ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

**Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση**

Τόμ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

# Η Συμβολή Διαβαθμισμένων Δραστηριοτήτων στην Επίδοση των Μαθητών του Λυκείου για τις Ευθύγραμμες Κινήσεις

*Βασίλειος Σάββας, Μιχαήλ Σκουμιός*

doi: 10.12681/cetpe.9419

**Βιβλιογραφική αναφορά:**

Σάββας Β., & Σκουμιός Μ. (2026). Η Συμβολή Διαβαθμισμένων Δραστηριοτήτων στην Επίδοση των Μαθητών του Λυκείου για τις Ευθύγραμμες Κινήσεις. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 709–718. https://doi.org/10.12681/cetpe.9419

# Η Συμβολή Διαβαθμισμένων Δραστηριοτήτων στην Επίδοση των Μαθητών του Λυκείου για τις Ευθύγραμμες Κινήσεις

**Βασίλειος Σάββας[1], Μιχαήλ Σκουμιός[2]**
vassilisavvas@gmail.com, skoumios@rhodes.aegean.gr
[1]Γυμνάσιο και Λυκειακές τάξεις Γενναδίου Ρόδου
[2]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

## Περίληψη

Η έρευνα που εστιάζεται στην αντιμετώπιση της διαφορετικότητας των μαθητών στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών είναι περιορισμένη. Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης δύο διδακτικών παρεμβάσεων για τις ευθύγραμμες κινήσεις, που και οι δύο βασίζονται στην διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" αξιοποιώντας το ίδιο περιβάλλον προσομοίωσης, αλλά παρέχουν διαφορετικές μαθησιακές υποστηρίξεις (διαβαθμισμένες δραστηριότητες, ίδιες δραστηριότητες), στην επίδοση των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου. Στην εργασία αυτή αξιοποιήθηκε η οιονεί πειραματική έρευνα και το δείγμα της αποτέλεσαν 60 μαθητές της Α΄ Λυκείου. Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό που βασίστηκε στην διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" αξιοποιώντας το ίδιο περιβάλλον προσομοίωσης, σε δύο εκδοχές. Στην πρώτη εκδοχή (για την πειραματική ομάδα) υπήρχαν διαβαθμισμένες δραστηριότητες. Στην δεύτερη εκδοχή (για την ομάδα ελέγχου) υπήρχαν ίδιες δραστηριότητες για όλους τους μαθητές. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών σε ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις. Προέκυψε ότι μέσω της παρέμβασης με διαβαθμισμένες δραστηριότητες βελτιώθηκε περισσότερο η επίδοση των μαθητών.

**Λέξεις κλειδιά:** διαβαθμισμένες δραστηριότητες, διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, ευθύγραμμες κινήσεις, περιβάλλον προσομοίωσης

## Εισαγωγή

Η εργασία υπάγεται στο σώμα των ερευνών που εστιάζονται στη διδακτική αντιμετώπιση της διαφορετικότητας των μαθητών στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Επιδιώκει να εξετάζει την επίδραση διαφορετικών διδακτικών παρεμβάσεων για τις ευθύγραμμες κινήσεις που αξιοποιούν προσομοιώσεις, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών.

Επιλέχθηκε η εννοιολογική περιοχή των ευθύγραμμων κινήσεων γιατί αυτή σχετίζεται με την καθημερινή ζωή των μαθητών και περιλαμβάνεται στα αναλυτικά προγράμματα όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης. Επιπρόσθετα, σειρά εμπειρικών δεδομένων καταδεικνύει ότι οι μαθητές έχουν και χρησιμοποιούν αντιλήψεις για τις ευθύγραμμες κινήσεις που συνήθως διαφέρουν από τη σχολική γνώση (Capriconia & Mufit, 2022).

Ειδικότερα, η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη διερεύνηση της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων για τις ευθύγραμμες κινήσεις που εδράζονται στην προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" αξιοποιώντας ένα περιβάλλον προσομοίωσης και που παρέχουν διαφορετικές μαθησιακές υποστηρίξεις στους μαθητές, στην επίδοση των μαθητών.

## Θεωρητικό πλαίσιο

### *Η διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών"*

Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ, έχει υποστηρίξει ότι η κατανόηση της γνώσης από τους μαθητές επέρχεται μέσω της εμπλοκής τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (Φ. Ε.) και της Μηχανικής (NRC, 2012). Ο όρος "πρακτικές των Φ. Ε. και της Μηχανικής" προσδιορίζει τις κύριες πρακτικές των επιστημόνων για την κατασκευή μοντέλων και θεωριών και των μηχανικών για τον σχεδιασμό και την κατασκευή συστημάτων (NGSS Lead States, 2013).

Οι πρακτικές που επιδιώκεται να εμπλέκονται οι μαθητές κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι: υποβολή ερωτημάτων και καθορισμός προβλημάτων, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, χρήση Μαθηματικής και Υπολογιστικής σκέψης, συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων, εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία και απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών (NRC, 2012).

Επιδιώκεται λοιπόν κατά τη διδασκαλία οι μαθητές να εμπλέκονται ενεργά με τη χρήση των παραπάνω πρακτικών ώστε να κατανοήσουν τις ιδέες και τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών (προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών") (Schwarz et al., 2017).

### *Η διδασκαλία με χρήση διαβαθμισμένων δραστηριοτήτων*

Στα βασικά μειονεκτήματα των διδασκαλιών που τις περισσότερες φορές υλοποιούνται στο σχολικό πλαίσιο, είναι η προσαρμογή και η επικέντρωσή τους στο επίπεδο του "μέσου" μαθητή, θεωρώντας ότι με αυτό τον τρόπο θα είναι αποτελεσματικές οι διδασκαλίες για όλους τους μαθητές (Tomlinson, 2005). Όμως, αυτού του τύπου οι διδασκαλίες δεν είναι αποτελεσματικές για ένα μεγάλο αριθμό μαθητών (και συγκεκριμένα, για τους μαθητές υψηλών ή χαμηλών ικανοτήτων) (Lynch & Baker, 2005).

Με στόχο τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών, έχει προταθεί η αξιοποίηση της διαφοροποιημένης διδασκαλίας (Tomlinson, 2005). Μια εκδοχή της επικεντρώνεται στη χρήση διαβαθμισμένων δραστηριοτήτων. Σε αυτές τις δραστηριότητες οι μαθητές εργάζονται πάνω στο ίδιο ερώτημα ή πρόβλημα αλλά με διαφοροποιημένη μαθησιακή υποστήριξη (Pourdana et al., 2017). Συνήθως, τα στάδια της συγκρότησης των διαβαθμισμένων δραστηριοτήτων είναι: συγκρότηση μιας δραστηριότητας "μέσης" δυσκολίας (επίπεδο 2), ελάττωση του βαθμού δυσκολίας της δραστηριότητας, δίνοντας αυξημένη μαθησιακή υποστήριξη (επίπεδο 1) και αύξηση του βαθμού δυσκολίας της δραστηριότητας δίνοντας μειωμένη μαθησιακή υποστήριξη (επίπεδο 3) (Tatik, 2014).

## Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Έχουν διερευνηθεί διεξοδικά οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με έννοιες και φαινόμενα που αφορούν στις ευθύγραμμες κινήσεις και προέκυψε ότι οι μαθητές έχουν αντιλήψεις που συνήθως είναι διαφορετικές της σχολικής γνώσης και αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην ερμηνεία γραφικών παραστάσεων θέσης, ταχύτητας ή επιτάχυνσης με το χρόνο (ενδεικτικά: Aminah et al., 2018· Capriconia & Mufit, 2022· Trowbridge & McDermott, 1981). Επίσης, έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που μελέτησαν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις παραπάνω αντιλήψεις και δυσκολίες των μαθητών. Προέκυψε ότι αν και βελτιώθηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών, ωστόσο αυτά δεν κρίθηκαν ικανοποιητικά για το σύνολο των μαθητών (ενδεικτικά, Firdaus et al., 2017· Gok & Gok, 2022· Jufriadi & Andinisari, 2020· Marin et al., 2019).

Επιπρόσθετα, η έρευνα που εξετάζει τη συμβολή διαφοροποιημένης διδασκαλίας για θέματα των Φυσικών Επιστημών, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών είναι ιδιαίτερα περιορισμένη (Yunaini et al., 2024). Απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων με τη χρήση διαβαθμισμένων δραστηριοτήτων, στην επίδοση των μαθητών. Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης τέτοιων ερευνών.

## Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης διδακτικών παρεμβάσεων για τις ευθύγραμμες κινήσεις, οι οποίες βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" (αξιοποιώντας ένα περιβάλλον προσομοίωσης) και παρέχουν στους μαθητές διαφορετικές μαθησιακές υποστηρίξεις (διαβαθμισμένες δραστηριότητες, ίδιες δραστηριότητες), στην επίδοση των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου.

Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι τα εξής:

(α) Ποια η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τις ευθύγραμμες κινήσεις, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" με διαβαθμισμένες δραστηριότητες, στην επίδοση των μαθητών της Α΄ Λυκείου;

(β) Ποια η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τις ευθύγραμμες κινήσεις, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" με ίδιες δραστηριότητες, στην επίδοση των μαθητών της Α΄ Λυκείου;

(γ) Υπάρχει διαφοροποίηση στην επίδοση των μαθητών ανάμεσα στις δύο παραπάνω διδακτικές παρεμβάσεις;

## Μεθοδολογία

### *Ερευνητικός σχεδιασμός και δείγμα*

Στην παρούσα εργασία αξιοποιήθηκε η οιονεί πειραματική έρευνα με δύο ομάδες (πειραματική ομάδα, ομάδα ελέγχου) χρησιμοποιώντας προ-τεστ και μετά-τεστ. Η έρευνα υλοποιήθηκε σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο συγκροτήθηκε το εκπαιδευτικό υλικό σε δύο εκδοχές (η πρώτη εκδοχή για την πειραματική ομάδα, η δεύτερη εκδοχή για την ομάδα ελέγχου) και το ερωτηματολόγιο. Τόσο το δύο εκδοχών εκπαιδευτικό υλικό όσο και το ερωτηματολόγιο εφαρμόστηκαν σε έναν μικρό αριθμό μαθητών και συζητήθηκαν με εκπαιδευτικούς και ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (πιλοτική έρευνα). Στη συνέχεια, διαμορφώθηκε το ερωτηματολόγιο και το εκπαιδευτικό υλικό στην τελική του μορφή. Στο δεύτερο στάδιο (αφού ενημερώθηκαν οι μαθητές και οι γονείς τους για τους στόχους και το περιεχόμενο της έρευνας και έδωσαν τη συγκατάθεσή τους) έγιναν οι διδακτικές παρεμβάσεις στους μαθητές (της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου) και συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο από τους μαθητές πριν και μετά από αυτές (κύρια έρευνα).

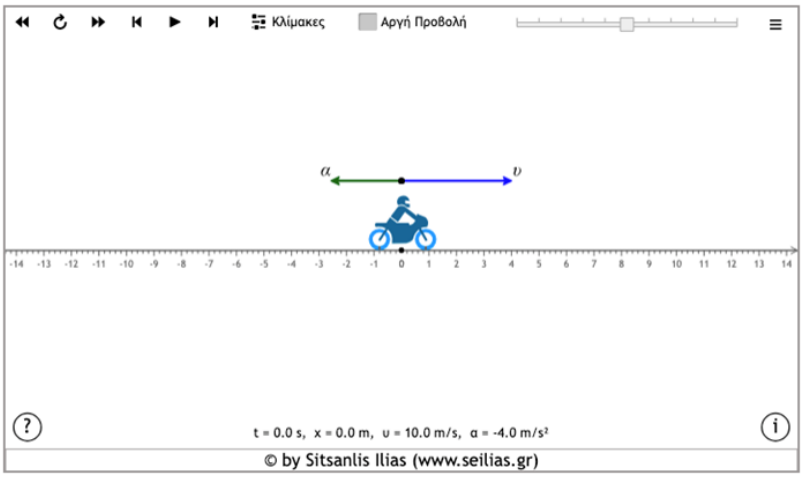
Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 60 μαθητές της Α΄ τάξης του Λυκείου. Από αυτούς, 30 μαθητές αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα. Σε αυτούς τους μαθητές εφαρμόστηκε το εκπαιδευτικό υλικό που περιλάμβανε και διαβαθμισμένες δραστηριότητες (σε τρία επίπεδα). Επίσης, 30 μαθητές αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Σε αυτούς τους μαθητές εφαρμόστηκε το εκπαιδευτικό υλικό που περιλάμβανε ίδιες δραστηριότητες για όλους τους μαθητές.

### *Ανάπτυξη και εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού για τις ευθύγραμμες κινήσεις*

Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" (Schwarz et al., 2017). Το εκπαιδευτικό υλικό περιλάμβανε δύο ενότητες. Η πρώτη ενότητα αφορούσε στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (6 διδακτικές ώρες). Η δεύτερη ενότητα αφορούσε στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (10 διδακτικές ώρες). Για την ανάπτυξη κάθε ενότητας αξιοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5Ε, που περιλάμβανε πέντε φάσεις: ενεργοποίηση, διερεύνηση, ερμηνεία, εφαρμογή και αξιολόγηση (Bybee, 2015). Οι δραστηριότητες κάθε φάσης ενέπλεκαν τους μαθητές με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής. Στις φάσεις της ενεργοποίησης, της διερεύνησης, της ερμηνείας, και της αξιολόγησης, το εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε περιλάμβανε ίδιες δραστηριότητες τόσο για τους μαθητές της πειραματικής ομάδας όσο και για τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Όμως, στη φάση της εφαρμογής το υλικό για την πειραματική ομάδα περιλάμβανε διαβαθμισμένες δραστηριότητες τριών επιπέδων, ενώ το υλικό για την ομάδα ελέγχου περιλάμβανε ίδιες δραστηριότητες για τους μαθητές.

(α) Ενεργοποίηση: οι μαθητές ασχολήθηκαν με δραστηριότητες οι οποίες στόχευαν στην πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, την ανάδειξη των αρχικών τους αντιλήψεων, τη συνειδητοποίηση των μεταξύ τους διαφωνιών και τη διατύπωση ερωτημάτων για διερεύνηση.

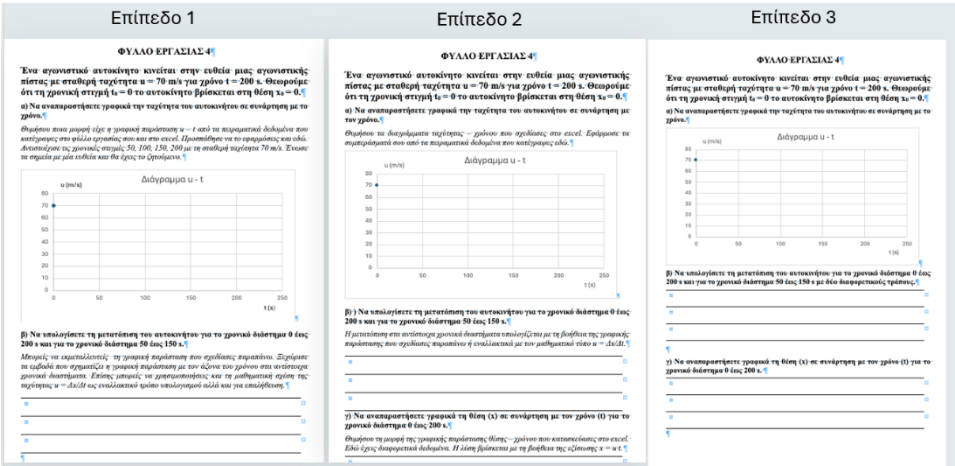
(β) Διερεύνηση: οι μαθητές (εργαζόμενοι σε ομάδες με χρήση υπολογιστή) ασχολήθηκαν με δραστηριότητες οι οποίες στόχευαν στη σχεδίαση και την πραγματοποίηση διερευνήσεων από τους μαθητές με απώτερο στόχο την απάντηση στα ερωτήματα για διερεύνηση (της προηγούμενης φάσης). Για κάθε ερώτημα προς διερεύνηση, καλούνταν οι μαθητές (μέσω ερωτήσεων που υπήρχαν στο φύλλο εργασίας) να διατυπώσουν υποθέσεις, να προβούν σε αναγνώριση των μεταβλητών (ανεξάρτητη μεταβλητή, εξαρτημένη μεταβλητή, μεταβλητές ελέγχου) και να περιγράψουν τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας. Στη συνέχεια, οι μαθητές υλοποιούσαν τη πειραματική διαδικασία με χρήση ενός περιβάλλοντος προσομοιώσεων (στην διαδικτυακή πλατφόρμα www.seilias.gr) (Σχήμα 1). Οι μαθητές μετέφεραν τις μετρήσεις από το φύλλο εργασίας σε excel και μέσω της προσομοίωσης σχεδιαζόταν σε κάθε περίπτωση η γραφική παράσταση.




**Σχήμα 1. Ενδεικτική εικόνα του περιβάλλοντος προσομοίωσης για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση**

(γ) Ερμηνεία: οι μαθητές ασχολήθηκαν με δραστηριότητες οι οποίες στόχευαν στην επεξεργασία των μετρήσεων και στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα φυσικά μεγέθη θέση, ταχύτητα, επιτάχυνση και τις γραφικές παραστάσεις τους με τον χρόνο.

(δ) Εφαρμογή: οι μαθητές ασχολήθηκαν με δραστηριότητες οι οποίες στόχευαν στην επεξεργασία προβλημάτων διαφορετικών σε σχέση με αυτά που είχαν διαπραγματευτεί, ώστε να ελεγχθεί αν οι μαθητές ενεργοποιούν τη νέα γνώση σε νέα προβλήματα. Στους μαθητές της πειραματικής ομάδας δόθηκαν διαβαθμισμένες δραστηριότητες (τριών επιπέδων: 1, 2 και 3). Οι μαθητές εργάζονταν πάνω στο ίδιο πρόβλημα, αλλά με διαφορετική μαθησιακή υποστήριξη. Το επίπεδο 3 περιλάμβανε δραστηριότητες χωρίς μαθησιακή υποστήριξη ή με μικρή μαθησιακή υποστήριξη στους μαθητές. Οι δραστηριότητες αυτές εφαρμόστηκαν σε μαθητές "υψηλής" επίδοσης. Το επίπεδο 2 περιλάμβανε τις ίδιες δραστηριότητες με μεγαλύτερη μαθησιακή υποστήριξη στους μαθητές. Οι δραστηριότητες αυτές εφαρμόστηκαν σε μαθητές "μέσης" επίδοσης. Το επίπεδο 1 περιλάμβανε τις ίδιες δραστηριότητες με ακόμα μεγαλύτερη μαθησιακή υποστήριξη στους μαθητές. Οι δραστηριότητες αυτές εφαρμόστηκαν σε μαθητές "χαμηλής" επίδοσης. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα διαβαθμισμένης δραστηριότητας. Στους μαθητές της ομάδας ελέγχου δόθηκαν ίδιες ακριβώς δραστηριότητες σε όλους τους μαθητές.




**Σχήμα 2. Ενδεικτικό παράδειγμα διαβαθμισμένης δραστηριότητας**

(ε) Αξιολόγηση: Σε αυτή τη φάση υπήρχαν δραστηριότητες που ζητούσαν από τους μαθητές να συγκρίνουν τις αρχικές τους απαντήσεις (που έδωσαν στη φάση της ενεργοποίησης) με τις τρέχουσες απαντήσεις τους.

## *Συλλογή και ανάλυση δεδομένων*

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές πριν και μετά τις δύο διδακτικές παρεμβάσεις. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε 30 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Οι 26 ερωτήσεις προέρχονται από το ερωτηματολόγιο "Test of Understanding Graphs in Kinematics (TUG-K)" (Beichner, 1994) και 4 ερωτήσεις από το ερωτηματολόγιο "Kinematics Concept Test (KCT)" (Lichtenberger et al., 2017). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι κατηγορίες των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, τα χαρακτηριστικά τους και οι αντίστοιχοι αριθμοί των ερωτήσεων.

Οι απαντήσεις που ήταν σύμφωνες με τη σχολική γνώση εντάχθηκαν στο επίπεδο 1, ενώ αυτές που ήταν διαφορετικές σε σχέση με τη σχολική γνώση εντάχθηκαν στο επίπεδο 0. Υπολογίστηκαν οι συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών στα ερωτηματολόγια για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.

**Πίνακας 1. Οι κατηγορίες των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, τα χαρακτηριστικά τους και οι αντίστοιχοι αριθμοί των ερωτήσεων**

| Κατηγορίες | Δεδομένα | Ζητούμενα | Ερωτήσεις |
|---|---|---|---|
| Κατηγορία 1 | Γραφική Παράσταση (x - t) | Υπολογισμός Ταχύτητας | 5, 13, 18, 30 |
| Κατηγορία 2 | Γραφική Παράσταση (u - t) | Υπολογισμός Επιτάχυνσης | 2, 6, 7, 27 |
| Κατηγορία 3 | Γραφική Παράσταση (u - t) | Υπολογισμός Μετατόπισης | 4, 10 |
| Κατηγορία 4 | Γραφική Παράσταση (a - t) | Υπολογισμός Μεταβολής Ταχύτητας | 1, 16 |
| Κατηγορία 5 | Γραφική Παράσταση Κινηματικής | Επιλογή άλλης Γραφικής Παράστασης Κινηματικής | 11, 14, 15, 21 |
| Κατηγορία 6 | Γραφική Παράσταση Κινηματικής | Περιγραφή Κίνησης | 3, 8, 17, 19, 25 |
| Κατηγορία 7 | Περιγραφή Κίνησης | Επιλογή Γραφικής Παράστασης Κινηματικής | 9, 12, 20, 22, 23, 24, 26 |
| Κατηγορία 8 | Εικόνα με κίνηση | Διανυσματικός Χαρακτήρας Ταχύτητας και Επιτάχυνσης | 28, 29 |

Χρησιμοποιήθηκε το τεστ McNemar για την αξιολόγηση της διαφοροποίησης κάθε ομάδας (από το προ-τεστ στο μετά-τεστ) και το τεστ $\chi^2$ για την αξιολόγηση της διαφοροποίησης μεταξύ των ομάδων αφενός στο προ-τεστ και αφετέρου στο μετά-τεστ.

## Αποτελέσματα

### *Αποτελέσματα που αφορούν στην πειραματική ομάδα*

Προέκυψε ότι πριν την διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών εντάχθηκαν στο επίπεδο 0. Αντίθετα, μετά την διδακτική παρέμβαση οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών εντάχθηκαν στο επίπεδο 1. Μάλιστα, με το τεστ McNemar, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών σε όλες τις κατηγορίες των ερωτήσεων και στο είδος του τεστ (προ-τεστ, μετά-τεστ) (Πίνακας 2). Συνεπώς, η παρέμβαση με διαβαθμισμένες δραστηριότητες είχε θετική επίδραση στην επίδοση των μαθητών.

### *Αποτελέσματα που αφορούν στην ομάδα ελέγχου*

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διδακτική παρέμβαση του εφαρμόστηκε στην ομάδα ελέγχου. Με το τεστ McNemar, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών σε όλες τις κατηγορίες των ερωτήσεων και στο είδος του τεστ (προ-τεστ, μετά-τεστ). Συνεπώς, η παρέμβαση με ίδιες δραστηριότητες επίσης βελτίωσε σημαντικά την επίδοση των μαθητών.

**Πίνακας 2. Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες, ποσοστά και τιμές *p* του McNemar test**

| Κατηγορίες | Επίπεδα | Προ-τεστ | | Μετά-τεστ | | McNemar test, *p* value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *f* | % | *f* | % | |
| 1. Υπολογισμός ταχύτητας από διάγραμμα θέσης - χρόνου | Επίπεδο 0 | 99 | 82,5 | 46 | 38,33 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 21 | 17,5 | 74 | 61,67 | |
| 2. Υπολογισμός επιτάχυνσης από το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου | Επίπεδο 0 | 93 | 77,5 | 38 | 31,67 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 27 | 22,5 | 82 | 68,33 | |
| 3. Υπολογισμός μετατόπισης από το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου | Επίπεδο 0 | 56 | 93,33 | 12 | 20 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 4 | 6,67 | 48 | 80 | |
| 4. Υπολογισμός μεταβολής ταχύτητας από το διάγραμμα επιτάχυνσης - χρόνου | Επίπεδο 0 | 40 | 66,67 | 7 | 11,67 | < 0,001 |
| | Επίπεδο 1 | 20 | 33,33 | 53 | 88,33 | |
| 5. Μετατροπή γραφικής παράστασης στην αντίστοιχη διαφορετικής μεταβλητής | Επίπεδο 0 | 89 | 74,16 | 53 | 44,16 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 31 | 25,84 | 67 | 55,84 | |
| 6. Περιγραφή της κίνησης με την βοήθεια της γραφικής παράστασης | Επίπεδο 0 | 114 | 76 | 56 | 37,33 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 36 | 24 | 94 | 62,67 | |
| 7. Σχεδίαση γραφικής παράστασης με την βοήθεια της λεκτικής περιγραφής της κίνησης | Επίπεδο 0 | 158 | 75,24 | 54 | 25,7 | < 0,001 |
| | Επίπεδο 1 | 52 | 24,76 | 156 | 74,3 | |
| 8. Διανυσματικός χαρακτήρας ταχύτητας και επιτάχυνσης | Επίπεδο 0 | 54 | 90 | 0 | 0 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 6 | 10 | 60 | 100 | |

### *Αποτελέσματα που αφορούν στη σύγκριση των δύο ομάδων*

Με το τεστ $\chi^2$ προέκυψε ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών των δύο ομάδων στο προ-τεστ, με $p > 0,05$. Συνεπώς, δεν προέκυψε σημαντική διαφοροποίηση στην επίδοση των μαθητών των δύο ομάδων στο προ-τεστ. Αντίθετα, με το τεστ $\chi^2$ προέκυψε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών των δύο ομάδων στο μετά-τεστ με $p < 0,05$. Συνάγεται λοιπόν ότι στο μετά-τεστ η επίδοση των μαθητών της πειραματικής ομάδας ήταν σημαντικά καλύτερη σε σχέση με την επίδοση των μαθητών της ομάδας ελέγχου.

**Πίνακας 3. Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες, ποσοστά και τιμές *p* του McNemar test**

| Κατηγορίες | Επίπεδα | Προ-τεστ | | Μετά-τεστ | | McNemar test *p* value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *f* | % | *f* | % | |
| 1. Υπολογισμός ταχύτητας από διάγραμμα θέσης - χρόνου | Επίπεδο 0 | 91 | 75,83 | 78 | 65 | 0,0009 |
| | Επίπεδο 1 | 29 | 24,16 | 42 | 35 | |
| 2. Υπολογισμός επιτάχυνσης από το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου | Επίπεδο 0 | 87 | 72,5 | 74 | 61,67 | 0,0009 |
| | Επίπεδο 1 | 33 | 27,5 | 46 | 38,33 | |
| 3. Υπολογισμός μετατόπισης από το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου | Επίπεδο 0 | 52 | 86,66 | 26 | 43,33 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 8 | 13,34 | 34 | 56,67 | |
| 4. Υπολογισμός μεταβολής ταχύτητας από το διάγραμμα επιτάχυνσης - χρόνου | Επίπεδο 0 | 49 | 81,67 | 25 | 41,66 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 11 | 18,33 | 35 | 58,34 | |
| 5. Μετατροπή γραφικής παράστασης στην αντίστοιχη διαφορετικής μεταβλητής | Επίπεδο 0 | 91 | 75,84 | 79 | 65,83 | 0,015 |
| | Επίπεδο 1 | 29 | 24,16 | 41 | 34,17 | |
| 6. Περιγραφή της κίνησης με την βοήθεια της γραφικής παράστασης | Επίπεδο 0 | 119 | 79,33 | 78 | 52 | < 0,001 |
| | Επίπεδο 1 | 31 | 20,67 | 72 | 48 | |
| 7. Σχεδίαση γραφικής παράστασης με την βοήθεια της λεκτικής περιγραφής της κίνησης | Επίπεδο 0 | 150 | 71,42 | 86 | 41 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 60 | 28,58 | 124 | 59 | |
| 8. Διανυσματικός χαρακτήρας ταχύτητας και επιτάχυνσης | Επίπεδο 0 | 48 | 80 | 17 | 28,33 | < 0,0001 |
| | Επίπεδο 1 | 12 | 20 | 43 | 71,67 | |

## Συζήτηση και συμπεράσματα

Πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών και των δύο ομάδων σε όλες τις κατηγορίες ερωτήσεων εντάχθηκαν στο χαμηλότερο επίπεδο (επίπεδο 0) και συνεπώς η επίδοσή των περισσότερων μαθητών κρίθηκε χαμηλή. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών οι οποίες καταδεικνύουν τις δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση βασικών εννοιών της κινηματικής και στην ερμηνεία και χρήση των αντίστοιχων γραφικών παραστάσεων (Capriconia & Mufit, 2022· Ibnusaputra et al., 2023).

Με βάση τα αποτελέσματα που προήλθαν από το προ-τεστ και το μετά-τεστ, προέκυψε ότι οι δύο διδακτικές παρεμβάσεις, που βασίστηκαν στη διδακτική προσέγγιση της "μάθησης μέσω πρακτικών" (αξιοποιώντας το ίδιο περιβάλλον προσομοίωσης), η πρώτη με διαβαθμισμένες δραστηριότητες (διδακτική παρέμβαση πειραματικής ομάδας) και η δεύτερη με ίδιες δραστηριότητες (διδακτική παρέμβαση ομάδας ελέγχου), είχαν θετική επίδραση στην επίδοση των μαθητών. Συνεπώς, μέσω και των δύο διδακτικών παρεμβάσεων που αξιοποιούσαν το ίδιο περιβάλλον προσομοίωσης βελτιώθηκε σημαντικά η επίδοση των μαθητών. Η διαπίστωση αυτή μπορεί να αποδοθεί στη χρήση από τους μαθητές πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, αφού έχει επισημανθεί ότι αυτές οι πρακτικές είναι τα "κλειδιά" της κατανόησης της σχολικής γνώσης (Karstina et al., 2024).

Επιπλέον, προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση με διαβαθμισμένες δραστηριότητες που εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα, είχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με τη διδακτική παρέμβαση με ίδιες δραστηριότητες για όλους τους μαθητές που εφαρμόστηκε στην ομάδα ελέγχου. Συνεπώς, η προσαρμογή της διδασκαλίας στα επίπεδα των μαθητών μέσω διαβαθμισμένων δραστηριοτήτων επέφερε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με τη διδασκαλία που περιλάμβανε ίδιες δραστηριότητες για όλους τους μαθητές. Η παραπάνω διαπίστωση θα μπορούσε να αποδοθεί στις διαβαθμισμένες δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού της πειραματικής ομάδας. Ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι η χρήση διαβαθμισμένων δραστηριοτήτων βελτιώνει την κατανόηση των εννοιών στις οποίες στοχεύει η διδασκαλία και επίσης, κινητοποιεί και εμπλέκει όλους τους μαθητές στην διαδικασία μάθησης (Tatik, 2014).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο δείγμα της. Προτείνεται η πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών της Α΄ Λυκείου σε διαφορετικές περιοχές της χώρας ώστε να διερευνηθεί αν τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να γενικευτούν. Επιπρόσθετα, προτείνεται η πραγματοποίηση της ίδιας έρευνας και η μελέτη του λόγου των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων, ώστε να μελετηθούν οι "νοητικές διαδρομές" των μαθητών και να εντοπιστούν οι δραστηριότητες που συνέβαλαν σημαντικά στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών. Η παρούσα εργασία εστίασε αποκλειστικά στο πεδίο των ευθύγραμμων κινήσεων. Προτείνεται να συγκροτηθεί εκπαιδευτικό υλικό για άλλα πεδία των Φασικών Επιστημών με διαβαθμισμένες δραστηριότητες, να εφαρμοστεί σε μαθητές και να αξιολογηθούν τα μαθησιακά του αποτελέσματα.

## Αναφορές


Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8), 750-762.

Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. National Science Teachers Association Press.

Capriconia, J., & Mufit, F. (2022). Analysis of concept understanding and students' attitudes towards learning physics in material of straight motion. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *8*(3), 1453-1461.

Firdaus, T., Setiawan, W., & Hamidah, I. (2017). The kinematic learning model using video and interfaces analysis. *Journal of Physics: Conference Series,* 895(1), 012108).

Gok, T., & Gok, O. (2022). High school students' comprehension of kinematics graphs with peer instruction approach. *Jurnal pendidikan fisika Indonesia,* 18(2), 144-155.

Ibnusaputra, M., Wilujeng, I., & Kuswanto, H. (2023). Development of Electronic worksheet guided inquiry to reduce misconceptions and improve high school students' concept mastery on straight motion material. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 2653-2663.

Jufriadi, A., & Andinisari, R. (2020). JITT with assessment for learning: Investigation and improvement of students understanding of kinematics concept. *Momentum: Physics Education Journal*, *4*(2), 94-101.

Karstina, S., Zhetpisbajeva, B., Tussupbekova, A., & Makhanov, K. (2024). Application of practice-oriented education technologies in training students in engineering and science specialties. *National Center for Higher Education Development, 2*(46), 56-67.

Lichtenberger, A., Wagner, C., Hofer, S. I., Stern, E., & Vaterlaus, A. (2017). Validation and structural analysis of the kinematics concept test. *Physical Review Physics Education Research, 13*(1), 010115.

Lynch, K., & Baker, J. (2005). Equality in education: An equality of condition perspective. *Theory and Research in Education, 3(2), 131-164.*

Marín, D. E. L., Durán, R. G. T., & Prado, N. G. (2019). Teaching of linear kinematics through the theory of didactic situations with the Tracker software application. *Proceedings of the 2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies* (LACLO) (pp. 326-331). IEEE.

National Research Council [NRC] (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts and core ideas*. The National Academy Press.

Next Generation Science Standards (NGSS) Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.

Pourdana, N. & Shahpouri Rad, M. (2017). Differentiated instruction: Implementing tiered listening tasks in mixed-ability EFL context. *Journal of Modern Research in English Language Studies, 4*(1), 69-87.

Schwarz, C., Passmore, C. & Reiser, B. (2017). *Helping students make sense of the world through next generation science and engineering practices*. The National Science Teachers Association (NSTA) Press.

Tatik, S. (2014). *Using tiered activities to improve the writing skills of the seventh-grade students of MTs N Yogyakarta 1 in the academic year of 2013/ 2014* [Graduate thesis]. State University of Yogyakarta.

Tomlinson, C. A. (2005). Grading and differentiation: Paradox or good practice? *Theory Into Practice, 44*(3), 262-269.

Trowbridge D.E., & McDermott, L.C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics, 49*(3), 242-253.

Yunaini, N., Mustadi, A. Mumpuniarti, Ishartiwi, & Hidayat, R. (2024). Differentiated instruction science learning for intellectually disabilities pupils at an inclusive primary school: A case study. *Journal of Turkish Science Education, 21*(3), 467-483.