

Ε₁

Εφελκυσμός
Χαλύβδινης Ράβδου

Δρ. Σωτήρης Δέμης
Πολιτικός Μηχανικός
(Εντεταλμένος Διδάσκων)

1

Αξονικό Εφελκυστικό Φορτίο

Ποιο θα επιμηκυνθεί πιο πολύ;

Πιο είναι πιο ελαστικό;

Πιο αντέχει πιο πολύ;

→

Ορθή Τάση

Ορθή Παραμόρφωση

Μέτρο Ελαστικότητας Υλικού

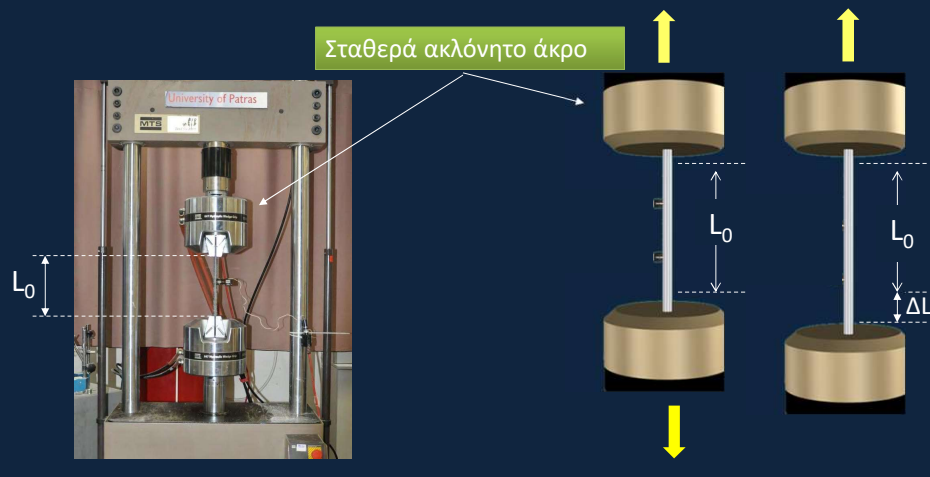
Αντοχή Υλικού

?

2

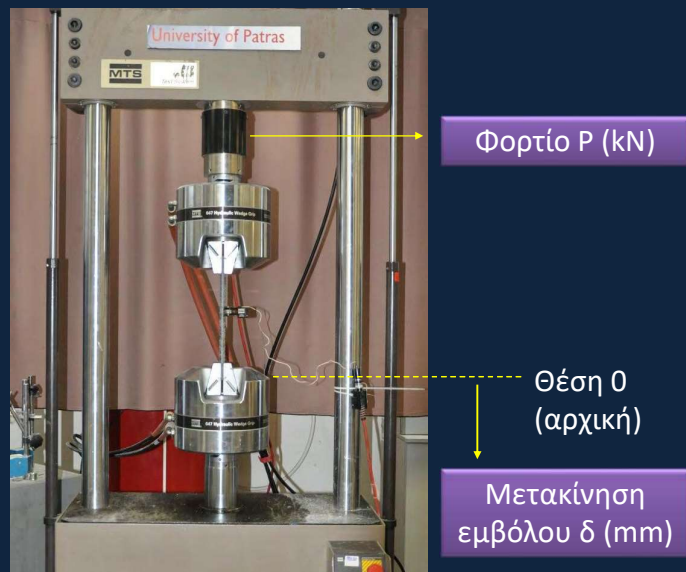
Εισαγωγή στη Δοκιμή Εφελκυσμού

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

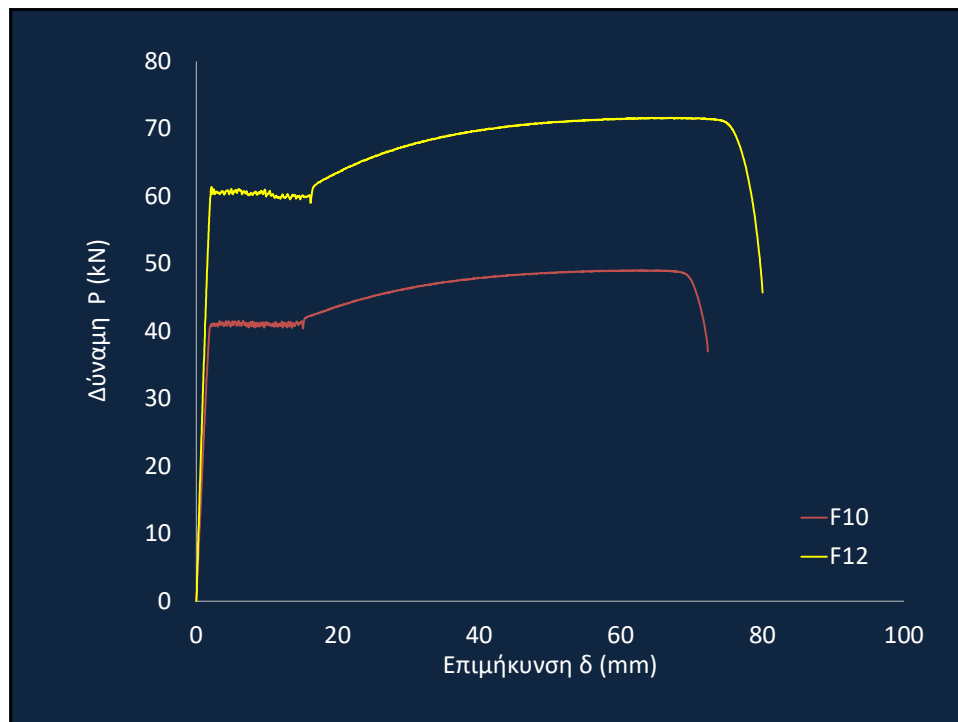


3

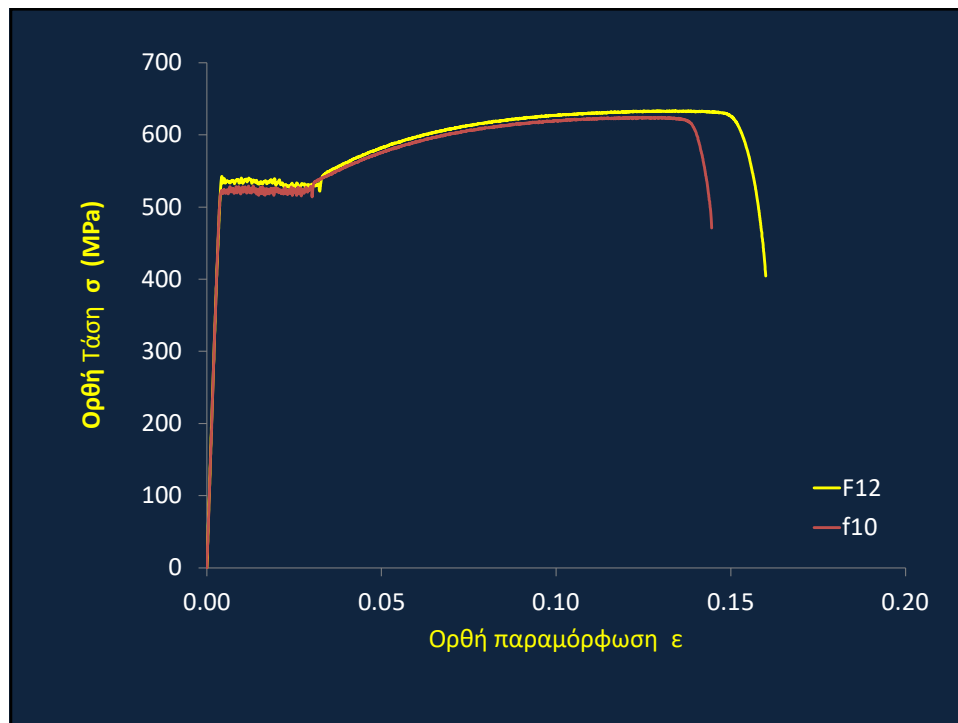
Εισαγωγή στη Δοκιμή Εφελκυσμού



4



5

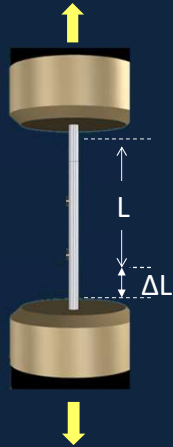


6

Η Ορθή Παραμόρφωση ..

Μήκυνση (ΔL) δεν δίνει από μόνη της αίσθηση του πόσο καταπονείται το υλικό εκτός εάν συγκριθεί με αρχικό μήκος (L).

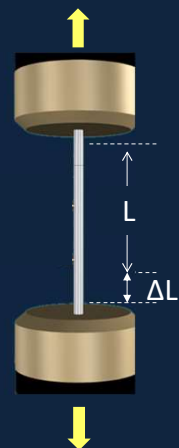
$$\text{Ορθή παραμόρφωση } \epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$



- 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

7

Η Ορθή Παραμόρφωση ..



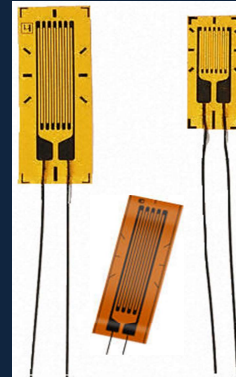
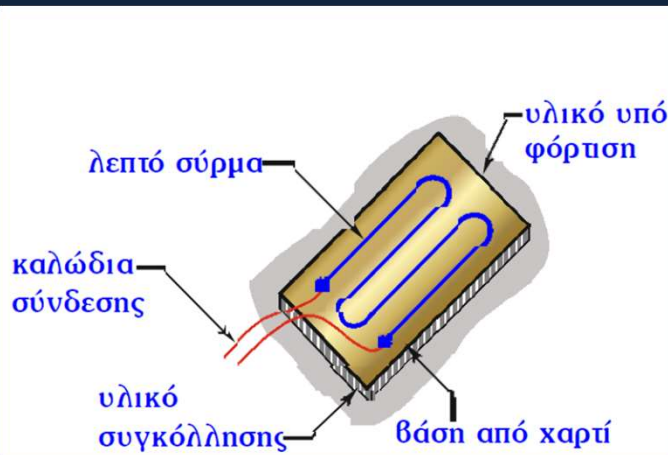
$$\text{Ορθή παραμόρφωση } \epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

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

$$\text{Νέο Μήκος } L' = L + \Delta L$$

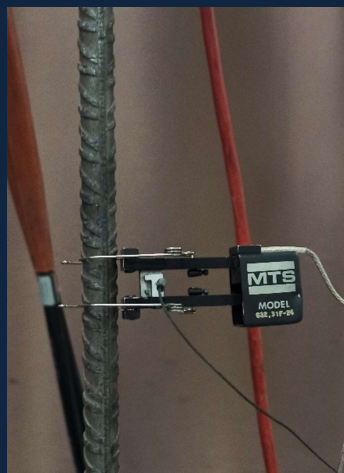
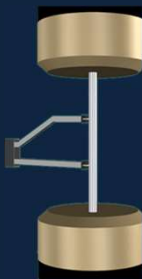
8

Ηλεκτρομηκυνσιόμετρα - Strain gauges



9

extensometers

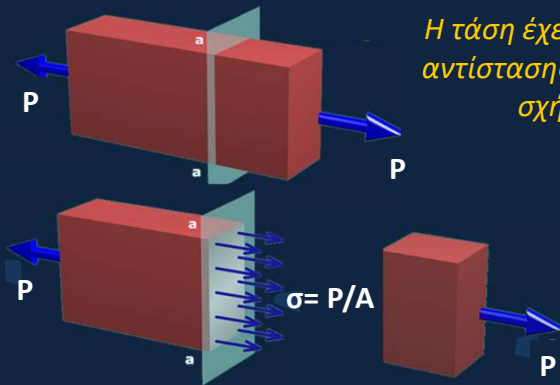


10

Η Τάση ..

- Δοκίμιο, υπό τη φόρτιση της δύναμης P , επιμηκύνεται.
- 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.

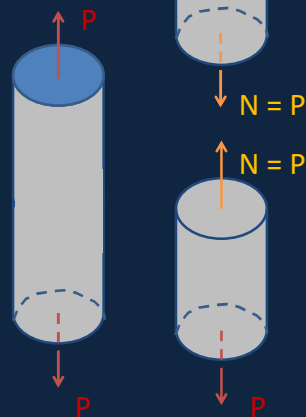


Η τάση έχει την έννοια της εσωτερικής αντίστασης υλικού, όταν υλικό αλλάζει σχήμα λόγω επιβολής φορτίου.

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

11

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

12

Μονάδες Τάσης

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

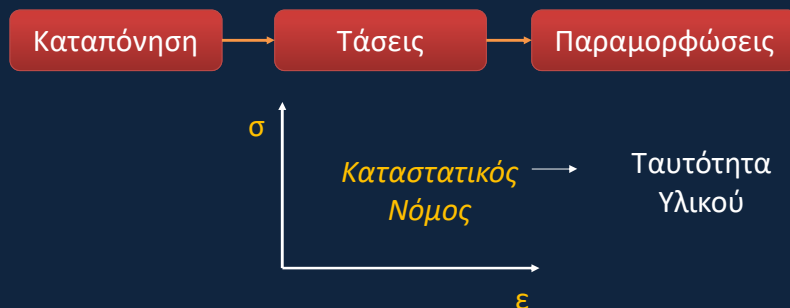
$$1\text{MPa} = 1 \frac{N}{mm^2}$$

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

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

13

Σχέση Τάσης - Παραμόρφωσης

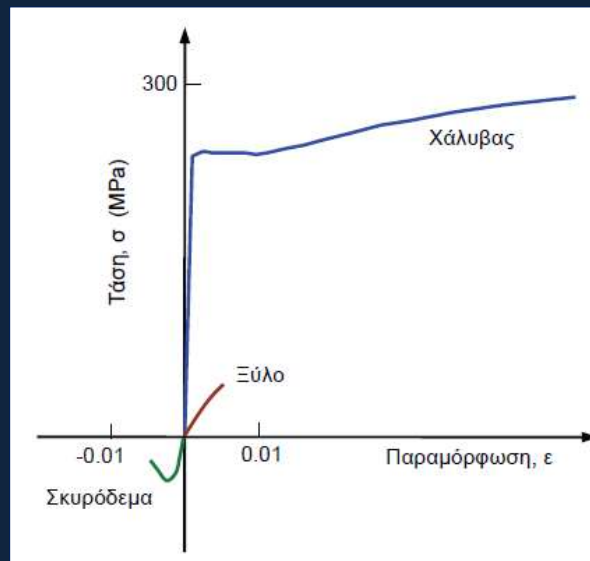


Σχέση τάσης (σ) και παραμόρφωσης (ϵ) είναι ανεξάρτητη από διαστάσεις δοκιμίου

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

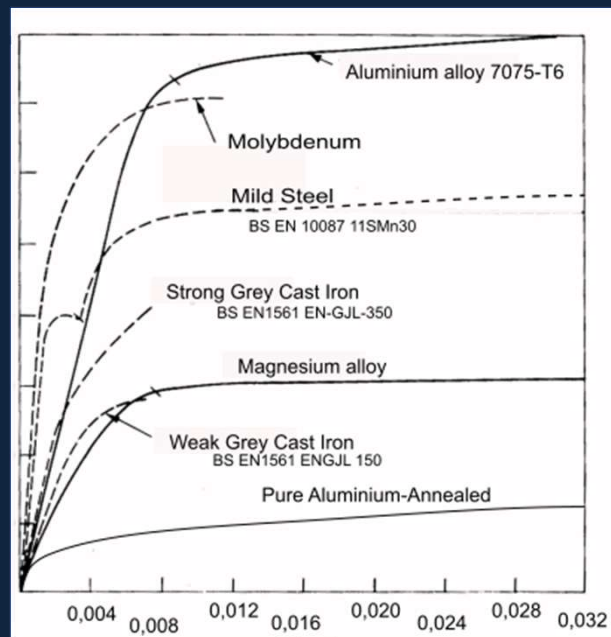
14

Σχέση Τάσης - Παραμόρφωσης



15

Σχέση Τάσης - Παραμόρφωσης



16

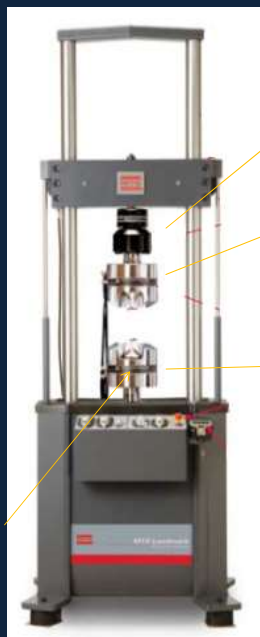
Η δοκιμή Εφελκυσμού

- 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



17

Η δοκιμή Εφελκυσμού



Δυναμοκυψέλη (250 kN)

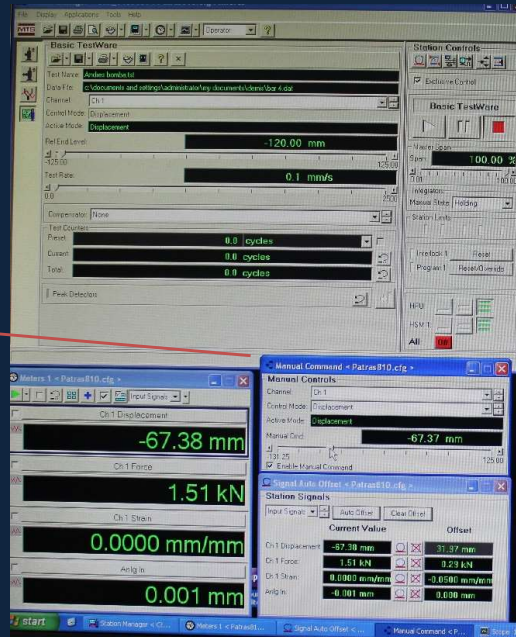
Σταθερό έμβολο

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

Κίνηση εμβόλου
μέσω H/Y - controller

18

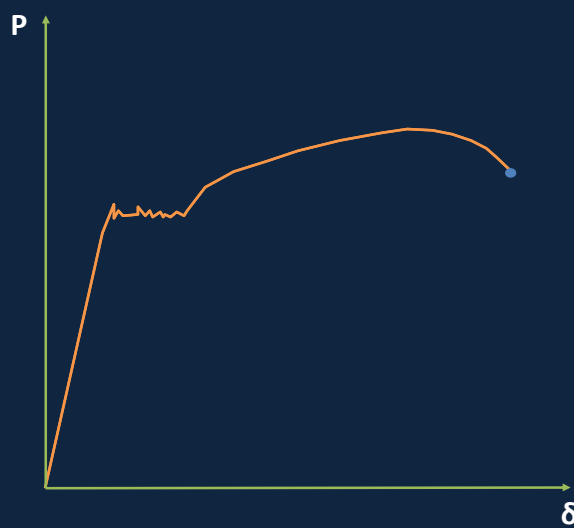
Γνωριμία με την MTS



19

Η δοκιμή Εφελκυσμού

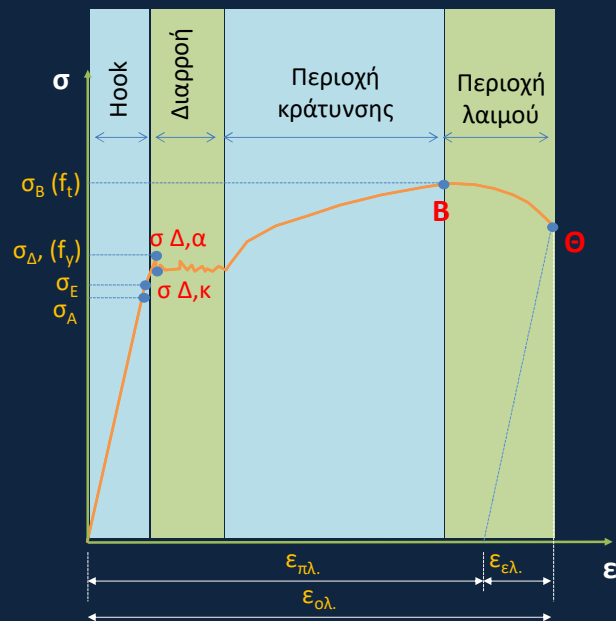
- Απόκριση ...



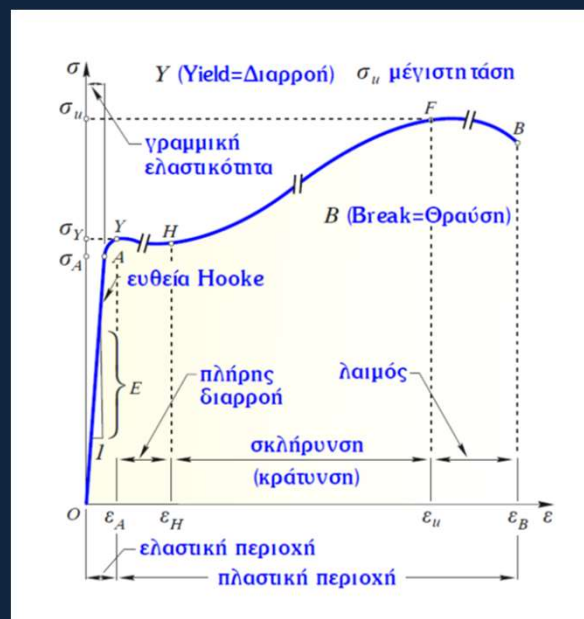
20

Η δοκιμή Εφελκυσμού

- Απόκριση ...



21



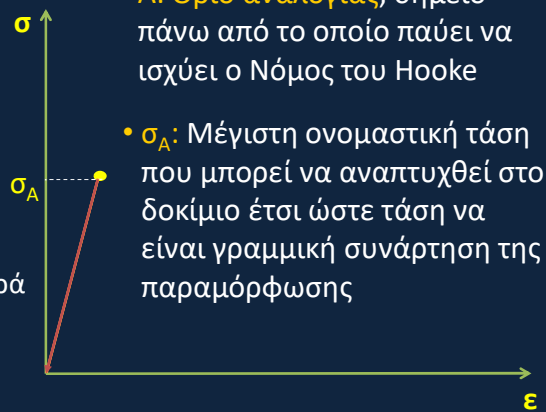
22

Διάγραμμα σ - ϵ – Όριο Αναλογίας, όριο Ελαστικότητας

- Δοκίμιο επιμηκύνεται σταθερά με το χρόνο

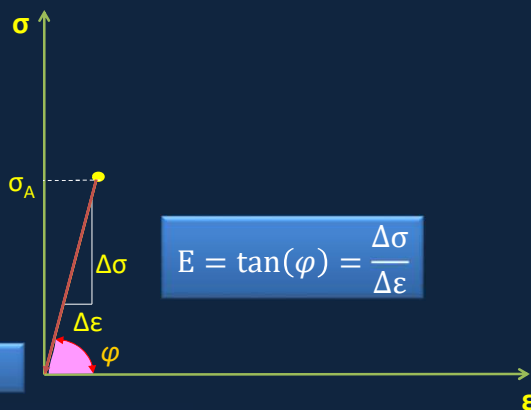
- Για σχετικά μικρές ϵ , γραμμική σχέση σ - ϵ
- Γραμμική-Ελαστική συμπεριφορά
- Ελαστικές παραμορφώσεις
- Ισχύει ο Νόμος του Hooke

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



23

Διάγραμμα σ - ϵ – Όριο Αναλογίας, όριο Ελαστικότητας



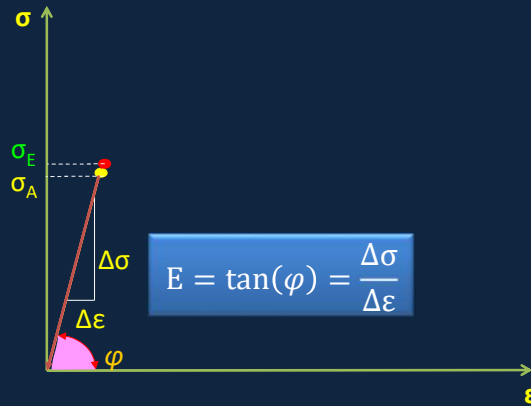
E: Μέτρο Ελαστικότητας

- 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)**

24

Διάγραμμα σ-ε – Όριο Αναλογίας, όριο Ελαστικότητας

- Μέχρι το **όριο ελαστικότητας**, κατά την αποφόρτιση, δοκίμιο επανέρχεται στο αρχικό μήκος L_0
- Δεν παρουσιάζονται μόνιμες παραμορφώσεις.



- Στον δομικό χάλυβα το **όριο αναλογίας** σ_A συχνά αναφέρεται και ως **όριο Ελαστικότητας** σ_E
- σ_E : Μέγιστη ονομαστική τάση που μπορεί να αναπτυχθεί στο δοκίμιο χωρίς να παρουσιαστούν μόνιμες παραμορφώσεις

25

Μονάδες Τάσης

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

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

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

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

26

Μονάδες Μέτρου Ελαστικότητας

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

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

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

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

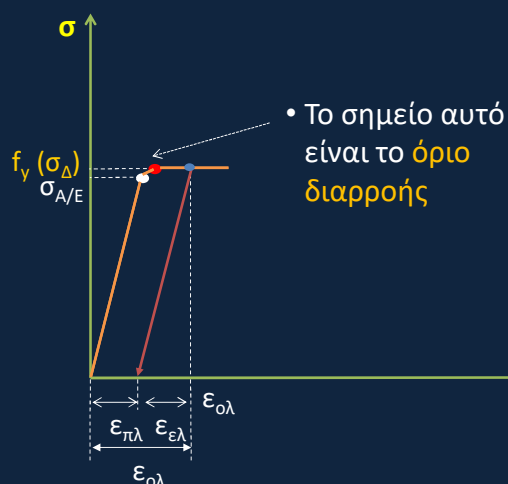
27

Διάγραμμα σ-ε – Όριο Διαρροής

- Από κάποια τιμή τάσης και μετά, παραμορφώσεις αυξάνονται χωρίς ιδιαίτερη μεταβολή τάσεων.

- Το υλικό “ρέει” υπό σταθερή τάση

- Το σημείο πέρα από το οποίο έχουμε, μετά την αποφόρτιση του δοκιμίου, μετρήσιμη μόνιμη παραμόρφωση $\varepsilon_{\text{πλ}}$



28

Διάγραμμα σ-ε – Όριο Διαρροής

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)	≥ 500	≥ 500
Λόγος της πραγματικής προς την ονομαστική τιμή του ορίου διαρροής, $f_{y,act}/f_{y,nom}$	–	$\leq 1,25$
Λόγος της εφελκυστικής αντοχής προς το όριο διαρροής, f_t/f_y	$\geq 1,05$ ($\geq 1,03$ για $d \leq 6mm$)	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$
Συνολική ανηγμένη παραμόρφωση (επιμήκυνση) στο μέγιστο φορτίο ϵ_m (%)	$\geq 2,5$ (≥ 2 για $d \leq 6mm$)	$\geq 7,5$

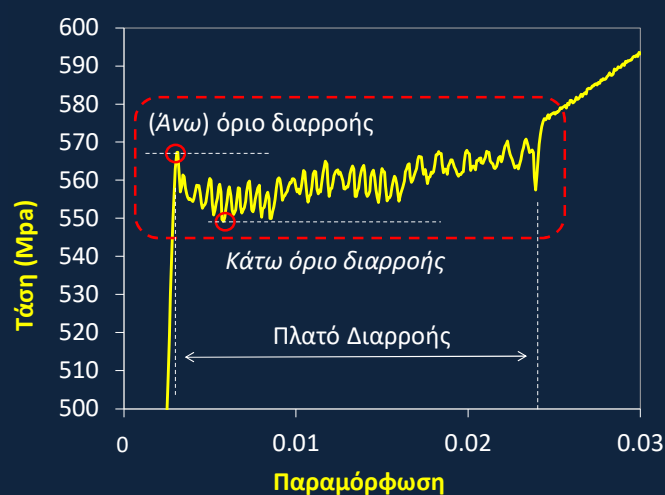
29

Διάγραμμα σ-ε – Όριο Διαρροής

Συνήθως στον
Δομικό Χάλυβα
έχουμε έντονη
πτώση τάσης

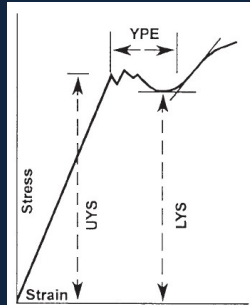
άνω και κάτω
όριο διαρροής

τάση διαρροής
πολύ κοντά
στο όριο
αναλογίας

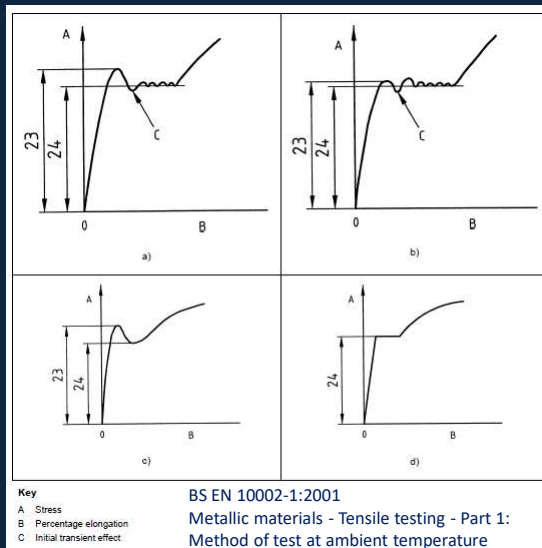


30

Διάγραμμα σ - ϵ – Όριο Διαρροής



ASTM E 8 – 04 Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials¹

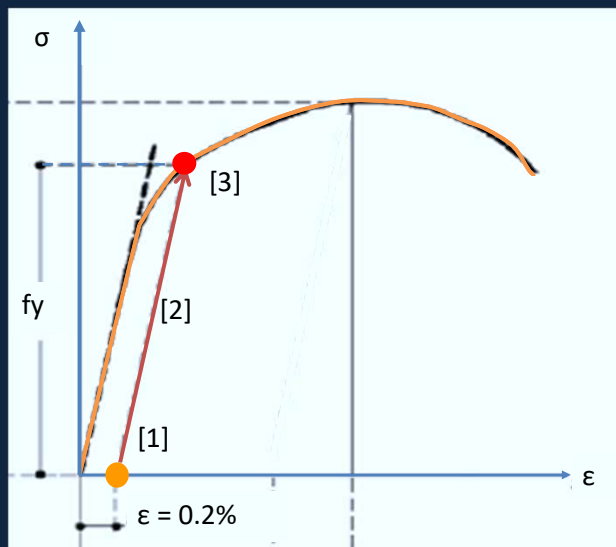


31

Συμβατικό όριο διαρροής

- Σε άλλα υλικά όπως ο χάλυβας υψηλής αντοχής ή το αλουμίνιο το όριο διαρροής είναι δύσκολο να προσεγγιστεί

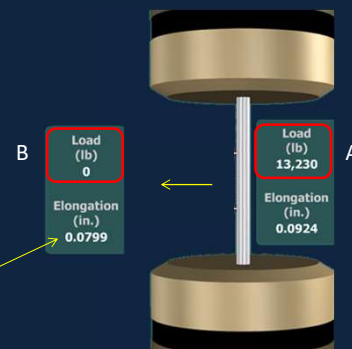
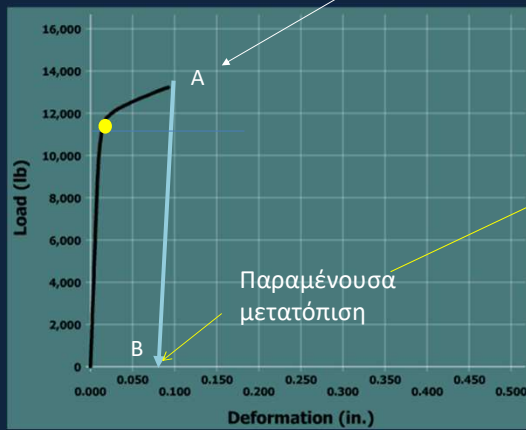
- Συμβατικό (ή τεχνητό) όριο διαρροής μπορεί να υπολογισθεί γραφικά για 0.2% παραμόρφωση



32

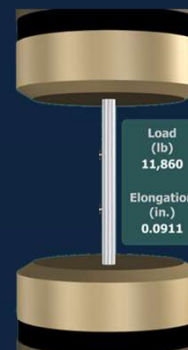
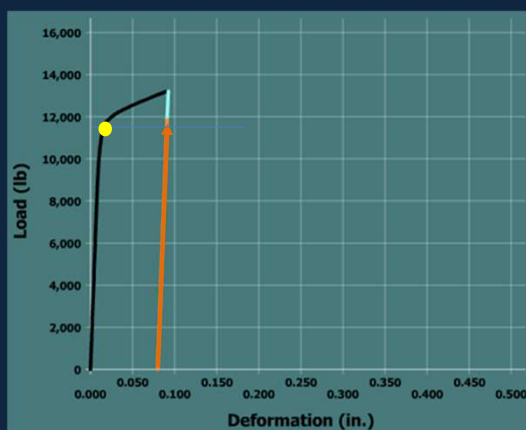
Φόρτιση/Αποφόρτιση

Εάν αποφορτίσουμε, από το σημείο Α ..



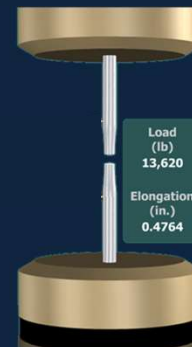
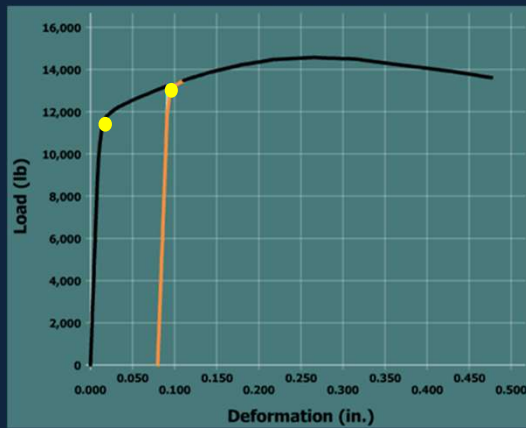
33

Φόρτιση/Αποφόρτιση



34

Φόρτιση/Αποφόρτιση

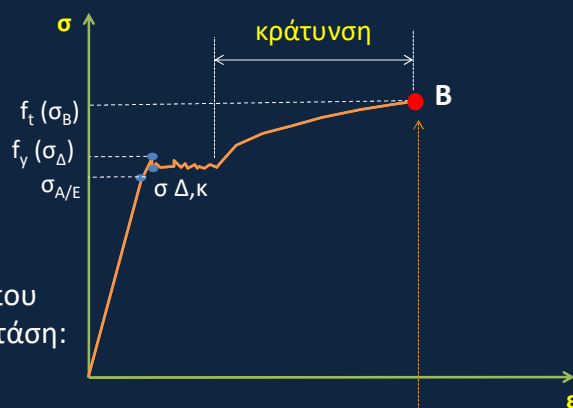


35

Διάγραμμα σ-ε – Κράτynση

Στη συνέχεια, η τάση αυξάνεται σημαντικά μετά το όριο διαρροής, χωρίς να επέλθει θραύση (κράτynση).

- Το σημείο της καμπύλης που αντιστοιχεί στην μέγιστη τάση: “Αντοχή του Υλικού” (σ_B).

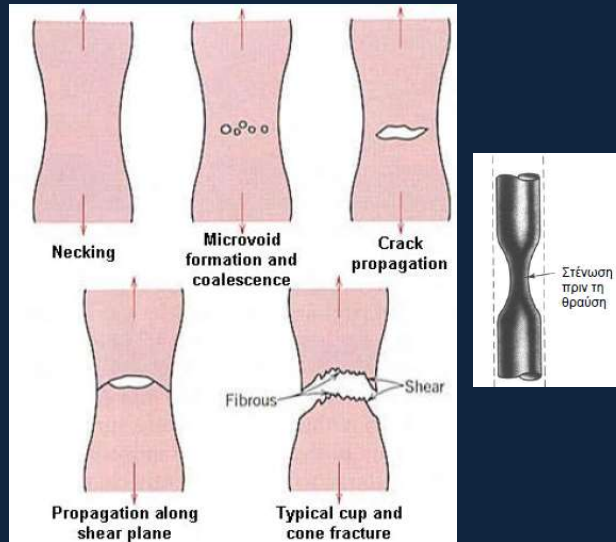


36

Διάγραμμα σ-ε – Λαιμός

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

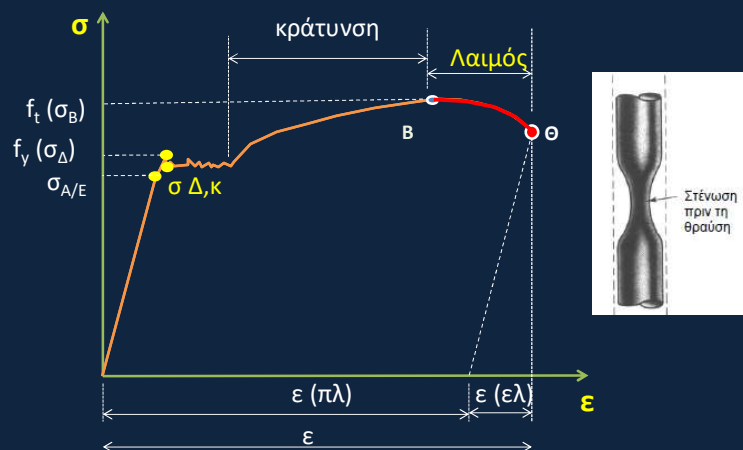
Ταχύτητα παραμόρφωσης δοκιμίου και επιφάνεια που αντιστέκεται στην φόρτιση μικραίνει, λόγω δημιουργίας λαιμού, όλο και πιο πολύ μέχρι που δοκίμιο στην πιο λεπτή διατομή αστοχεί.



37

Διάγραμμα σ-ε – Λαιμός

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

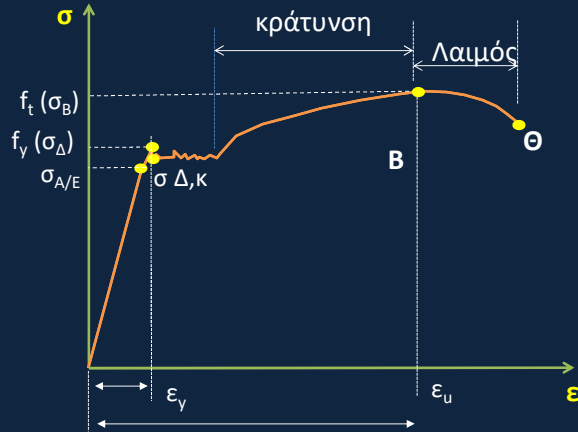


Η στένωση της θραύσης είναι χαρακτηριστικό του υλικού και “χαρακτηρίζει” την ολκιμότητα ή ψαθυρότητα του.

38

Ολκιμότητα

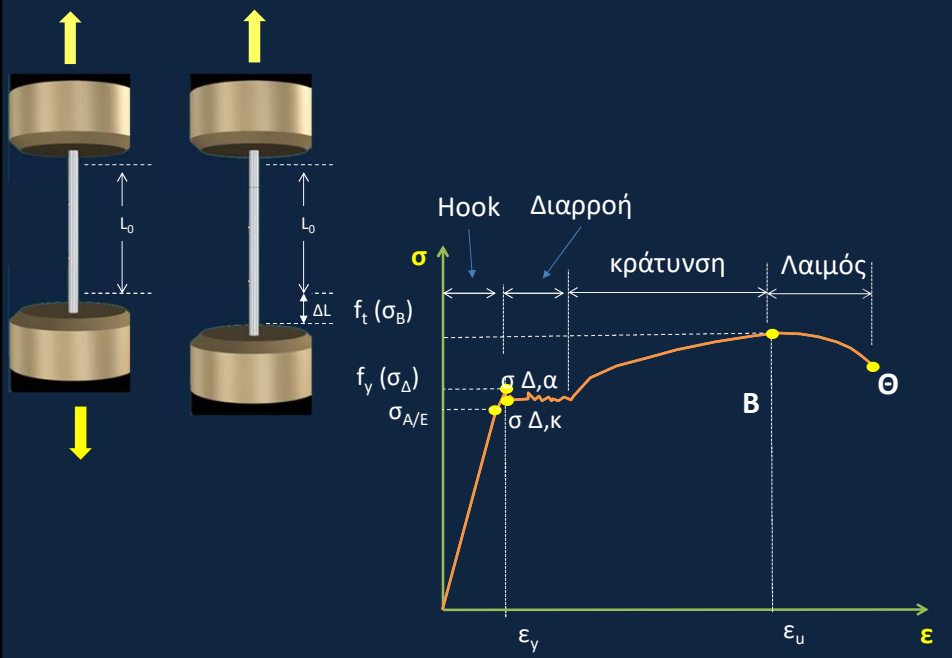
- Η **ολκιμότητα** είναι ιδιότητα του υλικού
- Ικανότητα να παραμορφώνεται (να αναλαμβάνει πλαστικές παραμορφώσεις) χωρίς να αστοχεί
- Εκφράζει τη σχέση πλαστικών παραμορφώσεων προς τις ελαστικές (ανοιγμένη παραμόρφωση στο μέγιστο φορτίο ϵ_u / παραμόρφωση στο όριο διαρροής ϵ_y)



- Η ολκιμότητα του χάλυβα είναι η βασικότερη προϋπόθεση για να αναπτύξει πλαστιμότητα μια κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα

39

Άρα ..



40

Αστοχία Δοκιμίου

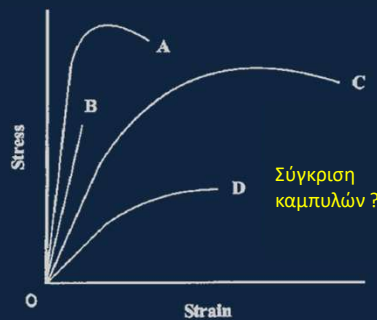
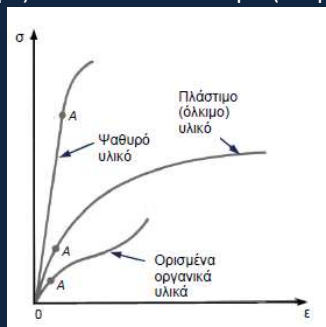


- **Επιφάνεια θραύσης:** εξαρτάται από τύπο υλικού
- **Χάλυβα:** Διατμητική ολίσθηση υλικού σε επίπεδα που σχηματίζουν γωνίες 45 μοιρών με άξονα δοκιμίων (επιφάνειες θραύσης έχουν μορφή προεξέχοντος, εισέχοντος κώνου)

41

Όλκιμα – Ψαθυρά Υλικά

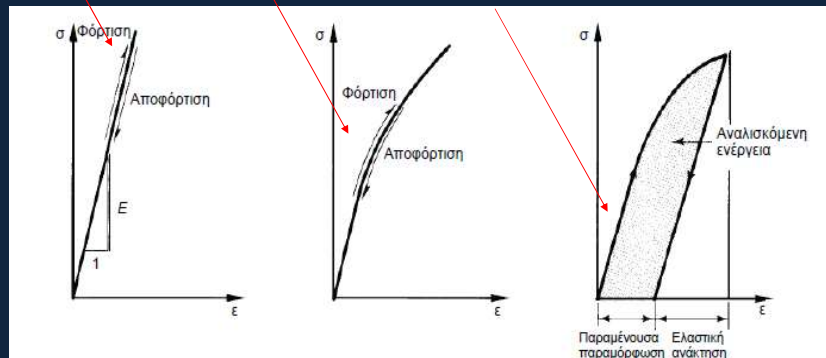
- Από την δοκιμή εφελκυσμού, με βάση την μηχανική τους συμπεριφορά τα υλικά χαρακτηρίζονται σαν όλκιμα ή ψαθυρά
- **Όλκιμα:** Υλικά για τα οποία παραμορφώσεις αυξάνονται σημαντικά χωρίς ιδιαίτερη αύξηση τάσης (π.χ. Χάλυβας σε εφ. Και θλ., Ξύλο σε θλίψη)
ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
- **Ψαθυρά:** Υλικά για τα οποία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



42

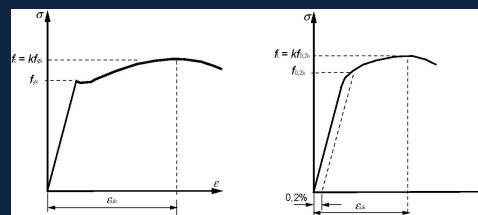
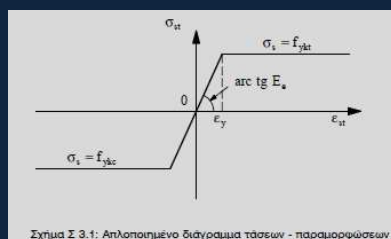
Καμπύλες Τάσης – Παραμόρφωσης (γενικά)

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



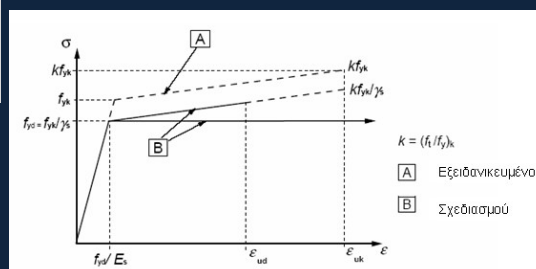
43

Εξιδανικευμένα διαγράμματα σ-ε



Χάλυβας κατεργασμένος
εν θερμώ

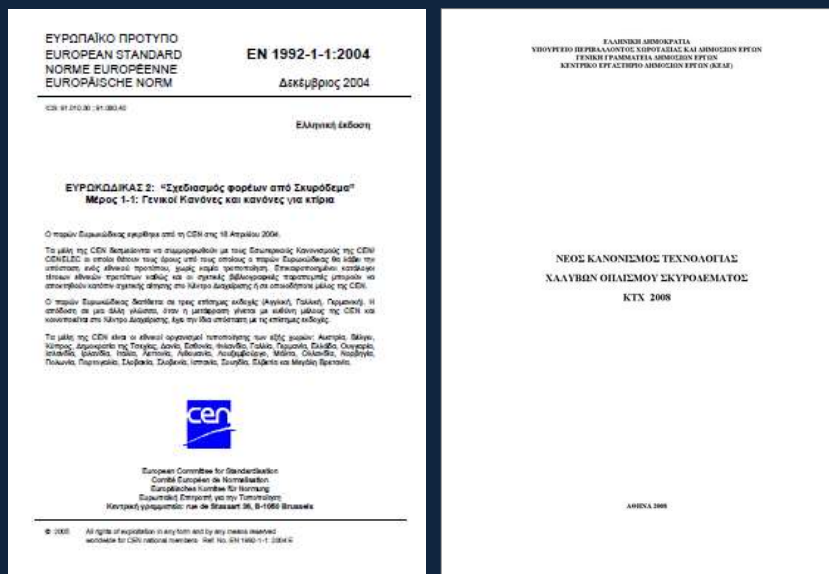
Χάλυβας κατεργασμένος
εν ψυχρώ



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

44

Κανονιστικό Πλαίσιο



45

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
 - Χάλυβες υψηλής ολκμότητας.
- Στους χάλυβες χαμηλής ολκμότητας κατατάσσονται οι χάλυβες κατηγορίας B500A κατά ΕΛΟΤ 1421-2 οι οποίοι επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο για την παραγωγή τυποποιημένων δομικών πλεγμάτων και δακτυαμάτων μέχρι διάμετρο Φ8.
- Στους χάλυβες υψηλής ολκμότητας κατατάσσονται οι χάλυβες κατηγορίας B500C κατά ΕΛΟΤ 1421-3, οι οποίοι καλύπτουν τις αυξημένες απαιτήσεις για αντισεισμική συμπεριφορά των κατασκευών, όπως προβλέπονται από τον ΕΚΩΣ και από τους Ευρωπαϊκούς.

2.2 Τεχνικές κατηγορίες ποιότητας χάλυβων

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

- B500A κατά ΕΛΟΤ 1421-2
 - B500C 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
- Κουλούρες
- Ευθύγραμμα προϊόντα
- Πλέγματα (βλ. και Κεφ 9).

46

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)	≥ 500	≥ 500
Λόγος της πραγματικής προς την ονομαστική τιμή του ορίου διαρροής, $f_{yk}/f_{yk,nom}$	-	$\leq 1,25$
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 ϵ_u (%)	$\geq 2,5$ (≥ 2 για $d < 6mm$)	$\geq 7,5$

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

Περιγραφή	Παρόν 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	ϵ_u	A_{gt}

Πίνακας 3-1 Ονομαστικές διαμέτρους, ονομαστικές διατομές, ονομαστική μάζα και ανοχές ως προς την ονομαστική μάζα - Πεδίο εφαρμογής

Ονομ. διάμετρος (mm)	Πεδίο εφαρμογής					Ονομ. διατομή (mm ²)	Ονομ. μάζα/μέτρο (kg/m)	Ανοχές μάζας/μέτρο (%)
	Ράβδοι	Κουλούρες και ευθυγραμμισμένα προϊόντα	Ηλεκτροσυγκολλημένα πλέγματα και δικτυώματα					
	B500C	B500A	B500C	B500A	B500C			
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

47

Εργαστηριακή Άσκηση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ - Εαρινό Εξάμηνο 2024 – 2025

1^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ
Εφελκυσμός χαλύβδινης ράβδου

Δύο χαλύβδινες ράβδοι ίδιας κατηγορίας χάλυβα (B500c), αρχικού ελεύθερου μήκους (L_0) 500 mm και διαμέτρων $d_1=12$ mm, και $d_2=10$ mm, υποβάλλονται σε εργαστηριακή δοκιμή εφελκυσμού. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής καταγράφονται η μήκυνση δ της ράβδου (σε mm) και το αξονικό φορτίο P που ασκείται (σε kN).

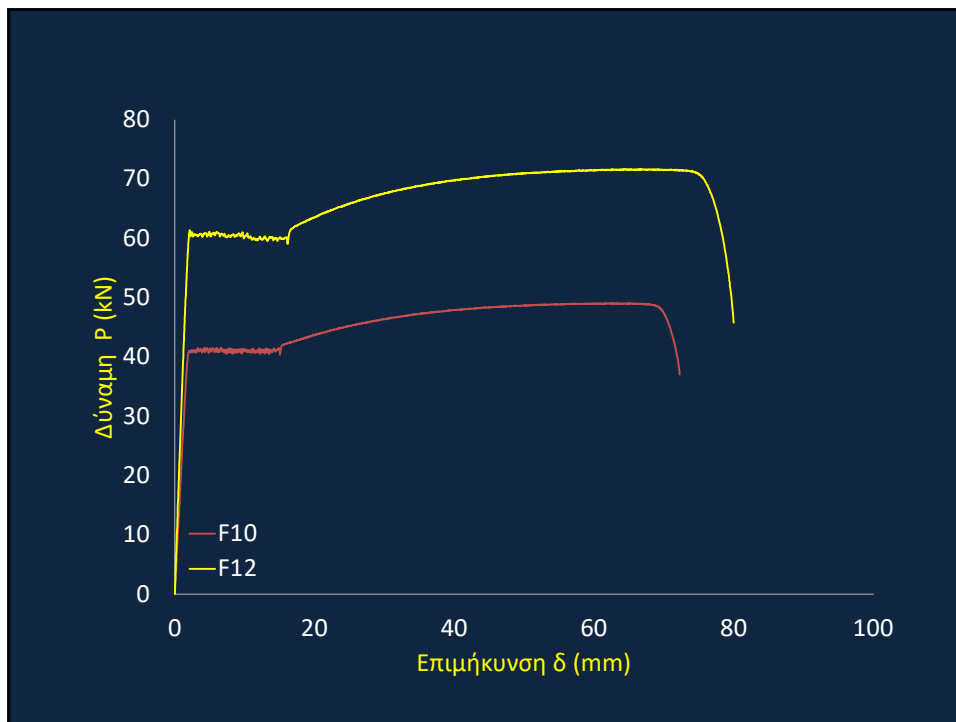
Με βάση τα αρχεία με τα αποτελέσματα των δοκιμών που σας δίνονται, ζητούνται:

1. Να δημιουργηθούν τα διαγράμματα φορτίου (P) - μήκυνσης (δ) και για τις δύο ράβδους στο ίδιο γράφημα.
2. Να δημιουργηθούν τα διαγράμματα φορτίου τάσης (σ) - παραμόρφωσης (ϵ) για κάθε ράβδο.
3. Στο διάγραμμα (σ)-(ϵ) να σημειωθούν τα διακριτά σημεία: (α) διαρροής, (β) αντοχής, (γ) θραύσης, και να δοθούν οι τιμές των ζευγών τάσης (σ) - παραμόρφωσης (ϵ) των σημείων αυτών.
4. Να υπολογιστεί το μέτρο ελαστικότητας του υλικού.
5. Να υπολογιστούν τα μήκη των ράβδων κατά τη διαρροή.
6. Να υπολογιστεί το μήκος της ράβδου 1 μετά από αποφόρτιση η οποία πραγματοποιήθηκε σε τάση ίση με το 90% της αντοχής της.
7. Ποια θα είναι (προσεγγιστικά) η εφελκυστική αντοχή μίας ράβδου ίδιας κατηγορίας χάλυβα (B500c), διαμέτρου 16 mm;

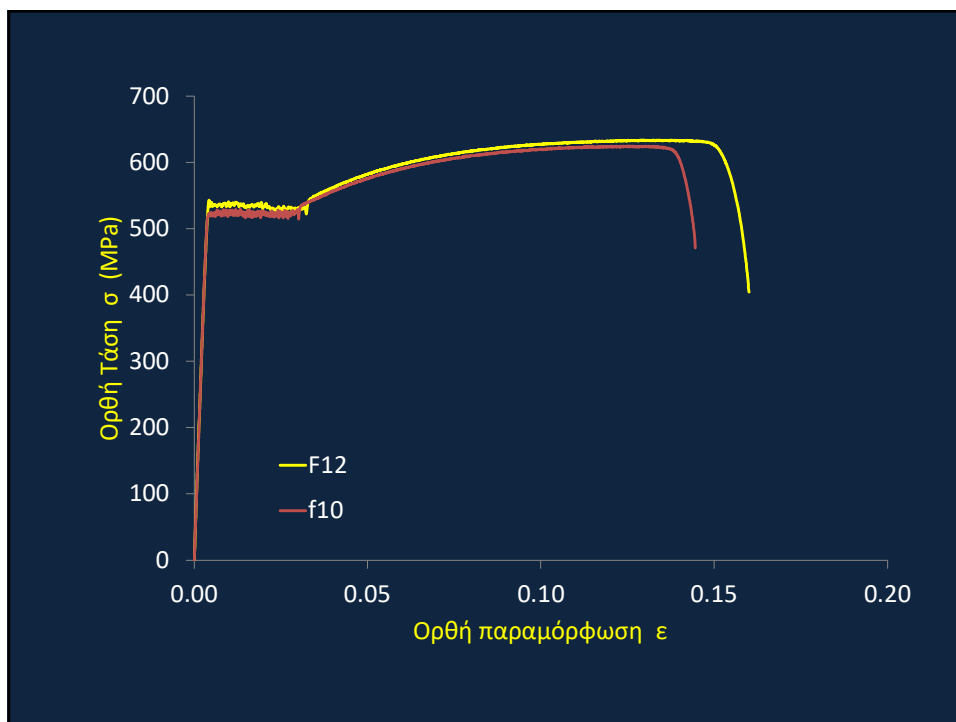


Σημείωση: θα πρέπει (ενδεικτικά) να φαίνονται καθαρά οι πράξεις που οδηγούν στον υπολογισμό των ζητούμενων μεγεθών. Προσοχή στις μονάδες!!!

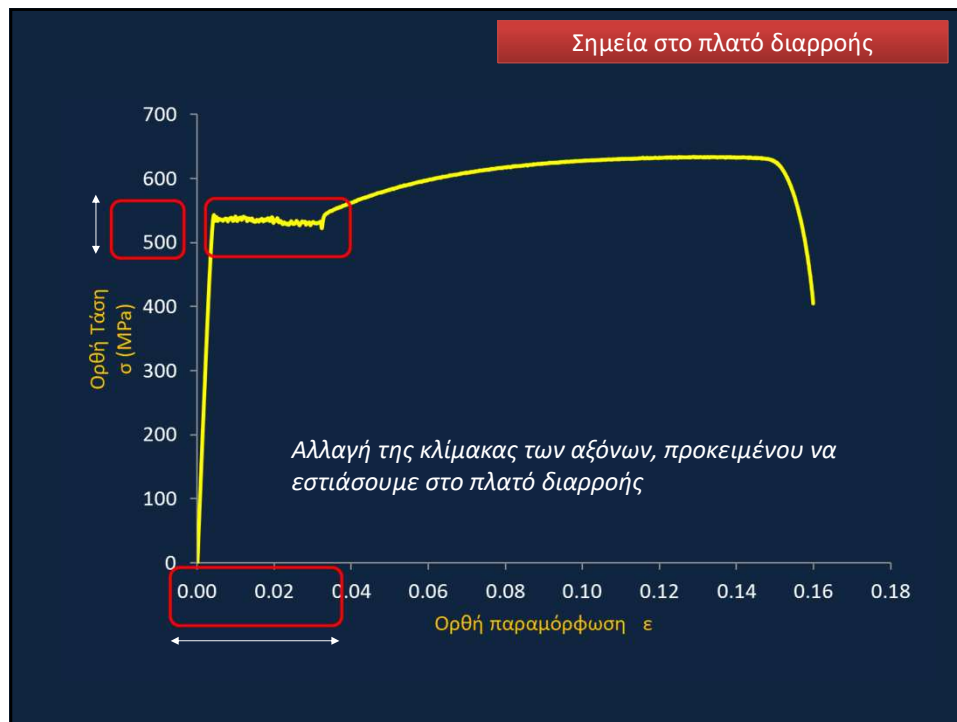
48



49



50



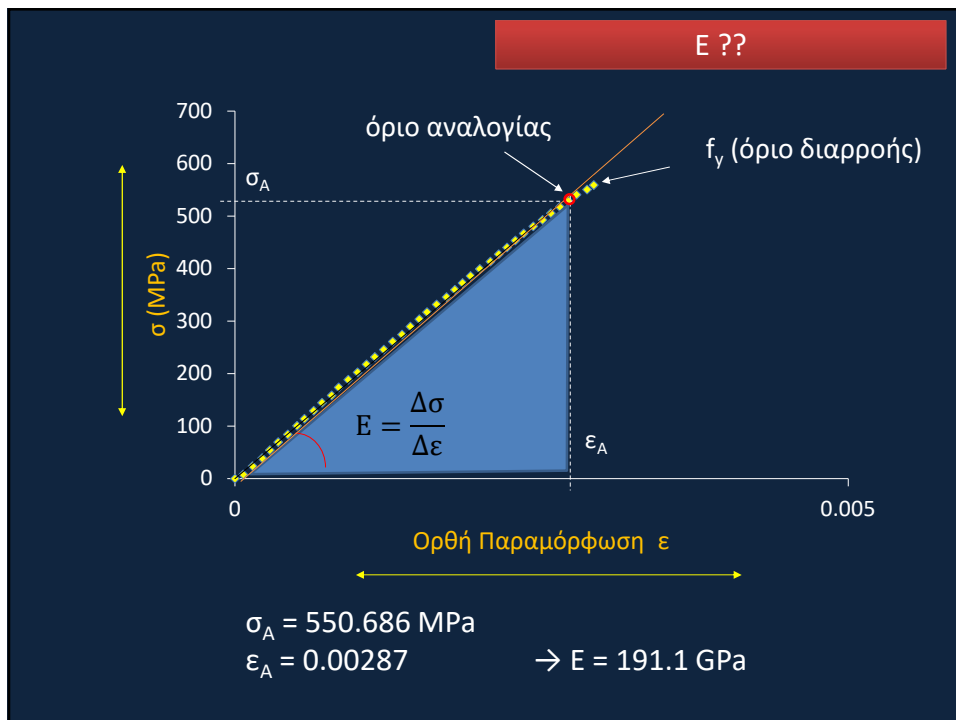
51



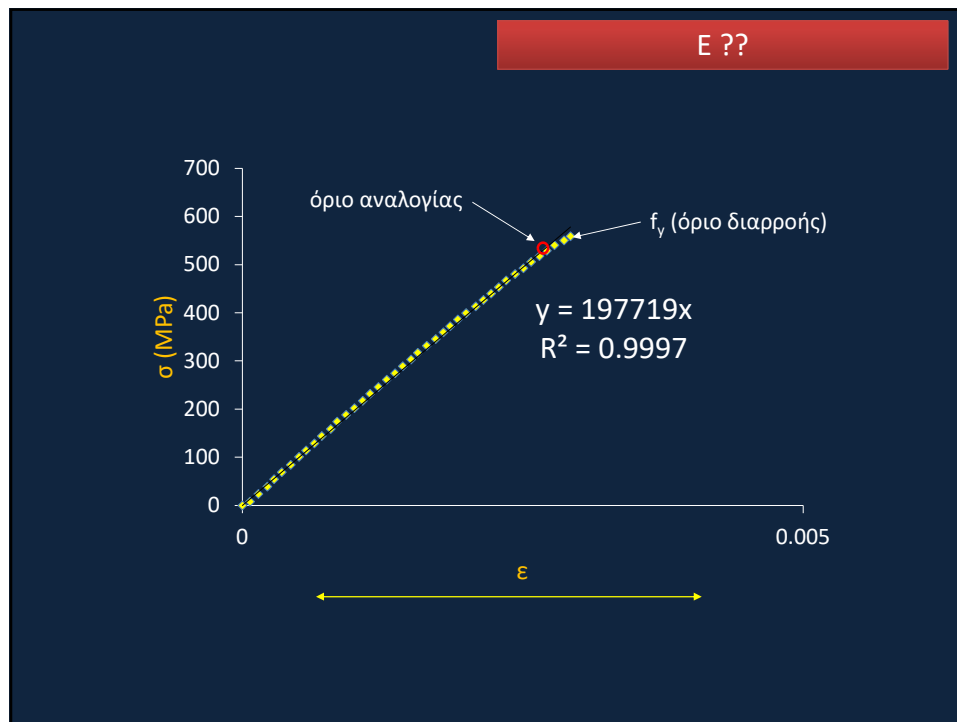
52



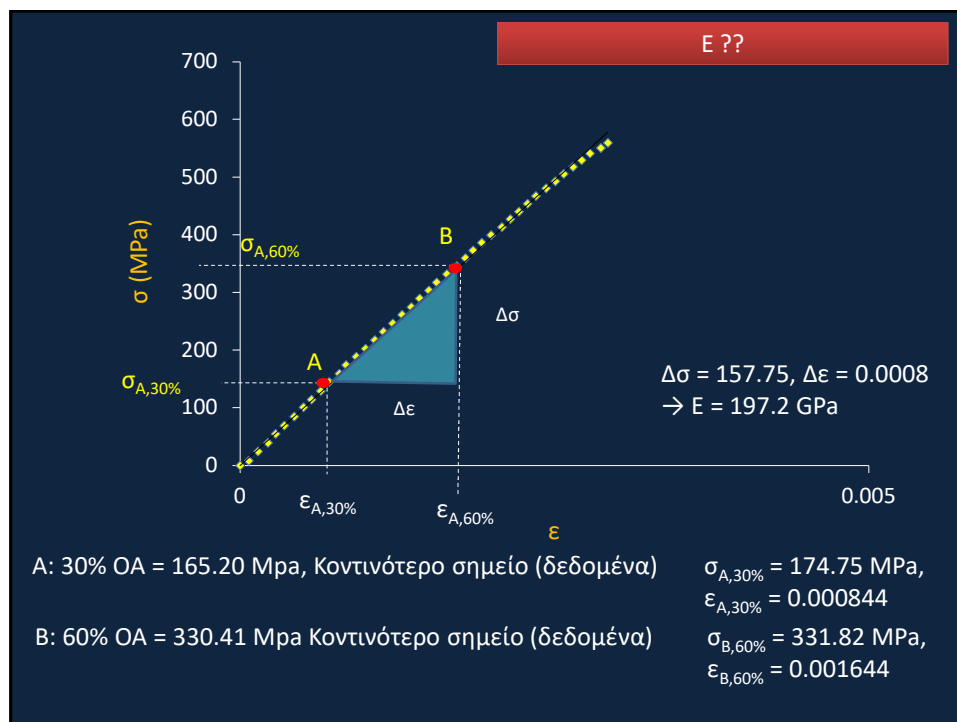
53



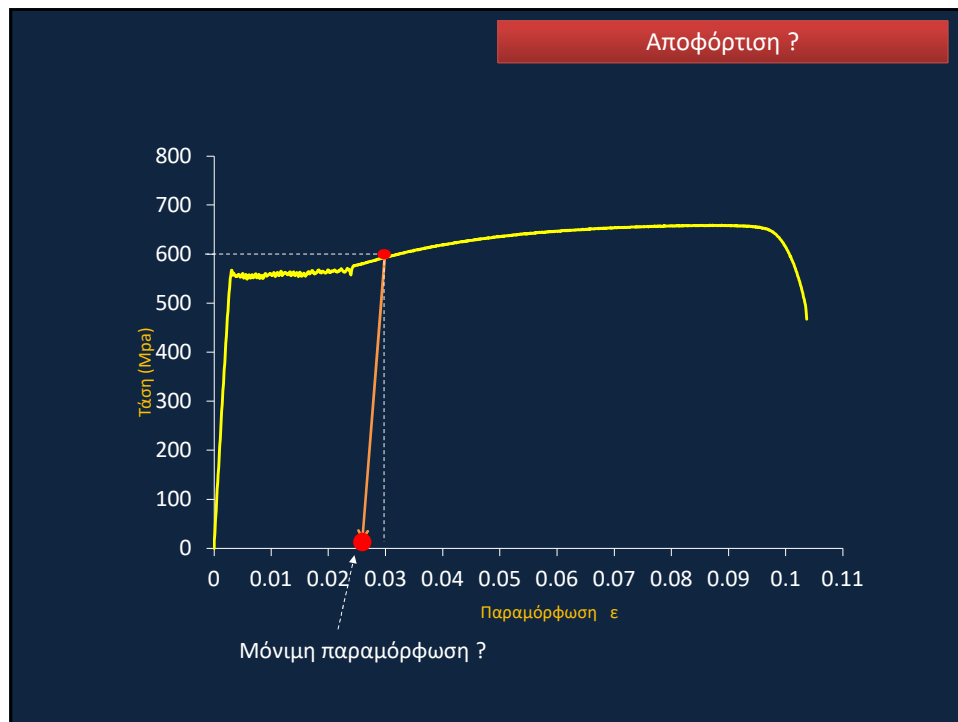
54



55



56



57



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Γνωριμία με το Microsoft Excel

*Εισαγωγή Πειραματικών Αποτελεσμάτων
και Δημιουργία Γραφικών Παραστάσεων*

Δρ. Σωτήρης Δέμης

Πάτρα

Μάρτιος 2025

58



Τρίτη 9:00 – 10:00 & Παρασκευή 11:00 – 13:00
(γραφείο στο χώρο εργαστηρίου)

sdemis@upatras.gr

59

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας

Καλή Αρχή



60