

The diagram shows the stress-strain ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) behavior of steel. Key points include:
 

- $\sigma_y$  (Yield stress) and  $\epsilon_y$  (Yield strain) at the end of the linear elastic region.
- $\sigma_u$  (Ultimate stress) at the peak of the curve.
- $\sigma_B$  (Break stress) at the point of fracture.
- Regions: γραμμική ελαστικότητα (linear elasticity), ελαστική περιοχή (elastic region), πλαστική περιοχή (plastic region), πλήρης διαρροή (full yield), σκλήρυνση (κράνωση) (strain hardening), λαιμός (necking), and B (Break-Θραύση).

**Ε<sub>1</sub>**

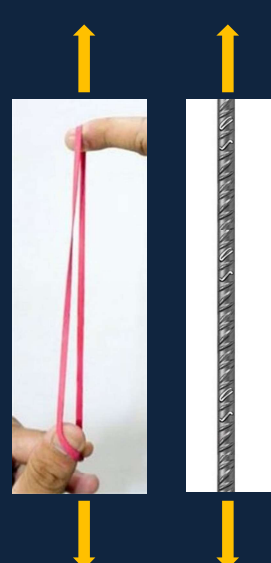
**Εφελκυσμός Χαλύβδινης Ράβδου**

**Δρ. Σωτήρης Δέμης**  
Πολιτικός Μηχανικός  
(Εντεταλμένος Διδάσκων)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ  
SMLab

1

**Αξονικό Εφελκυστικό Φορτίο**



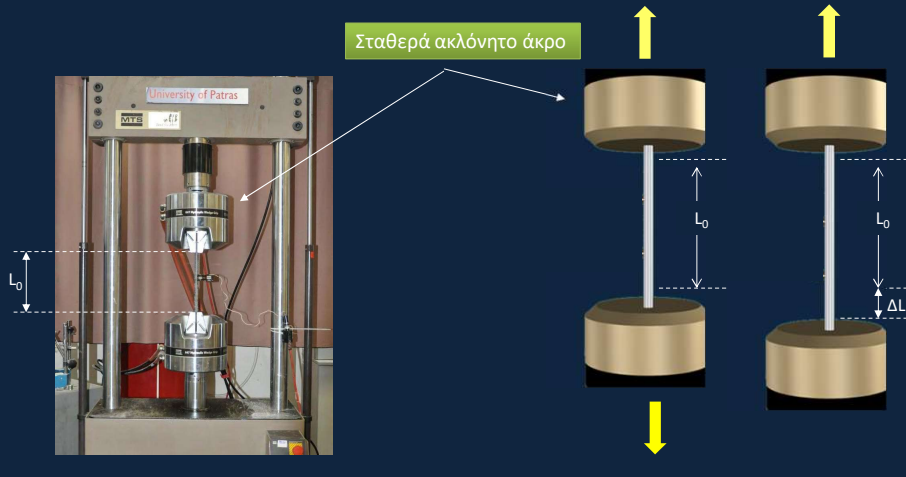
Two vertical bars are shown under tension, indicated by yellow arrows pointing up and down. The left bar is a red rubber band, and the right bar is a steel rod.

?

2

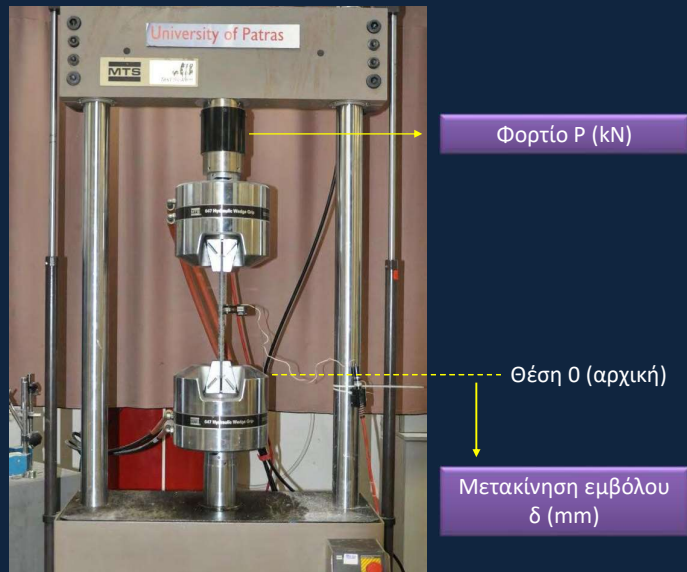
### Εισαγωγή στη Δοκιμή Εφελκυσμού

- Δοκίμιο στερεωμένο ακλόνητα στο πάνω άκρο.
- Στο κάτω άκρο εφαρμόζεται εφελκυστική δύναμη που προκαλεί επιμήκυνση δοκιμίου.

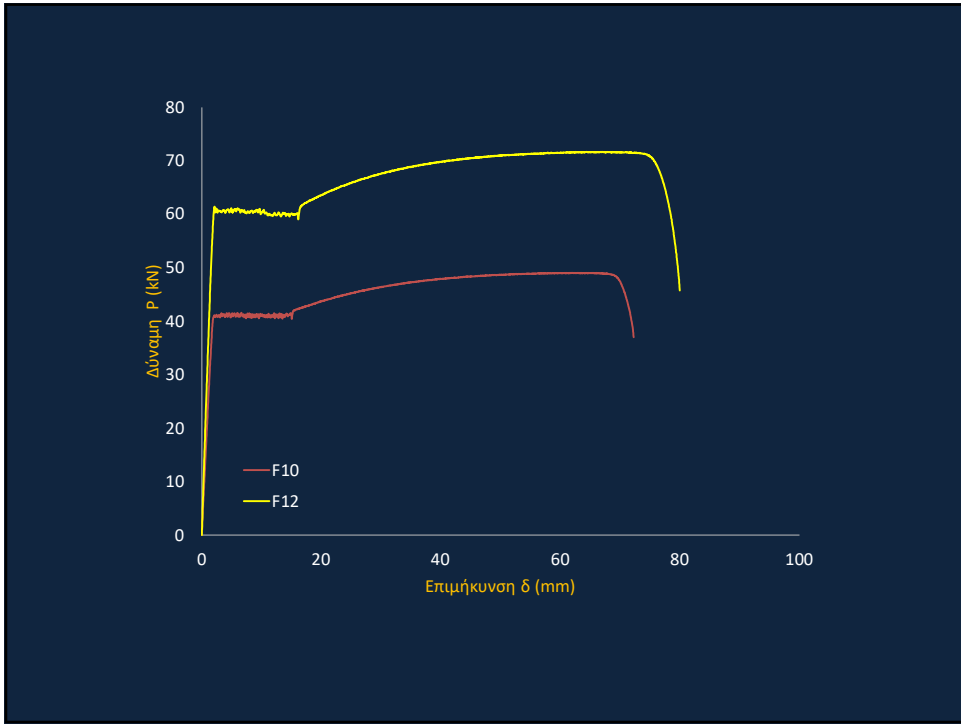


3

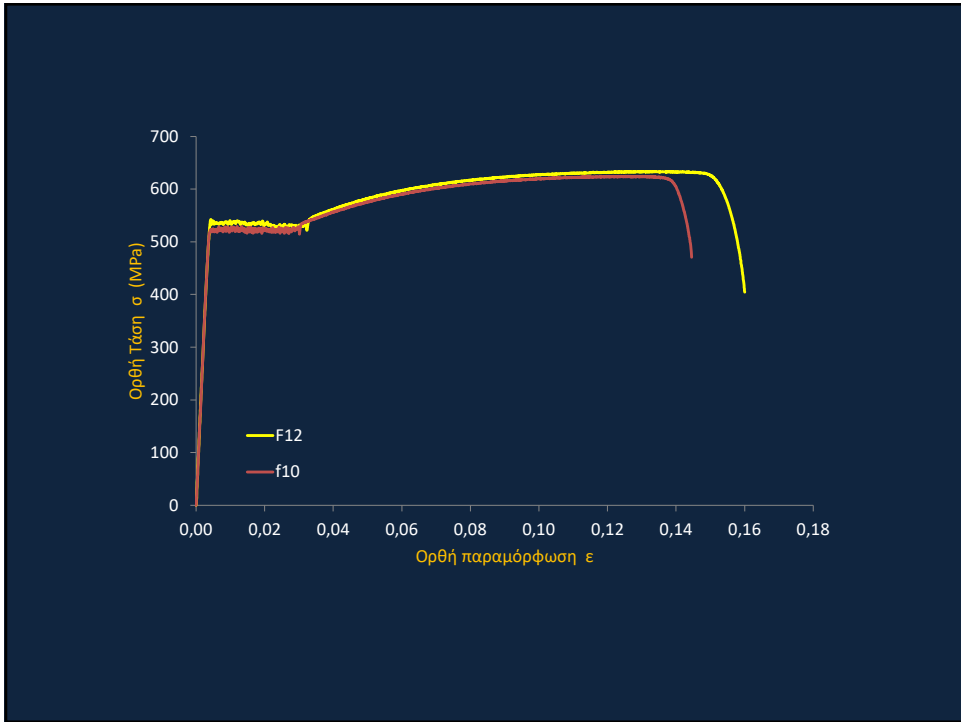
### Εισαγωγή στη Δοκιμή Εφελκυσμού



4



5

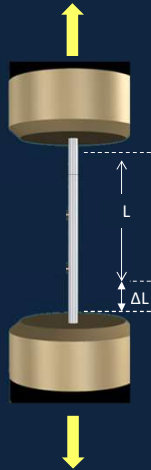


6

Η Ορθή Παραμόρφωση ..

Η μήκυνση ( $\Delta L$ ) δεν δίνει από μόνη της αίσθηση του πόσο καταπονείται υλικό δοκιμίου, εκτός εάν συγκριθεί με το αρχικό μήκος ( $L$ ).

$$\text{Ορθή παραμόρφωση } \epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$



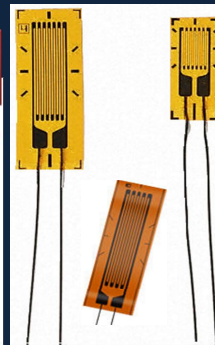
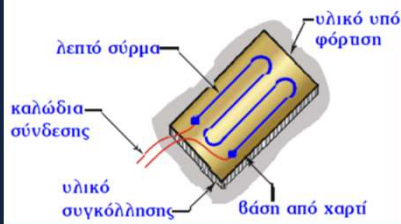
- Αδιάστατο μέγεθος, δεκαδικός ή %, γενικά πολύ μικρός (0.1 %) αριθμός.
- % μεταβολή διαστάσεων στην αξονική διεύθυνση (μήκους)
- Φυσική σημασία: “πόσο” καταπονείται/αποκρίνεται το υλικό/δοκίμιο όταν του ασκηθεί δύναμη  $P$

$$\text{Επιμήκυνση } \Delta L = \epsilon \cdot L$$

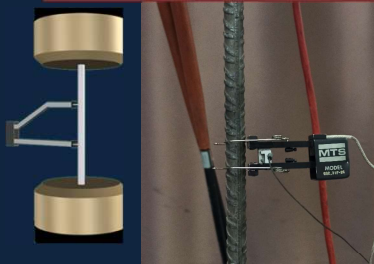
$$\text{Νέο Μήκος: } L + \Delta L$$

7

Ηλεκτρομηκνυσιόμετρα  
Strain gauges



extensometers

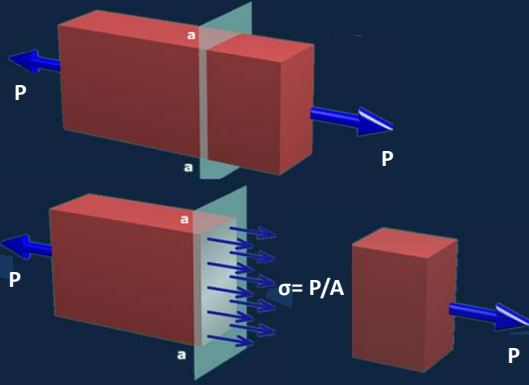


8

Η Τάση ..

- Το υλικό υπό τη φόρτιση της δύναμης P, επιμηκύνεται (παραμορφώνεται).
- Από πλευράς καταπόνησης του υλικού τι μας ενδιαφέρει πιο πολύ? Δύναμη που ασκείται, ή **Τάση** που αυτή προκαλεί?

• Τάση σε ένα σημείο του υλικού: εσωτερική δύναμη που αναπτύσσεται στην περιοχή του σημείου ανά μονάδα επιφάνειας γύρω από αυτό.

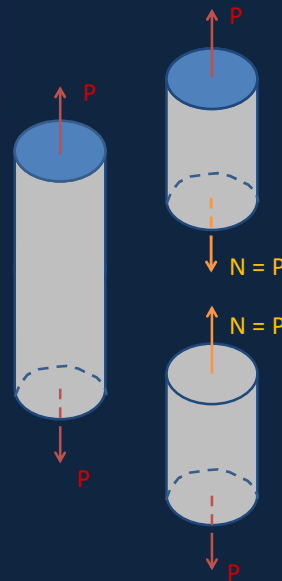


*Η τάση έχει την έννοια της εσωτερικής αντίστασης του υλικού, όταν το υλικό αλλάζει σχήμα λόγω επιβολής φορτίου.*

Καθορίζει το βαθμό καταπόνησης του υλικού, δηλαδή ΠΟΣΟ και ΠΩΣ πονάει το υλικό σε εκείνο το σημείο

9

Το υλικό «πονάει». Πως; Πόσο;



Εξωτερικό εφελκυστικό φορτίο P

↓

Εσωτερικό Εντατικό Μέγεθος (αξονική δύναμη N = P)

↓

Ανάπτυξη τάσεων

*Η τάση σε κάθε σημείο ενός στερεού σώματος καθορίζει το βαθμό καταπόνησης του υλικού, δηλαδή το ΠΟΣΟ και το ΠΩΣ πονάει το υλικό σε εκείνο το σημείο*

10

## Μονάδες Τάσης

$$\text{Τάση } (\sigma) = \frac{\text{Δύναμη } (P)}{\text{Επιφάνεια } (A)}$$

$$1\text{MPa} = 1 \frac{N}{mm^2}$$

1 Newton (N) είναι η δύναμη που προκαλεί επιτάχυνση  $1 \text{ m/s}^2$  σε ένα σώμα μάζας  $1 \text{ kg}$

$1 \text{ N} \approx 1/10 \text{ kg}$ ,  $1 \text{ kN} \approx 1/10 \text{ tn}$ ,  $10 \text{ kN} \approx 1 \text{ tn}$

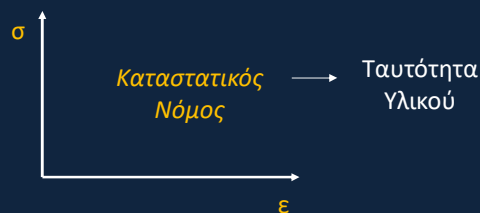
11

## Σχέση Τάσης - Παραμόρφωσης

Καταπόνηση

Τάσεις

Παραμορφώσεις

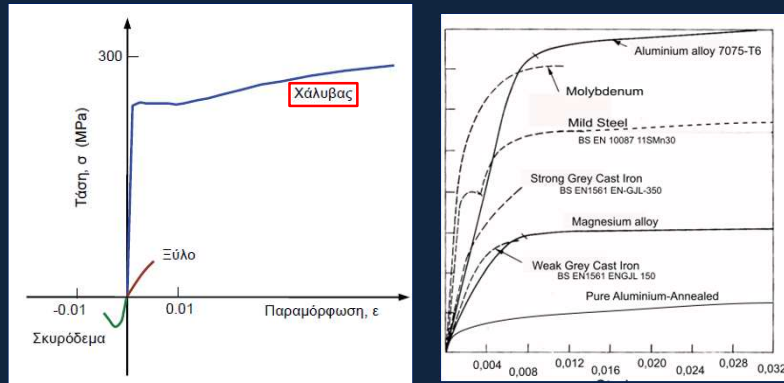


Σχέση τάσης ( $\sigma$ ) και παραμόρφωσης ( $\epsilon$ ) είναι ανεξάρτητη από διαστάσεις δοκιμίου

- Σχετίζονται με τρόπο που καθορίζει το ίδιο το υλικό
- Είναι **χαρακτηριστικά του υλικού** (περιγράφουν μηχανική συμπεριφορά υλικού)
- Προσδιορίζεται πειραματικά με τη δοκιμή εφελκυσμού

12

## Σχέση Τάσης - Παραμόρφωσης



13

## Η δοκιμή Εφελκυσμού

- Δοκίμιο στερεωμένο ακλόνητα στο πάνω άκρο.
- Στο κάτω άκρο εφαρμόζεται δεδομένος ρυθμός επιμήκυνσης (mm/sec), και μέσω δυναμοκυψέλης μέτρηση δύναμης
- Υποθέτουμε ότι το υλικό είναι ομογενές και ισότροπο



Κίνηση εμβόλου μέσω  
H/Y - controller



Δυναμοκυψέλη (250 kN)

Σταθερό έμβολο

Κινούμενο έμβολο  
(displacement control:  
0.03mm/s – 0.24 mm/s)

14

Γνωριμία με την MTS

The screenshot displays the MTS TestWare software interface. On the left is a photograph of the MTS universal testing machine. The main software window shows the following parameters:

- Test Name: Basic TestWare
- Channel: Ch1
- Control Mode: Displacement
- Test Rate: 0.1 mm/s
- Test Level: -120.00 mm
- Test Cycle: 0.0 cycles
- Test Count: 0.0 cycles
- Test Total: 0.0 cycles

Below the main window, there are three smaller windows showing real-time data:

- Manual Command - PatrasB10.cfg:** Shows Ch1 Displacement at -67.38 mm, Ch1 Force at 1.51 kN, and Ch1 Strain at 0.0000 mm/mm.
- Signal Auto Offset - PatrasB10.cfg:** Shows Station Signals for Ch1 Displacement (-67.37 mm), Ch1 Force (1.51 kN), and Ch1 Strain (0.0000 mm/mm).

15

Η δοκιμή Εφελκυσμού

- Απόκριση ...

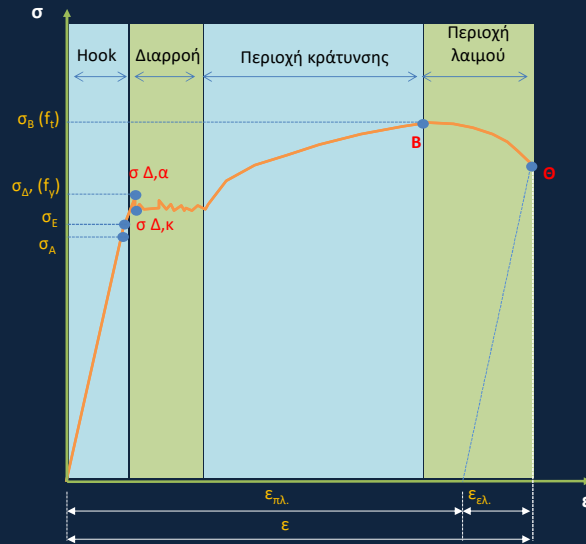


16

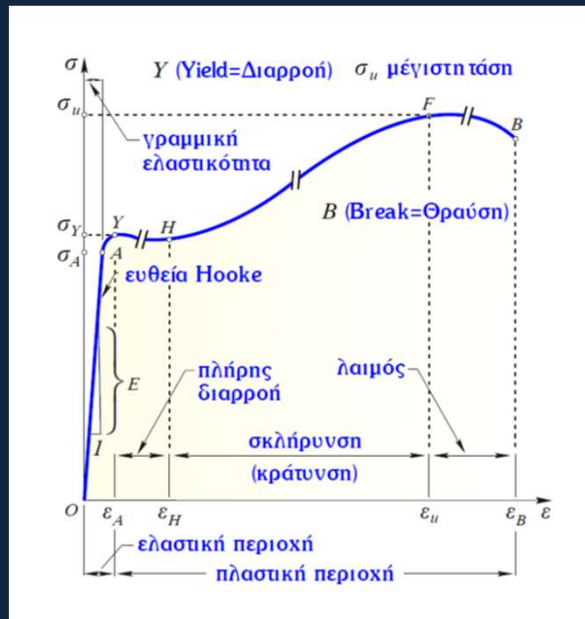


Η δοκιμή Εφελκυσμού

- Απόκριση ...



17



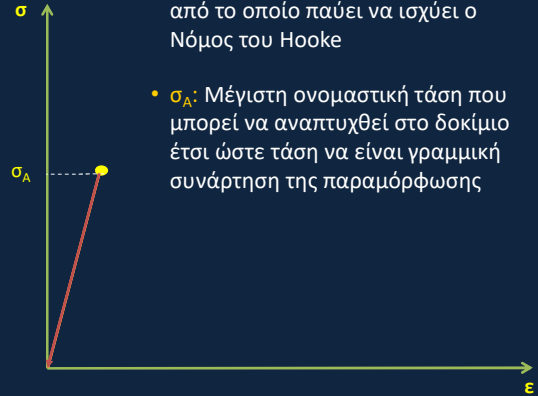
18

### Διάγραμμα $\sigma$ - $\epsilon$ – Όριο Αναλογίας, όριο Ελαστικότητας

- Δοκίμιο επιμηκύνεται σταθερά με το χρόνο

- Για σχετικά μικρές  $\epsilon$ , γραμμική σχέση  $\sigma$ - $\epsilon$
- Γραμμική-Ελαστική συμπεριφορά
- Ελαστικές παραμορφώσεις
- Ισχύει ο Νόμος του Hooke

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

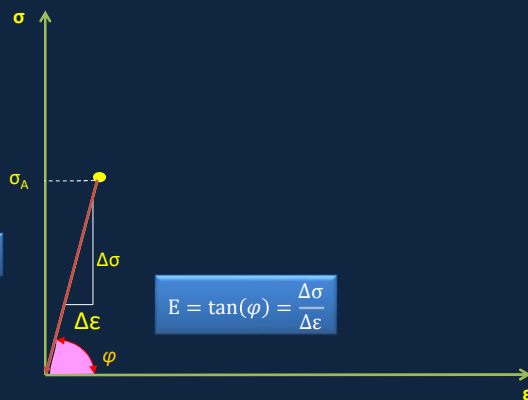


19

### Διάγραμμα $\sigma$ - $\epsilon$ – Όριο Αναλογίας, όριο Ελαστικότητας

#### E: Μέτρο Ελαστικότητας

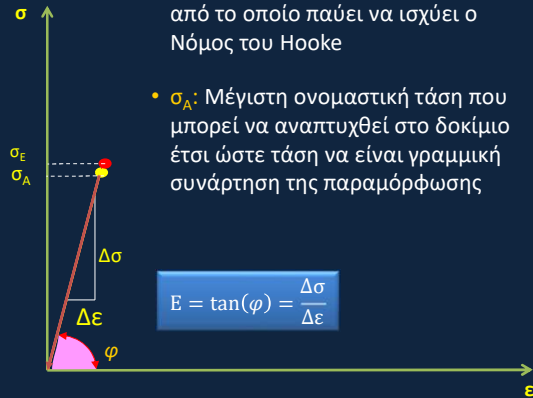
- Χαρακτηριστική ιδιότητα υλικού
- Φυσική σημασία: μέτρο δυσκολίας ή ευκολίας με την οποία κάθε υλικό παραμορφώνεται όταν φορτίζεται
- Για περισσότερα υλικά E και συμπεριφορά υπό φόρτιση είναι ανεξάρτητα διεύθυνσης φόρτισης (ΙΣΟΤΡΟΠΑ ΥΛΙΚΑ)



20

## Διάγραμμα σ-ε – Όριο Αναλογίας, όριο Ελαστικότητας

- Στον δομικό χάλυβα το όριο αναλογίας συχνά αναφέρεται και ως όριο Ελαστικότητας
- Μέχρι το όριο ελαστικότητας, κατά την αποφόρτιση, το δοκίμιο επανέρχεται στο αρχικό του μήκος  $L_0$
- Δεν παρουσιάζονται μόνιμες παραμορφώσεις.



- $E$ : Όριο ελαστικότητας (στον δομικό χάλυβα συνήθως συμπίπτει με το όριο αναλογίας)
- $\sigma_E$ : Μέγιστη ονομαστική τάση που μπορεί να αναπτυχθεί στο δοκίμιο χωρίς να παρουσιαστούν μόνιμες παραμορφώσεις

21

## Μονάδες Μέτρου Ελαστικότητας

$$\text{Μέτρο Ελαστικότητας (E)} = \frac{\text{Ορθή τάση } (\sigma)}{\text{Ορθή παραμόρφωση } (\epsilon)}$$

$$1\text{GPa} = 10^3\text{MPa} = 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

1 Newton (N) είναι η δύναμη που προκαλεί επιτάχυνση  $1 \text{ m/s}^2$  σε ένα σώμα μάζας  $1 \text{ kg}$

$1 \text{ N} \approx 1/10 \text{ kg}$ ,  $1 \text{ kN} \approx 1/10 \text{ tn}$ ,  $10 \text{ kN} \approx 1 \text{ tn}$

22

### Διάγραμμα σ-ε – Όριο Διαρροής

- Από κάποια τιμή τάσης και μετά, παραμορφώσεις αυξάνονται χωρίς ιδιαίτερη μεταβολή τάσεων.
- Το σημείο αυτό είναι το **όριο διαρροής**
- Το σημείο πέρα από το οποίο έχουμε, μετά την αποφόρτιση του δοκιμίου, μετρήσιμη **μόνιμη παραμόρφωση**  $\epsilon_{\pi\lambda}$
- Το υλικό "ρέει" υπό σταθερή τάση

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

23

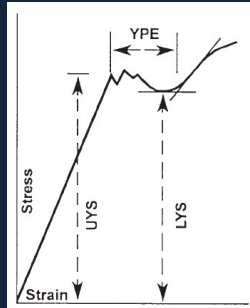
### Διάγραμμα σ-ε – Όριο Διαρροής

Συνήθως στον Δομικό Χάλυβα έχουμε έντονη πτώση τάσης → άνω και κάτω όριο διαρροής

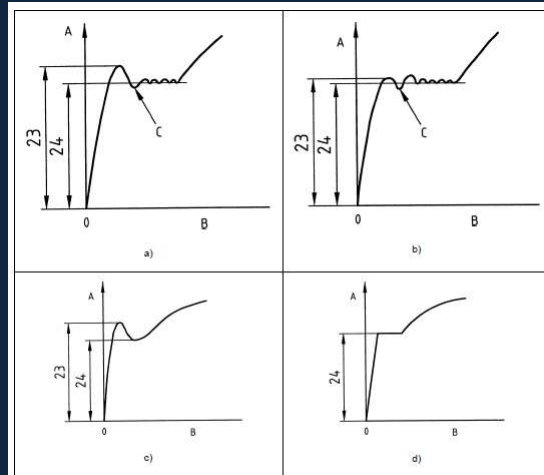
- Μετά από κάποια ολική παραμόρφωση, το υλικό για την παραπέρα παραμόρφωση του απαιτεί μεγαλύτερη τάση
- Γενικά στον δομικό χάλυβα η τάση διαρροής είναι πολύ κοντά στο όριο αναλογίας

24

### Διάγραμμα $\sigma$ - $\epsilon$ – Όριο Διαρροής



ASTM E 8 – 04 Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials<sup>1</sup>



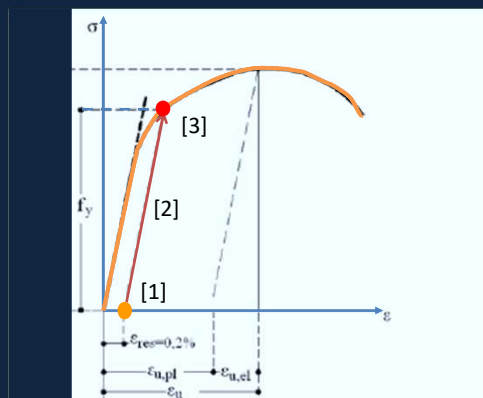
Key  
A: Stress  
B: Percentage elongation  
C: Initial transient effect

BS EN 10002-1:2001  
Metallic materials - Tensile testing - Part 1:  
Method of test at ambient temperature

25

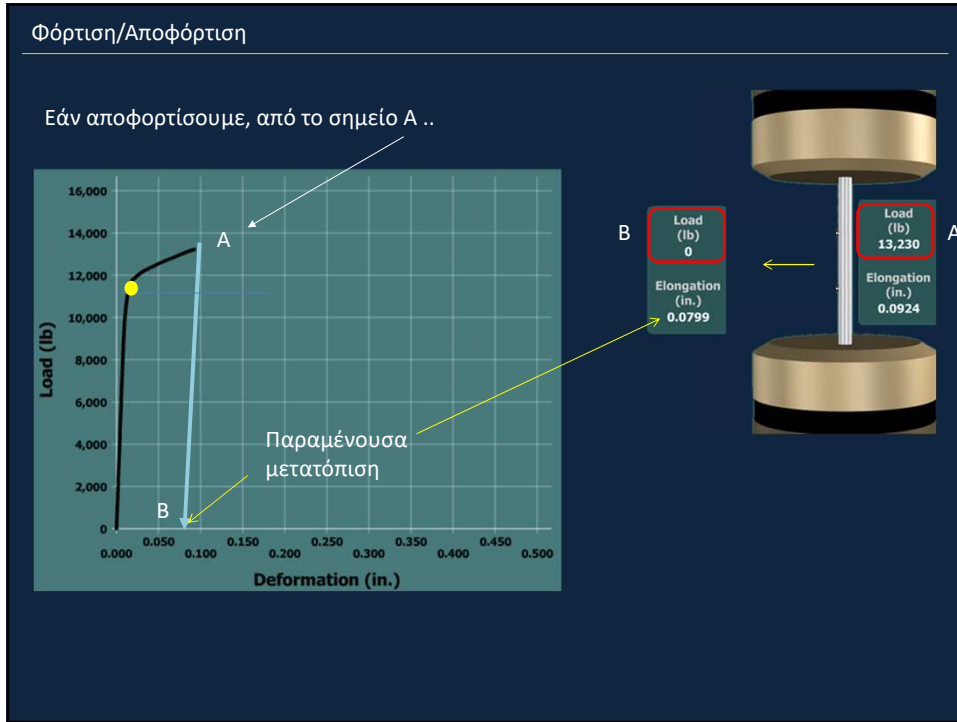
### Συμβατικό όριο διαρροής

- Σε άλλα υλικά όπως ο χάλυβας υψηλής αντοχής ή το αλουμίνιο το όριο διαρροής είναι δύσκολο να προσεγγιστεί
- Συμβατικό (ή τεχνητό) όριο διαρροής μπορεί να υπολογισθεί γραφικά για 0,2% παραμόρφωση

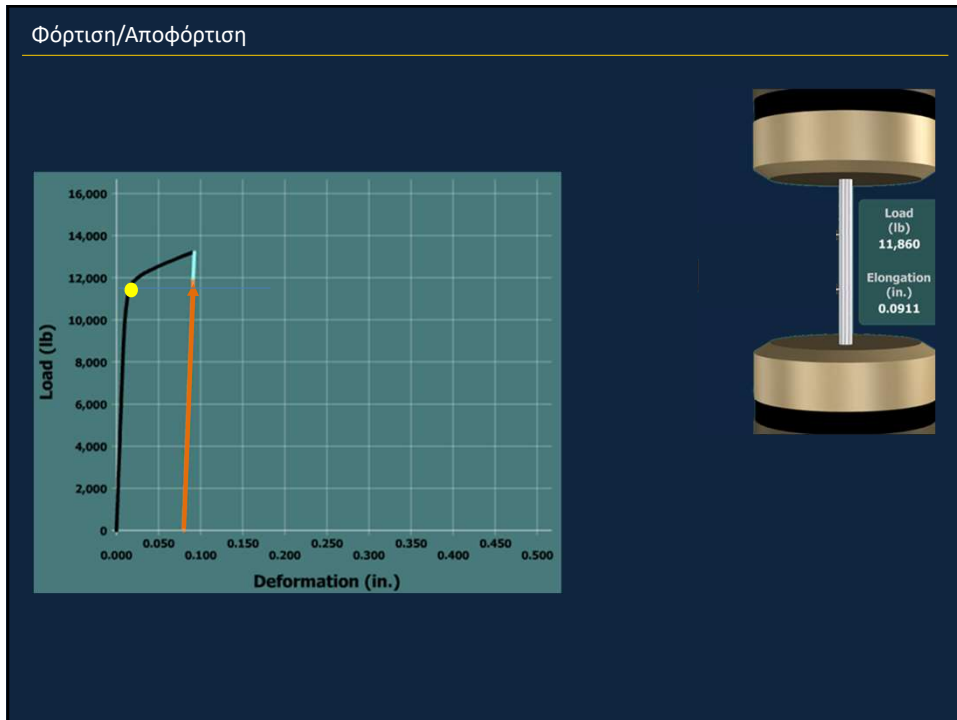


Σχήμα Σ3-1β Προσδιορισμός ορίου διαρροής για χάλυβα με μη διακριτό όριο διαρροής

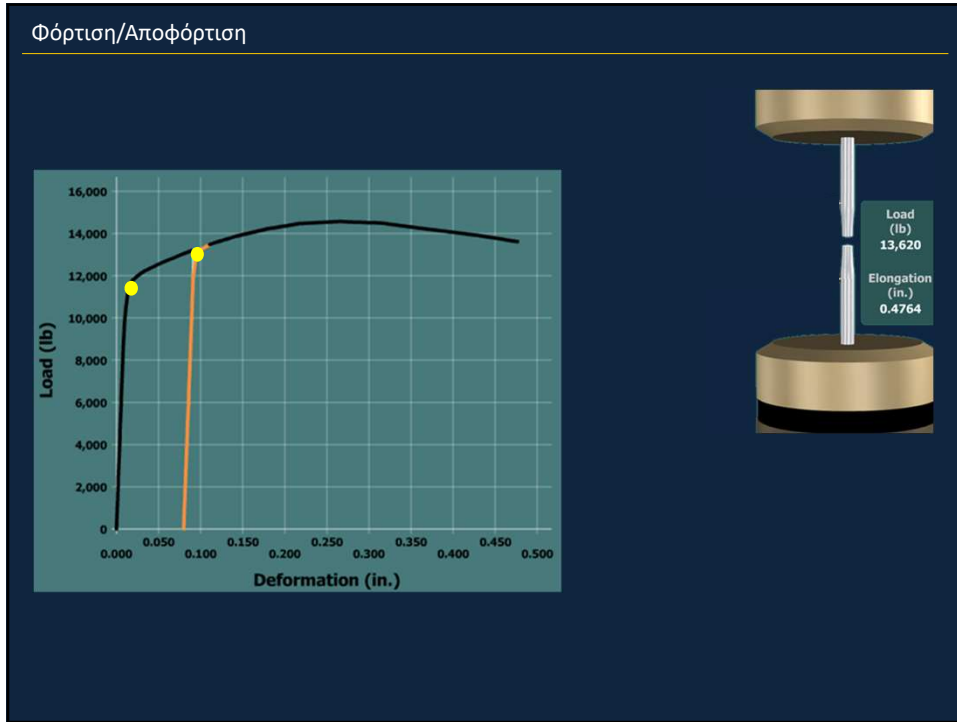
26



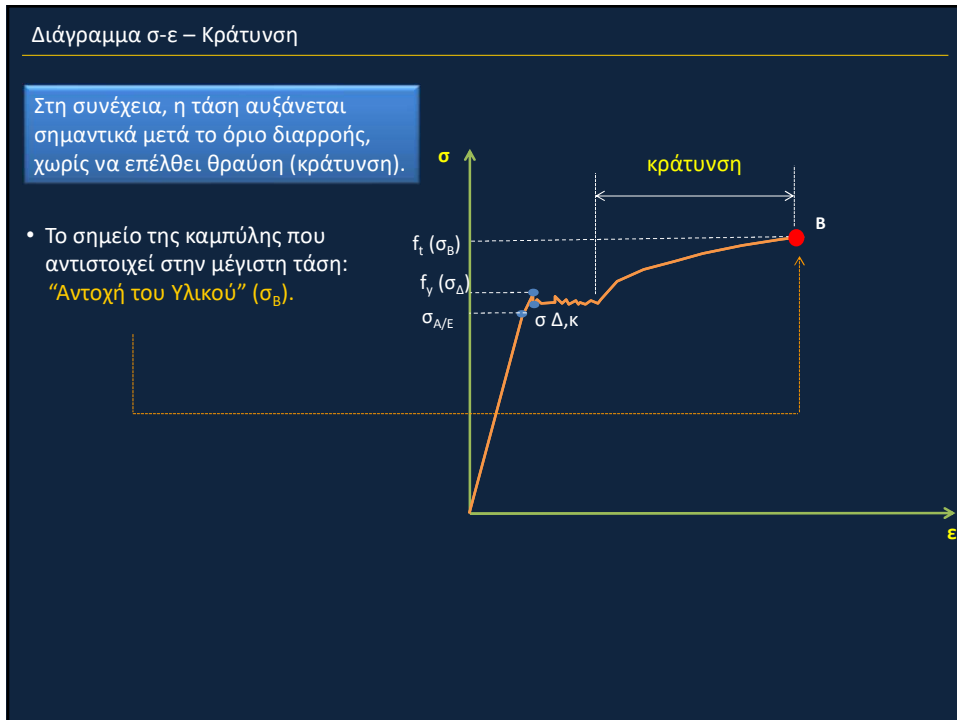
27



28



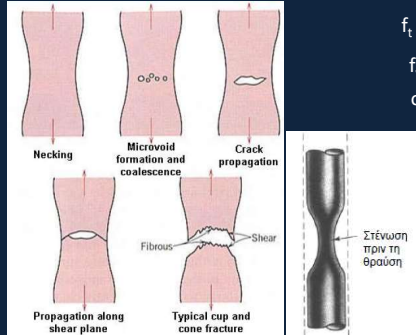
29



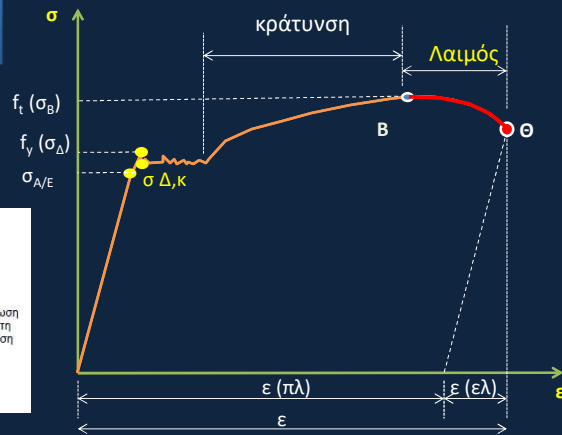
30

## Διάγραμμα $\sigma$ - $\epsilon$ – Λαιμός

Κατόπιν μπαίνουμε στην “περιοχή του λαιμού”, όπου έχουμε έντονη εγκάρσια παραμόρφωση και πτώση τάσης



- Ταχύτητα παραμόρφωσης δοκιμίου και επιφάνεια που αντιστέκεται στην φόρτιση μικραίνει, λόγω δημιουργίας λαιμού, όλο και πιο πολύ μέχρι που δοκίμιο στην πιο λεπτή διατομή αστοχεί.

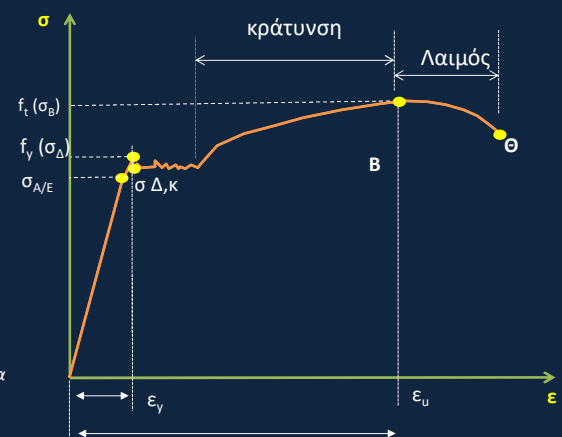


- Η στένωση της θραύσης είναι χαρακτηριστικό του υλικού και “χαρακτηρίζει” την ολκιμότητα ή ψαθιρότητα του.

31

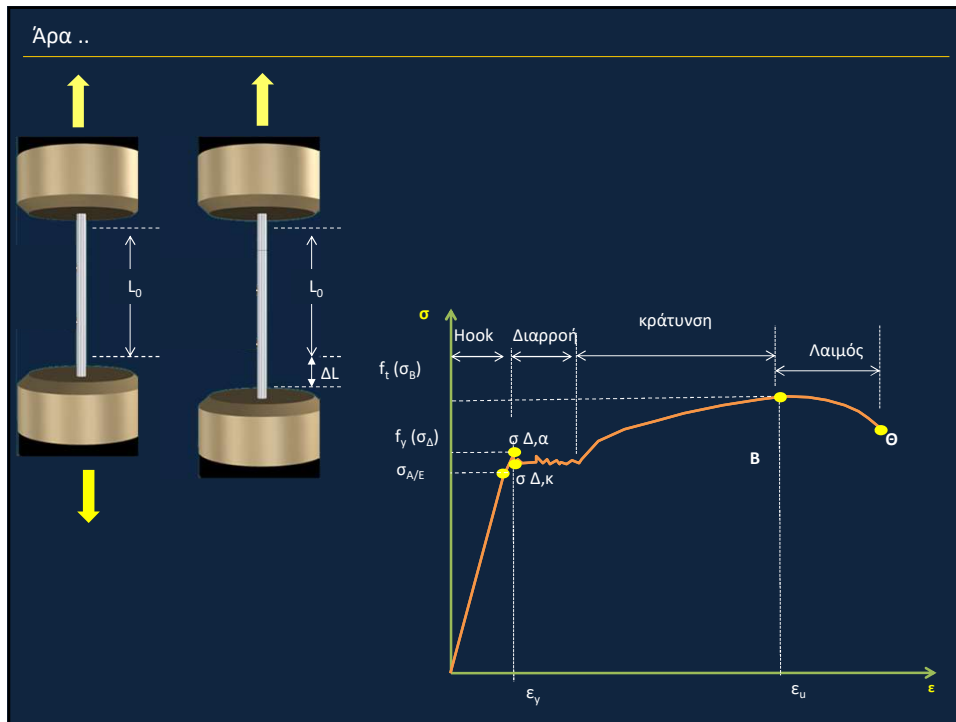
## Ολκιμότητα

- Η ολκιμότητα είναι ιδιότητα του υλικού
- Ικανότητα να παραμορφώνεται (να αναλαμβάνει πλαστικές παραμορφώσεις) χωρίς να αστοχεί
- Εκφράζει τη σχέση πλαστικών παραμορφώσεων προς τις ελαστικές (ανοιγμένη παραμόρφωση στο μέγιστο φορτίο  $\epsilon_u$  / παραμόρφωση στο όριο διαρροής  $\epsilon_y$ )
- Η ολκιμότητα του χάλυθα είναι η βασικότερη προϋπόθεση για να αναπτύξει πλαστικότητα μια κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα

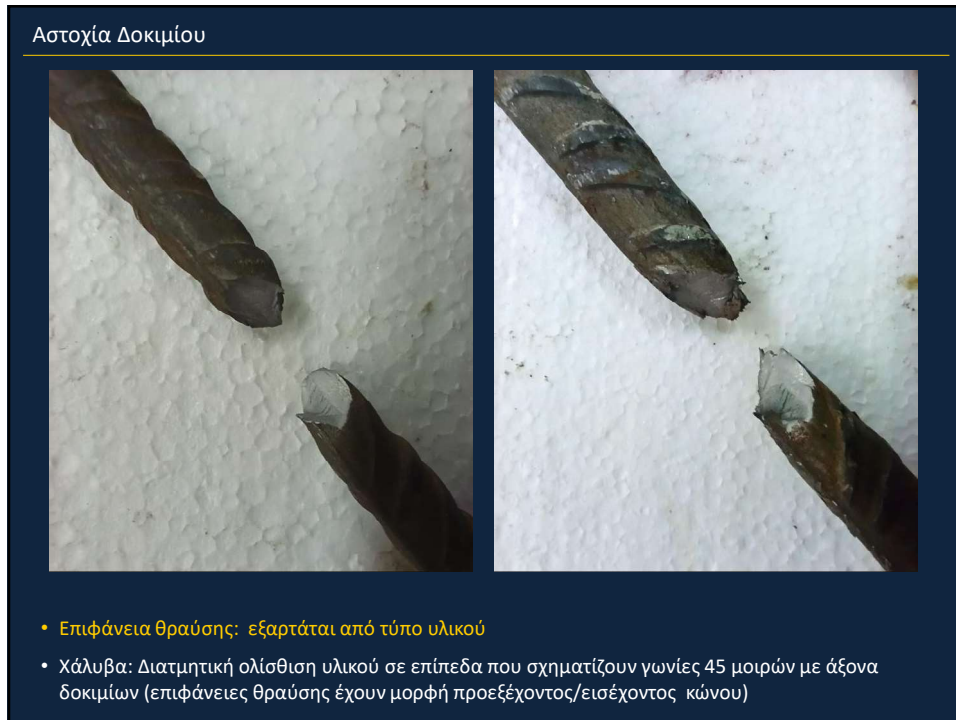


32





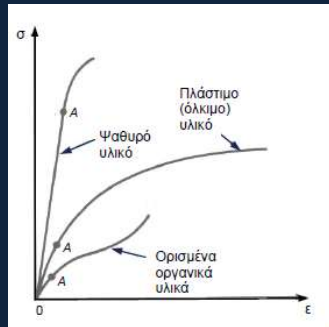
33



34

## Όλκιμα – Ψαθυρά Ύλικά

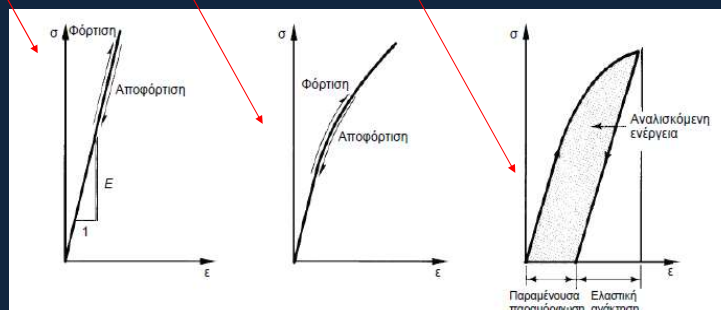
- Από την δοκιμή εφελκυσμού, με βάση την μηχανική τους συμπεριφορά τα υλικά χαρακτηρίζονται σαν όλκιμα ή ψαθυρά
- **Όλκιμα:** Υλικά για τα οποία οι παραμορφώσεις αυξάνονται σημαντικά χωρίς ιδιαίτερη αύξηση της τάσης (π.χ. Χάλυβας σε εφ. Και θλ., Ξύλο σε θλίψη) **ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ**
- **Ψαθυρά:** Υλικά για τα οποία η καμπύλη  $\sigma$ - $\epsilon$  αυξάνεται απότομα, χωρίς να “οριζοντιώνεται” ιδιαίτερα (Σκυρόδεμα, κεραμικά, γυαλί)



35

## Καμπύλες Τάσης – Παραμόρφωσης (γενικά)

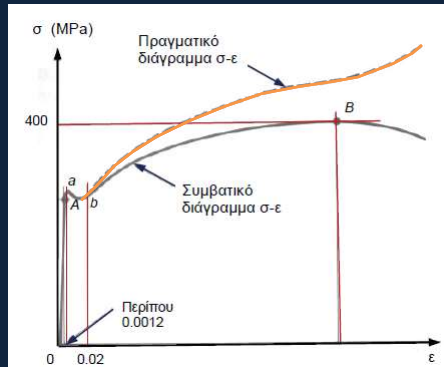
- **Γραμμικά Ελαστικά:** ισχύει ο νόμος του Hooke
  - **Μη γραμμικά Ελαστικά:** η καμπύλη  $\sigma$ - $\epsilon$  είναι μη γραμμική, αλλά όταν αποφορτίζονται δεν έχουν πλαστικές παραμορφώσεις
- **Ανελαστικά:** παραμένουσες παραμορφώσεις



36

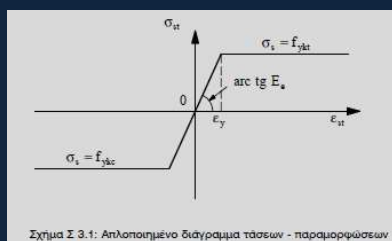
Πραγματικές Τάσεις

- Μέχρι τώρα σαν τάσεις θεωρούσαμε τις συμβατικές τάσεις (δύναμη / ονομασική διατομή)
- Στη πραγματικότητα το δοκίμιο παραμορφώνεται και στην εγκάρσια διεύθυνση (μείωση διατομής)
- Εάν λειφθεί υπόψιν η πραγματική διατομή στον υπολογισμό τάσεων, προκύπτουν οι πραγματικές τάσεις.
- Διαφοροποίηση σε μεγάλες παραμορφώσεις

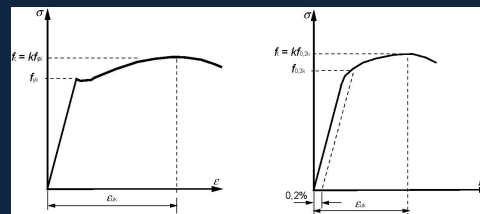


37

Εξιδανικευμένα διαγράμματα σ-ε

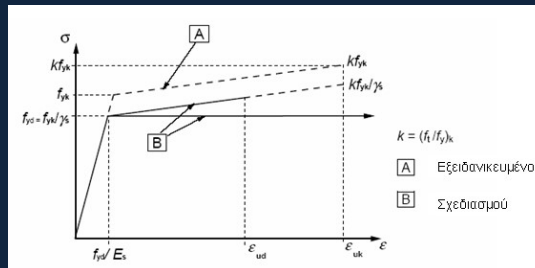


Σχήμα Σ 3.1: Απλοποιημένο διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων



Χάλυβας κατεργασμένος εν θερμώ

Χάλυβας κατεργασμένος εν ψυχρώ

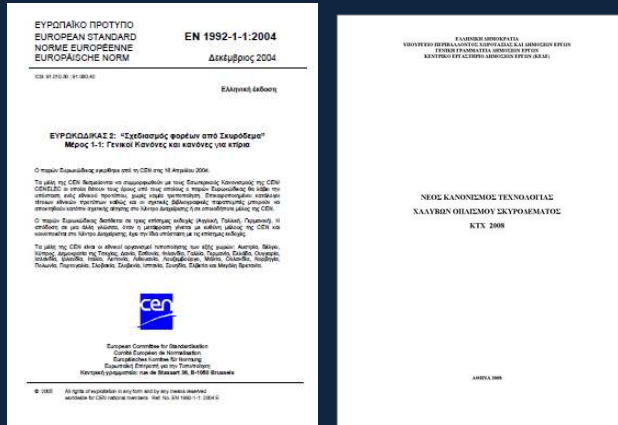


Εξιδανικευμένο διάγραμμα τάσεων- παραμορφώσεων και διάγραμμα σχεδιασμού χάλυβα οπλισμού (για εφελκυσμό και θλίψη)

38

Κανονιστικό Πλαίσιο

- ΕΛΟΤ EN 10080-2005 - Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-Συγκολλησιμοι χάλυβες-Μέρος 1:Γενικές απαιτήσεις
- ΕΛΟΤ 1421-2-2007 - Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-Συγκολλησιμοι χάλυβες-Μέρος 2:Τεχνική κατηγορία Β500Α
- ΕΛΟΤ 1421-3-2007 - Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος-Συγκολλησιμοι χάλυβες-Μέρος 3:Τεχνική κατηγορία Β500C
- **ΕΛΟΤ EN 1992-1-1:2004/AC:2008) - Ευρωκώδικας 2 Σχεδιασμός κατασκευών από σκυρόδεμα: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια**
- ΕΛΟΤ EN 1993-1-1:2005):Ευρωκώδικας 3 Σχεδιασμός μεταλλικών κατασκευών, Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια
- Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος 2008 (ΦΕΚ 1416/Β/17-07-2008, ΦΕΚ 2113/Β/13-10-2008)



39

Κανονιστικό Πλαίσιο

Ο Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος 2008 προδιαγράφει ελάχιστες γενικές και ειδικές απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να ικανοποιούν οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος

Κεφάλαιο 2: ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΑΛΥΒΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

2.1 Διάκριση χάλυβων

2.1.3 Σύμφωνα με την ολκμότητα, σε:

- Χάλυβες χαμηλής ολκμότητας: Στους χάλυβες χαμηλής ολκμότητας κατατάσσονται οι χάλυβες κατηγορίας Β500Α κατά ΕΛΟΤ 1421-2 οι οποίοι επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο για την παραγωγή τυποποιημένων δομικών πλεγμάτων και δακτυομάτων μέχρι ύψους 30m.
- Χάλυβες υψηλής ολκμότητας: Στους χάλυβες υψηλής ολκμότητας κατατάσσονται οι χάλυβες κατηγορίας Β500C κατά ΕΛΟΤ 1421-3, οι οποίοι καλύπτουν τις αυξημένες απαιτήσεις για αντισεισμική συμπεριφορά των κατασκευών, όπως προβλέπονται από τον ΕΚΩΣ και από τους Ευρωκώδικες.

2.2 Τεχνικές κατηγορίες ποιότητας χάλυβων

Οι χάλυβες που αποτελούν αντικείμενο αυτού του Κανονισμού είναι συγκολλησιμοι, διακρίνονται δε στις εξής τεχνικές κατηγορίες:

- Β500Α κατά ΕΛΟΤ 1421-2
  - Β500C κατά ΕΛΟΤ 1421-3
- Και για τις δύο αυτές κατηγορίες χάλυβων, η ονομαστική (χαρακτηριστική) τιμή του ορίου διαρροής  $f_{yk}$  είναι 500MPa.

2.3 Μορφές χάλυβων

Οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος παραδίδονται στις παρακάτω μορφές:

- Ευθύγραμμες ράβδοι
- Κοιλούρες
- Ευθύγραμμιμένα προϊόντα
- Πλέγματα (βλ. και Κεφ.9).

40

## Κανονιστικό Πλαίσιο

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

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

**Πίνακας Σ1-1** Αντιστοιχία συμβόλων του παρόντος Κανονισμού με εκείνα του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 10080

Περιγραφή	Παράν Κανονισμός	ΕΛΟΤ EN 10080
Όριο διαρροής χάλυβα	$f_y$	$R_e$
Συμβατικό όριο διαρροής για παραμένονσα παραμόρφωση 0,2%	$f_{0,2}$	$R_{p0,2}$
Εφελκυστική αντοχή χάλυβα	$f_t$	$R_m$
Συνολική ανηγμένη παραμόρφωση στο μέγιστο φορτίο	$\epsilon_u$	$A_{gt}$

**Πίνακας 3-1** Ονομαστικές διαμέτρους, ονομαστικές διατομές, ονομαστική μέτρα και σχέσεις ως προς την ονομαστική μέτρα - Πεδίο εφαρμογής

Ονομ. διάμετρος (mm)	Πεδίο εφαρμογής					Ονομ. διατομή (mm <sup>2</sup> )	Ονομ. μέτρο μέτρο (kg m)	Ανοχές μέτρο μέτρο (%)
	Ράβδοι	Κοιλοσέραι και ενθροισμένα προϊόντα	Ηλεκτροσυγκολλημένα πλέγματα και δικτυώματα	B500C	B500A			
5.0	✓		✓			19.6	0.154	±6
5.5	✓		✓			23.8	0.187	±6
6.0	✓	✓	✓	✓	✓	28.3	0.222	±6
6.5	✓	✓	✓	✓	✓	33.2	0.260	±6
7.0	✓	✓	✓	✓	✓	38.5	0.302	±6
7.5	✓	✓	✓	✓	✓	44.2	0.347	±6
8.0	✓	✓	✓	✓	✓	50.3	0.395	±6
10.0	✓	✓	✓	✓	✓	78.5	0.617	±4.5
12.0	✓	✓	✓	✓	✓	113	0.888	±4.5
14.0	✓	✓	✓	✓	✓	154	1.21	±4.5
16.0	✓	✓	✓	✓	✓	201	1.58	±4.5
18.0	✓	✓	✓	✓	✓	254	2.00	±4.5
20.0	✓	✓	✓	✓	✓	314	2.47	±4.5
22.0	✓	✓	✓	✓	✓	380	2.98	±4.5
25.0	✓	✓	✓	✓	✓	491	3.85	±4.5
28.0	✓	✓	✓	✓	✓	616	4.83	±4.5
32.0	✓	✓	✓	✓	✓	804	6.31	±4.5
40.0	✓	✓	✓	✓	✓	1257	9.86	±4.5

41

## Εργαστηριακή Άσκηση



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ  
ΠΑΤΡΑ 26500



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ  
Εαρινό Εξάμηνο 2022 – 2023

1<sup>η</sup> ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ  
Εφελκυσμός χαλύβδινης ράβδου

Δύο χαλύβδινες ράβδοι ίδιας κατηγορίας χάλυβα (B500c), αρχικού ελεύθερου μήκους ( $L_0$ ) 490 mm και διαμέτρων  $d_1=12$  mm,  $d_2=10$  mm, υποβάλλονται σε εργαστηριακή δοκιμή εφελκυσμού.

Με βάση τα αρχεία με τα αποτελέσματα των δύο δοκιμών, που σας δίνονται, ζητούνται για κάθε ράβδο:

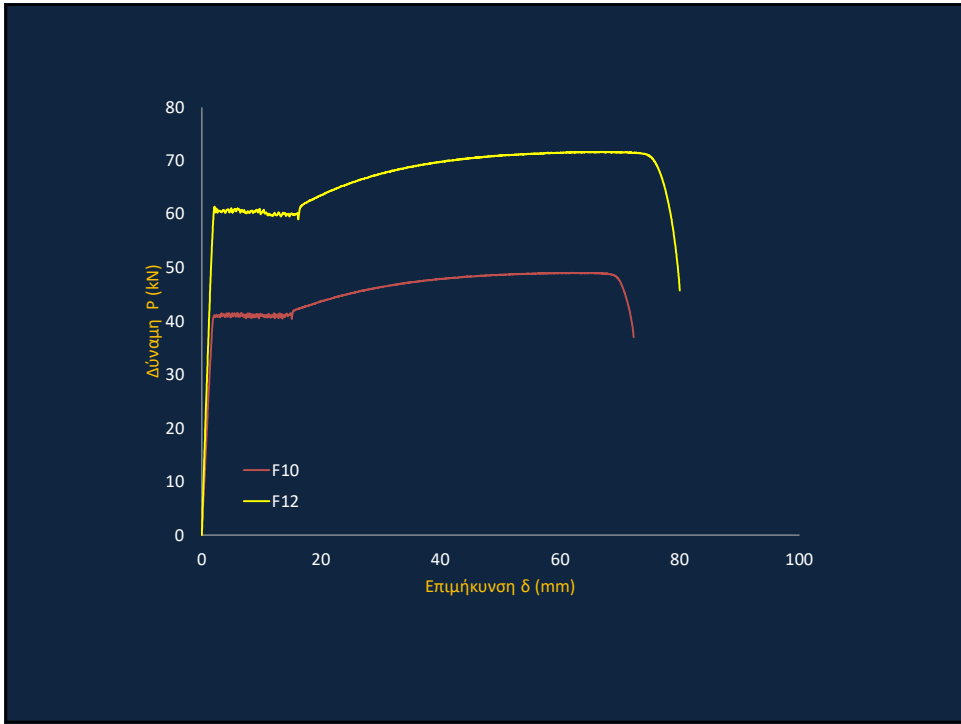


1. Να δημιουργηθούν τα διαγράμματα φορτίου ( $P$ ) - μήκυνσης ( $\delta$ ) και τάσης ( $\sigma$ ) - παραμόρφωσης ( $\epsilon$ ) για κάθε ράβδο.
2. Στο διάγραμμα ( $\sigma$ )-( $\epsilon$ ) να σημειωθούν τα σημεία: (α) διαρροής, (β) έναρξης της κράτησης, (γ) αντοχής, (δ) θραύσης, και να δοθούν οι τιμές των ζευγών τάσης ( $\sigma$ ) - παραμόρφωσης ( $\epsilon$ ) των σημείων αυτών.
3. Να υπολογιστεί το μέτρο ελαστικότητας.
4. Να υπολογιστούν τα μήκη των ράβδων κατά τη διαρροή και θραύσης τους.

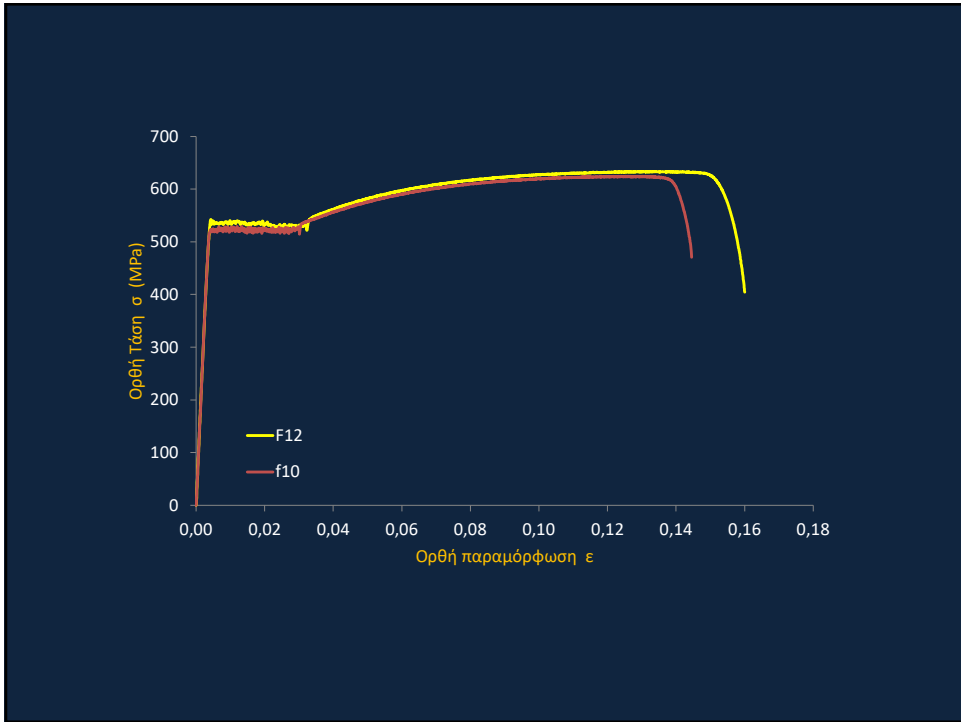
5. Να υπολογιστεί: (α) το μήκος της ράβδου 1 μετά από αποφόρτιση η οποία πραγματοποιήθηκε σε παραμόρφωση ίση με 2.5%, και (β) το μήκος της ράβδου 2 μετά από αποφόρτιση η οποία πραγματοποιήθηκε σε τάση ίση με το 90% της αντοχής της.

6. Ποια θα είναι (προσεγγιστικά) η εφελκυστική αντοχή μίας ράβδου ίδιας κατηγορίας χάλυβα (B500c), διαμέτρου 16 mm;

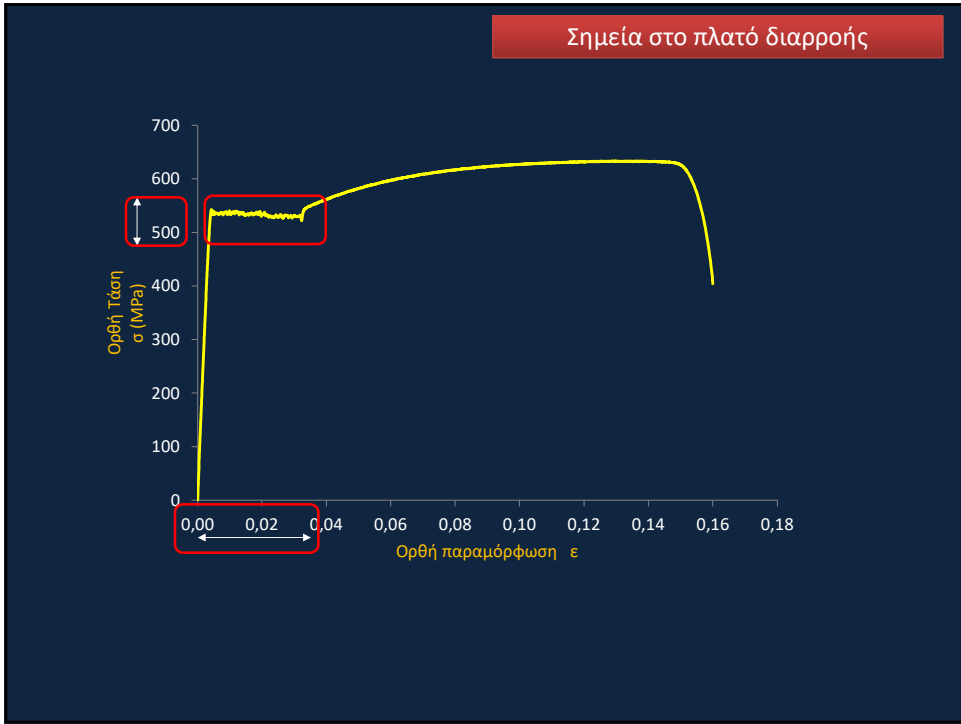
42



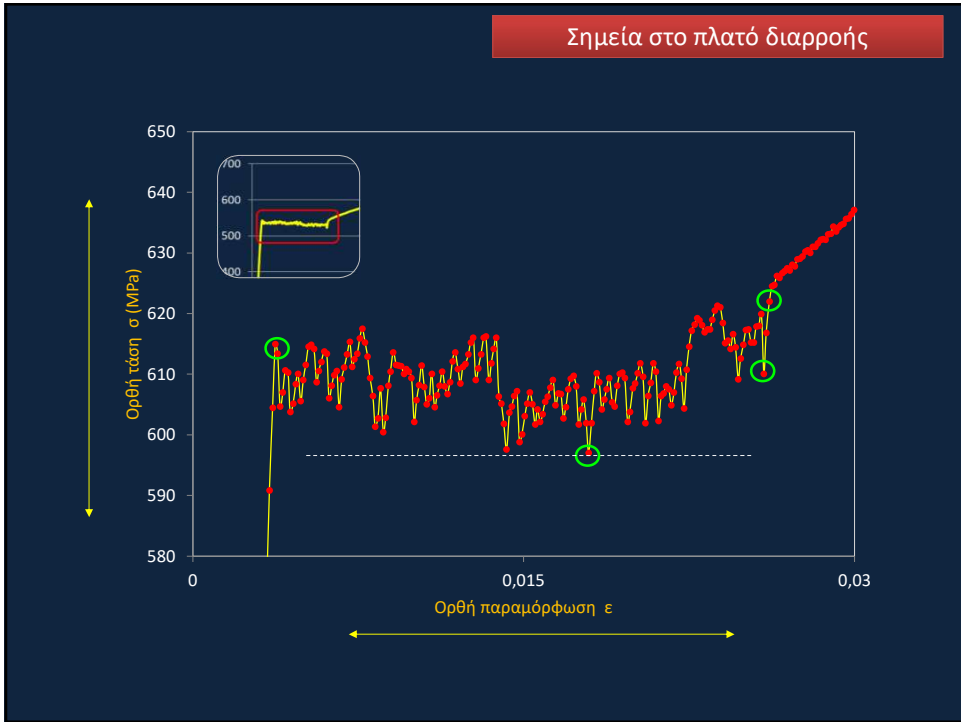
43



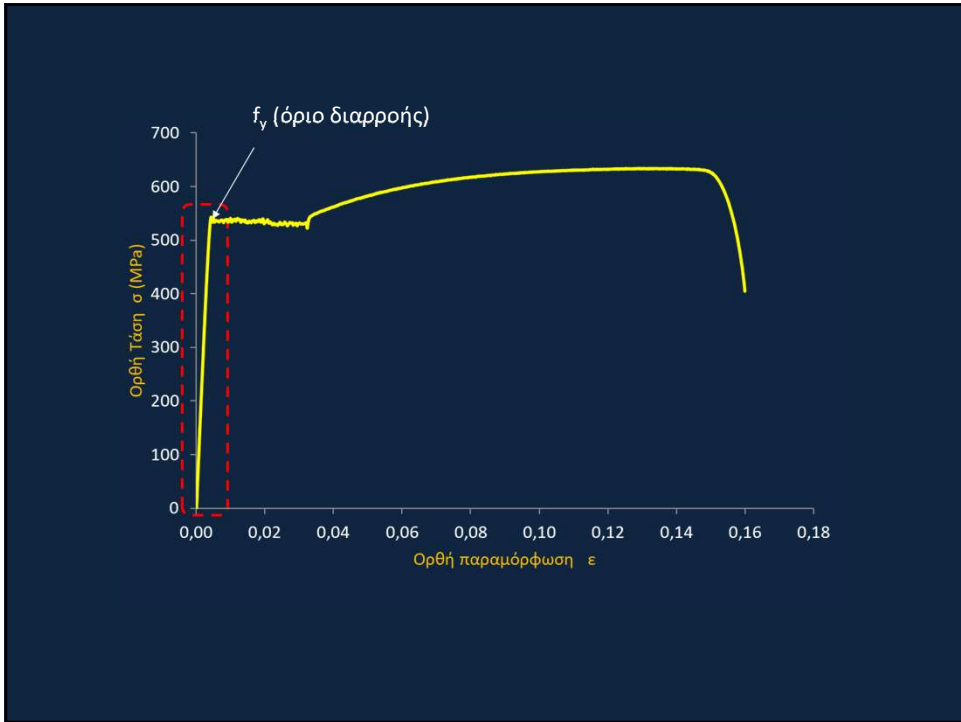
44



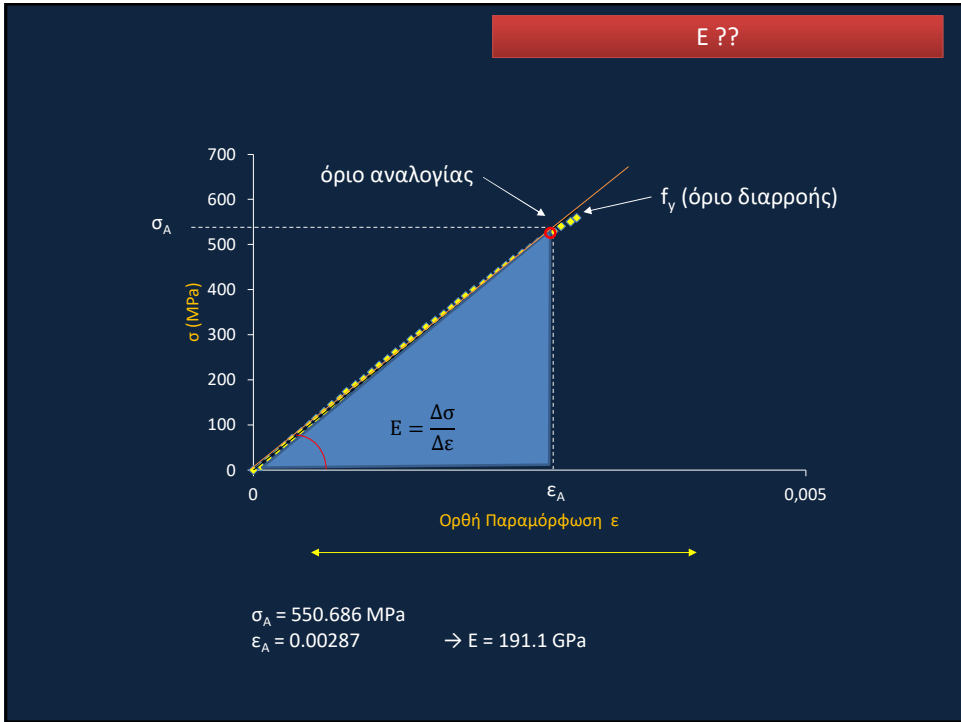
45



46

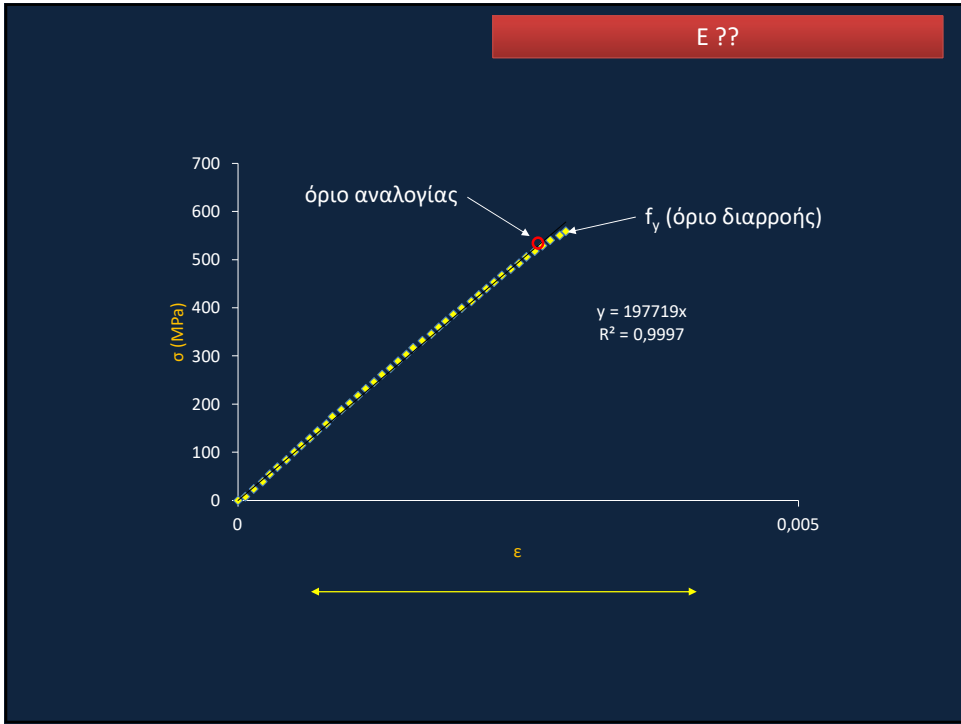


47

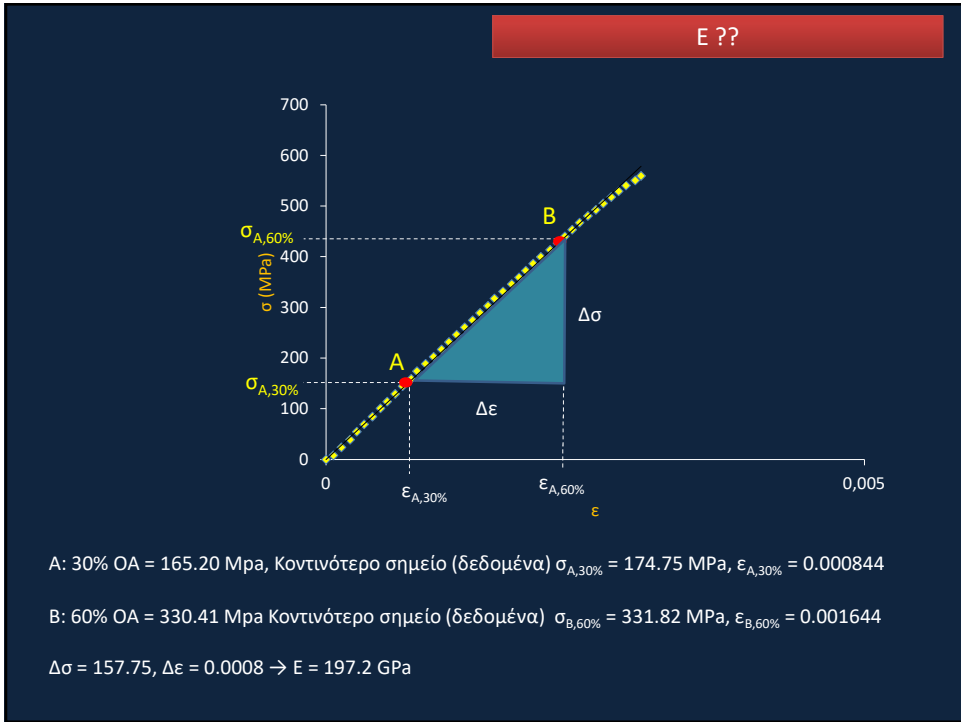


48

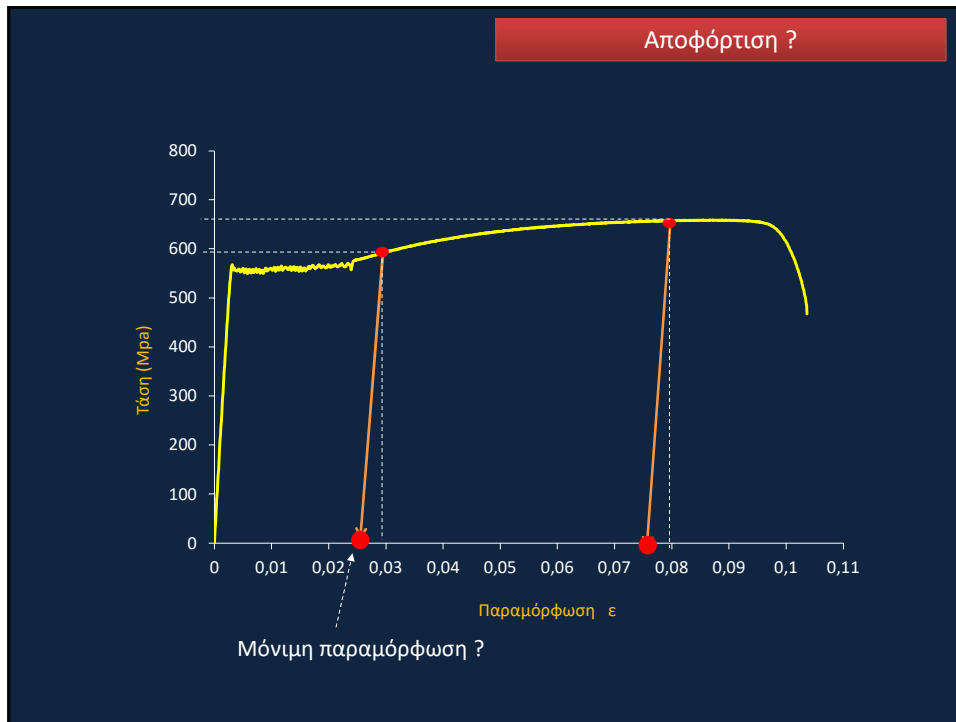




49



50



51

Δευτέρα 9:00 – 11:00 & Παρασκευή 10:00 – 12:00  
(γραφείο στο χώρο εργαστηρίου)

[sdemis@upatras.gr](mailto:sdemis@upatras.gr)

52