

«Βραχυκύκλωμα, ηλεκτρικό κύκλωμα και διάθλαση φωτός: τρία υποδειγματικά ψηφιακά διδακτικά σενάρια για τη Φυσική Γυμνασίου στην πλατφόρμα "Αίσωπος"»

Κολτσάκης Ευάγγελος

Εκπαιδευτικός ΠΕ0401, MSc, MEd, Καλλιτεχνικό Σχολείο Αμπελοκήπων
ekoltsakis@sch.gr

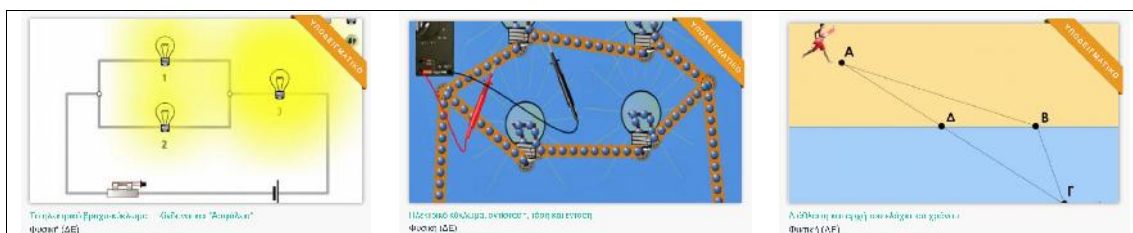
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παρουσιάζονται τρία ψηφιακά διδακτικά σενάρια που αφορούν στη Φυσική Γυμνασίου και σχεδιάστηκαν για την πλατφόρμα «Αίσωπος», για να κριθούν, να εγκριθούν και να δημοσιευθούν ως «υποδειγματικά». Γίνεται μια σύντομη περιγραφή του σκεπτικού του σχεδιασμού τους, των διδακτικών προσεγγίσεων, των μαθησιακών αντικειμένων και των εργαλείων ανάπτυξης που επιλέχθηκαν και παρουσιάζονται σε πίνακα τα βασικά μεταδεδομένα των τριών σεναρίων. Ακολουθεί σύντομη περιγραφή του κάθε σεναρίου και σύντομη συζήτηση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αίσωπος, Φυσική, Γυμνάσιο, σενάριο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανάμεσα στα ψηφιακά διδακτικά σενάρια της πλατφόρμας «Αίσωπος» (Αίσωπος, 2015) υπάρχει ένας αριθμός «υποδειγματικών» σεναρίων, τα οποία δημιουργήθηκαν στην πρώτη φάση εμπλουτισμού της πλατφόρμας. Τρία από αυτά (Εικόνα 1) δημιουργήθηκαν από τον συγγραφέα αυτού του κειμένου. Αυτά τα τρία σενάρια, που αφορούν κυρίως στο ηλεκτρικό κύκλωμα και στη διάθλαση του φωτός, απευθύνονται στην εκπαιδευτική βαθμίδα του Γυμνασίου, αλλά μπορούν να αξιοποιηθούν και στην επόμενη εκπαιδευτική βαθμίδα του Λυκείου, είτε ως έχουν, είτε μερικώς, είτε τροποποιημένα.



Εικόνα 1: Οι εικόνες/υπερσύνδεσμοι της πλατφόρμας «Αίσωπος» προς τα 3 σενάρια.

Λόγω του χαρακτήρα τους ως «υποδειγματικών», συνεπώς και ενδεικτικών, επιλέχθηκε από τον δημιουργό τους να σχεδιαστούν τρία ευέλικτα και ευμετάβλητα σενάρια, που να αξιοποιούν: αρκετά από τα εργαλεία σχεδιασμού που προσφέρει η πλατφόρμα, κατάλληλα και αξιόπιστα μαθησιακά αντικείμενα (Hamel & Ryan-Jones, 2002) από εγκεκριμένα αποθετήρια (Μεγαλού & Kaklamanis, 2014: PhET, 2015: Φωτόδεντρο, 2015: Παπαχρήστος κ.α, 2015) και αξιόπιστα, δωρεάν, εύκολα και φιλικά στη χρήση εργαλεία του διαδικτύου. Επιλέχθηκε επίσης να ακολουθηθούν ποικίλες διδακτικές προσεγγίσεις, οι

οποίες χαρακτηρίζονται από: την ανίχνευση των ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών (Κολτσάκης & Πιερράτος, 2007), την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, το συντονιστικό και υποβοηθητικό ρόλο του εκπαιδευτικού, το συνδυασμό πραγματικού και εικονικού εργαστηρίου/πειράματος (Κολτσάκης κ.α., 2007), την αξιοποίηση κατά περίπτωση διαθέσιμου σχολικού εξοπλισμού αλλά και ενδεχομένως διαθέσιμου εξοπλισμού των μαθητών, και από επεκτάσεις και λίγο πέρα από τα όρια της διδακτέας ύλης.

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Δημιουργήθηκαν τρία σενάρια (Πίνακας 1) διαφορετικής δυσκολίας («μέτριας δυσκολίας», «δύσκολο» και «πολύ δύσκολο») ώστε να προσφερθούν προς τους υποψήφιους δημιουργούς/συγγραφείς ενδεικτικά/υποδειγματικά σενάρια διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας, με ποικιλία ενδεικτικών εργαλείων, μέσων και προσεγγίσεων.

Λόγω της χρονικά περιορισμένης (μονώρης ή δίωρης) εβδομαδιαίας διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής στα Γυμνάσια, τα σενάρια είναι μονώρης ή δίωρης διάρκειας, με προτεινόμενη επιπρόσθετη «κατ' οίκον» εργασία από τους μαθητές, ώστε αυτοί: να αξιοποιήσουν τον οικιακό τους εξοπλισμό, την πρόσβαση στο διαδίκτυο, εκπαιδευτικό υλικό και εργαλεία γενικής χρήσης και επικοινωνίας που διατίθενται ελεύθερα στο διαδίκτυο. Σε όλα τα σενάρια αξιοποιούνται κατάλληλα (Koltsakis κ.α., 2009) φύλλα εργασίας, με δραστηριότητες άλλοτε ατομικές και άλλοτε ομαδικές με στοιχεία peer instruction (Mazur, 1997) και δοκιμασμένα, με άδειες χρήσης applets από εγκεκριμένα αποθετήρια όπως το PhET και το Φωτόδεντρο, από το «Ψηφιακό σχολείο» και εργαλεία του διαδικτύου. Όλα τα σενάρια είναι ευέλικτα, προσφέροντας στον εκπαιδευτικό-χρήστη τη δυνατότητα να τα υλοποιήσει ανάλογα με τις ανάγκες/δυνατότητες της τάξης του. Στα σενάρια αξιοποιήθηκαν (ενδεικτικά) αρκετές δυνατότητες της πλατφόρμας ανάπτυξής τους, καθώς και πρωτότυπες εικόνες, φωτογραφίες και βίντεο που δημιουργήθηκαν κατά την ανάπτυξή τους.

Τίτλος ψηφιακού διδακτικού σεναρίου	Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "Ασφάλεια"	Ηλεκτρικό κύκλωμα, αντίσταση, τάση και ένταση	Διάθλαση και αρχή του ελάχιστου χρόνου
Εκπαιδευτική βαθμίδα	Γυμνάσιο	Γυμνάσιο	Γυμνάσιο
Επίπεδο δυσκολίας	Δύσκολο	Πολύ δύσκολο	Μέτριας δυσκολίας
Προτεινόμενη διάρκεια	1 ώρα	2 ώρες	1 ώρα
Θεματική ταξινόμια	Φυσική (ΔΕ) › Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός › Βραχυκύκλωμα	Φυσική (ΔΕ) › Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός › Ηλεκτρικό κύκλωμα	Φυσική (ΔΕ) › Οπτική › Διάθλαση
Τύπος διαδραστικότητας	Ενεργός μάθηση	Ενεργός μάθηση	Ενεργός μάθηση
Επίπεδο	Υψηλό	Πολύ υψηλό	Υψηλό

διαδραστικότητας			
Προτεινόμενη ηλικιακή ομάδα	12-15	12-15	12-15
Αναγνωριστικό	AESOP - 5678	AESOP - 9130	AESOP - 21512
url	http://aesop.iep.edu.gr/node/5678	http://aesop.iep.edu.gr/node/9130	http://aesop.iep.edu.gr/node/21512

Πίνακας 1: Τα βασικά μεταδεδομένα και χαρακτηριστικά των σεναρίων.

Βασικό χαρακτηριστικό όλων των σεναρίων είναι η επέκταση της «σχολικής ύλης» και η προτροπή για εποικοδομητική/μαθητοκεντρική αξιοποίηση σύγχρονου, δοκιμασμένου και αξιόπιστου ψηφιακού υλικού και εργαλείων, με ελαχιστοποίηση της «διάλεξης»/παράδοσης μαθήματος. Η αξιολόγηση της διδασκαλίας και των μαθητών (διαμορφωτική και τελική) γίνεται κατά κανόνα έμμεσα και διακριτικά, κυρίως μέσω της «συμμετοχικής παρατήρησης».

ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο: Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "Ασφάλεια"

Το πρώτο σενάριο, με τίτλο «Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "Ασφάλεια"» απευθύνεται (κυρίως) σε μαθητές της Α' τάξης Γυμνασίου, ως συμπλήρωμα/επέκταση της ομώνυμης εργαστηριακής δραστηριότητας του σχολικού εγχειριδίου των σχολικών ετών 2013-2016.

Το σενάριο αποτελείται από 5 φάσεις. Στην 1^η φάση επιχειρείται ανάδειξη και διερεύνηση γνώσεων, απόψεων και ιδεών των μαθητών σχετικά με το βραχυκύκλωμα και τις ασφάλειες. Στη 2^η φάση επιχειρείται κατασκευή απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και επίδειξη βραχυκυκλώματος. Στην 3^η φάση οι μαθητές συνεργάζονται σε ομάδες πραγματοποιώντας δραστηριότητα με φύλλο εργασίας και στη συνέχεια αξιοποιούνται μία ή δυο προσομοιώσεις ηλεκτρικού κυκλώματος. Στην 4^η φάση παρουσιάζεται η ηλεκτρική ασφάλεια και ανατίθεται σχετική εργασία για το σπίτι. Στην 5^η φάση αξιοποιείται εφαρμογή με 10 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, για (αυτο)αξιολόγηση και αναστοχασμό. Εναλλακτικά, η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργασία και αυτοαξιολόγηση από τους μαθητές στο σπίτι.

Στο σενάριο αξιοποιούνται τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα και ψηφιακό υλικό που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής	1. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/1363/#question5714 2. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/1363/#question5717
Εικόνες	3. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/2450/#question10031 4. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/2450/#question10061 5. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/2454/#question10043 6. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/2454/#question10044
Διαδραστικό βίντεο	7. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/2450/#question9991
Φύλλα εργασίας	8. http://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-

	ergasias/fyllo_ergasias_1_3.pdf
Εξωτερικό περιεχόμενο	9. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/1364/#question5702 http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/6207 10. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/1364/#question5712 http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1599 11. http://aesop.iep.edu.gr/node/5678/1376/#question5705 http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/6172 12. http://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/exica/triantafyllides/

Πίνακας 2: Τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα και το ψηφιακό υλικό που αξιοποιούνται στο σενάριο 5678.

ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο: Ηλεκτρικό κύκλωμα, αντίσταση, τάση και ένταση

Το δεύτερο σενάριο, (που απευθύνεται και σε μαθητές Λυκείου), με τίτλο «Ηλεκτρικό κύκλωμα, αντίσταση, τάση και ένταση», ως το «δυσκολότερο όλων» επιχειρεί μεγάλη (τόσο εξατομικευμένη όσο και συνεργατική) εμπλοκή των μαθητών και σύνθετη αξιοποίηση εργαλείων (ενδεικτικά: συμπλήρωση φορμών google, εξ αποστάσεως έλεγχος και αξιολόγηση από τον εκπαιδευτικό, δημιουργία αρχείων και αποστολή τους στον εκπαιδευτικό κ.α.).

Το σενάριο αποτελείται από 4 φάσεις. Μετά την πραγματοποίηση εργαστηριακής άσκησης στο σχολείο (μετωπικά ή -στην ανάγκη- με επίδειξη), αξιοποιείται arplef από το PhET. Προτείνεται επιπλέον η αξιοποίηση εργαλείων web 2.0 και στοιχεία μοντέλου μικτής μάθησης (blended learning): προτείνεται η αξιοποίηση φόρμας google και συνοδευτικού λογιστικού φύλλου και ο διαμοιρασμός ψηφιακών αρχείων μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού. Στο σενάριο αξιοποιούνται 2 φύλλα εργασίας: ένα για την ανίχνευση και ανάδειξη προϋπαρχουσών και εναλλακτικών ιδεών και αντιλήψεων σύμφωνα με τα νοητικά μοντέλα των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα, όπως αυτά αποτυπώνονται σε σχετική βιβλιογραφία (Κολτσάκης & Πιερράτος, 2006α, β) και ένα με δραστηριότητες σε εικονικό εργαστήριο. Ο χρόνος διδασκαλίας συμπληρώνεται από κατάλληλες δραστηριότητες του εκπαιδευτικού στην/με την τάξη, ο οποίος, ανάλογα με τις ανάγκες και δυνατότητες των μαθητών του και της διδασκαλίας του, αφήνεται αρκετά ελεύθερος να τις επιλέξει/τροποποιήσει/συμπληρώσει κατά την κρίση του.

Στο σενάριο αξιοποιούνται τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα και ψηφιακό υλικό που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Εικόνα	1. http://aesop.iep.edu.gr/node/9130/2392/#question9592
Φύλλα εργασίας	2. http://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-ergasias/fyllo_ergasias_1_1.pdf 3. http://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-ergasias/fyllo_ergasias_2_3.pdf
Εξωτερικό	4. http://aesop.iep.edu.gr/node/9130/2405/#que

περιεχόμενο	stion9675 http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc 5. https://en.wikipedia.org/wiki/Audience_response 6. http://socrative.com/ 7. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.socrative.teacher 8. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.socrative.student 9. http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-C201/531/3516,14426/ 10. http://goo.gl/forms/a1XNn00wwX
-------------	--

Πίνακας 3: Τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα και το ψηφιακό υλικό που αξιοποιούνται στο σενάριο 9130.

ΣΕΝΑΡΙΟ 3ο: Διάθλαση και αρχή του ελάχιστου χρόνου

Το τρίτο σενάριο με τίτλο «Διάθλαση και αρχή του ελάχιστου χρόνου» αξιοποιεί ως αφόρμηση/εισαγωγή το πρόβλημα του ναυαγοσώστη και του κολυμβητή και μπορεί να αξιοποιηθεί και στο Λύκειο.

Το σενάριο αποτελείται από 4 φάσεις. Οι τρεις φάσεις ολοκληρώνονται στη σχολική τάξη και η τέταρτη στο σπίτι. Στην 1^η φάση οι μαθητές εργάζονται με φύλλο εργασίας, σε μια προσπάθεια να συνδεθεί το φαινόμενο της διάθλασης με την αρχή του ελάχιστου χρόνου. Στη 2^η φάση ο εκπαιδευτικός, αρκετά ελεύθερα και ανάλογα με τις ανάγκες και δυνατότητες των μαθητών του και τη στοχοθεσία του, καλείται να εισαγάγει και να διαπραγματευτεί την έννοια του δείκτη διάθλασης και το νόμο του Snell. Στην 3^η φάση και αφού ο εκπαιδευτικός επιδείξει σύντομα πρίσμα και την πορεία ακτίνας LASER που περνά μέσα από αυτό (ως σύντομο πείραμα επίδειξης), οι μαθητές εργάζονται με δραστηριότητες δυο φύλλων εργασίας, περνώντας σταδιακά από την ποιοτική στην ποσοτική επιβεβαίωση του νόμου του Snell, αξιοποιώντας applet από το Φωτόδεντρο. Στην 4^η φάση ο εκπαιδευτικός εισάγει τους μαθητές στις δραστηριότητες του τέταρτου φύλλου εργασίας, τις οποίες οι μαθητές πραγματοποιούν ως εργασία στο σπίτι και επιστρέφουν το φύλλο και τα αποτελέσματα της εργασίας τους στο αμέσως επόμενο μάθημα, αξιοποιώντας και δεύτερο applet από το Φωτόδεντρο.

Στο σενάριο αξιοποιούνται τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα και ψηφιακό υλικό που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Ερώτηση πολλαπλής επιλογής	1. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5384/#question21516
Εικόνες	2. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5383/#question21513 3. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5384/#question21514 4. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5384/#question21515 5. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5385/#question21517 6. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5385/#question21518

	estion21518
Φύλλα εργασίας	7. 8. http://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-ergasias/fyllo_ergasias_1_29.pdf 9. http://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-ergasias/fyllo_ergasias_2_20.pdf 10. http://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-ergasias/fyllo_ergasias_3.pdf 11. http://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-ergasias/fyllo_ergasias_4.pdf
Εξωτερικό περιεχόμενο	12. http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1640 13. http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1630 http://users.sch.gr/kassetas/zzzzzzzOpticsFermat.htm 14. http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-C201/531/3516,14432/ 15. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5385/#question21519 http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1640 16. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5386/#question21520 17. http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8184 18. http://aesop.iep.edu.gr/node/21512/5386/#question21521 http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1630

Πίνακας 3: Τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα και το ψηφιακό υλικό που αξιοποιούνται στο σενάριο 21512.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το έργο της ανάπτυξης ψηφιακών σεναρίων προσφέρει τη δυνατότητα διάθεσης στους εκπαιδευτικούς πλήθους ενδεικτικών (και όχι μόνο) σεναρίων, από τα οποία μπορούν –ενδεχομένως– να επιλέξουν, προσαρμόσουν και να εφαρμόσουν στην τάξη. Επιπρόσθετα, δίνεται η δυνατότητα επιλογής και αξιοποίησης ψηφιακών εργαλείων και μέσων και μαθησιακών αντικειμένων που είναι πλέον διαθέσιμα σε σχετικά επαρκή ποσότητα και ποιότητα. Ειδικά δε για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής, τα ψηφιακά διδακτικά σενάρια μπορούν να εκπληρώσουν ακόμη έναν ρόλο, αυτόν της συμπλήρωσης και επέκτασης του πραγματικού εργαστηρίου με εικονικό και της διασύνδεσης του πραγματικού με το εικονικό εργαστήριο.

Βασικός στόχος κατά τον σχεδιασμό των παραπάνω τριών σεναρίων ήταν να δημιουργηθούν και να διατεθούν τόσο απλά σενάρια, έτοιμα (ή σχεδόν έτοιμα) προς χρήση, όσο και σενάρια που θα προτείνουν/αξιοποιούν τη χρήση πολύ σύγχρονων και καινοτόμων μέσων (Κολτσάκης κ.α., 2011), μεθόδων και πρακτικών, ώστε από τη μια πλευρά να μην τρομάζουν τους σχετικά αμήτους εκπαιδευτικούς και από την άλλη πλευρά να γνωστοποιούν

στους εκπαιδευτικούς νέες δυνατότητες, να εξάπτουν τη φαντασία τους και να προκαλούν και να κινητοποιούν τη δημιουργικότητά τους.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Αίσωπος (2015). Πλατφόρμα Ψηφιακών Διδακτικών Σεναρίων του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής. Ανακτήθηκε στις 10 Φεβρουαρίου 2016 από τη διεύθυνση <http://aesop.iiep.edu.gr/>.

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ. (2006) (α). Ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα με σκοπό το σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων. *Πρακτικά 3ου συνεδρίου Ε.Δι.Φ.Ε.*, 893-896, Βόλος.

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ. (2006) (β). Σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων με βάση τις αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα. *Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ε.Ε.Φ.*, 893-896, Λάρισα.

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ. (2007). Το «Λάθος» των Μαθητών ως Βασικό Διδακτικό Εργαλείο στο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. *Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή, Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, Θεσσαλονίκη*.

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ., Πολάτογλου Χ. (2007). Αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στη διδακτική των Φ.Ε. στο Σ.Ε.Φ.Ε. – μια μελέτη περίπτωσης. *Πρακτικά 10ου κοινού συνεδρίου των Ενώσεων Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών*, Κέρκυρα.

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ., Πολάτογλου Χ. (2011). Ενσωμάτωση της τεχνολογίας των CRS στη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής. *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη*, Σύρος.

Παπαχρήστος, Ν., Σιτσανλής, Η., Κολτσάκης, Ε., Μικρόπουλος Τ. (2015). Στοχευμένος εμπλουτισμός εγχειριδίων της Φυσικής με μαθησιακά αντικείμενα. *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (ΕΝΕΦΕΤ 2015)*, Θεσσαλονίκη.

Φωτόδεντρο (2015). Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ανακτήθηκε στις 10 Φεβρουαρίου 2016 από τη διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/aggregator/>.

Hamel, C. J., Ryan-Jones, D. (2002). Designing instruction with learning objects. *International Journal of Educational Technology*, 3(1).

Koltsakis, E., Pierratos, T., Polatoglou, H. (2009). Search for standards in build of students' science laboratory worksheets. *6th International Conference "Standardization, prototypes and quality a means of Balcan countries' collaboration" Proceedings*, 225-232, Thessaloniki.

Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A Users Manual*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Megalou, E., Kaklamanis, C. (2014). Photodentro LOR, The Greek National Learning Object Repository. *INTED2014 Proceedings*, 309-319, Valencia.

PhET (2015). *Physics Education Technology / Interactive simulations*. Ανακτήθηκε στις 10 Φεβρουαρίου 2016 από τη διεύθυνση <https://phet.colorado.edu/el/>.