

# Εκπαιδευτική παρέμβαση στην ενότητα «πίεση» στο γυμνάσιο: ιδέες μαθητών και προσομοιώσεις του φωτόδενδρου

Νικολοπούλου Κλεοπάτρα

[klnikolopoulou@ath.forthnet.gr](mailto:klnikolopoulou@ath.forthnet.gr)

Β/θμια Εκπαίδευση & Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

## Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει μια εκπαιδευτική παρέμβαση στην ενότητα «πίεση» στη φυσική της Β' γυμνασίου. Η εκπαιδευτική παρέμβαση έγινε το δεύτερο τρίμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2015-16 και συμμετείχαν δύο τμήματα της Β' γυμνασίου (σύνολο 54 μαθητές) από ένα πειραματικό γυμνάσιο. Η ενότητα «πίεση» διδάχθηκε κατά τη διάρκεια τριών μαθημάτων, συνδυάζοντας χρήση φύλλων εργασίας και προσομοιώσεων του φωτόδενδρου. Οι απαντήσεις των μαθητών στα υποθετικά παραδείγματα ανέδειξαν μερικές από τις ιδέες τους. Στις δραστηριότητες αξιολόγησης οι περισσότεροι από τους μισούς μαθητές έδωσαν μια πλήρη και σωστή απάντηση, ενώ οι περισσότεροι δήλωσαν πολύ ευχαριστημένοι με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας και του λογισμικού. Η εκπαιδευτική παρέμβαση είχε επίδραση στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές, αλλά ορισμένοι μαθητές φαίνεται να εμμένουν στις αρχικές τους ιδέες. Προτείνεται βελτίωση των φύλλων εργασίας και χρήση της προσομοίωσης σε μικρές ομάδες μαθητών. Προτείνεται χρήση της προσομοίωσης σε μικρές ομάδες μαθητών και συνδυασμός της με πειραματικές δραστηριότητες.

**Λέξεις κλειδιά:** Φυσική γυμνασίου, πίεση, φωτόδενδρο

## Εισαγωγή

Οι απόψεις των μαθητών για τα φαινόμενα καταγράφονται κυρίως ως ιδέες των παιδιών ή εναλλακτικές ιδέες (προτιμότερος του όρου παρανοήσεις), ή διαισθητικές ιδέες, ή αναπαραστάσεις. Από τις έρευνες που έγιναν σε διάφορες χώρες προκύπτει ότι τα παιδιά έχουν απόψεις για μια ποικιλία θεμάτων των φυσικών επιστημών, οι αντιλήψεις τους είναι δυνατόν να επηρεαστούν από τη διδασκαλία με τρόπους που δε γνωρίζουμε ή να μείνουν ανεπηρέαστες από αυτή, ενώ είναι δυνατό να παραμένουν και μετά την ενηλικίωσή τους (Driver et al., 1993). Οι αντιλήψεις είναι συχνά διαφορετικές από το επιστημονικό πρότυπο, όπως αυτό παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια: ωστόσο είναι χρήσιμες και λογικές επειδή αποτελούν το σκελετό της ερμηνείας των σχετικών φαινομένων. Οι ιδέες αυτές είναι επαρκείς για τους μαθητές για την ερμηνεία των δεδομένων, και φαίνονται ευλογοφανείς στους ίδιους τους μαθητές (Driver et al., 1999). Οι ιδέες (ή εναλλακτικές ιδέες) των μαθητών μπορεί να αναδειχθούν μέσα από τη διδασκαλία, τα πειράματα, τις υποθετικές περιπτώσεις και τις ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις, για παράδειγμα, βοηθούν τους μαθητές να διευκρινίσουν τις ιδέες τους, να αναδείξουν τις τυχόν αντιφάσεις, και να οδηγηθούν σε ορθότερους συλλογισμούς.

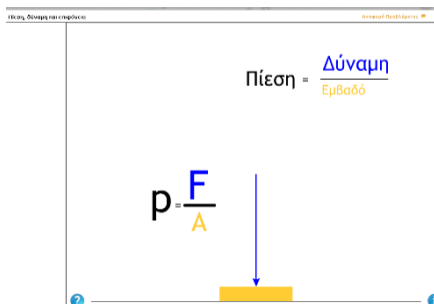
Το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) των Φυσικών Επιστημών (ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, 2003) προτείνει τη χρήση των νέων τεχνολογιών (ή ΤΠΕ) για τη συμπλήρωση του συμβατικού διδακτικού υλικού. Για παράδειγμα, προτείνεται η αξιοποίηση των προσομοιώσεων για τη μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν τα φυσικά φαινόμενα, τα συστήματα συγχρονικής μέτρησης και απεικόνισης με υπολογιστή, καθώς και

η χρήση του διαδικτύου. Σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ, τα νέα εκπαιδευτικά εργαλεία πολλαπλασιάζουν τις δυνατότητες των μαθητών να συγκεντρώνουν, αναλύουν, οπτικοποιούν, μοντελοποιούν και κοινοποιούν δεδομένα ώστε οι μαθητές, με την ενεργό συμμετοχή τους να κατανοούν βασικές αρχές και νόμους της φυσικής και της χημείας. Παράλληλα, τα ερευνητικά δεδομένα έδειξαν ότι η χρήση προσομοιώσεων (και ευρύτερα οι νέες τεχνολογίες) στις φυσικές επιστήμες επέτρεψε σε μαθητές να οπτικοποιήσουν και να κατανοήσουν φυσικά φαινόμενα, να πειραματιστούν και να μάθουν καλύτερα συγκεκριμένες έννοιες (Webb & Cox, 2004; Jimoyiannis & Komis, 2001).

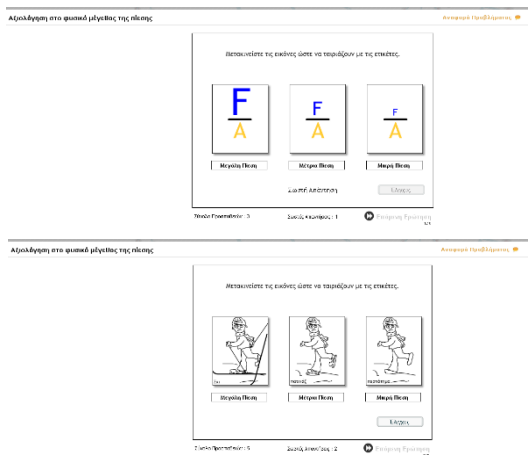
Αναφορικά με την ενότητα «πίεση» στη φυσική, η βιβλιογραφία έδειξε ότι οι μαθητές έχουν κάποιες εναλλακτικές ιδέες (πχ., Κασσέτας, 2015). Παράλληλα, το φωτόδενδρο περιέχει προσομοιώσεις -μαθησιακά αντικείμενα- που μπορούν να ενταχθούν σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την πίεση, καθώς συνάδουν με τους μαθησιακούς στόχους της ενότητας. Με βάση τα παραπάνω, και με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των εμπλεκόμενων εννοιών από τους μαθητές, σχεδιάστηκε μία εκπαιδευτική παρέμβαση. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης στην ενότητα «πίεση» στη φυσική της Β΄ γυμνασίου, συνδυάζοντας χρήση φύλλων εργασίας και προσομοιώσεων του φωτόδενδρου. Ένας επιμέρους στόχος ήταν να αναδειχθούν και οι ιδέες των μαθητών για την πίεση. Αρχικά παρουσιάζονται οι προσομοιώσεις (μαθησιακά αντικείμενα) του φωτόδενδρου για την πίεση και μετά η εκπαιδευτική παρέμβαση. Τα μαθησιακά αντικείμενα αποτέλεσαν το έναυσμα για την κατασκευή συγκεκριμένων δραστηριοτήτων των φύλλων εργασίας που δόθηκαν στους μαθητές.

### **Προσομοιώσεις του φωτόδενδρου για την «πίεση»**

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το πρόγραμμα σπουδών Φυσικής Γυμνασίου αναφέρεται στην εγκόλπωση των ΤΠΕ ως αναπόσπαστου τμήματος της διδασκαλίας της Φυσικής και προτείνει την αξιοποίηση εκπαιδευτικού υλικού σε ηλεκτρονική μορφή (πχ., προσομοιώσεων από τον ιστότοπο του ψηφιακού σχολείου). Το φωτόδενδρο, το οποίο εντάσσεται στο ψηφιακό σχολείο, έχει την προσομοίωση «Πίεση, δύναμη και επιφάνεια» (βλ. Σχήμα 1) (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1643?locale=el>) όπου γίνεται οπτικοποίηση της εξάρτησης της τιμής της πίεσης από το μέτρο της ασκούμενης δύναμης και από το εμβαδόν της επιφάνειας στην οποία ασκείται η δύναμη. Αναφορικά με τη διδακτική αξιοποίησή της, δίνεται η δυνατότητα διερεύνησης (μέσω οπτικοποίησης των παραμέτρων) της σχέσης ορισμού της πίεσης. Επίσης υπάρχει το μαθησιακό αντικείμενο «Αξιολόγηση στο φυσικό μέγεθος της πίεσης», όπου ο χρήστης ζητείται να μετακινήσει και να τοποθετήσει στη σωστή σειρά εικόνες που σχετίζονται με την έννοια της πίεσης (ενδεικτικά βλ. Σχήμα 2). Η διδακτική αξιοποίηση αυτού του αντικειμένου (τύπου εξάσκησης και πρακτικής) είναι η δυνατότητα αξιολόγησης ή/και αυτοαξιολόγησης. Τα λογισμικά κλειστού τύπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επάρκεια είτε για την παροχή εποπτικής διδασκαλίας, είτε για την εμπέδωση γνώσεων και δεξιοτήτων, είτε ακόμα και για την αξιολόγηση των μαθητών (Κόμης, 2010).



Σχήμα 1. Οθόνη από την προσομοίωση «Πίεση, δύναμη και επιφάνεια»



Σχήμα 2. Ενδεικτικές οθόνες φωτόδενδρου από την «Αξιολόγηση στο φυσικό μέγεθος της πίεσης»

## Εκπαιδευτική παρέμβαση στην ενότητα «πίεση» (Φυσική Β' γυμνασίου) - Μεθοδολογία

### Οι διδακτικοί στόχοι

Οι διδακτικοί στόχοι για την ενότητα «πίεση» αναφέρονται αμέσως παρακάτω, και με βάση αυτούς τους στόχους κατασκευάστηκαν τα φύλλα εργασίας - δραστηριοτήτων. Διδακτικοί στόχοι:

- Να αναφέρουν και να χρησιμοποιούν τη σχέση πίεσης - δύναμης (που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια), στην περίπτωση που η επιφάνεια είναι ίδια
- Να αναφέρουν και να χρησιμοποιούν τη σχέση πίεσης - εμβαδού (επιφάνειας), στην περίπτωση που η δύναμη που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια είναι ίδια
- Να διατυπώνουν τον ορισμό της πίεσης - να περιγράψουν και να αναπαριστάνουν με διαφορετικά συμβολικά συστήματα (λεκτικά, μαθηματικά σύμβολα) τη σχέση μεταξύ δύναμης, πίεσης και εμβαδού
- Να διακρίνουν τη διαφορά ανάμεσα στη δύναμη και πίεση

- Να ερμηνεύουν επιστημονικά καθημερινά φαινόμενα/ εφαρμογές (πχ., τα αποτελέσματα αιχμηρών αντικειμένων).

Οι διδακτικοί στόχοι είναι σε συμφωνία με αυτούς που προτείνει το ΔΕΠΠΣ για τη συγκεκριμένη ενότητα και μπορούν να εφαρμοστούν μέσω χρήσης των μαθησιακών αντικειμένων του φωτόδενδρου. Ο τελευταίος στόχος συνδέεται με τους στόχους του πιλοτικού προγράμματος σπουδών Φυσικής Γυμνασίου (Νέο Σχολείο – Σχολείο 21ου αιώνα) που είχε δοθεί στους εκπαιδευτικούς κλάδου ΠΕ04, και ανέφερε τα παραδείγματα των αιχμηρών αντικειμένων από την καθημερινή ζωή. Αναφορικά με την έννοια της πίεσης στα στερεά σώματα, περιγράφονται ορισμένες παραμορφώσεις. Ενώ δηλαδή η δύναμη θεωρείται *αιτία* μιας παραμόρφωσης, σε πολλές περιπτώσεις (όπως οι παραμορφώσεις που προκαλούν τα αιχμηρά αντικείμενα) η πίεση συμπληρώνει τη δύναμη στην περιγραφή: πχ., με το μαχαίρι μπορεί να κοπεί το ψωμί, με τον κατάλληλο χειρισμό –λεπίδα-, ενώ εάν δοκιμαστεί η άλλη κόψη, με την ίδια δύναμη, είναι διαφορετικό το αποτέλεσμα. Σε αιχμηρά εργαλεία (πχ., μαχαίρια, ψαλίδια) εκμεταλλευόμαστε την άσκηση (κατανομή) δύναμης σε όσο το δυνατόν μικρότερη επιφάνεια.

### **Διαδικασία και Δείγμα**

Η εκπαιδευτική παρέμβαση έγινε στην ενότητα «πίεση» στο μάθημα της φυσικής της Β' γυμνασίου, το δεύτερο τρίμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2015-16. Συμμετείχαν 2 τμήματα της Β' γυμνασίου (σύνολο 54 μαθητές) από ένα πειραματικό γυμνάσιο. Η ενότητα «πίεση» (ενότητα 4.1) του σχολικού βιβλίου της φυσικής (Αντωνίου κ.ά., 2015) διδάχθηκε κατά τη διάρκεια τριών μαθημάτων (δηλαδή τριών διδακτικών ωρών, βλ. Πίνακα 1) συνδυάζοντας χρήση φύλλων εργασίας και προσομοιώσεων του φωτόδενδρου. Συγκεκριμένα, στο πρώτο μάθημα, αρχικά δόθηκε στους μαθητές ένα μικρό φύλλο εργασίας με υποθέσεις για πρόκληση ενδιαφέροντος και ανάδειξη των ιδεών των μαθητών (διάρκεια συμπλήρωσης περίπου 10 λεπτά). Κατόπιν συλλέχθηκαν τα φύλλα εργασίας των μαθητών και έγινε συζήτηση με όλη την τάξη (καταιγισμός ιδεών): καταγραφή στον Πίνακα ενδεικτικών απαντήσεων των μαθητών, ενδεικτικών λέξεων-κλειδιών και συζήτηση των απαντήσεων. Η καταγραφή λέξεων (εννοιών) - κλειδιών στον Πίνακα και στο τετράδιο χρησίμευσε για σταθερή αναφορά στις ιδέες των μαθητών στο επόμενο μάθημα. Στόχος ήταν να ενημερωθούν όλοι οι μαθητές για τις ιδέες - απαντήσεις τους, ώστε να οδηγηθούν σιγά-σιγά στο χτίσιμο/ συσχετισμό εννοιών στην ενότητα «πίεση». Τη δεύτερη διδακτική ώρα (μετά από σύντομη συνόπηση και σύνδεση του προηγούμενου μαθήματος και την επιστροφή των φύλλων εργασίας με τις υποθέσεις) έγινε διδασκαλία της ενότητας χρησιμοποιώντας τις προσομοιώσεις του φωτόδενδρου ως συμπληρωματικό μέσο της παραδοσιακής διδασκαλίας. Επειδή στο εργαστήριο των φυσικών επιστημών υπάρχει ένας υπολογιστής, έγινε επίδειξη της προσομοίωσης του φωτόδενδρου «Πίεση, δύναμη και επιφάνεια» (βλ. προηγούμενη ενότητα, Σχήμα 1). Στο τρίτο μάθημα, τα πρώτα 5 λεπτά έγινε χρήση από δύο μαθητές με ταυτόχρονη επίδειξη σε όλη την τάξη του αντικειμένου του φωτόδενδρου «Αξιολόγηση στο φυσικό μέγεθος της πίεσης» (βλ. προηγούμενη ενότητα, Σχήμα 2). Την υπόλοιπη διδακτική ώρα συμπληρώθηκαν από τους μαθητές δύο φύλλα εργασίας - δραστηριοτήτων (ένα για την πίεση γενικά και ένα για την πίεση σε στερεά αντικείμενα). Τέλος, σε επόμενο μάθημα δόθηκε στους μαθητές ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της παρέμβασης για την ενότητα 4.1 «πίεση», το οποίο συμπληρώθηκε ανώνυμα.

**Πίνακας 1. Η εκπαιδευτική παρέμβαση στην ενότητα «πίεση»**

1 <sup>ο</sup> μάθημα	10 λεπτά – συμπλήρωση υποθέσεων σε μικρό φύλλο εργασίας 30 λεπτά - συλλογή φύλλων και συζήτηση με όλη την τάξη
2 <sup>ο</sup> μάθημα	Σύντομη συνόπηση - Διδασκαλία ενότητας με επίδειξη της προσομοίωσης «Πίεση, δύναμη και επιφάνεια»
3 <sup>ο</sup> μάθημα	5 λεπτά - «Αξιολόγηση στο φυσικό μέγεθος της πίεσης» 25 λεπτά - Φύλλο δραστηριοτήτων και αξιολόγησης για την πίεση γενικά 10 λεπτά - Φύλλο δραστηριοτήτων για την πίεση σε στερεά αντικείμενα
Επόμενο μάθημα	Συμπλήρωση ερωτηματολογίου αξιολόγησης (της παρέμβασης)

### Αποτελέσματα εκπαιδευτικής παρέμβασης

#### *Ιδέες / Απαντήσεις των μαθητών στο μικρό φύλλο εργασίας με τις υποθέσεις*

Οι υποθέσεις (Α και Β) στο αρχικό μικρό φύλλο εργασίας και οι ιδέες/ απαντήσεις των μαθητών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Τα αποσιτάσματα των απαντήσεων των μαθητών είναι χρήσιμα γιατί φανερώνουν τις ιδέες των μαθητών πριν από τη διδασκαλία της ενότητας. Από τις απαντήσεις των μαθητών στην υπόθεση Α, προκύπτει ότι οι μαθητές έκαναν αναφορές στην επιφάνεια των παπουτσιών ή των χιονοπέδλων, στην επιφάνεια των παπουτσιών / χιονοπέδλων και το βάρος ανθρώπου, στο βάρος των χιονοπέδλων / αθλητικών, στο υλικό/ σχεδίαση των χιονοπέδλων και στην πίεση. Αναφορικά με την υπόθεση Β, έγιναν αναφορές στο βάρος ή/και τη δύναμη, στη μάζα, στο βάρος / μάζα και στην πίεση, στον όγκο και στην πίεση. Το Σχήμα 3 είναι ένα παράδειγμα απάντησης μαθητή στο αρχικό φύλλο εργασίας με τις υποθέσεις. Σύμφωνα με τον Κασσέτα (2015), οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών είναι ότι η πίεση είναι «κάτι σαν δύναμη και ασκείται στην επιφάνεια κάποιου σώματος προς κάποια κατεύθυνση». Στη γλώσσα της καθημερινής μας ζωής, τα σημανόμενα των εννοιών πίεση και δύναμη είναι σχεδόν ισοδύναμα. Όμως η επιστημονική άποψη λέει ότι η έννοια «πίεση» σχετίζεται με τις έννοιες *πίεση* (και μόνο) και *επιφάνεια*.

**Πίνακας 2. Ιδέες - απαντήσεις των μαθητών στις αρχικές υποθέσεις**

**Α υπόθεση:** Ένας άνθρωπος είναι ακίνητος πάνω σε παχύ στρώμα χιονιού: (ι) φορώντας αθλητικά παπούτσια και (ιι) φορώντας χιονοπέδιλα. Σε ποια περίπτωση νομίζεις θα βουλιάξει περισσότερο και γιατί; Μπορείς να σχεδιάσεις και ένα απλό σχήμα.

#### **Αναφορές στην επιφάνεια των παπουτσιών ή των χιονοπέδλων**

«Ο άνθρωπος φορώντας αθλητικά παπούτσια θα βουλιάξει περισσότερο επειδή τα παπούτσια καταλαμβάνουν μικρότερη επιφάνεια στο χιόνι σε σχέση με τα χιονοπέδιλα»

#### **Αναφορές στην επιφάνεια των παπουτσιών/ χιονοπέδλων και το βάρος ανθρώπου**

«θα βουλιάξει περισσότερο με τα αθλητικά, γιατί τα αθλητικά έχουν μικρότερη επιφάνεια και έτσι δε μοιράζεται το βάρος, ενώ με τα χιονοπέδιλα μοιράζεται το βάρος του ανθρώπου σε μικρότερα μέρη και έτσι ασκείται μικρότερη πίεση στο χιόνι»

#### **Αναφορές στο βάρος των χιονοπέδλων / αθλητικών**

«Ο άνθρωπος που φοράει χιονοπέδιλα διότι έχουν μεγαλύτερο βάρος από τα αθλητικά

παπούτσια», «Ο άνθρωπος με τα αθλητικά γιατί είναι βαρύτερα»

«θα βουλιάξει όταν φορέσει τα χιονοπέδιλα επειδή είναι πιο βαριά και θα ασκηθεί περισσότερη δύναμη στο χιόνι»

**Αναφορές στο υλικό/ σχεδίαση των χιονοπέδλων (ώστε να μη βουλιάζουν)**

«φορώντας παπούτσια (θα βουλιάξει) γιατί τα χιονοπέδιλα είναι ειδικά σχεδιασμένα για να μη βουλιάζουν στο χιόνι»

«με τα αθλητικά, γιατί δεν είναι ειδικά παπούτσια»

«θα βουλιάζουν τα αθλητικά γιατί αφού τα πέδιλα είναι μακριά και δεν υπάρχει μεγάλο βάρος σε όλη την επιφάνειά τους θα κρατήσουν τον άνθρωπο στην επιφάνεια του χιονιού»

**Αναφορές στην πίεση**

«Ο άνθρωπος με τα αθλητικά θα βουλιάξει πιο πολύ, γιατί ασκείται μεγαλύτερη πίεση»

**Β υπόθεση:** 2 άνθρωποι φορούν ακριβώς ίδιο μέγεθος αθλητικά παπούτσια και είναι ακίνητοι στο χιόνι. Ο ένας είναι περισσότερο εύσωμος (80 κιλά) από τον άλλο (55 κιλά).

Νομίζεις ότι θα βουλιάξει κάποιος από τους δύο περισσότερο στο χιόνι και γιατί; Μπορείς να σχεδιάσεις και ένα απλό σχήμα.

**Αναφορές στο βάρος ή/και τη δύναμη**

«Θα βουλιάξει ο εύσωμος περισσότερο γιατί έχει περισσότερο βάρος από τον άλλο»

«Ο πιο εύσωμος, επειδή ασκεί μεγαλύτερη δύναμη στο χιόνι»

«θα βουλιάξει ο πρώτος (εύσωμος) πιο πολύ γιατί ασκεί μεγαλύτερη δύναμη στο έδαφος»

**Αναφορές στη μάζα**

«Θα βουλιάξει αυτός με τη μεγαλύτερη μάζα»

«ο εύσωμος γιατί έχει μεγαλύτερη μάζα από τον άλλον»

**Αναφορές στο βάρος/ μάζα και στην πίεση**

«θα βουλιάξει περισσότερο ο εύσωμος, διότι ασκεί περισσότερη πίεση στο χιόνι λόγω του βάρους του» «αυτός με τα 80 κιλά θα βουλιάξει περισσότερο επειδή έχει μεγαλύτερη μάζα οπότε μεγαλύτερη πίεση» «Ο πιο βαρύς γιατί ασκεί μεγαλύτερη πίεση στο χιόνι»

«Ο πιο εύσωμος γιατί έχει μεγαλύτερο βάρος και η πίεση αυξάνεται»

**Αναφορές στον όγκο**

«Ο εύσωμος θα βουλιάξει επειδή έχει μεγαλύτερο όγκο»

**Αναφορές στην πίεση**

«θα βουλιάξει ο περισσότερο εύσωμος, γιατί ασκεί περισσότερη πίεση απ' ότι ο άλλος»

Εισαγωγικά για την πίεση  
Ένας άνθρωπος είναι ακίνητος πάνω σε παχιά στρώμα χιονιού: (i) φορώντας αθλητικά παπούτσια και (ii) φορώντας χιονοπέδιλα. Σε ποια περίπτωση νομίζεις θα βουλιάξει περισσότερο και γιατί; Μπορείς να σχεδιάσεις και ένα απλό σχήμα.

Θα βουλιάξουν τα αθλητικά διότι αφού τα πέδιλα είναι μακριά και δεν υπάρχει μεγάλο βάρος σε όλη την επιφάνεια τους ασκείται μικρότερο βάρος και αρκεί στον άνθρωπο στην περίπτωση που φορούν ακριβώς ίδιο μέγεθος αθλητικά παπούτσια και είναι ακίνητοι στο χιόνι. Ο ένας είναι περισσότερο εύσωμος (80 κιλά) από τον άλλο (55 κιλά). Νομίζεις ότι θα βουλιάξει κάποιος από τους δύο περισσότερο στο χιόνι και γιατί; Μπορείς να σχεδιάσεις και ένα απλό σχήμα.

Αυτός θα βουλιάξει 80 kg 55 kg

Μπορείς να σχεδιάσεις άλλα παρόμοια παραδείγματα.  
Δύο άνθρωποι 80 kg ο καθένας είναι στο χιόνι και φορούν ίδιο μέγεθος παπούτσια. Ο ένας κρατάει ένα παιδί 15 kg. Ποιος θα βουλιάξει; 80 kg 80 kg

Σχήμα 3. Παράδειγμα απάντησης μαθητή στο αρχικό φύλλο εργασίας με τις υποθέσεις

### Απαντήσεις των μαθητών στο φύλλο δραστηριοτήτων και αξιολόγησης για την πίεση γενικά

Το φύλλο δραστηριοτήτων και αξιολόγησης για την πίεση δόθηκε στους μαθητές στο τρίτο μάθημα (βλ. Πίνακα 1), και οι δραστηριότητες που περιείχε κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τους διδακτικούς στόχους της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Συγκεκριμένα, η πρώτη δραστηριότητα είχε κατασκευαστεί με βάση τον 1<sup>ο</sup> στόχο (να αναφέρουν και να χρησιμοποιούν τη σχέση πίεσης - δύναμης στην περίπτωση που η επιφάνεια είναι ίδια), η δεύτερη δραστηριότητα σύμφωνα με το 2<sup>ο</sup> στόχο (να αναφέρουν και να χρησιμοποιούν τη σχέση πίεσης - εμβαδού, στην περίπτωση που η δύναμη που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια είναι ίδια) και η τρίτη δραστηριότητα με βάση τον 3<sup>ο</sup> στόχο (να διατυπώνουν τον ορισμό της πίεσης - να περιγράφουν και να αναπαριστούν με διαφορετικά συμβολικά συστήματα (λεκτικά, μαθηματικά σύμβολα) τη σχέση μεταξύ δύναμης, πίεσης και εμβαδού). Η αξιολόγηση είχε ερωτήσεις Σ(ωστό) / Λ(άθος), εφαρμογές από την καθημερινή ζωή και εξάσκηση στον τύπο  $p = F/A$ . Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η καταγραφή των απαντήσεων των μαθητών ( $n=54$ ) στο φύλλο δραστηριοτήτων και αξιολόγησης για την πίεση. Από το σύνολο των 54 μαθητών, οι περισσότεροι από τους μισούς έγραψαν μια πλήρη και σωστή απάντηση. Υπήρχαν όμως και ελλείψεις απαντήσεων: για παράδειγμα, στην πρώτη δραστηριότητα 20 μαθητές δεν έκαναν αναφορά στην αναλογία των μεγεθών «πίεση» και «δύναμη», ενώ σε υπο-τμήμα της τρίτης δραστηριότητας υπήρξε σύγχυση της μονάδας Pa με το σύμβολο p για την πίεση. Περίπου ένα τρίτο του δείγματος έδωσε ελλιπή επιστημονική ερμηνεία στις εφαρμογές από την καθημερινή ζωή (εφαρμογές 2α και 2β, βλ. Σχήμα 4). Το Σχήμα 4 είναι ένα παράδειγμα απάντησης μαθητή στο τμήμα του φύλλου εργασίας με ερωτήσεις/ ασκήσεις αξιολόγησης. Το Σχήμα 5 είναι επίσης ένα παράδειγμα απάντησης μαθητή στο φύλλο δραστηριοτήτων για την πίεση.

**Πίνακας 3. Καταγραφή απαντήσεων μαθητών ( $n=54$ ) στο φύλλο δραστηριοτήτων και αξιολόγησης για την πίεση**

	Πλήρης σωστή απάντηση	Ελλιπής απάντηση	Λάθος ή δεν απάντησαν
1η δραστ. - 1 <sup>ος</sup> στόχος (σχέση p, F, με A=σταθ.)	29	20 *	5
2η δραστ. - 2 <sup>ος</sup> στόχος (σχέση p, A, με F=σταθ.)	32	6	16
3η δραστ. - 3 <sup>ος</sup> στόχος (μαθ. τύπος + λεκτικά)	34	12 **	8
3η δραστ.- μονάδα πίεσης Pa	32	2	20 ***
Αξιολ. - Ερωτήσεις Σ / Λ	46	5	3
Αξιολ. 2α (εφαρμογή: ακονισμένο μαχαίρι)	25	17 ^	12
Αξιολ. 2β (εφαρμογή: τζιπ σε άμμο)	29	15 ^	10
Ασκήσεις στον τύπο	35	9	10

\* δεν έγινε αναφορά στην αναλογία των μεγεθών «πίεση» και «δύναμη»

\*\* ελλιπής λεκτική διατύπωση

\*\*\* σύγχυση μονάδας Pa με το σύμβολο p για την πίεση

^ έλλειψη επιστημονικής ερμηνείας και αναφοράς στα σχετικά φυσικά μεγέθη

**Αξιολόγηση**

1. Χαρακτήρισε τις παρακάτω προτάσεις με Σ (Σωστό) ή Λ (Λάθος)

- Όσο μικρότερη είναι η επιφάνεια στην οποία ασκείται μία δύναμη τόσο μικρότερη είναι η πίεση/
- Η μονάδα πίεσης είναι το Ν/

2. μπορείς να εξηγήσεις επιστημονικά τα εξής:

(α) γιατί ένα ακονισμένο μαχαίρι κόβει καλύτερα;

Ενα ακονισμένο μαχαίρι κόβει καλύτερα γιατί έχει μικρή επιφάνεια με αποτέλεσμα να ασκείται μεγαλύτερη δύναμη. ~~Επειδή~~ όμως αν είχαμε μια μεγάλη επιφάνεια θα ασκώσε μικρή πίεση με αποτέλεσμα να κόβει τον νοκιάσο τζιτ με λεπτά ή φαρδιά λάστιχα, και γιατί.

(β) θέλω να διασχίσω τμήμα της ερήμου που έχει πολύ λεπτή άμμο: θα επέλεγα να περπατήσω με τα φαρδιά ή σόστια καθώς έχουμε μεγαλύτερη επιφάνεια, με αποτέλεσμα να ασκείται μικρότερη πίεση και έτσι δεν θα δοκιμάσω.

3. Συμπλήρωσε τον Πίνακα

F (N)	A (m <sup>2</sup> )	P (Pa ή N/m <sup>2</sup> )
10	5	2
40	20	2
100	10	10

Σχήμα 4. Παράδειγμα απάντησης μαθητή στο τμήμα του φύλλου εργασίας με ερωτήσεις/ ασκήσεις αξιολόγησης

Συμπλήρωσε τον Πίνακα

Δύναμη (F)	ίδια		μεγάλη	μικρή
Επιφάνεια (A)	μεγάλη	μικρή	μεγάλη	ίδια
Πίεση (P)	μικρή	μεγάλη	μεγάλη	μικρή
Παραδείγματα	Δύο κίβωτοι με ίδια δύναμη όμως διαφορετικά επιφάνεια.	Μία πέτρα και ένα κομμάτι κίβωτο με ίδια επιφάνεια.		

Δύναμη (F)	ίδια		μεγάλη	μικρή
Επιφάνεια (A)	μεγάλη	μικρή	μεγάλη	ίδια
Πίεση (P)	μικρή	μεγάλη	μεγάλη	μικρή
Παραδείγματα	το πείλο το αλάτι	τα φαρμάκια για κλάμα	τα αλάτι και πατάκι σου στο γλου.	τη χιονοκι δισκ.

Σχήμα 5. Παράδειγμα απάντησης μαθητή

**Απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης**

Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης, το οποίο συμπληρώθηκε ανώνυμα στο τέλος της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Εν γένει, οι μαθητές δήλωσαν ευχαριστημένοι με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας και του λογισμικού για την ενότητα «πίεση» (37 μαθητές συνολικά μαζί στις κατηγορίες «πολύ» και «πέρα πολύ» ευχαριστημένοι).

**Πίνακας 4. Καταγραφή απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης (n=54)**

Πόσο ευχαριστημένοι είστε από:	λίγο	μέτρια	πολύ	πέρα πολύ
Το ενδιαφέρον του μαθήματος που παρακολουθήσατε	8	20	19	7



Την επεξήγηση των δύσκολων σημείων του μαθήματος	13	14	20	7
Την ενθάρρυνση που σας παρείχε ο εκπαιδευτικός κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας	12	13	19	10
Τις ευκαιρίες να συμμετάσχετε στο μάθημα	8	18	16	12
Τη βοήθεια των φύλλων εργασίας και του λογισμικού για την ενότητα	6	11	21	16

Στην ανοιχτή ερώτηση του ερωτηματολογίου αξιολόγησης «τι σε δυσκόλεψε περισσότερο στην ενότητα 'πίεση';», πολλοί μαθητές απάντησαν ότι δεν τους δυσκόλεψε κάτι ιδιαίτερα. Για τις δυσκολίες που συνάντησαν, υπήρξαν 4 αναφορές στα σύμβολα/ τύπους και 5 αναφορές στον ορισμό της πίεσης. Αποσπάσματα από τις απαντήσεις σχετικά με τις δυσκολίες των μαθητών ήταν:

«τα προβλήματα που ήταν για τις μικρές ή μεγάλες επιφάνειες ενός σώματος»

«το να κατανοήσω τα προβλήματα/ παραδείγματα»

«με δυσκόλεψε να καταλάβω τη διαφορά της δύναμης από την πίεση»

«το πώς να κάνω τις πράξεις με τον τύπο»

«αυτό με τις επιφάνειες»

«το πώς βρίσκουμε την πίεση»

Στην ανοιχτή ερώτηση «τι σου άρεσε περισσότερο στην ενότητα 'πίεση';» (του ερωτηματολογίου αξιολόγησης), έγιναν 7 αναφορές στις ασκήσεις (εφαρμογή του τύπου  $p=F/A$ ) και 5 αναφορές στα παραδείγματα/ δραστηριότητες. Αποσπάσματα από τις απαντήσεις σχετικά με το τι άρεσε στους μαθητές ήταν:

«οι ασκήσεις με τους τύπους, όπου μία τιμή πρέπει να τη βρεις εσύ»

«η σχέση της πίεσης με την επιφάνεια»

«ο τύπος  $p=F/A$  και

«μου άρεσε περισσότερο τα αποτελέσματα της πίεσης».

Οι απαντήσεις των μαθητών προτείνεται να ληφθούν υπόψη στη βελτίωση των φύλλων εργασίας - δραστηριοτήτων, καθώς και στη διδασκαλία της ενότητας πίεση (πχ., περισσότερη έμφαση στα σημεία που οι μαθητές συνάντησαν δυσκολίες).

### Συνοπτικά συμπεράσματα της εκπαιδευτικής παρέμβασης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στις δραστηριότητες αξιολόγησης οι περισσότεροι από τους μισούς μαθητές έδωσαν μια πλήρη και σωστή απάντηση, ενώ οι περισσότεροι δήλωσαν πολύ ευχαριστημένοι με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας και του λογισμικού. Η εκπαιδευτική παρέμβαση είχε επίδραση στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές, αλλά ορισμένοι μαθητές φαίνεται να εμμένουν στις αρχικές τους ιδέες. Προτείνεται χρήση της προσομοίωσης σε μικρές ομάδες μαθητών στο εργαστήριο της πληροφορικής, καθώς στο εργαστήριο των φυσικών επιστημών υπάρχει μόνο ένας υπολογιστής. Στους περιορισμούς της παρέμβασης συγκαταλέγονται οι περιορισμένες επιλογές της προσομοίωσης και το μικρό δείγμα των μαθητών. Αν και η προσομοίωση που επιλέχθηκε δεν δίνει πολλές επιλογές, έχει αξία καθότι γίνεται οπτικοποίηση της εξάρτησης της τιμής της πίεσης από το μέτρο της ασκούμενης δύναμης και από το εμβαδόν της επιφάνειας στην οποία ασκείται η δύναμη, και δίνεται η δυνατότητα διερεύνησης της σχέσης ορισμού της πίεσης. Επειδή η χρήση της προσομοίωσης δεν αντικαθιστά το πείραμα, προτείνεται ως συμπληρωματικό μέσο των ομαδικών πειραματικών δραστηριοτήτων. Οι πειραματικές δραστηριότητες μπορεί να βοηθήσουν τους μαθητές (α) στην επαλήθευση ή διάψευση των ιδεών τους, (β) στην εξουκείωσή τους με δραστηριότητες ελέγχου μεταβλητών και (γ) στην ερμηνεία φαινομένων καθημερινής ζωής με βάση την πίεση. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορεί να

διαπιστώσουν τον τρόπο εξάρτησης της πίεσης από την επιφάνεια από μία δραστηριότητα – παιχνίδι της καθημερινότητάς τους: τοποθέτηση ενός γεμάτου μπουκαλιού με μισό λίτρο νερό πάνω σε ένα λεπτό στρώμα υλικού/ πλαστελίνης με επιφάνεια επαφής (ι) τον πάτο του μπουκαλιού και (ιι) το πόμα του μπουκαλιού (και απλά όργανα του εργαστηρίου όπως δυναμόμετρο και χάρακα). Η εκπαιδευτική παρέμβαση με βελτίωση των φύλλων εργασίας – δραστηριοτήτων και χρήση της προσομοίωσης από τους μαθητές σε μικρές ομάδες μπορεί να δημιουργήσει ένα εκπαιδευτικό σενάριο με αξιοποίηση λογισμικού για την ενότητα «πίεση».

## Αναφορές

- Driver R., Guesne E., & Timberghien A. (1993) (Eds) *Οι ιδέες των παιδιών στη Φυσική*. Μετάφραση Κρητικός Θ., Σπηλιωτοπούλου-Παπαντωνίου Β., Σταυρόπουλος Α. Ένωση Ελλήνων Φυσικών. Αθήνα: Τροχαλία.
- Driver R., Squires A., Rushworth P., & Wood-Robinson V. (1999). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών- Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών* Επιμ. Π. Κόκκοτας, Μετ. Μ. Χατζή, Εκδόσεις Τυπωθήτω.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer Simulations in Physics Teaching and Learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Webb, M., & Cox, M. (2004). A Review of Pedagogy Related to Information and Communications Technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 13(3), 235-286.
- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπατσιμπα, Α. (2015). *Φυσική Β' Γυμνασίου*. ΥΠ.Ε.ΠΘ & Π.Ι. ΟΕΔΒ: Αθήνα.
- Κασσέτας, Α. (2015). *Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών: Το λάθος και η Φυσική*. Ανακτήθηκε 9 Δεκεμβρίου 2016, από <http://users.sch.gr/kassetas/0%20000%200%200%20aaAlterIDEAS.htm>
- Κόμης, Β. (2010). Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών στα ΚΣΕ. Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Β' επιπέδου, Τεύχος 2β: Κλάδος ΠΕ60, Α' έκδοση. Πάτρα: Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης, ΕΑΠΥ.
- ΥΠΕΠΘ-ΠΙ (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου 2009 από <http://www.pi-schools.gr/programs/depps>