

# Εκπαιδευτικό Σενάριο

## Παρουσιάζοντας τον νόμο του Hooke

### Περιεχόμενα

A: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ .....	2
1.1 Γνωστικό αντικείμενο ή γνωστικά αντικείμενα.....	2
1.2 Τάξη ή τάξεις στις οποίες απευθύνεται .....	2
1.3 Διάρκεια Εφαρμογής Σεναρίου.....	2
B. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	2
1.4 Υλικοτεχνική υποδομή.....	3
1.5 Διδακτικοί στόχοι ή αναμενόμενα αποτελέσματα .....	2
1.6 Ενορχήστρωση της τάξης.....	2
1.7 Τεκμηρίωση του σεναρίου.....	2
Γ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ.....	3
1.8 Πορεία διδασκαλίας.....	4
1.9 Πρόσθετα στοιχεία (προαιρετικά) .....	4
Δ. Φύλλα Εργασίας .....	5
1.10 Φύλλο εργασίας 1.....	5
1.11 Φύλλο εργασίας 2.....	6

# Παρουσιάζοντας τον νόμο του Hooke

## A: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

### 1.1 Γνωστικό αντικείμενο ή γνωστικά αντικείμενα

Μηχανική\_Αντοχή Υλικών, το οποίο είναι κοινής ανάθεσης, στους τομείς ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ και ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.

### 1.2 Τάξη ή τάξεις στις οποίες απευθύνεται

Το σενάριο απευθύνεται σε **μαθητές της Β΄ Λυκείου ΕΠΑΛ** και συνδέεται με το αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος. Ο νόμος του Hooke παρουσιάζεται στο σχολικό εγχειρίδιο [Τεχνική Μηχανική Αντοχή Υλικών](#) (Κεφ. 5, σελ. 97) (Διαθέσιμο στο Ψηφιακό Σχολείο – Βιβλία <http://ebooks.edu.gr/new/books-pdf.php?course=DSEPAL-B117>).

### 1.3 Διάρκεια Εφαρμογής Σεναρίου

**2 διδακτικές ώρες**

## B. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### 1.4 Διδακτικοί στόχοι ή αναμενόμενα αποτελέσματα

Μετά την ολοκλήρωση του σεναρίου οι μαθητές αναμένεται να είναι ικανοί να:

- διατυπώνουν και να εξηγούν το νόμο του Hooke (μέχρι το όριο αναλογίας)
- αναπτύσσουν γραφικές αναπαραστάσεις για να παρουσιάσουν το νόμο του Hooke

### 1.5 Ενορχήστρωση της τάξης

Οι **μαθητές** θα εργαστούν σε **ομάδες των 2-3 ατόμων**. Οι **ρόλοι** των μαθητών μέσα στις ομάδες θα εναλλάσσονται (π.χ. διαφορετικός για κάθε ερώτημα εκπρόσωπος της ομάδας κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην ολομέλεια).

Ο **εκπαιδευτικός** θα έχει το ρόλο του συντονιστή και συμβούλου και θα παρέχει βοήθεια, με τη μορφή σκαλωσιάς (scaffolding), μόνο όταν χρειαστεί να υποστηρίξει και να προσανατολίσει την προσπάθεια των μαθητών, όταν αυτοί έχουν παρεκκλίνει, είτε ως προς τον μαθησιακό στόχο ή/και ως προς την αποτελεσματική συνεργασία, κινητοποιώντας τους για συμμετοχή και αλληλεπίδραση.

### 1.6 Τεκμηρίωση του σεναρίου

Η επιστήμη του μηχανικού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ενσωμάτωση υλικών σε κατασκευές. Τα υλικά ανάλογα με τη θέση ενσωμάτωσης μπορεί να βρίσκονται κάτω από καταπονήσεις όπως ο εφελκυσμός και η θλίψη. Οι καταπονήσεις αυτές προκαλούν παραμορφώσεις στα υλικά, κατά τον άξονα και φορά που ασκούνται (κατά μήκος). Πιο συγκεκριμένα, ο εφελκυσμός προκαλεί αύξηση του μήκους (επιμήκυνση) και η θλίψη μείωση του μήκους (επιβράχυνση). Όταν τα σώματα επανέρχονται πλήρως στην αρχική τους κατάσταση μετά

την αποφόρτιση, η παραμόρφωση είναι παροδική ή ελαστική, ενώ όταν η παραμόρφωση παραμένει μετά την αποφόρτιση τότε είναι μόνιμη ή πλαστική (Τεχνική Μηχανική Αντοχή Υλικών, χ.χ.).

Ο νόμος του Hooke εισάγει τη βασικότερη αρχή επάνω στην οποία θεμελιώθηκε η επιστήμη της αντοχής υλικών. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, η μεταβολή του μήκους ενός σώματος, υπό ορισμένες συνθήκες (μέχρι ένα όριο αναλογίας), είναι ανάλογη του φορτίου και του αρχικού μήκους του υλικού και αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του και του μέτρου ελαστικότητάς του. Η γραφική αναπαράσταση της αναλογικής σχέσης η οποία περιγράφεται στο νόμο του Hooke είναι μια ευθεία, η γεωμετρική κλίση της οποίας απεικονίζει το μέτρο ελαστικότητας του υλικού.

**ΔΥΣΚΟΛΙΑ:** Ο νόμος του Hooke παρουσιάζεται στο σχολικό εγχειρίδιο Τεχνική Μηχανική Αντοχή Υλικών με την αλγεβρική έκφρασή του, η οποία συχνά δεν επιτρέπει την εύκολη «μετάφρασή» του στον φυσικό κόσμο. Έτσι δεν γίνεται αντιληπτή η μεγάλη σημασία του υπόψη νόμου στο χώρο της αντοχής των υλικών. Η ερμηνεία εξωτερικών πολλαπλών αναπαραστάσεων του νόμου του Hooke και η κατανόηση των αλληλοσυνδέσεων τους, μπορούν να συμβάλλουν στην ικανότητα περιγραφής του και στους δυο χώρους, μαθηματικών και φυσικής (Angell et al., 2008). Ως τέτοιες αναπαραστάσεις μπορούν να θεωρηθούν οι εικόνες, τα γραφήματα, οι πίνακες, τα σχέδια, οι προσομοιώσεις, τα μαθηματικά σύμβολα και οι τύποι κλπ., οι οποίες προκαλούν τις αισθήσεις παρουσιάζοντας με πολλαπλούς τρόπους την πληροφορία.

Η εμπλοκή των μαθητών σε μια διαδικασία **συνεργατικής δημιουργίας πολλαπλών αναπαραστάσεων του θέματος το οποίο μελετούν**, αναμένεται να συμβάλλει στην αντίληψή τους και στη μεταγνωστική ικανότητά τους να κατανοούν τον τρόπο αξιοποίησης της δικής τους μάθησης (Arcavi, 2003).

Το παρόν σενάριο εμπλέκει τους μαθητές στη συγκρότηση πολλαπλών αναπαραστάσεων του νόμου του Hooke:

- για την οικοδόμηση γνώσης, με τον **πειραματισμό** και την **κατασκευή γραφημάτων σε λογιστικό φύλλο**, στο πλαίσιο διερευνητικής προσέγγισης του νόμου του Hooke και με τη βοήθεια προσομοίωσης.

### 1.6.1 Προαπαιτούμενες γνώσεις

Αναφορικά με τον νόμο του Hooke, οι μαθητές έχουν ήδη διδαχθεί την ορολογία σχετικά με τις καταπονήσεις, τον εφελκυσμό, τη θλίψη, το εμβαδόν της διατομής του υλικού, το μέτρο ελαστικότητας του υλικού, την επιμήκυνση, την επιβράχυνση, έτσι ώστε να είναι εξασφαλισμένη η κατανόηση της αναπαράστασης στην προσομοίωση την οποία θα χρησιμοποιήσουν (βλ. 1.7 Πορεία της διδασκαλίας). Επίσης θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τη δημιουργία γραφήματος σε λογιστικό φύλλο με βάση πειραματικά δεδομένα, καθώς και με τη διαδικασία αναζήτησης ψηφιακών πόρων (χρήση τελεστών κλπ.).

### 1.6.2 Δομή του σεναρίου

Το σενάριο **οργανώνεται σε δραστηριότητες** που αναλαμβάνουν οι μαθητές προκειμένου να **πειραματιστούν** και να εμβαθύνουν στο νόμο του Hooke.

### 1.6.3 Υλικοτεχνική υποδομή

Για την πραγματοποίηση του σεναρίου απαιτούνται ηλεκτρονικοί υπολογιστές, λογισμικό λογιστικών φύλλων, σύνδεση στο Διαδίκτυο, Φύλλα Εργασίας.

## Γ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

### 1.7 Πορεία διδασκαλίας

Το σενάριο ακολουθεί το **διερευνητικό μοντέλο με πειραματισμό** σύμφωνα με τις παρακάτω πέντε φάσεις.

- 1) **Φάση του προσανατολισμού** (5 min). Δίνονται παραδείγματα φορτίσεων (εφελκυσμού και θλίψης) υλικών στο πλαίσιο της ειδικότητας. Διατυπώνονται, ανά παράδειγμα, υποθέσεις σχετικά με την τάξη μεγέθους των φορτίσεων, την παραμόρφωση (επιμήκυνση ή επιβράχυνση) του υλικού μελέτης και τη σημασία υπολογισμού της στην ασφάλεια των κατασκευών.
- 2) **Εννοιολόγηση και αναγνώριση πρότερης γνώσης** (10 min). Σε συνέχεια της παραπάνω φάσης ανακαλούνται οι πρότερες γνώσεις των μαθητών σχετικά με τις μονάδες μέτρησης των φορτίων, του μέτρου ελαστικότητας των υλικών καθώς και της παραμόρφωσης. Ακολουθώς ο εκπαιδευτικός διευκρινίζει ότι για λόγους εύκολου πειραματισμού το υλικό μελέτης μπορεί να αναπαρασταθεί με ελατήριο και διατυπώνει το παρακάτω ερευνητικό ερώτημα:  
I. Ποια η σχέση της μεταβολής της παραμόρφωσης ενός ελατηρίου με τη μεταβολή της εφαρμοζόμενης δύναμης;
- 3) **Έρευνα** (30 min). Σε αυτή τη φάση οι μαθητές εμπλέκονται σε κατευθυνόμενη διερεύνηση με τη βοήθεια του Φύλλου Εργασίας 1 (Δραστηριότητες 1 και 2). Ειδικότερα, αρχικά επιχειρούν να κάνουν μια υπόθεση προκειμένου να απαντήσουν τα ερευνητικά ερωτήματα. Στη συνέχεια πειραματίζονται με τη βοήθεια προσομοίωσης, συλλέγουν στοιχεία και κατασκευάζουν γραφήματα τα οποία αποτελούν απεικονίσεις του νόμου του Hooke.
- 4) **Ερμηνεία των αποτελεσμάτων** (20 min). Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές ερμηνεύουν τα γραφήματα τα οποία παρήγαγαν στην προηγούμενη φάση προκειμένου να απαντήσουν στο ερευνητικό ερώτημα συμπληρώνοντας το Φύλλο Εργασίας 2 (Δραστηριότητα 1).
- 5) **Συζήτηση** (15 min). Οι μαθητές κάθε ομάδας παρουσιάζουν τα ευρήματά τους στην ολομέλεια της τάξης. Συζητούνται οι ερμηνείες των γραφημάτων, ανταλλάσσονται σχετικές απόψεις και επιλέγονται, με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού (εφόσον χρειάζεται) τα γραφήματα και οι ερμηνείες που αποτελούν ορθή «μετάφραση» του νόμου του Hooke. Επιπλέον, με βάση αυτή τη διαδικασία και επίσης με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, αναστοχάζονται πάνω στις αρχικές τους απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα και διαπιστώνουν πιθανές αλλαγές στον τρόπο σκέψης τους αναφορικά με τον νόμο του Hooke (Φύλλο Εργασίας 2, Δραστηριότητα 2).

### 1.8 Πρόσθετα στοιχεία

Ο νόμος του Hooke βρίσκει εφαρμογές για την επίλυση προβλημάτων σε σύγχρονους επιστημονικούς τομείς (όπως ενδεικτικά μπορεί να αναζητηθεί σε Ανοικτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους (ΑΕΠ) <https://www.merlot.org/merlot/materials.htm?keywords=Hooke%27s+law&sort.property=relevance>).

## Δ. ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετά την ολοκλήρωση των φύλλων εργασίας θα είστε ικανοί:

- να διατυπώνετε και να εξηγείτε το νόμο του Hooke (μέχρι το όριο αναλογίας)
- να αναπτύσσετε γραφικές αναπαραστάσεις για να παρουσιάσετε το νόμο του Hooke

### Φύλλο Εργασίας 1

#### Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>

1) Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- Όταν η εφαρμοσμένη δύναμη εφελκυσμού διπλασιαστεί (μέχρι το όριο αναλογίας) τότε η Επιμήκυνση που θα προκαλέσει στο ίδιο ελατήριο (ίδια Σταθερά ελατηρίου) θα είναι:
  - διπλάσια (δηλαδή ανάλογη)
  - μεγαλύτερη αλλά δεν ξέρουμε πόσο
  - θα μείνει ίδια.
- Η παραπάνω επιλογή:
  - ισχύει και στην περίπτωση που η εφαρμοσμένη δύναμη είναι θλιπτική και η παραμόρφωση Επιβράχυνση
  - δεν ισχύει και στην περίπτωση που η εφαρμοσμένη δύναμη είναι θλιπτική και η παραμόρφωση Επιβράχυνση.

2) Στη συνέχεια πειραματιστείτε στο περιβάλλον προσομοίωσης «Εισαγωγή» του νόμου του Hooke (<https://phet.colorado.edu/en/simulation/hookes-law>) και συμπληρώστε τον παρακάτω Πίνακα 1, με εφαρμοσμένη δύναμη εφελκυσμού αυξανόμενη ανά 20 N και σημειώνοντας την αντίστοιχη Παραμόρφωση του ελατηρίου.

**Πίνακας 1.** Πειραματικά δεδομένα για εφελκυσμό

	Εφαρμοσμένη δύναμη (εφελκυσμός)	Παραμόρφωση ελατηρίου (επιμήκυνση)
Σταθερά ελατηρίου (σημειώστε τη σταθερή τιμή που επιλέγετε)		
.....		

**Πίνακας 2.** Πειραματικά δεδομένα για θλίψη

	Εφαρμοσμένη δύναμη (θλίψη)	Παραμόρφωση ελατηρίου (επιβράχυνση)
Σταθερά ελατηρίου (σημειώστε τη σταθερή τιμή που επιλέγετε)		
.....		

- 3) Σε λογιστικό φύλλο σχηματίστε στο Γράφημα 1 (γράφημα γραμμής) με τα δεδομένα της δεύτερης και τρίτης στήλης του Πίνακα 1.
- 4) Δημιουργήστε με τον ίδιο τρόπο τον Πίνακα 2 και το Γράφημα 2 με εφαρμοσμένη δύναμη θλίψης και αντίστοιχη Επιβράχυνση ως παραμόρφωση του ελατηρίου.

## Φύλλο Εργασίας 2

### Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>

- 1) Μελετήστε και ερμηνεύστε τα δεδομένα των Πινάκων 1-2 και των Γραφημάτων 1- 2 και απαντήστε στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:
  - Ποια η σχέση της μεταβολής της παραμόρφωσης ενός ελατηρίου με τη μεταβολή της εφαρμοζόμενης δύναμης;  
.....  
.....  
.....  
.....

### Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>

- 2) Συζητήστε στην ολομέλεια της τάξης την ερμηνεία των αποτελεσμάτων σας. Μπορείτε να συγκλίνετε στις απαντήσεις του ερευνητικού ερωτήματος σχετικά με το νόμο του Hooke;
- 3) Αναστοχαστείτε σχετικά με το τι μάθατε για το νόμο του Hooke μετά την εμπλοκή σας στο σενάριο αυτό, συγκρίνοντας τις γνώσεις σας με τις απαντήσεις που δώσατε σε ερωτήσεις πριν τον πειραματισμό με την προσομοίωση, στο Φύλλο εργασίας 1 (σημείο 1).