

# Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών

13<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία  
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

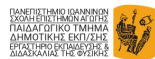
10 - 12 Νοεμβρίου 2023



## Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων Εργασιών

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσος, Γεώργιος Σπύλος, Ελευθερία Τσιούρη, Έλλη Γκαλιτέμη, Κωνσταντίνος Γεωργόπουλος, Λεωνίδας Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου, Κωνσταντίνος Τσουμάνης, Γεωργία Βακάρου



Ιωάννινα  
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Αξιολόγηση των μαθητών στο Λύκειο στη Φυσική με εργαστηριακή αναφορά. Μία περίπτωση εφαρμογής

Σεραφείμ Τσούκος, Παναγιώτης Λάζος, Αλέξανδρος Κατέρης, Παύλος Τζαμαλής, Αθανάσιος Βελέντζας

doi: [10.12681/codiste.5414](https://doi.org/10.12681/codiste.5414)

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΛΥΚΕΙΟ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΜΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ. ΜΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Σεραφεΐμ Τσούκος<sup>1</sup>, Παναγιώτης Λάζος<sup>2</sup>, Αλέξανδρος Κατέρης<sup>3</sup>, Παύλος Τζαμαλής<sup>4</sup>,  
Αθανάσιος Βελέντζας<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Καθηγήτης Φυσικής, <sup>2</sup>Πρότυπο Γυμνάσιο Αθηνών, <sup>3</sup>Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλιούπολης, Π.Τ.Δ.Ε.,  
Ε.Κ.ΠΑ., <sup>4</sup>Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ04 Ανατολικής Αττικής, <sup>5</sup>Ε.ΔΙ.Π., Εργαστήριο Φυσικής, Τμήμα  
Βιοτεχνολογίας Γ.Π.Α., <sup>5</sup>Ε.ΔΙ.Π., Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., Ε.Μ.Π.

[ptzamalis@aua.gr](mailto:ptzamalis@aua.gr)

*Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια περίπτωση εφαρμογής της αξιολόγησης των μαθητών με εργαστηριακή αναφορά, όπως προβλέπεται από το νέο Πρόγραμμα Σπουδών της Φυσικής του Λυκείου. Οι εργαστηριακές αναφορές πραγματοποιήθηκαν από μαθητές της Β' Λυκείου στο μάθημα της Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών κατά το πρώτο τετράμηνο του σχολικού έτους 2022-2023. Στην εφαρμογή συμμετείχαν 40 μαθητές ενός Προτύπου Λυκείου των Αθηνών και το θέμα της ήταν η διερεύνηση της απώλειας ενέργειας μεταξύ διαδοχικών αναπηδήσεων μιας μπάλας του μπάσκετ. Οι μαθητές για να μετρήσουν τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των διαδοχικών κρούσεων της μπάλας με το δάπεδο χρησιμοποίησαν την ελεύθερη εφαρμογή rhyphox την οποία είχαν προεγκατεστημένη σε μία έξυπνη κινητή συσκευή (ΕΚΣ).*

*Λέξεις κλειδιά:* Εργαστήριο Φυσικής, Εργαστηριακή αναφορά, Έξυπνη Κινητή Συσκευή

## ASSESSMENT OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN PHYSICS WITH A LABORATORY REPORT. A CASE STUDY

Serafeim Tsoukos<sup>1</sup>, Panagiotis Lazos<sup>2</sup>, Alexandros Kateris<sup>3</sup>, Pavlos Tzamalis<sup>4</sup>, Athanasios  
Velentzas<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Physics Teacher, <sup>2</sup>nd Experimental Junior High School of Athens, <sup>2</sup>4<sup>th</sup> Laboratory Center of Natural  
Sciences of Athens, Department of Pedagogy and Primary Education at the National & Kapodistrian  
University of Athens, <sup>3</sup>Consultant of Education in Natural Sciences in the prefecture of East Attiki <sup>4</sup>Physics  
Laboratory, Biotechnology Department Agricultural University of Athens, <sup>5</sup>Physics Department, National  
Technical University of Athens

[ptzamalis@aua.gr](mailto:ptzamalis@aua.gr)

*This paper presents the application of the assessment of students with a laboratory report as demanded by the new Lyceum Physics Curriculum. The laboratory reports were carried out by students of the second grade of Lyceum in the subject of the Physics Higher Level, during the first term of the 2022-2023 school year. The application involved 40 students of a Model Lyceum of Athens and its topic was the investigation of energy loss between successive bounces of a basketball. To measure the time intervals between successive impacts of the ball with the floor, the students used the free application rhyphox which they had pre-installed on a smart mobile device.*

*Key words:* Physics Lab, Lab Report, Smart Mobile Device

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) που θα εφαρμοστούν στην Ελλάδα τα επόμενα χρόνια προτείνονται αλλαγές που να ενσωματώνουν τον υποχρεωτικό πειραματισμό τόσο στη διδασκαλία όσο και στην αξιολόγηση των μαθητών. Ειδικότερα στο Λύκειο, στο ΠΣ της Φυσικής (ΦΕΚ 5381/Β/19-11-2021) προβλέπεται υποχρεωτικός πειραματισμός και αξιολόγηση των μαθητών με εργαστηριακή αναφορά. Από τους πιο καινοτόμους τρόπους αξιοποίησης της επιστημονικής γραφής θεωρείται η αναπαραγωγή εκ μέρους των μαθητών εκθέσεων που να είναι παρόμοιες με αυτές των επιστημονικών περιοδικών (Staer, et al. 1998). Εκπονώντας τέτοιες αναφορές εισάγονται σε διαδικασίες της “τυπικής” επιστήμης. Για να παραχθούν οι αναφορές αυτές, οι μαθητές χρειάζονται σαφείς οδηγίες σχετικά με τα κριτήρια που αξιολογούνται αλλά και το επίπεδο της παρουσιάσής τους. Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην εποχή μας προωθεί την ανάπτυξη μεθόδων βασισμένων στη διερεύνηση με την ταυτόχρονη εξοικείωση των μαθητών σε επιστημονικές πρακτικές. Για να πετύχει τους στόχους της μία έρευνα των μαθητών, θα πρέπει τόσο στο επίπεδο των ιδεών όσο και σε αυτό του χειρισμού των υλικών να είναι διαχειρίσιμη από αυτούς (Χαλκιά, 2012). Σε αυτή την κατεύθυνση πολύτιμα εργαλεία αποτελούν οι Έξυπνες Κινητές Συσκευές (ΕΚΣ) εξοπλισμένες με ελεύθερες εφαρμογές (free apps) καθώς και τα απλά υλικά καθημερινής χρήσης. Ειδικότερα οι ΕΚΣ διαθέτουν αισθητήρες που μέσω ελεύθερων εφαρμογών παρέχουν την δυνατότητα λήψης μετρήσεων, επεξεργασίας, αποθήκευσης και διαμοιρασμού (Kateris et al., 2020, Tsoukos et al., 2021). Οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με τις ΕΚΣ και όπως δείχνει η έρευνα (Tzamalis et al. 2021), είναι σε θέση να τις χρησιμοποιούν με σχετική ευχέρεια προκειμένου να εκτελούν μετρήσεις, να τις αποθηκεύουν και να τις αποστέλλουν στους εκπαιδευτικούς ή στους συμμαθητές τους. Η παρούσα πρόταση περιγράφει μία διερευνητική δραστηριότητα κατά την οποία οι μαθητές πειραματίστηκαν με χρήση ΕΚΣ και την αξιολόγηση των εργαστηριακών αναφορών που εκπόνησαν. Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας ήταν (i) το κατά πόσο οι ομάδες των μαθητών ολοκλήρωσαν την λήψη των μετρήσεων, και (ii) κατά πόσο οι μαθητές, ατομικά, επεξεργάστηκαν τις μετρήσεις και οδηγήθηκαν σε συμπεράσματα.

## Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στην εφαρμογή συμμετείχαν σαράντα μαθητές από δύο τμήματα Φυσικής Θετικού Προσανατολισμού της Β΄ Λυκείου ενός Προτύπου Λυκείου των Αθηνών. Κατά το στάδιο του πειραματισμού στο οποίο λήφθηκαν οι μετρήσεις οι μαθητές εργάστηκαν σε δεκατέσσερις ομάδες συμπληρώνοντας φύλλο εργασίας. Στη συνέχεια, οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά, λαμβάνοντας οδηγίες από τον εκπαιδευτικό σε θέματα σχετικά με τη δομή της εργασίας αλλά και την επεξεργασία των μετρήσεων. Η ατομική εργασία οδήγησε σε εκπόνηση και κατάθεση εργαστηριακής αναφοράς λίγο πριν την ολοκλήρωση του πρώτου τετραμήνου (Ιανουάριος 2023).

Το θέμα του πειραματισμού ήταν η διερεύνηση της απώλειας ενέργειας μεταξύ διαδοχικών αναπηδήσεων μιας μπάλας του μπάσκετ και πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις αρχές της καθοδηγούμενης διερεύνησης. Συγκεκριμένα, δόθηκε στους μαθητές το πρόβλημα, στο οποίο δεν γνώριζαν την απάντηση, τα υλικά και αφέθηκε ανοιχτό το μέρος της διαδικασίας που θα τους οδηγούσε στο συμπέρασμα ότι το ποσοστό απώλειας μηχανικής ενέργειας είναι σταθερό. Τα υλικά ήταν μία μπάλα μπάσκετ, μία μετροταινία όπου οι μαθητές χρησιμοποιούσαν για τη μέτρηση του ύψους από το οποίο άφηναν την μπάλα να πέσει και ένας ζυγός με τον οποίο μετρούσαν τη μάζα της μπάλας. Οι μαθητές άφηναν από καθορισμένο ύψος την μπάλα του μπάσκετ να αναπηδήσει πάνω στο δάπεδο της αίθουσας διδασκαλίας και χρησιμοποιώντας μία έξυπνη κινητή συσκευή (ΕΚΣ) με εγκατεστημένη την ελεύθερη εφαρμογή rhyrbox κατέγραφαν τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των διαδοχικών κρούσεων της μπάλας με το δάπεδο.

Κατά τη φάση της επεξεργασίας ζητήθηκε από τους μαθητές να διερευνήσουν: α) αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της μείωσης μηχανικής ενέργειας από κρούση σε κρούση, β) αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των ποσοστών μείωσης της μηχανικής ενέργειας από κρούση σε κρούση και γ) αν οι σχέσεις στις οποίες καταλήξαν εξαρτώνται από το αρχικό ύψος που αφέθηκε η μπάλα. Η αξιολόγηση της εργαστηριακής

διαδικασία της ομάδας έγινε με βάση τη συμμόρφωση με τις οδηγίες, τη χρήση υλικών, το χειρισμό της ΕΚΣ και τη συνεργατικότητα, όπως προβλέπεται στο ΠΣ. Η ατομική αξιολόγηση της συγγραφής έγινε με βάση την επεξεργασία των μετρήσεων, τα ευρήματα που προέκυψαν από την επεξεργασία και τα τελικά συμπεράσματα.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Από τους 40 μαθητές παρέδωσαν αναφορά οι 35. Από τα ευρήματα της εφαρμογής εξάγονται τα παρακάτω αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά:

*1. Αξιολόγηση της διαδικασίας του πειραματισμού:* Οι ομάδες πραγματοποίησαν διαδοχικά το πείραμα σε ξεχωριστή αίθουσα όπου επικρατούσε ησυχία. Τη διαδικασία παρατηρούσαν και κατέγραφαν παρατηρήσεις δύο ερευνητές. Οι μαθητές: α) Ακολούθησαν τις οδηγίες επακριβώς και ζήτησαν βοήθεια όποτε χρειάστηκε, β) Ήταν προσεκτικοί στη χρήση της ΕΚΣ και των υλικών, χρησιμοποίησαν σωστά την εφαρμογή κατά τις μετρήσεις, γ) Μοιράστηκαν τις εργασίες και τις αρμοδιότητες, συζήτησαν και πήραν αποφάσεις συλλογικά. Για την αξιολόγηση της εργαστηριακής αναφοράς, όσον αφορά την ομαδική εργασία μεταξύ των χαρακτηρισμών που προτείνει η ρουμπρίκα αξιολόγησης: ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ, ΜΕΤΡΙΑ, ΕΠΑΡΚΗΣ, ΠΛΗΡΗΣ όλες οι ομάδες αξιολογήθηκαν με τον χαρακτηρισμό ΠΛΗΡΗΣ.

*2. Αξιολόγηση της επεξεργασίας των μετρήσεων:* Ελέγχθηκαν οι μαθηματικές σχέσεις στις οποίες κατέληξαν και τις οποίες χρησιμοποίησαν οι μαθητές για να υπολογίσουν τα ζητούμενα μεγέθη (μέγιστο ύψος, απώλεια μηχανικής ενέργειας και ποσοστό απώλειας της μηχανικής ενέργειας της μπάλας μεταξύ διαδοχικών κρούσεων). Οι 25 από τους 35 μαθητές (71%) απέδειξαν σωστά τις απαιτούμενες σχέσεις ενώ περίπου το 14% από αυτούς κατέγραψε τις σωστές σχέσεις χωρίς απόδειξη.

*3. Αξιολόγηση των ευρημάτων που προέρχονται από την επεξεργασία των μετρήσεων:* Έγινε έλεγχος των υπολογισμών των μαθητών για το μέγιστο ύψος, την απώλεια μηχανικής ενέργειας και το ποσοστό απώλειας της μηχανικής ενέργειας της μπάλας μεταξύ διαδοχικών κρούσεων. Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν οι ατομικές εργαστηριακές αναφορές με έλεγχο α) των τιμών που υπολόγισαν οι μαθητές για τα προαναφερθέντα μεγέθη και β) του τρόπου καταγραφής των τιμών αυτών (στρογγυλοποίηση και αριθμός δεκαδικών ψηφίων). Ως προς το πρώτο κριτήριο διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές έκαναν σωστούς υπολογισμούς σε ποσοστό που κυμαίνεται από 60% έως 91% για τα ζητούμενα μεγέθη. Ως προς το δεύτερο κριτήριο παρατηρήθηκε ότι σχεδόν 50% των μαθητών κατέγραφε τις τιμές των ζητούμενων μεγεθών σωστά στρογγυλοποιημένες με την απαιτούμενη ακρίβεια. Το μέσο ποσοστό των μαθητών που κατέγραφε τις τιμές χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο από το σωστό αριθμό δεκαδικών ψηφίων ήταν 35%, ενώ το υπόλοιπο 15% των μαθητών στρογγυλοποιούσε σε λιγότερα δεκαδικά ψηφία.

*4. Αξιολόγηση στην απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων που αποτελούν τα συμπεράσματα των μαθητών:* Στο ερευνητικό ερώτημα για την εξέλιξη της απώλειας της μηχανικής ενέργειας της μπάλας από κρούση σε κρούση οι μαθητές απάντησαν σωστά σε ποσοστό 77% ότι συνεχώς μειώνεται, ενώ το 11,5% των μαθητών απαντάει ότι υπάρχει αυξομείωση. Το υπόλοιπο 11,5% των μαθητών δεν απάντησε ή απάντησε για την μηχανική ενέργεια της μπάλας και όχι για την απώλειά της. Στο ερευνητικό ερώτημα για την εξέλιξη του ποσοστού μείωσης της μηχανικής ενέργειας της μπάλας από κρούση σε κρούση οι μαθητές απάντησαν σε ποσοστό 43% ότι παραμένει σταθερό και αποδίδουν μικρές διαφορές σε πειραματικά σφάλματα. Το 37% των μαθητών, αδυνατώντας προφανώς να εκτιμήσει τη στατιστικά μη σημαντική διαφορά μεταξύ των ποσοστών μείωσης της μηχανικής ενέργειας, απάντησε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους. Το 11,5% μαθητών δεν απάντησε στο ερώτημα, ενώ οι υπόλοιποι μαθητές έδωσαν απάντηση που δεν προκύπτει από τα πειραματικά τους ευρήματα. Στο τελευταίο ερευνητικό ερώτημα για την συσχέτιση των απαντήσεων στα προηγούμενα ερωτήματα με το αρχικό ύψος από το οποίο αφέθηκε η μπάλα, το 54% των μαθητών απάντησε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση ενώ το 26% απάντησε ότι οι απαντήσεις εξαρτώνται από το αρχικό ύψος. Το υπόλοιπο 20% δεν απάντησε. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές δεν επανέλαβαν το πείραμα από διαφορετικά αρχικά ύψη αλλά έπρεπε να απαντήσουν το συγκεκριμένο ερώτημα παρατηρώντας ότι το ανώτατο ύψος μετά από κάθε κρούση μπορεί να θεωρηθεί ως αρχικό ύψος για τη συνέχεια του φαινομένου.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο υποχρεωτικός πειραματισμός και η αξιολόγηση των μαθητών με εργαστηριακή αναφορά, θεωρούνται καινοτόμα στοιχεία στο νέο ΠΣ Φυσικής Λυκείου. Η ενσωμάτωση του υποχρεωτικού πειραματισμού στην εκπαιδευτική/διδασκτική διαδικασία απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό και συστηματική παρακολούθηση από τον εκπαιδευτικό. Στο παράδειγμα της εφαρμογής που περιγράφει η παρούσα έρευνα, ο σχεδιασμός έγινε έτσι ώστε οι μαθητές να διερευνήσουν ένα πρόβλημα στο οποίο δεν γνωρίζουν την απάντηση και η φάση της εργασίας σε ομάδες για τη λήψη των μετρήσεων να διαρκέσει μία διδακτική ώρα. Η χρήση της ΕΚΣ έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην γρήγορη και υψηλής ακρίβειας λήψη μετρήσεων χρόνου. Δυσκολίες παρουσιάστηκαν στη στρογγυλοποίηση των τιμών, στην απόδειξη σχέσεων και σε πλήρη απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων οι οποίες αποδίδονται στο ότι οι μαθητές έγραφαν εργαστηριακή αναφορά για πρώτη φορά αλλά και σε πιθανές εννοιολογικές παρανοήσεις.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκης.
- Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S., Tzamalis, P. & Velentzas, A. (2020). Possible Technical Problems Encountered by the Teachers in the Incorporation of Mobile Phone Sensors in the Physics Lab. *European Journal of Physics Education, 11*(2), 5-23.
- Staer, H., Goodrum, D., & Hackling, M. (1998). High School Laboratory Work in Western Australia: Openness to Inquiry. *Research in science education, 28*(2), 219-228. Doi: 10.1007/BF02462906.
- Tsoukos, S., Lazos, P., Tzamalis, P., Kateris, A., & Velentzas, A. (2021). How Effectively Can Students' Personal Smartphones be Used as Tools in Physics Labs? *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*. 15(14), 55-71. Doi: 10.3991/ijim.v15i14.22375.
- Tzamalis, P., Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S., & Velentzas, A. (2021). An educational proposal for students' experimentation in a distance learning environment. *Physics Education, 56*(6), 065010. Doi: 10.1088/1361-6552/ac1c49.