

Ανάπτυξη εκπαιδευτικού αντικειμένου στο λογισμικό Logger Pro προς χρήση στην Εκπαιδευτική Διαδικασία με Προσέγγιση STEM

Πολύδωρος Σταυρόπουλος, Μηχανολόγος Εκπαιδευτικός
MSc STEM in Education, 2^ο ΕΠΑ.Λ. Δραπετσώνας, sv1ahh@gmail.com
Κωνσταντίνα Σταυροπούλου, Προπτυχιακή φοιτήτρια ΕΚΠΑ, sv1rrv@gmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται λεπτομερώς ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός πιλοτικού υποδειγματικού εκπαιδευτικού αντικειμένου με τη μορφή εφαρμογής που έχει αναπτυχθεί στο λογισμικό Logger Pro 3. Προτείνεται η ενσωμάτωσή τέτοιου είδους εφαρμογών στην εκπαιδευτική διαδικασία, με μεθοδολογία STEM, για τον εκσυγχρονισμό της καθιερωμένης παραδοσιακής διδασκαλίας, καθώς και για την παραγωγή σύγχρονης γνώσης. Σκοπός της εργασίας είναι η γνωστοποίηση του καινοτόμου αυτού λογισμικού και των ποικίλων εφαρμογών του, στην εκπαιδευτική κοινότητα για ένταξη του στις νέες διδακτικές μεθόδους διδασκαλίας. Απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς αλλά και μαθητές της δευτεροβάθμιας επαγγελματικής και γενικής εκπαίδευσης αφού η χρήση του είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα λόγω των υψηλών προδιαγραφών διασύνδεσης του λογισμικού με αισθητήρες. Η τροποποίηση της υποδειγματικής αυτής εφαρμογής, με τη χρήση διαφορετικών παραμέτρων και αριθμητικών δεδομένων, μπορεί να δημιουργήσει κατάλληλες συνθήκες για ένταξή της σε οποιαδήποτε βαθμίδα εκπαίδευσης. Με τη βοήθεια του λογισμικού αυτού μπορούμε να δημιουργήσουμε εξαιρετικά εκπαιδευτικά αντικείμενα για οποιαδήποτε μάθημα και ειδικότητα στο πλαίσιο των δύο κλάδων Science και Technology του STEM. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη της εφαρμογής μας έχει εκλάβει, ως παράδειγμα, τον υπολογισμό και την απεικόνιση σε γραφική παράσταση αριθμητικών χαρακτηριστικών των καυσαερίων που διέρχονται μέσα από έναν καταλυτικό μετατροπέα καθώς εξέρχονται από έναν Κινητήρα Εσωτερικής Καύσης. Η πρότασή μας είναι μία προσιτή εισαγωγή σε υπολογιστικό περιβάλλον. Γίνεται προσπάθεια ενθάρρυνσης των εκπαιδευτικών και των μαθητών για την χρήση των Τ.Π.Ε., με διασκεδαστικό τρόπο, προς όφελος της μάθησης αλλά και της ανάπτυξης των κομβικών δεξιοτήτων τους όπως αναφέρεται στο έργο ATS 2020. Αποσκοπούμε στην ιδιαιτερότητα της προσφοράς γνώσης μέσω νέων καινοτόμων λογισμικών και νέων τεχνολογιών.

Λέξεις κλειδιά: *STEM, Logger Pro, Αντίθλιψη, Πίεση, PSI, Στροφές, RPM.*

Abstract

In this workshop, we present the design and development of a modern learning object developed in Logger Pro 3 software. It is proposed to integrate this in the educational process using the methodology of STEM to teach a particular module. The purpose of this

application is to make this innovative software, and its various applications, available to the

educational community for inclusion in innovative teaching methods. It is aimed at both, teachers and students of secondary vocational education. Modifying this application, using other parameters and numeric data, can create appropriate conditions for presentation at any other level of education. With the help of this software we can create highly technology educational subjects for the Science branch of the STEM. The design and development of our application has taken as an example the calculation and graphical representation of some numerical characteristics of exhaust gases passing through a catalytic converter as they emerge from an internal combustion engine. Our proposal is an affordable introduction to a computing environment. An effort is being made to encourage teachers to use computing in a fun way for the benefit of learning and the development of pupils' transversal skills as mentioned in the ATS 2020 project. We aim at the specificity of knowledge supply through new innovative software.

1. Εισαγωγή

Στόχος της εργασίας, μακροσκοπικά, είναι η εξοικείωση και η παρότρυνση ένταξης καινοτόμων υπολογιστικών λογισμικών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν εύκολα να εγκαταστήσουν το Logger Pro σε κάποιον προσωπικό υπολογιστή ή ακόμη και σε κινητή συσκευή (κινητό τηλέφωνο ή tablet) με λειτουργικό Android ή ακόμη σε iPad. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εγκατάστασης έχουν πρόσβαση σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον υψηλής τεχνολογίας. Το τελευταίο αυτό χαρακτηριστικό παρέχεται από τη δυνατότητα σύνδεσης του υπολογιστή με επιπρόσθετα στοιχεία εισόδου συλλογής πληροφοριών και καταγραφής αυτών αυτόματα. Έτσι δίδεται η ευχέρεια αυτόματης καταχώρησης των ενδείξεων και μετρήσεων στο λογισμικό κατευθείαν από τους αισθητήρες χωρίς την παρέμβαση του εκπαιδευτικού ή του μαθητή. Στην ανάπτυξη ακολουθούνται οι φάσεις του «τεχνικού σχεδιασμού». Σημαντική θέση έχει η επεξεργασία των δεδομένων για την εξαγωγή διαγραμμάτων αλλά και υπολογισμών. Στην εφαρμογή μας προτιμήθηκε για λόγους απλοποίησης να γίνει η καταχώρηση των παραμέτρων και αριθμητικών δεδομένων χειρόγραφα από τον χρήστη και όχι αυτόματα μέσω αισθητήρων. Η πρότασή μας στην παρούσα εργασία για την ανάπτυξη τέτοιου είδους καινοτόμου εκπαιδευτικού αντικειμένου

έχει ως κίνητρο την ανυπαρξία παρόμοιων εφαρμογών στο διαδίκτυο για ένταξη στη διδασκαλία.

Το καινοτόμο αυτό λογισμικό Logger Pro που αξιοποιήσαμε αναπτύχθηκε από την Vernier: (<https://www.vernier.com/>).

Το περιβάλλον εργασίας είναι ιδιαίτερα φιλικό για τον χρήστη και γίνεται με καταχώρηση δεδομένων όπως ακριβώς στα υπολογιστικά φύλλα. Μπορούμε να εισαγάγουμε δεδομένα από το γνωστό μας excel με απ' ευθείας εισαγωγή του αρχείου xls. Η ανάπτυξη αυτής της εφαρμογής με την χρήση του λογισμικού εισαγάγει τον κλάδο του Technology της προσέγγισης STEM που θα ακολουθηθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία. Βασικό σημείο είναι ότι εντάσσει την υπολογιστική σκέψη (Computational Thinking) στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη της προετοιμασίας της διδασκαλίας ενός οποιουδήποτε μαθήματος που περιλαμβάνει έννοιες φυσικής, μαθηματικών, τεχνολογίας και μηχανικής.

2. Τι είναι το STEM στην εκπαίδευση

Αν αναζητήσουμε στον παγκόσμιο ιστό το ακρωνύμιο STEM θα συναντήσουμε πολλές αναφορές σχετικές με το ότι πρόκειται για μία καινοτόμο μεθοδολογία που εντάσσει στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία όχι μόνο τις βασικές Επιστήμες (Φυσική, Χημεία κ.α.), αλλά επίσης την Τεχνολογία, τη Μηχανική (Μηχανολογία) και τα Μαθηματικά. Στην Ελλάδα η μοναδική κινητικότητα που διαφαίνεται σήμερα στη μεθοδολογία STEM στα Ελληνικά σχολεία είναι η εκπαιδευτική ρομποτική που τις περισσότερες φορές περιλαμβάνει συναρμολόγηση δομικών στοιχείων (Engineering) και υποτυπώδη προγραμματισμό (Technology). Εκλείπει όμως ένας ακόμη κλάδος για να είναι προσέγγιση STEM. Ως γνωστόν τουλάχιστον τρεις κλάδοι πρέπει να ενσωματώνονται στη μεθοδολογία για να είναι STEM.

Το ακρωνύμιο STEM προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Science, Technology, Engineering, Mathematics. Είναι η σύγχρονη και καινοτόμος διδακτική προσέγγιση που αξιοποιεί 4 κλάδους στην εκπαιδευτική διαδικασία: Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά. Πρόσφατα έχουν προστεθεί το Art και το Culture έτσι το ακρωνύμιο STEM τροποποιείται αντίστοιχα σε STEAM και STEMAC. Είναι απαραίτητο να έχουν συμπεριληφθεί τρεις από αυτές τις επιστήμες στη μεθοδολογία και εισερχομένης της μίας να εξέρχεται η άλλη.

Η Beatty A., στο βιβλίο *Successful STEM Education*, αναφέρει ότι σε πολλές περιλήψεις βιβλίων, σχετικά με την προετοιμασία των εκπαιδευτικών για να διδάξουν με προσέγγιση STEM, δείχνεται ότι πρέπει προηγουμένως να ακολουθήσουν κατάλληλη επιμόρφωση για την αποτελεσματικότερη προετοιμασία τους στα μαθήματα, πρέπει να αναπτύξουν ένα project (portfolio ή ερευνητική εργασία), να γίνει πρακτική των μαθημάτων που διδάσκουν προκειμένου να εκπαιδευτούν σε συγκεκριμένες διδακτικές προσεγγίσεις.

Το 2015, το ίδρυμα *Jack Kent Cooke* επιχορήγησε Ακαδημίες και Πανεπιστήμια με το ποσό των 1,6 εκατομμυρίων δολαρίων, για τους ασθενέστερους οικονομικά φοιτητές που επιθυμούν να σπουδάσουν τη μεθοδολογία STEM

Στην ιστοσελίδα του Λευκού Οίκου, ο πρόεδρος *Obama*, στις 13 Μαρτίου 2015, δηλώνει ότι έχουν διατεθεί πάνω από 1 δισεκατομμύριο δολάρια για την υποστήριξη των προγραμμάτων STEM στην εκπαίδευση, με το σύνθημα “εκπαιδεύστε να καινοτομήσουν”, «*Educate to innovate*». Στην έκθεση του *Observatory on Borderless Higher Education* αναφέρεται ότι πρέπει να εισαχθούν στις Η.Π.Α. 20 – 30% ταλέντα στο STEM από άλλες χώρες. Ακόμη προτείνεται να δοθεί VISA (H-1B) σε μετανάστες που διαθέτουν Master ή Phd στο STEM προκειμένου να εργασθούν. Οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι

ηγέτης στον τομέα αυτό της διδακτικής. Στη σελίδα του Λευκού Οίκου ο Πρόεδρος Barack Obama επισημαίνει ότι απαιτείται να εκπαιδευτεί πλήθος καθηγητών ειδικευμένων στο STEM: «*One of the things that I've been focused on as President is how we create an all-hands-on-deck approach to science, technology, engineering, and math... We need to make this a priority to train an army of new teachers in these subject areas, and to make sure that all of us as a country are lifting up these subjects for the respect that they deserve*». *President Barack Obama Third Annual White House Science Fair, April 2013.*

Σε πράξη (8/7/2015) του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής παρατηρούμε την προτροπή για σχεδιασμό αναλυτικών προγραμμάτων με βάση το STEM «Η ένταξη του προτείνεται από όσους σχεδιάζουν αναλυτικά προγράμματα, τόσο γιατί εξυπηρετεί καλύτερα τη μάθηση μέσα από την ολιστική αντιμετώπιση προβλημάτων, όσο και γιατί γεφυρώνει το χάσμα ανάμεσα στην επιστήμη και τις εφαρμογές της. Ως εκ τούτου ένα πλαίσιο διδασκαλίας των επιστημών αυτών μέσα από ένα μοντέλο ένταξης μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματικότερο για την προετοιμασία των εργαζομένων στο χώρο της τεχνολογίας και της επιστήμης του 21ου αιώνα».

Πρόσφατα τον Νοέμβριο του 2018 ο Πρόεδρος Trump αποφάσισε να επενδυθούν 279 εκατομμύρια δολάρια, από το υπουργείο παιδείας των ΗΠΑ, σε υψηλής ποιότητας καινοτόμες τεχνολογίες στη διδασκαλία του STEM. Αυτό έπρεπε να συμβεί μέσα τους δύο τελευταίους μήνες του 2018.

3. Καινοτομία στην εκπαίδευση (innovation of education)

Σύμφωνα με τον Μπαμπινιώτη (2002) ο όρος “καινοτομία” είναι το άνοιγμα νέων παιδαγωγικών προσεγγίσεων, μεταρρυθμίσεων και υιοθέτηση ουσιαστικών αλλαγών στη διδακτική.

Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης – (Ο.Ο.Σ.Α.– Ο.Ε.Κ.Δ.) έκδωσε το βιβλίο των Vincent. et al., (2014). Στο συγκεκριμένο βιβλίο περιέχεται σειρά ερευνών για την καινοτομία στην Ευρωπαϊκή Εκπαίδευση. Οι συγκρίσεις δείχνουν ότι το 70% των εκπαιδευτικών της Ε.Ε. έχουν καθιερωθεί για τις καινοτομίες τους. Επίσης αναφέρεται ότι η ένταση των καινοτόμων δράσεων είναι σημαντικότερες στην Ανώτατη Εκπαίδευση παρά στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια. Κατά τον Ο.Ο.Σ.Α. η καινοτομία δίνει έμφαση στο αποτέλεσμα της διδακτικής διαδικασίας το οποίο είναι μετρήσιμο.

Μια καινοτομία στην εκπαίδευση είναι και η Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking– C.T.). Σύμφωνα με την εργασία των Μαυρουδή, Πέτρου, Φεσάκη, (2014) «Η ανάπτυξη της ικανότητας της υπολογιστικής σκέψης θεωρείται κλειδί για την αξιοποίηση των υπολογιστικών πόρων από τους πολίτες στη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και την καινοτομία. Επιπλέον, η υπολογιστική σκέψη θεωρείται σημαντική για την προσέγγιση οποιουδήποτε άλλου επιστημονικού και τεχνολογικού αντικειμένου δεδομένης της επίδρασης της πληροφορικής στην επιστημολογία και τη μεθοδολογία των γνωστικών αντικειμένων. Η υπολογιστική σκέψη έγινε το εννοιολογικό όχημα με το οποίο η Πληροφορική θα αποκτήσει τον πραγματικό της ρόλο στην εκπαίδευση».

Ο όρος Computational Thinking χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Seymour Papert το 1980. Η ολοκληρωμένη STEM προσέγγιση είναι σημαντικότερο βήμα για τη σύνδεση της υπολογιστικής σκέψης με την επίλυση προβλήματος. Η στρατηγική αυτή επιτρέπει

στους μαθητές να μετατρέψουν σύνθετα προβλήματα σε ευκολότερη διαδικασία (Wing, 2006). Οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν τεχνικές STEM στη διδακτική τους διαδικασία, συμπεριλαμβάνοντας την υπολογιστική σκέψη, επιτρέπουν στους μαθητές να εξασκηθούν στην επίλυση προβλήματος προσπαθώντας και κάνοντας λάθη, (Barr, et al, 2011). Στην ανάπτυξη της εφαρμογής που προτείνουμε εντάξαμε την υπολογιστική σκέψη (Computational Thinking) με την αξιοποίηση της σε λογισμικό νέας τεχνολογίας. Ο κύριος στόχος της μάθησης μέσω κινητών συσκευών (Mobile Learning) είναι ο μαθητής να χρησιμοποιεί τις διάφορες φορητές ηλεκτρονικές συσκευές, όπως για παράδειγμα το κινητό ή το tablet, σύγχρονα ή ασύγχρονα, σε οποιοδήποτε χώρο και χρόνο, ως εργαλείο μάθησης (Louise, 2011).

4. Κομβικές δεξιότητες μαθητών/μαθητριών (transversal skills)

Στις κομβικές δεξιότητες περιλαμβάνονται: η ικανότητα να λειτουργεί ο μαθητής/τρια με κριτική σκέψη, να λαμβάνει πρωτοβουλίες, να χρησιμοποιεί ψηφιακά "εργαλεία", να επιλύει προβλήματα και να εργάζεται συλλογικά-συνεργατικά. Το έργο ATS2020 έχει ως στόχο την αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. για την ανάπτυξη και αξιολόγηση των κομβικών δεξιοτήτων των μαθητών των Ευρωπαϊκών χωρών. Παρέχει στους μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς, ένα καινοτόμο μοντέλο το οποίο θα υποστηρίξει την ανάπτυξη και την αξιολόγηση των συγκεκριμένων δεξιοτήτων που ενσωματώνονται στη διδασκαλία και στη μάθηση. Αυτό το μοντέλο πρέπει να εφαρμοσθεί και να αξιολογηθεί σε ένα μεγάλο εύρος πιλοτικό project που περιλαμβάνει συστάσεις, προτροπές τόσο σε εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Η προτεινόμενη εφαρμογή σε αυτήν την εργασία εισαγάγει τους εκπαιδευτικούς στην αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. Οι δε μαθητές με τη χρήση της εφαρμογής αυτής ακόμη και στην εναλλακτική περίπτωση στην κινητή τους συσκευή διεισδύουν σταδιακά στο Mobile learning. Με την ενασχόληση αυτή επιτυγχάνεται η ανάπτυξη των κομβικών δεξιοτήτων όχι μόνο των μαθητών αλλά και των εκπαιδευτικών.

Το έργο ATS2020 προβλέπει τη σύγκλιση των κομβικών δεξιοτήτων των Ευρωπαίων μαθητών μέχρι το 2020. Στο πλαίσιο του έργου ως κομβικές δεξιότητες αναφέρονται:

- η αυτόνομη μάθηση,
- ο πληροφοριακός γραμματισμός,
- η επικοινωνία-συνεργασία,
- η δημιουργικότητα - καινοτομία,
- ο ψηφιακός γραμματισμός

Η UNESCO στην προσπάθεια για την ανάπτυξη των κομβικών δεξιοτήτων των μαθητών/τριών έχει κάνει μελέτες στην Τεχνική Επαγγελματική Εκπαίδευση (T.V.E.T.) σε πολλές ομαδοποιημένες χώρες, με κοινά χαρακτηριστικά. Μία από αυτές είναι η *Asia-Pacific Education System Review Series No. 9* που αφορά τις χώρες της *Νοτιοανατολικής Ασίας, Republic of Korea, Brunei Darussalam, Kingdom of Thailand*. Η μελέτη αυτή προτείνει στη Δημοκρατία της Κορέας, ότι εκτός από την πρόσθετη κατάρτιση των εκπαιδευτικών, σε θέματα καινοτομιών για την ανάπτυξη των κομβικών δεξιοτήτων των μαθητών/τριών, θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες να αναπτυχθούν διάφορα πρότυπα-υλικά που θα δύνανται οι εκπαιδευτικοί της Τεχνικής Εκπαίδευσης να τα χρησιμοποιούν. Στην μελέτη επίσης αναφέρεται ότι η Κεντρική Κυβέρνηση, αντί να ζητά από μεμονωμένα σχολεία και εκπαιδευτικούς να προετοιμάσουν το δικό τους υλικό, θα πρέπει να τους διευκολύνει παρέχοντας σε όλα τα σχολεία τα κατάλληλα υλικά και λογισμικά.

Η ένταξη τέτοιων καινοτόμων λογισμικών στο σχολικό περιβάλλον πραγματοποιείται με την ενεργή συμμετοχή των μαθητών ή φοιτητών οι οποίοι δουλεύουν σε ομάδες (συνεργατικά) χρησιμοποιώντας ένα εκπαιδευτικό πακέτο το οποίο περιλαμβάνει αισθητήρες ως εισόδους της διάταξης, ένα interface, υπολογιστή ή ακόμη και κινητή συσκευή με android ή ένα iPad. Ίσως απαιτούνται και κάποια επιπρόσθετα στοιχεία όπως όργανα για να ολοκληρωθεί η διάταξη που θα γίνουν οι μετρήσεις. Είναι σημαντικό, εκτός από τον χειρισμό του υπολογιστή (Technology) να συμπεριληφθούν τουλάχιστον δύο ακόμη επιστήμες για να υπάρξει προσέγγιση STEM. Αν συνυπάρξουν όλοι οι κλάδοι του STEM, όπως για παράδειγμα, η Φυσική, Πληροφορική, Μηχανολογία και Μαθηματικά τότε κάνει την εμφάνισή του το ολοκληρωμένο STEM. Ο εκπαιδευτικός είναι το επίκεντρο και ο καθοριστικός παράγοντας της επιτυχίας του εγχειρήματος.

5. Τεχνικός σχεδιασμός

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό αντικείμενο σε αυτήν την εργασία είναι μια τεχνολογική εφαρμογή για την οποία θα πρέπει να υπάρχει πρωτίτως πρόβλημα προς επίλυση. Το πρόβλημα αυτό έχει καθοριστεί απ' αρχής στους μαθητές με το ερώτημα «πως αντιλαμβανόμαστε ότι έχει φραγή ο καταλύτης;». Για την επίλυση τεχνικών προβλημάτων από τους μηχανικούς κάθε ειδικότητας πρέπει να ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία. Η διαδικασία αυτή αναφέρεται ως τεχνικός σχεδιασμός (engineering design process). Σχεδιάζεται και εφαρμόζεται για να είναι σε θέση οι μηχανικοί να επιλύουν προβλήματα και να εξασφαλίζουν την ικανοποίηση των κύριων αναγκών των ανθρώπων κατασκευάζοντας κτίρια, δρόμους, κινητήρες, ηλεκτρονικές διατάξεις. Διαβάζουμε στο εκπαιδευτικό υλικό εκπαίδευσης επιμορφωτών Β επιπέδου ότι είναι μια διαδικασία που οδηγείται από τη λήψη απόφασης (decision-making process). Είναι μία σκόπιμη, συστηματική, δημιουργική, επαναληπτική, βασισμένη σε απαιτήσεις και περιορισμούς, όχι πλήρως καθορισμένη διαδικασία, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις. Κρίσιμα εργαλεία για τον τεχνικό σχεδιασμό είναι η κατανόηση των παραμέτρων του προβλήματος, η επιλογή προδιαγραφών και κριτηρίων, η δημιουργία μοντέλου, ο έλεγχος και η αξιολόγηση. Είναι, επίσης, χρήσιμο εργαλείο τόσο για την ενσωμάτωση εννοιών της μηχανικής, των επιστημών και των μαθηματικών για την επίλυση προβλήματος όσο και για χρήση στα γνωστικά αντικείμενα των μηχανικών (Mangold & Robinson, 2013; NAE & NRC, 2009).

Η εισαγωγή του τεχνικού σχεδιασμού ως διδακτικής προσέγγισης στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι σχετικά πρόσφατη. Απαντάται δε στη βιβλιογραφία, αλλά και στη σχολική πρακτική, σε πολλές εκδοχές. Οι διαφορετικές εκδοχές μπορεί να οφείλονται στην εξάρτησή τους από το πλαίσιο στο οποίο εισάγονται, τον τύπο του τεχνικού σχεδιασμού που ακολουθούν, τους υπάρχοντες πόρους και τις ικανότητες των εμπλεκόμενων μαθητών. Ορόσημο για την καθιέρωση του ρόλου του τεχνικού σχεδιασμού στη διδασκαλία της επιστήμης, των μαθηματικών, της μηχανικής και της τεχνολογίας στα σχολεία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αποτέλεσε η συμπερίληψη της μηχανικής και της τεχνολογίας ως αναπόσπαστων στοιχείων της επιστημονικής εκπαίδευσης, το 2001, στο πρόγραμμα σπουδών του υπουργείου παιδείας της πολιτείας της Μασαχουσέτης, στις ΗΠΑ (Massachusetts Department of Education, 2001/2006). Η ανάλυση του τεχνικού

σχεδιασμού που ακολουθεί ο μηχανικός βασίζεται στο μοντέλο αυτό και περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις:

- 1) Προσδιορισμός ανάγκης ή προβλήματος
- 2) Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος
- 3) Ανάπτυξη πιθανών λύσεων
- 4) Επιλογή της βέλτιστης πιθανής λύσης
- 5) Κατασκευή πρωτοτύπου

Στις ενότητες της παρούσας εργασίας έχουν ακολουθηθεί επακριβώς και ευκρινώς αυτές οι φάσεις.

6. Προϋπάρχουσα Κατάσταση

Η διδασκαλία των μαθημάτων στην επαγγελματική αλλά και στη γενική εκπαίδευση προσφέρεται για ένταξη τέτοιων λογισμικών προς όφελος της παραγωγής νέας γνώσης, πιο ελκυστικής. Η ενότητα που επιλέξαμε για να αναπτύξουμε αυτήν την υποδειγματική πιλοτική εφαρμογή στο Logger Pro και να την εντάξουμε στη μεθοδολογία STEM είναι από την ύλη του εργαστηριακού μαθήματος κινητήριες μηχανές της Γ τάξης του ΕΠΑΛ της ειδικότητας τεχνικών οχημάτων. Όμως στη Δευτεροβάθμια Επαγγελματική Εκπαίδευση συνεχίζεται να ακολουθούνται μέχρι και σήμερα τα στερεότυπα των προηγούμενων δεκαετιών. Σε μία εποχή όπου η έλλειψη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών σε καινοτόμα εκπαιδευτικά εργαλεία, βιβλία απομακρυσμένα από τη σύγχρονη τεχνολογία, ξεπερασμένα αναλυτικά προγράμματα σπουδών στα οποία δεν υπάρχει πρόβλεψη παρεμβάσεων με καινοτόμα λογισμικά στη διδακτέα ύλη των θεωρητικών και εργαστηριακών μαθημάτων των διαφόρων ειδικοτήτων, τέλος ο απαραίτητος εργαστηριακός εξοπλισμός, δεν παρέχουν τη δυνατότητα δημιουργίας καινοτόμου περιβάλλοντος μάθησης. Ακόμη και στις ελάχιστες περιπτώσεις όπου με πρωτοβουλία των εκπαιδευτικών γίνεται προσπάθεια να ακολουθηθεί το μοντέλο της STEM προσέγγισης, δεν υπάρχει η τάση να ενσωματωθούν όλοι οι κλάδοι αυτής (Science, Technology, Engineering, Mathematics) λόγω των προαναφερομένων προβλημάτων. Σημαντικό σημείο είναι ότι οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν πληροφόρηση για τις καινοτομίες και τη συγκεκριμένη μεθοδολογία στη διδασκαλία. Την τελευταία δεκαετία, σε διεθνές επίπεδο, οι τάσεις και οι υλοποιήσεις STEM παρεμβάσεων έχουν ενταχθεί και ενσωματωθεί στη διδασκαλία από την προσχολική ηλικία έως και την ανώτατη εκπαίδευση.

Είναι σημαντικό ότι το λογισμικό Logger Pro που επιλέξαμε για την εργασία μας μπορεί να εγκατασταθεί δωρεάν σε έκδοση Lite καθώς επίσης να χρησιμοποιηθεί χωρίς κόστος σε κινητή συσκευή android η iPad με την μορφή application που διατίθεται από την Vernier. Στην επόμενη διεύθυνση υπάρχουν σχετικές πληροφορίες για τις δωρεάν αυτές διατιθέμενες mobile applications: <https://www.vernier.com/news/2013/04/18/using-logger-pro-3-with-ipad-and-mobile-devices/>

Η χρήση παρόμοιων applications για κινητές συσκευές είναι και αυτή καινοτόμος δράση στη διδακτική των μαθημάτων αν και στη χώρα μας σήμερα αυτές είναι υπό διωγμό από τα σχολεία. Η μεθοδολογία Mobile Learning συμπληρώνει τη μεθοδολογία της STEM εκπαίδευσης και όχι μόνο.

7. Logger Pro

Το λογισμικό Logger Pro διατίθεται σε μία δωρεάν έκδοση (free download) με την ονομασία Lite απ’ ευθείας από την ιστοσελίδα της Vernier στη διεύθυνση: <https://www.vernier.com/products/software/logger-lite/>

Το πλήρες λογισμικό Logger Pro 3 παρέχεται (σήμερα αρχές 2019) αντί 339 USD όμως υπάρχει η φοιτητική έκδοση που κοστίζει μόνο 14 USD. Στο επόμενο link υπάρχουν οι οδηγίες κόστους και αγοράς του λογισμικού:

<https://www.vernier.com/products/software/lp/>

Είναι ένα εξαιρετικό λογισμικό που μας δίνει τη δυνατότητα να καταχωρήσουμε χειροκίνητα τιμές δύο ή και περισσότερων παραμέτρων και στη συνέχεια να αναπτύξουμε κάποιο διάγραμμα οποιασδήποτε επιθυμητής μορφής και τύπου. Το μεγάλο πλεονέκτημα του λογισμικού είναι ότι σε ελάχιστο χρόνο είναι εφικτή η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση πληροφοριών από αισθητήρες μέσω interface.

Στην παρακάτω διεύθυνση υπάρχει αναρτημένο σε pdf ένα Quick Reference Manual:

<http://www2.vernier.com/manuals/LP3QuickRefManual.pdf>

Η αναβάθμιση παλαιότερων εκδόσεων του λογισμικού Logger Pro βρίσκεται στη διεύθυνση:

<https://www.vernier.com/support/updates/logger-pro/>

Μερικές από τις δυνατότητες του προγράμματος είναι: η ταυτόχρονη εισαγωγή δεδομένων από 80 αισθητήρες, η σύνδεσή με GPS, η ανάλυση video, συγχρονισμό αισθητήρων με αναπαραγωγή video, δημιουργία γραφημάτων συντεταγμένων ΧΨ, γραφήματα διπλού Ψ, ανάλυση φάσματος και διασύνδεση φασματομέτρου.

8. Οδηγίες ανάπτυξης της εφαρμογής

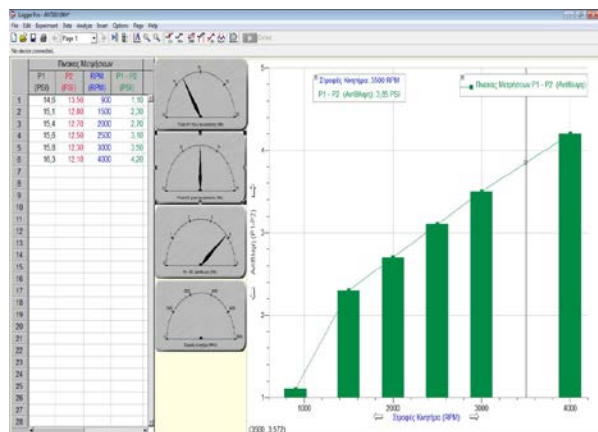
Ως αντίθλιψη ορίζεται η διαφορά πιέσεων σε δύο σημεία. Για την εφαρμογή μας έχουμε εκλάβει έναν καταλυτικό μετατροπέα (καταλύτη) αυτοκινήτου κατά τη λειτουργία του. Έχουν εκτελεστεί ταυτόχρονα μετρήσεις πιέσεων με δύο πιεσόμετρα πριν και μετά από αυτόν σε συγκεκριμένα σημεία στροφών του κινητήρα. Θα μπορούσαν να γίνουν σε οποιαδήποτε άλλη διάταξη μετρήσεις αρκεί να υπάρχει διαφορά πιέσεων στη ροή κάποιου ρευστού. Οι πιέσεις μετρήθηκαν σε psi (rounds per square inches) και είναι συσχετισμένες με συγκεκριμένες τιμές στροφών του κινητήρα σε rpm (rounds per minute). Συμπληρώνεται ο πίνακας 1 με τις τιμές που ευρέθησαν από τις μετρήσεις για την αποφυγή λαθών αλλά και προκειμένου να μεταφερθούν στον υπολογιστή ή στην εφαρμογή του κινητού.

Πίνακας 1. Ενδείξεις που ελήφθησαν και καταχωρήθηκαν σε φύλλο excel.

P1 (PSI)	P2 (PSI)	Στροφές (RPM)	(P1 – P2) Αντίθλιψη
14,6	13,5	900	1,1
15,1	12,8	1500	2,3
15,4	12,7	2000	2,7
15,6	12,5	2500	3,1
15,8	12,3	3000	3,5
16,3	12,1	4000	4,2

Ακολουθούν λεπτομερείς οδηγίες για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού αντικειμένου μετά την εγκατάσταση του λογισμικού:

1. Ανοίγουμε το Logger Pro.
2. Προβαίνουμε με χειρόγραφο αναγραφή των στροφών 900, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000 RPM στην τρίτη στήλη του πίνακα, του λογισμικού Logger Pro (εικόνα 1).



Εικόνα 1. Οθόνη Εργασίας Logger Pro 3.

3. Συμπληρώνουμε τις τιμές των πιέσεων πριν και μετά τον καταλύτη (P1 και P2) σε PSI στην πρώτη και δεύτερη στήλη του πίνακα, αυτό γίνεται σε αντιστοιχία με τις στροφές του κινητήρα.
4. Στον πίνακα τιμών αφαιρούμε από την πίεση P1 την πίεση P2 και συμπληρώνουμε την τέταρτη στήλη με το αποτέλεσμα αυτών (P1-P2).
5. Επιλέγοντας το κουμπί γράφημα στην οθόνη μας εμφανίζεται η γραφική παράσταση στη δεξιά πλευρά αυτής.
6. Θα μπορούσαμε να είχαμε λάβει ακόμη περισσότερες ενδείξεις από το πείραμά μας αλλά για λόγους ευκολίας και απλοποίησης παραλείπονται.

Επεξεργασία των στοιχείων:

1. Η τιμή P1-P2 δηλώνει την αντίθλιψη που επικρατεί στα άκρα του καταλύτη.
2. Παρατηρούμε στο διάγραμμα ότι αυξάνεται το ύψος των πράσινων γραμμών προχωρώντας προς τα δεξιά στον άξονα των στροφών (x).
3. Τυπώνουμε την οθόνη που βλέπουμε στο Logger Pro για περαιτέρω συζήτηση μεταξύ των ομάδων εργασίας της εργαστηριακής άσκησης. Παραθέτουμε την οθόνη του Logger Pro και πρέπει να φαίνεται ότι η διαφορά των πιέσεων πριν και μετά τον καταλύτη δεν πρέπει να ξεπερνά τα 1,5 PSI στο ρελαντί, επομένως δεν υπάρχει φραγή μέσα στους αυλούς ροής του καταλυτικού μετατροπέα και δεν απαιτείται η αντικατάστασή του.

9. Επεξεργασία σε κινητή συσκευή (android)

Από το Play Store της Google εγκαθιστούμε σε κινητό ή tablet με λειτουργικό android την εφαρμογή της Vernier που ονομάζεται «Εφαρμογή Graphical Analysis 4» και είναι στην Ελληνική γλώσσα, (εικόνα 2). Παρόμοια εφαρμογή διατίθεται και στην Αγγλική με την ονομασία «Graphical Analysis GW». Αμφότερες είναι δωρεάν. Η εγκατάσταση τους είναι απλούστατη. Μπορεί να γίνει κοινή χρήση δεδομένων μέσω Wi-Fi και να δεχθεί ενδείξεις από αισθητήρες.



Εικόνα 2. Εφαρμογή για κινητά ή tablet από το Play Store της Google.

Σε αυτήν την εργασία, η καταχώρηση των ενδείξεων στο κινητό τηλέφωνο έγινε με χειρόγραφο, χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια ακριβώς δεδομένα του παραδείγματός μας, όπως έγινε και στον υπολογιστή. Καταχωρήθηκαν όλες οι τιμές των στροφών αλλά και της αντίθλιψης στον πίνακα στο κάτω μισό μέρος της οθόνης του κινητού (εικόνα 3).

Στη συνέχεια με τη βοήθεια του menu απεικονίστηκε το διάγραμμα που φαίνεται στην εικόνα 3. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν διαφορές με το αποτέλεσμα στον υπολογιστή στον οποίο διατίθενται περισσότερες δυνατότητες με μεγάλη ποικιλία επιλογών.

Εικόνα 3. Καταχώρηση δεδομένων και απεικόνιση διαγράμματος στο κινητό με λειτουργικό android



10. Καινοτομία της εφαρμογής σε σχέση με τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της εκπαιδευτικής διαδικασίας, επιβάλλει τη χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή από τον εκπαιδευτικό και το μαθητή και αν είναι επιθυμητό ίσως και τη χρήση κινητής συσκευής. Ο συνδυασμός αυτός είναι καινοτομία σε σχέση με όσα προβλέπουν τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών. Δημιουργούν μία καινοτόμο εκπαιδευτική παρέμβαση σε ένα μάθημα που θα γινόταν παραδοσιακά δασκαλοκεντρικά. Ετέθη στους μαθητές πρόβλημα προς επίλυση: «αν πρέπει να αντικατασταθεί ο καταλύτης» και ολοκλήρωσαν ένα πείραμα με μετρήσεις που τους παρέχει αυτοπεποίθηση. Στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών δεν υπάρχει αναφορά των λέξεων καινοτομία, εκπαιδευτικά λογισμικά, μάθηση μέσω κινητών συσκευών. Ο τρόπος αυτός σχεδιασμού της εφαρμογής με χρήση ενός ελεύθερου λογισμικού αυξάνει τη δεξιάτητα της υπολογιστικής σκέψης του εκπαιδευτικού και του μαθητή. Η συγκεκριμένη ενασχόληση των εκπαιδευτικών είναι μια ιδιαίτερα πρωτοποριακή και καινοτόμος δράση για να προσεγγιστεί μια νέα μεθοδολογία της διδασκτικής που μέχρι τώρα γινόταν μέσω των βιβλίων που χρειάζονται εκσυγχρονισμό. Μπορεί η προτεινόμενη υποδειγματική πιλοτική εφαρμογή να προσαρμοστεί σε οποιοδήποτε μάθημα και να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη μεθοδολογία STEM στη Γενική και την Επαγγελματική Εκπαίδευση που μέχρι σήμερα γίνεται με τον γνωστό παραδοσιακό τρόπο. Ανώτερος σκοπός είναι να ευαισθητοποιηθούν και να υιοθετήσουν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκτική τους πρακτική την ανάπτυξη εφαρμογών για κινητές συσκευές. Η Wing J. (2006), αναφέρει ότι πρέπει οι καθηγητές να κάνουν την υπολογιστική σκέψη κοινοτυπία και πρέπει να συμπληρώνει και να συνδυάζει τη μαθηματική σκέψη με τη σκέψη των Μηχανικών. Η επιστήμη των υπολογιστών δεν είναι προγραμματισμός, είναι σκέψη σε πολλαπλά επίπεδα αφάιρεσης. Η φιλοσοφία σχεδίασης του εκπαιδευτικού υλικού στηρίζεται στην άποψη ότι το παιδί πρέπει από μόνο του να οικοδομεί τη γνώση (Papert) και ειδικότερα στην άποψη ότι η μάθηση επέρχεται μέσα από το παιχνίδι. Σημειώνουμε ότι πρέπει οι μαθητές να δώσουν λύσεις σε αυθεντικά προβλήματα που θέτει ο εκπαιδευτικός με κριτήριο τις εμπειρίες τους, τα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες τους και να χρησιμοποιήσουν ακόμη μία επιστήμη τη Φυσική ή τα Μαθηματικά. Απαραίτητη προϋπόθεση του STEM είναι να υπάρχει «επίλυση προβλήματος».

Βιβλιογραφία

Barr D., Harrison J., Leslie C., (2011). "Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone". *Learning & Leading with Technology*.
Beatty, A., (2011). *Succesfull STEM Education A Workshop Summary*. National Academy of Sciences. (57)

Wing, J. (2006). "Computational thinking", *Communications of the ACM*.

Louise, M., (2011). Crescente SoftAssist, Inc., King of Prussia, PA 19406, USA Doris Lee. Program of Instructional Systems Pennsylvania State University Great Valley School of Graduate Professional Studies Pennsylvania State University, University Park, USA,

Papert, Seymour, (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.

Papert, Seymour, (1996). "An exploration in the space of mathematics educations". *International Journal of Computers for Mathematical Learning*.

ΕΑΙΤΥ - Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης (Τ.Ε.Κ.), (2008). *Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδακτική στο Επιμορφωτικό Υλικό για την Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών* - Τεύχος 1 (Γενικό Μέρος)

Μαυρουδή, Ε., Πέτρου Α., Φεσάκη, Γ., (2002). *Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών*. (Εργασία σε συνέδριο).

Μπαμπινιώτης, Γ. *Λεξικό της Νέας Ελληνικής γλώσσας, Αθήνα*.

Ι.Ε.Π, Πράξη 08/07/2015.: «Ανάπτυξη μεθοδολογίας και ψηφιακών διδακτικών σεναρίων για τα γνωστικά αντικείμενα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Γενικής και Επαγγελματικής Εκπαίδευσης» Άξονες Προτεραιότητας 1-2-3 Οριζόντια Πράξη ΟΠΣ: 479325, ΣΑΕ: 2014ΣΕ24580051 ΕΣΠΑ 2007-2013 Υποέργο 1 : «Ανάπτυξη μεθοδολογίας και δειγματικών σεναρίων για τα γνωστικά αντικείμενα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Γενικής και Επαγγελματικής Εκπαίδευσης».

Εκπαίδευση Επιμορφωτών Β' επιπέδου Τ.Π.Ε. «ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ - ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ», *Διαδικασία τεχνικού σχεδιασμού (Engineering Design Process)*

Mangold & Robinson, (2013). NAE & NRC, 2009 *The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms*.