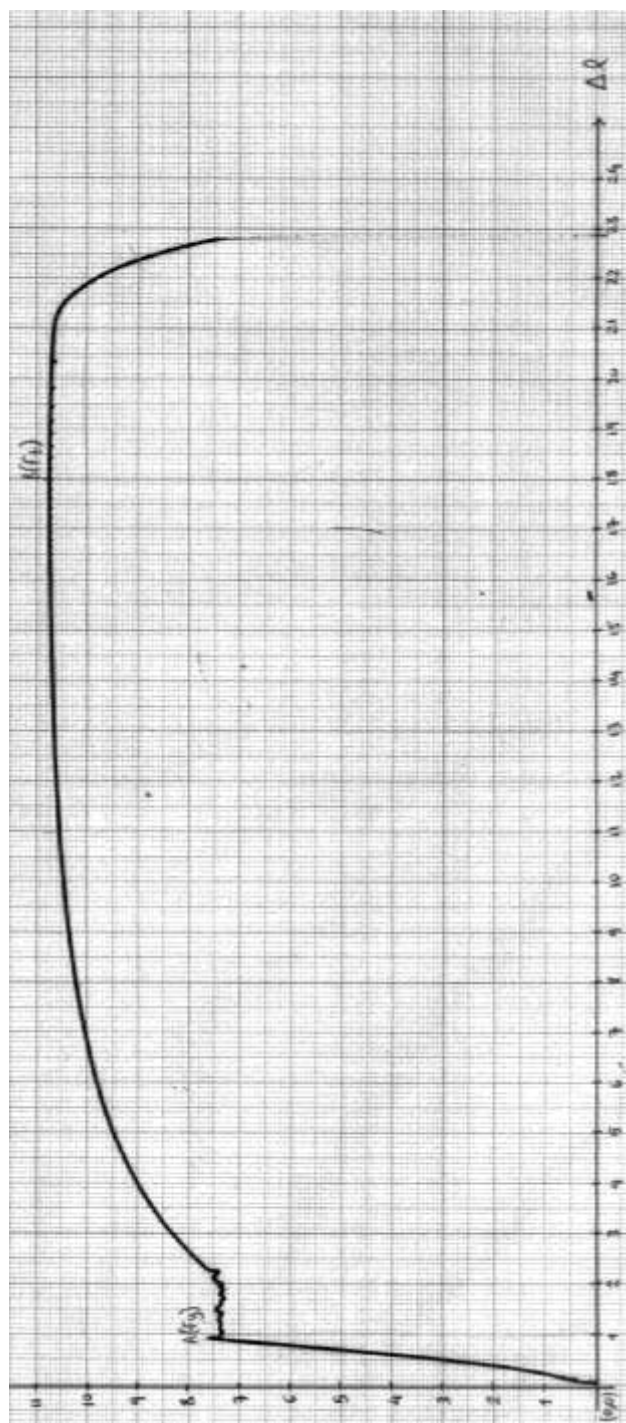


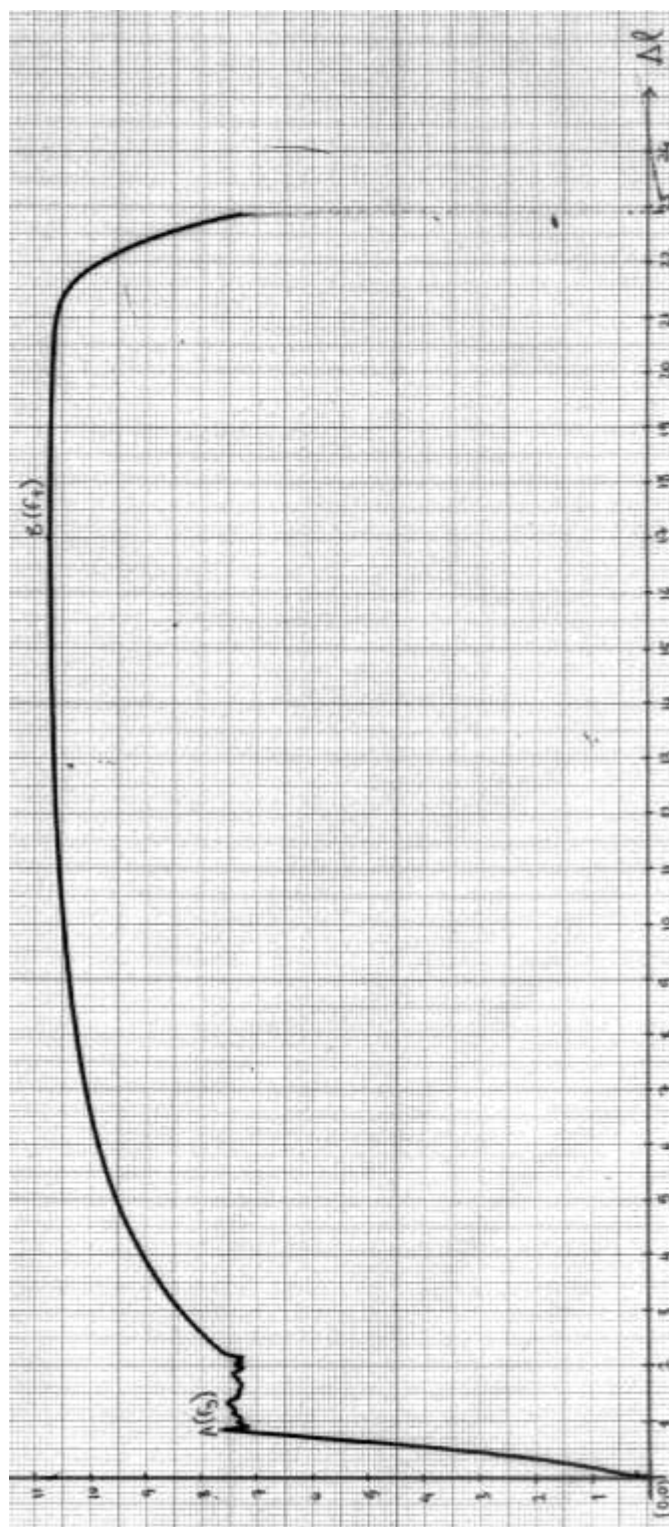


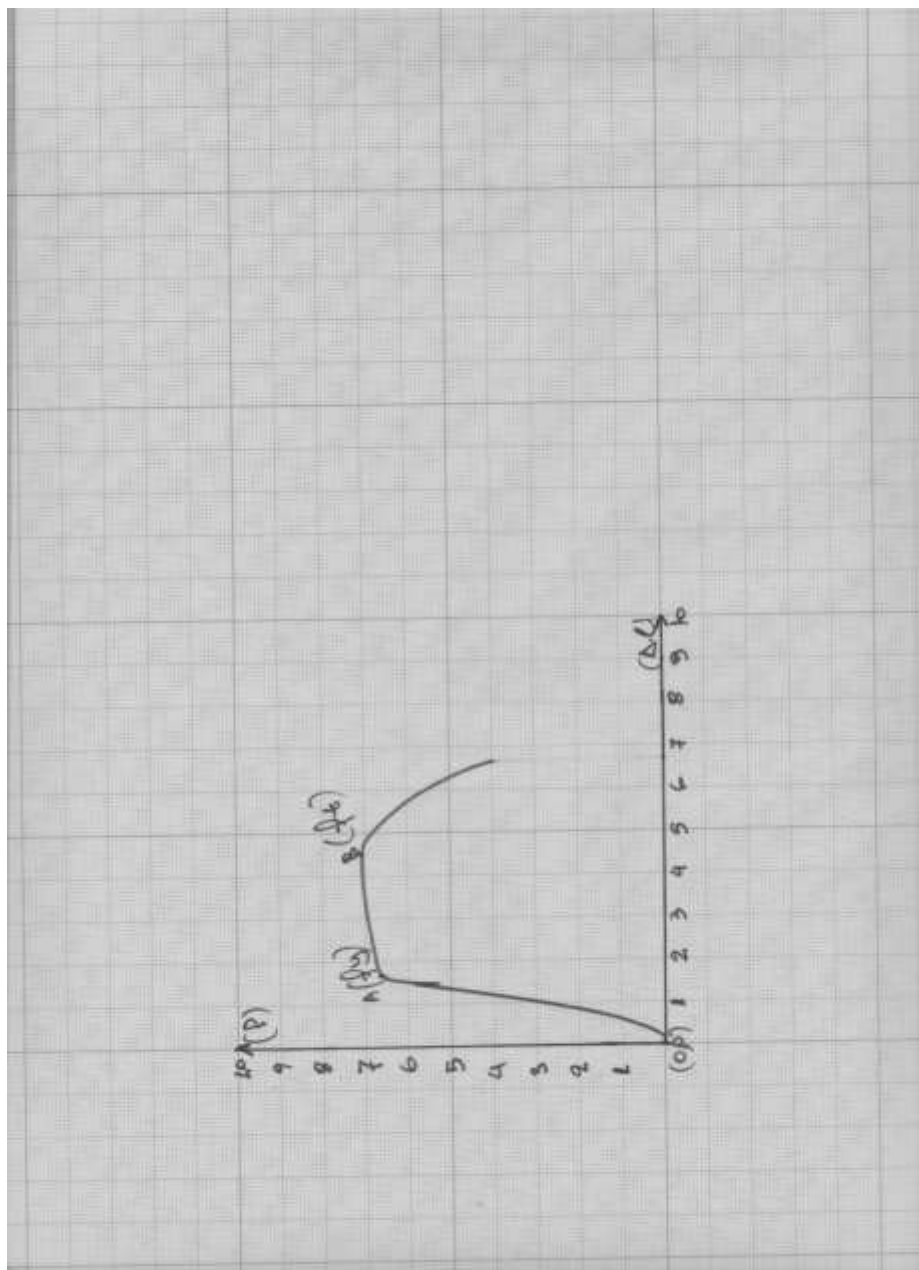


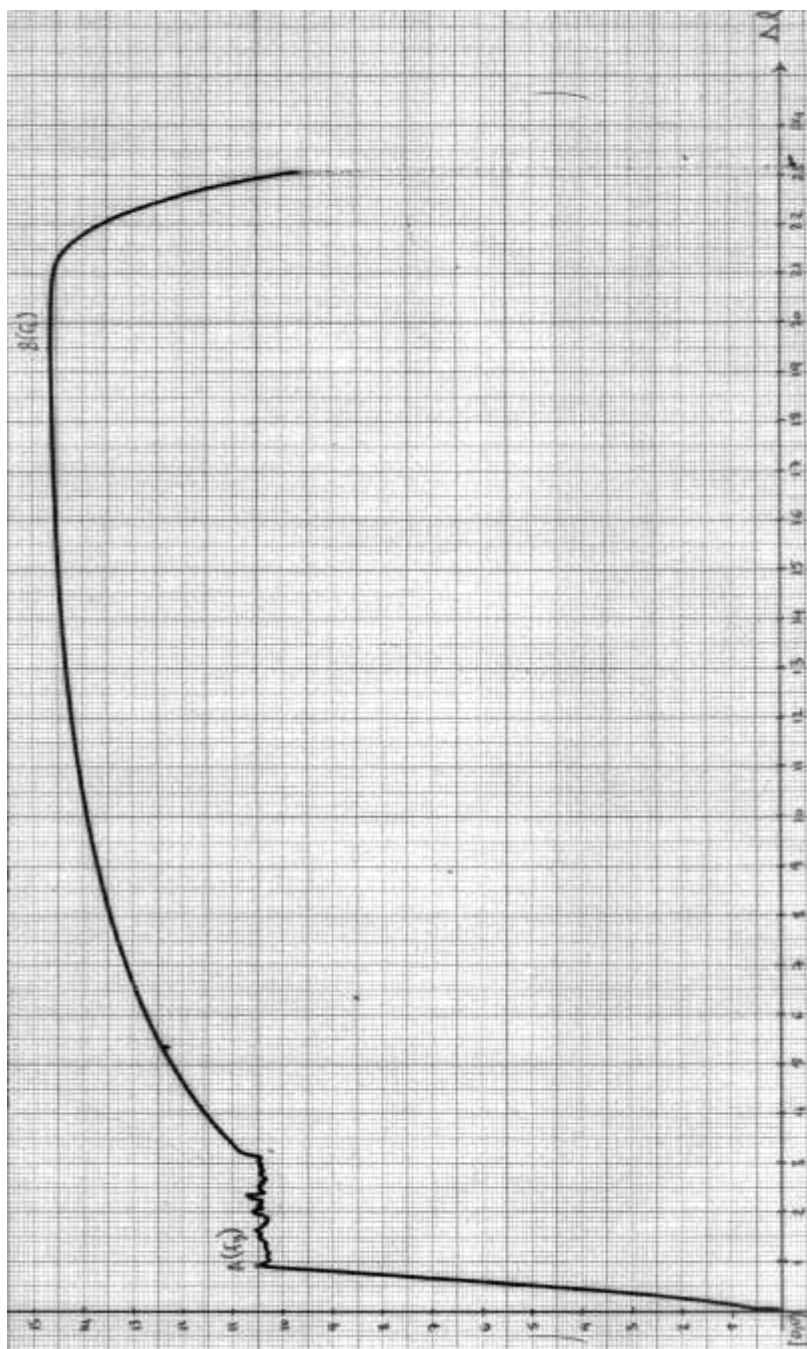


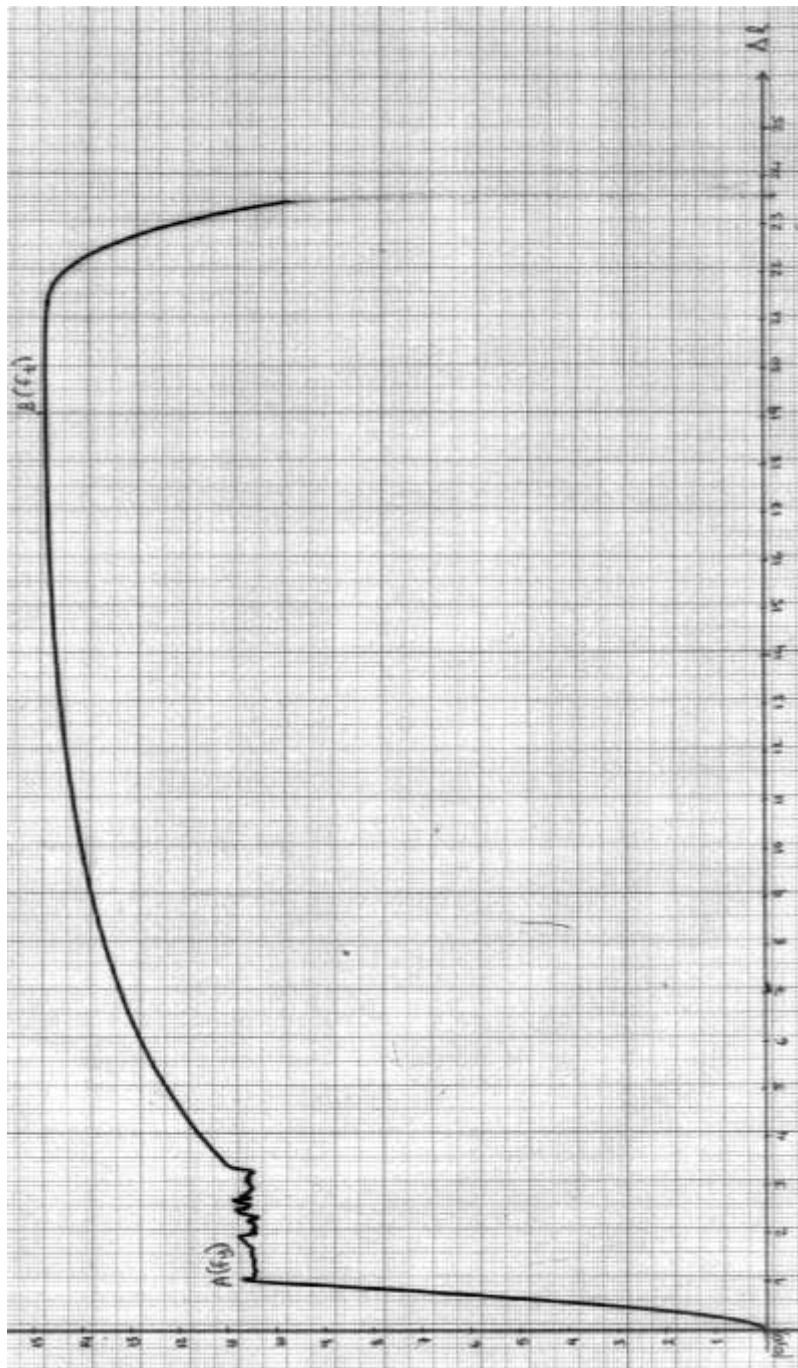


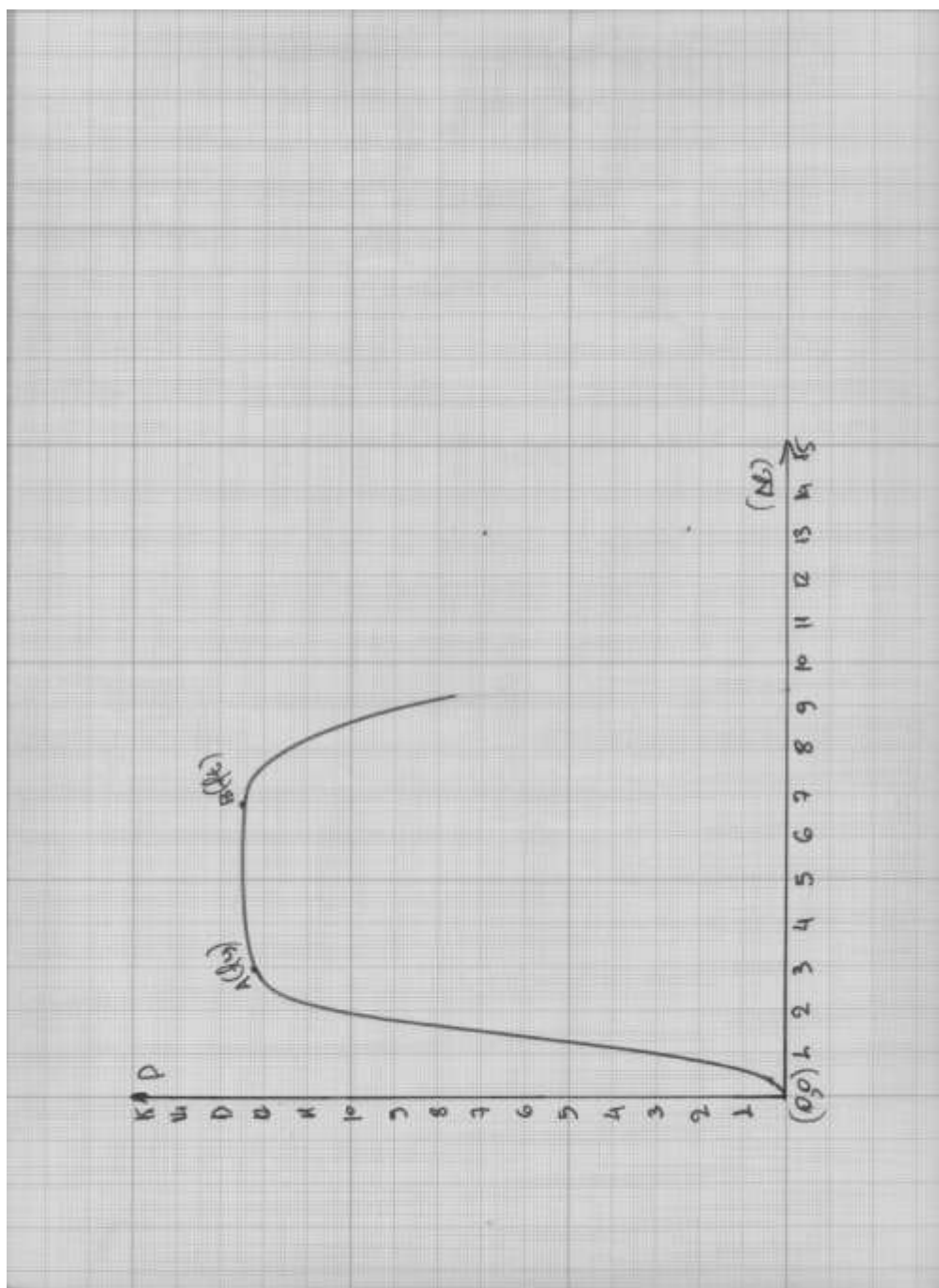


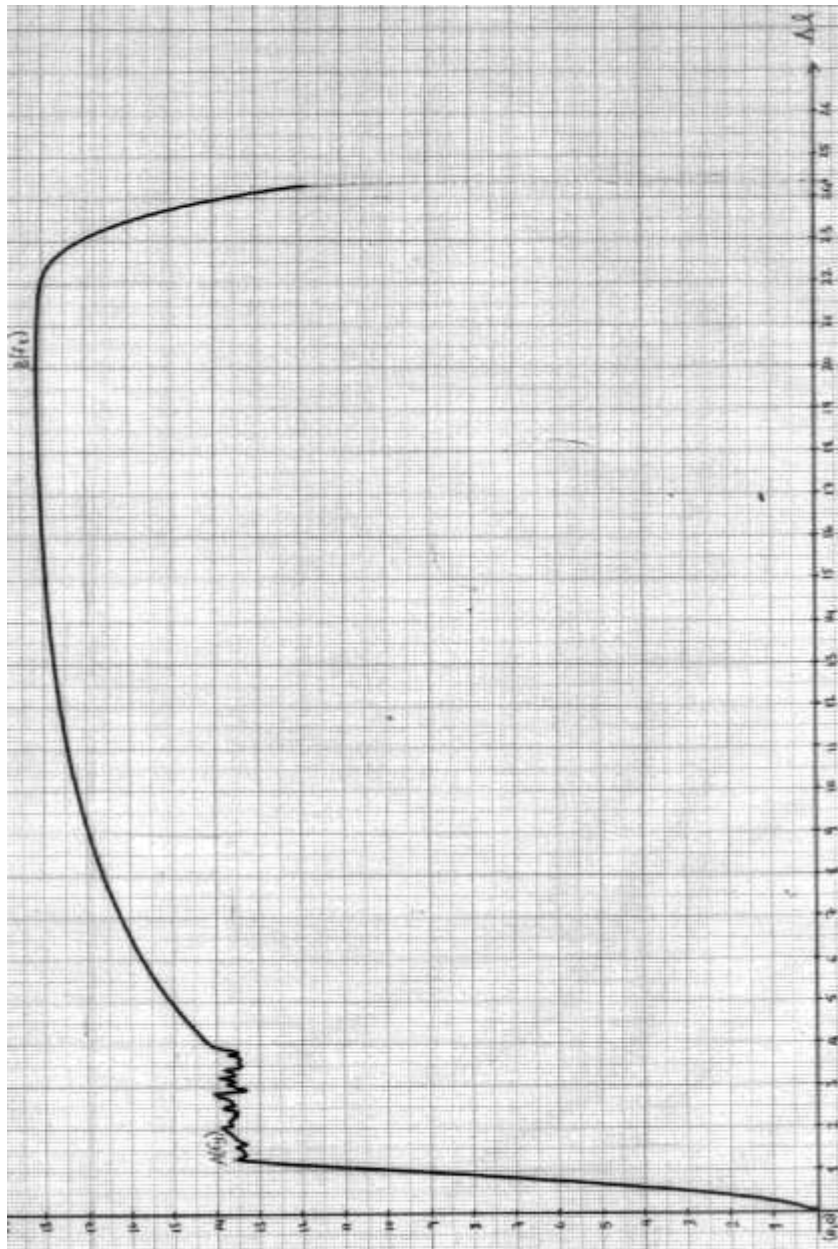


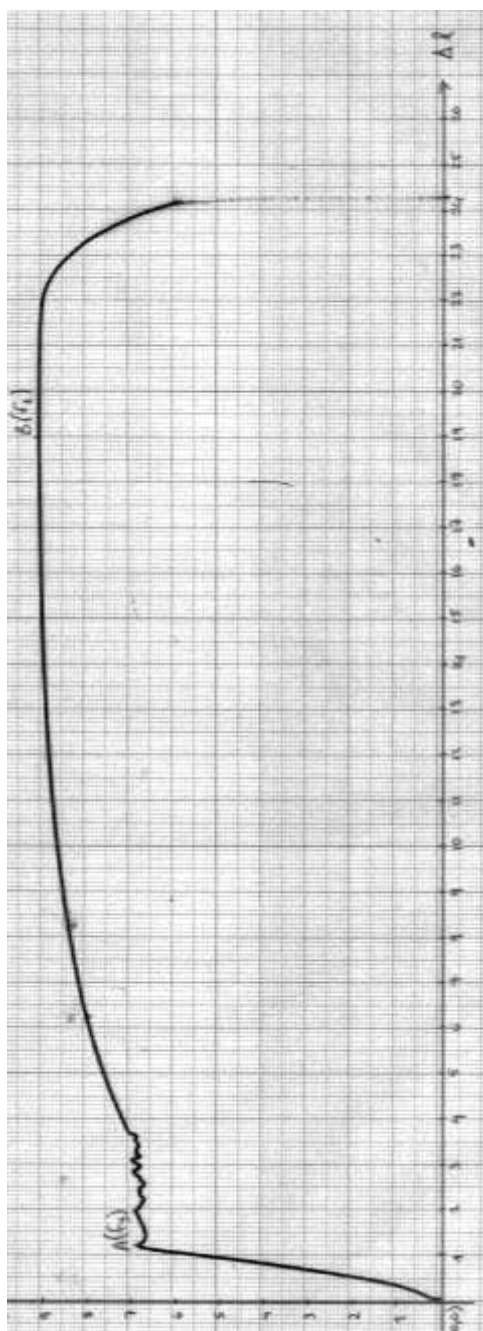


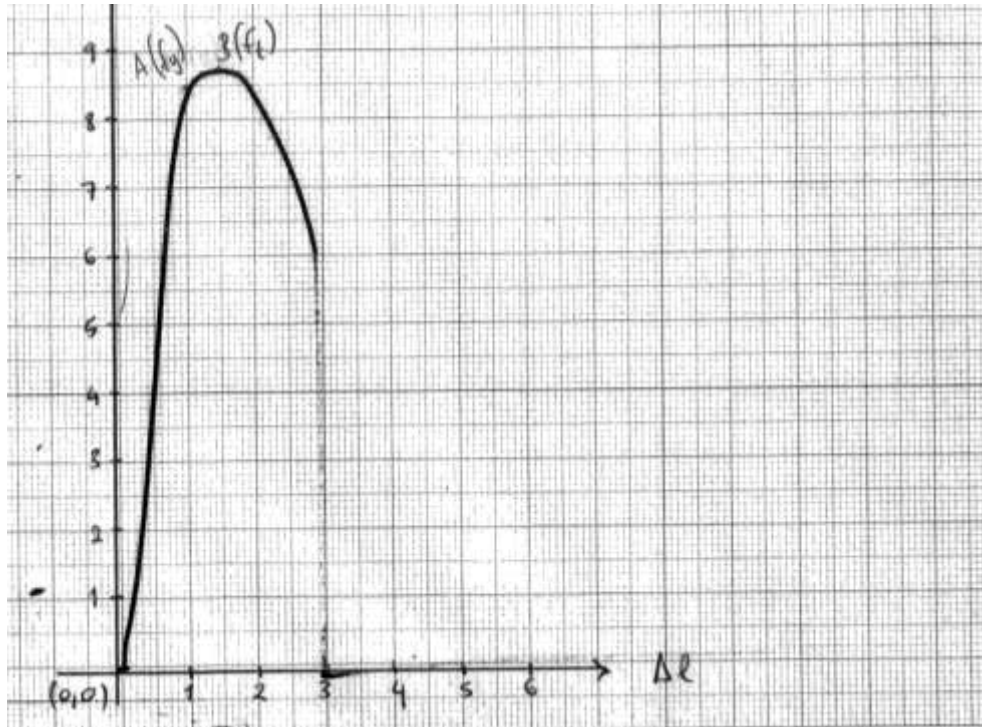


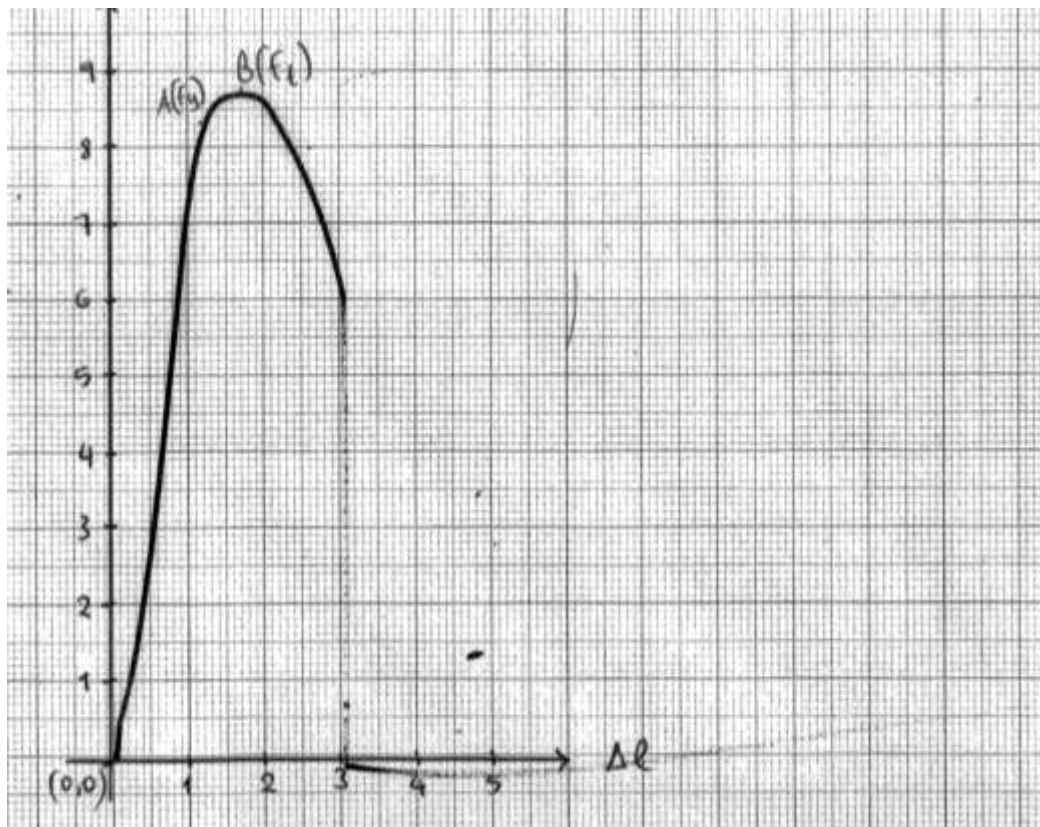


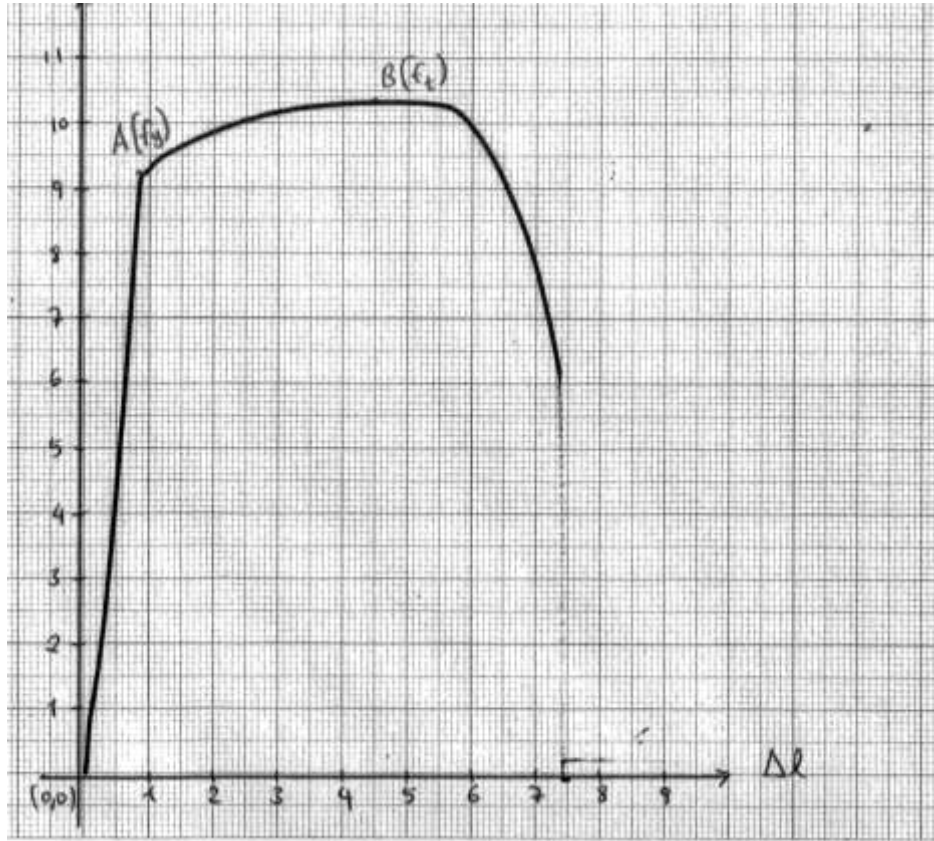


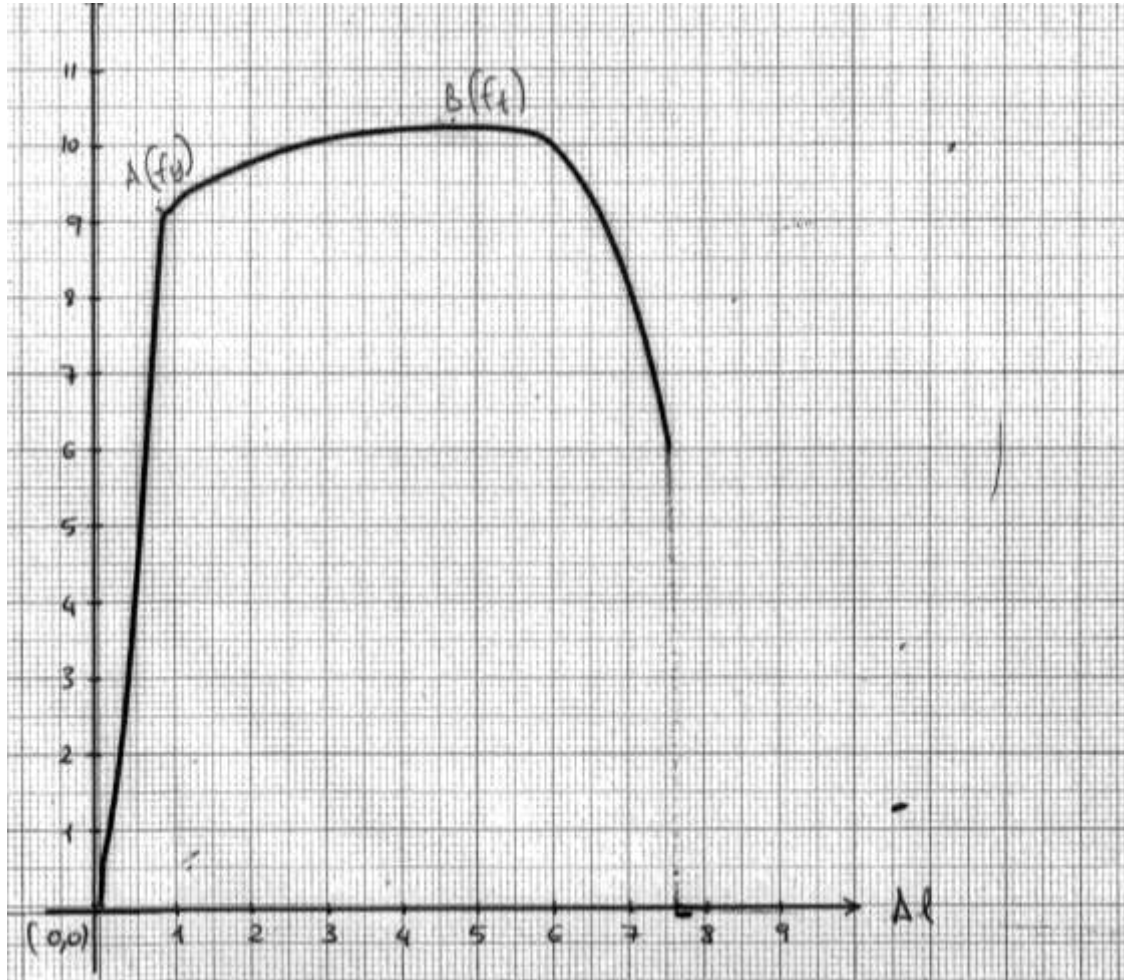


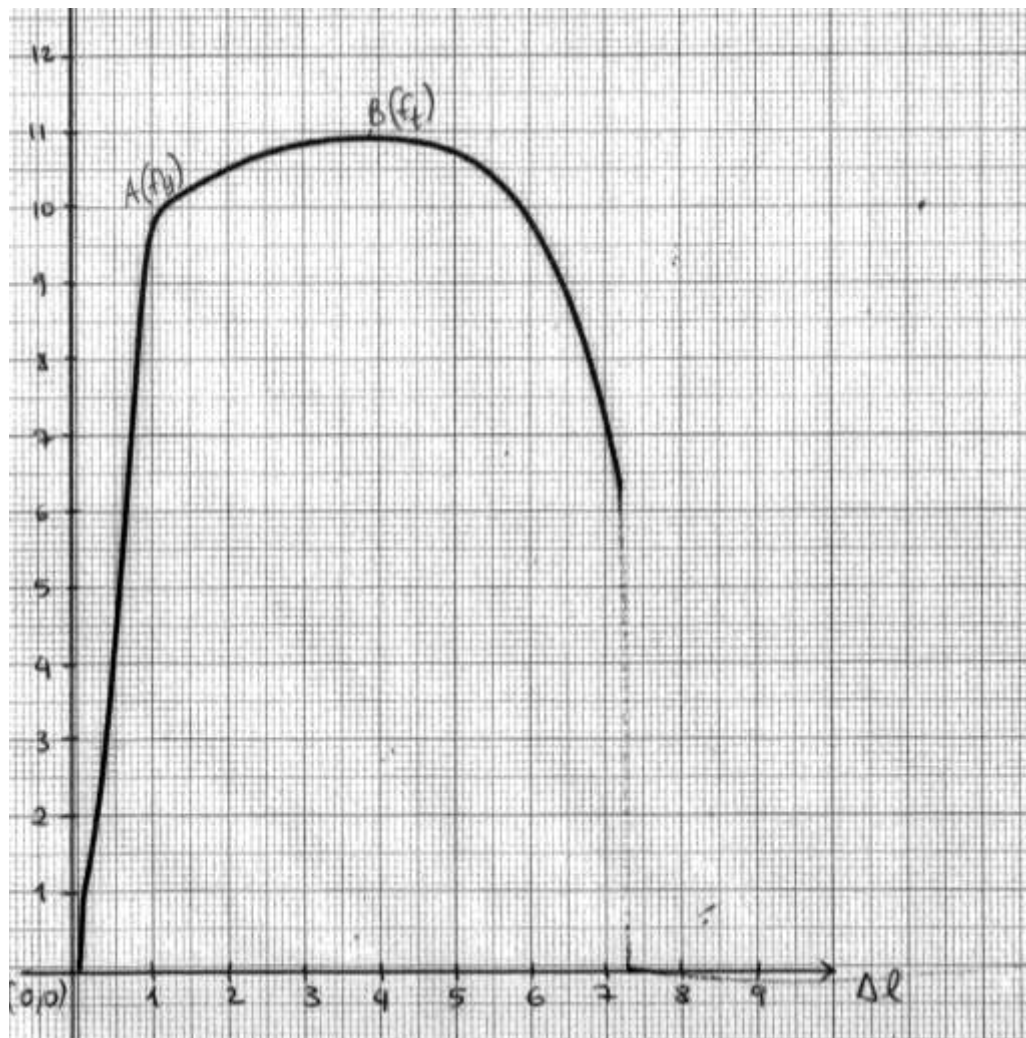


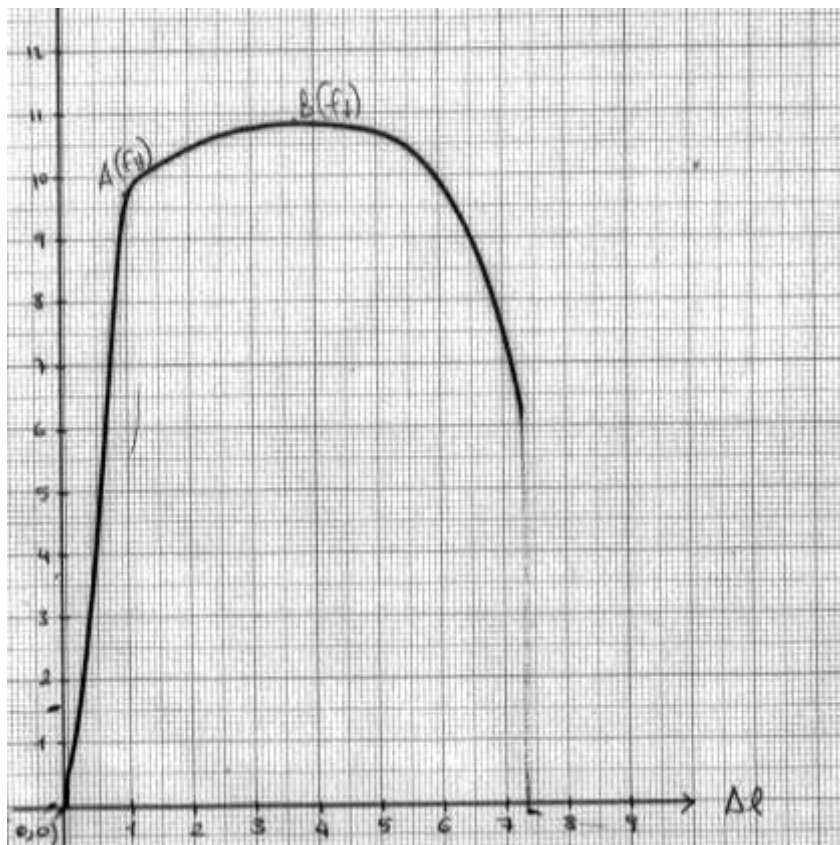


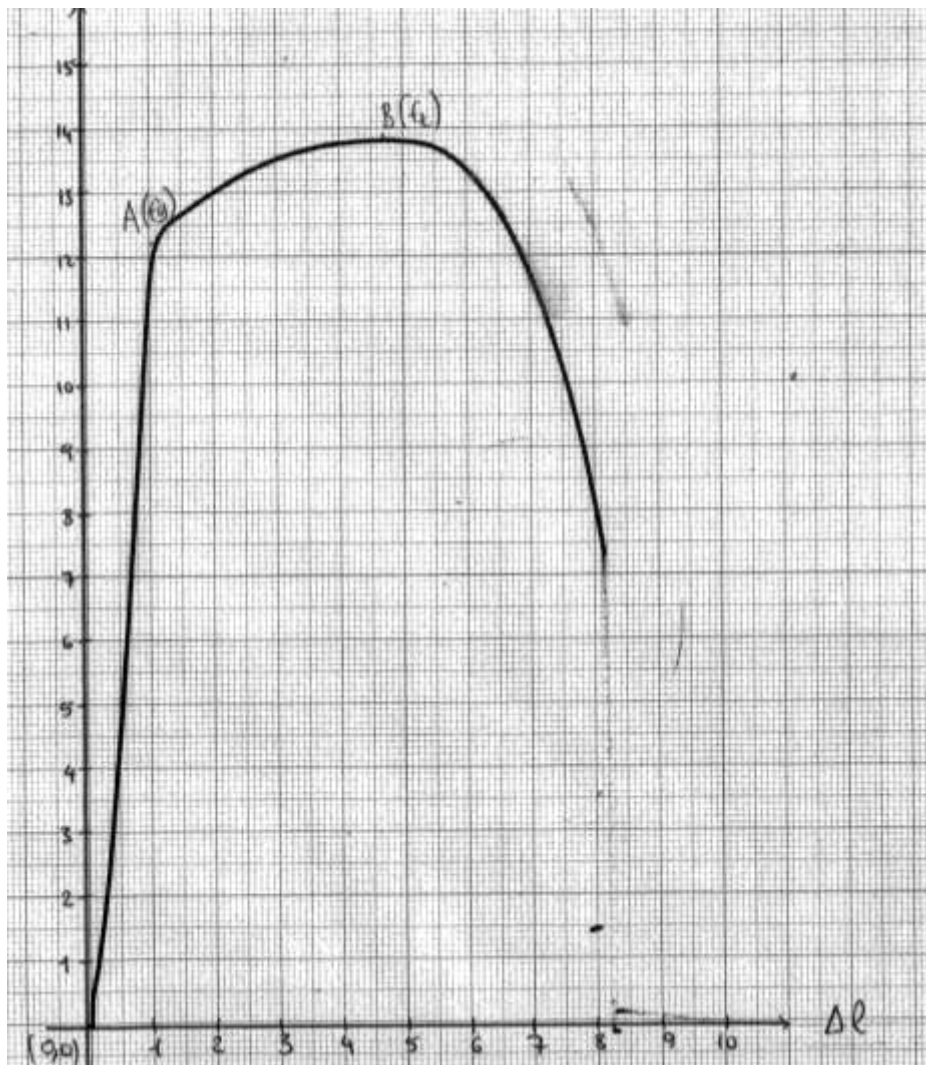


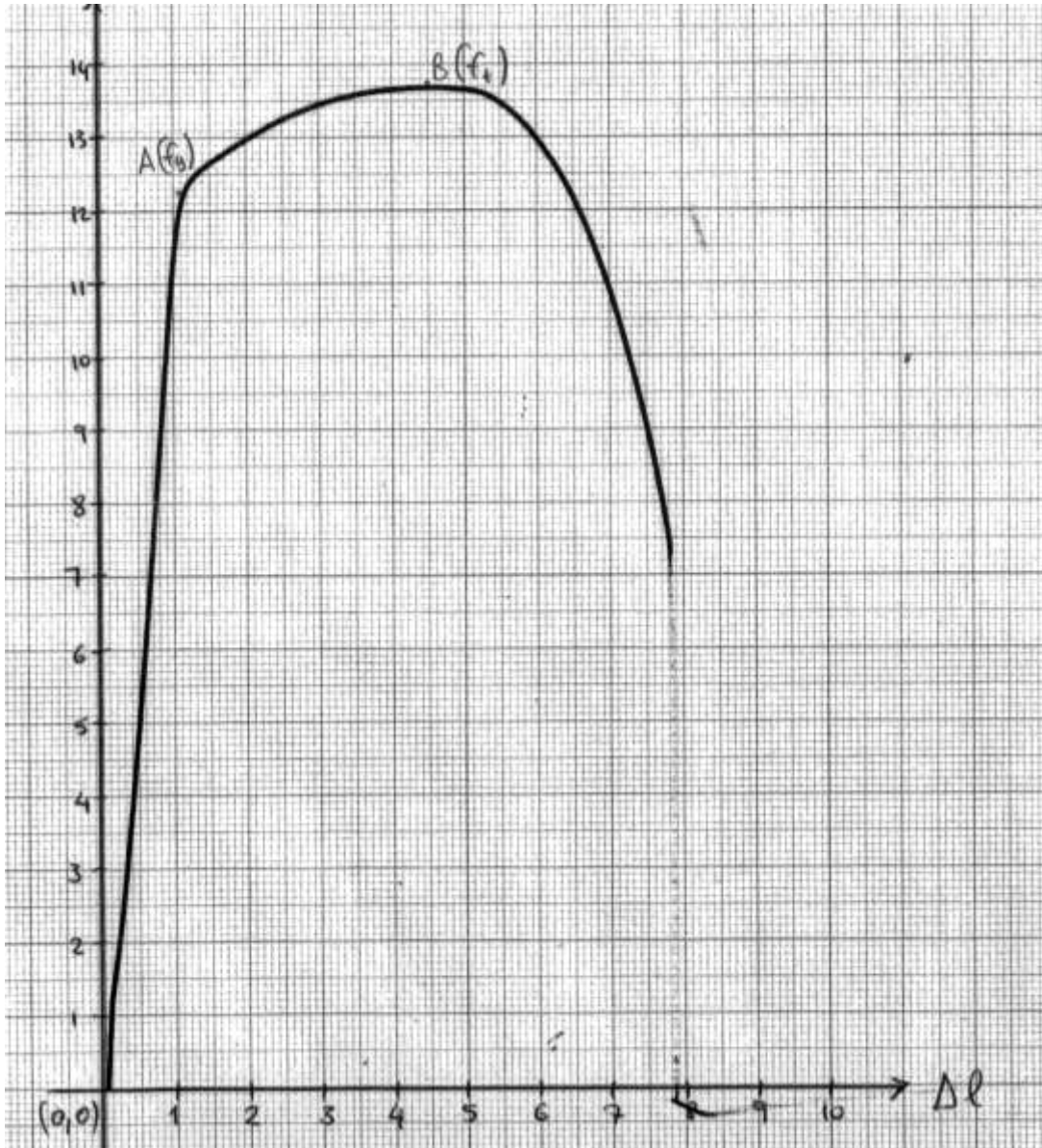


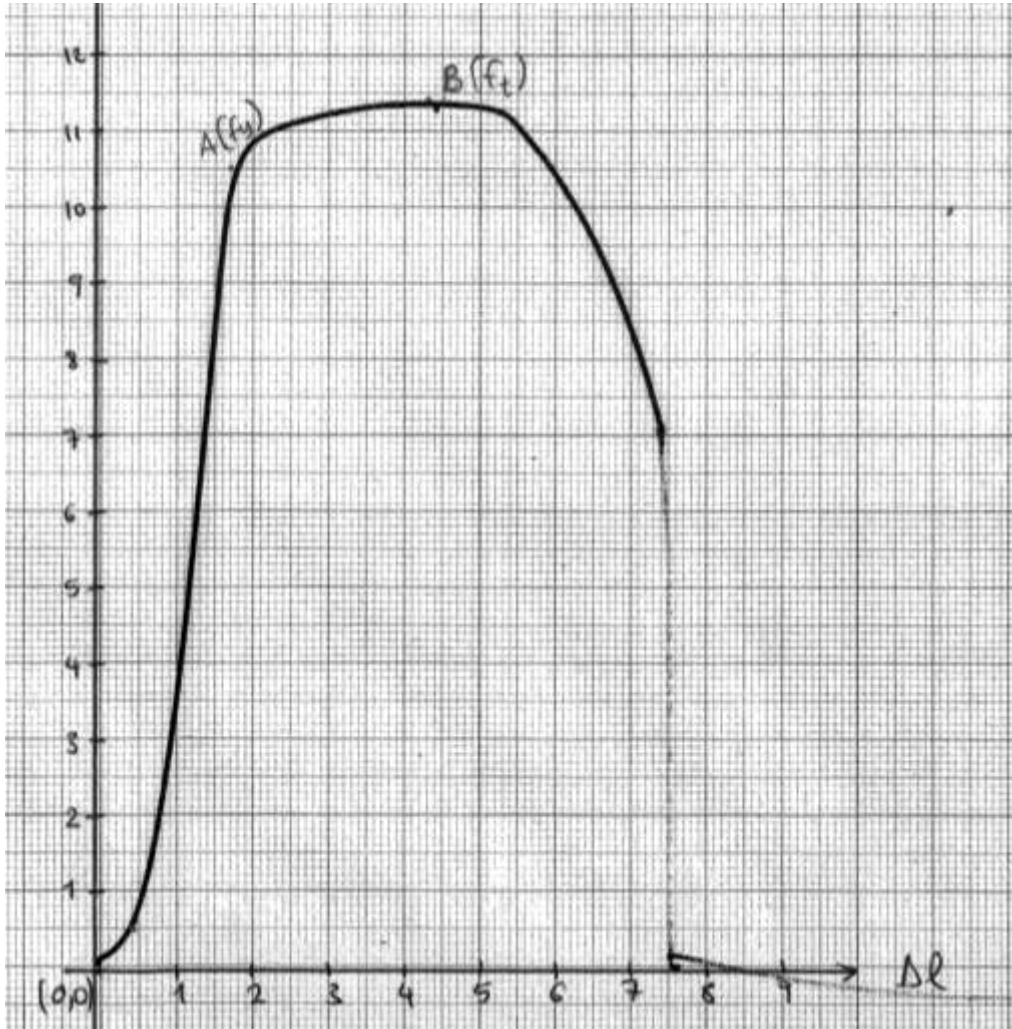


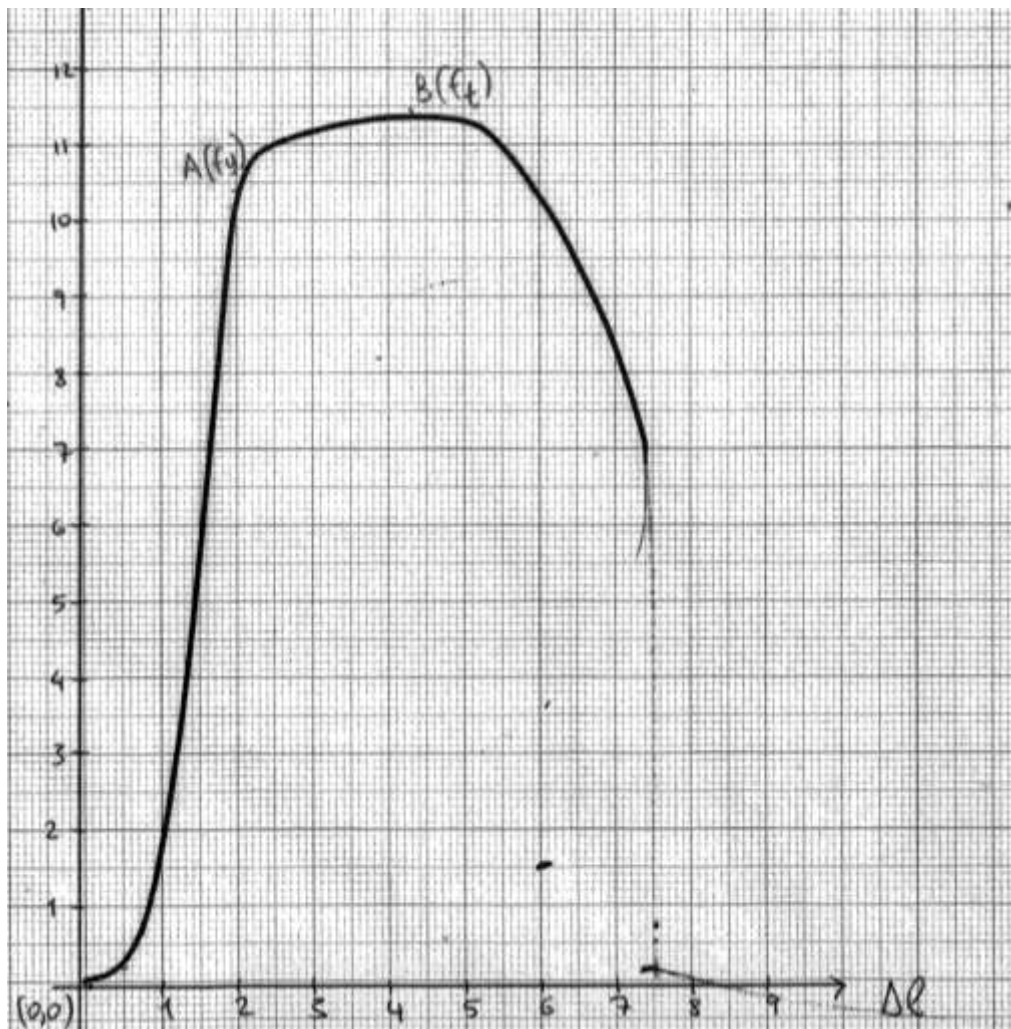


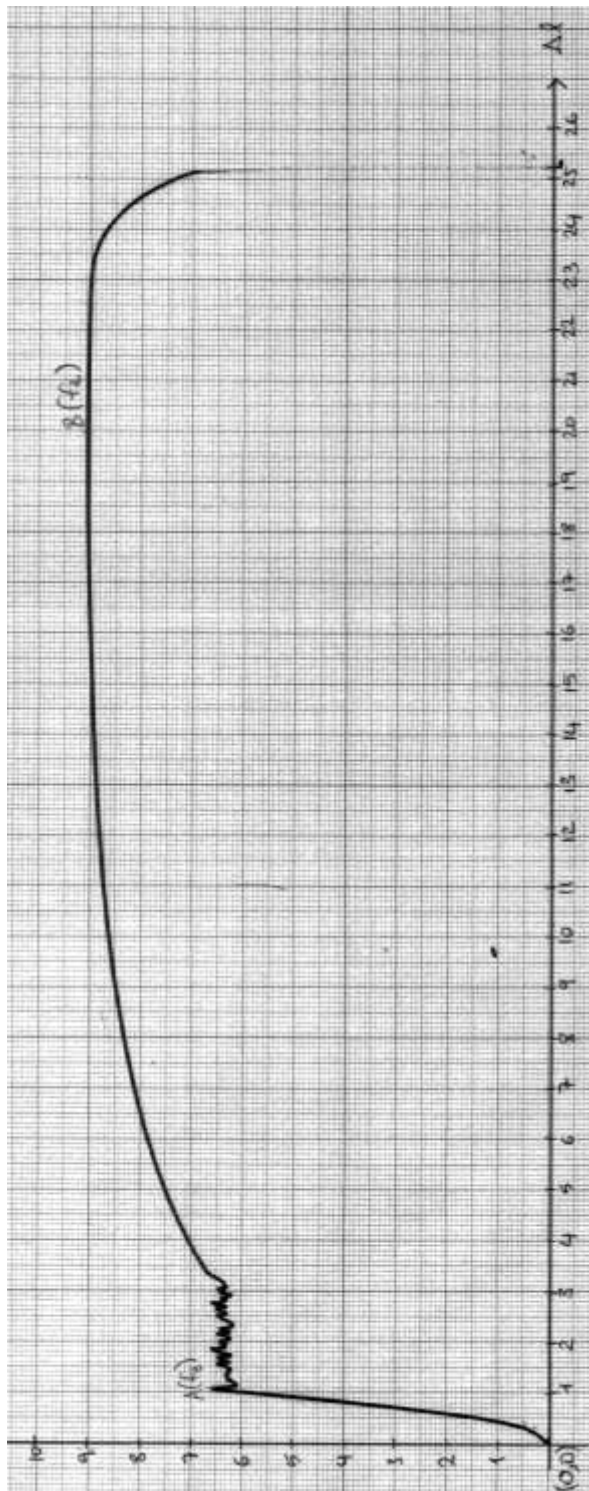


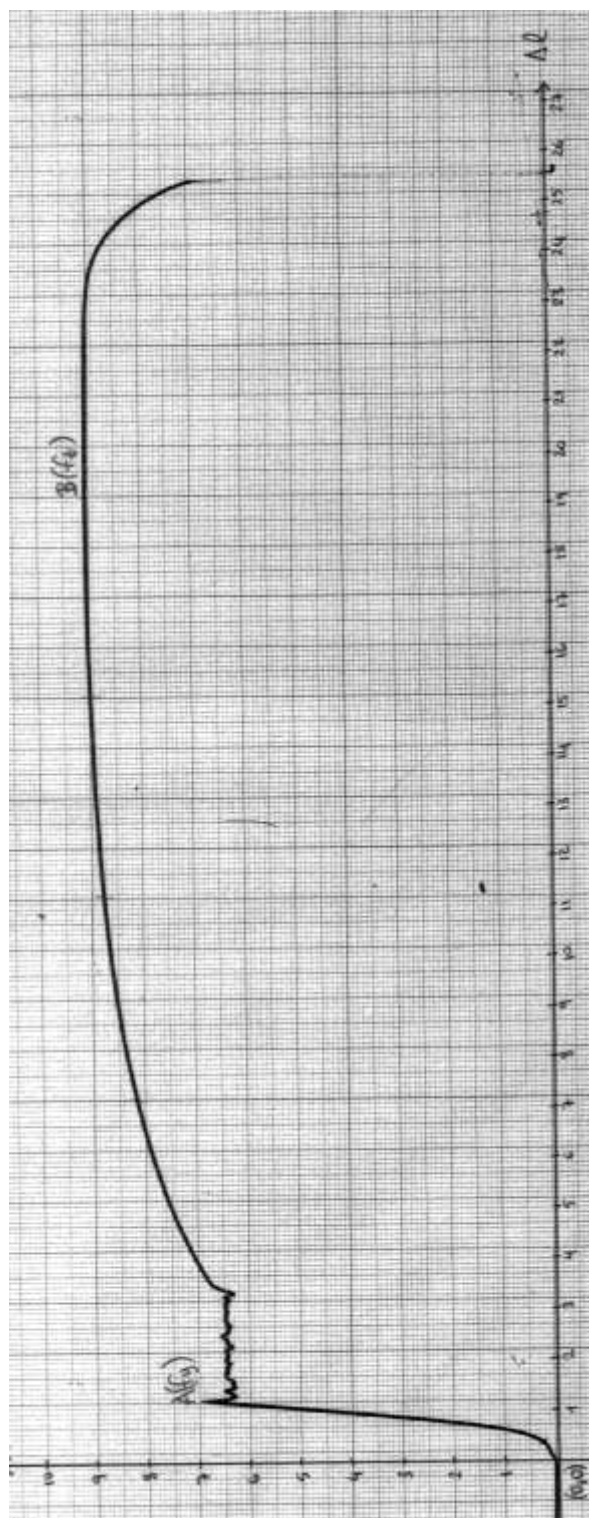


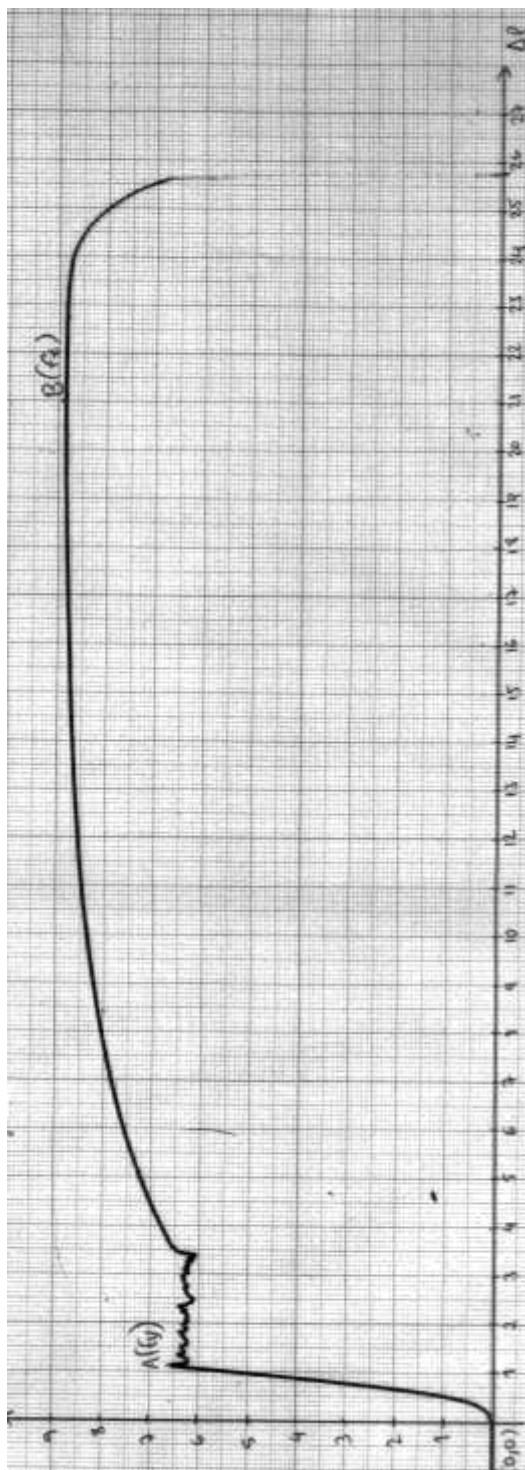


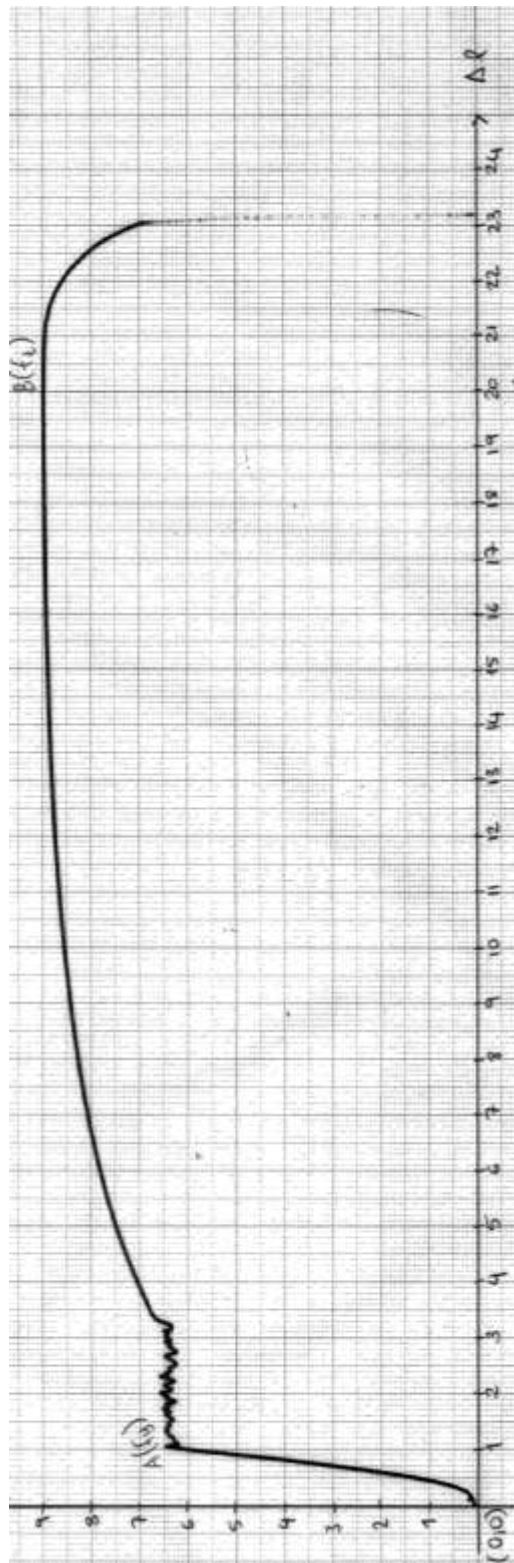


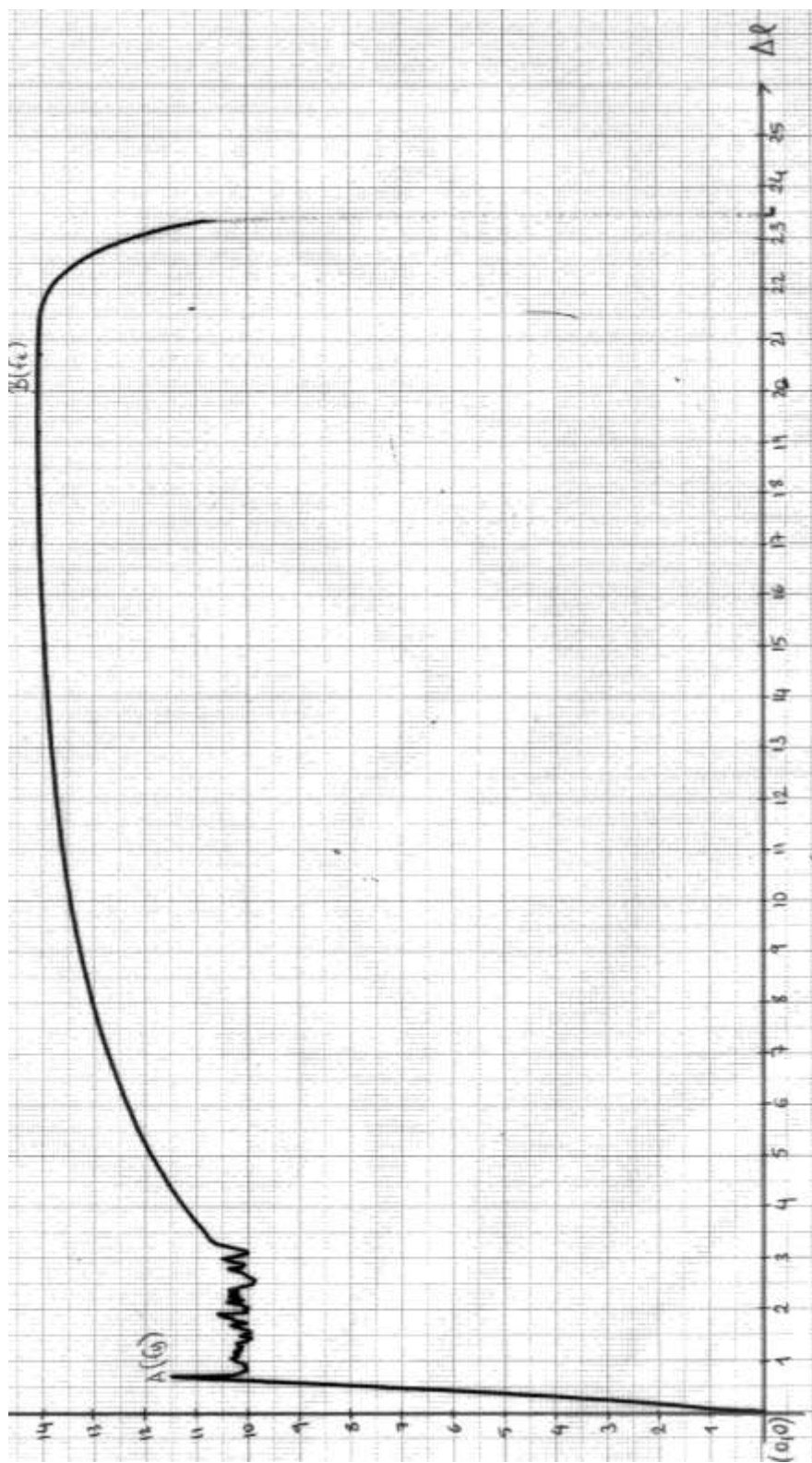


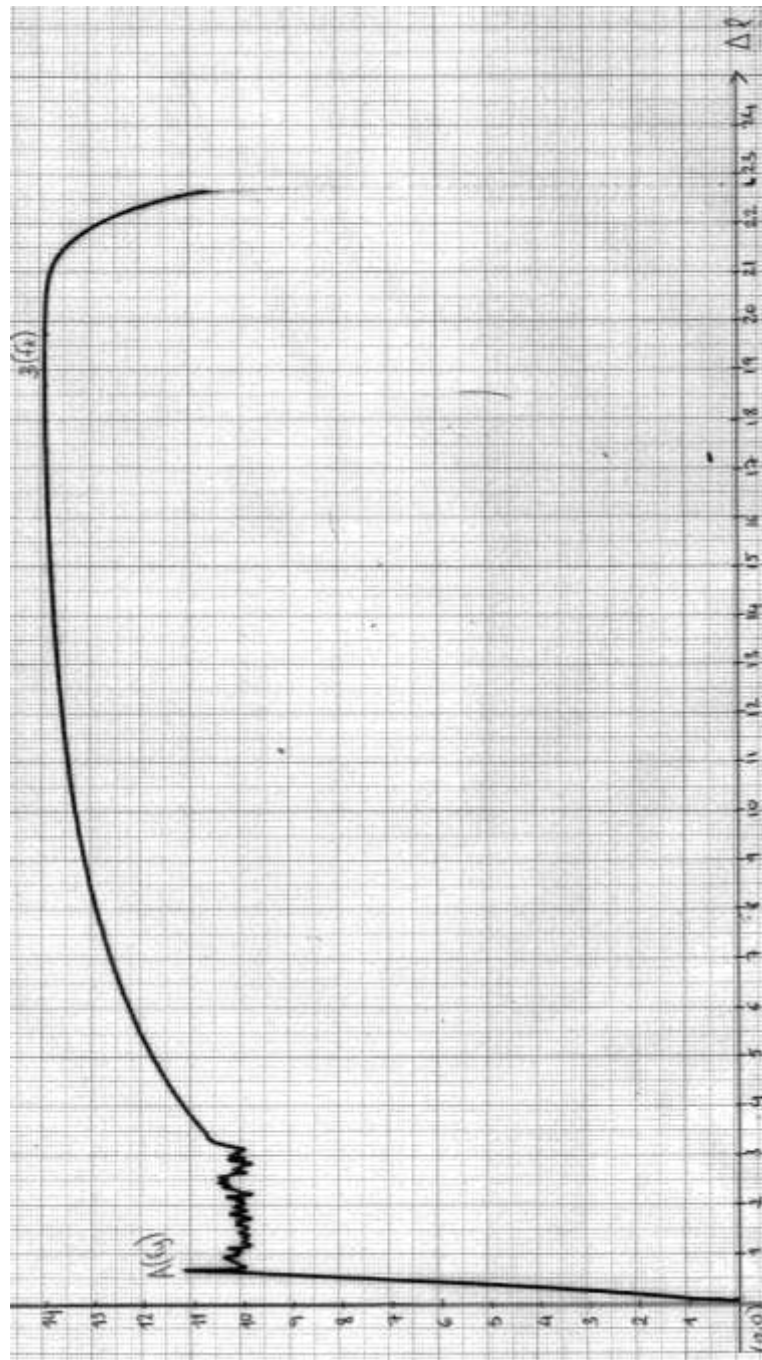












Από την πρέσα γνωρίζουμε πως παραγονται 10000mV
και η κλίμακα μας κατά άξονα ψ είναι είτε 250mm είτε 500mm
αναλόγως το διάγραμμα μας

ΜΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑ Ψ ΣΤΑ 250 mm

$$\frac{10000mV}{250mm} = 40cm$$

$$\frac{40cm}{300kN} = \frac{1cm}{x}$$

$$\frac{300kN}{40cm} = 7,5kN$$

ΜΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑ Ψ ΣΤΑ 500mm

$$\frac{10000mV}{500mm} = 20cm$$

$$\frac{20cm}{300kN} = \frac{1cm}{x}$$

$$\frac{300kN}{20cm} = 15kN$$

ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ :

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{(kN)}{\frac{\pi * d(m)^2}{4}} = \dots\dots\dots kN/m^2 = \dots\dots\dots /1000 = \dots\dots\dots MPa$$

ΑΝΤΟΧΗ :

$$\sigma = \frac{P_{max}}{A} = \frac{(kN)}{\frac{\pi * d(m)^2}{4}} = \dots\dots\dots kN/m^2 = \dots\dots\dots /1000 = \dots\dots\dots MPa$$

ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

Το εμβαδόν του διαγράμματος

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

π.χ $l_{αρχ} > 33,4cm$
 $l_{τελ} > 42cm$
 $l_{τελ} - l_{αρχ} = 8,6$

$$\frac{33,4}{100} \quad \frac{8,6}{X} \quad \left| \quad x = \frac{8600}{33,4} > L = 25,7\%$$

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΠΑΛΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$

$\phi 16$

$I_{\text{αρχικό}} = 25,4 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 28,6 \text{ cm}$

$$13,9\text{cm} * 7,5\text{kN} = 104,25 \text{ kN}$$

$$\frac{104,25 \text{ kN}}{3,14 * 0,016^2 / 4} = \frac{104,25}{0,000201} = 518760 = 518,760 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,6\text{cm} * 7,5\text{kN} = 117 \text{ kN}$$

$$\frac{117 \text{ kN}}{3,14 * 0,016^2 / 4} = \frac{117}{0,000201} = 582205 = 582,2054 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

161,52kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=12,6%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$

$\phi 16$

$I_{\text{αρχικό}} = 25,6 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 29 \text{ cm}$

$$13,85\text{cm} * 7,5\text{kN} = 103,875 \text{ kN}$$

$$\frac{103,875 \text{ kN}}{3,14 * 0,016^2 / 4} = \frac{103,875}{0,000201} = 516894 = 516,8939 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,5\text{cm} * 7,5\text{kN} = 116,25 \text{ kN}$$

$$\frac{116,25 \text{ kN}}{3,14 * 0,016^2 / 4} = \frac{116,25}{0,000201} = 578473 = 578,4733 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

170,71kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=16,4%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
φ 16	
I αρχικό =	26,3 cm
I τελικό =	29,8 cm

$$13,80\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 103,5 \text{ kN}$$

$$\frac{103,5 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{103,5}{0,000201} = 515028 = \mathbf{515,0279 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,5\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 116,25 \text{ kN}$$

$$\frac{116,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{116,25}{0,000201} = 578473 = \mathbf{578,4733 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$171,31\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=9,5\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
φ 16	
I αρχικό =	25,6 cm
I τελικό =	28,7 cm

$$13,99\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 104,925 \text{ kN}$$

$$\frac{104,925 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{104,925}{0,000201} = 522119 = \mathbf{522,1188 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,65\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 117,375 \text{ kN}$$

$$\frac{117,375 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{117,375}{0,000201} = 584071 = \mathbf{584,0715 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

155,1kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=12,1%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
φ 16

I αρχικό = 25,3 cm

I τελικό = 29,8 cm

$$13,90\text{cm} * 7,5\text{kN} = 104,25 \text{ kN}$$

$$\frac{104,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{104,25}{0,000201} = 518760 = \mathbf{518,760 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,58\text{cm} * 7,5\text{kN} = 116,85 \text{ kN}$$

$$\frac{116,85 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{116,85}{0,000201} = 581459 = \mathbf{581,459 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

177,94kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=17,8%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

ψ=250mm
φ 16

I αρχικό = 26,2 cm

I τελικό = 29,2 cm

$$13,60\text{cm} * 7,5\text{kN} = 102 \text{ kN}$$

$$\frac{102 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{102}{0,000201} = 507564 = \mathbf{507,5637 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,48\text{cm} * 7,5\text{kN} = 116,1 \text{ kN}$$

$$\frac{116,1 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{116,1}{0,000201} = 577727 = \mathbf{577,7269 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

156,7625kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=11,5%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
φ 16

I αρχικό = 25,5 cm

I τελικό = 28,8 cm

$$13,85\text{cm} * 7,5\text{kN} = 103,875 \text{ kN}$$

$$\frac{103,875 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{103,875}{0,000201} = 516894 = 516,8939 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,60\text{cm} * 7,5\text{kN} = 117 \text{ kN}$$

$$\frac{117 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{117}{0,000201} = 582205 = 582,2054 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

175,435kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=12,9%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
φ 16

I αρχικό = 25,9 cm

I τελικό = 29,4 cm

$$11,90\text{cm} * 7,5\text{kN} = 89,25 \text{ kN}$$

$$\frac{89,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{89,25}{0,000201} = 444118 = 444,1182 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$13,60\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 102 \text{ kN}$$

$$\frac{102 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{102}{0,000201} = 507564 = 507,5637 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$135,94\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=13,5\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\phi 16$

$$I_{\text{αρχικό}} = 25,6 \text{ cm}$$

$$I_{\text{τελικό}} = 29,0 \text{ cm}$$

$$13,80\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 103,5 \text{ kN}$$

$$\frac{103,5 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{103,5}{0,000201} = 515028 = 515,0279 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,63\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 117,225 \text{ kN}$$

$$\frac{117,225 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{117,225}{0,000201} = 583325 = 583,325 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$175\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=13,3\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\phi 16$

$$I_{\text{αρχικό}} = 26,0 \text{ cm}$$

$$I_{\text{τελικό}} = 37,0 \text{ cm}$$

$$14,0\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 105 \text{ kN}$$

$$\frac{105 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{105}{0,000201} = 522492 = 522,492 \text{ MPa}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,78\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 118,35 \text{ kN}$$

$$\frac{118,35 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{118,35}{0,000201} = 588923 = 588,9232 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$173,515\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=42,3\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11ο

$\psi=250\text{mm}$
 $\phi 18$

$I_{\text{αρχικό}} = 23,0 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 25,2 \text{ cm}$

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$17,19\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 128,925 \text{ kN}$$

$$\frac{128,925 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{128,925}{0,000254} = 506900 = 506,9002 \text{ MPa}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$20,68\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 155,1 \text{ kN}$$

$$\frac{155,1 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{155,1}{0,000254} = 609814 = 609,8136 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$232,05\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=9,6\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
φ 18	
I αρχικό =	26,0 cm
I τελικό =	29,5 cm

$$17,09\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 128,175 \text{ kN}$$

$$\frac{128,175 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{128,175}{0,000254} = 503951 = 503,9514 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$20,60\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 154,5 \text{ kN}$$

$$\frac{154,5 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{154,5}{0,000254} = 607455 = 607,4546 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$244,225\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=13,5\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
φ 18	
I αρχικό =	25
I τελικό =	27,0 cm

$$14,10\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 105,75 \text{ kN}$$

$$\frac{105,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{105,75}{0,000254} = 415782 = 415,782 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$18,89\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 141,675 \text{ kN}$$

$$\frac{141,675 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{141,675}{0,000254} = 557030 = 557,030 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$246,5\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=8\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14ο

ψ=250mm	
φ 18	
I αρχικό =	26,3 cm
I τελικό =	30,6 cm

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$14,60\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 109,5 \text{ kN}$$

$$\frac{109,5 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{109,5}{0,000254} = 430526 = \mathbf{430,5261 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$18,91\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 141,825 \text{ kN}$$

$$\frac{141,825 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{141,825}{0,000254} = 557620 = \mathbf{557,6197 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

272,43kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=15,5%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15ο

ψ=250mm	
φ 18	
I αρχικό =	27,2 cm
I τελικό =	31,1 cm

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$17,00\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 127,5 \text{ kN}$$

$$\frac{127,5 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{127,5}{0,000254} = 501297 = \mathbf{501,2975 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$20,45\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 153,375 \text{ kN}$$

$$\frac{153,375 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{153,375}{0,000254} = 603031 = \mathbf{603,0314 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

250,5kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=14,3%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
φ 18	
I αρχικό =	26,4 cm
I τελικό =	30,1 cm

$$17,10\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 128,25 \text{ kN}$$

$$\frac{128,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{128,25}{0,000254} = 504246 = \mathbf{504,2463 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$20,50\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 153,75 \text{ kN}$$

$$\frac{153,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{153,75}{0,000254} = 604506 = \mathbf{604,5058 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$229,1\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=14\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
φ 18	
I αρχικό =	27,00 cm
I τελικό =	30,9 cm

$$17,11\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 128,325 \text{ kN}$$

$$\frac{128,325 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{128,325}{0,000254} = 504541 = \mathbf{504,541 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$20,65\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 154,875 \text{ kN}$$

$$\frac{154,875 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{154,875}{0,000254} = 608929 = \mathbf{608,929 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$265,175\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=14,4\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
φ 18
I αρχικό = 26,9 cm
I τελικό = 29,6 cm

$$15,11\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 113,325 \text{ kN}$$

$$\frac{113,325 \text{ kN}}{3,14 \cdot 0,018^2 / 4} = \frac{113,325}{0,000254} = 445565 = \mathbf{445,565 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$19,30\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 144,75 \text{ kN}$$

$$\frac{144,75 \text{ kN}}{3,14 \cdot 0,018^2 / 4} = \frac{144,75}{0,000254} = 569120 = \mathbf{569,120 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$218,055\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=9,3\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
φ 18
I αρχικό = 26,9 cm
I τελικό = 30,5 cm

$$17,11\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 128,325 \text{ kN}$$

$$\frac{128,325 \text{ kN}}{3,14 \cdot 0,018^2 / 4} = \frac{128,325}{0,000254} = 504541 = \mathbf{504,5412 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$20,50\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 153,75 \text{ kN}$$

$$\frac{153,75 \text{ kN}}{3,14 \cdot 0,018^2 / 4} = \frac{153,75}{0,000254} = 604506 = \mathbf{604,5058 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$247,8 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=13,4\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\phi 18$

$I_{\text{αρχικό}} = 26,0 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 31,0 \text{ cm}$

$$14,52 \text{ cm} \cdot 7,5 \text{ kN} = 108,9 \text{ kN}$$

$$\frac{108,9 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{108,9}{0,000254} = 428167 = 428,167 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$18,69 \text{ cm} \cdot 7,5 \text{ kN} = 140,175 \text{ kN}$$

$$\frac{140,175 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{140,175}{0,000254} = 553393 = 553,3931 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$259,3 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=19,2\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\phi 18$

$I_{\text{αρχικό}} = 25,3 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 30,0 \text{ cm}$

$$14,15 \text{ cm} \cdot 7,5 \text{ kN} = 106,125 \text{ kN}$$

$$\frac{106,125 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{106,125}{0,000254} = 417256 = 417,2564 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$18,50 \text{ cm} \cdot 7,5 \text{ kN} = 138,75 \text{ kN}$$

$$\frac{138,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{138,75}{0,000254} = 545530 = 545,5296 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

264,53kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=18,6%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
φ 18
I αρχικό = 26,1 cm
I τελικό = 31,0 cm

$$14,20 \text{ cm} \cdot 7,5 \text{ kN} = 106,5 \text{ kN}$$

$$\frac{106,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{106,5}{0,000254} = 418731 = 418,7308 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$18,69 \text{ cm} \cdot 7,5 \text{ kN} = 140,175 \text{ kN}$$

$$\frac{140,175 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{140,175}{0,000254} = 551132 = 551,1323 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

266,42kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=15%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
φ 18
I αρχικό = 25,7 cm
I τελικό = 29,5 cm

$$16,15 \text{ cm} \cdot 7,5 \text{ kN} = 121,125 \text{ kN}$$

$$\frac{121,125 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{121,125}{0,000254} = 476233 = 476,2326 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$19,68\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 147,6 \text{ kN}$$

$$\frac{147,6 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{147,6}{0,000254} = 580326 = 580,3255 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$225,365\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=14,8\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\phi 18$

$I_{\text{αρχικό}} = 25,8 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 29,4 \text{ cm}$

$$14,32\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 107,4 \text{ kN}$$

$$\frac{107,4 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{107,4}{0,000254} = 422269 = 422,2694 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$18,75\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 140,625 \text{ kN}$$

$$\frac{140,625 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{140,625}{0,000254} = 552902 = 552,9016 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$225,215\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=14\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
φ 18	
I αρχικό =	27,0 cm
I τελικό =	31,3 cm

$$17,39\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 130,425 \text{ kN}$$

$$\frac{130,425 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{130,425}{0,000254} = 512798 = \mathbf{512,7978 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$20,77\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 155,775 \text{ kN}$$

$$\frac{155,775 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{155,775}{0,000254} = 612468 = \mathbf{612,4676 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$263,32\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=14,8\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm	
φ 20	
I αρχικό =	26,5 cm
I τελικό =	29,0 cm

$$13\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 195 \text{ kN}$$

$$\frac{195 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,020^2}{4}} = \frac{195}{0,000314} = 621019 = \mathbf{621,0191 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 225 \text{ kN}$$

$$\frac{225 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,020^2}{4}} = \frac{225}{0,000314} = 716561 = \mathbf{716,5605 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$233,68\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=9,4\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27ο

$\psi=500\text{mm}$
$\varphi 20$
$I_{\text{αρχικό}} = 27,4 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 29,4 \text{ cm}$

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$13,3\text{cm} * 15\text{kN} = 199,5 \text{ kN}$$

$$\frac{199,5 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,020^2}{4}} = \frac{199,5}{0,000314} = 635350 = \mathbf{635,3503 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$15,43\text{cm} * 15\text{kN} = 231,45 \text{ kN}$$

$$\frac{231,45 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,020^2}{4}} = \frac{231,45}{0,000314} = 737102 = \mathbf{737,1019 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$258,60\text{kN} * \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=7,3\%$$

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

ψ=250mm	
Φ 12	
I αρχικό =	27,40 cm
I τελικό =	29,40 cm

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$6,1\text{cm} * 7,5\text{kN} = 45,75 \text{ kN}$$

$$\frac{45,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{45,75}{0,000113} = 404724 = \mathbf{404,724 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$6,65\text{cm} * 7,5\text{kN} = 49,88 \text{ kN}$$

$$\frac{49,88 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{49,88}{0,000113} = 441260 = \mathbf{441,160 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$70,05\text{kN} * \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=7,3\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

ψ=250mm	
Φ 12	
I αρχικό =	26,70 cm
I τελικό =	30,00 cm

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$6,2\text{cm} * 7,5\text{kN} = 46,50 \text{ kN}$$

$$\frac{46,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{46,50}{0,000113} = 411359 = \mathbf{411,359 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$6,8\text{cm} * 7,5\text{kN} = 51,00 \text{ kN}$$

$$\frac{51,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{51,00}{0,000113} = 451168 = \mathbf{451,168 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$82,75\text{kN}\cdot\text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=12,4\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\Phi 14$

$I_{\text{αρχικό}} = 28,15 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 30,30 \text{ cm}$

$$8,7\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 65,25 \text{ kN}$$

$$\frac{65,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{65,25}{0,000154} = 424087 = 424,087 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$10,05\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 75,375 \text{ kN}$$

$$\frac{75,375 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{75,375}{0,000154} = 489893 = 489,893 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$73,5\text{kN}\cdot\text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=7,6\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\Phi 14$

$I_{\text{αρχικό}} = 28,10 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 30,00 \text{ cm}$

$$8,6\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 64,50 \text{ kN}$$

$$\frac{64,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{64,50}{0,000154} = 419212 = 419,212 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,9\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 74,25 \text{ kN}$$

$$\frac{74,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{74,25}{0,000154} = 482582 = 482,582 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

61,75kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=6,8%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

**ψ=500mm
Φ 14**

I αρχικό = 33,40 cm

I τελικό = 40,00 cm

$$3,7\text{cm} * 15\text{kN} = 55,50 \text{ kN}$$

$$\frac{55,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,014^2}{4}} = \frac{55,50}{0,000154} = 360718 = \mathbf{360,717 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$4,7\text{cm} * 15\text{kN} = 70,5 \text{ kN}$$

$$\frac{70,5 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,014^2}{4}} = \frac{70,5}{0,000154} = 458209 = \mathbf{458,208 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

102kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=25,7%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

**ψ=250mm
Φ 16**

I αρχικό = 25,50 cm

I τελικό = 31,60 cm

$$8,2\text{cm} * 7,5\text{kN} = 61,50 \text{ kN}$$

$$\frac{61,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{61,50}{0,000201} = 306031 = \mathbf{306,031 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$12,4\text{cm} * 7,5\text{kN} = 93,00 \text{ kN}$$

$$\frac{93,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{93,00}{0,000201} = 462779 = \mathbf{462,779 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

240,5kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=23,9%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
Φ 16

I αρχικό = 24,70 cm

I τελικό = 31,00 cm

$$8,2\text{cm} * 7,5\text{kN} = 61,50 \text{ kN}$$

$$\frac{61,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{61,50}{0,000201} = 306031 = 306,031 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$12,4\text{cm} * 7,5\text{kN} = 93,00 \text{ kN}$$

$$\frac{93,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{93,00}{0,000201} = 462779 = 462,779 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

240,5kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=25,5%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm
Φ 16

I αρχικό = 25,00 cm

I τελικό = 30,80 cm

$$4,7\text{cm} * 15\text{kN} = 70,50 \text{ kN}$$

$$\frac{70,5}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{70,50}{0,000201} = 350816 = 350,816 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$6,3\text{cm} \cdot 1,5\text{kN} = 9,45 \text{ kN}$$

$$\frac{9,45\text{KN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{9,45}{0,000201} = 47024,3 = \mathbf{470,243 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$118\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=23,2\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$\psi=500\text{mm}$$

$$\Phi 18$$

$$I_{\text{αρχικό}} = 25,80 \text{ cm}$$

$$I_{\text{τελικό}} = 33,80 \text{ cm}$$

$$5,5\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 82,50 \text{ kN}$$

$$\frac{82,50\text{KN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{82,50}{0,000254} = 324369 = \mathbf{324,369 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$7,4\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 111,00 \text{ kN}$$

$$\frac{111,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{111,00}{0,000254} = 436424 = \mathbf{436,423 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$162\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=31\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=500\text{mm}$
$\Phi 18$
$I_{\text{αρχικό}} = 26,40 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 27,90 \text{ cm}$

$$12,7\text{cm} * 15\text{kN} = 190,50 \text{ kN}$$

$$\frac{190,50 \text{ kN}}{3,14 * 0,018^2 / 4} = \frac{190,50}{0,000254} = 748997 = \mathbf{748,997 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$16,5\text{cm} * 15\text{kN} = 247,50 \text{ kN}$$

$$\frac{247,50 \text{ kN}}{3,14 * 0,018^2 / 4} = \frac{247,50}{0,000254} = 973107 = \mathbf{973,107 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$202,75\text{kN} * \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=5,7\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=500\text{mm}$
$\Phi 20$
$I_{\text{αρχικό}} = 26,50 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 32,90 \text{ cm}$

$$6,65\text{cm} * 15\text{kN} = 99,75 \text{ kN}$$

$$\frac{99,75 \text{ kN}}{3,14 * 0,02^2 / 4} = \frac{99,75}{0,000314} = 317675 = \mathbf{317,675 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,1\text{cm} * 15\text{kN} = 136,50 \text{ kN}$$

$$\frac{136,50 \text{ kN}}{3,14 * 0,02^2 / 4} = \frac{136,50}{0,000314} = 434713 = \mathbf{434,713 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

367,75kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=24,1%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm
Φ 20

I αρχικό = 26,65 cm

I τελικό = 33,90 cm

$$6,6\text{cm} * 15\text{kN} = 99,00 \text{ kN}$$

$$\frac{99,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,02^2}{4}} = \frac{99,00}{0,000314} = 315287 = 315,287 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,2\text{cm} * 15\text{kN} = 138,00 \text{ kN}$$

$$\frac{138,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,02^2}{4}} = \frac{138,00}{0,000314} = 439490 = 439,490 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

401,50kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=27,4%

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΙΤΑΛΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
Φ 12

I αρχικό = 29,10 cm

I τελικό = 35,10 cm

$$5,2\text{cm} * 7,5\text{kN} = 39,00 \text{ kN}$$

$$\frac{39,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{39,00}{0,000113} = 345011 = 345,011 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$6,5\text{cm} * 7,5\text{kN} = 48,75 \text{ kN}$$

$$\frac{48,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{48,75}{0,000113} = 431263 = 431,263 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

118,125kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=20,6%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
Φ 12

I αρχικό = 28,20 cm

I τελικό = 34,20 cm

$$3,6\text{cm} * 7,5\text{kN} = 27,00 \text{ kN}$$

$$\frac{27,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{27,00}{0,000113} = 238854 = \mathbf{238,854 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$5,00\text{cm} * 7,5\text{kN} = 37,50 \text{ kN}$$

$$\frac{37,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{37,50}{0,000113} = 331741 = \mathbf{331,741 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

89,625kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=21,3%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
Φ 14

I αρχικό = 28,60 cm

I τελικό = 35,50 cm

$$6,8\text{cm} * 7,5\text{kN} = 51,00 \text{ kN}$$

$$\frac{51,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,014^2}{4}} = \frac{51,00}{0,000154} = 331470 = \mathbf{331,470 \text{ MPa}}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,75\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 73,13 \text{ kN}$$

$$\frac{73,13 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{73,13}{0,000154} = 475302 = 475,302 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$210,25\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=24,1\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\Phi 14$

$$I_{\text{αρχικό}} = 29,30 \text{ cm}$$

$$I_{\text{τελικό}} = 36,30 \text{ cm}$$

$$6,9\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 51,75 \text{ kN}$$

$$\frac{51,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{51,75}{0,000154} = 336345 = 336,345 \text{ MPa}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,69\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 72,68 \text{ kN}$$

$$\frac{72,68 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{72,68}{0,000154} = 472377 = 472,378 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$218,25\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=23,9\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$I_{\text{αρχικό}} = 27,50 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 31,00 \text{ cm}$

$$3,6\text{cm} * 15\text{kN} = 54,00 \text{ kN}$$

$$\frac{54,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,014^2}{4}} = \frac{54,00}{0,000154} = 350968 = \mathbf{350,968 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$3,9\text{cm} * 15\text{kN} = 58,50 \text{ kN}$$

$$\frac{58,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,014^2}{4}} = \frac{58,50}{0,000154} = 380216 = \mathbf{380,215 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$33,5\text{kN} * \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=12,5\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
$\Phi 16$
$I_{\text{αρχικό}} = 25,90 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 32,50 \text{ cm}$

$$7,6\text{cm} * 7,5\text{kN} = 57,00 \text{ kN}$$

$$\frac{57,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{57,00}{0,000201} = 283639 = \mathbf{283,639 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$10,79\text{cm} * 7,5\text{kN} = 80,93 \text{ kN}$$

$$\frac{80,93 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{80,93}{0,000201} = 402717 = \mathbf{402,717 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$223,875\text{kN} * \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=25,5%

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

ψ=250mm
Φ 16

I αρχικό = 25,30 cm

I τελικό = 31,90 cm

$$7,6\text{cm} * 7,5\text{kN} = 57,00 \text{ kN}$$

$$\frac{57,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{57,00}{0,000201} = 283639 = \mathbf{283,639 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$10,7\text{cm} * 7,5\text{kN} = 80,25 \text{ kN}$$

$$\frac{80,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{80,25}{0,000201} = 399333 = \mathbf{399,333 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

227,75kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=26%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm
Φ 16

I αρχικό = 24,20 cm

I τελικό = 25,40 cm

$$6,6\text{cm} * 15\text{kN} = 99,00 \text{ kN}$$

$$\frac{99,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{99,00}{0,000201} = 492635 = \mathbf{492,635 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$7,1\text{cm} * 15\text{kN} = 106,50 \text{ kN}$$

$$\frac{106,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,016^2}{4}} = \frac{106,50}{0,000201} = 529956 = \mathbf{529,956 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

36,5kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=4,96%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

**ψ=250mm
Φ 18**

I αρχικό = 25,70 cm

I τελικό = 32,00 cm

$$10,50\text{cm} * 7,5\text{kN} = 78,75 \text{ kN}$$

$$\frac{78,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,018^2}{4}} = \frac{78,75}{0,000254} = 309625 = 309,625 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$14,65\text{cm} * 7,5\text{kN} = 109,88 \text{ kN}$$

$$\frac{109,88\text{kN}}{\frac{3,14 * 0,018^2}{4}} = \frac{109,88}{0,000254} = 432020 = 432,020 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

317,5kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=24,5%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

**ψ=250mm
Φ 18**

I αρχικό = 26,00 cm

I τελικό = 32,00 cm

$$10,70\text{cm} * 7,5\text{kN} = 80,25 \text{ kN}$$

$$\frac{80,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,018^2}{4}} = \frac{80,25}{0,000254} = 315523 = 315,523 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$14,72\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 110,40 \text{ kN}$$

$$\frac{110,40\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{110,40}{0,000254} = 434065 = 434,0646 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$310,25\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=23,1\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=500\text{mm}$
 $\Phi 18$

I αρχικό = 26,50 cm

I τελικό

= 28,50 cm

$$12\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 180,00 \text{ kN}$$

$$\frac{180,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{180,00}{0,000254} = 707714 = 707,714 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$12,5\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 187,50 \text{ kN}$$

$$\frac{187,00\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{187,00}{0,000254} = 735236 = 735,236 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$94\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=7,5\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm	
Φ 20	
I αρχικό =	26,90 cm
I τελικό =	34,00 cm

$$13,55\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 101,63 \text{ kN}$$

$$\frac{101,63 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{101,63}{0,000314} = 323662 = \mathbf{323,662 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$18,19\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 136,43 \text{ kN}$$

$$\frac{136,43\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{136,43}{0,000314} = 434490 = \mathbf{434,4904 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$390,00\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=26,4\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm	
Φ 20	
I αρχικό =	26,10 cm
I τελικό =	32,90 cm

$$6,9\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 103,50 \text{ kN}$$

$$\frac{103,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{103,50}{0,000314} = 329618 = \mathbf{329,618 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,1\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 136,50 \text{ kN}$$

$$\frac{136,50\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{136,50}{0,000314} = 434713 = \mathbf{434,713 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$391,50\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=26,1\%$$

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΒΑΛΚΑΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
$\Phi 12$
$I_{\text{αρχικό}} = 28,50 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 28,70 \text{ cm}$

$$8,5\text{cm} * 7,5\text{kN} = 63,75 \text{ kN}$$

$$\frac{63,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{63,75}{0,000113} = 563960 = 563,960 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$8,7\text{cm} * 7,5\text{kN} = 65,25 \text{ kN}$$

$$\frac{65,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{65,25}{0,000113} = 577229 = 577,229 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$20\text{kN} * \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=0,73\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
$\Phi 12$
$I_{\text{αρχικό}} = 27,30 \text{ cm}$
$27,50$
$I_{\text{τελικό}} = \text{cm}$

$$8,3\text{cm} * 7,5\text{kN} = 62,25 \text{ kN}$$

$$\frac{62,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 * 0,012^2}{4}} = \frac{62,25}{0,000113} = 550690 = 550,690 \text{ MPa}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$8,7\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 65,25 \text{ kN}$$

$$\frac{65,25\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4}} = \frac{65,25}{0,000113} = 577229 = 577,229 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$20,20\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=0,73\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$

$\Phi 14$

$I_{\text{αρχικό}} = 28,00 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 30,00 \text{ cm}$

$$9,2\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 69,00 \text{ kN}$$

$$\frac{69,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{69,00}{0,000154} = 448460 = 448,460 \text{ MPa}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$10,3\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 77,25 \text{ kN}$$

$$\frac{77,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{77,25}{0,000154} = 502080 = 502,080 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$66,375\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=7,1\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$

$\Phi 14$

$I_{\text{αρχικό}} = 28,70 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 30,60 \text{ cm}$

$$9,1\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 68,25 \text{ kN}$$

$$\frac{68,25 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{68,25}{0,000154} = 443585 = 443,585 \text{ MPa}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$10,25\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 76,88 \text{ kN}$$

$$\frac{76,88 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4}} = \frac{76,88}{0,000154} = 499675 = \mathbf{499,675 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$66,5\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=6,6\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$$\psi=250\text{mm}$$

$$\Phi 16$$

$$I_{\text{αρχικό}} = 26,70 \text{ cm}$$

$$28,70$$

$$I_{\text{τελικό}} = \text{cm}$$

$$9,8\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 73,50 \text{ kN}$$

$$\frac{73,50 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{73,50}{0,000201} = 365744 = \mathbf{365,744 \text{ MPa}}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$10,9\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 81,75 \text{ kN}$$

$$\frac{81,75 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4}} = \frac{81,75}{0,000201} = 406797 = \mathbf{406,797 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$61,375\text{kN} \cdot \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=7,5\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
Φ 16
I αρχικό = 25,95 cm
I τελικό = 28,00 cm

$$9,7\text{cm} * 7,5\text{kN} = 72,75 \text{ kN}$$

$$\frac{72,75 \text{ kN}}{3,14 * 0,016^2 / 4} = \frac{72,75}{0,000201} = 362012 = \mathbf{362,012 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$10,85\text{cm} * 7,5\text{kN} = 81,38 \text{ kN}$$

$$\frac{81,38 \text{ kN}}{3,14 * 0,016^2 / 4} = \frac{81,38}{0,000201} = 404956 = \mathbf{404,9562 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$69,25\text{kN} * \text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=7,9\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=250mm
Φ 18
I αρχικό = 27,30 cm
I τελικό = 29,60 cm

$$12,2\text{cm} * 7,5\text{kN} = 91,50 \text{ kN}$$

$$\frac{91,50 \text{ kN}}{3,14 * 0,018^2 / 4} = \frac{91,50}{0,000254} = 359755 = \mathbf{359,755 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$13,8\text{cm} * 7,5\text{kN} = 103,50 \text{ kN}$$

$$\frac{103,50\text{kN}}{3,14 * 0,018^2 / 4} = \frac{103,50}{0,000254} = 406936 = \mathbf{406,936 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$90,70\text{kN}\cdot\text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=8,4\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=250\text{mm}$
 $\Phi 18$

$I_{\text{αρχικό}} = 28,10 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 30,00 \text{ cm}$

$$12,2\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 91,50 \text{ kN}$$

$$\frac{91,50\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{91,50}{0,000254} = 359755 = 359,755 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$13,7\text{cm} \cdot 7,5\text{kN} = 102,75 \text{ kN}$$

$$\frac{102,75\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4}} = \frac{102,75}{0,000254} = 403987 = 403,987 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$89,75\text{kN}\cdot\text{mm}$$

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=6,8\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

$\psi=500\text{mm}$
 $\Phi 20$

$I_{\text{αρχικό}} = 27,00 \text{ cm}$

$I_{\text{τελικό}} = 28,80 \text{ cm}$

$$10,0\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 150,00 \text{ kN}$$

$$\frac{150,00\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{150,00}{0,000314} = 477707 = 477,707 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$11,4\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 171,00 \text{ kN}$$

$$\frac{171,00\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{171,00}{0,000314} = 544586 = 544,586 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

136,50kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=6,7%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm
Φ 20

I αρχικό = 26,00 cm

I τελικό = 27,80 cm

$$10,4\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 156,00 \text{ kN}$$

$$\frac{156,00 \text{ kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{156,00}{0,000314} = 496815 = 496,8153 \text{ MPa}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$11,4\text{cm} \cdot 15\text{kN} = 171,00 \text{ kN}$$

$$\frac{171,00\text{kN}}{\frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = \frac{171,00}{0,000314} = 544586 = 544,586 \text{ MPa}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

132,25kN*mm

(Δ) ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=4,6%

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΛΑΜΕΣ - ΕΛΛΗΝ. ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΤΟΜΗ : A = b * d (m2)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm	
Λάμα (10x35)	
I αρχικό =	28,00 cm
I τελικό =	35,30 cm

$$6,6\text{cm} * 15\text{kN} = 99,00 \text{ kN}$$

$$\frac{99,00 \text{ kN}}{0,010 * 0,035} = \frac{99,00}{0,00035} = 282857 = \mathbf{282,857 \text{ MPa}}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,05\text{cm} * 15\text{kN} = 135,75 \text{ kN}$$

$$\frac{135,75\text{kN}}{0,010 * 0,035} = \frac{135,75}{0,00035} = 387857 = \mathbf{387,857 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$408,00\text{kN} * \text{mm}$$

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=23,2\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm	
Λάμα (10x35)	
I αρχικό =	28,30 cm
I τελικό =	35,90 cm

$$6,9\text{cm} * 15\text{kN} = 103,50 \text{ kN}$$

$$\frac{103,50 \text{ kN}}{0,010 * 0,035} = \frac{103,50}{0,00035} = 295714 = \mathbf{295,7143 \text{ Mpa}}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,1\text{cm} * 15\text{kN} = 136,50 \text{ kN}$$

$$\frac{136,50\text{kN}}{0,010 * 0,035} = \frac{136,50}{0,00035} = 390000 = \mathbf{390,000 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$415,00\text{kN} * \text{mm}$$

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=26,9\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm	
Λάμα (10x30)	
I αρχικό =	27,90 cm
I τελικό =	35,00 cm

$$6,6\text{cm} * 15\text{kN} = 99,00 \text{ kN}$$

$$\frac{99,00 \text{ kN}}{0,010 * 0,030} = \frac{99,00}{0,0003} = 330000 = \mathbf{330,000 \text{ MPa}}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$8,85\text{cm} * 15\text{kN} = 132,75 \text{ kN}$$

$$\frac{132,75\text{kN}}{0,010 * 0,030} = \frac{132,75}{0,0003} = 442500 = \mathbf{442,500 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$400,50\text{kN} * \text{mm}$$

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=25,4\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

(A) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

ψ=500mm	
Λάμα (10x30)	
I αρχικό =	27,60 cm
I τελικό =	34,40 cm

$$6,45\text{cm} * 15\text{kN} = 96,75 \text{ kN}$$

$$\frac{96,75 \text{ kN}}{0,010 * 0,030} = \frac{96,75}{0,0003} = 322500 = \mathbf{322,500 \text{ MPa}}$$

(B) ΑΝΤΟΧΗ

$$9,0\text{cm} * 15\text{kN} = 135,00 \text{ kN}$$

$$\frac{135,00\text{kN}}{0,010 * 0,030} = \frac{135,00}{0,0003} = 450000 = \mathbf{450,000 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

$$368,00\text{kN} * \text{mm}$$

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

$$L=24,6\%$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

**ψ=250mm
Λάμα (8x30)**

I αρχικό = 27,30 cm

I τελικό = 34,40 cm

$$11,5\text{cm} * 7,5\text{kN} = 86,25 \text{ kN}$$

$$\frac{86,25 \text{ kN}}{0,008 * 0,030} = \frac{86,25}{0,00024} = 359375 = \mathbf{359,375 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$14,1\text{cm} * 7,5\text{kN} = 105,75 \text{ kN}$$

$$\frac{105,75\text{kN}}{0,008 * 0,03} = \frac{105,75}{0,00024} = 440625 = \mathbf{440,625 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

293,50kN*mm

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=26,2%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

(Α) ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

**ψ=250mm
Λάμα (8x30)**

I αρχικό = 26,60 cm

I τελικό = 33,50 cm

$$11,25\text{cm} * 7,5\text{kN} = 84,38 \text{ kN}$$

$$\frac{84,38 \text{ kN}}{0,008 * 0,030} = \frac{84,38}{0,00024} = 351583 = \mathbf{351,583 \text{ MPa}}$$

(Β) ΑΝΤΟΧΗ

$$14,00\text{cm} * 7,5\text{kN} = 105,00 \text{ kN}$$

$$\frac{105,00\text{kN}}{0,008 * 0,03} = \frac{105,00}{0,00024} = 437500 = \mathbf{437,500 \text{ MPa}}$$

(Γ) ΕΝΕΡΓΕΙΑ :

286,00kN*mm

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ :

L=25,9%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΑΣΗΣ- ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

ΜΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑ Χ ΣΤΑ 500mm

$$\frac{10000\text{mV}}{500\text{mm}} = 20\text{cm}$$

$$\frac{20\text{cm}}{1\text{cm}} = \frac{250\text{mm}}{x}$$

$$\frac{250\text{mm}}{20\text{cm}} = 12,5\text{mm}$$

ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ :

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{(kN)}{\pi \cdot d(m)^2} = \frac{\dots\dots\dots kN/m^2}{4} = \dots\dots\dots /1000 = \dots\dots\dots \text{MPa}$$

ΟΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ :

$$\sigma = \frac{P_{\max}}{A} = \frac{(kN)}{\pi \cdot d(m)^2} = \frac{\dots\dots\dots kN/m^2}{4} = \dots\dots\dots /1000 = \dots\dots\dots \text{MPa}$$

ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΤΟ P_{\max} :

$$\text{Ανηγ. παρ.} = \frac{\text{εφελκυστική αντοχή ή τάση θραύσης}}{\text{τάση διαρροής}}$$

$$\epsilon_u = \frac{f_t}{f_y}$$

ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΤΡΟΠΗ:

$$\text{Ανηγ. τροπή} = \frac{\text{επιμήκυνση ράβδου}}{\text{αρχικό μήκος ράβδου}}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

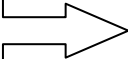
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΠΑΛΙΑΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

$\chi=500\text{mm}$ $\varphi 16$ $l_{\text{αρχικό}} = 25,4 \text{ cm}$ $l_{\text{τελικό}} = 28,6 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,35	3
Σ_3	0,6	6
Σ_4	0,8	9
Σ_5	0,9	11
Σ_6	0,95	12
Σ_7	1,13	13,9
Σ_8	1,49	13,62
Σ_9	2	13,4
Σ_{10}	2,7	13,8
Σ_{11}	4	14,59
Σ_{12}	6	15,2
Σ_{13}	8	15,5
Σ_{14}	9	15,6
Σ_{15}	10	15,48
Σ_{16}	10,8	14
Σ_{17}	11,5	11,5
Σ_{18}	11,8	9,5

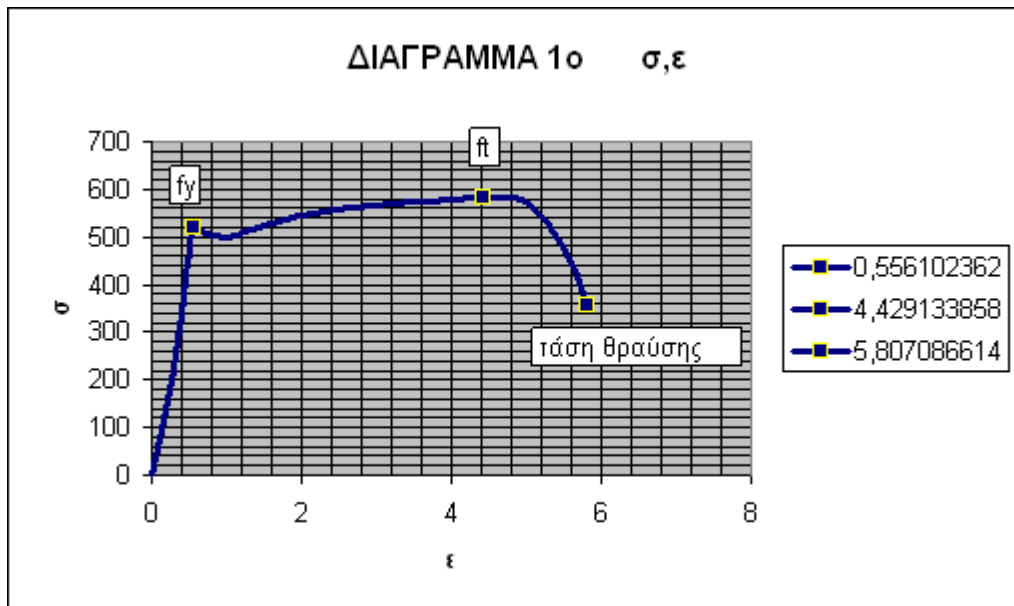
$\chi^*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi^*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	4,375	22,5
Σ_3	7,5	45
Σ_4	10	67,5
Σ_5	11,25	82,5
Σ_6	11,875	90
Σ_7	14,125	104,25
Σ_8	18,625	102,15
Σ_9	25	100,5
Σ_{10}	33,75	103,5
Σ_{11}	50	109,425
Σ_{12}	75	114
Σ_{13}	100	116,25
Σ_{14}	112,5	117
Σ_{15}	125	116,1
Σ_{16}	135	105
Σ_{17}	143,75	86,25
Σ_{18}	147,5	71,25

$$\begin{aligned} \chi' / 25,4 &= \chi'' \\ \psi' / 0,000201 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,17224409	111,940299
Σ_3	0,29527559	223,880597
Σ_4	0,39370079	335,820896
Σ_5	0,44291339	410,447761
Σ_6	0,46751969	447,761194
Σ_7	0,55610236	518,656716
Σ_8	0,73326772	508,208955
Σ_9	0,98425197	500
Σ_{10}	1,32874016	514,925373
Σ_{11}	1,96850394	544,402985
Σ_{12}	2,95275591	567,164179
Σ_{13}	3,93700787	578,358209
Σ_{14}	4,42913386	582,089552
Σ_{15}	4,92125984	577,61194
Σ_{16}	5,31496063	522,38806
Σ_{17}	5,65944882	429,104478
Σ_{18}	5,80708661	354,477612

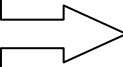


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 25,6 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3	3
Σ_3	0,67	6
Σ_4	0,8	9
Σ_5	0,9	11
Σ_6	1,02	13
Σ_7	1,09	13,85
Σ_8	1,57	13,2
Σ_9	2	13,4
Σ_{10}	2,53	13,32
Σ_{11}	4	14,5
Σ_{12}	6	15,12
Σ_{13}	8	15,42
Σ_{14}	10,2	15,5
Σ_{15}	11,2	15
Σ_{16}	12	13
Σ_{17}	12,49	11
Σ_{18}	12,7	9,5

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

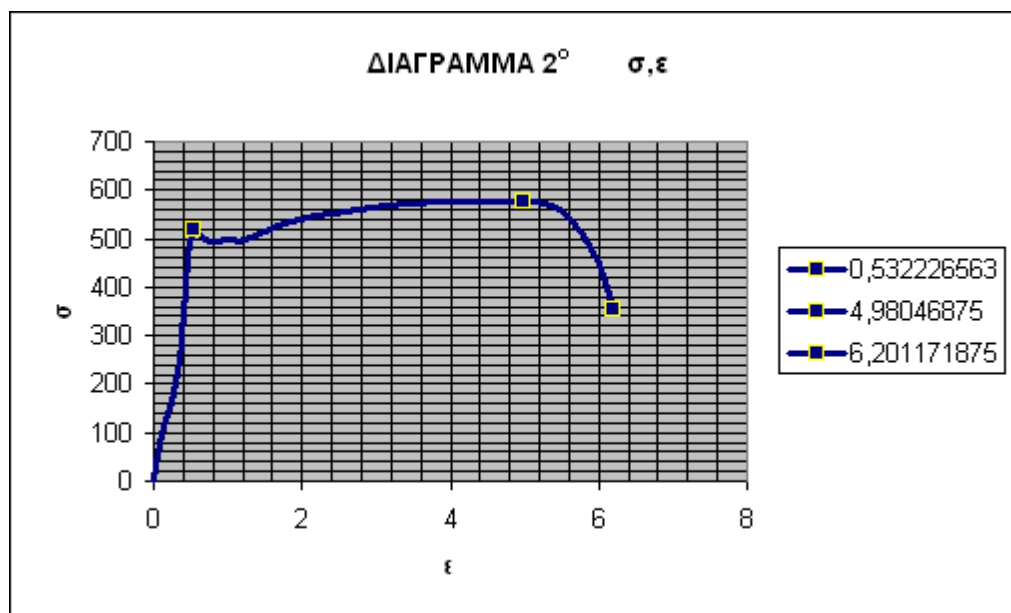
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	22,5
Σ_3	8,375	45
Σ_4	10	67,5
Σ_5	11,25	82,5
Σ_6	12,75	97,5
Σ_7	13,625	103,875
Σ_8	19,625	99
Σ_9	25	100,5
Σ_{10}	31,625	99,9
Σ_{11}	50	108,75
Σ_{12}	75	113,4
Σ_{13}	100	115,65
Σ_{14}	127,5	116,25
Σ_{15}	140	112,5
Σ_{16}	150	97,5
Σ_{17}	156,125	82,5
Σ_{18}	158,75	71,25

$$\chi'/25,6 = \chi''$$

$$\psi'/0,000201 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,14648438	111,940299
Σ_3	0,32714844	223,880597
Σ_4	0,390625	335,820896
Σ_5	0,43945313	410,447761
Σ_6	0,49804688	485,074627
Σ_7	0,53222656	516,791045
Σ_8	0,76660156	492,537313
Σ_9	0,9765625	500
Σ_{10}	1,23535156	497,014925
Σ_{11}	1,953125	541,044776
Σ_{12}	2,9296875	564,179104
Σ_{13}	3,90625	575,373134
Σ_{14}	4,98046875	578,358209
Σ_{15}	5,46875	559,701493
Σ_{16}	5,859375	485,074627
Σ_{17}	6,09863281	410,447761
Σ_{18}	6,20117188	354,477612



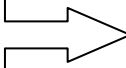
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

$\psi=250\text{mm}$
$\phi 16$
$l_{\text{αρχικό}} = 26,3 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 29,8 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,39	3
Σ_3	0,6	6
Σ_4	0,8	9
Σ_5	0,98	11
Σ_6	1,08	13
Σ_7	1,12	13,8
Σ_8	1,55	13,51
Σ_9	2	13,4
Σ_{10}	2,52	13,49
Σ_{11}	4	14,45
Σ_{12}	7	15,3
Σ_{13}	9	15,49
Σ_{14}	10	15,5
Σ_{15}	11,3	14,9
Σ_{16}	12,1	13
Σ_{17}	12,49	11
Σ_{18}	12,7	9,5

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$

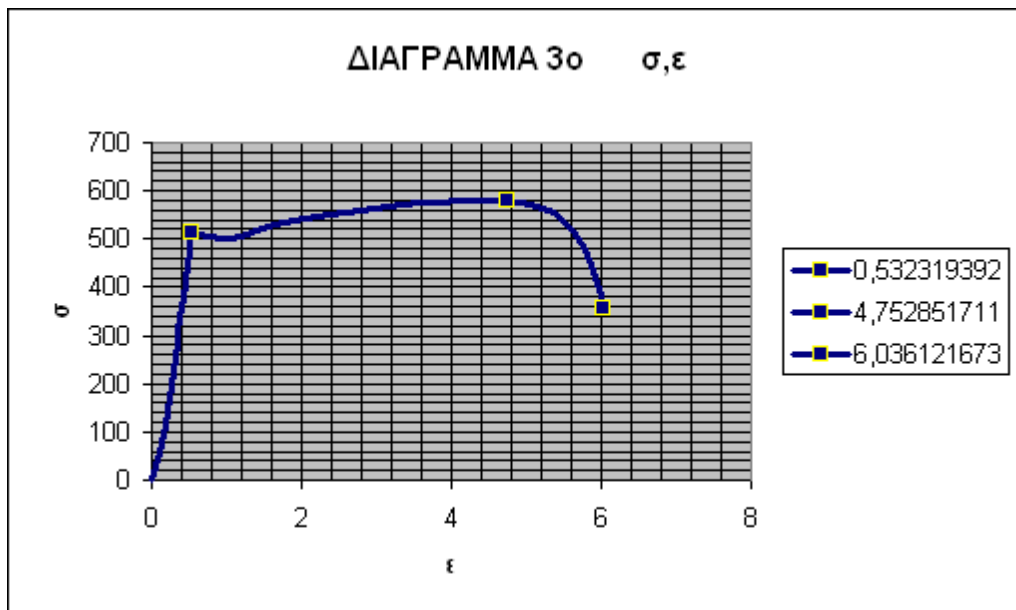


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	4,875	22,5
Σ_3	7,5	45
Σ_4	10	67,5
Σ_5	12,25	82,5
Σ_6	13,5	97,5
Σ_7	14	103,5
Σ_8	19,375	101,325
Σ_9	25	100,5
Σ_{10}	31,5	101,175
Σ_{11}	50	108,375
Σ_{12}	87,5	114,75
Σ_{13}	112,5	116,175
Σ_{14}	125	116,25
Σ_{15}	141,25	111,75
Σ_{16}	151,25	97,5
Σ_{17}	156,125	82,5
Σ_{18}	158,75	71,25

$$\begin{aligned} \chi'/26,3 &= \chi'' \\ \psi'/0,000201 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,18536122	111,940299
Σ_3	0,2851711	223,880597
Σ_4	0,38022814	335,820896
Σ_5	0,46577947	410,447761
Σ_6	0,51330798	485,074627
Σ_7	0,53231939	514,925373
Σ_8	0,73669202	504,104478
Σ_9	0,95057034	500
Σ_{10}	1,19771863	503,358209
Σ_{11}	1,90114068	539,179104
Σ_{12}	3,3269962	570,895522
Σ_{13}	4,27756654	577,985075
Σ_{14}	4,75285171	578,358209
Σ_{15}	5,37072243	555,970149
Σ_{16}	5,75095057	485,074627
Σ_{17}	5,93631179	410,447761
Σ_{18}	6,03612167	354,477612



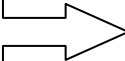
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 25,6 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 28,7 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,41	3
Σ_3	0,7	6
Σ_4	0,9	9
Σ_5	1,1	11
Σ_6	1,2	13
Σ_7	1,3	13,99
Σ_8	1,7	13,78
Σ_9	2,3	13,68
Σ_{10}	2,9	13,9
Σ_{11}	5	15
Σ_{12}	7	15,49
Σ_{13}	9	15,64
Σ_{14}	9,5	15,65
Σ_{15}	10,55	15
Σ_{16}	11,3	13
Σ_{17}	11,7	11
Σ_{18}	11,92	9,5

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$

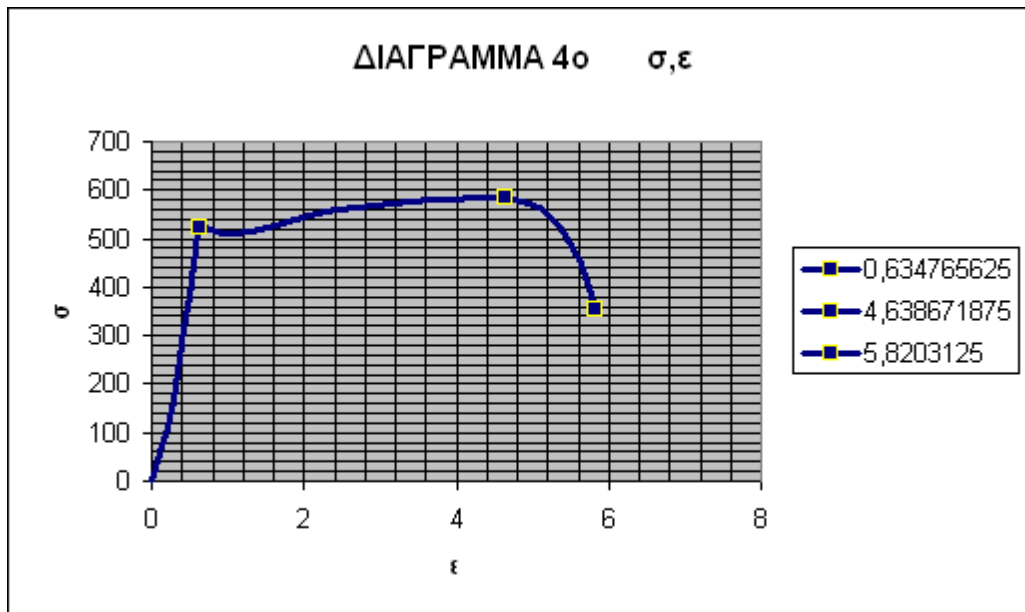


	χ'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5,125	22,5
Σ_3	8,75	45
Σ_4	11,25	67,5
Σ_5	13,75	82,5
Σ_6	15	97,5
Σ_7	16,25	104,925
Σ_8	21,25	103,35
Σ_9	28,75	102,6
Σ_{10}	36,25	104,25
Σ_{11}	62,5	112,5
Σ_{12}	87,5	116,175
Σ_{13}	112,5	117,3
Σ_{14}	118,75	117,375
Σ_{15}	131,875	112,5
Σ_{16}	141,25	97,5
Σ_{17}	146,25	82,5
Σ_{18}	149	71,25

$$\begin{aligned} \chi' / 25,6 &= \chi'' \\ \psi' / 0,000201 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,20019531	111,940299
Σ_3	0,34179688	223,880597
Σ_4	0,43945313	335,820896
Σ_5	0,53710938	410,447761
Σ_6	0,5859375	485,074627
Σ_7	0,63476563	522,014925
Σ_8	0,83007813	514,179104
Σ_9	1,12304688	510,447761
Σ_{10}	1,41601563	518,656716
Σ_{11}	2,44140625	559,701493
Σ_{12}	3,41796875	577,985075
Σ_{13}	4,39453125	583,58209
Σ_{14}	4,63867188	583,955224
Σ_{15}	5,15136719	559,701493
Σ_{16}	5,51757813	485,074627
Σ_{17}	5,71289063	410,447761
Σ_{18}	5,8203125	354,477612

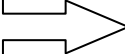


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 25,3 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29,8 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,35	3
Σ_3	0,61	6
Σ_4	0,8	9
Σ_5	0,91	11
Σ_6	1,01	13
Σ_7	1,1	13,9
Σ_8	1,53	13,7
Σ_9	2,15	13,3
Σ_{10}	2,8	13,8
Σ_{11}	4	14,5
Σ_{12}	7	15,37
Σ_{13}	9	15,52
Σ_{14}	10,5	15,58
Σ_{15}	12	14,5
Σ_{16}	12,52	13
Σ_{17}	13	11
Σ_{18}	13,18	9,6

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

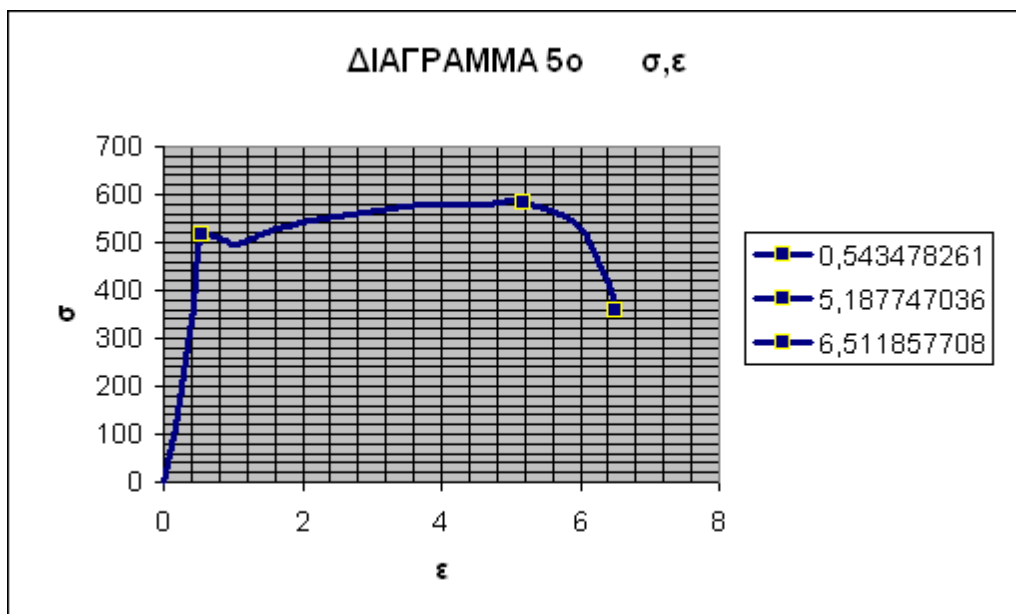
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	4,375	22,5
Σ_3	7,625	45
Σ_4	10	67,5
Σ_5	11,375	82,5
Σ_6	12,625	97,5
Σ_7	13,75	104,25
Σ_8	19,125	102,75
Σ_9	26,875	99,75
Σ_{10}	35	103,5
Σ_{11}	50	108,75
Σ_{12}	87,5	115,275
Σ_{13}	112,5	116,4
Σ_{14}	131,25	116,85
Σ_{15}	150	108,75
Σ_{16}	156,5	97,5
Σ_{17}	162,5	82,5
Σ_{18}	164,75	72

$$\chi'/25,3 = \chi'$$

$$\psi'/0,000201 = \psi$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1729249	111,940299
Σ_3	0,3013834	223,880597
Σ_4	0,39525692	335,820896
Σ_5	0,44960474	410,447761
Σ_6	0,49901186	485,074627
Σ_7	0,54347826	518,656716
Σ_8	0,75592885	511,19403
Σ_9	1,06225296	496,268657
Σ_{10}	1,38339921	514,925373
Σ_{11}	1,97628458	541,044776
Σ_{12}	3,45849802	573,507463
Σ_{13}	4,44664032	579,104478
Σ_{14}	5,18774704	581,343284
Σ_{15}	5,92885375	541,044776
Σ_{16}	6,18577075	485,074627
Σ_{17}	6,4229249	410,447761
Σ_{18}	6,51185771	358,208955

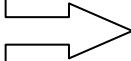


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 26,2 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29,2 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,32	3
Σ_3	0,55	6
Σ_4	0,8	9
Σ_5	0,9	11
Σ_6	1,02	13
Σ_7	1,1	13,6
Σ_8	1,5	13,35
Σ_9	2	13,18
Σ_{10}	2,6	13,65
Σ_{11}	4	14,49
Σ_{12}	6	15,58
Σ_{13}	8	15,4
Σ_{14}	9,1	15,48
Σ_{15}	10,2	15
Σ_{16}	11,05	13
Σ_{17}	11,5	11
Σ_{18}	11,7	9,4

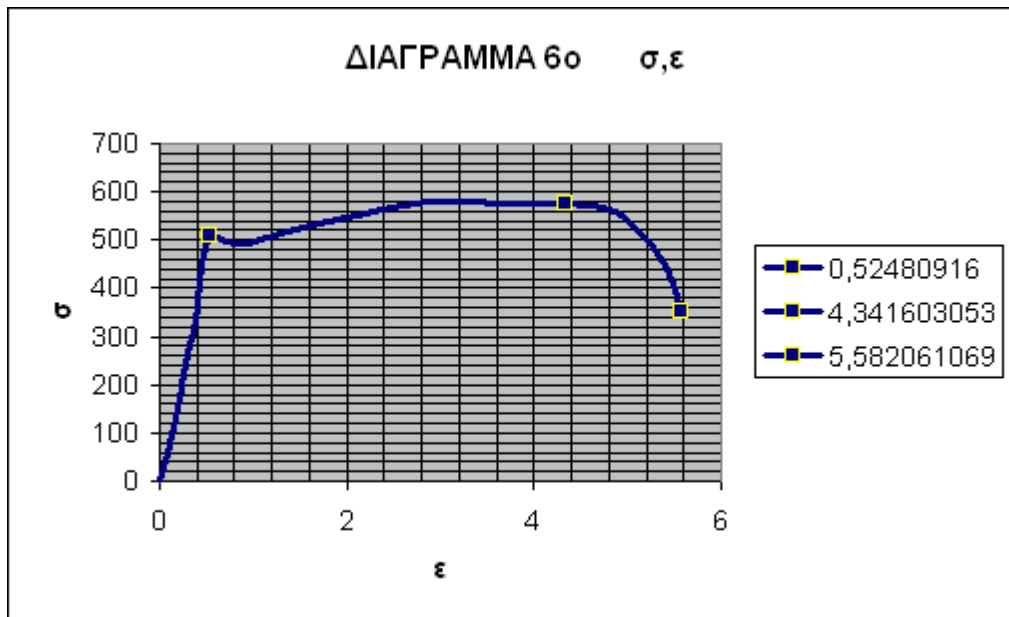
$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$
 $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	4	22,5
Σ_3	6,875	45
Σ_4	10	67,5
Σ_5	11,25	82,5
Σ_6	12,75	97,5
Σ_7	13,75	102
Σ_8	18,75	100,125
Σ_9	25	98,85
Σ_{10}	32,5	102,375
Σ_{11}	50	108,675
Σ_{12}	75	116,85
Σ_{13}	100	115,5
Σ_{14}	113,75	116,1
Σ_{15}	127,5	112,5
Σ_{16}	138,125	97,5
Σ_{17}	143,75	82,5
Σ_{18}	146,25	70,5

$$\begin{aligned} \chi'/26,2 &= \chi'' \\ \psi'/0,000201 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,15267176	111,940299
Σ_3	0,26240458	223,880597
Σ_4	0,38167939	335,820896
Σ_5	0,42938931	410,447761
Σ_6	0,48664122	485,074627
Σ_7	0,52480916	507,462687
Σ_8	0,71564885	498,134328
Σ_9	0,95419847	491,791045
Σ_{10}	1,24045802	509,328358
Σ_{11}	1,90839695	540,671642
Σ_{12}	2,86259542	581,343284
Σ_{13}	3,81679389	574,626866
Σ_{14}	4,34160305	577,611194
Σ_{15}	4,86641221	559,701493
Σ_{16}	5,27194656	485,074627
Σ_{17}	5,48664122	410,447761
Σ_{18}	5,58206107	350,746269



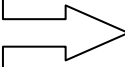
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 25,5 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 28,8 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,41	3
Σ_3	0,71	6
Σ_4	0,92	9
Σ_5	1,02	11
Σ_6	1,19	13
Σ_7	1,25	13,85
Σ_8	1,82	13,43
Σ_9	2,35	13,52
Σ_{10}	2,88	13,7
Σ_{11}	4	14,5
Σ_{12}	7	15,33
Σ_{13}	9	15,5
Σ_{14}	10	15,6
Σ_{15}	11	15,5
Σ_{16}	12	14
Σ_{17}	12,7	11
Σ_{18}	13	9,4

$\chi^*12,5\text{mm}=\chi'$
 $\psi^*7,5\text{kN}=\psi'$

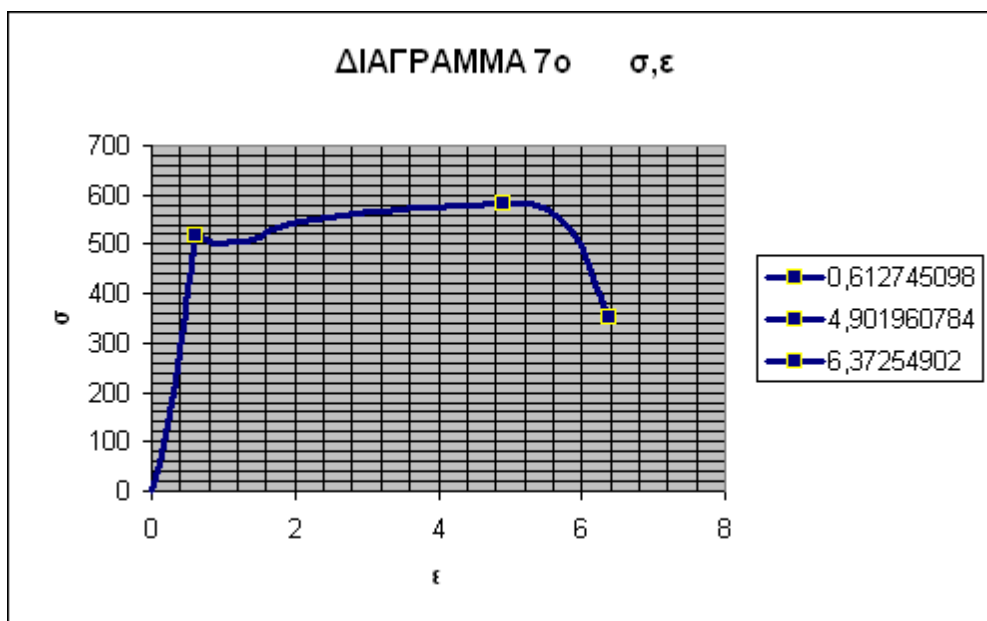


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5,125	22,5
Σ_3	8,875	45
Σ_4	11,5	67,5
Σ_5	12,75	82,5
Σ_6	14,875	97,5
Σ_7	15,625	103,875
Σ_8	22,75	100,725
Σ_9	29,375	101,4
Σ_{10}	36	102,75
Σ_{11}	50	108,75
Σ_{12}	87,5	114,975
Σ_{13}	112,5	116,25
Σ_{14}	125	117
Σ_{15}	137,5	116,25
Σ_{16}	150	105
Σ_{17}	158,75	82,5
Σ_{18}	162,5	70,5

$$\begin{matrix} \chi'/25,5=\chi'' \\ \psi'/0,000201=\psi \\ \ddot{} \end{matrix} \rightarrow$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,20098039	111,940299
Σ_3	0,34803922	223,880597
Σ_4	0,45098039	335,820896
Σ_5	0,5	410,447761
Σ_6	0,58333333	485,074627
Σ_7	0,6127451	516,791045
Σ_8	0,89215686	501,119403
Σ_9	1,15196078	504,477612
Σ_{10}	1,41176471	511,19403
Σ_{11}	1,96078431	541,044776
Σ_{12}	3,43137255	572,014925
Σ_{13}	4,41176471	578,358209
Σ_{14}	4,90196078	582,089552
Σ_{15}	5,39215686	578,358209
Σ_{16}	5,88235294	522,38806
Σ_{17}	6,2254902	410,447761
Σ_{18}	6,37254902	350,746269

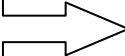


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 25,9 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29,4 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,22	3
Σ_3	0,43	6
Σ_4	0,61	9
Σ_5	0,62	11
Σ_6	0,8	11,9
Σ_7	1,2	11,3
Σ_8	1,7	11,37
Σ_9	2,2	11,41
Σ_{10}	3	12,22
Σ_{11}	4	12,72
Σ_{12}	6	13,32
Σ_{13}	8	13,58
Σ_{14}	9	13,6
Σ_{15}	10,5	13
Σ_{16}	11,2	11,3
Σ_{17}	11,6	9,5
Σ_{18}	11,89	7,6

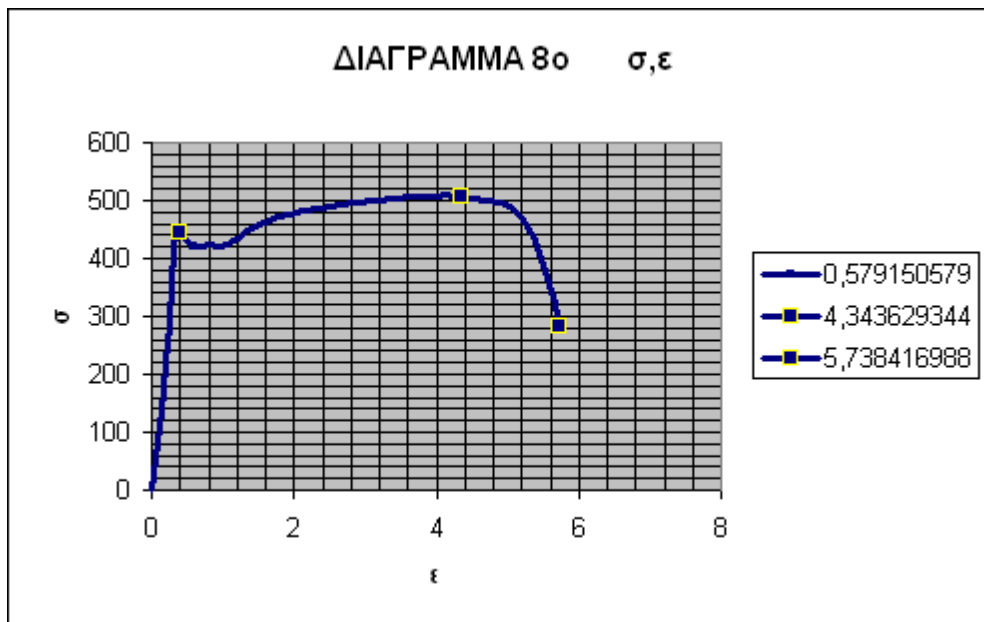
$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

	χ'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,75	22,5
Σ_3	5,375	45
Σ_4	7,625	67,5
Σ_5	7,75	82,5
Σ_6	10	89,25
Σ_7	15	84,75
Σ_8	21,25	85,275
Σ_9	27,5	85,575
Σ_{10}	37,5	91,65
Σ_{11}	50	95,4
Σ_{12}	75	99,9
Σ_{13}	100	101,85
Σ_{14}	112,5	102
Σ_{15}	131,25	97,5
Σ_{16}	140	84,75
Σ_{17}	145	71,25
Σ_{18}	148,625	57

$$\begin{aligned} \chi'/25,9 &= \chi'' \\ \psi'/0,000201 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,10617761	111,940299
Σ_3	0,20752896	223,880597
Σ_4	0,29440154	335,820896
Σ_5	0,2992278	410,447761
Σ_6	0,38610039	444,029851
Σ_7	0,57915058	421,641791
Σ_8	0,82046332	424,253731
Σ_9	1,06177606	425,746269
Σ_{10}	1,44787645	455,970149
Σ_{11}	1,93050193	474,626866
Σ_{12}	2,8957529	497,014925
Σ_{13}	3,86100386	506,716418
Σ_{14}	4,34362934	507,462687
Σ_{15}	5,06756757	485,074627
Σ_{16}	5,40540541	421,641791
Σ_{17}	5,5984556	354,477612
Σ_{18}	5,73841699	283,58209



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

$\psi=250\text{mm}$	
$\phi 16$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	25,6 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	29,0 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,53	3
Σ_3	0,78	6
Σ_4	0,99	9
Σ_5	1,12	11
Σ_6	1,22	13
Σ_7	1,3	13,8
Σ_8	1,75	13,4
Σ_9	2,3	13,44
Σ_{10}	2,9	13,79
Σ_{11}	4	14,5
Σ_{12}	7	15,43
Σ_{13}	9	15,6
Σ_{14}	10	15,63
Σ_{15}	11,6	15
Σ_{16}	12,4	13
Σ_{17}	12,82	11
Σ_{18}	13	9,5

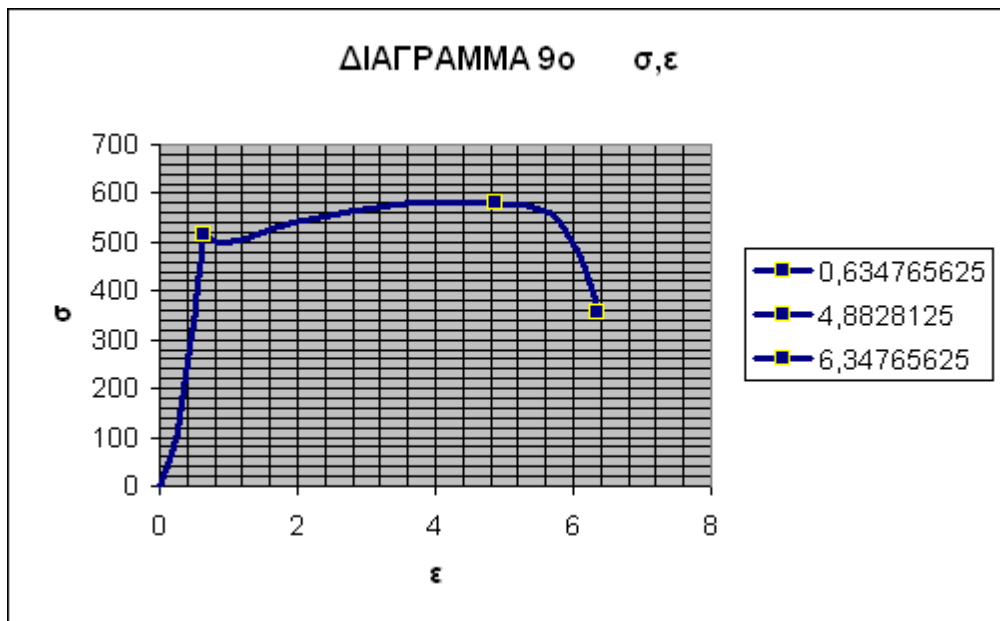
$\chi^*12,5\text{mm}=\chi'$	→
$\psi^*7,5\text{kN}=\psi'$	

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,625	22,5
Σ_3	9,75	45
Σ_4	12,375	67,5
Σ_5	14	82,5
Σ_6	15,25	97,5
Σ_7	16,25	103,5
Σ_8	21,875	100,5
Σ_9	28,75	100,8
Σ_{10}	36,25	103,425
Σ_{11}	50	108,75
Σ_{12}	87,5	115,725
Σ_{13}	112,5	117
Σ_{14}	125	117,225
Σ_{15}	145	112,5
Σ_{16}	155	97,5
Σ_{17}	160,25	82,5
Σ_{18}	162,5	71,25

$$\begin{aligned} \chi'/25,6 &= \chi'' \\ \psi'/0,000201 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,25878906	111,940299
Σ_3	0,38085938	223,880597
Σ_4	0,48339844	335,820896
Σ_5	0,546875	410,447761
Σ_6	0,59570313	485,074627
Σ_7	0,63476563	514,925373
Σ_8	0,85449219	500
Σ_9	1,12304688	501,492537
Σ_{10}	1,41601563	514,552239
Σ_{11}	1,953125	541,044776
Σ_{12}	3,41796875	575,746269
Σ_{13}	4,39453125	582,089552
Σ_{14}	4,8828125	583,208955
Σ_{15}	5,6640625	559,701493
Σ_{16}	6,0546875	485,074627
Σ_{17}	6,25976563	410,447761
Σ_{18}	6,34765625	354,477612

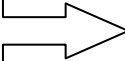


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 26,0 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 37,0 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,4	3,1
Σ_3	0,61	6,1
Σ_4	0,81	9,1
Σ_5	0,92	11,1
Σ_6	1,03	13,1
Σ_7	1,1	14
Σ_8	1,5	13,58
Σ_9	2,09	13,53
Σ_{10}	2,7	13,7
Σ_{11}	4	14,8
Σ_{12}	7	15,6
Σ_{13}	9	15,75
Σ_{14}	10	15,78
Σ_{15}	11,37	15,1
Σ_{16}	12	13,6
Σ_{17}	12,5	11,1
Σ_{18}	12,8	9,5

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

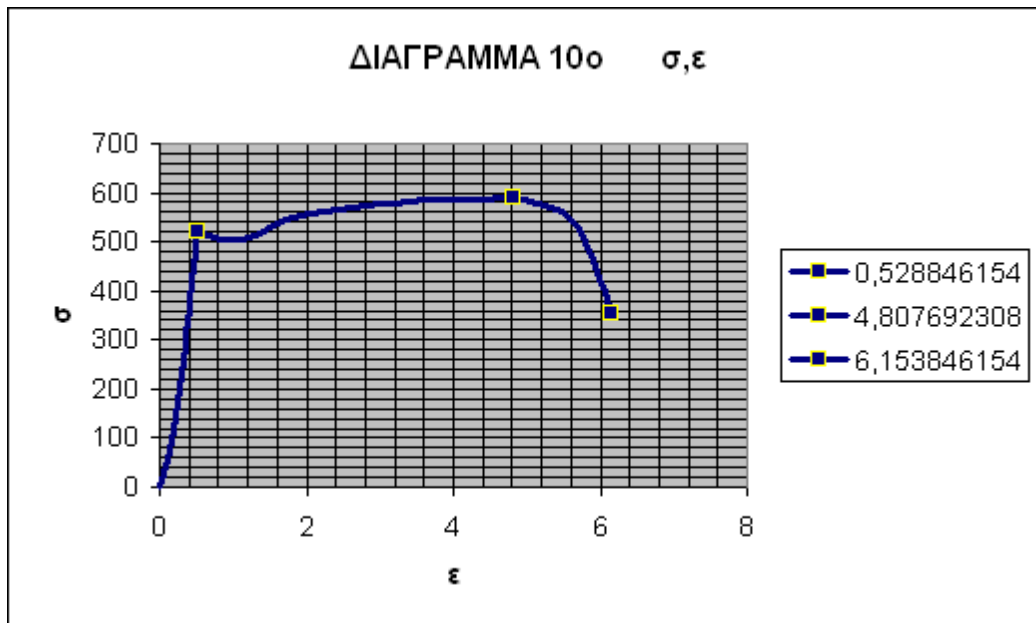
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5	23,25
Σ_3	7,625	45,75
Σ_4	10,125	68,25
Σ_5	11,5	83,25
Σ_6	12,875	98,25
Σ_7	13,75	105
Σ_8	18,75	101,85
Σ_9	26,125	101,475
Σ_{10}	33,75	102,75
Σ_{11}	50	111
Σ_{12}	87,5	117
Σ_{13}	112,5	118,125
Σ_{14}	125	118,35
Σ_{15}	142,125	113,25
Σ_{16}	150	102
Σ_{17}	156,25	83,25
Σ_{18}	160	71,25

$$\chi'/26,0 = \chi''$$

$$\psi'/0,000201 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,19230769	115,671642
Σ_3	0,29326923	227,61194
Σ_4	0,38942308	339,552239
Σ_5	0,44230769	414,179104
Σ_6	0,49519231	488,80597
Σ_7	0,52884615	522,38806
Σ_8	0,72115385	506,716418
Σ_9	1,00480769	504,850746
Σ_{10}	1,29807692	511,19403
Σ_{11}	1,92307692	552,238806
Σ_{12}	3,36538462	582,089552
Σ_{13}	4,32692308	587,686567
Σ_{14}	4,80769231	588,80597
Σ_{15}	5,46634615	563,432836
Σ_{16}	5,76923077	507,462687
Σ_{17}	6,00961538	414,179104
Σ_{18}	6,15384615	354,477612

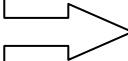


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 23,0 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 25,2 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,49	3,1
Σ_3	0,72	6,1
Σ_4	0,89	9,1
Σ_5	1	11,1
Σ_6	1,21	16,1
Σ_7	1,28	17,19
Σ_8	1,53	16,5
Σ_9	1,9	17,18
Σ_{10}	2,55	16,82
Σ_{11}	4	18,73
Σ_{12}	7	20,22
Σ_{13}	9	20,6
Σ_{14}	10,3	20,68
Σ_{15}	12	19,6
Σ_{16}	12,53	18,1
Σ_{17}	13	16,1
Σ_{18}	13,2	14,3

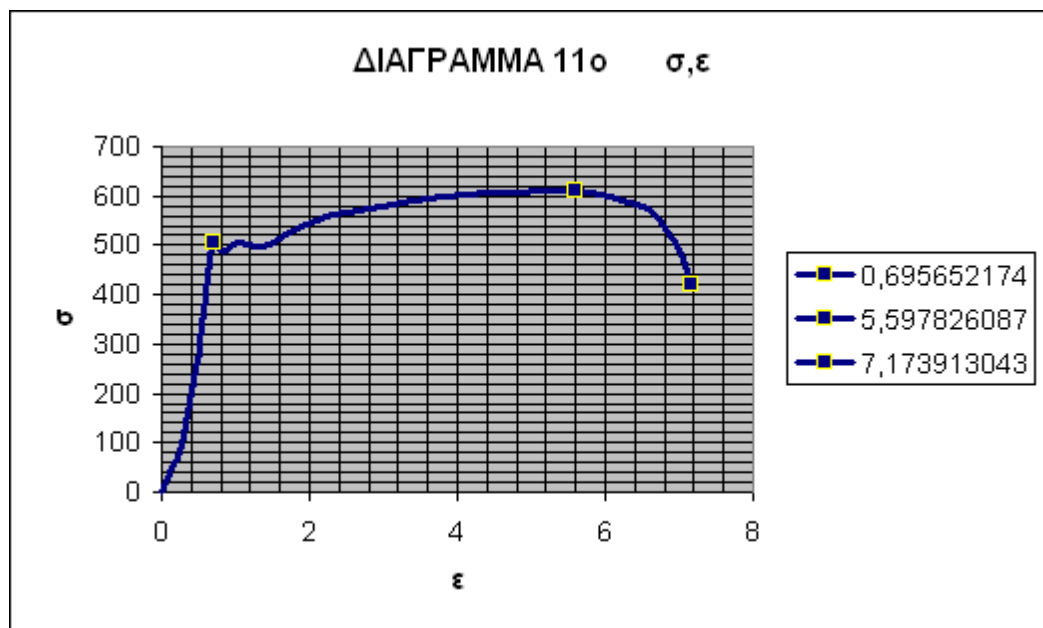
$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,125	23,25
Σ_3	9	45,75
Σ_4	11,125	68,25
Σ_5	12,5	83,25
Σ_6	15,125	120,75
Σ_7	16	128,925
Σ_8	19,125	123,75
Σ_9	23,75	128,85
Σ_{10}	31,875	126,15
Σ_{11}	50	140,475
Σ_{12}	87,5	151,65
Σ_{13}	112,5	154,5
Σ_{14}	128,75	155,1
Σ_{15}	150	147
Σ_{16}	156,625	135,75
Σ_{17}	162,5	120,75
Σ_{18}	165	107,25

$$\begin{aligned} \chi'/23,0 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,26630435	91,5354331
Σ_3	0,39130435	180,11811
Σ_4	0,48369565	268,700787
Σ_5	0,54347826	327,755906
Σ_6	0,6576087	475,393701
Σ_7	0,69565217	507,57874
Σ_8	0,83152174	487,204724
Σ_9	1,0326087	507,283465
Σ_{10}	1,38586957	496,653543
Σ_{11}	2,17391304	553,051181
Σ_{12}	3,80434783	597,047244
Σ_{13}	4,89130435	608,267717
Σ_{14}	5,59782609	610,629921
Σ_{15}	6,52173913	578,740157
Σ_{16}	6,80978261	534,448819
Σ_{17}	7,06521739	475,393701
Σ_{18}	7,17391304	422,244094

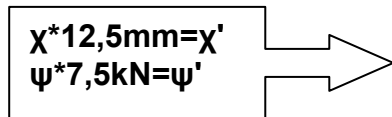


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 26,0 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29,5 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,43	3
Σ_3	0,6	6
Σ_4	0,89	9
Σ_5	1,01	11
Σ_6	1,2	15
Σ_7	1,35	17,09
Σ_8	1,6	16,37
Σ_9	2,2	16,78
Σ_{10}	2,9	17
Σ_{11}	4	18,4
Σ_{12}	7	20
Σ_{13}	10	20,52
Σ_{14}	11	20,6
Σ_{15}	12,5	20
Σ_{16}	13,3	18
Σ_{17}	13,7	16
Σ_{18}	13,9	14,2

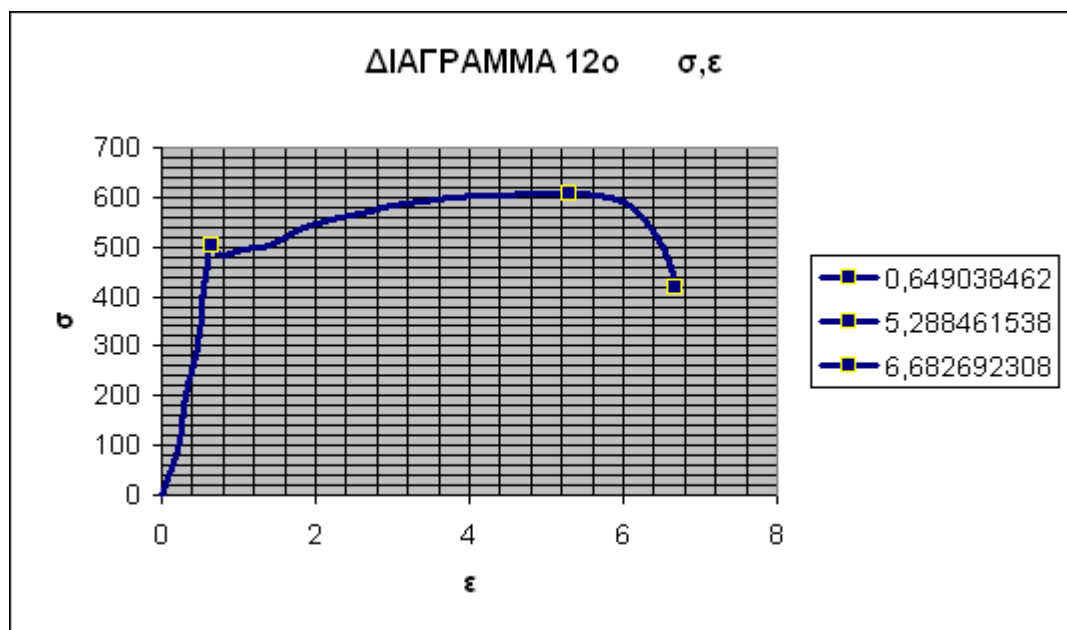


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5,375	22,5
Σ_3	7,5	45
Σ_4	11,125	67,5
Σ_5	12,625	82,5
Σ_6	15	112,5
Σ_7	16,875	128,175
Σ_8	20	122,775
Σ_9	27,5	125,85
Σ_{10}	36,25	127,5
Σ_{11}	50	138
Σ_{12}	87,5	150
Σ_{13}	125	153,9
Σ_{14}	137,5	154,5
Σ_{15}	156,25	150
Σ_{16}	166,25	135
Σ_{17}	171,25	120
Σ_{18}	173,75	106,5

$$\begin{aligned} \chi'/26,0 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,20673077	88,5826772
Σ_3	0,28846154	177,165354
Σ_4	0,42788462	265,748031
Σ_5	0,48557692	324,80315
Σ_6	0,57692308	442,913386
Σ_7	0,64903846	504,625984
Σ_8	0,76923077	483,366142
Σ_9	1,05769231	495,472441
Σ_{10}	1,39423077	501,968504
Σ_{11}	1,92307692	543,307087
Σ_{12}	3,36538462	590,551181
Σ_{13}	4,80769231	605,905512
Σ_{14}	5,28846154	608,267717
Σ_{15}	6,00961538	590,551181
Σ_{16}	6,39423077	531,496063
Σ_{17}	6,58653846	472,440945
Σ_{18}	6,68269231	419,291339



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13ο

$\psi=250\text{mm}$	
$\varphi 18$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	27,0 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	27,0 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,73	2,9
Σ_3	1,05	5,9
Σ_4	1,37	8,9
Σ_5	1,49	10,9
Σ_6	1,5	12,9
Σ_7	1,55	14,1
Σ_8	2,1	14,8
Σ_9	2,9	15
Σ_{10}	3,55	14,9
Σ_{11}	5,7	17,17
Σ_{12}	8,7	18,37
Σ_{13}	11,7	18,83
Σ_{14}	12,7	18,89
Σ_{15}	14,7	17,9
Σ_{16}	15,2	16,4
Σ_{17}	15,57	14,9
Σ_{18}	15,8	13,4

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$	→
$\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	

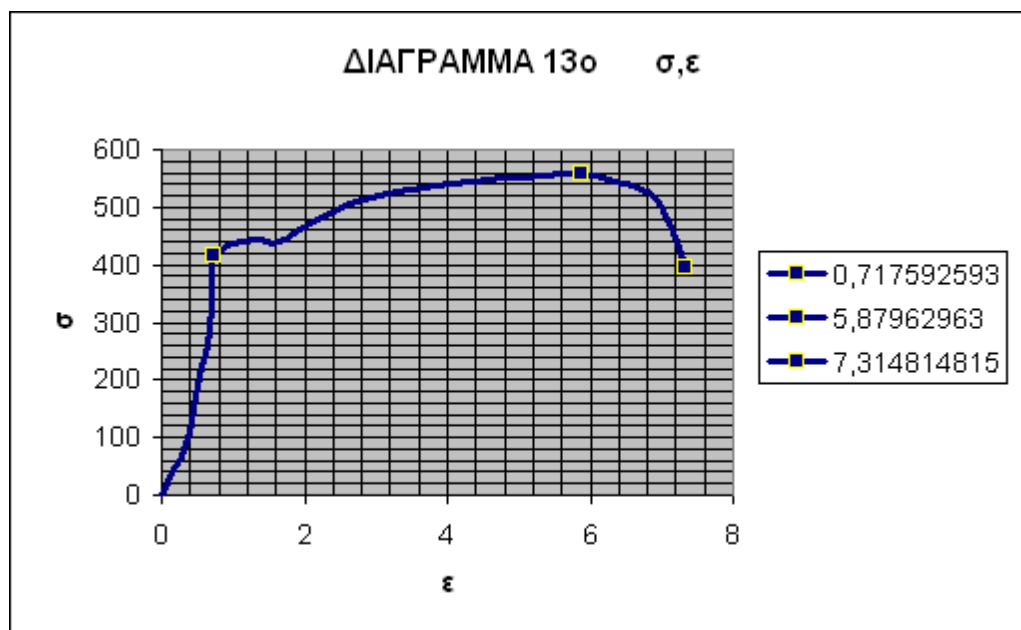
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	9,125	21,75
Σ_3	13,125	44,25
Σ_4	17,125	66,75
Σ_5	18,625	81,75
Σ_6	18,75	96,75
Σ_7	19,375	105,75
Σ_8	26,25	111
Σ_9	36,25	112,5
Σ_{10}	44,375	111,75
Σ_{11}	71,25	128,775
Σ_{12}	108,75	137,775
Σ_{13}	146,25	141,225
Σ_{14}	158,75	141,675
Σ_{15}	183,75	134,25
Σ_{16}	190	123
Σ_{17}	194,625	111,75
Σ_{18}	197,5	100,5

$$\chi'/27,0=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,33796296	85,6299213
Σ_3	0,48611111	174,212598
Σ_4	0,63425926	262,795276
Σ_5	0,68981481	321,850394
Σ_6	0,69444444	380,905512
Σ_7	0,71759259	416,338583
Σ_8	0,97222222	437,007874
Σ_9	1,34259259	442,913386
Σ_{10}	1,64351852	439,96063
Σ_{11}	2,63888889	506,988189
Σ_{12}	4,02777778	542,42126
Σ_{13}	5,41666667	556,003937
Σ_{14}	5,87962963	557,775591
Σ_{15}	6,80555556	528,543307
Σ_{16}	7,03703704	484,251969
Σ_{17}	7,20833333	439,96063
Σ_{18}	7,31481481	395,669291




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 26,3 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 30,6 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3	3,1
Σ_3	0,5	6,1
Σ_4	0,7	9,1
Σ_5	0,81	11,1
Σ_6	0,91	13,1
Σ_7	1	14,6
Σ_8	1,57	14,51
Σ_9	2	14,7
Σ_{10}	2,77	14,58
Σ_{11}	4	16,2
Σ_{12}	7	17,99
Σ_{13}	11	18,85
Σ_{14}	14	18,91
Σ_{15}	15,75	18,4
Σ_{16}	16,59	17,1
Σ_{17}	16,99	15,1
Σ_{18}	17,2	13,4

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$

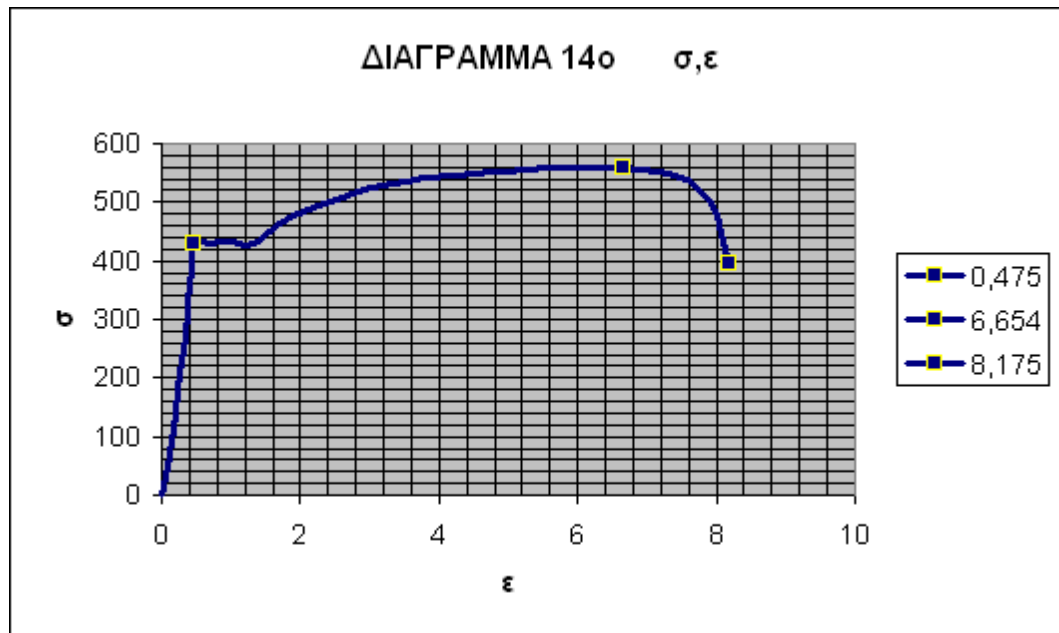


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	23,25
Σ_3	6,25	45,75
Σ_4	8,75	68,25
Σ_5	10,125	83,25
Σ_6	11,375	98,25
Σ_7	12,5	109,5
Σ_8	19,625	108,825
Σ_9	25	110,25
Σ_{10}	34,625	109,35
Σ_{11}	50	121,5
Σ_{12}	87,5	134,925
Σ_{13}	137,5	141,375
Σ_{14}	175	141,825
Σ_{15}	196,875	138
Σ_{16}	207,375	128,25
Σ_{17}	212,375	113,25
Σ_{18}	215	100,5

$$\begin{aligned} \chi'/26,3 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,143	91,535
Σ_3	0,238	180,118
Σ_4	0,333	268,701
Σ_5	0,385	327,756
Σ_6	0,433	386,811
Σ_7	0,475	431,102
Σ_8	0,746	428,445
Σ_9	0,951	434,055
Σ_{10}	1,317	430,512
Σ_{11}	1,901	478,346
Σ_{12}	3,327	531,201
Σ_{13}	5,228	556,594
Σ_{14}	6,654	558,366
Σ_{15}	7,486	543,307
Σ_{16}	7,885	504,921
Σ_{17}	8,075	445,866
Σ_{18}	8,175	395,669




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 27,2 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 31,1 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,4	3
Σ_3	0,61	6
Σ_4	0,81	9
Σ_5	1,1	12
Σ_6	1,2	15
Σ_7	1,35	17
Σ_8	1,6	16,48
Σ_9	2,1	16,21
Σ_{10}	2,9	16,7
Σ_{11}	4,1	18,1
Σ_{12}	8,1	20,07
Σ_{13}	11,1	20,43
Σ_{14}	12,1	20,45
Σ_{15}	13,22	19,5
Σ_{16}	13,7	18
Σ_{17}	14,1	16,2
Σ_{18}	14,3	14,4

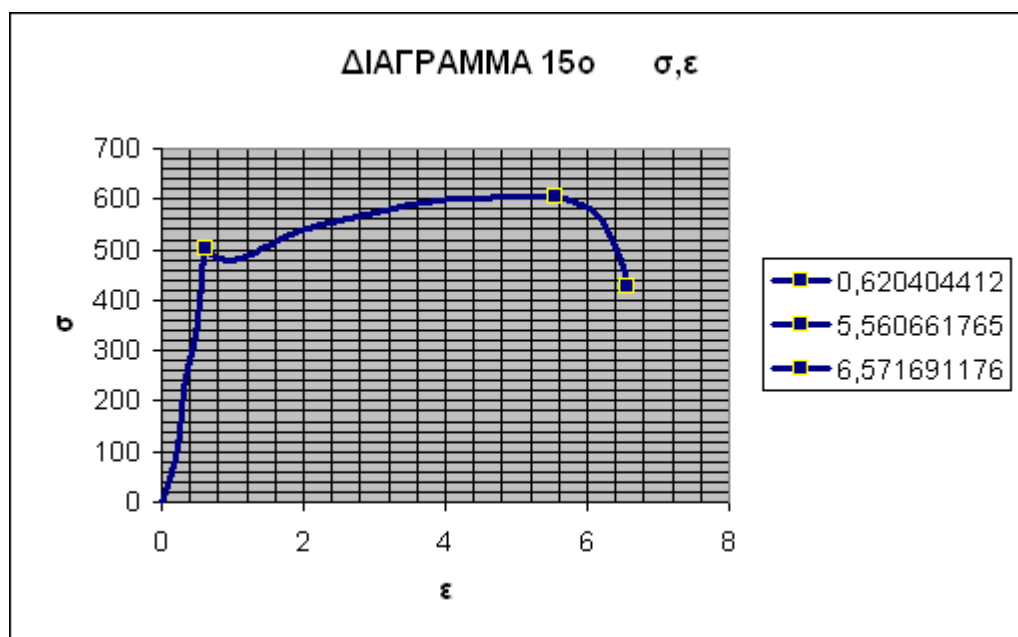
$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	
---	---

	χ'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5	22,5
Σ_3	7,625	45
Σ_4	10,125	67,5
Σ_5	13,75	90
Σ_6	15	112,5
Σ_7	16,875	127,5
Σ_8	20	123,6
Σ_9	26,25	121,575
Σ_{10}	36,25	125,25
Σ_{11}	51,25	135,75
Σ_{12}	101,25	150,525
Σ_{13}	138,75	153,225
Σ_{14}	151,25	153,375
Σ_{15}	165,25	146,25
Σ_{16}	171,25	135
Σ_{17}	176,25	121,5
Σ_{18}	178,75	108

$$\begin{aligned} \chi'/27,2 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,18382353	88,5826772
Σ_3	0,28033088	177,165354
Σ_4	0,37224265	265,748031
Σ_5	0,50551471	354,330709
Σ_6	0,55147059	442,913386
Σ_7	0,62040441	501,968504
Σ_8	0,73529412	486,614173
Σ_9	0,96507353	478,641732
Σ_{10}	1,33272059	493,110236
Σ_{11}	1,88419118	534,448819
Σ_{12}	3,72242647	592,61811
Σ_{13}	5,10110294	603,248031
Σ_{14}	5,56066176	603,838583
Σ_{15}	6,07536765	575,787402
Σ_{16}	6,29595588	531,496063
Σ_{17}	6,47977941	478,346457
Σ_{18}	6,57169118	425,19685



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 26,4 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 30,1 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,47	3
Σ_3	0,71	6
Σ_4	0,91	9
Σ_5	1,08	12
Σ_6	1,22	15
Σ_7	1,35	17,1
Σ_8	1,6	16,35
Σ_9	2,18	16,5
Σ_{10}	2,9	17,2
Σ_{11}	4	18,39
Σ_{12}	7	20
Σ_{13}	9,5	20,48
Σ_{14}	11	20,5
Σ_{15}	11,78	20
Σ_{16}	12,6	18
Σ_{17}	13,01	16
Σ_{18}	13,25	14,2

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	
---	--

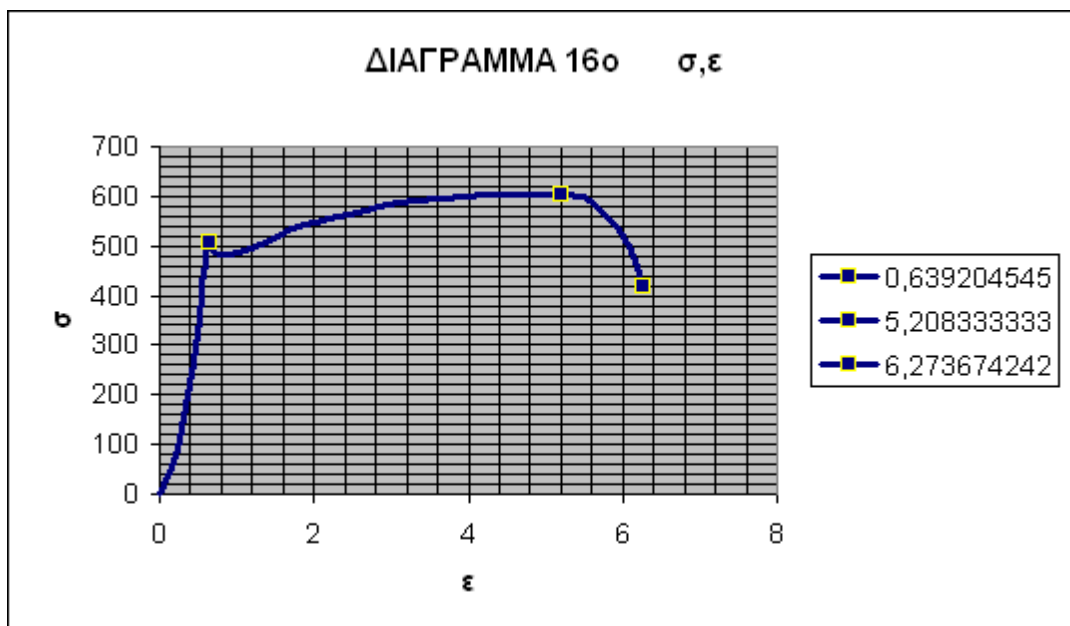
	χ'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5,875	22,5
Σ_3	8,875	45
Σ_4	11,375	67,5
Σ_5	13,5	90
Σ_6	15,25	112,5
Σ_7	16,875	128,25
Σ_8	20	122,625
Σ_9	27,25	123,75
Σ_{10}	36,25	129
Σ_{11}	50	137,925
Σ_{12}	87,5	150
Σ_{13}	118,75	153,6
Σ_{14}	137,5	153,75
Σ_{15}	147,25	150
Σ_{16}	157,5	135
Σ_{17}	162,625	120
Σ_{18}	165,625	106,5

$$\chi'/26,4=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,22253788	88,5826772
Σ_3	0,33617424	177,165354
Σ_4	0,43087121	265,748031
Σ_5	0,51136364	354,330709
Σ_6	0,57765152	442,913386
Σ_7	0,63920455	504,92126
Σ_8	0,75757576	482,775591
Σ_9	1,03219697	487,204724
Σ_{10}	1,37310606	507,874016
Σ_{11}	1,89393939	543,011811
Σ_{12}	3,31439394	590,551181
Σ_{13}	4,49810606	604,724409
Σ_{14}	5,20833333	605,314961
Σ_{15}	5,57765152	590,551181
Σ_{16}	5,96590909	531,496063
Σ_{17}	6,16003788	472,440945
Σ_{18}	6,27367424	419,291339




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 27,00 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 30,9 \text{ cm}$
--

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	X	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,56	3,1
Σ_3	0,91	6,1
Σ_4	1,19	9,1
Σ_5	1,34	13,1
Σ_6	1,42	15,1
Σ_7	1,55	17,11
Σ_8	1,99	16,5
Σ_9	2,5	16,75
Σ_{10}	3,1	17
Σ_{11}	4	18,1
Σ_{12}	7	19,91
Σ_{13}	11	20,61
Σ_{14}	12	20,65
Σ_{15}	13,8	20,1
Σ_{16}	14,6	18,1
Σ_{17}	15	16,1
Σ_{18}	15,26	14,3

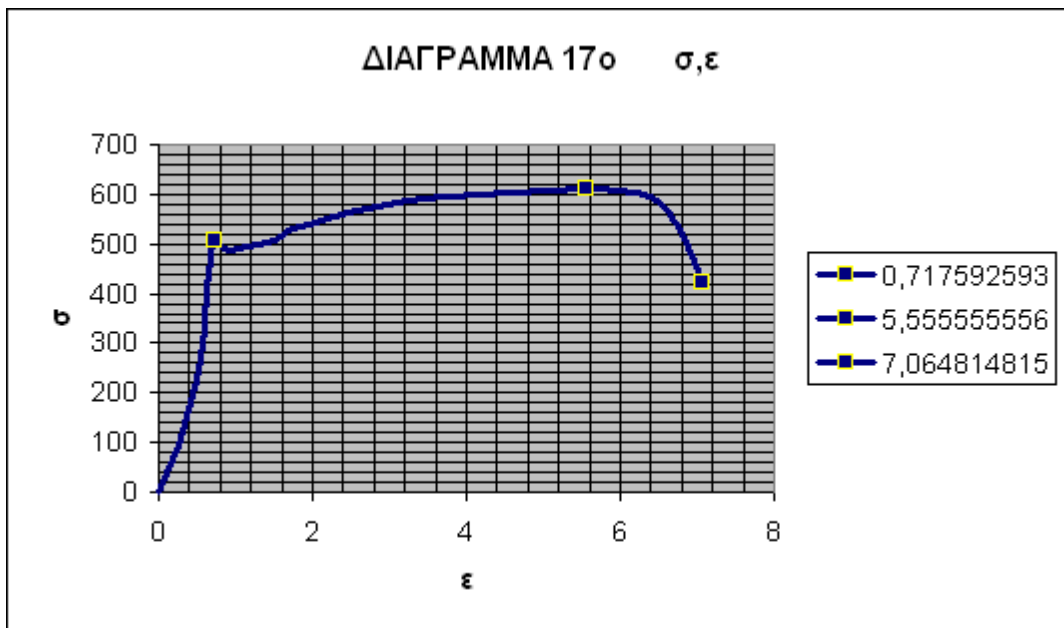
$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

	X'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	7	23,25
Σ_3	11,375	45,75
Σ_4	14,875	68,25
Σ_5	16,75	98,25
Σ_6	17,75	113,25
Σ_7	19,375	128,325
Σ_8	24,875	123,75
Σ_9	31,25	125,625
Σ_{10}	38,75	127,5
Σ_{11}	50	135,75
Σ_{12}	87,5	149,325
Σ_{13}	137,5	154,575
Σ_{14}	150	154,875
Σ_{15}	172,5	150,75
Σ_{16}	182,5	135,75
Σ_{17}	187,5	120,75
Σ_{18}	190,75	107,25

$$\begin{aligned} \chi'/27,0 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,25925926	91,5354331
Σ_3	0,4212963	180,11811
Σ_4	0,55092593	268,700787
Σ_5	0,62037037	386,811024
Σ_6	0,65740741	445,866142
Σ_7	0,71759259	505,216535
Σ_8	0,9212963	487,204724
Σ_9	1,15740741	494,586614
Σ_{10}	1,43518519	501,968504
Σ_{11}	1,85185185	534,448819
Σ_{12}	3,24074074	587,893701
Σ_{13}	5,09259259	608,562992
Σ_{14}	5,55555556	609,744094
Σ_{15}	6,38888889	593,503937
Σ_{16}	6,75925926	534,448819
Σ_{17}	6,94444444	475,393701
Σ_{18}	7,06481481	422,244094



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18ο

$\psi=250\text{mm}$	
$\varphi 18$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	26,9 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	29,6 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	3,1
Σ_3	0,71	6,1
Σ_4	0,92	9,1
Σ_5	1,06	11,1
Σ_6	1,15	13,1
Σ_7	1,25	15,11
Σ_8	1,7	15,47
Σ_9	2,4	15,55
Σ_{10}	2,98	15,38
Σ_{11}	4	17,6
Σ_{12}	7	18,57
Σ_{13}	10	19,22
Σ_{14}	11	19,3
Σ_{15}	12,5	18,5
Σ_{16}	13	17,1
Σ_{17}	13,46	15,1
Σ_{18}	13,6	13,8

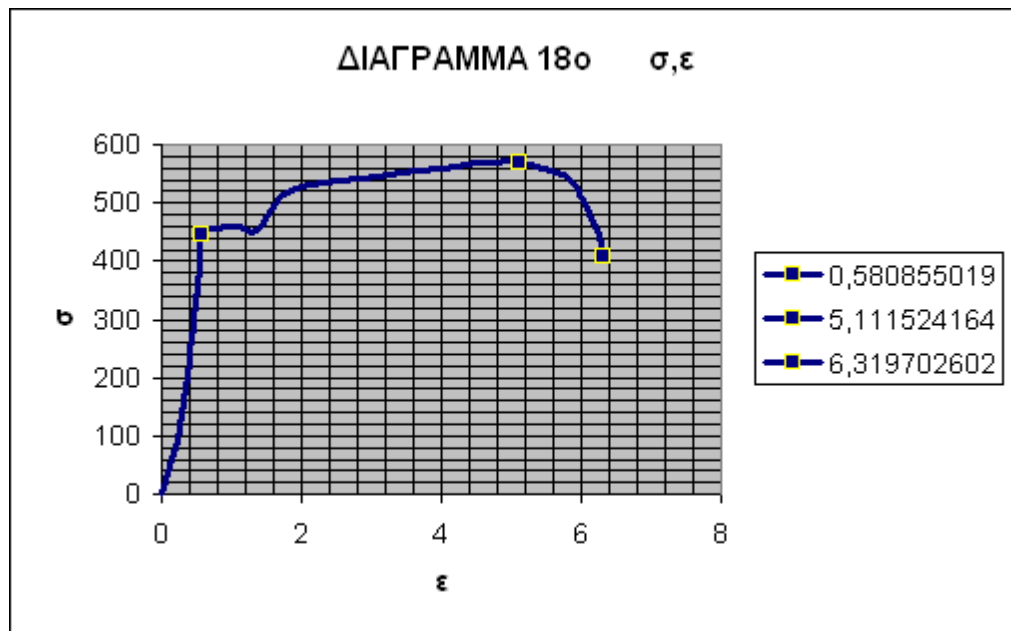
$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$	→
$\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	23,25
Σ_3	8,875	45,75
Σ_4	11,5	68,25
Σ_5	13,25	83,25
Σ_6	14,375	98,25
Σ_7	15,625	113,325
Σ_8	21,25	116,025
Σ_9	30	116,625
Σ_{10}	37,25	115,35
Σ_{11}	50	132
Σ_{12}	87,5	139,275
Σ_{13}	125	144,15
Σ_{14}	137,5	144,75
Σ_{15}	156,25	138,75
Σ_{16}	162,5	128,25
Σ_{17}	168,25	113,25
Σ_{18}	170	103,5

$$\begin{aligned} \chi' / 26,9 &= \chi'' \\ \psi' / 0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \epsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,23234201	91,5354331
Σ_3	0,32992565	180,11811
Σ_4	0,42750929	268,700787
Σ_5	0,49256506	327,755906
Σ_6	0,53438662	386,811024
Σ_7	0,58085502	446,161417
Σ_8	0,78996283	456,791339
Σ_9	1,11524164	459,153543
Σ_{10}	1,38475836	454,133858
Σ_{11}	1,85873606	519,685039
Σ_{12}	3,2527881	548,326772
Σ_{13}	4,64684015	567,519685
Σ_{14}	5,11152416	569,88189
Σ_{15}	5,80855019	546,259843
Σ_{16}	6,04089219	504,92126
Σ_{17}	6,25464684	445,866142
Σ_{18}	6,3197026	407,480315



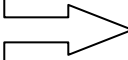
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19ο

$\psi=250\text{mm}$	
$\varphi 18$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	26,9 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	30,5 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,59	3
Σ_3	0,81	6
Σ_4	1	9
Σ_5	1,17	12
Σ_6	1,31	15
Σ_7	1,48	17,11
Σ_8	1,9	16,38
Σ_9	2,48	16,48
Σ_{10}	3	17
Σ_{11}	4	18,09
Σ_{12}	8	20,1
Σ_{13}	10,5	20,47
Σ_{14}	12	20,5
Σ_{15}	12,8	20
Σ_{16}	13,6	18
Σ_{17}	14,08	16
Σ_{18}	14,3	14,4

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$



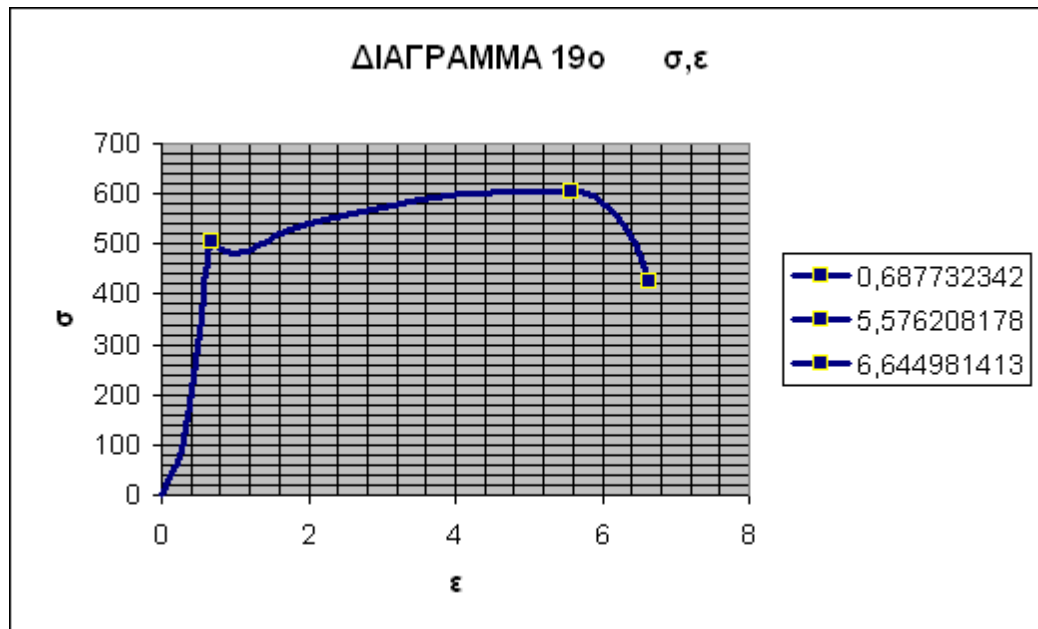
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	7,375	22,5
Σ_3	10,125	45
Σ_4	12,5	67,5
Σ_5	14,625	90
Σ_6	16,375	112,5
Σ_7	18,5	128,325
Σ_8	23,75	122,85
Σ_9	31	123,6
Σ_{10}	37,5	127,5
Σ_{11}	50	135,675
Σ_{12}	100	150,75
Σ_{13}	131,25	153,525
Σ_{14}	150	153,75
Σ_{15}	160	150
Σ_{16}	170	135
Σ_{17}	176	120
Σ_{18}	178,75	108

$$\chi'/26,9=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,27416357	88,5826772
Σ_3	0,37639405	177,165354
Σ_4	0,46468401	265,748031
Σ_5	0,5436803	354,330709
Σ_6	0,60873606	442,913386
Σ_7	0,68773234	505,216535
Σ_8	0,88289963	483,661417
Σ_9	1,15241636	486,614173
Σ_{10}	1,39405204	501,968504
Σ_{11}	1,85873606	534,153543
Σ_{12}	3,71747212	593,503937
Σ_{13}	4,87918216	604,429134
Σ_{14}	5,57620818	605,314961
Σ_{15}	5,94795539	590,551181
Σ_{16}	6,3197026	531,496063
Σ_{17}	6,54275093	472,440945
Σ_{18}	6,64498141	425,19685




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 26,0 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 31,0 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,71	3
Σ_3	0,98	6
Σ_4	1,15	9
Σ_5	1,32	12
Σ_6	1,47	14
Σ_7	1,5	14,52
Σ_8	2	13,7
Σ_9	2,57	14,05
Σ_{10}	3,09	14,28
Σ_{11}	4	15,6
Σ_{12}	8	17,95
Σ_{13}	13	18,65
Σ_{14}	14	18,69
Σ_{15}	15,82	18
Σ_{16}	16,5	16
Σ_{17}	16,9	14,5
Σ_{18}	17,08	13,3

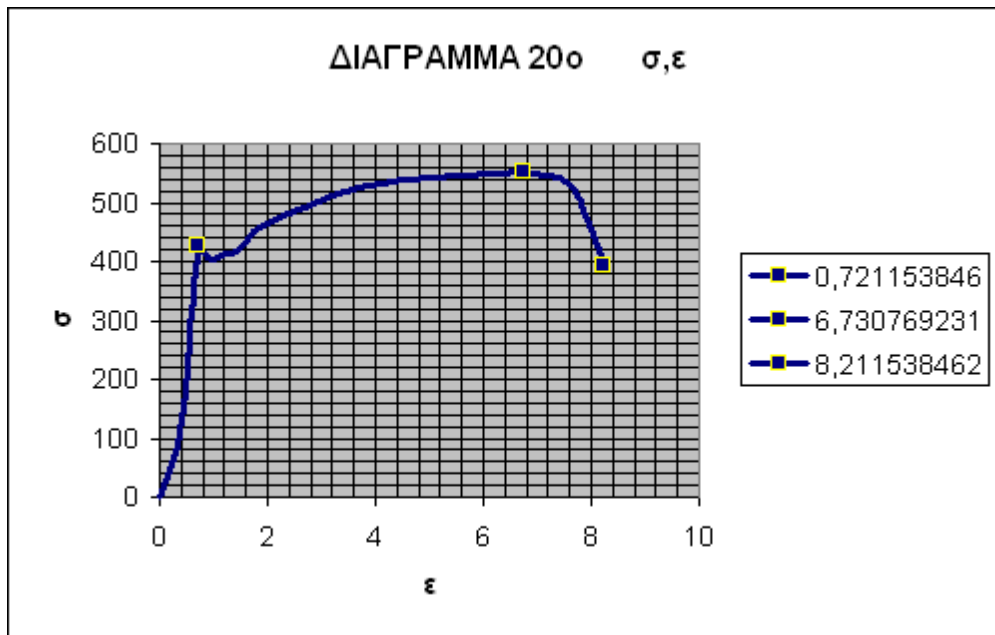
$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	
---	---

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	8,875	22,5
Σ_3	12,25	45
Σ_4	14,375	67,5
Σ_5	16,5	90
Σ_6	18,375	105
Σ_7	18,75	108,9
Σ_8	25	102,75
Σ_9	32,125	105,375
Σ_{10}	38,625	107,1
Σ_{11}	50	117
Σ_{12}	100	134,625
Σ_{13}	162,5	139,875
Σ_{14}	175	140,175
Σ_{15}	197,75	135
Σ_{16}	206,25	120
Σ_{17}	211,25	108,75
Σ_{18}	213,5	99,75

$$\begin{aligned} \chi'/26,0 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,34134615	88,5826772
Σ_3	0,47115385	177,165354
Σ_4	0,55288462	265,748031
Σ_5	0,63461538	354,330709
Σ_6	0,70673077	413,385827
Σ_7	0,72115385	428,740157
Σ_8	0,96153846	404,527559
Σ_9	1,23557692	414,862205
Σ_{10}	1,48557692	421,653543
Σ_{11}	1,92307692	460,629921
Σ_{12}	3,84615385	530,019685
Σ_{13}	6,25	550,688976
Σ_{14}	6,73076923	551,870079
Σ_{15}	7,60576923	531,496063
Σ_{16}	7,93269231	472,440945
Σ_{17}	8,125	428,149606
Σ_{18}	8,21153846	392,716535




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $l_{\text{αρχικό}} = 25,3 \text{ cm}$ $l_{\text{τελικό}} = 30,0 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,61	3
Σ_3	0,83	6
Σ_4	1,05	9
Σ_5	1,21	12
Σ_6	1,3	13
Σ_7	1,35	14,15
Σ_8	1,98	13,8
Σ_9	2,5	13,92
Σ_{10}	3,1	14,5
Σ_{11}	4,1	15,72
Σ_{12}	9,1	18,04
Σ_{13}	13,1	18,48
Σ_{14}	14,1	18,5
Σ_{15}	16,1	18
Σ_{16}	16,8	16,3
Σ_{17}	17,1	15
Σ_{18}	17,38	13,3

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	
---	---

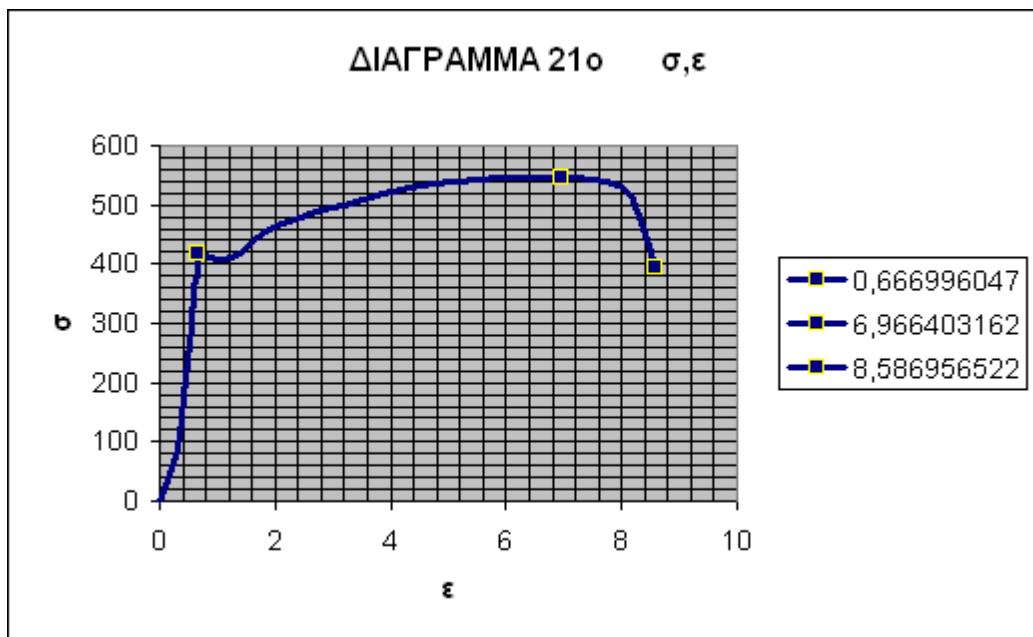
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	7,625	22,5
Σ_3	10,375	45
Σ_4	13,125	67,5
Σ_5	15,125	90
Σ_6	16,25	97,5
Σ_7	16,875	106,125
Σ_8	24,75	103,5
Σ_9	31,25	104,4
Σ_{10}	38,75	108,75
Σ_{11}	51,25	117,9
Σ_{12}	113,75	135,3
Σ_{13}	163,75	138,6
Σ_{14}	176,25	138,75
Σ_{15}	201,25	135
Σ_{16}	210	122,25
Σ_{17}	213,75	112,5
Σ_{18}	217,25	99,75

$$\chi'/25,3=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3013834	88,5826772
Σ_3	0,41007905	177,165354
Σ_4	0,5187747	265,748031
Σ_5	0,59782609	354,330709
Σ_6	0,64229249	383,858268
Σ_7	0,66699605	417,814961
Σ_8	0,97826087	407,480315
Σ_9	1,23517787	411,023622
Σ_{10}	1,53162055	428,149606
Σ_{11}	2,0256917	464,173228
Σ_{12}	4,49604743	532,677165
Σ_{13}	6,47233202	545,669291
Σ_{14}	6,96640316	546,259843
Σ_{15}	7,95454545	531,496063
Σ_{16}	8,30039526	481,299213
Σ_{17}	8,4486166	442,913386
Σ_{18}	8,58695652	392,716535




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22ο

$\psi=250\text{mm}$
$\varphi 18$
$l_{\text{αρχικό}} = 26,1 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 31,0 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,47	3
Σ_3	0,67	6
Σ_4	0,84	9
Σ_5	1	12
Σ_6	1,03	13,5
Σ_7	1,1	14,2
Σ_8	1,5	14,22
Σ_9	2,2	14,12
Σ_{10}	2,9	14,7
Σ_{11}	4	15,9
Σ_{12}	7	17,6
Σ_{13}	11	18,49
Σ_{14}	15	18,69
Σ_{15}	16,4	18
Σ_{16}	17,08	16,5
Σ_{17}	17,51	14,5
Σ_{18}	17,7	13,2

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$

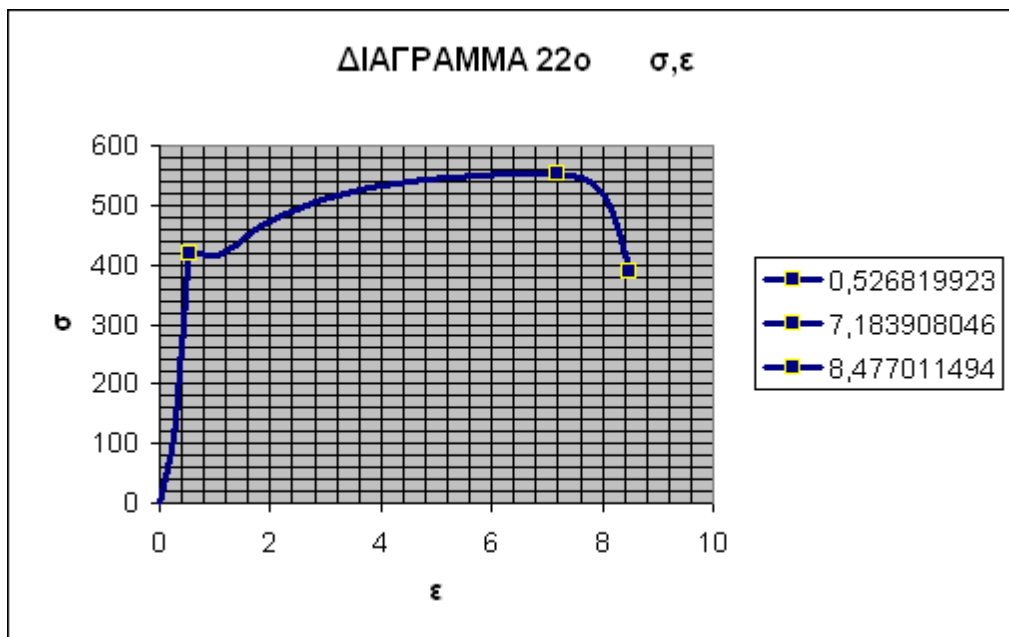


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5,875	22,5
Σ_3	8,375	45
Σ_4	10,5	67,5
Σ_5	12,5	90
Σ_6	12,875	101,25
Σ_7	13,75	106,5
Σ_8	18,75	106,65
Σ_9	27,5	105,9
Σ_{10}	36,25	110,25
Σ_{11}	50	119,25
Σ_{12}	87,5	132
Σ_{13}	137,5	138,675
Σ_{14}	187,5	140,175
Σ_{15}	205	135
Σ_{16}	213,5	123,75
Σ_{17}	218,875	108,75
Σ_{18}	221,25	99

$$\begin{aligned} \chi'/26,1 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,22509579	88,5826772
Σ_3	0,32088123	177,165354
Σ_4	0,40229885	265,748031
Σ_5	0,4789272	354,330709
Σ_6	0,49329502	398,622047
Σ_7	0,52681992	419,291339
Σ_8	0,7183908	419,88189
Σ_9	1,05363985	416,929134
Σ_{10}	1,38888889	434,055118
Σ_{11}	1,91570881	469,488189
Σ_{12}	3,35249042	519,685039
Σ_{13}	5,26819923	545,964567
Σ_{14}	7,18390805	551,870079
Σ_{15}	7,85440613	531,496063
Σ_{16}	8,18007663	487,204724
Σ_{17}	8,38601533	428,149606
Σ_{18}	8,47701149	389,76378

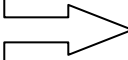


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23ο

$\psi=250\text{mm}$	
$\varphi 18$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	25,7 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	29,5 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,34	3
Σ_3	0,54	6
Σ_4	0,72	9
Σ_5	0,87	12
Σ_6	1,02	15
Σ_7	1,1	16,15
Σ_8	1,35	16
Σ_9	1,98	15,37
Σ_{10}	2,5	16
Σ_{11}	4	17,59
Σ_{12}	8	19,28
Σ_{13}	10	19,51
Σ_{14}	11,5	19,68
Σ_{15}	13	19
Σ_{16}	13,8	17
Σ_{17}	14,22	15
Σ_{18}	14,45	13,2

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$ 

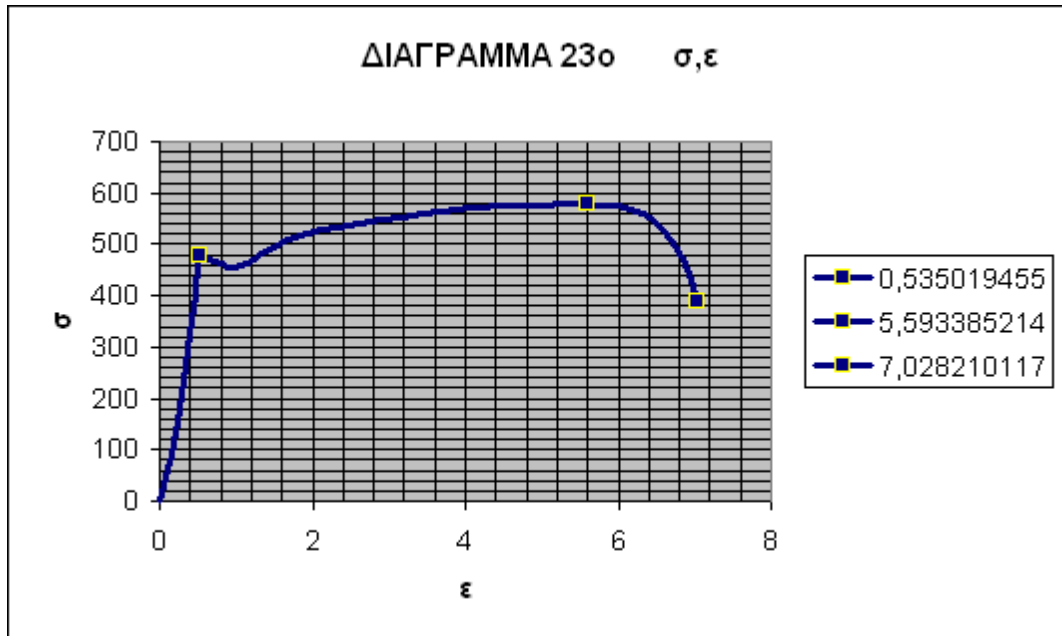
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	4,25	22,5
Σ_3	6,75	45
Σ_4	9	67,5
Σ_5	10,875	90
Σ_6	12,75	112,5
Σ_7	13,75	121,125
Σ_8	16,875	120
Σ_9	24,75	115,275
Σ_{10}	31,25	120
Σ_{11}	50	131,925
Σ_{12}	100	144,6
Σ_{13}	125	146,325
Σ_{14}	143,75	147,6
Σ_{15}	162,5	142,5
Σ_{16}	172,5	127,5
Σ_{17}	177,75	112,5
Σ_{18}	180,625	99

$$\chi'/25,7=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,16536965	88,5826772
Σ_3	0,26264591	177,165354
Σ_4	0,35019455	265,748031
Σ_5	0,42315175	354,330709
Σ_6	0,49610895	442,913386
Σ_7	0,53501946	476,870079
Σ_8	0,65661479	472,440945
Σ_9	0,96303502	453,838583
Σ_{10}	1,21595331	472,440945
Σ_{11}	1,94552529	519,389764
Σ_{12}	3,89105058	569,291339
Σ_{13}	4,86381323	576,082677
Σ_{14}	5,59338521	581,102362
Σ_{15}	6,3229572	561,023622
Σ_{16}	6,71206226	501,968504
Σ_{17}	6,91634241	442,913386
Σ_{18}	7,02821012	389,76378




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 25,8 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29,4 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,63	3
Σ_3	0,85	6
Σ_4	1,04	9
Σ_5	1,15	11
Σ_6	1,29	13
Σ_7	1,4	14,32
Σ_8	1,8	14,05
Σ_9	2,42	14,91
Σ_{10}	3,22	15,25
Σ_{11}	4	16,1
Σ_{12}	7	17,9
Σ_{13}	10	18,5
Σ_{14}	12	18,75
Σ_{15}	13	18,3
Σ_{16}	13,61	17
Σ_{17}	14,15	15
Σ_{18}	14,4	13,3

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	
---	---

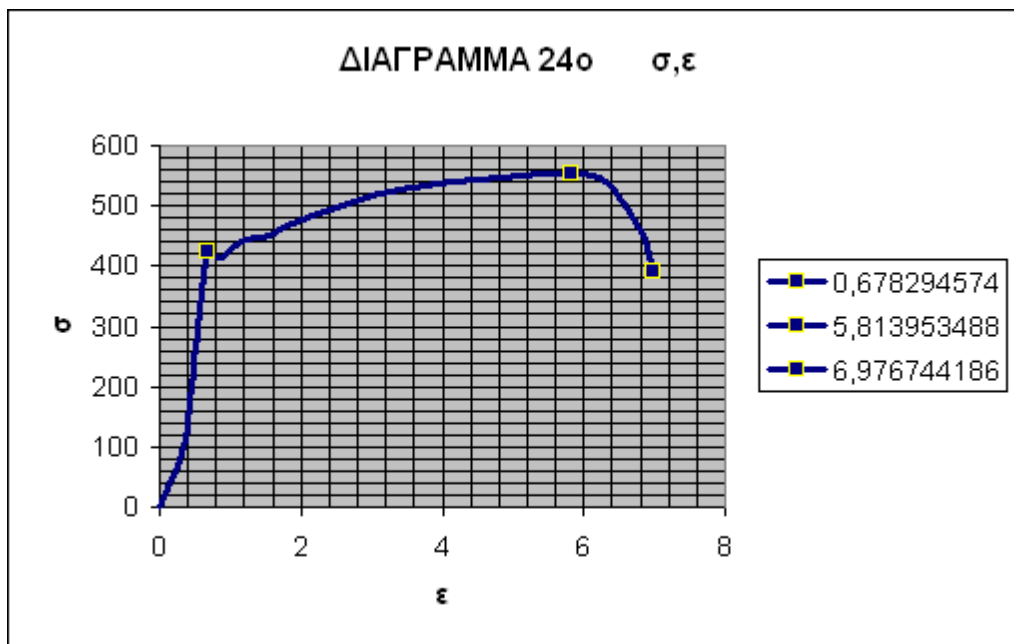
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	7,875	22,5
Σ_3	10,625	45
Σ_4	13	67,5
Σ_5	14,375	82,5
Σ_6	16,125	97,5
Σ_7	17,5	107,4
Σ_8	22,5	105,375
Σ_9	30,25	111,825
Σ_{10}	40,25	114,375
Σ_{11}	50	120,75
Σ_{12}	87,5	134,25
Σ_{13}	125	138,75
Σ_{14}	150	140,625
Σ_{15}	162,5	137,25
Σ_{16}	170,125	127,5
Σ_{17}	176,875	112,5
Σ_{18}	180	99,75

$$\chi'/25,8=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,30523256	88,5826772
Σ_3	0,41182171	177,165354
Σ_4	0,50387597	265,748031
Σ_5	0,55717054	324,80315
Σ_6	0,625	383,858268
Σ_7	0,67829457	422,834646
Σ_8	0,87209302	414,862205
Σ_9	1,17248062	440,255906
Σ_{10}	1,56007752	450,295276
Σ_{11}	1,9379845	475,393701
Σ_{12}	3,39147287	528,543307
Σ_{13}	4,84496124	546,259843
Σ_{14}	5,81395349	553,641732
Σ_{15}	6,29844961	540,354331
Σ_{16}	6,59399225	501,968504
Σ_{17}	6,85562016	442,913386
Σ_{18}	6,97674419	392,716535




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25ο

$\psi=250\text{mm}$ $\varphi 18$ $I_{\text{αρχικό}} = 27,0 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 31,3 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,91	3
Σ_3	1,15	6
Σ_4	1,32	9
Σ_5	1,48	12
Σ_6	1,67	16
Σ_7	1,8	17,39
Σ_8	2,2	16,97
Σ_9	2,8	16,52
Σ_{10}	3,22	17
Σ_{11}	4	18,05
Σ_{12}	7	19,98
Σ_{13}	10	20,65
Σ_{14}	12	20,77
Σ_{15}	13,91	20
Σ_{16}	14,62	18
Σ_{17}	15,05	16
Σ_{18}	15,2	14,5

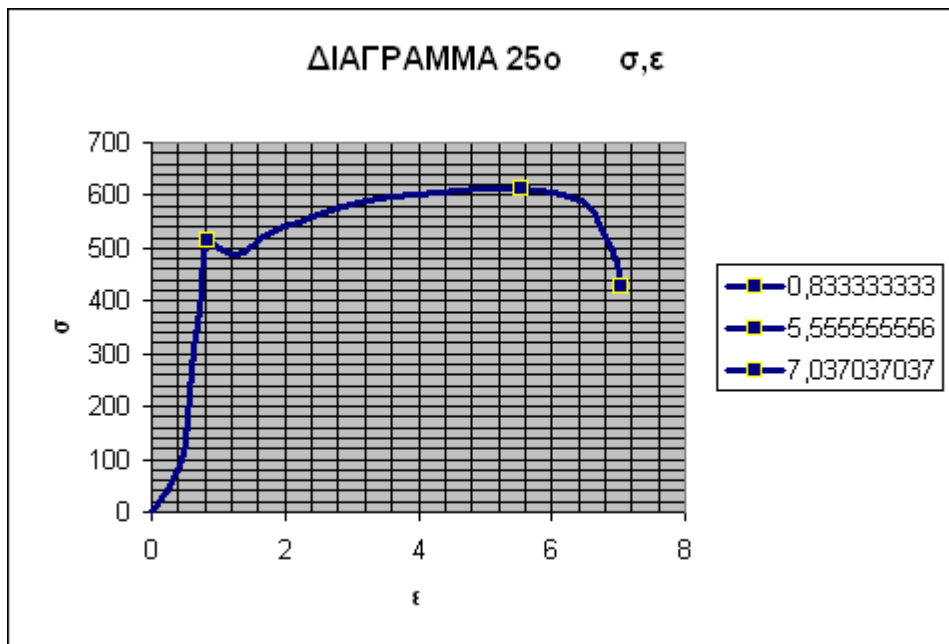
$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	11,375	22,5
Σ_3	14,375	45
Σ_4	16,5	67,5
Σ_5	18,5	90
Σ_6	20,875	120
Σ_7	22,5	130,425
Σ_8	27,5	127,275
Σ_9	35	123,9
Σ_{10}	40,25	127,5
Σ_{11}	50	135,375
Σ_{12}	87,5	149,85
Σ_{13}	125	154,875
Σ_{14}	150	155,775
Σ_{15}	173,875	150
Σ_{16}	182,75	135
Σ_{17}	188,125	120
Σ_{18}	190	108,75

$$\begin{aligned} \chi'/27,0 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,4212963	88,5826772
Σ_3	0,53240741	177,165354
Σ_4	0,611111111	265,748031
Σ_5	0,68518519	354,330709
Σ_6	0,77314815	472,440945
Σ_7	0,833333333	513,484252
Σ_8	1,01851852	501,082677
Σ_9	1,2962963	487,795276
Σ_{10}	1,49074074	501,968504
Σ_{11}	1,85185185	532,972441
Σ_{12}	3,24074074	589,96063
Σ_{13}	4,62962963	609,744094
Σ_{14}	5,55555556	613,287402
Σ_{15}	6,43981481	590,551181
Σ_{16}	6,76851852	531,496063
Σ_{17}	6,96759259	472,440945
Σ_{18}	7,03703704	428,149606




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26ο

$\psi = 500 \text{ mm}$ $\varphi 20$ $I_{\text{αρχικό}} = 26,5 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29,0 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,55	3
Σ_3	0,9	6
Σ_4	1,2	9
Σ_5	1,38	11
Σ_6	1,49	12
Σ_7	1,6	13
Σ_8	1,7	12,96
Σ_9	2	13,1
Σ_{10}	2,2	13,2
Σ_{11}	3	13,8
Σ_{12}	5	14,7
Σ_{13}	6,5	14,98
Σ_{14}	7,5	15
Σ_{15}	8,09	14,6
Σ_{16}	8,49	14
Σ_{17}	9,1	12,5
Σ_{18}	9,28	11,88

$\chi * 12,5 \text{ mm} = \chi'$ $\psi * 15 \text{ kN} = \psi'$	
--	---

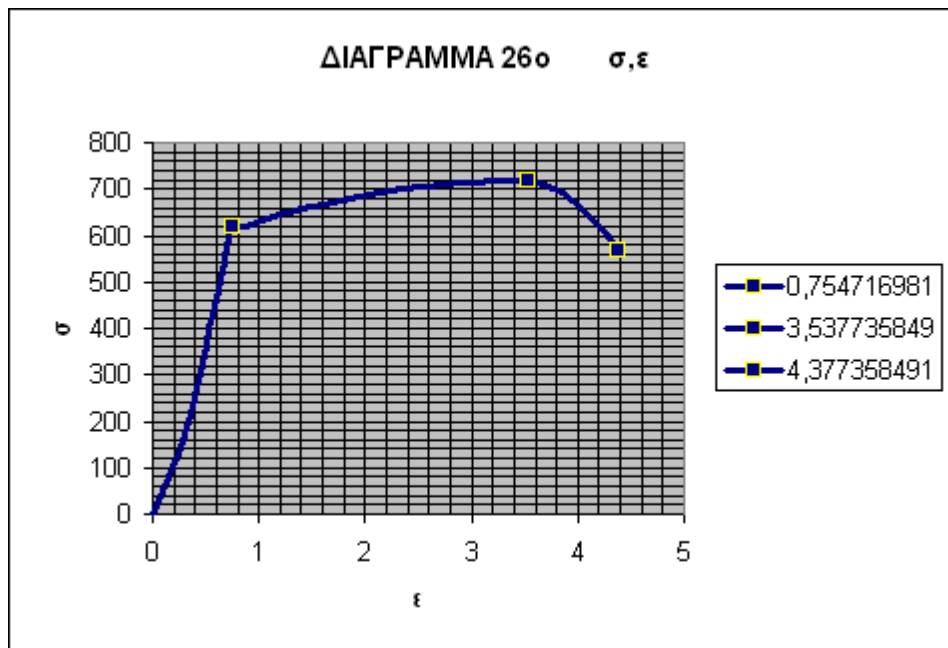
	χ'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,875	45
Σ_3	11,25	90
Σ_4	15	135
Σ_5	17,25	165
Σ_6	18,625	180
Σ_7	20	195
Σ_8	21,25	194,4
Σ_9	25	196,5
Σ_{10}	27,5	198
Σ_{11}	37,5	207
Σ_{12}	62,5	220,5
Σ_{13}	81,25	224,7
Σ_{14}	93,75	225
Σ_{15}	101,125	219
Σ_{16}	106,125	210
Σ_{17}	113,75	187,5
Σ_{18}	116	178,2

$$\chi'/26,5 = \chi''$$

$$\psi'/0,000314 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,25943396	143,312102
Σ_3	0,4245283	286,624204
Σ_4	0,56603774	429,936306
Σ_5	0,6509434	525,477707
Σ_6	0,70283019	573,248408
Σ_7	0,75471698	621,019108
Σ_8	0,80188679	619,10828
Σ_9	0,94339623	625,796178
Σ_{10}	1,03773585	630,573248
Σ_{11}	1,41509434	659,235669
Σ_{12}	2,35849057	702,229299
Σ_{13}	3,06603774	715,605096
Σ_{14}	3,53773585	716,56051
Σ_{15}	3,81603774	697,452229
Σ_{16}	4,00471698	668,789809
Σ_{17}	4,29245283	597,133758
Σ_{18}	4,37735849	567,515924

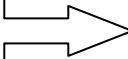


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27ο

$\psi=500\text{mm}$ $\varphi 20$ $I_{\text{αρχικό}} = 27,4 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 27,4 \text{ cm}$

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,6	3
Σ_3	0,9	6
Σ_4	1,19	9
Σ_5	1,35	11
Σ_6	1,48	12,5
Σ_7	1,5	13,3
Σ_8	1,7	13,39
Σ_9	1,95	13,3
Σ_{10}	2,2	13,68
Σ_{11}	4	14,7
Σ_{12}	5,5	15,2
Σ_{13}	7	15,4
Σ_{14}	7,5	15,43
Σ_{15}	8,38	15
Σ_{16}	9,1	13,5
Σ_{17}	9,6	12
Σ_{18}	9,9	10,6

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 15\text{kN} = \psi'$	
--	---

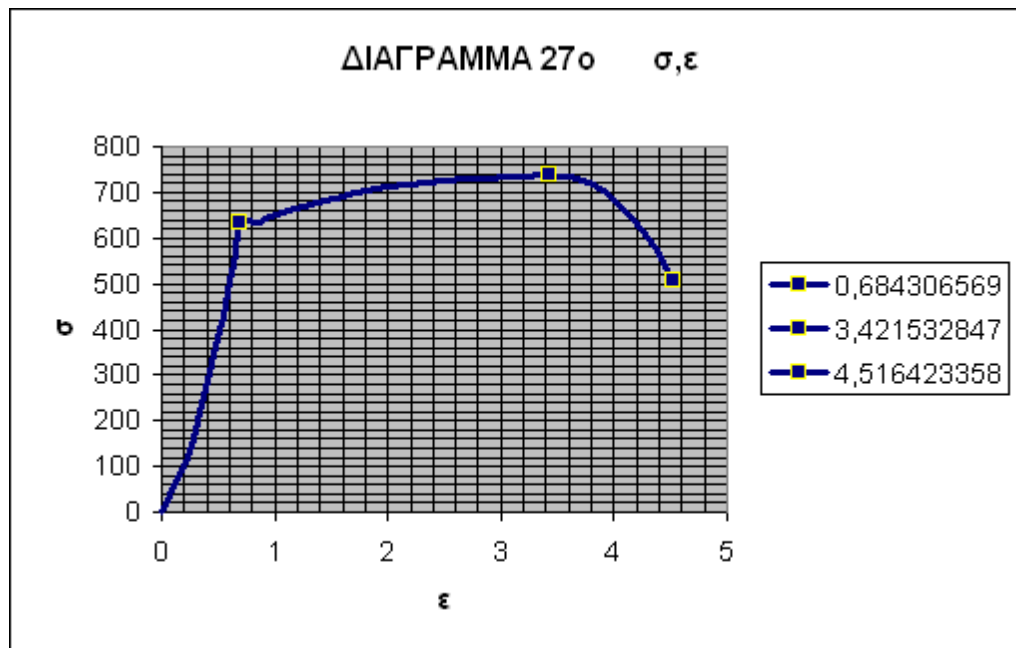
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	7,5	45
Σ_3	11,25	90
Σ_4	14,875	135
Σ_5	16,875	165
Σ_6	18,5	187,5
Σ_7	18,75	199,5
Σ_8	21,25	200,85
Σ_9	24,375	199,5
Σ_{10}	27,5	205,2
Σ_{11}	50	220,5
Σ_{12}	68,75	228
Σ_{13}	87,5	231
Σ_{14}	93,75	231,45
Σ_{15}	104,75	225
Σ_{16}	113,75	202,5
Σ_{17}	120	180
Σ_{18}	123,75	159

$$\chi' / 27,4 = \chi''$$

$$\psi' / 0,000314 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,27372263	143,312102
Σ_3	0,41058394	286,624204
Σ_4	0,54288321	429,936306
Σ_5	0,61587591	525,477707
Σ_6	0,67518248	597,133758
Σ_7	0,68430657	635,350318
Σ_8	0,77554745	639,649682
Σ_9	0,88959854	635,350318
Σ_{10}	1,00364964	653,503185
Σ_{11}	1,82481752	702,229299
Σ_{12}	2,50912409	726,11465
Σ_{13}	3,19343066	735,66879
Σ_{14}	3,42153285	737,101911
Σ_{15}	3,8229927	716,56051
Σ_{16}	4,15145985	644,904459
Σ_{17}	4,37956204	573,248408
Σ_{18}	4,51642336	506,369427

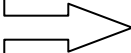


ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

$\chi=500\text{mm}$ $\Phi 12$ $I_{\text{αρχικό}} = 27,4 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 29,4 \text{ cm}$
--

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	1
Σ_3	0,3	2
Σ_4	0,4	3
Σ_5	0,5	4
Σ_6	0,6	5
Σ_7	0,65	6,1
Σ_8	0,9	5,5
Σ_9	2	6,1
Σ_{10}	2,85	5,55
Σ_{11}	3,5	6,1
Σ_{12}	5	5,95
Σ_{13}	5,3	6,3
Σ_{14}	6	6,4
Σ_{15}	7	6,5
Σ_{16}	8	6,6
Σ_{17}	9	6,63
Σ_{18}	9,9	6,65
Σ_{19}	11	5,5
Σ_{20}	11,5	3,8

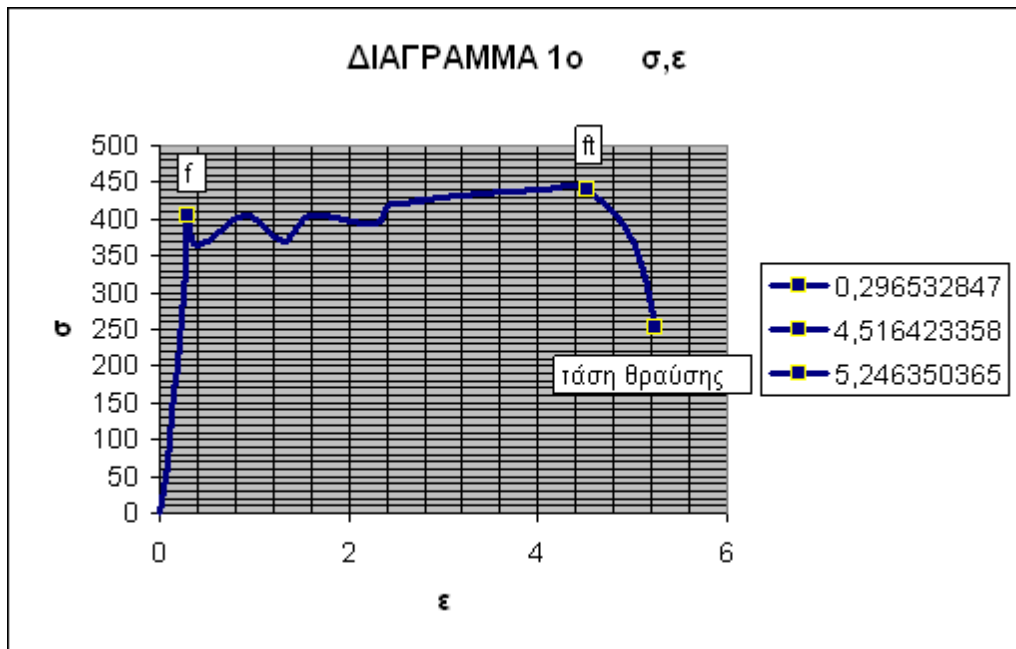
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	7,5
Σ_3	3,75	15
Σ_4	5	22,5
Σ_5	6,25	30
Σ_6	7,5	37,5
Σ_7	8,125	45,75
Σ_8	11,25	41,25
Σ_9	25	45,75
Σ_{10}	35,625	41,625
Σ_{11}	43,75	45,75
Σ_{12}	62,5	44,625
Σ_{13}	66,25	47,25
Σ_{14}	75	48
Σ_{15}	87,5	48,75
Σ_{16}	100	49,5
Σ_{17}	112,5	49,725
Σ_{18}	123,75	49,875
Σ_{19}	137,5	41,25
Σ_{20}	143,75	28,5

$$\chi'/27,4=\chi''$$

$$\psi'/0,000113=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$


	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,09124088	66,3716814
Σ_3	0,13686131	132,743363
Σ_4	0,18248175	199,115044
Σ_5	0,22810219	265,486726
Σ_6	0,27372263	331,858407
Σ_7	0,29653285	404,867257
Σ_8	0,41058394	365,044248
Σ_9	0,91240876	404,867257
Σ_{10}	1,30018248	368,362832
Σ_{11}	1,59671533	404,867257
Σ_{12}	2,2810219	394,911504
Σ_{13}	2,41788321	418,141593
Σ_{14}	2,73722628	424,778761
Σ_{15}	3,19343066	431,415929
Σ_{16}	3,64963504	438,053097
Σ_{17}	4,10583942	440,044248
Σ_{18}	4,51642336	441,371681
Σ_{19}	5,01824818	365,044248
Σ_{20}	5,24635036	252,212389



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 12$
$l_{\text{αρχικό}} = 26,7 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 30,00 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$	
$\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	1
Σ_3	0,33	2
Σ_4	0,4	3
Σ_5	0,5	4
Σ_6	0,6	5
Σ_7	0,7	6,2
Σ_8	0,85	5,75
Σ_9	1,8	5,95
Σ_{10}	2,25	5,6
Σ_{11}	3,55	6,25
Σ_{12}	4,35	6,05
Σ_{13}	4,6	6,3
Σ_{14}	6,5	6,6
Σ_{15}	7,5	6,7
Σ_{16}	8,5	6,79
Σ_{17}	10,5	6,8
Σ_{18}	11,4	6,7
Σ_{19}	12,1	5,5
Σ_{20}	12,5	4

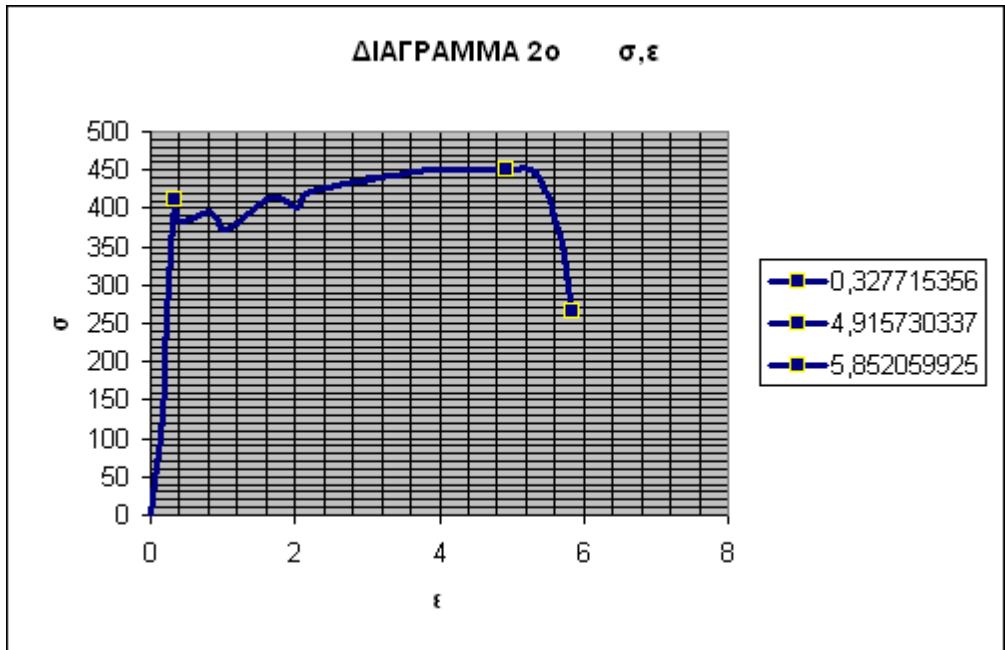
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	7,5
Σ_3	4,125	15
Σ_4	5	22,5
Σ_5	6,25	30
Σ_6	7,5	37,5
Σ_7	8,75	46,5
Σ_8	10,625	43,125
Σ_9	22,5	44,625
Σ_{10}	28,125	42
Σ_{11}	44,375	46,875
Σ_{12}	54,375	45,375
Σ_{13}	57,5	47,25
Σ_{14}	81,25	49,5
Σ_{15}	93,75	50,25
Σ_{16}	106,25	50,925
Σ_{17}	131,25	51
Σ_{18}	142,5	50,25
Σ_{19}	151,25	41,25
Σ_{20}	156,25	30

$$\chi'/26,7=\chi''$$

$$\psi'/0,000113=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,09363296	66,3716814
Σ_3	0,15449438	132,743363
Σ_4	0,18726592	199,115044
Σ_5	0,2340824	265,486726
Σ_6	0,28089888	331,858407
Σ_7	0,32771536	411,504425
Σ_8	0,39794007	381,637168
Σ_9	0,84269663	394,911504
Σ_{10}	1,05337079	371,681416
Σ_{11}	1,66198502	414,823009
Σ_{12}	2,03651685	401,548673
Σ_{13}	2,15355805	418,141593
Σ_{14}	3,04307116	438,053097
Σ_{15}	3,51123596	444,690265
Σ_{16}	3,97940075	450,663717
Σ_{17}	4,91573034	451,327434
Σ_{18}	5,33707865	444,690265
Σ_{19}	5,66479401	365,044248
Σ_{20}	5,85205993	265,486726



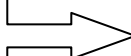
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$I_{\text{αρχικό}} = 28,15 \text{ cm}^4$
$I_{\text{τελικό}} = 30,30 \text{ cm}^4$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3	0,5
Σ_3	0,4	1
Σ_4	0,5	2
Σ_5	0,65	3
Σ_6	0,75	4
Σ_7	0,8	5
Σ_8	0,9	6
Σ_9	1	7
Σ_{10}	1,1	8
Σ_{11}	1,13	8,7
Σ_{12}	1,4	9,2
Σ_{13}	2	9,5
Σ_{14}	3	9,8
Σ_{15}	4	10
Σ_{16}	5	10,05
Σ_{17}	6	10
Σ_{18}	7	9,7
Σ_{19}	8,1	7,6
Σ_{20}	8,4	6,1

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$



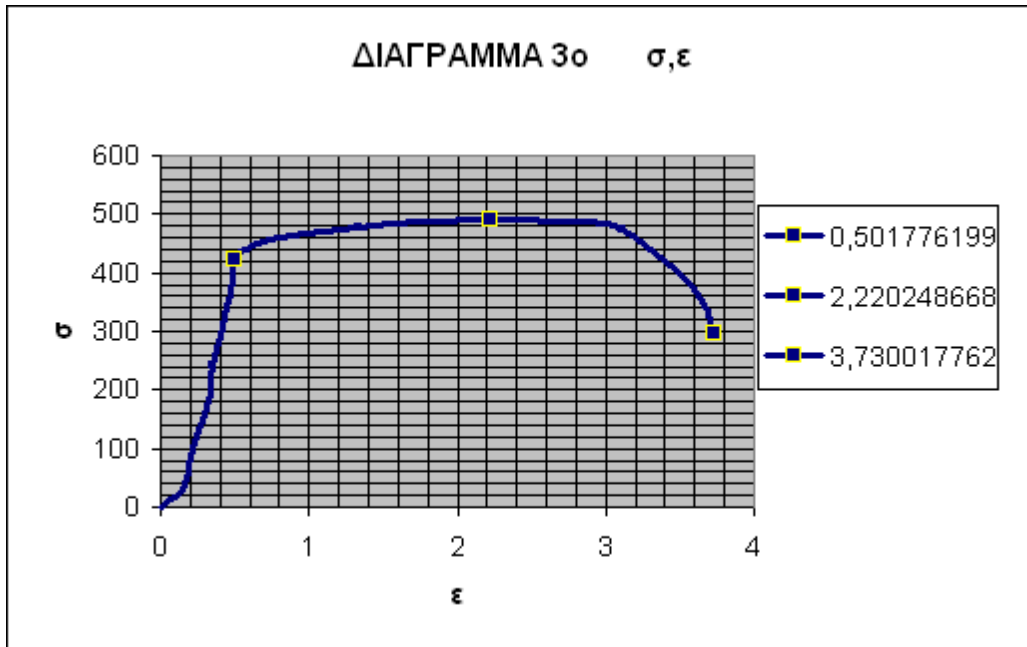
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	3,75
Σ_3	5	7,5
Σ_4	6,25	15
Σ_5	8,125	22,5
Σ_6	9,375	30
Σ_7	10	37,5
Σ_8	11,25	45
Σ_9	12,5	52,5
Σ_{10}	13,75	60
Σ_{11}	14,125	65,25
Σ_{12}	17,5	69
Σ_{13}	25	71,25
Σ_{14}	37,5	73,5
Σ_{15}	50	75
Σ_{16}	62,5	75,375
Σ_{17}	75	75
Σ_{18}	87,5	72,75
Σ_{19}	101,25	57
Σ_{20}	105	45,75

$$\chi'/28,15=\chi''$$

$$\psi'/0,000154=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,13321492	24,3506494
Σ_3	0,17761989	48,7012987
Σ_4	0,22202487	97,4025974
Σ_5	0,28863233	146,103896
Σ_6	0,3330373	194,805195
Σ_7	0,35523979	243,506494
Σ_8	0,39964476	292,207792
Σ_9	0,44404973	340,909091
Σ_{10}	0,48845471	389,61039
Σ_{11}	0,5017762	423,701299
Σ_{12}	0,62166963	448,051948
Σ_{13}	0,88809947	462,662338
Σ_{14}	1,3321492	477,272727
Σ_{15}	1,77619893	487,012987
Σ_{16}	2,22024867	489,448052
Σ_{17}	2,6642984	487,012987
Σ_{18}	3,10834813	472,402597
Σ_{19}	3,59680284	370,12987
Σ_{20}	3,73001776	297,077922

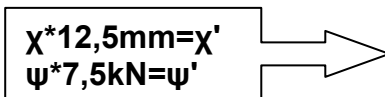


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$I_{\text{αρχικό}} = 28,10 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 30,00 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,4	1
Σ_3	0,6	2
Σ_4	0,9	5
Σ_5	1,2	8,6
Σ_6	1,3	8,8
Σ_7	1,5	9
Σ_8	2	9,3
Σ_9	3	9,65
Σ_{10}	4	9,8
Σ_{11}	5	9,9
Σ_{12}	5,7	9,8
Σ_{13}	6,1	9,5
Σ_{14}	6,6	8,5
Σ_{15}	7,1	7,5
Σ_{16}	7,3	6,5
Σ_{17}	7,4	6

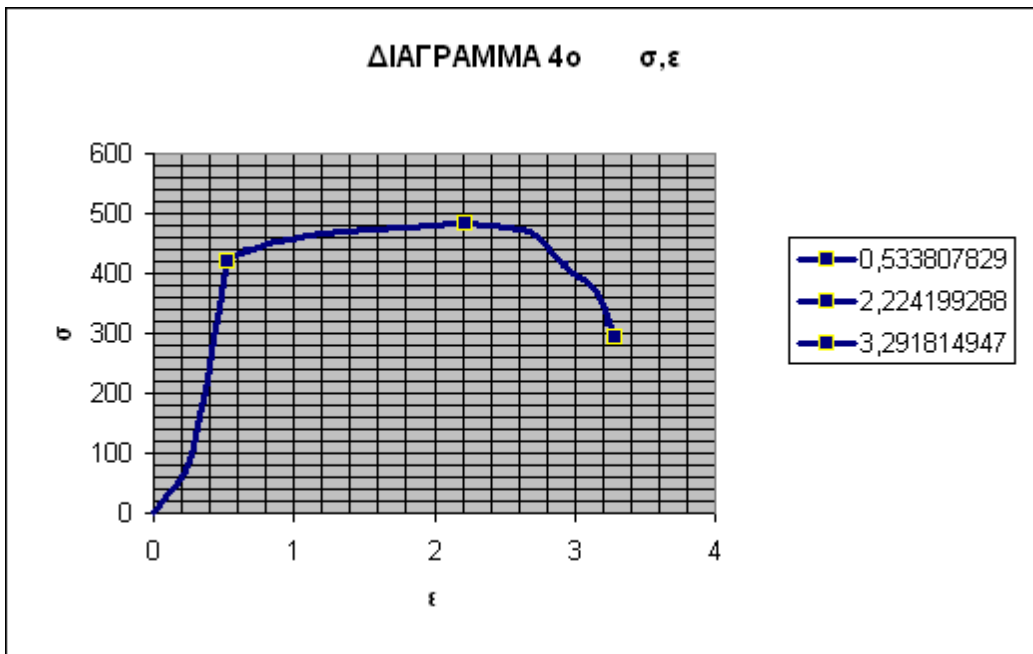


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5	7,5
Σ_3	7,5	15
Σ_4	11,25	37,5
Σ_5	15	64,5
Σ_6	16,25	66
Σ_7	18,75	67,5
Σ_8	25	69,75
Σ_9	37,5	72,375
Σ_{10}	50	73,5
Σ_{11}	62,5	74,25
Σ_{12}	71,25	73,5
Σ_{13}	76,25	71,25
Σ_{14}	82,5	63,75
Σ_{15}	88,75	56,25
Σ_{16}	91,25	48,75
Σ_{17}	92,5	45

$$\begin{aligned} \chi'/28,10 &= \chi'' \\ \psi'/0,000154 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,17793594	48,7012987
Σ_3	0,26690391	97,4025974
Σ_4	0,40035587	243,506494
Σ_5	0,53380783	418,831169
Σ_6	0,57829181	428,571429
Σ_7	0,66725979	438,311688
Σ_8	0,88967972	452,922078
Σ_9	1,33451957	469,967532
Σ_{10}	1,77935943	477,272727
Σ_{11}	2,22419929	482,142857
Σ_{12}	2,53558719	477,272727
Σ_{13}	2,71352313	462,662338
Σ_{14}	2,93594306	413,961039
Σ_{15}	3,15836299	365,25974
Σ_{16}	3,24733096	316,558442
Σ_{17}	3,29181495	292,207792




ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

$\Psi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$l_{\text{αρχικό}} = 33,40 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 42,00 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	1
Σ_3	0,7	2
Σ_4	0,8	3
Σ_5	0,9	3,7
Σ_6	1	3,5
Σ_7	4	3,6
Σ_8	6	3,9
Σ_9	9,3	4,3
Σ_{10}	13	4,4
Σ_{11}	16	4,5
Σ_{12}	21	4,6
Σ_{13}	25,2	4,6
Σ_{14}	26,3	4,3
Σ_{15}	26,5	4
Σ_{16}	26	3,6
Σ_{17}	26,2	2,9

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\Psi * 15 \text{ kN} = \Psi'$



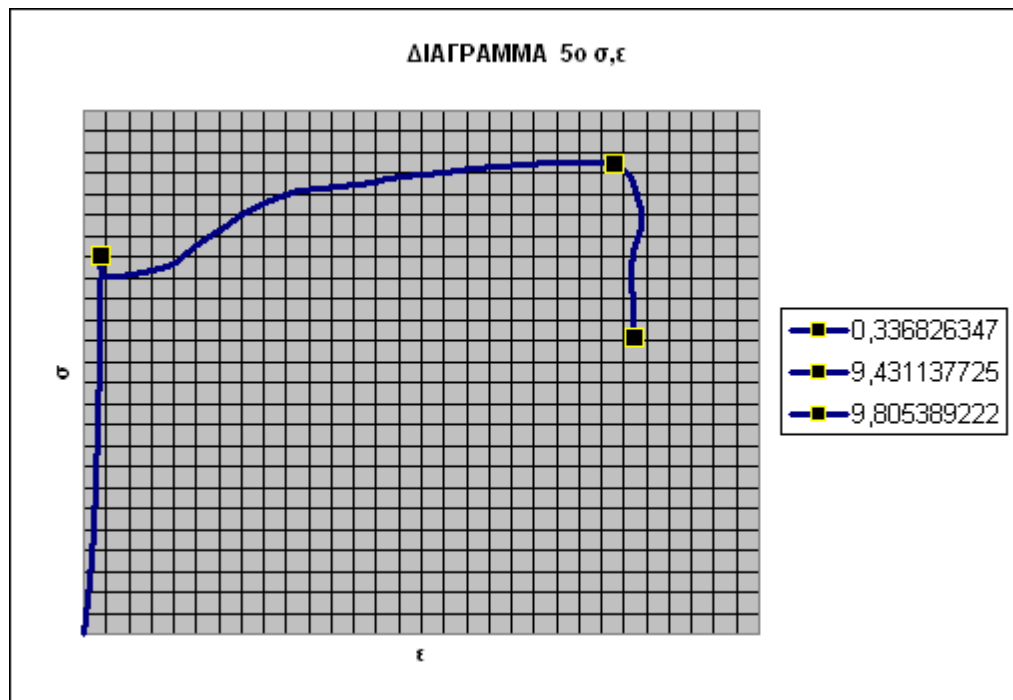
	χ'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	15
Σ_3	8,75	30
Σ_4	10	45
Σ_5	11,25	55,5
Σ_6	12,5	52,5
Σ_7	50	54
Σ_8	75	58,5
Σ_9	116,25	64,5
Σ_{10}	162,5	66
Σ_{11}	200	67,5
Σ_{12}	262,5	69
Σ_{13}	315	69
Σ_{14}	328,75	64,5
Σ_{15}	331,25	60
Σ_{16}	325	54
Σ_{17}	327,5	43,5

$$\chi'/33,40 = \chi''$$

$$\psi'/0,000154 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,18712575	97,4025974
Σ_3	0,26197605	194,805195
Σ_4	0,2994012	292,207792
Σ_5	0,33682635	360,38961
Σ_6	0,3742515	340,909091
Σ_7	1,49700599	350,649351
Σ_8	2,24550898	379,87013
Σ_9	3,48053892	418,831169
Σ_{10}	4,86526946	428,571429
Σ_{11}	5,98802395	438,311688
Σ_{12}	7,85928144	448,051948
Σ_{13}	9,43113772	448,051948
Σ_{14}	9,84281437	418,831169
Σ_{15}	9,91766467	389,61039
Σ_{16}	9,73053892	350,649351
Σ_{17}	9,80538922	282,467532



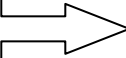
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 16$
$I_{\text{αρχικό}} = 25,50 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 31,60 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	1
Σ_3	0,5	4
Σ_4	0,8	7
Σ_5	0,9	8,2
Σ_6	1,2	8
Σ_7	1,45	8,35
Σ_8	2	8,1
Σ_9	2,4	8,4
Σ_{10}	3	9,2
Σ_{11}	4	10
Σ_{12}	5	10,6
Σ_{13}	6	11,05
Σ_{14}	7	11,4
Σ_{15}	9	11,8
Σ_{16}	11	12,1
Σ_{17}	14	12,3
Σ_{18}	18	12,4
Σ_{19}	21,1	12,1
Σ_{20}	22,4	8,6

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$



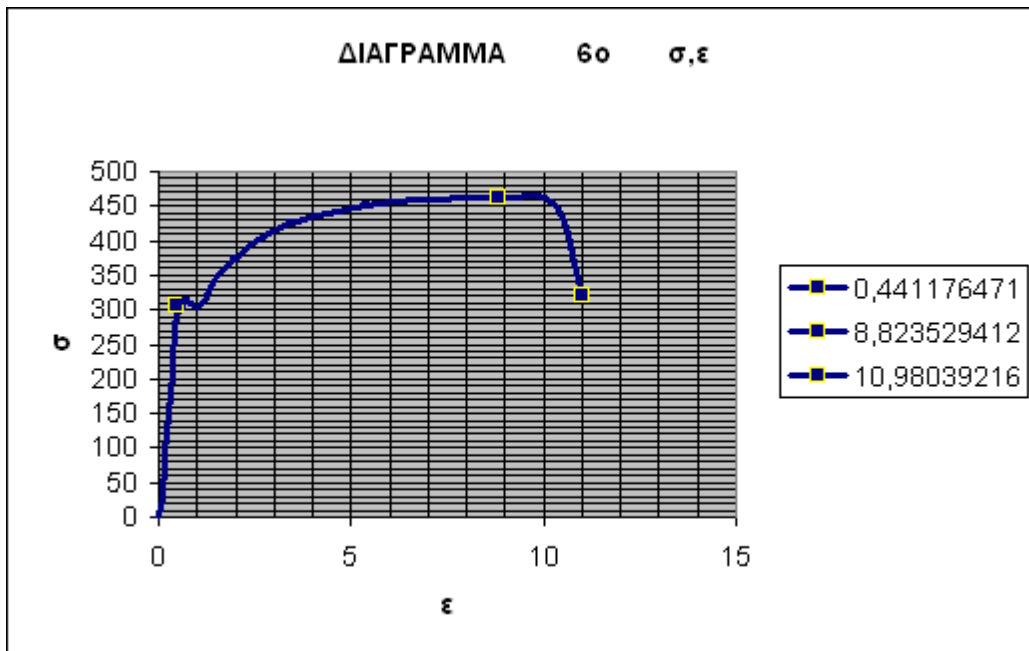
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	7,5
Σ_3	6,25	30
Σ_4	10	52,5
Σ_5	11,25	61,5
Σ_6	15	60
Σ_7	18,125	62,625
Σ_8	25	60,75
Σ_9	30	63
Σ_{10}	37,5	69
Σ_{11}	50	75
Σ_{12}	62,5	79,5
Σ_{13}	75	82,875
Σ_{14}	87,5	85,5
Σ_{15}	112,5	88,5
Σ_{16}	137,5	90,75
Σ_{17}	175	92,25
Σ_{18}	225	93
Σ_{19}	263,75	90,75
Σ_{20}	280	64,5

$$\chi'/25,50 = \chi''$$

$$\psi'/0,000201 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,09803922	37,3134328
Σ_3	0,24509804	149,253731
Σ_4	0,39215686	261,19403
Σ_5	0,44117647	305,970149
Σ_6	0,58823529	298,507463
Σ_7	0,71078431	311,567164
Σ_8	0,98039216	302,238806
Σ_9	1,17647059	313,432836
Σ_{10}	1,47058824	343,283582
Σ_{11}	1,96078431	373,134328
Σ_{12}	2,45098039	395,522388
Σ_{13}	2,94117647	412,313433
Σ_{14}	3,43137255	425,373134
Σ_{15}	4,41176471	440,298507
Σ_{16}	5,39215686	451,492537
Σ_{17}	6,8627451	458,955224
Σ_{18}	8,82352941	462,686567
Σ_{19}	10,3431373	451,492537
Σ_{20}	10,9803922	320,895522

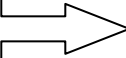


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 16$
$I_{\text{αρχικό}} = 24,70\text{cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 31,00\text{cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	1
Σ_3	0,65	5
Σ_4	0,9	8,2
Σ_5	1,1	8
Σ_6	1,25	8,25
Σ_7	1,55	8,15
Σ_8	1,65	8,4
Σ_9	2,05	8,05
Σ_{10}	2,3	8,3
Σ_{11}	2,35	8,05
Σ_{12}	2,4	8,5
Σ_{13}	3	9,25
Σ_{14}	5	10,7
Σ_{15}	10	12
Σ_{16}	14	12,35
Σ_{17}	17	12,4
Σ_{18}	20,7	12,3
Σ_{19}	21,7	11
Σ_{20}	22,3	8,7

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$
 $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$ 

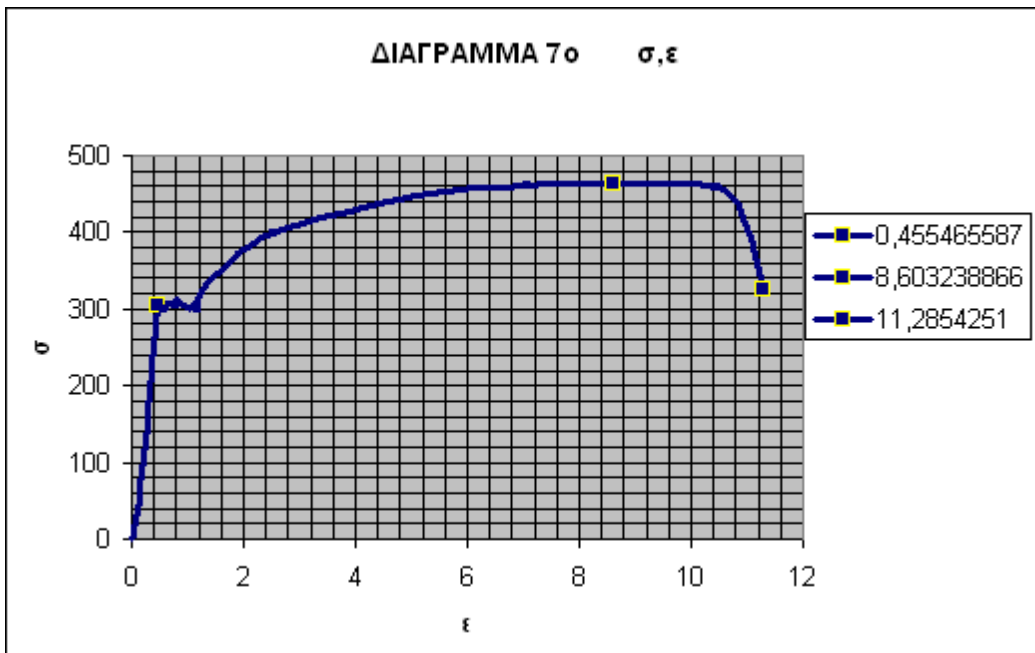
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	7,5
Σ_3	8,125	37,5
Σ_4	11,25	61,5
Σ_5	13,75	60
Σ_6	15,625	61,875
Σ_7	19,375	61,125
Σ_8	20,625	63
Σ_9	25,625	60,375
Σ_{10}	28,75	62,25
Σ_{11}	29,375	60,375
Σ_{12}	30	63,75
Σ_{13}	37,5	69,375
Σ_{14}	62,5	80,25
Σ_{15}	125	90
Σ_{16}	175	92,625
Σ_{17}	212,5	93
Σ_{18}	258,75	92,25
Σ_{19}	271,25	82,5
Σ_{20}	278,75	65,25

$$\chi'/24,70=\chi''$$

$$\psi'/0,000201=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,10121457	37,3134328
Σ_3	0,32894737	186,567164
Σ_4	0,45546559	305,970149
Σ_5	0,55668016	298,507463
Σ_6	0,63259109	307,835821
Σ_7	0,78441296	304,104478
Σ_8	0,83502024	313,432836
Σ_9	1,03744939	300,373134
Σ_{10}	1,16396761	309,701493
Σ_{11}	1,18927126	300,373134
Σ_{12}	1,2145749	317,164179
Σ_{13}	1,51821862	345,149254
Σ_{14}	2,53036437	399,253731
Σ_{15}	5,06072874	447,761194
Σ_{16}	7,08502024	460,820896
Σ_{17}	8,60323887	462,686567
Σ_{18}	10,4757085	458,955224
Σ_{19}	10,9817814	410,447761
Σ_{20}	11,2854251	324,626866



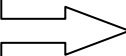
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

Ψ=500mm	
Φ 16	
l αρχικό =	25,00cm
l τελικό =	30,80cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	Χ	Ψ
Σ₁	0	0
Σ₂	0,6	1,1
Σ₃	0,9	2,6
Σ₄	1,1	3,6
Σ₅	1,2	4,7
Σ₆	1,3	4,5
Σ₇	3,3	4,55
Σ₈	4	5
Σ₉	6	5,6
Σ₁₀	8	5,8
Σ₁₁	10	6
Σ₁₂	12	6,1
Σ₁₃	14	6,2
Σ₁₄	16	6,3
Σ₁₅	16,5	6
Σ₁₆	17	5,5
Σ₁₇	17,6	4,4

χ*12,5mm=χ'
ψ*15kN=ψ'



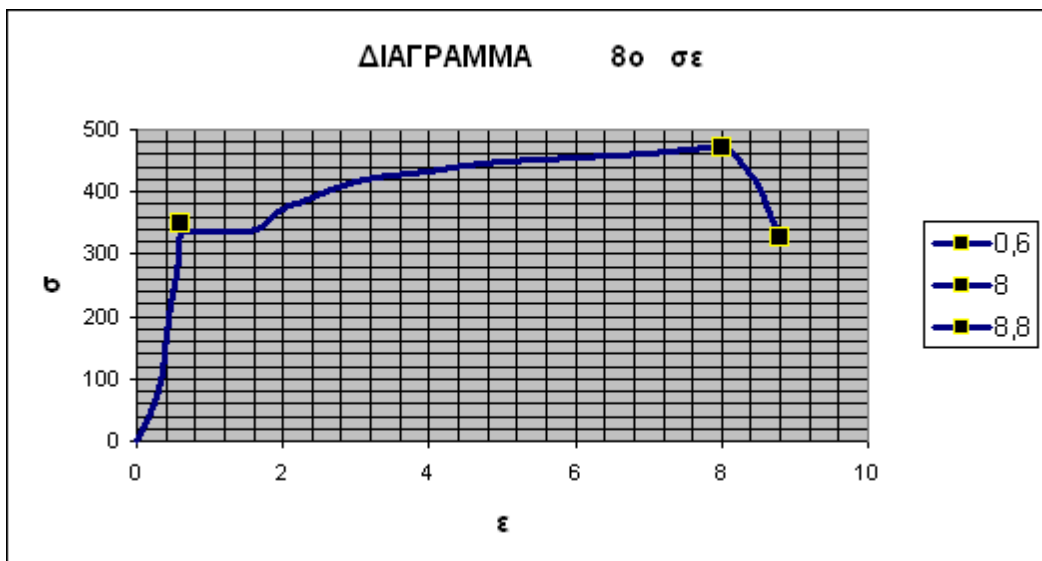
	χ'	ψ'
Σ₁	0	0
Σ₂	7,5	16,5
Σ₃	11,25	39
Σ₄	13,75	54
Σ₅	15	70,5
Σ₆	16,25	67,5
Σ₇	41,25	68,25
Σ₈	50	75
Σ₉	75	84
Σ₁₀	100	87
Σ₁₁	125	90
Σ₁₂	150	91,5
Σ₁₃	175	93
Σ₁₄	200	94,5
Σ₁₅	206,25	90
Σ₁₆	212,5	82,5
Σ₁₇	220	66

$$\chi'/25,00=\chi''$$

$$\psi'/0,000201=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3	82,0895522
Σ_3	0,45	194,029851
Σ_4	0,55	268,656716
Σ_5	0,6	350,746269
Σ_6	0,65	335,820896
Σ_7	1,65	339,552239
Σ_8	2	373,134328
Σ_9	3	417,910448
Σ_{10}	4	432,835821
Σ_{11}	5	447,761194
Σ_{12}	6	455,223881
Σ_{13}	7	462,686567
Σ_{14}	8	470,149254
Σ_{15}	8,25	447,761194
Σ_{16}	8,5	410,447761
Σ_{17}	8,8	328,358209

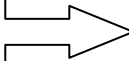


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

Ψ=500mm	
Φ 18	
l αρχικό =	25,80cm
l τελικό =	33,80cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	Χ	Ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	1
Σ_3	0,8	2
Σ_4	0,9	3
Σ_5	1	4
Σ_6	1,1	4,8
Σ_7	1,2	5,5
Σ_8	3,6	5,6
Σ_9	5	6,2
Σ_{10}	8	6,8
Σ_{11}	10	7
Σ_{12}	12	7,2
Σ_{13}	14	7,3
Σ_{14}	19	7,4
Σ_{15}	21,4	7,4
Σ_{16}	22,3	7,2
Σ_{17}	23	6,4
Σ_{18}	23,8	5

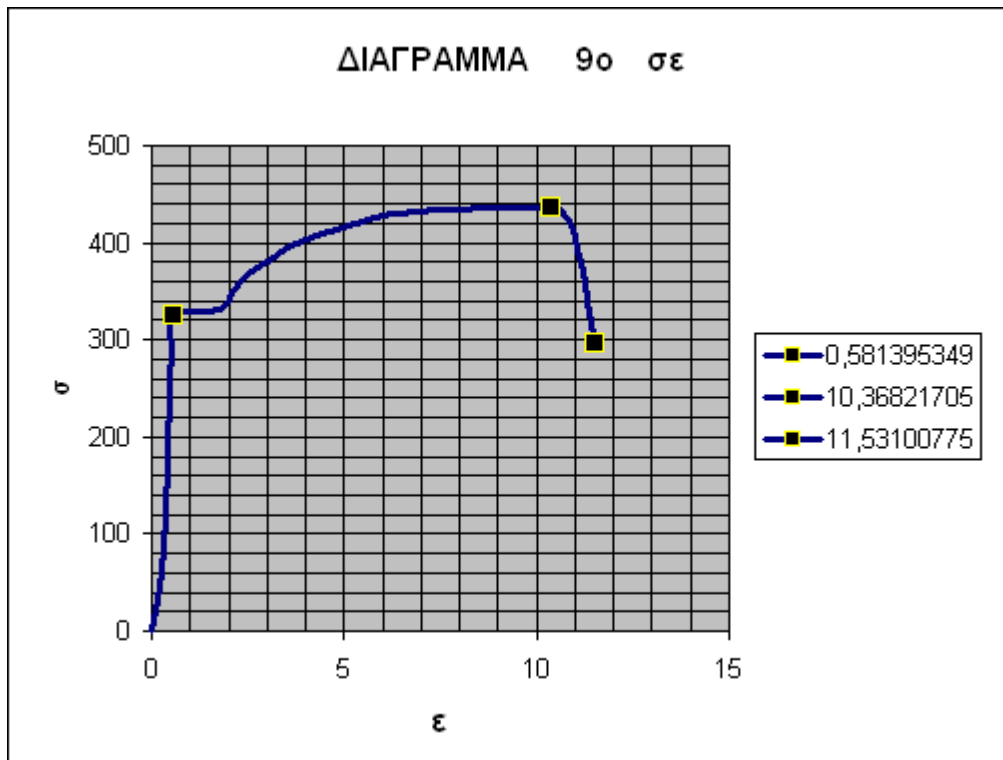
$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 15\text{kN} = \psi'$	
--	---

	Χ'	Ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	15
Σ_3	10	30
Σ_4	11,25	45
Σ_5	12,5	60
Σ_6	13,75	72
Σ_7	15	82,5
Σ_8	45	84
Σ_9	62,5	93
Σ_{10}	100	102
Σ_{11}	125	105
Σ_{12}	150	108
Σ_{13}	175	109,5
Σ_{14}	237,5	111
Σ_{15}	267,5	111
Σ_{16}	278,75	108
Σ_{17}	287,5	96
Σ_{18}	297,5	75

$$\begin{aligned} \chi'/25,80 &= \chi'' \\ \psi'/0,000254 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,24224806	59,0551181
Σ_3	0,3875969	118,110236
Σ_4	0,43604651	177,165354
Σ_5	0,48449612	236,220472
Σ_6	0,53294574	283,464567
Σ_7	0,58139535	324,80315
Σ_8	1,74418605	330,708661
Σ_9	2,42248062	366,141732
Σ_{10}	3,87596899	401,574803
Σ_{11}	4,84496124	413,385827
Σ_{12}	5,81395349	425,19685
Σ_{13}	6,78294574	431,102362
Σ_{14}	9,20542636	437,007874
Σ_{15}	10,3682171	437,007874
Σ_{16}	10,8042636	425,19685
Σ_{17}	11,1434109	377,952756
Σ_{18}	11,5310078	295,275591

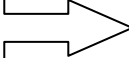


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 18$
$I_{\text{αρχικό}} = 26,4 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 27,90 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,8	0,3
Σ_3	1	1
Σ_4	1,2	2
Σ_5	1,5	4
Σ_6	1,7	6
Σ_7	2	8
Σ_8	2,1	9
Σ_9	2,2	10
Σ_{10}	2,4	11,5
Σ_{11}	2,6	12,3
Σ_{12}	2,75	12,7
Σ_{13}	3,1	14
Σ_{14}	3,7	15
Σ_{15}	4,5	15,7
Σ_{16}	5,5	16,2
Σ_{17}	7,2	16,5
Σ_{18}	7,5	16,3
Σ_{19}	8	15,4
Σ_{20}	8,4	14,1

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$	
$\psi * 15\text{kN} = \psi'$	

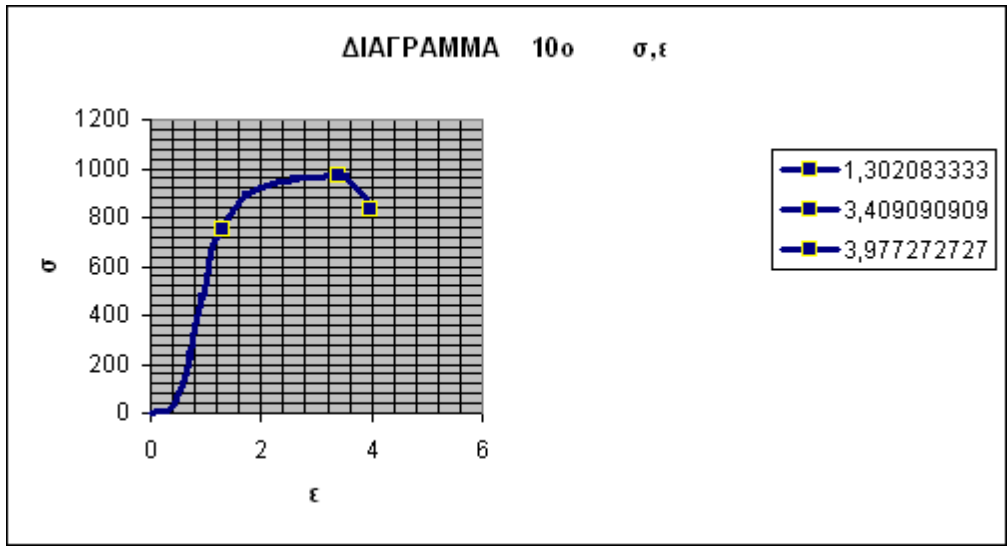
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	10	4,5
Σ_3	12,5	15
Σ_4	15	30
Σ_5	18,75	60
Σ_6	21,25	90
Σ_7	25	120
Σ_8	26,25	135
Σ_9	27,5	150
Σ_{10}	30	172,5
Σ_{11}	32,5	184,5
Σ_{12}	34,375	190,5
Σ_{13}	38,75	210
Σ_{14}	46,25	225
Σ_{15}	56,25	235,5
Σ_{16}	68,75	243
Σ_{17}	90	247,5
Σ_{18}	93,75	244,5
Σ_{19}	100	231
Σ_{20}	105	211,5

$$\chi'/26,40=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

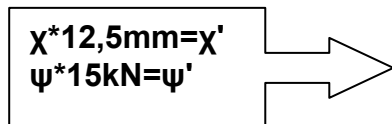
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,37878788	17,7165354
Σ_3	0,47348485	59,0551181
Σ_4	0,56818182	118,110236
Σ_5	0,71022727	236,220472
Σ_6	0,80492424	354,330709
Σ_7	0,9469697	472,440945
Σ_8	0,99431818	531,496063
Σ_9	1,04166667	590,551181
Σ_{10}	1,13636364	679,133858
Σ_{11}	1,23106061	726,377953
Σ_{12}	1,30208333	750
Σ_{13}	1,46780303	826,771654
Σ_{14}	1,75189394	885,826772
Σ_{15}	2,13068182	927,165354
Σ_{16}	2,60416667	956,692913
Σ_{17}	3,40909091	974,409449
Σ_{18}	3,55113636	962,598425
Σ_{19}	3,78787879	909,448819
Σ_{20}	3,97727273	832,677165



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 20$
$I_{\text{αρχικό}} = 26,50 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 32,90 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ



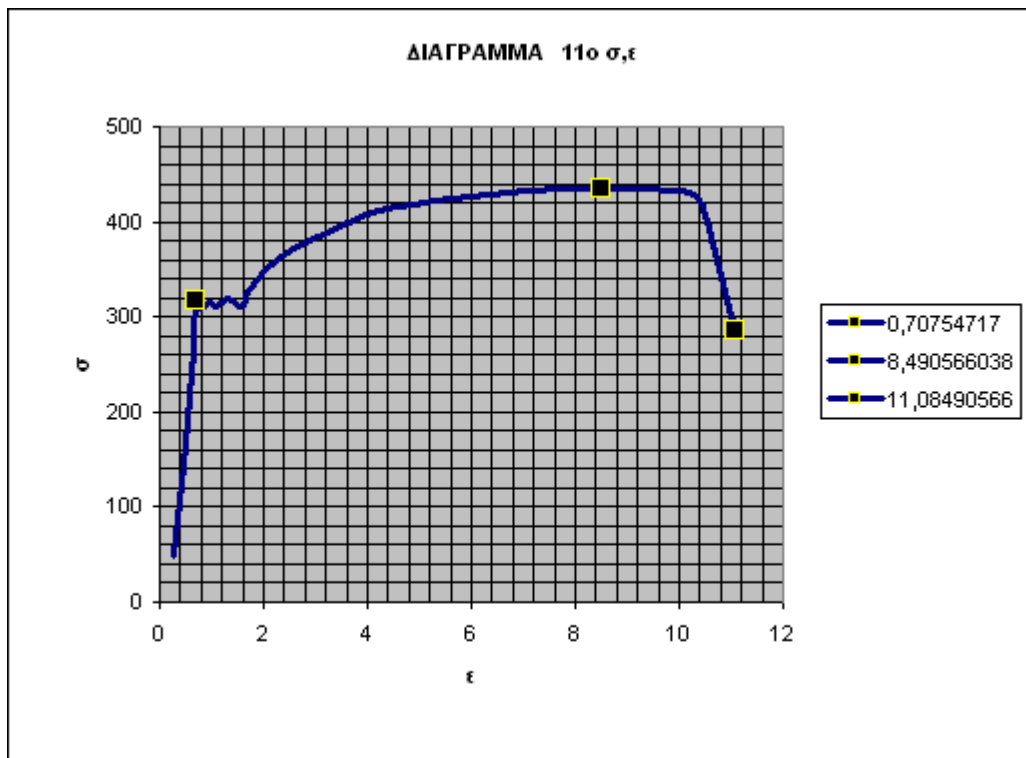
	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,6	1
Σ_3	1	3
Σ_4	1,3	5
Σ_5	1,5	6,65
Σ_6	1,6	6,45
Σ_7	2	6,6
Σ_8	2,35	6,5
Σ_9	2,8	6,67
Σ_{10}	3,45	6,5
Σ_{11}	3,55	6,8
Σ_{12}	5	7,6
Σ_{13}	7	8,2
Σ_{14}	9	8,6
Σ_{15}	12	8,9
Σ_{16}	15	9,05
Σ_{17}	18	9,1
Σ_{18}	21,6	9
Σ_{19}	22,3	8,5
Σ_{20}	23,5	6

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	7,5	15
Σ_3	12,5	45
Σ_4	16,25	75
Σ_5	18,75	99,75
Σ_6	20	96,75
Σ_7	25	99
Σ_8	29,375	97,5
Σ_9	35	100,05
Σ_{10}	43,125	97,5
Σ_{11}	44,375	102
Σ_{12}	62,5	114
Σ_{13}	87,5	123
Σ_{14}	112,5	129
Σ_{15}	150	133,5
Σ_{16}	187,5	135,75
Σ_{17}	225	136,5
Σ_{18}	270	135
Σ_{19}	278,75	127,5
Σ_{20}	293,75	90

$$\begin{aligned} \chi'/26,50 &= \chi'' \\ \psi'/0,000314 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \epsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,28301887	47,7707006
Σ_3	0,47169811	143,312102
Σ_4	0,61320755	238,853503
Σ_5	0,70754717	317,675159
Σ_6	0,75471698	308,121019
Σ_7	0,94339623	315,286624
Σ_8	1,10849057	310,509554
Σ_9	1,32075472	318,630573
Σ_{10}	1,62735849	310,509554
Σ_{11}	1,6745283	324,840764
Σ_{12}	2,35849057	363,057325
Σ_{13}	3,30188679	391,719745
Σ_{14}	4,24528302	410,828025
Σ_{15}	5,66037736	425,159236
Σ_{16}	7,0754717	432,324841
Σ_{17}	8,49056604	434,713376
Σ_{18}	10,1886792	429,936306
Σ_{19}	10,5188679	406,050955
Σ_{20}	11,0849057	286,624204

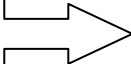


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 20$
$I_{\text{αρχικό}} = 26,65 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 33,90 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	1
Σ_3	1	4
Σ_4	1,35	6,6
Σ_5	1,6	6,4
Σ_6	1,85	6,55
Σ_7	2,25	6,45
Σ_8	2,45	6,65
Σ_9	2,95	6,45
Σ_{10}	3,2	6,65
Σ_{11}	3,35	6,5
Σ_{12}	3,4	6,8
Σ_{13}	5	7,6
Σ_{14}	8	8,45
Σ_{15}	13	9
Σ_{16}	16	9,1
Σ_{17}	19	9,2
Σ_{18}	23	9,05
Σ_{19}	24,25	8
Σ_{20}	25	6,2

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$ $\psi * 15\text{kN} = \psi'$	
--	---

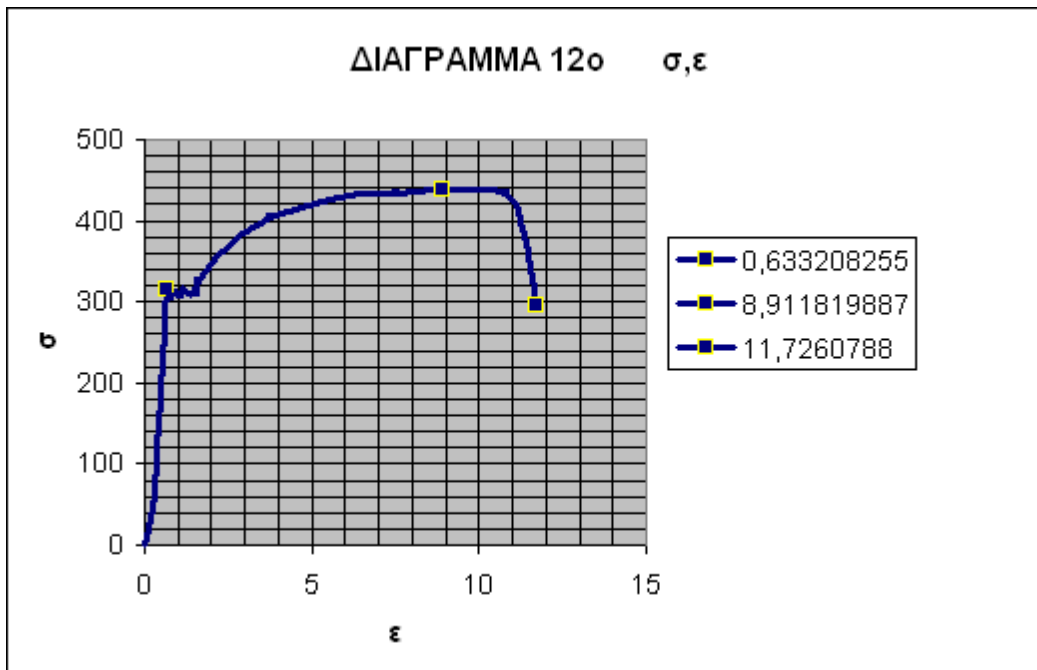
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	15
Σ_3	12,5	60
Σ_4	16,875	99
Σ_5	20	96
Σ_6	23,125	98,25
Σ_7	28,125	96,75
Σ_8	30,625	99,75
Σ_9	36,875	96,75
Σ_{10}	40	99,75
Σ_{11}	41,875	97,5
Σ_{12}	42,5	102
Σ_{13}	62,5	114
Σ_{14}	100	126,75
Σ_{15}	162,5	135
Σ_{16}	200	136,5
Σ_{17}	237,5	138
Σ_{18}	287,5	135,75
Σ_{19}	303,125	120
Σ_{20}	312,5	93

$$\chi'/26,65=\chi''$$

$$\psi'/0,000314=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,23452158	47,7707006
Σ_3	0,46904315	191,082803
Σ_4	0,63320826	315,286624
Σ_5	0,75046904	305,732484
Σ_6	0,86772983	312,898089
Σ_7	1,05534709	308,121019
Σ_8	1,14915572	317,675159
Σ_9	1,3836773	308,121019
Σ_{10}	1,50093809	317,675159
Σ_{11}	1,57129456	310,509554
Σ_{12}	1,59474672	324,840764
Σ_{13}	2,34521576	363,057325
Σ_{14}	3,75234522	403,66242
Σ_{15}	6,09756098	429,936306
Σ_{16}	7,50469043	434,713376
Σ_{17}	8,91181989	439,490446
Σ_{18}	10,7879925	432,324841
Σ_{19}	11,3742964	382,165605
Σ_{20}	11,7260788	296,178344



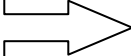
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΙΤΑΛΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

$\chi=500\text{mm}$ $\Phi 12$ $I_{\text{αρχικό}} = 29,10 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 35,10 \text{ cm}$
--

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	1,1
Σ_3	0,8	3,5
Σ_4	1	5,2
Σ_5	1,05	5,1
Σ_6	1,4	5,35
Σ_7	2	5,05
Σ_8	2,5	5,3
Σ_9	2,7	5,03
Σ_{10}	3,1	5,2
Σ_{11}	3,85	5,05
Σ_{12}	4,15	5,3
Σ_{13}	6	5,8
Σ_{14}	8	6,05
Σ_{15}	10	6,25
Σ_{16}	14	6,4
Σ_{17}	19	6,5
Σ_{18}	20,3	6,45
Σ_{19}	21	5,8
Σ_{20}	21,55	4,4

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

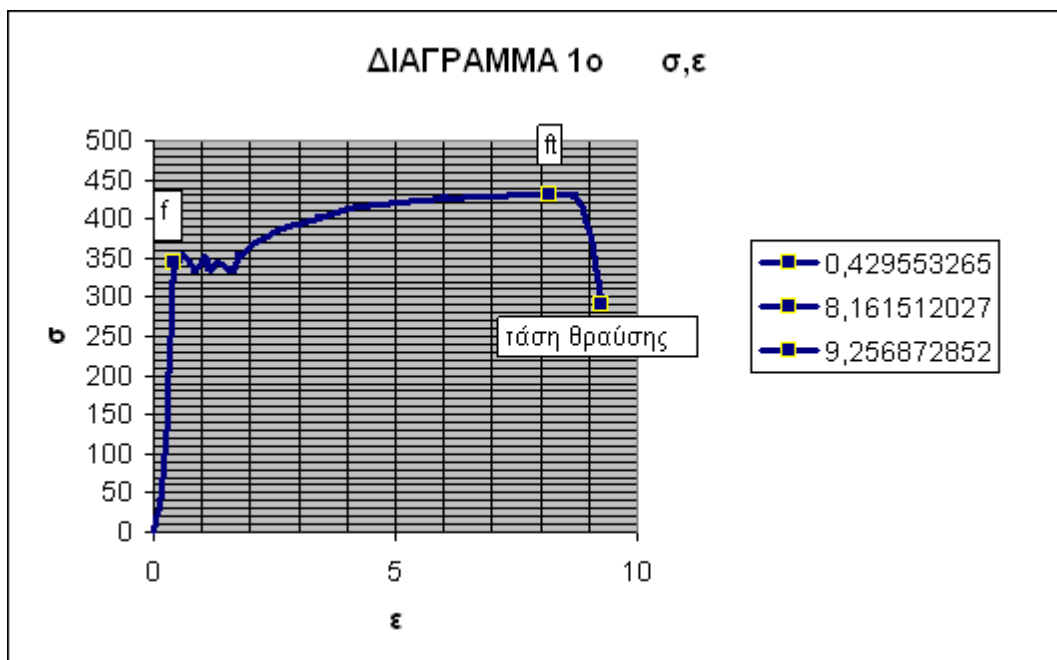
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	8,25
Σ_3	10	26,25
Σ_4	12,5	39
Σ_5	13,125	38,25
Σ_6	17,5	40,125
Σ_7	25	37,875
Σ_8	31,25	39,75
Σ_9	33,75	37,725
Σ_{10}	38,75	39
Σ_{11}	48,125	37,875
Σ_{12}	51,875	39,75
Σ_{13}	75	43,5
Σ_{14}	100	45,375
Σ_{15}	125	46,875
Σ_{16}	175	48
Σ_{17}	237,5	48,75
Σ_{18}	253,75	48,375
Σ_{19}	262,5	43,5
Σ_{20}	269,375	33

$$\chi' / 29,10 = \chi''$$

$$\psi' / 0,000113 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,21477663	73,0088496
Σ_3	0,34364261	232,300885
Σ_4	0,42955326	345,132743
Σ_5	0,45103093	338,495575
Σ_6	0,60137457	355,088496
Σ_7	0,85910653	335,176991
Σ_8	1,07388316	351,769912
Σ_9	1,15979381	333,849558
Σ_{10}	1,33161512	345,132743
Σ_{11}	1,65378007	335,176991
Σ_{12}	1,78264605	351,769912
Σ_{13}	2,57731959	384,955752
Σ_{14}	3,43642612	401,548673
Σ_{15}	4,29553265	414,823009
Σ_{16}	6,0137457	424,778761
Σ_{17}	8,16151203	431,415929
Σ_{18}	8,71993127	428,097345
Σ_{19}	9,02061856	384,955752
Σ_{20}	9,25687285	292,035398



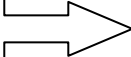
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 12$
$l_{\text{αρχικό}} = 28,20 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 34,20 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	1
Σ_3	0,31	2
Σ_4	0,41	3
Σ_5	0,45	3,6
Σ_6	0,89	3,68
Σ_7	1,3	3,52
Σ_8	1,6	3,75
Σ_9	2	3,7
Σ_{10}	2,6	3,67
Σ_{11}	3,3	3,65
Σ_{12}	3,8	3,57
Σ_{13}	4,1	3,98
Σ_{14}	5	4,19
Σ_{15}	9	4,75
Σ_{16}	13	4,98
Σ_{17}	19	5
Σ_{18}	21	4,7
Σ_{19}	21,5	4
Σ_{20}	21,8	2,8

$\chi^*12,5\text{mm}=\chi'$
 $\psi^*7,5\text{kN}=\psi'$



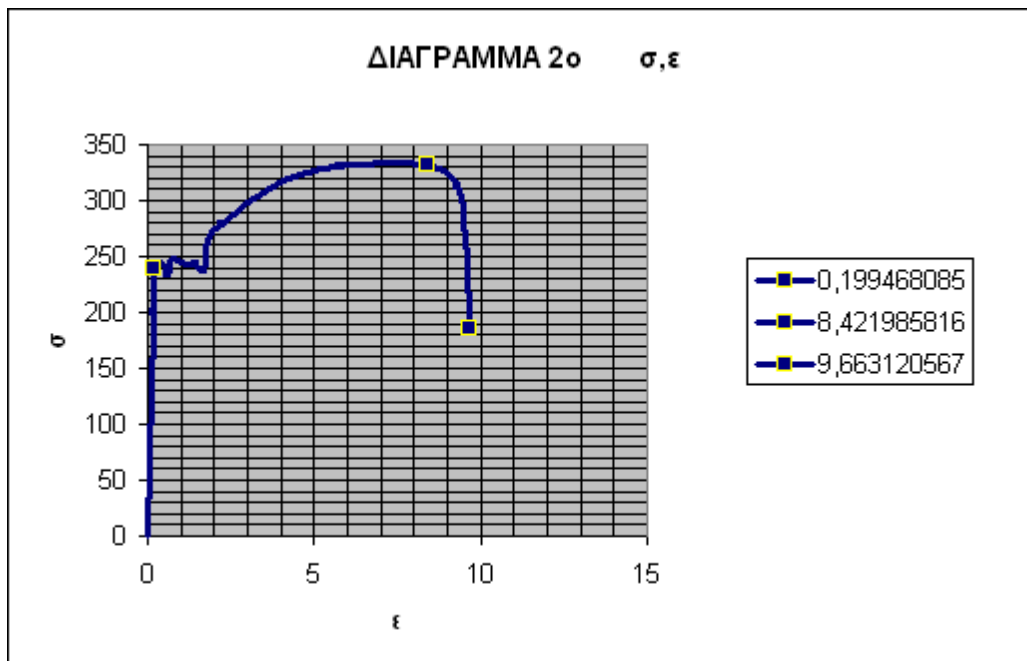
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	7,5
Σ_3	3,875	15
Σ_4	5,125	22,5
Σ_5	5,625	27
Σ_6	11,125	27,6
Σ_7	16,25	26,4
Σ_8	20	28,125
Σ_9	25	27,75
Σ_{10}	32,5	27,525
Σ_{11}	41,25	27,375
Σ_{12}	47,5	26,775
Σ_{13}	51,25	29,85
Σ_{14}	62,5	31,425
Σ_{15}	112,5	35,625
Σ_{16}	162,5	37,35
Σ_{17}	237,5	37,5
Σ_{18}	262,5	35,25
Σ_{19}	268,75	30
Σ_{20}	272,5	21

$$\chi'/28,20 = \chi''$$

$$\psi'/0,000113 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,08865248	66,3716814
Σ_3	0,13741135	132,743363
Σ_4	0,18173759	199,115044
Σ_5	0,19946809	238,938053
Σ_6	0,39450355	244,247788
Σ_7	0,57624113	233,628319
Σ_8	0,70921986	248,893805
Σ_9	0,88652482	245,575221
Σ_{10}	1,15248227	243,584071
Σ_{11}	1,46276596	242,256637
Σ_{12}	1,68439716	236,946903
Σ_{13}	1,81737589	264,159292
Σ_{14}	2,21631206	278,097345
Σ_{15}	3,9893617	315,265487
Σ_{16}	5,76241135	330,530973
Σ_{17}	8,42198582	331,858407
Σ_{18}	9,30851064	311,946903
Σ_{19}	9,53014184	265,486726
Σ_{20}	9,66312057	185,840708

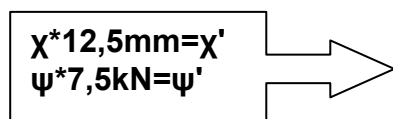


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$l_{\text{αρχικό}} = 28,60 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 35,50 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	1
Σ_3	0,5	4
Σ_4	0,7	6,8
Σ_5	0,8	6,6
Σ_6	1	6,8
Σ_7	1,5	6,6
Σ_8	2,3	6,8
Σ_9	2,7	6,65
Σ_{10}	2,8	7
Σ_{11}	5	8,2
Σ_{12}	7	8,8
Σ_{13}	10	9,3
Σ_{14}	13	9,55
Σ_{15}	17	9,7
Σ_{16}	19	9,75
Σ_{17}	22	9,7
Σ_{18}	22,9	9,5
Σ_{19}	23,4	9
Σ_{20}	24,1	6,6

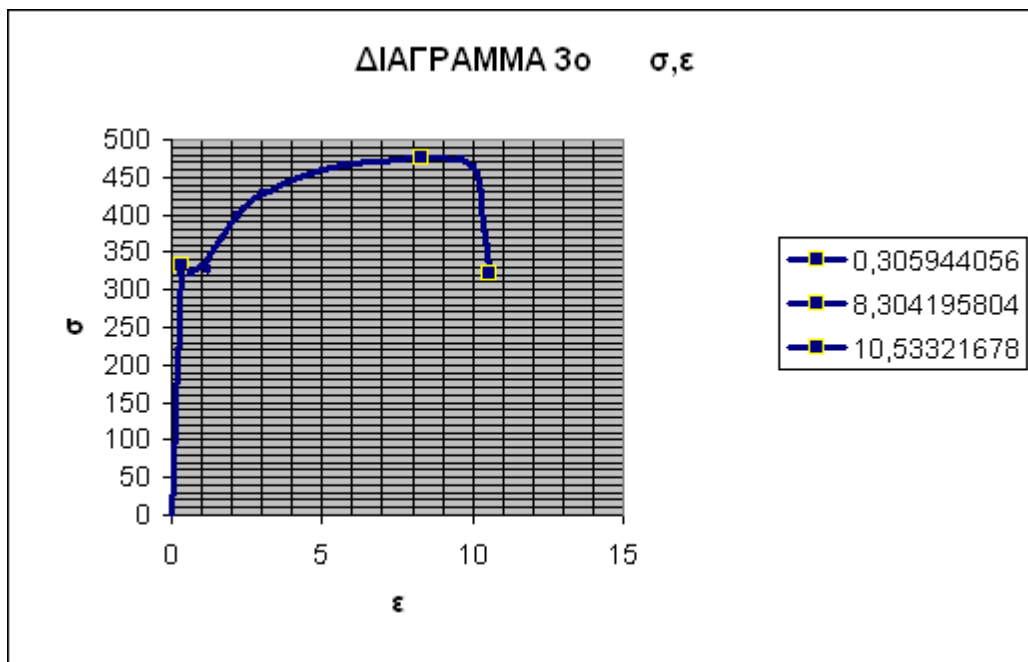


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	7,5
Σ_3	6,25	30
Σ_4	8,75	51
Σ_5	10	49,5
Σ_6	12,5	51
Σ_7	18,75	49,5
Σ_8	28,75	51
Σ_9	33,75	49,875
Σ_{10}	35	52,5
Σ_{11}	62,5	61,5
Σ_{12}	87,5	66
Σ_{13}	125	69,75
Σ_{14}	162,5	71,625
Σ_{15}	212,5	72,75
Σ_{16}	237,5	73,125
Σ_{17}	275	72,75
Σ_{18}	286,25	71,25
Σ_{19}	292,5	67,5
Σ_{20}	301,25	49,5

$$\begin{aligned} \chi'/28,60 &= \chi'' \\ \psi'/0,000154 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

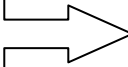
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,08741259	48,7012987
Σ_3	0,21853147	194,805195
Σ_4	0,30594406	331,168831
Σ_5	0,34965035	321,428571
Σ_6	0,43706294	331,168831
Σ_7	0,65559441	321,428571
Σ_8	1,00524476	331,168831
Σ_9	1,18006993	323,863636
Σ_{10}	1,22377622	340,909091
Σ_{11}	2,18531469	399,350649
Σ_{12}	3,05944056	428,571429
Σ_{13}	4,37062937	452,922078
Σ_{14}	5,68181818	465,097403
Σ_{15}	7,43006993	472,402597
Σ_{16}	8,3041958	474,837662
Σ_{17}	9,61538462	472,402597
Σ_{18}	10,0087413	462,662338
Σ_{19}	10,2272727	438,311688
Σ_{20}	10,5332168	321,428571



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$l_{\text{αρχικό}} = 29,30 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 36,30 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$	
$\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$	

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3	1
Σ_3	0,5	3
Σ_4	0,68	5
Σ_5	0,77	6
Σ_6	0,81	6,9
Σ_7	0,83	6,8
Σ_8	1,4	6,93
Σ_9	2,1	6,7
Σ_{10}	3	6,99
Σ_{11}	4,8	8
Σ_{12}	6,8	8,68
Σ_{13}	9,8	9,24
Σ_{14}	12,8	9,5
Σ_{15}	14,8	9,6
Σ_{16}	16,8	9,65
Σ_{17}	18,8	9,69
Σ_{18}	21,8	9,66
Σ_{19}	23,5	9,2
Σ_{20}	24	8,2
Σ_{21}	24,4	6,6

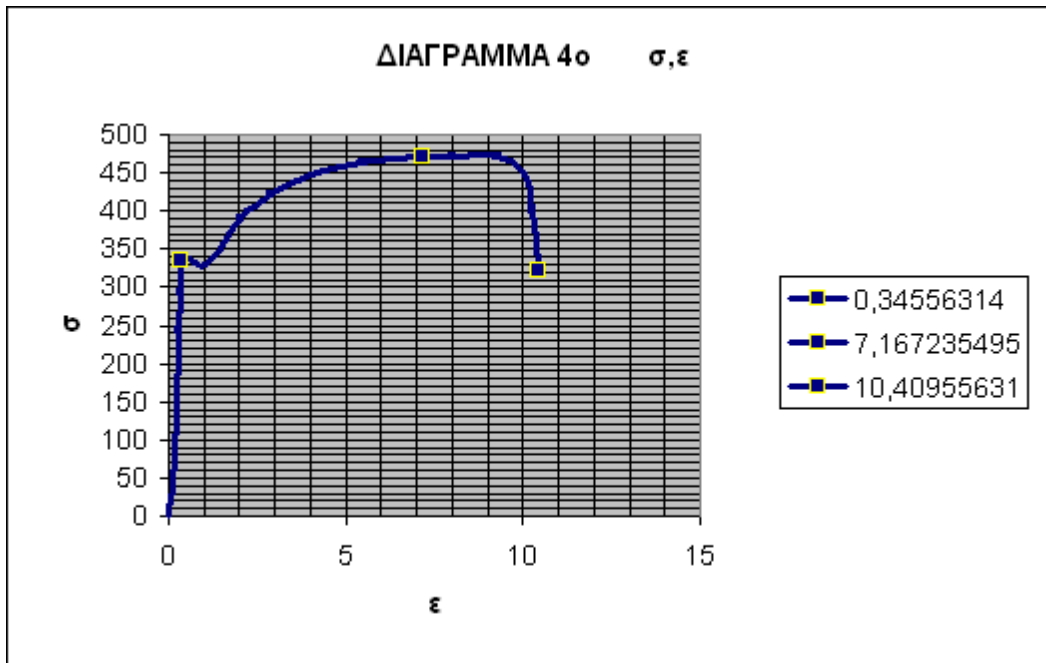
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	7,5
Σ_3	6,25	22,5
Σ_4	8,5	37,5
Σ_5	9,625	45
Σ_6	10,125	51,75
Σ_7	10,375	51
Σ_8	17,5	51,975
Σ_9	26,25	50,25
Σ_{10}	37,5	52,425
Σ_{11}	60	60
Σ_{12}	85	65,1
Σ_{13}	122,5	69,3
Σ_{14}	160	71,25
Σ_{15}	185	72
Σ_{16}	210	72,375
Σ_{17}	235	72,675
Σ_{18}	272,5	72,45
Σ_{19}	293,75	69
Σ_{20}	300	61,5
Σ_{21}	305	49,5

$$\chi'/29,30=\chi''$$

$$\psi'/0,000154=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,12798635	48,7012987
Σ_3	0,21331058	146,103896
Σ_4	0,29010239	243,506494
Σ_5	0,32849829	292,207792
Σ_6	0,34556314	336,038961
Σ_7	0,35409556	331,168831
Σ_8	0,59726962	337,5
Σ_9	0,89590444	326,298701
Σ_{10}	1,27986348	340,422078
Σ_{11}	2,04778157	389,61039
Σ_{12}	2,90102389	422,727273
Σ_{13}	4,18088737	450
Σ_{14}	5,46075085	462,662338
Σ_{15}	6,31399317	467,532468
Σ_{16}	7,16723549	469,967532
Σ_{17}	8,02047782	471,915584
Σ_{18}	9,3003413	470,454545
Σ_{19}	10,0255973	448,051948
Σ_{20}	10,2389078	399,350649
Σ_{21}	10,4095563	321,428571

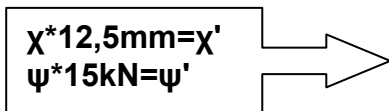


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

$\psi=500\text{mm}$ $\Phi 14$ $l_{\text{αρχικό}} = 27,5\text{cm}$ $l_{\text{τελικό}} = 31,00\text{cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	0,7
Σ_3	0,7	1,5
Σ_4	0,9	2,6
Σ_5	1,1	3,6
Σ_6	1,5	3,7
Σ_7	2	3,8
Σ_8	3	3,9
Σ_9	4	3,95
Σ_{10}	7	3,9
Σ_{11}	7,6	3,85
Σ_{12}	8,4	3,7
Σ_{13}	9	3,3
Σ_{14}	9,7	2,3



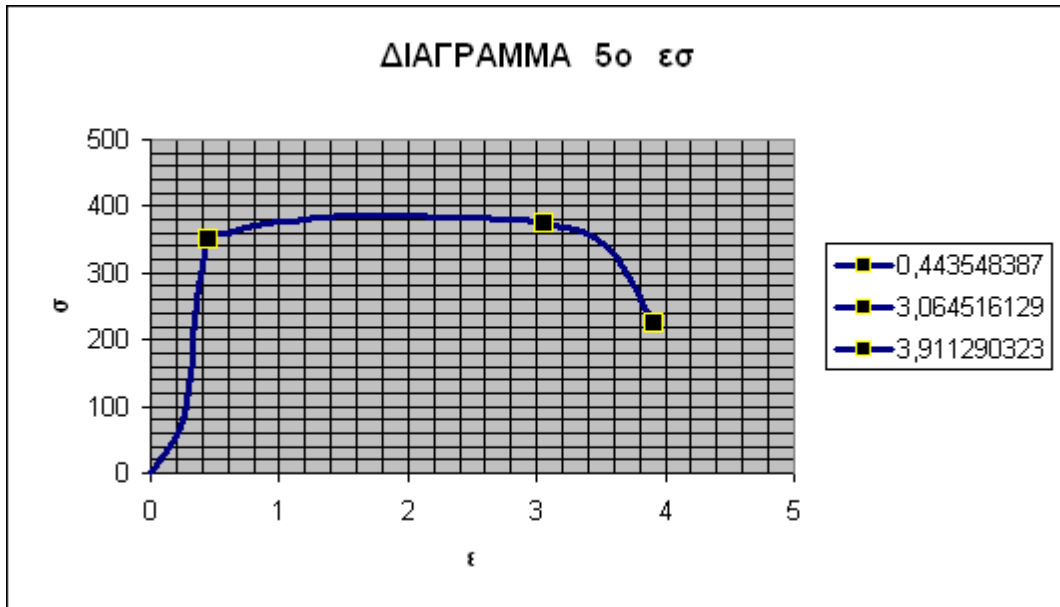
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	10,5
Σ_3	8,75	22,5
Σ_4	11,25	39
Σ_5	13,75	54
Σ_6	18,75	55,5
Σ_7	25	57
Σ_8	37,5	58,5
Σ_9	50	59,25
Σ_{10}	87,5	58,5
Σ_{11}	95	57,75
Σ_{12}	105	55,5
Σ_{13}	112,5	49,5
Σ_{14}	121,25	34,5

$$\chi'/27,50=\chi''$$

$$\psi'/0,000154=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,22727273	68,1818182
Σ_3	0,31818182	146,103896
Σ_4	0,36290323	253,246753
Σ_5	0,44354839	350,649351
Σ_6	0,60483871	360,38961
Σ_7	0,80645161	370,12987
Σ_8	1,20967742	379,87013
Σ_9	1,61290323	384,74026
Σ_{10}	2,82258065	379,87013
Σ_{11}	3,06451613	375
Σ_{12}	3,38709677	360,38961
Σ_{13}	3,62903226	321,428571
Σ_{14}	3,91129032	224,025974

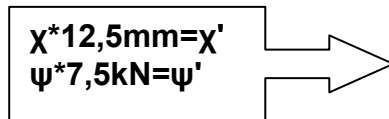


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

$\chi=500\text{mm}$	
$\Phi 16$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	25,90 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	32,50 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,23	1
Σ_3	0,51	3
Σ_4	0,71	5
Σ_5	0,9	7
Σ_6	0,93	7,6
Σ_7	1,2	7,43
Σ_8	1,8	7,41
Σ_9	2,3	7,69
Σ_{10}	4,1	9,1
Σ_{11}	7	10,09
Σ_{12}	9	10,4
Σ_{13}	11	10,59
Σ_{14}	13	10,69
Σ_{15}	16	10,78
Σ_{16}	18	10,79
Σ_{17}	20	10,78
Σ_{18}	21,3	10,3
Σ_{19}	22,4	9
Σ_{20}	22,8	7,4



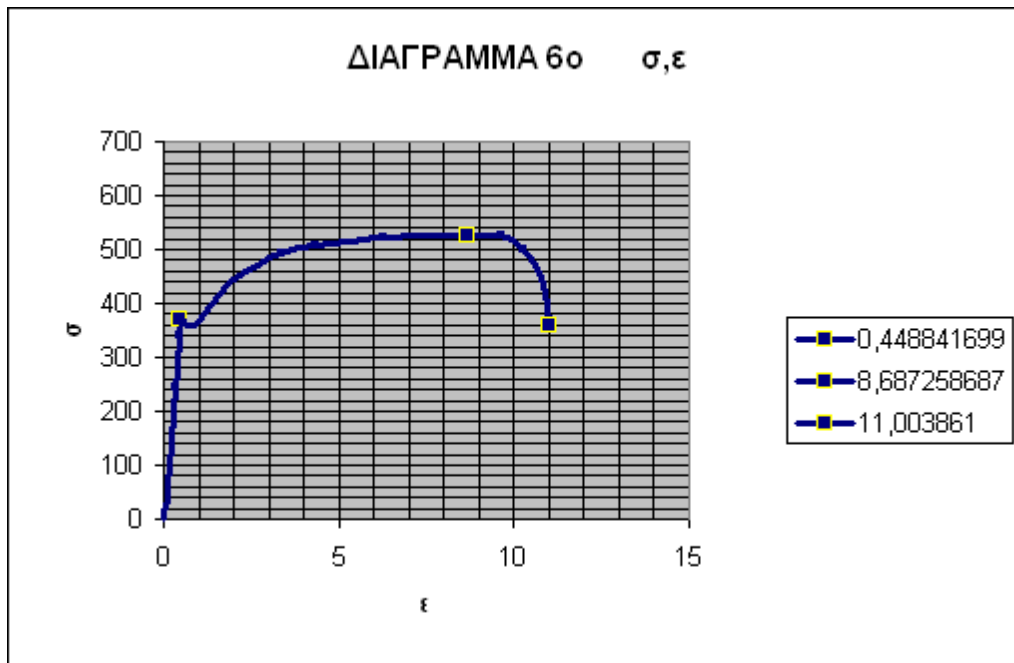
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,875	7,5
Σ_3	6,375	22,5
Σ_4	8,875	37,5
Σ_5	11,25	52,5
Σ_6	11,625	57
Σ_7	15	55,725
Σ_8	22,5	55,575
Σ_9	28,75	57,675
Σ_{10}	51,25	68,25
Σ_{11}	87,5	75,675
Σ_{12}	112,5	78
Σ_{13}	137,5	79,425
Σ_{14}	162,5	80,175
Σ_{15}	200	80,85
Σ_{16}	225	80,925
Σ_{17}	250	80,85
Σ_{18}	266,25	77,25
Σ_{19}	280	67,5
Σ_{20}	285	55,5

$$\chi'/25,90 = \chi''$$

$$\psi'/0,000201 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,11100386	48,7012987
Σ_3	0,246139	146,103896
Σ_4	0,34266409	243,506494
Σ_5	0,43436293	340,909091
Σ_6	0,4488417	370,12987
Σ_7	0,57915058	361,850649
Σ_8	0,86872587	360,876623
Σ_9	1,11003861	374,512987
Σ_{10}	1,97876448	443,181818
Σ_{11}	3,37837838	491,396104
Σ_{12}	4,34362934	506,493506
Σ_{13}	5,30888031	515,746753
Σ_{14}	6,27413127	520,616883
Σ_{15}	7,72200772	525
Σ_{16}	8,68725869	525,487013
Σ_{17}	9,65250965	525
Σ_{18}	10,2799228	501,623377
Σ_{19}	10,8108108	438,311688
Σ_{20}	11,003861	360,38961

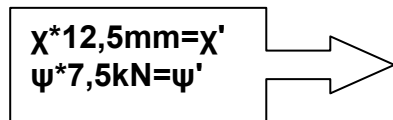


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 16$
$I_{\text{αρχικό}} = 25,30 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 31,90 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3	2
Σ_3	0,6	5
Σ_4	0,85	7,6
Σ_5	0,9	7,15
Σ_6	1,3	7,55
Σ_7	1,65	7,25
Σ_8	1,85	7,45
Σ_9	2,15	7,25
Σ_{10}	2,2	7,6
Σ_{11}	4	9,05
Σ_{12}	6	9,85
Σ_{13}	9	10,4
Σ_{14}	12	10,6
Σ_{15}	15	10,65
Σ_{16}	17	10,7
Σ_{17}	21	10,6
Σ_{18}	21,5	10,4
Σ_{19}	22,2	9,5
Σ_{20}	22,85	7,3



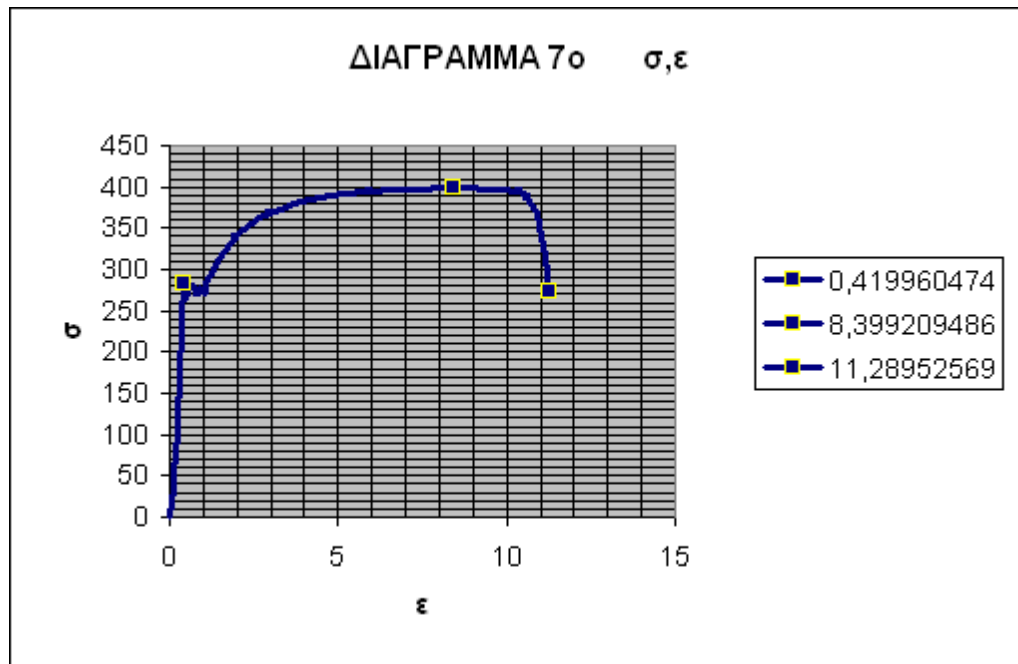
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	15
Σ_3	7,5	37,5
Σ_4	10,625	57
Σ_5	11,25	53,625
Σ_6	16,25	56,625
Σ_7	20,625	54,375
Σ_8	23,125	55,875
Σ_9	26,875	54,375
Σ_{10}	27,5	57
Σ_{11}	50	67,875
Σ_{12}	75	73,875
Σ_{13}	112,5	78
Σ_{14}	150	79,5
Σ_{15}	187,5	79,875
Σ_{16}	212,5	80,25
Σ_{17}	262,5	79,5
Σ_{18}	268,75	78
Σ_{19}	277,5	71,25
Σ_{20}	285,625	54,75

$$\chi'/25,30 = \chi''$$

$$\psi'/0,000201 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,14822134	74,6268657
Σ_3	0,29644269	186,567164
Σ_4	0,41996047	283,58209
Σ_5	0,44466403	266,791045
Σ_6	0,64229249	281,716418
Σ_7	0,81521739	270,522388
Σ_8	0,91403162	277,985075
Σ_9	1,06225296	270,522388
Σ_{10}	1,08695652	283,58209
Σ_{11}	1,97628458	337,686567
Σ_{12}	2,96442688	367,537313
Σ_{13}	4,44664032	388,059701
Σ_{14}	5,92885375	395,522388
Σ_{15}	7,41106719	397,38806
Σ_{16}	8,39920949	399,253731
Σ_{17}	10,3754941	395,522388
Σ_{18}	10,6225296	388,059701
Σ_{19}	10,9683794	354,477612
Σ_{20}	11,2895257	272,38806

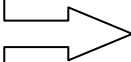


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

$\psi=500\text{mm}$	
$\Phi 16$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	24,20 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	25,40 cm

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,6	1
Σ_3	0,8	2
Σ_4	1	3
Σ_5	1,2	4
Σ_6	1,4	5
Σ_7	1,5	6
Σ_8	1,6	6,6
Σ_9	2	6,8
Σ_{10}	3	7
Σ_{11}	4	7,1
Σ_{12}	4,6	6,8
Σ_{13}	5	6,4
Σ_{14}	5,6	5,7
Σ_{15}	6,3	4,7
Σ_{16}	6,7	4

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 15\text{kN} = \psi'$



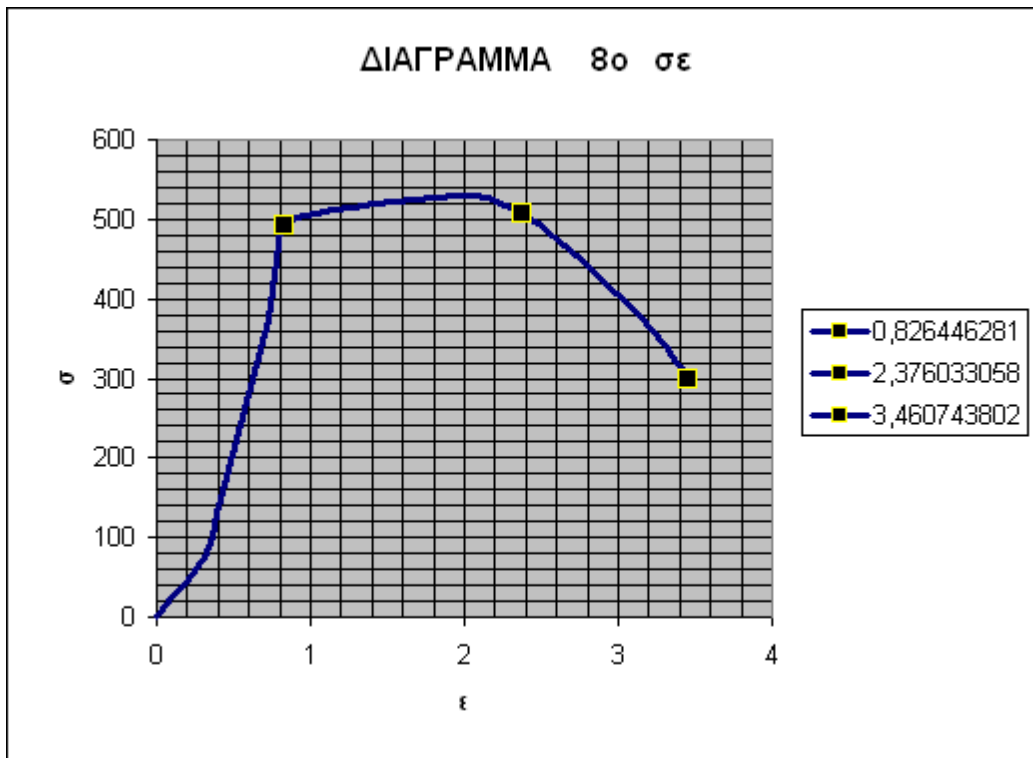
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	7,5	15
Σ_3	10	30
Σ_4	12,5	45
Σ_5	15	60
Σ_6	17,5	75
Σ_7	18,75	90
Σ_8	20	99
Σ_9	25	102
Σ_{10}	37,5	105
Σ_{11}	50	106,5
Σ_{12}	57,5	102
Σ_{13}	62,5	96
Σ_{14}	70	85,5
Σ_{15}	78,75	70,5
Σ_{16}	83,75	60

$$\chi'/24,20 = \chi''$$

$$\psi'/0,000201 = \psi''$$

$$\chi'' = \epsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,30991736	74,6268657
Σ_3	0,41322314	149,253731
Σ_4	0,51652893	223,880597
Σ_5	0,61983471	298,507463
Σ_6	0,7231405	373,134328
Σ_7	0,77479339	447,761194
Σ_8	0,82644628	492,537313
Σ_9	1,03305785	507,462687
Σ_{10}	1,54958678	522,38806
Σ_{11}	2,0661157	529,850746
Σ_{12}	2,37603306	507,462687
Σ_{13}	2,58264463	477,61194
Σ_{14}	2,89256198	425,373134
Σ_{15}	3,25413223	350,746269
Σ_{16}	3,4607438	298,507463



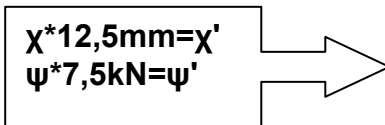
χ

ψ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

$\chi=500\text{mm}$	
$\Phi 18$	
$I_{\text{αρχικό}} =$	25,70 cm
$I_{\text{τελικό}} =$	32,00 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ



Σ_1	0	0
Σ_2	0,4	3
Σ_3	0,6	6,5
Σ_4	0,9	10,5
Σ_5	1,2	10,25
Σ_6	1,65	10,6
Σ_7	1,9	10,3
Σ_8	2,35	10,75
Σ_9	2,7	10,3
Σ_{10}	3,1	10,4
Σ_{11}	3,2	10,85
Σ_{12}	5	12,2
Σ_{13}	8	13,5
Σ_{14}	11	14,1
Σ_{15}	14	14,4
Σ_{16}	17	14,6
Σ_{17}	19,5	14,65
Σ_{18}	21,3	14,5
Σ_{19}	22,1	13,5
Σ_{20}	22,6	12
Σ_{21}	23,05	9,7

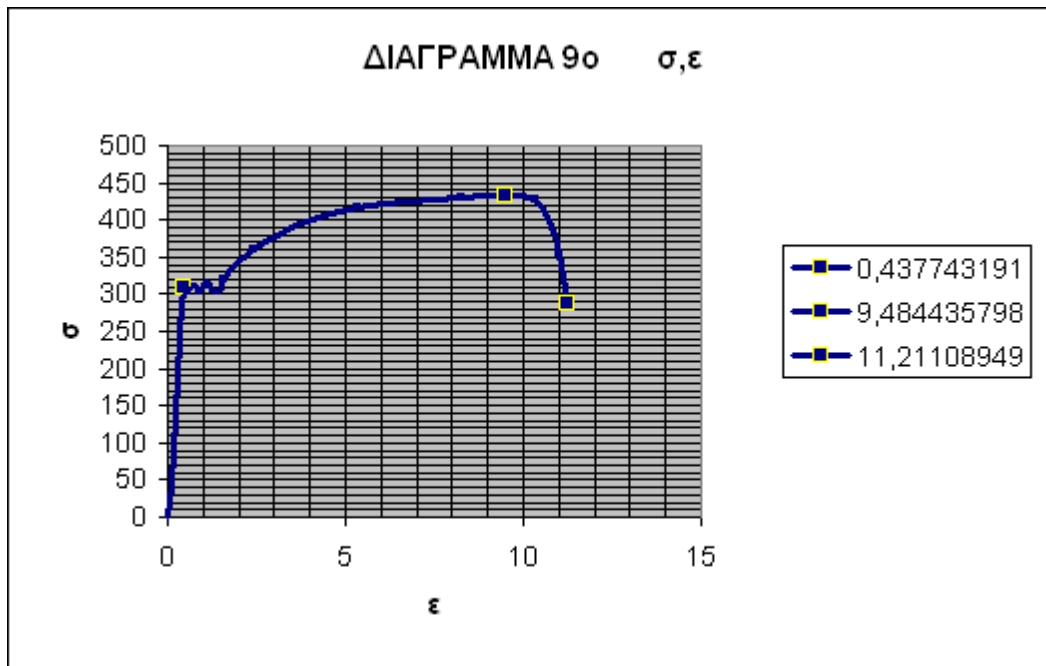
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5	22,5
Σ_3	7,5	48,75
Σ_4	11,25	78,75
Σ_5	15	76,875
Σ_6	20,625	79,5
Σ_7	23,75	77,25
Σ_8	29,375	80,625
Σ_9	33,75	77,25
Σ_{10}	38,75	78
Σ_{11}	40	81,375
Σ_{12}	62,5	91,5
Σ_{13}	100	101,25
Σ_{14}	137,5	105,75
Σ_{15}	175	108
Σ_{16}	212,5	109,5
Σ_{17}	243,75	109,875
Σ_{18}	266,25	108,75
Σ_{19}	276,25	101,25
Σ_{20}	282,5	90
Σ_{21}	288,125	72,75

$$\chi'/25,70 = \chi''$$

$$\psi'/0,000254 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,19455253	88,5826772
Σ_3	0,29182879	191,929134
Σ_4	0,43774319	310,03937
Σ_5	0,58365759	302,65748
Σ_6	0,80252918	312,992126
Σ_7	0,92412451	304,133858
Σ_8	1,14299611	317,42126
Σ_9	1,31322957	304,133858
Σ_{10}	1,5077821	307,086614
Σ_{11}	1,55642023	320,374016
Σ_{12}	2,43190661	360,23622
Σ_{13}	3,89105058	398,622047
Σ_{14}	5,35019455	416,338583
Σ_{15}	6,80933852	425,19685
Σ_{16}	8,26848249	431,102362
Σ_{17}	9,4844358	432,57874
Σ_{18}	10,3599222	428,149606
Σ_{19}	10,7490272	398,622047
Σ_{20}	10,9922179	354,330709
Σ_{21}	11,2110895	286,417323



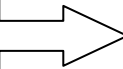
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

	χ	ψ
Σ_1	0	0

$\chi=500\text{mm}$
 $\Phi 18$
 $I_{\text{αρχικό}} = 26,00 \text{ cm}$
 $I_{\text{τελικό}} = 32,00 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

Σ_2	0,3	1
Σ_3	0,51	3
Σ_4	0,68	5
Σ_5	0,81	7
Σ_6	0,91	9
Σ_7	1,01	10
Σ_8	1,08	10,7
Σ_9	1,5	10,51
Σ_{10}	2,6	10,5
Σ_{11}	3,4	11
Σ_{12}	4,1	11,7
Σ_{13}	5,1	12,3
Σ_{14}	7,1	13,28
Σ_{15}	9,1	13,83
Σ_{16}	11,1	14,21
Σ_{17}	14,1	14,55
Σ_{18}	16,1	14,67
Σ_{19}	19,1	14,72
Σ_{20}	21,1	14,7
Σ_{21}	22,82	13,8
Σ_{22}	23,15	11,8
Σ_{23}	23,5	9,7

$\chi^*12,5\text{mm}=\chi'$
 $\psi^*7,5\text{kN}=\psi'$


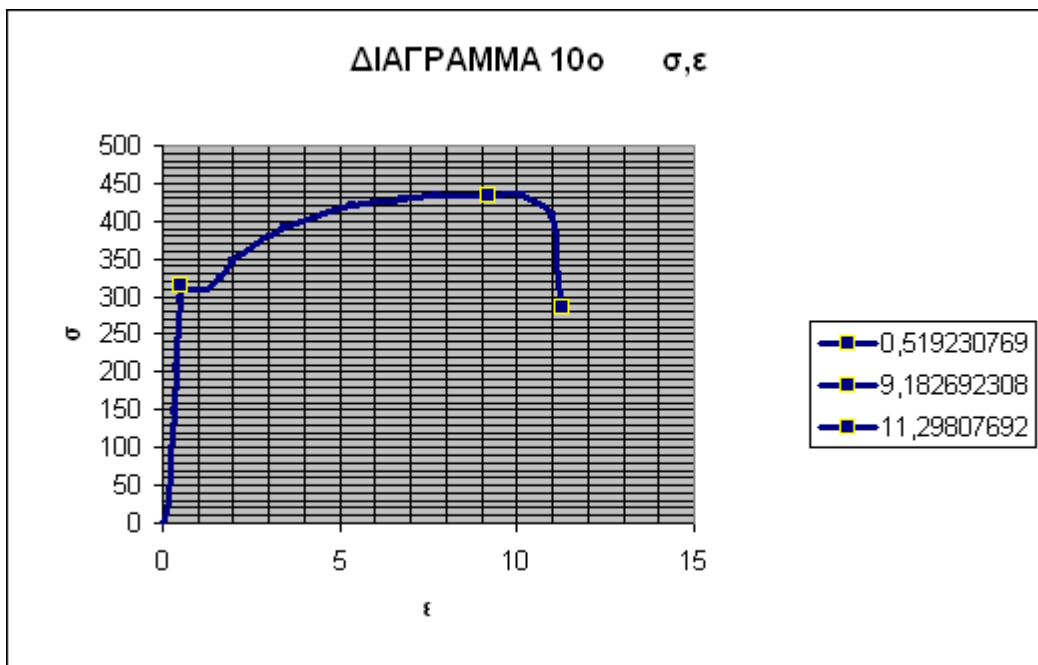
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	7,5
Σ_3	6,375	22,5
Σ_4	8,5	37,5
Σ_5	10,125	52,5
Σ_6	11,375	67,5
Σ_7	12,625	75
Σ_8	13,5	80,25
Σ_9	18,75	78,825
Σ_{10}	32,5	78,75
Σ_{11}	42,5	82,5
Σ_{12}	51,25	87,75
Σ_{13}	63,75	92,25
Σ_{14}	88,75	99,6
Σ_{15}	113,75	103,725
Σ_{16}	138,75	106,575
Σ_{17}	176,25	109,125
Σ_{18}	201,25	110,025
Σ_{19}	238,75	110,4
Σ_{20}	263,75	110,25
Σ_{21}	285,25	103,5
Σ_{22}	289,375	88,5
Σ_{23}	293,75	72,75

$$\chi'/26,00=\chi''$$

$$\psi'/0,000254=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,14423077	29,5275591
Σ_3	0,24519231	88,5826772
Σ_4	0,32692308	147,637795
Σ_5	0,38942308	206,692913
Σ_6	0,4375	265,748031
Σ_7	0,48557692	295,275591
Σ_8	0,51923077	315,944882
Σ_9	0,72115385	310,334646
Σ_{10}	1,25	310,03937
Σ_{11}	1,63461538	324,80315
Σ_{12}	1,97115385	345,472441
Σ_{13}	2,45192308	363,188976
Σ_{14}	3,41346154	392,125984
Σ_{15}	4,375	408,366142
Σ_{16}	5,33653846	419,586614
Σ_{17}	6,77884615	429,625984
Σ_{18}	7,74038462	433,169291
Σ_{19}	9,18269231	434,645669
Σ_{20}	10,1442308	434,055118
Σ_{21}	10,9711538	407,480315
Σ_{22}	11,1298077	348,425197
Σ_{23}	11,2980769	286,417323

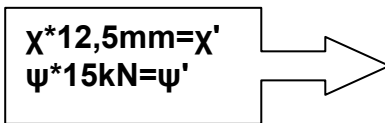


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11ο

$\psi=500\text{mm}$	
$\Phi 18$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	26,70 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	28,50 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	0,5
Σ_3	0,6	1
Σ_4	0,8	2
Σ_5	1	3
Σ_6	1,1	4
Σ_7	1,3	5
Σ_8	1,6	7
Σ_9	1,8	8
Σ_{10}	2,2	9
Σ_{11}	2,6	10
Σ_{12}	2,8	12
Σ_{13}	3	12,2
Σ_{14}	4	12,4
Σ_{15}	5	12,6
Σ_{16}	6,2	12,5
Σ_{17}	7,6	12
Σ_{18}	8,3	11
Σ_{19}	8,7	10
Σ_{20}	9,2	8



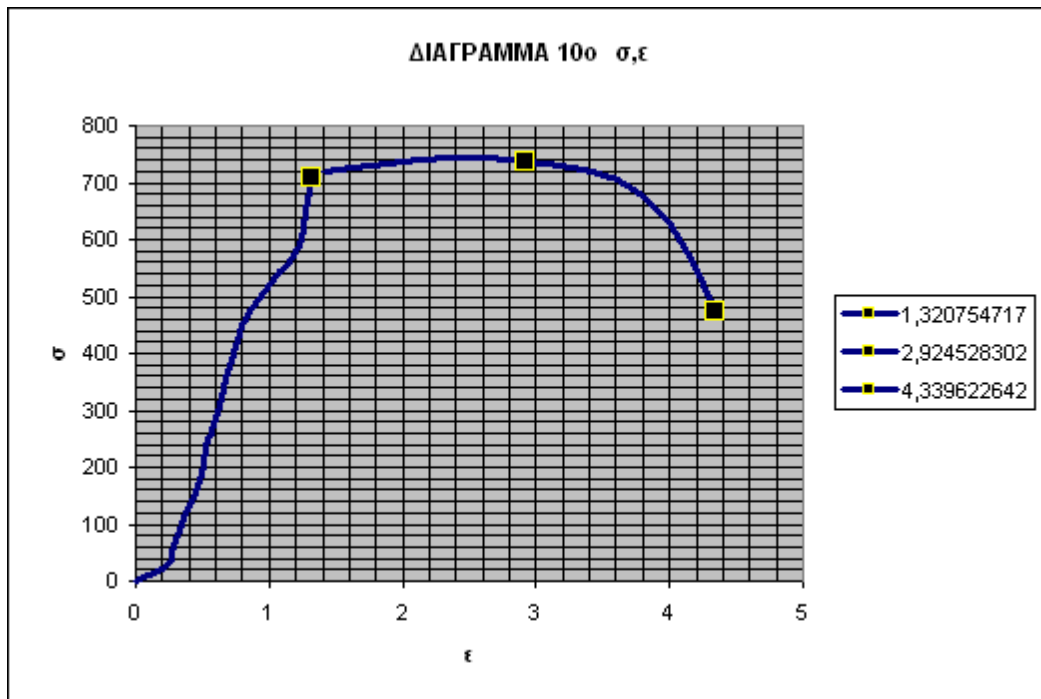
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	7,5
Σ_3	7,5	15
Σ_4	10	30
Σ_5	12,5	45
Σ_6	13,75	60
Σ_7	16,25	75
Σ_8	20	105
Σ_9	22,5	120
Σ_{10}	27,5	135
Σ_{11}	32,5	150
Σ_{12}	35	180
Σ_{13}	37,5	183
Σ_{14}	50	186
Σ_{15}	62,5	189
Σ_{16}	77,5	187,5
Σ_{17}	95	180
Σ_{18}	103,75	165
Σ_{19}	108,75	150
Σ_{20}	115	120

$$\chi'/26,50 = \chi''$$

$$\psi'/0,000254 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,23584906	29,5275591
Σ_3	0,28301887	59,0551181
Σ_4	0,37735849	118,110236
Σ_5	0,47169811	177,165354
Σ_6	0,51886792	236,220472
Σ_7	0,61320755	295,275591
Σ_8	0,75471698	413,385827
Σ_9	0,8490566	472,440945
Σ_{10}	1,03773585	531,496063
Σ_{11}	1,22641509	590,551181
Σ_{12}	1,32075472	708,661417
Σ_{13}	1,41509434	720,472441
Σ_{14}	1,88679245	732,283465
Σ_{15}	2,35849057	744,094488
Σ_{16}	2,9245283	738,188976
Σ_{17}	3,58490566	708,661417
Σ_{18}	3,91509434	649,606299
Σ_{19}	4,10377358	590,551181
Σ_{20}	4,33962264	472,440945



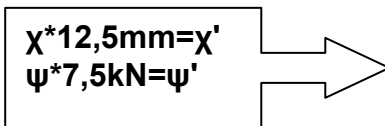
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12ο

	χ	ψ
Σ_1	0	0

$\chi=500\text{mm}$	
$\Phi 20$	
$I_{\text{αρχικό}} =$	26,90 cm
$I_{\text{τελικό}} =$	34,00 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

Σ_2	0,3	1
Σ_3	0,53	3
Σ_4	0,79	6
Σ_5	0,91	8
Σ_6	1,07	10
Σ_7	1,19	12
Σ_8	1,29	13,55
Σ_9	1,65	13,3
Σ_{10}	2,04	13,91
Σ_{11}	2,84	14,09
Σ_{12}	3,5	13,4
Σ_{13}	4	14,2
Σ_{14}	6	15,77
Σ_{15}	8	16,68
Σ_{16}	10	17,27
Σ_{17}	13	17,8
Σ_{18}	16	18,09
Σ_{19}	20	18,19
Σ_{20}	22	18,07
Σ_{21}	22,82	17,5
Σ_{22}	23,8	15
Σ_{23}	24,3	11,9



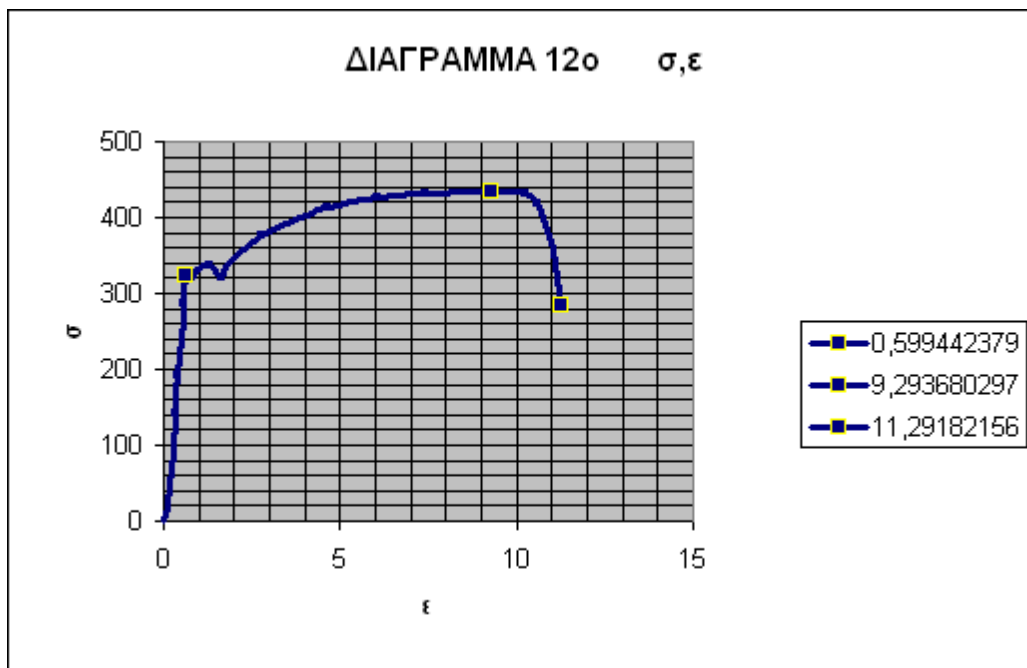
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	7,5
Σ_3	6,625	22,5
Σ_4	9,875	45
Σ_5	11,375	60
Σ_6	13,375	75
Σ_7	14,875	90
Σ_8	16,125	101,625
Σ_9	20,625	99,75
Σ_{10}	25,5	104,325
Σ_{11}	35,5	105,675
Σ_{12}	43,75	100,5
Σ_{13}	50	106,5
Σ_{14}	75	118,275
Σ_{15}	100	125,1
Σ_{16}	125	129,525
Σ_{17}	162,5	133,5
Σ_{18}	200	135,675
Σ_{19}	250	136,425
Σ_{20}	275	135,525
Σ_{21}	285,25	131,25
Σ_{22}	297,5	112,5
Σ_{23}	303,75	89,25

$$\chi'/26,90 = \chi''$$

$$\psi'/0,000314 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

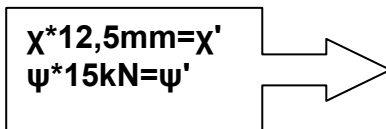
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1394052	23,8853503
Σ_3	0,24628253	71,656051
Σ_4	0,36710037	143,312102
Σ_5	0,42286245	191,082803
Σ_6	0,4972119	238,853503
Σ_7	0,55297398	286,624204
Σ_8	0,59944238	323,646497
Σ_9	0,76672862	317,675159
Σ_{10}	0,94795539	332,245223
Σ_{11}	1,3197026	336,544586
Σ_{12}	1,62639405	320,063694
Σ_{13}	1,85873606	339,171975
Σ_{14}	2,78810409	376,671975
Σ_{15}	3,71747212	398,407643
Σ_{16}	4,64684015	412,5
Σ_{17}	6,04089219	425,159236
Σ_{18}	7,43494424	432,085987
Σ_{19}	9,2936803	434,474522
Σ_{20}	10,2230483	431,60828
Σ_{21}	10,6040892	417,993631
Σ_{22}	11,0594796	358,280255
Σ_{23}	11,2918216	284,235669



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 20$
$l_{\text{αρχικό}} = 26,10 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 32,90 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ



	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,4	1,1
Σ_3	0,8	4
Σ_4	1,2	6,9
Σ_5	1,4	6,7
Σ_6	2	6,9
Σ_7	2,55	6,7
Σ_8	3,1	7
Σ_9	3,6	6,9
Σ_{10}	3,7	7,1
Σ_{11}	6	8
Σ_{12}	8	8,4
Σ_{13}	11	8,8
Σ_{14}	13	8,95
Σ_{15}	15	9,05
Σ_{16}	17	9,08
Σ_{17}	19	9,1
Σ_{18}	22	9
Σ_{19}	23	8,4
Σ_{20}	24,2	6

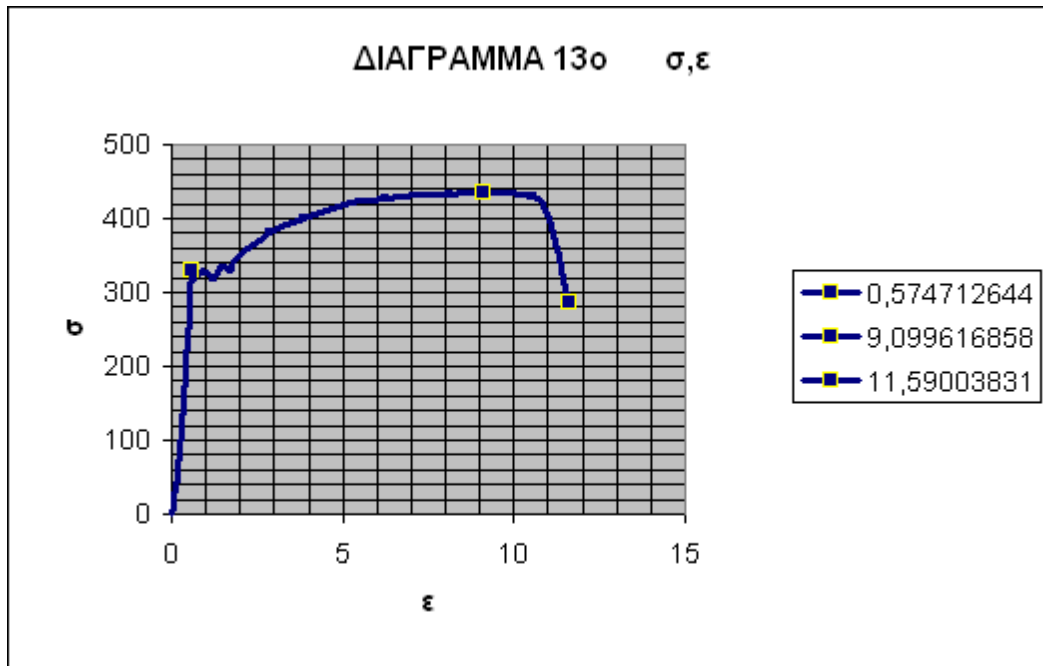
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5	16,5
Σ_3	10	60
Σ_4	15	103,5
Σ_5	17,5	100,5
Σ_6	25	103,5
Σ_7	31,875	100,5
Σ_8	38,75	105
Σ_9	45	103,5
Σ_{10}	46,25	106,5
Σ_{11}	75	120
Σ_{12}	100	126
Σ_{13}	137,5	132
Σ_{14}	162,5	134,25
Σ_{15}	187,5	135,75
Σ_{16}	212,5	136,2
Σ_{17}	237,5	136,5
Σ_{18}	275	135
Σ_{19}	287,5	126
Σ_{20}	302,5	90

$$\chi'/26,10 = \chi''$$

$$\psi'/0,000314 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,19157088	52,5477707
Σ_3	0,38314176	191,082803
Σ_4	0,57471264	329,617834
Σ_5	0,67049808	320,063694
Σ_6	0,95785441	329,617834
Σ_7	1,22126437	320,063694
Σ_8	1,48467433	334,394904
Σ_9	1,72413793	329,617834
Σ_{10}	1,77203065	339,171975
Σ_{11}	2,87356322	382,165605
Σ_{12}	3,83141762	401,273885
Σ_{13}	5,26819923	420,382166
Σ_{14}	6,22605364	427,547771
Σ_{15}	7,18390805	432,324841
Σ_{16}	8,14176245	433,757962
Σ_{17}	9,09961686	434,713376
Σ_{18}	10,5363985	429,936306
Σ_{19}	11,0153257	401,273885
Σ_{20}	11,5900383	286,624204

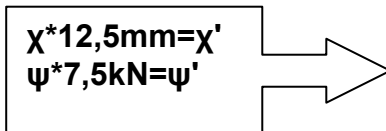


ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΒΑΛΚΑΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 12$
$l_{\text{αρχικό}} = 28,50 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 28,70 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL



	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	1
Σ_3	0,3	2
Σ_4	0,4	3
Σ_5	0,5	4
Σ_6	0,6	5
Σ_7	0,7	6
Σ_8	0,8	7
Σ_9	0,9	8
Σ_{10}	1	8,5
Σ_{11}	1,2	8,65
Σ_{12}	1,5	8,7
Σ_{13}	1,8	8,65
Σ_{14}	2,2	8
Σ_{15}	2,6	7
Σ_{16}	2,9	6

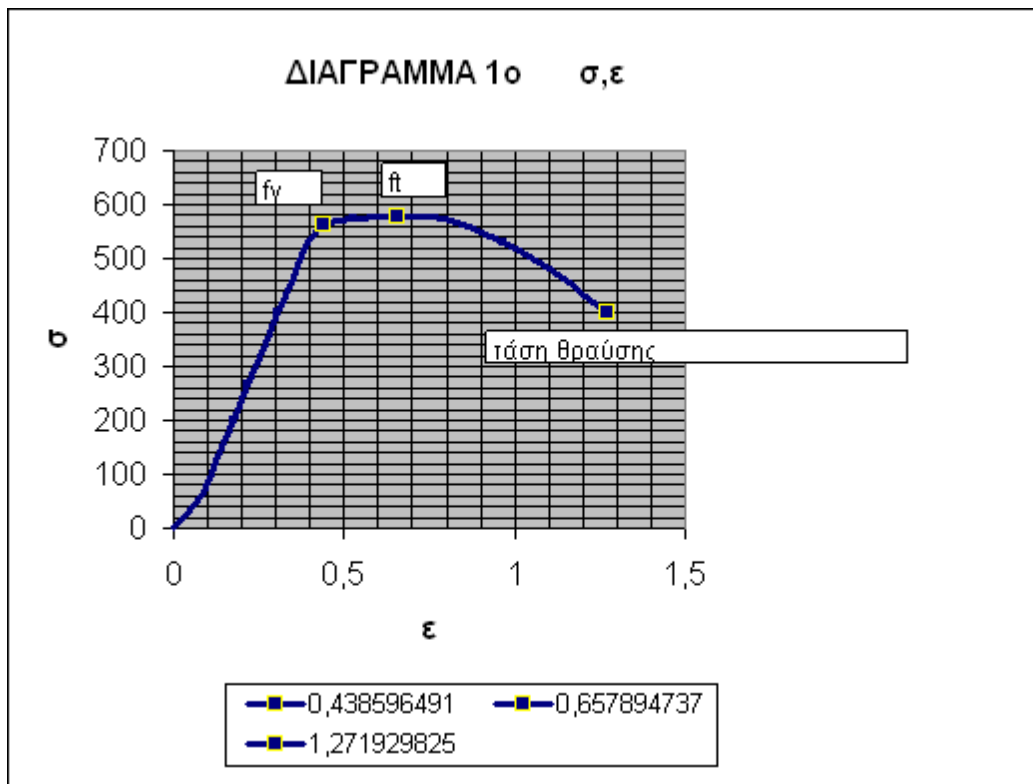
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	7,5
Σ_3	3,75	15
Σ_4	5	22,5
Σ_5	6,25	30
Σ_6	7,5	37,5
Σ_7	8,75	45
Σ_8	10	52,5
Σ_9	11,25	60
Σ_{10}	12,5	63,75
Σ_{11}	15	64,875
Σ_{12}	18,75	65,25
Σ_{13}	22,5	64,875
Σ_{14}	27,5	60
Σ_{15}	32,5	52,5
Σ_{16}	36,25	45

$$\chi'/28,50=\chi''$$

$$\psi'/0,000113=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

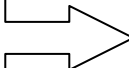
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,0877193	66,3716814
Σ_3	0,13157895	132,743363
Σ_4	0,1754386	199,115044
Σ_5	0,21929825	265,486726
Σ_6	0,26315789	331,858407
Σ_7	0,30701754	398,230088
Σ_8	0,35087719	464,60177
Σ_9	0,39473684	530,973451
Σ_{10}	0,43859649	564,159292
Σ_{11}	0,52631579	574,115044
Σ_{12}	0,65789474	577,433628
Σ_{13}	0,78947368	574,115044
Σ_{14}	0,96491228	530,973451
Σ_{15}	1,14035088	464,60177
Σ_{16}	1,27192982	398,230088

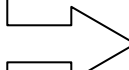


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

$\chi=500\text{mm}$ $\Phi 12$ $I_{\text{αρχικό}} = 27,30 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 27,50 \text{ cm}$
--

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

$\chi^*12,5\text{mm}=\chi'$ $\psi^*7,5\text{kN}=\psi'$	
---	---

$\chi'/27,30=\chi''$ $\psi'/0,000113=\psi''$	
---	---

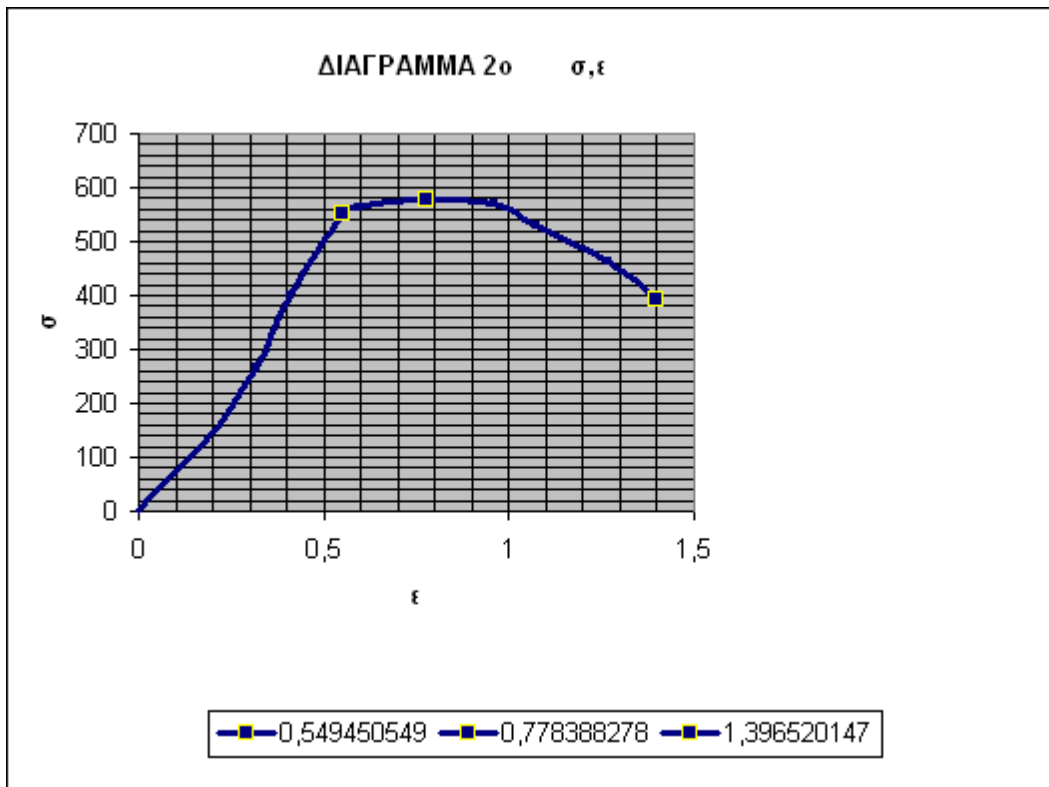
	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1	0,5
Σ_3	0,4	2
Σ_4	0,7	4
Σ_5	0,9	6
Σ_6	1,2	8,3
Σ_7	1,3	8,5
Σ_8	1,5	8,65
Σ_9	1,7	8,7
Σ_{10}	2,1	8,6
Σ_{11}	2,35	8
Σ_{12}	2,77	7
Σ_{13}	3,05	5,9

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	1,25	3,75
Σ_3	5	15
Σ_4	8,75	30
Σ_5	11,25	45
Σ_6	15	62,25
Σ_7	16,25	63,75
Σ_8	18,75	64,875
Σ_9	21,25	65,25
Σ_{10}	26,25	64,5
Σ_{11}	29,375	60
Σ_{12}	34,625	52,5
Σ_{13}	38,125	44,25

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,04578755	33,1858407
Σ_3	0,18315018	132,743363
Σ_4	0,32051282	265,486726

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

Σ_5	0,41208791	398,230088
Σ_6	0,54945055	550,884956
Σ_7	0,5952381	564,159292
Σ_8	0,68681319	574,115044
Σ_9	0,77838828	577,433628
Σ_{10}	0,96153846	570,79646
Σ_{11}	1,07600733	530,973451
Σ_{12}	1,26831502	464,60177
Σ_{13}	1,39652015	391,59292

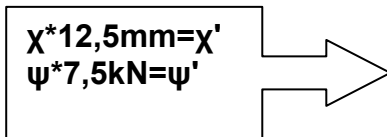


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$l_{\text{αρχικό}} = 28,00 \text{ cm}$
$l_{\text{τελικό}} = 30,00 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1	1
Σ_3	0,3	2
Σ_4	0,5	4
Σ_5	0,55	5
Σ_6	0,65	6
Σ_7	0,7	7
Σ_8	0,8	8
Σ_9	0,9	9,2
Σ_{10}	0,95	9,2
Σ_{11}	1,2	9,5
Σ_{12}	2	9,85
Σ_{13}	3	10,2
Σ_{14}	4	10,28
Σ_{15}	4,5	10,3
Σ_{16}	5,6	10,28
Σ_{17}	6,3	9,5
Σ_{18}	6,9	8
Σ_{19}	7,2	7
Σ_{20}	7,4	6,1



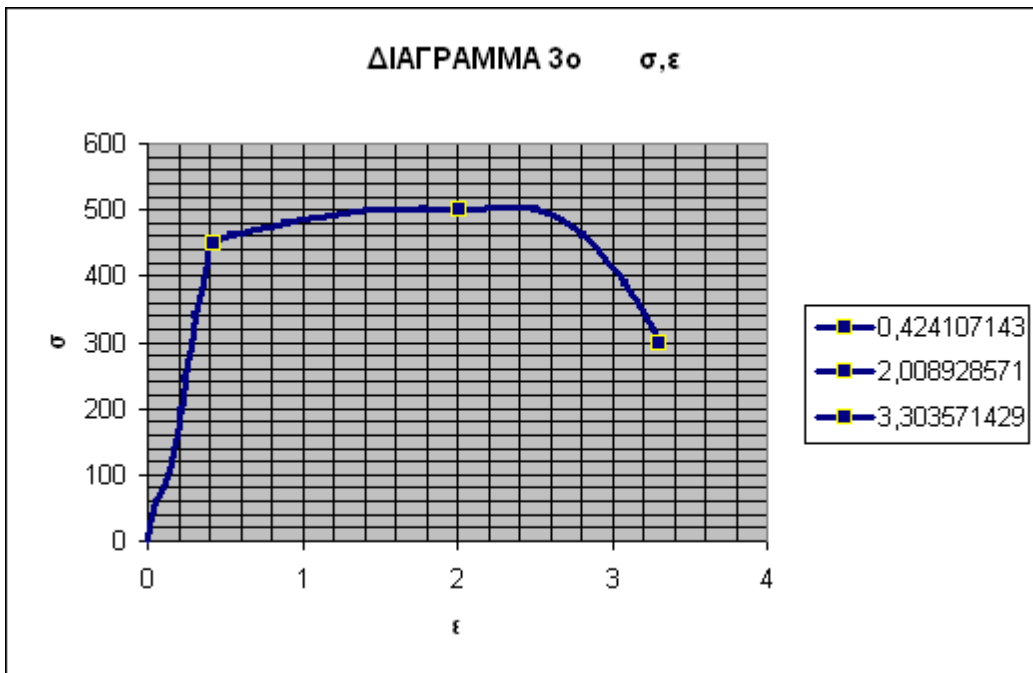
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	1,25	7,5
Σ_3	3,75	15
Σ_4	6,25	30
Σ_5	6,875	37,5
Σ_6	8,125	45
Σ_7	8,75	52,5
Σ_8	10	60
Σ_9	11,25	69
Σ_{10}	11,875	69
Σ_{11}	15	71,25
Σ_{12}	25	73,875
Σ_{13}	37,5	76,5
Σ_{14}	50	77,1
Σ_{15}	56,25	77,25
Σ_{16}	70	77,1
Σ_{17}	78,75	71,25
Σ_{18}	86,25	60
Σ_{19}	90	52,5
Σ_{20}	92,5	45,75

$$\chi'/28,00=\chi''$$

$$\psi'/0,000154=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

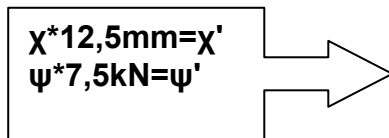
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,04464286	48,7012987
Σ_3	0,13392857	97,4025974
Σ_4	0,22321429	194,805195
Σ_5	0,24553571	243,506494
Σ_6	0,29017857	292,207792
Σ_7	0,3125	340,909091
Σ_8	0,35714286	389,61039
Σ_9	0,40178571	448,051948
Σ_{10}	0,42410714	448,051948
Σ_{11}	0,53571429	462,662338
Σ_{12}	0,89285714	479,707792
Σ_{13}	1,33928571	496,753247
Σ_{14}	1,78571429	500,649351
Σ_{15}	2,00892857	501,623377
Σ_{16}	2,5	500,649351
Σ_{17}	2,8125	462,662338
Σ_{18}	3,08035714	389,61039
Σ_{19}	3,21428571	340,909091
Σ_{20}	3,30357143	297,077922



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 14$
$I_{\text{αρχικό}} = 28,70 \text{ cm}^4$
$I_{\text{τελικό}} = 30,60 \text{ cm}^4$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ



	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,05	0,6
Σ_3	0,3	2
Σ_4	0,5	4
Σ_5	0,6	6
Σ_6	0,75	8
Σ_7	0,85	9,1
Σ_8	1,5	9,5
Σ_9	3	10,1
Σ_{10}	4	10,2
Σ_{11}	4,7	10,25
Σ_{12}	5,8	10,1
Σ_{13}	6,4	9,5
Σ_{14}	6,9	8,5
Σ_{15}	7,2	7,5
Σ_{16}	7,55	6

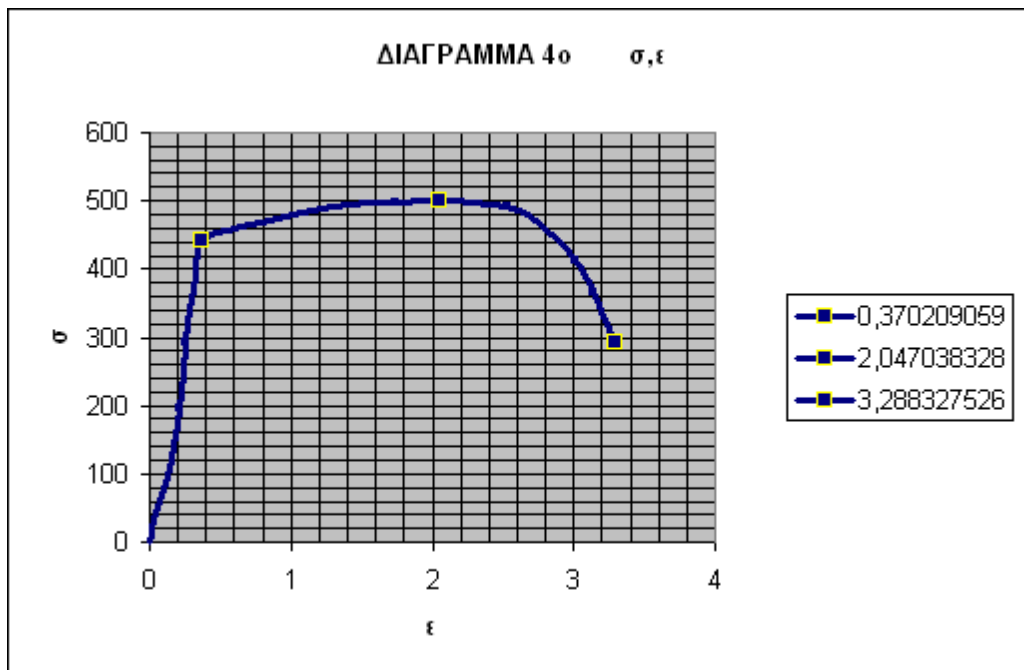
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	0,625	4,5
Σ_3	3,75	15
Σ_4	6,25	30
Σ_5	7,5	45
Σ_6	9,375	60
Σ_7	10,625	68,25
Σ_8	18,75	71,25
Σ_9	37,5	75,75
Σ_{10}	50	76,5
Σ_{11}	58,75	76,875
Σ_{12}	72,5	75,75
Σ_{13}	80	71,25
Σ_{14}	86,25	63,75
Σ_{15}	90	56,25
Σ_{16}	94,375	45

$$\chi'/28,70=\chi''$$

$$\psi'/0,000154=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

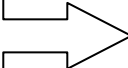
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,021777	29,2207792
Σ_3	0,13066202	97,4025974
Σ_4	0,21777003	194,805195
Σ_5	0,26132404	292,207792
Σ_6	0,32665505	389,61039
Σ_7	0,37020906	443,181818
Σ_8	0,6533101	462,662338
Σ_9	1,30662021	491,883117
Σ_{10}	1,74216028	496,753247
Σ_{11}	2,04703833	499,188312
Σ_{12}	2,5261324	491,883117
Σ_{13}	2,78745645	462,662338
Σ_{14}	3,00522648	413,961039
Σ_{15}	3,1358885	365,25974
Σ_{16}	3,28832753	292,207792



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 16$
$I_{\text{αρχικό}} = 26,70 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 28,70 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$	
$\psi*7,5\text{kN}=\psi'$	

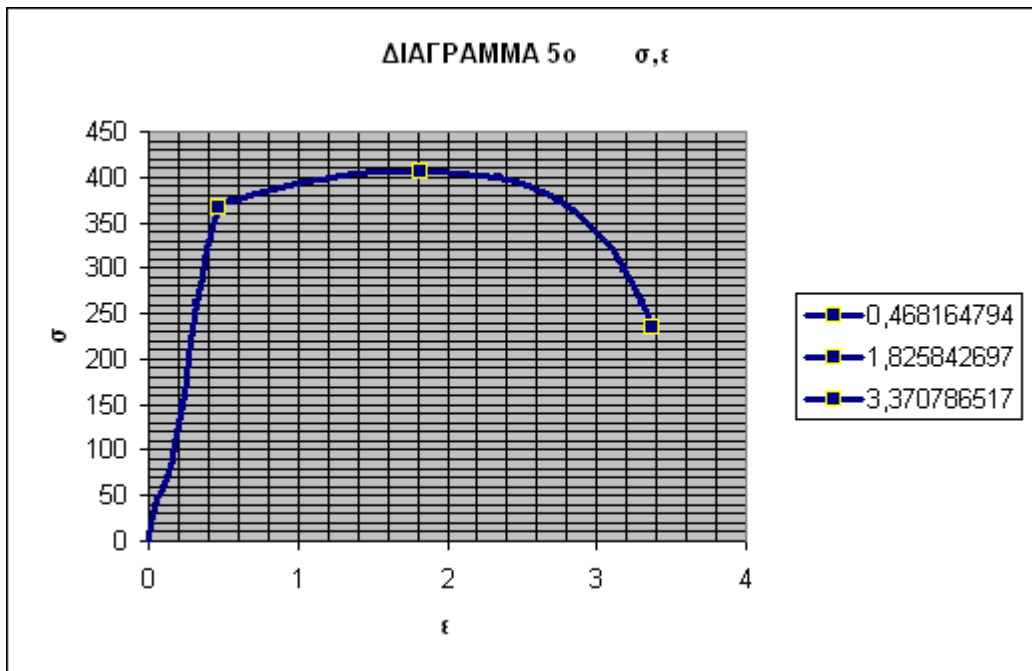
	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1	1
Σ_3	0,3	2
Σ_4	0,5	4
Σ_5	0,7	7
Σ_6	1	9,8
Σ_7	1,2	10
Σ_8	2	10,5
Σ_9	3	10,8
Σ_{10}	3,9	10,9
Σ_{11}	5	10,7
Σ_{12}	5,9	10
Σ_{13}	6,45	9
Σ_{14}	6,8	8
Σ_{15}	7,05	7
Σ_{16}	7,2	6,3

	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	1,25	7,5
Σ_3	3,75	15
Σ_4	6,25	30
Σ_5	8,75	52,5
Σ_6	12,5	73,5
Σ_7	15	75
Σ_8	25	78,75
Σ_9	37,5	81
Σ_{10}	48,75	81,75
Σ_{11}	62,5	80,25
Σ_{12}	73,75	75
Σ_{13}	80,625	67,5
Σ_{14}	85	60
Σ_{15}	88,125	52,5
Σ_{16}	90	47,25

$$\begin{aligned} \chi' / 26,70 &= \chi'' \\ \psi' / 0,000201 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

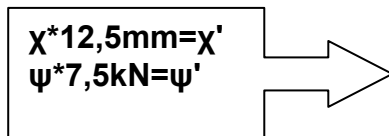
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,04681648	37,3134328
Σ_3	0,14044944	74,6268657
Σ_4	0,2340824	149,253731
Σ_5	0,32771536	261,19403
Σ_6	0,46816479	365,671642
Σ_7	0,56179775	373,134328
Σ_8	0,93632959	391,791045
Σ_9	1,40449438	402,985075
Σ_{10}	1,8258427	406,716418
Σ_{11}	2,34082397	399,253731
Σ_{12}	2,76217228	373,134328
Σ_{13}	3,01966292	335,820896
Σ_{14}	3,1835206	298,507463
Σ_{15}	3,3005618	261,19403
Σ_{16}	3,37078652	235,074627



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

$\chi=500\text{mm}$ $\Phi 16$ $I_{\text{αρχικό}} = 25,95 \text{ cm}$ $I_{\text{τελικό}} = 28,00 \text{ cm}$
--

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ



	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1	0,8
Σ_3	0,4	3
Σ_4	0,6	5
Σ_5	0,8	8
Σ_6	1	9,7
Σ_7	1,2	10
Σ_8	2	10,4
Σ_9	3	10,7
Σ_{10}	3,7	10,85
Σ_{11}	4,5	10,8
Σ_{12}	5,4	10,5
Σ_{13}	5,9	10
Σ_{14}	6,5	9
Σ_{15}	6,9	8
Σ_{16}	7,1	7
Σ_{17}	7,3	6,1

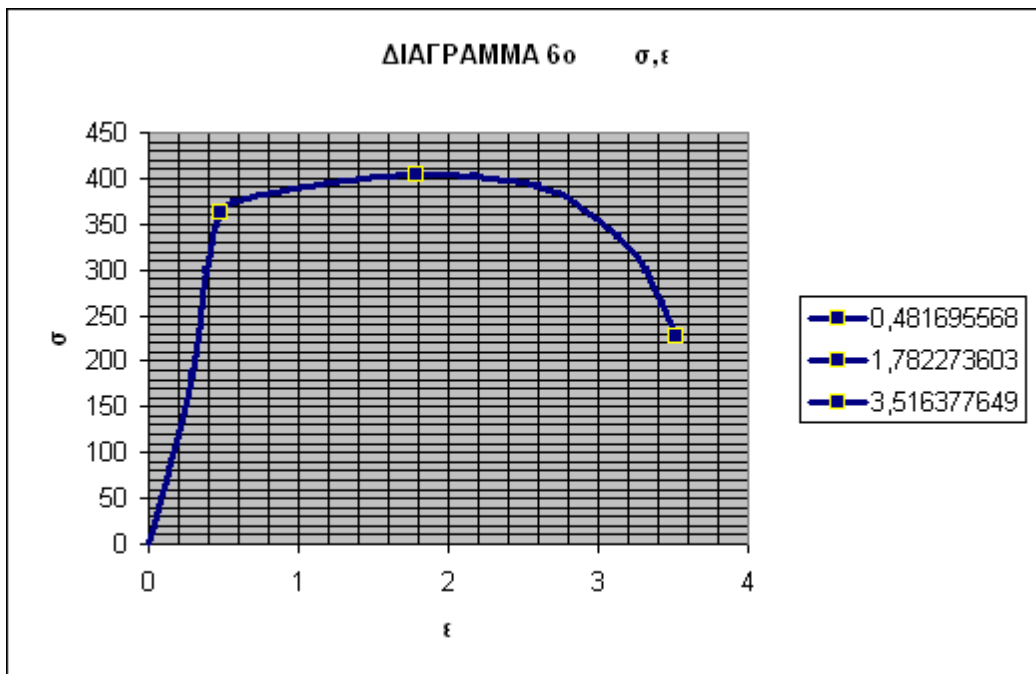
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	1,25	6
Σ_3	5	22,5
Σ_4	7,5	37,5
Σ_5	10	60
Σ_6	12,5	72,75
Σ_7	15	75
Σ_8	25	78
Σ_9	37,5	80,25
Σ_{10}	46,25	81,375
Σ_{11}	56,25	81
Σ_{12}	67,5	78,75
Σ_{13}	73,75	75
Σ_{14}	81,25	67,5
Σ_{15}	86,25	60
Σ_{16}	88,75	52,5
Σ_{17}	91,25	45,75

$$\chi'/25,95 = \chi''$$

$$\psi'/0,000201 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,04816956	29,8507463
Σ_3	0,19267823	111,940299
Σ_4	0,28901734	186,567164
Σ_5	0,38535645	298,507463
Σ_6	0,48169557	361,940299
Σ_7	0,57803468	373,134328
Σ_8	0,96339114	388,059701
Σ_9	1,44508671	399,253731
Σ_{10}	1,7822736	404,850746
Σ_{11}	2,16763006	402,985075
Σ_{12}	2,60115607	391,791045
Σ_{13}	2,84200385	373,134328
Σ_{14}	3,13102119	335,820896
Σ_{15}	3,32369942	298,507463
Σ_{16}	3,42003854	261,19403
Σ_{17}	3,51637765	227,61194

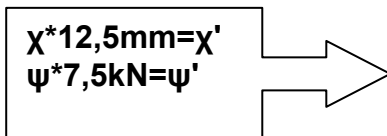


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 18$
$I_{\text{αρχικό}} = 27,30 \text{ cm}^4$
$I_{\text{τελικό}} = 29,60 \text{ cm}^4$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,05	0,5
Σ_3	0,15	1
Σ_4	0,4	3
Σ_5	0,6	6
Σ_6	0,8	9
Σ_7	1,1	12,2
Σ_8	1,3	12,5
Σ_9	2	13
Σ_{10}	3	13,5
Σ_{11}	4	13,75
Σ_{12}	4,7	13,8
Σ_{13}	5,5	13,7
Σ_{14}	6,3	13
Σ_{15}	6,9	12
Σ_{16}	7,25	11
Σ_{17}	7,6	10
Σ_{18}	7,8	9
Σ_{19}	8,15	7,35



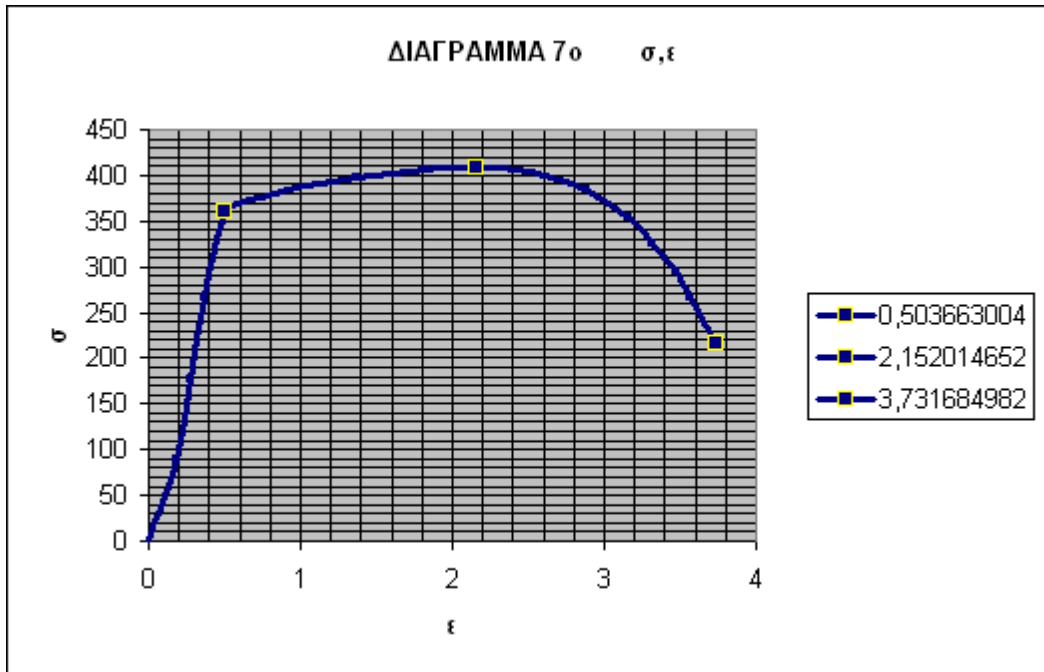
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	0,625	3,75
Σ_3	1,875	7,5
Σ_4	5	22,5
Σ_5	7,5	45
Σ_6	10	67,5
Σ_7	13,75	91,5
Σ_8	16,25	93,75
Σ_9	25	97,5
Σ_{10}	37,5	101,25
Σ_{11}	50	103,125
Σ_{12}	58,75	103,5
Σ_{13}	68,75	102,75
Σ_{14}	78,75	97,5
Σ_{15}	86,25	90
Σ_{16}	90,625	82,5
Σ_{17}	95	75
Σ_{18}	97,5	67,5
Σ_{19}	101,875	55,125

$$\chi'/27,30 = \chi''$$

$$\psi'/0,000254 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,02289377	14,7637795
Σ_3	0,06868132	29,5275591
Σ_4	0,18315018	88,5826772
Σ_5	0,27472527	177,165354
Σ_6	0,36630037	265,748031
Σ_7	0,503663	360,23622
Σ_8	0,5952381	369,094488
Σ_9	0,91575092	383,858268
Σ_{10}	1,37362637	398,622047
Σ_{11}	1,83150183	406,003937
Σ_{12}	2,15201465	407,480315
Σ_{13}	2,51831502	404,527559
Σ_{14}	2,88461538	383,858268
Σ_{15}	3,15934066	354,330709
Σ_{16}	3,31959707	324,80315
Σ_{17}	3,47985348	295,275591
Σ_{18}	3,57142857	265,748031
Σ_{19}	3,73168498	217,027559

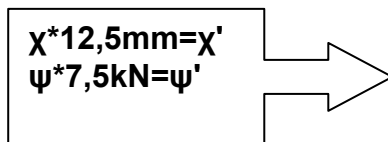


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 18$
$I_{\text{αρχικό}} = 28,10 \text{ cm}^4$
$I_{\text{τελικό}} = 30,00 \text{ cm}^4$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1	1
Σ_3	0,2	2
Σ_4	0,4	4
Σ_5	0,6	6
Σ_6	0,75	8
Σ_7	0,9	10
Σ_8	1,1	12,2
Σ_9	1,3	12,5
Σ_{10}	2,6	13,3
Σ_{11}	3,5	13,5
Σ_{12}	4,5	13,7
Σ_{13}	5,3	13,6
Σ_{14}	6	13
Σ_{15}	6,6	12
Σ_{16}	7	11
Σ_{17}	7,3	10
Σ_{18}	7,5	9
Σ_{19}	7,7	8
Σ_{20}	7,8	7,2



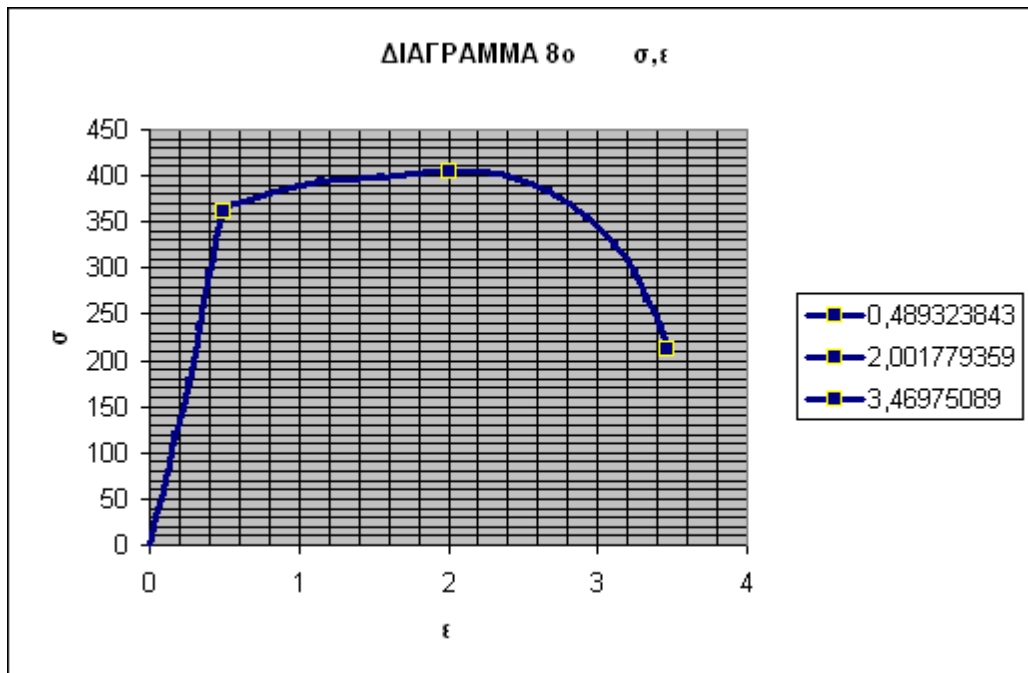
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	1,25	7,5
Σ_3	2,5	15
Σ_4	5	30
Σ_5	7,5	45
Σ_6	9,375	60
Σ_7	11,25	75
Σ_8	13,75	91,5
Σ_9	16,25	93,75
Σ_{10}	32,5	99,75
Σ_{11}	43,75	101,25
Σ_{12}	56,25	102,75
Σ_{13}	66,25	102
Σ_{14}	75	97,5
Σ_{15}	82,5	90
Σ_{16}	87,5	82,5
Σ_{17}	91,25	75
Σ_{18}	93,75	67,5
Σ_{19}	96,25	60
Σ_{20}	97,5	54

$$\chi' / 28,10 = \chi''$$

$$\psi' / 0,000254 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,04448399	29,5275591
Σ_3	0,08896797	59,0551181
Σ_4	0,17793594	118,110236
Σ_5	0,26690391	177,165354
Σ_6	0,33362989	236,220472
Σ_7	0,40035587	295,275591
Σ_8	0,48932384	360,23622
Σ_9	0,57829181	369,094488
Σ_{10}	1,15658363	392,716535
Σ_{11}	1,5569395	398,622047
Σ_{12}	2,00177936	404,527559
Σ_{13}	2,35765125	401,574803
Σ_{14}	2,66903915	383,858268
Σ_{15}	2,93594306	354,330709
Σ_{16}	3,113879	324,80315
Σ_{17}	3,24733096	295,275591
Σ_{18}	3,33629893	265,748031
Σ_{19}	3,4252669	236,220472
Σ_{20}	3,46975089	212,598425

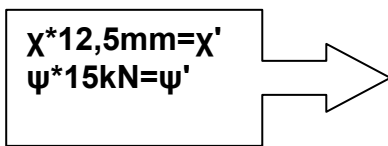


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9ο

$\chi=500\text{mm}$
$\Phi 20$
$I_{\text{αρχικό}} = 27,00 \text{ cm}$
$I_{\text{τελικό}} = 28,80 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,4	0,5
Σ_3	0,8	2
Σ_4	1,05	4
Σ_5	1,3	6
Σ_6	1,5	8
Σ_7	1,8	10,5
Σ_8	2	10,85
Σ_9	3	11,2
Σ_{10}	4	11,35
Σ_{11}	4,3	11,4
Σ_{12}	5,3	11,25
Σ_{13}	5,95	10,5
Σ_{14}	6,5	9,5
Σ_{15}	7	8,5
Σ_{16}	7,4	7



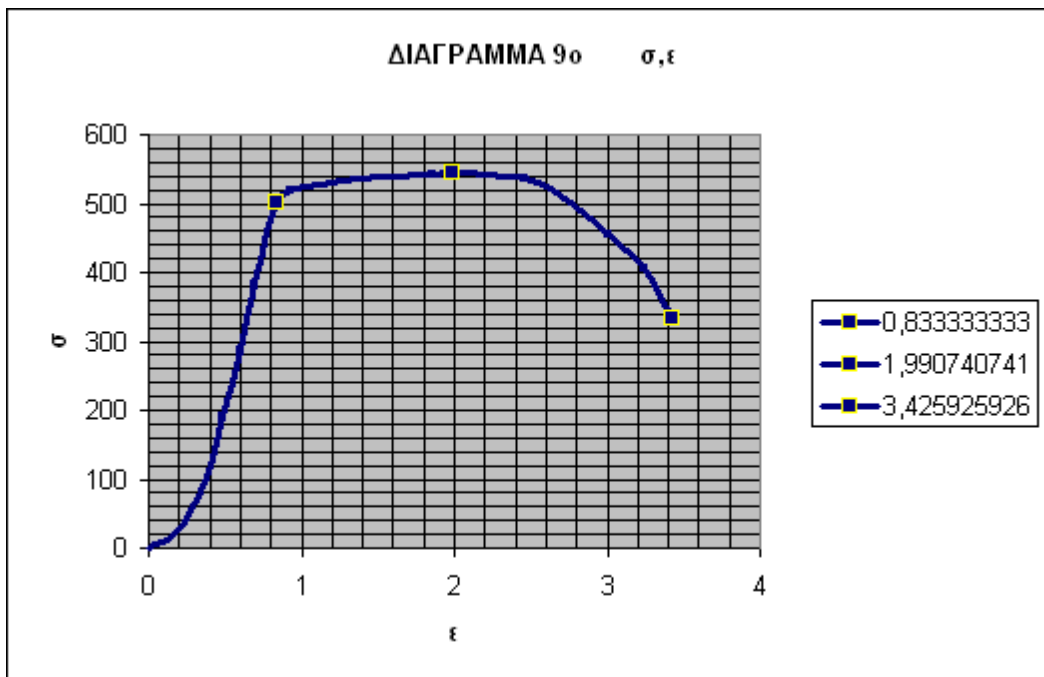
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5	7,5
Σ_3	10	30
Σ_4	13,125	60
Σ_5	16,25	90
Σ_6	18,75	120
Σ_7	22,5	157,5
Σ_8	25	162,75
Σ_9	37,5	168
Σ_{10}	50	170,25
Σ_{11}	53,75	171
Σ_{12}	66,25	168,75
Σ_{13}	74,375	157,5
Σ_{14}	81,25	142,5
Σ_{15}	87,5	127,5
Σ_{16}	92,5	105

$$\chi'/27,00=\chi''$$

$$\psi'/0,000314=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,18518519	23,8853503
Σ_3	0,37037037	95,5414013
Σ_4	0,48611111	191,082803
Σ_5	0,60185185	286,624204
Σ_6	0,69444444	382,165605
Σ_7	0,83333333	501,592357
Σ_8	0,92592593	518,312102
Σ_9	1,38888889	535,031847
Σ_{10}	1,85185185	542,197452
Σ_{11}	1,99074074	544,585987
Σ_{12}	2,4537037	537,420382
Σ_{13}	2,75462963	501,592357
Σ_{14}	3,00925926	453,821656
Σ_{15}	3,24074074	406,050955
Σ_{16}	3,42592593	334,394904

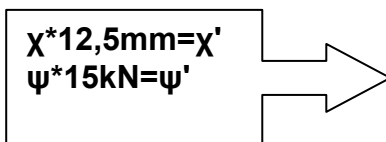


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10ο

$\chi=500\text{mm}$	
$\Phi 20$	
$l_{\text{αρχικό}} =$	26,00 cm
$l_{\text{τελικό}} =$	27,80 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,5	0,2
Σ_3	0,8	1
Σ_4	1,05	2
Σ_5	1,3	4
Σ_6	1,5	6
Σ_7	1,8	9
Σ_8	2	10,4
Σ_9	2,2	10,8
Σ_{10}	2,5	11
Σ_{11}	3	11,2
Σ_{12}	4,3	11,4
Σ_{13}	5,2	11,2
Σ_{14}	5,85	10,5
Σ_{15}	6,5	9,5
Σ_{16}	6,9	8,5
Σ_{17}	7,4	6,9



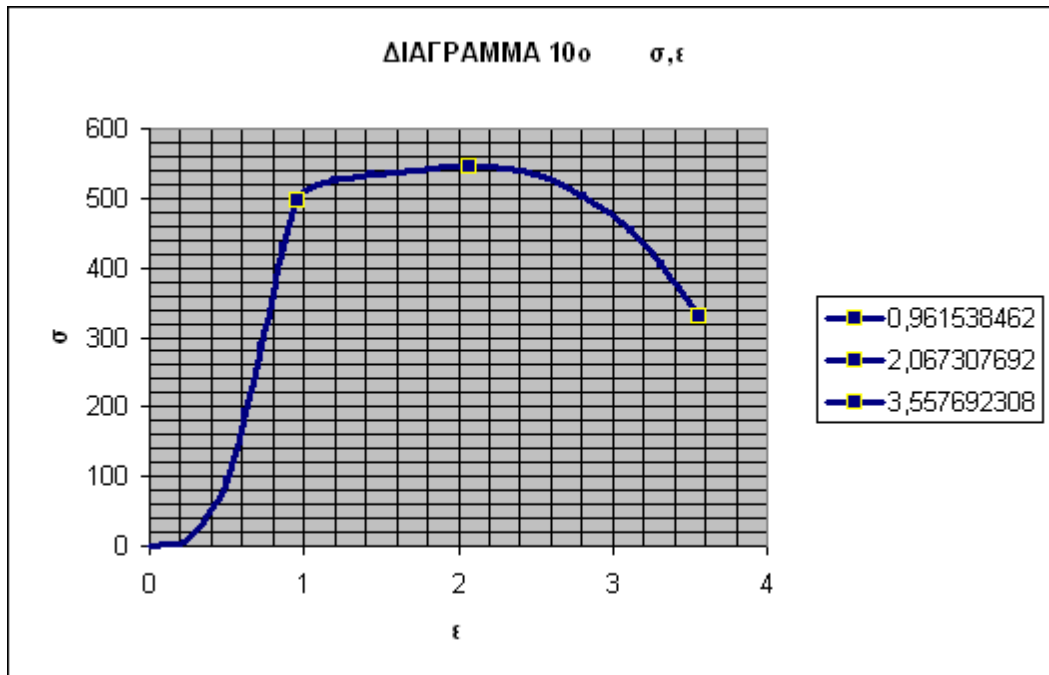
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	6,25	3
Σ_3	10	15
Σ_4	13,125	30
Σ_5	16,25	60
Σ_6	18,75	90
Σ_7	22,5	135
Σ_8	25	156
Σ_9	27,5	162
Σ_{10}	31,25	165
Σ_{11}	37,5	168
Σ_{12}	53,75	171
Σ_{13}	65	168
Σ_{14}	73,125	157,5
Σ_{15}	81,25	142,5
Σ_{16}	86,25	127,5
Σ_{17}	92,5	103,5

$$\chi'/26,00=\chi''$$

$$\psi'/0,000314=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,24038462	9,55414013
Σ_3	0,38461538	47,7707006
Σ_4	0,50480769	95,5414013
Σ_5	0,625	191,082803
Σ_6	0,72115385	286,624204
Σ_7	0,86538462	429,936306
Σ_8	0,96153846	496,815287
Σ_9	1,05769231	515,923567
Σ_{10}	1,20192308	525,477707
Σ_{11}	1,44230769	535,031847
Σ_{12}	2,06730769	544,585987
Σ_{13}	2,5	535,031847
Σ_{14}	2,8125	501,592357
Σ_{15}	3,125	453,821656
Σ_{16}	3,31730769	406,050955
Σ_{17}	3,55769231	329,617834



ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΛΑΜΕΣ

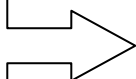
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1ο

$\chi=500\text{mm}$
ΛΑΜΑ (10 X 35)
 $I_{\text{αρχικό}} = 28,00 \text{ cm}$
 $I_{\text{τελικό}} = 35,30 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔΛ

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,3	0,4
Σ_3	0,4	1
Σ_4	0,7	3
Σ_5	1,05	6,6
Σ_6	1,15	6,1
Σ_7	1,55	6,5
Σ_8	1,75	6,2
Σ_9	1,85	6,6
Σ_{10}	2,3	6,15
Σ_{11}	2,75	6,6
Σ_{12}	3,1	6,25
Σ_{13}	3,35	6,7
Σ_{14}	4	7,05
Σ_{15}	5	7,5
Σ_{16}	7	8,1
Σ_{17}	9	8,5
Σ_{18}	12	8,8
Σ_{19}	15	9
Σ_{20}	20	9,05
Σ_{21}	23	9
Σ_{22}	24,1	8,6
Σ_{23}	24,65	8
Σ_{24}	25,15	6,9

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 15\text{kN} = \psi'$



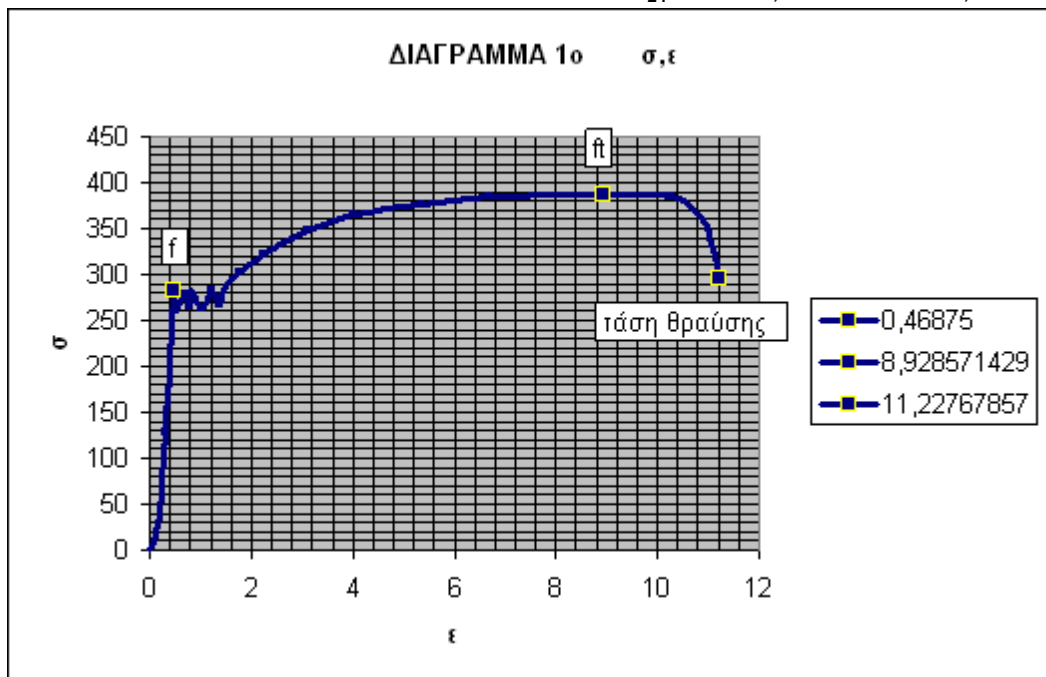
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	3,75	6
Σ_3	5	15
Σ_4	8,75	45
Σ_5	13,125	99
Σ_6	14,375	91,5
Σ_7	19,375	97,5
Σ_8	21,875	93
Σ_9	23,125	99
Σ_{10}	28,75	92,25
Σ_{11}	34,375	99
Σ_{12}	38,75	93,75
Σ_{13}	41,875	100,5
Σ_{14}	50	105,75
Σ_{15}	62,5	112,5
Σ_{16}	87,5	121,5
Σ_{17}	112,5	127,5
Σ_{18}	150	132

$$\chi'/28,00=\chi''$$

$$\psi'/0,00035=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

Σ_{19}	187,5	135
Σ_{20}	250	135,75
Σ_{21}	287,5	135
Σ_{22}	301,25	129
Σ_{23}	308,125	120
Σ_{24}	314,375	103,5
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,13392857	17,1428571
Σ_3	0,17857143	42,8571429
Σ_4	0,3125	128,571429
Σ_5	0,46875	282,857143
Σ_6	0,51339286	261,428571
Σ_7	0,69196429	278,571429
Σ_8	0,78125	265,714286
Σ_9	0,82589286	282,857143
Σ_{10}	1,02678571	263,571429
Σ_{11}	1,22767857	282,857143
Σ_{12}	1,38392857	267,857143
Σ_{13}	1,49553571	287,142857
Σ_{14}	1,78571429	302,142857
Σ_{15}	2,23214286	321,428571
Σ_{16}	3,125	347,142857
Σ_{17}	4,01785714	364,285714
Σ_{18}	5,35714286	377,142857
Σ_{19}	6,69642857	385,714286
Σ_{20}	8,92857143	387,857143
Σ_{21}	10,2678571	385,714286
Σ_{22}	10,7589286	368,571429
Σ_{23}	11,0044643	342,857143
Σ_{24}	11,2276786	295,714286

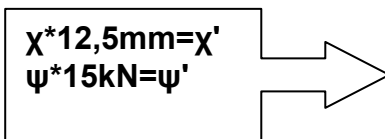


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2ο

$\chi=500\text{mm}$	
ΛΑΜΑ (10 X 35)	
$I_{\text{αρχικό}} =$	28,30 cm
$I_{\text{τελικό}} =$	35,90 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,35	0,2
Σ_3	0,6	1
Σ_4	1	4
Σ_5	1,2	6,9
Σ_6	1,3	6,25
Σ_7	1,7	6,5
Σ_8	1,95	6,35
Σ_9	2,5	6,55
Σ_{10}	2,7	6,4
Σ_{11}	3,3	6,5
Σ_{12}	3,35	6,3
Σ_{13}	3,5	6,7
Σ_{14}	7,2	8,2
Σ_{15}	11,2	8,75
Σ_{16}	15,2	9
Σ_{17}	19,2	9,1
Σ_{18}	23,7	8,9
Σ_{19}	24,7	8,3
Σ_{20}	25,45	6,85



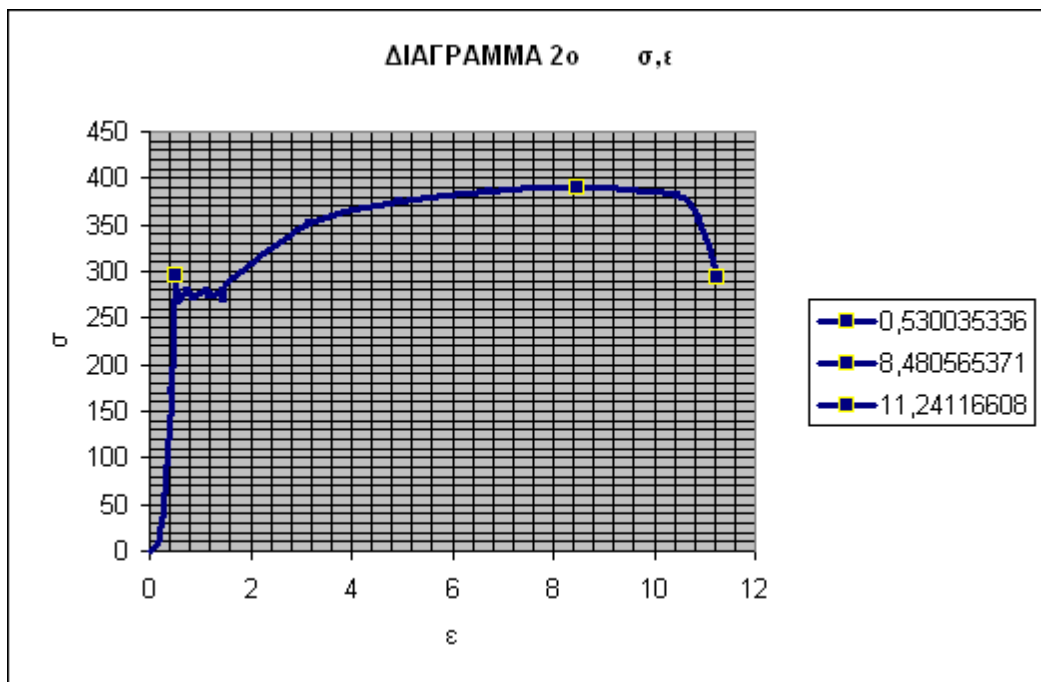
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	4,375	3
Σ_3	7,5	15
Σ_4	12,5	60
Σ_5	15	103,5
Σ_6	16,25	93,75
Σ_7	21,25	97,5
Σ_8	24,375	95,25
Σ_9	31,25	98,25
Σ_{10}	33,75	96
Σ_{11}	41,25	97,5
Σ_{12}	41,875	94,5
Σ_{13}	43,75	100,5
Σ_{14}	90	123
Σ_{15}	140	131,25
Σ_{16}	190	135
Σ_{17}	240	136,5
Σ_{18}	296,25	133,5
Σ_{19}	308,75	124,5
Σ_{20}	318,125	102,75

$$\chi'/28,30 = \chi''$$

$$\psi'/0,00035 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,15459364	8,57142857
Σ_3	0,26501767	42,8571429
Σ_4	0,44169611	171,428571
Σ_5	0,53003534	295,714286
Σ_6	0,57420495	267,857143
Σ_7	0,75088339	278,571429
Σ_8	0,86130742	272,142857
Σ_9	1,10424028	280,714286
Σ_{10}	1,19257951	274,285714
Σ_{11}	1,45759717	278,571429
Σ_{12}	1,47968198	270
Σ_{13}	1,5459364	287,142857
Σ_{14}	3,18021201	351,428571
Σ_{15}	4,94699647	375
Σ_{16}	6,71378092	385,714286
Σ_{17}	8,48056537	390
Σ_{18}	10,4681979	381,428571
Σ_{19}	10,909894	355,714286
Σ_{20}	11,2411661	293,571429

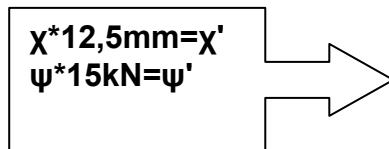


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3ο

$\chi=500\text{mm}$
ΛΑΜΑ (10 X 30)
I αρχικό = 27,90 cm
I τελικό = 35,00 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,4	0,5
Σ_3	0,8	3
Σ_4	1,1	6,6
Σ_5	1,25	6,2
Σ_6	1,5	6,4
Σ_7	1,9	6,2
Σ_8	2,35	6,45
Σ_9	2,5	6,1
Σ_{10}	2,95	6,35
Σ_{11}	3,4	6,05
Σ_{12}	3,5	6,5
Σ_{13}	6	7,6
Σ_{14}	10	8,35
Σ_{15}	14	8,7
Σ_{16}	18	8,8
Σ_{17}	21	8,85
Σ_{18}	24	8,7
Σ_{19}	25	8
Σ_{20}	25,6	6,7

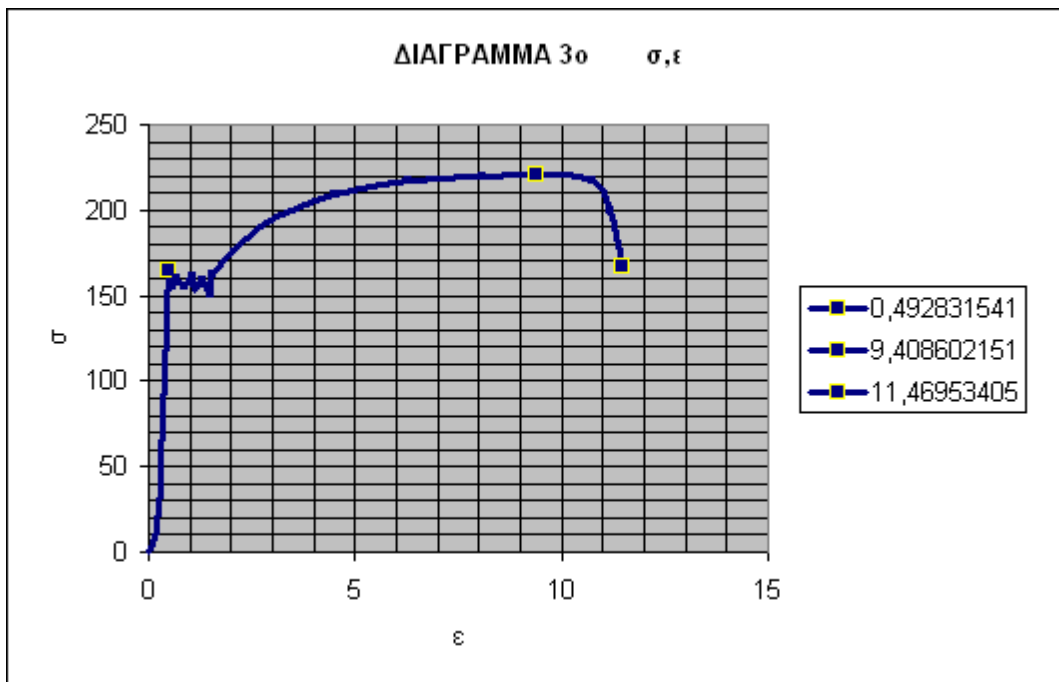


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	5	3,75
Σ_3	10	22,5
Σ_4	13,75	49,5
Σ_5	15,625	46,5
Σ_6	18,75	48
Σ_7	23,75	46,5
Σ_8	29,375	48,375
Σ_9	31,25	45,75
Σ_{10}	36,875	47,625
Σ_{11}	42,5	45,375
Σ_{12}	43,75	48,75
Σ_{13}	75	57
Σ_{14}	125	62,625
Σ_{15}	175	65,25
Σ_{16}	225	66
Σ_{17}	262,5	66,375
Σ_{18}	300	65,25
Σ_{19}	312,5	60
Σ_{20}	320	50,25

$$\begin{aligned} \chi'/27,90 &= \chi'' \\ \psi'/0,00030 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,17921147	12,5
Σ_3	0,35842294	75
Σ_4	0,49283154	165
Σ_5	0,56003584	155
Σ_6	0,67204301	160
Σ_7	0,85125448	155
Σ_8	1,05286738	161,25
Σ_9	1,12007168	152,5
Σ_{10}	1,32168459	158,75
Σ_{11}	1,52329749	151,25
Σ_{12}	1,56810036	162,5
Σ_{13}	2,68817204	190
Σ_{14}	4,48028674	208,75
Σ_{15}	6,27240143	217,5
Σ_{16}	8,06451613	220
Σ_{17}	9,40860215	221,25
Σ_{18}	10,7526882	217,5
Σ_{19}	11,2007168	200
Σ_{20}	11,4695341	167,5



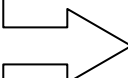
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4ο

$\chi=500\text{mm}$
ΛΑΜΑ (10 X 30)
 $I_{\text{αρχικό}} = 27,60 \text{ cm}$
 $I_{\text{τελικό}} = 34,40 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,2	0,2
Σ_3	0,45	1
Σ_4	0,8	4
Σ_5	1,05	6,45
Σ_6	1,1	6,15
Σ_7	1,35	6,45
Σ_8	1,85	6,25
Σ_9	2	6,6
Σ_{10}	2,2	6,25
Σ_{11}	2,65	6,5
Σ_{12}	3,2	6,3
Σ_{13}	3,3	6,7
Σ_{14}	5	7,5
Σ_{15}	7	8,1
Σ_{16}	10	8,55
Σ_{17}	13	8,8
Σ_{18}	17	8,95
Σ_{19}	20	9
Σ_{20}	21,5	8,9
Σ_{21}	22,55	8
Σ_{22}	23,05	6,8

$\chi*12,5\text{mm}=\chi'$
 $\psi*15\text{kN}=\psi'$



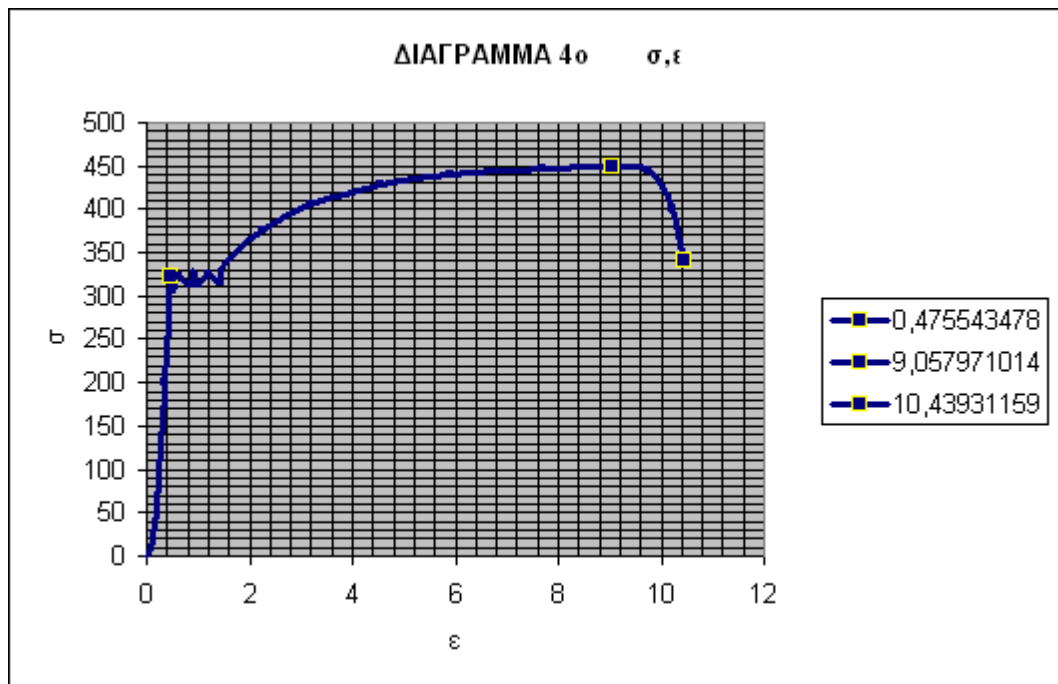
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	2,5	3
Σ_3	5,625	15
Σ_4	10	60
Σ_5	13,125	96,75
Σ_6	13,75	92,25
Σ_7	16,875	96,75
Σ_8	23,125	93,75
Σ_9	25	99
Σ_{10}	27,5	93,75
Σ_{11}	33,125	97,5
Σ_{12}	40	94,5
Σ_{13}	41,25	100,5
Σ_{14}	62,5	112,5
Σ_{15}	87,5	121,5
Σ_{16}	125	128,25
Σ_{17}	162,5	132
Σ_{18}	212,5	134,25
Σ_{19}	250	135
Σ_{20}	268,75	133,5
Σ_{21}	281,875	120

$$\chi'/27,60=\chi''$$

$$\psi'/0,00030=\psi''$$

$$\chi''=\varepsilon \quad , \quad \psi''=\sigma$$

Σ_{22}	288,125	102
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,09057971	10
Σ_3	0,20380435	50
Σ_4	0,36231884	200
Σ_5	0,47554348	322,5
Σ_6	0,49818841	307,5
Σ_7	0,61141304	322,5
Σ_8	0,83786232	312,5
Σ_9	0,9057971	330
Σ_{10}	0,99637681	312,5
Σ_{11}	1,20018116	325
Σ_{12}	1,44927536	315
Σ_{13}	1,49456522	335
Σ_{14}	2,26449275	375
Σ_{15}	3,17028986	405
Σ_{16}	4,52898551	427,5
Σ_{17}	5,88768116	440
Σ_{18}	7,69927536	447,5
Σ_{19}	9,05797101	450
Σ_{20}	9,73731884	445
Σ_{21}	10,2128623	400
Σ_{22}	10,4393116	340



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5ο

$\chi=500\text{mm}$
ΛΑΜΑ (8 X 30)
 $I_{\text{αρχικό}} = 27,30 \text{ cm}$
 $I_{\text{τελικό}} = 34,40 \text{ cm}$

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1	1
Σ_3	0,4	5
Σ_4	0,6	9
Σ_5	0,7	11,5
Σ_6	0,8	10
Σ_7	1,05	10,35
Σ_8	1,4	9,9
Σ_9	1,9	10,6
Σ_{10}	2,55	9,85
Σ_{11}	3	10,55
Σ_{12}	3,1	10
Σ_{13}	3,3	10,7
Σ_{14}	4	11,25
Σ_{15}	5	11,9
Σ_{16}	7	12,7
Σ_{17}	10	13,45
Σ_{18}	14	13,9
Σ_{19}	17	14
Σ_{20}	20	14,1
Σ_{21}	21,5	14,05
Σ_{22}	22,4	13,5
Σ_{23}	22,9	12,5
Σ_{24}	23,35	10,7

$\chi * 12,5\text{mm} = \chi'$
 $\psi * 7,5\text{kN} = \psi'$

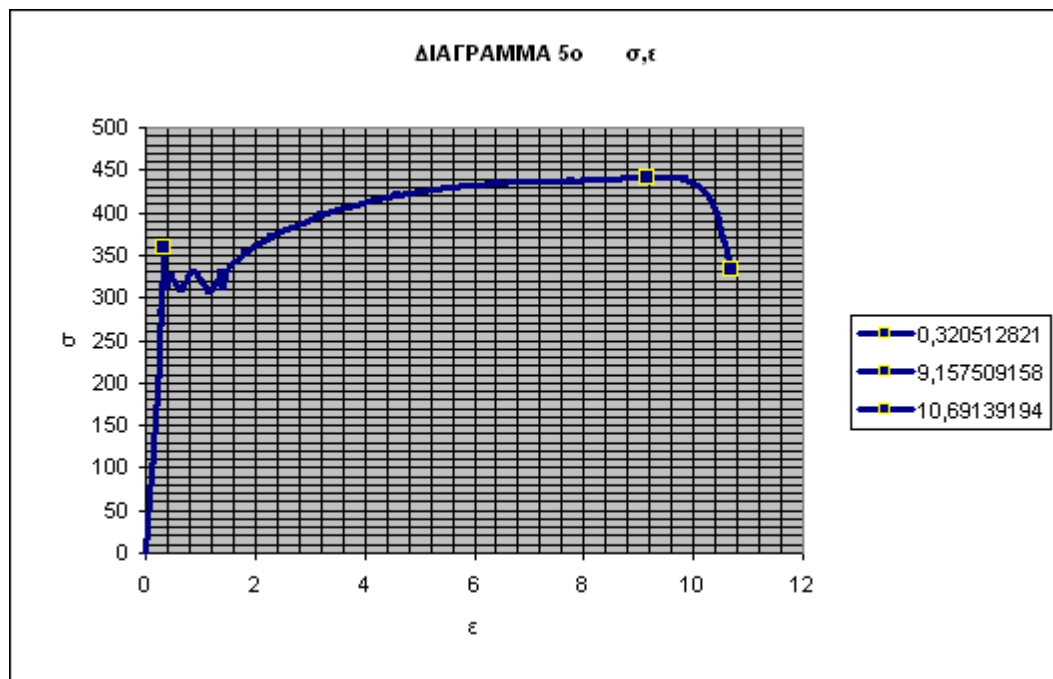
	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	1,25	7,5
Σ_3	5	37,5
Σ_4	7,5	67,5
Σ_5	8,75	86,25
Σ_6	10	75
Σ_7	13,125	77,625
Σ_8	17,5	74,25
Σ_9	23,75	79,5
Σ_{10}	31,875	73,875
Σ_{11}	37,5	79,125
Σ_{12}	38,75	75
Σ_{13}	41,25	80,25
Σ_{14}	50	84,375
Σ_{15}	62,5	89,25
Σ_{16}	87,5	95,25
Σ_{17}	125	100,875
Σ_{18}	175	104,25
Σ_{19}	212,5	105

$$\chi' / 27,30 = \chi''$$

$$\psi' / 0,00024 = \psi''$$

$$\chi'' = \varepsilon \quad , \quad \psi'' = \sigma$$

Σ_{20}	250	105,75
Σ_{21}	268,75	105,375
Σ_{22}	280	101,25
Σ_{23}	286,25	93,75
Σ_{24}	291,875	80,25
	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,04578755	31,25
Σ_3	0,18315018	156,25
Σ_4	0,27472527	281,25
Σ_5	0,32051282	359,375
Σ_6	0,36630037	312,5
Σ_7	0,48076923	323,4375
Σ_8	0,64102564	309,375
Σ_9	0,86996337	331,25
Σ_{10}	1,16758242	307,8125
Σ_{11}	1,37362637	329,6875
Σ_{12}	1,41941392	312,5
Σ_{13}	1,51098901	334,375
Σ_{14}	1,83150183	351,5625
Σ_{15}	2,28937729	371,875
Σ_{16}	3,20512821	396,875
Σ_{17}	4,57875458	420,3125
Σ_{18}	6,41025641	434,375
Σ_{19}	7,78388278	437,5
Σ_{20}	9,15750916	440,625
Σ_{21}	9,84432234	439,0625
Σ_{22}	10,2564103	421,875
Σ_{23}	10,485348	390,625
Σ_{24}	10,6913919	334,375

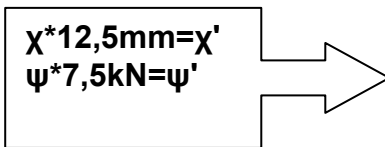


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6ο

$\chi=500\text{mm}$	
ΛΑΜΑ (8 X 30)	
$I_{\text{αρχικό}} =$	26,60 cm
$I_{\text{τελικό}} =$	33,50 cm

ΑΠΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ρ, ΔL

	χ	ψ
Σ_1	0	0
Σ_2	0,1	1,1
Σ_3	0,4	6
Σ_4	0,65	11,25
Σ_5	0,75	9,95
Σ_6	1,05	10,35
Σ_7	1,7	9,85
Σ_8	2,15	10,4
Σ_9	2,65	9,95
Σ_{10}	2,9	10,35
Σ_{11}	3,13	10
Σ_{12}	3,3	10,75
Σ_{13}	6	12,3
Σ_{14}	10	13,4
Σ_{15}	13	13,8
Σ_{16}	16	13,95
Σ_{17}	19	14
Σ_{18}	21	13,9
Σ_{19}	22	12,8
Σ_{20}	22,65	10,7

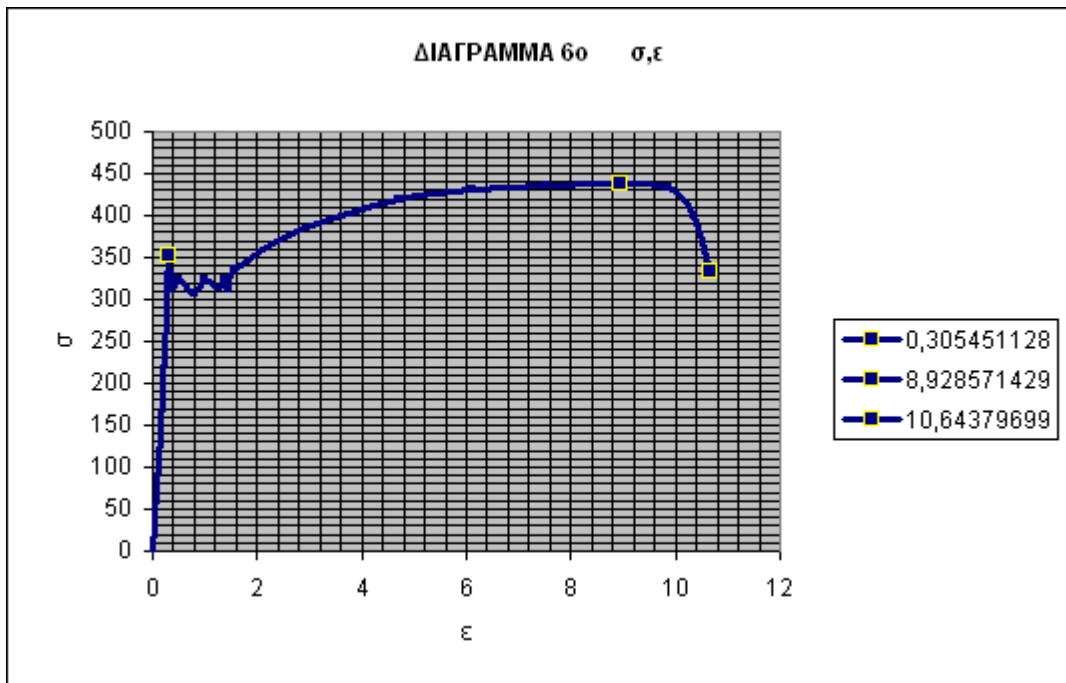


	χ'	ψ'
Σ_1	0	0
Σ_2	1,25	8,25
Σ_3	5	45
Σ_4	8,125	84,375
Σ_5	9,375	74,625
Σ_6	13,125	77,625
Σ_7	21,25	73,875
Σ_8	26,875	78
Σ_9	33,125	74,625
Σ_{10}	36,25	77,625
Σ_{11}	39,125	75
Σ_{12}	41,25	80,625
Σ_{13}	75	92,25
Σ_{14}	125	100,5
Σ_{15}	162,5	103,5
Σ_{16}	200	104,625
Σ_{17}	237,5	105
Σ_{18}	262,5	104,25
Σ_{19}	275	96
Σ_{20}	283,125	80,25

$$\begin{aligned} \chi'/26,60 &= \chi'' \\ \psi'/0,00024 &= \psi'' \end{aligned}$$

$$\chi'' = \varepsilon, \quad \psi'' = \sigma$$

	χ''	ψ''
Σ_1	0	0
Σ_2	0,04699248	34,375
Σ_3	0,18796992	187,5
Σ_4	0,30545113	351,5625
Σ_5	0,35244361	310,9375
Σ_6	0,49342105	323,4375
Σ_7	0,79887218	307,8125
Σ_8	1,01033835	325
Σ_9	1,24530075	310,9375
Σ_{10}	1,36278195	323,4375
Σ_{11}	1,47086466	312,5
Σ_{12}	1,55075188	335,9375
Σ_{13}	2,81954887	384,375
Σ_{14}	4,69924812	418,75
Σ_{15}	6,10902256	431,25
Σ_{16}	7,51879699	435,9375
Σ_{17}	8,92857143	437,5
Σ_{18}	9,86842105	434,375
Σ_{19}	10,3383459	400
Σ_{20}	10,643797	334,375



ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΠΑΛΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΔΙΑΓΡ.Ρ-ΔΛ

ΔΙΑΓΡ.σ-ε

	I	I		fy	ft	fy'	ft'	ε _u %=ft/fy
		αρχικό	Ι _{ΤΕΛΙΚΟ}					
1	φ 16	25,4 cm	28,6 cm	518759,95	582205,414	518,6567	582,0896	0,011223
2	φ 16	25,6 cm	29 cm	516893,91	578473,328	516,791	578,3582	0,011191
3	φ 16	26,3 cm	29,8 cm	515027,87	578473,328	514,9254	578,3582	0,011232
4	φ 16	25,6 cm	28,7 cm	522118,83	584071,457	522,0149	583,9552	0,011187
5	φ 16	25,3 cm	29,8 cm	518759,95	581458,9968	518,6567	581,3433	0,011209
6	φ 16	26,2 cm	29,2 cm	507563,69	577726,9108	507,4627	577,6119	0,011382
7	φ 16	25,5 cm	28,8 cm	516893,91	582205,414	516,791	582,0896	0,011264
8	φ 16	25,9 cm	29,4 cm	444118,23	507563,6943	444,0299	507,4627	0,011429
9	φ 16	25,6 cm	29,0 cm	515027,87	583325,0398	514,9254	583,209	0,011326
10	φ 16	26,0 cm	37,0 cm	522492,04	588923,1688	522,3881	588,806	0,011271
11	φ 18	23,0 cm	25,2 cm	506900,21	609813,6353	507,5787	610,6299	0,01203
12	φ 18	26,0 cm	29,5 cm	503951,4	607454,5883	504,626	608,2677	0,012054
13	φ 18	27,0 cm	27,0 cm	415782,02	554376,0321	416,3386	557,7756	0,013397
14	φ 18	26,3 cm	30,6 cm	430526,07	557619,7216	431,1024	558,3661	0,012952
15	φ 18	27,2 cm	31,1 cm	501297,48	603031,3753	501,9685	603,8386	0,012029
16	φ 18	26,4 cm	30,1 cm	504246,28	604505,7797	504,9213	605,315	0,011988
17	φ 18	27,0 cm	30,9 cm	501297,5	604505,8	505,2165	609,7441	0,012069
18	φ 18	26,9 cm	29,6 cm	445564,99	566171,2668	446,1614	569,8819	0,012773
19	φ 18	26,9 cm	30,5 cm	504541,2	604505,8	505,2165	605,315	0,011981
20	φ 18	26,0 cm	31,0 cm	428167,02	553393,0959	428,7402	551,8701	0,012872
21	φ 18	25,3 cm	30,0 cm	417256,43	545529,606	428,1496	546,2598	0,012759
22	φ 18	26,1 cm	31,0 cm	418730,83	551132,3425	419,2913	551,8701	0,013162
23	φ 18	25,7 cm	29,5 cm	476232,6	580325,5485	476,8701	581,1024	0,012186
24	φ 18	25,8 cm	29,4 cm	422269,4	552901,6277	422,8346	553,6417	0,013094
25	φ 18	27,0cm	31,3 cm	512797,83	612467,5631	513,4843	613,2874	0,011944
26	φ 20	26,5 cm	29,0 cm	621019,11	716560,5096	621,0191	716,5605	0,011538
27	φ 20	27,4 cm	27,4 cm	635350,32	737101,9108	635,3503	737,1019	0,011602

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

1	Φ 12	27,40 cm	27,40 cm	404,724	441,160	404,8673	441,3717	0,010902
2	Φ 12	26,70 cm	30,00 cm	411,359	451,168	411,5044	451,3274	0,010968
3	Φ 14	28,15 cm	30,30 cm	424,087	489,893	423,7013	489,4481	0,011552
4	Φ 14	28,10 cm	30,00 cm	419,212	482,582	418,8312	482,1429	0,011512
5	Φ 14	33,40cm	42,00 cm	360,717	458,208	360,717	458,208	0,012703
6	Φ 16	25,50 cm	31,60 cm	306,031	462,779	305,9701	462,6866	0,015122
7	Φ 16	24,70 cm	31,00 cm	306,031	462,779	305,9701	462,6866	0,015122
8	Φ 16	25,00cm	30,80cm	350,816	470,243	350,816	470,243	0,013404
9	Φ 18	25,80 cm	33,80 cm	324,368	436,423	324,369	436,423	0,013455
10	Φ 18	26,40 cm	27,90 cm	748,997	973,107	750	974,4094	0,012992
11	Φ 20	26,50 cm	32,90 cm	317,675	434,713	317,6752	434,7134	0,013684
12	Φ 20	26,65	33,90cm	315,287	439,490	315,2866	439,4904	0,013939

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΙΤΑΛΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

1	Φ 12	29,10 cm	35,10 cm	345,011	431,263	345,1327	431,4159	0,0125
2	Φ 12	28,20cm	34,20cm	238,054	331,741	238,9381	331,8584	0,013889
3	Φ 14	28,60 cm	35,50 cm	331,47	475,302	331,1688	474,8377	0,014338
4	Φ 14	29,30 cm	36,30 cm	336,345	472,378	336,039	469,9675	0,013986
5	Φ 14	27,50cm	31,00cm	359,968	380,215	359,968	380,215	0,010833
6	Φ 16	25,90 cm	32,50 cm	283,639	402,717	370,1299	525,487	0,014197
7	Φ 16	25,30 cm	31,90 cm	283,639	399,333	283,5821	399,2537	0,014079
8	Φ 16	24,20cm	25,40cm	492,635	529,956	492,635	529,956	0,010758
9	Φ 18	25,70 cm	32,00 cm	309,625	432,02	310,0394	432,5787	0,013952
10	Φ 18	26,00 cm	32,00 cm	315,523	434,0646	315,9449	434,6457	0,013757
11	Φ 18	26,50cm	28,50cm	707,714	737,202	707,714	736,648	0,010409
12	Φ 20	26,90 cm	34,00 cm	323,662	434,4904	323,6465	434,4745	0,013424
13	Φ 20	26,10 cm	32,90 cm	329,618	434,713	329,6178	434,7134	0,013188

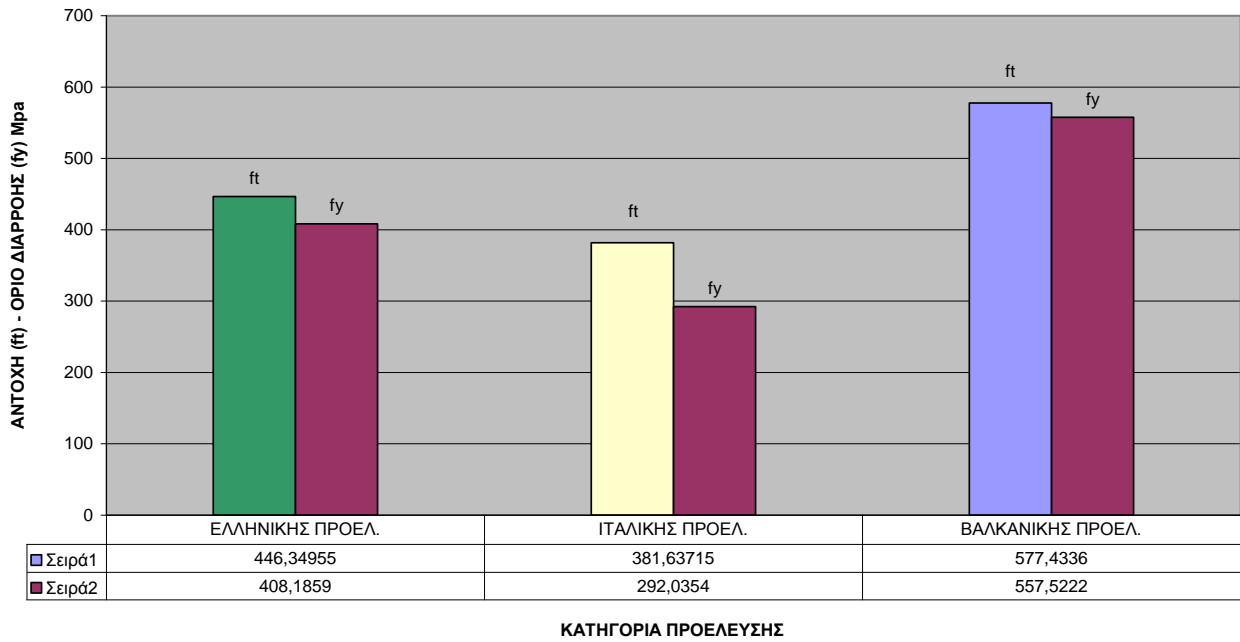
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΒΑΛΚΑΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

1	Φ 12	28,50 cm	28,70 cm	563,963	577,229	564,1593	577,4336	0,010235
2	Φ 12	27,30 cm	27,50 cm	550,69	577,229	550,885	577,4336	0,010482
3	Φ 14	28,00 cm	30,00 cm	448,46	502,08	448,0519	501,6234	0,011196
4	Φ 14	28,70 cm	30,60 cm	443,585	499,675	443,1818	499,1883	0,011264
5	Φ 16	26,70 cm	28,70 cm	365,744	406,797	365,6716	406,7164	0,011122
6	Φ 16	25,95 cm	28,00 cm	362,012	404,9562	361,9403	404,8507	0,011186
7	Φ 18	27,30 cm	29,60 cm	359,755	406,936	360,2362	407,4803	0,011311
8	Φ 18	28,10 cm	30,00 cm	359,755	403,987	360,2362	404,5276	0,01123
9	Φ 20	27,00 cm	28,80 cm	477,707	544,586	501,5924	544,586	0,010857
10	Φ 20	26,0cm	27,80cm	496,8153	544,586	496,8153	544,586	0,010962

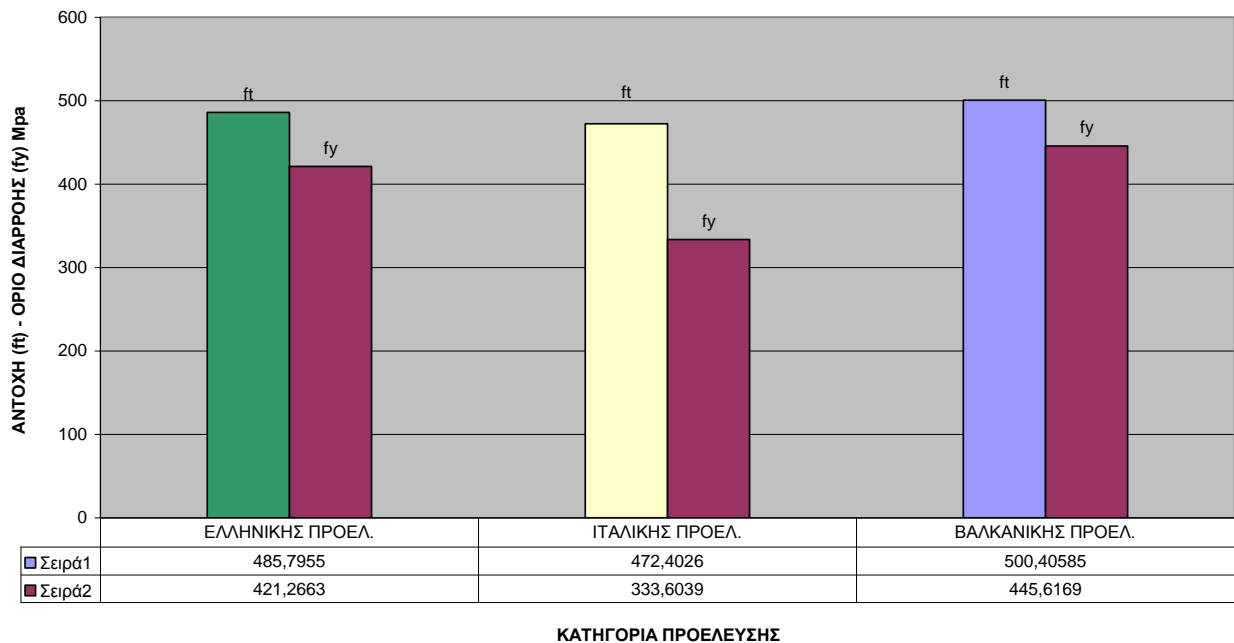
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΛΑΜΕΣ - ΕΛΛΗΝ. ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

1	(10x35)	28,00 cm	35,30 cm	282,857	387,857	282,8571	387,8571	0,013712
2	(10x35)	28,30 cm	35,90 cm	295,7143	390	295,7143	390	0,013188
3	(10x30)	27,90 cm	35,00 cm	330	442,5	165	221,25	0,013409
4	(10x30)	27,60 cm	34,40 cm	322,5	450	322,5	450	0,013953
5	(8x30)	27,30 cm	34,40 cm	359,375	440,625	359,375	440,625	0,012261
6	(8x30)	26,60 cm	33,50 cm	351,583	437,5	351,5625	437,5	0,012444

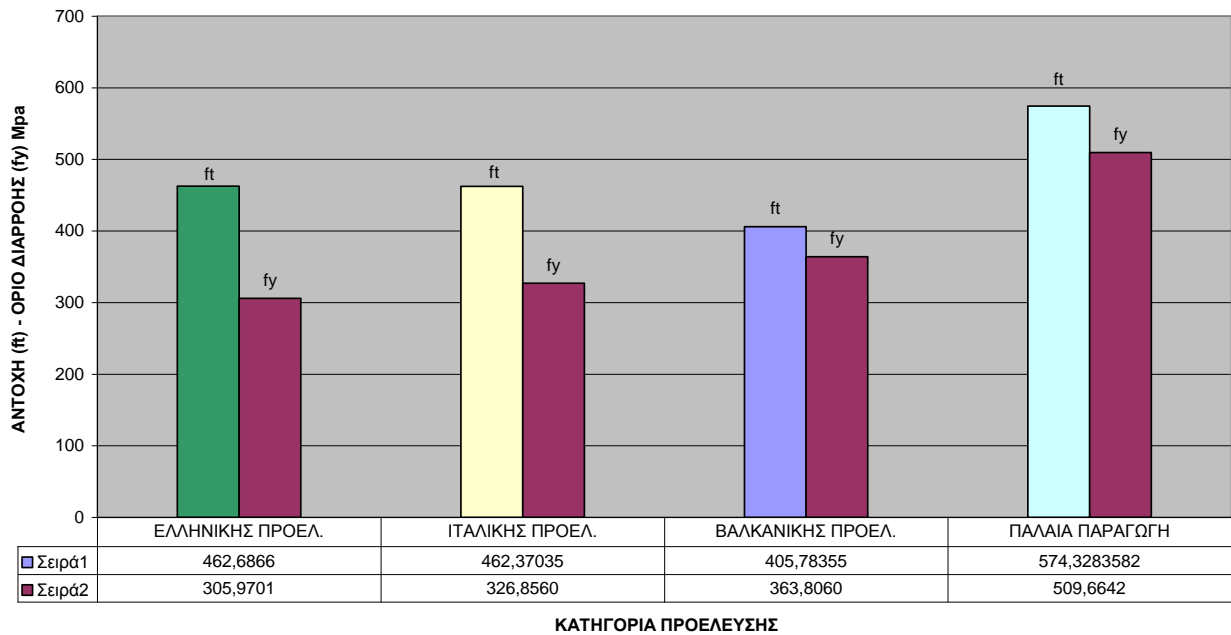
Φ12



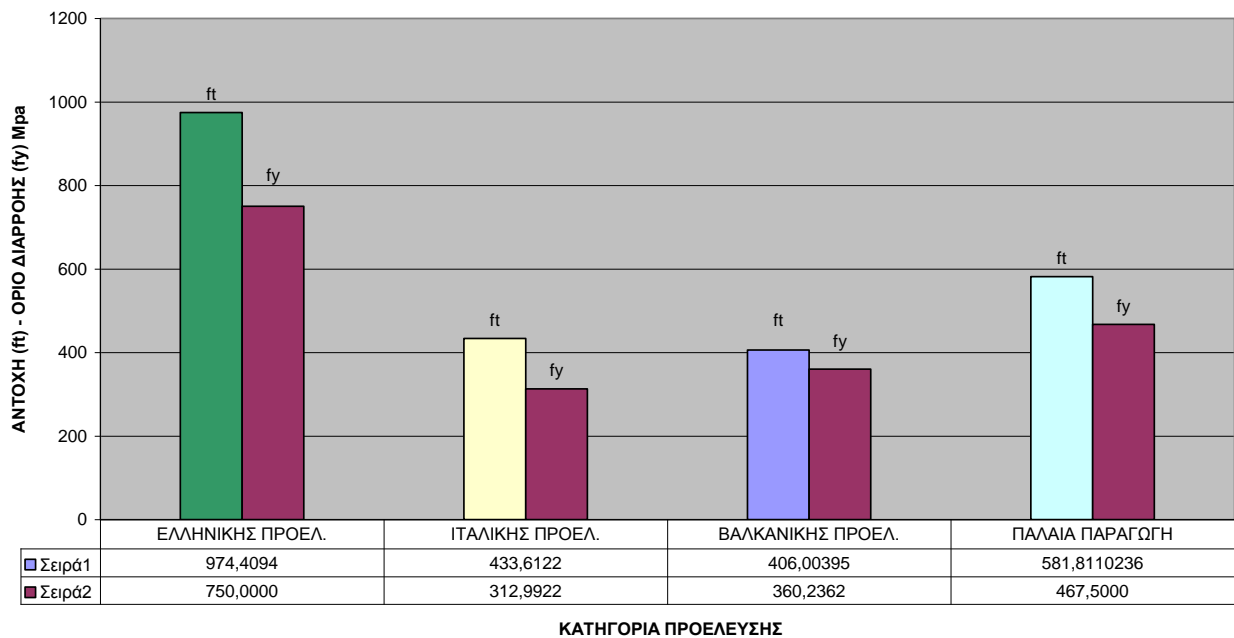
Φ14



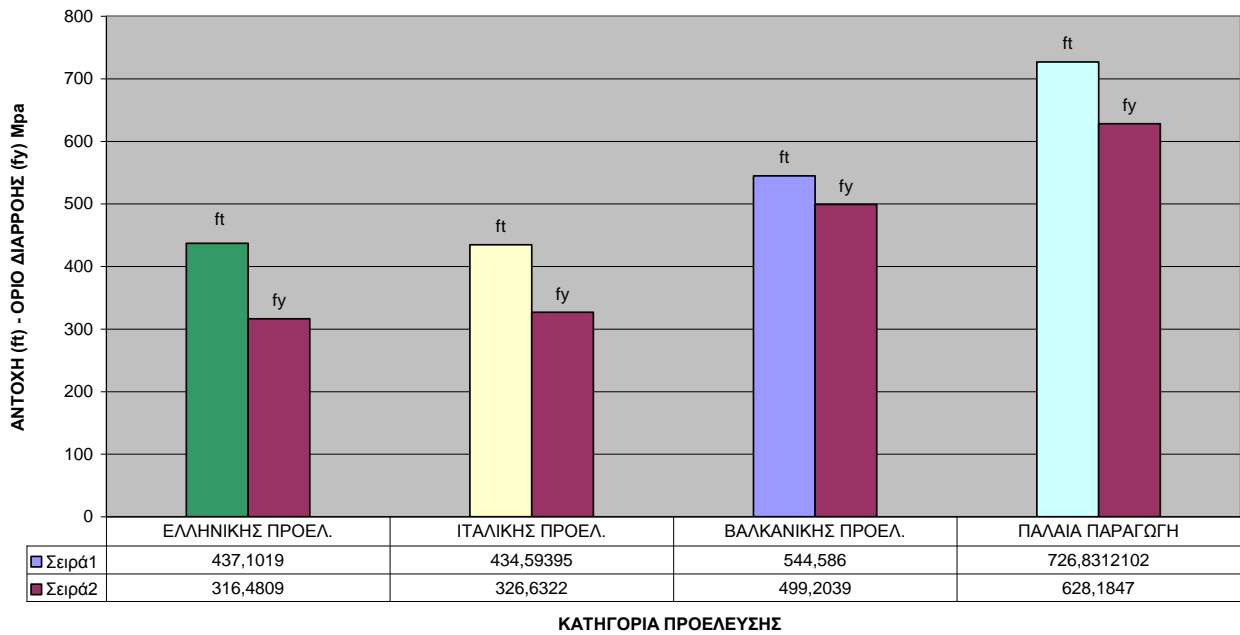
Φ16



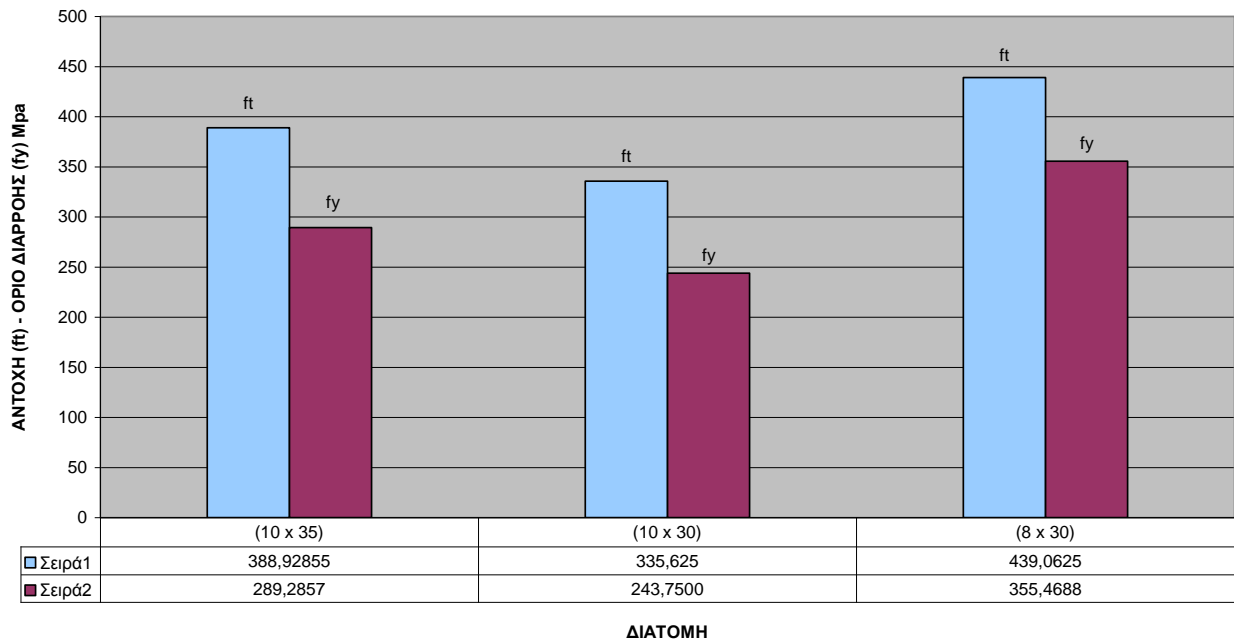
Φ18



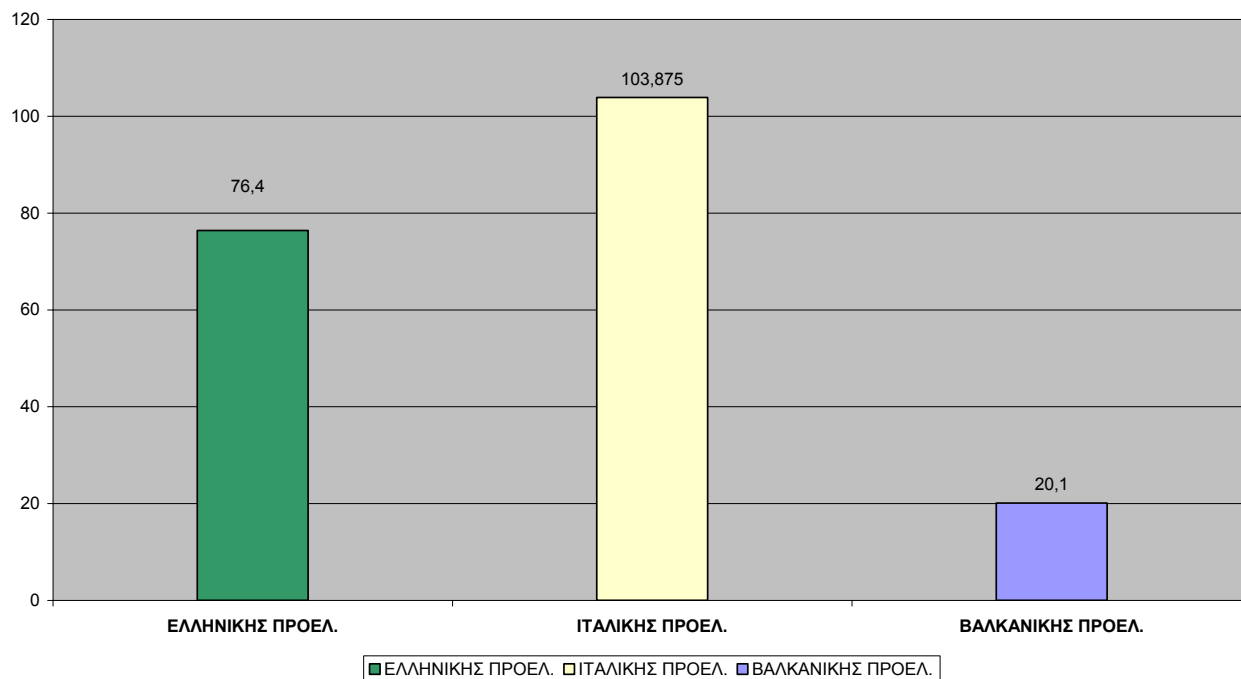
Φ20



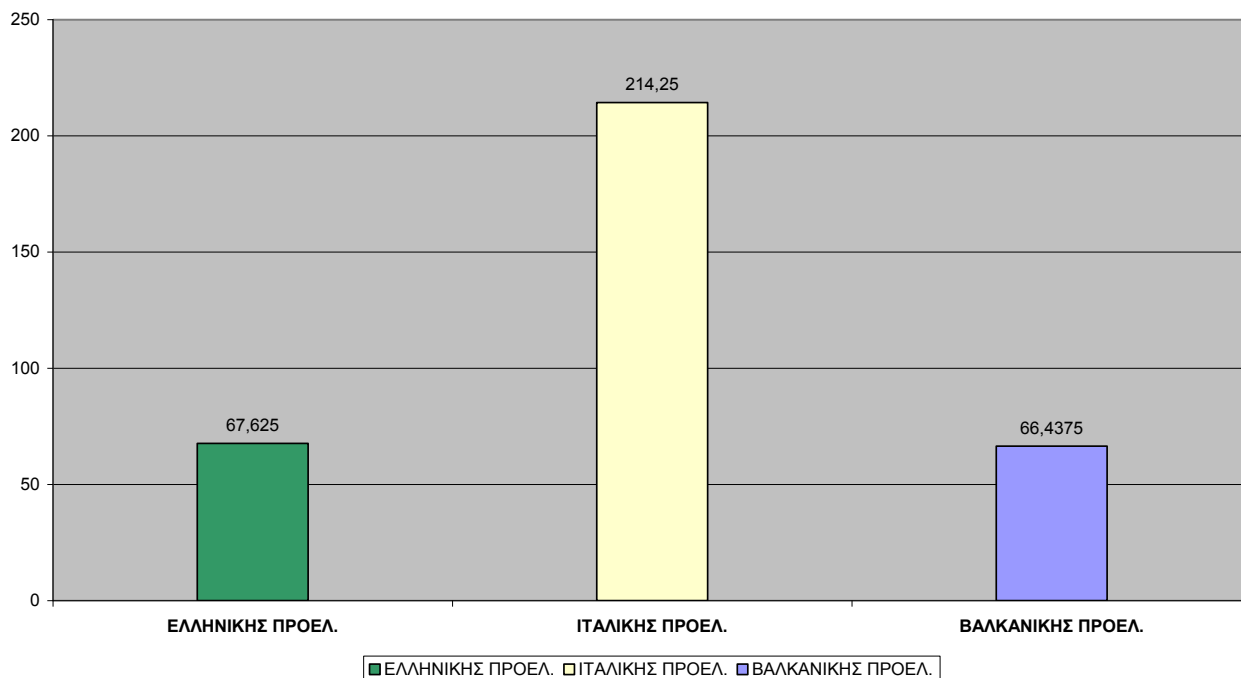
ΛΑΜΕΣ



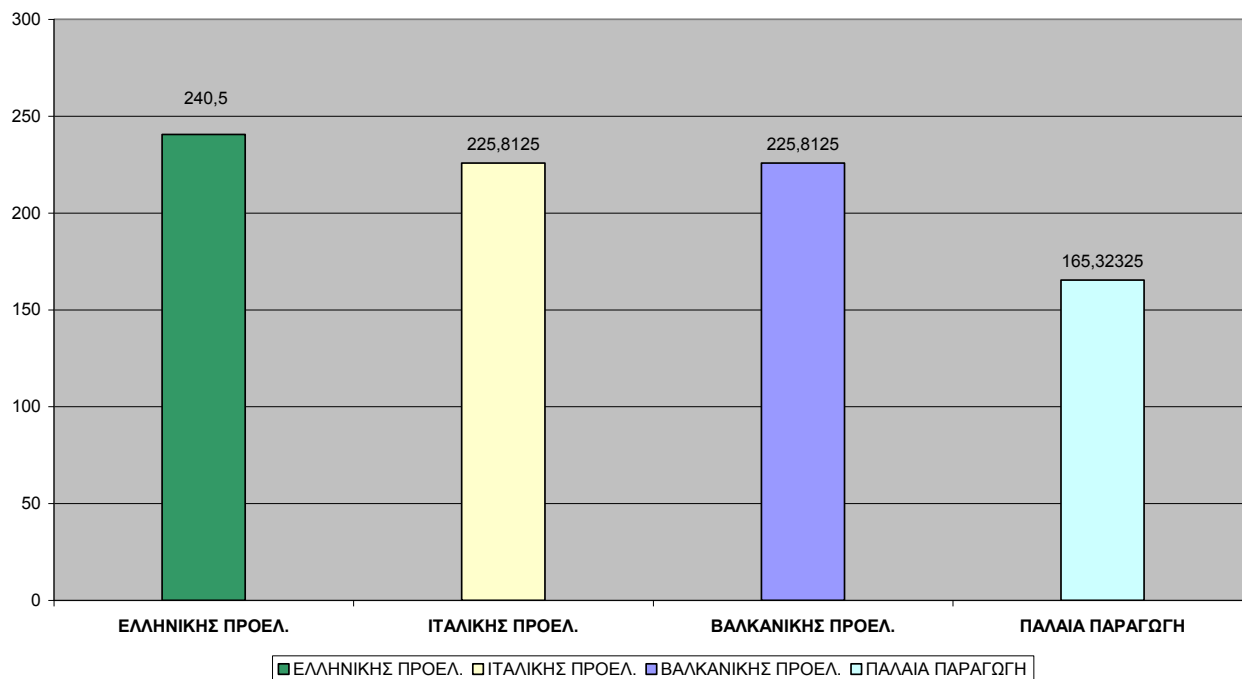
ΕΝΕΡΓΕΙΑ Φ12



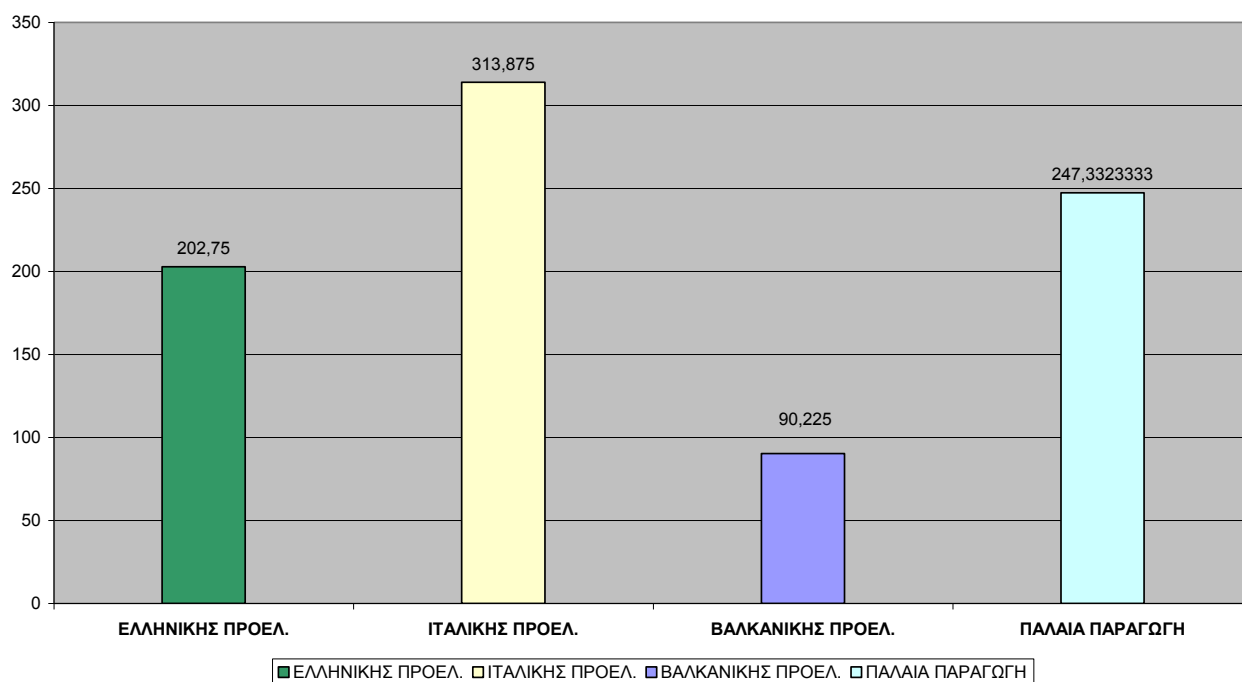
ΕΝΕΡΓΕΙΑ Φ14



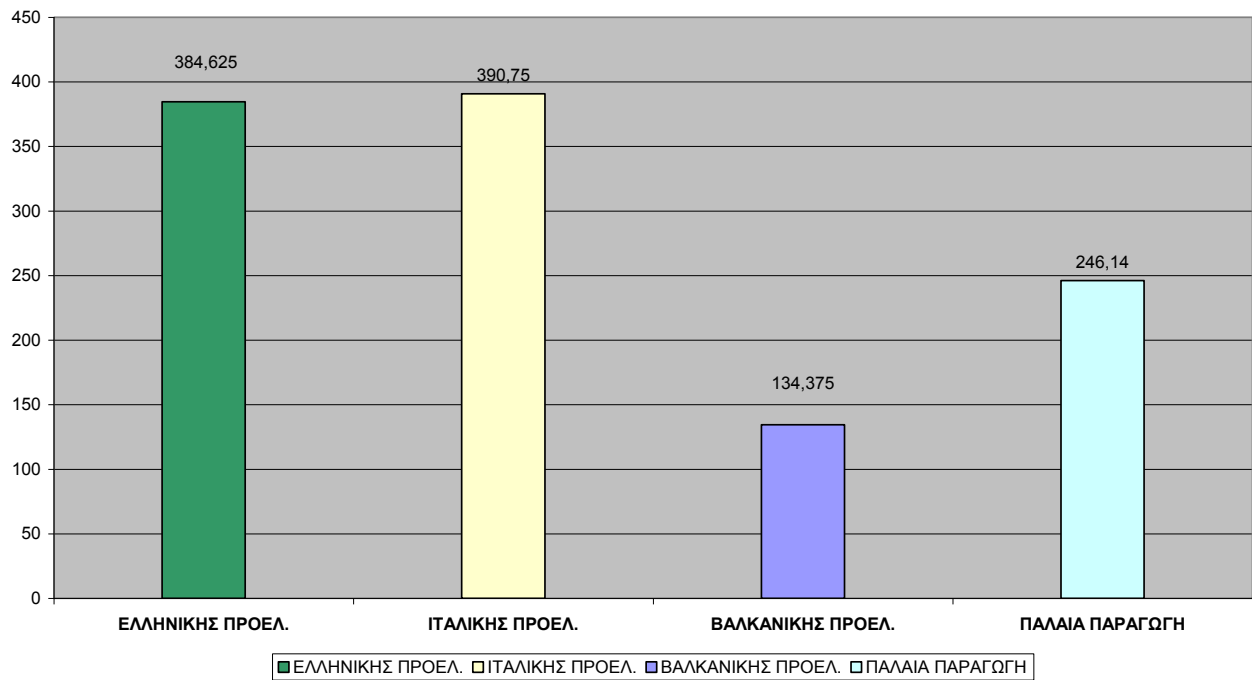
ΕΝΕΡΓΕΙΑ Φ16



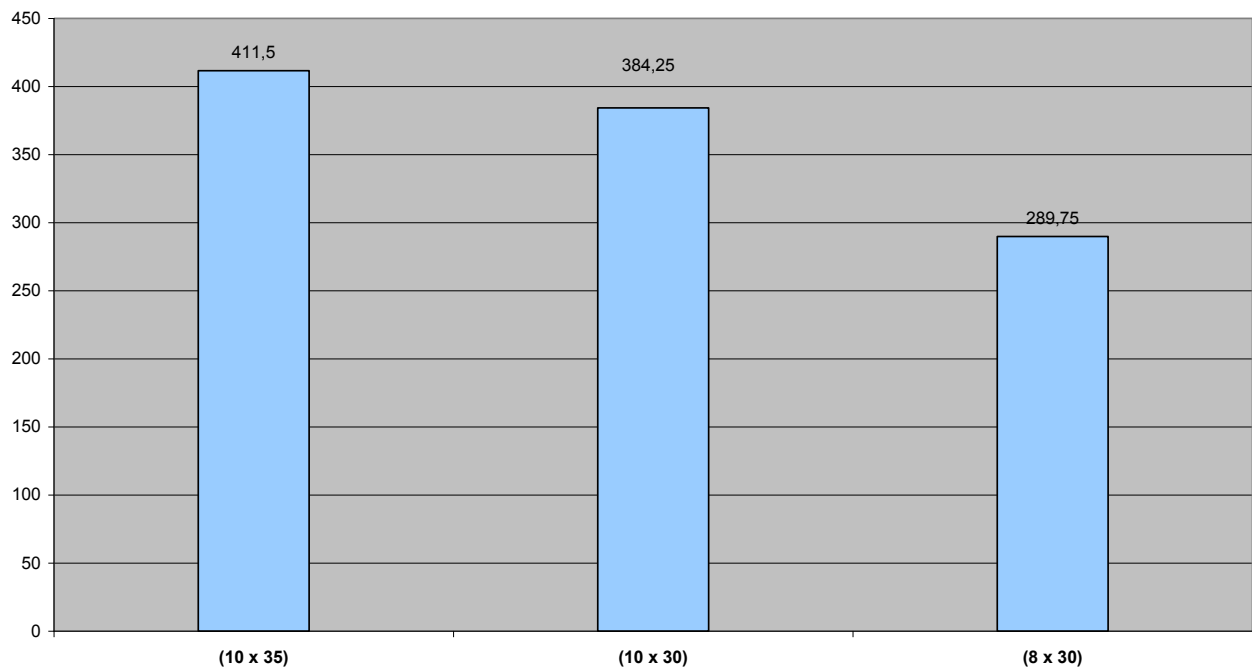
ΕΝΕΡΓΕΙΑ Φ18



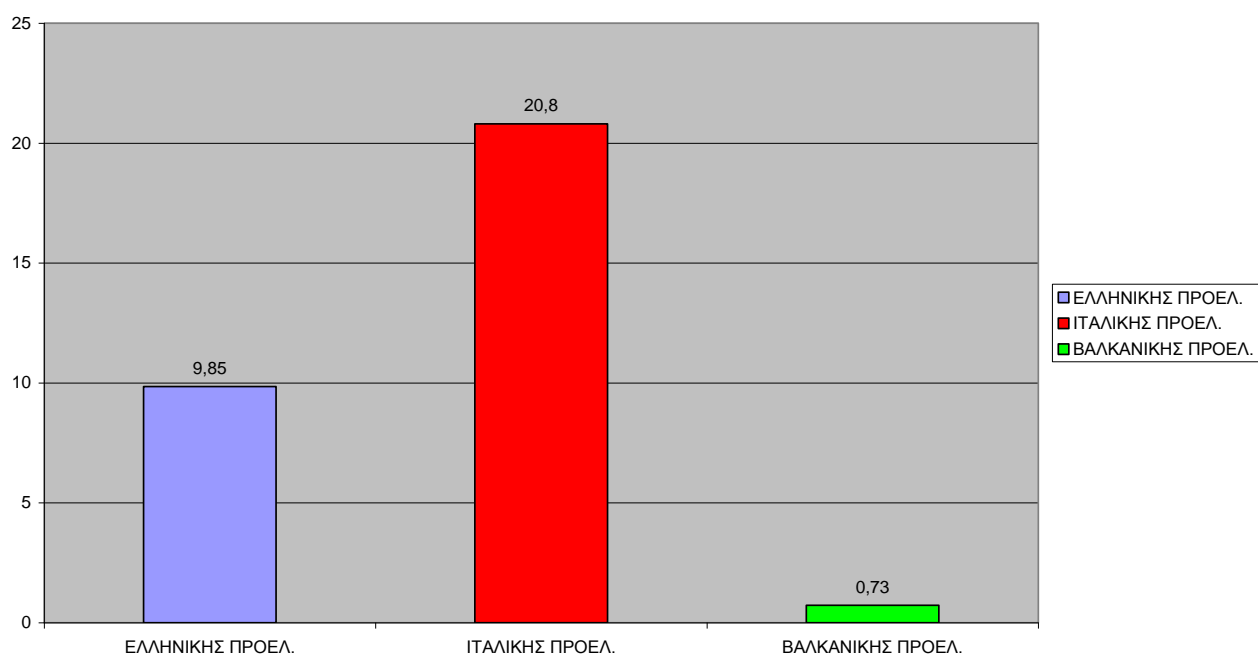
ΕΝΕΡΓΕΙΑ Φ20



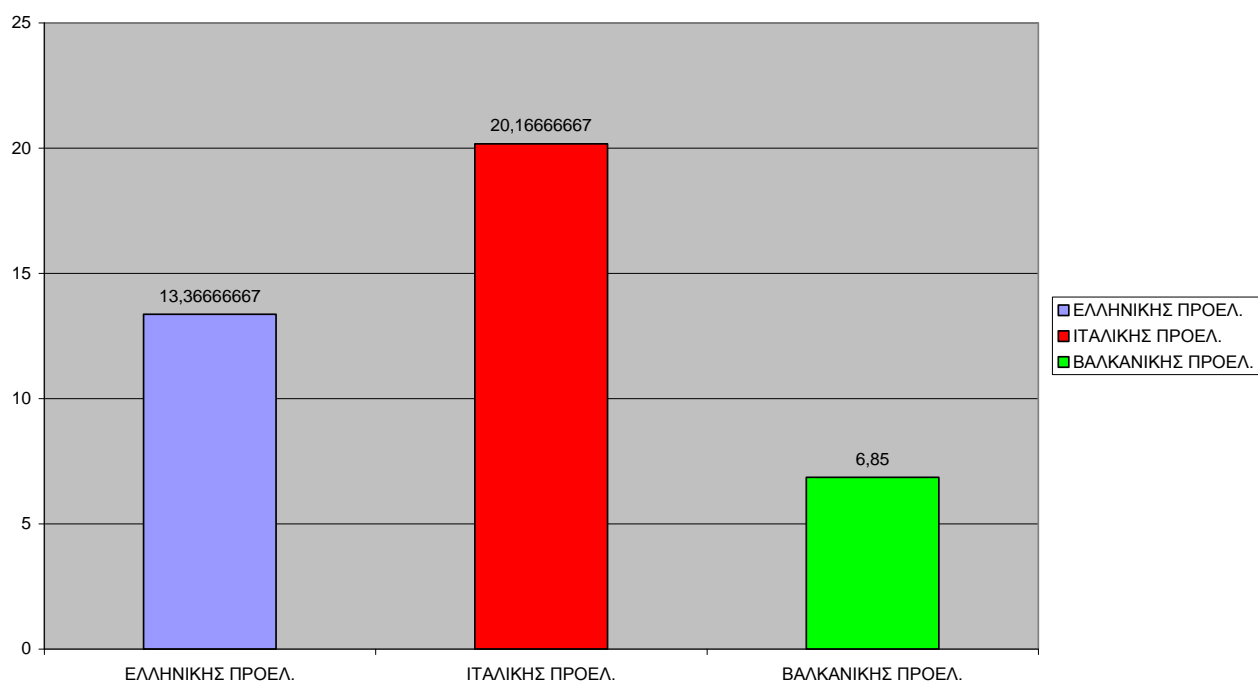
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΛΑΜΕΣ



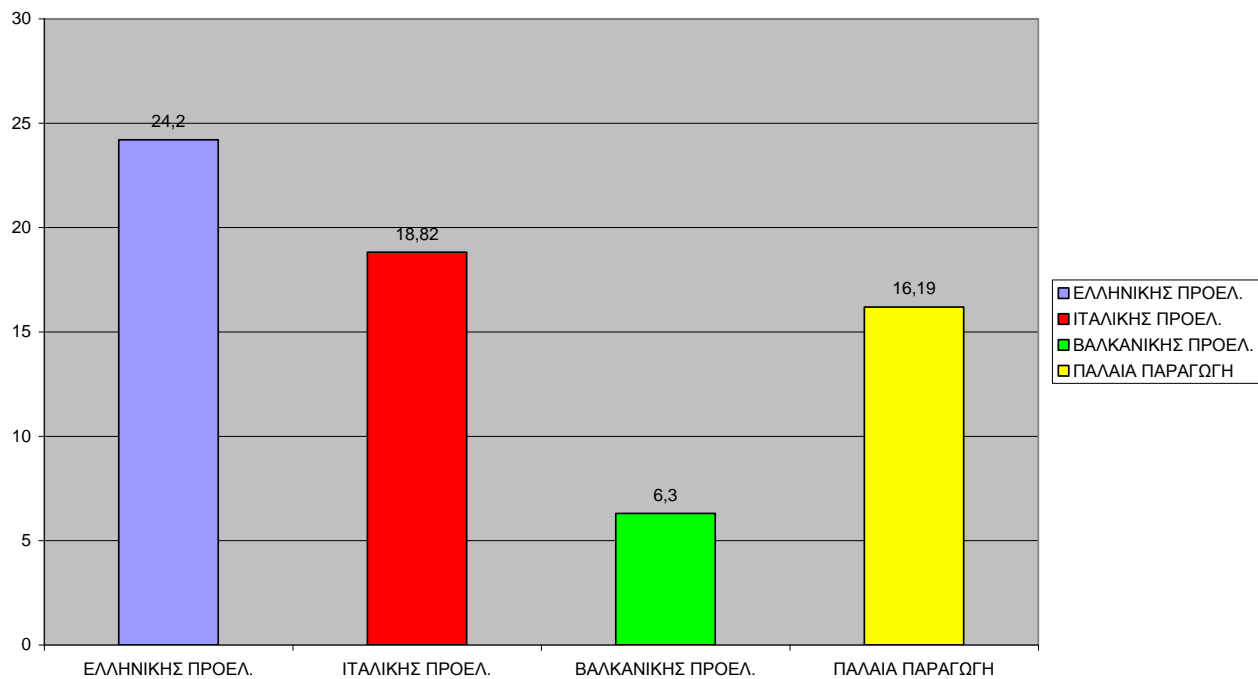
ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ Φ12



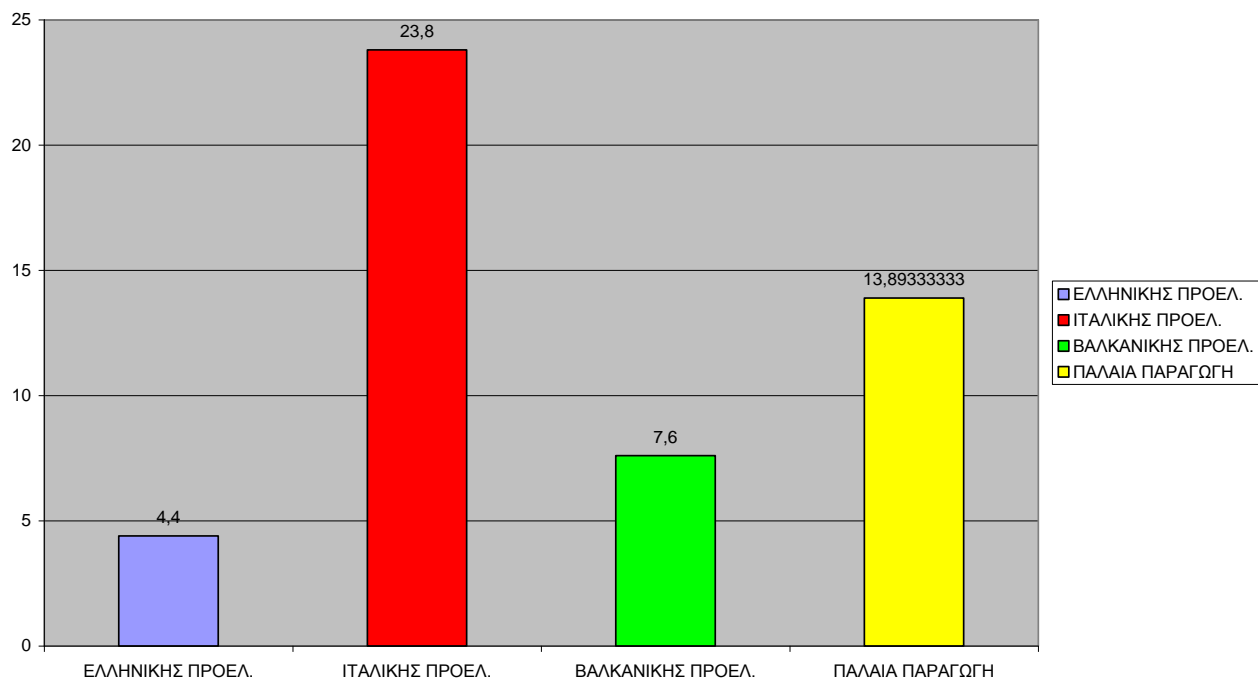
ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ Φ14



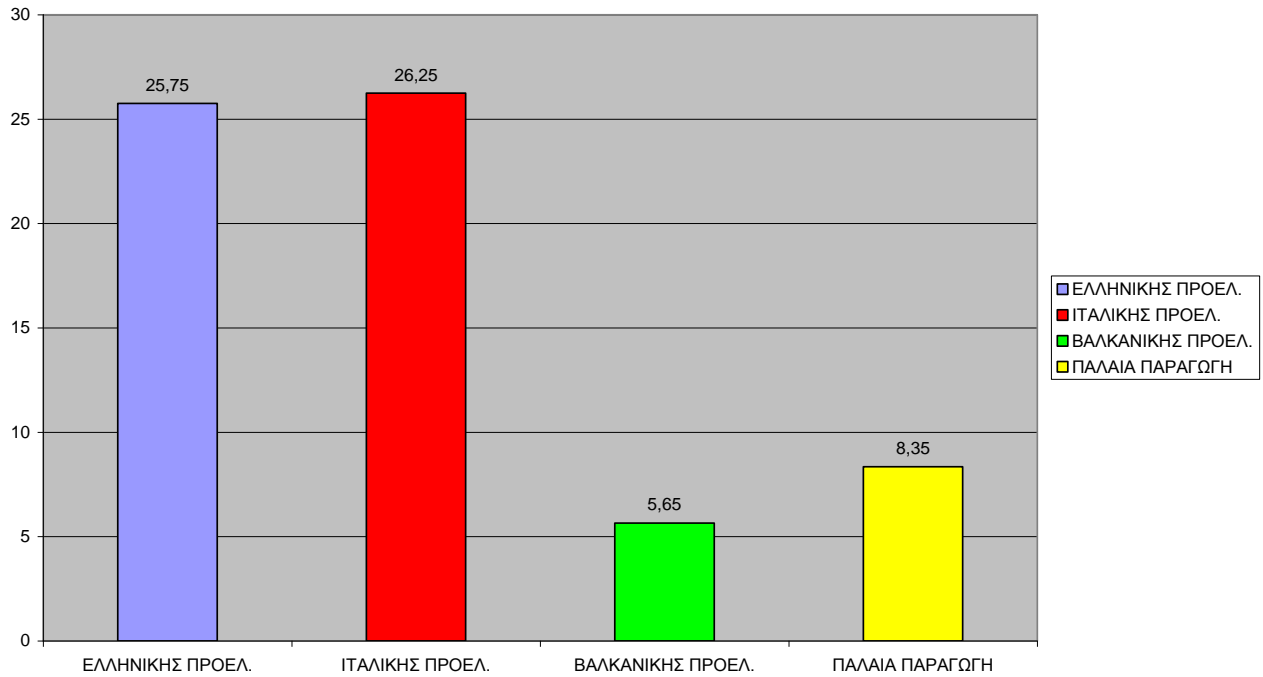
ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ Φ16



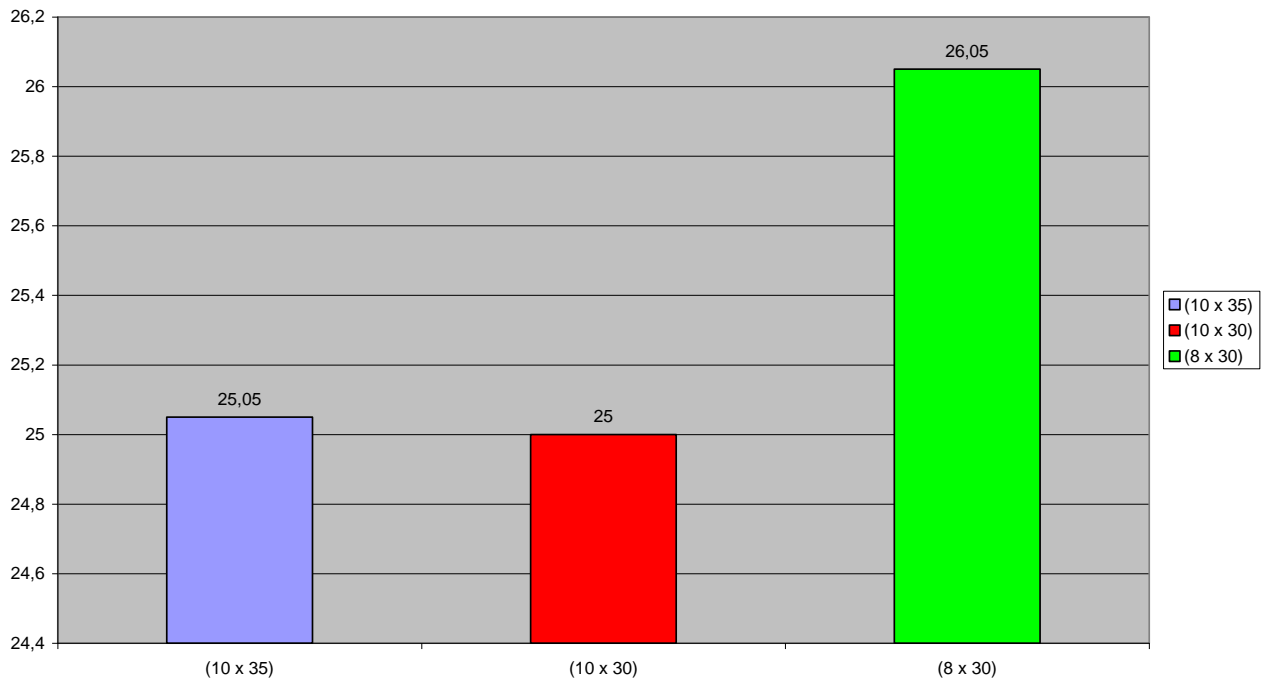
ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ Φ18



ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ Φ20



ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ ΛΑΜΕΣ



5 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως έχουμε αναφέρει ήδη οι χάλυβες περιέχουν εκτός από τον άνθρακα και μαγγάνιο, πυρίτιο, θείο, φώσφορο στοιχεία τα οποία μπορούν να προσδώσουν ή να αφαιρέσουν, ιδιότητες στο τελικό προϊόν ανάλογα με τη χρήση του. Μερικές από αυτές τις ιδιότητες είναι:

Μικρή ή μεγάλη ελαστικότητα – αντοχή - ολκιμότητα – αντίσταση στην ατμοσφαιρική διάβρωση.

Παρόλο ότι γνωρίζουμε πώς όλα τα στοιχεία που περιέχουν οι χάλυβες και τις ιδιότητες που αποκτούν από αυτά,(όπως ότι ο άνθρακας (C) δημιουργεί αύξηση σκληρότητας και αντοχής, αναπόφευκτη μείωση ολκιμότητας και συγκολλησιμότητας - το μαγγάνιο (Mn) αποτρέπει την ψαθυροποίηση του χάλυβα - το πυρίτιο (Si) αυξάνει την σκληρότητα του - ο φώσφορος (P) και το θείο (S) αυξάνουν την ευθραυστότητα,) πιστεύω ότι θα καθυστερήσει να κατασκευαστεί το υλικό αυτό το οποίο θα καλύψει όλες τις ανάγκες της αγοράς,αφού συνεχώς οι απαιτήσεις αυξάνουν, αναζητώντας το ανθεκτικότερο, το φθηνότερο, το καλλίτερο.

Παρατηρώντας τον παρακάτω πίνακα βλέπουμε με μεγάλη ικανοποίηση την συντριπτική πλειοψηφία των δοκιμών να είναι εντός των προδιαγραφών κατά ΕΛΟΤ – EN 10025 και κατά DIN 17100.

Γενικά λοιπόν στην ελαστική περιοχή τα διαγράμματα παρουσιάζουν γραμμική ελαστική συμπεριφορά.

Οι ράβδοι μας, χαρακτηρίζονται ως όλκιμα υλικά με κανονική ολκιμότητα και με ικανοποιητική αντοχή.

Τελειώνοντας θα ήταν παράληψη να μην αναφέρω την πολύ καλή ανταπόκριση σύμφωνα με τις προδιαγραφές μας, των δοκιμών παλαιάς παραγωγής.

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ & ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ						
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΧΑΛΥΒΑ	ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ			ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ		
	C(%)	P(%)	S(%)	ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	ΟΡΙΟ ΘΡΑΥΣΗΣ	ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ
	MAX	MAX	MAX	(N/mm ²)min	(N/mm ²)	5d0,(%)min
S235JR (St 37-2)	0.170	0.040	0.040	235	360 - 510	26
S275JR (St 44-2)	0.210	0.040	0.040	275	410 -560	23

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

	Διατομές	ΕΛΛΗΝ. ΠΡΟΕΛ.	ΙΤΑΛΙΚ. ΠΡΟΕΛ.	ΒΑΛΚ. ΠΡΟΕΛ.	ΠΑΛ.ΠΑΡΑΓ. ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΡΟΕΛ.	ΛΑΜΕΣ ΕΛΛ. ΠΡΟΕΛ.	Διαστάσεις
		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
Όριο Διαρροής (fy)	Φ12	408	292	557		289	(10*35)
	Φ14	421	333	445		243	(10*30)
	Φ16	305	326	363	509	355	(8*30)
	Φ18	750	312	350	467		
	Φ20	316	326	499	628		
		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
Αντοχή(ft)	Φ12	446	381	577		388	(10*35)
	Φ14	485	472	500		335	(10*30)
	Φ16	462	462	405	574	439	(8*30)
	Φ18	974	433	406	581		
	Φ20	437	434	544	726		
		kN*mm	kN*mm	kN*mm	kN*mm	kN*mm	
Ενέργεια	Φ12	76,4	103,9	20,1		411,5	(10*35)
	Φ14	67	214	66		384	(10*30)
	Φ16	240	285	225	165	290	(8*30)
	Φ18	202	313	90	247		
	Φ20	384	390	134	246		
		%	%	%	%	%	
επιμήκυνση	Φ12	9,9	20,8	0,73		25,5	(10*35)
	Φ14	13,4	20,16	6,9		25	(10*30)
	Φ16	24,2	18,8	6,3	16,2	26,5	(8*30)
	Φ18	4,4	23,8	7,5	13,9		
	Φ20	25,8	26,3	5	8,4		

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σύμφωνα με τα Ραβδογράμματα και κατά τα πρότυπα DIN και ΕΛΟΤ παρουσιάστηκαν τα εξής αποτελέσματα:

Φ12 :

Ως προς το **όριο διαρροής όλα τα σίδερα** (Ελλην.,Ιταλ. ,Βάλκ.) συμφώνησαν με το πρότυπο ΕΛΟΤ (δηλαδή min όριο διαρροής 235 N/mm²) όμως κατά DIN (δηλαδή min όριο διαρροής 370 N/mm²) τα ιταλικής προελεύσεως βρέθηκαν κατά μέσο όρο με μικρότερο όριο διαρροής από το ελάχιστο.

Ως προς την **αντοχή**, που σημαίνει πως παραλαμβάνει το μέγιστο φορτίο τη δεδομένη στιγμή λίγο πριν την θραύση αποδείχτηκε πως τα Βαλκανικής προελεύσεως σίδερα αντέχουν περισσότερο.

Στην περίπτωση μας είχαμε ένα ομογενές δυναμικό πεδίο, δηλαδή ένα πεδίο όπου η δύναμη είναι σταθερή σε όλη την έκτασή του, με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ένδειξη στην απορρόφηση – αποθήκευση **ενέργειας** να την έχουν τα σίδερα Ιταλικής προελεύσεως, πράγμα που παρατηρείται και στα διαγράμματα. Αυτή η αποθήκευση ενέργειας παίζει σημαντικό ρόλο σε περίπτωση σεισμού προσφέροντας πολύτιμο χρόνο για την εγκατάλειψη κτηρίων.

Φ14 :

Ως προς το **όριο διαρροής όλα τα σίδερα** (Ελλην.,Ιταλ. ,Βάλκ.) συμφώνησαν με το πρότυπο ΕΛΟΤ (δηλαδή min όριο διαρροής 235 N/mm²) όμως κατά DIN (δηλαδή min όριο διαρροής 370 N/mm²) τα ιταλικής προελεύσεως βρέθηκαν κατά μέσο όρο με μικρότερο όριο διαρροής από το ελάχιστο.

Ως προς την **αντοχή**, που σημαίνει πως παραλαμβάνει το μέγιστο φορτίο τη δεδομένη στιγμή λίγο πριν την θραύση αποδείχτηκε πως τα Βαλκανικής προελεύσεως σίδερα αντέχουν περισσότερο.

Στην περίπτωση μας είχαμε ένα ομογενές δυναμικό πεδίο, δηλαδή ένα πεδίο όπου η δύναμη είναι σταθερή σε όλη την έκτασή του, με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ένδειξη στην απορρόφηση – αποθήκευση **ενέργειας** να την έχουν τα σίδερα Ιταλικής προελεύσεως (σημαντικό ρόλο έχει σε περιπτώσεις σεισμού).

Φ16 :

Ως προς το **όριο διαρροής** όλα τα σίδερα (Ελλην.,Ιταλ. ,Βάγκ., Παλ.Παραγωγής.) συμφώνησαν με το πρότυπο ΕΛΟΤ (δηλαδή min όριο διαρροής 235 N/mm²) όμως κατά DIN (δηλαδή min όριο διαρροής 370 N/mm²) τα ελληνικής, ιταλικής και βαλκανικής προελεύσεως βρέθηκαν με μικρότερο όριο διαρροής από το ελάχιστο.

Ως προς την **αντοχή**, που σημαίνει πως παραλαμβάνει το μέγιστο φορτίο τη δεδομένη στιγμή λίγο πριν την θραύση αποδείχτηκε πως τα Παλ.Παραγωγής Διαφόρων προελεύσεως σίδερα αντέχουν περισσότερο.

Την μεγαλύτερη ένδειξη στην απορρόφηση – αποθήκευση **ενέργειας** την έχουν τα σίδερα Ελληνικής προελεύσεως.

Φ18 :

Ως προς το **όριο διαρροής** όλα τα σίδερα (Ελλην.,Ιταλ. ,Βάγκ., Παλ.Παραγωγής.) συμφώνησαν με το πρότυπο ΕΛΟΤ (δηλαδή min όριο διαρροής 235 N/mm²) όμως κατά DIN (δηλαδή min όριο διαρροής 370 N/mm²) τα ιταλικής και βαλκανικής προελεύσεως βρέθηκαν με μικρότερο όριο διαρροής από το ελάχιστο.

Ως προς την **αντοχή**, που σημαίνει πως παραλαμβάνει το μέγιστο φορτίο τη δεδομένη στιγμή λίγο πριν την θραύση αποδείχτηκε πως τα Ελληνικής προελεύσεως σίδερα αντέχουν περισσότερο.

Την μεγαλύτερη ένδειξη στην απορρόφηση – αποθήκευση **ενέργειας** την έχουν τα σίδερα Ιταλικής προελεύσεως.

Φ20 :

Ως προς το **όριο διαρροής** όλα τα σίδερα (Ελλην.,Ιταλ. ,Βάγκ., Παλ.Παραγ.) συμφώνησαν με το πρότυπο ΕΛΟΤ (δηλαδή min όριο διαρροής 235 N/mm²) όμως κατά DIN (δηλαδή min όριο διαρροής 370 N/mm²) τα ιταλικής και ελληνικής προελεύσεως βρέθηκαν με μικρότερο όριο διαρροής από το ελάχιστο.

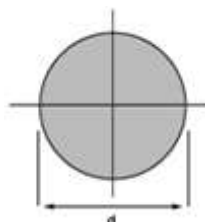
Ως προς την **αντοχή**, που σημαίνει πως παραλαμβάνει το μέγιστο φορτίο τη δεδομένη στιγμή λίγο πριν την θραύση αποδείχτηκε πως τα παλαιά παραγωγής αγνώστου προελεύσεως σίδερα αντέχουν περισσότερο.

Την μεγαλύτερη ένδειξη στην απορρόφηση – αποθήκευση **ενέργειας** την έχουν τα σίδερα Ιταλικής προελεύσεως.

7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ

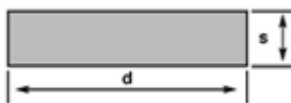
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ, ΒΑΡΗ & ΑΝΟΧΕΣ κατά DIN 1013					
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ d (mm)	ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (mm)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ (cm ²)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg/m)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (cm ² /m)	ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
8	+0,4 / -0,4	0,503	0,395	251	0,64
10	+0,4 / -0,4	0,785	0,617	314	0,64
12	+0,4 / -0,4	1,13	0,888	377	0,64
14	+0,4 / -0,4	1,54	1,21	440	0,64
16	+0,5 / -0,5	2,01	1,58	503	0,80
18	+0,5 / -0,5	2,54	2,00	565	0,80
20	+0,5 / -0,5	3,14	2,47	628	0,80
22	+0,5 / -0,5	3,80	2,98	691	0,80
25	+0,5 / -0,5	4,91	3,85	785	0,80
28	+0,6 / -0,6	6,16	4,83	880	0,96
30	+0,6 / -0,6	7,07	5,55	942	0,96
35	+0,6 / -0,6	9,62	7,55	1.100	0,96
40	+0,8 / -0,8	12,6	9,86	1.260	1,28



ΛΑΜΕΣ**ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ, ΒΑΡΗ & ΑΝΟΧΕΣ κατά DIN 1017**

ΠΛΑΤΟΣ (w) mm	ΠΑΧΟΣ (s) mm ΒΑΡΟΣ Kg/m							
	3	4	5	6	8	10	12	14
10	0,236	0,314	0,393	0,471	0,628			
12	0,283	0,377	0,471	0,565	0,754	0,942		
14	0,330	0,440	0,550	0,660	0,880	1,100	1,320	
16	0,377	0,500	0,630	0,750	1,010	1,260	1,510	
18	0,424	0,565	0,710	0,850	1,130	1,410	1,700	
20	0,467	0,623	0,780	0,940	1,250	1,560	1,960	2,180
25	0,584	0,780	0,970	1,170	1,560	1,950	2,340	2,730
30	0,700	0,940	1,170	1,400	1,870	2,340	2,800	3,270
35	0,820	1,100	1,370	1,650	2,200	2,750	3,300	3,850
40	0,940	1,250	1,560	1,870	2,490	3,120	3,740	4,360
45	1,050	1,400	1,750	2,100	2,800	3,510	4,210	4,910
50	1,170	1,560	1,940	2,340	3,120	3,890	4,670	5,450
60	1,410	1,880	2,340	2,800	3,740	4,670	5,610	6,540
70	1,650	2,200	2,750	3,300	4,400	5,500	6,600	7,700
80	1,880	2,510	3,140	3,770	5,020	6,280	7,450	8,790
90	2,120	2,830	3,530	4,240	5,650	7,070	8,480	9,890
100	2,360	3,140	3,930	4,710	6,280	7,850	9,420	10,990
110	2,590	3,450	4,320	5,180	6,910	8,640	10,360	12,090
120	2,830	3,770	4,710	5,650	7,540	9,420	11,300	13,190
130	3,060	4,080	5,100	6,120	8,160	10,210	12,250	14,290
140	3,300	4,400	5,500	6,600	8,790	10,990	13,190	15,390
150	3,530	4,710	5,890	7,070	9,420	11,770	14,130	16,480
160	3,770	5,020	6,280	7,540	10,050	12,560	15,070	17,580
180	4,240	5,650	7,060	8,480	11,300	14,130	16,960	19,780
200	4,710	6,280	7,850	9,420	12,560	15,700	18,840	21,980
220	5,180	6,910	8,630	10,360	13,820	17,270	20,720	24,180
250		7,850	9,810	11,780	15,700	19,630	23,550	27,480
280				13,190	17,580	21,980	26,380	30,780
300				14,130	18,840	23,550	28,260	32,960
350				16,490	21,980	27,470	32,970	38,460
400				18,840	25,120	31,400	37,680	43,960

ΠΛΑΤΟΣ (w) mm	ΠΑΧΟΣ (s) mm ΒΑΡΟΣ Kg/m							
	15	16	18	20	25	30	40	50
10								
12								
14								
16								
18								
20	2,340	2,490	2,800					
25	2,920	3,120	3,530					
30	3,510	3,730	4,240					
35	4,120	4,350	4,950	5,500	6,870			
40	4,670	4,990	5,610	6,230	7,850	9,420		
45	5,260	5,610	6,310	7,010	8,830	10,600		
50	5,840	6,230	7,010	7,790	9,810	11,780	15,700	
60	7,010	7,480	8,410	9,350	11,780	14,130	18,840	23,560
70	8,240	8,790	9,890	10,990	13,740	16,490	21,980	27,480
80	9,420	10,050	11,300	12,560	15,700	18,840	25,120	31,400
90	10,600	11,300	12,720	14,130	17,660	21,200	28,260	35,320
100	11,770	12,560	14,630	15,700	19,630	23,550	31,400	39,260
110	12,950	13,820	15,540	17,270	21,590	25,910	34,540	43,180
120	14,130	15,070	16,960	18,840	23,550	28,260	37,680	47,100
130	15,310	16,330	18,370	20,410	25,510	30,620	40,820	51,020
140	16,490	17,580	19,780	21,980	27,480	32,970	43,960	54,960
150	17,660	18,840	21,200	23,550	29,440	35,330	47,100	58,880
160	18,840	20,100	22,610	25,120	31,400	37,680	50,240	68,800
180	21,200	22,610	25,430	28,260	35,360	42,390	56,520	70,660
200	23,550	25,120	28,260	31,400	39,250	47,100	62,800	78,500
220	25,910	27,630	31,090	34,540	43,180	51,810	69,080	86,360
250	29,440	31,400	35,330	39,250	49,050	58,880	78,500	98,100
280	32,970	35,170	39,560	43,960	54,950	65,940	87,920	110
300	35,330	37,680	42,390	47,100	58,900	70,660	94,200	118
350	41,210	43,960	49,460	54,950	68,690	82,430	110	137
400	47,100	50,240	56,520	62,400	78,500	94,200	126	157



8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δομικά Υλικά Wendehorst 1981

Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων σπλ.Σκυρ. Κ.Τ.Χ 2008

Τεχνική Μηχανική Αντοχή των Υλικών Δρ.Π.Α. Βυθούνης 1993

Επιστήμη και τεχνολογία των Υλικών William D. Callister Jr.

Τεχνολογία Δομικών Υλικών Ε. Μηλιωρίτσας 1999

Αντοχή των Υλικών William A. Nash

Αντοχή των Υλικών Ευριπίδης Παπαμίχος, Νίκος Χ. Χαραλαμπάκης

Engineering Materials Science Milton Ohring 1995

Civil Engineering Materials, 5th Edition. Neil Jackson and Ravindra K. Dhir.

EN 10025 και EN 10027

Εγχειρίδιο αρχών και μεθόδων στην αντοχή υλικών Dr Φιλοθέου Γ. Λόκκα

12. INTERNET

www.sidenor.gr

www.wikipedia.com

www.twi.co.uk

www.sfang.com

www.key-to-steel.com

www.e-pipe.co.kr