



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Τεχνολογίας

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

**Διαθεματικά Σενάρια STEM, Εκπαιδευτικής
Ρομποτικής , Υπολογιστικής Σκέψης και
Προγραμματισμού για την Κ-12 Εκπαίδευση**

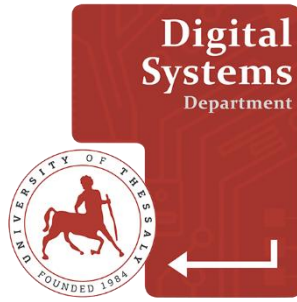
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φλωρίνα Αντωνιάδη 3119155

Ισαβέλλα Δεληγιάννη 3120083

Επιβλέπων: Ξενάκης Απόστολος, Επίκουρος Καθηγητής

ΛΑΡΙΣΑ, Ιούνιος 2025



UNIVERSITY OF THESSALY

School of Technology

Digital Systems Department

**Interdisciplinary STEM, Educational Robotics,
Computational Thinking and Programming
Scenarios for K-12 Education**

BACHELOR THESIS

Florina Antoniadi 3119155

Isavella Deligianni 3120083

Supervisor: *Apostolos Xenakis, Assistant Professor*

LARISSA, June 2025

Υπεύθυνη Δήλωση περί Ακαδημαϊκής Δεοντολογίας και Πνευματικών Δικαιωμάτων

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον, και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η Δηλών/ούσα:

Φλωρίνα Αντωνιάδη

Ισαβέλλα Δεληγιάννη

04/06/2025

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπων/πουσα	Απόστολος Ξενάκης Επίκουρος Καθηγητής Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
-----------------	--

Μέλος	Όμηρος Ιατρέλλης Επίκουρος Καθηγητής Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
-------	---

Μέλος	Ηλίας Σάββας Καθηγητής Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
-------	---

Ημερομηνία έγκρισης: dd-mm-yyyy

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη διαθεματικών σεναρίων διδασκαλίας με άξονες το STEM, την Εκπαιδευτική Ρομποτική, την Υπολογιστική Σκέψη και τον Προγραμματισμό, στο πλαίσιο της K-12 εκπαίδευσης. Κύριος στόχος ήταν η δημιουργία παιδαγωγικά τεκμηριωμένων και τεχνολογικά υλοποιήσιμων σεναρίων, τα οποία να ενισχύουν την αυτενέργεια, τη συνεργατικότητα και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος στους μαθητές.

Για την επίτευξη των στόχων εφαρμόστηκε μεθοδολογία βασισμένη στη σύνθεση θεωρητικού πλαισίου (TPACK, PBL, Constructionism, Computational Thinking) και στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών σεναρίων μέσω εργαλείων όπως τα Bee-Bot, LEGO WeDo / Mecabricks, Scratch και TinkerCAD Circuits. Τα σενάρια σχεδιάστηκαν γύρω από αυθεντικά προβλήματα, με σαφείς γνωστικούς στόχους, διαθεματική σύνδεση αντικειμένων και εστίαση στην ενεργή εμπλοκή του μαθητή.

Η εργασία περιλαμβάνει τέσσερα πλήρως υλοποιημένα παραδείγματα: ένα σενάριο με το Bee-Bot για τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού, μια δραστηριότητα κυκλοφοριακής αγωγής με LEGO και Scratch, ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι ανακύκλωσης με Scratch για ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης, καθώς και ένα σενάριο έξυπνου λαχανόκηπου με αισθητήρες και Arduino στο TinkerCAD. Για κάθε παράδειγμα τεκμηριώνονται οι παιδαγωγικοί στόχοι, η τεχνολογική υλοποίηση, οι φάσεις διδασκαλίας, τα φύλλα εργασίας και οι δυνατότητες αξιολόγησης.

Η τελική έκβαση της εργασίας καταδεικνύει ότι η ένταξη διαθεματικών STEM δραστηριοτήτων, κατάλληλα προσαρμοσμένων στην ηλικία και στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών, μπορεί να ενισχύσει ουσιαστικά τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη και τη μαθησιακή αυτονομία. Επιπλέον, προτείνονται δυνατότητες επέκτασης των σεναρίων, σύνδεσή τους με τις αρχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης, καθώς και ένταξή τους σε ευρύτερα σχολικά προγράμματα ή διαθεματικά projects.

Abstract

This undergraduate thesis focuses on the design and development of interdisciplinary educational scenarios based on STEM, Educational Robotics, Computational Thinking, and Programming, targeting K–12 students. The main objective was to create pedagogically grounded and technologically feasible learning activities that promote student engagement, collaboration, and problem-solving skills.

To achieve these aims, the methodology combined a comprehensive theoretical framework (TPACK, PBL, Constructionism, Computational Thinking) with the practical implementation of teaching scenarios using tools such as Bee-Bot, LEGO WeDo / Mecabricks, Scratch, and TinkerCAD Circuits. Each scenario was structured around open-ended, real-world problems, incorporating clear learning objectives, cross-curricular links, and active student participation.

The thesis presents four fully implemented scenarios: one with Bee-Bot for early primary education, a traffic safety activity using LEGO and Scratch, a recycling game in Scratch designed to foster computational thinking, and a “smart garden” activity using sensors and Arduino within TinkerCAD. For each case, pedagogical goals, implementation phases, worksheets, and evaluation strategies are thoroughly documented.

The final outcome demonstrates that the integration of age-appropriate, interdisciplinary STEM activities significantly enhances creativity, critical thinking, and learner autonomy. Furthermore, the work proposes potential extensions of the scenarios, their relevance to Sustainable Development Goals, and their applicability in broader school curricula or interdisciplinary project-based learning initiatives.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας, κ. Απόστολο Ξενάκη, για την αδιάκοπη καθοδήγηση, την επιστημονική υποστήριξη και την εμπιστοσύνη που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μας εργασίας. Ευχαριστούμε επίσης το διδακτικό προσωπικό του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων για τις γνώσεις και την παιδαγωγική έμπνευση που μας προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μας. Θα θέλαμε ακόμη να ευχαριστήσουμε τους συμφοιτητές μας για τις δημιουργικές ανταλλαγές και την υποστήριξή τους.

Φλωρίνα Αντωνιάδη

Ισαβέλλα Δεληγιάννη

04/06/2025

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	V
ABSTRACT	VII
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	IX
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	XI
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ.....	15
1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ	16
1.3 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΈΝΝΟΙΕΣ	16
1.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	19
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ STEM	19
2.2 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΥΛΩΝΕΣ: STEM.....	20
2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	21
2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ	23
2.4.1 Ορισμός και Εφαρμογές στην Εκπαίδευση	23
2.4.2 Σύνδεση Υπολογιστικής Σκέψης με STEM.....	25
2.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	25
2.5.1 Γενική Περιγραφή.....	25
2.5.2 <i>Inquiry-Based Learning</i>	28
2.5.3 <i>Project-Based Learning</i>	31
2.5.4 <i>Problem-Based Learning</i>	35
2.6 ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP).....	39
2.6.1 Παρουσίαση της Μεθοδολογίας	39
2.6.2 Στάδια του EDP	40
2.6.3 Σύνδεση EDP με τη Διδασκαλία STEM.....	40
3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	42
3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	42
3.1.1 Εργαλεία Σχεδιασμού.....	42
3.1.2 Εργαλεία Προσομοίωσης	42

3.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	44
3.2.1	<i>Bee-Bot στο Λαβύρινθο.....</i>	44
3.2.2	<i>Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης με Scratch.....</i>	46
3.2.3	<i>Κυκλοφοριακή Αγωγή με LEGO & Scratch.....</i>	48
3.2.4	<i>Έξυπνος Λαχανόκηπος.....</i>	50
3.3	ΣΥΝΔΕΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΞΗ.....	52
4	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	54
4.1	ΒΗΜΑΤΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	54
4.1.1	<i>Υλοποίηση Σεναρίου: Bee-Bot στο Λαβύρινθο</i>	54
4.1.2	<i>Υλοποίηση Σεναρίου: Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης.....</i>	63
4.1.3	<i>Υλοποίηση Σεναρίου: Κυκλοφοριακή Αγωγή με LEGO & Scratch</i>	78
4.1.4	<i>Υλοποίηση Σεναρίου: Έξυπνος Λαχανόκηπος με TinkerCAD</i>	102
4.2	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	114
4.2.1	<i>Ανάλυση εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων</i>	114
4.2.2	<i>Βαθμός διαθεματικότητας – STEM στόχοι</i>	116
4.2.3	<i>Αξιολόγηση ενδιαφέροντος & ενασχόλησης των μαθητών</i>	117
4.3	ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ & ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	118
4.3.1	<i>Ανταπόκριση σεναρίων στους στόχους της υπολογιστικής σκέψης.....</i>	119
4.3.2	<i>Εμπλοκή Μαθητών και Συνεργατικότητα</i>	120
4.3.3	<i>Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Επίλυσης Προβλήματος.....</i>	122
4.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ.....	122
4.4.1	<i>Πιθανές Επεκτάσεις των Σεναρίων</i>	123
4.4.2	<i>Μελλοντική Χρήση σε Διαθεματικά Προγράμματα</i>	123
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	125
5.1.1	<i>Ανάλυση ευρημάτων από την εφαρμογή.....</i>	125
5.1.2	<i>Περιθώρια Βελτίωσης.....</i>	125
5.1.3	<i>Παιδαγωγικές Προεκτάσεις</i>	126
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	127
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – BEE-BOT.....	135
	A.1 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	135
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β - SCRATCH.....	137

B.1 ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ SCRATCH	137
B.2 ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ SCRATCH	138
B.3 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	140
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ - LEGO & MECABRICKS	141
Γ.1 ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ MECABRICKS	141
Γ.2 ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ LEGO & SCRATCH.....	143
Γ.3 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1	144
Γ.4 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2	145
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ – TINKERCAD	147
Δ.1 ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ TINKERCAD	147
Δ.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	149

1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο εισάγει το θεωρητικό πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας, εστιάζοντας στις βασικές έννοιες, τα εργαλεία και τη μεθοδολογική προσέγγιση που αξιοποιούνται. Μέσα από την ανάλυση των στόχων και τη θεμελίωση του θέματος, οριοθετείται το πλαίσιο μελέτης και διαμορφώνεται το υπόβαθρο για τις επόμενες ενότητες.

1.1 Παρουσίαση Θέματος

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και των ψηφιακών εργαλείων έχει μετασχηματίσει τις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας και, κατ' επέκταση, της εκπαίδευσης. Η ανάγκη για την καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως η επίλυση προβλήματος, η δημιουργική και κριτική σκέψη, η συνεργασία και η τεχνολογική επάρκεια, καθιστά επιτακτική την ενσωμάτωση διαθεματικών και καινοτόμων προσεγγίσεων στη διδασκαλία. Το STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) αποτελεί ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό πλαίσιο που εστιάζει στη διασύνδεση αυτών των πεδίων με σκοπό τη σφαιρική ανάπτυξη των μαθητών, τόσο σε γνωστικό όσο και σε δεξιολογικό επίπεδο.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην αξιοποίηση και τον σχεδιασμό διαθεματικών σεναρίων STEM, με έμφαση στην Εκπαιδευτική Ρομποτική, τον Προγραμματισμό και την Υπολογιστική Σκέψη, στο πλαίσιο της K-12 εκπαίδευσης. Μέσω της ανάπτυξης παιδαγωγικά τεκμηριωμένων σεναρίων, διερευνάται πώς τα ψηφιακά και ρομποτικά εργαλεία μπορούν να ενισχύσουν τη μάθηση με βιωματικό και ενεργό τρόπο. Η μεθοδολογία που υιοθετείται βασίζεται στο Engineering Design Process (EDP), μια κυκλική διαδικασία επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων που αντιστακλά τη λογική του μηχανικού σχεδιασμού και προωθεί την αναστοχαστική μάθηση.

Η εργασία προσεγγίζει θεωρητικά και εφαρμοσμένα το θέμα, αξιοποιώντας εργαλεία σχεδιασμού και προσομοίωσης για την κατασκευή ρομποτικών εφαρμογών, είτε φυσικών είτε εικονικών, με στόχο τη σύνδεση των τεχνολογικών κατασκευών με γνωστικά αντικείμενα όπως τα Μαθηματικά, η Φυσική και η Πληροφορική. Παράλληλα, δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη σεναρίων που είναι ευέλικτα, επαναχρησιμοποιήσιμα και προσαρμόσιμα στις ηλικιακές και γνωστικές ανάγκες των μαθητών. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, επιδιώκεται η ανάδειξη της διεπιστημονικότητας ως βασικού άξονα ενός σχολείου του 21ου αιώνα.

Τα διδακτικά σενάρια που αναπτύσσονται, απευθύνονται στην υποχρεωτική εκπαίδευση (K-12) ενώ βασίζονται σε σύγχρονες διδακτικές μεθόδους, που προωθούν την βιωματική μάθηση, μέσα από την

διερευνητική προσέγγιση και την διαθεματική σύνδεση γνωστικών αντικειμένων (Grover et al., 2015).

1.2 Στόχοι και Σημασία της Έρευνας

Η εργασία αυτή φιλοδοξεί να συμβάλει στην βελτίωση του εκπαιδευτικού σχεδιασμού, αφού εφαρμόζει ρεαλιστικές ιδέες που υλοποιούνται με καινοτόμα εργαλεία (Wing, 2006).

Πρωταρχικοί στόχοι της εργασίας είναι να εξεταστεί η σημασία των διαθεματικών σεναρίων που αναπτύσσονται κατά την εφαρμογή τους στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ώστε να αναδειχθούν οι δυνατότητες και οι προκλήσεις που προκύπτουν από την ενσωμάτωσή τους στο σχολικό περιβάλλον (Barr, 2011). Να αξιοποιηθούν σύγχρονα εκπαιδευτικά εργαλεία όπως τα Bee-Bot, Scratch, Lego Digital Designer και TinkerCAD, ώστε να δοθεί στους μαθητές η δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με την λογική του προγραμματισμού, την τεχνολογία και την υπολογιστική σκέψη, επιλύοντας προβλήματα μέσα από τα διάφορα εκπαιδευτικά σενάρια (Resnick, 2009). Ταυτόχρονα να σχεδιαστούν τέσσερα εκπαιδευτικά σενάρια διδασκαλίας βασιζόμενα στο παιδαγωγικό μοντέλο Engineering Design Process (EDP) για τις ηλικιακές ομάδες α) 4 έως 7 ετών, β) 7 έως 10 ετών, γ) 10 έως 13 ετών και δ) 13 έως 16 ετών. Τα εκπαιδευτικά σενάρια προσαρμόζονται σύμφωνα με τα διδακτικά επίπεδα της κάθε ηλικιακής ομάδας με ρεαλιστική προσέγγιση και στην παιδαγωγική εφαρμοσιμότητα (Martinez & Stager, 2013). Τέλος, να αξιολογηθούν τα εκπαιδευτικά σενάρια καθώς απευθύνονται σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, εστιάζοντας κάθε φορά στην ενεργητική συμβολή των μαθητών καθώς και στην προσαρμοστικότητα τους στα εκάστοτε γνωστικά αντικείμενα.

1.3 Ορισμοί και Θεμελιώδεις Έννοιες

Ας δούμε τις θεμελιώδεις έννοιες που θα αναπτυχθούν στα επόμενα κεφάλαια.

STEM: Η ενσωμάτωση του STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί μια καινοτόμος και δεδομένη διδακτική προσέγγιση, η οποία βασίζεται στην βιωματική μάθηση. Αυτή η διδακτική προσέγγιση καλλιεργεί την δημιουργικότητα των μαθητών μέσα από την επίλυση προβλημάτων σε πραγματικές συνθήκες (Beers, 2011).

Computational Thinking: Η υπολογιστική σκέψη, αφορά τον τρόπο σκέψης που σχετίζεται με την κατανόηση και την επίλυση σύνθετων προβλημάτων, ενώ εστιάζει στην εξοικείωση στρατηγικών σύνθεσης και αποσύνθεσης προβλημάτων. Είναι μία βασική δεξιότητα στην σύγχρονη εποχή, αφού προάγει έναν «δομημένο» τρόπο σκέψης και αντίληψης, απέναντι στις ισχυρές προκλήσεις της εποχής (Barr, 2011; Wing, 2006).

Διαθεματική Μάθηση: Η διαθεματική προσέγγιση προωθεί τη σύνδεση γνώσεων και δεξιοτήτων από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα μέσα από ενιαία σενάρια ή δραστηριότητες. Ειδικά στο πλαίσιο STEM, η διαθεματικότητα ενισχύει τη βαθύτερη κατανόηση και τη μεταφορά γνώσης (Beane, 1997).

Educational Robotics: Είναι μία ευέλικτη διδασκαλία μάθησης η οποία ενισχύει την συνεργασία και την αυτοπεποίθηση των μαθητών στην επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης μέσω στοχευμένων δραστηριοτήτων. Παράλληλα, η αξιοποίηση νέων τεχνολογιών όπως τα εκπαιδευτικά ρομπότ, σε συνδυασμό με την πειραματική μάθηση και τη χρήση ηλεκτρονικών υποδομών, λειτουργεί ως βασικός πυλώνας, αφού ενεργοποιεί τους μαθητές να αναπτύξουν γνώση και ενδιαφέρον, ώστε να προσανατολιστούν σε αντίστοιχους τεχνολογικούς ή επιστημονικούς τομείς (Papert, 1980; Alimisis, 2013).

Engineering Design Process: Πρόκειται για ένα παιδαγωγικό μοντέλο μάθησης το οποίο βασίζεται στην προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων ανοικτού τύπου, και την μάθηση μέσα από την αποτυχία. Μαθαίνοντας μέσα από την αποτυχία, οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν δημιουργική σκέψη, και ανθεκτικότητα, στα διάφορα στάδια επίλυσης ενός προβλήματος. Τα στάδια αυτά είναι τα εξής: Ρωτάω, Σκέφτομαι, Σχεδιάζω, Δημιουργώ, Δοκιμάζω, Βελτιώνω (Martinez & Stager, 2013).

1.4 Μεθοδολογική Προσέγγιση και Δομή της Εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία υιοθετεί ποιοτική μεθοδολογική προσέγγιση, εστιάζοντας στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, την κριτική ανάλυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και την πρακτική υλοποίηση διαθεματικών σεναρίων STEM και Υπολογιστικής Σκέψης. Η μέθοδος βασίζεται στη λογική της έρευνας-δράσης και περιλαμβάνει τα εξής διακριτά αλλά αλληλοσυνδεόμενα στάδια:

Θεωρητική θεμελίωση: Πραγματοποιήθηκε διεξοδική μελέτη της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας αναφορικά με τις βασικές έννοιες του STEM, της Υπολογιστικής Σκέψης και της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Παράλληλα, εξετάστηκαν σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις, και η επίλυση προβλημάτων ανοικτού τύπου (open-ended problem solving), που ενισχύουν τη μαθητοκεντρική προσέγγιση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα.

Επιλογή εργαλείων: Κατά τη δεύτερη φάση, επιλέχθηκαν κατάλληλα λογισμικά σχεδιασμού και προσομοίωσης, όπως το Bee-Bot, το Scratch, το LEGO Digital Designer, το Mecabricks και το TinkerCAD. Τα εργαλεία αυτά αξιοποιήθηκαν με σκοπό την ενίσχυση της τεχνολογικής παιδείας και την υποστήριξη δραστηριοτήτων που προάγουν την υπολογιστική σκέψη, τον οπτικό προγραμματισμό και την αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων.

Σχεδιασμός εκπαιδευτικών σεναρίων: Αναπτύχθηκαν τέσσερα διαθεματικά σενάρια, προσαρμοσμένα σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες και γνωστικά επίπεδα μαθητών. Η μεθοδολογία σχεδιασμού βασίστηκε στο μοντέλο του Engineering Design Process (EDP) και περιλάμβανε στάδια όπως: προσδιορισμός προβλήματος, διερεύνηση, σύλληψη και δημιουργία λύσης, έλεγχος, επανασχεδιασμός και παρουσίαση. Κάθε σενάριο συνδύαζε έννοιες από περισσότερα του ενός γνωστικά πεδία (Μαθηματικά, Τεχνολογία, Φυσικές Επιστήμες) και προωθούσε τη βιωματική και ενεργό συμμετοχή των μαθητών.

Αξιολόγηση: Η αξιολόγηση των σεναρίων πραγματοποιήθηκε βάσει ποιοτικών δεικτών, όπως: η παιδαγωγική επάρκεια, η δυνατότητα διαθεματικής εφαρμογής, η τεχνολογική ενσωμάτωση και η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών. Ελήφθησαν επίσης υπόψη η δυνατότητα διαφοροποίησης (differentiation) και προσαρμογής των δραστηριοτήτων στο εκάστοτε διδακτικό πλαίσιο.

Χαρτογράφηση σεναρίων και παιδαγωγική ανάλυση: Η συστηματική χαρτογράφηση των παραδειγμάτων, που δημιουργήθηκαν, πραγματοποιήθηκε με βάση τη θεματολογία, την ηλικιακή στόχευση και το επίπεδο γνώσης, προκειμένου να αναδειχθεί ο βαθμός δυσκολίας και η έμφαση που δίνεται σε κάθε περίπτωση. Η ανάλυση αυτή διευκόλυνε την αποτύπωση του εύρους, της στοχοθεσίας και της μεθοδολογικής πληρότητας κάθε σεναρίου, ενώ ανέδειξε τη σύνδεση θεωρίας και πράξης στην εκπαιδευτική εφαρμογή του STEM.

2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύονται οι βασικές θεωρητικές έννοιες που θεμελιώνουν την παρούσα εργασία. Εξετάζονται το STEM, η Υπολογιστική Σκέψη, η Εκπαιδευτική Ρομποτική και άλλες συναφείς παιδαγωγικές προσεγγίσεις, προκειμένου να στηριχθεί επιστημονικά ο σχεδιασμός των εκπαιδευτικών σεναρίων που ακολουθούν.

2.1 Ορισμός και Σημασία του STEM

Ο Όρος STEM αναφέρεται σε μία αγγλική ορολογία η οποία προέρχεται από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων Επιστήμη (Science) – Τεχνολογία (Technology) – Μηχανική (Engineering) – Μαθηματικά (Mathematics). Η ορολογία αυτή χρησιμοποιείται για να προσδιορίσουμε μία νέα διδακτική προσέγγιση η οποία ενοποιεί αυτές τις τέσσερις επιστημονικές περιοχές με σκοπό να συμβάλει στην δημιουργία αυθεντικών διαθεματικών μαθησιακών εμπειριών (Beers, 2011).

Η ενσωμάτωση του STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης, δημιουργικότητας και δεξιοτήτων επίλυσης πολύπλοκων προβλημάτων που είναι απαραίτητες για την επαγγελματική και κοινωνική ζωή στον 21ο αιώνα (Bybee, 2010).

Ο ορισμός της STEM εκπαίδευσης έχει εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου και διαφοροποιείται από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας των επιμέρους επιστημονικών τομέων. Σύμφωνα με τον Sanders (2009), η STEM εκπαίδευση επαναπροσδιορίζει τη μάθηση, δίνοντας έμφαση στην εφαρμογή των γνώσεων των τεσσάρων πεδίων για την επίλυση σύνθετων, πολυδιάστατων προβλημάτων. Αυτή η προσέγγιση εστιάζει στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης, δημιουργικότητας και συνεργασίας, επιτρέποντας στους μαθητές να προσεγγίζουν προβλήματα με έναν διεπιστημονικό τρόπο.

Η σημασία του STEM στην εκπαίδευση είναι πολλαπλή. Ενισχύει την ικανότητα των μαθητών να κατανοούν και να αναλύουν σύγχρονα τεχνολογικά και επιστημονικά ζητήματα, ενώ παράλληλα τους προετοιμάζει για τις απαιτήσεις της αγοράς εργασίας του 21ου αιώνα. Καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις επηρεάζουν όλους τους τομείς της κοινωνίας, η ανάπτυξη δεξιοτήτων STEM είναι κρίσιμη για τη δημιουργία ενός καταρτισμένου εργατικού δυναμικού που θα είναι σε θέση να ανταποκριθεί στις προκλήσεις της παγκόσμιας οικονομίας (Bybee, 2010). Σύμφωνα με τον National Research Council (2014), οι μαθητές που συμμετέχουν σε προγράμματα STEM αναπτύσσουν καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών και τεχνολογικών αρχών και αποκτούν τις ικανότητες να εργάζονται συνεργατικά για την επίλυση προβλημάτων. Η STEM εκπαίδευση ενισχύει, επίσης, τις δεξιότητες

λήψης αποφάσεων, και ενθαρρύνει τη χρήση καινοτόμων μεθόδων για την επίτευξη λύσεων. Επιπλέον, η ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση υπογραμμίζει τη σημασία της δημιουργικότητας και της ανακάλυψης μέσω της διερευνητικής μάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να συνδέσουν τις θεωρητικές γνώσεις με πραγματικές εφαρμογές (Grover & Pea, 2013).

Η STEM εκπαίδευση θεωρείται κρίσιμη για την ανταγωνιστικότητα και την πρόοδο των χωρών στον παγκόσμιο οικονομικό χάρτη. Οι δεξιότητες STEM, σύμφωνα με τον Beers (2011), είναι απαραίτητες για την επαγγελματική επιτυχία σε μια πληθώρα τομέων, συμπεριλαμβανομένων των επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής, και των μαθηματικών, και συμβάλλουν στην ανάπτυξη μιας κοινωνίας που είναι έτοιμη να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις του μέλλοντος.

Στην εκπαιδευτική πρακτική, η STEM εκπαίδευση έχει συνδεθεί στενά με την εφαρμογή της ρομποτικής και του προγραμματισμού, οι οποίες είναι αποτελεσματικά εργαλεία για την ανάπτυξη δεξιοτήτων STEM, ενώ παράλληλα ενισχύουν την κριτική σκέψη και τη δημιουργικότητα των μαθητών (Papert, 1980; Martinez & Stager, 2013). Ο συνδυασμός των επιστημονικών μεθόδων και της τεχνολογίας με την επίλυση προβλημάτων μέσω της μηχανικής και των μαθηματικών διαμορφώνει ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο που ενισχύει την πρακτική εφαρμογή της γνώσης, καθιστώντας τη μάθηση πιο ελκυστική και αποτελεσματική.

2.2 Βασικοί Πυλώνες: STEM

Κάθε πυλώνας φέρει την δική του εκπαιδευτική βαρύτητα και παίζει έναν καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση των δεξιοτήτων και της σκέψης των μαθητών, ενώ όλοι μαζί δημιουργούν ένα ενιαίο και διεπιστημονικό πλαίσιο μάθησης (National Research Council, 2014). Ακολουθώς, θα αναπτύξουμε τον κάθε πυλώνα σύμφωνα με την θεωρητική του βάση:

Επιστήμη (S): Η επιστήμη εντός του STEM προσεγγίζεται ως ένα πεδίο ανακάλυψης και μεθοδολογικής διερεύνησης. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να παρατηρούν φαινόμενα, να διατυπώνουν υποθέσεις, να σχεδιάζουν και να εκτελούν πειράματα και να εξάγουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Ο πειραματισμός και η καλλιέργεια της επιστημονικής σκέψης προάγουν την κατανόηση του φυσικού κόσμου και ενισχύουν την ικανότητα λήψης αποφάσεων βασισμένων σε δεδομένα.

Τεχνολογία (T): Η τεχνολογία λειτουργεί ως μέσο και εργαλείο ενίσχυσης της μαθησιακής εμπειρίας, ενσωματώνοντας εφαρμογές όπως το λογισμικό προσομοίωσης, τα διαδραστικά περιβάλλοντα και τις πλατφόρμες προγραμματισμού. Μέσω αυτών, οι μαθητές αποκτούν την ικανότητα να χειρίζονται πληροφοριακά και τεχνολογικά μέσα με σκοπό την επίλυση προβλημάτων, την ερμηνεία δεδομένων

και τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων.

Μηχανική (E): Η μηχανική ή μηχανολογία δίνει έμφαση στον σχεδιασμό, τη δοκιμή και τη βελτιστοποίηση λύσεων, μέσα από διαδικασίες που βασίζονται στην επίλυση προβλημάτων και τη δημιουργικότητα. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να αναπτύσσουν καινοτόμες ιδέες, να τις υλοποιούν με τη βοήθεια εργαλείων όπως το CAD και τα εκπαιδευτικά ρομπότ, και να κατανοούν τη λειτουργία των φυσικών νόμων στην πράξη.

Μαθηματικά (M): Τα μαθηματικά αποτελούν τον συνεκτικό ιστό του STEM, καθώς προσφέρουν τη βάση για την κατανόηση ποσοτικών σχέσεων και την ανάπτυξη μοντέλων. Οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν μαθηματικές έννοιες, όπως αναλογίες, εξισώσεις και στατιστικές μεθόδους, προκειμένου να ερμηνεύσουν δεδομένα, να προβλέψουν αποτελέσματα και να λάβουν αποφάσεις στη βάση τεκμηριωμένων υπολογισμών. Είναι το μέσο που δίνει έμφαση στο να υλοποιηθούν οι δύσκολες και πολύπλοκες έννοιες όπως τα μαθηματικά και η υπολογιστική φυσική, με ελκυστικό τρόπο, προκαλώντας την περιέργεια στους μαθητές, και ενθαρρύνοντας έτσι την φαντασία τους στον κόσμο της επιστήμης. Αυτός ο πυλώνας είναι υπεύθυνος στο να εξοικειωθούν οι μαθητές με τις μονάδες μέτρησης, την χρήση αυτών, την κατανόηση των σχέσεων μεταξύ μαθηματικών και φυσικής, και γενικότερα την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων στα διάφορα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα.

2.3 Ιστορική Αναδρομή

Η έννοια της STEM εκπαίδευσης (Science, Technology, Engineering, Mathematics) έχει τις ρίζες της στην ανάγκη των σύγχρονων κοινωνιών για ανθρώπινο δυναμικό με επιστημονικές και τεχνολογικές δεξιότητες. Αν και η διδασκαλία των επιμέρους αυτών γνωστικών αντικειμένων υπήρχε ανέκαθεν στα εκπαιδευτικά συστήματα, η ενοποιημένη προσέγγισή τους ως STEM αναδύθηκε δυναμικά την δεκαετία του 1990.

Τότε, βλέπουμε τον όρο STEM να εμφανίζεται για πρώτη φορά την στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Αρχικά μάλιστα εμφανίζεται ως SMET, από το National Science Foundation (NSF), όμως για λόγους ευκολίας ευρύτερης αποδοχής και θεσμοθέτησης του όρου, πολύ σύντομα αναδιαμορφώθηκε ως STEM (Sanders, 2009; Bybee, 2010).

Η ώθηση για ενίσχυση της εκπαίδευσης στους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας εντάθηκε μετά την έκθεση "A Nation at Risk" (U.S. Department of Education, 1983), η οποία τόνιζε την ανάγκη αναβάθμισης του εκπαιδευτικού συστήματος των Η.Π.Α. λόγω των ανησυχιών για την ανταγω-

νιστικότητα της χώρας στην παγκόσμια οικονομία. Από τη δεκαετία του 1990 και εξής, διαμορφώθηκαν στρατηγικές και προγράμματα προώθησης της STEM εκπαίδευσης, τόσο στις Η.Π.Α. όσο και διεθνώς (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014).

Κατά την είσοδο στον 21ο αιώνα, η προσέγγιση STEM εξελίχθηκε περαιτέρω, ενσωματώνοντας αρχές της διερευνητικής μάθησης, της συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων και της αξιοποίησης της τεχνολογίας στην τάξη. Η εκπαιδευτική κοινότητα προχώρησε από την απλή συνύπαρξη των τεσσάρων πεδίων σε μια πραγματικά διεπιστημονική προσέγγιση, βασισμένη σε αυθεντικές μαθησιακές εμπειρίες (Bybee, 2010).

Αργότερα, με μία μικρή καθυστέρηση, ακολούθησε και η Ευρώπη κυρίως όμως μέσα από νέα ερευνητικά προγράμματα όπως το Scientix και το STEM Alliance. Σε αυτά τα ερευνητικά προγράμματα επικεντρώθηκαν κυρίως στην σχέση σχολείο – κοινωνία – αγορά εργασίας, δίνοντας έμφαση σε δραστηριότητες προσομοίωσης ρεαλιστικών καταστάσεων και προβλημάτων (European Schoolnet, 2018). Επιπροσθέτως, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε στρατηγικές όπως η "Science Education for Responsible Citizenship" (EC, 2015), οι οποίες προωθούν τον αναστοχαστικό επιστημονικό εγγραμματισμό, τη συμμετοχική μάθηση και τη διαθεματικότητα στην εκπαίδευση STEM.

Στην Ελλάδα, η συστηματική ένταξη του STEM στην εκπαίδευση ξεκίνησε μεμονωμένα, αλλά με σταθερά βήματα. Το 2014 τα Εκπαιδευτήρια Κωστέα-Γείτονα εγκαινίασαν την πρώτη Ακαδημία STEM, ενώ το 2015 η έρευνα PISA ανέδειξε την ανάγκη ενίσχυσης της επιστημονικής εγγραμματοσύνης, καθώς οι επιδόσεις των μαθητών υπολείπονταν του μέσου όρου του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΑΣΑ) (IEP, 2016). Το 2017 ιδρύθηκε η Ελληνική Εκπαιδευτική Ένωση STEM και το 2018 επιλέχθηκαν 110 δημόσια σχολεία για συμμετοχή σε προγράμματα STEM μέσω eTwinning και Erasmus. Τα σχολεία αυτά εξοπλίστηκαν με ρομποτικά κιτ όπως BeeBot, WeDo και Gigo S4A, για χρήση στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Παράλληλα, ελληνικά πανεπιστήμια, όπως το ΠΑΔΑ, το ΠΑΜΑΚ και το ΤΕΙ Θεσσαλίας, ανέπτυξαν κέντρα ρομποτικής, ενισχύοντας την πανεπιστημιακή παρουσία στον χώρο.

Πρόσφατα, έχει κερδίσει έδαφος η προσέγγιση STEAM, με την προσθήκη των Τεχνών (Arts) στο αρχικό αρκτικόλεξο. Το STEAM υποστηρίζει ότι η δημιουργικότητα, η αισθητική και οι πολιτισμικές διαστάσεις της γνώσης είναι εξίσου σημαντικές με τις επιστημονικές δεξιότητες (Yakman, 2008).

Στις μέρες μας, το STEM αποτελεί την πιο διαδεδομένη και αναγνωρισμένη διδακτική προσέγγιση, αφού πλέον, είναι αποδεδειγμένο ότι μπορεί να συμβάλει με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο, στην

αφομοίωση και την κατανόηση νέας γνώσης (National Research Council, 2014). Η εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του προγραμματισμού στα προγράμματα σπουδών ενίσχυσε περαιτέρω την αναγκαιότητα για σφαιρικές και καινοτόμες προσεγγίσεις στη μάθηση.

2.4 Υπολογιστική Σκέψη

2.4.1 Ορισμός και Εφαρμογές στην Εκπαίδευση

Η Υπολογιστική Σκέψη (CT), αποτελεί την θεμελιώδη δεξιότητα του αιώνα μας, καθώς περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουμε ένα πρόβλημα, και ορίζει την μεθοδολογία και την λογική προσέγγιση, που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες της επιστήμης των υπολογιστών. Βασίζεται στην λογική του Αριστοτέλη, και δεν περιορίζεται μόνο στον προγραμματισμό αλλά περιλαμβάνει διαδικασίες όπως η σύνθεση – αποσύνθεση ενός προβλήματος ως τρόπος επίλυσης (Wing, 2006; Barr et al., 2011).

Τα τελευταία χρόνια, η υπολογιστική σκέψη (Computational Thinking, CT) έχει αποκτήσει σημαντική προσοχή στην εκπαίδευση K–12, υπογραμμίζοντας τον κρίσιμο ρόλο της στην εξοπλισμό των μαθητών με βασικές δεξιότητες του 21ου αιώνα (Grover & Pea, 2013). Η έννοια της CT εισήχθη αρχικά από τον Papert (1980) , ο οποίος την περιέγραψε ως μια διαδικαστική σκέψη και ενασχόληση με τον προγραμματισμό. Ο Papert αποτέλεσε έναν από τους πρωτοπόρους στον τομέα της πληροφορικής, της εκπαίδευσης και της τεχνητής νοημοσύνης. Συμμετείχε στη δημιουργία της γλώσσας προγραμματισμού Logo, υπήρξε βασικός συντελεστής της πρωτοβουλίας «Ένας Φορητός Υπολογιστής ανά Παιδί (One Laptop Per Child – OLPC)» και είχε καθοριστική συμβολή στην ανάπτυξη των εκπαιδευτικών ρομποτικών εργαλείων Lego Mindstorms. Αργότερα, η Wing (2006) διεύρυνε τον ορισμό, τονίζοντας ότι η CT αποτελεί μια καθολική δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων που ξεπερνά τα όρια των επιστημόνων υπολογιστών, υποστηρίζοντας την προσβασιμότητα και τη σημασία της για όλους.

Στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, η CT ορίζεται ως μια συστηματική προσέγγιση που επιτρέπει στους μαθητές να εντοπίζουν προβλήματα και να αναπτύσσουν λύσεις που να μπορούν να υλοποιηθούν από συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών ή προγραμματιζόμενα μέσα . Μέσω της αλληλεπίδρασης με αυτά τα μέσα, όπως ρομπότ, αντικείμενα στο Scratch ή ηλεκτρονικά παιχνίδια, οι μαθητές ενθαρρύνονται να χρησιμοποιήσουν κριτική σκέψη, για να εφαρμόσουν τεχνικές δεξιότητες και για να ελέγξουν αυτά τα συστήματα με στόχο την επίλυση προβλημάτων (Relkin et al., 2021; Su et al., 2022).

Παρά την αυξανόμενη σημασία της, η ενσωμάτωση της CT στην πρώιμη παιδική εκπαίδευση (Early Childhood Education, ECE) παραμένει ανεξερεύνητη. Η πρώιμη παιδική εκπαίδευση παρουσιάζει

μοναδικές προκλήσεις και ευκαιρίες, καθώς διαφέρει σημαντικά από την τυπική σχολική εκπαίδευση ως προς τη δομή, την παιδαγωγική προσέγγιση και την εστίαση στην ανάπτυξη. Η έλλειψη συστηματικής κατανόησης σχετικά με το πώς μπορεί η CT να ενσωματωθεί αποτελεσματικά σε αυτό το κρίσιμο στάδιο εκπαίδευσης αναδεικνύει ένα σημαντικό κενό, τόσο στην έρευνα όσο και στην πρακτική, τονίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο, το πόσο οι νεαροί μαθητές μπορούν να ωφεληθούν από τις έννοιες της υπολογιστικής σκέψης.

Η Υπολογιστική Σκέψη αναγνωρίζεται ως μια απαραίτητη δεξιότητα του 21ου αιώνα, η οποία επηρεάζει σε βάθος την καθημερινή μας ζωή και τη διαδικασία της μάθησης (Voogt et al., 2015). Έχει εξελιχθεί πέρα από την αντίληψη ότι πρόκειται απλώς για δεξιότητες προγραμματισμού ή τεχνικές ικανότητες που αφορούν μόνο τους επιστήμονες υπολογιστών (Wing, 2006). Οι σύγχρονοι ορισμοί της CT τονίζουν τον ρόλο της ως μια θετική ψηφιακή νοοτροπία—μια ετοιμότητα να αξιοποιούμε τον ψηφιακό γραμματισμό με πρακτικό και ουσιαστικό τρόπο στην καθημερινότητά μας (Grover & Pea, 2013; Hsu et al., 2018).

Η CT εξοπλίζει τα άτομα με ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, παρόμοιες με αυτές των επιστημόνων υπολογιστών, οι οποίες τούς επιτρέπουν να αντιμετωπίζουν προκλήσεις μέσα από διαδικασίες όπως η απλοποίηση, η ενσωμάτωση, ο μετασχηματισμός, η προσομοίωση και ο σχεδιασμός συστημάτων. Για τους νέους μαθητές, ιδιαίτερα στην πρώιμη παιδική ηλικία, η ανάπτυξη δεν πρέπει να επικεντρώνεται μόνο στις βασικές δεξιότητες γραμματισμού, όπως η ανάγνωση, η γραφή και η αριθμητική, αλλά και στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων που σχετίζονται με την CT. Αυτές περιλαμβάνουν τη λογική σκέψη, την ικανότητα αλληλουχίας, την αφαίρεση και την αλγοριθμική σκέψη (Grover & Pea, 2013; Wing, 2006). Επιπλέον, η CT περιλαμβάνει διάφορες στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων, όπως η αλληλουχία, ο δημιουργικός σχεδιασμός και η παραγωγή περιεχομένου, που αποτελούν βασικά στοιχεία των υπολογιστικών δεξιοτήτων και των εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών (Zhang, 2019).

Αξίζει να σημειωθεί, η CT δεν περιορίζεται στη χρήση υπολογιστών με σκοπό τη μάθηση. Η Wing (2006) διεύρυνε την έννοια, περιγράφοντάς την ως έναν τρόπο ανθρώπινης σκέψης—έναν συνδυασμό μαθηματικής και μηχανικής προσέγγισης, που ενσωματώνει δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων στην καθημερινή ζωή. Αυτή η προσέγγιση υπογραμμίζει πώς η CT διευκολύνει την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων μέσω εργαλείων υπολογιστικής σκέψης. Σύμφωνα με το πλαίσιο που πρότειναν οι Brennan και Resnick (2012), η CT δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να αναπτύξουν νέες προοπτικές, εξερευνώντας τρόπους έκφρασης ιδεών, σύνδεσης με άλλους και κριτικής εξέτασης του περιβάλλοντός τους. Αυτή η διευρυμένη κατανόηση καθιστά την CT μια δυνα-

μική και διεπιστημονική δεξιότητα που προάγει όχι μόνο την τεχνική ικανότητα αλλά και την προσωπική και κοινωνική ανάπτυξη.

Η διδασκαλία της Υπολογιστικής Σκέψης, συμβάλλει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης από τις πρώιμες ηλικιακές ομάδες. Δραστηριότητες, όπως, η επίλυση μαθηματικών ή φυσικών προβλημάτων, η ρομποτική και ο προγραμματισμός, με λογικό σχεδιασμό και με την χρήση κατάλληλων εργαλείων όπως το π.χ. το Scratch, βοηθά τους μαθητές να εξοικειώνονται με την δομημένη σκέψη (Bers, 2020). Τέλος, αυτό που πρέπει να γνωρίζουμε είναι ότι η υπολογιστική σκέψη δεν αντικαθιστά άλλα γνωστικά αντικείμενα, αντίθετα, λειτουργεί ως ενισχυτικός παράγοντας στην μετά-γνωστική ικανότητα των μαθητών (Grover & Pea, 2013).

2.4.2 Σύνδεση Υπολογιστικής Σκέψης με STEM

Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο STEM, καθώς εστιάζει στην ενοποίηση των διάφορων επιστημονικών περιοχών σε μία ενιαία δραστηριότητα, η οποία θα χρησιμοποιήσει ως μέσο για την επίλυση της την υπολογιστική σκέψη. Αυτή η δραστηριότητα αυτή ονομάζεται υπολογιστικό πείραμα.

Το υπολογιστικό πείραμα, με τα κατάλληλα διαμορφωμένα σενάρια μάθησης, προσεγγίζει την γνώση, δίνοντας την δυνατότητα με τρόπο διασυνδεδεμένο, να αναπτυχθούν ουσιαστικές και πολύπλευρες έννοιες κατά την επίλυση του. Οι μαθητές θα εξοικειωθούν, θα κάνουν χρήση και θα αξιολογήσουν το πείραμα και τα δεδομένα του, καταλήγοντας έτσι σε μία δομημένη σκέψη αλλά και επίλυση (Yadav et al., 2014; Shute et al., 2017).

Η ενσωμάτωση αυτών των πειραμάτων στην διδασκαλία συμβάλλουν σε μία ολοκληρωμένη και εκπαιδευτική διαδικασία που προάγει όλα τα επιστημονικά πεδία που προαναφέραμε. Στο πεδίο της Πληροφορικής υποστηρίζουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως ο προγραμματισμός. Στην Φυσική και τα Μαθηματικά, συμβάλλουν στην κατανόηση των εννοιών μέσω μοντελοποίησης. Στην Μηχανική υποστηρίζουν τον σχεδιασμό και την κατασκευή λειτουργικών μοντέλων. Γενικά, η υπολογιστική σκέψη συμβάλλει στην γεφύρωση της επιστήμης (δηλ. της θεωρίας) με την πράξη (δηλ. με την παραγωγική υλοποίηση) και ενθαρρύνει την συμμετοχή των μαθητών (Kotsopoulos et al., 2017).

2.5 Σύγχρονες Διδακτικές Μέθοδοι

2.5.1 Γενική Περιγραφή

Η διασφάλιση ποιότητας στην εκπαίδευση απαιτεί την επαναξιολόγηση των παιδαγωγικών προσεγγίσεων, με στόχο την ανάπτυξη μαθητοκεντρικών στρατηγικών που εστιάζουν στη μάθηση και τον

μαθητή ως κεντρικό παράγοντα της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Για την πλήρη αξιοποίηση των γνωστικών, συναισθηματικών και πρακτικών δεξιοτήτων των μαθητών, καθώς και την ένταξή τους στο κοινωνικό και επαγγελματικό περιβάλλον, απαιτείται η χρήση στρατηγικών που βασίζονται στη δράση, την έρευνα και τον πειραματισμό.

Αυτές οι στρατηγικές επιτρέπουν στους μαθητές να συμμετέχουν σε ποιοτικές μαθησιακές διαδικασίες και να αναπτύσσουν βιώσιμες γνώσεις, τις οποίες μπορούν να εφαρμόσουν σε διάφορα περιβάλλοντα. Υπό την καθοδήγηση καταρτισμένων εκπαιδευτικών, οι οποίοι προσηλώνονται στη συνεχιζόμενη βελτίωση των δεξιοτήτων τους, οι μαθητές είναι σε θέση να επιτύχουν τους μαθησιακούς στόχους και να ολοκληρώσουν με επιτυχία την εκπαιδευτική διαδικασία, ενώ παράλληλα ενισχύουν τις κοινωνικές και επαγγελματικές τους προοπτικές.

Οι διαδραστικές διδακτικές στρατηγικές ενισχύουν την ενεργή μάθηση, προάγοντας τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, οι οποίοι, οργανωμένοι σε ομάδες, εργάζονται για την επίτευξη κοινών στόχων. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει ρόλους πέρα από την απλή μετάδοση γνώσεων, λειτουργώντας ως καταλύτης και μεσάζοντας στη μαθησιακή διαδικασία, προσαρμόζοντας το περιβάλλον στις ανάγκες των μαθητών.

Η προσέγγιση αυτή θέτει τον μαθητή στο επίκεντρο, ενώ ο εκπαιδευτικός εξακολουθεί να έχει κρίσιμο ρόλο στην καθοδήγηση της διαδικασίας μάθησης και στην ενίσχυση των δεξιοτήτων των μαθητών. Μέσω δραστηριοτήτων που προωθούν τη συνεργασία και τη συμμετοχή, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εκφράσουν ελεύθερα τις ιδέες τους, να αναπτύξουν μεταγνωστικές ικανότητες και να κατανοήσουν τις διαδικασίες μάθησης.

Η παραδοσιακή αντίληψη του μαθητή ως παθητικού δέκτη αντικαθίσταται από την ενεργό συμμετοχή του, ενθαρρύνοντας την επεξεργασία, τη δημιουργία και την εφαρμογή γνώσης σε ποικίλα περιβάλλοντα. Στόχος δεν είναι πια η απλή μετάδοση γνώσεων, αλλά η καλλιέργεια δεξιοτήτων που θα είναι χρήσιμες σε πραγματικές καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Οι διαδραστικές διδακτικές στρατηγικές κατέχουν έναν καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης, καθώς ενσωματώνονται σε όλα τα στάδια του σχεδιασμού και της τελέσφορης υλοποίησής της:

- Στο στάδιο του σχεδιασμού, ο εκπαιδευτικός, λαμβάνοντας υπόψη τις υπόλοιπες παραμέτρους της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως οι στόχοι, το περιεχόμενο, ο χρόνος και η οργάνωση, επιλέγει και διαμορφώνει την πλέον κατάλληλη διδακτική στρατηγική.
- Στο στάδιο της υλοποίησης των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, η διδακτική στρατηγική

λειτουργεί ως ένα εργαλείο που συμβάλλει στην επίτευξη των προκαθορισμένων εκπαιδευτικών στόχων.

- Στο στάδιο της (αυτο)αξιολόγησης, η διδακτική στρατηγική αξιολογείται παράλληλα με άλλες πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας, με βάση τα επιτευχθέντα αποτελέσματα, την ποιότητά της, καθώς και τον βαθμό αντιστοιχίας της με τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, το περιεχόμενο και τις μορφές οργάνωσης της διδασκαλίας.

Η εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης ποιότητας στην εκπαίδευση απαιτεί τη δημιουργία ενός διαδραστικού μαθησιακού περιβάλλοντος που ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στη διαδικασία μάθησης. Οι σύγχρονες εκπαιδευτικές πρακτικές επικεντρώνονται στη δραστήρια διδασκαλία και στην αξιοποίηση του δημιουργικού δυναμικού των μαθητών, στηρίζοντας τη συνεργατική μάθηση και τον αναστοχασμό των μαθησιακών εμπειριών.

Η διαδραστική διδασκαλία προάγει τη δυναμική σχέση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών, ενώ ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Η ενεργή συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία επιτρέπει τη δόμηση γνώσεων, την αναδιάρθρωση ιδεών και την επανεξέταση προηγούμενων εννοιών, ενώ η καλλιέργεια μεταγνωστικών στρατηγικών βοηθά τους μαθητές να αναγνωρίσουν την ταυτότητά τους ως υποκείμενα της μάθησης και να αναλύσουν τις προσωπικές τους ανάγκες.

Η διαδικασία της μεταγνώσης περιλαμβάνει την ανάλυση των μαθησιακών δραστηριοτήτων και την εφαρμογή στρατηγικών για την αποτελεσματική ολοκλήρωσή τους. Η απόκτηση δεξιοτήτων σχετικά με τον τρόπο μάθησης είναι θεμελιώδης για τη σύγχρονη εκπαίδευση, καθώς ενσωματώνει τη διαδραστικότητα και τη δημιουργικότητα, απαιτώντας τη συνεχιζόμενη δέσμευση των μαθητών.

Η ενεργή και δημιουργική στάση των μαθητών απορρέει από τη διδακτική προσέγγιση και την καλλιέργεια της συνήθειας να ολοκληρώνουν τα εκπαιδευτικά τους καθήκοντα με ενδιαφέρον και αυτοπεποίθηση.

Μέσω της συνεργασίας και της ενεργής συμμετοχής τους οι μαθητές, ατομικά ή σε ομάδες, ή και σε online διαδραστικές platforms όπως το Moodle, καθώς και στις περιπτώσεις που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η μάθηση μετατρέπεται παιχνίδι, και η κατανόηση της γνώσης όσο δύσκολη και αν είναι, ενισχύεται και απομνημονεύεται αρκετά πιο εύκολα (Bransford et al., 2000).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοριστικός στην ενίσχυση της ενεργού και δημιουργικής συμμετοχής των μαθητών, μέσω της διατύπωσης ερωτημάτων για την επίλυση προβλημάτων, της οργάν-

νώσης των πληροφοριών και της εστίασης στις γνωστικές διεργασίες. Η διδακτική στρατηγική λειτουργεί ως μηχανισμός καθοδήγησης, βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν τις διανοητικές, συναισθηματικές και πρακτικές τους ικανότητες. Διαμορφώνεται ως ένα σύνολο μεθόδων, τεχνικών και εκπαιδευτικών μέσων, πάνω στα οποία ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές συνεργάζονται για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, όπως οι ανάγκες των μαθητών, το περιεχόμενο του προγράμματος και τα χαρακτηριστικά του ίδιου. Σημαντική είναι η ενίσχυση της συμμετοχής των μαθητών στην εφαρμογή του σχεδίου δράσης, ως ενεργών υποκειμένων που συνεισφέρουν στην οικοδόμηση της γνώσης τους. Η συνεργασία ενισχύει την προσωπική τους συμμετοχή και καθιστά τη μάθηση πιο ουσιαστική.

Από μια μεταμοντέρνα σκοπιά, η διδακτική στρατηγική αναδύεται ως αποτέλεσμα συνεργασίας μεταξύ δασκάλου και μαθητών, με τους μαθητές να προσφέρουν τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα και διανοητικές δραστηριότητες. Αυτή η συμμετοχή ενισχύει τη δημιουργικότητα και την ενεργητικότητα των μαθητών, δίνοντάς τους την ευχέρεια να επιλέξουν διδακτικά υλικά, μεθόδους και τεχνικές.

Η διδακτική στρατηγική, ως αποτέλεσμα αυτής της συνεργασίας, μπορεί να οδηγήσει στην επιτυχία των εκπαιδευτικών στόχων, διασφαλίζοντας την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας. Το επιθυμητό αποτέλεσμα δεν είναι μόνο η επίτευξη της μάθησης, αλλά και η εις βάθος κατανόηση, η οποία σχετίζεται με τις πραγματικές ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών, καθιστώντας τη μάθηση χρήσιμη και ουσιαστική.

Παρακάτω θα δούμε τις τρεις βασικές παιδαγωγικές μεθόδους που συνδέονται με το STEM, την μάθηση μέσω διερεύνησης (Inquiry-Based Learning), την μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων (Problem-Based Learning) και την μάθηση μέσω Project (Project-Based Learning).

2.5.2 Inquiry-Based Learning

Η διερευνητική μάθηση, όπως προτείνεται από τον Bruner (2009), βασίζεται στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών, η οποία είναι καθοριστική για την ανακάλυψη και κατανόηση της γνώσης. Αυτή η συμμετοχή συνδέεται με θετικές συνέπειες, όπως η ενίσχυση της κατανόησης και η επίτευξη αένας μάθησης. Πρωταρχικά χαρακτηριστικά της θεωρίας του Bruner είναι η αλληλεπίδραση και ο παραγωγικός διάλογος μεταξύ των μαθητών. Μέσα από τη συνεργασία σε μικρές ομάδες, την ανταλλαγή απόψεων, τον πειραματισμό και την κριτική επεξεργασία των πληροφοριών, οι μαθητές αναπτύσ-

σουν κριτική σκέψη και διευρύνουν τις γνώσεις τους. Οι φυσικές επιστήμες προσφέρουν ένα κατάλληλο περιβάλλον για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου, καθώς οι μαθητές μέσω πειραμάτων και ερευνών ανακαλύπτουν επιστημονικές έννοιες και διαδικασίες.

Η μέθοδος της διερευνητικής μάθησης ενθαρρύνει τους μαθητές να οικοδομήσουν προσωπική γνώση, αναπτύσσοντας παράλληλα τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη και τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Ακόμη, η διαδικασία τους επιτρέπει να κατανοήσουν τη φύση της έρευνας και τις τροχοπέδες με τις οποίες έρχονται αντιμέτωποι οι ερευνητές. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι εφικτή σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, αρκεί να προσαρμόζεται στο κατάλληλο γνωστικό επίπεδο των μαθητών (Bruner, 2009).

Σε αυτή την μάθηση, συνήθως συναντάμε έναν καθηγητή ο οποίος παίζει τον ρόλο του βοηθού προς τον μαθητή, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στον μαθητή να αναπτύξει την δική του σκέψη, απέναντι σε αυτό που προσπαθεί να διερευνήσει. Ο καθηγητής εδώ, εμπνυχώνει τον μαθητή και τον διευκολύνει, αφού έχει προσφέρει μέσω του σεναρίου ή των ερωτήσεων ή των προβλημάτων, την κατεξοχήν γνώση για το θέμα που προσπαθούν να διδαχθούν (Pedaste et al., 2015). Η διερευνητική μάθηση, αν και αρχικά αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της εκπαίδευσης στις επιστήμες, όπου οι μαθητές συμμετέχουν σε αυθεντικές επιστημονικές πρακτικές (όπως ο σχεδιασμός και η εκτέλεση πειραμάτων και η συλλογή δεδομένων), εφαρμόζεται επίσης και σε μαθηματικά ή τεχνολογικά πλαίσια (Linn et al., 2018). Αυτή η προσέγγιση της μάθησης αντικατοπτρίζει τις διαδικασίες και τον τρόπο σκέψης που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες, οι μηχανικοί και οι καινοτόμοι στον πραγματικό κόσμο. Ως εκ τούτου, η διερευνητική μάθηση είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για εφαρμογή σε όλους τους τομείς των STEM, σύμφωνα με τον ορισμό του National Science Foundation (NSTA, 2025).

Πολλές ερευνητικές μελέτες υπογραμμίζουν τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτής της προσέγγισης. Ειδικότερα, η διερευνητική μέθοδος συμβάλλει στην ενίσχυση των γνώσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών σε θέματα STEM, στη βελτίωση των επιλεγμένων δεξιοτήτων διερεύνησης, στην καλλιέργεια θετικών στάσεων προς τα STEM και τις σχετικές επαγγελματικές κατευθύνσεις, καθώς και στην αυξημένη κατανόηση της σύνδεσης των STEM δραστηριοτήτων με την καθημερινή ζωή. Συμπληρωματικά, η προσέγγιση αυτή υποστηλώνει τη δυνατότητα των μαθητών να επιλύουν προβλήματα με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα (Ješková et al., 2016).

Ορισμένα ψηφιακά εργαλεία διαθέτουν σημαντικό δυναμικό για την ενίσχυση της διερευνητικής μάθησης. Στα πεδία της φυσικής, της βιολογίας, της χημείας και των μαθηματικών, αυτά τα εργαλεία μπορούν να αποτελέσουν ισχυρά υποστηρικτικά μέσα για πειραματισμούς και μοντελοποιήσεις, δύο

αλληλένδετες μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τους επιστήμονες για να εξετάσουν και να αναλύσουν τον κόσμο γύρω μας. Τεχνολογίες όπως η καταγραφή δεδομένων, η μέτρηση μέσω βίντεο και οι προσομοιώσεις, προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα να συλλέγουν, να οργανώνουν και να αναλύουν δεδομένα από πραγματικά, εικονικά ή τηλεκατευθυνόμενα πειράματα. Με τη βοήθεια των υπολογιστικών προσομοιώσεων, οι μαθητές μπορούν να εξετάσουν σύνθετα ή ακόμα και μικροσκοπικά φαινόμενα. Αυτά τα εργαλεία οπτικοποίησης, όταν ενσωματώνονται σε διερευνητικές δραστηριότητες, βελτιώνουν τις ικανότητες αναπαράστασης και υποστηρίζουν την εννοιολογική κατανόηση των χημικών συστημάτων. Μάλιστα, οι υπολογιστικές προσομοιώσεις βοηθούν στην ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων διερεύνησης, όπως η αναγνώριση και η καθιέρωση σχέσεων μεταξύ μεταβλητών. Οι μαθητές, χάρη στη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων και στη σύγκριση των αποτελεσμάτων τους με τα δεδομένα των πραγματικών πειραμάτων, είναι σε θέση να αξιολογήσουν και να επαληθεύσουν τα μοντέλα τους. Η αλληλεπίδραση με αναπαραστάσεις μέσω υπολογιστικών προσομοιώσεων προάγει την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, καθώς οι μαθητές παρατηρούν τις άμεσες συνέπειες των αλλαγών που πραγματοποιούν. Στα μαθηματικά, δυναμικά εργαλεία όπως το Geogebra, επιτρέπουν στους μαθητές να εμβαθύνουν σε αφηρημένες έννοιες με έναν διαδραστικό και εξερευνητικό τρόπο, διευκολύνοντας τη σύνδεση μεταξύ αναπαραστάσεων και υποστηρίζοντας την ανάπτυξη μαθηματικών σχέσεων. Η χρήση αυτών των διαδραστικών εργαλείων συμβάλλει στην οπτικοποίηση μαθηματικών σχέσεων, ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη των μαθητών σε τομείς όπως η διερευνητική σκέψη, η ανάλυση και η ερμηνεία δεδομένων. Η αξιοποίηση αυτών των διαδραστικών δυναμικών εργαλείων προσφέρει προηγμένες μεθόδους οπτικοποίησης και διερεύνησης μαθηματικά δομημένων σχέσεων, τόσο στη διδασκαλία των μαθηματικών όσο και των επιστημών. Η συμβολή τους είναι καθοριστική στην ανάπτυξη της οπτικής και χωρικής διαίσθησης των μαθητών, ενώ παράλληλα ενισχύουν τις ερευνητικές, αναλυτικές και ερμηνευτικές τους δεξιότητες, προάγοντας μια βαθύτερη κατανόηση των εννοιών και των σχέσεων που διέπουν τα αντίστοιχα γνωστικά πεδία.

Οι σύγχρονες κινητές τεχνολογίες, οι οποίες είναι ευρέως διαθέσιμες, έχουν ήδη αξιοποιηθεί με επιτυχία στη διερευνητική μάθηση των επιστημών. Ιδιαίτερα, το σύγχρονο smartphone συνιστά ένα ισχυρό εργαλείο συλλογής δεδομένων, καθώς ενσωματώνει πληθώρα αισθητήρων που επιτρέπουν την καταγραφή και ανάλυση διαφόρων φυσικών μεγεθών. Επιπλέον, η αξιοποίηση των γνώσεων των μαθητών στην πληροφορική και τον προγραμματισμό καθιστά εφικτή τη μετάβασή τους από παθητικούς χρήστες της κινητής τεχνολογίας σε ενεργούς δημιουργούς εργαλείων, προάγοντας τις δυνατότητές τους για την εξερεύνηση και κατανόηση του κόσμου που τους περιβάλλει (Tran et al., 2017; Hillmayr et al., 2020).

Εν κατακλείδι, η διερευνητική μάθηση, αξιοποιώντας σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία και επιστημονικές πρακτικές, βελτιώνει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων. Μέσω αυθεντικών δραστηριοτήτων, συνδέει τη θεωρία με την πράξη, καλλιεργώντας ερευνητική διάθεση και επιστημονικό εγγραμματισμό. Η ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση συμβάλλει στη δημιουργία μαθητών με αυξημένες ικανότητες ανάλυσης και δημιουργικότητας, προετοιμάζοντάς τους για τις προκλήσεις του σύγχρονου κόσμου.

2.5.3 Project-Based Learning

Η μάθηση μέσω έργων (Project-Based Learning - PjBL) αποτελεί μια διερευνητική παιδαγωγική προσέγγιση, η οποία ενθαρρύνει τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση της γνώσης, αναλαμβάνοντας την υλοποίηση ουσιαστικών έργων και την ανάπτυξη προϊόντων που σχετίζονται με τον πραγματικό κόσμο (Brundiers & Wiek, 2013; Krajcik & Shin, 2014). Σύμφωνα με τους Krajcik και Shin (2014), η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται από έξι κεντρικά στοιχεία: (1) μια καθοδηγητική ερώτηση που κινητοποιεί τη διαδικασία μάθησης, (2) η εστίαση στους μαθησιακούς στόχους, (3) η ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες, (4) η συνεργασία μεταξύ των μαθητών, (5) η χρήση τεχνολογιών υποστήριξης (scaffolding technologies), (6) η δημιουργία απτών προϊόντων.

Από αυτά τα χαρακτηριστικά, το πιο κρίσιμο στοιχείο της μάθησης μέσω έργων είναι η παραγωγή αντικειμένων που επιλύουν αυθεντικά προβλήματα, κάτι που διαφοροποιεί τη συγκεκριμένη μέθοδο από άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, όπως η μάθηση μέσω προβλημάτων (Problem-Based Learning - PBL) (Blumenfeld et al., 1991; Helle, Tynjälä, & Olkinuora, 2006). Η διαδικασία δημιουργίας απαιτεί από τους μαθητές να συνεργαστούν και να βρουν λύσεις σε αυθεντικά προβλήματα, ενσωματώνοντας και εφαρμόζοντας τη γνώση που έχουν αποκτήσει. Στην πορεία αυτής της διαδικασίας, οι διδάσκοντες και τα μέλη της κοινότητας (π.χ. πελάτες) συνήθως αναλαμβάνουν τον ρόλο του υποστηρικτή, προσφέροντας ανατροφοδότηση και καθοδήγηση στους μαθητές.

Εδώ θα δούμε τους μαθητές στην τάξη να χωρίζονται σε ομάδες, και χρησιμοποιώντας το χαρτί για να αποτυπώσουν την επίλυση του προβλήματος, ή την διερεύνηση της έρευνας, ή να προγραμματίσουν και να παρουσιάσουν το αποτέλεσμα του έργου τους, να ενεργούν με ένα οργανωμένο σχέδιο δράσης. Τα διαθεματικά σενάρια θεωρούνται τέτοιες δράσεις (Bell, 2010).

Η μέθοδος της μάθησης μέσω έργων (PjBL) έχει υποστηριχθεί ότι προσφέρει στους μαθητές την ευκαιρία να βιώσουν την ελευθερία και την πρόκληση που προκύπτουν από την επίλυση των προβλημάτων κατά τη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής των έργων τους, γεγονός που υποβοηθάει

τη συμμετοχή τους σε υψηλά επίπεδα (Wurdinger et al., 2007). Αυτή η συμμετοχή ενισχύεται από τη γνωστική πρόκληση και από τις συναισθηματικές, ηθικές και αισθητικές διαστάσεις που ενσωματώνονται σε ένα καλά σχεδιασμένο έργο (Wrigley, 2007). Ο Thomas (2000) προσδιόρισε πέντε θεμελιώδη χαρακτηριστικά της μάθησης μέσω έργων: (1) Κεντρικότητα, (2) Κατευθυντήρια ερώτηση, (3) Δημιουργικές διερευνήσεις, (4) Αυτονομία, και (5) Ρεαλισμός, ενώ σε άλλες μελέτες υπογραμμίζεται η σημασία της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών, της αναστοχαστικής διαδικασίας, της αναθεώρησης και των παρουσιάσεων (Kwon, Wardrip & Gomez, 2014; Patton, 2012). Η καινοτομία αυτής της μεθόδου έγκειται στην παραγωγή ενός τελικού προϊόντος, το οποίο θεωρείται «συγκεκριμένο αντικείμενο» (Helle et al., 2006) και αναπαριστά τις νέες γνώσεις, κατανοήσεις και στάσεις των μαθητών σε σχέση με το εξεταζόμενο θέμα. Αυτό το προϊόν παρουσιάζεται συνήθως μέσω βίντεο, φωτογραφιών, σκίτσων, αναφορών, μοντέλων ή άλλων αντικειμένων που έχουν συλλεχθεί κατά τη διάρκεια της διερεύνησης (Holubova, 2008).

Επιπλέον, η μάθηση μέσω έργων έχει τη δυνατότητα να βοηθήσει την αυτορρυθμιζόμενη μάθηση (Self-Regulated Learning, SLR), βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν τις εννοιολογικές τους γνώσεις μέσω της διαδικασίας καταγραφής και αναστοχασμού της μάθησης (Barak, 2012). Η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση αναφέρεται στην ικανότητα του ατόμου να αξιολογεί και να ελέγχει το μαθησιακό του περιβάλλον. Οι δεξιότητες που σχετίζονται με την αυτορρύθμιση περιλαμβάνουν τον καθορισμό στόχων, την παρακολούθηση της προόδου, την αυτοδιδασκαλία και την αυτοενίσχυση (Harris & Graham, 1999; Schraw, Crippen & Hartley, 2006; Schunk, 1996). Είναι σημαντικό να διακρίνεται η αυτορρύθμιση από τις διανοητικές ή ακαδημαϊκές ικανότητες του ατόμου, καθώς πρόκειται για μια διαδικασία αυτοδιεύθυνσης που περιλαμβάνει ένα σύνολο συμπεριφορών μέσω των οποίων οι μαθητές αναπτύσσουν τις διανοητικές τους ικανότητες σε δεξιότητες (Zimmerman, Bonnor, & Kovach, 2002). Αυτές οι δεξιότητες διαμορφώνονται σε συνήθειες μέσω μιας εξελικτικής διαδικασίας (Butler, 1998), η οποία προκύπτει από την καθοδηγούμενη πρακτική και την ανατροφοδότηση (Paris & Paris, 2001). Η εφαρμογή της μάθησης μέσω έργων έχει μελετηθεί σε διάφορους τομείς και σε διαφορετικά στάδια της εκπαίδευσης, από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση μέχρι και σε υψηλότερα εκπαιδευτικά επίπεδα.

Η μάθηση μέσω έργων STEM αποτελεί μία από τις εναλλακτικές στρατηγικές διδασκαλίας που ενισχύουν την εμπλοκή των μαθητών σε ουσιαστική και βαθιά μάθηση. Πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό μοντέλο που συνδυάζει τις επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM) στο σχεδιασμό του αναλυτικού προγράμματος, με στόχο την ικανοποίηση των αναγκών της σύγχρονης STEM εκπαίδευσης και την προετοιμασία των μαθητών για να αντιμετωπίσουν τις εξελίξεις στην τεχνολογία (Lou, Tsai, & Tseng, 2011). Η μοναδικότητα της μάθησης μέσω έργων STEM έγκειται

στη διαθεματικότητα της διδασκαλίας και στη διαδικασία σχεδιασμού, η οποία ξεκινά με την προετοιμασία σαφών και μετρήσιμων αποτελεσμάτων, τον καθορισμό των στόχων και την προγραμματισμένη αξιολόγηση του έργου. Κατόπιν, οι μαθητές καλούνται να αναλάβουν σύνθετες και ασαφείς εργασίες, προκειμένου να εκφράσουν τις ιδέες τους για την επίλυση προβλημάτων με ποικίλες προσεγγίσεις (Capraro, Capraro, & Morgan, 2013). Σύμφωνα με την έρευνα των Lou, Chou, Shih, & Chung (2017), η μάθηση μέσω έργων STEM περιλαμβάνει πέντε βασικά στάδια που μπορούν να υιοθετηθούν από τους δασκάλους:

- (1) Στάδιο προετοιμασίας, κατά το οποίο καθοδηγούνται οι μαθητές να κατανοήσουν το θέμα, το εύρος και το πρόβλημα,
- (2) Στάδιο εφαρμογής, στο οποίο οι μαθητές παράγουν το έργο τους βάσει του σχεδιασμού και εκτελούν το αντίστοιχο τεστ,
- (3) Στάδιο παρουσίασης, στο οποίο οι μαθητές παρουσιάζουν τα αποτελέσματα του έργου τους,
- (4) Στάδιο αξιολόγησης, κατά το οποίο ο δάσκαλος παρέχει ανατροφοδότηση και προτάσεις για τη βελτίωση του έργου, και
- (5) Στάδιο διόρθωσης, κατά το οποίο οι μαθητές προχωρούν σε διορθώσεις βάσει των παρατηρήσεων και αξιολογήσεων.

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η μάθηση μέσω έργων STEM έχει σημαντική επίδραση σε διάφορους τομείς. Η μάθηση μέσω έργων STEM έχει αξιολογηθεί όσον αφορά τη δημιουργικότητα των μαθητών, σε τομείς όπως η περιπετειώδης διάθεση, η περιέργεια, η φαντασία και η πρόκληση (Lou, Chou, Shih, & Chung, 2017). Επίσης, έχει εξεταστεί η στάση των μαθητών απέναντι στη μάθηση μέσω ενός πολυλειτουργικού ηλεκτρικού οχήματος (Tseng, Chang, Lou, & Chen, 2013), η ακαδημαϊκή τους επίδοση μέσω της εφαρμογής μοντέλων λανθάνουσας ανάπτυξης (Erdogan & Capraro, 2016), η ανάπτυξη της φαντασίας και των γνώσεων STEM σε μαθήτριες λυκείου (Lou, Tsai, Tseng, & Shih, 2014), καθώς και η ακαδημαϊκή επίδοση μαθητών διαφορετικών επιδόσεων (Han, Capraro, & Capraro, 2014). Επίσης, έχει εξεταστεί η αντίληψη των δασκάλων πριν και κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας τους σχετικά με την εφαρμογή της μάθησης μέσω έργων STEM στην τάξη των επιστημών (Siew, Amir, & Chong, 2015).

Η εφαρμογή της μεθόδου Μάθησης μέσω Έργων στο πλαίσιο της STEM εκπαίδευσης συμβάλλει ουσιαστικά στην ανάπτυξη των γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχοκινητικών δεξιοτήτων των μαθητών. Οι δεξιότητες αυτές αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την ουσιαστική κατάκτηση της

γνώσης και τη διαμόρφωση ολοκληρωμένων μαθησιακών εμπειριών. Παράλληλα, η ίδια η μαθησιακή διαδικασία επηρεάζει καθοριστικά τον βαθμό αφομοίωσης των εκπαιδευτικών αντικειμένων από τους μαθητές.

Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της PjBL στη STEM εκπαίδευση έχει καταδειχθεί σε διάφορες μελέτες. Σύμφωνα με την έρευνα των Afriana et al. (2016), η αξιοποίηση της συγκεκριμένης προσέγγισης υποστυλώνει τις δεξιότητες επιστημονικού εγγραμματισμού, οι οποίες αναπτύσσονται μέσα από τη γνώση, την επιστημονική επάρκεια και τις θετικές στάσεις κατά τη διεξαγωγή πειραματικών δραστηριοτήτων. Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις απόψεις και τις αντιδράσεις των μαθητών κατά την υλοποίηση της μάθησης υποδηλώνουν υψηλά επίπεδα ενθουσιασμού, ενδιαφέροντος και θετικών εμπειριών, στοιχεία που συμβάλλουν στην ενίσχυση του κινήτρου για μάθηση.

Η μεθοδολογία PjBL, σε συνδυασμό με τη STEM εκπαίδευση, δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να επιλύουν ρεαλιστικά και καθημερινά προβλήματα, ακολουθώντας μια συστηματική διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια: (1) σχεδιασμός του έργου, (2) ανάπτυξη λύσεων και (3) παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι οι τρεις βασικές διαστάσεις της γνώσης καλλιεργούνται αποτελεσματικά μέσω της ολοκληρωμένης εφαρμογής της PjBL στη STEM εκπαίδευση, παρά τις διαφοροποιήσεις που ενδέχεται να προκύπτουν σε επιμέρους κατηγορίες δεξιοτήτων.

Σε μια νεότερη βιβλιογραφική πηγή, οι Susanti και Kurniawan (2020) ανέπτυξαν μια μαθησιακή πορεία βασισμένη στο μοντέλο μάθησης μέσω έργων (PjBL) σε συνδυασμό με την προσέγγιση STEM. Σύμφωνα με την έρευνά τους, η εφαρμογή του συγκεκριμένου μαθησιακού μοντέλου συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της εμπλοκής και του ενδιαφέροντος των μαθητών κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Επιπλέον, παρατηρείται ενίσχυση της δημιουργικότητάς τους, αυξημένη συμμετοχή σε συζητήσεις και ανάπτυξη δεξιοτήτων απαραίτητων για την επιτυχή ολοκλήρωση των έργων που αναλαμβάνουν στο πλαίσιο ομαδικής εργασίας. Στο τελικό στάδιο της διαδικασίας, οι μαθητές επιδεικνύουν υψηλού επιπέδου επικοινωνιακές δεξιότητες κατά την παρουσίαση των ευρημάτων τους, ιδίως σε θέματα που αφορούν την καθημερινή ζωή.

Αντίστοιχα, στη μελέτη των Mukaromah και Wusqo (2020) διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή του μοντέλου PjBL σε συνδυασμό με την προσέγγιση STEM έχει σημαντική επίδραση τόσο στη δημιουργικότητα όσο και στις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών. Η δημιουργικότητά τους αποτυπώνεται τόσο στα αποτελέσματα των τελικών αξιολογήσεων όσο και στις αφίσες που σχεδιάζουν μετά την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Δύο βασικές συνιστώσες της δημιουργικότητας

που αναδείχθηκαν είναι η πρωτοτυπία, η οποία εκφράζεται μέσα από τις μαθησιακές δραστηριότητες, και η ικανότητα ανάλυσης και περαιτέρω ανάπτυξης των ιδεών (elaboration), η οποία αποτυπώνεται στη μεθοδικότητα και στην προσήλωση των μαθητών κατά την επίλυση προβλημάτων, ακολουθώντας τα προκαθορισμένα βήματα της μαθησιακής διαδικασίας.

Η αξιοποίηση του μοντέλου PjBL σε συνδυασμό με την προσέγγιση STEM αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματική, συμβάλλοντας στην αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ο συνδυασμός αυτός ενισχύει τόσο τη μαθησιακή εμπειρία όσο και την ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών, καθιστώντας την εφαρμογή του απαραίτητη στη σύγχρονη εκπαίδευση.

Η δομή του μοντέλου PjBL, η οποία περιλαμβάνει τα στάδια του σχεδιασμού, της δημιουργίας, της επεξεργασίας και της αξιολόγησης, παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με τη μεθοδολογία υλοποίησης της STEM εκπαίδευσης. Ως διεπιστημονική προσέγγιση που συνδυάζει διαφορετικά επιστημονικά πεδία, η STEM εκπαίδευση αποσκοπεί στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων μέσω σχεδιασμού, υλοποίησης και αξιολόγησης.

Η αποτελεσματικότητα του μοντέλου PjBL στη STEM εκπαίδευση οφείλεται στα εγγενή χαρακτηριστικά του. Σύμφωνα με ανασκόπηση επτά ερευνητικών μελετών που εξετάζουν τη διασύνδεση των δύο προσεγγίσεων, διαπιστώνεται ότι το PjBL αποτελεί μια διδακτική μεθοδολογία που ενισχύει τη μαθησιακή απόδοση και την εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα.

2.5.4 Problem-Based Learning

Αυτή η μέθοδος, θεωρείται πιο δύσκολη από τις υπόλοιπες, εστιάζόμενη στην επίλυση ανοικτών προβλημάτων, όπου οι μαθητές συνεργατικά σε μικρές ομάδες με ρόλο που μπορεί να είναι άλλοτε επίσημος ή ανεπίσημος, δίνοντας έτσι έμφαση στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης (Hmelo-Silver, 2004). Το σημαντικό εδώ, είναι ότι το πρόβλημα δεν έχει μόνο μία λύση, καθώς κεντρίζει το ενδιαφέρον στους μαθητές να εστιάσουν σε υποθέσεις για να εντοπίσουν το πρόβλημα. Το πρόβλημα θα πρέπει να ερευνηθεί σε βάθος και οι λύσεις να αξιολογηθούν από την ίδια την ομάδα.

Η μάθηση μέσω προβλημάτων (Problem-Based Learning, PBL) είναι μια παιδαγωγική προσέγγιση που εστιάζει στην ενεργητική μάθηση μέσω της διερεύνησης πραγματικών και αυθεντικών προβλημάτων. Αντί για τη παραδοσιακή διδασκαλία που επικεντρώνεται στη μεταφορά γνώσης από τον διδάσκοντα στους μαθητές, το PBL τοποθετεί τους μαθητές στο επίκεντρο της διαδικασίας μάθησης, ενθαρρύνοντάς τους να αναλάβουν πρωτοβουλίες και να αναπτύξουν λύσεις για περίπλοκα προβλήματα. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδέα ότι η μάθηση είναι πιο αποτελεσματική όταν οι μαθητές

καλούνται να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους σε πραγματικές καταστάσεις, ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, συνεργασίας και ικανότητας επίλυσης προβλημάτων. Μέσω αυτής της προσέγγισης, οι μαθητές αναπτύσσουν τις απαραίτητες δεξιότητες για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του σύγχρονου κόσμου, ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται η συμμετοχή και η αυτενέργειά τους. Το PBL θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματικό σε τομείς όπως οι θετικές και κοινωνικές επιστήμες, η μηχανική, και η ιατρική, καθώς προάγει την ενδυνάμωση των μαθητών και τη σύνδεση της θεωρίας με την πρακτική.

Κατά την τελευταία πεντηκονταετία, έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, τα οποία επιδιώκουν να εναρμονίσουν τη διαδικασία διδασκαλίας με αυτή της μάθησης, ακολουθώντας την αρχή ότι οι μαθητές πρέπει να ηγούνται της δικής τους μαθησιακής πορείας. Ένα από τα πιο επιτυχημένα μοντέλα σε αυτό το πλαίσιο είναι το Problem-Based Learning, το οποίο προήλθε από τον αγγλόφωνο κόσμο. Αν και η βιβλιογραφία παρέχει πλήθος περιγραφών για το PBL, στην πράξη παρατηρείται σημαντική ποικιλία στο πώς ορίζεται και κατανοείται η συγκεκριμένη μεθοδολογία. Η κονστрукτιβιστική φύση του PBL σχεδιάστηκε αρχικά ως εκπαιδευτική στρατηγική στον τομέα της ιατρικής, στο Πανεπιστήμιο McMaster του Καναδά το 1969, όπου απορρίφθηκε η παραδοσιακή μέθοδος (συνήθως βασισμένη σε διαλέξεις) και εισήχθη η μαθητοκεντρική προσέγγιση, με στόχο την ενεργή εμπλοκή των μαθητών σε αυτοδιευθυνόμενη και διεπιστημονική μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων του πραγματικού κόσμου. Στην αρχική του εκδοχή, το PBL αποτελεί μια μεθοδολογία στην οποία το σημείο εκκίνησης είναι ένα πρόβλημα ή μια προβληματική κατάσταση. Αυτή η κατάσταση επιτρέπει στα παιδιά να αναπτύξουν υποθέσεις και να προσδιορίσουν τις μαθησιακές τους ανάγκες, προκειμένου να κατανοήσουν σε βάθος το πρόβλημα και να επιτύχουν τους καθορισμένους μαθησιακούς στόχους (Papert, 1980; Wing, 2006). Στο PBL, η διδασκαλία πραγματοποιείται σε μικρές ομάδες (συνήθως 8–10 ατόμων) με τη βοήθεια ενός καθοδηγητή. Ο σκοπός των συνεδριών αυτών είναι να αναγνωριστεί ένα πρόβλημα ή σενάριο, να προσδιοριστούν οι βασικές έννοιες που σχετίζονται με αυτό, να αναπτυχθούν ιδέες και να συζητηθούν οι προθέσεις, να ερευνηθούν και να μοιραστούν οι πληροφορίες σε επόμενες συνεδρίες. Οι καθοδηγητές συμβάλλουν στον προσανατολισμό των μαθητών, προκειμένου να παραμείνουν προσηλωμένοι στις μαθησιακές επιδιώξεις της δραστηριότητας.

Το Problem-Based Learning (PBL) έχει καθιερωθεί σε περιβάλλοντα ανώτατης εκπαίδευσης ως μια προσέγγιση μάθησης στις ειδικότητες STEM, και παρουσιάζεται ως ένας αποτελεσματικός μηχανισμός ενοποίησης γνώσεων και δεξιοτήτων μεταξύ των διαφόρων τομέων STEM στη σχολική εκπαίδευση, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει την ανάπτυξη των μαθητών ως ικανών και αυτοδιευθυνόμενων μαθητευόμενων. Το PBL έχει προταθεί ως μία μέθοδος που προωθεί την αυθεντική ενοποίηση των

πεδίων STEM και συμβάλλει στην ενίσχυση των ικανοτήτων σκέψης, στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και στην ενοποίηση των γνώσεων.

Η τοποθέτηση ενός προβλήματος στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας στο STEM ενισχύει μια ολοκληρωμένη και ελκυστική μαθησιακή εμπειρία και βοηθά τους μαθητές να αντιληφθούν τη σχέση μεταξύ της μάθησής τους και των εφαρμογών στον πραγματικό κόσμο. Κατά συνέπεια, η εκπαίδευση STEM ευθυγραμμίζεται άριστα με το PBL, δεδομένου ότι εστιάζει σε προβλήματα ουσιαστικής σημασίας για τον μαθητευόμενο, ενσωματωμένα σε πραγματικά περιβάλλοντα και στοχεύει στην ανάπτυξη ικανοτήτων και συνάμα εκμετάλλευση δεξιοτήτων, γνώσεων και πόρων για την επίλυση προβλημάτων.

Επιπλέον, η εφαρμογή του PBL φαίνεται εξαιρετικά κατάλληλη για την προετοιμασία των μαθητών προς την επαγγελματική πρακτική στα πεδία STEM, διότι τους βοηθά να αναπτύξουν χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του επαγγέλματός τους, όπως: τη δημιουργία μιας εκτενούς και ευέλικτης βάσης γνώσεων, την ανάπτυξη τελέσφορων δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, την καλλιέργεια αυτοδιευθυνόμενων δεξιοτήτων δια βίου μάθησης, την ενίσχυση της συνεργατικότητας, και την εσωτερική κινητοποίηση για αέναη μάθηση (Zhang L et al., 2019).

Τέλος, η αξιοποίηση της προσέγγισης PBL επιτρέπει στους μαθητές την ενοποίηση γνώσεων από διάφορους τομείς STEM, προάγοντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και κριτικής σκέψης μέσω συνεργασίας σε μικρές ομάδες σε ουσιαστικά και αυθεντικά μαθησιακά περιβάλλοντα. Επιπλέον, η εφαρμογή του PBL στη STEM εκπαίδευση συμβάλλει στην κατανόηση της σχέσης μεταξύ του τι μαθαίνουν οι μαθητές, του τρόπου με τον οποίο μαθαίνουν και των εφαρμογών της γνώσης στον πραγματικό κόσμο. Παρόλο που το PBL έχει εισαχθεί διεθνώς σε σχολεία, η υλοποίησή του παρατηρείται συχνά με αυθόρμητους και διαφορετικούς τρόπους σε ποικίλα επιστημονικά πεδία. Αυτό το μοντέλο μάθησης είναι απόλυτα συνυφασμένο με το μοντέλο EDP, αφού προσεγγίζει ιδανικά τα εκπαιδευτικά σενάρια, που εστιάζουν στην καινοτομία.

Σε συμπεριληπτικά σχολεία με έμφαση στις STEM επιστήμες, μία διαδεδομένη εκπαιδευτική προσέγγιση είναι η εφαρμογή της μάθησης βάσει προβλήματος ή έργου, που ορίζει ένα σύνολο διδακτικών στρατηγικών με στόχο την ενδυνάμωση των μαθητών ώστε να διεξάγουν έρευνα, να ενσωματώνουν θεωρητικές και πρακτικές γνώσεις και να τις εφαρμόζουν αποτελεσματικά.

Σε μελέτη που στοχεύει στον καθορισμό των χαρακτηριστικών των συμπεριληπτικών σχολείων STEM (LaForce et al., 2016), κατέγραψαν τη PBL ως ένα από τα οκτώ Θεμελιώδη Στοιχεία – εύρημα

το οποίο επιβεβαιώνεται από πρόσθετες έρευνες στον τομέα (Tang et al., 2020; Yang et al., 2022). Συγκεκριμένα, τα οκτώ Θεμελιώδη Στοιχεία, διαρθρώνονται ως εξής: έξι κύρια στοιχεία (τέσσερα διδακτικά και δύο μη διδακτικά) και δύο υποστηρικτικά στοιχεία. Τα διδακτικά στοιχεία επικεντρώνονται στις παιδαγωγικές μεθόδους και τους ακαδημαϊκούς στόχους, ενώ τα μη διδακτικά στοιχεία αντικατοπτρίζουν την έμφαση που δίνουν τα σχολεία STEM στην ανάπτυξη σχολικής κουλτούρας και στη διατήρηση σχέσεων με τις ευρύτερες κοινότητες. Επιπροσθέτως, τα υποστηρικτικά στοιχεία περιλαμβάνουν στρατηγικές και εξωτερικούς παράγοντες που διευκολύνουν την υλοποίηση των κύριων στοιχείων.

Συνοπτικά, τα κύρια στοιχεία διαμορφώνονται ως εξής: Απαιτητική μάθηση (διδακτικό στοιχείο), Εξατομίκευση της μάθησης (διδακτικό στοιχείο), Ανάπτυξη δεξιοτήτων καριέρας, τεχνολογίας και ζωής (διδακτικό στοιχείο), Μάθηση βάσει προβλήματος (διδακτικό στοιχείο), Καλλιέργεια σχολικής κοινότητας και αίσθησης του ανήκειν (μη διδακτικό στοιχείο), Ενίσχυση της σχέσης με την εξωτερική κοινότητα (μη διδακτικό στοιχείο). Τα υποστηρικτικά στοιχεία, από την πλευρά τους, αφορούν την εδραίωση της εκπαιδευτικής ομάδας και την προώθηση κρίσιμων παραγόντων για την επιτυχία των πρωτοβουλιών.

Έρευνες στον χώρο της προκαταρτιστικής και βασικής εκπαίδευσης (K-12) υποδεικνύουν ότι το PBL ενισχύει την εμπλοκή και το ενδιαφέρον των μαθητών στα μαθήματα STEM, ιδιαίτερα για τα κορίτσια και τις μειονοτικές ομάδες. Επιπλέον, μελέτες έχουν αποδείξει ότι το PBL μπορεί να βελτιώσει τη δημιουργικότητα των μαθητών, τις ικανότητες κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων, τον αναστοχαστικό προβληματισμό, καθώς και τις δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας και την ικανότητα αυτοκατεύθυνσης στη μάθηση. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι, με τη χρήση του PBL, ενσωματώνουν περισσότερες δεξιότητες του 21ου αιώνα στη διδασκαλία και την αξιολόγησή τους.

Κατά συνέπεια, η εφαρμογή του PBL αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο όχι μόνο για την ενεργοποίηση των μαθητών στη μάθηση των θεμάτων STEM, αλλά και για την παροχή των θεμελιωδών δεξιοτήτων που απαιτούνται για την κατασκευή μιας μελλοντικής σταδιοδρομίας στους τομείς STEM. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, οι Αμερικανοί μαθητές διακρίνονται για τις δεξιότητές τους σε εργασίες με χαμηλές γνωστικές απαιτήσεις, ενώ λείπουν οι ανώτερες γνωστικές ικανότητες που τους επιτρέπουν να εφαρμόζουν επιτυχώς τις μαθηματικές και επιστημονικές γνώσεις σε εφαρμογές του πραγματικού κόσμου, ξεκινώντας από ένα πραγματικό πρόβλημα και κατανοώντας ποιες δεξιότητες, γνώσεις και διαδικασίες είναι απαραίτητες για την επίλυσή του.

Δεδομένου ότι οι στρατηγικές του PBL δίνουν έμφαση στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου και στις δεξιότητες του 21ου αιώνα, ετερόκλητα ενταξιακά σχολεία STEM θεωρούν το PBL ως έναν τρόπο παροχής ευκαιριών στους μαθητές για να δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ της γνώσης που αποκτούν στην τάξη και της πρακτικής εφαρμογής αυτής στον πραγματικό κόσμο.

Συνολικά, η εφαρμογή του PBL στην εκπαίδευση STEM αποδεικνύεται ως μια καινοτόμος διδακτική προσέγγιση που ενισχύει ουσιαστικά την ενεργή συμμετοχή, τη δημιουργικότητα και τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών. Μέσω της αντιμετώπισης αυθεντικών προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, οι μαθητές αναπτύσσουν κρίσιμες δεξιότητες και αποκτούν μια ολοκληρωμένη αντίληψη για το πώς οι θεωρητικές γνώσεις μπορούν να μεταφραστούν σε πρακτικές εφαρμογές. Τελικά, το PBL συμβάλλει στην προετοιμασία των μαθητών για τις προκλήσεις του 21ου αιώνα, ενισχύοντας την ανάπτυξη αυτοδιευθυνόμενων και καινοτόμων επαγγελματιών στους τομείς των επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών.

2.6 Engineering Design Process (EDP)

2.6.1 Παρουσίαση της Μεθοδολογίας

Πρόκειται για ένα μοντέλο επαναληπτικής διαδικασίας λήψης αποφάσεων, όπου εφαρμόζεται για την επίλυση προβλημάτων κυρίως σε επιστήμες όπως η μηχανική, η φυσική και τα μαθηματικά. Για την βέλτιστη επίλυση αυτών των προβλημάτων, σε αντίθεση με την γραμμική επίλυση, το EDP, επικεντρώνεται στην καλλιέργεια δημιουργικής σκέψης για την εύρεση λειτουργικών λύσεων βελτιώνοντας συνεχώς το αρχικό πρότυπο (NGSS Lead States, 2013).

Η μεθοδολογία του EDP απαρτίζεται από κάποια στάδια, όπου στόχος αυτών, είναι η επίλυση των προβλημάτων για κάθε επιστημονικό αντικείμενο από διαφορετική οπτική γωνία. Για παράδειγμα, σε σύγκριση των επιστημονικών πεδίων της Φυσικής και της Βιολογίας, η δοκιμή και η αξιολόγηση του πρωτοτύπου για να διαπιστωθεί αν επιλύεται ένα πρόβλημα αποτελεσματικά, στην δε Φυσική θα γίνει η ποσοτικοποίηση των δεδομένων (π.χ. σε μία θερμοκρασία) κάτω από διάφορες συνθήκες για να διαπιστωθεί η προσαρμογή ενός αντικειμένου. Ενώ, στην περίπτωση της Βιολογίας, θα χρειαστεί να αναλυθεί η ποιότητα του αντικειμένου, που δέχεται αυτήν την επίδραση πριν και μετά των μετρήσεων. Με λίγα λόγια, εφόσον αλλάζει το γνωστικό αντικείμενο αλλάζει και ο τρόπος ή η μεθοδολογία επίλυσης. Παρόλα αυτά, θα προσπαθήσουμε να ομαδοποιήσουμε τα στάδια ανεξάρτητα από το επιστημονικό πεδίο δίνοντας έτσι μία γενικότερη περιγραφή στην μεθοδολογία τέτοιων λύσεων.

2.6.2 Στάδια του EDP

Τα κοινά στάδια του EDP ανεξάρτητα του επιστημονικού πεδίου είναι τα παρακάτω:

- *Καθορίζεται το πρόβλημα:* δημιουργείται μία σαφής εικόνα, λαμβάνοντας υπ' όψη την κάθε θεωρητική βάση που θα χρειαστεί ως πληροφορία για την σωστή διατύπωσή του αλλά και επίλυση του.
- *Έρευνα και συλλογή των δεδομένων:* πραγματοποιείται έρευνα συλλογής των δεδομένων για την κατανόηση του προβλήματος.
- *Δημιουργία θεωρητικών λύσεων:* εδώ γίνεται το brainstorming και η διάφορες προσεγγίσεις των εναλλακτικών λύσεων, βασιζόμενοι οι μαθητές πάντα στα πρότυπα της θεωρίας.
- *Επιλέγεται η βέλτιστη λύση:* κάθε ομάδα θα αξιολογήσει τις λύσεις και θα καταλήξει στην βέλτιστη.
- *Δημιουργία μοντέλου ή πρωτοτύπου επίλυσης:* σε αυτό το στάδιο θα δοκιμαστεί η βέλτιστη λύση ώστε να τεκμηριωθεί ως η πιο αποτελεσματική.
- *Βελτίωση ή επανασχεδιασμός του πρωτοτύπου:* θα αναθεωρηθεί το μοντέλο επίλυσης και θα γίνουν τροποποιήσεις για την βελτίωση της απόδοσης της λύσης.

2.6.3 Σύνδεση EDP με τη Διδασκαλία STEM

Πολύ βασικό, είναι, να κατανοήσουμε ότι από μόνο του το μοντέλο EDP δεν μπορεί να εφαρμοστεί ως εκπαιδευτική διαδικασία. Η διδασκαλία STEM, δίνει την ελευθερία στο EDP να εφαρμοστεί στο εκπαιδευτικό πλαίσιο με αυθεντικές μαθησιακές εμπειρίες. Στο πλαίσιο αυτό ενσωματώνεται η επιστήμη, η τεχνολογία, τα μαθηματικά και η μηχανική, επιτρέποντας στους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά και όχι να ακολουθούν απλώς οδηγίες επίλυσης. Ο πειραματισμός και η εφευρετικότητα είναι δύο πηγαία παραδείγματα εφαρμογής τέτοιων μεθοδολογιών (Kolodner et al., 2003).

Οι μεθοδολογίες συχνά απαρτίζονται από εκπαιδευτικά διαθεματικά σενάρια, που σε κάθε στάδιο εφαρμογής του EDP, προϋποθέτουν να υπάρχει η γνώση του αντικειμένου για προχωρήσει στο επόμενο στάδιο. Η ομαδική συνεργασία, προϋποθέτει από τον μαθητή να έχει μελετήσει την ύλη και να έχει άποψη για να μπορέσει να συνεργαστεί αποτελεσματικά προς μία κοινή λύση. Επίσης, η ψυχολογία του μαθητή καλλιεργείται θετικά, και ανάλογα με τον χαρακτήρα του, ενισχύεται προς την ευελιξία αλλά και την αντιμετώπιση της αποτυχίας.

Η κριτική σκέψη, μέσω μίας δομημένης προσέγγισης ατομικά αλλά και από κοινού, χαρίζει στους μαθητές ένα χαρούμενο κλίμα, αφού μέσω της διαδραστικότητας στα διάφορα εκπαιδευτικά παιχνίδια, οι πρακτικές εμπειρίες είναι αρκετά εποικοδομητικές.

Η συμμετοχή σε τέτοιου είδους διαθεματικά σενάρια, δίνει την δυνατότητα να αναπτύσσονται βασικές δεξιότητες για τους τομείς του STEM. Οι μαθητές "δεσμεύονται" στην επιλογή του επαγγελματικού τους προσανατολισμού, έχοντας την προσωπική εμπειρία ως κριτήριο, ώστε μελλοντικά να έχουν την δυνατότητα να αποφασίσουν πιο αποτελεσματικά το επάγγελμα που θα ακολουθήσουν.

3 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Διαθεματικών Σεναρίων

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει τη διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης διαθεματικών σεναρίων STEM, αξιοποιώντας σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία και το μοντέλο EDP. Στόχος είναι η σύνδεση θεωρίας και πράξης μέσα από παιδαγωγικά τεκμηριωμένες δραστηριότητες.

3.1 Τεχνολογικά Εργαλεία Σχεδιασμού και Υλοποίησης

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάπτυξη των διαθεματικών σεναρίων, βασιζόμενη στην επιλογή κατάλληλων τεχνολογικών εργαλείων που υποστηρίζουν τον σχεδιασμό, την προσομοίωση και την εφαρμογή των δραστηριοτήτων. Τα εργαλεία αυτά διακρίνονται σε εργαλεία σχεδιασμού και προσομοίωσης και επιλέχθηκαν με κριτήριο τη συμβατότητά τους με τις παιδαγωγικές αρχές του STEM και τις ηλικιακές ομάδες στις οποίες απευθύνονται (Alimisis, 2013; Bers, 2020).

3.1.1 Εργαλεία Σχεδιασμού

Τα εργαλεία σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται είναι:

- *LEGO Digital Designer*: Μία εφαρμογή για την εικονική κατασκευή LEGO μοντέλων, η οποία δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να σχεδιάζουν και να τροποποιούν τις ιδέες τους με μεγάλη ευκολία, ενισχύοντας τη δημιουργικότητα και τον προγραμματισμό της δράσης (LEGO Group, 2023).
- *Mecabricks*: Διαδικτυακό εργαλείο 3D μοντελοποίησης με κομμάτια LEGO, το οποίο επιτρέπει στους μαθητές να σχεδιάσουν εικονικά μοντέλα χωρίς φυσικά υλικά. Χρησιμοποιείται για την ενίσχυση της χωρικής αντίληψης και της δημιουργικής έκφρασης, καθώς και για την εξοικείωση με τις βασικές αρχές της μηχανικής και του σχεδιασμού.

3.1.2 Εργαλεία Προσομοίωσης

Για την κατανόηση και την εξάσκηση σε τεχνολογικά συστήματα σε εικονικό περιβάλλον χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα εργαλεία:

- *TinkerCAD*: Πλατφόρμα προσομοίωσης κυκλωμάτων Arduino, ιδανική για τον σχεδιασμό διαδραστικών έργων αυτοματισμού και κατανόηση της λειτουργίας αισθητήρων.

- *Scratch*: Γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού με χρήση μπλοκ, ιδανικό για παιδιά, το οποίο ενισχύει την υπολογιστική σκέψη και επιτρέπει τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών (Resnick et al., 2009).
- *Bee-Bot Simulator*: Ψηφιακό περιβάλλον για προσομοίωση κινήσεων Bee-Bot, υποστηρίζοντας την ανάπτυξη βασικών αλγοριθμικών εννοιών.

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η μεθοδολογική προσέγγιση για τον σχεδιασμό των διαθεματικών σεναρίων στην παρούσα εργασία, βασίζεται στο παιδαγωγικό μοντέλο EDP. Αυτά τα σεναρία θα αναπτυχθούν με στόχο την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στην διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, καθώς και την σύνδεση γνώσεων από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα (Crismond & Adams, 2012).

Κάθε σενάριο αναπτύχθηκε υλοποιώντας τα βασικά στάδια του EDP, έχοντας στόχο τον σχεδιασμό δράσεων που ανταποκρίνονται τόσο στην βιωματική και διαθεματική μάθηση, όσο και στην διαφοροποίηση ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα που απευθύνεται για την κατάλληλη ανάπτυξη δεξιοτήτων. Η ενσωμάτωση των σταδίων του EDP, και η διασύνδεση με τους με την θεωρία και την πράξη, ευνοεί την καινοτομία και την συνεργατικότητα (Kolodner et al., 2003; Capobianco et al., 2011).

Η χρήση τους επιτρέπει στους μαθητές να:

- Να κατανοήσουν το πρόβλημα μέσα από μια ρεαλιστική και σχετική με την καθημερινότητά τους κατάσταση.
- Να διατυπώσουν υποθέσεις και να αναπαράγουν ιδέες, ενισχύοντας έτσι την δημιουργικότητα και την συνεργασία.
- Να σχεδιάσουν ένα πλάνο επίλυσης αξιοποιώντας τα τεχνολογικά εργαλεία για τις οπτικοποιήσεις
- Να υλοποιήσουν το σχέδιο επίλυσης και να πειραματιστούν με την προτεινόμενη λύση. Να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητά της λύσης και να εντοπίσουν πιθανά σφάλματα ή βελτιώσεις.
- Να αναθεωρήσουν και να βελτιώσουν την αρχική τους λύση, εδραιώνοντας έτσι την έννοια της επαναληπτικής μάθησης.

3.2 Παρουσίαση Διαθεματικών Σεναρίων

3.2.1 Bee-Bot στο Λαβύρινθο

Τίτλος Σεναρίου

Προγραμματίζοντας τον Bee-Bot: Μαθαίνω με Παιχνίδι και Κίνηση

Εκπαιδευτικό Επίπεδο

Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση – Νηπιαγωγείο έως Α' Δημοτικού

Περίληψη

Το σενάριο εισάγει τους μαθητές στις βασικές έννοιες του αλγοριθμικού συλλογισμού και του χωρικού προσανατολισμού, μέσω της χρήσης του ρομπότ Bee-Bot σε δραστηριότητες επίλυσης λαβυρίνθων. Οι μαθητές προγραμματίζουν τη διαδρομή του Bee-Bot ώστε να φτάσει σε προκαθορισμένο στόχο, αξιοποιώντας τη μεθοδολογία EDP και ενισχύοντας τη συνεργασία και τον αναστοχασμό.

Γνωστικά Αντικείμενα

- Τεχνολογία
- Μαθηματικά (προσανατολισμός στον χώρο, μοτίβα)
- Πληροφορική / Υπολογιστική Σκέψη

Στόχοι

- Ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων αλγοριθμικής σκέψης
- Κατανόηση χωρικών σχέσεων και κατευθύνσεων
- Καλλιέργεια συνεργασίας και πειραματισμού

Η υλοποίηση του σεναρίου οργανώνεται στις εξής χρονικές φάσεις:

1η διδακτική ώρα (40 λεπτά):

- Εισαγωγή και εξοικείωση με το Bee-Bot (10 λεπτά): Παρουσίαση της συσκευής και των βασικών εντολών κίνησης (μπροστά, πίσω, αριστερά, δεξιά, καθαρισμός εντολών).

- Ομαδική δραστηριότητα με ελεύθερη εξερεύνηση (15 λεπτά): Οι μαθητές, σε ομάδες, πειραματίζονται με την κίνηση του Bee-Bot στο πλέγμα.

- Δημιουργία λαβυρίνθου στο δάπεδο (15 λεπτά): Οι μαθητές κατασκευάζουν έναν απλό λαβύρινθο στο χαρτί ή με χαρτοταινία και αντικείμενα τάξης.

2η διδακτική ώρα (40 λεπτά):

- Προγραμματισμός πορείας (20 λεπτά): Οι μαθητές προγραμματίζουν το Bee-Bot ώστε να διασχίσει τον λαβύρινθο, αποφεύγοντας εμπόδια και φτάνοντας σε προκαθορισμένο στόχο.

- Ανταλλαγή λαβυρίνθων μεταξύ ομάδων (10 λεπτά): Κάθε ομάδα λύνει τον λαβύρινθο άλλης ομάδας, εφαρμόζοντας νέα στρατηγική.

- Αναστοχασμός και συζήτηση (10 λεπτά): Ανατροφοδότηση για τη λογική των εντολών, τις στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν και τα προβλήματα που προέκυψαν.

Σύνδεση με STEM και EDP:

- *Ρωτώ:* Πώς μπορώ να περάσω το λαβύρινθο;
- *Σκέφτομαι:* Ποιες εντολές χρειάζομαι;
- *Σχεδιάζω:* Οπτικός σχεδιασμός της διαδρομής.
- *Δημιουργώ:* Προγραμματισμός Bee-Bot.
- *Δοκιμάζω:* Εκτέλεση εντολών.
- *Βελτιώνω:* Διόρθωση λαθών και αναπροσαρμογή στρατηγικής.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα

- Ανάπτυξη χωρικής αντίληψης
- Κατανόηση βασικών προγραμματιστικών εννοιών
- Προώθηση συνεργατικών δεξιοτήτων
- Ενίσχυση της αναλυτικής και υπολογιστικής σκέψης μέσω πειραματισμού.

3.2.2 Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης με Scratch

Τίτλος Σεναρίου

Ανακυκλώνω Ψηφιακά: Δημιουργία Διαδραστικού Παιχνιδιού Ανακύκλωσης στο Scratch

Εκπαιδευτικό Επίπεδο

Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση – Β' έως Δ' Δημοτικού

Περίληψη

Το σενάριο αξιοποιεί την πλατφόρμα Scratch για τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού ψηφιακού παιχνιδιού, στο οποίο οι μαθητές αναλαμβάνουν τον ρόλο του προγραμματιστή με στόχο την κατανόηση και προώθηση της διαδικασίας της ανακύκλωσης. Μέσα από τη διαδραστική αυτή εμπειρία, οι μαθητές καλούνται να αναπτύξουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης, λογικού προγραμματισμού και περιβαλλοντικής υπευθυνότητας.

Γνωστικά Αντικείμενα

- Πληροφορική
- Μελέτη Περιβάλλοντος
- Τεχνολογία
- Αγωγή Υγείας / Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Στόχοι

- Εισαγωγή στις έννοιες ακολουθίας, συνθήκης και επανάληψης
- Καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων οπτικοποίησης και διαχείρισης γεγονότων
- Ενίσχυση συνεργατικότητας και δημιουργικής σκέψης

Η υλοποίηση του σεναρίου οργανώνεται στις εξής χρονικές φάσεις:

1η διδακτική ώρα (40'):

- Εισαγωγή στην έννοια της ανακύκλωσης και γνωριμία με τα ανακυκλώσιμα υλικά (10')
- Εξοικείωση με την πλατφόρμα Scratch (10')
- Επιλογή σκηνοικού και καδών ανακύκλωσης (10')
- Δημιουργία μεταβαλλόμενου χαρακτήρα με ενδυμασίες (10')

2η διδακτική ώρα (40'):

- Εισαγωγή προγραμματισμού για την αναγνώριση σωστού/λάθους κώδου (15')
- Προγραμματισμός της λογικής αλλαγής ενδυμασίας και προσθήκη ήχων (15')
- Έλεγχος εναλλαγών και εφαρμογή βαθμολογίας (10')

3η διδακτική ώρα (40'):

- Προσθήκη εντολών τέλους παιχνιδιού – αλλαγή φόντου σε “Έχασες” (15')
- Πειραματισμός και συνεργατικός έλεγχος μεταξύ ομάδων (15')
- Αναστοχασμός (10')

4η διδακτική ώρα (40'):

- Τελική βελτιστοποίηση του έργου – ανατροφοδότηση (15')
- Παρουσίαση έργων μαθητών (15')
- Συνολική συζήτηση και καταγραφή οικολογικών συμπερασμάτων (10')

Σύνδεση με STEM και EDP:

Ρωτώ: Πώς μπορώ να δημιουργήσω ένα ψηφιακό παιχνίδι που διδάσκει σωστή ανακύκλωση;

Σκέφτομαι: Ποιες εντολές, βρόχοι και συνθήκες χρειάζονται για να ταξινομηθούν τα αντικείμενα σωστά;

Σχεδιάζω: Ανάπτυξη ροής ενεργειών και κανόνων για την ανακύκλωση.

Δημιουργώ: Προγραμματισμός του παιχνιδιού στο Scratch.

Δοκιμάζω: Δοκιμή λειτουργικότητας και παρατήρηση συμπεριφοράς του χαρακτήρα.

Βελτιώνω: Διόρθωση σφαλμάτων, βελτίωση αλληλεπίδρασης και οπτικής αναπαράστασης.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα

- Ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης
- Καλλιέργεια δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος και προγραμματιστικών εννοιών
- Ανάπτυξη περιβαλλοντικής υπευθυνότητας
- Ενίσχυση της δημιουργικότητας και της ψηφιακής εγγραμματοσύνης.

3.2.3 Κυκλοφοριακή Αγωγή με LEGO & Scratch

Τίτλος Σεναρίου

Κυκλοφορώ Υπεύθυνα: Κατασκευή και Προγραμματισμός Ρομποτικού Οχήματος με LEGO & Scratch

Εκπαιδευτικό Επίπεδο

Ε' Δημοτικού – Α' Γυμνασίου

Περίληψη

Το σενάριο έχει ως στόχο την ευαισθητοποίηση των μαθητών σε θέματα κυκλοφοριακής αγωγής μέσα από τη βιωματική ενασχόληση με την εκπαιδευτική ρομποτική και τον προγραμματισμό. Οι μαθητές κατασκευάζουν εικονικά ρομποτικά οχήματα χρησιμοποιώντας τα ψηφιακά εργαλεία σχεδίασης LEGO Digital Designer και Mecabricks και προγραμματίζουν την κίνησή τους σε ένα περιβάλλον που προσομοιώνει ρεαλιστικές κυκλοφοριακές συνθήκες με τη χρήση του Scratch.

Μέσα από το σενάριο προσεγγίζονται διαθεματικά έννοιες της Φυσικής, της Τεχνολογίας και της Κοινωνικής Αγωγής, ενώ ενσωματώνονται όλες οι φάσεις του μοντέλου μηχανικής επίλυσης προβλήματος (Engineering Design Process – EDP).

Γνωστικά Αντικείμενα

- Πληροφορική
- Φυσικές Επιστήμες (έννοιες ταχύτητας – κατεύθυνσης)
- Τεχνολογία
- Κοινωνική και Πολιτική Αγωγή

Στόχοι

- Κατανόηση βασικών αρχών κυκλοφοριακής αγωγής και υπεύθυνης οδήγησης
- Εξοικείωση με τον προγραμματισμό κινήσεων και συνθηκών μέσω Scratch
- Συνδυασμός φυσικών αρχών (ταχύτητα, κίνηση) με προγραμματιστική λογική
- Συνεργασία για την επίλυση ενός διαθεματικού προβλήματος

Η υλοποίηση του σεναρίου οργανώνεται σε τρεις ημέρες, συνολικής διάρκειας 6 διδακτικών ωρών:

1η μέρα – 2 διδακτικές ώρες ($2 \times 40'$):

- Εισαγωγή στην κυκλοφοριακή αγωγή, παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (15')
- Παρουσίαση των εργαλείων LEGO Digital Designer, Mecabricks και Scratch (15')
- Κατασκευή μακέτας και μοντέλων (50')

2η μέρα – 2 διδακτικές ώρες ($2 \times 40'$):

- Εξαγωγή και καταγραφή μοντέλων (10')
- Δημιουργία σκηνικού κυκλοφορίας στο Scratch (30')
- Ανάθεση ρόλων – μαθητές δημιουργούν βασικές κινήσεις οχημάτων και κανόνες οδικής συμπεριφοράς (40')

3η μέρα – 2 διδακτικές ώρες ($2 \times 40'$):

- Ανάπτυξη της λογικής ελέγχου: λειτουργία φαναριών, προτεραιότητα, διασταυρώσεις (30')
- Προσθήκη ήχων, διαλόγων και αξιολόγηση κινήσεων (20')
- Παρουσίαση και αναστοχασμός σε ομάδες (30')

Σύνδεση με STEM και EDP:

- *Ρωτώ:* Πώς μπορώ να κινούμαι σωστά σε μια πόλη;
- *Σκέφτομαι:* Σχεδιασμός κινήσεων με σεβασμό στους κανόνες.
- *Σχεδιάζω:* Κατασκευή και προγραμματισμός του οχήματος.
- *Δημιουργώ:* Υλοποίηση μοντέλου και κώδικα.
- *Δοκιμάζω:* Δοκιμή στην προσομοίωση.
- *Βελτιώνω:* Ρύθμιση ταχύτητας, κατεύθυνσης και αντιδράσεων.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα

- Κατανόηση βασικών αρχών φυσικής και τεχνολογίας
- Σύνδεση καθημερινών προβλημάτων με τεχνικές λύσεις
- Ανάπτυξη υπευθυνότητας και συνεργατικής εργασίας.
- Εξάσκηση στη διαδικασία σχεδιασμού, ελέγχου και βελτίωσης συστημάτων

3.2.4 Έξυπνος Λαχανόκηπος

Τίτλος Σεναρίου

Έξυπνος Λαχανόκηπος: Δημιουργία Αυτόματου Συστήματος Ποτίσματος με TinkerCAD και Arduino

Εκπαιδευτικό Επίπεδο

Β' Γυμνασίου – Α' Λυκείου

Περίληψη

Το σενάριο στοχεύει στη γνωριμία των μαθητών με την εφαρμογή της τεχνολογίας στην αγροτική παραγωγή, μέσω της κατασκευής και προγραμματισμού ενός αυτόματου συστήματος ποτίσματος με αισθητήρα υγρασίας. Το έργο υλοποιείται στο εικονικό περιβάλλον του TinkerCAD, με τη χρήση εικονικού Arduino, breadboard και εξαρτημάτων (αισθητήρες, LED, buzzer).

Το σενάριο αξιοποιεί τις αρχές STEM, ενσωματώνει τον κύκλο του Engineering Design Process (EDP) και ενισχύει τη δεξιότητα της επίλυσης προβλήματος, επιτρέποντας στους μαθητές να δοκιμάσουν, να αποτύχουν, να αναστοχαστούν και να βελτιώσουν επανειλημμένα τις λύσεις τους (Bers, 2020).

Γνωστικά Αντικείμενα

- Πληροφορική
- Φυσική
- Τεχνολογία
- Βιολογία (κατανόηση βιώσιμης γεωργίας)

Μαθησιακοί Στόχοι

- Κατανόηση λειτουργίας των αισθητήρων και της έννοιας αυτοματισμών
- Σύνδεση τεχνολογίας με την αγροτική παραγωγή και τη βιωσιμότητα
- Αντίληψη σχέσης ανάμεσα σε δεδομένα και αυτοματοποιημένες αποφάσεις
- Πειραματισμός με δομές προγραμματισμού όπως if...else και μεταβλητές
- Συνεργασία για τη σχεδίαση και βελτιστοποίηση ενός λειτουργικού μοντέλου

Η υλοποίηση του σεναρίου απαιτεί υψηλό βαθμό εξοικείωσης και οργανώνεται σε τέσσερις ημέρες, συνολικής διάρκειας 8 διδακτικών ωρών:

1η μέρα – 2 διδακτικές ώρες ($2 \times 40'$):

- Εισαγωγή στη βιώσιμη γεωργία και έξυπνες τεχνολογίες (10')
- Παρουσίαση Tinkercad και εξοικείωση με περιβάλλον προσομοίωσης (30')
- Γνωριμία με βασικά εξαρτήματα (LDR, LED, buzzer, ποτίστρα) (30')
- Ανάλυση εκπαιδευτικού προβλήματος (10')

2η μέρα – 2 διδακτικές ώρες ($2 \times 40'$):

- Σχεδίαση μακέτας του λαχανόκηπου στο Tinkercad (30')
- Τοποθέτηση αισθητήρων – καλωδίωση στο εικονικό breadboard (30')
- Εισαγωγή βασικού κώδικα Arduino για έλεγχο υγρασίας/φωτεινότητας (20')
- Ερμηνεία μεταβλητών και δομή if...else (20')

3η μέρα – 2 διδακτικές ώρες ($2 \times 40'$):

- Προγραμματισμός ειδοποίησης για ξηρασία ή σκοτεινότητα (30')
- Προσθήκη αυτόματου ποτίσματος με relay ή buzzer (30')
- Έλεγχος λειτουργικότητας και καταγραφή μετρήσεων (20')
- Τεχνική συζήτηση δυσκολιών (20')

4η μέρα – 2 διδακτικές ώρες ($2 \times 40'$):

- Ολοκλήρωση του συστήματος και παρουσίαση (30')
- Δημιουργία αναφοράς από τις ομάδες (20')
- Τελικός αναστοχασμός – Σχέση τεχνολογίας και περιβάλλοντος (20')

- Ανατροφοδότηση και αξιολόγηση (30')

Σύνδεση με STEM και EDP:

- *Ρωτώ:* Πότε χρειάζεται να ποτίσω τα φυτά;
- *Σκέφτομαι:* Ποια είναι η σωστή τιμή υγρασίας;
- *Σχεδιάζω:* Σύνδεση αισθητήρων και ρύθμιση λογικής αυτοματισμού.
- *Δημιουργώ:* Υλοποίηση κυκλωμάτων και προγραμματισμός.
- *Δοκιμάζω:* Προσομοίωση και έλεγχος σωστής λειτουργίας.
- *Βελτιώνω:* Προσαρμογές στα όρια και τις αντιδράσεις.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα

- Ανάπτυξη δεξιοτήτων φυσικής και μηχανικής
- Κατανόηση της σχέσης δεδομένων-αποφάσεων
- Εξοικείωση με αυτοματισμούς και έξυπνες τεχνολογίες
- Ευαισθητοποίηση σε περιβαλλοντικά ζητήματα

3.3 Σύνδεση Θεωρίας με Πράξη

Η σύνδεση της θεωρητικής βάσης με την πρακτική εφαρμογή αποτελεί έναν από τους βασικούς στόχους της παρούσας εργασίας. Τα διαθεματικά σενάρια που σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν δεν στηρίζονται απλώς σε αφηρημένες παιδαγωγικές αρχές, αλλά ενσωματώνουν μεθοδικά και οργανωμένα τις θεμελιώδεις έννοιες του STEM, της Υπολογιστικής Σκέψης και του μοντέλου EDP, δημιουργώντας αυθεντικά μαθησιακά περιβάλλοντα.

Η εκπαιδευτική διαδικασία σχεδιάστηκε ώστε να αναπαράγει πιστά τη μεθοδολογία επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων, μέσα από τη στοχοθετημένη εφαρμογή του κύκλου του Engineering Design Process: Ρωτώ, Σκέφτομαι, Σχεδιάζω, Δημιουργώ, Δοκιμάζω, Βελτιώνω. Σε κάθε σενάριο, οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν προκλήσεις που απαιτούν ανάλυση αναγκών, ανάπτυξη στρατηγικών λύσης, σχεδιασμό και υλοποίηση πρακτικών εφαρμογών, επαλήθευση αποτελεσμάτων και αναστοχασμό.

Τα σενάρια «Bee-Bot στο Λαβύρινθο» και «Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης» ενισχύουν την ανάπτυξη βασικών δομών αλγοριθμικής σκέψης σε μικρές ηλικίες, κάνοντας την υπολογιστική σκέψη βιωματική εμπειρία. Μέσα από την πρόβλεψη, τη σειριοποίηση εντολών και τη δοκιμή, οι μαθητές καλλιεργούν την ικανότητα διάσπασης προβλημάτων σε επιμέρους βήματα, στοιχείο κρίσιμο για την επιστημονική σκέψη.

Τα σενάρια "Κυκλοφοριακή Αγωγή με LEGO & Scratch" και "Έξυπνος Λαχανόκηπος" επεκτείνουν τη θεωρητική γνώση σε μεγαλύτερης πολυπλοκότητας έργα, όπου η εφαρμογή επιστημονικών αρχών (όπως οι νόμοι κίνησης ή η συλλογή και ανάλυση δεδομένων) είναι απαραίτητη για την επιτυχία. Μέσα από την κατασκευή φυσικών ή εικονικών μοντέλων και την ανάπτυξη λογικών συστημάτων αυτοματοποίησης, οι μαθητές βιώνουν την άμεση σύνδεση των μαθηματικών, της φυσικής και της μηχανικής με την καθημερινή πραγματικότητα.

Η χρήση εργαλείων όπως το Bee-Bot, το Scratch, το LEGO Digital Designer και το TinkerCAD δεν ήταν τυχαία. Επιλέχθηκαν για τη δυνατότητά τους να υποστηρίζουν ενεργές μαθησιακές στρατηγικές, ενθαρρύνοντας τη χειραγώγηση αντικειμένων και εννοιών, τον πειραματισμό, τη συνεργατικότητα και τον αναστοχασμό – βασικές παραμέτρους της παιδαγωγικής του STEM.

Καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, η μάθηση μετατράπηκε από παθητική μετάδοση γνώσεων σε ενεργητική οικοδόμηση νέων νοητικών μοντέλων. Οι μαθητές δεν αρκέστηκαν στην αναπαραγωγή θεωρίας αλλά συμμετείχαν σε μια δυναμική διαδικασία δημιουργίας, ελέγχου και βελτίωσης ιδεών, αναπτύσσοντας έτσι ουσιαστικές δεξιότητες κριτικής σκέψης, καινοτομίας και επίλυσης προβλημάτων.

Συνεπώς, η εφαρμογή των εννοιών της θεωρίας στην πράξη, όπως αποτυπώνεται στην παρούσα εργασία, μετασχηματίζει τη μαθησιακή εμπειρία, καλλιεργώντας στους μαθητές την ταυτότητα του ενεργού εξερευνητή, του δημιουργικού κατασκευαστή και του υπεύθυνου πολίτη της κοινωνίας της γνώσης.

4 Υλοποίηση Διαθεματικών Σεναρίων

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει την εφαρμογή των διαθεματικών σεναρίων σε διαφορετικά ηλικιακά και γνωστικά πλαίσια. Περιλαμβάνει τα στάδια υλοποίησης, την αξιολόγηση των μαθησιακών και παιδαγωγικών αποτελεσμάτων, καθώς και προτάσεις για πιθανές επεκτάσεις και μελλοντική αξιοποίηση των σεναρίων στην εκπαιδευτική πράξη.

4.1 Βήματα Υλοποίησης

4.1.1 Υλοποίηση Σεναρίου: Bee-Bot στο Λαβύρινθο

Ηλικιακή Ομάδα: Νηπιαγωγείο – Α' Δημοτικού (4–7 ετών)

Παιδαγωγική Τεκμηρίωση: Το σενάριο αυτό επιλέχθηκε για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, καθώς συνδυάζει κινητική δράση, βιωματική εμπλοκή και βασικές δεξιότητες αλγοριθμικής σκέψης μέσω παιχνιδιού. Η χρήση του Bee-Bot ενθαρρύνει την ενεργητική μάθηση, την εικονική προσομοίωση κινήσεων και την καλλιέργεια της χωρικής αντίληψης. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν, να κάνουν λάθη, να δοκιμάσουν ξανά και να αναστοχαστούν, εφαρμόζοντας τις βασικές αρχές του κύκλου EDP (Engineering Design Process). Οι μαθητές χωρίζονται σε ζεύγη: ο ένας δίνει τις εντολές, ο άλλος υλοποιεί και αξιολογεί το αποτέλεσμα. Έπειτα εναλλάσσονται. Επίσης, οι μαθητές που δυσκολεύονται με την προσανατολιστική σκέψη, μπορούν να εργαστούν στην αρχή με φυσικό πλέγμα 2x2. Τέλος, για τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να κάνουν χρήση χρωματικών καρτελών με τις εντολές.

Σύνδεση με το STEM:

Science: Οι μαθητές διατυπώνουν τις προβλέψεις τους και ελέγχουν τις υποθέσεις τους σχετικά με τη σωστή διαδρομή του Bee-Bot, εφαρμόζοντας τη λογική πειραματισμού και ελέγχου.

Technology: Χρήση του Bee-Bot Emulator <https://beebot.terrapiinlogo.com/> ως τεχνολογικό εργαλείο για επίλυση προβλημάτων με εντολές.

Engineering: Κατασκευή/σχεδιασμός διαδρομής, εντοπισμός εμποδίων, ανασχεδιασμός σε περιπτώσεις αποτυχίας.

Mathematics: Καταμέτρηση βημάτων, χωρικός προσανατολισμός, κατανόηση εννοιών όπως δεξιά/αριστερά, μπροστά/πίσω.

Διασύνδεση με άλλα γνωστικά αντικείμενα:

Γλώσσα: Οι μαθητές γράφουν την ιστορία του Bee-Bot και τι είδαν στην διαδρομή.

Εικαστικά: Σχεδιασμός και χρωματισμός του λαβύρινθου σε χαρτί από τους ίδιους τους μαθητές.

Εργαλεία:

- Bee-Bot (φυσικό ή ψηφιακό ρομπότ)
- Bee-Bot Emulator της Terrapin
- Εκτυπώσιμο πλέγμα 2x2 ή 4x4 ή 6x6
- Φύλλο εργασίας με διαδρομή, εντολές και ερωτήσεις αναστοχασμού

Φάσεις EDP στην πράξη:

Ρωτώ: Πώς θα περάσει το Bee-Bot από το σημείο Α στο σημείο Β;

Σκέφτομαι: Ποιες εντολές πρέπει να δώσουμε; Υπάρχουν εμπόδια;

Σχεδιάζω: Σχεδίαση διαδρομής σε χαρτί ή στο ψηφιακό περιβάλλον.

Δημιουργώ: Εισαγωγή των εντολών στο Bee-Bot ή στον εξομοιωτή.

Δοκιμάζω: Εκτέλεση της διαδρομής. Παρακολούθηση και παρατήρηση.

Βελτιώνω: Εντοπισμός λαθών και διόρθωση στρατηγικής/εντολών.

Παραδείγματα Εντολών:

Move Forward → Forward → Turn Left → Forward → Forward → Goal

Αξιολόγηση/Αυτοαξιολόγηση

- Πόσα βήματα χρειάστηκε το Bee-Bot για να φτάσει στον στόχο;
- Αν έβαζες ένα εμπόδιο στη διαδρομή, πώς θα το προσπερνούσες;

- Ποιες ήταν οι πιο δύσκολες εντολές για να εφαρμόσεις;
- Τι άλλαξες στη δεύτερη προσπάθειά σου;
- Υπήρχε εναλλακτική πορεία; Ήταν πιο αποδοτική;

Αναμενόμενα Αποτελέσματα:

- Ανάπτυξη πρώιμης υπολογιστικής σκέψης
- Εξοικείωση με βασικές έννοιες προγραμματισμού και χωρικής κατεύθυνσης
- Ενίσχυση συνεργασίας, πειραματισμού και δημιουργικότητας
- Καλλιέργεια δεξιοτήτων αυτοδιόρθωσης και αναστοχασμού

Στόχος: Να δημιουργηθεί ένα εικονικό πλέγμα (λαβύρινθος), να προγραμματιστεί το Bee-Bot ώστε να φτάσει από το σημείο Α στο σημείο Β, ακολουθώντας εντολές προσανατολισμού (μπροστά, πίσω, δεξιά, αριστερά).

Βήμα 1: Επιλογή Προσομοιωτή Bee-Bot

Προτείνεται η δωρεάν *online* εφαρμογή: <https://beebot.terrapinlogo.com/>



Εικόνα 1: Logo Bee-Bot

Βήμα 2: Δημιουργία Πλέγματος

Να επιλεγθεί ένα απλό πλέγμα (6x6) και να τοποθετηθούν:

- Αφετηρία (π.χ. κάτω δεξιά)

- Στόχο (π.χ. πάνω αριστερά)
- Εμπόδια (δεν έχει το συγκεκριμένο σενάριο)

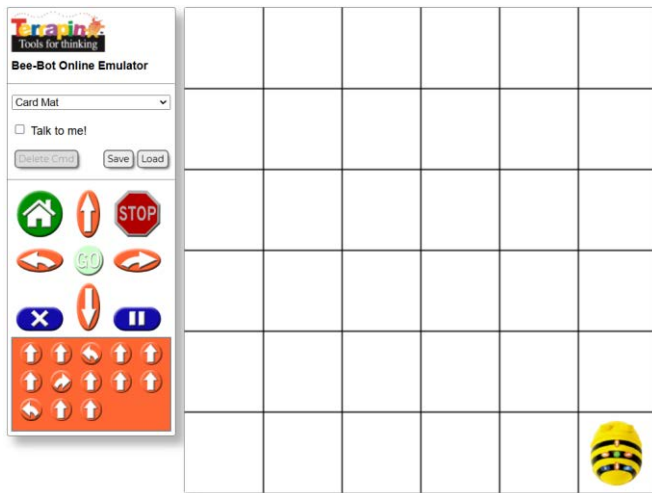
Βήμα 3: Προγραμματισμός Κίνησης

Δίνεται παράδειγμα εντολών με σειρά εκτέλεσης:

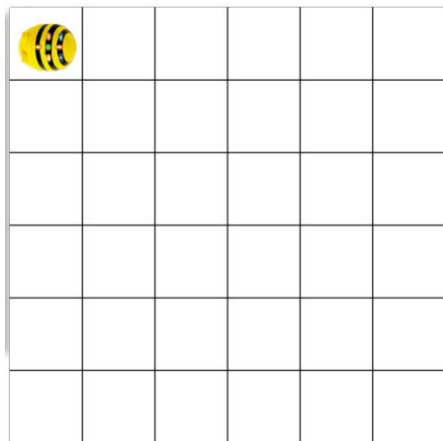
- Βάζω Bee-Bot κάτω δεξιά ως **εκκίνηση** – **στόχος** να φτάσω πάνω δεξιά
- ↑ μπροστά
- ↑ μπροστά
- ← αριστερά
- ↑ μπροστά
- ↑ μπροστά
- ↑ μπροστά
- → δεξιά
- ↑ μπροστά
- ↑ μπροστά
- ↑ μπροστά
- ← αριστερά
- ↑ μπροστά
- ↑ μπροστά
- Πατάς το μεσαίο κουμπάκι GO

Βήμα 4: Τεκμηρίωση Υλοποίησης

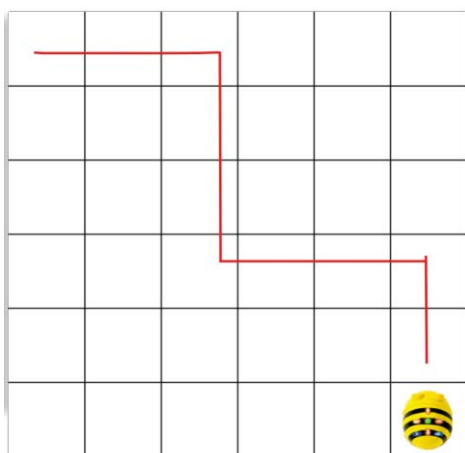
1. Screenshot του σεναρίου από την online πλατφόρμα Bee-Bot:



Εκκίνηση



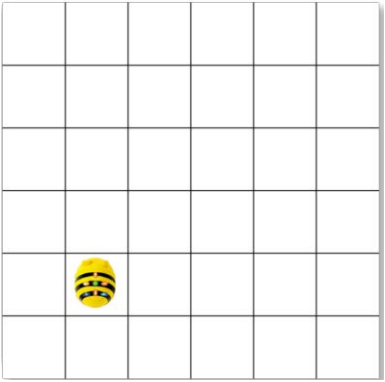
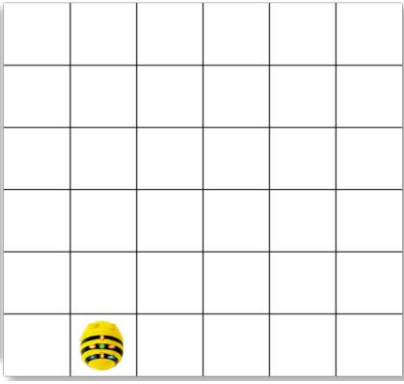
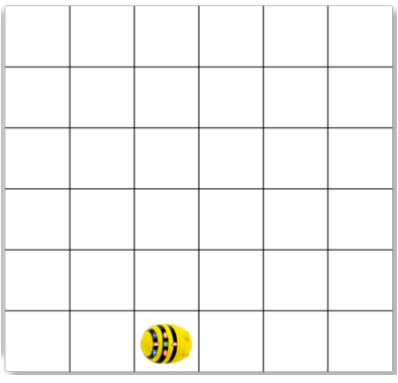
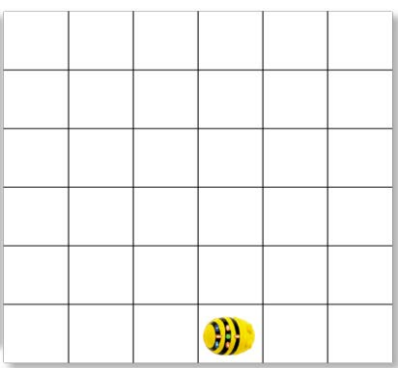
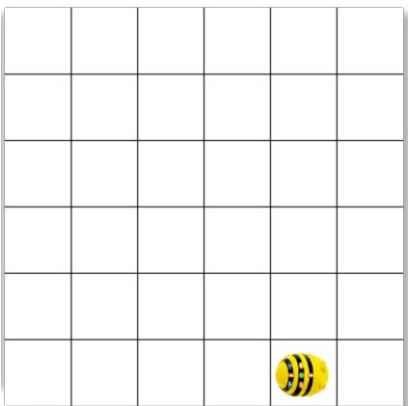
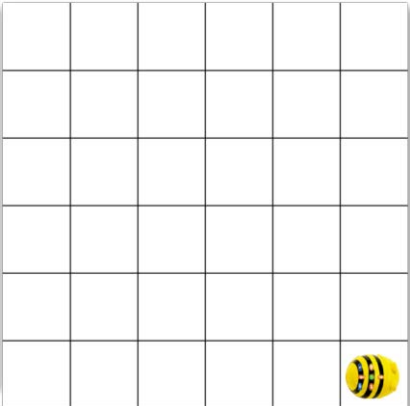
Στόχος

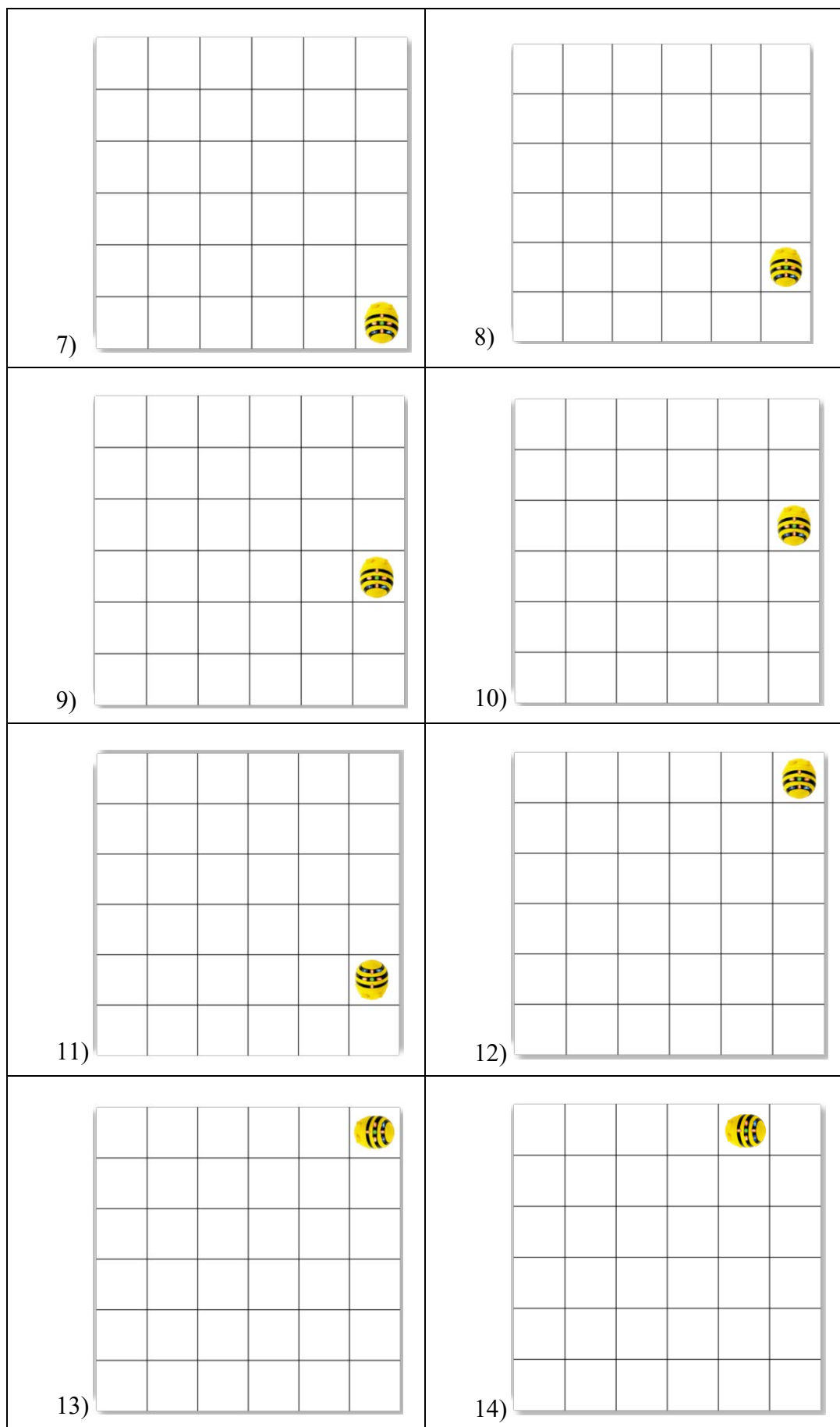


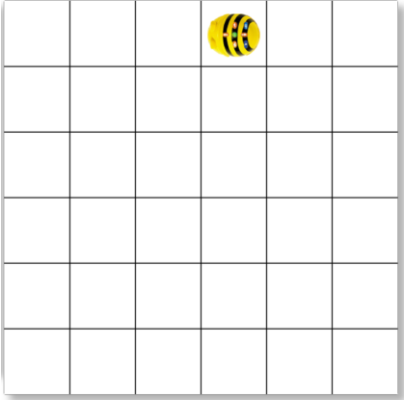
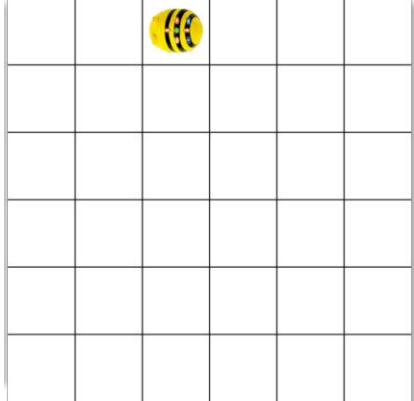
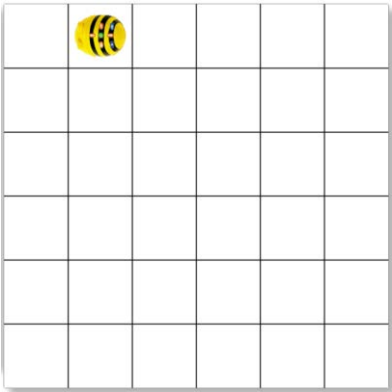
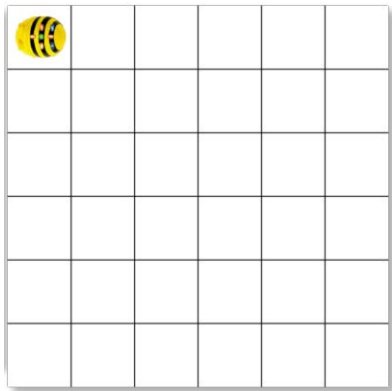
Διαδρομή

2. Παραδείγματα διαδρομών:

1^ο Παράδειγμα

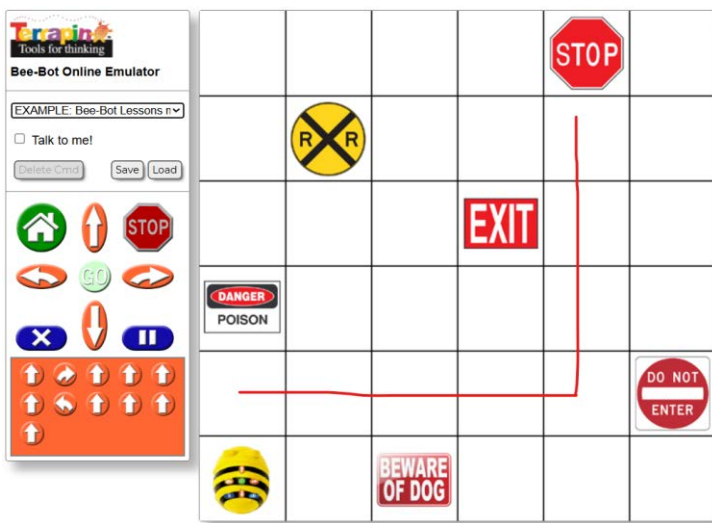
1)  αφετηρία	2) 
3) 	4) 
5) 	6) 



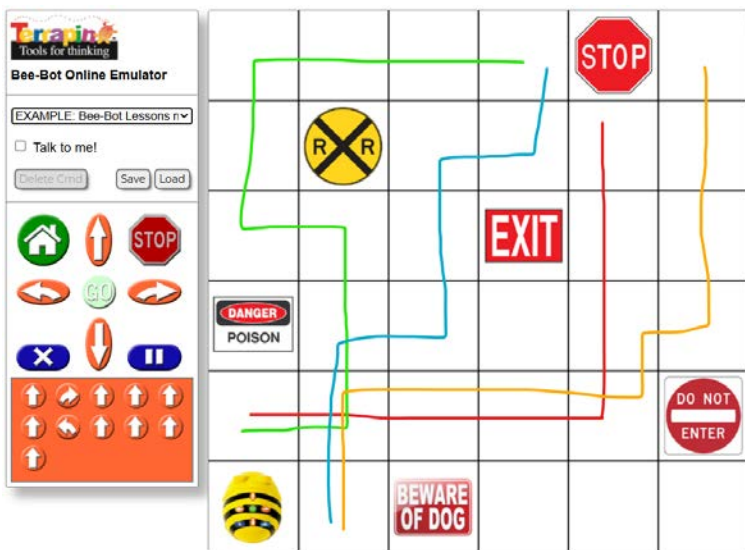
15) 	16) 
17) 	18)  στόχος

- ο Πόσα βήματα χρειάζεται για να φτάσει στον στόχο;
- ο Μπορείς να μαντέψεις την διαδρομή;
- ο Πόσες διαδρομές υπάρχουν;

2^ο Παράδειγμα

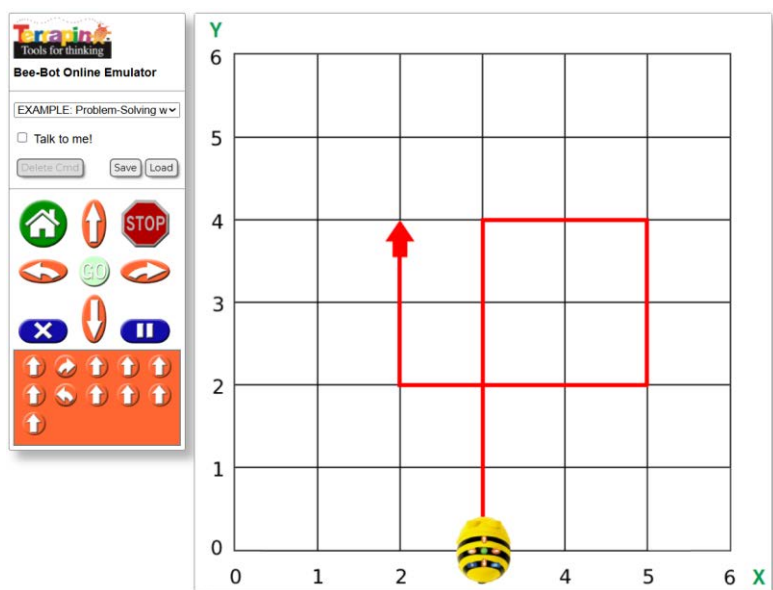


- ο Πόσα βήματα χρειάζεται για να φτάσει στον στόχο;
- ο Πόσες διαδρομές υπάρχουν;



- ο Πόσα εμπόδια υπάρχουν;
- ο Ποια είναι η πιο γρήγορη διαδρομή;

3^ο Παράδειγμα



- ο Πόσα βήματα χρειάζεται για να φτάσει στον στόχο;
- ο Ποιος είναι ο στόχος στο παράδειγμα και ποια η αφετηρία;
- ο Μπορείς να αλλάξεις τα βήματα να ακολουθήσεις την κόκκινη γραμμή;

4.1.2 Υλοποίηση Σεναρίου: Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης

Ηλικιακή Ομάδα: Β' – Δ' Δημοτικού (7–10 ετών)

Παιδαγωγική Τεκμηρίωση: Το σενάριο "Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης" έχει σχεδιαστεί ώστε να εισάγει τους μαθητές στις βασικές αρχές του οπτικού και φυσικού προγραμματισμού, ενσωματώνοντας αισθητήρες και απλά κυκλώματα μέσω της πλατφόρμας Scratch. Οι μαθητές κατασκευάζουν ένα διαδραστικό σύστημα ανακύκλωσης το οποίο μπορεί να αναγνωρίζει και να ταξινομεί υλικά (π.χ. μεταλλικά, πλαστικά, οργανικά) με βάση τις τιμές των αισθητήρων (όπως φωτοαντιστάσεις και θερμοίςτορ). Η εφαρμογή της μεθοδολογίας EDP και των αρχών της Υπολογιστικής Σκέψης, καθιστούν το σενάριο βιωματικό, καθώς οι μαθητές πειραματίζονται με δεδομένα του φυσικού κόσμου, και σχεδιάζουν λύσεις σε αυθεντικά προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα. Η ομαδοσυνεργατική προσέγγιση ενισχύει την αλληλεπίδραση, την ανάληψη ρόλων, και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος και υπεύθυνης συμπεριφοράς.

Σύνδεση με το STEM:

Science: Παρατήρηση και κατανόηση φυσικών ιδιοτήτων των υλικών. Αιτιώδης σκέψη και επαλήθευση υποθέσεων σχετικά με την ταξινόμηση απορριμμάτων.

Technology: Ανάπτυξη διαδραστικής εφαρμογής μέσω Scratch. Χρήση εντολών προγραμματισμού για την αυτοματοποίηση διαδικασιών ταξινόμησης.

Engineering: Σχεδιασμός λειτουργικού περιβάλλοντος προσομοίωσης με οπτικό προγραμματισμό. Ανάλυση προβλημάτων και ανάπτυξη στρατηγικών λύσεων.

Mathematics: Ενσωμάτωση μαθηματικών εννοιών όπως μέτρηση, κατηγοριοποίηση, σύγκριση ποσοτήτων και λογικά σύνολα για την υποστήριξη αποφάσεων του ψηφιακού χαρακτήρα.

Εργαλεία:

Scratch: <https://scratch.mit.edu>

Διαδραστικά tutorials του Scratch (π.χ. οδηγίες για χρήση εντολών if-else, αισθητήρες επαφής, και χειρισμό sprites)

Φύλλο εργασίας σχεδίασης ροής ενεργειών (αλγοριθμικού διαγράμματος)

Υλικό εκτύπωσης για κατηγορίες απορριμμάτων (χαρτί, πλαστικό, μέταλλο) για χρήση σε συνδυασμό με το ψηφιακό περιβάλλον

Φάσεις EDP στην πράξη:

Ρωτώ: Πώς μπορεί ένας ψηφιακός χαρακτήρας να αναγνωρίσει και να ταξινομήσει σωστά τα απορρίμματα σε διαφορετικούς κάδους ανακύκλωσης;

Σκέφτομαι: Ποιες εντολές και λογικές συνθήκες πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί σωστή απόφαση; Πώς θα ανταποκρίνεται το sprite σε κάθε επιλογή;

Σχεδιάζω: Δημιουργία σκηνικού και αντικειμένων (sprites) που αναπαριστούν διαφορετικά υλικά. Καθορισμός της ροής ενεργειών και της απόκρισης του συστήματος.

Δημιουργώ: Υλοποίηση της εφαρμογής στο Scratch με χρήση εντολών “if”, “if-else”, “broadcast”, “when clicked”, “go to”, “wait”, “forever”, “repeat” κ.ά.

Δοκιμάζω: Έλεγχος λειτουργικότητας με παραδείγματα απορριμμάτων. Εντοπισμός λαθών στον κώδικα ή στη ροή αποφάσεων.

Βελτιώνω: Αναθεώρηση του κώδικα για αποτελεσματικότερη ταξινόμηση και καλύτερη διαδραστικότητα με τον χρήστη.

Ενδεικτικά Στοιχεία Scratch Έργου:

Φόντο: Επιλογή σκηνικού με πολλαπλούς κάδους ανακύκλωσης ή δημιουργία εξατομικευμένου φόντου με χρήση εργαλείων σχεδίασης του Scratch.

Sprites: Δημιουργία αντικειμένων-σκουπιδιών (μπουκάλι, εφημερίδα, κονσέρβα) και χαρακτήρα-διαχειριστή που τα ταξινομεί.

Παραδείγματα Εντολών:

- if <touching Sprite X?> then {go to Κάδος X}
- if-else για λανθασμένη ή σωστή τοποθέτηση
- say "Μπράβο!" for 2 seconds ή say "Ξαναπροσπάθησε!"
- score = score +1 για ενίσχυση παιχνιδοποίησης (gamification)

Παραδείγματα Φύλλου Εργασίας:

- Σχεδίαση Ροής Ταξινόμησης:
 1. Ποια αντικείμενα μπορούν να ανακυκλωθούν και σε ποιους κάδους ανήκουν;
 2. Πώς θα αντιδράσει ο χαρακτήρας όταν αγγίζει ένα αντικείμενο;
 3. Υπάρχει τρόπος να απλοποιηθεί η ροή των εντολών;
- Κωδικοποίηση σε Scratch:
 1. Ποιες εντολές απαιτούνται για να κινηθεί και να αποφασίσει ο χαρακτήρας;
 2. Πώς εφαρμόζεται η εντολή if-else για την επιλογή κάδου;
 3. Πώς και πού μπορεί να ενσωματωθεί η επανάληψη (repeat) για συνεχή αναγνώριση αντικειμένων;
- Αξιολόγηση – Αυτοαναστοχασμός:
 1. Ποιες εντολές ήταν πιο δύσκολες στη χρήση;
 2. Πόσες φορές χρειάστηκε να διορθώσεις τον κώδικα;
 3. Τι άλλαξες στο τέλος ώστε να λειτουργεί καλύτερα η εφαρμογή σου;

Αναμενόμενα Αποτελέσματα:

- Απόκτηση βασικής κατανόησης εντολών προγραμματισμού και ροής αλγορίθμου
- Ανάπτυξη ικανοτήτων οπτικοποίησης και μοντελοποίησης λογικών συνθηκών
- Καλλιέργεια στρατηγικής σκέψης για την επίλυση προβλημάτων και την οργάνωση της διαδικασίας
- Ενίσχυση δεξιοτήτων μεταγνώσης, επιμονής και συνεργασίας μέσω επαναληπτικού πειραματισμού και αξιολόγησης

Στόχος: Να δημιουργηθεί μια διαδραστική εφαρμογή ανακύκλωσης στην πλατφόρμα Scratch, στην οποία ο ψηφιακός χαρακτήρας (sprite) εντοπίζει και ταξινομεί αντικείμενα στους κατάλληλους κάδους ανακύκλωσης (πλαστικό, χαρτί, μέταλλο), ακολουθώντας προγραμματισμένες εντολές κατεύθυνσης και λογικής απόφασης. Οι μαθητές εξασκούνται στην ανάπτυξη απλών αλγορίθμων που περιλαμβάνουν μετακίνηση, ανίχνευση και λήψη αποφάσεων (if-else), προάγοντας την περιβαλλοντική συνείδηση και την υπολογιστική σκέψη μέσα από ένα παιγνιώδες πλαίσιο.

Βήμα 1: Επιλογή Προσομοιωτή Scratch

Προτείνεται η δωρεάν online εφαρμογή: <https://scratch.mit.edu>



Εικόνα 2: Logo Scratch

Βήμα 2: Δημιουργία Περιβάλλοντος Ανακύκλωσης στο Scratch

Υλοποίηση σεναρίου: “Ο Ηρωας της Ανακύκλωσης σε Δράση.”

1. Επιλογή Φόντου και Χαρακτήρων

- Από την ενότητα "Backdrop" επιλέγεται ένα φόντο πόλης, όπως το “City” ή “Urban Environment”.
- Προστίθεται ένα δεύτερο φόντο με την ένδειξη “Έχασες!!!” που εμφανίζεται όταν ο παίκτης τοποθετεί λάθος αντικείμενο σε λάθος κάδο.
- Το σενάριο ξεκινά με την εντολή όταν γίνει κλικ στη σημαία, όπου εμφανίζεται το κανονικό φόντο και μηδενίζεται το σκορ.

2. Προσθήκη Κάδων Ανακύκλωσης (Sprites)

Τοποθετούνται στο κάτω μέρος της σκηνής 5 κάδοι ανακύκλωσης, σε ευδιάκριτα χρώματα και θέσεις:

- Κίτρινος για Μέταλλο (Metal)
- Μπλε για Χαρτί (Paper)
- Πορτοκαλί για Πλαστικό (Plastic)
- Πράσινος για Γυαλί (Glass)
- Γκρι για Οργανικά Απόβλητα (Organic)

3. Προσθήκη Ανακυκλώσιμων Αντικειμένων (Sprites)

Οι χαρακτήρες (αντικείμενα) δημιουργούνται ως κλώνοι ενός αρχικού sprite και εμφανίζονται διαδοχικά:

- Πλαστικό μπουκάλι
- Γυάλινο μπουκάλι
- Χαρτί (Paper label)
- Μπανάνα / Μήλο / Καρπούζι (οργανικά)
- Μεταλλικό κουτάκι
- Σύριγγα / φάρμακα (σφάλμα – οδηγεί σε απώλεια πόντου)
- Άλλα αντικείμενα με διακριτικά χρώματα

4. Κωδικοποίηση Συμπεριφοράς

- Τα αντικείμενα “πέφτουν” από το πάνω μέρος της οθόνης και ο παίκτης πρέπει να τα σύρει με το ποντίκι στον σωστό κάδο.
- Αν το αντικείμενο πέσει στον σωστό κάδο, αυξάνεται το σκορ (Score +1) και παίζει ένας ήχος επιτυχίας.
- Αν το αντικείμενο πέσει σε λάθος κάδο, εμφανίζεται το φόντο “Έχασες!!!” και το σκορ παραμένει ή μηδενίζεται.

5. Οπτικοποίηση & Επανάληψη

Το πρόγραμμα συνεχίζεται με νέους κλώνους (νέα αντικείμενα), που εμφανίζονται τυχαία και διατηρείται η δομή του παιχνιδιού επαναλαμβανόμενη.

Βήμα 3: Προγραμματισμός Κίνησης

Οι κινήσεις χωρίζονται σε ομάδες εντολών τα λεγόμενα blocks, όπου πρέπει να συνταχθούν με κατάλληλο τρόπο ώστε να υπάρχει μία λογική συνέχεια μεταξύ τους κατά την εκτέλεση τους.

ΑΡΧΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΟΡΙΣΕ Score = 0

ΟΡΙΣΕ Φόντο = "Πόλη με Κάδους"

ΕΜΦΑΝΙΣΕ Sprite με ενδυμασία "μήλο"

ΑΠΟΣΥΡΕ Sprite (κρύψε)

ΜΕΤΑΔΩΣΕ Μήνυμα1

ΟΤΑΝ ΛΑΒΕΙΣ Μήνυμα1:

ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΕ Κλώνο του Sprite

ΟΤΑΝ ΞΕΚΙΝΗΣΕΙ ΚΛΩΝΟΣ:

ΕΠΙΛΕΞΕ ΤΥΧΑΙΑ ΕΝΔΥΜΑΣΙΑ από 1 έως 12

ΕΜΦΑΝΙΣΕ Sprite

ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ:

ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΕ οριζόντια το ποντίκι

ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΟΥ ΚΑΘΕΤΑ προς τα κάτω

ΑΝ ΕΝΔΥΜΑΣΙΑ ανήκει στη σωστή κατηγορία ΚΑΙ
ΑΓΓΙΖΕΙ τον σωστό κάδο ΤΟΤΕ:

ΑΥΞΗΣΕ Score ΚΑΤΑ 1

ΠΑΙΞΕ ΗΧΟ επιτυχίας

ΜΕΤΑΔΩΣΕ Μήνυμα1 (για νέο αντικείμενο)

ΔΙΑΓΡΑΨΕ ΤΟΝ ΚΛΩΝΟ

ΑΝ ΕΝΔΥΜΑΣΙΑ ΔΕΝ ΑΝΗΚΕΙ στον κάδο που
ΑΓΓΙΖΕΙ ΤΟΤΕ:

ΑΛΛΑΞΕ Φόντο σε "Colorful City 2"

ΕΜΦΑΝΙΣΕ Μήνυμα "Έχασες!"

ΠΑΙΞΕ ΗΧΟ αποτυχίας

ΤΕΛΟΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

ΜΕΧΡΙ να αγγίξει Κάδο

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Βήμα 4: Τεκμηρίωση Υλοποίησης

Η υλοποίηση του σεναρίου "Ο Ήρωας της Ανακύκλωσης σε Δράση" πραγματοποιήθηκε εξολοκλήρου στην πλατφόρμα Scratch. Σκοπός του παιχνιδιού είναι ο παίκτης να καθοδηγεί αντικείμενα προς ανακύκλωση στους κατάλληλους κάδους, συγκεντρώνοντας βαθμούς για κάθε σωστή ενέργεια και χάνοντας σε περίπτωση λάθους.

1. Σκηνικά (Backdrops)

Το έργο ξεκινά με ένα σκηνικό εκκίνησης που εμφανίζεται όταν πατηθεί η πράσινη σημαία. Μετά την έναρξη, εμφανίζεται το βασικό σκηνικό με τους κάδους ανακύκλωσης, όπου εκτυλίσσεται η

δράση. Υπάρχει επίσης ένα τρίτο σκηνικό που εμφανίζεται όταν γίνει λάθος επιλογή, υποδεικνύοντας την αποτυχία του παίκτη ("Έχασες").

2. Sprites και Ενδυμασίες (Costumes)

Ο βασικός χαρακτήρας είναι ένας sprite που αλλάζει ενδυμασία, αναπαριστώντας κάθε φορά ένα νέο ανακυκλώσιμο αντικείμενο (π.χ. μήλο, μπουκάλι, μέταλλο, πλαστικό, φάρμακο κ.λπ.). Ο παίκτης χρησιμοποιεί το ποντίκι για να σύρει το αντικείμενο στον κατάλληλο κάδο. Μετά την τοποθέτηση, ο χαρακτήρας αλλάζει εμφάνιση στον επόμενο τύπο απορρίμματος, ακολουθώντας προκαθορισμένη σειρά.

3. Κάδοι Ανακύκλωσης

Κάθε κάδος αποτελεί ξεχωριστό sprite και αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη κατηγορία απορριμμάτων:

Μπλε: Χαρτί

Κίτρινος: Πλαστικό

Πράσινος: Γυαλί

Πορτοκαλί: Φαγητό/Οργανικά

Γκρι: Χημικά/Φάρμακα

Μεταλλικός: Μέταλλο

4. Λογική του παιχνιδιού – Ψευδοκώδικας

Η ροή του προγράμματος βασίζεται στην αλλαγή ενδυμασιών και τον έλεγχο αν το αντικείμενο σύρεται στον σωστό κάδο. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη συνθήκη "if touching [κάδος]" και τη μεταβλητή "σκορ".

Ψευδοκώδικας:

Όταν πατηθεί η πράσινη σημαία:

εμφάνισε σκηνικό αρχής

περίμενε 2 δευτερόλεπτα

μετάβαση στο σκηνικό παιχνιδιού

άλλαξε εμφάνιση στο πρώτο αντικείμενο

εμφάνισε sprite

Για κάθε αντικείμενο:

Αν αγγίζει τον σωστό κάδο:

αύξησε το σκορ κατά 1

άλλαξε εμφάνιση στο επόμενο αντικείμενο

Αλλιώς αν αγγίζει λάθος κάδο:

μετάβαση στο σκηνικό "Έχασες"

σταμάτησε το παιχνίδι

5. Σκορ και Τερματισμός

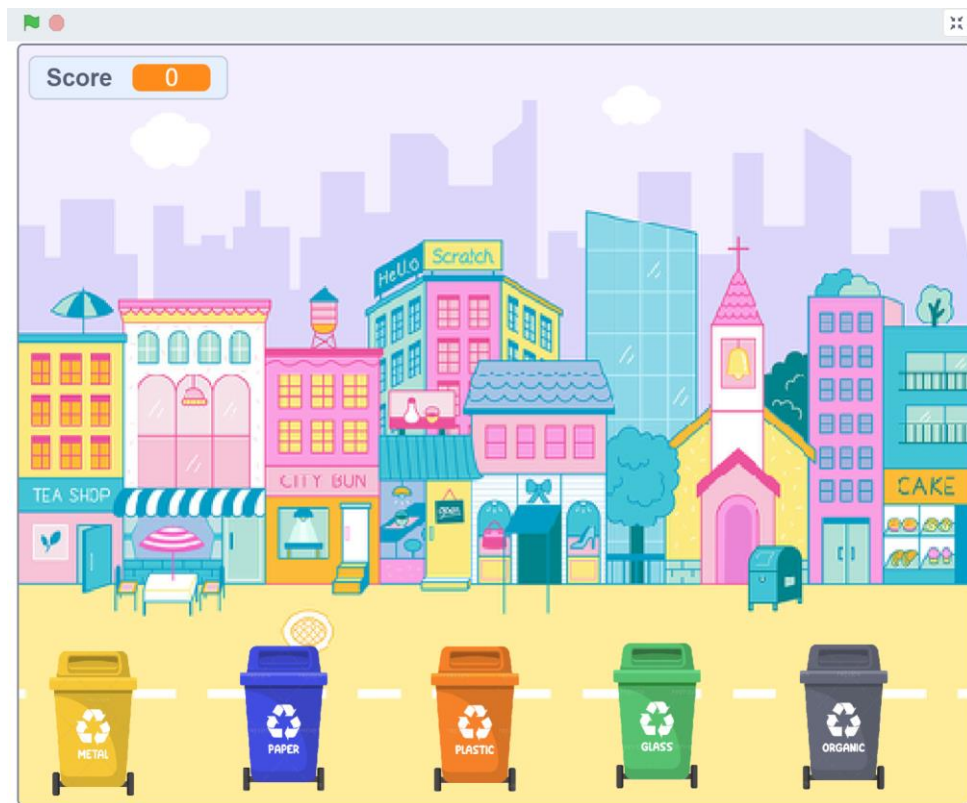
Η μεταβλητή "σκορ" αυξάνεται κατά 1 κάθε φορά που ένα αντικείμενο ταξινομείται σωστά. Αν ο χρήστης κάνει λάθος και τοποθετήσει το αντικείμενο σε λάθος κάδο, ενεργοποιείται το σκηνικό αποτυχίας και το παιχνίδι σταματά.

6. Δυνατότητες Επέκτασης

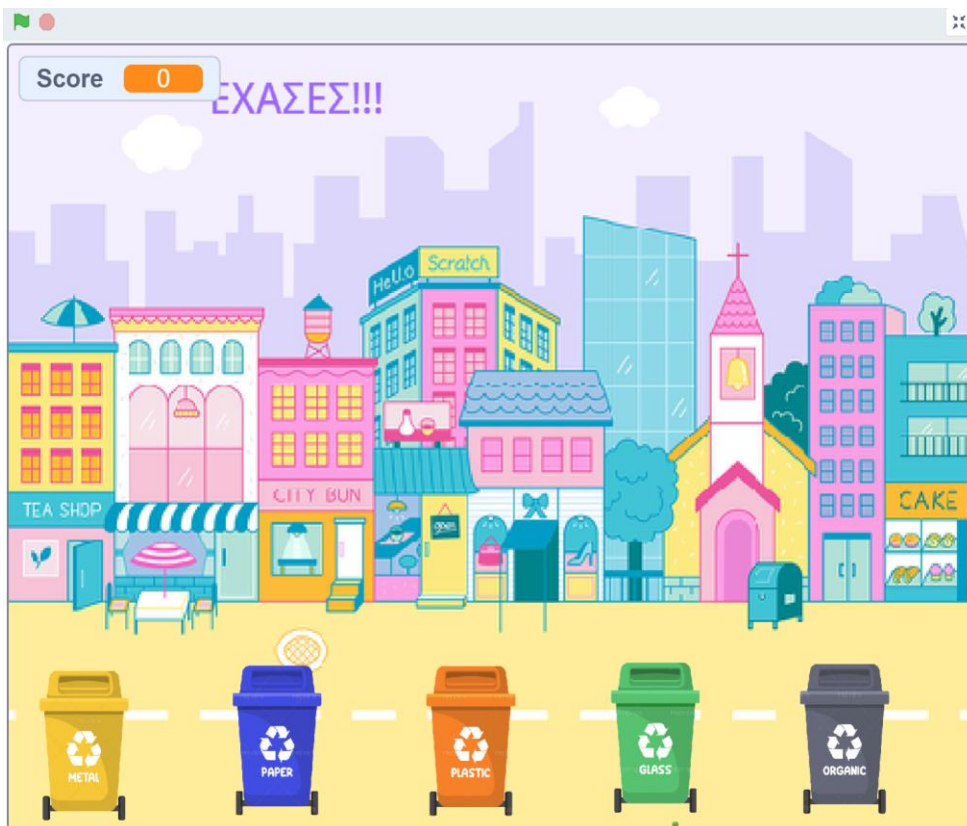
Η εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί με χρονομετρητές, πίνακα κατάταξης ή προσθήκη ήχων επιβράβευσης/σφάλματος, ενισχύοντας τη διαδραστικότητα και την εκπαιδευτική αξία.

Αρχικοποίηση Παιχνιδιού:

Εδώ εισάγονται εικόνες του βασικού σκηνικού, των κάδων και των αντικειμένων. Συνολικά χρησιμοποιούνται διαφορετικά sprites για κάδους (π.χ. μπλε, πράσινος, πορτοκαλί) και αντικείμενα (π.χ. μήλο, μπουκάλι, φάρμακο), καθώς και δύο backgrounds (ένα εισαγωγικό και ένα "game over").



Εικόνα 3: Σκηνικό από Scratch



Με την εκκίνηση (σημαία), εμφανίζεται το σκηνικό έναρξης για λίγα δευτερόλεπτα, μηδενίζεται το σκορ και αρχίζει η αλληλουχία αντικειμένων.

Παράδειγμα Block:

- Όταν γίνει κλικ στην πράσινη σημαία
- Απόκρυψη sprite
- Μετάβαση στο σκηνικό εκκίνησης
- Αναμονή 3 δευτερολέπτων
- Μετάβαση στο κυρίως σκηνικό
- Εμφάνιση πρώτης εμφάνισης (π.χ. μήλο)

Κίνηση Χαρακτήρα:

Ο χρήστης μετακινεί το sprite χρησιμοποιώντας το ποντίκι. Η θέση του sprite ακολουθεί τον δείκτη του ποντικιού, δίνοντας αίσθηση ελεύθερης μεταφοράς αντικειμένων.

Παράδειγμα Block:

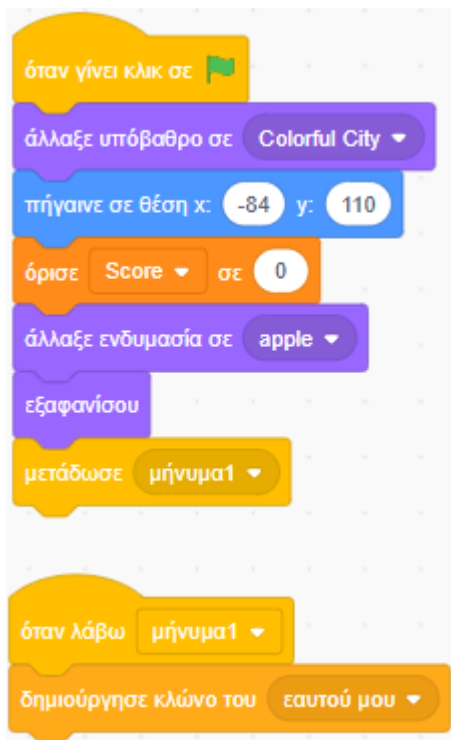
- Για πάντα
- Πήγαινε στη θέση του ποντικιού

Λογική Αλληλεπιδράσεων:

Για κάθε ενδυμασία αντικειμένου, ο χαρακτήρας ελέγχει αν αγγίζει τον σωστό κάδο. Αν ναι, αυξάνεται το σκορ και προχωρά στο επόμενο αντικείμενο. Αν όχι, αλλά αγγίζει λάθος κάδο, μεταβαίνει στο σκηνικό αποτυχίας.

Παραδείγματα block εντολών:

Τμήμα 1 – Εκκίνηση του παιχνιδιού και ορισμός μηνύματος εκκίνησης χαρακτήρα



Επεξήγηση:

Όταν γίνει κλικ στη σημαία (εκκίνηση παιχνιδιού):

1. Αλλάζει το υπόβαθρο σε “Colorful City”, δηλαδή η σκηνή του παιχνιδιού φορτώνεται στο βασικό φόντο.
2. Ορίζει τη θέση του sprite στον καμβά ($x = -84$, $y = 110$). Εδώ εμφανίζεται αρχικά ο χαρακτήρας.
3. Αρχικοποιεί το σκορ (Score) σε μηδέν – ξεκινάει ένα νέο παιχνίδι χωρίς πόντους.
4. Αλλάζει την ενδυμασία (κοστούμι) του sprite στην "apple", δηλαδή το πρώτο αντικείμενο που θα πρέπει να ανακυκλωθεί είναι ένα μήλο.
5. Το sprite εξαφανίζεται προσωρινά (γίνεται αόρατο).
6. Στέλνει το μήνυμα1 ώστε να ξεκινήσει η ροή δημιουργίας αντικειμένων (με χρήση κλώνων).

Όταν ληφθεί το μήνυμα 1:

Δημιουργείται ένας κλώνος του sprite (του αντικειμένου προς ανακύκλωση), που θα φανεί και θα κινηθεί ανεξάρτητα στην οθόνη.

Τμήμα 2 – Κίνηση του χαρακτήρα

Αυτό το μπλοκ εντολών αποτελεί την αρχή της συμπεριφοράς κάθε κλώνου (δηλαδή του αντικειμένου που εμφανίζεται για να ταξινομηθεί στους κάδους). Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή σε βήματα:



Επεξήγηση:

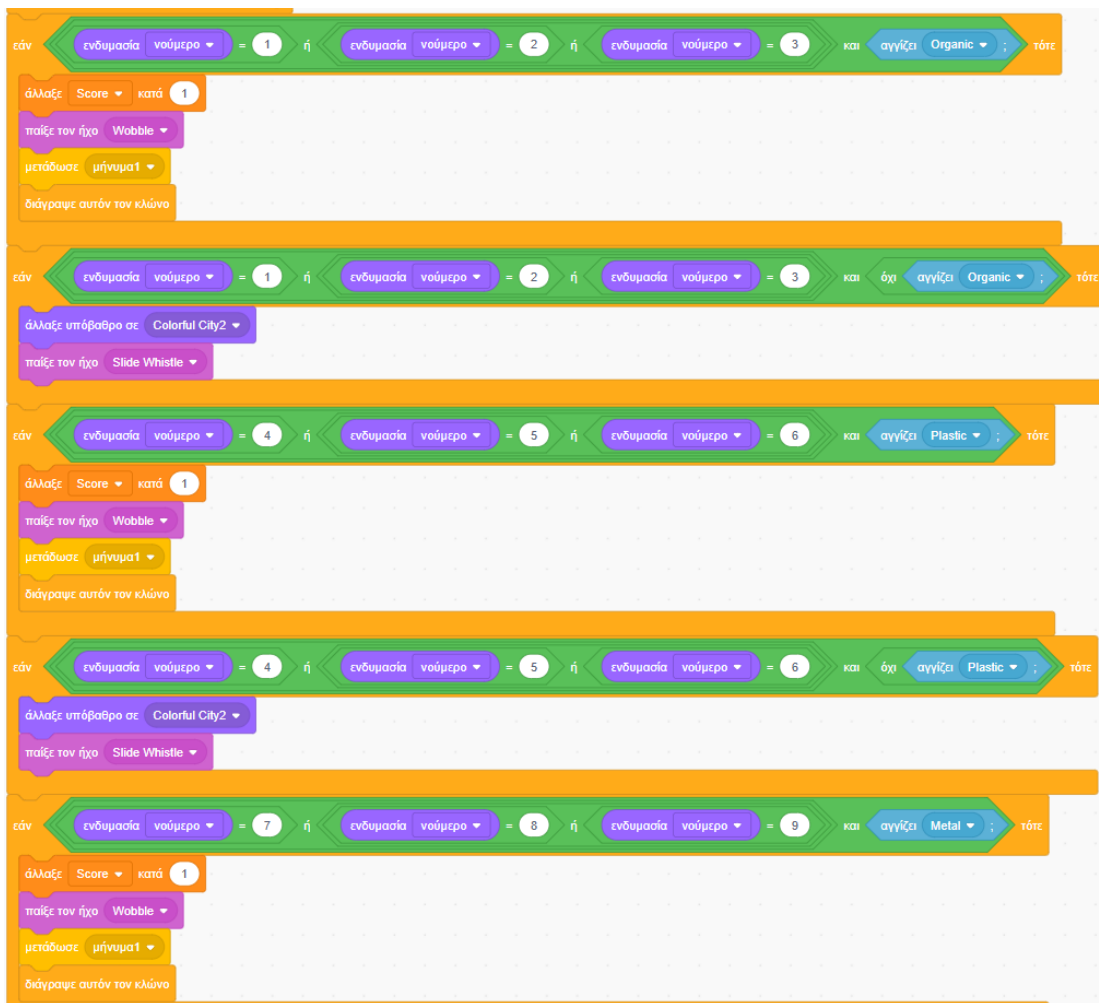
Όταν ξεκινήσω ως κλώνος:

1. Αλλάζει η ενδυμασία (κοστούμι) σε τυχαίο αριθμό από 1 έως 12, που αντιστοιχεί σε διαφορετικά απορρίμματα (όπως μήλο, μπουκάλι, χαρτί κ.λπ.). Άρα, κάθε νέο αντικείμενο είναι διαφορετικό.
2. Εμφανίζεται ο κλώνος στην οθόνη (το αντικείμενο γίνεται ορατό).

Κίνηση αντικειμένου (ανακύκλωσης):

1. Επαναλαμβάνεται συνεχώς η κίνηση του αντικειμένου όσο το y του ποντικιού είναι μεγαλύτερο από -20 (δηλαδή όσο δεν έχει φτάσει στον "κάδο").
2. Σε κάθε επανάληψη, το αντικείμενο μετακινείται κάθετα προς τα κάτω (άξονας y) κατά 3 μονάδες, δίνοντας την εντύπωση πτώσης.
3. Τέλος, ευθυγραμμίζεται οριζόντια με το ποντίκι, ώστε να ακολουθεί την κίνηση του χρήστη (το αντικείμενο κινείται μόνο οριζόντια – στον άξονα x – ενώ πέφτει).

Τμήμα 3 – Επαναλήψεις χαρακτήρα



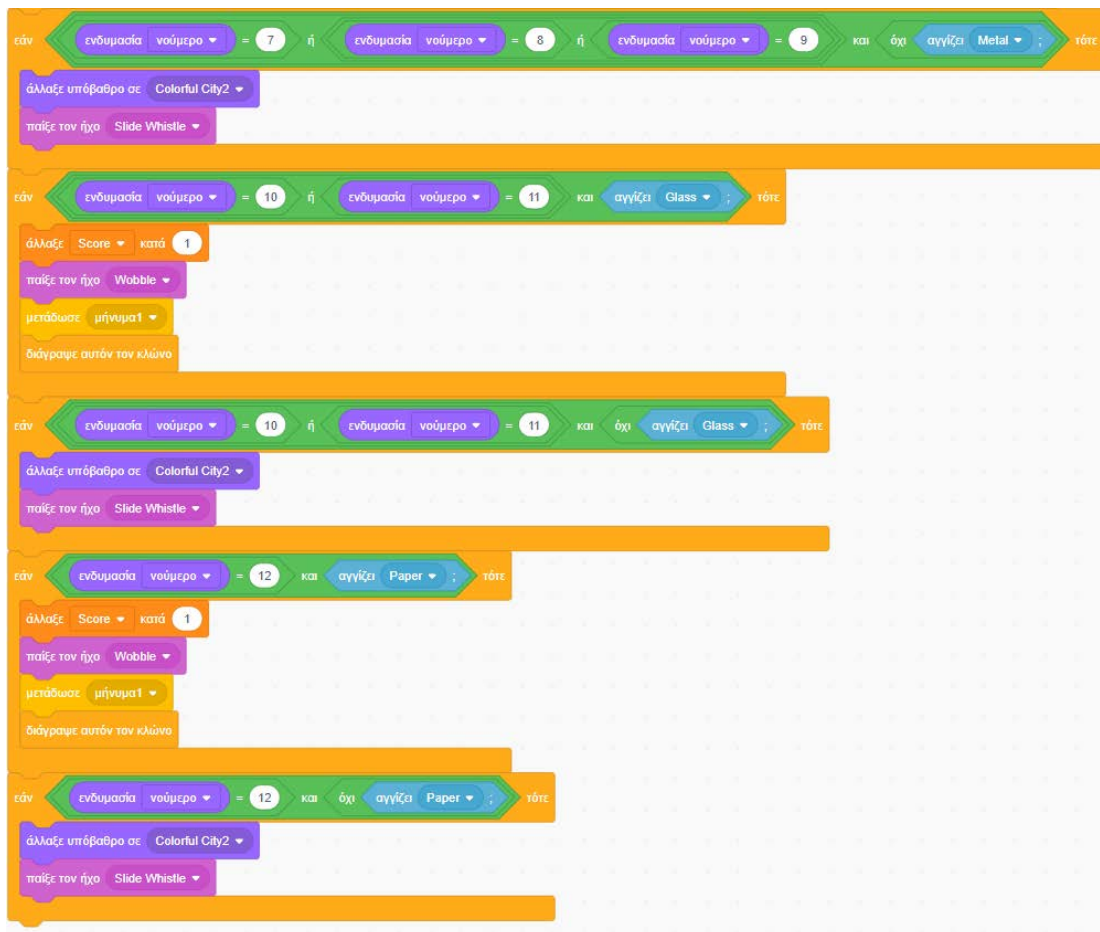
Έλεγχος κατηγορίας “Organic” (Οργανικά Απόβλητα)

Αν το αντικείμενο έχει ενδυμασία 1, 2 ή 3 (μήλο, μπανάνα, καρπούζι) και αγγίζει τον κάδο με όνομα "Organic":

- Ο παίκτης τοποθέτησε σωστά το αντικείμενο.
- Αυξάνεται το σκορ (Score + 1).
- Παίζεται ήχος επιτυχίας ("Wobble").
- Στέλνεται το μήνυμα μήνυμα1 για να φορτωθεί το επόμενο αντικείμενο.
- Ο τρέχων κλώνος διαγράφεται.

Αν είναι οργανικό αντικείμενο αλλά δεν αγγίζει τον κάδο "Organic":

- Ο παίκτης έκανε λάθος.
- Αλλάζει το υπόβαθρο σε "Colorful City2" (φόντο αποτυχίας).
- Παίζεται ήχος αποτυχίας ("Slide Whistle").



Έλεγχος κατηγορίας “Plastic” (Πλαστικά)

Αν η ενδυμασία είναι 4, 5 ή 6 (μπουκάλι, κουβάς, κουτάκι) και αγγίζει τον κάδο "Plastic":

- Score + 1
- Ήχος επιτυχίας
- μήνυμα1 → για νέο αντικείμενο
- Διαγραφή του αντικειμένου

Αν δεν αγγίζει τον κάδο "Plastic":

- Αποτυχία → Αλλαγή σκηνής και ήχος αποτυχίας.

Έλεγχος κατηγορίας “Metal” (Μεταλλικά)

Αν η ενδυμασία είναι 7, 8 ή 9 (π.χ. χημικά δοχεία, κουτάκια αλουμινίου κ.λπ.) και αγγίζει τον κάδο "Metal":

- Σκορ +1

- Επιτυχία
- μήνυμα1
- Διαγραφή κλώνου

Αν όχι:

- Αλλαγή σκηνής και ήχος αποτυχίας

4.1.3 Υλοποίηση Σεναρίου: Κυκλοφοριακή Αγωγή με LEGO & Scratch

Ηλικιακή Ομάδα: Ε' Δημοτικού – Α' Γυμνασίου (10–13 ετών)

Παιδαγωγική Τεκμηρίωση: Το σενάριο αυτό συνδυάζει την εκπαιδευτική ρομποτική, τον σχεδιασμό και τον οπτικό προγραμματισμό με στόχο την κατανόηση των βασικών αρχών κυκλοφοριακής αγωγής. Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν εικονικά οχήματα, τα οποία θα κινούνται μέσα σε ένα περιβάλλον που προσομοιώνει τις συνθήκες μιας πραγματικής πόλης. Μέσα από την εμπλοκή τους στη διαδικασία σχεδιασμού, προγραμματισμού και αξιολόγησης, οι μαθητές αναπτύσσουν την ικανότητα να αναλύουν καταστάσεις, να ακολουθούν κανόνες και να συνεργάζονται για τη λήψη αποφάσεων.

Σύνδεση με STEM:

Science: Ανάλυση κίνησης και ταχύτητας του οχήματος σε σχέση με τους κανόνες.

Technology: Χρήση περιβάλλοντος Scratch και προσομοίωση λειτουργίας αισθητήρων (π.χ. φανάρια, STOP).

Engineering: Σχεδιασμός και βελτιστοποίηση οχήματος με βάση τις ανάγκες της αποστολής.

Mathematics: Υπολογισμός αποστάσεων, κατευθύνσεων, συχνότητας ελέγχων και χρονισμού ενεργειών.

Εργαλεία:

- Mecabricks Digital Designer: <https://mecabricks.com/en>
- Scratch: <https://scratch.mit.edu>

- Διαδραστικός οδηγός Scratch και Mecabricks (π.χ. tutorial για φανάρια και σήματα)
- Φύλλο εργασίας σεναρίου και αλγοριθμικού σχεδιασμού
- Εικόνες σημάτων κυκλοφορίας & φαναριών
- Χαρτί + μαρκαδόροι & έντυπο πίστας

Φάσεις EDP στην Πράξη:

Ρωτώ: Πώς πρέπει να κινούνται τα οχήματα σε μία πόλη σύμφωνα με τους κανόνες;

Σκέφτομαι: Ποιοι κανόνες χρειάζεται να εφαρμοστούν; Πώς θα αντιδράσει το όχημα σε φανάρι ή σε STOP;

Σχεδιάζω: Κατασκευή του οχήματος σε LEGO Digital Designer και σχεδίαση πίστας με κυκλοφοριακά στοιχεία.

Δημιουργώ: Ανάπτυξη του κώδικα στο Scratch που θα ελέγχει την κίνηση του οχήματος.

Δοκιμάζω: Εκτέλεση σεναρίων κίνησης: πότε σταματάει, πότε ξεκινάει, πώς αντιδρά σε πεζούς.

Βελτιώνω: Προσαρμογή του κώδικα ή του μοντέλου βάσει των παρατηρήσεων και του feedback των συμμαθητών.

Περιγραφή Δραστηριότητας: Οι μαθητές εργάζονται ομαδικά και αναλαμβάνουν ρόλους (σχεδιαστής, προγραμματιστής, παρατηρητής, παρουσιαστής). Στο πρώτο στάδιο, σχεδιάζουν τα οχήματα στο περιβάλλον LEGO Digital Designer Mecabricks, δημιουργώντας αντίστοιχα μοντέλα που περιλαμβάνουν ρόδες, προφυλακτήρες και πιθανώς αισθητήρες (εικονικούς). Παράλληλα, διαμορφώνουν την "πίστα" κυκλοφορίας, η οποία περιλαμβάνει δρόμους, διασταυρώσεις, φωτεινούς σηματοδότες και πινακίδες.

Στη συνέχεια, προχωρούν στον προγραμματισμό του οχήματος στο Scratch. Ο χαρακτήρας του κάθε οχήματος αντιδρά σε ερεθίσματα, όπως π.χ. όταν συναντάει κόκκινο χρώμα (φανάρι), πρέπει να σταματήσει για 3 δευτερόλεπτα, ενώ στο πράσινο να συνεχίσει. Όταν δει πινακίδα STOP (μέσω αντίχρεσης χρώματος ή sprite), ή κάνει παύση και περιμένει εντολή από τον χρήστη. Οι μαθητές χρησιμοποιούν επανάληψης μπλοκ, "broadcast" για εναλλαγή καταστάσεων και "timers" αν κριθεί απαραίτητο για τον έλεγχο χρόνου αναμονής.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα:

- Κατανόηση βασικών κανόνων οδικής κυκλοφορίας και σύνδεση με την καθημερινή εμπειρία.
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων ομαδικής συνεργασίας και λήψης αποφάσεων.
- Εξοικείωση με εντολές προγραμματισμού που σχετίζονται με έλεγχο, γεγονότα και χρονοκαθυστέρηση.
- Δημιουργικότητα στη μοντελοποίηση οχήματος και περιβάλλοντος.
- Δυνατότητα εφαρμογής αναστοχασμού και βελτίωσης μέσω επανάληψης του κύκλου EDP.

Στόχος: Να δημιουργηθεί ένα εικονικό περιβάλλον προσομοίωσης κυκλοφοριακής αγωγής σε περιβάλλον Scratch, να προγραμματιστούν τα οχήματα και τα φανάρια αντίστοιχα, ώστε να μην τρακάρουν ενώ ταυτόχρονα, τα φανάρια κανονίζουν την κυκλοφορία. Τα οχήματα που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει πρώτα να σχεδιαστούν με Lego σχεδιαστικό πρόγραμμα Mecabricks. Τα μοντέλα των αυτοκινήτων είναι ενδεικτικά.

Βήμα 1: Επιλογή Προσομοιωτή Lego

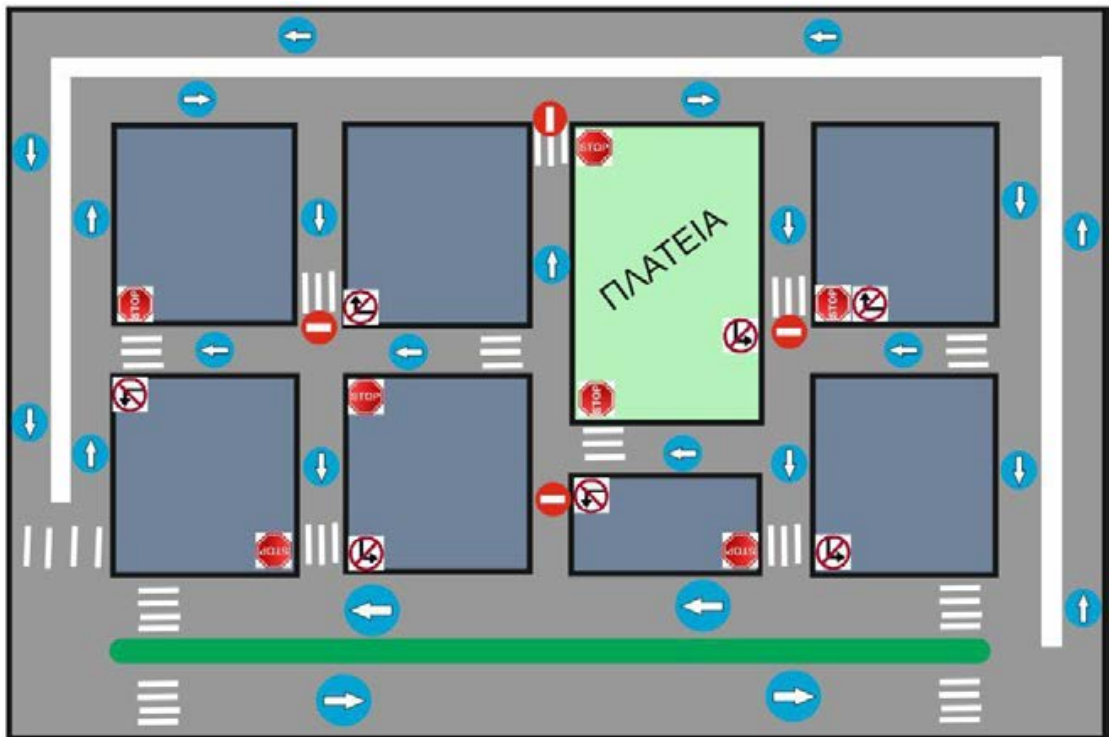
Προτείνεται η δωρεάν *online* εφαρμογή: <https://mecabricks.com/>



Εικόνα 4: Logo Mecabricks

Βήμα 2: Δημιουργία Υπόβαθρου

Να αναζητηθεί στο διαδίκτυο υπόβαθρο κατάλληλο για το σενάριο (ενδεικτικό υπόβαθρο) εικόνα για χρήση στο σενάριο:



Εικόνα 5: Διαδραστικό πάρκο κυκλοφοριακής αγωγής (πηγή: users.sch.gr)

Είναι κατάλληλο γιατί περιέχει:

- Stop
- Απαγορευτικό (οδηγεί σε αδιέξοδο)
- Απαγόρευση στροφής δεξιά, αριστερά
- Σηματοδότες υποχρεωτικής πορείας
- Διαγράμμιση του αυτοκινητόδρομου

Βήμα 3: Επιλογή Οχημάτων

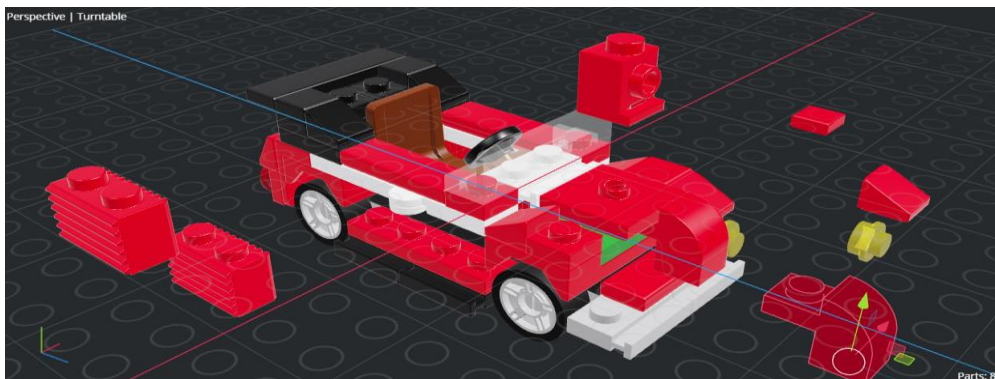
Η επιλογή των χαρακτήρων-οχημάτων πραγματοποιείται σε συνεννόηση με τους μαθητές, ενθαρρύνοντας τη συμμετοχή τους στον σχεδιασμό του σεναρίου. Τα οχήματα επιλέγονται με βάση τη συνάφειά τους με την καθημερινότητα των παιδιών, ώστε να είναι αναγνωρίσιμα και να ενισχύεται η σύνδεση με την πραγματική ζωή. Ενδεικτικά, περιλαμβάνονται:

- Σχολικό Λεωφορείο
- Δύο οχήματα τύπου κάμπριο
- Ένα γεωργικό τρακτέρ
- Ένα κλειστό όχημα κούρσα

Ο σχεδιασμός των οχημάτων πραγματοποιείται στο περιβάλλον Mecabricks, μια διαδικτυακή πλατφόρμα 3D μοντελοποίησης LEGO. Εκεί, οι μαθητές επιλέγουν και συνθέτουν τα δομικά στοιχεία των οχημάτων, διαμορφώνουν τα επιμέρους εξαρτήματα (τροχούς, πλαίσιο, παρμπρίζ, κ.λπ.), και πειραματίζονται με χρωματισμούς, αναλογίες και μορφές.

Αφού ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός, τα μοντέλα εξάγονται ως εικόνες υψηλής ανάλυσης μέσω της λειτουργίας φωτορεαλιστικής απόδοσης (render). Στη συνέχεια, οι εικόνες αυτές εισάγονται στο Scratch ως ενδυμασίες (costumes) χαρακτήρων, ώστε να αξιοποιηθούν στον προγραμματισμό των σεναρίων κυκλοφοριακής αγωγής.

Η συγκεκριμένη διαδικασία όχι μόνο ενισχύει την αισθητική και δημιουργική έκφραση των μαθητών, αλλά προάγει και δεξιότητες χωρικής σκέψης, τεχνολογικής κατανόησης και σύνθεσης στοιχείων, αποτελώντας ένα γόνιμο έδαφος για διαθεματική και βιωματική μάθηση.



Εικόνα 6: Ενδεικτική κατασκευή ενός οχήματος στο σχεδιαστικό περιβάλλον



Εικόνα 7: Εικόνα του σχολικού λεωφορείου.



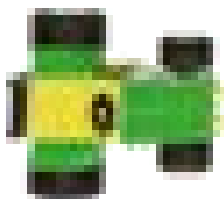
Εικόνα 8: Εικόνα του μπλε κάμπριο οχήματος.



Εικόνα 9: Εικόνα του κόκκινου κάμπριο οχήματος.



Εικόνα 10: Εικόνα του φούξια οχήματος.



Εικόνα 11: Εικόνα του γεωργικού τράκτορα.

Βήμα 4: Σχεδιασμός των φαναριών

Το σχεδιαστικό και λειτουργικό μέρος της υλοποίησης των φωτεινών σηματοδοτών πραγματοποιείται στο περιβάλλον του Scratch, μετά την εισαγωγή του επιλεγμένου υποβάθρου. Κάθε ομάδα μαθητών καλείται να εντοπίσει τα κατάλληλα σημεία τοποθέτησης των φαναριών επάνω στο οδικό δίκτυο, με βάση τα σενάρια κυκλοφοριακής ροής που επιλέγει να προγραμματίσει.

Για την αναπαράσταση της λειτουργίας των φαναριών, χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικές ενδυμασίες (costumes), καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία φάση του κύκλου ρύθμισης της κυκλοφορίας: κόκκινο (στοπ), πορτοκαλί (αναμονή) και πράσινο (προχώρα). Οι μαθητές προγραμματίζουν την εναλλαγή των ενδυμασιών με χρονική καθυστέρηση, ώστε να προσομοιωθεί ο κύκλος ενός πραγματικού φαναριού.

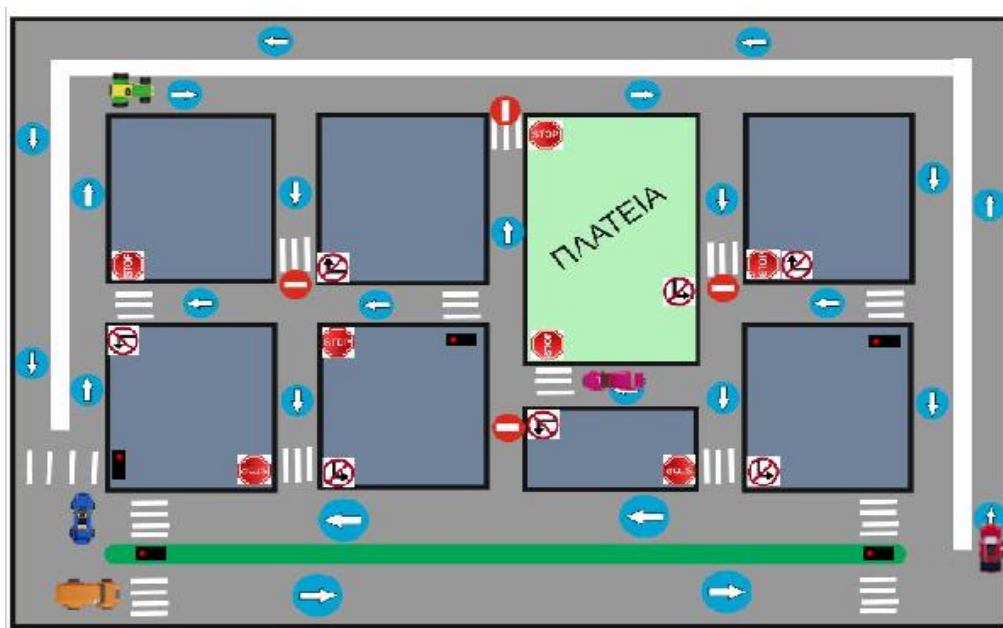
Μέσω αυτής της διαδικασίας, ενισχύεται η κατανόηση της χρονικής ακολουθίας (sequence), της χρήσης μεταβλητών ή χρονομέτρων, και της δημιουργίας συνθηκών ελέγχου και επανάληψης. Το φανάρι μετατρέπεται έτσι από ένα στατικό αντικείμενο σε ένα διαδραστικό εργαλείο που επηρεάζει τη συμπεριφορά των οχημάτων, προάγοντας την έννοια της αλληλεπίδρασης και της λογικής συνάφειας στον αλγοριθμικό σχεδιασμό.

Η ενδυμασίες των *φαναριών* θα είναι τρεις για να απεικονίζουν την κάθε φάση ρύθμισης της κυκλοφορίας.



Εικόνα 12: Ενδεικτική κατασκευή ενός φαναριού

Η τοποθέτηση των *φαναριών* στα κατάλληλα σημεία για τον έλεγχο της ροής των οχημάτων:



Εικόνα 13: Ενδεικτική τοποθέτηση των φαναριών

Τα οχήματα τοποθετούνται αρχικά σε προκαθορισμένες θέσεις στο υπόβαθρο, προσφέροντας στις μαθητικές ομάδες τη δυνατότητα να σχεδιάσουν εξατομικευμένα σενάρια διαδρομών για το κάθε όχημα. Στόχος είναι να διαμορφώσουν κώδικες κίνησης που λαμβάνουν υπόψη τόσο τα φωτεινά σήματα όσο και τα κρίσιμα σημεία ελέγχου.

Τα σημεία ελέγχου περιλαμβάνουν περιοχές όπως διαβάσεις πεζών, υποχρεωτικά σημεία στάσης (STOP), απαγορευτικές πινακίδες (όπως αδιέξοδο ή απαγόρευση στροφής), καθώς και εικονικά φανάρια. Κάθε όχημα πρέπει να «συμμορφώνεται» με αυτά τα σημεία, όπως θα συνέβαινε και σε μια πραγματική συνθήκη κυκλοφορίας. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει πινακίδα αδιεξόδου, το όχημα δεν επιτρέπεται να συνεχίσει ευθεία και θα πρέπει να προγραμματιστεί να αλλάξει πορεία. Αντιστοίχως, σε διάβαση πεζών ή σε STOP, το όχημα οφείλει να σταματήσει για λίγα δευτερόλεπτα πριν συνεχίσει.

Η συμπεριφορά των οχημάτων απέναντι στα φανάρια αποτελεί ένα από τα πιο βασικά στοιχεία του σεναρίου: το κάθε όχημα προγραμματίζεται να παραμένει στάσιμο όσο το φανάρι είναι κόκκινο και να ξεκινά μόλις ανάψει το πράσινο. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, οι μαθητές εξασκούνται στην κατασκευή λογικών συνθηκών ελέγχου, ενισχύοντας την υπολογιστική τους σκέψη και την κατανόηση βασικών αρχών κυκλοφοριακής αγωγής.

Βήμα 5: Τεκμηρίωση Υλοποίησης

Στο στάδιο της υλοποίησης, οι μαθητές καλούνται να μεταφέρουν στην πράξη τον σχεδιασμό που προηγήθηκε, δημιουργώντας το δικό τους διαδραστικό σενάριο κυκλοφοριακής αγωγής με τη βοήθεια του Scratch και της πλατφόρμας LEGO Digital Designer Mecabricks. Αρχικά, αξιοποιούν τα μοντέλα οχημάτων και φωτεινών σηματοδοτών που έχουν ήδη σχεδιάσει εικονικά, και ενσωματώνουν τα απαραίτητα sprites και backdrops στο περιβάλλον του Scratch.

Για την υλοποίηση του κώδικα, κάθε όχημα προγραμματίζεται με εντολές κίνησης και συνθηκών, ώστε να αντιδρά κατάλληλα στα φανάρια. Χρησιμοποιούνται δομές όπως εάν... τότε, αναμονή και επαναλαμβάνεται ώσπου, ώστε το κάθε όχημα:

- να ξεκινά την κίνησή του όταν το φανάρι είναι πράσινο,
- να σταματά όταν είναι κόκκινο,
- να περιμένει και να επανεκκινεί με βάση την αλλαγή του φωτεινού σήματος.

Οι μαθητές διαχειρίζονται πολλαπλούς χαρακτήρες (sprites), υλοποιώντας παράλληλους κώδικες που τρέχουν ταυτόχρονα, ώστε να προσομοιώνεται με ρεαλισμό ένα αστικό περιβάλλον κυκλοφορίας.

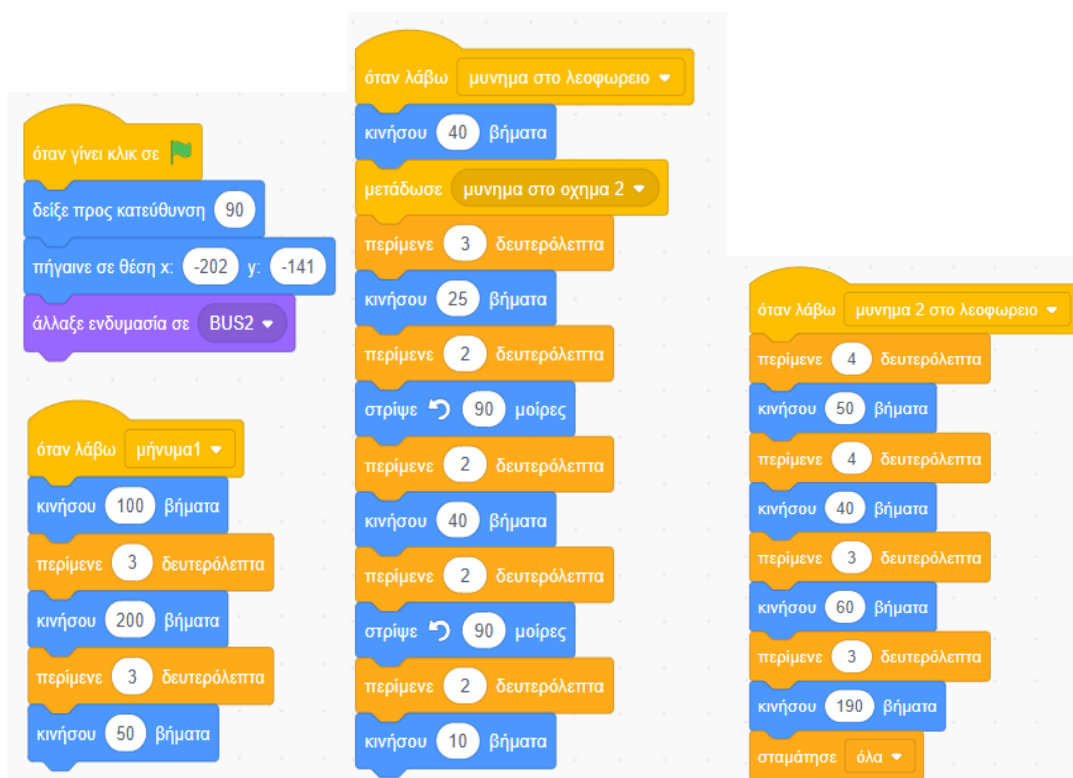
Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη χρονομέτρηση των φαναριών και στον συγχρονισμό τους με τις αντίστοιχες κινήσεις των οχημάτων.

Καθ' όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας, οι μαθητές παρακινούνται να κάνουν δοκιμές (test-run) του προγράμματός τους και να εντοπίζουν τα πιθανά σφάλματα (bugs) ώστε να τα διορθώσουν. Έτσι εξοικειώνονται με την εντοπιστική και επαναληπτική φύση του μοντέλου STEM και του κύκλου EDP. Μέσω της πρακτικής υλοποίησης, επιτυγχάνεται η εμβάθυνση στις έννοιες της υπολογιστικής σκέψης, της συνεργασίας και της ευθύνης απέναντι στους κανόνες της κυκλοφορίας.

Screenshot του σεναρίου:

Αρχικοποίηση και κινήσεις Οχημάτων:

- Για το Σχολικό Λεωφορείο έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



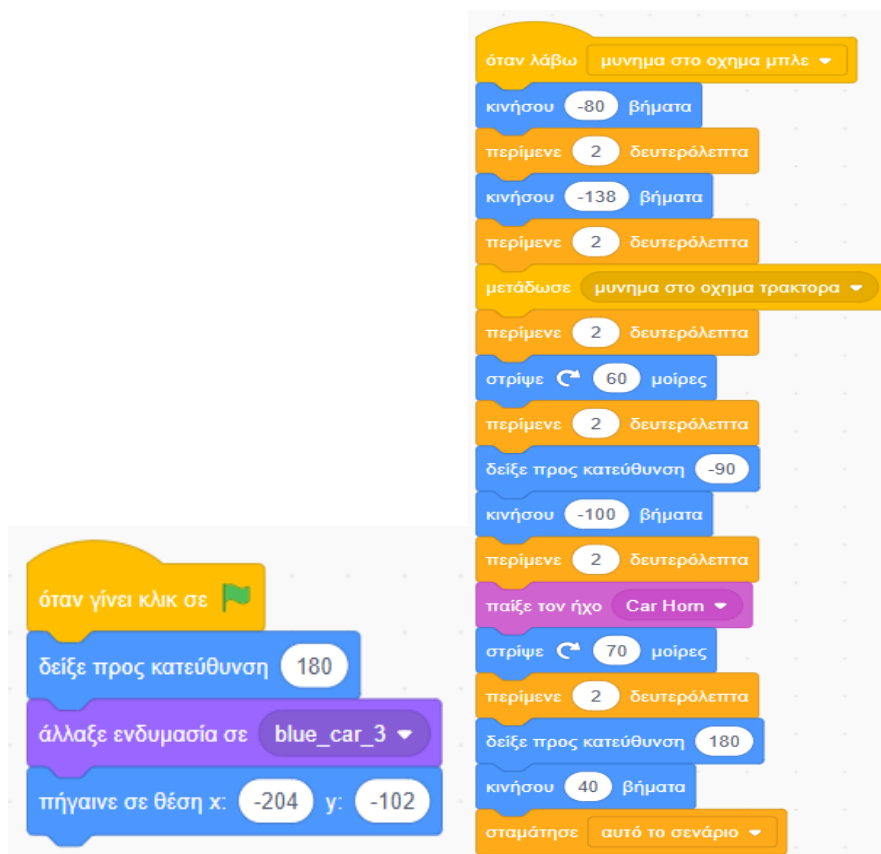
Το σχολικό λεωφορείο τοποθετείται στην αφετηρία του σεναρίου, στο κάτω αριστερό σημείο του υποβάθρου. Η κίνησή του ρυθμίζεται από δύο φανάρια (εικονικά sprites στο Scratch), τα οποία με-

ταδίδουν μηνύματα που λειτουργούν ως συνθήκες εκκίνησης ή συνέχισης της πορείας του. Ο προγραμματισμός του οχήματος βασίζεται στην αρχή της σταδιακής ενεργοποίησης και της τμηματικής κίνησης σε σχέση με τα σημεία ελέγχου και τα φανάρια του περιβάλλοντος.

Αρχικά, με την ενεργοποίηση του πράσινου φαναριού (2) εκκίνησης, μεταδίδεται το μήνυμα μήνυμα 1, το οποίο ενεργοποιεί το πρώτο σκέλος του αλγόριθμου κίνησης. Το λεωφορείο ξεκινά με μετακίνηση 100 βημάτων προς τα δεξιά (ανατολικά), συνεχίζει με παύση 3 δευτερολέπτων και ακολουθεί μεγαλύτερη μετακίνηση 200 βημάτων στον ίδιο άξονα. Μετά από δεύτερη παύση 3 δευτερολέπτων, ολοκληρώνει το πρώτο τμήμα της διαδρομής με ακόμη 50 βήματα προς το επόμενο φανάρι, που βρίσκεται κάτω δεξιά στον χάρτη.

Όταν ενεργοποιηθεί το φανάρι 4 στη διασταύρωση αυτή, εκπέμπεται το μήνυμα 2 στο λεωφορείο, που καθορίζει τη συνέχιση της πορείας. Η δεύτερη φάση της κίνησης περιλαμβάνει πέντε επιμέρους στάδια με εντολές μετακίνησης και παύσεων. Το όχημα προχωρά σε μικρά διαστήματα των 50, 40, 60 και 190 βημάτων, με παύσεις ανάμεσα, που αντιστοιχούν σε διασταυρώσεις, σημεία με STOP ή ενδεχόμενες στροφές. Ο κύκλος ολοκληρώνεται με εντολή τερματισμού όλων των ενεργειών (σταμάτησε όλα), αφού έχει ολοκληρωθεί η μετακίνηση σε ασφαλές σημείο στον χάρτη.

Για το Μπλε όχημα έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το μπλε όχημα αποτελεί μέρος της ακολουθίας κυκλοφοριακής ροής και προγραμματίζεται να ξεκινήσει την κίνησή του έπειτα από τη λήψη του μηνύματος μήνυμα στο όχημα μπλε το οποίο λαμβάνει από το φανάρι 10. Τοποθετείται στην αρχή στο κάτω αριστερό τμήμα του χάρτη, κατευθυνόμενο προς τα κάτω (νότια), με αρχικές συντεταγμένες (x: -204, y: -102) και φορά 180°.

Με την ενεργοποίηση του σεναρίου, το όχημα ακολουθεί μια διαδρομή με εναλλαγές κατευθύνσεων, παύσεις και εναλλαγές ενδυμασίας που αντιστοιχούν σε αλλαγή οπτικής εμφάνισης (π.χ. φλας, φρένο, φώτα κ.λπ.).

Στην αρχή της πορείας του:

- κινείται 80 βήματα προς τα κάτω,
- αναμένει 2 δευτερόλεπτα (πιθανή διάβαση ή σημείο STOP),
- στη συνέχεια συνεχίζει με 138 βήματα, φτάνοντας σε διασταύρωση.

Κατόπιν:

- κάνει παύση 2 δευτερόλεπτα και μεταδίδει το μήνυμα μήνυμα στο οχημα τρακτορα, που ενεργοποιεί το επόμενο όχημα στην ακολουθία.

Η επόμενη φάση περιλαμβάνει στροφή 60°, με αναμονή και αλλαγή κατεύθυνσης στους -90°, υποδεικνύοντας στροφή προς τα αριστερά.

Στη συνέχεια:

- κινείται 100 βήματα ευθεία, σταματά για 2 δευτερόλεπτα,
- και ενεργοποιεί τον ήχο Car Horn (κόρνα), λειτουργώντας ως ειδοποίηση προτεραιότητας σε άλλη διασταύρωση.

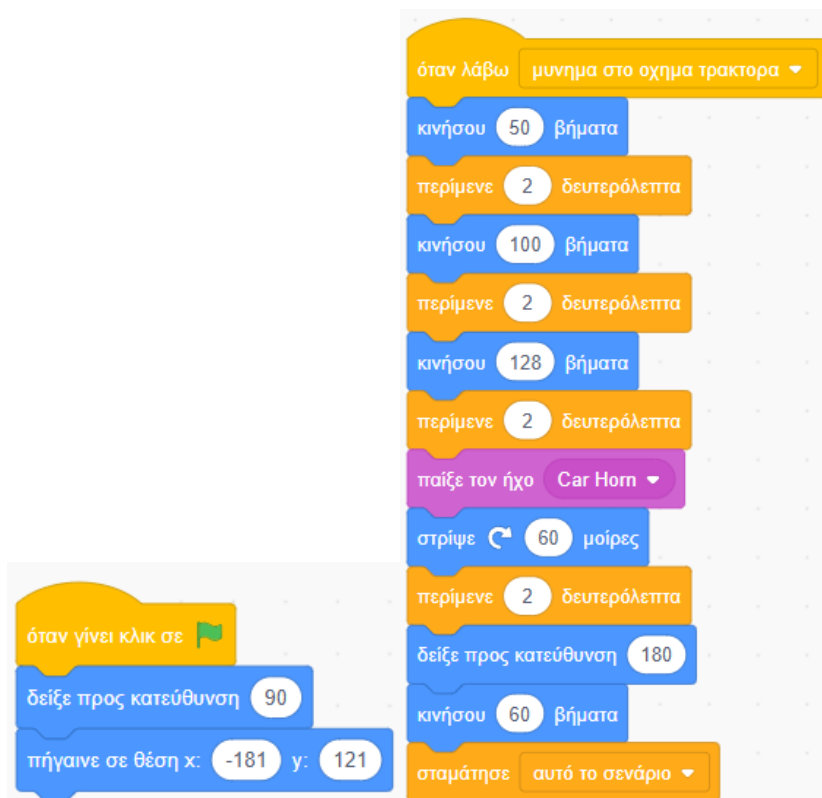
Το όχημα ολοκληρώνει την πορεία του με:

- στροφή 70°, νέα καθυστέρηση και τελική αλλαγή κατεύθυνσης προς 180° (κάτω),
- κίνηση 40 βημάτων πριν δοθεί η εντολή σταμάτησε αυτό το σενάριο.

Αυτό το κομμάτι της διαδρομής επιτρέπει στους μαθητές να προγραμματίσουν σύνθετες καμπύλες, να διαχειριστούν εναλλαγές στροφών και χρονισμών, καθώς και να αντιληφθούν πώς ο συγχρονισμός

των ενεργειών ενισχύει τη ρεαλιστικότητα στην προσομοίωση κυκλοφορίας. Το συγκεκριμένο σενάριο είναι ιδανικό για την ανάπτυξη λογικής ακολουθίας, κατανόησης των κανόνων προτεραιότητας και ενεργού παρατήρησης της κυκλοφοριακής συμπεριφοράς.

Για το όχημα γεωργικό τράκτορα έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Ο γεωργικός τράκτορας τοποθετείται στην αρχή του σεναρίου στην επάνω αριστερή πλευρά του υποβάθρου, με κατεύθυνση προς τα δεξιά (90°), στις συντεταγμένες (x: -181, y: 121). Η εκκίνηση της πορείας του ενεργοποιείται όταν λάβει το μήνυμα στο όχημα τρακτορα, το οποίο μεταδίδεται από το μπλε όχημα στο πλαίσιο της κυκλοφοριακής ακολουθίας.

Το σενάριο για το όχημα περιλαμβάνει διαδοχικά στάδια κίνησης, ενσωματώνοντας αναμονές, αλλαγές κατεύθυνσης και ηχητικά σήματα που ενισχύουν τη ρεαλιστικότητα της διαδρομής.

Αναλυτικότερα:

- Ξεκινά με κίνηση 50 βήματα και σταματά για 2 δευτερόλεπτα, πιθανώς λόγω διάβασης ή πινακίδας STOP.
- Συνεχίζει με 100 βήματα, νέα παύση 2 δευτερολέπτων, και επιπλέον κίνηση 128 βημάτων, φτάνοντας κοντά σε άλλο σημείο ελέγχου.

- Παύση 2 δευτερολέπτων και ενεργοποίηση ήχου Car Horn, που λειτουργεί ως προειδοποίηση ή σήμα προς άλλα οχήματα ή πεζούς.
- Ακολουθεί στροφή 60° και καθυστέρηση, πριν την αλλαγή κατεύθυνσης σε 180° (κάτω), και ολοκληρωτική μετακίνηση 60 βημάτων για την τελική προσέγγιση ή έξοδο του οχήματος από την πορεία του.
- Ο αλγόριθμος κλείνει με την εντολή: *σταμάτησε αυτό το σενάριο*

Η συνολική κίνηση του γεωργικού τρακτέρ υποδεικνύει μια περισσότερο σταδιακή και προβλέψιμη διαδρομή, που εκπαιδεύει τους μαθητές στη χρήση χρονικών καθυστερήσεων, ακριβούς κατεύθυνσης και σταδιακής μετάβασης μεταξύ ευθείων και καμπύλων κινήσεων. Το σενάριο αυτό είναι χρήσιμο στην εξοικείωση με κανόνες ιεράρχησης, σήματα προτεραιότητας και ορθολογική σχεδίαση κινήσεων σε σχέση με την υποδομή του δρόμου.

Για το κόκκινο όχημα έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το κόκκινο όχημα ξεκινά τη διαδρομή του από τη δεξιά πλευρά του υποβάθρου, κοντά στην έξοδο της πόλης, με αρχικές συντεταγμένες (x: 229, y: -117) και κατεύθυνση 180° (προς τα κάτω).

Αρχικά, πραγματοποιεί αναμονή 10 δευτερολέπτων, λειτουργώντας ως φάση συγχρονισμού με τα υπόλοιπα οχήματα και τις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις του περιβάλλοντος.

Η ενεργοποίηση της διαδρομής πραγματοποιείται με την παραλαβή του μηνύματος μήνυμα στο όχημα 2, το οποίο λαμβάνει το όχημα μετά την ολοκλήρωση της διαδρομής του σχολικού λεωφορείου.

Η κίνηση του κόκκινου αυτοκινήτου είναι σύνθετη και περιλαμβάνει μετακινήσεις, στροφές και χρονισμένες στάσεις, υποδηλώνοντας διέλευση από σημεία STOP ή κόκκινα φανάρια.

Πιο αναλυτικά:

- Το όχημα κινείται προς τα αριστερά με -125 βήματα, κάνει παύση 2 δευτερολέπτων, και στη συνέχεια στρίβει 70° αριστερά, διαμορφώνοντας νέα κατεύθυνση.
- Μετά από δεύτερη παύση, αλλάζει κατεύθυνση σε 90° (δεξιά), και ολοκληρώνει αυτό το τμήμα με μετακίνηση -25 βήματα.

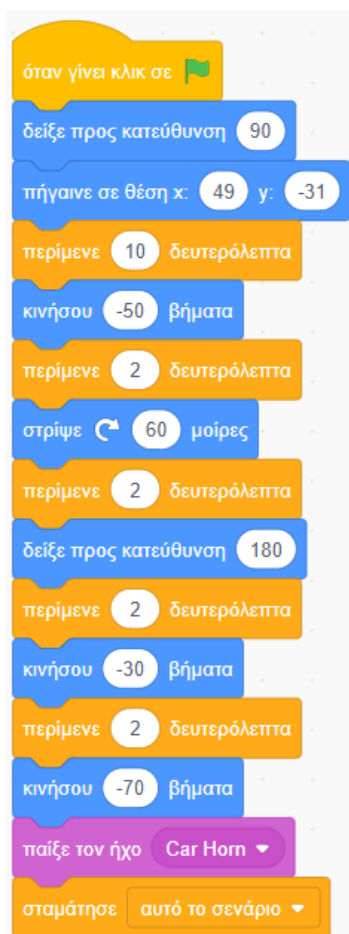
Κατόπιν, λαμβάνει νέο μήνυμα δευτερο μήνυμα στο όχημα 2 από το φανάρι 5 όπου ενεργοποιεί τη συνέχεια της διαδρομής:

- Το όχημα εκπέμπει τον ήχο Car Horn, για να δηλώσει παρουσία ή διέλευση από διασταύρωση.
- Συνεχίζει με 100 βήματα προς τα πίσω, κάνει νέα παύση και στρίβει 80°, προσαρμόζοντας τη γωνία πορείας.
- Ακολουθεί αλλαγή κατεύθυνσης σε 180°, υποδηλώνοντας κίνηση προς τα κάτω, και ολοκληρώνει τη διαδρομή με κίνηση 50 βημάτων.

Η εντολή σταμάτησε αυτό το σενάριο δηλώνει το τέλος της κυκλοφορίας για το συγκεκριμένο sprite.

Η πορεία του κόκκινου οχήματος αποτυπώνει τη λογική της διαλειμματικής και συντονισμένης κίνησης εντός ενός δομημένου κυκλοφοριακού ιστού. Μέσω του σεναρίου, οι μαθητές κατανοούν την αλληλεπίδραση φάσεων, τον προγραμματισμό με στροφές και την αξιοποίηση ήχων και χρονισμού για την ολοκλήρωση μιας ασφαλούς διαδρομής.

Για το φούξια όχημα έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το φούξια όχημα τοποθετείται αρχικά στις συντεταγμένες (x: 49, y: -31) με κατεύθυνση 90°, δηλαδή προς τα δεξιά. Η έναρξη του σεναρίου γίνεται με την ενεργοποίηση της πράσινης σημαίας και συνοδεύεται από αναμονή 10 δευτερολέπτων, ώστε να συγχρονιστεί με την πορεία των υπόλοιπων οχημάτων του κυκλοφοριακού δικτύου.

Αναλυτικά, η προγραμματισμένη διαδρομή περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

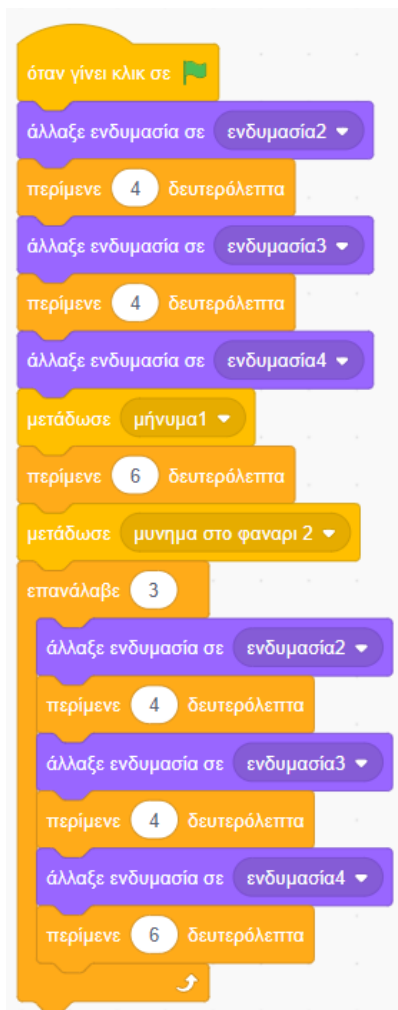
- Μετακίνηση κατά -50 βήματα προς τα αριστερά, υποδηλώνοντας ενδεχομένως επιστροφή ή διέλευση από αδιέξοδο.
- Παύση 2 δευτερολέπτων και στροφή 60 μοιρών αριστερόστροφα, με στόχο τη μετάβαση σε νέο προσανατολισμό.
- Μετά από νέα παύση 2 δευτερολέπτων, αλλάζει η κατεύθυνση σε 180° (προς τα κάτω).
- Ακολουθεί μικρή πορεία 30 βημάτων και νέα αναμονή, πριν ολοκληρώσει την πορεία του με μετακίνηση 70 βημάτων στην ίδια κατεύθυνση.

- Πριν το τέλος, το όχημα ενεργοποιεί τον ήχο Car Horn, για να υποδείξει την παρουσία του στην κυκλοφορία και την ανάγκη προτεραιότητας.

Η διαδρομή ολοκληρώνεται με την εντολή: *σταμάτησε αυτό το σενάριο*

Αρχικοποίηση και κινήσεις Φαναριών:

Για το Φανάρι 2 έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το φανάρι 2 λειτουργεί ως βασικός ρυθμιστής της εκκίνησης του σχολικού λεωφορείου και της συνολικής κυκλοφοριακής αλληλουχίας του σεναρίου. Η εκκίνηση της αλληλουχίας ξεκινά με την εντολή "όταν γίνει κλικ στη σημαία", η οποία προετοιμάζει την αρχική κατάσταση του φαναριού μέσω εναλλαγών ενδυμασιών (κοστούμια).

Εναλλαγή Ενδυμασιών – Ρύθμιση Φάσεων Κυκλοφορίας:

1. Ενδυμασία2: Αντιπροσωπεύει την κόκκινη φάση (σταμάτα).

2. Ενδυμασία3: Αντιπροσωπεύει το πορτοκαλί (προσοχή).

3. Ενδυμασία4: Αντιστοιχεί στη πράσινη φάση (ξεκίνα).

Αρχικά, το φανάρι ρυθμίζει την αλλαγή φάσεων με χρονική καθυστέρηση 4 δευτερολέπτων ανά φάση, επιτρέποντας στους μαθητές να παρατηρούν τη φυσική ροή φωτεινής σηματοδότησης.

Εκπομπή Μηνυμάτων:

Μετά τη μετάβαση στο πράσινο (ενδυμασία4), αποστέλλεται:

- μήνυμα1 → Εκκινεί το σχολικό λεωφορείο.
- Μετά από 6 δευτερόλεπτα, αποστέλλεται το μήνυμα στο φανάρι 2, που ενεργοποιεί τα επόμενα οχήματα της σκηνης.

Επαναληπτική Ροή:

Το πρόγραμμα εισέρχεται σε επανάληψη (βρόχο) με στόχο τη διαρκή λειτουργία του φωτεινού σηματοδότη:

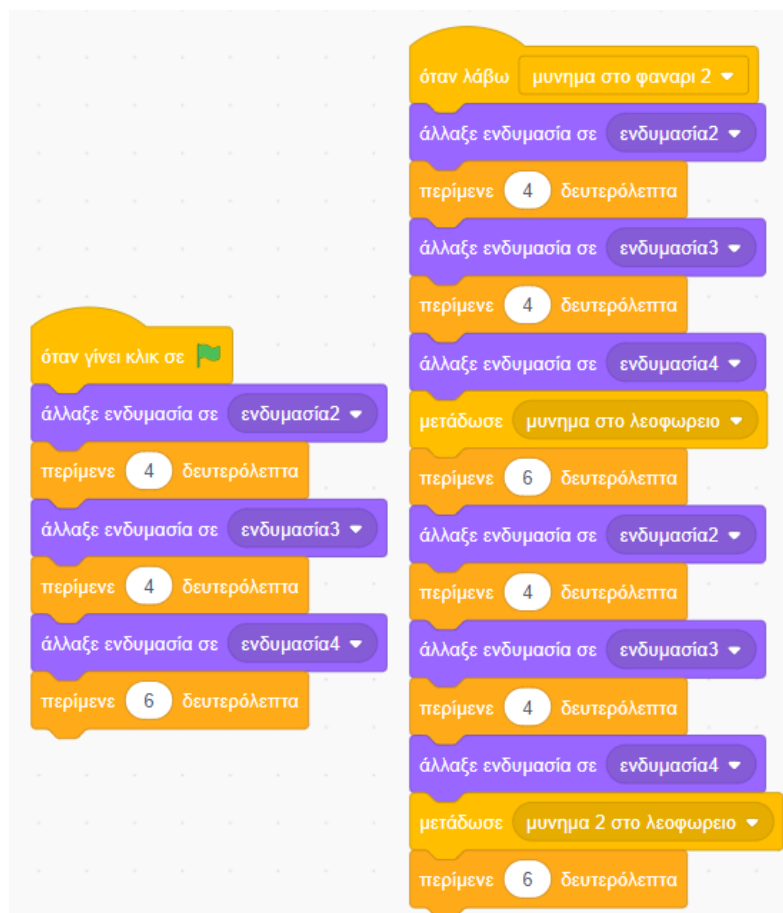
- Κόκκινο → Αναμονή 4"
- Πορτοκαλί → Αναμονή 2"
- Πράσινο → Αναμονή 6"
και επανάληψη.

Αυτός ο κύκλος αναδεικνύει τη σημασία του συγχρονισμού φάσεων σε ένα προγραμματισμένο κυκλοφοριακό περιβάλλον.

Παιδαγωγική Διάσταση:

Οι μαθητές, προγραμματίζοντας το φανάρι, αποκτούν εμπειρική γνώση της λειτουργίας φωτεινής σηματοδότησης, κατανόηση χρονικών μεταβλητών, και των επιδράσεών τους στην κυκλοφοριακή ροή. Επιπλέον, ενισχύεται η αντίληψη της αλληλεπίδρασης μέσω αποστολής μηνυμάτων (broadcast) και συντονισμένης δράσης πολλών sprites.

Για το Φανάρι 4 έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το φανάρι 4 παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της κυκλοφορίας στη νότια έξοδο της πόλης, δίπλα στο πορτοκαλί όχημα. Η λειτουργία του είναι συντονισμένη με τη συνολική αλληλουχία των άλλων φαναριών, συμβάλλοντας στη σταδιακή ενεργοποίηση των οχημάτων μέσω μηνυμάτων.

Εναρξη Κυκλοφοριακού Κύκλου:

Κατά την εκκίνηση του σεναρίου (εντολή «όταν γίνει κλικ στη σημαία»), το φανάρι περνά διαδοχικά από τις ενδυμασίες:

- Ενδυμασία2 → Κόκκινο φως (4 δευτερόλεπτα)
- Ενδυμασία3 → Πορτοκαλί (4 δευτερόλεπτα)
- Ενδυμασία4 → Πράσινο φως (6 δευτερόλεπτα)

Αυτός ο αρχικός κύκλος λειτουργεί ως συγχρονιστής με τα υπόλοιπα φανάρια.

Λήψη Μηνύματος & Συγχρονισμένη Ενεργοποίηση:

Με την παραλαβή του μηνύματος "μήνυμα στο φανάρι 2" (το οποίο έχει σταλεί από το φανάρι 2 όταν τελειώσει ο κύκλος του), ξεκινά νέα ακολουθία:

1. Ενδυμασία2 (κόκκινο) – 4"
2. Ενδυμασία3 (πορτοκαλί) – 4"
3. Ενδυμασία4 (πράσινο) – 6"

Αποστέλλεται το μήνυμα "μήνυμα στο λεωφορείο" για να συνεχίσει την πορεία του. Ο κύκλος συνεχίζεται, με νέα εναλλαγή των ενδυμασιών και καθορισμένες χρονικές καθυστερήσεις.

Επιπλέον Λειτουργία:

Με την ολοκλήρωση του δεύτερου κύκλου, αποστέλλεται "μήνυμα 2 στο λεωφορείο" — προχωρώντας έτσι στη συνέχεια του σεναρίου που περιλαμβάνει και τα υπόλοιπα sprites (όπως το κόκκινο αυτοκίνητο).

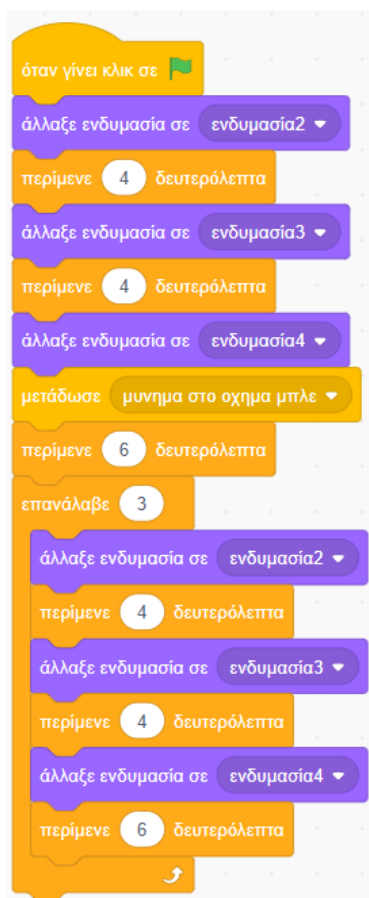
Παιδαγωγική Αξία:

Η προγραμματιστική ροή του φαναριού 4 επιτρέπει στους μαθητές:

- Να αναγνωρίσουν την έννοια της σειριακής ενεργοποίησης ενεργειών.
- Να παρακολουθούν τη χρονική εναλλαγή ενδυμασιών για προσομοίωση ρεαλιστικής κυκλοφορίας.
- Να συντονίσουν πολλαπλά αντικείμενα (sprites) με τη χρήση μηνυμάτων μετάδοσης (broadcast).
- Να εξασκηθούν σε λογική ροής και συνεργασία αντικειμένων μέσα στο Scratch.

Το φανάρι λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος στη λογική ροή της κυκλοφορίας, ενισχύοντας την κατανόηση των σχέσεων αιτίας–αποτελέσματος και συγχρονισμού στην προγραμματιστική σκέψη.

Για το Φανάρι 10 έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το φανάρι 10 τοποθετείται σε κομβικό σημείο της πόλης, καθώς συντονίζει την έξοδο του μπλε οχήματος και εντάσσεται στον ευρύτερο συγχρονισμό της κυκλοφορίας. Ενεργοποιείται με την εκκίνηση του σεναρίου και παίζει καθοριστικό ρόλο στο πότε θα ξεκινήσει το συγκεκριμένο όχημα.

Εναρξη Λειτουργίας:

Με την εκκίνηση (όταν γίνει κλικ στη σημαία), το φανάρι ακολουθεί έναν προκαθορισμένο κύκλο αλλαγής ενδυμασιών:

1. Ενδυμασία2 – Κόκκινο φως – 4 δευτερόλεπτα
2. Ενδυμασία3 – Πορτοκαλί φως – 4 δευτερόλεπτα
3. Ενδυμασία4 – Πράσινο φως – 6 δευτερόλεπτα

Αμέσως μετά, μεταδίδεται το μήνυμα "μήνυμα στο όχημα μπλε", ώστε να ενεργοποιηθεί η κίνησή του.

Συνεχιζόμενος Κύκλος:

Το φανάρι επαναλαμβάνει συνεχώς τον ίδιο κύκλο εναλλαγής ενδυμασιών, εξασφαλίζοντας τη ρεαλιστική προσομοίωση φωτεινών σηματοδοτών:

- Κόκκινο – 4"
- Πορτοκαλί – 4"
- Πράσινο – 6"

Αυτή η συνεχής λειτουργία βοηθά τους μαθητές να παρακολουθούν την έννοια της κυκλικής ροής και να εξασκηθούν σε προγραμματιστικές δομές επανάληψης.

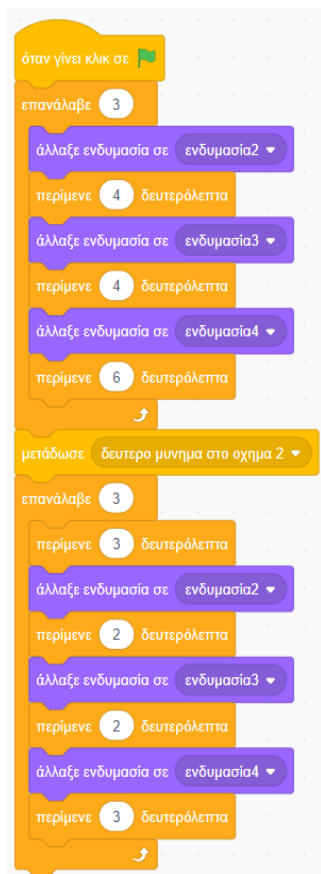
Εκπαιδευτική Σημασία:

Η ενσωμάτωση του φαναριού 10 στο σενάριο:

- Ενισχύει την κατανόηση της αλληλουχίας ενεργειών.
- Επιτρέπει την αλληλεπίδραση αντικειμένων μέσα από μηνύματα (broadcast).
- Υποστηρίζει τη λογική συγχρονισμού σε πολύπλοκα σενάρια κυκλοφοριακής προσομοίωσης.
- Προάγει την προβλεψιμότητα και την αντιμετώπιση σφαλμάτων από τους μαθητές.

Αυτό το φανάρι δεν αποτελεί απλώς διακοσμητικό στοιχείο, αλλά έναν λειτουργικό κόμβο ενεργοποίησης κυκλοφορίας και λογικής αλληλεπίδρασης, που ενεργοποιεί το μπλε όχημα με ακρίβεια στον χρόνο και στη θέση του σεναρίου.

Για το Φανάρι 5 έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το Φανάρι 5 τοποθετείται στο πρώτο αριστερό στενό όπου φτάνει το κόκκινο όχημα μετά την εκκίνησή του. Αποτελεί σημαντικό σημείο ρύθμισης της κυκλοφορίας, καθώς δίνει σήμα προτεραιότητας μόνο όταν ολοκληρωθούν συγκεκριμένοι κύκλοι φωτεινής σηματοδότησης. Ενεργοποιείται με την εκκίνηση του σεναρίου και παίζει καθοριστικό ρόλο στον χρονικό συγχρονισμό και την ομαλή κίνηση του κόκκινου οχήματος.

Έναρξη Λειτουργίας

Με την εκκίνηση (όταν γίνει κλικ στη σημαία), το φανάρι ακολουθεί τρεις πλήρεις κύκλους αλλαγής ενδυμασιών:

1. Ενδυμασία2 – Κόκκινο φως – 4 δευτερόλεπτα
2. Ενδυμασία3 – Πορτοκαλί φως – 4 δευτερόλεπτα
3. Ενδυμασία4 – Πράσινο φως – 6 δευτερόλεπτα

Συνεχιζόμενος Κύκλος

Μετά την ολοκλήρωση των κύκλων, μεταδίδεται το μήνυμα "δεύτερο μήνυμα στο όχημα 2", το οποίο ενεργοποιεί την προγραμματισμένη πορεία του κόκκινου οχήματος. Το φανάρι συνεχίζει τη λειτουργία του με συντομευμένους κύκλους:

- Κόκκινο – 2 δευτερόλεπτα
- Πορτοκαλί – 2 δευτερόλεπτα
- Πράσινο – 2 δευτερόλεπτα

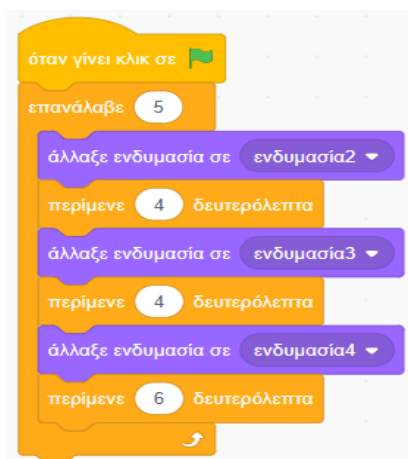
Η εναλλαγή των ενδυμασιών συνεχίζεται με βρόχο (loop), ώστε να προσομοιώνεται ρεαλιστικά η λειτουργία φωτεινής σηματοδότησης και να λειτουργεί ως δυναμικό στοιχείο στο σενάριο.

Εκπαιδευτική Σημασία

Η ενσωμάτωση του φαναριού 5 στο σενάριο:

- Ενισχύει την κατανόηση της χρονικής σειράς ενεργειών
- Διδάσκει τη χρήση επαναλήψεων (repeat) και χρονισμού
- Εφαρμόζει τη λογική συγχρονισμού μεταξύ αντικειμένων με χρήση μεταδόσεων (broadcast)
- Εξασκεί τους μαθητές στον σχεδιασμό σεναρίων με ρεαλιστικές συνθήκες κυκλοφορίας
- Ενισχύει τη σκέψη πρόβλεψης και τη ρύθμιση πολύπλοκων κινήσεων με βάση σημεία ελέγχου

Για το Φανάρι 6 έχει σχεδιαστεί το παρακάτω σενάριο:



Το Φανάρι 6 τοποθετείται στο κεντρικό σημείο του υποβάθρου, απέναντι από την πλατεία και το STOP απ' όπου ξεκινά το φούξια όχημα. Παρόλο που δεν εμπλέκεται άμεσα στη ροή των σεναριακών κινήσεων ή σε προγραμματισμένες αλληλεπιδράσεις με οχήματα, αποτελεί ενεργό στοιχείο της κυκλοφοριακής διαχείρισης, καθώς βρίσκεται σε διάβαση και παρέχει ένα ρεαλιστικό στοιχείο στην αναπαράσταση του αστικού περιβάλλοντος.

Εναρξη Λειτουργίας:

Με την εκκίνηση του σεναρίου (όταν γίνει κλικ στη σημαία), το φανάρι ακολουθεί 5 επαναλήψεις του βασικού κύκλου φωτεινών σηματοδοτήσεων:

1. Ενδυμασία² – Κόκκινο φως – 4 δευτερόλεπτα
2. Ενδυμασία³ – Πορτοκαλί φως – 4 δευτερόλεπτα
3. Ενδυμασία⁴ – Πράσινο φως – 6 δευτερόλεπτα

Αυτός ο κύκλος δεν σχετίζεται με κάποιο όχημα, αλλά παραμένει ενεργός για να αποδώσει μια αυθεντική και πολυεπίπεδη προσομοίωση κυκλοφορίας, εμπλουτίζοντας το μαθησιακό περιβάλλον.

Εκπαιδευτική Σημασία:

Η ενσωμάτωση του φαναριού 6 στο σενάριο:

- Εμπλουτίζει το οπτικό και θεματικό περιβάλλον του υποβάθρου
- Εισάγει την έννοια της διάβασης και των φαναριών για πεζούς στο εκπαιδευτικό σενάριο
- Επιτρέπει στους μαθητές να αναγνωρίσουν στοιχεία ρύθμισης κυκλοφορίας πέρα από τα κινούμενα οχήματα
- Ενισχύει την παρατήρηση ως δεξιότητα, αφού δεν έχει άμεση λειτουργική αλληλεπίδραση

Αν και δεν επηρεάζει τις κινήσεις των οχημάτων, το φανάρι αυτό υπηρετεί τη γενικότερη φιλοσοφία του STEM, προσφέροντας μια πιο ρεαλιστική και καθηλωτική εκπαιδευτική εμπειρία.

4.1.4 Υλοποίηση Σεναρίου: Έξυπνος Λαχανόκηπος με TinkerCAD

Ηλικιακή Ομάδα: Β' Γυμνασίου – Α' Λυκείου (13–16 ετών)

Παιδαγωγική Τεκμηρίωση: Το σενάριο "Έξυπνος Λαχανόκηπος" στοχεύει στην εξοικείωση των μαθητών με βασικές αρχές της Φυσικής, της Μηχανικής και της Πληροφορικής μέσω της κατασκευής ενός αυτόματου συστήματος ποτίσματος, βασισμένο στη χρήση αισθητήρα υγρασίας και λογικής αυτοματισμού. Η δραστηριότητα υλοποιείται εξολοκλήρου στην πλατφόρμα TinkerCAD, μέσα από την προσομοίωση κυκλωμάτων με Arduino, ενώ αξιοποιείται πλήρως η μεθοδολογία του Engineering Design Process (EDP). Οι μαθητές καλούνται να συνεργαστούν σε ομάδες, να διαμορφώσουν ένα πρωτότυπο ηλεκτρονικού συστήματος, να το προγραμματίσουν, να το δοκιμάσουν και να το βελτιώσουν με βάση τα δεδομένα υγρασίας που συλλέγουν.

Σύνδεση με STEM:

- *Science:* Αναγνώριση παραμέτρων υγρασίας και επίδραση της έλλειψης νερού στην ανάπτυξη φυτών.
- *Technology:* Χρήση της πλατφόρμας TinkerCAD και εικονική προσομοίωση συστημάτων Arduino.
- *Engineering:* Σχεδίαση και κατασκευή κυκλώματος αυτόματου ποτίσματος με χρήση αισθητήρων.
- *Mathematics:* Ανάλυση τιμών υγρασίας, κατωφλίων ενεργοποίησης, μετρήσεων τάσης και λήψης αποφάσεων.

Εργαλεία:

- TinkerCAD Circuits: <https://www.tinkercad.com/circuits>
- Arduino Uno με αισθητήρα υγρασίας εδάφους (Soil Moisture Sensor)
- LED για προειδοποιητικά σήματα ή ενεργοποίηση συστήματος
- Μοτέρ ή συμβολισμός αντλίας για άρδευση
- Φύλλο εργασίας σχεδίασης κυκλώματος και παρακολούθησης τιμών υγρασίας
- Χαρτί για αρχικό προσχέδιο κυκλώματος και ροής εντολών

Φάσεις EDP στην Πράξη:

- *Ρωτώ*: Πώς μπορούμε να φροντίσουμε έναν λαχανόκηπο όταν λείπουμε;
- *Σκέφτομαι*: Τι αισθητήρες και ποιον αυτοματισμό θα χρειαστούμε;
- *Σχεδιάζω*: Δημιουργία διαγράμματος κυκλώματος στο TinkerCAD και αρχιτεκτονική λογικής.
- *Δημιουργώ*: Σύνδεση εξαρτημάτων και συγγραφή απλού κώδικα Arduino.
- *Δοκιμάζω*: Εκτέλεση προσομοίωσης και παρατήρηση της συμπεριφοράς του συστήματος.
- *Βελτιώνω*: Προσθήκη LED ειδοποιήσεων, αλλαγή κατωφλίων, προγραμματισμός ενεργειών με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα:

- Κατανόηση βασικών λειτουργιών κυκλωμάτων και αισθητήρων
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων στη λογική αυτοματισμού και την ανάλυση δεδομένων
- Καλλιέργεια υπευθυνότητας για το φυσικό περιβάλλον
- Εφαρμογή υπολογιστικής και μηχανικής σκέψης σε πραγματικά προβλήματα

Εκπαιδευτικός Στόχος

Το σενάριο ενσωματώνει το μοντέλο EDP (Engineering Design Process) και τη διερευνητική μάθηση (Inquiry-Based Learning). Οι μαθητές:

- Μελετούν δεδομένα αισθητήρων
- Υλοποιούν συνθήκες ενεργοποίησης με if-else
- Κατανοούν τη λογική αυτοματισμού
- Δοκιμάζουν, ελέγχουν και βελτιώνουν το σύστημα

Εκπαιδευτικές Επεκτάσεις:

1. Αλλαγή υγρασίας (π.χ. πιέστε το sensor με δάχτυλο):
Δείτε αν αλλάζει το LED και ενεργοποιείται το μοτέρ.
2. Αλλαγή φωτισμού (κλείστε τον LDR με το χέρι):
Παρατηρήστε την αλλαγή τάσης στο Serial Monitor.

3. Αλλαγή θερμοκρασίας (π.χ. σύρτε προς τα κάτω/πάνω τον TMP36 στο TinkerCAD):

Ελέγξτε αν η θερμοκρασία στην οθόνη αλλάζει και αν ενεργοποιείται το buzzer.

4. Αποτυχία αισθητήρα (π.χ. αποσυνδέστε το A0):

Δοκιμή αν το πρόγραμμα συνεχίζει να λειτουργεί ή εμφανίζει ακραίες τιμές.

Στόχος: Να δημιουργηθεί ένα εικονικό περιβάλλον έξυπνου λαχανόκηπου, να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί μέσα από το περιβάλλον προσομοίωσης Arduino κυκλωμάτων όπου στην συνέχεια οι μαθητές μπορούν να το μετατρέψουν σε πραγματικό κύκλωμα όπου θα το υλοποιήσουν σε δραστηριότητα εντός της τάξης.

Βήμα 1: Επιλογή Προσομοιωτή Arduino

Προτείνεται η δωρεάν *online* εφαρμογή: <https://www.tinkercad.com>



Εικόνα 14: Logo Tinkercad

Βήμα 2: Περιγραφή Σεναρίου Υλοποίησης

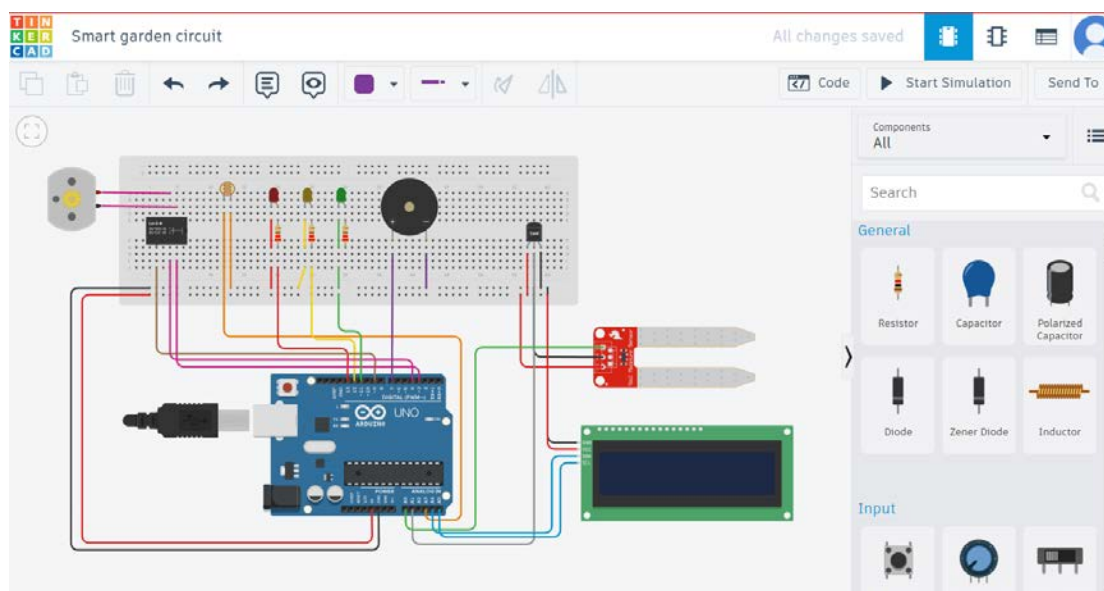
Το σενάριο «Έξυπνος Λαχανόκηπος» σχεδιάζεται και υλοποιείται μέσω της πλατφόρμας TinkerCAD Circuits και αποσκοπεί στην κατανόηση βασικών εννοιών Φυσικής, Πληροφορικής, Αυτοματισμού και Ηλεκτρονικής.

Χρησιμοποιούμενα υλικά:

- Arduino UNO
- Αισθητήρας υγρασίας εδάφους (Soil Moisture)
- Αισθητήρας θερμοκρασίας TMP36
- Αισθητήρας φωτός LDR
- 3 LEDs (Κόκκινο, Κίτρινο, Πράσινο)
- Buzzer (βομβητής)
- Ρελέ (Relay) με σύνδεση αντλίας/μοτέρ

- Οθόνη LCD I2C 16x2 (PCF8574 με διεύθυνση 0x20)
- Αντλία νερού (προσομοιωμένη)
- Αντιστάσεις 220Ω για τα LEDs

Παρακάτω βλέπε παράδειγμα διαμόρφωσης σεναρίου.



Εικόνα 15: Διάγραμμα Κυκλώματος Σεναρίου 4

Βήμα 3: Περιγραφή Λειτουργίας

Οι μαθητές δημιουργούν τον αυτόματο «λαχανόκηπο» που συλλέγει πραγματικά δεδομένα από το περιβάλλον και αποφασίζει πότε θα ενεργοποιήσει το σύστημα ποτίσματος με βάση τα εξής κριτήρια:

1. Υγρασία εδάφους: Αν πέσει κάτω από 40%, ενεργοποιείται η αντλία και ανάβει το κόκκινο LED με buzzer.
2. Θερμοκρασία: Αν ξεπεράσει τους 35°C, ενεργοποιείται επίσης η αντλία.
3. Φως ημέρας: Ενδεικτικά μετρίεται με τον αισθητήρα LDR (αξιοποιείται για μελλοντικές επεκτάσεις).
4. Κανονική κατάσταση: Αν η υγρασία είναι πάνω από 60%, όλα παραμένουν ήσυχα και ανάβει το πράσινο LED.

Η οθόνη LCD εμφανίζει ανά 2 δευτερόλεπτα τις τρέχουσες μετρήσεις:

- Θερμοκρασία (°C)
- Υγρασία (%)
- Ένταση φωτός (V)

Βήμα 4: Υλοποίηση Ψευδοκώδικα

APXH

Ορισμός μεταβλητών: soil, temp, light

Εκκίνηση LCD και Serial Monitor

Επανάλαβε συνεχώς:

Διάβασε υγρασία από αισθητήρα (A0)

Διάβασε θερμοκρασία από TMP36 (A1)

Διάβασε φωτεινότητα από LDR (A3)

Υπολόγισε θερμοκρασία σε °C

Υπολόγισε ποσοστό υγρασίας %

Υπολόγισε τάση φωτεινότητας

Εμφάνισε τις τιμές στην LCD

ΕΛΕΓΧΟΣ:

Αν υγρασία < 40% Ή θερμοκρασία > 35°C:

Άναψε κόκκινο LED

Ενεργοποίησε ρελέ (αντλία)

Ενεργοποίησε buzzer

Αλλιώς αν υγρασία < 60%:

Άναψε κίτρινο LED

Ενεργοποίησε ρελέ (αντλία)

Σίγασε buzzer

Αλλιώς:

Άναψε πράσινο LED

Απενεργοποίησε ρελέ

Σίγασε buzzer

ΤΕΛΟΣ

Βήμα 5: Υλοποίηση Κώδικα C++

```
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// LCD address: 0x20 (PCF8574-based)

LiquidCrystal_I2C lcd(0x20, 16, 2);

// Pin assignments
```

```
const int soilPin  = A0;

const int tempPin  = A1;

const int lightPin = A3;

const int relayPin = -9;

const int redLED   = 13;

const int yellowLED = 12;

const int greenLED = -11;

const int buzzerPin = 7;

void setup() {

  Serial.begin(9600);


  lcd.init();

  lcd.backlight();

  lcd.setCursor(0, 0);

  lcd.print("Smart Garden");

  delay(1500);

  lcd.clear();

  pinMode(relayPin, OUTPUT);

  pinMode(redLED, OUTPUT);

  pinMode(yellowLED, OUTPUT);

  pinMode(greenLED, OUTPUT);
```

```

pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

digitalWrite(relayPin, LOW);

digitalWrite(buzzerPin, LOW);

}

void loop() {

    int soilValue = analogRead(soilPin);

    int tempValue = analogRead(tempPin);

    int lightValue = analogRead(lightPin);

    float voltage = tempValue * (5.0 / 1023.0);

    float temperature = (voltage - 0.5) * 100.0;

    float lightLevel = lightValue * (5.0 / 1023.0);

    float moisturePercent = map(soilValue, 1023, 0, 0, 100);

    Serial.print("Temp:  "); Serial.print(temperature); Serial.println(" C");

    Serial.print("Light:  "); Serial.print(lightLevel); Serial.println(" V");

    Serial.print("Moisture: "); Serial.print(moisturePercent); Serial.println(" %");

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("T:"); lcd.print(temperature);

    lcd.print("C M:"); lcd.print(moisturePercent);

    lcd.setCursor(0, 1);

```

```
lcd.print("L:"); lcd.print(lightLevel);

lcd.print("V  ");

if (moisturePercent < 40 || temperature > 35) {

    digitalWrite(relayPin, HIGH);

    digitalWrite(redLED, HIGH);

    digitalWrite(yellowLED, LOW);

    digitalWrite(greenLED, LOW);

    tone(buzzerPin, 500);

} else if (moisturePercent < 60) {

    digitalWrite(relayPin, HIGH);

    digitalWrite(redLED, LOW);

    digitalWrite(yellowLED, HIGH);

    digitalWrite(greenLED, LOW);

    noTone(buzzerPin);

} else {

    digitalWrite(relayPin, LOW);

    digitalWrite(redLED, LOW);

    digitalWrite(yellowLED, LOW);

    digitalWrite(greenLED, HIGH);

    noTone(buzzerPin);

}
```

```
delay(2000);
```

```
}
```

Βήμα 6: Εναλλακτικά Σενάρια Ενεργοποίησης του Κυκλώματος

Η λογική λειτουργίας του έξυπνου κυκλώματος βασίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες ενεργοποίησης και απόκρισης με βάση τις τιμές των αισθητήρων. Κάθε σενάριο ενεργοποιεί συγκεκριμένα στοιχεία του κυκλώματος (αντλία νερού, LEDs, buzzer), προσφέροντας οπτική και ηχητική ανατροφοδότηση στον χρήστη.

Σενάριο 1: Έντονο Πρόβλημα (Κόκκινο LED + Buzzer + Ενεργοποίηση Αντλίας)

Συνθήκες:

- Υγρασία εδάφους κάτω από 40%
- Ή/και θερμοκρασία πάνω από 35°C

Ενέργειες κυκλώματος:

- Ανάβει το κόκκινο LED
- Ενεργοποιείται ο βομβητής (buzzer)
- Ενεργοποιείται η αντλία νερού μέσω ρελέ (DC μοτέρ)

Ερμηνεία:

Η κατάσταση είναι κρίσιμη. Το φυτό κινδυνεύει από έλλειψη νερού ή θερμική καταπόνηση. Το σύστημα ανταποκρίνεται αυτόματα με πότισμα και ειδοποίηση.

Σενάριο 2: Μέτρια Απειλή (Κίτρινο LED + Ενεργοποίηση Αντλίας)

Συνθήκες:

- Υγρασία εδάφους μεταξύ 40% και 60%

Ενέργειες κυκλώματος:

- Ανάβει το κίτρινο LED
- Ενεργοποιείται η αντλία νερού
- Ο βομβητής δεν ενεργοποιείται

Ερμηνεία:

Η κατάσταση βρίσκεται υπό παρακολούθηση. Η υγρασία μειώνεται σταδιακά και απαιτείται πότισμα, αλλά όχι επείγουσα παρέμβαση.

Σενάριο 3: Ιδανικές Συνθήκες (Πράσινο LED)

Συνθήκες:

- Υγρασία εδάφους πάνω από 60%
- Θερμοκρασία κάτω από 35°C

Ενέργειες κυκλώματος:

- Ανάβει το πράσινο LED
- Η αντλία παραμένει απενεργοποιημένη
- Ο βομβητής δεν ενεργοποιείται

Ερμηνεία:

Το περιβάλλον είναι ευνοϊκό για την ανάπτυξη των φυτών. Το σύστημα δεν απαιτεί καμία ενέργεια.

Επιπλέον Παρατήρηση:

Η τιμή φωτεινότητας (LDR - φωτοαντίσταση) δεν συμμετέχει ενεργά στη λήψη απόφασης, αλλά εμφανίζεται στην LCD και στο Serial Monitor για λόγους παρακολούθησης του περιβάλλοντος (π.χ. για μελλοντική επέκταση του σεναρίου με φωτοευαίσθητα φυτά).

Βήμα 7: Τεκμηρίωση Υλοποίησης – Αναλυτική Συνδεσμολογία Κυκλώματος

1. Αισθητήρας Υγρασίας Εδάφους (Soil Moisture Sensor)

- VCC → +5V του Arduino
 - GND → GND του Arduino
 - Analog Out (AOUT) → A0
- Στέλνει αναλογική τιμή υγρασίας εδάφους στο Arduino

2. Αισθητήρας Θερμοκρασίας TMP36

- Αριστερό pin (Vs) → +5V του Arduino
- Μέσο pin (Vout) → A1

- Δεξί pin (GND) → GND
→ Μετατρέπει την έξοδο σε τάση για θερμοκρασία (°C)

3. Αισθητήρας Φωτός LDR

- Συνδεδεμένος σε αντιστάτη 10kΩ (voltage divider)
- Το σημείο διαχωρισμού του διαιρέτη συνδέεται στο A3
- Ο ένας πόλος της LDR → +5V, ο άλλος → GND μέσω της αντίστασης
→ Μετατρέπει την ένταση φωτός σε αναλογική τιμή (Volt)

4. LCD Οθόνη με I2C (16x2, διεύθυνση 0x20)

- GND → GND του Arduino
- VCC → +5V
- SDA → A4
- SCL → A5
→ Εμφανίζει τις τιμές θερμοκρασίας, φωτός και υγρασίας

5. Buzzer (Βομβητής)

- Θετικός πόλος → Pin 7
- Αρνητικός πόλος → GND
→ Ενεργοποιείται όταν υπάρχει ανάγκη άρδευσης

6. LED Ενδείξεων

- Κόκκινο LED → Pin 13 (μέσω αντίστασης 220Ω)
→ Υψηλή θερμοκρασία ή χαμηλή υγρασία
- Κίτρινο LED → Pin 12 (μέσω αντίστασης 220Ω)
→ Ενδιάμεση υγρασία (προειδοποίηση)
- Πράσινο LED → Pin -11 (μέσω αντίστασης 220Ω)
→ Ιδανικές συνθήκες

Όλα τα LEDs έχουν την αρνητική πλευρά (καθόδιο) συνδεδεμένη στο GND

7. Ρελέ / Αντλία Νερού

- Σήμα ελέγχου → Pin -9
 - VCC του ρελέ → +5V
 - GND του ρελέ → GND
- Όταν ενεργοποιείται, ξεκινά η αντλία νερού για πότισμα

Επιπλέον Παρατηρήσεις:

- Όλες οι αναλογικές είσοδοι (A0, A1, A3) λαμβάνουν δεδομένα από τους αισθητήρες.
- Οι ψηφιακές έξοδοι (D7, D9, D11, D12, D13) ελέγχουν συσκευές (buzzer, relay, LEDs).
- Το I2C πρωτόκολλο (A4 - SDA, A5 - SCL) χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με την LCD.
- Η χρήση αντιστάσεων 220Ω στα LEDs είναι απαραίτητη για να προστατευτούν τα LEDs και οι έξοδοι του Arduino.

4.2 Συγκριτική Αξιολόγηση των Σεναρίων

Η συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων διαθεματικών σεναρίων που υλοποιήθηκαν, αποσκοπεί στην ανάδειξη της παιδαγωγικής τους αξίας και του βαθμού επίτευξης των στόχων STEM. Η διαδικασία αυτή στηρίζεται σε διδακτικά, παιδαγωγικά και τεχνολογικά κριτήρια και βασίζεται σε σύγχρονα θεωρητικά μοντέλα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, όπως το TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), το SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition) και τις αρχές της κατασκευαστικής μάθησης του (Papert, 1980). Τα μοντέλα αυτά προσφέρουν το κατάλληλο πλαίσιο για την ανάλυση της συμβολής των σεναρίων στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, αλλά και για την αποτίμηση της καινοτομίας και της παιδαγωγικής ενσωμάτωσης της τεχνολογίας. Εν τέλει, η ανάλυση αναδεικνύει την κλιμακούμενη πολυπλοκότητα του σχεδιασμού και την επιτυχημένη, στοχευμένη προσαρμογή του στις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες.

4.2.1 Ανάλυση εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων

Το σενάριο του Έξυπνου Λαχανόκηπου αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα ενσωμάτωσης των τεσσάρων πυλώνων της STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), ακολουθώντας μια αυθεντική, βασισμένη σε δεδομένα προσέγγιση μάθησης. Οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν

τη συμπεριφορά πραγματικών αισθητήρων (θερμοκρασίας, φωτός, υγρασίας) και να αναλύσουν τις μετρήσεις τους σε πραγματικό χρόνο, μέσα από την πλατφόρμα Arduino. Η δραστηριότητα οδηγεί στη συγγραφή και τροποποίηση κώδικα σε γλώσσα C++, μια δεξιότητα με υψηλή ζήτηση στις σύγχρονες κοινωνίες πληροφορίας (Bybee, 2010).

Η φυσική επιστήμη εμπλέκεται άμεσα καθώς οι μαθητές ανακαλύπτουν τις σχέσεις μεταξύ θερμοκρασίας, φωτεινότητας και υγρασίας του εδάφους, αναπτύσσοντας επιστημονικό συλλογισμό. Η τεχνολογία εμφανίζεται μέσα από τη χρήση αισθητήρων, καλωδιώσεων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, ενώ η μηχανική εμπλέκεται με τον σχεδιασμό και την κατασκευή του κυκλώματος. Τα μαθηματικά υποστηρίζουν την ανάλυση δεδομένων, την κατανόηση των μονάδων μέτρησης και τη χρήση αναλογιών για τη λήψη αποφάσεων.

Επιπλέον, η σύνδεση της καταγραφής φυσικών παραμέτρων με την ενεργοποίηση εξόδων (όπως ο ρελές για την αντλία ποτίσματος) προσομοιώνει μια αλυσίδα αιτίου–αποτελέσματος, καλλιεργώντας αναλυτική σκέψη και δεξιότητες μηχανικής επίλυσης προβλημάτων. Η όλη διαδικασία ενισχύει την ενσυναίσθηση για περιβαλλοντικά θέματα και προάγει την υπεύθυνη χρήση των φυσικών πόρων μέσω της βιωματικής μάθησης.

Σε θεωρητικό επίπεδο, το σενάριο ακολουθεί τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομισμού (Vygotsky, 1978) και της κατασκευαστικής μάθησης (Papert, 1980), καθώς οι μαθητές «μαθαίνουν πράττοντας», δοκιμάζουν, αποτυγχάνουν και αναστοχάζονται μέσα από επαναληπτικές διαδικασίες. Η παρουσίαση δεδομένων στην οθόνη LCD και η αντίδραση του κυκλώματος σε πραγματικό χρόνο ενισχύει την εμπλοκή, προσφέροντας νοητική ενεργοποίηση και επιβεβαίωση.

Παράλληλα, το σενάριο «Κυκλοφοριακή Αγωγή» αξιοποιεί περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch) για τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών, αναδεικνύοντας τη διασύνδεση της πληροφορικής με την κοινωνική υπευθυνότητα. Οι μαθητές εμβαθύνουν σε αρχές ασφαλούς μετακίνησης, συνδυάζοντας λογικές δομές (if-else, μεταβλητές) με κοινωνικά σενάρια. Η ενσώματη μάθηση συντελείται μέσα από την οπτικοποίηση των συμπεριφορών των χαρακτήρων, προσφέροντας ένα πλαίσιο εξομοίωσης της πραγματικότητας.

Το σενάριο Bee-Bot εισάγει τους μαθητές των πρώτων τάξεων σε βασικές αλγοριθμικές έννοιες και στον χωρικό προσανατολισμό. Σύμφωνα με την (Bers, 2018), οι δραστηριότητες που βασίζονται στη ρομποτική μπορούν να ενισχύσουν τη λογική σκέψη και να αποτελέσουν γέφυρα εισαγωγής στην υπολογιστική σκέψη ήδη από την προσχολική ηλικία. Το Bee-Bot παρέχει ένα ασφαλές, παιγνιώδες

περιβάλλον για την ανάπτυξη προγραμματιστικής λογικής, καθώς τα παιδιά βλέπουν απευθείας τις συνέπειες των εντολών τους.

Τέλος, ο «Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης» εστιάζει στην αλγοριθμική σκέψη, τη δημιουργία προγραμματιστικών δομών (βρόχοι, συνθήκες, μεταβλητές) και την ανάπτυξη στρατηγικών για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Οι μαθητές πειραματίζονται με την κίνηση ενός χαρακτήρα μέσα σε λαβύρινθο, αναπτύσσοντας δεξιότητες debugging και λογικής αλληλουχίας.

Και τα τέσσερα σενάρια ενσωματώνουν διαφορετικά επίπεδα της υπολογιστικής σκέψης, από βασικές εντολές μέχρι ανάλυση δεδομένων και λήψη αποφάσεων. Το σενάριο του Έξυπνου Λαχανόκηπου ξεχωρίζει ως πολυπαραγοντικό, προσφέροντας ένα υψηλό επίπεδο σύνθεσης των επιμέρους συνιστωσών STEM και οδηγώντας στην εσωτερίκευση της σχέσης μεταξύ τεχνολογίας και καθημερινής ζωής.

4.2.2 Βαθμός διαθεματικότητας – STEM στόχοι

Κάθε σενάριο ενσωματώνει με συνέπεια στοιχεία διαθεματικότητας, ενισχύοντας τη σύνδεση μεταξύ γνωστικών αντικειμένων και προάγοντας την ολιστική προσέγγιση της μάθησης. Η διαθεματική προσέγγιση δεν αποτελεί απλώς έναν παιδαγωγικό εμπλουτισμό, αλλά θεμέλιο της σύγχρονης εκπαιδευτικής πρακτικής που ευνοεί τη γνωστική μεταφορά και την κριτική σκέψη (Beane, 1997).

Το σενάριο του Έξυπνου Λαχανόκηπου υπερβαίνει τα στενά όρια της Πληροφορικής, καθώς εντάσσει τις Φυσικές Επιστήμες (ανάλυση μεταβολών θερμοκρασίας, φωτός και υγρασίας), τα Μαθηματικά (μέτρηση φυσικών μεγεθών, αναλογίες, χρήση μονάδων μέτρησης) και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, εστιάζοντας στη βιώσιμη διαχείριση υδάτινων πόρων και την ενίσχυση οικολογικής συνείδησης. Η σύνθεση αυτών των πεδίων σε μία πρακτική εφαρμογή ενισχύει τη μαθησιακή εμπλοκή, καθώς οι μαθητές βιώνουν τη γνώση μέσα από την πράξη (Kolb, 1984). Η χρήση μικροελεγκτή Arduino ως πλατφόρμα υλοποίησης καθιστά την τεχνολογία εργαλείο κατανόησης, όχι απλώς εργαλείο παρουσίασης, ενώ η γλώσσα προγραμματισμού C++ λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ φυσικών φαινομένων και μαθηματικής ανάλυσης, προάγοντας δεξιότητες επιπέδου ανώτερης τάξης (Bloom, 1956).

Η προσέγγιση αυτή ενσωματώνει επίσης στοιχεία της θεωρίας της Πολλαπλής Νοημοσύνης του (Gardner, 1983), καθώς εμπλέκει λογικομαθηματική, φυσιογνωστική, κιναισθητική και διαπροσωπική νοημοσύνη. Η διεπιστημονική σύνθεση και η πρακτική αξιοποίηση των δεδομένων ενδυναμώνουν την ενσυναίσθηση και την περιβαλλοντική ηθική, καθώς οι μαθητές αναπτύσσουν συνείδηση υπεύθυνης κατανάλωσης και αντιμετώπισης κλιματικών προκλήσεων.

Αντίστοιχα, το σενάριο «Κυκλοφοριακή Αγωγή» συνδέει τον προγραμματισμό με την Κοινωνική και Πολιτική Αγωγή, ενισχύοντας την ηθική κρίση και την κοινωνική υπευθυνότητα. Η χρήση της πλατφόρμας Scratch επιτρέπει την οπτική αναπαράσταση κοινωνικών καταστάσεων και την ανάπτυξη ενσώματων αναπαραστάσεων (Papert, 1980), ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει τη συσχέτιση με πραγματικές καταστάσεις που αφορούν την ασφάλεια στον δρόμο. Οι μαθητές διαμορφώνουν στάσεις και αξίες που υπερβαίνουν το γνωστικό επίπεδο, αγγίζοντας τη συναισθηματική και κοινωνική σφαίρα της μάθησης (Fredricks et al., 2004).

Το Bee-Bot, ως εργαλείο πρώιμης υπολογιστικής σκέψης, ενσωματώνει γλωσσικές δεξιότητες (λεκτικές οδηγίες, προφορική περιγραφή ενεργειών), κινητική αγωγή (κατανόηση προσανατολισμού και μετακίνησης στον χώρο), και βασικές μαθηματικές έννοιες (κατεύθυνση, απόσταση, μέτρηση). Η δραστηριότητα προσφέρει ένα παιγνιώδες περιβάλλον με σαφές παιδαγωγικό αποτύπωμα, κατάλληλο για μαθητές προσχολικής και σχολικής ηλικίας (Bers, 2018).

Το σενάριο του Scratch «Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης» αποτελεί ένα υπόδειγμα διαθεματικής προσέγγισης Πληροφορικής και Μαθηματικών. Μέσω της επίλυσης προβλημάτων και της διαχείρισης λαβυρίνθων, οι μαθητές αλληλεπιδρούν με έννοιες γεωμετρίας, ανάλυσης κινήσεων, προσανατολισμού στον χώρο και αφηρημένης αλληλουχίας ενεργειών. Η υλοποίηση σεναρίων με μεταβλητές, συνθήκες και βρόχους ενισχύει την κατανόηση αλγοριθμικών δομών, προάγοντας την υπολογιστική σκέψη και την επίλυση προβλημάτων.

Συνολικά, η διαθεματικότητα στα σενάρια αυτά δεν λειτουργεί ως προσχηματική προσθήκη, αλλά ως πυρήνας εκπαιδευτικού σχεδιασμού, ευθυγραμμισμένος με τις διεθνείς τάσεις για ολιστική και βιωματική μάθηση.

4.2.3 Αξιολόγηση ενδιαφέροντος & ενασχόλησης των μαθητών

Η αξιολόγηση του ενδιαφέροντος και της ενεργούς ενασχόλησης των μαθητών αποτελεί ουσιώδη παράμετρο για την αποτίμηση της επιτυχίας κάθε εκπαιδευτικού σεναρίου. Βάσει του μοντέλου του (Fredricks et al., 2004), η εμπλοκή διακρίνεται σε τρεις διαστάσεις: τη γνωστική, τη συναισθηματική και τη συμπεριφορική. Όλα τα σενάρια της παρούσας εργασίας προωθούν και τις τρεις πτυχές, με έμφαση στην αυτενέργεια, τη βιωματική εμπλοκή και την κοινωνική διάδραση.

Το σενάριο του Έξυπνου Λαχανόκηπου, αξιοποιώντας απτή τεχνολογία και φυσικούς αισθητήρες, κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών μέσω της ορατής σύνδεσης μεταξύ των εντολών τους και των αλλαγών στο περιβάλλον. Η πρόβλεψη και ερμηνεία δεδομένων από πραγματικούς αισθητήρες (υγρασίας, φωτός, θερμοκρασίας) ενισχύει τη γνωστική εμπλοκή, ενώ η ανάληψη ρόλου υπεύθυνου

«διαχειριστή» του λαχανόκηπου καλλιεργεί την ενσυναίσθηση και την υπευθυνότητα απέναντι στο περιβάλλον και την τεχνολογία (Resnick, 2017).

Στο σενάριο «Κυκλοφοριακή Αγωγή», η σύνδεση με την καθημερινή ζωή και τις εμπειρίες των μαθητών αναδεικνύει τη συναισθηματική εμπλοκή, καθώς τα παιδιά ταυτίζονται με τους χαρακτήρες που δημιουργούν και προγραμματίζουν. Η χρήση του Scratch ως εργαλείο ενισχύει την αυτονομία στη μάθηση, αφού οι μαθητές δημιουργούν πρωτότυπα σενάρια και εφαρμόζουν τη λογική επίλυσης προβλημάτων με δημιουργικό τρόπο.

Η εφαρμογή Bee-Bot ενδείκνυται για μικρότερες ηλικίες, καθώς αξιοποιεί την παιγνιώδη φύση της μάθησης για την ενίσχυση της κινητικής και γνωστικής εμπλοκής. Η αλληλεπίδραση με το ρομποτάκι καθιστά απτή την έννοια της ακολουθίας εντολών, και η αμεσότητα των αποτελεσμάτων δημιουργεί θετική ενίσχυση και υψηλό κίνητρο συμμετοχής (Bers, 2018).

Το σενάριο Scratch «Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης», με τον χαρακτήρα που κινείται σε λαβύρινθο, ενεργοποιεί υψηλό βαθμό συμπεριφορικής εμπλοκής, καθώς οι μαθητές δοκιμάζουν, αποτυγχάνουν, αναστοχάζονται και επιδιορθώνουν τον κώδικά τους, υιοθετώντας μια κουλτούρα πειραματισμού και επιμονής. Η οπτική ανάδραση των ενεργειών τους και η επιτυχής ολοκλήρωση του «Έξυπνου Διαχειριστή Ανακύκλωσης» συμβάλλουν στην οικοδόμηση εμπιστοσύνης και αίσθησης επίτευξης.

Σε όλα τα σενάρια, η εμπλοκή των μαθητών ενισχύεται περαιτέρω από την παιδαγωγική αξιοποίηση των τεχνολογιών, με τρόπο που δεν είναι απλώς εργαλειακός αλλά ουσιαστικά μαθησιακός. Η διατήρηση υψηλού βαθμού ενδιαφέροντος και η ενεργός συμμετοχή των μαθητών αποδεικνύουν την αξία της εκπαιδευτικής τεχνολογίας όταν αυτή ενσωματώνεται με σαφή μαθησιακή σκοποθεσία και δημιουργικότητα.

4.3 Παιδαγωγική & Διδακτική Αξιολόγηση

Η παιδαγωγική και διδακτική αξιολόγηση των σεναρίων στηρίζεται σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικής τεχνολογίας, με στόχο να αναδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο τα σενάρια ενισχύουν τη βαθύτερη γνωστική εμπλοκή και καλλιεργούν δεξιότητες του 21ου αιώνα. Όπως σημειώνει ο (Bransford et al., 2000), η αποτελεσματική διδασκαλία απαιτεί την ενοποίηση της γνώσης του περιεχομένου, της παιδαγωγικής μεθοδολογίας και της κατανόησης του μαθητή ως ενεργού υποκειμένου στη μαθησιακή διαδικασία.

Η αξιολόγηση βασίζεται, επιπλέον, στις θεωρητικές αρχές του εποικοδομισμού, σύμφωνα με τις οποίες η μάθηση είναι ενεργή, κοινωνική και συνδεδεμένη με το πλαίσιο (Vygotsky, 1978· Piaget, 1972). Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στη «ζώνη επικείμενης ανάπτυξης» του Vygotsky, καθώς τα σενάρια αξιοποιούν εργαλεία που επιτρέπουν στους μαθητές να προχωρήσουν πέρα από το επίπεδο της αυτόνομης απόδοσης με την υποστήριξη της τεχνολογίας και της ομαδικής εργασίας.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας εξετάζεται επίσης υπό το πρίσμα του μοντέλου TPACK (Mishra & Koehler, 2006), το οποίο επισημαίνει τη σημασία της συνάρθρωσης τεχνολογικής, παιδαγωγικής και θεματικής γνώσης στην ανάπτυξη διδακτικών παρεμβάσεων. Επιπλέον, η χρήση ψηφιακών εργαλείων και ανοιχτών προβλημάτων εμπίπτει στο κατασκευαστικό μοντέλο μάθησης του (Papert, 1980), όπου η γνώση οικοδομείται μέσω της δημιουργίας και του πειραματισμού με νοητικά και υλικά αντικείμενα.

Συνεπώς, η παρούσα ενότητα αξιολογεί τη συμβολή των σεναρίων στους εξής άξονες:

- την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης,
- την καλλιέργεια συνεργατικής και ενεργής συμμετοχής,
- την ενίσχυση δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος.

4.3.1 Ανταπόκριση σεναρίων στους στόχους της υπολογιστικής σκέψης

Η υπολογιστική σκέψη αποτελεί θεμέλιο της σύγχρονης Πληροφορικής Εκπαίδευσης και έχει προσδιοριστεί από τη (Wing, 2006) ως ένας τρόπος σκέψης που εκτείνεται πέρα από τον προγραμματισμό, εμπλέκοντας την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, τη λογική ανάλυση, τον αλγοριθμικό συλλογισμό και την αναπαράσταση δεδομένων. Είναι μια μεταγνωστική διαδικασία, καθώς ενσωματώνει δεξιότητες επίγνωσης και διαχείρισης της σκέψης, απαραίτητες για την πλοήγηση σε σύνθετα περιβάλλοντα γνώσης.

Τα σενάρια της παρούσας μελέτης ευθυγραμμίζονται με τα θεμέλια της υπολογιστικής σκέψης, όπως διατυπώνονται από τους (Brennan & Resnick, 2012), ενσωματώνοντας έννοιες (concepts), πρακτικές (practices) και προοπτικές (perspectives). Η ενσωμάτωση αυτών των στοιχείων προσφέρει στους μαθητές τις απαραίτητες νοητικές δομές ώστε να μεταφράζουν προβλήματα της καθημερινότητας σε υπολογιστικά μοντέλα και να τα επιλύουν δημιουργικά.

Στο σενάριο του Έξυπνου Λαχανόκηπου, η υπολογιστική σκέψη ενεργοποιείται μέσω της συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων από αισθητήρες φυσικού περιβάλλοντος, όπως θερμοκρασία, φως και

υγρασία. Οι μαθητές καλούνται να μετατρέψουν τις πραγματικές τιμές σε ψηφιακές μεταβλητές, να εφαρμόσουν συνθήκες ελέγχου (if-else) και να λάβουν αποφάσεις, επιδρώντας στο σύστημα μέσω εντολών προς ενεργοποιητές (π.χ. ενεργοποίηση ποτίσματος). Πρόκειται για μια διαδικασία που ενισχύει τη ροή ελέγχου, την αιτιώδη σκέψη και την κατανόηση της συνάρθρωσης αισθητήρα-επεξεργασίας-δράσης, όπως αυτή συναντάται στις φυσικές και υπολογιστικές επιστήμες.

Στο σενάριο Scratch «Έξυπνος Διαχειριστής Ανακύκλωσης», η υπολογιστική σκέψη καλλιεργείται μέσα από τον σχεδιασμό και την υλοποίηση αλγορίθμων που περιλαμβάνουν βασικές δομές προγραμματισμού: μεταβλητές, βρόχους (loops), συνθήκες (conditionals) και λειτουργίες (functions). Η υλοποίηση των σεναρίων απαιτεί από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν δοκιμή και σφάλμα, στρατηγικές debugging και προσεγγίσεις επαναληπτικής βελτίωσης (iterative refinement), οι οποίες ενδυναμώνουν την αναστοχαστική και ευέλικτη σκέψη.

Η Κυκλοφοριακή Αγωγή συνδυάζει την υπολογιστική σκέψη με την κοινωνική κατανόηση, μέσα από τη μοντελοποίηση καθημερινών σεναρίων κυκλοφοριακής συμπεριφοράς. Οι μαθητές δημιουργούν προσομοιώσεις που αναπαριστούν καταστάσεις του δημόσιου χώρου, λαμβάνοντας υπόψη αλληλεπιδράσεις μεταξύ παραγόντων (π.χ. οχήματα, πεζοί, φωτεινοί σηματοδότες), ενισχύοντας την ικανότητα αναπαράστασης, πρόβλεψης και ελέγχου καταστάσεων. Η σύνδεση της τεχνολογικής σκέψης με την κοινωνική συνείδηση προσδίδει στο σενάριο παιδαγωγική πληρότητα.

Τέλος, το Bee-Bot λειτουργεί ως εισαγωγή στην υπολογιστική σκέψη για μικρές ηλικίες. Οι μαθητές εμπλέκονται με έννοιες όπως αλληλουχία εντολών, χωρικός προσανατολισμός και πρόβλεψη αποτελέσματος, μέσα από δραστηριότητες που προσομοιώνουν αλγοριθμική σκέψη με σωματική και παιγνιώδη διάσταση. Η ανάπτυξη χωρικής λογικής και η καλλιέργεια νοερής πρόβλεψης ενισχύουν την πρώιμη γνωστική βάση για πιο σύνθετες εφαρμογές υπολογιστικής σκέψης στο μέλλον.

Η ενσωμάτωση της υπολογιστικής σκέψης σε αυτά τα τέσσερα σενάρια επιβεβαιώνει την αναγκαιότητα προσέγγισης της τεχνολογικής εκπαίδευσης ως σταδιακής, διαθεματικής και πολυεπίπεδης διαδικασίας. Σύμφωνα με τους (Shute et al., 2017), η καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης συμβάλλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος, καινοτομίας και μεταγνωστικής επάρκειας, στοιχεία ουσιώδη για την εκπαίδευση του 21ου αιώνα.

4.3.2 Εμπλοκή Μαθητών και Συνεργατικότητα

Η εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την αποτελεσματικότητα της μάθησης, ειδικά όταν εφαρμόζονται διαθεματικά σενάρια που αξιοποιούν εργα-

λεία της εκπαιδευτικής ρομποτικής και της υπολογιστικής σκέψης. Οι δραστηριότητες που προτείνουν τα σενάρια δεν βασίζονται στην απλή μετάδοση γνώσεων αλλά ενθαρρύνουν τη συμμετοχή των μαθητών ως ενεργών υποκειμένων της μαθησιακής πράξης. Η έννοια της «γνωστικής μαθητείας» (cognitive apprenticeship), όπως προτείνεται από τους Collins, Brown & Newman (1989), υπογραμμίζει τη σημασία του «μαθαίνω μέσα από πράξη με καθοδήγηση», κάτι που επιτυγχάνεται στα συγκεκριμένα σενάρια.

Η ενεργητική μάθηση υλοποιείται μέσω κατασκευαστικών δραστηριοτήτων που εμπλέκουν φυσικά αντικείμενα, ρομπότ, προγραμματιστικά περιβάλλοντα και προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλους όπως προγραμματιστής, κατασκευαστής, συντονιστής ή καταγραφέας, σύμφωνα με την προσέγγιση της συνεργατικής μάθησης με ρόλους (Johnson & Johnson, 1994). Αυτή η στρατηγική όχι μόνο ενισχύει τη μαθησιακή αλληλεπίδραση αλλά βοηθά και στην ανάδειξη διαφορετικών δεξιοτήτων και ενδιαφερόντων κάθε μέλους της ομάδας.

Η συνεργατικότητα ενδυναμώνεται από το πλαίσιο της ομαδοσυνεργατικής μάθησης, όπου οι μαθητές μαθαίνουν μέσα από την αλληλεπίδραση, τη διαπραγμάτευση και τη συνδιαμόρφωση λύσεων. Η θεωρία του Vygotsky για τη Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης (ZPD) αποτελεί τη βάση για αυτή την προσέγγιση, καθώς οι μαθητές δρουν εντός μιας ζώνης στην οποία η υποστήριξη των συνομηλίκων και του εκπαιδευτικού επιτρέπει την επίτευξη στόχων που δεν θα μπορούσαν να κατακτήσουν μόνοι τους (Vygotsky, 1978).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η εμπλοκή των μαθητών δεν περιορίζεται στη γνωστική διάσταση αλλά επεκτείνεται και στην συναισθηματική και κοινωνική. Η επιτυχία των μαθησιακών στόχων συνδέεται με την αίσθηση του «ανήκειν», της αυτεπάρκειας και της συν-ευθύνης. Όταν οι μαθητές βλέπουν τη συνεισφορά τους να έχει σημασία για την ομάδα και το τελικό προϊόν, αναπτύσσουν υψηλότερα επίπεδα εσωτερικής κινητοποίησης, σύμφωνα με τη θεωρία της αυτοκαθοριζόμενης μάθησης (Ryan & Deci, 2000).

Συνολικά, τα σενάρια που υλοποιήθηκαν στη βάση του STEM και της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής αποτελούν ένα ισχυρό πεδίο εφαρμογής για τη συνεργατική, αυθεντική και βιωματική μάθηση. Μέσω της ομαδικής εργασίας και της διαμοιρασμένης ευθύνης, οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες επικοινωνίας, επίλυσης συγκρούσεων και κοινής λήψης αποφάσεων, οι οποίες είναι απαραίτητες για την προσωπική και κοινωνική τους συγκρότηση.

4.3.3 Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Επίλυσης Προβλήματος

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος (problem-solving skills) είναι ένας από τους βασικούς στόχους της σύγχρονης εκπαίδευσης και κεντρικό ζητούμενο των προσεγγίσεων STEM. Η επίλυση προβλημάτων δεν αφορά απλώς τη σωστή απάντηση σε ένα ερώτημα, αλλά την ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν προβλήματα, να καταστρώνουν στρατηγικές, να κάνουν υποθέσεις, να αξιολογούν εναλλακτικές και να υλοποιούν λύσεις.

Στα εκπαιδευτικά σενάρια που σχεδιάστηκαν, οι μαθητές κλήθηκαν να εφαρμόσουν τη μεθοδολογία του Μηχανικού Σχεδιασμού (Engineering Design Process – EDP), η οποία τους τοποθετεί σε κυκλική διαδικασία κατανόησης προβλήματος, σχεδιασμού, δοκιμής, αξιολόγησης και ανασχεδιασμού. Η προσέγγιση αυτή, σύμφωνα με τους Crismond & Adams (2012), είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης, αναστοχασμού και αυτορρύθμισης της μάθησης.

Η εκπαιδευτική ρομποτική και τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, όπως το Scratch, δημιουργούν αυθεντικά προβλήματα τα οποία δεν έχουν μία μόνο σωστή λύση. Οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με την ανάγκη να σχεδιάσουν στρατηγικές, να αξιοποιήσουν προηγούμενες γνώσεις, να συνεργαστούν με άλλα μέλη της ομάδας και να προσαρμόσουν τη λύση τους ανάλογα με τα δεδομένα της εφαρμογής. Αυτό ευνοεί την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης, της επιμονής, της αναλυτικής ικανότητας και της προσαρμοστικότητας (Resnick, 2017).

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των σεναρίων είναι ότι προάγουν τον «αναστοχαστικό πειραματισμό» (reflective experimentation), δηλαδή την ικανότητα των μαθητών να αναστοχάζονται πάνω στο τι δεν λειτούργησε, να αξιολογούν τα λάθη και να αναζητούν βελτιώσεις. Αυτή η διαδικασία είναι καθοριστική για τη μετεξέλιξη της σκέψης τους από επιφανειακή κατανόηση σε βαθιά και εννοιολογική προσέγγιση της γνώσης (Kolb, 1984).

Επιπλέον, η λύση προβλήματος στα σενάρια που αναπτύχθηκαν, είχε σαφές πλαίσιο εφαρμογής: στόχευε σε κοινωνικά ή περιβαλλοντικά προβλήματα (όπως η διαχείριση νερού ή η κυκλοφοριακή αγωγή). Η σύνδεση του προβλήματος με την πραγματική ζωή προσδίδει νοηματοδότηση και μεταφέρει τη γνώση από το πλαίσιο της αποστήθισης σε εκείνο της δράσης και της ευθύνης.

4.4 Ανάλυση Δυνατοτήτων Επέκτασης

Η διαθεματική φύση των σεναρίων STEM που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιτρέπει τη δυναμική εξέλιξή τους, με δυνατότητες επέκτασης τόσο ως προς την τεχνολογική πολυπλοκότητα όσο και ως προς την παιδαγωγική εμβάθυνση. Τα σενάρια μπορούν να λειτουργήσουν ως

ευέλικτες πλατφόρμες μάθησης, στις οποίες μπορούν να προστεθούν νέες λειτουργίες, γνωστικά αντικείμενα και παιδαγωγικές πρακτικές.

4.4.1 Πιθανές Επεκτάσεις των Σεναρίων

Τα σενάρια που υλοποιήθηκαν με χρήση LEGO WeDo, Scratch, Bee-Bot, TinkerCAD και άλλων εργαλείων, προσφέρουν ανοιχτές δυνατότητες τεχνολογικής εξέλιξης. Για παράδειγμα:

- *Εξυπνος Αχαινόκηπος*: μπορεί να εμπλουτιστεί με αισθητήρες υγρασίας, θερμοκρασίας, φωτός ή και pH εδάφους. Η προσθήκη μικροελεγκτών όπως το Arduino ή το Micro:bit θα επέτρεπε την καταγραφή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και τη ρύθμιση ποτίσματος ή φωτισμού με βάση περιβαλλοντικές μεταβλητές. Παράλληλα, η διασύνδεση με cloud υπηρεσίες ή εφαρμογές κινητών θα καθιστούσε δυνατή τη χρήση σε εκπαιδευτικά σενάρια Internet of Things (IoT).
- *Κυκλοφοριακή Αγωγή με ρομποτικά οχήματα*: με χρήση επιπλέον αισθητήρων υπερήχων και έγχρωμων LEDs, τα οχήματα μπορούν να αναγνωρίζουν εμπόδια και να αντιδρούν κατάλληλα (π.χ. στάση σε «κόκκινο» ή αλλαγή πορείας σε περίπτωση εμποδίου), ενώ η προσθήκη ήχου και χρονισμού επιτρέπει τη δημιουργία πιο ρεαλιστικών αστικών περιβαλλόντων.
- *Ανακύκλωση με Scratch*: Το βασικό σενάριο μπορεί να επεκταθεί με νέα επίπεδα δυσκολίας, προσθήκη χρονικού περιορισμού, εμφάνιση εκπαιδευτικών πληροφοριών ανά σωστή απάντηση, καταγραφή σκορ, λάθους και επιπέδου. Επιπλέον, μπορεί να διασυνδεθεί με συσκευές τύπου Makey Makey για φυσική αλληλεπίδραση ή να μετεξελιχθεί σε ρομποτικό έργο με τη χρήση αισθητήρων και Arduino. Μέσω στοιχείων παιχνιδιοποίησης (πόντοι, επιβραβεύσεις), ενισχύεται η εμπλοκή των μαθητών και προωθείται η περιβαλλοντική υπευθυνότητα.

Η επέκταση των σεναρίων συμβάλλει όχι μόνο στη τεχνική εμπάθυνση αλλά και στην καλλιέργεια της δημιουργικότητας, της επιμονής και της αναλυτικής ικανότητας. Οι μαθητές καλούνται να σκεφτούν με τρόπο σχεδιαστικό (design thinking), να κάνουν εικασίες και να προβλέπουν τις επιπτώσεις των αλλαγών τους, χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης (Grover & Pea, 2013).

4.4.2 Μελλοντική Χρήση σε Διαθεματικά Προγράμματα

Τα σενάρια που παρουσιάστηκαν μπορούν να ενταχθούν με ευκολία σε ευρύτερα διαθεματικά ή καινοτόμα σχολικά προγράμματα. Το στοιχείο της διασύνδεσης γνωστικών αντικειμένων είναι ήδη ενσωματωμένο στη φιλοσοφία των STEM προσεγγίσεων, αλλά η εφαρμογή τους μπορεί να ενισχυθεί περαιτέρω με συνεργασίες μεταξύ διαφορετικών ειδικοτήτων εκπαιδευτικών (co-teaching), σε πλαίσια όπως:

- *Εργαστήρια Δεξιότητων*: Τα σενάρια που αναπτύχθηκαν μπορούν να αξιοποιηθούν ως ολοκληρωμένα εκπαιδευτικά έργα στο πλαίσιο θεματικών κύκλων όπως «Περιβάλλον», «Ζω Καλύτερα», «Δημιουργώ και Καινοτομώ» και «Ενδιαφέρομαι και Ενεργώ». Ο «Έξυπνος Λαχανόκηπος» εντάσσεται στον τομέα της αειφορίας, προωθώντας την περιβαλλοντική υπευθυνότητα και την εισαγωγή σε έννοιες αυτοματισμού μέσω της τεχνολογίας αισθητήρων. Το σενάριο «Ανακύκλωση με Scratch» συνδυάζει περιβαλλοντική αγωγή και βασικές δεξιότητες προγραμματισμού, ενθαρρύνοντας τη συμμετοχική μάθηση μέσω παιχνιδιού. Το σενάριο «Κυκλοφοριακή Αγωγή με LEGO & Scratch» εντάσσεται στον τομέα της Κοινωνικής και Συναισθηματικής Μάθησης, αναδεικνύοντας τη σημασία της υπεύθυνης συμπεριφοράς στο δημόσιο χώρο και ενισχύοντας παράλληλα τη δεξιότητα της συνεργατικής επίλυσης προβλήματος. Τέλος, το σενάριο «Bee-Bot στον Λαβύρινθο», κατάλληλο για τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού ή το Νηπιαγωγείο, εισάγει με απλό και βιωματικό τρόπο τις έννοιες του αλγοριθμικού τρόπου σκέψης, της κατεύθυνσης στον χώρο και της βασικής ρομποτικής.
- *Σχέδια Εργασίας (projects)*: τα σενάρια λειτουργούν ως βάσεις για μεγαλύτερης διάρκειας έργα, στα οποία οι μαθητές μπορούν να ερευνήσουν ένα θέμα (π.χ. «Η ασφάλεια στο σχολείο»), να συγκεντρώσουν δεδομένα, να κατασκευάσουν μοντέλα και να προτείνουν λύσεις.
- *Εκπαιδευτικά Φεστιβάλ ή Διαγωνισμοί*: όπως το FLL (First Lego League), STEM4Youth, STEMonEdu, ή εθνικοί διαγωνισμοί ρομποτικής, όπου τα παραπάνω σενάρια μπορούν να μετατραπούν σε προτάσεις συμμετοχής με πραγματικό κοινωνικό αντίκτυπο.

Η ενσωμάτωσή τους σε διαθεματικά προγράμματα ενισχύει τη διασύνδεση σχολείου–κοινωνίας, καλλιεργεί την ομαδικότητα, και δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να παρουσιάσουν δημόσια τα έργα τους, ενισχύοντας την αυτοεκτίμηση και την επικοινωνιακή τους ικανότητα.

5 Συμπεράσματα

Το κεφάλαιο αυτό συγκεντρώνει τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από τη θεωρητική επεξεργασία και τη σχεδίαση των διαθεματικών σεναρίων. Παρουσιάζεται συνοπτικά η αποτίμηση της εφαρμογής τους, εντοπίζονται σημεία που μπορούν να βελτιωθούν και προτείνονται παιδαγωγικές και τεχνολογικές κατευθύνσεις για μελλοντικές προεκτάσεις. Η ενότητα αυτή λειτουργεί ως κλείσιμο της εργασίας, συνδέοντας τη θεωρία με την πράξη και θέτοντας προοπτικές για περαιτέρω αξιοποίηση στην εκπαιδευτική κοινότητα.

5.1.1 Ανάλυση ευρημάτων από την εφαρμογή

Η ανάλυση και θεωρητική υλοποίηση των εκπαιδευτικών σεναρίων ανέδειξε την αποτελεσματικότητα της διαθεματικής προσέγγισης για την ενίσχυση της ενεργητικής μάθησης, της δημιουργικότητας και της κριτικής σκέψης. Τα σενάρια απέδειξαν ότι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας, όταν είναι στοχευμένη και παιδαγωγικά τεκμηριωμένη, μπορεί να οδηγήσει σε ουσιαστική μάθηση και ανάπτυξη σύνθετων δεξιοτήτων.

Οι μαθητές ενθαρρύνονται να γίνουν ερευνητές, προγραμματιστές, μηχανικοί και ταυτόχρονα κοινωνικά υπεύθυνα άτομα. Ο σχεδιασμός σεναρίων που προάγουν τη συνεργασία, την επίλυση προβλήματος και τη βιωσιμότητα δείχνει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική δεν είναι απλώς τεχνολογία – είναι μέσο αγωγής και ενδυνάμωσης.

5.1.2 Περιθώρια Βελτίωσης

Αν και τα σενάρια παρουσιάζουν σημαντική εκπαιδευτική αξία, υπάρχουν δυνατότητες βελτίωσης και προσαρμογής. Ο σχεδιασμός με διαφοροποίηση διδασκαλίας (differentiated instruction) είναι κρίσιμος ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες όλων των μαθητών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με μαθησιακές δυσκολίες ή ανισότητες πρόσβασης.

Προτείνεται επίσης η ενσωμάτωση ενδιάμεσων σταδίων αξιολόγησης και αναστοχασμού, ώστε οι μαθητές να παρακολουθούν την πρόοδό τους. Επιπλέον, η χρήση εργαλείων με αυξημένες δυνατότητες – όπως AI-driven ανατροφοδότηση ή ψηφιακές βιβλιοθήκες δεδομένων – μπορεί να ενισχύσει το βάθος και την πολυπλοκότητα των σεναρίων.

5.1.3 Παιδαγωγικές Προεκτάσεις

Τα σενάρια που αναλύθηκαν επιβεβαιώνουν την ανάγκη για ένα εκπαιδευτικό μοντέλο που προάγει τη διασύνδεση τεχνολογίας–μάθησης–κοινωνίας. Οι μαθητές δεν πρέπει να αντιμετωπίζουν την τεχνολογία ως αυτοσκοπό αλλά ως εργαλείο δράσης, καινοτομίας και υπευθυνότητας.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού μετατοπίζεται: από πομπός γνώσης, γίνεται σχεδιαστής μαθησιακών εμπειριών, διαμεσολαβητής κοινωνικών διαδικασιών και καθοδηγητής αναστοχασμού. Η αξιοποίηση των STEM προσεγγίσεων σε συνδυασμό με την κριτική παιδαγωγική προετοιμάζει τους μαθητές για την πολυπλοκότητα του σύγχρονου κόσμου, ενισχύοντας την αυτονομία, την κοινωνική ευθύνη και τη δια βίου μάθηση.

Βιβλιογραφία

- [1] Alimisis, D., 2013. Educational robotics for STEM: A review. In: 1st International Conference on Robotics in Education. Vienna: Austrian Computer Society.
- [2] Barak, M., 2012. From ‘doing’ to ‘doing with learning’: reflection on an innovative teaching approach in robotics education. *Computers & Education*, 59(4), pp.1249–1261.
- [3] Barr, D., Harrison, J. and Conery, L., 2011. Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), pp.20–23.
- [4] Beane, J.A., 1997. *Curriculum Integration: Designing the Core of Democratic Education*. New York: Teachers College Press.
- [5] Beers, S.Z., 2011. 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future. [online] Available at: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf>> [Accessed 1 Jul. 2025].
- [6] Bell, T., 2010. Computer science in NZ high schools. *ACM Inroads*, 1(1), pp.11–13.
- [7] Bers, M.U., 2018. *Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. New York: Routledge.
- [8] Bers, M.U., 2020. *Beyond Coding: How Children Learn Human Values Through Programming*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [9] Bloom, B.S., 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. New York: Longmans, Green.
- [10] Blumenfeld, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M. and Palincsar, A., 1991. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), pp.369–398.
- [11] Bransford, J.D., Brown, A.L. and Cocking, R.R., 2000. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.

- [12] Brennan, K. and Resnick, M., 2012. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association. Vancouver, Canada.
- [13] Brundiers, K. and Wiek, A., 2013. Do we teach what we preach? An international comparison of problem-and project-based learning courses in sustainability. *Sustainability*, 5(4), pp.1725–1746.
- [14] Bruner, J., 2009. The process of education. 2nd ed. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [15] Butler, D.L., 1998. In search of the architect of learning: A commentary on student self-regulation in learning contexts. *Learning and Instruction*, 8(1), pp.1–5.
- [16] Bybee, R.W., 2010. Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), pp.30–35.
- [17] Capobianco, B.M., Diefes-Dux, H.A., Mena, I. and Weller, J., 2011. What is an engineering design challenge? A descriptive study of secondary students' definitions. *Journal of Technology Education*, 23(1), pp.37–54.
- [18] Capraro, R.M., Capraro, M.M. and Morgan, J.R., 2013. *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. 2nd ed. Rotterdam: Sense Publishers.
- [19] Crismond, D.P. and Adams, R.S., 2012. The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), pp.738–797.
- [20] EC, 2015. Science Education for Responsible Citizenship. [online] Brussels: European Commission. Available at: <<https://op.europa.eu>> [Accessed 1 Jul. 2025].
- [21] Erdogan, I. and Capraro, R.M., 2016. Investigating the effects of STEM education on 5th graders' perceptions and attitudes toward STEM. *Journal of Educational Sciences*, 6(2), pp.1–22.
- [22] European Schoolnet, 2018. Scientix: The community for science education in Europe. [online] Available at: <<http://www.scientix.eu>> [Accessed 1 Jul. 2025].
- [23] Fredricks, J.A., Blumenfeld, P.C. and Paris, A.H., 2004. School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), pp.59–109.

- [24] Gardner, H., 1983. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
- [25] Grover, S. and Pea, R., 2013. Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), pp.38–43.
- [26] Grover, S., Cooper, S. and Pea, R., 2015. Assessing computational learning in K–12. In: *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. ACM, pp.57–62.
- [27] Han, S., Capraro, R. and Capraro, M., 2014. How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning affects high, middle, and low achievers' science achievement. *Journal of STEM Education*, 15(3), pp.47–54.
- [28] Harris, K.R. and Graham, S., 1999. Programmatic intervention research: Illustrations from the evolution of self-regulated strategy development. *Learning Disability Quarterly*, 22(4), pp.251–262.
- [29] Helle, L., Tynjälä, P. and Olkinuora, E., 2006. Project-based learning in post-secondary education – theory, practice and rubber sling shots. *Higher Education*, 51(2), pp.287–314.
- [30] Hillmayr, D., Ziernwald, L., Ivcevic, Z., Vogel, F. and Fischer, F., 2020. The effects of computer-based scaffolding on students' cognitive outcomes in technology-enhanced learning environments: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 29, p.100308.
- [31] Hmelo-Silver, C.E., 2004. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), pp.235–266.
- [32] Holubova, R., 2008. Effective teaching methods—Project-based learning in physics. *US-China Education Review*, 5(12), pp.27–38.
- [33] Honey, M., Pearson, G. and Schweingruber, H., 2014. *STEM Integration in K–12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press.
- [34] Hsu, T.C., Chang, S.C. and Hung, Y.T., 2018. How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, pp.296–310.
- [35] IEP, 2016. *Εκπαιδευτικές πολιτικές και στρατηγικές για την προώθηση των STEM στην Ελλάδα*. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

- [36] Ješková, Z., Holúbek, I. and Ješko, D., 2016. Robotic systems in education. In: MIPRO 2016 – 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics. IEEE, pp.852–857.
- [37] Johnson, D.W. and Johnson, R.T., 1994. Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning. Boston: Allyn & Bacon.
- [38] Kolb, D.A., 1984. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [39] Kolodner, J.L., Camp, P.J., Crismond, D., Fasse, B.B., Gray, J., Holbrook, J., Ryan, M., Puntambekar, S. and Sharpe, R., 2003. Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting Learning by Design into practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), pp.495–547.
- [40] Kotsopoulos, D., Floyd, L., Khan, S., Namukasa, I.K., Somanath, S., Weber, J. and Yiu, C., 2017. A pedagogical framework for computational thinking. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), pp.154–171.
- [41] Krajcik, J. and Shin, N., 2014. Project-Based Learning. In: R.K. Sawyer, ed. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, pp.275–297.
- [42] Kwon, S., Wardrip, P.S. and Gomez, L.M., 2014. Co-design of interdisciplinary projects as a mechanism for building collaborative capacity among science and engineering teachers. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(2), pp.1–12.
- [43] LaForce, M. et al., 2016. The skills students need. *International Journal of STEM Education*, 3(1), pp.1–17.
- [44] LEGO Group, 2023. LEGO Education Solutions. Billund: LEGO.
- [45] Linn, M.C. et al., 2018. Science education: From separation to integration. *Science*, 360(6393), pp.111–112.
- [46] Lou, S.J., Tsai, H.H., Tseng, K.H. and Shih, R.C., 2014. The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(2), pp.113–119.

- [47] Lou, S.J., Tsai, H.H. and Tseng, K.H., 2011. A study on project-based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), pp.333–347.
- [48] Martinez, S.L. and Stager, G., 2013. *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press.
- [49] Mishra, P. and Koehler, M.J., 2006. Technological pedagogical content knowledge: A framework. *Teachers College Record*, 108(6), pp.1017–1054.
- [50] National Research Council, 2014. *STEM Integration in K–12 Education*. Washington, DC: The National Academies Press.
- [51] NGSS Lead States, 2013. *Next Generation Science Standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- [52] NSTA, 2025. *STEM Teaching Resources*. [online] Available at: <<https://www.nsta.org>> [Accessed 1 Jul. 2025].
- [53] Papert, S., 1980. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- [54] Paris, S.G. and Paris, A.H., 2001. Classroom applications of metacognition. *Educational Psychologist*, 36(2), pp.89–101.
- [55] Patton, A., 2012. *Work that Matters: The Teacher's Guide to Project-Based Learning*. London: Paul Hamlyn Foundation.
- [56] Pedaste, M. et al., 2015. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, pp.47–61.
- [57] Relkin, N.R., Parikh, N. and Bers, M.U., 2021. Programming with KIBO robotics kit in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 49(6), pp.781–792.
- [58] Resnick, M., 2009. Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), pp.60–67.
- [59] Resnick, M., 2017. *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.

- [60] Ryan, R.M. and Deci, E.L., 2000. Intrinsic and extrinsic motivations. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), pp.54–67.
- [61] Sanders, M., 2009. STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), pp.20–26.
- [62] Schraw, G., Crippen, K.J. and Hartley, K., 2006. Promoting self-regulation. *Metacognition and Learning*, 1(1), pp.111–122.
- [63] Schunk, D.H., 1996. *Learning Theories: An Educational Perspective*. Englewood Cliffs, NJ: Merrill.
- [64] Shute, V.J., Sun, C. and Asbell-Clarke, J., 2017. Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, pp.142–158.
- [65] Siew, N.M., Amir, N. and Chong, C.L., 2015. The perceptions of pre-service teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(3), pp.577–586.
- [66] Su, C.H., Yang, C.S. and Hwang, G.J., 2022. A review of computational thinking learning effects. *Educational Technology Research and Development*, 70(6), pp.2799–2821.
- [67] Tang, X., Yin, Y., Lin, Q. and Hadad, R., 2020. Assessing computational thinking: Development of a framework. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(4), pp.531–553.
- [68] Tran, C., Dougherty, C. and Rivera, M., 2017. Promoting science practices through PBL. *Science Education International*, 28(3), pp.207–216.
- [69] Tseng, K.H., Chang, C.C., Lou, S.J. and Chen, W.P., 2013. Development of an interdisciplinary project-based learning process. *International Journal of Engineering Education*, 29(2), pp.389–396.
- [70] U.S. Department of Education, 1983. *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Washington, DC: US Government Printing Office.
- [71] Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. and Yadav, A., 2015. Computational thinking in compulsory education. *Educational Information Technology*, 20, pp.715–728.
- [72] Vygotsky, L.S., 1978. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [73] Wing, J.M., 2006. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), pp.33–35.

- [74] Wrigley, T., 2007. *Education and the Voice of the Child: Personalised Learning and Pupil Voice*. London: Routledge.
- [75] Wurdinger, S.D., Haar, J., Hugg, R. and Bezon, J., 2007. A qualitative study using project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), pp.43–50.
- [76] Yadav, A., Hong, H. and Stephenson, C., 2014. Computational thinking for teacher education. *Journal of Computing in Teacher Education*, 30(3), pp.93–99.
- [77] Yakman, G., 2008. STEAM education: An overview. In: *PATT-19 Conference: Research and Practice in Technology Education*. Salt Lake City: Utah State University.
- [78] Yang, Y., Ji, Y. and Zhang, Y., 2022. Computational thinking and early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, 50(2), pp.123–134.
- [79] Zhang, L., 2019. A systematic review of computational thinking self-efficacy. *Journal of Educational Computing Research*, 57(8), pp.2053–2079.
- [80] Zimmerman, B.J., Bonner, S. and Kovach, R., 2002. *Developing Self-Regulated Learners: Beyond Achievement to Self-Efficacy*. Washington, DC: American Psychological Association.

Παράρτημα Α – Bee-Bot

Α.1 Φύλλο Εργασίας

Περιγραφή Δραστηριότητας

Ο προγραμματισμός του ρομπότ Bee-Bot σε ένα πλέγμα με στόχο να φτάσει από την αφετηρία στον στόχο χωρίς να συγκρουστεί με εμπόδια. Οι μαθητές θα προβλέψουν τη διαδρομή, θα εισάγουν εντολές και θα δοκιμάσουν την υλοποίηση.

Ερωτήσεις Κατανόησης

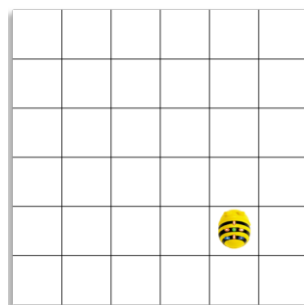
1. Ποιο είναι το σημείο εκκίνησης του Bee-Bot στο πλέγμα;
2. Ποιος είναι ο στόχος του Bee-Bot;
3. Πόσα βήματα χρειάστηκε για να φτάσει στο στόχο;
4. Ποιες εντολές χρησιμοποίησες (γράψε τη σειρά);
5. Αν έβαζες ένα εμπόδιο μπροστά, πώς θα άλλαζες τη διαδρομή;

Παρατηρήσεις και Αναστοχασμός

- Παρατήρησε πώς κινείται το Bee-Bot και σημείωσε τυχόν προβλήματα.
- Τι άλλαξες στη δεύτερη προσπάθεια;
- Πώς θα μπορούσες να κάνεις τη διαδρομή πιο αποδοτική;

Σχεδίασε τη Διαδρομή σου

Χρησιμοποίησε το παρακάτω πλέγμα για να σχεδιάσεις την πορεία του Bee-Bot από την αρχή προς τον στόχο.



Εικόνα 16: Πλέγμα πορείας Bee-Bot

Παράρτημα Β - Scratch

B.1 Εξοικείωση με το Scratch

- Τι είναι το scratch

Το Scratch είναι μια οπτική γλώσσα προγραμματισμού που επιτρέπει τη δημιουργία ιστοριών, παιχνιδιών και εφαρμογών, με τη χρήση μπλοκ εντολών που «κουμπώνουν» μεταξύ τους. Δεν απαιτεί προηγούμενες γνώσεις προγραμματισμού και είναι ιδανικό για μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου.

- Βασικά Στοιχεία Περιβάλλοντος Scratch

1. Σκηνικό (Backdrop): Είναι το φόντο της εφαρμογής. Μπορεί να απεικονίζει έναν δρόμο, μια αυλή, ένα πάρκο κ.λπ.
2. Χαρακτήρες (Sprites): Είναι τα αντικείμενα ή οι χαρακτήρες που κινούνται ή αλληλεπιδρούν. Στο σενάριο ανακύκλωσης, κάθε Sprite είναι ένα ανακυκλώσιμο αντικείμενο (μπουκάλι, χαρτί, κ.ά.).
3. Στολές (Costumes): Κάθε χαρακτήρας μπορεί να έχει διαφορετικές εμφανίσεις – π.χ., να αλλάζει εμφάνιση καθώς παριστάνει διαφορετικό είδος απορρίμματος.
4. Σενάρια (Scripts): Εδώ κατασκευάζουμε τον προγραμματισμό με εντολές τύπου “όταν πατηθεί η πράσινη σημαία”, “αν αγγίζει τον μπλε κάδο” κ.λπ.

- Τι θα μάθουμε σε αυτή τη δραστηριότητα

1. Πώς να δημιουργήσουμε έναν χαρακτήρα που αλλάζει εμφάνιση
2. Πώς να τον μετακινούμε με το ποντίκι
3. Πώς να αναγνωρίζουμε σωστά ή λάθος ενέργειες (σε ποιον κάδο μπήκε)
4. Πώς να μετράμε σωστές κινήσεις ή να αλλάζουμε φόντο σε περίπτωση λάθους

- Ασκήσεις εξοικείωσης πριν την υλοποίηση

1. *Προσθήκη Sprite και αλλαγή στολής.* Δοκίμασε να βάλεις έναν Sprite και να του αλλάξεις την εμφάνιση με εντολή.
2. *Δημιουργία ενός σκηνικού με κάδους.* Βάλε εικόνες κάδων και τοποθέτησέ τους στη σκηνή.
3. *Μετακίνηση χαρακτήρα με το ποντίκι.* Πρόσθεσε εντολές ώστε το Sprite να ακολουθεί το ποντίκι.

4. *Ανίχνευση σύγκρουσης*. Δοκίμασε να φτιάξεις εντολή: «αν αγγίζεις τον μπλε κάδο και είσαι πλαστικό, τότε +1 πόντος».

B.2 Εγχειρίδιο Σεναρίου Scratch

1. Προετοιμασία

- Πλατφόρμα: Scratch (online ή offline έκδοση)
- Απαιτούμενο Υλικό:
 - ο Εικόνες κάδων και ανακυκλώσιμων αντικειμένων
 - ο Ήχοι επιβράβευσης ή λάθους
 - ο Σκηνικά περιβάλλοντος (π.χ. πάρκο, αυλή)

2. Βήματα Υλοποίησης

2.1 Δημιουργία Σκηνικών

- Εισάγεται ένα σκηνικό που αναπαριστά περιβάλλον σχετικό με την ανακύκλωση.
- Δημιουργείται:
 - ο Αρχική οθόνη (π.χ. «Ξεκίνα το παιχνίδι»)
 - ο Τελική οθόνη επιτυχίας («Μπράβο!») και αποτυχίας («Έχασες»)

2.2 Προσθήκη Sprites

- Φόρτωση ανακυκλώσιμων αντικειμένων (μπουκάλι, χαρτί, γυαλί, φαρμακευτικά προϊόντα κ.λπ.) ως κοστούμια σε έναν χαρακτήρα (Sprite).
- Τοποθέτηση Sprites που αναπαριστούν κάδους ανακύκλωσης:
 - Μπλε: χαρτί
 - Πράσινος: γυαλί
 - Κίτρινος: πλαστικό
 - Γκρι: μέταλλο / φαρμακευτικά
 - Πορτοκαλί: οργανικά απορρίμματα

2.3 Προγραμματισμός

Αρχικοποίηση παιχνιδιού:

- Όταν πατηθεί η πράσινη σημαία:

- Θέσε την αρχική στολή στον χαρακτήρα (π.χ. μήλο)
- Ρύθμισε το σκορ στο 0
- Ρύθμισε το σκηνικό στην αρχική οθόνη

Κίνηση και έλεγχος:

- Ο χαρακτήρας ακολουθεί το ποντίκι (εντολή "πήγαινε στη θέση του ποντικιού")
- Αν ο χαρακτήρας αγγίζει τον σωστό κάδο:
 - Αύξησε τη μεταβλητή σκορ κατά 1
 - Προχώρα στο επόμενο κοστούμι (επόμενο αντικείμενο)
- Αν ο χαρακτήρας αγγίζει λάθος κάδο:
 - Άλλαξε σκηνικό σε "Έχασες"

Προσθήκη Βαθμολογίας

- Χρήση μεταβλητής "Score".
- Μηδενίζει την εντολή για να απεικονίζει το Score για κάθε επιτυχία.

Τελικός Έλεγχος

- Αν έχουμε σωστά αντικείμενα: εμφάνισε «Μπράβο!»
- Αν η επιλογή είναι λανθασμένη: εμφάνισε «Έχασες» και τερμάτισε

Παραδείγματα από τον Κώδικα:

- Όταν η πράσινη σημαία πατηθεί:

set score to 0

switch backdrop to [αρχή]

go to [x:0 y:0]

next costume

- Όταν ακουμπάει κάδο:

if <touching [κάδος σωστός]> then

change score by 1

next costume

else

switch backdrop to [Έχασες]

B.3 Φύλλο Εργασίας

Περιγραφή Δραστηριότητας

Η δραστηριότητα αξιοποιεί το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch για την ανάπτυξη ενός ψηφιακού παιχνιδιού με θέμα την ανακύκλωση. Οι μαθητές προγραμματίζουν έναν χαρακτήρα ώστε να ταξινομεί σωστά αντικείμενα στους αντίστοιχους κάδους (χαρτί, γυαλί, πλαστικό, οργανικά, μέταλλο), ενισχύοντας την υπολογιστική σκέψη και την περιβαλλοντική ευαισθησία μέσα από βιωματική και διαδραστική μάθηση.

Ταξινόμηση Ανακυκλώσιμων Αντικειμένων

1. Παρατήρησε τα αντικείμενα που εμφανίζονται στο παιχνίδι.
2. Συμπλήρωσε τον πίνακα με το σωστό κάδο που πρέπει να τοποθετηθούν:

Πίνακας 1: Ταξινόμηση Ανακυκλώσιμων Αντικειμένων σε Κάδους

<i>Αντικείμενο</i>	<i>Σωστός Κάδος (Πλαστικό, Χαρτί, Μέταλλο, Οργανικά, Γυαλί)</i>
Μήλο	
Μπανάνα	
Καρπούζι	
Φτυάρι πλαστικό	
Μπουκάλι από πλαστικό	
Ποτήρι από γυαλί	

Μπουκάλι από γυαλί	
Σύριγγα	
Χημικό υλικό	
Φάρμακο	
Εφημερίδα	
Καπάκι μεταλλικό	

Παρατηρήσεις και Αναστοχασμός

1. Ποιο αντικείμενο σε μπέρδεψε περισσότερο και γιατί;
2. Πόσες σωστές επιλογές κατάφερες στο παιχνίδι;
3. Τι έμαθες για την ανακύκλωση μέσα από αυτό το σενάριο;

Παράρτημα Γ - Lego & Mecabricks

Γ.1 Εξοικείωση με το Mecabricks

Σκοπός: Να δημιουργήσουν οι μαθητές οχήματα με τουβλάκια LEGO στο διαδίκτυο και να τα εξάγουν ως εικόνες για εισαγωγή στο Scratch, ενισχύοντας δεξιότητες σχεδίασης, τεχνολογίας και δημιουργικής έκφρασης.

Προετοιμασία για τον εκπαιδευτικό

1. Δημιουργήστε λογαριασμό στο <https://mecabricks.com> (προτείνεται ένας κοινός εκπαιδευτικός λογαριασμός).
2. Εξασφαλίστε ότι οι υπολογιστές των μαθητών έχουν πρόσβαση σε φυλλομετρητή Chrome ή Firefox.
3. Προβλέψτε μία διδακτική ώρα για εξοικείωση και ακόμα μία για τον σχεδιασμό του *οχήματος*.

Βήμα 1 – Είσοδος στο Mecabricks

- Οι μαθητές επισκέπτονται: <https://mecabricks.com/en/workshop>
- Πατούν “Start new model” για να ξεκινήσουν ένα νέο έργο.

Βήμα 2 – Προσθήκη τουβλακίων

- Από το αριστερό μενού, επιλέγουν την κατηγορία τουβλακίων (π.χ. Bricks, Plates, Wheels).
- Κάνουν κλικ σε ένα τουβλάκι και στη συνέχεια κλικ στην κεντρική επιφάνεια εργασίας για να το τοποθετήσουν.
- Με δεξί κλικ, μπορούν να περιστρέψουν ή να αντιγράψουν ένα τουβλάκι.
- Με τα εργαλεία στο επάνω μέρος μπορούν να μετακινήσουν, ανεβάσουν ή κατεβάσουν κομμάτια.

Βήμα 3 – Σχεδιασμός Οχήματος

- Οι μαθητές συνδυάζουν τα τουβλάκια για να φτιάξουν ένα όχημα (λεωφορείο, αυτοκίνητο, μηχανή, κ.λπ.).
- Δίνεται έμφαση σε βασικά στοιχεία: τροχούς, καμπίνα, παρμπρίζ, πλαίσιο.

Συμβουλή: Ζητήστε τους να αντιστοιχίσουν τα μέρη του οχήματος με τα μέρη ενός πραγματικού οχήματος (STEM διάσταση: μηχανική κατανόηση).

Βήμα 4 – Χρωματισμός Οχήματος

- Από το μενού “Paint”, επιλέγουν χρώμα και κάνουν κλικ πάνω στα τουβλάκια για να τα χρωματίσουν.
- Προτείνεται να χρησιμοποιήσουν χρώματα που έχουν νόημα (π.χ. κίτρινο για σχολικό λεωφορείο).

Βήμα 5 – Φωτορεαλιστική Απόδοση (Render)

- Πατούν το κουμπί “Render” (στην κορυφή).
- Επιλέγουν:
 - “Web render” → για γρήγορη απόδοση
 - Ή “HD render” → για υψηλής ποιότητας εικόνα (χρειάζεται λίγα λεπτά)
- Κατεβάζουν την τελική εικόνα στον υπολογιστή τους.

Βήμα 6 – Εισαγωγή στο Scratch

- Ανοίγουν το Scratch <https://scratch.mit.edu>
- Πατούν “Choose a sprite” > Upload sprite και εισάγουν την εικόνα του οχήματος.
- Το όχημα πλέον μπορεί να προγραμματιστεί με Scratch blocks.

Παιδαγωγική Ενίσχυση

Ομαδική εργασία: Οι μαθητές εργάζονται ανά ομάδες, αναλαμβάνοντας ρόλους (σχεδιαστής, προγραμματιστής, παρουσιαστής).

Ανταλλαγή ιδεών: Συζήτηση γύρω από την ασφάλεια στην κυκλοφορία, τύπους οχημάτων, ρόλο φαναριών.

Αξιολόγηση: Παρουσίαση των οχημάτων στην τάξη με ερωτήσεις όπως: Γιατί επέλεξες αυτό το σχέδιο; Πώς κινείται το όχημα; Τι θα άλλαζες;

Γ.2 Εγχειρίδιο Σεναρίου Lego & Scratch

Οδηγός Υλοποίησης

1. Σχεδίαση Οχήματος

Οι μαθητές σχεδιάζουν το μοντέλο του οχήματος (τύπος, μέγεθος, χαρακτηριστικά κίνησης).

2. Δημιουργία Κυκλοφοριακού Περιβάλλοντος

Δημιουργούν μια πίστα που περιλαμβάνει δρόμους, διασταυρώσεις, σήματα και πεζούς.

3. Σχεδιασμός Κανόνων Κυκλοφορίας

Καθορίζονται βασικοί κανόνες κυκλοφορίας (π.χ. στάση στο STOP, παραχώρηση προτεραιότητας).

4. Ανάθεση Ρόλων στις Ομάδες

Κάθε ομάδα επιλέγει ρόλους: σχεδιαστής, μηχανικός, προγραμματιστής, παρατηρητής.

5. Κατασκευή Οχήματος με LEGO Digital Designer

Κατασκευάζουν το αντίστοιχο όχημα με χρήση LEGO Digital Designer και δημιουργούν τα απαραίτητα μέρη.

6. Προγραμματισμός στο Scratch

Χρησιμοποιώντας Scratch, προγραμματίζουν κινήσεις με χρήση βρόχων, μεταβλητών και ελέγχων.

7. Σενάρια Κυκλοφοριακής Συμπεριφοράς

Ορίζονται καταστάσεις: φανάρι, STOP, κίνηση πεζών – και τα οχήματα αντιδρούν ανάλογα.

8. Εντοπισμός Προβλημάτων και Βελτιώσεις

Δοκιμάζεται το σενάριο, παρατηρούνται λάθη, και γίνονται βελτιώσεις στον κώδικα και τον σχεδιασμό.

9. Παρουσίαση και Αναστοχασμός

Οι ομάδες παρουσιάζουν το έργο τους, εξηγούν τις επιλογές τους και δέχονται ανατροφοδότηση.

Γ.3 Φύλλο Εργασίας 1

Περιγραφή Δραστηριότητας

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα κατασκευάσεις και θα προγραμματίσεις ρομποτικά οχήματα, τα οποία θα κινούνται σε ένα περιβάλλον που προσομοιώνει μία πραγματική πόλη. Θα εφαρμόσεις βασικούς κανόνες κυκλοφορίας όπως στάση σε STOP, φανάρια και διάβαση πεζών, και θα ελέγχεις τη σωστή συμπεριφορά του οχήματος μέσω Scratch.

Ερωτήσεις Κατανόησης

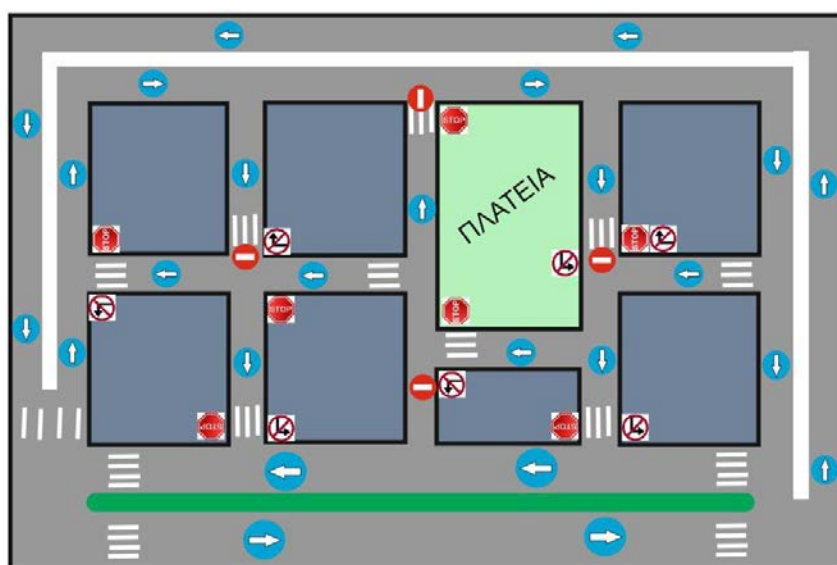
1. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία που υπάρχουν στο κυκλοφοριακό σας περιβάλλον (δρόμοι, φανάρια, διαβάσεις κλπ.);
2. Ποιους κανόνες κυκλοφορίας εφαρμόσατε στο σενάριό σας;
3. Ποια τα είδη των οχημάτων που χρησιμοποίησες στην δραστηριότητα; Τι συμπεριφορά είχε το κάθε όχημά σας όταν συναντούσε φανάρι ή σήμα STOP ή διάβαση αντίστοιχα;
4. Ποιες εντολές Scratch χρησιμοποιήσατε για να προγραμματίσετε τις αντιδράσεις των οχημάτων;
5. Υπήρξαν περιπτώσεις που κάποιο όχημα παραβίασε κάποιον κανόνα; Αν ναι, πώς το διορθώσατε;

Παρατηρήσεις και Αναστοχασμός

- Ποιες δυσκολίες αντιμετωπίσατε κατά τη διάρκεια της υλοποίησης;
- Πώς ανταποκρίθηκε το κάθε όχημα στις προγραμματισμένες καταστάσεις;
- Τι αλλαγές θα προτεινάτε για να γίνει το σύστημα πιο λειτουργικό ή ασφαλές;

Σχεδιάσε το Περιβάλλον Κυκλοφορίας

Χρησιμοποίησε το παρακάτω πλαίσιο για να σχεδιάσεις την πίστα που δημιούργησες με δρόμους, φανάρια και διασταυρώσεις.



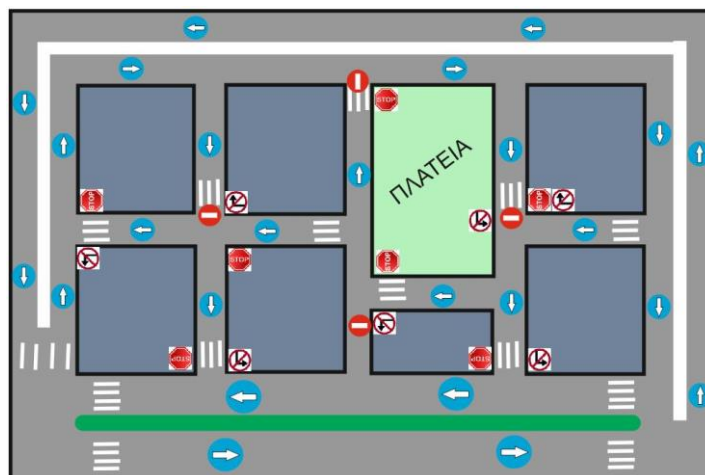
Εικόνα 17: Περιβάλλον προσομοίωσης πόλης εργασίας 1

Γ.4 Φύλλο Εργασίας 2

Περιγραφή Δραστηριότητας

Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζει μία προσομοιωμένη πόλη με δρόμους, διασταυρώσεις, πλατεία, σήματα STOP, μονόδρομους και διαβάσεις πεζών. Σκοπός σου είναι να μελετήσεις το χάρτη και να σχεδιάσεις τη σωστή διαδρομή ενός οχήματος από το σημείο Α στο σημείο Β, ακολουθώντας πάντα τους κανόνες κυκλοφορίας.

Παρατήρησε την παρακάτω πίστα κυκλοφορίας:



Εικόνα 18: Περιβάλλον προσομοίωσης πόλης εργασίας 2

Ερωτήσεις Κατανόησης

1. Από ποια σημεία μπορεί να ξεκινήσει το όχημά σου χωρίς να παραβιάσει κάποιο σήμα;
2. Ποια διαδρομή προτείνεις ώστε να φτάσει στην πλατεία χωρίς να παραβιάσει STOP ή μονόδρομο;
3. Ποιες πινακίδες και φανάρια συναντάς στη διαδρομή σου;
4. Τι θα συνέβαινε αν δεν υπήρχε το STOP σε κάποια διασταύρωση; Ποιες αλλαγές θα πρότεινες;
5. Παρατήρησε αν κάποια σήμανση δημιουργεί σύγχυση. Πώς θα την άλλαζες;

Παρατηρήσεις και Αναστοχασμός

- Ήταν εύκολο να προγραμματίσεις την κίνηση του οχήματος σύμφωνα με τους κανόνες;
- Ποιο σημείο της πίστας θεωρείς πιο κρίσιμο και γιατί;
- Αν μπορούσες να αλλάξεις τη διάταξη της πίστας, τι θα βελτιώνες;

Παράρτημα Δ – Tinkercad

Δ.1 Εγχειρίδιο Σεναρίου Tinkercad

Σκοπός: Να σχεδιάσουν οι μαθητές έναν διαδραστικό «έξυπνο λαχανόκηπο» με αισθητήρες, φωτισμό και αυτοματισμούς, ενισχύοντας δεξιότητες φυσικής, τεχνολογίας και προγραμματισμού μέσω της πλατφόρμας Tinkercad Circuits.

Προετοιμασία για τον Εκπαιδευτικό:

1. Δημιουργήστε λογαριασμό στο <https://www.tinkercad.com>.
2. Δημιουργήστε εικονική τάξη και καλέστε τους μαθητές να συμμετέχουν με σύνδεσμο.
3. Εξασφαλίστε πρόσβαση σε φυλλομετρητές Chrome ή Firefox.
4. Προβλέψτε δύο διδακτικές ώρες: μία για τον σχεδιασμό του κυκλώματος και μία για την ολοκλήρωση του σεναρίου με προγραμματισμό.

Βήμα 1 – Είσοδος στο Tinkercad και Δημιουργία Νέου Κυκλώματος

- Οι μαθητές επιλέγουν "Circuits" > Create new Circuit.
- Δημιουργούν έναν χώρο εργασίας στον οποίο θα προστεθούν όλα τα εξαρτήματα.

Βήμα 2 – Επιλογή Εξαρτημάτων

- Από το μενού "Components", επιλέγουν:
 1. Arduino Uno R3
 2. Φωτοαντιστάσεις (Light Sensor / LDR)
 3. Θερμίστορ (Thermistor)
 4. Αισθητήρα υγρασίας εδάφους (Soil Moisture Sensor)
 5. LEDs (π.χ. κόκκινο για ειδοποίηση, πράσινο για καλή κατάσταση)
 6. Breadboard
 7. Αντιστάσεις 220Ω ή 10kΩ (όπου χρειάζεται)

8. Καλώδια (Wires) για συνδέσεις

Βήμα 3 – Κατασκευή Κυκλώματος

Οι μαθητές:

- Συνδέουν τα εξαρτήματα με βάση ένα υπόδειγμα κυκλώματος.
- Ο αισθητήρας υγρασίας συνδέεται στο A0 του Arduino.
- Η φωτοαντίσταση στο A1 και ο θερμίστορ στο A2.
- Τα LEDs συνδέονται στα digital pins (π.χ. D9, D10).

Συμβουλή: Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει ένα αρχικό κύκλωμα ως βοήθημα.

Βήμα 4 – Προγραμματισμός με Arduino Blocks

- Πατούν “Code” > Επιλογή “Blocks + Text”.
- Δημιουργούν πρόγραμμα το οποίο:
 1. Ελέγχει την υγρασία και ενεργοποιεί το κόκκινο LED αν είναι χαμηλή.
 2. Ελέγχει τη θερμοκρασία και την ένταση φωτός.
 3. Αν όλα είναι κανονικά, ενεργοποιείται πράσινο LED.

Παράδειγμα:

```
loop {  
  
  humidity = analogRead(A0);  
  
  if (humidity < 300) {  
  
    digitalWrite(9, HIGH); // Red LED  
  
  } else {  
  
    digitalWrite(9, LOW);  
  
  }  
}
```

}

Βήμα 5 – Προσομοίωση & Δοκιμή

- Πατούν "Start Simulator".
- Αλλάζουν τιμές στους αισθητήρες με sliders.
- Παρατηρούν αν τα LEDs λειτουργούν σωστά.
- Ενθαρρύνεται η αναγνώριση σφαλμάτων (debugging).

Παιδαγωγική Ενίσχυση

- Ομαδοσυνεργατική μάθηση: οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες με ρόλους (ηλεκτρολόγος, προγραμματιστής, σχεδιαστής).
- STEM εφαρμογή: Αντιστοιχούν τη θεωρία της φυσικής και πληροφορικής με πρακτική εφαρμογή.
- Αξιολόγηση: Παρουσίαση της λύσης στην τάξη και επεξήγηση του τρόπου λειτουργίας του «έξυπνου λαχανόκηπου».

Συμβουλές για τον Εκπαιδευτικό

- Να δίνετε χρόνο για δημιουργία και πειραματισμό.
- Προτείνετε ένα κοινό πρότυπο για να το εξελίσσουν δημιουργικά.
- Να γίνει σύνδεση με περιβαλλοντικά θέματα (π.χ. εξοικονόμηση νερού).

Δ.2 Φύλλο Εργασίας

Περιγραφή Δραστηριότητας

Σε αυτό το φύλλο εργασίας θα σχεδιάσετε και θα προσομοιώσετε ένα έξυπνο σύστημα ποτίσματος για έναν λαχανόκηπο, χρησιμοποιώντας αισθητήρα υγρασίας και Arduino στο περιβάλλον Tinkercad.

Οδηγίες Δραστηριότητας

1. Συνδεθείτε στο <https://www.tinkercad.com/circuits> και δημιουργήστε νέο κύκλωμα.

2. Τοποθετήστε μία πλακέτα Arduino Uno στο κύκλωμα.
3. Προσθέστε έναν αισθητήρα υγρασίας εδάφους και συνδέστε το σήμα του στην αναλογική είσοδο A0.
4. Συνδέστε μια LED στο ψηφιακό pin 9 με αντιστάτη, για να ειδοποιεί όταν η υγρασία είναι χαμηλή.
5. Προσθέστε μια αντλία (ή ένα μοτέρ για συμβολισμό) στο pin 8 για την αυτόματη άρδευση.
6. Γράψτε απλό κώδικα σε Arduino (blocks ή text) για να ενεργοποιείται η LED και η αντλία όταν η υγρασία πέσει κάτω από το όριο (π.χ. 300).
7. Τρέξτε την προσομοίωση και καταγράψτε τις τιμές που εμφανίζονται στον αισθητήρα.
8. Τροποποιήστε το πρόγραμμα για να ενεργοποιείται η αντλία μόνο όταν η υγρασία είναι κάτω από 300 ΚΑΙ η θερμοκρασία (αν προσθέσετε αισθητήρα) είναι πάνω από 20°C.

Παρατηρήσεις και Αναστοχασμός

- Ποια ήταν η πρόκληση κατά τη σύνδεση των κυκλωμάτων;
- Ποιες μεταβλητές ελέγχουν τη λειτουργία του ποτίσματος;
- Πώς μπορείτε να βελτιώσετε τη λογική του αυτόματου ποτίσματος;
- Πώς συνδέεται αυτή η εφαρμογή με την καθημερινότητά μας;