

# Αναπτύσσοντας μία εφαρμογή έξυπνης πόλης: Μία διδακτική πρόταση STEM βασιζόμενη στην μάθηση μέσω του καθήκοντος

Χρ. Ρέτσας<sup>1</sup>, Στ. Τσιάμη<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Εκπαιδευτικός Πληροφορικής Β/θμιας Εκπαίδευσης, ΕΠΑ.Λ. Άμφισσας  
chris.retsas@gmail.com

<sup>2</sup> Εκπαιδευτικός Οικονομολόγος Β/θμιας Εκπαίδευσης, ΓΕ.Λ. Άμφισσας  
stellatsiami@yahoo.com

## Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία αφορά ένα εκπαιδευτικό σενάριο για την γνωριμία των μαθητών/ριών με την έννοια της έξυπνης πόλης (smart city) και την συνειδητοποίηση από μέρους τους της στενής σχέσης μεταξύ της έννοιας αυτής, της τεχνολογίας της Πληροφορικής και της κοινωνικής ωφέλειας. Η στόχευση αυτή επιτυγχάνεται μέσα από μία διαδικασία διερευνητικών δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της μεθοδολογίας STEM, με «καθήκον» για τους/τις μαθητές/ριες την ανάπτυξη μίας υπό κλίμακα έξυπνης διάβασης σιδηροδρομικής γραμμής για πεζούς με χρήση της πλακέτας Arduino, στο πλαίσιο του υιοθετούμενου μοντέλου της μάθησης μέσω του καθήκοντος (task-centered learning). Το «καθήκον» που ανατίθεται βασίζεται στο υπαρκτό πρόβλημα των δυστυχημάτων σε αφύλακτες σιδηροδρομικές διαβάσεις πεζών. Οι μαθητές/ριες καλούνται να αξιοποιήσουν προϋπάρχουσες γνώσεις, να προβληματιστούν και να προτείνουν λύσεις ώστε να εκτελέσουν το «καθήκον» αυτό.

**Λέξεις κλειδιά:** εκπαιδευτικό σενάριο, έξυπνη πόλη, STEM, μάθηση μέσω του καθήκοντος, διερευνητική μάθηση, Arduino.

## 1. Εισαγωγή

Η εφαρμογή της γνώσης στην επίλυση ενός προβλήματος αποτελεί έναν από τους στόχους που θέτουν στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης (Jonassen et al., 2003; Paz Dennen, 2000). Η σύνδεση της γνώσης με την πραγματικότητα και η αξιοποίηση αυτής για την αντιμετώπιση αυθεντικών καταστάσεων, αποτελεί μία διδακτική προσέγγιση που προσδίδει άλλο νόημα και αξία στη μάθηση στα μάτια των μαθητών/τριών, καθώς τοποθετεί την εκπαιδευτική διαδικασία σε μια «πραγιστική» βάση, κοντά στον πραγματικό κόσμο.

Η **μάθηση μέσω του καθήκοντος** (task-centered learning, TCL) αποτελεί ένα διδακτικό μοντέλο που υλοποιεί την παραπάνω φιλοσοφία (Francom & Gardner, 2014; Merrill, 2007). Σύμφωνα με αυτό ζητείται από τους μαθητές/τριες να αναλάβουν το «καθήκον» να αξιοποιήσουν σε μία θεματική περιοχή που σχετίζεται

με ένα πραγματικό φαινόμενο γνώση που ήδη διαθέτουν (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018). Το φαινόμενο αυτό μπορεί να είναι ένα πρόβλημα το οποίο πρέπει να επιλυθεί και η λύση του εντάσσεται στη θεματική ενότητα ενός γνωστικού αντικειμένου. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές/τριες δοκιμάζονται στην εφαρμογή πάνω σε αυθεντικές καταστάσεις της γνώσης που έχουν προηγουμένα αποκτήσει.

Η **μεθοδολογία STEM** (Science, Technology, Engineering and Mathematics) μπορεί να αξιοποιηθεί ως όχημα για να προσδώσει έναν περισσότερο βιωματικό χαρακτήρα στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς μπορεί να εξασφαλίσει ένα πλαίσιο όπου οι μαθητές/τριες εμπλέκονται σε δραστηριότητες που αξιοποιούν γνώσεις τους από διάφορες επιστήμες (διεπιστημονικότητα) σε ένα **ρεαλιστικό** πλαίσιο (Wang et al., 2011). Παράλληλα, μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά συνθήκες **διερευνητικής μάθησης** (inquiry-based learning), όπου οι μαθητές/τριες δε λειτουργούν ως παθητικοί δέκτες, αλλά καθοδηγούμενοι κατάλληλα αυτενεργούν προκειμένου να προσεγγίσουν-ανακαλύψουν τη γνώση.

Η συγκεκριμένη διδακτική πρόταση πραγματεύεται την έννοια της έξυπνης πόλης (smart city) και τη σχέση της με την τεχνολογία της Πληροφορικής και την κοινωνική ωφέλεια. Υιοθετείται το μοντέλο της μάθησης μέσω του καθήκοντος (task-centered learning), όπου οι μαθητές/τριες αναλαμβάνουν το «καθήκον» να επιλύσουν το πραγματικό πρόβλημα των δυστυχημάτων που έχουν κατ' επανάληψη καταγραφεί σε ελληνικές πόλεις σε απλές (όχι έξυπνες) διαβάσεις πεζών. Η επιδιωκόμενη λύση αφορά στην ανάπτυξη μίας έξυπνης διάβασης σιδηροδρομικής γραμμής για πεζούς. Η εκπαιδευτική διαδικασία εξελίσσεται μέσα από μία σειρά διερευνητικών δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της μεθοδολογίας STEM που καταλήγουν στην ανάπτυξη μίας υπό κλίμακα έξυπνης διάβασης σιδηροδρομικής γραμμής για πεζούς με βασικό υλικό εργασίας την πλακέτα Arduino και περιφερειακά εξαρτήματα (components) αυτής.

## **2. Ανάλυση εκπαιδευτικού σεναρίου**

### **2.1 Ταυτότητα σεναρίου**

Το διδακτικό σενάριο έχει τίτλο «Κατασκευάζοντας μία έξυπνη διάβαση σιδηροδρομικής γραμμής για πεζούς». Εντάσσεται στο Πρόγραμμα Σπουδών για την Β' και Γ' Τάξη του Τομέα Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου (ΕΠΑ.Λ.) και συγκεκριμένα στα μαθήματα «Αρχές Προγραμματισμού Υπολογιστών» και «Προγραμματισμός Υπολογιστών» αντίστοιχα. Επίσης, μπορεί να αξιοποιηθεί και στα πλαίσια ενός διαθεματικού προγράμματος (π.χ. σχολικών δραστηριοτήτων, πολιτιστικό) που η θεματολογία του σχετίζεται με τα αντικείμενα της κυκλοφοριακής αγωγής και της δημιουργία έξυπνων πόλεων (smart cities) προς όφελος του πολίτη.

Η διάρκεια του σεναρίου εκτιμάται σε 4 διδακτικές ώρες (180'). Ο χρόνος αυτός κρίνεται επαρκής στην περίπτωση που οι μαθητές/τριες κατέχουν σε ικανοποιητικό

επίπεδο τις προαπαιτούμενες για το σενάριο γνώσεις. Εναλλακτικά, ο χρόνος αυτός μπορεί να διαμορφωθεί ανάλογα με το μαθησιακό κλίμα, τις επιδόσεις των μαθητών/ριών και τα αποτελέσματα της ενδιάμεσης αξιολόγησης της προόδου της τάξης που θα πραγματοποιεί ο/η εκπαιδευτικός κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων.

## 2.2 Προαπαιτούμενες γνώσεις

Το εκπαιδευτικό σενάριο προϋποθέτει οι μαθητές/ριες να έχουν μία εξοικείωση με το περιβάλλον προσομοίωσης Tinkercad (Autodesk, 2019) για τη σχεδίαση ενός κυκλώματος με χρήση πλακέτας Arduino. Επίσης να γνωρίζουν τη δομή του κώδικα ενός προγράμματος για την πλακέτα Arduino και να έχουν εμπεδώσει τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες της μεταβλητής, της επιλογής (*if*) και της επανάληψης με έλεγχο συνθήκη (*while*) για τη σύνταξη ενός προγράμματος.

## 2.3 Σκοπός και Στόχοι

Ο γενικός σκοπός του εκπαιδευτικού σεναρίου είναι ο/η μαθητής/ρια να γνωρίσει βιωματικά την έννοια της «έξυπνης» πόλης (*smart city*) και να αντιληφθεί την αξία της τεχνολογίας της Πληροφορικής στην αντιμετώπιση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου και στην βελτίωση των συνθηκών ζωής μας σε αυτή. Αυτό πραγματοποιείται μέσα από την ανάπτυξη μίας υπό κλίμακα έξυπνης διάβασης σιδηροδρομικής γραμμής για πεζούς υπό την καθοδήγηση μίας σειράς δραστηριοτήτων STEM με χρήση της πλακέτας Arduino.

Σε επίπεδο **γνώσεων**, οι διδακτικοί στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου είναι οι μαθητές/ριες μετά το πέρας του

- i) να περιγράφουν την έννοια «έξυπνη πόλη»,
- ii) να εξηγούν τον προγραμματιστικό χειρισμό ενός αισθητήρα (ανίχνευσης κίνησης), ενός μηχανισμού κίνησης (σερβομηχανισμός) και ενός μηχανισμού παραγωγής ήχου (*buzzer*) και
- iii) να αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα της αλγοριθμικής δομής επιλογής (*if*) και επανάληψης με έλεγχο συνθήκης (*while*) στην επίλυση ενός αυθεντικού προβλήματος.

Σε επίπεδο **δεξιοτήτων**, οι διδακτικοί στόχοι του σεναρίου είναι οι μαθητές/ριες μετά την ολοκλήρωσή του

- i) να διατυπώνουν προτάσεις για την επίλυση ενός προβλήματος της καθημερινότητας (αυθεντικό πρόβλημα),
- ii) να κατασκευάζουν ένα κύκλωμα με την πλακέτα Arduino,
- iii) να πειραματίζονται με τη χρήση εξαρτημάτων (*components*) του Arduino,
- iv) να δοκιμάζουν, κατανοούν, τροποποιούν και επεκτείνουν τον κώδικα ενός προγράμματος και

- v) να εφαρμόζουν προγραμματιστικά την εντολή επιλογής (*if*) και την εντολή επανάληψης με έλεγχο συνθήκης (*while*).

Τέλος σε επίπεδο **στάσεων**, οι διδακτικοί στόχοι του σεναρίου είναι οι μαθητές/ριες

- i) να εκτιμήσουν την αξία των τεχνολογιών Πληροφορικής στην αντιμετώπιση αυθεντικών προβλημάτων,
- ii) να ενθαρρυνθούν στον πειραματισμό και τη δοκιμή,
- iii) να αιτιολογούν και να υποστηρίζουν τις απόψεις τους,
- iv) να λειτουργούν συνεργατικά στο περιβάλλον μίας ομάδας εργασίας και
- v) να συμπεριφέρονται δημοκρατικά στο πλαίσιο μίας συλλογικότητας (ομάδα εργασίας, τάξη κλπ.).

## 2.4 Περιγραφή

Το εκπαιδευτικό σενάριο υλοποιείται σε 6 φάσεις, όπως περιγράφεται ακολούθως. Τα χρησιμοποιούμενα Φύλλα Εργασίας είναι διαθέσιμα στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://tiny.cc/retsas-cie2019>.

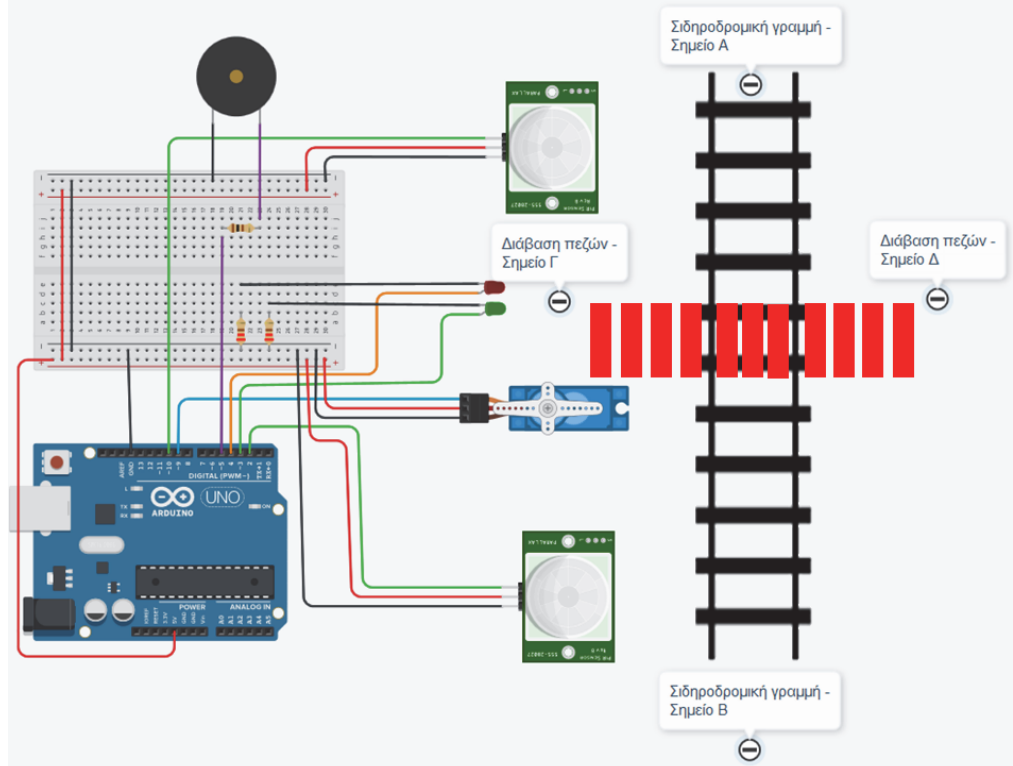
<b>Φάση 1η</b>	Συγκρότηση ομάδων (5')
<b>Περιγραφή</b>	Ζητείται από τους/τις μαθητές/ριες να συγκροτήσουν ομάδες των 2-3 ατόμων και κάθε μία από αυτές να τοποθετηθεί σε ένα σταθμό εργασίας (υπολογιστή). Ο/Η εκπαιδευτικός με διακριτικό τρόπο προτρέπει η σύνθεση ομάδων να γίνει με ανομοιογενή στοιχεία ως προς το φύλο, τις ακαδημαϊκές και κοινωνικές δεξιότητες και την προσωπικότητά τους (Ματσαγγούρας, 2008). Μετά τη συγκρότηση των ομάδων, η κάθε μία επιλέγει ένα όνομα, ορίζει έναν αντιπρόσωπο και ανακοινώνει στην ολομέλεια την επωνυμία και τα μέλη της.

<b>Φάση 2η</b>	Έναυσμα ενδιαφέροντος (25')
<b>Περιγραφή</b>	Ο/Η εκπαιδευτικός ζητάει από τους/τις μαθητές/ριες να παρακολουθήσουν βίντεο προκειμένου να γνωρίσουν την έννοια της έξυπνης πόλης και πώς αυτή συνδέεται με την τεχνολογία της Πληροφορικής (Φύλλο Εργασίας 1 – Δραστηριότητα 1). Παράλληλα μέσα από τη μελέτη σχετικών πηγών (2 άρθρα δημοσιευμένα στον ηλεκτρονικό τύπο) οι μαθητές/ριες καλούνται να αναδείξουν ένα πρόβλημα της καθημερινότητας πολλών ελληνικών πόλεων, αυτό των αφύλακτων διαβάσεων σιδηροδρομικών γραμμών για πεζούς, και να διατυπώσουν μία πρόταση εφαρμογής έξυπνης πόλης για την αντιμετώπισή του (Φύλλο Εργασίας 1 – Δραστηριότητα 2). Η φάση αυτή

	ολοκληρώνεται με την κάθε ομάδα να παρουσιάζει στην ολομέλεια τις απόψεις της.
<b>Εκπαιδευτικές Τεχνικές</b>	Συζήτηση, Μελέτη περίπτωσης.
<b>Εποπτικά Μέσα</b>	Η/Υ εργαστηρίου, βίντεο, ιστοσελίδες από το Διαδίκτυο (άρθρα), Φύλλο Εργασίας 1.

<b>Φάση 3η</b>	Πραγματοποίηση κατασκευής STEM (120')
<b>Περιγραφή</b>	<p>Οι μαθητές/ριες βασιζόμενοι στην αφόρμηση που έλαβαν κατά την προηγούμενη φάση ξεκινούν την ανάπτυξη της εφαρμογής έξυπνης πόλης για την αντιμετώπιση του προβλήματος που αναδείχθηκε. Η φάση αυτή υλοποιείται σε τρία στάδια.</p> <p><b>Στάδιο 1<sup>ο</sup>: Σχεδιασμός διάβασης (30')</b></p> <p>Οι μαθητές/ριες καλούνται να καταθέσουν την πρότασή τους σχετικά με τις απαιτήσεις που θα ικανοποιεί η εφαρμογή τους στους άξονες <b>α)</b> μέτρα προστασίας, <b>β)</b> τρόπος λειτουργίας της διάβασης και <b>γ)</b> μηχανισμοί (εξαρτήματα) που θα απαιτηθούν. Παράλληλα αποτυπώνουν την προτεινόμενη εφαρμογή και σε σκαρίφημα. Στη συνέχεια διερευνούν τα εξαρτήματα (components) του Arduino και επιλέγουν αυτά που θα χρειαστούν για την υλοποίηση της πρότασής τους. Οι μαθητές/ριες εργάζονται σε αυτό το στάδιο καθοδηγούμενοι από το Φύλλο Εργασίας 2. Το στάδιο αυτό ολοκληρώνεται με την κάθε ομάδα να παρουσιάζει στην ολομέλεια την πρότασή της.</p> <p><b>Στάδιο 2<sup>ο</sup>: Κατασκευή κυκλώματος (45')</b></p> <p>Οι μαθητές/ριες καλούνται να μελετήσουν κύκλωμα Arduino που τους δίνεται, το οποίο υλοποιεί (υπό κλίμακα) μία συγκεκριμένη πρόταση έξυπνης διάβασης σιδηροδρομικής γραμμής για πεζούς (Εικόνα 1), να την συγκρίνουν με το σχεδιασμό της δικής τους πρότασης και να πραγματοποιήσουν κάποιες παρατηρήσεις που αφορούν το κύκλωμα αυτό. Στη συνέχεια, προκειμένου να αποκτήσουν την απαραίτητη εμπειρία και να υποστηριχθούν αποτελεσματικά στο πλαίσιο της τάξης, προτρέπονται να κατασκευάσουν το κύκλωμα της συγκεκριμένης ενδεικτικής πρότασης που τους δόθηκε. Οι μαθητές/τριες καθοδηγούνται στο στάδιο αυτό από το Φύλλο Εργασίας 3. Επισημαίνεται ότι η υλοποίηση της λύσης που προτάθηκε από τους μαθητές/τριες στο προηγούμενο στάδιο, παρέχεται ως επιπρόσθετη δραστηριότητα εξάσκησης (στο σπίτι ή στην τάξη)</p>

	<p>μετά την ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού σεναρίου (Φάση 5).</p> <p><b>Στάδιο 3ο: Προγραμματισμός κυκλώματος (45')</b></p> <p>Οι μαθητές/ριες σχεδιάζουν και περιγράφουν διαγραμματικά (διάγραμμα ροής) τον αλγόριθμο που θα υλοποιεί τη διάβαση στο κύκλωμα που κατασκεύασαν στο προηγούμενο στάδιο. Στη συνέχεια διαμορφώνουν τον κώδικα που υλοποιεί τον αλγόριθμο. Ανάλογα με την πρότερη εμπειρία στον προγραμματισμό, ο κώδικας μπορεί να αναπτυχθεί εξ ολοκλήρου από τους/τις μαθητές/ριες ή να τους δοθεί με τη μορφή «μισοψημένου» κώδικα. Οι μαθητές/ριες εργάζονται καθοδηγούμενοι από το Φύλλο Εργασίας 4.</p>
<p><b>Εκπαιδευτικές Τεχνικές</b></p>	<p>Εργασία σε ομάδες, Πρακτική άσκηση (σε επίπεδο ομάδας).</p>
<p><b>Εποπτικά Μέσα</b></p>	<p>Η/Υ, προσομοιωτής Tinkercad - πλακέτα Arduino με εξαρτήματα (LEDs, piezo buzzer, αισθητήρες κίνησης, σερβομηχανισμός), Φύλλα Εργασίας 2, 3, 4.</p>



*Εικόνα 1. Κύκλωμα έξυπνης διάβασης σιδηροδρομικής γραμμής για πεζούς*

<b>Φάση 4η</b>	Παρουσίαση αποτελεσμάτων (20')
<b>Περιγραφή</b>	Με την ολοκλήρωση της κατασκευής της έξυπνης διάβασης, οι ομάδες, παρουσιάζουν στην ολομέλεια μέσω αντιπροσώπου τις θέσεις-απαντήσεις τους στις δραστηριότητες των Φύλλων Εργασίας 3 και 4. Επίσης κάνουν επίδειξη της κατασκευής τους.
<b>Εκπαιδευτικές Τεχνικές</b>	Παρουσίαση από ομάδες, Συζήτηση.
<b>Εποπτικά Μέσα</b>	Η/Υ εργαστηρίου, διαδραστικός πίνακας ή μηχανή προβολής (projector), προσομοιωτής Tinkercad ή πλακέτα Arduino

<b>Φάση 5η</b>	Ανακεφαλαίωση και Αναστοχασμός (10')
<b>Περιγραφή</b>	Ο/Η εκπαιδευτικός μέσω της τεχνικής της συζήτησης κάνει μία ανακεφαλαίωση του διδαχθέντος αντικειμένου. Παράλληλα ζητάει από τους/τις μαθητές/ριες να αναστοχαστούν την εκπαιδευτική διαδικασία και να εκφράσουν τις εντυπώσεις τους για το σχεδιασμό, την οργάνωση, τη μεθοδολογική πορεία και το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού σεναρίου, ώστε να διαπιστώσει πιθανές αδυναμίες της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Τέλος, ως επιπρόσθετη δραστηριότητα εξάσκησης (στο σπίτι ή στην τάξη) οι μαθητές/τριες προτρέπονται να υλοποιήσουν τη δική τους λύση, την οποία είχαν προτείνει στο Στάδιο 1 της Φάσης 3. Αξιοποιώντας τις γνώσεις και την εμπειρία που απόκτησαν στην Φάση 3 (Στάδια 2 και 3) καλούνται να προβούν σε τροποποιήσεις – βελτιώσεις και να πειραματιστούν με την υλοποίηση της ιδέας τους (κατασκευή κυκλώματος και προγραμματισμός).
<b>Εκπαιδευτικές Τεχνικές</b>	Συζήτηση

### 2.5 Διδακτικό Συμβόλαιο – Ο ρόλος του εκπαιδευτικού

Το διδακτικό συμβόλαιο αφορά στη σωστή λειτουργία των ομάδων, στη διαχείριση του χρόνου της αυτενέργειας των ομάδων, στη σωστή χρήση των εποπτικών μέσων ώστε να υποστηριχθούν οι στόχοι της εκπαιδευτικής διαδικασίας και στην αξιολόγηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας από τους μαθητές/ριες. Ο/Η εκπαιδευτικός λειτουργεί ως παράγοντας στήριξης και καθοδήγησης των μαθητών/ριών με παρεμβάσεις όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο, για την βέλτιστη εξέλιξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Επίσης λειτουργεί και ως παρατηρητής των ομάδων προκειμένου να εξασφαλιστεί ο δημοκρατικός τρόπος λειτουργίας τους με αλληλοσεβασμό μεταξύ των μελών και εναλλαγή των ρόλων μέσα σε αυτές (π.χ.

χειριστής Η/Υ, γραμματέας). Το διδακτικό συμβόλαιο αυτό μπορεί να επαναδιαμορφώνεται κάθε φορά που παρατηρείται παρέκκλιση από αυτό.

## 2.6 Υποκείμενη θεωρία μάθησης – Υιοθετούμενα διδακτικά μοντέλα

Το παρόν εκπαιδευτικό σενάριο υιοθετεί το μοντέλο της **μάθησης μέσω του καθήκοντος** (task-centered learning - TCL) (Francom & Gardner, 2014; Merrill, 2007). Οι μαθητές/ριες έχοντας υποστηριχθεί σε προηγούμενα μαθήματα στις βασικές προγραμματιστικές δομές της επιλογής (εντολή *if*) και της επανάληψης με έλεγχο συνθήκης (εντολή *while*), στη σχεδίαση κυκλώματος με χρήση εξαρτημάτων και τη δομή του κώδικα για την πλακέτα Arduino, τους ζητείται να εφαρμόσουν τη γνώση αυτή στην εκτέλεση ενός συγκεκριμένου «καθήκοντος» (task). Το «καθήκον» αυτό αφορά την ανάπτυξη μίας έξυπνης διάβασης σιδηροδρομικής γραμμής για την αντιμετώπιση του πραγματικού προβλήματος των αφύλακτων σιδηροδρομικών διαβάσεων και των δυστυχημάτων που έχουν κατ' επανάληψη συμβεί σε αυτές σε ελληνικές πόλεις. Το πρόβλημα αυτό αναδεικνύεται από τους ίδιους τους/τις μαθητές/ριες μέσα από την μελέτη αυθεντικών πηγών (δημοσιευμένα άρθρα) και η λύση του εντάσσεται στη σύγχρονη τάση της δημιουργίας έξυπνων πόλεων.

Οι πλειοψηφία των δραστηριοτήτων που περιέχονται στα χρησιμοποιούμενα φύλλα εργασίας έχουν διερευνητικό χαρακτήρα προκειμένου να εγκαθιδρυθεί ένα περιβάλλον **διερευνητικής-ανακαλυπτικής μάθησης** (inquiry-based learning). Σε ένα τέτοιο περιβάλλον ο/η μαθητής/ρια καθίσταται πρωταγωνιστής της μαθησιακής διαδικασίας. Δε λειτουργεί ως παθητικός δέκτης γνώσης παρεχόμενης από τον/την εκπαιδευτικό (μετωπική διδασκαλία), αλλά ως ενεργών/ούσα μέσω κατάλληλων δραστηριοτήτων και υποστηριζόμενος από τον/την εκπαιδευτικό, κινείται ο/η ίδιος/α προς την εφαρμογή της γνώσης. Ως εκ τούτου, το εκπαιδευτικό σενάριο είναι συμβατό και με τις αρχές της **προσανατολισμένης στο μαθητή μάθησης** (student-centered learning) (O'Neill & McMahon, 2005).

Τέλος, το εκπαιδευτικό σενάριο μέσα από την υιοθέτηση της εργασίας των μαθητών/ριών σε ομάδες υιοθετεί τη **συνεργατική μάθηση** (collaborative learning) (Dillenbourg, 1999).

## 2.7 Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας του σεναρίου πραγματοποιείται τόσο από τον/την εκπαιδευτικό, όσο και από τους/τις μαθητές/ριες. Συγκεκριμένα, κατά την προτελευταία φάση του σεναρίου (Φάση 4) μέσα από μια αναστοχαστική διεργασία με τη μορφή συζήτησης, οι μαθητές/ριες εκφράζουν την άποψή τους για τον σχεδιασμό, την οργάνωση και τη μεθοδολογική πορεία του σεναρίου. Στη συνέχεια ο/η εκπαιδευτικός συμπληρώνει τελική αξιολογική φόρμα για κάθε μαθητή/τρια όπου εξετάζει συγκεκριμένα on/off κριτήρια για την



αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας στο επίπεδο των στόχων που έχουν τεθεί (Πίνακες 1, 2, 3).

*Πίνακας 1. Κριτήρια αξιολόγησης ως προς τους στόχους γνώσεων*

	<b>Κριτήριο Αξιολόγησης</b>	<b>ON/OFF</b>	<b>Κριτήριο Αξιολόγησης</b>	<b>ON/OFF</b>	<b>Κριτήριο Αξιολόγησης</b>	<b>ON/OFF</b>
Οικοδόμηση γνώσης	Ο μαθητής <b>δεν κατανόησε</b> τον προγ/κό χειρισμό του αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης		Ο μαθητής <b>κατανόησε μερικώς</b> τον προγ/κό χειρισμό του αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης		Ο μαθητής <b>κατανόησε πλήρως</b> τον προγ/κό χειρισμό του αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης	
	Ο μαθητής <b>δεν κατανόησε</b> τον προγ/κό χειρισμό των μηχανισμών κίνησης και παραγωγής ήχου		Ο μαθητής <b>κατανόησε μερικώς</b> τον προγ/κό χειρισμό των μηχανισμών κίνησης και παραγωγής ήχου		Ο μαθητής <b>κατανόησε πλήρως</b> τον προγ/κό χειρισμό των μηχανισμών κίνησης και παραγωγής ήχου	
Εφαρμογή γνώσης σε ρεαλιστικά πλαίσια	Ο μαθητής <b>δεν εφάρμοσε</b> τη δομή επιλογής ( <i>if</i> ) στην επίλυση προβλήματος		Ο μαθητής <b>εφάρμοσε μερικώς</b> τη δομή επιλογής ( <i>if</i> ) στην επίλυση προβλήματος		Ο μαθητής <b>εφάρμοσε επιτυχημένα</b> τη δομή επιλογής ( <i>if</i> ) στην επίλυση προβλήματος	
	Ο μαθητής <b>δεν εφάρμοσε</b> τη δομή επανάληψης <i>while</i> στην επίλυση προβλήματος		Ο μαθητής <b>εφάρμοσε μερικώς</b> τη δομή επανάληψης <i>while</i> στην επίλυση προβλήματος		Ο μαθητής <b>εφάρμοσε επιτυχημένα</b> τη δομή επανάληψης <i>while</i> στην επίλυση προβλήματος	

*Πίνακας 2. Κριτήρια αξιολόγησης ως προς τους στόχους δεξιοτήτων*

	Κριτήριο Αξιολόγησης	ON / OFF	Κριτήριο Αξιολόγησης	ON / OFF	Κριτήριο Αξιολόγησης	ON / OFF
Δεξιότητα διατύπωσης πρότασης	Ο μαθητής <b>δεν</b> διατύπωσε <b>καθόλου</b> πρόταση επίλυσης του προβλήματος		Ο μαθητής διατύπωσε <b>ημιτελή</b> πρόταση επίλυσης του προβλήματος		Ο μαθητής διατύπωσε <b>ολοκληρωμένη</b> πρόταση επίλυσης του προβλήματος	
Δεξιότητα κατασκευής	Ο μαθητής <b>δεν</b> <b>ολοκλήρωσε</b> την κατασκευή του κυκλώματος		Ο μαθητής <b>ολοκλήρωσε μερικώς</b> την κατασκευή του κυκλώματος		Ο μαθητής <b>ολοκλήρωσε</b> την κατασκευή του κυκλώματος	
Δεξιότητα προγραμματισμού	Ο μαθητής <b>δεν</b> <b>ανάπτυξε καθόλου</b> τον κώδικα		Ο μαθητής <b>ολοκλήρωσε με λάθη</b> την ανάπτυξη του κώδικα		Ο μαθητής <b>ολοκλήρωσε σωστά</b> την ανάπτυξη του κώδικα	

*Πίνακας 3. Κριτήρια αξιολόγησης ως προς τους στόχους στάσεων*

	Κριτήριο Αξιολόγησης	ON/ OFF	Κριτήριο Αξιολόγησης	ON/ OFF	Κριτήριο Αξιολόγησης	ON/ OFF
Δεξιότητες αποτίμησης	Ο μαθητής <b>δεν</b> <b>εκτιμάει καθόλου</b> την αξία της ICT στην αντιμετώπιση αυθεντικών προβλημάτων		Ο μαθητής <b>εκτιμάει μερικώς</b> την αξία της ICT στην αντιμετώπιση αυθεντικών προβλημάτων		Ο μαθητής <b>εκτιμάει πλήρως</b> την αξία της ICT στην αντιμετώπιση αυθεντικών προβλημάτων	
Πειραματισμός και δοκιμή	Ο μαθητής <b>δεν</b> <b>επιδόθηκε</b> σε πειραματισμό και δοκιμή		Ο μαθητής <b>επιδόθηκε μερικώς</b> σε πειραματισμό και δοκιμή		Ο μαθητής <b>επιδόθηκε πλήρως</b> σε πειραματισμό και δοκιμή	

Δεξιότητες αιτιολόγησης απόψεων	Ο μαθητής <b>δεν</b> αιτιολόγησε τις απόψεις του		Ο μαθητής <b>αιτιολόγησε μερικώς</b> τις απόψεις του		Ο μαθητής <b>αιτιολόγησε πλήρως</b> τις απόψεις του	
Δεξιότητες συνεργασίας	Ο μαθητής <b>δεν συνεργάστηκε</b> με την ομάδα του		Ο μαθητής <b>συνεργάστηκε</b> με την ομάδα του σε <b>μερικά στάδια</b> της εκπ/κης διαδικασίας		Ο μαθητής <b>συνεργάστηκε</b> με την ομάδα του σε <b>όλα τα στάδια</b> της εκπ/κης διαδικασίας	

### 3. Προστιθέμενη αξία

#### 3.1 Ως προς το γνωστικό αντικείμενο

Ο σκοπός και οι στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου επιδιώκεται να επιτευχθούν με **βιωματικό** τρόπο μέσω της μεθοδολογίας STEM, όπου οι μαθητές/ριες αξιοποιούν διεπιστημονικές γνώσεις, γνώσεις από διαφορετικά γνωστικά πεδία (αλγοριθμική, προγραμματισμός, ηλεκτρονική), με έναν εγκάρσιο τρόπο που εστιάζει στην επίλυση ενός πραγματικού προβλήματος, αυτού των δυστυχημάτων σε αφύλακτες σιδηροδρομικές διαβάσεις πεζών.

Επίσης, το προτεινόμενο εκπαιδευτικό σενάριο εγκαταλείπει το παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο και προτείνει τον δρόμο της **ανακαλυπτικής-διερευνητικής μάθησης** (inquiry-based learning), όπου οι μαθητές/ριες δεν λειτουργούν ως παθητικοί δέκτες, αλλά **ενεργούν** προκειμένου να επιτύχουν την **οικοδόμηση** γνώσης, καθοδηγούμενοι από κατάλληλα διαμορφωμένες δραστηριότητες (φύλλα εργασίας). Εφαρμόζεται δηλ. μία (επ)οικοδομιστική διδακτική στρατηγική διερεύνησης που εξασφαλίζει την «κίνηση» του μαθητή προς τη γνώση (Papert, 1990; Fosnot & Perry, 2005). Η διερευνητική και εποικοδομηστική αυτή προσέγγιση έχει ιδιαίτερα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα στην επίτευξη των στόχων που σχετίζονται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων στον προγραμματισμό (Yee-King, Grierson, & D' Inverno, 2017). Επιπρόσθετα, ο διερευνητικός χαρακτήρας της διδακτικής πρότασης καθώς και ο βιωματικός χαρακτήρας που προκύπτει από την κατασκευή STEM ευνοεί την βελτίωση της επίδοσης μαθητών/ριών που εμφανίζονται αδύναμοι σε μαθήματα που διενεργούνται με το παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο.

Παράλληλα, υιοθετείται η μεθοδολογία της μάθησης μέσω του καθήκοντος (task-centered learning) όπου επιδιώκεται η σύνδεση της γνώσης με την αντιμετώπιση πραγματικών καταστάσεων, ευνοώντας έτσι την **αυθεντική μάθηση**.

### **3.2 Σε μεταγνωστικό επίπεδο**

Καθ' όλη την διάρκεια της προτεινόμενης εκπαιδευτικής διαδικασίας, οι μαθητές/ριες εργάζονται σε ένα **ομαδοσυνεργατικά πλαίσιο**, το οποίο ευνοεί την ανάπτυξη σημαντικών μεταγνωστικών ικανοτήτων και δεξιοτήτων, όπως ο περιορισμός της ατομικότητας και η ανάπτυξη πνεύματος συνεργασίας και δημοκρατικότητας στα πλαίσια μία συλλογικότητας. Η συγκρότηση των ομάδων γίνεται με δημοκρατικό τρόπο, επιδιώκεται όμως με διακριτικές παρεμβάσεις από τον/την εκπαιδευτικό η σύνθεση των ομάδων να περιλαμβάνει ανομοιογενή χαρακτηριστικά ως προς το φύλο, τις ακαδημαϊκές και κοινωνικές δεξιότητες και την προσωπικότητα των μελών τους (Ματσαγγούρας, 2008). Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές/ριες εκπαιδεύονται βιωματικά στην ετερότητα και την επίτευξη συνεργασίας σε ένα περιβάλλον διαφορετικότητας.

### **4. Αναστοχασμός διδακτικής παρέμβασης**

Το εκπαιδευτικό σενάριο εφαρμόστηκε κατά το σχολικό έτος 2018-2019 στην Β' Τάξη του Τομέα Πληροφορικής του ΕΠΑ.Λ. Αμφισσας (14 μαθητές και μαθήτριες) με θετικά αποτελέσματα ως προς την επίτευξη των επιδιωκόμενων στόχων. Οι μαθητές/ριες ανταποκρίθηκαν στον διερευνητικό χαρακτήρα του σεναρίου, ενεργοποιήθηκαν, πειραματίστηκαν με την κατασκευή STEM και μέσα από την δοκιμή και το λάθος προσέγγισαν τη γνώση με σημαντική επιτυχία. Στα ενθαρρυντικά στοιχεία από την εφαρμογή του σεναρίου σημειώνεται η πολύ θετική ανταπόκριση μαθητών/ριών που εμφανίζονται αδύναμοι σε μαθήματα που διενεργούνται με το παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στον ανακαλυπτικό-διερευνητικό χαρακτήρα του εκπαιδευτικού σεναρίου που έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές/ριες αυτούς να δραστηριοποιηθούν και να βιώσουν την πρόκληση της δοκιμής, του πειραματισμού και τελικά να προσεγγίσουν τη ζητούμενη γνώση.

Επειδή οι μαθητές/ριες της Β' Τάξης του Λυκείου από τις προηγούμενες τάξεις της σχολικής τους ζωής δε διαθέτουν εμπειρία στην ανάπτυξη προγραμμάτων σε μία πραγματική γλώσσα προγραμματισμού όπως η Wiring για Arduino, η υλοποίηση του σεναρίου προγραμματίστηκε σε χρονική στιγμή προς το τέλος της σχολικής χρονιάς. Αυτό έγινε προκειμένου οι μαθητές/ριες να έχουν αποκτήσει κάποιο σχετικό γνωσιακό υπόβαθρο στην προγραμματιστική επίλυση προβλημάτων μέσω του μαθήματος «Αρχές Προγραμματισμού Υπολογιστών» της Β' Τάξης του Τομέα Πληροφορικής του ΕΠΑ.Λ. Μολονότι το μάθημα αυτό αφορά προγραμματισμό στην γλώσσα προγραμματισμού Python, η αποκτηθείσα προγραμματιστική εμπειρία κρίνεται πολύ σημαντική για την εκτέλεση του Φύλλου Εργασίας 4 που αφορά τον προγραμματισμό του κατασκευασμένου κυκλώματος Arduino στην γλώσσα προγραμματισμού Wiring. Επίσης της εφαρμογής του σεναρίου είχαν προηγηθεί

σχετικές δραστηριότητες εξοικείωσης δημιουργίας κυκλωμάτων με την πλακέτα Arduino μέσω του προσομοιωτή Tinkercad.

Η βασική δυσκολία που παρουσιάστηκε κατά την υλοποίησή του αφορούσε στην μετάβαση των μαθητών/ριών από το συντακτικό της Python στο συντακτικό της Wiring. Οι δυσκολίες αυτές μπορούν να αντιμετωπιστούν με την παροχή από τον/την εκπαιδευτικό σχετικού συνοπτικού υποβοηθητικού φύλλου (cheat sheet) για την γλώσσα Wiring.

## **Αναφορές**

Autodesk, Inc (2019). Tinkercad, <https://www.tinkercad.com>.

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg, *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (pp. 1-19). Oxford: Elsevier. Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου 2019 από <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190240/document>

Francom, Gr. & Gardner, J. (2014). What is task-centered learning?, *TechTrends*, 58 (5), 27-35. Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου 2019 από [https://www.researchgate.net/publication/272016739\\_What\\_is\\_task-centered\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/272016739_What_is_task-centered_learning)

Jonassen, D., Howland, J., Moore, J., & Marra, M. (2003). *Learning to solve problems with technology: A Constructivist Approach*. (2nd Ed.), NJ: Merrill Prentice Hall.

Merrill, M. D. (2007). A Task-Centered Instructional Strategy. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 5-22. Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου από <https://pdfs.semanticscholar.org/82aa/a79500fe2e10d98b2335e2b396e30f298782.pdf>

O'Neill, G., & McMahon, T. (2005). Student-centered learning: What does it mean for students and lecturers? In G. O'Neill, S. Moore, & B. McMullin (Eds.), *Emerging issues in the practice of university learning and teaching*. Dublin: All Ireland Society for Higher Education. Ανακτήθηκε στις 16 Ιουνίου 2019 από [https://www.researchgate.net/publication/241465214\\_Student-centred\\_learning\\_What\\_does\\_it\\_mean\\_for\\_students\\_and\\_lecturers](https://www.researchgate.net/publication/241465214_Student-centred_learning_What_does_it_mean_for_students_and_lecturers)

Papert, S. (1990). Constructionist learning. In Idit Harel (Ed.), Cambridge, MA: MIT Media Laboratory

Paz Dennen, V. (2000). Task Structuring for On-line Problem Based Learning: A Case Study. *Educational Technology & Society*, 3(3), 329-336. Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου από [https://www.j-ets.net/ETS/journals/3\\_3/d08.pdf](https://www.j-ets.net/ETS/journals/3_3/d08.pdf)

Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2, 1-13. Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου 2019 από <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1036&context=jpeer>

Yee-King, M-J., Grierson, M., & D' Inverno M. (2017). Evidencing the Value of Inquiry Based, Constructionist Learning for Student Coders. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 7(3), 109-129. Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου 2019 από <https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/download/7385/4611>

Ματσαγγούρας, Η. (2008). *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Ψυχάρης, Σ., & Καλοβρέκτης Κ. (2018). *Διδακτική & Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM & ΤΠΕ*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

### Abstract

This paper describes an educational scenario for introducing students to the concept of "smart city" and realizing the close relationship among this concept, Information Technology and social welfare. This target is being achieved through a set of inquiry-based activities in the context of STEM methodology where students are assigned the "task" of developing a scaled intelligent pedestrian crossing using the Arduino board, based on the task-centered learning model. The assigned "task" is related to the existent problem of accidents on unattended pedestrian crossings. Students are called upon to use prior knowledge, to determine the problem and suggest solutions in order to fulfill this "task".

**Keywords:** educational scenario, smart city, STEM, task-centered learning, inquiry-based learning, Arduino