

Το Φωτόδεντρο στη σχολική τάξη των ΕΠΑΛ

Σοφία Νικητοπούλου¹, Κωνσταντίνος Ασημακόπουλος¹, Γεώργιος Βουνάτσος¹,
Κωνσταντίνος Κοράκης², Κυπαρισσία Παπανικολάου^{1,3}
nikitopoulousofia@gmail.com, kostasasimakopoulos@gmail.com, gvounatsos@hotmail.com,
kkorakis@sch.gr, kpapanikolaou@aspete.gr

¹ Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», ² ΕΠΑΛ Κορωπίου,

³ Παιδαγωγικό Τμήμα, ΑΣΠΑΙΤΕ

Περίληψη

Η εργασία αφορά στην αξιολόγηση μαθησιακών αντικειμένων που αναπτύχθηκαν για τους τομείς Μηχανολογίας και Ηλεκτρολογίας των ΕΠΑΛ για το Φωτόδεντρο. Στη μελέτη που παρουσιάζεται επιχειρείται μία σύνθεση της οπτικής μαθητών και εκπαιδευτικών ΕΠΑΛ. Συγκεκριμένα, μαθητές ΕΠΑΛ εργάστηκαν με συγκεκριμένα αντικείμενα στη βάση ενός εκπαιδευτικού σεναρίου και συμπλήρωσαν σχετικό ερωτηματολόγιο προκειμένου να αποτιμήσουν τη μαθησιακή τους εμπειρία, την ποιότητα των αντικειμένων και την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Αντίστοιχα, οι εκπαιδευτικοί μελέτησαν και αξιολόγησαν μαθησιακά αντικείμενα της ειδικότητάς τους και απάντησαν σε αντίστοιχο ερωτηματολόγιο προτείνοντας παράλληλα βελτιώσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μαθησιακά αντικείμενα είχαν ιδιαίτερα θετικό αντίκτυπο τόσο στους μαθητές του δείγματος, όσο και στους εκπαιδευτικούς αντίστοιχα, αναδεικνύοντας παράλληλα και παράγοντες βελτίωσης αλλά και εναλλακτικά πλαίσια εφαρμογής τους σε πραγματικές συνθήκες εκπαίδευσης εντός και εκτός σχολείου.

Λέξεις κλειδιά: Μαθησιακά αντικείμενα, Ανοικτοί εκπαιδευτικοί πόροι, τομέας Μηχανολογίας ΕΠΑΛ, τομέας Ηλεκτρολογίας ΕΠΑΛ

Εισαγωγή

Το ψηφιακό αποθετήριο Φωτόδεντρο (<http://photodentro.edu.gr/lor/>) περιλαμβάνει δύο νέες συλλογές για τους τομείς Ηλεκτρολογίας και Μηχανολογίας των ΕΠΑγγελματικών Λυκείων (ΕΠΑΛ). Τα μαθησιακά αντικείμενα που αναπτύσσονται στην τρέχουσα φάση για τους δύο τομείς αποτελούν κυρίως προσομοιώσεις και οπτικοποιήσεις που συνοδεύονται από ενδεικτικές εφαρμογές και διερευνήσεις ώστε να διευκολύνουν μαθητές και εκπαιδευτικούς στην άμεση αξιοποίησή τους (Παπανικολάου κ.ά., 2018).

Ο όρος Μαθησιακά Αντικείμενα - MA (Learning Objects) αφορά μικρές, αυτόνομες οντότητες με σαφή εκπαιδευτικό σκοπό και εσωτερική δομή, που συνοδεύονται από ένα δομημένο σύνολο μεταδεδομένων δηλαδή πληροφοριών που τα περιγράφουν ώστε να διευκολυνθεί η εύρεση, αποθήκευση και ανάκτησή τους. Τα MA αποτελούν Ανοικτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους (ΑΕΠ) (Open Educational Resources - OER), ελεύθερα προσβάσιμους, που βασίζονται στην αρχή ότι η εκπαίδευση και η γνώση είναι δημόσια αγαθά και όλοι έχουν δικαίωμα πρόσβασης σε ποιοτική εκπαίδευση (Belawati, 2014). Σημαντικά χαρακτηριστικά των MA αποτελούν η εύκολη και ελεύθερη προσβασιμότητά τους μέσω διαδικτύου που απαλλάσσει τους χρήστες από το κόστος αγοράς και πρόσβασης σε νεότερες εκδόσεις του αντικειμένου, η ευκολία της εκμάθησης και χρήσης τους που τα κάνει πιο ελκυστικά σε εκπαιδευτικούς μια και δεν επιβαρύνουν ιδιαίτερα το ήδη χρονικά βεβαρημένο πρόγραμμά τους, η επαναχρησιμοποίηση που επιτρέπει την αξιοποίησή τους από μεγάλο και μικτό κοινό, μαθητές, εκπαιδευτικούς, γονείς, ιδιαίτερα όταν αυτά

τοποθετούνται σε καλά οργανωμένες βάσεις που διευκολύνουν την αναζήτηση και τον εντοπισμό τους (Kay, 2007).

Ένα ανοιχτό θέμα στο χώρο των ΑΕΠ είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της χρησιμότητας των ΜΑ. Περιορισμένος αριθμός ερευνών έχουν πραγματοποιηθεί, ιδιαίτερα στο χώρο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με ποικίλα μεθοδολογικά χαρακτηριστικά όσον αφορά το δείγμα - εκπαιδευτικούς, μαθητές -, το είδος - ποιοτικές ή ποσοτικές -, τη στόχευση και οργάνωσή τους (Kay, 2007). Η επίδραση συγκεκριμένων ποιοτικών στοιχείων των ΜΑ στη μάθηση και η συστηματική ανάλυση της προστιθέμενης αξίας τους σε μεγάλο αριθμητικά δείγμα αποτελούν ανοιχτούς ερευνητικούς στόχους.

Η εργασία αυτή παρουσιάζει μία πιλοτική αξιολόγηση συγκεκριμένων ΜΑ από τις συλλογές Ηλεκτρολογίας και Μηχανολογίας του Φωτόδεντρου, στην οποία εμπλέκονται μαθητές και εκπαιδευτικοί. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία τα οποία συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων, παρουσιάζονται και συζητούνται.

Συλλογές ΜΑ Μηχανολογίας και Ηλεκτρολογίας στο Φωτόδεντρο

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα ΜΑ «Αντοχή Υλικών - Επίλυση δοκών» και «Υπολογισμός Μονοσωλήνιου Συστήματος Θέρμανσης» της συλλογής Μηχανολογίας (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10424/simple-search?query=&newQuery=true>) και τα ΜΑ «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα - Αντιστάθμιση» και «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα» της συλλογής Ηλεκτρολογίας (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10388/simple-search?query=&newQuery=true>), τα οποία μελετήθηκαν στο πλαίσιο της τρέχουσας έρευνας.

Μαθησιακά Αντικείμενα τομέα Μηχανολογίας

Το *αντικείμενο* με τίτλο «Αντοχή Υλικών - Επίλυση δοκών» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10531?locale=el>) αποτελεί οπτικοποίηση της κατασκευής μιας αμφιέρειστης δοκού που καταπονείται από συγκεντρωμένο φορτίο. Στόχος του ΜΑ είναι ο χρήστης να πειραματιστεί με το υπολογιστικό μοντέλο επίλυσης του συστήματος δυνάμεων και να εξάγει συμπεράσματα για τη σχέση των φυσικών μεγεθών που αποτυπώνονται σε αυτό. Συγκεκριμένα, ο χρήστης, μεταβάλλοντας το διάνυσμα του φορτίου (εξωτερική δύναμη), επηρεάζει δυναμικά τα διανύσματα των αντιδράσεων στήριξης της δοκού (εσωτερικές δυνάμεις), καθώς και τη διαγραμματική έκφραση των εντατικών μεγεθών των τεμνουσών δυνάμεων και των καμπτικών ροπών που καταπονούν τον φορέα. Οι Canuetal. (2016) διαπιστώνουν από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν έννοιες στατικής ισορροπίας και συνήθως προβλήματα προκαλούνται από το μαθηματικό φορμαλισμό που τις συνοδεύει. Στα θέματα αυτά εστιάζει το συγκεκριμένο ΜΑ το οποίο εμπλέκει δύσκολες έννοιες για τους μαθητές όπως η δύναμη, η ροπή, η στατική ισορροπία. Η πρόσθετη παιδαγωγική αξία του βρίσκεται στην οπτικοποίηση που παρέχει και στη δυνατότητα που δίνει στο χρήστη να αλληλεπιδρά δυναμικά με το αντικείμενο μεταβάλλοντας το φορτίο και παρατηρώντας τα αποτελέσματα των ενεργειών του με αριθμητικό και διαγραμματικό τρόπο.

Το *αντικείμενο* με τίτλο «Υπολογισμός Μονοσωλήνιου Συστήματος Θέρμανσης» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10678?locale=el>) αποτελεί προσομοίωση της διαδικασίας υπολογισμού ενός βρόγχου μονοσωλήνιου συστήματος θέρμανσης σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Στόχος του ΜΑ είναι ο χρήστης να έρθει σε επαφή με τις διαδικασίες της επιλογής θερμαντικών σωμάτων, βάσει των θερμικών αναγκών πραγματικών χώρων που καλύπτουν, και της απαραίτητης διόρθωσης της απόδοσής τους.

Αυτό αποτελεί πρακτική ανάγκη για τον τεχνητή θέρμανσης και απαιτεί χρονοβόρους και σύνθετους υπολογισμούς για την παρατήρηση μιας μικρής αλλαγής στην προρύθμιση. Η πρόσθετη παιδαγωγική αξία του ΜΑ προκύπτει από το γεγονός ότι ο μαθητής προσθέτει σώματα και μεταβάλλει τις θερμίδες και την προρύθμιση παρατηρώντας τις αλλαγές που επέρχονται στο βρόγχο του συστήματος θέρμανσης. Πιο αναλυτικά, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αφενός να κατασκευάσει έναν βρόγχο μονοσωλήνιου συστήματος θέρμανσης, αποτελούμενο από μια σειρά πραγματικών θερμαντικών σωμάτων που καλύπτουν χώρους με θερμικές ανάγκες της επιλογής του, και αφετέρου να καθορίσει την προρύθμιση του νερού προσαγωγής κάθε σώματος ξεχωριστά. Το ΜΑ αντιδρά δυναμικά στις επιλογές του χρήστη, τόσο σε επίπεδο γραφικών αναπαραστάσεων όσο και σε επίπεδο παρουσίασης αποτελεσμάτων που αφορούν στα λειτουργικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι υπολογισμοί θερμοκρασιών κάποιων χαρακτηριστικών σημείων του κυκλώματος, καθώς και οι υπολογισμοί των θερμικών αποδόσεων των σωμάτων και των συντελεστών διόρθωσης. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να ολοκληρώσει τη διαδικασία υπολογισμού, επιλέγοντας από τον πίνακα προδιαγραφών χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων, τα κατάλληλα θερμαντικά σώματα για τους χώρους του κυκλώματος που έχει κατασκευάσει, σε ένα αυθεντικό πλαίσιο.



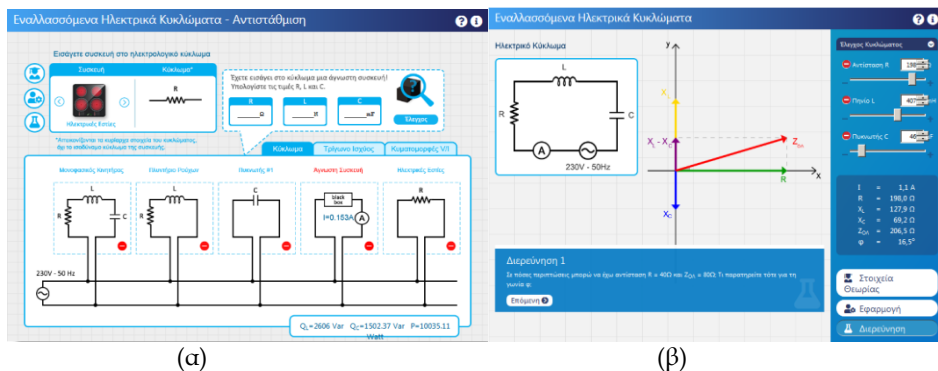
Σχήμα 1. Μαθησιακά Αντικείμενα Μηχανολογίας: (α) Αντοχή Υλικών - Επίλυση δοκών (β) Υπολογισμός Μονοσωλήνιου Συστήματος Θέρμανσης

Μαθησιακά Αντικείμενα τομέα Ηλεκτρολογίας

Το αντικείμενο με τίτλο «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα - Αντιστάθμιση» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10702?locale=el>) αποτελεί προσομοίωση στην οποία δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να παρατηρήσουν και να μελετήσουν πώς επηρεάζεται το τρίγωνο ισχύος, ο συντελεστής ισχύος και οι κυματομορφές V (τάσης) και I (ρεύματος) σε ένα εναλλασσόμενο κύκλωμα, μεταβάλλοντας δυναμικά τα φορτία (συσκευές) του κυκλώματος. Το αντικείμενο αντιμετωπίζει μια ιδιαίτερα δύσκολη θεωρητική ενότητα συνδέοντας τη θεωρία με την πράξη μέσα από πραγματικά σενάρια ηλεκτρικών κυκλωμάτων που απαντώνται στη βιομηχανία και σε οικιακές εγκαταστάσεις. Ιδιαίτερα στο πεδίο της Ηλεκτρολογίας, το εναλλασσόμενο ρεύμα και η αντιστάθμιση δυσκολεύουν τους μαθητές λόγω της αόρατης φύσης τους. Σκοπός του ΜΑ είναι ο μαθητής να αναπτύξει ένα νοητικό μοντέλο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιεί για να κάνει προβλέψεις για τη συμπεριφορά των βασικών ηλεκτρικών κυκλωμάτων (Carlton, 1999). Συνεπώς, ο μαθητής στο πλαίσιο του ΜΑ διερευνά αυτή τη συμπεριφορά των κυκλωμάτων, μέσω πραγματικών

σεναρίων, τα οποία καλείται να εφαρμόσει και να πειραματιστεί. Η προστιθέμενη παιδαγωγική αξία του ΜΑ, έγκειται στο γεγονός ότι με απτό τρόπο μοντελοποιείται η σχέση της εικόνας, του συμβόλου, του γραφήματος και της λειτουργίας κάθε κυκλώματος και ο μαθητής καλείται να διερευνήσει και να ανακαλύψει τη σχέση αυτή.

Το αντικείμενο με τίτλο «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10465?locale=el>) αποτελεί οπτικοποίηση στην οποία οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν τη συμπεριφορά κυκλωμάτων στο εναλλασσόμενο ρεύμα, όταν τα κυκλώματα περιέχουν τα τρία βασικά κυκλωματικά στοιχεία, δηλαδή αντίσταση R , πυκνωτή C και πηνίο L , σε ένα αυθεντικό πλαίσιο με πραγματικές συσκευές. Μέσω της οπτικοποίησης, δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να παρατηρήσουν πώς γίνεται η διανυσματική άθροιση σύνθετων αντιστάσεων στο εναλλασσόμενο ρεύμα και, με δυναμικούς χειρισμούς των μεταβολών (αντίσταση R , πυκνωτής C και πηνίο L), να παρατηρήσουν πώς μεταβάλλεται δυναμικά η συνολική σύνθετη αντίσταση. Επίσης, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν την τοπολογία του κυκλώματος, προσθέτοντας ή αφαιρώντας από το κύκλωμα ένα ή δύο από τα στοιχεία R , L και C , και έτσι να μελετήσουν διαφορετικά κυκλώματα που προκύπτουν από τη σύνθεση πραγματικών συσκευών. Το αντικείμενο και σε αυτή την περίπτωση αντιμετωπίζει μια ιδιαίτερα δύσκολη θεωρητική ενότητα, συνδέοντας τις μεταβολές των διανυσματικών διαγραμμάτων (θεωρητικό) με τις μεταβολές των κυκλωματικών στοιχείων RLC (πραγματικό). Η προστιθέμενη παιδαγωγική αξία εδράζεται στη διερεύνηση και μελέτη των κυκλωμάτων, χωρίς τις σύνθετες μαθηματικές αναλύσεις, σε ένα αυθεντικό πλαίσιο.



Σχήμα 2. Μαθησιακά Αντικείμενα Ηλεκτρολογίας: (α) Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα - Αντιστάθμιση (β) Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Εμπειρική μελέτη

Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι απόψεις μαθητών (για τα ΜΑ του τομέα Μηχανολογίας των ΕΠΑΛ) και εκπαιδευτικών (για τα ΜΑ του τομέα Μηχανολογίας και Ηλεκτρολογίας των ΕΠΑΛ) για τα ΜΑ της προηγούμενης ενότητας. Ο ειδικότερος κεντρικός στόχος της έρευνας ήταν να σχεδιασθεί ένα πλαίσιο αξιολόγησης ΜΑ για ειδικούς (εκπαιδευτικοί) αλλά και για συγκεκριμένους τελικούς χρήστες (μαθητές), ώστε να συλλεχθούν συγκριτικά στοιχεία για την αποτίμηση του σχεδιασμού των ΜΑ και της εφαρμογής τους σε πραγματικές συνθήκες τάξης.

Μελέτη με μαθητές: εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες τάξης. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης μελέτης πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση βάσει εκπαιδευτικού σεναρίου σε 13 μαθητές του 1^{ου} ΕΠΑΛ Κορωπίου, ειδικότητας «Τεχνικός Θερμικών και Υδραυλικών Εγκαταστάσεων και Τεχνολογίας Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου», και 14 μαθητές του 1^{ου} ΕΠΑΛ Σίνδου, ειδικότητας «Τεχνικός Εγκαταστάσεων Ψύξης, Αερισμού και Κλιματισμού».

Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε το εκπαιδευτικό σενάριο με τίτλο «Εδρανα - Επιλογή εδράνων κύλισης» σε μαθητές της Γ' Λυκείου ΕΠΑΛ το οποίο συνδέεται με το αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος «Στοιχεία Μηχανών-Σχέδιο». Ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού σεναρίου βασίστηκε στην προσέγγιση της διερευνητικής μάθησης όπως αυτή προτάθηκε από τους Pedaste et al. (2015) και περιλαμβάνει πέντε κύριες φάσεις: εμπλοκή-προσανατολισμός, εννοιολόγηση, έρευνα, συμπεράσματα και συζήτηση.

Οι μαθητές, στη διάρκεια της παρέμβασης, εργάστηκαν σε ολιγομελείς ομάδες δύο (2) - τριών (3) ατόμων, με το ΜΑ «Αντοχή υλικών - Επίλυση Δοκών». Οι μαθητές πειραματίστηκαν με το υπολογιστικό μοντέλο επίλυσης του συστήματος δυνάμεων που το ΜΑ περιλαμβάνει και κλήθηκαν να εξαγάγουν συμπεράσματα όσον αφορά στη σχέση των φυσικών μεγεθών που αποτυπώνονται σε αυτό. Οι εκπαιδευτικοί είχαν υποστηρικτικό ρόλο στην όλη διαδικασία, διαμορφώνοντας το εκπαιδευτικό πλαίσιο και παρέχοντας υποστήριξη για την υλοποίηση των δράσεων που αναλάμβαναν οι μαθητές στη διάρκεια του μαθήματος και βοηθώντας στην οργάνωση και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των ομάδων. Στο τέλος του μαθήματος, οι μαθητές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο για να αποτιμήσουν τη μαθησιακή εμπειρία τους εστιάζοντας στο ΜΑ με το οποίο εργάστηκαν.

Μελέτη με εκπαιδευτικούς. Η συγκεκριμένη μελέτη έγινε με δεκατέσσερις (14) εκπαιδευτικούς Μηχανολόγους και έντεκα (11) εκπαιδευτικούς του τομέα Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής & Αυτοματισμού (δέκα Ηλεκτρολόγοι και ένας Ηλεκτρονικός).

Σύμφωνα με τους Cohen & Manion (1997: 121) πρόκειται για μια επισκόπηση κατά την οποία συλλέχθηκαν δεδομένα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, αποσκοπώντας στον προσδιορισμό της σχέσης των εκπαιδευτικών με συγκεκριμένα ΜΑ της ειδικότητάς τους από το Φωτόδεντρο. Σε αυτήν την επισκόπηση μικρής κλίμακας, η δειγματοληψία έγινε με δείγμα μη πιθανοτήτων, δεδομένου ότι η έρευνα εκπονήθηκε μέσω ενός ερωτηματολογίου επισκόπησης-πυλός, ως ένα προοίμιο στην κυρίως μελέτη. Στο είδος της δειγματοληψίας εφαρμόστηκε η μέθοδος του διαθέσιμου ή βολικού δείγματος (Νόβα-Καλτσούνη, 2006: 38), καθώς επιλέχθηκαν εκπαιδευτικοί οικείων σχολικών μονάδων και εκπαιδευτικοί που ήταν πρόθυμοι να συμμετέχουν στην έρευνα, γι' αυτό τα αποτελέσματα της έρευνας δεν θα γενικευθούν στον πληθυσμό.

Συγκεκριμένα, η σύνθεση του δείγματος έχει ως ακολούθως. Για την αξιολόγηση των ΜΑ Μηχανολογίας, στην έρευνα συμμετείχαν δεκατέσσερις (14) εκπαιδευτικοί Μηχανολόγοι: τρεις (3) εκπαιδευτικοί του ΕΠΑΛ Κορυδαλλού, τρεις (3) εκπαιδευτικοί του 1^{ου} ΕΠΑΛ Πειραιά, επτά (7) εκπαιδευτικοί του 1^{ου} ΕΠΑΛ Τρικάλων και ένας (1) εκπαιδευτικός του ΕΚ Κορωπίου. Οι εκπαιδευτικοί *ανά σχολείο* μελέτησαν τα μαθησιακά αντικείμενα, πειραματίστηκαν, ανίχνευσαν θετικά και αρνητικά στοιχεία και τέλος απάντησαν σε ερωτηματολόγιο με κλειστά και ανοιχτά ερωτήματα.

Για την αξιολόγηση των ΜΑ Ηλεκτρολογίας, στην έρευνα συμμετείχαν έντεκα (11) εκπαιδευτικοί Ηλεκτρολόγοι/Ηλεκτρονικοί: τρεις (3) εκπαιδευτικοί του ΕΠΑΛ Κορυδαλλού, τέσσερις (4) εκπαιδευτικοί του 1^{ου} ΕΚ Αγίων Αναργύρων, ένας (1) εκπαιδευτικός του 5^{ου} ΕΚ Ιλίου, μια (1) εκπαιδευτικός του 2^{ου} ΕΠΑΛ Ελευσίνας, μια (1) εκπαιδευτικός του 1^{ου} ΕΠΑΛ Ευδήλου Ικαρίας και ένας (1) εκπαιδευτικός του 1^{ου} ΕΠΑΛ Κομοτηνής. Όλοι οι παραπάνω εκπαιδευτικοί μετά από σχετικό email που έλαβαν,

μελέτησαν τα μαθησιακά αντικείμενα και ανταποκρίθηκαν στην έρευνα, απαντώντας στο ερωτηματολόγιο.

Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δύο ερωτηματολογίων τα οποία διαμορφώθηκαν κατάλληλα για μαθητές (βλέπε Πίνακα 1) και εκπαιδευτικούς (βλ. Πίνακα 2). Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα καθώς (α) το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει Likert-like ερωτήσεις που δέχονταν τιμές από το 1 ως το 5 (Διαφωνώ Απόλυτα έως Συμφωνώ Απόλυτα) προκειμένου να αποτιμήσουν τη στάση που ανέπτυξαν οι συμμετέχοντες (μαθητές & εκπαιδευτικοί) για συγκεκριμένα ΜΑ με τα οποία εργάστηκαν, ενώ (β) το δεύτερο μέρος αποτελείται από ανοιχτές ερωτήσεις δίνοντας στους συμμετέχοντες την ευκαιρία να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους σχετικά με τα θετικά και αρνητικά στοιχεία που εντόπισαν και να προτείνουν βελτιώσεις.

Οι μαθητές συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης Μαθησιακών Αντικειμένων “Learning Object Evaluation Scale for Students” (LOES-S) των Kay & Knaack (2009) και συγκεκριμένα την Ελληνική του έκδοση (Μωυσιάδου, 2018). Οι κλειστού τύπου ερωτήσεις του ερωτηματολογίου δομούνται σε τρεις κύριους άξονες: τη *Μάθηση*, η οποία αναφέρεται στις πεποιθήσεις των μαθητών σχετικά με το κατά πόσο έμαθαν μέσα από τη χρήση των ΜΑ, την *Ποιότητα*, η οποία σχετίζεται με την ευκολία στη χρήση των ΜΑ, με τις οδηγίες που περιλαμβάνουν και την οργάνωσή τους και, τέλος, στην *Εμπλοκή*, η οποία εξετάζει το κατά πόσο υπήρξε ενεργή συμμετοχή των μαθητών κατά τη διάρκεια της χρήσης των ΜΑ. Το ερωτηματολόγιο των εκπαιδευτικών προέκυψε από προσαρμογή του ερωτηματολογίου “Learning Object Evaluation Scale for Teachers” (Kay, Knaack, & Petraca, 2009).

Σχετικά με τα ΜΑ *Μηχανολογίας* συγκεντρώθηκαν 27 ερωτηματολόγια από μαθητές (13 μαθητές από το 1^ο ΕΠΑΛ Κορωπίου και 14 μαθητές από το ΕΠΑΛ Σίνδου) και 20 ερωτηματολόγια από εκπαιδευτικούς Μηχανολόγους. Αντίστοιχα για τα ΜΑ *Ηλεκτρολογίας* συγκεντρώθηκαν 20 ερωτηματολόγια από εκπαιδευτικούς Ηλεκτρολόγους/Ηλεκτρονικούς.

Ανάλυση δεδομένων και Αποτελέσματα

Σχετικά με τα ποσοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν, η επεξεργασία των απαντήσεων στο πρώτο μέρος των ερωτηματολογίων έγινε με τη μέτρηση της συχνότητας της κάθε απάντησης και στη συνέχεια τη μετατροπή της σε ποσοστό επί τοις 100 (%). Τα ποσοστά των απαντήσεων καταγράφονται στον Πίνακα 1 (απαντήσεις μαθητών) και στον Πίνακα 2 (απαντήσεις εκπαιδευτικών Μηχανολόγων και Ηλεκτρολόγων-Ηλεκτρονικών αντίστοιχα).

Σχετικά με τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, στους Πίνακες 1 & 2 παρουσιάζονται οι ελεύθερες απαντήσεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών αντίστοιχα. Η επεξεργασία των απαντήσεων των εκπαιδευτικών στα ανοιχτά ερωτήματα έγινε με ποιοτική ανάλυση σύμφωνα με τη Θεμελιωμένη Θεωρία (Grounded Theory) των Glaser & Strauss (1967). Με βάση τη συγκεκριμένη μέθοδο, ξεκινά κανείς την εννοιολογική ανάλυση με απλά στοιχεία παρατήρησης και προοδευτικά αναπτύσσει πιο αφηρημένες εννοιολογικές κατηγορίες, ώστε να συνθέσει, να εξηγήσει και να κατανοήσει τα δεδομένα του, αλλά και να αναγνωρίσει σχήματα σχέσεων (patterns) μέσα σε αυτά (Charmaz, 1995). Συγκεκριμένα στην τρέχουσα έρευνα, όλες οι ελεύθερες απαντήσεις συγκεντρώθηκαν από τους ερευνητές και οργανώθηκαν σε ένα excel με τρεις στήλες. Στην πρώτη στήλη «Λόγια συμμετεχόντων» τοποθετήθηκαν οι ακριβείς απαντήσεις των εκπαιδευτικών από τα ερωτηματολόγια, στη δεύτερη στήλη «Σημειώσεις» τοποθετήθηκαν οι προσωπικές σημειώσεις των ερευνητών και στην τρίτη στήλη «Κωδικοί ανάλυσης»

τοποθετήθηκαν οι κώδικες που προκύπτουν από την ανάλυση. Οι ερευνητές φρόντισαν ώστε οι κωδικοί ανάλυσης που προέκυψαν, όπως ακριβώς ορίζει η μεθοδολογία της Θεμελιωμένης Θεωρίας, να είναι (α) ενεργοί, (β) εστιασμένοι, περιεκτικοί και συνοπτικοί καθώς και (γ) πιστοί και συνεπείς στα δεδομένα. Σκοπός αυτών των προϋποθέσεων είναι μελετώντας τους κωδικούς που έχουν εξαχθεί, οι ερευνητές να μπορέσουν να αναδείξουν σχήματα σχέσεων μεταξύ τους, τα οποία με τη σειρά τους οδηγούν στη δημιουργία κατάλληλων για την έρευνα «κατηγοριών απαντήσεων» που εκφράζουν συγκεντρωτικά τις απόψεις των εκπαιδευτικών.

Α. Οπτική Μαθητών. Για τα *ΜΑ της Μηχανολογίας*, η ανάλυση των *ποσοτικών δεδομένων* των απαντήσεων των *μαθητών* αν έδειξε σε υψηλό ποσοστό ότι οι μαθητές «Συμφωνούν» και «Συμφωνούν απόλυτα» (4 & 5 στην κλίμακα) με τα θέματα του ερωτηματολογίου και στους τρεις άξονες: Μάθηση, Ποιότητα και Εμπλοκή. Ενδεικτικά, οι μαθητές, σε ποσοστό 74%, «Συμφωνούν απόλυτα» ότι η χρήση ΜΑ ήταν εύκολη (βλ. Πίνακα 1, Ερώτηση 8) και σε ποσοστό 81% ότι θέλουν να χρησιμοποιήσουν πάλι ΜΑ (βλ. Πίνακα 1, Ερώτηση 12). Σε ποσοστό 89% συμφωνούν (4 και 5 στην κλίμακα) ότι τα ΜΑ τους βοήθησαν να μάθουν (βλ. Πίνακα 1, Ερώτηση 5) και επίσης ότι τους άρεσε η κεντρική ιδέα των ΜΑ (βλέπε Πίνακα 1, Ερώτηση 10). Ωστόσο θέματα που έχει ενδιαφέρον να επισημανθούν σχετίζονται με την ανατροφοδότηση από τα ίδια τα αντικείμενα και τις οδηγίες που, οι μαθητές κλήθηκαν να ακολουθήσουν στη διάρκεια του μαθήματος. Σε ποσοστό 27% (βλ. Πίνακα 1, Ερώτηση 2) οι μαθητές φαίνεται ότι έχουν ανάγκη από ανατροφοδότηση (1, 2 και 3 στην κλίμακα) γεγονός που μπορούμε να το εκλάβουμε ως ανάγκη για διαρκή υποστήριξη. Επιπλέον, η δημιουργία κινήτρων από τα ΜΑ (βλ. Πίνακα 1, Ερώτηση 11) όπου σε ποσοστό 23% οι μαθητές δηλώνουν αδιάφοροι/αρνητικοί (2 και 3 στην κλίμακα) αποτελεί ένα θέμα προς περαιτέρω διερεύνηση σχετικά με τον τρόπο που μπορεί να ενταχθούν σε πραγματικές συνθήκες τάξης. Στην συγκεκριμένη έρευνα υιοθετήθηκε η προσέγγιση της ένταξής τους σε εκπαιδευτικό σενάριο διερευνητικής μάθησης όπου η υποστήριξη των μαθητών προήλθε βασικά από φύλλα εργασίας τα οποία έπρεπε οι μαθητές να μελετούν και ακολουθούν. Η συγκεκριμένη μορφή υποστήριξης δεν φαίνεται να επαρκεί για την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας στη συγκεκριμένη ομάδα μαθητών. Πιθανόν όμως να σχετίζεται με την μικρή εμπειρία των μαθητών στη χρήση φύλλων εργασίας και γενικότερα σε τέτοιας μορφής μαθήματα.

Για τα *ΜΑ της Μηχανολογίας*, η ανάλυση των ελεύθερων απαντήσεων (ποιοτικών δεδομένων) στα δύο ανοικτά ερωτήματα του ερωτηματολογίου των μαθητών (βλ. Πίνακα 1, ερωτήματα 13 και 14) ανέδειξε τη θετική στάση των μαθητών ως προς τη μορφή του μαθήματος και προτάσεις για την αξιοποίηση των ΜΑ με ιδιαίτερο θέμα την πρόσβαση από κινητό και εκτός σχολείου. Παράλληλα επιβεβαιώνεται η δυσκολία τους στην μελέτη θεωρητικών κειμένων και στην υιοθέτηση οδηγιών.

Β. Η οπτική των εκπαιδευτικών αναλύεται ως προς (α) το μαθησιακό αντικείμενο που θεωρούν ότι μπορεί να έχουν τα ΜΑ (δηλαδή ως προς τη θετική τους επίδραση στη μάθηση, τη σαφήνεια του αντικειμένου, την ικανοποιητική αλληλεπίδραση που προωθούν, την ευκολία στη χρήση, τα κίνητρα για μάθηση που ενισχύουν) και (β) τους παράγοντες βελτίωσης των ΜΑ που προτείνουν.

Συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος του Πίνακα 2 (Ερωτήματα 1-11) εμφανίζονται παράλληλα τα ποσοστά των απαντήσεων εκπαιδευτικών Μηχανολόγων και Ηλεκτρολόγων/Ηλεκτρονικών σε κάθε ερώτηση, με μορφή Μηχ/Ηλγ-Ηλν, δηλαδή σε κάθε κλίμακα (στήλη), αρχικά εμφανίζεται το ποσοστό απαντήσεων των εκπαιδευτικών

Μηχανολόγων και μετά το σύμβολο '/', εμφανίζεται το ποσοστό των εκπαιδευτικών Ηλεκτρολόγων-Ηλεκτρονικών στο ίδιο ερώτημα.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίων μαθητών

	1	2	3	4	5
A. Μάθηση (συχνότητες απαντήσεων)					
1. Το ότι δούλεψα με τα Μαθησιακά Αντικείμενα με βοήθησε να μάθω.	4	4	7	22	63
2. Η ανατροφοδότηση (τα κείμενα που εμφανίζονται στην οθόνη) των Μαθησιακών Αντικειμένων με βοήθησε να μάθω.	4	4	19	37	37
3. Τα γραφικά και τα κινούμενα σχέδια των Μαθησιακών Αντικειμένων με βοήθησαν να μάθω.	0	7	7	30	56
4. Τα Μαθησιακά Αντικείμενα βοήθησαν στο να διδαχτώ μία νέα έννοια.	0	4	7	52	37
5. Συνολικά, τα Μαθησιακά Αντικείμενα με βοήθησαν να μάθω.	0	0	11	22	67
B. Ποιότητα (συχνότητες απαντήσεων)					
6. Οι λειτουργίες βοήθειας των Μαθησιακών Αντικειμένων ήταν χρήσιμες.	0	0	7	41	52
7. Ήταν εύκολο να ακολουθήσω τις οδηγίες των Μαθησιακών Αντικειμένων.	0	0	11	41	48
8. Τα Μαθησιακά Αντικείμενα ήταν εύκολα στη χρήση.	0	0	4	22	74
9. Τα μαθησιακά Αντικείμενα ήταν πολύ καλά οργανωμένα.	0	4	0	37	59
Γ. Εμπλοκή (συχνότητες απαντήσεων)					
10. Μου άρεσε η κεντρική ιδέα/το θέμα των Μαθησιακών Αντικειμένων.	0	4	7	26	63
11. Τα Μαθησιακά Αντικείμενα μου έδωσαν κίνητρα.	0	4	19	30	48
12. Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω ξανά τα Μαθησιακά Αντικείμενα.	0	4	0	15	81
13. Τι σου ΑΡΕΣΕ στα Μαθησιακά Αντικείμενα;					
A. Για το ΜΑ «Μονοσωλήνιο Σύστημα Θέρμανσης»: «η λειτουργία και η παρουσίαση πληροφοριών», «η οργάνωση του μαθήματος» (6 μαθητές), «ότι κατάλαβα καλύτερα», «λειτουργικό και εύχρηστο ΜΑ», «ο τρόπος συνεργασίας με τους συμμαθητές μου».					
B. Για το ΜΑ «Αντοχή Υλικών - Επίλυση Δοκών»: «τα γραφικά και η χρήση», «η εργασία σε υπολογιστή» (4 μαθητές), «η αλλαγή της δύναμης απευθείας στην οθόνη» (2 μαθητές), «η αλλαγή των σχημάτων», «ότι το μάθημα έγινε διαφορετικά» (2 μαθητές), «πιο ενδιαφέρον», «η ευκολία να καταλάβεις», «που δουλεύει και στο κινητό», «που τρέχω την άσκηση και από το σπίτι».					
14. Τι ΔΕΝ σου ΑΡΕΣΕ στα Μαθησιακά Αντικείμενα;					
A. Για το ΜΑ «Μονοσωλήνιο Σύστημα Θέρμανσης»: «δεν βρήκα κάτι» (7 μαθητές), «όλα μου άρεσαν» (2 μαθητές), «τα σχέδια», «για κάποιον που έχει διαβάσει πάρα πολύ δεν προσθέτει πάρα πολλά στις γενικές γνώσεις», «δυσκολίες στη χρήση».					
B. Για το Αντοχή Υλικών - Επίλυση Δοκών: «τίποτα» (9 μαθητές), «όλα κομπλέ» (2 μαθητές), «βαρέθηκα λίγο τη θεωρία και τις οδηγίες» (2 μαθητές), «ήθελα να έχει και άλλη δύναμη».					

Για τα ΜΑ της Μηχανολογίας η ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων των απαντήσεων των εκπαιδευτικών ανέδειξε σε ποσοστό 50 έως 80% ότι «Συμφωνούν απόλυτα» (5 στην κλίμακα) σε όλα τα θέματα του ερωτηματολογίου και στους τρεις άξονες, Μάθηση, Ποιότητα και Εμπλοκή, ενώ σε ποσοστό 75% έως 100% έχουν απαντήσει 4 και 5 στην κλίμακα («Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα»). Ιδιαίτερα, σε ποσοστό 70% αναφέρουν ότι συμφωνούν απόλυτα ότι η χρήση ΜΑ στη διδακτική πράξη έχει θετική επίδραση στη

μάθηση (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 1), το 75% συμφωνεί απόλυτα ότι η κεντρική ιδέα των ΜΑ είναι ενδιαφέρουσα (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 9) και αντίστοιχα συμφωνεί ποσοστό 80% ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στην τάξη. Ωστόσο, σε ποσοστό 25% (1,2,3 στην κλίμακα) ανέφεραν ότι οι οδηγίες χρήσης δεν ήταν σαφείς (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 7). Πιθανόν αυτό να σχετίζεται με τεχνικούς λόγους καθώς, σε προσωπική επικοινωνία με εκπαιδευτικό συγκεκριμένου σχολείου, λάβαμε την πληροφόρηση ότι δεν μπόρεσαν να εντοπίσουν τις οδηγίες χρήσης στο αντικείμενο «Αντοχή Υλικών- Επίλυση Δοκών». Επιπλέον θέμα που οι εκπαιδευτικοί Μηχανολόγοι αναδεικνύουν αφορά την κινητοποίηση των μαθητών (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 10).

Για τα ΜΑ της Ηλεκτρολογίας η ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων των απαντήσεων των εκπαιδευτικών ανέδειξε ότι συμφωνούν απόλυτα (5 στην κλίμακα) σε ποσοστό 90% έως 100% για τη θετική επίδραση των ΜΑ στη μάθηση (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 1), ότι οι έννοιες που διαπραγματεύονται είναι σαφείς (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 2), ότι οι γραφικές αναπαραστάσεις και τα animation βοηθούν στην κατανόηση των εμπλεκόμενων εννοιών (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 4) και ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται τα ΜΑ στη σχολική τάξη (βλ. Πίνακα 2, Ερώτηση 11). Σε ποσοστό από 70% έως 85% έχουν απαντήσει ότι συμφωνούν απόλυτα σε όλα τα υπόλοιπα ερωτήματα, γεγονός που επιτρέπει στους ερευνητές να συμπεράνουν το θετικό αντίκτυπο που είχαν τα δύο Ηλεκτρολογικά ΜΑ στους συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς. Αυτό ενισχύεται παρατηρώντας ότι το άθροισμα των ποσοστών του «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ Απόλυτα» κινείται σε πολύ υψηλά ποσοστά.

Για τα ΜΑ της Ηλεκτρολογίας η ανάλυση των ελεύθερων απαντήσεων (ποιοτικών δεδομένων) των εκπαιδευτικών έγινε ως εξής: Η κατηγορία που συνδυάζει κατά τους ερευνητές όλους τους κωδικούς που εντοπίστηκαν στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στο Ερώτημα 12 του Πίνακα 2 ήταν «ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΟ ΜΑ» και αφορά τα θετικά στοιχεία των ΜΑ τα οποία είναι: «Διερεύνηση υποθέσεων και πειραματισμός μέσω αληθοφανών σεναρίων», «σύνδεση θεωρίας με πράξη», «παιγνιώδης μορφή», «μεγάλος βαθμός αλληλεπίδρασης με ΜΑ», «δεν υπάρχουν κουραστικές μαθηματικές αναλύσεις», «διαγράμματα και γραφικές παραστάσεις». Αντίστοιχα, η σύνθετη κατηγορία «ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ/ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ» συνδυάζει κατά τους ερευνητές όλους τους κωδικούς που εντοπίστηκαν στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στο Ερώτημα 13 του Πίνακα 2. Παρά το γεγονός ότι το ερώτημα αφορά αρνητικά στοιχεία των ΜΑ, οι εκπαιδευτικοί στις απαντήσεις τους εξετάζουν τόσο το σχεδιασμό των ΜΑ προτείνοντας αλλαγές όσο και την εφαρμογή τους στην τάξη αναγνωρίζοντας: «έλλειψη υποδομών», «επιπλέον μεταβλητή στο ΜΑ», «περισσότερες διερευνήσεις» και «περισσότερες εφαρμογές». Τέλος, η κατηγορία που συνδυάζει κατά τους ερευνητές όλους τους κωδικούς που εντοπίστηκαν στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στο Ερώτημα 14 του Πίνακα 2 ήταν «ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ» και αφορά παράγοντες βελτίωσης της αποτελεσματικότητας των ΜΑ οι οποίοι είναι: «περισσότερα ΜΑ που να καλύπτουν τη διδακτέα ύλη κάθε μαθήματος», «περισσότερα ΜΑ βασισμένα σε πραγματικά σενάρια», «σύνδεση με πράξη», «αξιολόγηση μαθητών με ανατροφοδότηση», και «διδασκτικά σενάρια που να ενσωματώνουν τα ΜΑ».

Αντίστοιχα για τα ΜΑ της Μηχανολογίας, η κατηγορία «ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΟ ΜΑ» (προέκυψε από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στο Ερώτημα 12 του Πίνακα 2) περιλαμβάνει τους κωδικούς: «σύνδεση οπτικοποίησης και εμπλοκής των μαθητών», «σύνδεση αιτίου και αποτελέσματος», «λειτουργικότητα των ΜΑ», «διαδραστικότητα», «αποτελεσματικότητα του περιεχομένου», «χρηστικότητα», «πολυτροπικότητα», «δυναμική χρήση του εργαλείου». Επιπλέον, η κατηγορία «ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ» προέκυψε από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στα Ερωτήματα 13 και 14 του Πίνακα 2η οποία περιλαμβάνει τους κωδικούς: «έλλειψη ακρίβειας», «έλλειψη απλότητας», «περισσότερες

επιλογές μεταβλητών», «ιδέες για επέκταση», «βελτίωση διερευνήσεων», «βελτίωση οδηγιών χρήσης», «ακρίβεια στη θεωρία ώστε να καλύπτει τις εμπλεκόμενες έννοιες».

Πίνακας 2. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων εκπαιδευτικών Μηχανολόγων και Ηλεκτρολόγων-Ηλεκτρονικών

	1	2	3	4	5
1. Η χρήση Μαθησιακών Αντικειμένων στη διδακτική πράξη, έχει θετική επίδραση στη μάθηση.				30/0	70/100
2. Οι έννοιες που διαπραγματεύονται τα Μαθησιακά Αντικείμενα είναι σαφείς.			15/0	30/10	55/90
3. Η αλληλεπίδραση με το Μαθησιακό Αντικείμενο είναι ικανοποιητική.				40/20	60/80
4. Οι γραφικές αναπαραστάσεις και τα animation βοηθούν στην κατανόηση των εμπλεκόμενων εννοιών.	5	10/0	25/5		60/95
5. Τα βοηθητικά κείμενα που εμφανίζονται (στοιχεία θεωρίας, παραδείγματα, εφαρμογές κλπ) είναι χρήσιμα για τη μαθησιακή διαδικασία.				35/20	65/80
6. Τα Μαθησιακά Αντικείμενα είναι γενικά εύκολα στη χρήση.			5/0	30/20	65/80
7. Οι οδηγίες χρήσης των Μαθησιακών Αντικειμένων είναι σαφείς.	5	10	10/0	10/25	65/75
8. Τα Μαθησιακά Αντικείμενα είναι σωστά δομημένα.			10/0	25/30	65/70
9. Η κεντρική ιδέα των Μαθησιακών Αντικειμένων είναι ενδιαφέρουσα.				25/15	75/85
10. Τα Μαθησιακά Αντικείμενα δίνουν κίνητρα μάθησης στους μαθητές.		5	15/0	30/25	50/75
11. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τα Μαθησιακά Αντικείμενα στη σχολική τάξη.				20/5	80/95

12. Μπορείτε να αναφέρετε κάποια θετικά στοιχεία των Μαθησιακών Αντικειμένων;

Για τα μαθησιακά αντικείμενα τομέα Μηχανολογίας δόθηκαν οι ακόλουθες ελεύθερες απαντήσεις:

A. Για το MA «Μονοσώληνο Σύστημα Θέρμανσης»: «εύχρηστο» (3), «ευχάριστο», «λειτουργικό με ενδιαφέρον», «εύκολη ελοπτεία των αποτελεσμάτων», «η οπτικοποίηση βοηθάει για περαιτέρω κατάρκτηση της γνώσης» (4), «χωρίς χρονοβόρους υπολογισμούς» (2), «ενδιαφέρουσα η διαδραστικότητα», «αλληλεπίδραση με τους μαθητές», «αποτελεσματικότητα της θεωρίας» (2), «ύπαρξη πινάκων έφρεσης στοιχείων, αποτελεσμάτων και διαγραμμάτων».

B. Για το MA «Αντοχή Υλικών - Επίλυση Δοκών»: «απλό στη λειτουργία και κατανοητό» (4), «η δυνατότητα μεταβολής του φορτίου και της θέσης του δημιουργεί ευχάριστο μαθησιακό περιβάλλον» (2), «τα στοιχεία θεωρίας», «η εφαρμογή και η διερεύνηση είναι αποτελεσματικά», «πολύ καλές ερωτήσεις διερεύνησης», «κίνητρα μάθησης στους μαθητές».

Για τα μαθησιακά αντικείμενα τομέα Ηλεκτρολογίας δόθηκαν οι ακόλουθες ελεύθερες απαντήσεις:

A. Για το MA «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα-Αντιστάθμιση»: «το καλύτερο από όλα τα μαθησιακά αντικείμενα των ηλεκτρολόγων», «παρέχουν τη δυνατότητα στον μαθητή να διερευνήσει υποθέσεις με βάση τον πειραματισμό πάνω σε αληθοφανή σενάρια», «ο μαθητής μέσω των εφαρμογών αντιλαμβάνεται καλύτερα την επίπτωση των αλλαγών σε ένα κύκλωμα- άμεση σύνδεση θεωρίας και πράξης», «οι γραφικές παραστάσεις με τις οποίες γίνεται ευκολότερη η κατανόηση», «η ρεαλιστικότητα των παραδειγμάτων και η αντιστοίχιση των ηλεκτρικών συμβόλων σε οπτικοποιημένες ηλεκτρικές καταναλώσεις μπορεί να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών», «έξυπνη σύνδεση της θεωρίας με την πραγματικότητα», «πολύ ωραίες γραφικές αναπαραστάσεις και πολύ καλή μοντελοποίηση των διαφορών εννοιών», «βοηθούν τον εκπαιδευτικό», «κινούν το ενδιαφέρον των μαθητών διότι μέσα από το "παιχνίδι" οι μαθητές μαθαίνουν».

B. Για το MA «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα»: «Σαφείς οδηγίες χρήσης», «ενεργία στην μεταβολή των τιμών που το καθιστά ιδιαίτερα εύχρηστο και μεγάλος βαθμός αλληλεπίδρασης με το μαθησιακό αντικείμενο», «κατανόηση των κυκλωμάτων χωρίς τις κουραστικές μαθηματικές αναλύσεις», «θετικό είναι ότι οι μαθητές επιδρούν στις τιμές των στοιχείων και άμεσα βλέπουν τα αποτελέσματα-μπορούν να πειραματιστούν μόνοι

τους στο σπίτι για την κατανόηση του κάθε μαθήματος», «η προσομοίωση και η χρήση διαγραμμάτων», «πολύ καλές εφαρμογές και γραφήματα», «παρέχουν τη δυνατότητα στον μαθητή να διερευνήσει υποθέσεις με βάση τον πειραματισμό πάνω σε αληθοφανή σενάρια».

13. Μπορείτε να αναφέρετε κάποια αρνητικά στοιχεία των Μαθησιακών Αντικειμένων;

Για τα μαθησιακά αντικείμενα του τομέα Μηχανολογίας δόθηκαν οι ακόλουθες ελεύθερες απαντήσεις:

A. Για το MA «Μονοσώληνο Σύστημα Θέρμανσης»: σχόλια για το περιεχόμενο του MA (2), «δεν υπάρχουν» (4), «ασάφεια στην αρχή του σκοπού του αντικείμενου», «κάποια σύμβολα δεν αναφέρονται στη θεωρία», «οι πίνακες θερμοκρασίας και ισχύος μειώνουν τη διάθεση παρακολούθησης των μαθητών».

B. Για το MA «Αντοχή Υλικών - Επίλυση Δοκών»: σχόλια για το περιεχόμενο του MA (2), «κανένα» (3), «δεν υπάρχουν σαφείς οδηγίες χρήσης στο αντικείμενο της αντοχής υλικών» (2), «ίσως χρειάζεται λιγότερη θεωρητική ανάπτυξη».

Για τα μαθησιακά αντικείμενα του τομέα Ηλεκτρολογίας δόθηκαν οι ακόλουθες ελεύθερες απαντήσεις:

«θα πρέπει να υπάρχει ένας Η/Υ για κάθε μαθητή έστω για δύο μαθητές (έλλειψη υλικοτεχνικών υποδομών) και φυσικά σύνδεση στο διαδίκτυο γεγονός που δεν μπορεί να θεωρηθεί δεδομένο σε όλα τα σχολικά εργαστήρια και πολύ περισσότερο στην τάξη» (8)

A. Για το MA «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα-Αντιστάθμιση»: σχόλια για το περιεχόμενο του MA (3), «δεν υπάρχουν αρνητικά σχόλια» (6), «καλά θα ήταν να ανοίγει σε πλήρη οθόνη».

B. Για το MA «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα»: σχόλιο για το περιεχόμενο του MA (1), «δεν διαπίστωσα κάτι αρνητικό» (3), «περισσότερες στοχευμένες χαρακτηριστικές εφαρμογές».

14. Τι θα προτεινате προκειμένου να γίνουν τα Μαθησιακά Αντικείμενα πιο αποτελεσματικά;

Για τα μαθησιακά αντικείμενα τομέα Μηχανολογίας δόθηκαν οι ακόλουθες απαντήσεις:

A. Για το MA «Μονοσώληνο Σύστημα Θέρμανσης»: σχόλια για το περιεχόμενο του MA (3), «δεν έχω να προσθέσω κάτι/είναι ολοκληρωμένο» (4), «βελτίωση στις ερωτήσεις διερεύνησης», «να περιγράφονται στη θεωρία όλες οι παράμετροι που υπολογίζονται στο παράδειγμα και δίνονται σαν αποτέλεσμα».

B. Για το MA «Αντοχή Υλικών - Επίλυση Δοκών»: σχόλιο για το περιεχόμενο του MA (1), «να είναι από την αρχή σαφής ο σκοπός» (3), «περισσότερες επιλογές στις παραμέτρους των εφαρμογών», «περισσότερη αλληλεπίδραση», «πιο απλό αντικείμενο και σαφέστερο», «ανάπτυξη μαθημάτων βήμα-βήμα», «προσοχή στην επιλογή φυλλομετρητή» (2).

Για τα μαθησιακά αντικείμενα τομέα Ηλεκτρολογίας δόθηκαν οι ακόλουθες απαντήσεις:

«να αναπτυχθεί μια σειρά από μαθησιακά αντικείμενα που να καλύπτουν τις βασικές έννοιες που περιλαμβάνει η διδακτέα ύλη κάθε μαθήματος. Ειδικότερα για την τεχνική εκπαίδευση είναι πολύ χρήσιμο να παρέχονται αντικείμενα βασισμένα σε σενάρια από το πεδίο εφαρμογής (βιομηχανία, ΕΗΕ κτλ)» (4), «απλά να εφαρμοστούν διότι είναι άψογα», «η ύπαρξη ερωτήσεων αξιολόγησης με ταυτόχρονη παροχή απαντήσεων και ανατροφοδότησης θα μεγιστοποιούσε τον αντίκτυπο στους μαθητές και θα τους έδινε μεγαλύτερο κίνητρο», «να συνοδεύονται από πιθανά σενάρια που θα τα ενσωματώνουν».

A. Για το MA «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα- Αντιστάθμιση»: «δεν έχω να προτείνω κάτι» (4), «σύνδεση με την πράξη», «να γίνεται μαθηματικός υπολογισμός».

B. Για το MA «Εναλλασσόμενα Ηλεκτρικά Κυκλώματα»: σχόλιο για το περιεχόμενο του MA (1), «δεν νομίζω ότι χρειάζεται κάτι παραπάνω» (3), «Περισσότερες εφαρμογές με δυνατότητα παροχής ανατροφοδότησης».

Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

Τα αποτελέσματα κατά την ανάλυση των ερωτηματολογίων επιβεβαιώνουν το θετικό αντίκτυπο που έχουν τα μαθησιακά αντικείμενα, τόσο για τους εκπαιδευτικούς και των δύο κλάδων, όσο και για τους μαθητές που συμμετείχαν στο δείγμα. Η θετική στάση των συμμετεχόντων ως προς τη λειτουργικότητα των MA, τη διαδραστικότητά τους, την αποτελεσματικότητά του περιεχομένου τους, την πολυτροπικότητά τους, την παιγνιώδη μορφή τους, το μεγάλο βαθμό αλληλεπίδρασής τους χωρίς να απαιτούνται σύνθετες μαθηματικές αναλύσεις και τη διερεύνηση εννοιών/καταστάσεων/μηχανισμών μέσω πραγματικών σεναρίων από τη βιομηχανία, είναι η πρώτη αντίδραση του δείγματος για τα τέσσερα συγκεκριμένα MA. Επιπλέον, από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην έρευνα ως

προς τους παράγοντες που θα μπορούσαν να βελτιώσουν τα ΜΑ και την εφαρμογή τους σε πραγματικές συνθήκες, καταγράφηκαν εναλλακτικές προτάσεις τόσο για το σχεδιασμό όσο και για το πλαίσιο εφαρμογής τους, εντός αλλά και εκτός σχολείου. Αυτό παρακινεί την ερευνητική ομάδα προς τη μελέτη τρόπων με τους οποίους τα μαθησιακά αντικείμενα των συλλογών Ηλεκτρολογίας και Μηχανολογίας του Φωτόδεντρου θα μπορούσαν να ενταχθούν σε πραγματικές συνθήκες εκπαίδευσης και την παραγωγή εναλλακτικών εκπαιδευτικών σεναρίων. Από την πλευρά των εκπαιδευτικών, οι συμμετέχοντες δήλωσαν την ανάγκη τους για περισσότερα ΜΑ βασισμένα σε πραγματικά σενάρια με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα των μαθημάτων, για ένταξη στοιχείων αυτόματης αξιολόγησης των μαθητών με ανατροφοδότηση, και για πρόσβαση σε εκπαιδευτικά σενάρια που να ενσωματώνουν ΜΑ. Με βάση τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας πρόκειται στο μέλλον να οργανώσουμε μια πιο συστηματική έρευνα εφαρμογής των ΜΑ σε μεγαλύτερο μαθητικό κοινό διερευνώντας εναλλακτικά πλαίσια εντός και εκτός σχολείου.

Ευχαριστίες

Τα μαθησιακά αντικείμενα για τους τομείς της Ηλεκτρολογίας και Μηχανολογίας των ΕΠΑΛ αναπτύσσονται στο πλαίσιο του έργου «Ψηφιακό Σχολείο II: Επέκταση και Αξιοποίηση της Ψηφιακής Εκπαιδευτικής Πλατφόρμας, των Διαδραστικών Βιβλίων και του Αποθετηρίου Μαθησιακών Αντικειμένων» του ΕΣΠΑ 2014-2020 (Κωδικός ΟΠΣ 5001312).

Αναφορές

- Belawati, T. (2014). Open education, open education resources, and massive open online courses. *International Journal of Continuing Education and Lifelong Learning*, 7(1), 1–15.
- Canu, M., Duque, M., & De Hosson, C. (2016). Active Learning session based on Didactical Engineering framework for conceptual change in students' equilibrium and stability understanding. *European Journal of Engineering Education*, 42(1), 32–44.
- Carlton, K. (1999). Teaching electric current and electric potential. *Physics Education*, 34(6), 341–345.
- Charmaz, K. (1995). Grounded Theory. In J. A. Smith, R. Harr & L. van Langenhove (Eds.), *Rethinking Methods in Psychology* (pp. 27–49). London: Sage.
- Cohen, L., & Manion, L. (1997). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Εκδόσεις Έκφραση.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine.
- Kay, R. A. (2007). Systematic Evaluation of Learning Objects for Secondary School Students. *Journal of Educational Technology Systems*, 35(4), 411–448.
- Kay, R. H., Knaack, L., & Petrarca, D. (2009). Exploring teacher perceptions of web-based learning tools. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5, 27–50.
- Kay, R.H., & Knaack, L. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S). *Educational Technology Research and Development*, 57, 147–168.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., De Jong, T., Van Riesen, S., Kamp, E., Manoli, C., Zacharia, Z., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Μωσιάδου, Σ.Μ. (2018). *Προσαρμογή εργαλείου αξιολόγησης Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων*. Διπλωματική εργασία. Διδραματικό Διατηρητικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής-Τεχνολογίες Μάθησης». Θεσσαλονίκη.
- Νόβα-Καλτσούνη, Χ. (2006). *Μεθοδολογία εμπειρικής έρευνας στις Κοινωνικές Επιστήμες*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Παπανικολάου, Κ., Ασημακόπουλος, Κ., Βουνάτσος, Γ., Νικητοπούλου, Σ., Χατζηαθανασίου, Ν., Σκουρολιάκος, Α., & Πάλλας, Α. (2018). Αναπτύσσοντας Μαθησιακά Αντικείμενα για τους τομείς Ηλεκτρολογίας και Μηχανολογίας των ΕΠΑΛ. *Στα Πρακτικά Εργασιών 11^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»* (σσ. 37–40). ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018.