

# Προσομοιώσεις σχεδιασμένες για την προώθηση της στρατηγικής ελέγχου των μεταβλητών

(Συγγραφέας 1, Συγγραφέας 2)

## Περίληψη

Η εργασία αφορά στην εφαρμογή προσομοιώσεων φυσικών φαινομένων, οι οποίες ενσωματώνουν ηλεκτρονικά φύλλα εργασίας, προάγοντας τη διερευνητική μάθηση και προωθώντας τη στρατηγική ελέγχου μεταβλητών. Συγκεκριμένα, το φαινόμενο της οριζόντιας βολής θα μελετηθεί από μαθητές Λυκείου μέσω προσομοιώσεων που θα εστιάζουν στη στρατηγική ελέγχου των μεταβλητών.

## Abstract

This paper describes a research in-progress about the implementation of simulations with e-worksheets that promote inquiry learning and variable-control strategy. Specifically, the phenomenon of horizontal throw will be studied by High School students with the use of simulations that focus in variable-control strategy.

## 1. Εισαγωγή

Τα τεχνολογικά εργαλεία έχουν αποδείξει ότι χρησιμεύουν στην εκπαιδευτική διαδικασία και την ενισχύουν. Ψηφιακά περιβάλλοντα, όπως οι προσομοιώσεις, προάγουν τη διερευνητική μάθηση (Garrison & Kanuka 2004), βοηθώντας τους μαθητές να αποκτήσουν σημαντικές γνώσεις και δεξιότητες (Kirkley & Kirkley 2004). Έρευνες επιβεβαιώνουν τα παραπάνω συμπεράσματα (Bernstein 2010, Fencil 2013, Moore et al. 2014), αποδεικνύοντας ότι οι προσομοιώσεις βοηθούν πριν το μάθημα (Novak et al. 1999), κατά τη διάρκειά του (Rieber 1994) και μετά από αυτό (Brant et al. 1991, Mackinnon & Brett 2010).

Αντίστοιχες έρευνες των συγγραφέων (Michaloudis & Hatzikraniotis 2017, Μιχαλούδης & Χατζηκρανιώτης 2014; 2015; 2016) αναδεικνύουν τη σπουδαιότητα τέτοιων δραστηριοτήτων. Μέσω των προσομοιώσεων οι μαθητές κατανοούν καλύτερα τα φαινόμενα, αντιλαμβάνονται τις συσχετίσεις μεγεθών, ενισχύουν την αυτοπεποίθησή τους (Redish 2001) και αποκτούν δεξιότητες διαχείρισης, αναπτύσσουν τεχνική εύρεσης ορίων της λύσης ενός προβλήματος και αναζήτησης με πολλαπλούς τρόπους, ενισχύοντας την κριτική σκέψη (Μιχαλούδης & Χατζηκρανιώτης 2016).

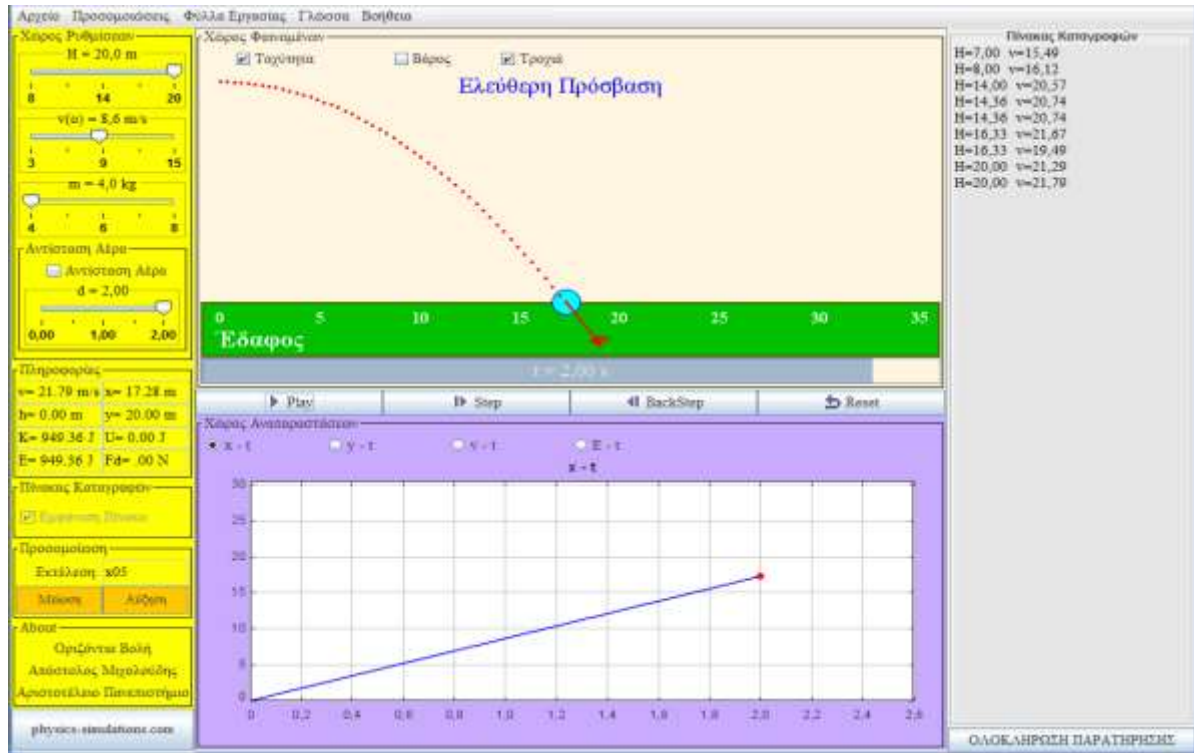
Μια προσομοίωση ελέγχεται από ένα αριθμό παραμέτρων, που μεταβάλλει ο χρήστης-μαθητής, και εναπόκειται στον εκπαιδευτικό, μέσα από τα φύλλα εργασίας (ΦΕ) να επιβάλει (ή όχι) τον έλεγχο των μεταβλητών. Η «στρατηγική ελέγχου μεταβλητών» παίζει κομβικό ρόλο στη δυνατότητα των μαθητών να διεξάγουν ελεγχόμενα πειράματα. Η παραπάνω στρατηγική είναι θεμελιώδης, τόσο για τον πειραματισμό όσο και τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών, ωστόσο δεν αναπτύσσεται χωρίς πρακτική ή διδασκαλία (Schwichow et. al 2016). Έρευνες δείχνουν ότι για την επιτυχή υιοθέτηση της στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών απαιτείται μια πορεία με εκπαιδευτικά βοηθήματα-ικριώματα (Zimmerman, 2007).

Σε προηγούμενη εργασία (Μιχαλούδης & Χατζηκρανιώτης 2015) παρουσιάζονται προσομοιώσεις που καταγράφουν ακούσια τα clicks σε log-files. Οι καταγεγραμμένες κινήσεις των μαθητών αφορούν clicks στο χώρο φαινομένων, ενεργοποίηση γραφικών απεικονίσεων, πλήκτρα διαχείρισης, αλλαγή παραμέτρων, επιλογή γραφικών

αναπαραστάσεων. Το θεωρητικό πλαίσιο της ανάλυσης είναι η Activity-Theory (Engestrom 1987). Αναλόγως του τύπου των ΦΕ (κλειστό-ανοικτό) παρατηρήθηκε υπέρμετρη αύξηση των clicks, όταν οι μαθητές κληθήκαν να διαχειριστούν 2-παραμετρικά προβλήματα (Μιχαλούδης & Χατζηκρανιώτης 2016).

Η εργασία πραγματοποιείται την ανάπτυξη προσομοιώσεων με ενσωματωμένα ΦΕ που ακολουθούν διερευνητικό συνεχές, στοχεύοντας στην προώθηση του ελέγχου μεταβλητών.

**Εικόνα 1:** Προσομοίωση και πίνακας καταγραφών



## 2. Υλοποίηση των προσομοιώσεων

Η εργασία αποτελεί προέκταση πάνω στις προσομοιώσεις και τη διερευνητική μάθηση (Michaloudis & Hatzikraniotis 2017). Η υλοποίηση (Εικόνα 1) έγινε με το Easy-Java-Simulations (Esquembre 2003) και ακολουθεί τη δομή διακριτών χώρων (Φαινομένου-Αναπαραστάσεων-Χειρισμών), όπως περιγράφεται σε παλαιότερη εργασία (Μιχαλούδης & Χατζηκρανιώτης 2014).

**Εικόνα 2:** Επιλογή παραμέτρων

Τι θα αλλάξεις;	<input type="checkbox"/> αρχική ταχύτητα	<input checked="" type="checkbox"/> αρχικό ύψος	<input type="checkbox"/> μάζα σώματος	<input type="checkbox"/> αντίσταση αέρα
Τι θα κρατήσεις σταθερό;	<input checked="" type="checkbox"/> αρχική ταχύτητα	<input type="checkbox"/> αρχικό ύψος	<input checked="" type="checkbox"/> μάζα σώματος	<input checked="" type="checkbox"/> αντίσταση αέρα
Τι θα μετρήσεις;	<input checked="" type="radio"/> τελική ταχύτητα	<input type="radio"/> βεληνεκές	<input type="radio"/> χρόνος καθόδου	
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ				

Οι προσομοιώσεις έχουν 3 λειτουργίες: (α) ανεξάρτητες, όπου όλες οι παράμετροι είναι διαθέσιμες στον χρήστη-μαθητή, (β) με έλεγχο μεταβλητών, και (γ) ενσωματωμένα ΦΕ. Ο έλεγχος μεταβλητών βοηθά τους μαθητές να σχεδιάσουν μία ορθολογική διερευνητική διαδικασία. Οι μαθητές επιλέγουν μία ανεξάρτητη μεταβλητή που θα μεταβάλλουν και μία

εξαρτημένη που θα μετρούν (Εικόνα 2). Οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές (ανενεργές σε μεταβολή).

Τα ενσωματωμένα στην προσομοίωση ΦΕ ακολουθούν πρακτική ελέγχου μεταβλητών, υιοθετούν τη στρατηγική Predict-Observe-Explain (White & Gunstone 1992) και έχουν διερευνητική προσέγγιση (Σκουμιάς 2011, Hackling 2005). Τα ΦΕ είναι διαδραστικά και αλληλεπιδρούν με την προσομοίωση, έχοντας τη δυνατότητα να μεταβάλλουν παραμέτρους (Εικόνα 3). Οι μαθητές κάνουν πρόβλεψη, επιλέγουν τι θα μεταβάλλουν, τι θα μετρήσουν, και ανοίγει η προσομοίωση με τις επιλεγμένες παραμέτρους. Αφού κάνουν μετρήσεις, καλούνται να εξηγήσουν τι παρατήρησαν, σε αντιπαράβολή με την πρόβλεψή τους. Τέλος, κάνουν διαπιστώσεις για τη δραστηριότητα.

Προσομοιώσεις και ΦΕ προάγουν τη διερευνητική μάθηση, χρησιμοποιώντας ένα «συνεχές» 4-επιπέδων (Bell et al. 2005), όπου σταδιακά αυξάνονται οι διαδικασίες που αναλαμβάνουν οι μαθητές.

**Εικόνα 3:** Τα ενσωματωμένα διαδραστικά ΦΕ

**Πρόβλεψη**  
Πως θα μπορέσει η μπάλα να προσγειωθεί πάνω στον κινούμενο στόχο;  
Θα βάλω ένα μεγάλο αρχικό ύψος και θα πατήσω το play. Αν η μπάλα πέσει πιο μπροστά από το στόχο, τότε θα βάλω μικρότερο ύψος.  
Γιατί το πιστεύεις αυτό;  
Αν αλλάξω το ύψος θα αλλάξει και το σημείο που θα πέσει η μπάλα.  
Τι θα αλλάξεις;  αρχική ταχύτητα  αρχικό ύψος  
Τι θα κρατήσεις σταθερό;  αρχική ταχύτητα  αρχικό ύψος  
Τι θα μετρήσεις;  τελική ταχύτητα  βελτιωθείς  χρόνος καθόδου  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

**Εξήγηση**  
Ποιο είναι το αποτέλεσμα;  
Η μπάλα προσγειώνεται στο στόχο για αρχικό ύψος  $H=8m$ . Άρα η ιδέα να αλλάξω το ύψος ήταν σωστή.  
Γιατί το πιστεύεις αυτό;  
Το σημείο που έπευτε η μπάλα άλλαξε όταν άλλαξα το αρχικό ύψος. Μόνο για ένα ύψος η μπάλα προσγειώθηκε στο στόχο.  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΞΗΓΗΣΗΣ

**Διαπιστώσεις - Συμπεράσματα**  
Τι διαπίστωσες από την έρευνά σου;  
Διαπίστωσα ότι θα πρέπει να κάνω δοκιμές για να βρω τη σωστή απάντηση.  
Ήταν αυτό που περίμενες; Γιατί;  
Ναι γιατί τελικά με δοκιμές βρήκα τη σωστή απάντηση.  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΦΥΛΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 3. Αποτελέσματα

Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη. Οι προσομοιώσεις με τα ΦΕ θα συμπληρωθούν από μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και τα αποτελέσματα θα αναλυθούν ώστε να κατανοήσουμε τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές εκτέλεσαν τις ενέργειές τους.

### 4. Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα έρχεται να συμπληρώσει προηγούμενες που διεξήχθησαν από τους συγγραφείς και να συνδυάσει την καταγραφή των δράσεων σε προσομοιώσεις και ΦΕ, με τρόπο ενοποιημένο ώστε να κατανοήσουμε πώς οι μαθητές αλληλεπιδρούν με τις προσομοιώσεις και καταγράφουν τις σκέψεις τους στα ΦΕ.

### 5. Βιβλιογραφία

- Μιχαλούδης, Α., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2014). Εφαρμογή προσομοιώσεων και σύγχρονων εκπαιδευτικών μεθόδων στη διδασκαλία της Φυσικής. *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, 3-5 Οκτωβρίου 2014* (σσ. 671-678). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.
- Μιχαλούδης, Α., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2015). Καταγραφή των βημάτων που ακολουθούν οι μαθητές στις εκπαιδευτικές προσομοιώσεις. *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 8-10 Μαΐου 2015*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο.
- Μιχαλούδης, Α., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2016). Δημιουργία προσομοιώσεων διερευνητικής μάθησης και καταγραφή κινήσεων των μαθητών. *Πρακτικά Εργασιών 10ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», 23-25 Σεπτεμβρίου 2016*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Σκουμιός, Μ. (2011). *Εφαρμοσμένη διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (Πρακτικές Ασκήσεις Β' Φάσης, Διδακτικές σημειώσεις). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παν. Αιγαίου
- Bell, L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). *Simplifying Inquiry Instruction*. H.W. Wilson Company.
- Bernstein, J., Scheerhorn, S., & Ritter, S. (2010). Using Simulations and Collaborative Teaching to Enhance Introductory Courses. *College Teaching*, 9-14.
- Brant, G., Hooper, E., & Sugrue, B. (1991). Which Comes First the Simulation or the Lecture? *Journal of Educational Computing Research*, 469-481.
- Engestrom, Y. (1987). Learning by expanding. *Helsinki: Orienta-Konsultit Oy*.
- Esquembre, F. (2003). Easy Java Simulations: A software tool to create scientific simulations in Java. *In Computer Physics Communications*. Elsevier.
- Fencel, J. (2013). *Using PhET simulations in the physics first classroom: an alternative to traditional laboratories and teaching styles*. University of Wisconsin-River Falls.
- Garrison, D., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*.
- Hackling, W.M (2005), Working Scientifically: Implementing and Assessing Open Investigation Work in Science, *Dept. of Education and Training, Western Australia*
- Kirkley, S., & Kirkley, J. (2004). Creating next generation blended learning environments using mixed reality, Video Games and Simulations. *TechTrends*.
- Mackinnon, K., & Brett, C. (2010). Computer science teacher: Current educational conversations and perspectives. ACSE.
- Michaloudis, A., & Hatzikraniotis, E. (2017). Fostering Students' Understanding with Web-Based Simulations in an Inquiry Continuum Framework. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 105-117). Springer International Publishing.
- Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. (2014). PhET interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of chemical education*, 1191-1197.
- Novak, G., Patterson, E., Gavrin, A., & Christian, W. (1999). Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology. Upper Saddle River, Prentice Hall.
- Rieber, L. (1994). *Computers, graphics & learning*. Madison, Wis.: Brown & Benchmark.
- Redish F.E. (2001) Forward to Physlets for the Physics Instructor, in *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Christian W. & Belloni M., Prentice Hall, New Jersey.
- Schwichow, M., Croker S., Zimmerman C. Höffler T., Härtig H. (2016) Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis, *Developmental Review*.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*.