ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Αξιοποίηση Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για την Ανάπτυξη Υλικού Ερμηνείας Γραφικών Παραστάσεων

Μαρίνα Τσαουσίδη, Αναστάσιος Μολοχίδης

doi: 10.12681/codiste.7693

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 21/01/2026 14:15:51

Αξιοποίηση Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για την Ανάπτυξη Υλικού Ερμηνείας Γραφικών Παραστάσεων

Μαρίνα Τσαουσίδη[1], Αναστάσιος Μολοχίδης[2]
[1]Υποψήφια Διδάκτωρ, [2]Αναπληρωτής Καθηγητής
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[1]*marina.tsaousidi@hotmail.com*

Περίληψη

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάγνωσης και ερμηνείας των γραφικών παραστάσεων αποτελεί κύριο στοιχείο του εγγραμματισμού σχετικά με τα διαγράμματα (graph literacy) και είναι αναγκαία για την έγκυρη και πλήρη ενημέρωση των πολιτών. Η κατανόηση των γραφικών παραστάσεων φαίνεται μέσα από τη βιβλιογραφία να δυσκολεύει τους μαθητές, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της φυσικής. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι ο σχεδιασμός διδακτικού υλικού για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων ερμηνείας γραφικών παραστάσεων μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου. Κύρια στοιχεία του σχεδιασμού αποτελούν ο διδακτικός μετασχηματισμός, η σχεδίαση των δραστηριοτήτων αξιοποιώντας πολλαπλές αναπαραστάσεις και η μέθοδος εφαρμογής του υλικού η οποία ακολουθεί το μοντέλο 5Ε.

Λέξεις κλειδιά: γραφικές παραστάσεις, διδακτικό υλικό, μοντέλο 5Ε, πολλαπλές αναπαραστάσεις

Utilizing Multiple Representations for the Development of Material for Graph Interpretation

Marina Tsaousidi[1], Anastasios Molohidis[2]
[1] PhD candidate, [2]Associate Professor
Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology
School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki
[1]*marina.tsaousidi@hotmail.com*

Abstract

The development of skills in reading and interpreting graphs is a key element of graph literacy and it is necessary for valid and complete information to citizens. The understanding of graphs seems through literature to be difficult for students, especially in the context of physics. The purpose of this research is the design of teaching materials for the development of graph interpretation skills of students of the first grade of Lyceum. The main elements of the design are the didactic transformation, the design of the activities utilizing multiple representations and the method of application of the material which follows the 5E model.

Keywords: graphs, teaching material, 5E model, multiple representations

Εισαγωγή

Σημαντικό κομμάτι των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα αποτελούν οι δεξιότητες διαχείρισης δεδομένων, δεξιότητες οι οποίες περιλαμβάνουν την ανάλυση και επικοινωνία δεδομένων. Οι γραφικές παραστάσεις αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την κατανόηση και τον εντοπισμό

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7693

μοτίβων και τάσεων στη συνεχώς αυξανόμενη ροή δεδομένων, και βοηθούν στην έγκυρη ενημέρωση και λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων (Glazer, 2011). Οι Bursal & Yetiş (2020) ορίζουν το γραμματισμό σχετικά με τα διαγράμματα (graph literacy) ως την ικανότητα ανάγνωσης δεδομένων από ένα διάγραμμα, την ερμηνεία αλλαγών των δεδομένων, την κατασκευή και την εναλλαγή μεταξύ διαφορετικών διαγραμμάτων. Πολλές έρευνες για τις γραφικές παραστάσεις στην εκπαίδευση εστιάζουν την καταγραφή των δυσκολιών των μαθητών σε περιεχόμενα φυσικής. Σύμφωνα με αυτές, οι μαθητές αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στην εφαρμογή των γνώσεων και των στρατηγικών που εφαρμόζουν επιτυχημένα σε διαγράμματα μαθηματικών, σε διαγράμματα με φυσικό περιεχόμενο (Geyer & Kuske-Janßen, 2019˙ Planinic et al., 2013). Επομένως η γνώση και διαχείριση συγκεκριμένων στοιχείων γραφικών παραστάσεων με μαθηματικό περιεχόμενο δεν φαίνεται να είναι μεταφέρσιμη σε γραφικές παραστάσεις φυσικής (Ivanjek et al., 2016).

Η χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων αποτελεί μια μέθοδο η οποία υποστηρίζει τους μαθητές στην κατανόηση περίπλοκων φαινομένων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και στην πραγματοποίηση συνδέσεων μεταξύ διαφορετικών αναπαραστάσεων (Ainsworth, 2006). Η φυσική είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις πολλαπλές αναπαραστάσεις καθώς ένα φαινόμενο μπορεί να περιγραφεί με λόγια, μια εικόνα, μια εξίσωση ή με ένα διάγραμμα. Επιπλέον στην φυσική χρησιμοποιούνται μαθηματικά μοντέλα (εξισώσεις) για την περιγραφή φαινομένων και σχέσεων μεταξύ μεταβλητών. Συνεπώς, όπως αναφέρουν οι Opfermann et al. (2017˙ 2021), και στη διδασκαλία και τη μάθηση της φυσικής είναι αναγκαία τόσο η μετατροπή της μοντελοποίησης της φυσικής σε μαθηματική μοντελοποίηση (συναρτησιακές σχέσεις), όσο και η ερμηνεία των μαθηματικών μοντέλων με έννοιες φυσικής. Η αξιοποίηση πολλαπλών αναπαραστάσεων θα μπορούσε να ενισχύσει την σύνδεση των μαθηματικών και των φυσικών εννοιών οδηγώντας τους μαθητές σε μια ολιστική κατανόηση των γραφικών παραστάσεων.

Μέσα από την βιβλιογραφία δεν διαφαίνεται ένα συνεκτικό μοντέλο που να χαρακτηρίζει τις δεξιότητες που θα πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές σχετικά με τα διαγράμματα (Stefanel, 2019). Οι δεξιότητες κατανόησης των γραφικών παραστάσεων που αναφέρονται στη βιβλιογραφία διαφέρουν (Donnelly-Hermosillo et al., 2020˙ Glazer, 2011), συνολικά όμως φαίνεται να συμφωνείται η διάκριση δύο κύριων κατηγοριών, η ερμηνεία (interpretation) και η κατασκευή (construction) γραφικών παραστάσεων (Μπισδικιάν, 2000). Η παρούσα έρευνα στοχεύει στον σχεδιασμό κατάλληλου διδακτικού υλικού για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων ερμηνείας γραφικών παραστάσεων. Ερευνητικό ερώτημα αποτελεί εάν οι δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν μπορούν να υποστηρίξουν τους μαθητές στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ερμηνείας γραφικών παραστάσεων.

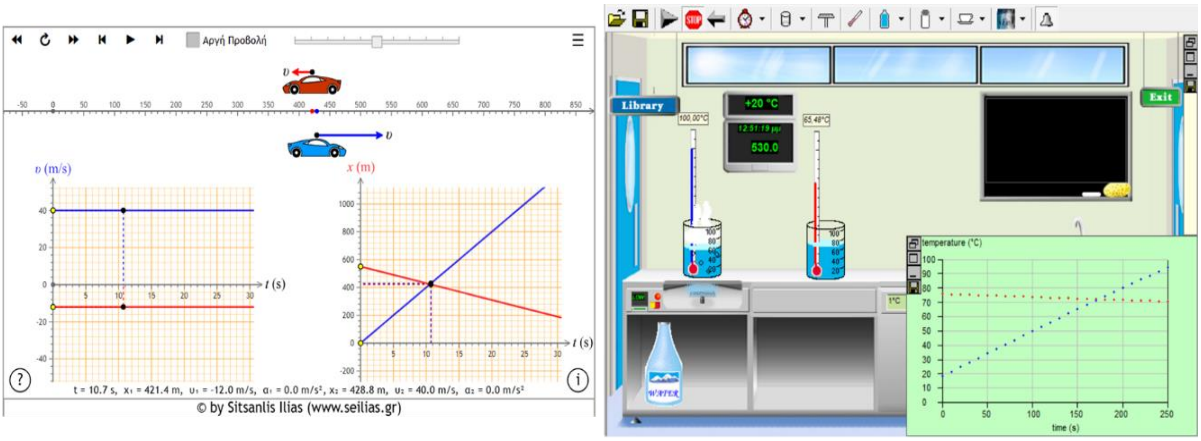
Μεθοδολογία

Οι σχεδιαστικές αρχές στις οποίες βασίστηκε η ανάπτυξη του υλικού ομαδοποιήθηκαν σε τρείς κατηγορίες: Σχεδιαστικές αρχές που επιβάλλονται από το μετασχηματισμό του περιεχομένου, από τον σχεδιασμό του υλικού και, από τον τρόπο εφαρμογής του. Για τον μετασχηματισμό του περιεχομένου του υλικού αξιοποιήθηκε το μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER) το οποίο αποτελείται από τρεις αλληλένδετες και αλληλεξαρτώμενες διαδικασίες: Την αποσαφήνιση του επιστημονικού περιεχομένου προς διδασκαλία, την έρευνα για την οπτική και τη διάθεση με την οποία προσεγγίζουν το θέμα τόσο οι εκπαιδευτές όσο και οι εκπαιδευόμενοι και το σχεδιασμό του μαθησιακού περιβάλλοντος που περιλαμβάνει, αλλά δεν περιορίζεται σε, μεθόδους διδασκαλίας, δραστηριότητες, διδακτικές και μαθησιακές ακολουθίες κ.α. (Duit et al, 2012). Ως κύρια περιεχόμενα επιλέχθηκαν η κινηματική και η θερμότητα, ενώ περιλαμβάνονται και δραστηριότητες που αφορούν διαγράμματα από την καθημερινότητα. Το υλικό διαρθρώνεται σε 5 ενότητες. Η πρώτη αποτελεί εισαγωγή στις γραφικές παραστάσεις, η δεύτερη αφορά τις γραφικές παραστάσεις στην κινηματική, στην τρίτη μελετάται ο ρυθμός μεταβολής ενός μεγέθους και πώς εντοπίζεται σε ένα διάγραμμα, η

τέταρτη εστιάζει στην τομή δύο ευθειών σε ένα διάγραμμα και τέλος στην πέμπτη μελετάται η απεικόνιση διαδοχικών μεταβολών ενός φαινομένου σε ένα διάγραμμα.

Ο σχεδιασμός του υλικού εστιάζει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάγνωσης, και σταδιακά, ερμηνείας και εξαγωγής συμπερασμάτων για μεγέθη τα οποία δεν απεικονίζονται ρητά στο διάγραμμα (μη φανερά μεγέθη). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία αξιοποιούνται ως πιθανές απαντήσεις στις δραστηριότητες. Η δόμηση των δραστηριοτήτων ακολουθεί τη σταδιακή μείωση καθοδήγησης (scaffolding) και γίνεται αξιοποίηση των πολλαπλών αναπαραστάσεων. Στην εικόνα 1 φαίνονται στιγμιότυπα δραστηριοτήτων που αξιοποιούν προσομοιώσεις (seilias.gr) και το εικονικό εργαστήριο θερμότητας ΣΕΠ.

Εικόνα 1. Τομή δύο ευθειών σε δύο διαφορετικά περιεχόμενα, α) κινηματική και β) θερμότητα



α) β)

Στην εικόνα 2α φαίνονται δύο αυτοκίνητα τα οποία κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις και στην εικόνα 2β παρουσιάζονται δύο δοχεία όπου το ένα θερμαίνεται και το άλλο ψύχεται. Ενώ τα δύο διαγράμματα έχουν όμοια μορφή, το σημείο τομής των δύο ευθειών στο διάγραμμα θέσης – χρόνου (2α) αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή όπου τα αυτοκίνητα βρίσκονται στην ίδια θέση (συναντιούνται) και στο διάγραμμα θερμοκρασίας – χρόνου (2β) η τομή των δύο ευθειών αντιστοιχεί στην χρονική στιγμή όπου τα δύο δοχεία βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές, εκτός της ανάγνωσης σημείων ενός διαγράμματος, εισάγονται στην διαδικασία της ερμηνείας του στο κατάλληλο πλαίσιο της φυσικής, και στη συνεχεία της εξαγωγής συμπερασμάτων για το φαινόμενο.

Η εφαρμογή του υλικού ακολουθεί το μοντέλο 5Ε (Bybee et al., 2006) το οποίο αποτελείται από 5 στάδια: την εμπλοκή (engage), την εξερεύνηση (explore), την επεξήγηση (explain), την επέκταση (elaborate) και την εκτίμηση (evaluate). Για την εφαρμογή αξιοποιούνται προσομοιώσεις κινηματικής καθώς και το εικονικό εργαστήριο θερμότητας ΣΕΠ. Επιπλέον, δραστηριότητες οι οποίες ζητείται από τους μαθητές να συμπληρώσουν στο σπίτι, θεωρήθηκε θεμιτό να δίνονται σε ψηφιακή μορφή ώστε να ενισχύεται το ενδιαφέρον και η εμπλοκή τους.

Το υλικό που σχεδιάστηκε απευθύνεται σε μαθητές της Α' τάξης γενικού λυκείου. Πριν και μετά την εφαρμογή διαμοιράζεται ένα ερωτηματολόγιο ελέγχου για την ποσοτική αξιολόγηση της επίδρασης του υλικού στα μαθησιακά αποτελέσματα. Τα ερωτηματολόγια αποτελούνται από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

Αποτελέσματα

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη διδακτικού και μαθησιακού υλικού για την ενίσχυση των δεξιοτήτων ερμηνείας γραφικών παραστάσεων. Η αξιολόγηση του υλικού, δηλαδή η ανάπτυξη ή όχι δεξιοτήτων ερμηνείας από τους μαθητές θα προκύψει από την ποσοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων των μαθητών στα ερωτηματολόγια πριν και μετά την

εμπλοκή τους με το υλικό, την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων στις δραστηριότητες και από τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας κατά την διάρκεια της εφαρμογής. Για την ποσοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων θα αξιοποιηθεί το στατιστικό εργαλείο SPSS. Αναμένεται να υπάρχει βελτίωση στα αποτελέσματα των μαθητών μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

Μπισδικιάν, Γ. (2000). Μελέτη της εφαρμογής πολυμέσων στη διδασκαλία γραφικών παραστάσεων και φυσικών εννοιών [Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης]. ΙΚΕΕ. http://hdl.handle.net/10442/hedi/23097

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction*, *16*(3), 183-198. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001

Bursal, M., & Yetiş, S. (2020). Middle school students' graph skills and affective states about graphs. *International Journal of Research in Education and Science*, *6*(4), 692-704. https://doi.org/10.46328/ijres.v6i4.1136

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. BSCS, Colorado Springs. Ανακτήθηκε στις 6/12/2024, από: https://fremonths.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullreport2006.pdf

Donnelly-Hermosillo, D. F., Gerard, L. F., & Linn, M. C. (2020). Impact of graph technologies in K-12 science and mathematics education. *Computers & Education*, *146*, 103748. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103748

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction–A framework for improving teaching and learning science. Στο D. Jorde & J. Dillon (Επιμ.), *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perpectives in Science Education, vol 5*. 13-37. SensePublishers, Rotterdam. Sense. ISBN: 978-94-6091-900-8. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2

Geyer, MA., Kuske-Janßen, W. (2019). Mathematical Representations in Physics Lessons. Στο: G. Pospiech, M. Michelini, B. S. Eylon (Επιμ.) *Mathematics in Physics Education*. Springer, Cham. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-04627-9_4

Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in science education*, *47*(2), 183-210. https://doi.org/10.1080/03057267.2011.605307

Ivanjek, L., Susac, A., Planinic, M., Andrasevic, A., & Milin-Sipus, Z. (2016). Student reasoning about graphs in different contexts. *Physical Review Physics Education Research*, *12*(1), 010106. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010106

Opfermann, M., Schmeck, A., Fischer, H.E. (2017). Multiple Representations in Physics and Science Education – Why Should We Use Them?. Στο: D. Treagust, R. Duit, H. Fischer, (Επιμ.) *Multiple Representations in Physics Education. Models and Modeling in Science Education*, vol 10. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_1

Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H.E. (2021). Multiple Representations and Learning Physics. Στο: H. E. Fischer, R. Girwidz (Επιμ.) *Physics Education. Challenges in Physics Education* Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87391-2_7

Planinic, M., Ivanjek, L., Susac, A., & Milin-Sipus, Z. (2013). Comparison of university students' understanding of graphs in different contexts. *Physical review special topics-Physics education research*, *9*(2), 020103. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020103

Stefanel, A. (2019). Graph in Physics Education: From Representation to Conceptual Understanding. Στο: G. Pospiech, M. Michelini, B. S. Eylon, (Επιμ.) *Mathematics in Physics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04627-9_9