

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**  
**Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων**  
**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών**  
**«Ηλεκτρονική Μάθηση»**



**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

**Ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα για την εισαγωγή στην  
εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things**

Μπαρέκας Αντώνιος

Επιβλέπων Καθηγητής: Ρετάλης Συμεών

Πειραιάς 2018



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας επιδιώκεται η ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού σεναρίου, το οποίο θα αξιοποιεί τις έννοιες της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things. Δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν προσομοιώσεις μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος του Scratch 2.0, αξιοποιώντας το εκπαιδευτικό πακέτο Lego Mindstorms EV3, καθώς και τη πλακέτα του Raspberry Pi. Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα εφαρμόστηκε σε μαθητές της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης, οι οποίοι προγραμματίζοντας τα εικονικά ρομπότ και τις περιφερειακές IoT συσκευές κατάφεραν να φέρουν εις πέρας τις προκλήσεις που τους ανατέθηκαν. Οι δραστηριότητες αρχικά ήταν απλές και είχαν ως στόχο την εξοικείωση των μαθητών με τις βασικές λειτουργίες του ρομπότ EV3 και στη συνέχεια γινόταν πιο σύνθετες με την χρήση IoT συσκευών και τη δημιουργία «έξυπνων» ρομποτικών συστημάτων. Σκοπός της εργασίας είναι να εκτιμηθεί κατά πόσο η συγκεκριμένη πρόταση διδασκαλίας μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν να σχεδιάζουν και να υλοποιούν ενδιαφέρουσες προσομοιώσεις, συνδυάζοντας στοιχεία ρομποτικής και IoT. Οι τομείς της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things λόγω των απεριόριστων δυνατοτήτων μας βοήθησαν να δημιουργήσουμε ένα μαθησιακό περιβάλλον που να εμπεριέχει νέες γνώσεις και εμπειρίες για τους εκπαιδευόμενους. Τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης έδειξαν ότι οι μαθητές κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό το αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things, ενώ κατάφεραν να υλοποιήσουν με επιτυχία τις δικές τους προσομοιώσεις.



## **ABSTRACT**

In the context of this diploma thesis, the development of an educational scenario that exploits the concepts of educational robotics and the Internet of Things is intended. The students have the opportunity to design and develop simulations through the Scratch 2.0 programming environment, leveraging the Lego Mindstorms EV3 training kit and the Raspberry Pi board. This educational scenario was applied to students of Tertiary Education who, by programming virtual robots and peripheral IOT devices, managed to meet the challenges assigned to them. In the beginning the activities were simple and aimed at familiarizing students with the basic functions of the EV3 robot and then they became more complex with the use of IoT devices and the creation of "smart" robotic systems. The purpose of this paper is to assess whether this particular teaching proposal can help students to learn how to design and implement interesting simulations, combining elements of robotics and the Internet of Things. The areas of educational robotics and the Internet of Things due to their unlimited possibilities have helped us to create a learning environment that incorporates new knowledge and experiences for the students. The results of this instructional intervention showed that the students understood the subject of educational robotics and the Internet of Things to a great extent and managed to successfully create their own simulations.



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Σε αυτό το σημείο νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Ρετάλη Συμεών για την επίβλεψη, την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους υπόλοιπους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος «Ηλεκτρονική Μάθηση» του τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς για τις χρήσιμες γνώσεις και τη βοήθεια, που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου.

Τέλος, θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου για τη στήριξη και τη βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.





# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	i
ABSTRACT .....	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	v
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.1 Περιγραφή της εργασίας .....	1
1.2 Δομή της εργασίας .....	3
2. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	4
2.1 Εισαγωγή στην έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	4
2.2 Λόγοι εισαγωγής της ρομποτικής στην εκπαίδευση .....	6
2.3 Διδακτικά μοντέλα εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	11
2.4 Εκπαιδευτικά προγράμματα ρομποτικής.....	15
2.5 Διαγωνισμοί εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	18
2.6 Ανασκόπηση ρομποτικών συστημάτων ως εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	20
2.7 Lego Mindstorms – Ιστορική Αναδρομή .....	26
2.8 Lego Mindstorms EV3 – Παρουσίαση υλικού.....	30
2.8.1 EV3 Brick (τουβλάκι EV3).....	31
2.8.2 EV3 Motors (Κινητήρες EV3).....	33
2.8.3 Αισθητήρες (Sensors).....	35
2.8.4 Γραφικό Περιβάλλον Προγραμματισμού του EV3 .....	39
2.9 Ρομποτικές Προσομοιώσεις .....	40
2.9.1 Γνωστοί ρομποτικοί προσομοιωτές .....	42

2.10 Το Scratch ως εκπαιδευτικό εργαλείο .....	46
2.10.1 Ρομποτικές προσομοιώσεις σε ScratchX .....	50
3. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ - INTERNET OF THINGS .....	52
3.1 Η έννοια του Internet of Things .....	52
3.2 Η ιστορική εξέλιξη του IoT.....	54
3.3 Η Αρχιτεκτονική του Internet of Things .....	56
3.4 Τομείς και εφαρμογές του IoT .....	58
3.5 Η χρήση του Internet of things στην Εκπαίδευση.....	62
3.6 Raspberry Pi .....	65
3.7 GPIO pins – Scratch 2.0 .....	67
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ .....	71
4.1 Εκπαιδευτικό πρόβλημα.....	71
4.2 Μαθησιακοί στόχοι .....	71
4.3 Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων.....	72
4.4 Διδακτικό μοντέλο.....	73
4.5 Καθορισμός ρόλων.....	73
4.6 Παρουσίαση του εκπαιδευτικού σεναρίου .....	75
4.7 Περιγραφή δραστηριοτήτων εκπαιδευτικού σεναρίου.....	80
4.8 Χρονοδιάγραμμα εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.....	98
5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	100
5.1 Στόχοι της αξιολόγησης .....	100
5.2 Βασικά ερωτήματα αξιολόγησης .....	101
5.3 Η διαδικασία της αξιολόγησης.....	101
5.4 Συμμετέχοντες στην αξιολόγηση .....	104

5.5 Περιγραφή εργαλείου αξιολόγησης .....	104
5.6 Ανάλυση απαντήσεων ερωτηματολογίου .....	106
5.7 Ανάλυση επίδοσης εκπαιδευομένων .....	125
5.8 Ευρήματα.....	128
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	134
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....	137
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εκπαιδευτικού σεναρίου .....	145
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Εκφωνήσεις δραστηριοτήτων.....	149
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Ρουμπρικές αξιολόγησης .....	156
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Κώδικες δραστηριοτήτων.....	158

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 1: Διαφορές μεταξύ παραδοσιακής και σύγχρονης θεώρησης για τη μάθηση .....	10
Πίνακας 2: Στάδια διδακτικού μοντέλου των Carbonaro, Rex & Chambers .....	13
Πίνακας 3: Χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων .....	99
Πίνακας 4: Ποσοστά επιτυχίας των φοιτητών σε κάθε μία από τις εργασίες.....	126
Πίνακας 5: Κατηγοριοποίηση της επίδοσης των φοιτητών σε κάθε μία από τις εργασίες.....	127

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Προγραμματισμός ρομποτικής χελώνας με τη γλώσσα Logo.....	21
Εικόνα 2: Το ρομπότ Kaspar.....	22
Εικόνα 3: Το ρομπότ R.Bot 100 .....	23
Εικόνα 4: Το ρομποτικό σύστημα VEX EDR .....	24
Εικόνα 5: Το ρομπότ Nao .....	25
Εικόνα 6: Ρομποτική συσκευή με τη χρήση Arduino.....	26
Εικόνα 7: Τα τουβλάκια Lego.....	27
Εικόνα 8: Το σύστημα Technic.....	27
Εικόνα 9: Robotic Invention System .....	29
Εικόνα 10: Lego Mindstorms NTX .....	30
Εικόνα 11: Lego Mindstorms EV3 Education .....	31
Εικόνα 12: Ο επεξεργαστής EV3 Brick.....	32
Εικόνα 13: Ο μεγάλος κινητήρας του EV3.....	34
Εικόνα 14: Ο μεσαίος κινητήρας του EV3 .....	35
Εικόνα 15: Ο αισθητήρας χρώματος του EV3.....	36
Εικόνα 16: Οι λειτουργίες του αισθητήρα χρώματος .....	37
Εικόνα 17: Ο αισθητήρας αφής του EV3.....	37
Εικόνα 18: Οι λειτουργίες του αισθητήρα αφής .....	38
Εικόνα 19: Ο αισθητήρας υπερήχων του EV3.....	39
Εικόνα 20: Το γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού Lego Mindstorms Education EV3 .....	40
Εικόνα 21: Το λογισμικό RoboLogix .....	43

Εικόνα 22: Ο ρομποτικός προσομοιωτής anyKode Marilou .....	44
Εικόνα 22: Ο ρομποτικός προσομοιωτής Webots .....	45
Εικόνα 23: Ο προγραμματιστικό περιβάλλον Open RAVE .....	45
Εικόνα 24: Ο ρομποτικός προσομοιωτής Carmen .....	46
Εικόνα 25: Το γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού Scratch 2.0.....	47
Εικόνα 26: Η πλατφόρμα προγραμματισμού του ScratchX .....	51
Εικόνα 27: Στάδια εξέλιξης του IoT .....	54
Εικόνα 27: Αρχιτεκτονική IoT (τριών και πέντε επιπέδων) .....	57
Εικόνα 28: Η πλακέτα του Raspberry Pi .....	66
Εικόνα 28: Έλεγχος των GPIO μέσω του ScratchX .....	68
Εικόνα 29: Βιβλιοθήκη προσαρμοσμένων μπλοκ του ScratchX .....	68
Εικόνα 30: Κώδικας προγραμματισμού μιας λυχνίας LED σε ScratchX .....	69
Εικόνα 31: Διάταξη GPIO pins στο Raspberry Pi .....	70
Εικόνα 32: Κώδικας προγραμματισμού μιας λυχνίας LED σε Scratch .....	70
Εικόνα 33: Διάγραμμα ροής ενοτήτων του εκπαιδευτικού σεναρίου.....	80
Εικόνα 34: EV3 - Εντοπισμός εμποδίων .....	81
Εικόνα 35: EV3 – Μετακίνηση αντικειμένου.....	82
Εικόνα 36: Υλοποίηση συναγερμού με το Raspberry Pi .....	83
Εικόνα 37: Προσομοίωση ρομποτικής γάτας .....	84
Εικόνα 38: Πορεία ρομποτικού σκιέρ από την αφετηρία στον τερματισμό.....	85
Εικόνα 39: Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ .....	86
Εικόνα 40: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα .....	87
Εικόνα 41: Προσομοίωση «έξυπνου» συστήματος διαχείρισης κίνησης.....	89
Εικόνα 42: Προσομοίωση «έξυπνου» συστήματος διέλευσης τρένου .....	90

Εικόνα 42: 1 <sup>η</sup> Εργασία – Προσομοίωση Ρόμπο-Σκιέρ .....	91
Εικόνα 43: 2 <sup>η</sup> Εργασία – Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα με IoT συσκευές ....	93
Εικόνα 44: 3 <sup>η</sup> Εργασία – Color paths.....	94
Εικόνα 45: 3 <sup>η</sup> Εργασία – Crossroads .....	95
Εικόνα 46: Διάγραμμα ροής δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού σεναρίου .....	97
Εικόνα 47: Τα στάδια της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού σεναρίου .....	102
Εικόνα 48: Απαντήσεις για τη προϋπάρχουσα γνώση σχετικά με τη ρομποτική .....	107
Εικόνα 49: Απαντήσεις για τη προϋπάρχουσα γνώση σχετικά με το IoT .....	108
Εικόνα 50: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης των φοιτητών από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα .....	109
Εικόνα 51: Απαντήσεις για το βαθμό θετικής επίδρασης της ρομποτικής και του IoT στη συμμετοχή τους στη δράση .....	110
Εικόνα 52: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης από το μαθησιακό υλικό .....	111
Εικόνα 53: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης από τους εκπαιδευτικούς .....	112
Εικόνα 54: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης από το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0.....	113
Εικόνα 55: Απαντήσεις για την επίτευξη των γνωστικών στόχων .....	114
Εικόνα 56: Απαντήσεις για τις ενότητες τους σεναρίου .....	116
Εικόνα 57: Απαντήσεις για το πόσο απαιτητικές ήταν οι εργασίες του μαθήματος..	117
Εικόνα 58: Οι δραστηριότητες που άρεσαν περισσότερο στους φοιτητές .....	118
Εικόνα 59: Οι δραστηριότητες που άρεσαν λιγότερο στους φοιτητές.....	119
Εικόνα 60: Οι εργασίες που άρεσαν περισσότερο στους φοιτητές.....	120
Εικόνα 61: Οι εργασίες που άρεσαν λιγότερο στους φοιτητές.....	121
Εικόνα 62: Απαντήσεις για το χρόνο που αφιέρωσαν οι φοιτητές για κάθε εργασία .....	122

Εικόνα 63: Απαντήσεις για το χρόνο που θα αφιέρωναν αν υλοποιούσαν ξανά τις εργασίες.....	123
Εικόνα 64: Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για τη ρομποτική.....	124
Εικόνα 65: Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για το IoT .....	125





# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Περιγραφή της εργασίας

Τις τελευταίες δεκαετίες, η κοινωνία εξελίσσεται συνεχώς και δημιουργεί την ανάγκη όλο και περισσότεροι πολίτες να ενημερώνονται διαρκώς για τις τεχνολογικές αλλαγές. Έτσι επιβάλλεται να διερευνηθούν καινούρια τεχνολογικά μέσα και μέθοδοι στην εκπαιδευτική διαδικασία, έτσι ώστε οι μαθητές από μικρή ηλικία να αρχίσουν να κατανοούν τεχνολογικά θέματα που σχετίζονται με τον πραγματικό κόσμο. Το ρομπότ είναι ένα σύγχρονο εργαλείο, που χρησιμοποιείται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα μέσω ενός απλού προγραμματιστικού περιβάλλοντος να κατευθύνει και να προγραμματίσει ένα ρομποτικό σύστημα. Η εκπαιδευτική διαδικασία, χρησιμοποιώντας ρομποτικά μέσα, πραγματοποιείται με την ενεργή συμμετοχή των εκπαιδευομένων, οι οποίοι προσπαθούν να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες που τους προσφέρει ένα εκπαιδευτικό πακέτο, το οποίο περιέχει έναν επεξεργαστή, κινητήρες και αισθητήρες. Η ρομποτική έχει καθιερωθεί πλέον ως ένα πολύτιμο διδακτικό μέσο για πολλούς λόγους (Menegatti & Moro, 2010):

- Πλέον διάφορα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητά μας, γεγονός που αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών ώστε να γνωρίσουν καλύτερα τις δυνατότητές των συστημάτων αυτών.
- Έχουν αναπτυχθεί πολλές πλατφόρμες που μπορούν να προσομοιώνουν πραγματικά ρομποτικά συστήματα έχοντας απεριόριστες δυνατότητες.
- Ο σχεδιασμός καθώς και η υλοποίηση ρομποτικών κατασκευών δεν είναι χρονοβόρα διαδικασία και σε αρκετές περιπτώσεις ενδέχεται να έχει σχετικά χαμηλό κόστος.

Διακεκριμένοι ψυχολόγοι και παιδαγωγοί αναφέρουν ότι η μάθηση δεν μπορεί να βασίζεται μόνο στη μετάδοση ιδεών από τον εκπαιδευτικό προς το μαθητή, αλλά πρέπει ο εκπαιδευόμενος να ανταλλάσει πληροφορίες, να πειραματίζεται, να

αλληλεπιδρά με περιβάλλοντα του πραγματικού κόσμου, καθώς και να επεξεργάζεται τις εμπειρίες που συλλέγει (Αλεξόπουλος & Ρόμπολα, 2013).

Από την άλλη πλευρά, το Internet of Things (Διαδίκτυο των Πραγμάτων) είναι μία έννοια, η οποία έχει μεγάλη απήχηση στις μέρες μας, αλλά δεν είναι καινούρια. Πρόκειται για μια γενική ιδέα, που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται αντικείμενα της καθημερινότητάς μας για να συνδεθούν στο Διαδίκτυο και να αλληλεπιδρούν αυτόνομα όχι μόνο με τους χρήστες, αλλά και με άλλες συσκευές. Το IoT έχει αρχίσει να εισχωρεί στην εκπαίδευση και τα οφέλη τα οποία μπορούν να αποκομίσουν οι εκπαιδευόμενοι είναι πολλά:

- Οι μαθητές θα μπορούν να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους καθώς το IoT θα τους βοηθήσει να επιλέξουν ένα πιο προσωπικό σύστημα μάθησης.
- Αυξάνεται το ενδιαφέρον τους όταν έρχονται σε επαφή με ένα νέο αντικείμενο.
- Παρέχονται προηγμένα εργαλεία από τους εκπαιδευτικούς, γεγονός που καθιστά την εκπαίδευση πιο ευέλικτη και η μάθηση γίνεται ποιοτικότερη.
- Η διδασκαλία μπορεί να οργανωθεί εξ αποστάσεως.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η σχεδίαση και εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού σεναρίου που θα έχει ως αντικείμενο τις δύο προαναφερθείσες έννοιες, την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things. Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την δυνατότητα να μάθουν να σχεδιάζουν και να υλοποιούν προσομοιώσεις βασιζόμενοι στο ρομποτικό εκπαιδευτικό πακέτο Lego Mindstorms Ev3 Education και να προγραμματίσουν τη λειτουργία περιφερειακών συσκευών που συνδέονται στην πλακέτα ενός Raspberry Pi, προκειμένου να δημιουργήσουν «έξυπνα» ρομποτικά συστήματα. Οι προσομοιώσεις υλοποιούνται μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος του Scratch 2.0, όπου οι χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα να δοκιμάσουν διάφορες πειραματικές λειτουργίες χωρίς να απαιτείται η ύπαρξη του φυσικού ρομπότ EV3. Στο τέλος της σειράς μαθημάτων, οι χρήστες θα έχουν τη

δυνατότητα να πειραματιστούν και με το πραγματικό ρομπότ, μέσω του λογισμικού Lego Mindstorms Ev3 Education Software, που συνοδεύει το εκπαιδευτικό πακέτο.

## **1.2 Δομή της εργασίας**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο δομούνται τα κεφάλαια της παρούσας εργασίας καθώς και μια σύντομη περιγραφή για το καθένα από αυτά:

*Κεφάλαιο 2:* Παρουσιάζεται μία βιβλιογραφική επισκόπηση αναφορικά με την έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Εξηγούνται οι λόγοι για τους οποίους η ρομποτική είναι πολύτιμη στην εκπαιδευτική διαδικασία και οι διδακτικοί μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να εφαρμοστεί, ενώ γίνεται αναφορά και σε εκπαιδευτικά προγράμματα και διαγωνισμούς ρομποτικής που έχουν διοργανωθεί. Τέλος, παρουσιάζονται όλα τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ρομποτικών προσομοιώσεων, καθώς και γνωστοί ρομποτικοί προσομοιωτές που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία μέχρι σήμερα.

*Κεφάλαιο 3:* Γίνεται παρουσίαση της βιβλιογραφικής επισκόπησης αναφορικά με την έννοια του Internet of Things, καθώς και της πλακέτας του Raspberry Pi, που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία ως εργαλείο περαιτέρω ανάπτυξης των ρομποτικών προσομοιώσεων.

*Κεφάλαιο 4:* Αναφέρεται στη μεθοδολογία σχεδίασης του εκπαιδευτικού σεναρίου που πραγματεύεται η παρούσα εργασία. Γίνεται αναφορά στο εκπαιδευτικό πρόβλημα, στους γνωστικούς στόχους του σεναρίου και των βασικών χαρακτηριστικών του εκπαιδευτή και των εκπαιδευομένων. Στη συνέχεια, περιγράφονται οι ενότητες του εκπαιδευτικού σεναρίου βασισμένες στο διδακτικό μοντέλο, το οποίο επιλέχθηκε, καθώς και η ροή των δραστηριοτήτων και του χρονοδιαγράμματος αυτών.

*Κεφάλαιο 5:* Αφορά την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού σεναρίου με βάση τις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων στο ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε, καθώς και της επίδοσης τους στις δραστηριότητες που τους ανατέθηκαν.

*Κεφάλαιο 6:* Παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τη συγκεκριμένη πρόταση διδασκαλίας.

## **2. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ**

### **2.1 Εισαγωγή στην έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Ο τομέας της εκπαιδευτικής ρομποτικής, τα τελευταία χρόνια καθιερώνεται όλο και περισσότερο στην εκπαιδευτική πραγματικότητα παγκοσμίως και φυσικά και στην Ελλάδα. Αυτό συμβαίνει διότι οι ρομποτικές κατασκευές και η χρήση τους επηρεάζουν την κοινωνία συνεχώς μέσω της επέκτασης τους σε διάφορα επίπεδα (ψυχαγωγία, παραγωγή, ιατρικές εφαρμογές, κ.ά.). Επιπλέον λόγω της εκπαιδευτικής προσέγγισης S.T.E.M. (Science Technology Engineering Mathematics) αρχίζει να αποτελεί θεμελιώδες κομμάτι της βασικής εκπαίδευσης στα διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα ανά τον κόσμο.

Πρόκειται για μια καινοτόμο μαθησιακή μέθοδο, η οποία επιστημονικά στηρίζεται στους νόμους της Φυσικής, βασίζεται στις αρχές και στις μεθόδους των κατασκευών της Μηχανικής και της Τεχνολογίας, χρησιμοποιεί αλγεβρικούς υπολογισμούς από τα Μαθηματικά και αξιοποιεί την αλγοριθμική λογική και τον προγραμματισμό του τομέα της Πληροφορικής (Σωτηρόπουλος, 2014). Ως βάση της, από εκπαιδευτικής πλευράς, τοποθετείται ο κατασκευαστικός εποικοδομισμός (constructionism). Ο Piaget (1974) υποστηρίζει ότι ο χειρισμός αντικειμένων είναι ένα σημαντικό

κομμάτι, ώστε τα παιδιά να κατασκευάσουν τις γνώσεις τους. Αντικείμενο της εκπαιδευτική ρομποτικής αποτελεί η ανάπτυξη εφαρμογών στην προετοιμασία των εκπαιδευομένων για τις νέες τεχνολογίες.

Το βασικό εργαλείο της εκπαιδευτικής ρομποτικής αποτελεί οποιοδήποτε ρομπότ ή ρομποτικό σύστημα με δυνατότητες προγραμματισμού. Το ρομπότ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχολείο, αλλά και εκτός αυτού ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικών δομών από τους μαθητές, καθώς επίσης και ως μέσο για την κατανόηση ή/και την αφομοίωση τεχνικών γνώσεων.

Οι Resnick, Martin, Sargent και Silverman (1996) πειραματιζόμενοι με αρκετά ρομποτικά συστήματα σε μαθητές διαφορετικών ηλικιών, παρατήρησαν ότι οι εκπαιδευτικές ρομποτικές εφαρμογές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- **Ενεργά περιβάλλοντα (active environments):** Η δημιουργία ενός περιβάλλοντος, το οποίο θα αλληλεπιδρά με τους ανθρώπους, όπως για παράδειγμα η δημιουργία μίας αυτόματης συσκευής, η οποία θα ενεργοποιεί το φωτισμό μόλις εισέλθει κάποιος στο χώρο.
- **Αυτόνομες οντότητες (active creatures):** Τα προγραμματιζόμενα ρομπότ δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να σκεφτούν νέους τύπους κατασκευών όπως ρομποτικοί δεινόσαυροι κ.ά..
- **Προσωπικά επιστημονικά πειράματα (personal science experiments):** Τα ρομποτικά συστήματα θα δώσουν τη δυνατότητα στους μαθητές να ερευνήσουν φαινόμενα από την καθημερινή τους ζωή. Η ανάλυση των δεδομένων που προκύπτουν θα τους οδηγήσει στο συνεχή επανασχεδιασμό των προσωπικών τους ερευνών.

Τα ρομπότ εδώ και πολλές δεκαετίες έχουν αρχίσει να υποκαθιστούν πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες και να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι τους σύγχρονου τεχνολογικού κόσμου. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα αναπτυσσόμενο πεδίο, που έχει τη δυνατότητα

να επηρεάσει σημαντικά τον τομέα της επιστήμης και της τεχνολογικής εκπαίδευσης σε όλα τα επίπεδα, από την προσχολική μέχρι την πανεπιστημιακή. Έχει αναδειχθεί ως ένα σημαντικό εργαλείο που προσφέρει πρακτικές δραστηριότητες διασκέδασης σε ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον που ενισχύει το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών (Eguchi, 2010). Πλέον πολλά εκπαιδευτικά συστήματα έχουν εισάγει την ρομποτική σε διδακτικές και παιδαγωγικές δραστηριότητες, ενώ αξίζει να σημειωθεί η μεγάλη ποικιλία θεμάτων που έχουν.

Πρώτος ο Jonassen (2000) θεώρησε ότι διάφορα τεχνολογικά μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως νοητικά εργαλεία (cognitive tools ή Mindtools), με τα οποία θα μπορέσουν οι εκπαιδευτικοί να εμπλουτίσουν την εκπαιδευτική διαδικασία. Στη συνέχεια, οι Chambers & Carbonaro (2003) άρχισαν να ενσωματώνουν τα ρομπότ στα Πανεπιστήμια και εν συνεχεία στα σχολεία, και αργότερα οι Klassner & Anderson (2003) χρησιμοποίησαν ολοκληρωμένα πακέτα ρομποτικής σε συνδυασμό με κατάλληλα περιβάλλοντα προγραμματισμού.

Συμπερασματικά, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο διδασκαλίας, που θα εμπλουτίσει την εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με tangible objects, τα οποία μπορούν να τροποποιήσουν όπως αυτοί επιθυμούν, υλοποιώντας αφηρημένες σχεδιαστικές ιδέες που έχουν στο μυαλό τους και βλέποντας άμεσα τα αποτελέσματα αυτής τους της προσπάθειας (Druin & Hendler, 2000).

## **2.2 Λόγοι εισαγωγής της ρομποτικής στην εκπαίδευση**

Η εμπειρία και οι σχετικές γνώσεις έχουν δημιουργήσει ένα όλο και περισσότερο θετικό κλίμα εφαρμογής της ρομποτικής στο χώρο της εκπαίδευσης, Η ποιότητα της εκπαίδευσης στους επιστημονικούς και τεχνολογικούς τομείς μπορεί να αυξηθεί σε όλους τους τύπους των σχολείων (Ετεοκλέους & Ψωμάς, 2012). Η εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία κρίνεται απαραίτητη για τους εξής λόγους:

**Γνωστικός τομέας:** Τα παιδιά από μικρή ηλικία σχεδιάζοντας, κατασκευάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ έχουν τη δυνατότητα μέσα από αυτήν την παιγνιώδη διαδικασία να αναπτύξουν δεξιότητες. Η ρομποτική, ως μια ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική δραστηριότητα που δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να εμπλακεί στη δράση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η πιο σημαντική χρήση της στο γνωστικό τομέα αφορά στη διδασκαλία διάφορων εννοιών κυρίως από τις Φυσικές Επιστήμες αλλά και από άλλα γνωστικά αντικείμενα. Πιο αναλυτικά:

- Στη Φυσική για τη μελέτη φυσικών φαινομένων και εννοιών. Ενδεικτική είναι η αξιοποίηση του εκπαιδευτικού πακέτου Lego Mindstorms για την κατανόηση βασικών αρχών και εννοιών που σχετίζονται με τη θερμότητα, την τήξη – πήξη στο Δημοτικό σχολείο (Καρατράντου, Παναγιωτακόπουλος και Πιερρή, 2006).
- Στα Μαθηματικά και στη Γεωμετρία (αναλογίες, μέτρηση αποστάσεων, κατανόηση βασικών γεωμετρικών ιδιοτήτων όπως η περίμετρος κ.ά.)
- Στη Μηχανική (κατασκευή, έλεγχος και αξιολόγηση μηχανικών λύσεων κ.ά.). Οι Turbak & Berg (2002) εξερευνούν τις δυνατότητες ένταξης ιδεών της Μηχανολογίας στο μάθημα της ρομποτικής, όπου συμμετείχαν φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης και τη θετική επιρροή που μπορεί να έχει η μεταφορά της Μηχανολογίας σε άλλους τομείς.
- Στην Πληροφορική. Οι Καγκάνη, Δαγδιλέλη, Σατρατζέμη & Ευαγγελίδη (2005) πρότειναν μια εναλλακτική προσέγγιση της διδασκαλίας των βασικών αρχών του προγραμματισμού, η οποία βασίζεται στη χρήση φυσικών μοντέλων, όπως το Lego Mindstorms RCX, και την εφαρμογή εννοιών και ιδεών από την πλευρά των μαθητών, με σκοπό την επίλυση πραγματικών προβλημάτων.
- Στην Τεχνολογία (τεχνολογικός αλφαριθμητισμός κ.ά.)

- Στην Ιστορία (π.χ. με την κατασκευή ενός ρομπότ καταπέλτη - του Αρχιμήδη - τα παιδιά αποκτούν γνώσεις για την τεχνολογία προγενέστερων εποχών, καθώς και το έργο και την προσωπικότητα του Αρχιμήδη κ.ά.)
- Η αξιοποίηση της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία ως εργαλείο μπορεί να βοηθήσει καθοριστικά στην ανάπτυξη διαθεματικών συνθετικών εργασιών (Φράγκου & Γρηγοριάδου, 2009). Η ρομποτική κατά κύριο λόγο είναι κατάλληλη για τη διδασκαλία σε τομείς όπως οι Φυσικές επιστήμες, τα Μαθηματικά, η Τεχνολογία και η Πληροφορική, αλλά μπορεί να έχει συνδέσεις και με άλλα πεδία όπως η λογοτεχνία, το θέατρο και οι τέχνες (Νικολός & Κόμης, 2010).

Εκτός από το γνωστικό τομέα, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να βοηθήσει και σε άλλους τομείς όπως το συναισθηματικό (αυτοεκτίμηση, αυτοπεποίθηση) και κοινωνικό (κοινωνικοποίηση, απομυθοποίηση).

Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη από την εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι ότι ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να δώσει έμφαση στην ανάπτυξη ορισμένων δεξιοτήτων του 21<sup>ου</sup> αιώνα όπως:

- Η συνεργασία.
- Μέσω της ανάλυσης, της σχεδίασης, της υλοποίησης, της δοκιμής και του πειραματισμού, καθώς και της αξιολόγησης επιτυγχάνεται η ανάπτυξη της επίλυσης προβλημάτων
- Η καινοτομία.
- Η διαχείριση του έργου, δηλαδή το πώς να διαχειρίζονται οι μαθητές το χρόνο, την κατανομή του έργου και των πόρων, κ.ά..
- Έχοντας ως όχημα τη ρομποτική τεχνολογία αυξάνεται το ενδιαφέρον των μαθητών για τον προγραμματισμό (Καρατράντου κ.ά., 2005). Η αξιοποίηση των ρομπότ σε εισαγωγικά θέματα προγραμματισμού εκτιμάται ότι μπορεί να επηρεάσει θετικά (Κόμης, 2004).
- Δεξιότητες επικοινωνίας.



- Πολύτιμες νοητικές δεξιότητες, όπως η αναλυτική και συνθετική σκέψη, η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη κ.ά..

Ο στόχος της ρομποτικής για το μέλλον είναι όλοι οι μαθητές να αναπτύξουν αυτές τις δεξιότητες, οι οποίες λόγω της παγκοσμιοποίησης κρίνονται απαραίτητες για την προετοιμασία των πολιτών, ώστε να μπορούν να έχουν θετική συνεισφορά σε παγκόσμια κλίμακα.

Επιπλέον η ρομποτική αλλάζει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια έχει δημιουργήσει μια σειρά σύγχρονων εκπαιδευτικών εργαλείων, που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός, ώστε να κάνει το μάθημα πιο ελκυστικό. Τα παιδιά θεωρούν δεδομένη την πρόσβαση τους σε οποιαδήποτε πληροφορία μέσω του κινητού τηλεφώνου, του tablet ή ενός υπολογιστή. Σε αυτήν την εποχή, κρίνεται αναγκαία η προσαρμογή του σχολείου. Μπορεί η βασική γνώση που πρέπει να διδαχθεί στους μαθητές να μην απέχει πολύ από την αντίστοιχη παλαιότερων χρόνων, όμως πρέπει να αλλάξει σε κάποιο βαθμό ο τρόπος προσέγγισης των εκπαιδευομένων.

Χαρακτηριστικά της παραδοσιακής θεώρησης για τη μάθηση	Χαρακτηριστικά της σύγχρονης θεώρησης για τη μάθηση
Η γνώση προκύπτει από την παθητική αποδοχή	Η γνώση ανακαλύπτεται και κατακτάται από το μαθητή
Η μάθηση είναι μια μοναχική πορεία	Η μάθηση είναι κοινωνική διαδικασία
Η μάθηση είναι μονοδιάστατη και ακολουθεί ένα μόνο δρόμο	Η μάθηση είναι σφαιρική (ολιστική) και οδηγούμαστε σε αυτή από διάφορα μονοπάτια
Η μάθηση εστιάζεται στις γνωστικές ανεπάρκειες των μαθητών	Η μάθηση εστιάζεται στα ενδιαφέροντα και τις ικανότητες των μαθητών
Πηγή πληροφόρησης είναι μόνο ο	Η πληροφόρηση προέρχεται από

δάσκαλος και το βιβλίο	ποικίλες, διαφορετικές πηγές
Η γνώση αναπαράγεται	Η γνώση παράγεται από τους μαθητές
Ο δάσκαλος μεταφέρει γνώση	Ο δάσκαλος διευκολύνει τη σύνδεση της γνώσης με την πραγματικότητα

**Πίνακας 1: Διαφορές μεταξύ παραδοσιακής και σύγχρονης θεώρησης για τη μάθηση**

- Η εκπαιδευτική ρομποτική συνδυάζει το παιχνίδι με τη μάθηση και έτσι μετατρέπει την εκπαίδευση σε μία ευχάριστη και ελκυστική δραστηριότητα. Οι μαθητές αντιμετωπίζουν τα ρομπότ περισσότερο ως παιχνίδι, παρά ως εργαλεία μάθησης, αφού είναι εξοικειωμένοι στο να «παίζουν» με αυτά από μικρή ηλικία. Η πτυχή του παιχνιδιού μπορεί να δημιουργήσει θετικά κίνητρα και να παροτρύνει τους μαθητές (Κόμης, 2005).
- Οι μαθητές δρώντας ως επιστήμονες-εφευρέτες έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν το ερευνητικό τους ενδιαφέρον από μικρή ηλικία. Τα παιδιά μαθαίνουν να αυτενεργούν για να ολοκληρώσουν το εγχείρημα τους καλλιεργώντας έτσι την δημιουργική σκέψη και την πρωτοτυπία.
- Μέσω της διαδικασίας του πειραματισμού οι μαθητές οδηγούνται στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Επιπλέον η συνεργατική μάθηση και η εμπλοκή πολλών επιστημονικών πεδίων, που παρέχει η εκπαιδευτική ρομποτική μέσα από αυτές τις πραγματικές καταστάσεις είναι σύμφωνη με τις αρχές της Διερευνητικής μάθησης και της Διαθεματικής προσέγγισης της γνώσης (Alimisis, 2009; Sotiriou et al., 2012; Κολοκοτρώνης & Μπάρας, 2014).
- Η εμπλοκή των μαθητών σε πραγματικά προβλήματα τους καθιστά ικανούς να επιλέγουν τις κατάλληλες ενέργειες, ώστε να οδηγηθούν στη μάθηση, στη λύση προβλημάτων, ή στην πρόταση εναλλακτικών λύσεων, εξοικονομώντας έτσι χρόνο και ενέργεια. Με αυτόν τον τρόπο προάγονται οι μεταγνωστικές δεξιότητες.

- Πέρα από την κατανόηση εννοιών από τα διάφορα πεδία των Φυσικών Επιστημών, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόσουν τη γνώση και όχι απλά να τη μελετήσουν μέσα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Μέσα από την πράξη επιτρέπεται η διαισθητική κατανόηση σύνθετων φαινομένων όπως η σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα και το χρόνο και τη μετακίνηση, καθώς και η κατάκτηση γνώσεων που αφορούν δυναμικά συστήματα της Βιολογίας.
- Στο πλαίσιο του κατασκευαστικού εποικοδομισμού, το μαθησιακό περιβάλλον προσφέρει πιο αποτελεσματικά τη γνώση στους μαθητευόμενους, όταν αυτοί εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και την κατασκευή (χειρωνακτική ή ψηφιακή) αντικειμένων της πραγματικότητας, που έχουν νόημα για τους ίδιους, είτε αυτά είναι κάστρα στην άμμο, είτε κατασκευές Lego και προγράμματα υπολογιστών (Papert, 1991).

### **2.3 Διδακτικά μοντέλα εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Η προτεινόμενη μεθοδολογία κατά τη σχεδίαση εκπαιδευτικών ρομποτικών δραστηριοτήτων βασίζεται στη θεωρία του εποικοδομισμού της γνώσης, όπως διατυπώθηκε από τον Piaget (1974). Σύμφωνα με τον Piaget η μάθηση δεν βασίζεται στη συσσώρευση πληροφοριών ή στην ανακάλυψη μιας εξωτερικής πραγματικότητας αλλά στην οργάνωση των εσωτερικών αντιλήψεων και εμπειριών του ατόμου. Οι εκπαιδευόμενοι οικοδομούν καινούριες έννοιες και ιδέες στηριζόμενοι σε προϋπάρχουσες γνώσεις τους και μέσω της ενεργητικής συμμετοχής και εμπλοκής τους σε δραστηριότητες αυθεντικού τύπου χρησιμοποιώντας πραγματικά εργαλεία. Από την πλευρά τους οι εκπαιδευτικοί, για επιτευχθούν τα καλύτερα δυνατά μαθησιακά αποτελέσματα, θα πρέπει να ακολουθούν μία μαθητοκεντρική προσέγγιση και η διδασκαλία τους να είναι έμμεση έχοντας συμβουλευτικό ρόλο. Έτσι οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να οδηγούνται μόνοι τους προς την ορθή λύση. Σύμφωνα με τις απόψεις του Dewey (1997) για το νέο σχολείο, η εκπαίδευση

θα πρέπει να στηρίζεται στις φυσικές παρορμήσεις των παιδιών για έρευνα, κατασκευή, επικοινωνία και έκφραση.

Οι Κόμης & Μικρόπουλος (2001) υποστηρίζουν ότι με βάση τις αρχές τους επικοδομισμού, ένα περιβάλλον μάθησης θα πρέπει:

- να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων (problem - based learning) από τον πραγματικό κόσμο.
- να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία.
- να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Όσον αφορά τις ρομποτικές δραστηριότητες ενδείκνυται να έχουν τη μορφή συνθετικών εργασιών (project – based learning), οι οποίες θα θέτουν στους μαθητές αυθεντικά και πολυδιάστατα προβλήματα, των οποίων οι λύσεις θα είναι περισσότερες από μία (Brown, Collin & Duguid, 1989). Στο πλαίσιο της επικοδομητικής κατασκευαστικής (constructionist) προσέγγισης της μάθησης, οι Carbonaro, Rex & Chambers (2004) πρότειναν ένα μοντέλο ανάπτυξης συνθετικών διαδικασιών, το οποίο περιλαμβάνει 5 στάδια ανάπτυξης (βλ. πίνακα 2):

<b>Στάδιο</b>	<b>Δραστηριότητες</b>	<b>Στρατηγικές Μάθησης</b>
Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Εισαγωγή του προβλήματος</li> <li>➤ Ανάλυση του αρχικού προβλήματος σε επιμέρους προβλήματα/ερωτήματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Πρόκληση ενδιαφέροντος</li> <li>➤ Συζήτηση</li> <li>➤ Διατύπωση ερωτήσεων/ιδεών</li> </ul>
Εξερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Μελέτη συγκεκριμένων περιπτώσεων</li> <li>➤ Απόκτηση γνώσεων και</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Καθοδηγούμενη εξερεύνηση</li> <li>➤ Πειραματισμός</li> </ul>

	δεξιοτήτων	➤ Εξάσκηση δεξιοτήτων
Διερεύνηση	➤ Διατύπωση ερωτήσεων ➤ Σχεδιασμός και διεξαγωγή έρευνας	➤ Πειραματισμός ➤ Παρουσίαση
Σύνθεση & Δημιουργία	➤ Σχεδιασμός ➤ Σύνθεση ➤ Δοκιμές και τροποποιήσεις	➤ Ανεξάρτητη Έρευνα ➤ Πειραματισμός ➤ Δημιουργία
Αξιολόγηση	➤ Παρουσίαση ➤ Αυτό-αξιολόγηση ➤ Ετερο-αξιολόγηση (από τους συμμαθητές & τον εκπαιδευτικό)	➤ Διάλογος

**Πίνακας 2: Στάδια διδακτικού μοντέλου των Carbonaro, Rex & Chambers**

**Στάδιο Ενεργοποίησης (engagement stage):** Παρέχεται στους μαθητές ένα πρόβλημα ανοιχτού τύπου, το οποίο καλούνται να προσδιορίσουν. Οι εκπαιδευόμενοι προσφέρουν τις δικές τους εμπειρίες και απόψεις, ώστε να καθορίσουν τις λεπτομέρειες του προβλήματος, το οποίο θα ερευνήσουν δουλεύοντας σε ομάδες. Η συζήτηση γίνεται με τη μορφή ερωτήσεων σε επίπεδο τάξης (brainstorming).

**Στάδιο Εξερεύνησης (exploration stage):** Οι μαθητές εξοικειώνονται με το διαθέσιμο υλικό, τις συσκευές ελέγχου και το λογισμικό, διατυπώνουν υποθέσεις και δοκιμάζουν την εγκυρότητά τους σε πραγματικές συνθήκες και δίνουν τις αρχικές τους ιδέες. Οι εκπαιδευόμενοι χωρίζονται σε ομάδες και μελετούν συγκεκριμένες περιπτώσεις, ώστε να εξοικειωθούν με τις συσκευές ελέγχου και το λογισμικό. Με αυτόν τον τρόπο εισάγονται σταδιακά στον πειραματισμό και ενθαρρύνονται να παρατηρούν, να αξιολογούν και να γενικεύουν τις πληροφορίες που συλλέγουν.

**Στάδιο Διερεύνησης (investigation stage):** Οι μαθητές διερευνούν λύσεις για συγκεκριμένα προβλήματα. Επανεξετάζουν το πρόβλημα και τα διάφορα ζητήματα

που τέθηκαν στο στάδιο εμπλοκής βασιζόμενοι στην εμπειρία που αποκτήθηκε μέσω του σταδίου της Εξερεύνησης. Εργάζονται σε ομάδες, διερευνούν συγκεκριμένα προβλήματα, αναζητούν εναλλακτικές λύσεις και υποστηρίζουν τις τελικές τους προτάσεις σχετικά με το έργο που πρόκειται να αναπτύξουν. Στο στάδιο αυτό ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να δημιουργήσει το κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον και να ενθαρρύνει τη συμμετοχή και συνεισφορά όλη της τάξης στα τελικά αποτελέσματα των ερευνών.

**Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας (creation stage) :** Οι εκπαιδευόμενοι συνθέτουν τις λύσεις που παρουσιάστηκαν στο στάδιο της Διερεύνησης. Δημιουργούν και παρουσιάζουν τα τελικά τους έργα, τα οποία μπορεί να έχουν παρόμοιες ή και καινοτόμες λύσεις.

**Στάδιο Αξιολόγησης (evaluation stage):** Οι μαθητές μοιράζονται τις ιδέες τους σε επίπεδο τάξης και αξιολογούν με βάση τα κριτήρια που είχαν θέσει στα προηγούμενα στάδια του έργου (στάδια εμπλοκής, διερεύνησης).

Τα παραπάνω στάδια δεν είναι γραμμικά, αλλά σε πολλές περιπτώσεις είναι αλληλένδετα π.χ. το στάδιο Δημιουργίας μπορεί να περιλαμβάνει Διερεύνηση ή το αντίστροφο. Ο κύριος στόχος των διάφορων σταδίων και του υποστηρικτικού υλικού που παρέχεται στο καθένα από αυτά είναι να εμπλέξει τους εκπαιδευόμενους σε σχεδιαστικές εμπειρίες. Για το σκοπό αυτό, σύμφωνα με τους Resnick και Silverman (2005) θα πρέπει οι εκπαιδευτικοί να σχεδιάσουν και να επιλέξουν τους κατάλληλους πόρους σε κάθε στάδιο του πλαισίου, ώστε να ενθαρρύνουν τους μαθητές να φανταστούν, να συνειδητοποιήσουν, να επικρίνουν, να αλληλεπιδράσουν, να επανασχεδιάσουν τα έργα τους και να δοκιμάσουν πολλαπλές λύσεις για να ξεπεράσουν τα εμπόδια που θα προκύψουν.

## 2.4 Εκπαιδευτικά προγράμματα ρομποτικής

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια από τα πολλά εκπαιδευτικά προγράμματα που έχουν διεξαχθεί στην Ελλάδα. Δίνεται κυρίως έμφαση στα στάδια που έχουν οργανωθεί τα μαθήματα, στις δραστηριότητες που περιλαμβάνει το κάθε στάδιο καθώς και στο χρόνο υλοποίησης των εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα που παρατίθενται αποτέλεσαν έναυσμα στην προσπάθεια δημιουργίας του δικού μας εκπαιδευτικού προγράμματος:

Τη σχολική χρονιά 2008-2009 πραγματοποιήθηκε μια σειρά μαθημάτων διδασκαλίας του προγραμματισμού στο 2<sup>ο</sup> Πειραματικό Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης που βασιζόνταν στο μικρόκοσμο προγραμματισμού Karel (Ξυνόγαλος, 2010). Τα μαθήματα είχαν διάρκεια 8 διδακτικές ώρες και είχαν ως στόχο την εισαγωγή των μαθητών στον προγραμματισμό. Αρχικά παρουσιάστηκαν στους μαθητές οι βασικές εντολές που μπορεί να εκτελέσει το ρομπότ Karel και υπήρξε ο αρχικός τους πειραματισμός με τις εντολές αυτές, αναπτύσσοντας τα πρώτα τους προγράμματα. Στη συνέχεια, οι επόμενες δραστηριότητες περιελάμβαναν την παρουσίαση της δυνατότητας δημιουργίας νέων εντολών και την ανάγκη προγραμματισμού μέσω συναρτήσεων (το πρόβλημα σκουπίσματος της σκάλας). Έπειτα οι μαθητές κλήθηκαν να αναπτύξουν προγράμματα χρησιμοποιώντας συναρτήσεις. Για την εκμάθηση δομών επιλογής έγινε επέκταση του αρχικού προβλήματος (έλεγχος σκουπιδιών σε κάθε σκαλοπάτι) και κατόπιν οι μαθητές ανέπτυξαν προγράμματα χρησιμοποιώντας δομές επιλογής. Η τελική επέκταση του προβλήματος αφορούσε την παρουσίαση των δομών επανάληψης (κάθε σκαλοπάτι ενδέχεται να έχει παραπάνω από ένα σκουπίδια – επαναλαμβανόμενος έλεγχος) και την ανάπτυξη παρόμοιων προγραμμάτων με τη χρήση δομών επιλογής και επανάληψης. Οι εκπαιδευόμενοι κατανόησαν τις διδασκόμενες έννοιες και τα προβλήματα, που κλήθηκαν να επιλύσουν, προκάλεσαν το ενδιαφέρον τους.

Οι Κυριακού και Φαχαντίδης (2009) παρατηρώντας τις δυσκολίες που προέκυπταν για την εκμάθηση των δομών επιλογής και επανάληψης κατά τη διάρκεια της

διδασκαλίας του προγραμματισμού στη Γ' τάξη του Γυμνασίου, πραγματοποίησαν ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα που διεξήχθη στο 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Φλώρινας. Στο πρόγραμμα αυτό επιλέχθηκε τυχαίος αριθμός αγοριών και κοριτσιών με μοναδικό προαπαιτούμενο την ευχέρεια χρήσης Η/Υ. Πραγματοποιήθηκαν 5 συναντήσεις διάρκειας 2 ωρών η καθεμία σε διάστημα 2 εβδομάδων. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms RCX for schools που συνοδεύεται από το λογισμικό Robolab. Η πρώτη φάση του μαθήματος είχε ως αντικείμενο την εξοικείωση των μαθητών με το πακέτο Lego Mindstorms και το λογισμικό Robolab. Η δεύτερη φάση περιελάμβανε συνδυασμένες δραστηριότητες (συζήτησης και πειραματισμού) με το λογισμικό Robolab και συγκεκριμένα με τις εντολές ελέγχου, με τη χρήση αισθητήρων και τις προγραμματιστικές δομές επιλογής και επανάληψης. Κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων φάσεων υπήρξε σε μικρό βαθμό καθοδηγούμενη διδασκαλία. Στην τελική φάση του προγράμματος κλήθηκαν να επιλύσουν μόνοι τους σύνθετα προβλήματα προγραμματισμού. Από τα φύλλα της τελικής αξιολόγησης προέκυψε ότι οι μαθητές κατέκτησαν τις δομές ελέγχου και επανάληψης σε ικανοποιητικό βαθμό.

Το σχολικό έτος 2009-2010, οι Βουνάτσος και Μέγα (2011) εφάρμοσαν πιλοτικά ένα παιδαγωγικό σενάριο βασισμένο σε μια ρομποτική κατασκευή τύπου καταπέλτη, για την εκμάθηση εννοιών πληροφορικής, φυσικής και τεχνολογίας στα πλαίσια του μαθήματος «Εφαρμογές Πληροφορικής», που διδάσκεται ως μάθημα επιλογής στη Γ' τάξη του Γενικού Λυκείου. Το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικής, το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι το Lego Mindstorms Education NTX Base set. Στόχος του μαθήματος ήταν να εξετάσει την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής ρομποτικής και των συνθετικών εργασιών στα πλαίσια μιας σχολικής μονάδας. Το εκπαιδευτικό σενάριο αποτελούνταν από 7 στάδια και διήρκησε συνολικά 12 ώρες. Το πρώτο στάδιο είχε ως στόχο την ενεργοποίηση των μαθητών ως προς το αντικείμενο της δραστηριότητας του μαθήματος. Στο επόμενο στάδιο οι μαθητές κλήθηκαν να κατασκευάσουν το ρομπότ-καταπέλτη χρησιμοποιώντας τις οδηγίες των φύλλων εργασίας που τους δόθηκαν. Εν συνεχεία (3<sup>ο</sup> στάδιο), άρχισαν να πειραματίζονται με



το λογισμικό Lego Mindstorms Edu NTX, μελετώντας αρχικά τις εντολές ενός έτοιμου προγράμματος που ελέγχει το ρομπότ και κατόπιν μεταμορφώνοντας το πρόγραμμα ανάλογα με τις υποθέσεις τους. Στο 4<sup>ο</sup> στάδιο κλήθηκαν να πειραματιστούν με την κατασκευή τους και το πρόγραμμα που την ελέγχει, ώστε να μελετήσουν τη φυσική έννοια της βολής. Στο 5<sup>ο</sup> στάδιο οι μαθητές έπρεπε να προγραμματίσουν χωρίς καθοδήγηση το δικό τους ρομπότ-στόχο (μπασκέτα), το οποίο κάθε φορά που «μπαίνει» καλάθι θα παράγει ένα σήμα εξόδου. Το επόμενο στάδιο περιλαμβάνει την μετατροπή της δραστηριότητας σε «εκπαιδευτικό παιχνίδι», όπου το καλάθι τοποθετείται σε ένα συγκεκριμένο σημείο και όλα τα ρομπότ-καταπέλτες που κατασκεύασαν ακτινικά γύρω από το καλάθι. Στόχος τους είναι τροποποιώντας την αρχική ταχύτητα, τη γωνία βολής και το αρχικό ύψος να «βάλουν» όσα περισσότερα καλάθια. Το τελικό στάδιο αποτελεί το στάδιο αξιολόγησης και παρουσίασης των εργασιών και η ανταλλαγή απόψεων πάνω σε αυτές.

Ενδιαφέρον έχει η πρόταση μιας διαθεματικής εργασίας όπου οι μαθητές θα κατασκευάσουν ένα απορριμματοφόρο όχημα με δυνατότητα αυτόματης κίνησης στους δρόμους μιας πόλης με σκοπό τη συλλογή των απορριμμάτων της (Παλιούρας, 2015). Το πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές Β΄ και Γ΄ τάξης του Γυμνασίου ή της Πληροφορικής της Α΄ Λυκείου και είναι διάρκειας 11 διδακτικών ωρών. Στο πρώτο στάδιο παρουσιάζεται ένα βίντεο στους μαθητές που προβάλλει ένα απορριμματοφόρο όχημα παρόμοιο με αυτό που τους ζητείται να κατασκευάσουν και γίνεται η οργάνωση τους σε ομάδες. Κατόπιν, παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό πακέτο Lego Mindstorms EV3 καθώς και το διαθέσιμο λογισμικό του. Οι εκπαιδευόμενοι κατασκευάζουν ένα απλό ρομποτικό όχημα και το προγραμματίζουν μέσω του περιβάλλοντος του EV3. Στη συνέχεια προσθέτουν έναν αισθητήρα απόστασης προκειμένου να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί. Στο επόμενο στάδιο ζητείται από τους μαθητές να επιλύσουν επιμέρους προβλήματα όπως η αναγνώριση μίας μαύρης γραμμής στο δάπεδο και η κίνηση του ρομπότ πάνω σε αυτήν. Ακολούθως καλούνται να κατασκευάσουν μία αρπάγη η οποία θα σηκώνει

και θα αδειάζει τους κάδους των απορριμμάτων. Έχοντας ήδη αποκομίσει αρκετή εμπειρία οι μαθητές προτείνουν εναλλακτικές λύσεις πάνω στο αρχικό πρόβλημα καταγράφοντας αναλυτικά τις αλλαγές που πρέπει να γίνουν. Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει την ολοκλήρωση της κατασκευής και τον προγραμματισμό του ρομποτικού οχήματος, καθώς και την παρουσίαση των εργασιών ανά ομάδα με σκοπό την ανταλλαγή απόψεων και ιδεών.

## 2.5 Διαγωνισμοί εκπαιδευτικής ρομποτικής

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε σε κάποιους από τους πιο γνωστούς διαγωνισμούς ρομποτικής, που διοργανώνονται στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό αποτελώντας ένα ισχυρό κίνητρο ενασχόλησης με την εκπαιδευτική ρομποτική:

**WRO Hellas (World Robot Olympiad):** Αποτελεί έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό, ο οποίος ασχολείται με την διεξαγωγή διαγωνισμών εκπαιδευτικής ρομποτικής στην Ελλάδα, αλλά επεκτείνεται και σε άλλες χώρες την Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Στο πλαίσιο των διαγωνισμών παρέχονται εκπαιδευτικά πακέτα ρομποτικής στα σχολεία, καθώς και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, στοχεύοντας στην προσέλκυση του ενδιαφέροντος της σχολικής κοινότητας πάνω σε θέματα εκπαιδευτικής ρομποτικής και στην εισαγωγή της στην εκπαιδευτική φιλοσοφία STEM. Η WRO Hellas διοργανώνει 2 διαφορετικούς διαγωνισμούς που απευθύνονται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης:

- Τον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (Από τον Σεπτέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο)
- Την Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (Από το Μάρτιο μέχρι τον Ιούλιο)

Και στους 2 διαγωνισμούς οι μαθητές λαμβάνουν μέρος σε ομάδες και αρχικά θα πρέπει να συμμετάσχουν στους περιφερειακούς διαγωνισμούς που διεξάγονται. Στόχος των διαγωνισμών είναι οι μαθητές να κατασκευάσουν συγκεκριμένα ρομπότ

που να επιλύουν τα προβλήματα που τους ανατίθενται. Η αξιολόγηση του τελικού έργου της κάθε ομάδας γίνεται από επιτροπή ειδικών επιστημόνων.

**First Lego League (FFL):** Το FFL απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας 9 έως 16 ετών και αποτελεί μία διοργάνωση ρομποτική που πραγματοποιείται από το 1997 κάθε χρόνο σε περισσότερες από 80 χώρες ανά τον κόσμο. Στην Ελλάδα διεξήχθη πρώτη φορά το 2013-2014 από το μη κερδοσκοπικό οργανισμό eduACT. Στόχος του FFL είναι δώσει στα παιδιά το ρόλο ενός επιστήμονα-μηχανικού. Κατά τη διάρκεια του διαγωνισμού οι ομάδες θα κληθούν να επιλύσουν πραγματικά προβλήματα, κατασκευάζοντας, δοκιμάζοντας και προγραμματίζοντας ένα αυτόνομο Lego Mindstorms ρομπότ. Η διαδικασία θα εμπεριέχει επιμέρους αποστολές, τις οποίες θα πρέπει να φέρουν εις πέρας οι διαγωνιζόμενοι, αποκτώντας έτσι δεξιότητες που θα τους φανούν χρήσιμες για το επαγγελματικό τους μέλλον, καθώς και κίνητρα για μάθηση.

**RoboCup:** Είναι το παγκόσμιο πρωτάθλημα ρομποτικού ποδοσφαίρου. Η ιδέα ενός ρομπότ αναφέρθηκε πρώτη φορά από τον καθηγητή Alan Mackworth (1992). Η επινόηση όμως των διαγωνισμών ρομποτικού ποδοσφαίρου ήρθε το 1993 από τον Ιάπωνα Hiroaki Kitano στα πλαίσια της συζήτησης με ερευνητικές ομάδες πάνω σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης. Αρχικά ο διαγωνισμός ονομαζόταν Robot-J-League, αλλά μέσα σε ένα μήνα ερευνητές εκτός Ιαπωνίας ζήτησαν να επεκταθεί η ιδέα λόγω του ενδιαφέροντος που υπήρχε και ο διαγωνισμός μετονομάστηκε σε RoboCup. Στις μέρες μας διοργανώνονται ετήσια πρωταθλήματα ποδοσφαίρου σε διάφορες κατηγορίες (Simulation, Small-size League, Middle-size league, Standard platform league, Humanoid league) με τη συμμετοχή ερευνητικών ομάδων και πανεπιστημίων από όλο τον κόσμο. Αξιοσημείωτη είναι η συμμετοχή στο RoboCup 2009 που διεξήχθη στην Αυστρία (350 ομάδες από 39 χώρες). Στόχος του RoboCup είναι να προάγει την έρευνα σε προβλήματα ρομποτικής ανοιχτού τύπου. Τα ρομποτικά προβλήματα που περιλαμβάνει ο διαγωνισμός αφορούν τον έλεγχο αυτονομία του ρομπότ, την αναγνώριση αντικειμένων από εικόνες, τον εντοπισμό της θέσης του

ρομπότ στο χώρο, τον τρόπο κίνησης του, καθώς και την αλληλεπίδραση με άλλα ρομπότ.

## **2.6 Ανασκόπηση ρομποτικών συστημάτων ως εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά κάποια ρομπότ ή ρομποτικά συστήματα, που έχουν χρησιμοποιηθεί από το 1970 και μετά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις που τείνουν να επικρατήσουν και περιλαμβάνουν ρομπότ που συνδυάζονται με βοηθητικό προγραμματιστικό περιβάλλον και απλούστερα αυτόνομα ρομπότ.

**Γλώσσα προγραμματισμού Logo:** Το 1970 ο Seymour Papert ανέπτυξε με τους συνεργάτες του την εκπαιδευτική γλώσσα προγραμματισμού Logo. Μέσω αυτής της γλώσσας συγκεκριμένες μηχανές ρομπότ-χελώνα συνδέονταν στον υπολογιστή με καλώδιο και μπορούσαν να κινηθούν ανάλογα με τις εντολές που έδινε ο χρήστης. Η Logo έχει χρησιμοποιηθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία περισσότερο από κάθε άλλη γλώσσα προγραμματισμού. Βάση της αποτελεί η φιλοσοφία του Κονστρουκτιβισμού όπως αναπτύχθηκε από τον Piaget (1965). Επιπρόσθετα, η Logo συνδυάζει τις προσεγγίσεις του Piaget και του Vygotsky. Παρόλο που συχνά αμφισβητείται η εκπαιδευτική της αποτελεσματικότητα, θεωρείται ιδανικό εργαλείο για να μαθαίνεις κάνοντας (learning by doing) και αναμφίβολα αποτελεί σημαντικό εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού για την ανάπτυξη δεξιοτήτων εξερεύνησης, δημιουργικότητας, επίλυσης προβλημάτων, λογικής-αλγοριθμικής σκέψης.



**Εικόνα 1: Προγραμματισμός ρομποτικής χελώνας με τη γλώσσα Logo**

**Ρομπότ Kaspar:** Το ρομπότ αυτό αναπτύχθηκε από μια ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου του Hertfordshire. Στόχος της δημιουργία του ήταν να διερευνήσει πως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους οι άνθρωποι και οι μηχανές. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την υποστήριξη παιδιών με αυτισμό. Το ρομπότ Kaspar έχει το ύψος ενός μικρού παιδιού και ελέγχεται μέσω υπολογιστή από καθηγητές. Είναι προγραμματισμένο να χαμογελάει, να γελάει, να κλείνει το μάτι του και να κουνάει τα χέρια του, βοηθώντας έτσι τα παιδιά με αυτισμό στην καλλιέργεια της επικοινωνίας.



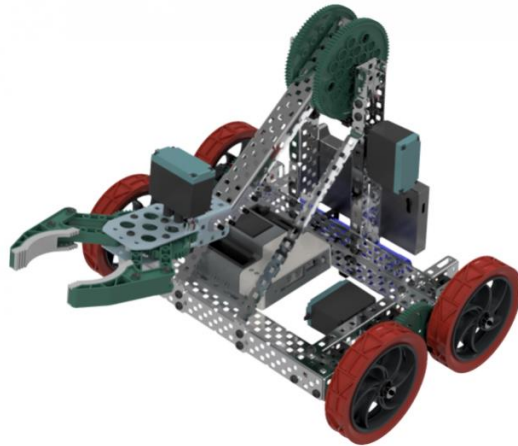
**Εικόνα 2: Το ρομπότ Kaspar**

**R.Bot 100:** Αναπτύχθηκε από τα εργαστήρια 3Detection της Μόσχας πριν από αρκετά χρόνια και βοηθάει μαθητές, οι οποίοι πάσχουν από σοβαρές ασθένειες και δεν μπορούν να πάνε σχολείο, να εξακολουθούν να λαμβάνουν εκπαίδευση. Το ρομπότ που διαθέτει κάμερα, μικρόφωνο και ακουστικό, πηγαίνει στο σχολείο αντί του μαθητή και τον βοηθάει στην αλληλεπίδραση του τόσο με τον εκπαιδευτικό όσο και με τους συμμαθητές του.



**Εικόνα 3: Το ρομπότ R.Bot 100**

**VEX EDR:** Πρόκειται για ένα ρομποτικό σύστημα κατασκευής, που επιτρέπει στον χρήστη να σχεδιάσει, να κατασκευάσει, να χειριστεί, και έπειτα να αποσυνθέσει και να ξαναδημιουργήσει τηλεκατευθυνόμενα, αυτόνομα ή ημιαυτόνομα ρομπότ. Το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους, μέσω μιας πλατφόρμας μάθησης, να εμπλακούν με επιστήμες Τεχνολογίας, Εφαρμοσμένης Μηχανικής και των Μαθηματικών. Επιπλέον το πρόγραμμα ρομποτικής VEX ενθαρρύνει δεξιότητες, όπως η συνεργασία και η επίλυση προβλημάτων (problem solving). Όσον αφορά στον εκπαιδευτικό, του δίνει την δυνατότητα να προσαρμόσουν εύκολα τα προγράμματα, ανάλογα με το επίπεδο δυνατοτήτων των εκπαιδευόμενων.



**Εικόνα 4: Το ρομποτικό σύστημα VEX EDR**

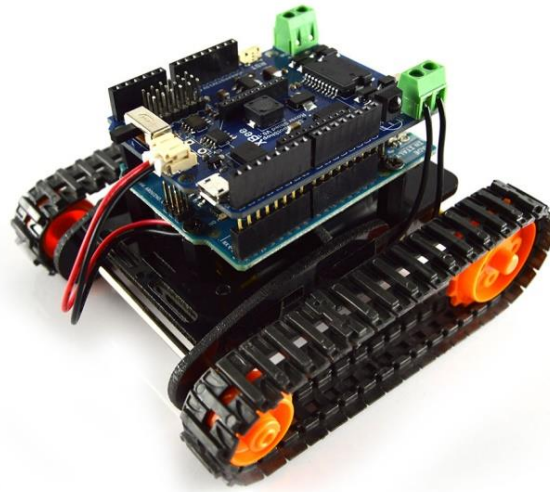
**Nao Robot:** Το 2004 η εταιρεία Aldebaran Robotics ασχολείται με το project Nao, ένα ανθρωποειδές ρομπότ, το οποίο είναι ικανό να περπατήσει, να επικοινωνήσει με τους ανθρώπους, καθώς και να εκφράσει τα συναισθήματα του. Είναι διαθέσιμο σε εργαστήρια και πανεπιστήμια για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς, καθώς είναι κατάλληλο στην αλληλεπίδραση του με τους ανθρώπους. Ο διάδοχος του Nao θεωρείται το Nao Next Gen, το οποίο έχει βελτιωμένες δυνατότητες (καλύτερη ισορροπία, ακριβέστερη δυνατότητα αναγνώρισης, πιο επιτυχημένη δυνατότητα ομιλίας).





**Εικόνα 5: Το ρομπότ Nao**

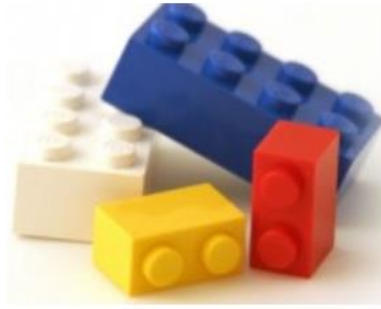
**Arduino:** Κάνει την εμφάνιση του το 2005, όταν ο καθηγητής Massimo Banzi θέλησε να καταστήσει τη μάθηση των ηλεκτρονικών ευκολότερη για τους μαθητές. Πρόκειται για μια υπολογιστική πλατφόρμα, βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/ εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού C++). Ουσιαστικά πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα, το οποίο αφού αρχικά κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν μικροσκοπικός υπολογιστής. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να συνδέσει πάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα (μονάδες εισόδου), να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου. Το Arduino θεωρείται ένα σημαντικό μέσο, ώστε να αντιληφθούν οι μαθητές τη χρησιμότητα των γνώσεων που τους παρέχει το σχολείο.



**Εικόνα 6: Ρομποτική συσκευή με τη χρήση Arduino**

## **2.7 Lego Mindstorms – Ιστορική Αναδρομή**

Η Lego είναι μια πασίγνωστη σειρά κατασκευαστικών παιχνιδιών που παράγει ο όμιλος Lego, μια ιδιωτική εταιρεία με έδρα το Billund της Δανίας. Η ονομασία της προέρχεται από τις δανέζικες λέξεις «Leg Godt» που σημαίνουν «Παίξτε καλά». Ιδρυτής τους είναι ο Ole Kirk Kristiansen, ο οποίος το 1932 άρχισε να κατασκευάζει ξύλινα παιχνίδια. Το 1958, ο γιος του Christiansen αντικατέστησε τα ξύλινα αυτά παιχνίδια με πλαστικά, που αποτελούνταν από τουβλάκια διαφορετικών χρωμάτων και σχημάτων με προεξοχές στο πάνω μέρος, ώστε να μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους. Τα Lego, που έγιναν γρήγορα δημοφιλή στα παιδιά, χρησιμοποιούνταν για τη δημιουργία απλών κατασκευών, όπως σπίτια, πύργοι, βουνά κ.ά.



**Εικόνα 7: Τα τουβλάκια Lego**

Το 1977 η Lego προχώρησε σε μια καινοτομία, εισάγοντας το σύστημα Technic. Κύρια ιδέα του νέου αυτού συστήματος ήταν και πάλι τα πλαστικά τουβλάκια, τα οποία όμως αποτελούνταν από δοκούς με τρύπες, άξονες, γρανάζια και ηλεκτρικούς κινητήρες. Το σύστημα Technic πρόσφερε δυνατότητες δημιουργίας κάθε είδους μηχανολογικής κατασκευής, αφού τα πλαστικά κομμάτια μπορούσαν να ενωθούν με υψηλή ακρίβεια μεταξύ τους, χωρίς να απαιτείται η χρήση κάποιου εργαλείου για τη σύνδεσή τους.



**Εικόνα 8: Το σύστημα Technic**

Το 1984 ο διευθύνων σύμβουλος της Lego, Kjeld Kirk Kristiansen, επηρεαζόμενος από τις ομοιότητες της θεωρίας εκμάθησης του Papert και της φιλοσοφίας της δικής του εταιρείας για οικοδόμηση, υποστηρίζει ότι τα παιδιά πρέπει να είναι σε θέση να κατασκευάζουν και να ελέγχουν (προγραμματίζουν) τις δημιουργίες τους. Έτσι το 1998 ξεκινάει η συνεργασία μεταξύ MIT media lab και της εταιρείας Lego, δημιουργώντας το πρώτο σετ εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms, επεκτείνοντας τις δυνατότητες των Lego για εκμάθηση και παιχνίδι. Τα Lego Mindstorms αποτελούνται από προγραμματιζόμενα «τούβλα» (programmable bricks), τα οποία συνδυάζονται με ηλεκτρικές μηχανές (κινητήρες), αισθητήρες, τουβλάκια Lego και διάφορα μηχανικά κομμάτια Lego, όπως εργαλεία, άξονες, ακτίνες και υδραυλικά μέρη, με στόχο την κατασκευή ρομποτικών και άλλων αυτοματοποιημένων ή αλληλεπιδραστικών συστημάτων.

Η πρώτη έκδοση των Lego Mindstorms κυκλοφόρησε το 1998 με την ονομασία Robotic Invention System (RIS). Το προγραμματιζόμενο τούβλο της πρώτης αυτής έκδοσης ονομάστηκε RCX (Robotic Command eXplorers) και διέθετε έναν επεξεργαστή 16 MHz με μνήμη RAM 32 Kb. Εκτός από τον εγκέφαλο το σετ περιελάμβανε δύο κινητήρες, 2 αισθητήρες αφής και έναν αισθητήρα φωτός. Μπορούσε να προγραμματιστεί χρησιμοποιώντας κώδικα RCX ή ROBO LAB (προγραμματιστικό περιβάλλον που βασίζεται στο λογισμικό Labview που αναπτύχθηκε στο Tufts University). Η έκδοση RIS έδωσε τη δυνατότητα στους χρήστες να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν μεγάλη ποικιλία ενσωματωμένων συστημάτων και παράλληλα βοήθησε να αναπτυχθούν και άλλα προγραμματιστικά περιβάλλοντα για το RCX brick, όπως το LegoOS και το TinyVm (το οποίο βασίζονταν σε Java).



**Εικόνα 9: Robotic Invention System**

Η επόμενη έκδοση Lego Mindstorms διατίθεται στο εμπόριο το 2006, έχοντας την ονομασία Lego Mindstorms NTX. Πρόκειται για μια βελτιωμένη έκδοση, η οποία βασίζεται στο Robotic Invention System και υποστηρίζει νέες τεχνολογίες και αισθητήρες με αυξημένες ικανότητες. Το σετ NTX περιελάμβανε τρεις κινητήρες και 4 αισθητήρες (ήχου, φωτός, απόστασης και αφής). Ο εγκέφαλος του NTX διαθέτει έναν επεξεργαστή 48 MHz με μνήμη RAM 64 Kb. Το εκπαιδευτικό έκδοση του NTX (Lego Mindstorms for Schools) μπορούσε να προγραμματιστεί στο προγραμματιστικό περιβάλλον ROBOLAB.



**Εικόνα 10: Lego Mindstorms NTX**

## **2.8 Lego Mindstorms EV3 – Παρουσίαση υλικού**

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας για τη δημιουργία μιας σειράς μαθημάτων χρησιμοποιήθηκε η τρίτη έκδοση των Lego Mindstorms που έχει την ονομασία Lego Mindstorms EV3 και κυκλοφόρησε το Σεπτέμβριο του 2013. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα συναρμολογώντας το EV3 να κατασκευάσουν κάθε είδους ρομπότ (πλάσματα, οχήματα, μηχανές, εφευρέσεις), τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Ο κύριος άξονας κατασκευής είναι τα τουβλάκια της Lego, τα οποία όταν συνδυαστούν με κινητήρες και αισθητήρες, μπορούν να προγραμματιστούν και να εκτελούν διάφορες ενέργειες όπως: να μιλούν, να περπατούν, να αρπάζουν αντικείμενα, να αποφεύγουν εμπόδια, να παίζουν μουσική, να ξεχωρίζουν χρώματα κ.ά.

Για τις κατασκευές και τα προγράμματα χρησιμοποιήθηκε το βασικό πακέτο Lego Mindstorms EV3 Education, το οποίο περιλαμβάνει πλαστικά τουβλάκια, άξονες, γρανάζια, άλλα πλαστικά εξαρτήματα σε διάφορα μεγέθη και χρώματα.

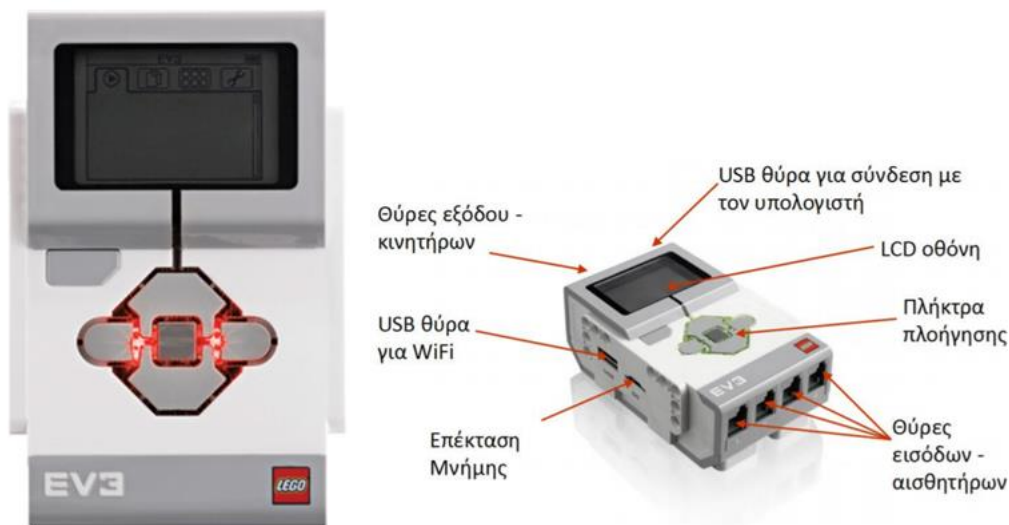


**Εικόνα 11: Lego Mindstorms EV3 Education**

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται αναλυτικά τα δομικά στοιχεία του πακέτου:

### **2.8.1 EV3 Brick (τουβλάκι EV3)**

Λειτουργεί ως κέντρο ελέγχου και τροφοδοσίας του ρομπότ. Πρόκειται για έναν μικροελεγκτή, οποίος με τον κατάλληλο προγραμματισμό δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον. Το EV3 Brick περιλαμβάνει:



**Εικόνα 12: Ο επεξεργαστής EV3 Brick**

- Οθόνη (Display), μέσω της οποίας ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μπλοκ εντολών
- Brick Buttons, που επιτρέπουν στο χρήστη είτε την πλοήγηση μέσα στο περιβάλλον χρήσης του EV3, είτε να λειτουργήσουν ως προγραμματιζόμενοι ενεργοποιητές (π.χ. θα μπορούσε το ρομπότ να προγραμματιστεί, ώστε να σηκώνει τα χέρια του όταν πατηθεί το πλήκτρο Πάνω ή να τα κατεβάζει με το πάτημα του πλήκτρου Κάτω). Τα πλήκτρα Brick Buttons περιβάλλονται από φως ένδειξης κατάστασης (Brick Status Light) που ενημερώνουν το χρήστη για την κατάσταση του EV3 Brick (κλείσιμο, απασχολημένο, εκτέλεση προγράμματος κ.ά)
- Θύρες Εισόδου (1,2,3,4), οι οποίες επιτρέπουν τη σύνδεση των αισθητήρων με το EV3 Brick
- Θύρες Εξόδου (A,B,C,D), οι οποίες επιτρέπουν τη σύνδεση των αισθητήρων με το EV3 Brick
- Θύρα PC (Mini USB) για τον έλεγχο του EV3 Brick μέσω υπολογιστή



- Θύρα Host USB για την προσθήκη ενός Dongle WI-FI για την σύνδεση με ένα ασύρματο δίκτυο ή για τη σύνδεση πολλών EV3 bricks μαζί (μέχρι 4)
- Θύρα κάρτας SD για την επέκταση της διαθέσιμης μνήμης (μέχρι 32 GB)
- Μπαταρία λιθίου, η οποία μπορεί να αντικατασταθεί με 6 μπαταρίες AA

Το EV3 brick μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα ή σε συνεργασία με άλλες μονάδες (υπολογιστή, tablet), είτε ενσύρματα μέσω USB είτε ασύρματα μέσω Bluetooth.

**Τεχνικά χαρακτηριστικά** για το τουβλάκι EV3 Brick:

- Λειτουργικό Σύστημα LINUX
- Ελεγκτής ARM9 300 MHz
- Μνήμη Flash 16 MB
- RAM 64 MB
- Ανάλυση Οθόνης για το τουβλάκι 178x128/Μαύρο & Λευκό
- Επικοινωνία USB 2.0 με Host PC μέχρι 480 Mbit/sec
- Επικοινωνία Host USB 1.1 μέχρι 12 Mbit/sec
- Κάρτα Micro SD, υποστηρίζει SDHC, έκδοση 2.0, μεγέθους 32 GB
- Θύρες Κινητήρων και Αισθητήρων
- Σύνδεσμοι RJ12
- Υποστηρίζει Auto ID
- Ισχύς 6 μπαταρίες AA

### **2.8.2 EV3 Motors (Κινητήρες EV3)**

Το πακέτο Lego Mindstorms EV3 Education περιλαμβάνει 3 κινητήρες (2 Μεγάλους Κινητήρες και 1 Μεσαίο) και είναι υπεύθυνοι για οποιαδήποτε μορφή κίνησης του ρομπότ. Παρακάτω παρουσιάζεται η λειτουργία του κάθε κινητήρα ξεχωριστά:

- **Large Motor (Μεγάλος Κινητήρας):** Είναι ένας πανίσχυρος «έξυπνος» κινητήρας, ο οποίος διαθέτει έναν ενσωματωμένο αισθητήρα περιστροφής (Rotation Sensor) με ανάλυση μιας μοίρας για επακριβή έλεγχο. Ο Μεγάλος Κινητήρας έχει βελτιστοποιηθεί για να είναι η κινητήρια δύναμη του ρομπότ. Όταν δίνεται από το χρήστη κάποια εντολή κίνησης χωρίς κάποια παρέμβαση οι Large Motors συντονίζονται ταυτόχρονα.



Εικόνα 13: Ο μεγάλος κινητήρας του EV3

- **Medium Motor (Μεσαίος Κινητήρας):** Διαθέτει και αυτός αισθητήρα περιστροφής με ανάλυση μιας μοίρας, αλλά είναι πιο μικρός και πιο ελαφρύς σε σχέση με το Μεγάλο Κινητήρα. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να έχει γρηγορότερη ανταπόκριση. Έχει τη δυνατότητα να προγραμματιστεί να ενεργοποιείται ή να απενεργοποιείται, να ελέγχει το επίπεδο της ισχύος του ή να λειτουργεί για κάποιο προκαθορισμένο τρόπο ή περιστροφές.



**Εικόνα 14: Ο μεσαίος κινητήρας του EV3**

Συγκρίνοντας τα 2 είδη κινητήρων:

- Ο Μεγάλος Κινητήρας λειτουργεί στις 160-170 σαλ, με ροπή λειτουργίας 20 Ncm και ροπή ακινησίας 40 Ncm (βραδύτερος, αλλά πιο ισχυρός)
- Ο Μεσαίος Κινητήρας λειτουργεί στις 240-250 σαλ, με ροπή λειτουργίας 8 Ncm και ροπή ακινησίας 12 Ncm (ταχύτερος, αλλά λιγότερο ισχυρός)
- Και οι δύο κινητήρες διαθέτουν Auto ID

### **2.8.3 Αισθητήρες (Sensors)**

Οι αισθητήρες είναι το μέσο, με το οποίο τα ρομπότ συλλέγουν την πληροφορία από τον περιβάλλοντα χώρο. Συγκεκριμένα το πακέτο Lego Mindstorms EV3 Education περιλαμβάνει αισθητήρες χρωμάτων, αφής, υπερήχων, γυροσκόπιο. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας:

- **Αισθητήρας Χρωμάτων (Color Sensor):** Είναι ένας ψηφιακός αισθητήρας που μπορεί να ανιχνεύσει το χρώμα ή την ένταση του φωτός που εισέρχεται στο μικρό παραθυράκι στην πρόσοψη του αισθητήρα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τρεις διαφορετικές λειτουργίες: Color Mode (Λειτουργία

Χρώματος), Reflected Light Intensity Mode (Λειτουργία Έντασης Ανακλώμενου Φωτός) και Ambient Light Intensity Mode (Λειτουργία Έντασης Φωτός Περιβάλλοντος).



**Εικόνα 15: Ο αισθητήρας χρώματος του EV3**

Στη λειτουργία **Color Mode** ο αισθητήρας αναγνωρίζει επτά χρώματα (μαύρο, μπλε, πράσινο, κίτρινο, κόκκινο, λευκό, καφέ και «κανένα χρώμα»). Αυτή η ικανότητα διάκρισης χρωμάτων σημαίνει ότι θα μπορούσε το ρομπότ να προγραμματιστεί, έτσι ώστε να ταξινομεί χρωματιστές μπάλες ή μπλοκ, να λέει τα ονόματα των χρωμάτων, καθώς και να ανιχνεύει ή να σταματά όταν εντοπίσει κάποιο συγκεκριμένο χρώμα.

Στη λειτουργία **Reflected Light Intensity Mode** ο αισθητήρας μετράει την ένταση του φωτός που ανακλάται από μια κόκκινη λυχνία. Ο αισθητήρας χρησιμοποιεί μία κλίμακα από το 0 (πολύ σκοτεινό) μέχρι το 100 (πολύ φωτεινό). Αυτό σημαίνει ότι το ρομπότ μπορεί να προγραμματιστεί, ώστε να κινείται πάνω σε μια λευκή επιφάνεια μέχρι να ανιχνεύσει μια μαύρη γραμμή ή να ερμηνεύσει μια χρωματιστή κάρτα αναγνώρισης.

Στη λειτουργία **Ambient Light Intensity Mode** ο αισθητήρας μετρά την ισχύ

του φωτός που εισέρχεται στο παραθυράκι από το περιβάλλον, όπως το φως του ήλιου ή το φως από έναν φακό. Ο αισθητήρας χρησιμοποιεί μια κλίμακα από το 0 (πολύ σκοτεινό) μέχρι το 100 (πολύ φωτεινό). Αυτή η κλίμακα δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να προγραμματιστεί, ώστε να ενεργοποιεί έναν συναγερμό όταν ο ήλιος ανατέλλει το πρωί ή να σταματά την ενέργεια όταν τα φώτα σβήνουν.



**Εικόνα 16: Οι λειτουργίες του αισθητήρα χρώματος**

- **Αισθητήρας Αφής (Touch Sensor):** Πρόκειται για έναν αναλογικό αισθητήρα που μπορεί να ανιχνεύσει πότε πιέζεται το κόκκινο κουμπί του και πότε απελευθερώνεται. Μπορεί να προγραμματιστεί χρησιμοποιώντας τρεις συνθήκες: πίεση (pressed), απελευθέρωση (released) ή σύγκρουση (bumped).

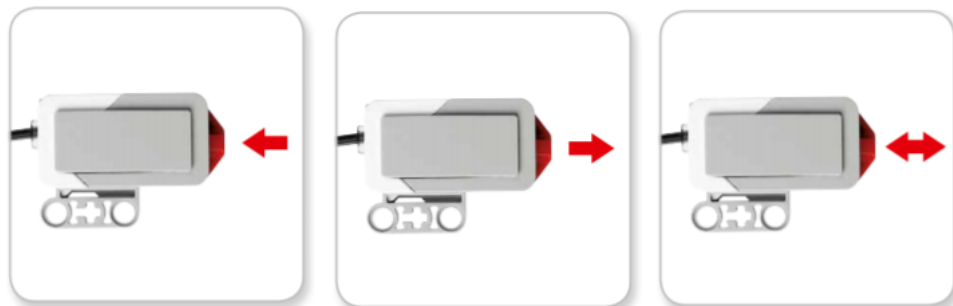


**Εικόνα 17: Ο αισθητήρας αφής του EV3**

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από τον αισθητήρα αφής, ένα ρομπότ θα μπορούσε να προγραμματιστεί να βλέπει τον κόσμο, όπως θα έκανε ένα τυφλό άτομο, που θα άπλωνε το χέρι τους και θα αντιδρούσε όταν ακουμπήσει κάτι (συνθήκη **πίεσης**).

Η συνθήκη **απελευθέρωσης** θα ήταν ένα ρομπότ, το οποίο έχει προγραμματιστεί να πιέζεται έναντι της επιφάνειας που βρίσκεται από κάτω του. Έτσι το ρομπότ θα μπορούσε να σταματά την κίνηση του όταν βρεθεί στην άκρη ενός τραπεζιού.

Η συνθήκη **σύγκρουσης** θα ήταν ένα ρομπότ πάλις, το οποίο σπρώχνει προς τα εμπρός τον αντίπαλο του, μέχρι ο αντίπαλος να υποχωρήσει. Αυτό το ζεύγος ενεργειών (πίεση και μετά απελευθέρωση) συνιστούν την κατάσταση της σύγκρουσης.



**Εικόνα 18: Οι λειτουργίες του αισθητήρα αφής**

- **Αισθητήρας Υπερήχων (Ultrasonic Sensor):** Είναι ένας ψηφιακός αισθητήρας που παράγει ηχητικά κύματα και διαβάζει την ηχώ τους για τον εντοπισμό και τη μέτρηση της απόστασης από τα αντικείμενα. Μπορεί επίσης να στείλει μόνο ηχητικά κύματα για να εργαστούν ως σόναρ ή για να ακουστεί ένα ηχητικό κύμα που προκαλεί την έναρξη του προγράμματος.



**Εικόνα 19: Ο αισθητήρας υπερήχων του EV3**

Ο αισθητήρας υπερήχων μετράει αποστάσεις μεταξύ 3 και 250 cm με ακρίβεια μέτρησης +/- 1 cm. Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι το να στέλνει και να λαμβάνει υπερηχητικά κύματα. Ο φωτισμός του αισθητήρα αποτελεί την ένδειξη ότι δέχεται και λαμβάνει κύματα.

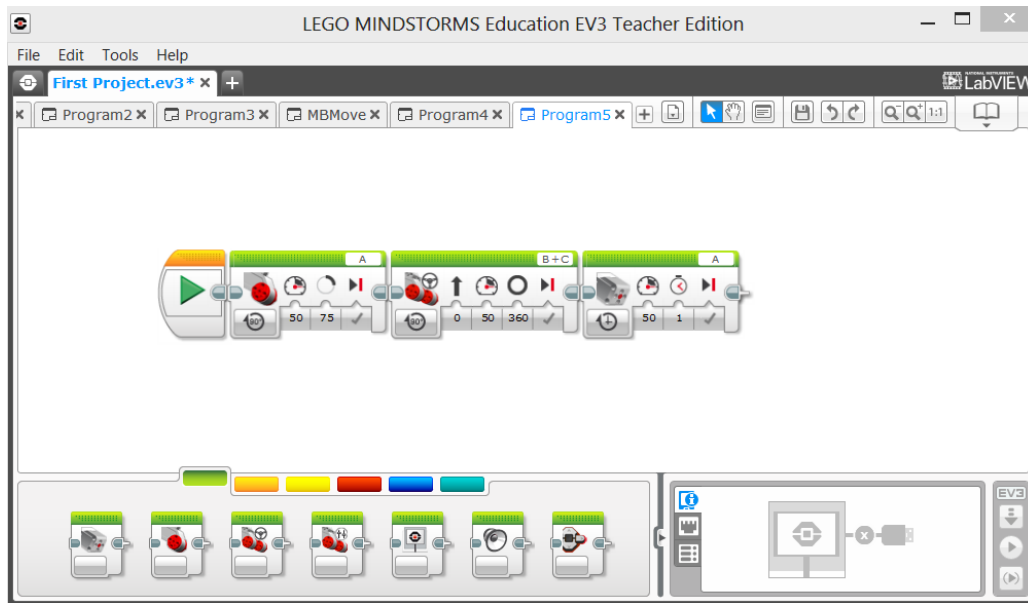
#### **2.8.4 Γραφικό Περιβάλλον Προγραμματισμού του EV3**

Στόχος της ρομποτικής δεν είναι μόνο η κατασκευή των ρομπότ, αλλά το να καταφέρει ο χρήστης να δώσει ζωή στα δημιουργήματά του, κάνοντας τα να κινηθούν και να εκτελέσουν συγκεκριμένες εργασίες. Με το εκπαιδευτικό πακέτο του EV3 παρέχεται το λογισμικό Lego Mindstorms EV3 Software, το οποίο είναι ένα απλό και εύκολο περιβάλλον προγραμματισμού. Οι εντολές προγραμματισμού αναπαρίστανται με τη μορφή εικονιδίων (blocks) και χρησιμοποιούνται με τη διαδικασία Drag & Drop. Η λογική αυτή διευκολύνει τους μαθητές στο να δημιουργήσουν απλούς μέχρι και πιο σύνθετους αλγορίθμους. Το λογισμικό δίνει στους μαθητές της εξής δυνατότητες:

- Να προγραμματίζουν τα ρομπότ και τις άλλες λειτουργίες τους
- Να καταγράφουν και να παρακολουθούν την πρόοδό τους

- Να δημιουργούν και να επεξεργάζονται το δικό τους περιεχόμενο
- Να παρακολουθούν τα βίντεο-μαθήματα που παρέχει το λογισμικό, ώστε να αποκτήσουν περαιτέρω γνώσεις
- Να κάνουν συλλογή και καταγραφή, καθώς και να διεξάγουν πειράματα

Το Lego Mindstorms EV3 Software χρησιμοποιήθηκε στο τελευταίο στάδιο μαθημάτων της παρούσας εργασίας, που είχε ως στόχο τον πειραματισμό των μαθητών.



**Εικόνα 20:** Το γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού Lego Mindstorms Education EV3

## 2.9 Ρομποτικές Προσομιώσεις

Στο χώρο της ρομποτικής σημαντικός είναι ο ρόλος των προσομιώσεων, οι οποίες επιτρέπουν διάφορων ειδών πειράματα, τα οποία θα ήταν ακριβά λόγω του εξοπλισμού που απαιτείται και αρκετά χρονοβόρα. Έτσι οι ρομποτικές προσομιώσεις διευκολύνουν τη δοκιμή, μέσω ενός δυναμικού και μεταβαλλόμενου



περιβάλλοντος, νέων μεθοδολογιών, ενώ συμβάλλει και στην περισυλλογή αναδραστικών δεδομένων για τον καθορισμό της ποιότητας του συστήματος ελέγχου. Επιπλέον, επιτρέπει την ανάπτυξη των ρομποτικών συστημάτων ελέγχου, τα οποία εξαρτώνται από τυχαίες αλλαγές μέσω πολλών επαναλήψεων (πχ γενετικοί αλγόριθμοι). Όσον αφορά στη σύγκριση με τον πραγματικό κόσμο, οι σύγχρονες ρομποτικές προσομοιώσεις ξεφεύγουν από το στάδιο του προγραμματισμού της κίνησης του ρομπότ και μπορούν να προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες. Σημαντικός συντελεστής στη ραγδαία ανάπτυξη ρομποτικών προσομοιώσεων αποτέλεσαν τα βιντεοπαιχνίδια υπολογιστή και διάφορων κονσόλων που παρείχαν εργαλεία που αφορούσαν στη φωτορεαλιστική αναπαράσταση και την προηγμένη προσομοίωση φυσικών ιδιοτήτων του πραγματικού κόσμου.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση ρομποτικών προσομοιώσεων είναι:

- Ο υλικός εξοπλισμός δεν αποτελεί εμπόδιο, συνεπώς μειώνονται οι περιορισμοί. Οι προσομοιώσεις απαιτούν μόνο τη χρήση ενός υπολογιστή, στον οποίο οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν ρομποτικά συστήματα. Μοναδικοί ανασταλτικοί παράγοντες σε αυτή την προσπάθεια τους είναι ο διαθέσιμος χρόνος και η έλλειψη φαντασίας.
- Οι προσομοιώσεις διαχωρίζονται σε πολλά στάδια επιτρέποντας στους προγραμματιστές να αντιμετωπίσουν την πολυπλοκότητα την κατάλληλη στιγμή. Αυτό σημαίνει ότι ο προγραμματιστής χρειάζεται μόνο βασικές γνώσεις, ώστε να κάνει αποσφαλμάτωση στο προσομοιωμένο ρομπότ παρατηρώντας την αλληλεπίδραση τους με απλά σχήματα στο γραφικό περιβάλλον.
- Η προσομοίωση μπορεί να αναπτυχθεί ταυτόχρονα από πολλά άτομα, δίνοντας τους τη δυνατότητα τροποποίησης χωρίς να ανησυχούν για τη φυσική φθορά του υλικού.

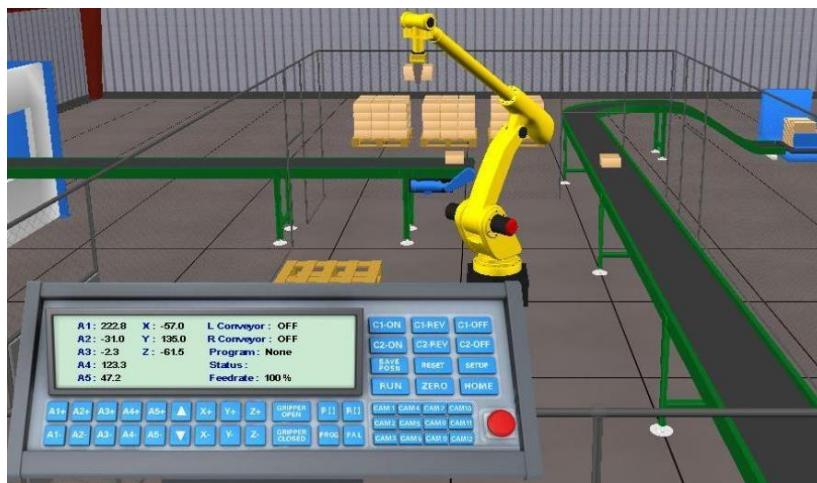
- Αποτελεί μία πολύ χρήσιμη εκπαιδευτική βοήθεια. Ο προγραμματιστής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τα κύρια σημεία επικέντρωσης του, να κατανοήσει έννοιες που δεν μπορούν εύκολα να υλοποιηθούν εισάγοντας τες εικονικά στο περιβάλλον προγραμματισμού της προσομοίωσης.
- Μια άλλη ενδιαφέρουσα πτυχή της προσομοίωσης είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο πρόβλεψης. Οι προγραμματιστές έχουν χρησιμοποιήσει κατά καιρούς τις προσομοιώσεις να τρέχουν παράλληλα με τις ενέργειες του ρομπότ στον πραγματικό κόσμο και τα δεδομένα του εικονικού περιβάλλοντος να ανανεώνονται ανάλογα με τα αισθητηριακά δεδομένα.

Στις μέρες μας υπάρχει πληθώρα λογισμικών προσομοίωσης ρομπότ, όμως πολλά από αυτά έχουν κοινά χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Πρόκειται για εργαλεία προσομοίωσης, τα οποία έχουν σχεδιαστεί, ώστε να αντιγράφουν ρομποτικές εφαρμογές του πραγματικού κόσμου όσον το δυνατόν πιο στενά λαμβάνοντας υπόψη κάθε περιβαλλοντικό και φυσικό παράγοντα και δοκιμάζοντας όλες τις πιθανές μεταβλητές. Τα περισσότερα λογισμικά προσομοιώσεων είναι συμβατά με κοινές γλώσσες προγραμματισμού, όπως C++, Python, Java, LabVIEW, URBI ή MATLAB, έτσι ώστε να είναι αρκετά προσιτά.

### 2.9.1 Γνωστοί ρομποτικοί προσομοιωτές

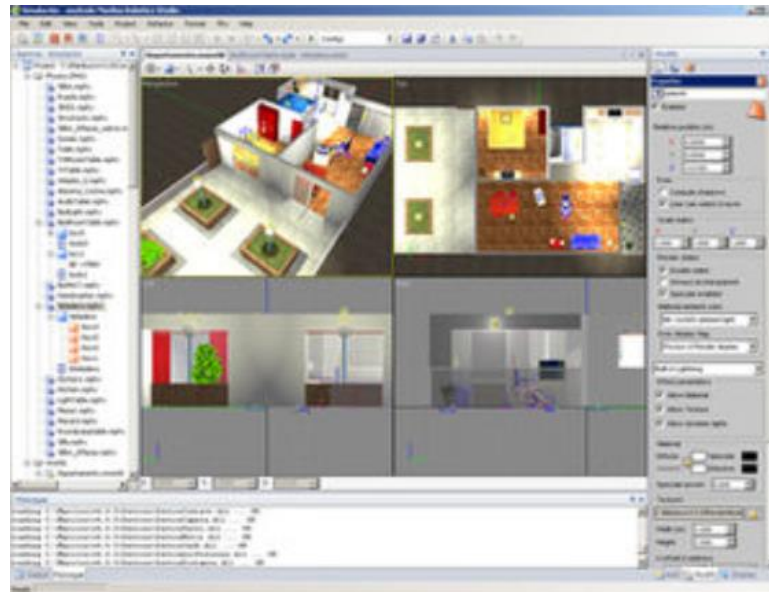
**RoboLogix:** Πρόκειται για ένα πακέτο λογισμικού που έχει σχεδιαστεί για να προσομοιώνει εφαρμογές ρομποτικής του πραγματικού κόσμου. Με το RoboLogix μπορεί να γίνει εκμάθηση, δοκιμή, εκτέλεση και αποσφαλμάτωση προγραμμάτων που έχουν δημιουργήσει οι χρήστες από μόνοι τους χρησιμοποιώντας ένα ρομπότ πέντε αξόνων σε ένα ευρύ φάσμα πρακτικών εφαρμογών. Οι χρήστες μπορούν να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν τις δικές τους προσομοιώσεις, ώστε να εξετάσουν οπτικά και να ελέγξουν τους αλγορίθμους τους. Το RoboLogix θεωρείται ιδανικό για φοιτητές καθώς και για σχεδιαστές και μηχανικούς ρομπότ, καθώς παρέχει

προσομοιώσεις σε επίπεδο μηχανικής σε προσιτή τιμή. Επιτρέπει στους προγραμματιστές να γράφουν τα δικά τους προγράμματα ρομπότ, να τροποποιούν το περιβάλλον και να χρησιμοποιούν τους διαθέσιμους αισθητήρες. Αυτοί οι αισθητήρες περιλαμβάνουν βιντεοκάμερες οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της επιθυμητής θέσης του ρομπότ. Μέσω εντολών το ρομπότ μπορεί να προγραμματιστεί να εντοπίζει ένα αντικείμενο και να το επιστρέφει σε μία προκαθορισμένη θέση.



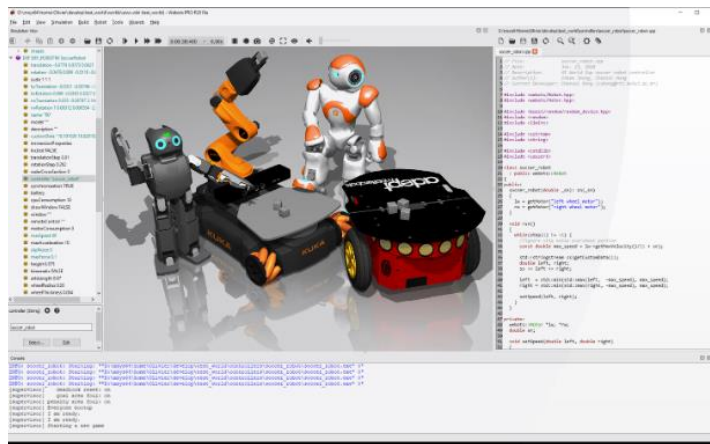
Εικόνα 21: Το λογισμικό RoboLogix

**anyKode Marilou:** Είναι ένας εκπαιδευτικός ρομποτικός προσομοιωτής, ο οποίος σχεδιάστηκε από τη γαλλική εταιρεία anyKode με στόχο να επιταχύνει την ανάπτυξη προγραμμάτων ρομποτικής. Η προσπάθεια εστιάστηκε σχεδόν εξ' ολοκλήρου στην ανάπτυξη ενός κινητήρα που αναπαράγει τη συμπεριφορά των αισθητήρων και των ενεργοποιητών σε σχέση με τις πραγματικές ιδιότητες σε ένα φυσικό περιβάλλον. Ο προσομοιωτής αυτός επιτρέπει στους χρήστες να σχεδιάζουν σύνθετα σενάρια. Με το anyKode Marilou γίνεται εικονική αναπαράσταση αυτοκινητούμενων ρομποτικών οχημάτων, ανθρωπόμορφων ρομποτ, ρομποτικών βραχιόνων σε συνθήκες πραγματικού χρόνου, το οποίο λαμβάνει υπ' όψιν όλους τους νόμους της Φυσικής.



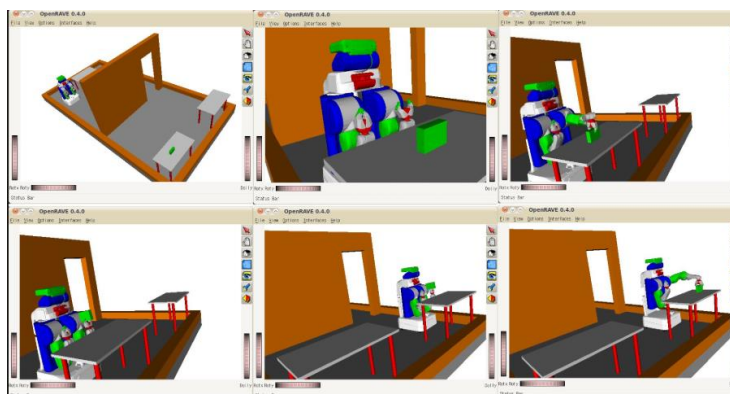
**Εικόνα 22: Ο ρομποτικός προσομοιωτής anyCode Marilou**

**Webots:** Πρόκειται για ένα επαγγελματικό ρομποτικό προσομοιωτή που αναπτύχθηκε το 1996 από τον Dr. Olivier Michel και χρησιμοποιείται ευρέως για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το Webots χρησιμοποιεί το σύστημα ODE (Open Dynamics Engine) για την ανίχνευση συγκρούσεων και την προσομοίωση με ακρίβεια των φυσικών ιδιοτήτων των αντικειμένων όπως η ταχύτητα, η αδράνεια και η τριβή.



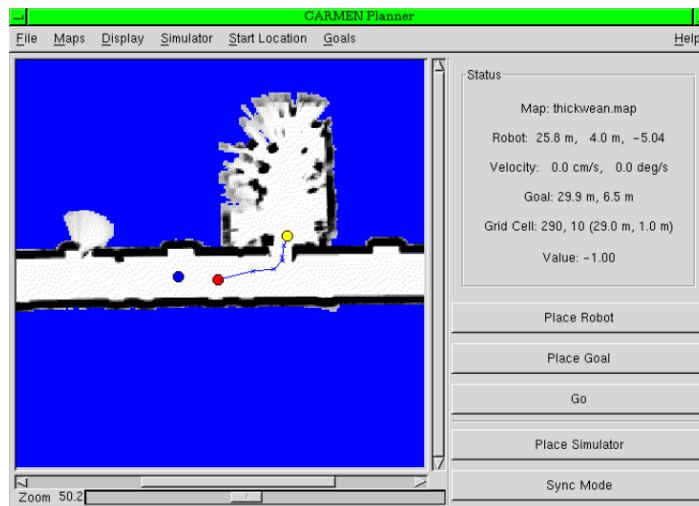
Εικόνα 22: Ο ρομποτικός προσομοιωτής Webots

**Open Robotics Automation Environment (Open RAVE):** Το Open RAVE παρέχει ένα περιβάλλον για τη δοκιμή και την ανάπτυξη αλγορίθμων σχεδίασης κίνησης σε εφαρμογές ρομποτικής του πραγματικού κόσμου. Εστιάζει κυρίως στην ανάλυση κινητικών και γεωμετρικών πληροφοριών που σχετίζονται με τον προγραμματισμό της κίνησης. Η αυτόνομη χρήση της Open RAVE επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωσή της σε υπάρχοντα ρομποτικά συστήματα.



Εικόνα 23: Ο προγραμματιστικό περιβάλλον Open RAVE

**Carnegie Mellon Robot Navigation Toolkit (Carmen):** Το Carmen είναι ένας εκπαιδευτικός προσομοιωτής ανοικτού λογισμικού για τον έλεγχο φορητών ρομποτικών συσκευών. Έχει σχεδιαστεί για να παρέχει βασικούς τρόπους πλοήγησης όπως έλεγχος βάσης και αισθητήρων, καταγραφή, εντοπισμός, αποφυγή εμποδίων, προγραμματισμός διαδρομής και χαρτογράφηση.

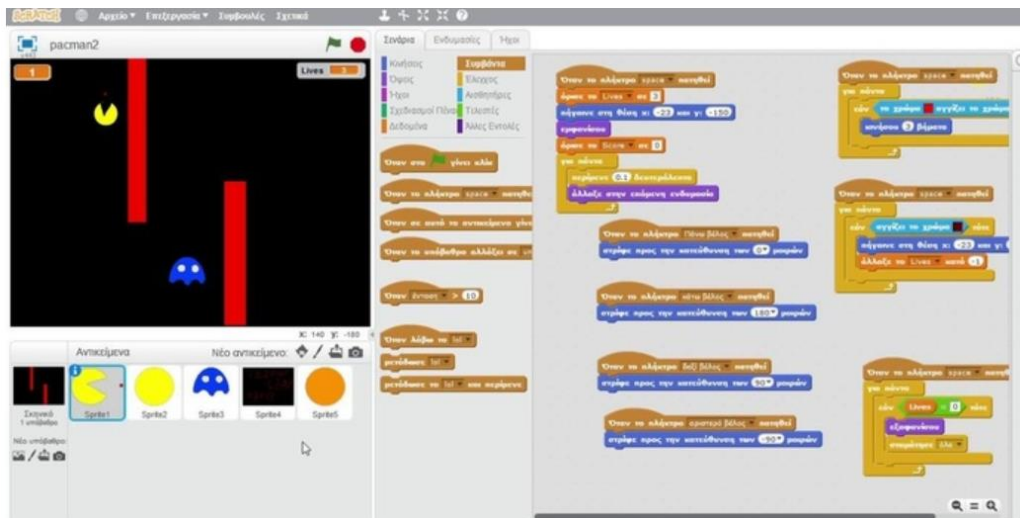


**Εικόνα 24: Ο ρομποτικός προσομοιωτής Carmen**

## 2.10 Το Scratch ως εκπαιδευτικό εργαλείο

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας για την ανάπτυξη ρομποτικών προσομοιώσεων θα χρησιμοποιηθεί το περιβάλλον προγραμματισμού Scratch. Αναπτύχθηκε το 2007 από το MIT και είναι μια νέα γλώσσα προγραμματισμού και παράλληλα ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον. Χρησιμοποιείται κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς και στόχος του είναι να δώσει στους μαθητές τη δυνατότητα να προγραμματίσουν με εύκολο τρόπο χρησιμοποιώντας τη λογική του “drag & drop” κατάλληλων εντολών (blocks), τα οποία αναπαριστούν βασικές προγραμματιστικές δομές. Η καινοτομία της έγκειται στο γεγονός ότι οι χρήστες δεν

χρειάζεται να πληκτρολογήσουν ούτε μία γραμμή κώδικα, ώστε να δημιουργήσουν το δικό τους αλγόριθμο. Η δομή του προγράμματος μπορεί να σχεδιαστεί όπως ένα πάζλ, με αποσπώμενα κομμάτια κώδικα που μπορούν να μετακινηθούν και να προσαρμοστούν μαζί (Μπακόπουλος, 2014). Το περιβάλλον Scratch επιτρέπει τη δημιουργία και τον έλεγχο γραφικών αντικειμένων, γνωστών ως sprites, τα οποία κινούνται στην οθόνη και την ενσωμάτωση γραφικών και αρχείων ήχου για τη δημιουργία πολυμεσικών εφαρμογών.



**Εικόνα 25: Το γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού Scratch 2.0**

Η εκμάθηση του Scratch μπορεί να γίνει εύκολα από έναν ενήλικα σε μερικές ώρες, αλλά και τα παιδιά από ηλικία 7 χρονών μπορούν να είναι παραγωγικά από το πρώτο μάθημα. Ένα τυπικό σχέδιο μαθήματος (Crook, 2009) μπορεί να απαιτήσει έξι συνεδρίες για ένα νέο προγραμματιστή προκειμένου για να μάθει τις βασικές έννοιες προγραμματισμού και να αρχίσει να δημιουργεί δικά του παιχνίδια ή πολυμεσικά έργα. Οι εφαρμογές σε Scratch μπορούν να σχεδιαστούν και να κοινοποιηθούν στην επίσημη ιστοσελίδα του Scratch (<https://scratch.mit.edu>). Εκεί παρατίθενται χιλιάδες εφαρμογές, οι οποίες μπορούν να μεταμορφωθούν και αναμειχθούν με νέες.

Ορισμένες από αυτές που μπορούν να δημιουργηθούν από αρχάριους προγραμματιστές Scratch είναι οι ακόλουθες:

- Απλά παιχνίδια όπου ο χρήστης ελέγχει ένα sprite να κινηγάει ένα άλλο sprite
- Μια κινούμενη εικόνα από sprites που αντιπροσωπεύουν τα γράμματα του ονόματος του προγραμματιστή, με το κάθε γράμμα, όταν πατηθεί, να περιστρέφεται ή να κινείται με διαφορετικό τρόπο και να παίζεται ένας ήχος
- Εφαρμογές τύπου quiz που δείχνουν πολλές φωτογραφίες και μία ερώτηση με το χρήστη να καλείται να επιλέξει μία απάντηση
- Μια παρουσίαση πολυμέσων που περιλαμβάνει φωτογραφίες με ηχογραφήσεις, οι οποίες παρέχουν εξηγήσεις καθώς ο χρήστης επιλέγει κάθε στοιχείο
- Δημιουργία προσομοιώσεων

Υπάρχουν έντεκα τύποι μαθησιακών δραστηριοτήτων που έχουν αναφερθεί (Kordaki, 2012) ότι μπορούν να πραγματοποιηθούν σε Scratch όπως: i) ελεύθερες δημιουργικές δραστηριότητες, ii) επίλυση προβλημάτων, iii) δραστηριότητες πολλαπλών λύσεων, iv) πειραματισμός με έτοιμα προγράμματα σε Scratch, v) τροποποιήσεις σε έτοιμα προγράμματα Scratch, vi) εργασία με ένα έτοιμο πρόγραμμα σε Scratch που θα ζητείται ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα, ενώ θα δίνεται στους μαθητές ένα σωστό, αλλά ατελές κομμάτι του κώδικα, vii) εργασία με ένα έτοιμο πρόγραμμα σε Scratch που θα ζητείται ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα, ενώ θα δίνεται στους μαθητές ο κώδικας ανακατεμένος, viii) εργασία με ένα έτοιμο πρόγραμμα σε Scratch που θα ζητείται ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα, ενώ θα δίνεται στους μαθητές ο κώδικας με επιλεγμένα λάθη, ix) εργασία με ένα έτοιμο πρόγραμμα σε Scratch και θα πρέπει να προβλεφθεί από τους μαθητές το αποτέλεσμα, x) δραστηριότητες «μαύρο κουτί», xi) συνεργατικές - εκπαιδευτικές δραστηριότητες με τη χρήση του Scratch.



Ο προγραμματισμός σε Scratch αναπτύσσει αρκετές δεξιότητες Πληροφορικής και η δημιουργία μιας τυπικής εφαρμογής μπορεί να περιλαμβάνει:

- Σχεδίαση ενός sprite μέσω του περιβάλλοντος της Scratch
- Εισαγωγή μια εικόνας φόντου από μία φωτογραφία ή ένα αρχείο που δημιουργήθηκε σε άλλη εφαρμογή γραφικών
- Εγγραφή ενός αρχείου ήχου ή ενσωμάτωση ενός MP3 αρχείου στην εφαρμογή
- Προσθήκη κειμένου με διαφορετικές γραμματοσειρές
- Μετακίνηση των sprites χρησιμοποιώντας εντολές
- Χειρισμός και χρήση ψηφιακών εφέ σε αντικείμενα

Η δημιουργία εφαρμογών σε Scratch βοηθάει την κατανόηση μερικών βασικών αρχών προγραμματισμού όπως:

- Δημιουργία ακολουθίας εντολών
- Χρήση εντολών συνθήκης για να καθοριστεί το αποτέλεσμα μιας δράσης
- Χρήση εντολών επανάληψης
- Μετακίνηση ενός sprite και αλληλεπίδραση του με το περιβάλλον
- Ανταπόκριση στο πληκτρολόγιο και σε άλλα συμβάντα
- Χρήση μεταβλητών και συναρτήσεων
- Χρησιμοποίηση μηνυμάτων και εκπομπών για το έλεγχο ενεργειών μέσα στην εφαρμογή

Από το 2007 μέχρι σήμερα έχουν κυκλοφορήσει αρκετές εκδόσεις του Scratch. Εμείς στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα χρησιμοποιήσουμε τη νεότερη έκδοση, Scratch 2.0, η οποία κυκλοφόρησε το Μάιο του 2013 και έχει ένα αρκετά διαφοροποιημένο περιβάλλον χρήστη σε σχέση με τις προηγούμενες εκδόσεις. Ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας του Scratch οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι τα παιδιά μπορούν εύκολα να παράγουν απλά προγράμματα μέσα από μία παιγνιώδη διαδικασία, ενώ οι έφηβοι μπορούν να δημιουργήσουν έργα με άμεσα αποτελέσματα.

Επιπλέον, υπάρχει ένας αριθμός από ενήλικες που ανεβάζουν έργα στη κοινότητα του Scratch με στόχο την εκμάθηση του προγραμματισμού σε παιδιά.

### **2.10.1 Ρομποτικές προσομοιώσεις σε ScratchX**

Η ScratchX είναι μια πλατφόρμα που αναπτύχθηκε το 2015 από το MIT και επιτρέπει στους χρήστες να δοκιμάσουν πειραματικές λειτουργίες που έχουν δημιουργηθεί για την οπτική γλώσσα προγραμματισμού Scratch. Αυτή η πειραματική λειτουργία έχει τη μορφή επεκτάσεων (Experimental extensions) και καθιστά δυνατή τη διασύνδεση του Scratch με εξωτερικό υλικό και πληροφορίες εκτός του ιστότοπου του Scratch μέσω νέων μπλοκ. Μερικές πειραματικές επεκτάσεις επιτρέπουν στο Scratch να συνδεθεί με φυσικό υλικό, όπως ρομπότ ή προγραμματιζόμενες συσκευές. Άλλες πειραματικές επεκτάσεις μπορούν να συνδέσουν διαδικτυακά δεδομένα και υπηρεσίες στο Scratch, όπως δεδομένα καιρού ή υπηρεσίες μετατροπής κειμένου σε ομιλία. Για την online επεξεργασία έργων σε ScratchX οι επεκτάσεις είναι γραμμένες σε JavaScript. Το γραφικό περιβάλλον του ScratchX είναι παρόμοιο με την έκδοση Scratch 2.0 με εξαίρεση ένα σύνολο εντολών που αφορούν το εξωτερικό υλικό, το οποίο έχει συνδεθεί στην πλατφόρμα.



## **3. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ - INTERNET OF THINGS**

### **3.1 Η έννοια του Internet of Things**

Η έννοια του Internet of Things (IoT) αποδόθηκε το 1999 από τον Βρετανό επιχειρηματία Kevin Ashton θέλοντας να περιγράψει ένα σύστημα, στο οποίο τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου μπορούν να συνδεθούν διαδικτυακά με τη χρήση αισθητήρων. Ο Ashton ανακάλυψε τον τρόπο ώστε να συνδέσει αντικείμενα με το Διαδίκτυο μέσω ενός συστήματος ταυτοποίησης που χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες γνωστό ως RFID (Radio Frequency Identification). Η χρήση RFID συστημάτων εκτείνεται από τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο για την αναγνώριση και τη διάκριση των φιλικών από τα εχθρικά αεροπλάνα μέχρι και στον τομέα του εμπορίου, όπου οι εφοδιαστικές εταιρείες κάνουν χρήση των εν λόγω συστημάτων, ώστε να μεταφέρονται τα εμπορεύματα χωρίς να χρειάζεται η ανθρώπινη παρουσία.

Το IoT αφορά αντικείμενα της καθημερινότητας μας και στηρίζεται σε ένα περιβάλλον συλλογής δεδομένων από οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή ή μικροσκοπικό αισθητήρα υπάρχει γύρω μας. Ένα από τα πρώτα παραδείγματα του Διαδικτύου των πραγμάτων στις αρχές της δεκαετίας τους 1980, ήταν ένας διανομέας αναψυκτικών της Coca Cola στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon. Οι προγραμματιστές μπορούσαν να συνδεθούν στο ψυγείο μέσω Internet και να ελέγξουν αν υπάρχει διαθέσιμο ποτό πριν από ένα προγραμματισμένο ταξίδι. Μέχρι το 2013, το IoT είχε εξελιχθεί σε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί πολλαπλές τεχνολογίες, από το Διαδίκτυο στην ασύρματη επικοινωνία και από τα μικρο-ηλεκτρομηχανικά συστήματα στα ενσωματωμένα συστήματα. Οι παραδοσιακοί τομείς αυτοματισμού (συμπεριλαμβανομένης της αυτοματοποίησης κτιρίων και σπιτιών), ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, GPS, συστήματα ελέγχου και άλλα, όλα υποστηρίζουν το IoT.

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελείται από οποιαδήποτε συσκευή με διακόπτη on/off συνδεδεμένο στο Internet και μπορεί να περιλαμβάνει από κινητά τηλέφωνα, τη δημιουργία συντήρησης στον κινητήρα ενός αεροπλάνου, ιατρικές συσκευές όπως εμφυτεύματα καρδιάς μέχρι αναμεταδότες βιοκαυσίμων. Θα αναφερθούμε εκτενέστερα στα είδη των συσκευών σε επόμενο κεφάλαιο.

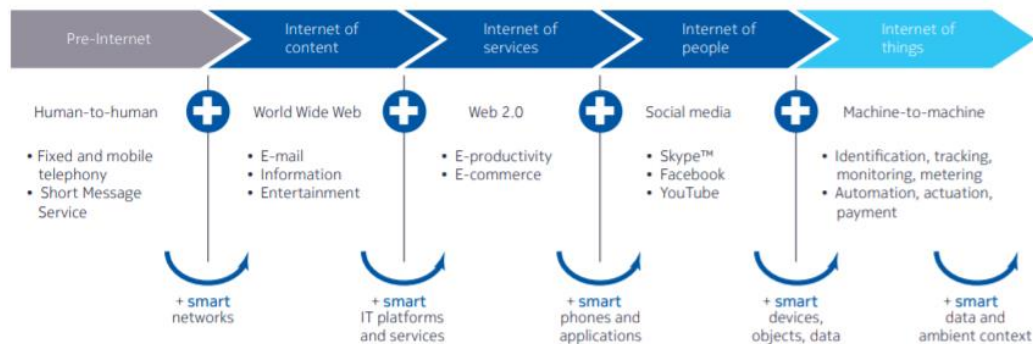
Οι περισσότερες συσκευές IoT διέπονται από βασικά χαρακτηριστικά, δηλαδή είτε συγκεκριμένες ιδιότητες που συνηθίζουν να έχουν, είτε άλλες που υποχρεούνται να έχουν. Οι κυριότερες από αυτές σύμφωνα με τους Patel (2016) είναι:

- **Διασυνδεσιμότητα (Interconnectivity):** Διευκολύνει το IoT με τη συγκέντρωση πολλών καθημερινών αντικειμένων σε ένα παγκόσμιο σύστημα πληροφόρησης και πληροφοριών. Η συνάφεια αυτών των αντικειμένων είναι ζωτικής σημασίας επειδή οι αλληλεπιδράσεις απλών συσκευών συμβάλλουν στη συλλογική ευφυΐα του συστήματος.
- **Υπηρεσίες που σχετίζονται με τα πράγματα (Things-related services):** Το IoT δίνει τη δυνατότητα παροχής υπηρεσιών που σχετίζονται με τις συσκευές τηρώντας όμως τους περιορισμούς στους οποίους υπόκεινται οι συσκευές αυτές, όπως η προστασία της ιδιωτικής ζωής καθώς και σημασιολογική συνοχή μεταξύ των πραγμάτων του πραγματικού και εικονικού κόσμου.
- **Δυναμικές αλλαγές (Dynamic changes):** Αποτελεί την ιδιότητα των συσκευών να αλλάζουν δυναμικά την κατάστασή τους. Οι δυναμικές μεταβολές που υφίσταται η συσκευή πηγάζουν από παραμέτρους του περιβάλλοντος της αντίστοιχης συσκευής. Έτσι μία συσκευή του IoT έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιείται / απενεργοποιείται αυτόματα ή να καταγράφει και να στέλνει συνεχώς τις διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας, της πίεσης κα. που αλλάζουν συνεχώς από εξωγενείς συνθήκες.
- **Ετερογένεια (Heterogeneity):** Οι συσκευές στο Διαδίκτυο των πραγμάτων μπορούν να αλληλεπιδρούν και να είναι πλήρως λειτουργικές και έχοντας συμβατότητα με διαφορετικές πλατφόρμες. Αυτό σημαίνει ότι η αρχιτεκτονική του IoT και ο τύπος δικτύου έχουν μηδαμινή σημασία.

- **Τεράστια κλίμακα (Enormous scale):** Ο αριθμός των συσκευών που επικοινωνούν μεταξύ τους θα πρέπει να είναι αρκετά μεγαλύτερος σε σχέση με τον αριθμό των συσκευών που είναι διασυνδεδεμένες στο Internet.
- **Ασφάλεια (Safety):** Σημαντικό στοιχείο το οποίο πρέπει να διαθέτει μία συσκευή IoT. Τα δεδομένα που διακινούνται μέσω των εφαρμογών θα πρέπει να προστατεύονται και επίσης θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι θα γίνεται αλληλεπίδραση σωστών εφαρμογών και συσκευών. Μπορούν να προκύψουν αρκετά προβλήματα αν εντολές μεταδοθούν σε λάθος συσκευές ή κάποιοι εκμεταλλευόμενοι τα κενά ασφαλείας συσκευών IoT επιχειρήσουν να τις χρησιμοποιήσουν για προσωπική τους χρήση.

### 3.2 Η ιστορική εξέλιξη του IoT

Μπορεί η έννοια του Internet of Things να απέκτησε υπόσταση από το 1999 και έπειτα, όμως οι ρίζες του ξεκινούν πολύ νωρίτερα καθώς θεωρείται ουσιαστικά η εξέλιξη του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web). Όπως αναφέρεται σε White Paper της NOKIA (2016) θα μπορούσε αυτή η εξέλιξη να διαχωριστεί σε 5 στάδια:



Εικόνα 27: Στάδια εξέλιξης του IoT

**Στάδιο Pre-Internet:** Στο στάδιο αυτό έχουμε αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων μέσω κινητών και σταθερών τηλεφώνων. Ο τρόπος επικοινωνίας έχει τη μορφή σύντομων μηνυμάτων.

**Στάδιο Internet of Content:** Περιέχει το Internet όπως το χρησιμοποιούμε σήμερα, το οποίο ξεκίνησε στις αρχές του 1990. Σημαντική καινοτομία αποτέλεσε η χρήση του πρωτοκόλλου επικοινωνίας HTTP (Hypertext Transfer Protocol) για πρώτη φορά καθώς και η δημιουργία του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web, WWW). Αρχικά το Διαδίκτυο ήταν στατικό και χρησιμοποιήθηκε για τη δημοσίευση και την κοινή χρήση περιεχομένου.

**Στάδιο Internet of Services:** Στο στάδιο αυτό οι αρχικές στατικές σελίδες αντικαθίστανται από τις πρώτες ιστοσελίδες. Σημαντικό ρόλο σε αυτήν την εξέλιξη έχει η ανάπτυξη της γλώσσας XML (eXtensible Markup Language) που περιέχει έναν σύνολο κανόνων που χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική κωδικοποίηση κειμένων, καθώς και η τεχνολογία Web 2.0, η οποία δίνει στους χρήστες του Διαδικτύου μεγαλύτερες δυνατότητες.

**Στάδιο Internet of People:** Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των επικοινωνιών φέρνει νέα είδη συσκευών, όπως smartphones και tablets, καθώς και την εξάπλωση των κοινωνικών δικτύων (social networks).

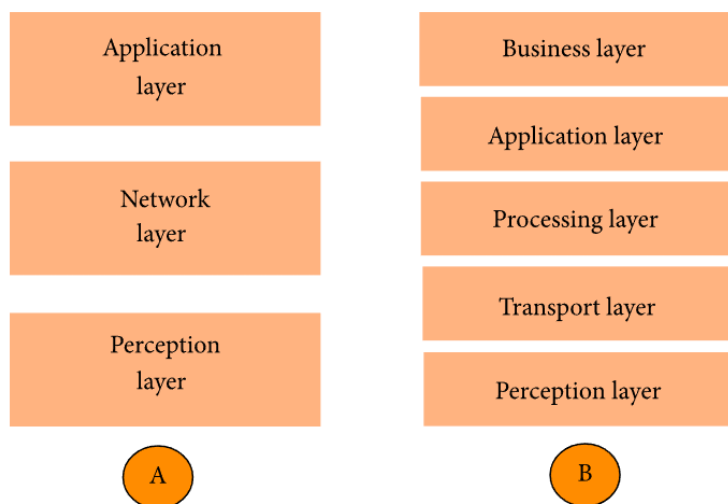
**Στάδιο Internet of Things:** Είναι το στάδιο, στο οποίο βρισκόμαστε σήμερα και μας προσφέρει νέους τρόπους χρήσης του Διαδικτύου. Πλέον οι επικοινωνίες βασίζονται στην αλληλεπίδραση συσκευών (machine-to-machine communications) και στηρίζονται στην ανάλυση δεδομένων. Η καθημερινή ζωή αλλάζει όταν τα αντικείμενα της καθημερινότητας συνδέονται μεταξύ τους και γίνονται μέρος ενός συστήματος πληροφοριών.

### 3.3 Η Αρχιτεκτονική του Internet of Things

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κοινή γραμμή σχετικά με την αρχιτεκτονική του IoT που να συμφωνείται παγκοσμίως. Διαφορετικές αρχιτεκτονικές έχουν προταθεί από διάφορους ερευνητές, παρ' όλα αυτά υπάρχει μία αρχιτεκτονική τριών επιπέδων που είναι κοινώς αποδεκτή (Wu et al., 2010). Αποτελείται από τα επίπεδα της αντίληψης, του δικτύου και των εφαρμογών. Ακολουθεί η αναλυτικότερη παρουσία του κάθε επιπέδου:

- **Επίπεδο αντίληψης (Perception layer):** Αποτελεί το φυσικό επίπεδο, το οποίο διαθέτει αισθητήρες για την ανίχνευση και τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον. Αυτή η διαδικασία αντίληψης βασίζεται σε αρκετές τεχνολογίες ανίχνευσης (πχ RFID, GPS, WSN κα. ). Το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή των πληροφοριών σε ψηφιακά σήματα, ώστε να μεταδοθούν μέσω του δικτύου. Η νανοτεχνολογία έχει καθοριστικό ρόλο στο επίπεδο αντίληψης, ώστε η πληροφορία να μπορεί να ενσωματωθεί στα αντικείμενα της καθημερινότητας και υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασία μέσω εφαρμογών.
- **Επίπεδο δικτύου (Network layer):** Το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για τη σύνδεση με άλλα «έξυπνα» αντικείμενα, συσκευές δικτύου και διακομιστές (servers). Ο ρόλος του είναι η επεξεργασία των δεδομένων που προέρχονται από το επίπεδο αντίληψης και η μετάδοση των επεξεργασμένων δεδομένων στο επίπεδο εφαρμογών μέσω διάφορων τεχνολογιών δικτύων όπως ενσύρματα, ασύρματα δίκτυα ή τοπικά δίκτυα (LAN).
- **Επίπεδο εφαρμογών (Application layer):** Είναι υπεύθυνο για την παροχή υπηρεσιών στον χρήστη και παρέχει όλα τα απαιτούμενα εργαλεία (πχ. Συσκευές ενεργοποίησης) με τα οποία μπορεί να αναπτυχθεί το Διαδίκτυο των πραγμάτων, όπως έξυπνα σπίτια, έξυπνες πόλεις, η έξυπνη υγεία, συσκευές ασφαλείας κα..





**Εικόνα 27: Αρχιτεκτονική IoT (τριών και πέντε επιπέδων)**

Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων ορίζει την κύρια ιδέα του Internet of Things, αλλά σύμφωνα με τους Pallavi και Smurti (2017) τα τρία αυτά επίπεδα δεν επαρκούν για την έρευνα του Διαδικτύου των πραγμάτων, διότι πολλές φορές η έρευνα επικεντρώνεται σε πιο εξειδικευμένες πτυχές. Γι αυτό πρότειναν μία αρχιτεκτονική με περισσότερα επίπεδα, η οποία περιλαμβάνει επιπλέον τα επίπεδα της επεξεργασίας και των επιχειρήσεων. Τα πέντε στρώματα της αρχιτεκτονικής αυτής είναι επίπεδα αντίληψης, μεταφοράς, επεξεργασίας, εφαρμογών και επιχειρήσεων. Ο ρόλος των επιπέδων αντίληψης και εφαρμογών είναι ίδιος με την αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων που προαναφέρθηκε. Ακολουθεί η περιγραφή της λειτουργίας των υπόλοιπων τριών επιπέδων.

- **Επίπεδο μεταφοράς (Transport layer):** Μεταφέρει τα δεδομένα του αισθητήρα των IoT συσκευών από το επίπεδο αντίληψης στο επίπεδο επεξεργασίας και αντίστροφα μέσα δικτύων όπως ασύρματα, 3G, LAN, Bluetooth, RFID και NFC.
- **Επίπεδο επεξεργασίας (Processing layer):** Είναι γνωστό ως το ενδιάμεσο επίπεδο. Ρόλος του είναι να αποθηκεύει, να αναλύει και να επεξεργάζεται

μεγάλο όγκο δεδομένων που προέρχονται από το επίπεδο μεταφοράς. Έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται και να παρέχει ένα σύνολο υπηρεσιών προς τα κάτω επίπεδα. Χρησιμοποιεί πολλές τεχνολογίες όπως βάσεις δεδομένων, cloud computing κα..

- **Επίπεδο επιχειρήσεων (Business layer):** Το επίπεδο αυτό ουσιαστικά διαχειρίζεται ένα ολόκληρο σύστημα Internet of Things, συμπεριλαμβανομένων των εφαρμογών, των μοντέλων των επιχειρήσεων και των κερδών, καθώς και το απόρρητο των χρηστών.

### 3.4 Τομείς και εφαρμογές του IoT

Οι πιθανές εφαρμογές του Internet of Things είναι πολυάριθμες και ποικίλες και σχετίζονται με πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής των ατόμων, των επιχειρήσεων και της κοινωνίας στο σύνολό της και έχουν ως στόχο να δημιουργούν «έξυπνα» περιβάλλοντα. Στις μέρες μας ο αριθμός και η ποικιλία των συσκευών που συλλέγουν δεδομένα, αυξάνεται ραγδαία. Μια μελέτη της Cisco το 2011 εκτιμά ότι ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών στο Διαδίκτυο ξεπέρασε τον ανθρώπινο πληθυσμό το 2010 και μέχρι το 2020 ο αριθμός των συσκευών αυτών θα ξεπεράσει τα 50 δισεκατομμύρια. Παρακάτω παρατίθενται οι κυριότεροι τομείς, στους οποίους δραστηριοποιείται το IoT στις μέρες μας, καθώς και παραδείγματα εφαρμογών στους τομείς αυτούς:

**Διαδίκτυο της έξυπνης διαβίωσης (Internet of smart living):** Ο τομέας της έξυπνης διαβίωσης έχει ως στόχο να βελτιώσει την ποιότητα της ζωής των ανθρώπων που ζουν σε μία πόλη και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην προσπάθεια δημιουργίας έξυπνων πόλεων. Η έξυπνη διαβίωση περιλαμβάνει πτυχές στην ποιότητα ζωής, όπως ο πολιτισμός, η υγεία και η πρόνοια, η ασφάλεια, ο τουρισμός, η στέγαση κα.. Χαρακτηριστικές συσκευές του τομέα αυτού είναι:

- **Τηλεχειρισμού:** Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση συσκευών από απόσταση με σκοπό την αποφυγή ατυχημάτων και την εξοικονόμηση ενέργειας.
- **Μέτρησης καιρικών συνθηκών:** Πρόκειται για συσκευές, οι οποίες εμφανίζουν εξωτερικές καιρικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η πίεση, η ταχύτητα του ανέμου και τα επίπεδα βροχόπτωσης με δυνατότητα μετάδοσης δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις.
- **Έξυπνες οικιακές συσκευές:** Χαρακτηριστικά παραδείγματα συσκευών είναι ψυγεία που διαθέτουν οθόνη, η οποία δίνει πληροφορίες για το την ημερομηνία λήξης των τροφίμων που βρίσκονται στο ψυγείο ή άλλα συστατικά που βρίσκονται σε μικρές ποσότητες και ο χρήστης καλείται να αγοράσει. Άλλα παραδείγματα είναι πλυντήρια ρούχων που επιτρέπουν την παρακολούθηση της διαδικασίας πλύσης από απόσταση ή κουζίνες που μέσω εφαρμογών δίνουν τη δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας του φούρνου από απόσταση ή παρακολούθησης της διαδικασίας αυτοκαθαρισμού του φούρνου.
- **Ασφαλείας:** Αφορά σε συσκευές που έχουν ως στόχο την προστασία των ανθρώπων στην καθημερινή τους ζωή όπως κάμερες και συστήματα συναγερμού.
- **Συστήματα ανίχνευσης:** Ανίχνευση ανοίγματος θυρών και παραθύρων με στόχο την αποτροπή παραβιάσεων από πιθανούς εισβολείς.
- **Ελέγχου της χρήσης ενέργειας και νερού:** οι συσκευές αυτές αποσκοπούν στην παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και ύδρευσης. Η συλλογή τέτοιου είδους δεδομένων οδηγεί επινόηση νέων τρόπων εξοικονόμησης πόρων.

**Διαδίκτυο των έξυπνων πόλεων (Internet of smart cities):** Ο τομέας αυτό αναφέρεται σε μία αστική περιοχή που χρησιμοποιεί διαφορετικούς τύπους αισθητήρων για την ηλεκτρονική συλλογή δεδομένων και την παροχή πληροφοριών, με στόχο να προσφέρει ένα πλήθος από υπηρεσίες στους συμμετέχοντες χρήστες και

μέσω της ανάλυσης της πληροφορίας να εξασφαλίσει την βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων. Αξιοσημείωτες συσκευές του διαδικτύου των έξυπνων πόλεων είναι:

- **Ανίχνευσης καταστροφών:** Χρησιμεύουν για την παρακολούθηση των κραδασμών καθώς και των συνθηκών του υλικού σε κτίρια, γέφυρες, ιστορικά μνημεία κα..
- **Φωτισμού:** Επιτρέπουν τον έξυπνο φωτισμό σε φώτα που χρησιμοποιούνται σε δρόμους.
- **Ασφαλείας:** Αφορούν σε συστήματα ψηφιακής παρακολούθησης, ελέγχου και διαχείρισης πυρκαγιών, δημόσιων ανακοινώσεων κα..
- **Μεταφορών:** Έξυπνοι δρόμοι, οι οποίοι χρησιμοποιούν προειδοποιητικά μηνύματα ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες ή απροσδόκητων γεγονότων όπως τροχαία ατυχήματα.
- **Στάθμευσης:** Πρόκειται για συσκευές που παρακολουθούν τη διαθεσιμότητα των θέσεων στάθμευσης σε μία πόλη σε πραγματικό χρόνο καθιστώντας τους κατοίκους της ικανούς να προσδιορίσουν τους πλησιέστερους διαθέσιμους χώρους για στάθμευση
- **Διαχείρισης αποβλήτων:** Ανίχνευσης της ποσότητας των απορριμμάτων σε κάδους, ώστε να βελτιστοποιηθεί η διαδικασία συλλογής απορριμμάτων από το αρμόδιο προσωπικό.

**Διαδίκτυο του έξυπνου περιβάλλοντος:** Στον τομέα τους περιβάλλοντος χρησιμοποιούνται οι περισσότερες συσκευές IoT, οι οποίες αναλαμβάνουν να ελέγξουν τη σταθερότητα του οικοσυστήματός μας. Τέτοιου τύπου συσκευές παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης:** Χρησιμεύουν για τον έλεγχο των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα από τα εργοστάσια, τη ρύπανση που εκπέμπεται από τα αυτοκίνητα, καθώς και των τοξικών αερίων που παράγονται σε αγροκτήματα.

- **Ανίχνευσης πυρκαγιών:** Έχουν ως στόχο την παρακολούθηση της καύσης των αερίων και των προληπτικών συνθηκών πυρκαγιάς για τον καθορισμό ζωνών συναγερμού.
- **Παρακολούθησης καιρικών φαινομένων:** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν συσκευές ελέγχου των καιρικών συνθηκών, καθώς και συσκευές έγκαιρης ανίχνευσης σεισμών.
- **Ελέγχου ποιότητας νερού:** Ελέγχουν την καταλληλότητα του νερού σε θάλασσες και ποτάμια για την αξιοποίηση του ως πόσιμο.
- **Ελέγχου πλημμύρων:** Παρακολουθούν τη διακύμανση της στάθμης των υδάτων σε ποτάμια, φράγματα και δεξαμενές σε περιόδους βροχοπτώσεων.
- **Προστασίας της πανίδας:** Με τις συσκευές αυτές δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης και εντοπισμού άγριων ζώων ανά πάσα στιγμή μέσω ειδικών περιλαίμιων.

**Διαδίκτυο της έξυπνης βιομηχανίας (Internet of smart industry):** Όσον το βιομηχανικό τομέα, το Internet of Things συμβάλλει τόσο στην παραγωγική διαδικασία, όσο και στον ποιοτικό έλεγχο μιας εργοστασιακής μονάδας από την ασφάλεια μέχρι τη σωστή κατανάλωση ρεύματος. Χαρακτηριστικές IoT συσκευές είναι:

- **Ανίχνευσης εκρηκτικών και επικίνδυνων αερίων:** Ανιχνεύουν τα επίπεδα αερίων καθώς και των διαρροών σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, χημικών εργοστασίων και μεταλλείων. Η παρακολούθηση των τοξικών αερίων και των επιπέδων του οξυγόνου παρέχουν ασφάλεια στους εργαζομένους και τα εμπορεύματα.
- **Συντήρησης και επισκευής:** Συσκευές αυτής της κατηγορίας επιτρέπουν την πρόβλεψη των δυσλειτουργιών και του εξοπλισμού και των υπηρεσιών. Η συντήρηση μπορεί να προγραμματιστεί να γίνει αυτόματα με την εγκατάσταση αισθητήρων στο εσωτερικό του εξοπλισμού και αποστολή αναφορών σε περιπτώσεις βλάβης.

**Διαδίκτυο της έξυπνης υγείας (Internet of smart health):** Η υγεία, όντας ένας το σημαντικότερο παράγοντα της ζωής, δεν θα μπορούσε να μη χρησιμοποιεί τις νέες τεχνολογίες, ειδικά όσον αφορά την περίθαλψη. Ενδεικτικά είδη συσκευών IoT είναι:

- **Παρακολούθησης ασθενών:** Έλεγχος των συνθηκών των ασθενών μέσα στα νοσοκομεία ή επίβλεψη τους από απόσταση.
- **Ιατρικά ψυγεία:** Έλεγχος των συνθηκών εντός καταψυκτών, στους οποίους αποθηκεύονται φάρμακα και εμβόλια.
- **Ανίχνευσης πτώσης:** Υποστήριξη σε ηλικιωμένα άτομα ή άτομα με ειδικές ανάγκες ώστε να ζουν ανεξάρτητα.
- **Οδοντιατρικές συσκευές:** Οδοντόβουρτσες που είναι συνδεδεμένες μέσω Bluetooth με εφαρμογές smartphone μπορούν να αναλύσουν της χρήσεις βουρτσίσματος, ώστε να παρέχουν στον οδοντίατρο περισσότερες πληροφορίες για το χρήστη.
- **Παρακολούθησης σωματικής δραστηριότητας:** Ασύρματοι αισθητήρες τοποθετημένοι σε ένα στρώμα ύπνου παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την αναπνοή και τον καρδιακό ρυθμό κατά τη διάρκεια του ύπνου.

### 3.5 Η χρήση του Internet of things στην Εκπαίδευση

Το Internet of Things αναμένεται να επηρεάσει όλους τους τομείς της κοινωνίας στο εγγύς μέλλον συμπεριλαμβανομένων και των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων. Σύμφωνα με τον Tianbo (2012) το IoT θα οδηγήσει σε πολλές αλλαγές της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, στη μεταρρύθμιση της εκπαίδευσης, στην αλλαγή του τρόπου διδασκαλίας καθώς και των πόρων που θα χρησιμοποιούνται κ.ά..

Η ανάπτυξη του IoT στην τριτοβάθμια εκπαίδευση μπορεί να οδηγήσει στην βελτίωση της αξιολόγησης των φοιτητών, την ενσωμάτωση πλατφόρμων διδασκαλίας και την ανάπτυξη ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) (Zhiqiang & Junming, 2011). Η αλλαγή αυτή κάνει τη μάθηση πιο εύκολη και αποτελεσματική

τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτές. Η διαδικασία της διδασκαλίας μέσω συνδεδεμένων συσκευών και τεχνολογιών σημαίνει ότι οι εκπαιδευτές μπορούν να επικεντρωθούν στην ουσιαστική μάθηση (actual learning) που είναι πιο χρήσιμη στους φοιτητές και όχι να εκτελούν καθήκοντα ρουτίνας.

Επιπλέον το Internet of Things έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την εκπαιδευτική εμπειρία παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες σχετικά με την απόδοση των φοιτητών. Στις μέρες μας, οι φοιτητές τείνουν να απομακρυνθούν από τα πανεπιστημιακά συγγράμματα και να οδηγούνται στη μελέτη μέσω tablet και laptop. Οι προχωρημένες εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης επιτρέπουν στους σπουδαστές να μαθαίνουν με το δικό τους ρυθμό και να έχουν ανάλογες μαθησιακές εμπειρίες ακόμα και αν η μάθηση γίνεται με ασύγχρονο τρόπο (Aldowah et al., 2015), η οποία αυξάνει την πρόοδο και τα ποσοστά ικανοποίησης, καθώς οι εκπαιδευτές μπορούν να προσφέρουν ατομικές αξιολογήσεις. Εξάλλου μέσω της IoT τεχνολογίας, οι καθηγητές μπορούν να συλλέξουν δεδομένα σχετικά με την απόδοση των μαθητών και στη συνέχεια να καθορίσουν σε ποιες πτυχές της διδασκαλίας χρειάζεται να επικεντρωθούν. Αυτή η ανάλυση των δεδομένων τους βοηθά να αλλάξουν με ακρίβεια τα πλάνα και τις μεθόδους διδασκαλίας για τις μελλοντικές τους τάξεις.

Αν λάβουμε υπόψη ότι η συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία εξαρτάται από παράγοντες όπως ο βαθμός προσοχής, ενδιαφέροντος, αντίληψης, περιέργειας, το πάθος και τα κίνητρα που έχουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Rodríguez et al., 2015), το IoT διαθέτει αποτελεσματικά εργαλεία που διευκολύνουν ακόμα περισσότερο τη συμμετοχή του εκπαιδευόμενου στη μαθησιακή διαδικασία. Οι μαθητές μέσω των διαφορετικών τεχνολογιών επικοινωνίας που παρέχονται στο περιβάλλον εκμάθησης του IoT, μπορούν να απαντήσουν ή να υποβάλλουν οποιαδήποτε ερώτηση και να λάβουν συχνή και γρήγορη ανατροφοδότηση. Μέσω των διαδραστικών εργαλείων του IoT υπάρχει η δυνατότητα σχηματισμού ομάδων, όπου οι μαθητές θα ανταλλάσσουν απόψεις και εμπειρίες πάνω σε ένα θέμα.

Σύμφωνα με τον Armstrong (2011), η μάθηση πάνω σε ένα θέμα χωρίς να έχει προηγηθεί κάποια εκπαίδευση (Self-learning) θεωρείται ως ένας επιπλέον τρόπος, ώστε να ενθαρρύνει τους μαθητές να δουλεύουν ανεξάρτητα. Τα αυτοματοποιημένα χαρακτηριστικά του IoT επιτρέπουν την ανεξάρτητη αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών, των εκπαιδευτικών και του υλικού, με στόχο την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής εργασίας. Λόγω του ότι το IoT αφορά αντικείμενα της καθημερινότητας μας, έχει τη δυνατότητα να ενσωματώσει τη συνεχή αυτοκατευθυνόμενη μάθηση σε οποιοδήποτε περιβάλλον κατασκευάζοντας ένα διασυνδεδεμένο κόσμο, διαθέσιμο σε όλους που μπορεί να αλληλεπιδράσει με τα πάντα.

Επιπρόσθετα, η άνοδος του IoT μπορεί να δημιουργήσει πολλές ευκαιρίες και προκλήσεις για τους ερευνητές σε διάφορους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας. Βάσει ορισμένων αναλυτικών ερευνών (Vermesan & Friess, 2014), η ανάπτυξη των IoT εφαρμογών σχετίζεται περισσότερο με επιστημονικές ομάδες και αφορά σε θέματα όπως ηλεκτρικά οχήματα, βιολογία, αθλητικά, υγειονομική περίθαλψη, έξυπνες πόλεις και σπίτια, αυτοματοποίηση, μεταφορές, ασφάλεια, εξοικονόμηση ενέργειας και πολλά άλλα, τα οποία αποτελούν σημαντικό αριθμό ερευνών των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και των ερευνητικών κέντρων. Ο ρόλος του IoT είναι να παρέχει σύνδεση των πανεπιστημίων και των ερευνητικών κέντρων σε πραγματικό χρόνο, ώστε οι ερευνητές να έχουν πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων προκειμένου να αναζητήσουν τις απαραίτητες πληροφορίες για τα θέματα που διερευνούν, καθώς και να προσδιορίσουν μελλοντικά θέματα προς διερεύνηση. Οι «έξυπνες IoT συσκευές με δυνατότητες παρακολούθησης, επικοινωνίας και λήψης αποφάσεων θα μεταμορφώσουν όλο τον ερευνητικό τομέα σε μια «έξυπνη» έρευνα (Abbasy & Quesada, 2017).

Καθώς τα πιο πρόσφατα μοντέλα εκπαίδευσης συνεχίζουν να κινούνται προς την κατεύθυνση της ηλεκτρονικής μάθησης καθίσταται όλο και πιο επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας περιβαλλόντων συνεργατικής μάθησης. Το IoT παρέχει μία ανοικτή διαδραστική πλατφόρμα που βελτιώνει αποτελεσματικά τη συνεργασία σε διάφορα

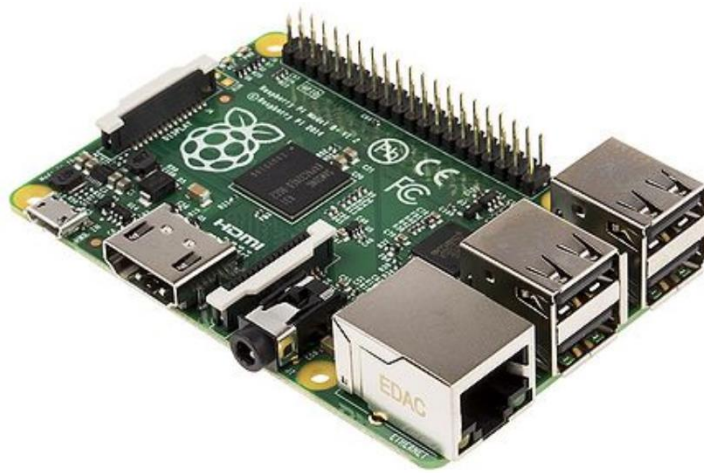


επίπεδα των συστημάτων της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η αποτελεσματική επικοινωνία μπορεί να επιτευχθεί μέσω εικονικών και φυσικών αντικειμένων στο Διαδίκτυο των πραγμάτων με υψηλό βαθμό αλληλεπιδράσεων. Από τεχνική άποψη, το IoT αναμένεται να δημιουργήσει υψηλό επίπεδο συνεργασίας χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία και να οδηγήσει στον επανασχεδιασμό του παραδοσιακού τρόπου συνεργασίας σε αυτό που ονομάζεται «έξυπνη» συνεργασία. Η «έξυπνη» συνεργασία είναι μια καινοτομία όπου οι πολλαπλοί χρήστες (μαθητές και εκπαιδευτικοί σε αυτήν την περίπτωση) σχηματίζουν μια ομάδα για πραγματοποιήσουν προκαθορισμένες ενέργειες ενός συγκεκριμένου έργου. Σε ένα έξυπνο περιβάλλον συνεργασίας τα εκπαιδευτικά αντικείμενα μπορούν να προγραμματίσουν τη συνάντησή τους χρησιμοποιώντας το IoT και τις περιφερειακές του τεχνολογίες όπως «έξυπνα» λογισμικά, εικονικές πλατφόρμες κ.ά. χωρίς να υπάρχει περιορισμός της φυσικής παρουσίας. Οι λειτουργίες αυτές μπορούν να προγραμματιστούν αυτόματα και οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν, να αλληλεπιδράσουν και να μοιραστούν τις γνώσεις τους, βελτιώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της συνεργασίας τους.

### **3.6 Raspberry Pi**

Το Raspberry Pi είναι μια σειρά από μικρούς πλήρεις υπολογιστές στο μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας. Αναπτύχθηκε το 2006 στο Ηνωμένο Βασίλειο από το «Raspberry Pi Foundation». Αφορμή της ανάπτυξης του αποτέλεσε η ανησυχία για το μειωμένο ενδιαφέρον των φοιτητών, καθώς και οι περιορισμένες γνώσεις για μαθήματα πληροφορικής. Οι Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang και Alan Mycroft που αποτελούσαν μέλη της ερευνητικής ομάδας σκέφτηκαν ότι τη λύση στο πρόβλημα θα έδινε ένας εξαιρετικά μικρός και προσιτός οικονομικά υπολογιστής. Κύριος στόχος της ανάπτυξης του Raspberry Pi ήταν η προώθηση της διδασκαλίας του προγραμματισμού και η αξιοποίηση της επιστήμης της πληροφορικής από παιδιά αλλά και από ενήλικες. Το 2006 ενώ η ομάδα είχε σχεδιάσει αρκετά πρωτότυπα του

Raspberry Pi υπήρχαν αρκετοί περιορισμοί εξαιτίας του υψηλού κόστους και της χαμηλής ισχύος των επεξεργαστών για mobile συσκευές. Σταδιακά, έπειτα από την κυκλοφορία το πρώτου iPhone το 2007 και την εξέλιξη των smartphones, άρχισε να μειώνεται το κόστος της τεχνολογίας και να γίνεται πιο βιώσιμη η υλοποίηση του Raspberry Pi.



**Εικόνα 28: Η πλακέτα του Raspberry Pi**

Το 2011 κυκλοφόρησε το πρώτο Raspberry Pi με τις εκδόσεις Model A, Model A+ και Model B. Η αρχική του έκδοση έγινε πιο δημοφιλής από ό,τι αναμενόταν, επειδή άρχισε να γίνεται χρήσιμο και για άλλους σκοπούς που δεν είχαν προβλεφθεί όπως η χρήση ρομποτικής. Το Raspberry Pi δεν περιλαμβάνει περιφερειακές συσκευές όπως πληκτρολόγια, ποντίκια κ.ά., ωστόσο διάφορα επιπρόσθετα εξαρτήματα έχουν συμπεριληφθεί σε επίσημες και ανεπίσημες εκδόσεις του. Τα μοντέλα αυτά διαθέτουν επεξεργαστή ARMv6k στα 700 MHz, 256MB RAM, κάρτα γραφικών Broadcom VideoCore IV, και κατανάλωση από 1 έως 3.5 watt, ενώ η αποθήκευση των δεδομένων γινόταν σε κάρτες SD, SDHC και MicroSD. Μόνο το Raspberry Pi Model B, σε 2 χρόνια από την κυκλοφορία του στην αγορά πούλησε πάνω από 2 εκατομμύρια κομμάτια. Το 2014, έπειτα από την κυκλοφορία των Model B rev 2 και

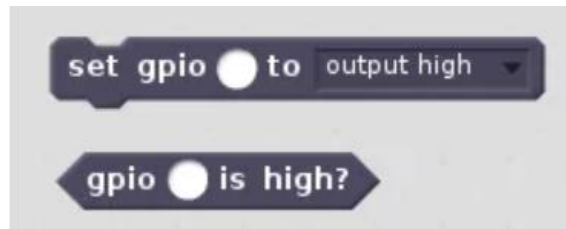
Model B+ με μνήμη RAM 512MB οι πωλήσεις είχαν διπλασιαστεί. Το Φεβρουάριο του 2015 κυκλοφόρησε το Raspberry Pi Generation 2 Model B, ανέβασε τη RAM στο 1GB και εξαπλασίασε την ταχύτητα του επεξεργαστή, με τον τετραπύρηνο Cortex-A7 (ARMv7), ενώ έχει διπύρηνη κάρτα γραφικών Broadcom VideoCoreIV. Το Νοέμβριο του 2015 κυκλοφόρησε το Raspberry Pi Zero, μία έκδοση με το μισό μέγεθος από το Raspberry Pi, 512MB RAM, και επεξεργαστή ARM1176JZF-S στα 1000MHz. Το Raspberry Pi Generation 3 Model B κυκλοφόρησε το Φεβρουάριο του 2016 έχοντας ακόμα ταχύτερο επεξεργαστή ARM Cortex-A53 στα 1200MHz, 1GB RAM και κάρτα γραφικών Broadcom VideoCore IV χρονισμένη στα 250MHz, συχνότητα υψηλότερη από κάθε προηγούμενη γενιά.

### **3.7 GPIO pins – Scratch 2.0**

Το Raspberry Pi δίνει τη δυνατότητα σε ανθρώπους κάθε ηλικίας να πειραματιστούν με τον υπολογιστή και τον προγραμματισμό σε γλώσσες όπως το Scratch και η Python. Έχει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πλήθος έργων ψηφιακής δημιουργίας, καθώς διαθέτει ακίδες για την είσοδο και έξοδο δεδομένων (General Purpose Input Output pins – GPIO pins), που μπορούν να ελεγχθούν, προγραμματίζοντας το Raspberry Pi. Στις ακίδες μπορούν να συνδεθούν περιφερειακές συσκευές όπως αισθητήρες, λυχνίες LED, κουμπιά, κινητήρες κ.ά. Το Raspberry Pi διαθέτει ένα header, με το οποίο ελέγχονται οι ακίδες αυτές. Είναι αρκετά σημαντικός ο τρόπος με τον οποίο θα συνδεθούν οι διάφορες περιφερειακές συσκευές στα pins για να αποφευχθεί πιθανό βραχυκύκλωμα της πλακέτας.

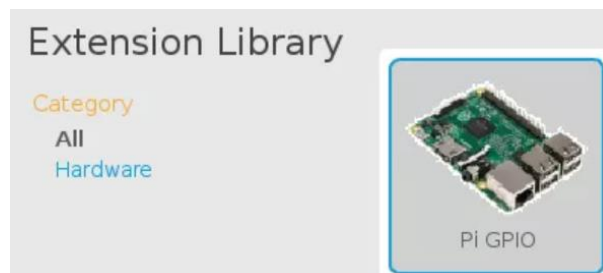
Στην παρούσα εργασία κάποιες από τις προσομοιώσεις θα εμπεριέχουν εξαρτήματα τα οποία θα συνδέονται στο Raspberry Pi. Ο έλεγχος των εξαρτημάτων αυτών θα γίνεται μέσω του προγραμματισμού των GPIO pins από το γραφικό περιβάλλον της Scratch 2.0. Αυτό σημαίνει ότι τα έργα που υλοποιήθηκαν από τους φοιτητές σε Scratch θα μπορούν να ανάψουν τις LED λυχνίες, να ενεργοποιήσουν συναγερμούς

ήχου, να χρησιμοποιούν αισθητήρες για τον έλεγχο και τη συμπεριφορά των sprites. Η αλληλεπίδραση με τους ακροδέκτες GPIO στο Scratch 2.0 γίνεται αρκετά εύκολα, καθώς οι οδηγίες εκπομπής που βασιζόταν σε κείμενο έχουν αντικατασταθεί από προσαρμοσμένα μπλοκ για τη ρύθμιση της εξόδου και την επίτευξη της τρέχουσας κατάστασης.



**Εικόνα 28: Έλεγχος των GPIO μέσω του ScratchX**

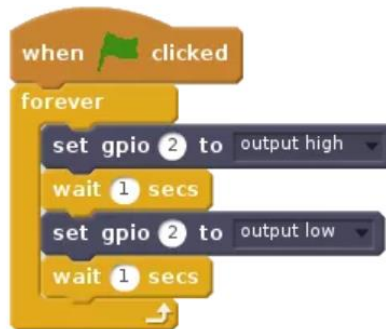
Η προσθήκη GPIO λειτουργιών γίνεται από το γραφικό περιβάλλον της Scratch και συγκεκριμένα από την ενότητα “More Blocks” και εν συνεχεία την επιλογή “Add an Extension”.



**Εικόνα 29: Βιβλιοθήκη προσαρμοσμένων μπλοκ του ScratchX**

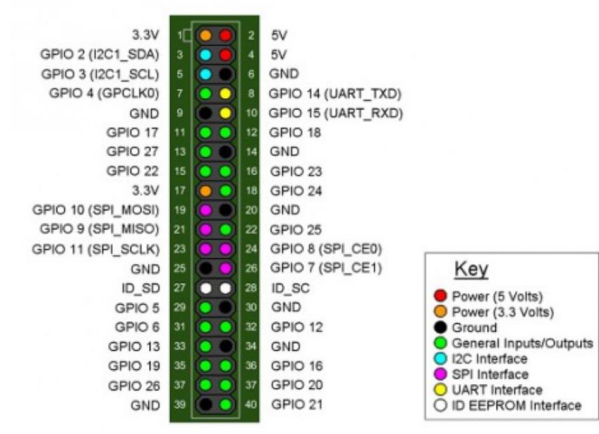
Όταν συνδεθεί το Raspberry Pi στο Scratch 2.0, στην ενότητα “More Blocks” εμφανίζονται πρόσθετες εντολές για τον έλεγχο και την ανταπόκριση των GPIO pins.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα κώδικα υλοποιημένου σε ScratchX (Εικόνα 30), ώστε να αναβοσβήνει μία λυχνία LED που είναι συνδεδεμένη στο Raspberry Pi:



**Εικόνα 30: Κώδικας προγραμματισμού μιας λυχνίας LED σε ScratchX**

Όπως παρατηρείται η κατάσταση της ένδειξης της λυχνία αλλάζει κάθε επαναλαμβανόμενα κάθε 1 δευτερόλεπτο. Η ένδειξη “output high” δείχνει ότι η λυχνία είναι αναμμένη, ενώ η ένδειξη “output low” ότι είναι σβηστή. Η τιμή 2 στα μπλοκ των εντολών των GPIO υποδηλώνει τη θέση, στην οποία είναι συνδεδεμένη η λυχνία πάνω στο Raspberry Pi. Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων έγινε ενημέρωση των φοιτητών για την διάταξη των ακίδων του Raspberry pi, τους τρόπους αρίθμησης τους και τις λειτουργίες αυτών, καθώς και του τρόπου με τον οποίο ενεργοποιείται ένα pin μέσω του Scratch 2.0.



**Εικόνα 31: Διάταξη GPIO pins στο Raspberry Pi**

Ωστόσο, λόγω του περιορισμένου αριθμού των διαθέσιμων Raspberry Pi καθώς και του ότι αποτελούσε στόχο του μαθήματος να δοθεί έμφαση στις ρομποτικές προσομοιώσεις, επιλέχθηκε η υλοποίηση της λειτουργίας των GPIO pins με τη μορφή προσομοίωσης χωρίς να απαιτείται σύνδεση του Raspberry Pi. Ειδικότερα, οι έτοιμες εντολές για τα GPIO pins αντικαταστάθηκαν με εικονικές εντολές που είχαν τη μορφή μηνυμάτων. Ως εκ τούτου ο κώδικας σε Scratch 2.0, για να αναβοσβήνει η λυχνία (Εικόνα 30), τροποποιήθηκε σύμφωνα με τον κώδικα της Εικόνας 32.

```

when clicked
  forever loop
    wait 1 secs
    broadcast gpio2on
    wait 1 secs
    broadcast gpio2off
  
```

**Εικόνα 32: Κώδικας προγραμματισμού μιας λυχνίας LED σε Scratch**

## **4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**

### **4.1 Εκπαιδευτικό πρόβλημα**

Τις τελευταίες δεκαετίες η εκπαιδευτική ρομποτική έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών και των ερευνητών ως ένα πολύτιμο εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων από το προσχολική μέχρι την πανεπιστημιακή εκπαίδευση των μαθητών. Αντιστοίχως οι εφαρμογές του Internet of Things στην εκπαιδευτική διαδικασία επικεντρώνονται στην ανάπτυξη έξυπνων περιβαλλόντων, τα οποία μπορούν να εμπλουτίσουν την πειραματική διαδικασία και την επέκταση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Οι μαθητές παρόλο που γνωρίζουν τις δύο αυτές έννοιες, δεν έχουν πλήρη γνώση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που μπορούν δημιουργηθούν με αντικείμενο τη ρομποτική και το Internet of Things. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τη σχεδίαση και την υλοποίηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, που αφορούν στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

### **4.2 Μαθησιακοί στόχοι**

Οι εκπαιδευόμενοι ολοκληρώνοντας τη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση θα είναι σε θέση:

- Να γνωρίζουν τις έννοιες της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things και που μπορούν να εφαρμοστούν.
- Να αναγνωρίζουν τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το Lego Mindstorms EV3 και τον τρόπο λειτουργίας αυτών.
- Να δημιουργούν ρομποτικές εντολές που αφορούν στην προσομοίωση της κίνησης και της περιστροφής του EV3 (προκαθορισμένα ή με τυχαίο τρόπο) μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.

- Να δημιουργούν ρομποτικές εντολές που αφορούν στην προσομοίωση της περιστροφής του βραχίονα του EV3 μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.
- Να προσομοιώνουν τη λειτουργία των αισθητήρων (απόστασης, αφής, χρώματος) του EV3 μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.
- Να προγραμματίσουν το ρομπότ EV3, ώστε να εκτελεί ενέργειες ανάλογα με τα δεδομένα που δέχεται από τους αισθητήρες μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.
- Να προγραμματίσουν το ρομπότ EV3, ώστε να επεξεργάζεται τα δεδομένα που λαμβάνει από τους αισθητήρες με σκοπό την εύρεση βέλτιστης λύσης.
- Να προσομοιώνουν τη λειτουργία IoT συσκευών μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.
- Να προγραμματίσουν το ρομπότ EV3, ώστε να εκτελεί διορθωτικές κινήσεις για αλλαγή κατεύθυνσης.
- Να προσομοιώνουν τον έλεγχο των pins του Raspberry Pi μέσω εντολών του Scratch 2.0.
- Να σχεδιάζουν ρομποτικές δραστηριότητες με αντικείμενο τη ρομποτική και το Internet of Things.
- Να υλοποιούν δραστηριότητες με την πλατφόρμα Lego Mindstorms EV3..

### **4.3 Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων**

Το εκπαιδευτικό σενάριο απευθύνεται σε μαθητές της Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι προκειμένου να ανταποκριθούν στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση θα πρέπει να διαθέτουν:

- Βασικές γνώσεις προγραμματισμού
- Εξοικείωση με προγραμματιστικά περιβάλλοντα
- Ευκολία πλοήγησης σε ιστοσελίδες
- Βασικές γνώσεις Γεωμετρίας και μαθηματικών υπολογισμών



- Γνώση βασικού λεξιλογίου της Αγγλικής Γλώσσας
- Ευκολία χρήσης zip αρχείων
- Στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών κυκλωμάτων
- Ανεπτυγμένη αλγοριθμική προσέγγιση όπως η ανάλυση ενός προβλήματος, η σχεδίαση ενός αλγορίθμου, η δομημένη σκέψη και η αυστηρότητα έκφρασης

#### **4.4 Διδακτικό μοντέλο**

Στο παρόν μαθησιακό σενάριο εξετάζοντας το εκπαιδευτικό πρόβλημα, τους μαθησιακούς στόχους καθώς και τα χαρακτηριστικά των εκπαιδευομένων επιλέχθηκε το μοντέλο διδασκαλίας που πρότειναν οι Carbonaro, Rex και Chambers (2004), το οποίο περιλαμβάνει τις φάσεις της ενεργοποίησης, της εξερεύνησης, της διερεύνησης, της σύνθεσης & της δημιουργίας και της αξιολόγησης

#### **4.5 Καθορισμός ρόλων**

Η συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση αποσκοπεί στην ανακάλυψη της γνώσης και την κατάκτηση της από το μαθητή έχοντας πλέον ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να επικεντρωθεί στις εξής αρμοδιότητες:

- Ενεργοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών και προσέλευσης του ενδιαφέροντός τους σχετικά με αντικείμενο της διδακτικής παρέμβασης
- Παρουσίαση του αντικειμένου του μαθήματος, των στόχων που θα εκπληρωθούν από τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση, καθώς και το χρονοδιάγραμμα των ενοτήτων και των εργασιών του μαθήματος
- Επιλογή, οργάνωση και παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού

- Παρακίνηση των εκπαιδευομένων, ώστε να υποβάλλουν ερωτήσεις, υποθέσεις σχετικά με τα προβλήματα που τίθενται συμβάλλοντας έτσι στην ενεργή συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία
- Καθοδήγηση των μαθητών στην διαδικασία εκμάθησης για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων
- Υποστήριξη των εκπαιδευομένων σε πιθανά προβλήματα που θα προκύψουν, που αφορούν τεχνικά ή άλλα ζητήματα
- Παροχή ανατροφοδότησης
- Αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη πληρότητα και ακρίβεια

Από την πλευράς τους οι μαθητές, όντας ενεργοί συμμετέχοντες στη μαθησιακή διαδικασία θα πρέπει:

- Να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία και να εκπληρώνουν τις δραστηριότητες που τους ανατίθενται εντός των χρονικών περιορισμών που έχουν καθοριστεί
- Να μελετούν με προσοχή το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος
- Να συνεργάζονται με τους συμμαθητές τους, ώστε μέσα από την ανταλλαγή απόψεων και εμπειριών να αποκτήσουν μία πιο ολοκληρωμένη άποψη πάνω σε θέματα, τα οποία συζητούνται
- Να επιλύουν προβλήματα
- Να αναζητήσουν επιπρόσθετες πληροφορίες, οι οποίες θα τους βοηθήσουν για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων
- Να αυτοαξιολογούν τα αποτελέσματα των έργων τους μέσω ρουμπρικών που τους παρέχει ο εκπαιδευτικός

## 4.6 Παρουσίαση του εκπαιδευτικού σεναρίου

Το εκπαιδευτικό σενάριο υλοποιείται σε περίπου 26 διδακτικές ώρες και κατά τη διάρκειά υλοποίησης του οι μαθητές μπορούν να εργαστούν είτε ατομικά είτε σε ομάδες (2 άτομα ανά ομάδα). Στο σημείο αυτό αναλύονται οι ενότητες που περιλαμβάνονται σε κάθε φάση του εκπαιδευτικού σεναρίου:

### 1<sup>η</sup> Φάση – Ενεργοποίηση

**Εισαγωγή:** Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται στους μαθητές το πλάνο του μαθήματος, που περιλαμβάνει τους στόχους και το αντικείμενο, με το οποίο θα ασχοληθούν. Επιπλέον, γίνεται παρουσίαση των θεματικών ενοτήτων που θα ακολουθήσουν και το χρονοδιάγραμμα αυτών, καθώς και μια σύντομη περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που θα κληθούν να υλοποιήσουν και της διαδικασίας αξιολόγησης αυτών. Στη συνέχεια, οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το ρομπότ Lego Mindstorms EV3 και το Raspberry Pi και γίνεται επίδειξη κάποιων δραστηριοτήτων που αξιοποιούν τις δυνατότητες των συστημάτων αυτών. Ζητείται από τους μαθητές να μοιραστούν τις εμπειρίες τους και ανιχνεύεται η προϋπάρχουσα γνώση τους σχετικά με το νέο αυτό αντικείμενο. Η συζήτηση γίνεται με τη μορφή ερωτήσεων σε επίπεδο τάξης.

### 2<sup>η</sup> Φάση – Εξερεύνηση

**Virtual Robotics με Scratch:** Στην ενότητα αυτή αρχίζει η εξοικείωση των μαθητών με το ρομπότ Lego Mindstorms EV3 και τις ρομποτικές προσομοιώσεις. Περιγράφονται αναλυτικά ο εξοπλισμός του ρομπότ (κινητήρες, αισθητήρες, κεντρική μονάδα ελέγχου του EV3), η συνδεσμολογία, ο τρόπος λειτουργίας τους και οι δυνατότητες τους. Επιπλέον, παρουσιάζεται η προτεινόμενη μορφή του ρομπότ, με το οποίο οι μαθητές θα υλοποιήσουν τις μελλοντικές δραστηριότητες που θα τους

ανατεθούν. Κατόπιν, παρέχονται οδηγίες σχετικά με την εγκατάσταση του Scratch 2.0 και μία σύντομη παρουσίαση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος μέσω του οποίου θα δημιουργήσουν τις προσομοιώσεις.

Η ενότητα αυτή αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζεται η πρώτη ενδεικτική δραστηριότητα προσομοίωσης μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0. Ζητείται από τους μαθητές να κάνουν τροποποιήσεις στον πηγαίο κώδικα που τους δόθηκε, ώστε να αρχίσουν να εξοικειώνονται με το προγραμματιστικό περιβάλλον και με τις ρομποτικές εντολές κίνησης και περιστροφής καθώς και με τις εντολές που αφορούν στον αισθητήρα αφής του EV3.

Στη συνέχεια του πρώτου μέρους αυτής της ενότητας παρουσιάζεται στους εκπαιδευόμενους η μελέτη ενός συγκεκριμένου προβλήματος μέσα από το οποίο καλούνται να σκεφτούν τον τρόπο υλοποίησης του με τη μορφή προσομοίωσης. Οι μαθητές μέσα από συζήτηση στην τάξη προσπαθούν να ξεχωρίσουν ποιες είναι οι ρομποτικές εντολές κίνησης και περιστροφής του ρομπότ που θα χρειαστούν, να επιλέξουν τους κατάλληλους αισθητήρες και να αναδείξουν τα προβλήματα που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν κατά την υλοποίηση. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια ενδεικτική λύση στους μαθητές όπου εξηγείται ο τρόπος που προσομοιώνεται η λειτουργία του αισθητήρα χρώματος και απόστασης.

Το δεύτερο μέρος αυτής της ενότητας διεξάγεται χρονικά μετά την ανάθεση της 1<sup>ης</sup> εργασίας και περιλαμβάνει την εισαγωγή τους σε πιο σύνθετα ρομποτικά προβλήματα. Γίνεται παρουσίαση του παγκόσμιου πρωταθλήματος ρομποτικού ποδοσφαίρου και στη συνέχεια δίνεται στους μαθητές ένα πρόγραμμα προσομοίωσης ενός ρομποτικού αγώνα ποδοσφαίρου υλοποιημένο σε Scratch 2.0 με στόχο την εξοικείωση τους με εντολές όπως η περιστροφή του ρομποτικού βραχίονα και η μείωση της ταχύτητας κίνησης, ώστε η προσομοίωση να πλησιάζει τις πραγματικές συνθήκες. Τέλος σε επόμενη ενότητα που αφορά το Virtual of Things παρουσιάζεται στους μαθητές ο τρόπος με τον οποίο το ρομπότ EV3 μπορεί να πραγματοποιήσει

διορθωτικές κινήσεις για αλλαγή κατεύθυνσης χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα χρώματος.

**Virtual Internet of Things:** Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται στους εκπαιδευόμενους το αντικείμενο του Internet of Things και που μπορεί να εφαρμοστεί. Στη συνέχεια, καλούνται οι μαθητές να διατυπώσουν τις ιδέες τους σχετικά με τη δημιουργία «έξυπνων» συστημάτων. Μετά τη συζήτηση ακολουθεί παρουσίαση ενός «έξυπνου» συστήματος υλοποιημένο σε Scratch 2.0 που προσομοιώνει τον τρόπο λειτουργίας ανιχνευτών κίνησης, πηγών φωτός LED και ενός κουμπιού που προκαλεί ηχητικά σήματα (buzzer) συνδυασμένο με ρομποτικά συστήματα. Σε αυτό το σημείο γίνεται ενημέρωση των μαθητών για τη διάταξη των ακίδων στο Raspberry Pi και του τρόπου προσομοίωσης στο Scratch 2.0.

Ακολούθως παρουσιάζεται στους μαθητές ένα βίντεο μιας προσομοίωσης που περιλαμβάνει ένα «έξυπνο» σύστημα διέλευσης ενός τρένου και οι μαθητές καλούνται να σκεφτούν ποιες επιπλέον περιφερειακές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο Raspberry Pi, ώστε να βελτιωθεί το «έξυπνο» σύστημα. Με το πέρας της συζήτησης γίνεται παρουσίαση της υλοποιημένης λύσης στο πρόβλημα και εξήγηση του τρόπου λειτουργίας του συστήματος και των επιπρόσθετων περιφερειακών.

### **3<sup>η</sup> Φάση – Διερεύνηση**

**Scratch the Robots:** Στην ενότητα αυτή καλούνται οι εκπαιδευόμενοι να αξιοποιήσουν τις γνώσεις και τις εμπειρίες που απέκτησαν σχετικά τον τρόπο υλοποίησης ρομποτικών προσομοιώσεων σε Scratch 2.0. Η 1<sup>η</sup> εργασία που τους ανατίθεται αφορά σε ένα παρόμοιο πρόβλημα με αυτά που έχουν μελετήσει μέχρι τώρα. Ο εκπαιδευτικός παρέχει στους μαθητές ένα βίντεο με έναν ενδεικτικό τρόπο υλοποίησης του συγκεκριμένου προβλήματος, το οποίο όμως δεν διαθέτει τη βέλτιστη λύση, καθώς και ένα template με το γραφικό περιβάλλον προσομοίωσης πάνω στο οποίο θα αναπτύξουν τα προγράμματά τους. Στη συνέχεια γίνεται

συζήτηση στην τάξη σχετικά με το βίντεο, το οποίο παρακολούθησαν και διατυπώνουν τις απορίες τους και τις ιδέες τους για το πώς θα μπορούσε να βελτιωθεί η προσομοίωση.

Η πρώτη φάση της 2<sup>ης</sup> εργασίας που καλούνται να υλοποιήσουν αφορά στην βελτίωση του πηγαίου κώδικα του ποδοσφαιρικού αγώνα που τους παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα. Οι μαθητές διατυπώνουν στην τάξη ιδέες που προκύπτουν από τον υλοποιημένο κώδικα που τους δόθηκε και πώς θα μπορούσε να επεκταθεί η προσομοίωση, ώστε τα ρομπότ-ποδοσφαιριστές να αποκτήσουν περισσότερες δυνατότητες. Στην συνέχεια τους δίνεται εκφώνηση της πρώτης φάσης της 2<sup>ης</sup> άσκησης που αναφέρει τις βελτιώσεις που ζητούνται.

**Scratch the IOT:** Η ενότητα αυτή αφορά την υλοποίηση προγραμμάτων που θα εμπεριέχουν χαρακτηριστικά και λειτουργίες του Internet of Things. Έχοντας υλοποιηθεί η πρώτη φάση της 2<sup>ης</sup> εργασίας γίνεται συζήτηση με σκοπό οι μαθητές να προτείνουν επιπλέον τρόπους προκειμένου η προσομοίωση του ποδοσφαιρικού αγώνα που δημιούργησαν να επεκταθεί αξιοποιώντας συσκευές του Internet of Things, ώστε να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο «έξυπνο» σύστημα. Κατόπιν, τους δίνεται εκφώνηση της δεύτερης φάσης της 2<sup>ης</sup> άσκησης που αναφέρει τις βελτιώσεις που ζητούνται.

**Master Challenge:** Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει τρεις δραστηριότητες, οι οποίες είναι μέρος μιας πίστας. Οι πρώτες δύο δραστηριότητες υλοποιούνται ως προσομοιώσεις στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0, ενώ η τρίτη, που είναι προαιρετική, αφορά στην υλοποίηση ενός προγράμματος μέσω του λογισμικού Lego Mindstorms EV3 Software και αφορούν σε σύνθετα ρομποτικά προβλήματα. Στο στάδιο αυτό γίνεται παρουσίαση των δύο πρώτων δραστηριοτήτων σε βίντεο, όπου οι μαθητές καλούνται μέσω συζήτησης στην τάξη να σκεφτούν όλες τις επιμέρους λεπτομέρειες των προβλημάτων που τους ανατέθηκαν. Όσον αφορά την τρίτη δραστηριότητα γίνεται παρουσίαση των βασικών εντολών του περιβάλλοντος του Lego Mindstorms EV3 που εμπεριέχει τις έτοιμες τις ρομποτικές εντολές που

δημιουργούσαν στα πλαίσια των προσομοιώσεων τους, καθώς και επίδειξη της τρίτης δραστηριότητας με το ρομπότ EV3. Και για τις τρεις δραστηριότητες δίνεται εκφώνηση που εξηγεί τα βασικά στοιχεία που θα πρέπει να περιέχουν τα προγράμματά τους.

#### **4<sup>η</sup> Φάση – Σύνθεση και Δημιουργία**

Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές εργάστηκαν βάσει των εργασιών που τους ανατέθηκαν στο προηγούμενο στάδιο.

#### **5<sup>η</sup> Φάση – Αξιολόγηση**

Μαζί με τις εκφωνήσεις των ασκήσεων που ανατέθηκαν στους μαθητές δόθηκαν ρουμπρίκες αξιολόγησης προκειμένου να γνωρίζουν τα κριτήρια με τα οποία θα αξιολογηθούν οι εργασίες τους. Οι τελικές εργασίες των εκπαιδευόμενων υποβάλλονται ηλεκτρονικά στο Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Μαθημάτων του Πανεπιστημίου.



Εικόνα 33: Διάγραμμα ροής ενότητων του εκπαιδευτικού σεναρίου

#### 4.7 Περιγραφή δραστηριοτήτων εκπαιδευτικού σεναρίου

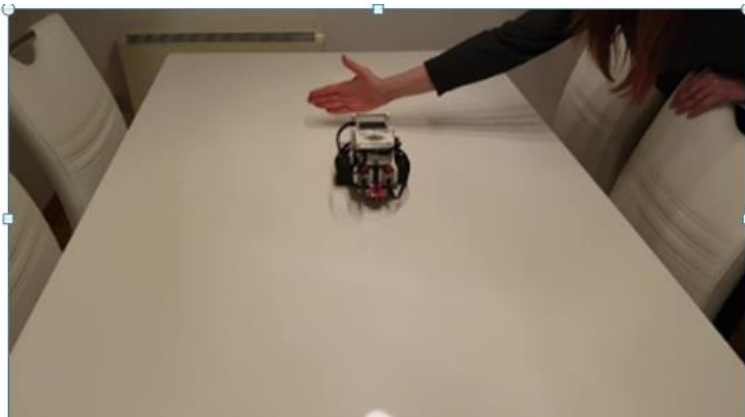
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται αναλυτικά οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται σε κάθε φάση του εκπαιδευτικού σεναρίου του μαθήματος και οι εκπαιδευτικοί στόχοι της κάθε δραστηριότητας:



## 1<sup>η</sup> Φάση – Ενεργοποίηση

### A) Δραστηριότητα: Εντοπισμός εμποδίων

**Περιγραφή:** Η δραστηριότητα αυτή αφορά στο ρομπότ EV3. Συγκεκριμένα έχει προγραμματιστεί μέσω του λογισμικού Lego Mindstorms EV3 Software, ώστε να αλλάζει κατεύθυνση σε περίπτωση που εντοπίσει κάποιο εμπόδιο σε απόσταση μικρότερη ή ίση των 20 εκατοστών.



Εικόνα 34: EV3 - Εντοπισμός εμποδίων

### B) Μετακίνηση αντικειμένου

**Περιγραφή:** Γίνεται επίδειξη των δυνατοτήτων του EV3. Το ρομπότ κινείται σε ευθεία γραμμή μέχρι να εντοπίσει ένα αντικείμενο σε απόσταση ίση ή μικρότερη των 4 εκατοστών. Στη συνέχεια κατεβάζει το ρομποτικό βραχίονα και μεταφέρει το αντικείμενο σε μια νέα θέση.

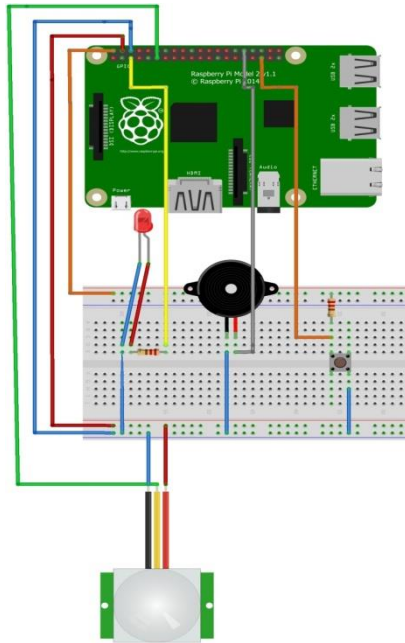


**Εικόνα 35: EV3 – Μετακίνηση αντικειμένου**

**Στόχος δραστηριοτήτων Α και Β:** Είναι να αναδείξουν την προϋπάρχουσα γνώση και εμπειρίες των μαθητών σχετικά με τη ρομποτική και πιο συγκεκριμένα με το μοντέλο Lego Mindstorms EV3.

### **Γ) Δραστηριότητα: Το «Έξυπνο» σπίτι**

**Περιγραφή:** Στη δραστηριότητα αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας ενός συναγερμού. Το σύστημα αυτό διαθέτει έναν ανιχνευτή κίνηση, μία πηγή φωτός LED και ένα κουμπί το οποίο στέλνει ηχητικά κύματα (buzzer). Όλες οι συσκευές είναι συνδεδεμένες στην πλακέτα του Raspberry Pi. Κάθε φορά που ανιχνευτεί κίνηση ενεργοποιείται η πηγή φωτός και μεταδίδεται ήχος. Για να τερματιστεί η διαδικασία θα πρέπει να πατηθεί το κουμπί που αντιστοιχεί στον κωδικό που απενεργοποιεί το συναγερμό.



**Εικόνα 36: Υλοποίηση συναγερμού με το Raspberry Pi**

**Στόχος της δραστηριότητας Γ:** Είναι να αναδείξει την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών σχετικά με τον Internet of Things.

## **2<sup>η</sup> Φάση – Εξερεύνηση**

### **A) Δραστηριότητα: Παρουσίαση υλικού και λογισμικού**

**Περιγραφή:** Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τον τρόπο λειτουργίας του ρομπότ Lego Mindstorms EV3. Γίνεται επεξήγηση των κινητήρων και των αισθητήρων που διαθέτει το ρομπότ, καθώς της συνδεσμολογίας τους με τον εγκέφαλο του EV3. Παρουσιάζεται μία συγκεκριμένη κατασκευή, η οποία διαθέτει δύο μεγάλους και ένα μεσαίο κινητήρα, καθώς και αισθητήρες απόστασης, χρώματος και αφής. Το προτεινόμενο μοντέλο θα χρησιμοποιηθεί για τη διεκπεραίωση των μελλοντικών τους δραστηριοτήτων. Εν συνεχεία, δίνονται οδηγίες για τη σύνδεση στο λογισμικό

του Scratch 2.0 (online-offline σύνδεση) και μια σύντομη παρουσίαση του προγραμματιστικού περιβάλλοντός του.

**Στόχος της δραστηριότητας Α:** Να αναγνωρίζουν τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το Lego Mindstorms EV3 και τον τρόπο λειτουργίας αυτών.

## **Β) Δραστηριότητα: Η ρομποτική γάτα**

**Περιγραφή:** Στη δραστηριότητα αυτή παρουσιάζεται μία προσομοίωση σε Scratch 2.0 ενός ρομποτικού οχήματος EV3 στο ρόλο μιας γάτας που κυνηγάει ποντίκια (sprites). Οι μεγάλοι κινητήρες του EV3 που αντιστοιχούν στην κίνηση του οχήματος ενεργοποιούνται όταν πατηθεί από το χρήστη κάποιο πλήκτρο. Η γάτα περιστρέφεται προς τυχαία κατεύθυνση και σταματάει μόνο όταν εντοπίσει με τον αισθητήρα αφής κάποιο τυχαίο αντικείμενο (ποντίκι). Μόλις ακουμπήσει το ποντίκι, αυτό εξαφανίζεται από την οθόνη.

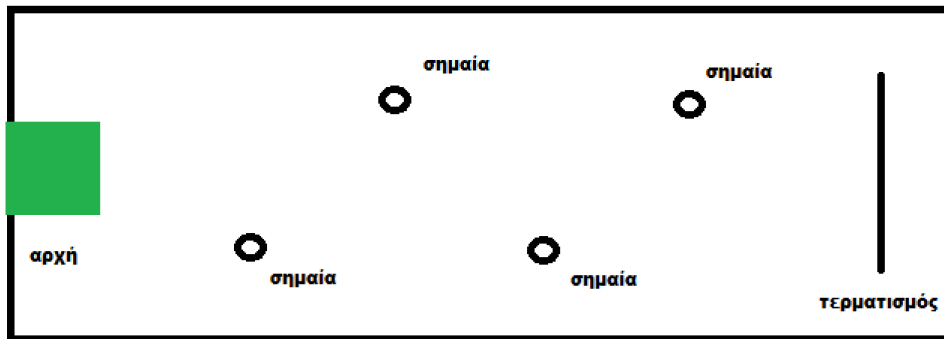


**Εικόνα 37: Προσομοίωση ρομποτικής γάτας**

**Στόχος της δραστηριότητας B:** Να δημιουργούν ρομποτικές εντολές που αφορούν στην προσομοίωση της κίνησης και της περιστροφής του EV3 με τυχαίο τρόπο, καθώς και να προσομοιώνουν τον τρόπο λειτουργίας του αισθητήρα αφής μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.

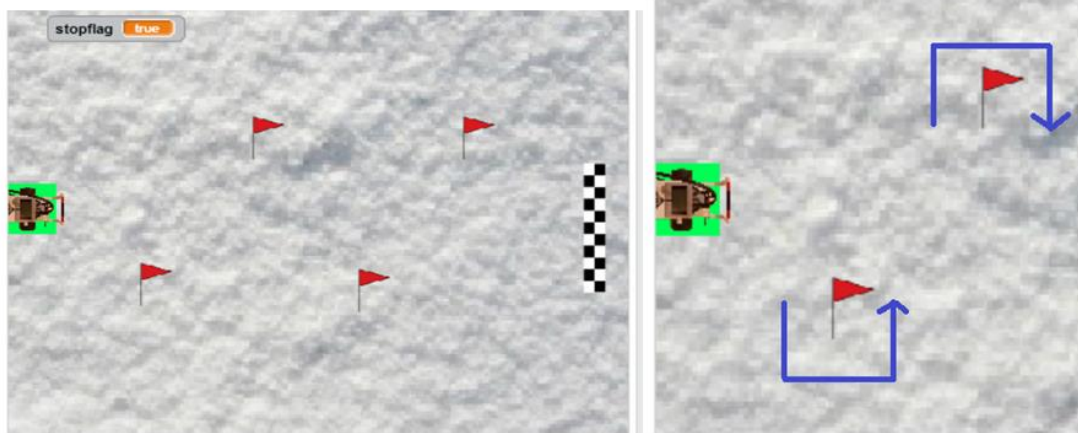
### Γ) Δραστηριότητα: Ρομπο-Σκιέρ

**Περιγραφή:** Η δραστηριότητα αυτή αφορά στον προγραμματισμό ενός ρομπότ που να κινείται έξω από τις σημαίες σαν έναν σκιέρ. Σε όλη τη διαδρομή ο σκιέρ δεν επιτρέπεται να αγγίξει καμία σημαία.



Εικόνα 38: Πορεία ρομποτικού σκιέρ από την αφετηρία στον τερματισμό

Για να ξεκινήσει ο σκιέρ την πορεία του θα πρέπει να βρίσκεται σε μία πράσινη βάση, και θα τερματίζει την πορεία του όταν αντιληφθεί το μαύρο χρώμα της καρό σημαίας. Οι μαθητές θα πρέπει να προσδιορίσουν τους αισθητήρες και τις ρομποτικές εντολές που χρειάζονται για την υλοποίηση της δραστηριότητας και να κάνουν τις δικές τους προτάσεις σχετικά με την βέλτιστη διαδρομή που θα πρέπει να ακολουθήσει ο σκιέρ. Στο τέλος της δραστηριότητας παρατίθεται μία ενδεικτική λύση υλοποιημένη σε Scratch 2.0.



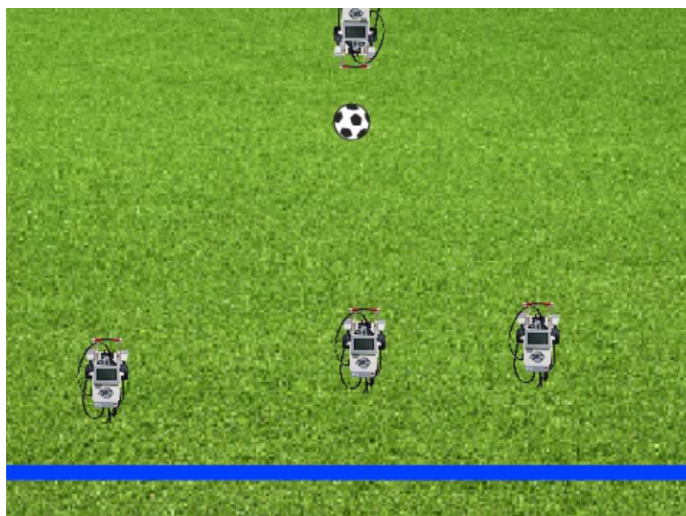
**Εικόνα 39: Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ**

**Στόχος της δραστηριότητας Γ:** Καλύτερη κατανόηση των ρομποτικών εντολών κίνησης και περιστροφής. Αναγνώριση του τρόπου λειτουργίας των αισθητήρων απόστασης και χρώματος μέσω της προσομοίωσης.

#### **Δ) Δραστηριότητα: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα**

**Περιγραφή:** Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές μελετούν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα που αφορά στην προσομοίωση ενός ποδοσφαιρικού αγώνα. Υπάρχουν συνολικά τέσσερα ρομπότ EV3, το ένα σε ρόλο επιτιθέμενου (attacker) και τα υπόλοιπα σε ρόλο αμυνόμενων (defenders). Το ρομπότ-attacker θα πρέπει να εντοπίσει την μπάλα με τον αισθητήρα απόστασης. Μόλις την εντοπίσει θα πρέπει να μειώσει ταχύτητα έως ότου την ακουμπήσει (αισθητήρας αφής) και εν συνεχεία να σηκώσει την μπάλα χρησιμοποιώντας τον μεσαίο κινητήρα που λειτουργεί ως βραχίονας. Στόχος του είναι να σκοράρει, εντοπίζοντας με τον αισθητήρα χρώματος τη γραμμή τερματισμού. Στη περίπτωση αυτή κατεβάζει το ρομποτικό βραχίονα, ώστε να αφήσει την μπάλα. Κατά τη διάρκεια της πορείας του προς τη γραμμή του τερματισμού αν συναντήσει αμυνόμενο θα πρέπει να προσπαθήσει να τον αποφύγει. Αν δεν τα καταφέρει κατεβάζει το ρομποτικό βραχίονα, ώστε να αφήσει την μπάλα.

Οι μαθητές καλούνται μέσω της παρακολούθησης του βίντεο προσομοίωσης του ποδοσφαιρικού αγώνα να προσδιορίσουν, μέσα από συζήτηση στην τάξη, τους αισθητήρες και τις ρομποτικές εντολές που χρειάζονται για την υλοποίηση της προσομοίωσης. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται στους μαθητές πρόγραμμα υλοποιημένο σε Scratch 2.0 που αφορά στην υλοποίηση των βασικών λειτουργιών του ποδοσφαιρικού αγώνα που συζητήθηκαν.



**Εικόνα 40: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα**

**Στόχος της δραστηριότητας Δ:** Να δημιουργούν ρομποτικές εντολές που αφορούν στην προσομοίωση της περιστροφής του βραχίονα του EV3 μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.

### **Ε) Δραστηριότητα: Παρουσίαση Internet of Things**

**Περιγραφή:** Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει την έννοια του Internet of Things στην τάξη και αναφέρει παραδείγματα IoT συσκευών από την καθημερινή ζωή και του τρόπου λειτουργίας τους. Οι μαθητές διατυπώνουν τις ιδέες και εκφράζουν τις

εμπειρίες τους σχετικά με «έξυπνα» συστήματα που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα.

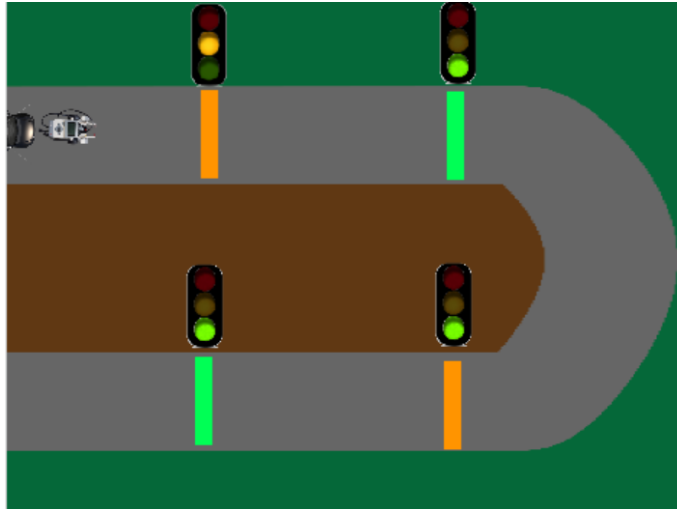
**Στόχος της δραστηριότητας Ε:** Να γνωρίσουν την έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής και πως μπορεί να εφαρμοστεί.

### **ΣΤ) Δραστηριότητα: «Έξυπνο» σύστημα διαχείρισης κίνησης**

**Περιγραφή:** Η δραστηριότητα αυτή αφορά στη δημιουργία μιας προσομοίωσης ενός «έξυπνου» συστήματος που θα διαχειρίζεται την κίνηση των οχημάτων στους δρόμους. Το σύστημα αυτό θα έχει τη δυνατότητα να εναλλάσσει το χρώμα των φαναριών ανά τακτά χρονικά διαστήματα, θα ανιχνεύει τους πιθανούς παραβάτες και θα ενεργοποιεί τη σειρήνα ενός περιπολικού. Αρχικά παρουσιάζονται τα δύο ρομποτικά οχήματα, τα οποία διαθέτει η προσομοίωση, το ένα σε ρόλο οδηγού και το άλλο σε ρόλο περιπολικού. Το όχημα-οδηγός αποφασίζει με τυχαίο τρόπο ποια κίνηση θα εκτελέσει σε περίπτωση που φτάσει σε φανάρι, δηλαδή αν θα παραβιάσει την ένδειξη του φαναριού ή όχι. Από την άλλη πλευρά το περιπολικό είναι σταματημένο και εκκινεί μόνο αν γίνει κάποια παραβίαση, αναπτύσσοντας μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτήν που κινείται το όχημα του οδηγού. Η καταδίωξη ολοκληρώνεται μόλις το περιπολικό ακουμπήσει το όχημα του οδηγού. Και τα δύο οχήματα θα πρέπει πάντα να κινούνται μέσα στα πλαίσια του δρόμου. Σε αυτό το σημείο διατυπώνονται ιδέες από τους μαθητές σχετικά με τους αισθητήρες που χρειάζονται για την υλοποίηση της προσομοίωσης και πως το όχημα θα επιχειρεί διορθωτικές κινήσεις ώστε να παραμένει εντός των ορίων του δρόμου. Επιπλέον, καλούνται να σκεφτούν είδη περιφερειακών συσκευών που θα μπορούσαν να συνδεθούν στην πλακέτα του Raspberry Pi προκειμένου το σύστημα αυτό να θεωρείται έξυπνο. Στο τέλος της δραστηριότητας παρουσιάζεται στους μαθητές το σύστημα που συζητήθηκε υλοποιημένο σε Scratch 2.0, επεξηγώντας τους τον τρόπο προσομοίωσης διορθωτικών κινήσεων για αλλαγή κατεύθυνση των οχημάτων, τη



διάταξη και τον προγραμματισμό των GPIO pins της πλακέτα μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0.



**Εικόνα 41: Προσομοίωση «έξυπνου» συστήματος διαχείρισης κίνησης**

**Στόχος της δραστηριότητας ΣΤ:** Να προγραμματίσουν το ρομπότ EV3, ώστε να εκτελεί διορθωτικές κινήσεις για αλλαγή κατεύθυνσης και να προσομοιώνουν τη λειτουργία IoT συσκευών και τον έλεγχο των pins του Raspberry Pi μέσω εντολών του Scratch 2.0

### **Z) Δραστηριότητα: «Έξυπνο» σύστημα διέλευσης τρένου**

**Περιγραφή:** Στη δραστηριότητα αυτή μελετάται η σχεδίαση μίας προσομοίωσης διέλευσης ενός τρένου. Οι μαθητές παρακολουθούν ένα βίντεο που δείχνει ένα όχημα να σταματά όταν το φανάρι γίνει κόκκινο και ταυτόχρονα να κατεβαίνουν οι μπάρες διέλευσης προκειμένου να περάσει το τρένο. Γίνεται συζήτηση στην τάξη με σκοπό την εύρεση των περιφερειακών συσκευών που πρέπει να συνδεθούν στο Raspberry Pi έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα «έξυπνο» σύστημα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο κώδικας της προσομοίωσης υλοποιημένος σε Scratch 2.0 και γίνεται επεξήγηση της

λειτουργίας του συστήματος και του προγραμματισμού των GPIO pins των επιπρόσθετων περιφερειακών συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν.



**Εικόνα 42: Προσομοίωση «έξυπνου» συστήματος διέλευσης τρένου**

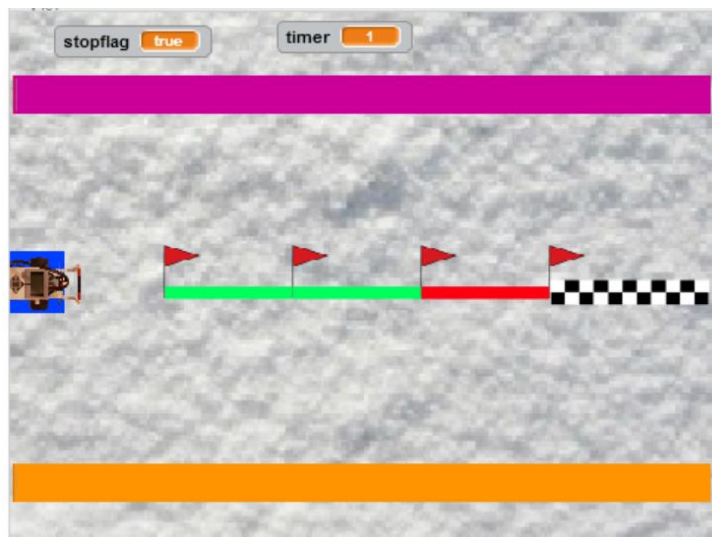
**Στόχος της δραστηριότητας Z:** Βαθύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των IoT συσκευών και του προγραμματισμού των pins του Raspberry Pi μέσω εντολών του Scratch 2.0

### **3<sup>η</sup> Φάση – Διερεύνηση**

#### **1<sup>η</sup> Εργασία: Προσομοίωση Ρομπο-Σκιέρ**

**Περιγραφή:** Οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα προσομοίωσης ρομπότ μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0. Σκοπός είναι το ρομπότ να ξεκινά από ένα σημείο συγκεκριμένου χρώματος και να φτάνει στο σημείο τερματισμού κάνοντας ελιγμούς γύρω από τις σημαίες. Στα «περάσματα» ανάμεσα από τις σημαίες θα υπάρχουν γραμμές οι οποίες θα εναλλάσσονται σε πράσινο και

κόκκινο χρώμα σε τυχαίο χρόνο. Εάν το «πέρασμα» έχει κόκκινο χρώμα, ο σκιέρ δεν μπορεί να περάσει και πρέπει να αλλάξει κατεύθυνση (180 μοίρες), ώστε να δοκιμάσει το επόμενο «πέρασμα». Δίνεται στους μαθητές συνοδευτικό υλικό με βίντεο με τη μία ενδεικτική υλοποίηση της προσομοίωσης, η οποία όμως δεν αποτελεί βέλτιστη λύση, καθώς και ρουμπρίκα αξιολόγησης των κριτηρίων, τα οποία θα πρέπει να πληροί η προσομοίωση.



**Εικόνα 42: 1<sup>η</sup> Εργασία – Προσομοίωση Ρόμπο-Σκιέρ**

**Στόχος της 1<sup>ης</sup> εργασίας:** Έλεγχος του ποσοστού κατανόησης των εννοιών που έχουν διδαχθεί και εξερεύνηση του τρόπου επεξεργασίας των δεδομένων για την εύρεση βέλτιστης λύσης.

## **2<sup>η</sup> Εργασία – Α΄ φάση: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα**

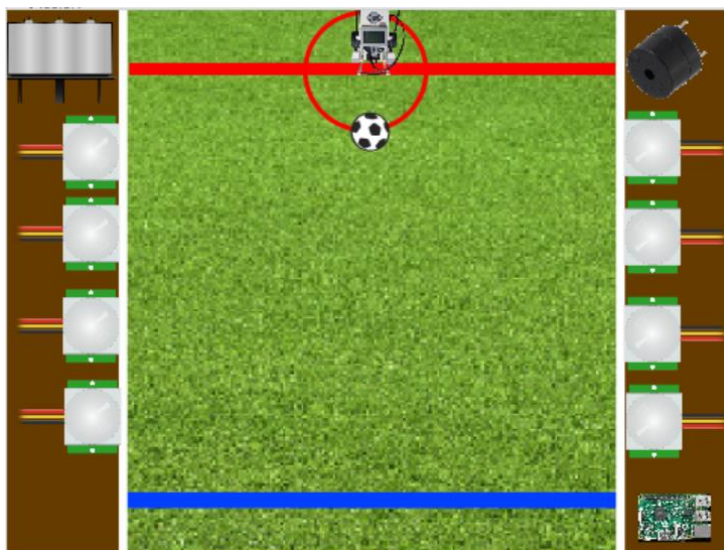
**Περιγραφή:** Στη φάση της Διερεύνησης έχει δοθεί στους μαθητές ημιτελής κώδικας των βασικών λειτουργιών που θα πρέπει να εμπεριέχει η προσομοίωση ενός

ποδοσφαιρικού αγώνα και διατυπώνεται το εξής πρόβλημα: στον κώδικα που τους παρουσιάστηκε το ρομπότ-attacker έχει τη δυνατότητα κάθε φορά να αποφεύγει μόνο έναν αμυνόμενο και όταν συναντήσει δεύτερο αμυνόμενο πριν τη γραμμή του τερματισμού συγκρούεται και αφήνει την μπάλα. Οι μαθητές διατυπώνουν ιδέες που αφορούν σχετικά με τη διάταξη των αμυνόμενων και τη βελτίωση του κώδικα, ώστε το ρομπότ-attacker να αποφεύγει όλους τους αμυντικούς αν χρειαστεί. Κατόπιν δίνεται η εκφώνηση της Α΄ φάσης της 2<sup>ης</sup> άσκησης κατά την οποία ζητείται από τους μαθητές να βελτιώσουν τον πηγαίο κώδικα έτσι ώστε κάθε φορά με την έναρξη του προγράμματος να εμφανίζεται τυχαίος αριθμός αμυνόμενων εντός των διαστάσεων του αγωνιστικού χώρου χωρίς να ακουμπάει ο ένας τον άλλον και το ρομπότ-attacker να μπορεί να αποφεύγει τους αμυνόμενους ανεξαρτήτου της διάταξής τους στον αγωνιστικό χώρο.

**Στόχος της Α΄ φάσης της 2<sup>ης</sup> εργασίας:** Έλεγχος του ποσοστού κατανόησης των εννοιών που έχουν διδαχθεί και αξιοποίηση των ιδεών που διατυπώθηκαν με σκοπό την εύρεση της βέλτιστης λύσης.

## **2<sup>η</sup> Εργασία – Β΄ φάση: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα**

**Περιγραφή:** Αφού οι μαθητές ολοκληρώσουν την Α΄ φάση της Προσομοίωσης ποδοσφαιρικού αγώνα, διατυπώνουν προτάσεις που αφορούν στη μετατροπή της ρομποτικής προσομοίωσης που έχουν υλοποιήσει σε ένα «έξυπνο» σύστημα. Μετά την ολοκλήρωση της συζήτησης οι μαθητές καλούνται να βελτιώσουν τον κώδικα, ώστε η προσομοίωση να περιέχει τις εξής παραπάνω δυνατότητες: α) προσθήκη διαιτητή, ο οποίος θα σφυρίζει την έναρξη/λήξη του αγώνα ή όταν το ρομπότ-attacker βγει εκτός του αγωνιστικού χώρου, β) ανίχνευση κίνησης εκτός των πλάγιων αγωνιστικών γραμμών και επιστροφή του επιτιθέμενου στην αρχική του θέση, γ) προσθήκη πίνακα που θα αναβοσβήνει σε περίπτωση που επιτευχθεί κάποιο τέρμα και δ) προγραμματισμός των GPIO pins του Raspberry Pi.

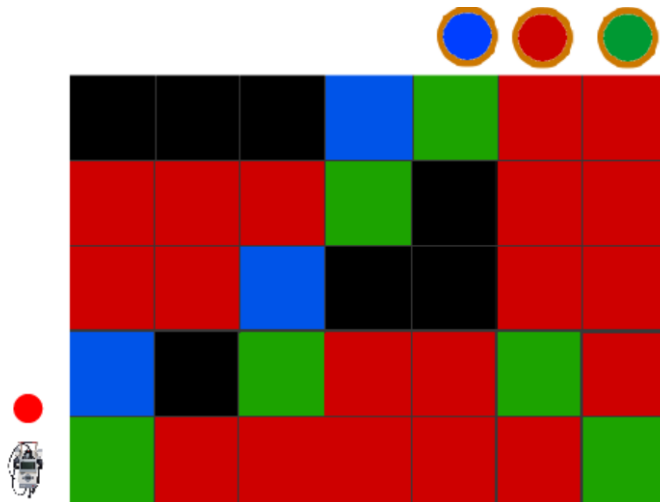


**Εικόνα 43: 2<sup>η</sup> Εργασία – Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα με IoT συσκευές**

**Στόχος της Β΄ φάσης της 2<sup>ης</sup> εργασίας:** Έλεγχος του ποσοστού κατανόησης των εννοιών που έχουν διδαχθεί.

### **3<sup>η</sup> Εργασία – Master Challenge: Color paths**

**Περιγραφή:** Παρουσιάζεται στους μαθητές ένα βίντεο προσομοίωσης ενός ρομπότ EV3, το οποίο κάθε φορά εντοπίζει μια μπάλα τυχαίου χρώματος και την ανυψώνει χρησιμοποιώντας το ρομποτικό βραχίονα. Στη συνέχεια εισέρχεται σε μία επιφάνεια, αποτελούμενη από τετράγωνα διαφορετικών χρωμάτων και ανάλογα το χρώμα της μπάλας που έχει στην κατοχή του εκτελεί μια συγκεκριμένη διαδρομή μέχρις ότου να αφήσει την μπάλα στην τρύπα του κατάλληλου χρώματος. Επισημαίνεται στους μαθητές ότι η διαδρομή δεν εκτελείται προκαθορισμένα από το ρομπότ, αλλά κάθε φορά αξιοποιεί τα δεδομένα που δέχεται από τους αισθητήρες προκειμένου να επιλέξει την πορεία που θα ακολουθήσει. Δίνεται εκφώνηση με τα σημαντικά σημεία που πρέπει να εμπεριέχει η προσομοίωση που καλούνται να υλοποιήσουν.



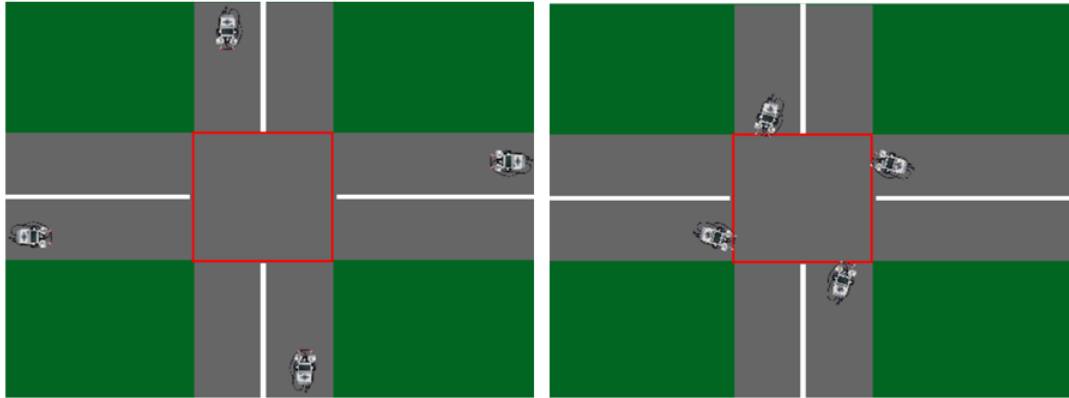
**Εικόνα 44: 3<sup>η</sup> Εργασία – Color paths**

**Στόχος της δραστηριότητας Color paths:** Έλεγχος του ποσοστού κατανόησης του αντικειμένου του μαθήματος.

### **3<sup>η</sup> Εργασία – Master Challenge: Crossroads**

**Περιγραφή:** Οι μαθητές παρακολουθούν ένα βίντεο, το οποίο προσομοιώνει την κίνηση τεσσάρων διαφορετικών ρομποτικών οχημάτων που ξεκινούν μετά από τυχαίο χρόνο από διαφορετικές κατευθύνσεις και καταλήγουν στο ίδιο σταυροδρόμι. Στο σημείο αυτό σταματούν την πορεία τους για να ελέγξουν αν έχουν προτεραιότητα (ισχύει η εκ δεξιών προτεραιότητα). Αν όλα τα οχήματα φτάσουν ταυτόχρονα θα πρέπει να σταματήσουν την πορεία τους. Σε περίπτωση που ένα ρομποτικό όχημα δεν εντοπίσει άλλο ρομπότ εκ των δεξιών του, τότε επιλέγει τυχαία την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει μεταξύ των τριών δυνατών λωρίδων. Λόγω του ότι μπορεί να έχει επιλέξει να στρίψει θα πρέπει να εκτελέσει διορθωτικές κινήσεις για αλλαγή κατεύθυνσης προκειμένου να ευθυγραμμίσει την πορεία του. Κατά τη διάρκεια προβολής του βίντεο και με την ολοκλήρωσή του, οι μαθητές διατυπώνουν τις ερωτήσεις και τις ιδέες τους σχετικά με την προσομοίωση που καλούνται να

υλοποιήσουν. Τέλος, δίνεται εκφώνηση με τα σημαντικά σημεία, το οποία θα πρέπει να εμπεριέχει η προσομοίωση.



**Εικόνα 45: 3<sup>η</sup> Εργασία – Crossroads**

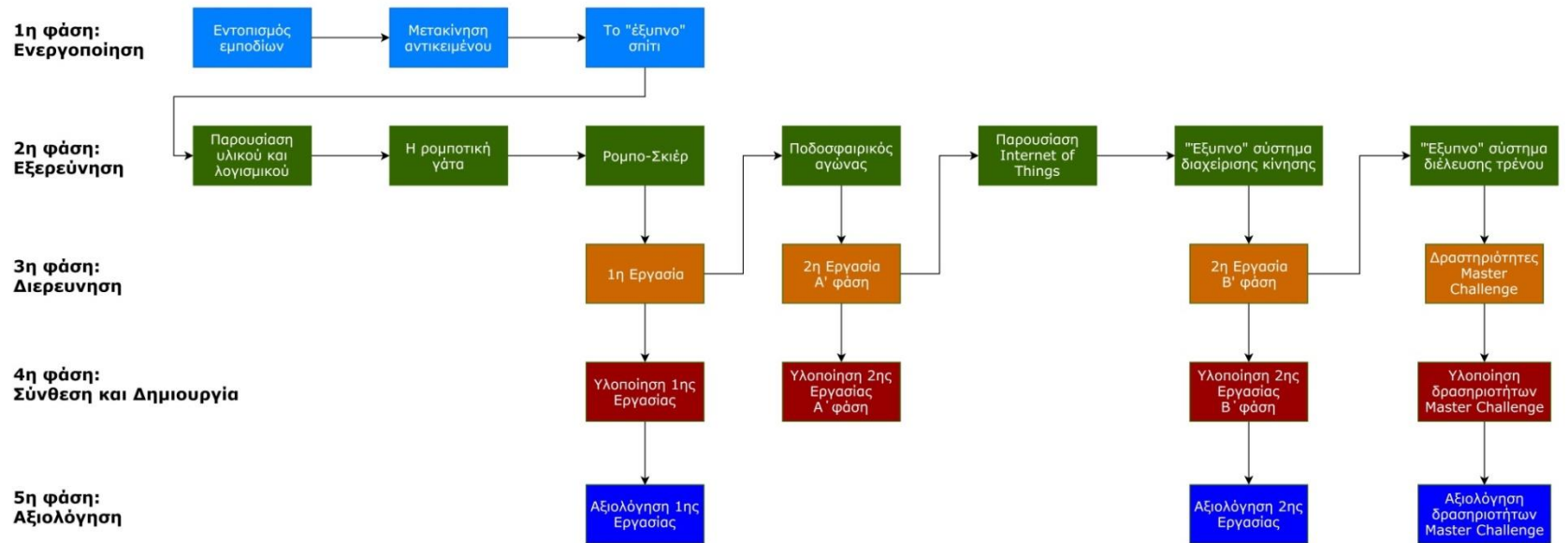
**Στόχος της δραστηριότητας Crossroads:** Έλεγχος του ποσοστού κατανόησης του αντικειμένου του μαθήματος.

### **3<sup>η</sup> Εργασία – Master Challenge: Προγραμματίζοντας με το Lego Mindstorms EV3 Software**

**Περιγραφή:** Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές καλούνται να προγραμματίσουν το ρομπότ EV3 μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Lego Mindstorms EV3 Software. Παρέχονται οδηγίες σχετικά την εγκατάσταση του λογισμικού και πληροφορίες που αφορούν το προγραμματιστικό περιβάλλον. Στη συνέχεια γίνεται επίδειξη της δραστηριότητας που θα πρέπει να υλοποιήσουν και αφορά τη χρήση κινητήρων και αισθητήρων που έχουν διδαχθεί μέχρι τώρα. Η συγκεκριμένη εργασία είναι προαιρετική για τους μαθητές, όσον αφορά την παράδοση της.

**Στόχος της δραστηριότητας:** Να υλοποιούν δραστηριότητες με την πλατφόρμα Lego Mindstorms EV3 και αξιοποίηση των αποκτηθέντων γνώσεων σε ένα νέο προγραμματιστικό περιβάλλον.





Εικόνα 46: Διάγραμμα ροής δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού σεναρίου

## 4.8 Χρονοδιάγραμμα εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η χρονική διάρκεια της κάθε δραστηριότητας που περιλαμβάνεται στο εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάσαμε. Το σενάριο διεξήχθη σε 12 εβδομάδες και πραγματοποιήθηκε ένα δίωρο μάθημα κάθε εβδομάδα. Ακολουθεί ο Πίνακας 3 που αναφέρει το πλάνο του μαθήματος ανά εβδομάδα.

Εβδομάδες	Φάση		Χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων	
	εκπαιδευτικού σεναρίου	Όνομα δραστηριότητας		
1 <sup>η</sup>	Ενεργοποίηση	Εντοπισμός εμποδίων	20 λεπτά	
		Μετακίνηση αντικειμένου	20 λεπτά	
		Το «έξυπνο» σπίτι	20 λεπτά	
2 <sup>η</sup>	Εξερεύνηση	Παρουσίαση υλικού και λογισμικού	1 ώρα	
		Η ρομποτική γάτα	1 ώρα	
3 <sup>η</sup>	Εξερεύνηση	Ρομπο-Σκιέρ	2 ώρες	
		Διερεύνηση	1 <sup>η</sup> Εργασία: Προσομοίωση Ρομπο- Σκιέρ	2 ώρες
4 <sup>η</sup>	Σύνθεση & Δημιουργία	Αξιολόγηση	Υλοποίηση 1 <sup>ης</sup> Εργασίας	
		Αξιολόγηση	Αξιολόγηση 1 <sup>ης</sup> Εργασίας	Εντός 2 εβδομάδων
			Εξερεύνηση	
5 <sup>η</sup>	Εξερεύνηση	2 <sup>η</sup> Εργασία – Α΄ φάση:	2 ώρες	
		Διερεύνηση		Προσομοίωση Ποδοσφαιρικού αγώνα
6 <sup>η</sup>	Διερεύνηση	Προσομοίωση	2 ώρες	
		Ποδοσφαιρικού αγώνα		

7 <sup>η</sup>	Σύνθεση και Δημιουργία	Υλοποίηση Α΄ φάσης 2 <sup>ης</sup> Εργασίας	Εντός 2 εβδομάδων
	Διερεύνηση	Παρουσίαση Internet of Things «Εξυπνο» σύστημα διαχείρισης κίνησης (1)	1 ώρα
	Διερεύνηση	«Εξυπνο» σύστημα διαχείρισης κίνησης (2)	1 ώρα
	Εξερεύνηση	2 <sup>η</sup> Εργασία – Β΄ φάση: Προσομοίωση Ποδοσφαιρικού αγώνα	1 ώρα
9 <sup>η</sup>	Σύνθεση και Δημιουργία	Υλοποίηση Β΄ φάσης 2 <sup>ης</sup> Εργασίας	Εντός 2 εβδομάδων
	Αξιολόγηση	Αξιολόγηση 2 <sup>ης</sup> Εργασίας	
	Διερεύνηση	«Εξυπνο» σύστημα διέλευσης τρένου	2 ώρες
10 <sup>η</sup> – 12 <sup>η</sup>	Εξερεύνηση	3 <sup>η</sup> Εργασία – Δραστηριότητες Master Challenge	6 ώρες
	Σύνθεση και Δημιουργία	Υλοποίηση 3 <sup>ης</sup> Εργασίας	Εντός 3 εβδομάδων
	Αξιολόγηση	Αξιολόγηση 3 <sup>ης</sup> Εργασίας	

**Πίνακας 3: Χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων**

## 5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

### 5.1 Στόχοι της αξιολόγησης

Σημαντικός συντελεστής στην προσπάθεια βελτίωσης του εκπαιδευτικού προγράμματος που σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε αποτελεί η αξιολόγηση του. Βασικός στόχος της διαδικασίας της αξιολόγησης είναι να εντοπιστούν τα πλεονεκτήματα και οι αδυναμίες της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, ούτως ώστε, εφόσον κριθεί αναγκαίο, να γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές προκειμένου να βελτιωθεί το πρόγραμμα. Ειδικότερα, οι επιμέρους στόχοι είναι:

- Να διερευνηθεί κατά πόσο εκπληρώθηκαν οι διδακτικοί στόχοι που είχαν αρχικά τεθεί.
- Να διερευνηθεί κατά πόσο η προϋπάρχουσα γνώση ήταν προαπαιτούμενη για την εκπλήρωση των εκπαιδευτικών στόχων του σεναρίου.
- Να αποτιμηθεί ο βαθμός ικανοποίησης τους από τη συμμετοχή τους στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα και από το αντικείμενο, τους εκπαιδευτές, καθώς και το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος.
- Να εκτιμηθεί ο βαθμός ανάπτυξης ενδιαφέροντος του συνόλου των φοιτητών για τις δραστηριότητες, οι οποίες υλοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, καθώς και για αυτές που τους ανατέθηκαν.
- Να ελεγχθεί η επάρκεια του χρόνου ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, τις οποίες περιλαμβάνει το εκπαιδευτικό σενάριο.
- Να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα του εργαλείου δημιουργίας προσομοιώσεων στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού σεναρίου.
- Να εκτιμηθεί ο βαθμός παρότρυνσης των συμμετεχόντων φοιτητών να ασχοληθούν μελλοντικά με τις θεματικές του προγράμματος.

## 5.2 Βασικά ερωτήματα αξιολόγησης

Με βάση τους προαναφερθέντες στόχους διατυπώνουμε τα βασικά ερωτήματα για τη διερεύνηση των οποίων πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της αξιολόγησης:

- *Ερώτημα 1<sup>ο</sup> : Εκπληρώθηκαν οι προκαθορισμένοι στόχοι του εκπαιδευτικού προγράμματος;*
- *Ερώτημα 2<sup>ο</sup> : Ήταν απαραίτητη η προϋπάρχουσα γνώση των φοιτητών σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things για την εκπλήρωση των προκαθορισμένων στόχων του εκπαιδευτικού προγράμματος;*
- *Ερώτημα 3<sup>ο</sup> : Έμειναν ικανοποιημένοι οι φοιτητές από τα βασικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού σεναρίου (αντικείμενο μαθήματος, εκπαιδευτικό υλικό, εκπαιδευτικοί) ;*
- *Ερώτημα 4<sup>ο</sup> : Έμειναν ικανοποιημένοι οι φοιτητές από το εργαλείο που χρησιμοποίησαν για τη δημιουργία προσομοιώσεων;*
- *Ερώτημα 5<sup>ο</sup> : Ο τρόπος με τον οποίο είχε οργανωθεί το μάθημα (ενότητες) σε ποιο βαθμό βοήθησε τους φοιτητές στη δημιουργία των δικών τους προσομοιώσεων;*
- *Ερώτημα 6<sup>ο</sup> : Ποιες εκπαιδευτικές δραστηριότητες από αυτές που διδάχθηκαν και υλοποίησαν, τους άρεσαν περισσότερο / λιγότερο;*
- *Ερώτημα 7<sup>ο</sup> : Ο χρόνος που τους δόθηκε για την ολοκλήρωση των παραδοτέων επαρκούσε σε σχέση με τη δυσκολία τους;*
- *Ερώτημα 8<sup>ο</sup> : Η υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου κατάφερε να αναπτύξει το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things;*

## 5.3 Η διαδικασία της αξιολόγησης

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται τα στάδια που ακολουθήθηκαν προκειμένου να ολοκληρωθεί η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού σεναρίου.



**Εικόνα 47: Τα στάδια της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού σεναρίου**

*Διατύπωση ερωτημάτων:* Στην προηγούμενα ενότητα διατυπώθηκαν τα βασικά ερωτήματα, τα οποία καλούμαστε να διερευνήσουμε πραγματοποιώντας τη διαδικασία αξιολόγησης του εκπαιδευτικού σεναρίου.

*Σχεδίαση Εργαλείου Μέτρησης:* Στο στάδιο αυτό διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο ηλεκτρονικής μορφής, το οποίο επρόκειτο να συμπληρωθεί από τους εκπαιδευόμενους και περιελάμβανε συγκεκριμένους άξονες διερεύνησης, οι οποίοι αφορούν την προϋπάρχουσα γνώση των εκπαιδευομένων, τα βασικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού σεναρίου, τις ενότητες και τις εργασίες του σεναρίου, καθώς και την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος που επέφερε η υλοποίηση του προγράμματος. Η αναλυτική παρουσίαση του ερωτηματολογίου θα γίνει σε επόμενη ενότητα. Επιπλέον, ως συμπληρωματικό εργαλείο για την εκτίμηση του βαθμού εκπλήρωσης των γνωστικών στόχων λειτούργησε η αξιολόγηση της επίδοσης των φοιτητών στις ανατεθείσες εργασίες. Πραγματοποιήθηκαν 2 είδη αξιολόγησης: α) διαμορφωτική και β) τελική αξιολόγηση. Ειδικότερα, η διαμορφωτική αξιολόγηση εφαρμόστηκε κατά τη διάρκεια διδασκαλίας του προγράμματος και αφορούσε τις προσομοιώσεις του ρομποτικού σκιέρ και του ποδοσφαιρικού αγώνα. Αυτό το είδος αξιολόγησης αποσκοπεί στην πληροφόρηση του εκπαιδευτικού σχετικά με την πρόοδο των μαθητών, ώστε να ελέγξει αν εκπληρώνονται οι διδακτικοί στόχοι που είχαν τεθεί, να δοθεί η κατάλληλη ανατροφοδότηση και εξάλειψη των πιθανών παρανοήσεων που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Τα αποτελέσματα της διαμορφωτικής αξιολόγησης αποτελούν σημαντικό οδηγό στην προσπάθεια του εκπαιδευτικού για τροποποίηση της διδασκαλίας. Από την πλευρά των εκπαιδευομένων, η κατάκτηση της γνώσης γίνεται πιο εύκολη αφού έχουν τη

δυνατότητα να εντοπίσουν τις αδυναμίες τους στη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας και να τις εξαλείψουν. Η τελική αξιολόγηση εφαρμόστηκε μέσω των δραστηριοτήτων του Master Challenge (δραστηριότητες Color paths και Crossroads). Αυτό το είδος της αξιολόγησης έχει ως στόχο να αποτιμήσει τη συνολική επίδοση των μαθητών στη συγκεκριμένη παρέμβαση (κατάκτηση γνώσεων, ανάπτυξη δεξιοτήτων, μεταγνώση). Το αποτέλεσμα της τελικής αξιολόγησης μπορεί να πιστοποιηθεί με έναν τυπικό βαθμό που δηλώνει το ποσοστό επιτυχίας των εκπαιδευόμενων στους μαθησιακούς στόχους που είχαν οριστεί για τη συγκεκριμένη διδασκαλία. Για την πραγματοποίηση και των δύο ειδών αξιολόγησης σχεδιάστηκαν από τον εκπαιδευτικό ρουμπρίκες, οι οποίες περιλαμβάνουν κριτήρια τα οποία βασίζονται στους μαθησιακούς στόχους του εκπαιδευτικού σεναρίου. Οι ρουμπρίκες αξιολόγησης παρατίθενται στο Παράρτημα της παρούσας εργασίας.

*Συλλογή δεδομένων:* Το στάδιο αυτό πραγματοποιήθηκε με το πέρας του εκπαιδευτικού προγράμματος. Ειδικότερα, αποστάλθηκε μήνυμα στους φοιτητές που εμπεριείχε τον ηλεκτρονικό σύνδεσμο του ερωτηματολογίου, καθώς και μια σύντομη περιγραφή του σκοπού της διαδικασίας. Για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δόθηκε το χρονικό περιθώριο των 2 εβδομάδων.

*Επεξεργασία και Ανάλυση δεδομένων:* Αφού συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο, έγινε εξαγωγή των απαντήσεων των φοιτητών σε αρχείο εντολών του προγράμματος IBM SPSS με στόχο την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση χρησιμοποιώντας ραβδογράμματα και κυκλικά διαγράμματα προκειμένου να γίνει μία συνοπτική και αποτελεσματική παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Για την επεξεργασία των βαθμών, οι οποίοι αφορούν την επίδοση των φοιτητών στις εργασίες χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα λογιστικών φύλλων Microsoft Excel, στο οποίο είχαν ήδη καταγραφεί οι βαθμολογίες τους. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν στατιστικοί πίνακες με τα ποσοστά επιτυχίας σε κάθε μια από τις εργασίες που τους ανατέθηκαν, καθώς και με τα ποσοστά με βάση την κατηγοριοποίησης της επίδοσης τους (υψηλή επίδοση, αρκετά καλή, μέτρια, χαμηλή)

*Ευρήματα:* Στο στάδιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας της αξιολόγησης, τα οποία προέκυψαν από την επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων.

#### **5.4 Συμμετέχοντες στην αξιολόγηση**

Για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν δύο δείγματα φοιτητών, οι οποίοι παρακολούθησαν τη συγκεκριμένη δράση. Το πρώτο δείγμα αφορά 35 εκπαιδευόμενους που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο με την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, προκειμένου να αξιολογηθεί το εκπαιδευτικό σενάριο. Το δεύτερο δείγμα αποτελείται από το σύνολο των 82 φοιτητών που συμμετείχαν στη δράση με σκοπό να διαπιστωθεί μέσω των επιδόσεων τους ο βαθμός επίτευξης των μαθησιακών στόχων του εκπαιδευτικού σεναρίου, όπως αυτοί είχαν αρχικά τεθεί. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφορά στον πληθυσμό των δειγμάτων, έγκειται στο γεγονός ότι σημαντικό ποσοστό των φοιτητών δεν συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο παρ' όλο που τους είχε επισημανθεί η αναγκαιότητα της συμμετοχής τους στη διαδικασία αξιολόγησης.

#### **5.5 Περιγραφή εργαλείου αξιολόγησης**

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στους φοιτητές σε ηλεκτρονική μορφή και περιελάμβανε 25 ερωτήσεις από τις οποίες οι 23 ήταν κλειστού τύπου και οι 2 ανοιχτού τύπου. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι απαντήσεις των εκπαιδευόμενων ήταν ανώνυμες. Το ερωτηματολόγιο έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να εφαρμόζονται οι κανόνες καλής πρακτικής όπως διατυπώθηκαν από τους Cohen, Manion και Morisson (2008). Έχει διαχωριστεί σε 4 βασικές ενότητες που περιλαμβάνουν βασικές παραμέτρους, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή συμπερασμάτων:



1. *Προϋπάρχουσα γνώση*: Η ενότητα αυτή περιέχει 2 ερωτήσεις κλίμακας Likert και αποσκοπεί στη διερεύνηση του επιπέδου γνώσης των μαθητών σχετικά με τον αντικείμενο του μαθήματος πριν την παρακολούθηση του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος.
2. *Αξιολόγηση γενικών χαρακτηριστικών του μαθήματος*: Η ενότητα αυτή του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει 8 ερωτήσεις, από τις οποίες οι 6 είναι διαβαθμισμένης κλίμακας Likert και οι 2 ανοιχτού τύπου. Οι ερωτήσεις αυτές έχουν ως στόχο τη διερεύνηση του βαθμού ικανοποίησης των φοιτητών από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα που παρακολούθησαν, το αντικείμενο του μαθήματος, τους εκπαιδευτικούς που διεξήγαγαν τη συγκεκριμένη δράση, το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό που τους δόθηκε προς μελέτη και τις τελικές εργασίες που υλοποίησαν. Επιπλέον, ζητήθηκε η θέση των φοιτητών για το αν θεωρούν ότι το μάθημα κάλυψε τους αρχικούς στόχους που είχαν τεθεί, καθώς και η γενικότερη εμπειρία τους από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα.
3. *Αξιολόγηση των ενοτήτων και εργασιών*: Η ενότητα περιλαμβάνει 12 ερωτήσεις που επιχειρούν να αξιολογήσουν την ποιότητα των δραστηριοτήτων, οι οποίες είτε παρουσιάστηκαν είτε υλοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Από τις ερωτήσεις αυτές οι 2 είναι ταξινόμησης και οι υπόλοιπες τύπου Likert. Το ερωτηματολόγιο στην ενότητα αυτή εμπεριέχει μία σύντομη περιγραφή όλων των ενοτήτων και των εργασιών που περιελάμβανε το εκπαιδευτικό πρόγραμμα.
4. *Ανάπτυξη ενδιαφέροντος*: Η τελευταία ενότητα του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει 2 ερωτήσεις διαβαθμισμένης κλίμακας Likert και έχουν ως στόχο να διερευνήσουν κατά πόσο το αντικείμενο, το οποίο διδάχθηκαν στο συγκεκριμένο μάθημα τους επηρέασε, ώστε να ασχοληθούν με κάτι παρόμοιο στο μέλλον.

Ειδικότερα, μέσω του ερωτηματολογίου διερευνώνται:

- Η προϋπάρχουσα γνώση των εκπαιδευομένων όσον αφορά το αντικείμενο του μαθήματος.

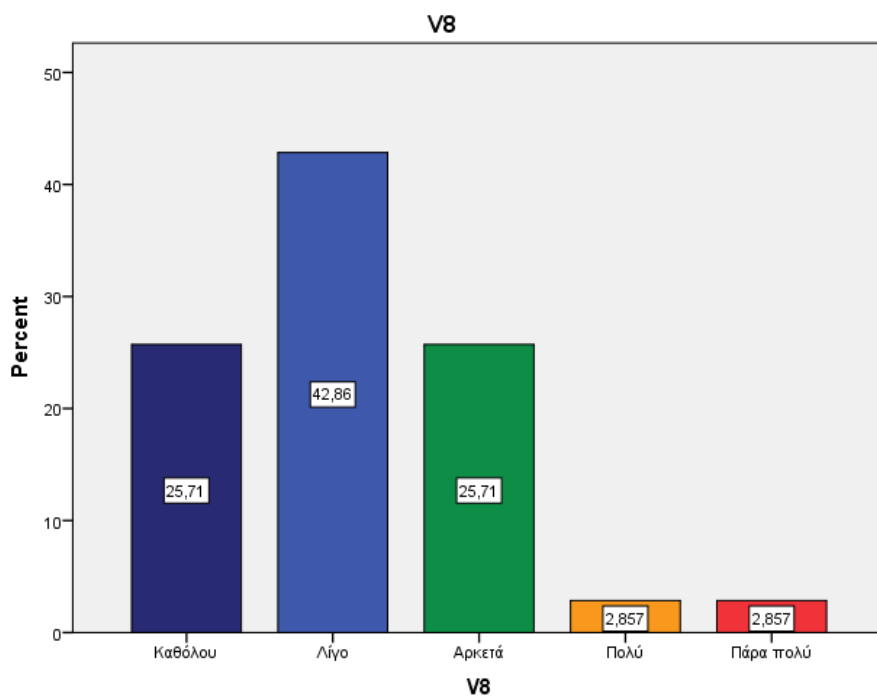
- Ο βαθμός επίτευξης των μαθησιακών στόχων που είχαν αρχικά τεθεί.
- Ο βαθμός ικανοποίησης τους από το μαθησιακό υλικό, τους εκπαιδευτικούς και τις δραστηριότητες που τους ανατέθηκαν.
- Η προτίμηση των δραστηριοτήτων που διδάχθηκαν μέσω της ταξινόμησης τους.
- Η προτίμηση των εργασιών που τους ανατέθηκαν μέσω της ταξινόμησης τους.
- Η επάρκεια του χρόνου για την υλοποίηση των εργασιών.
- Ο βαθμός παρότρυνσης των εκπαιδευόμενων για μελλοντική ενασχόληση με το αντικείμενο που τους παρουσιάστηκε στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό σενάριο.

## **5.6 Ανάλυση απαντήσεων ερωτηματολογίου**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τους φοιτητές. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, πραγματοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση προκειμένου να γίνει μία πρώτη ερμηνεία και παρουσίαση των δεδομένων.

Ακολουθεί η παρουσίαση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου. Ειδικότερα για τις απαντήσεις στις ερωτήσεις κλειστού τύπου χρησιμοποιήθηκαν ραβδογράμματα και κυκλικά διαγράμματα, ενώ για την παρουσίαση των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου επισημάνθηκαν οι επικρατέστερες αυτών.

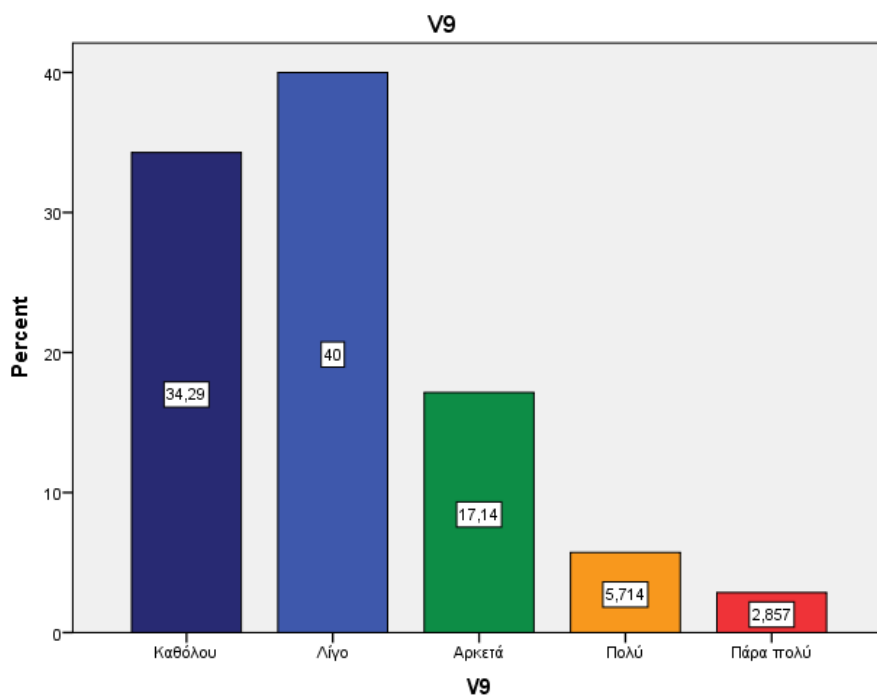
Αποτελέσματα της 1<sup>ης</sup> ερώτησης σχετικά με το κατά πόσο γνώριζαν το αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής πριν την παρακολούθηση του συγκεκριμένου μαθήματος.



**Εικόνα 48: Απαντήσεις για τη προϋπάρχουσα γνώση σχετικά με τη ρομποτική**

Όπως φαίνεται από το παραπάνω ραβδόγραμμα, το 68,57% των φοιτητών είχε ελάχιστη ή μηδενική γνώση όσον αφορά το αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής πριν την παρακολούθηση της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης. Το 25,71% απάντησε ότι γνωρίζει αρκετά για το συγκεκριμένο αντικείμενο, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι μόλις το 5,7% θεωρεί ότι γνωρίζει πολύ έως πάρα πολύ για τη ρομποτική.

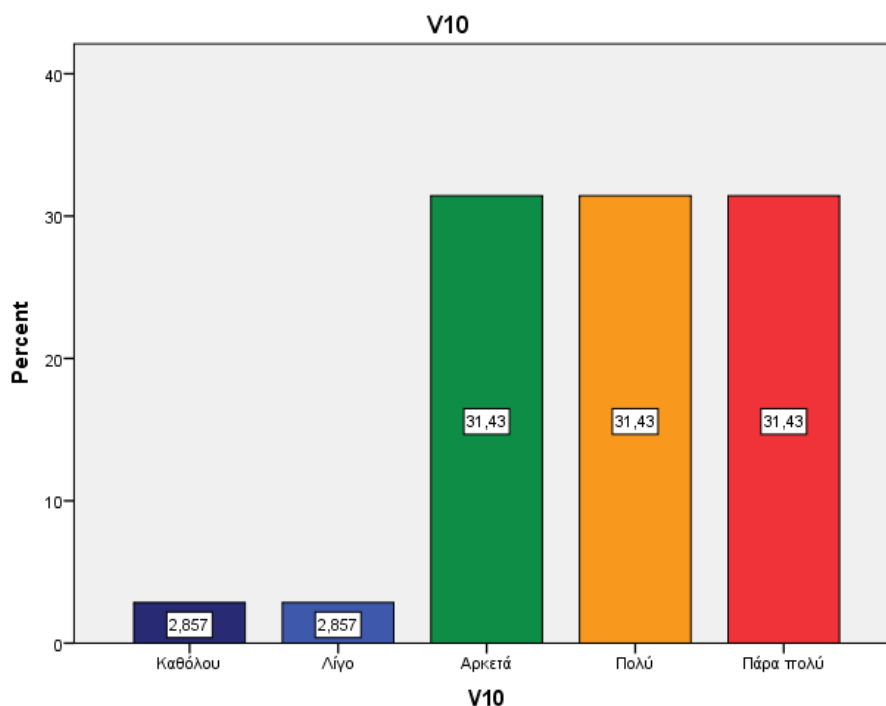
Αποτελέσματα της 2<sup>ης</sup> ερώτησης σχετικά με το κατά πόσο γνώριζαν το αντικείμενο του Internet of Things πριν την παρακολούθηση του συγκεκριμένου μαθήματος.



**Εικόνα 49: Απαντήσεις για τη προϋπάρχουσα γνώση σχετικά με το IoT**

Όπως και στο προηγούμενο ραβδόγραμμα αντιστοίχως και εδώ παρατηρείται ότι η προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών σχετικά με το Internet of Things είναι σε χαμηλά επίπεδα (74,29 %). Το αθροιστικό ποσοστό αυτών που έχουν πολλές έως πάρα πολλές γνώσεις σχετικά με το αντικείμενο που πρόκειται να διδαχθούν είναι ελαφρώς αυξημένο σε σχέση με το αντίστοιχο για την εκπαιδευτική ρομποτική (8,5%), ενώ το 17,14% απάντησε ότι γνωρίζει αρκετά.

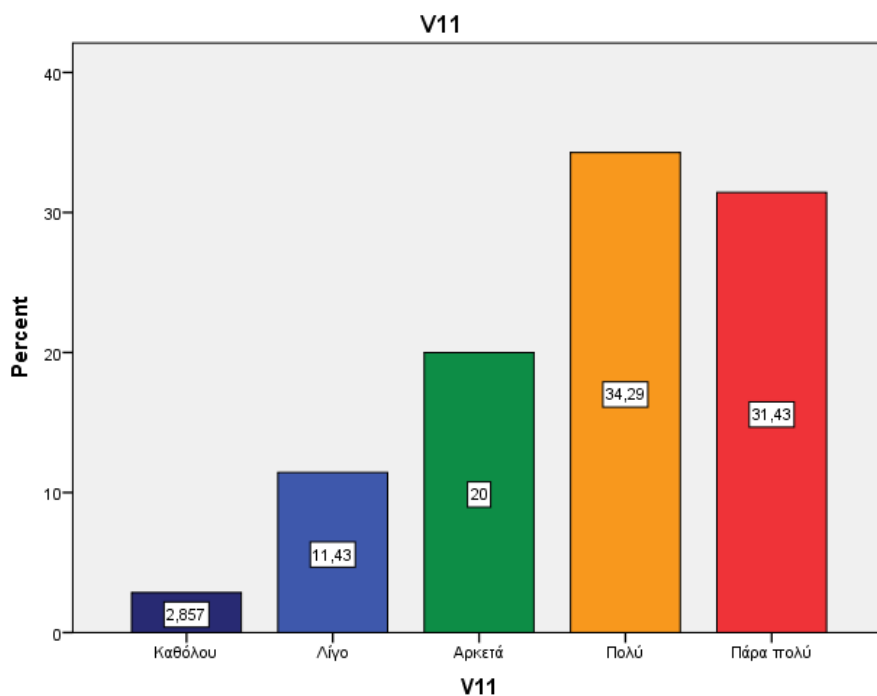
Αποτελέσματα της 3<sup>ης</sup> ερώτησης σχετικά με το βαθμό ικανοποίησης των φοιτητών από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα που παρακολούθησαν.



**Εικόνα 50: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης των φοιτητών από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα**

Με βάση το παραπάνω ραβδόγραμμα παρατηρούμε ότι οι εκπαιδευόμενοι εξέφρασαν την ικανοποίησή τους για το εκπαιδευτικό σενάριο, με το οποίο ενεπλάκησαν. Οι απαντήσεις «αρκετά», «πολύ», «πάρα πολύ» εκφράζουν το θετικό βαθμό όσον αφορά το σενάριο. Αθροιστικά λοιπόν το 94,29% των φοιτητών έδειξαν την ικανοποίησή τους για την εκπαιδευτική παρέμβαση, ενώ μόλις το 5,71% δεν έμειναν ικανοποιημένοι από το μάθημα.

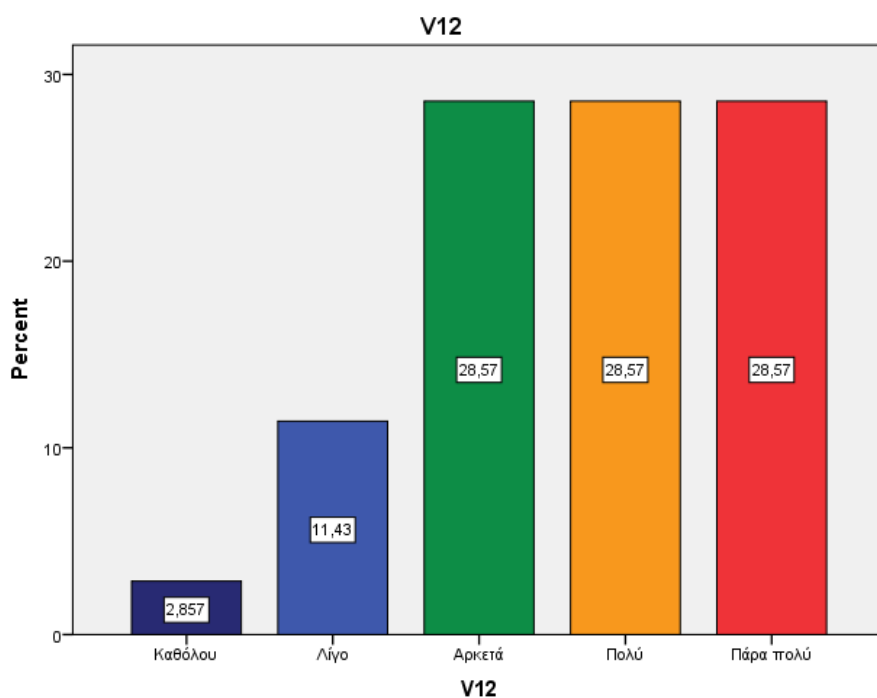
Αποτελέσματα της 4<sup>ης</sup> ερώτησης σχετικά με το κατά πόσο επηρεάστηκε θετικά η συμμετοχή των φοιτητών στο μάθημα λόγω της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things.



**Εικόνα 51: Απαντήσεις για το βαθμό θετικής επίδρασης της ρομποτικής και του IoT στη συμμετοχή τους στη δράση**

Οι εκπαιδευόμενοι πριν την παρακολούθηση τους συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος δεν γνώρισαν ποιο είναι το αντικείμενο του. Στο πρώτο μάθημα, ο εκπαιδευτικός τους ενημέρωσε ότι θα ασχοληθούν με την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things και επιπλέον έγινε μία σύντομη επίδειξη των δυνατοτήτων του ρομπότ EV3 και ενός «έξυπνου» συστήματος που χρησιμοποιεί IoT συσκευές. Όπως προκύπτει από το παραπάνω ραβδόγραμμα, η συμμετοχή των φοιτητών στο μάθημα επηρεάστηκε θετικά σε αθροιστικό ποσοστό 85,72%. Το 11,43% των φοιτητών δήλωσε ότι οι έννοιες της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things επηρέασαν ελάχιστα θετικά τη συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική παρέμβαση.

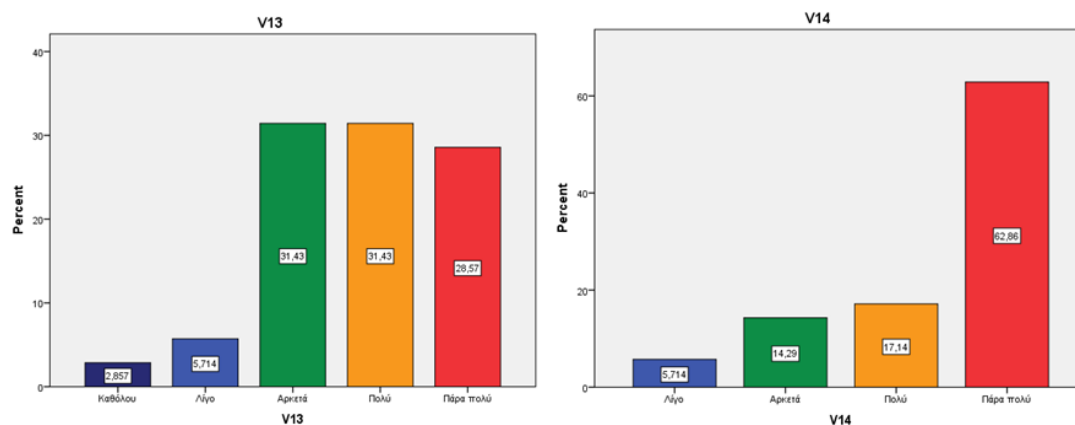
Αποτελέσματα της 5<sup>ης</sup> ερώτησης σχετικά με το πόσο ικανοποιημένοι έμειναν οι φοιτητές από το μαθησιακό υλικό που τους δόθηκε.



**Εικόνα 52: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης από το μαθησιακό υλικό**

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του σεναρίου δόθηκε στους φοιτητές μαθησιακό υλικό που αφορούσε τις έννοιες της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things, καθώς και κώδικας υλοποιημένος σε Scratch 2.0, που εξηγούσε όλα τα βήματα και τις εντολές που χρειάζονται προκειμένου να διεκπεραιώσουν τις προσομοιώσεις. Το υλικό αυτό ήταν υποστηρικτικό στη μετέπειτα προσπάθεια υλοποίησης των δικών τους έργων. Από το ραβδόγραμμα προκύπτει ότι οι εκπαιδευόμενοι έμειναν ικανοποιημένοι από το εκπαιδευτικό υλικό που τους δόθηκε, όπως φαίνεται και από το 85,5 % των θετικών απαντήσεων.

Αποτελέσματα της 6<sup>ης</sup> και 7<sup>ης</sup> ερώτησης σχετικά με το πόσο ικανοποιημένοι έμειναν οι φοιτητές από τους εκπαιδευτικούς που ενεπλάκησαν στο εκπαιδευτικό σενάριο.

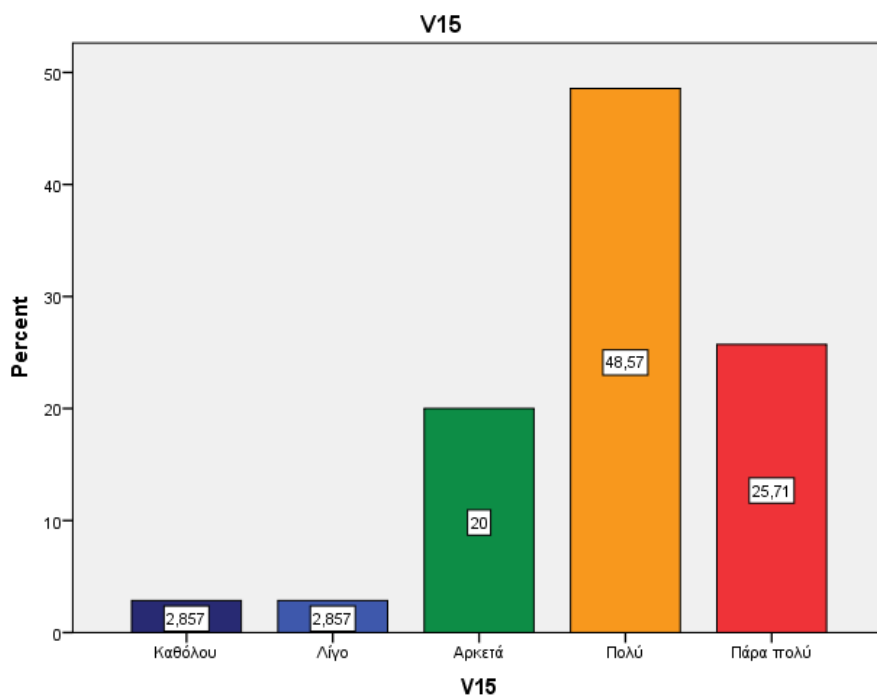


**Εικόνα 53: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης από τους εκπαιδευτικούς**

Όπως παρατηρούμε για τον πρώτο εκπαιδευτικό το αθροιστικό ποσοστό θετικών εντυπώσεων κυμαίνεται στο 91,43%, ενώ για το δεύτερο διδάσκοντα το αντίστοιχο ποσοστό φτάνει το 94,29%. Συνολικά οι γνώμες και τους δύο εκπαιδευτικούς ήταν θετικές. Φαίνεται ότι ο δεύτερος εκπαιδευτικός συγκέντρωσε τις απαντήσεις στη τιμή «πέρα πολύ» και εκλείπει η τιμή «καθόλου» από τις απαντήσεις, ενώ η επικρατούσα τιμή για τον πρώτο εκπαιδευτικό είναι η απάντηση «αρκετά» και «πολύ». Η διαφοροποίηση των απαντήσεων για τους δύο εκπαιδευτικούς μπορεί να οφείλεται στην προσωπική προτίμηση των φοιτητών, αλλά σε κάθε περίπτωση, εφόσον πρόκειται για απαντήσεις θετικού χαρακτήρα, αυτές δεν μπορούν να οδηγήσουν σε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα όσον αφορά τη διδασκαλία του μαθήματος.

Αποτελέσματα της 8<sup>ης</sup> ερώτησης σχετικά με το βαθμό ικανοποίησης των φοιτητών από το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch 2.0, ως εργαλείο δημιουργίας προσομοιώσεων.



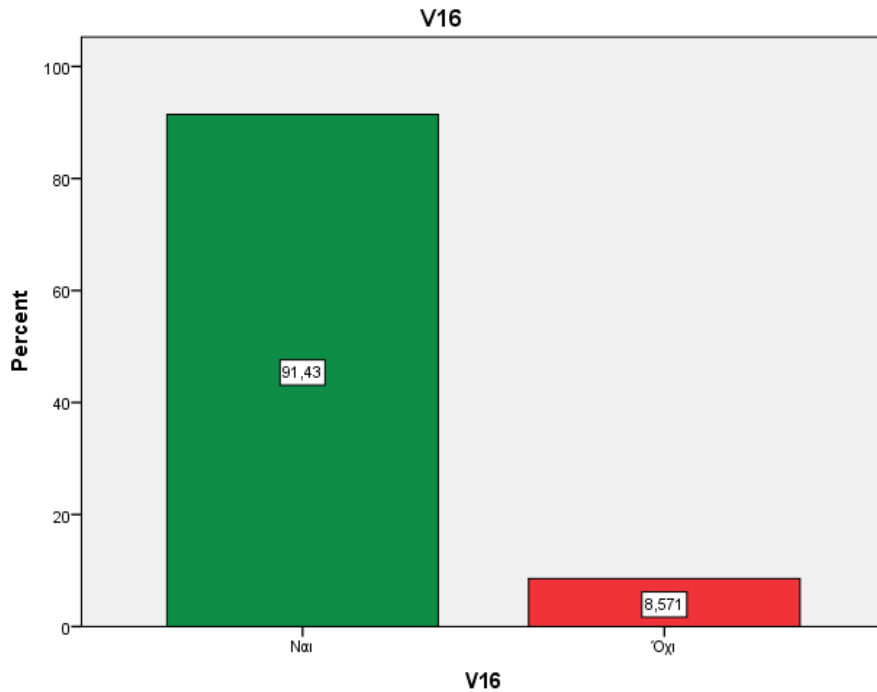


**Εικόνα 54: Απαντήσεις για το βαθμό ικανοποίησης από το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0**

Οι απαντήσεις στην ερώτηση αυτή κρίνονται ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς αποτυπώνουν τις εντυπώσεις των φοιτητών από το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0, το οποίο χρησιμοποίησαν για να δημιουργήσουν τις προσομοιώσεις τους. Αθροιστικά οι θετικές εντυπώσεις συγκεντρώνουν ποσοστό 94,28%, ενώ η επικρατούσα τιμή των απαντήσεων είναι η απάντηση «πολύ», γεγονός που κρίνεται ικανοποιητικό όσον αφορά το εργαλείο δημιουργίας προσομοιώσεων.

Αποτελέσματα της 9<sup>ης</sup> ερώτησης που διερευνά τη θέση των φοιτητών σχετικά με το αν η διδακτική παρέμβαση κάλυψε τους μαθησιακούς στόχους οι οποίοι είχαν αρχικά τεθεί. Σε περίπτωση που η δήλωση των μαθητών ήταν αρνητική το ερωτηματολόγιο εμφάνιζε μία υποερώτηση ανοιχτού τύπου η οποία αποσκοπούσε να διερευνήσει τους λόγους για τους οποίους οι φοιτητές θεωρούν ότι το εκπαιδευτικό σενάριο δεν κάλυψε τους στόχους. Αξίζει να σημειωθεί ότι για την επίτευξη των στόχων που

είχαν αρχικά τεθεί, δεν μπορεί να είναι μοναδικό κριτήριο εξαγωγής συμπερασμάτων η γνώμη των φοιτητών, αλλά και η επίδοση τους στις διάφορες δραστηριότητες που υλοποίησαν στην οποία θα αναφερθούμε σε επόμενη ενότητα.



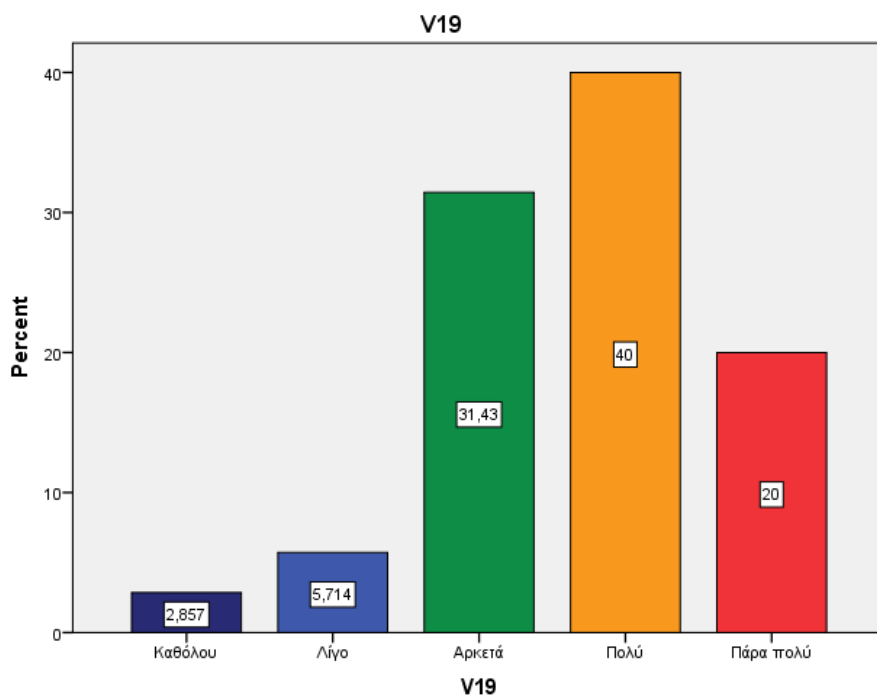
**Εικόνα 55: Απαντήσεις για την επίτευξη των γνωστικών στόχων**

Σε ποσοστό 91,43% οι εκπαιδευόμενοι θεωρούν ότι το μάθημα κάλυψε τους γνωστικούς στόχους που είχαν αρχικά οριστεί, γεγονός που θεωρείται πολύ ικανοποιητικό. Όσον αφορά τους φοιτητές που απάντησαν «όχι» οι αιτιολογήσεις τους είναι αρκετά διαφοροποιημένες και μεμονωμένες και ως εκ τούτου δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη για την εξαγωγή κάποιου συμπεράσματος.

Αποτελέσματα της 11<sup>ης</sup> ερώτησης που αναφέρει την εμπειρία των φοιτητών συνολικά από εκπαιδευτικό σενάριο που παρακολούθησαν. Η ερώτηση αυτή ήταν προαιρετική όμως πολλοί φοιτητές δήλωσαν την εμπειρία τους για το μάθημα και πολλά από τα σχόλια τους ήταν κοινά. Τα κυριότερα είναι τα εξής:

- ✓ Το μάθημα ήταν γι' αυτούς ξεχωριστό, επειδή δεν περιελάμβανε μεγάλο όγκο μαθησιακού υλικού προς μελέτη, με αποτέλεσμα να μπορούν κατά τη διεξαγωγή του να κατανοήσουν το μεγαλύτερο ποσοστό των πληροφοριών που θα χρειαζόταν να αξιοποιήσουν.
- ✓ Οι δραστηριότητες με τις οποίες ενεπλάκησαν οι φοιτητές κρίθηκαν από τους ίδιους ενδιαφέρουσες και η δυσκολία τους κατάλληλα για το έτος σπουδών τους.
- ✓ Αρκετοί εκπαιδευόμενοι θεωρούν ότι το μάθημα αυτό ήταν μία αρκετά καλή πρώτη επαφή με τον κόσμο της ρομποτικής.
- ✓ Κάποιοι φοιτητές ξεχώρισαν τη δομή και την οργάνωση του μαθήματος.
- ✓ Αρκετοί ήταν αυτοί που θεωρούν ότι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του μαθήματος ήταν ότι δεν χρειαζόταν κάποιος υψηλός βαθμός προαπαιτούμενων γνώσεων για να το παρακολουθήσουν.

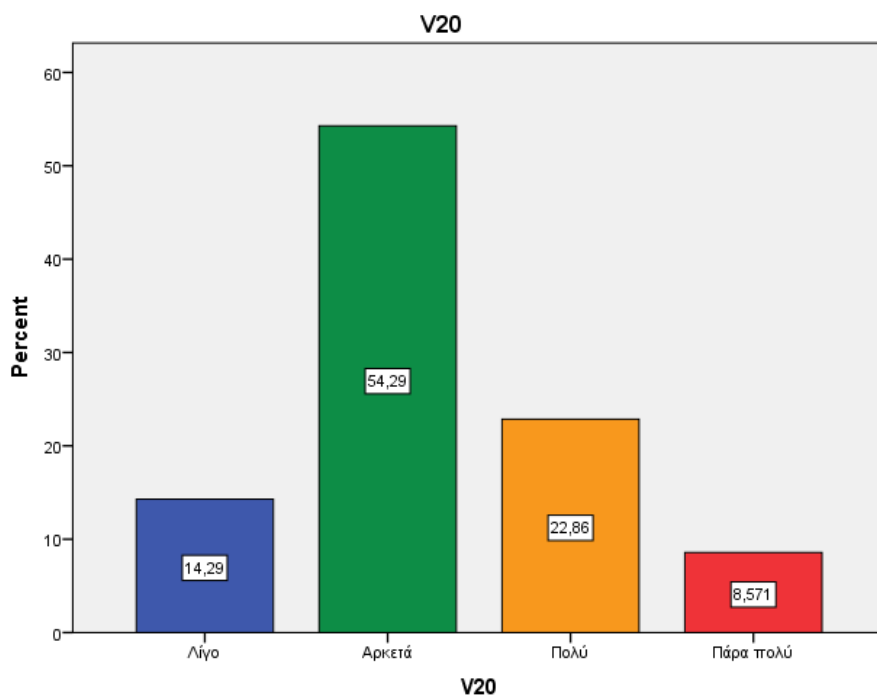
Αποτελέσματα της 12<sup>ης</sup> ερώτησης που αφορά στο κατά πόσο θεωρούν οι φοιτητές ότι οι ενότητες του μαθήματος, οι οποίες διδάχθηκαν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του σεναρίου, τους βοήθησαν στην διαδικασία υλοποίησης των προσομοιώσεων που τους ανατέθηκαν.



**Εικόνα 56: Απαντήσεις για τις ενότητες τους σεναρίου**

Σύμφωνα με το παραπάνω ραβδόγραμμα, η πλειοψηφία των φοιτητών θεωρούν ότι οι ενότητες που διδάχθηκαν τους βοήθησαν στη διαδικασία δημιουργίας των δικών τους προσομοιώσεων. Συγκεκριμένα το 91,43% των εκπαιδευόμενων δηλώνει θετική γνώμη για τις ενότητες, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι έμειναν ικανοποιημένοι από το υποστηρικτικό υλικό του μαθήματος και τον τρόπο με τον οποίο είχε οργανωθεί.

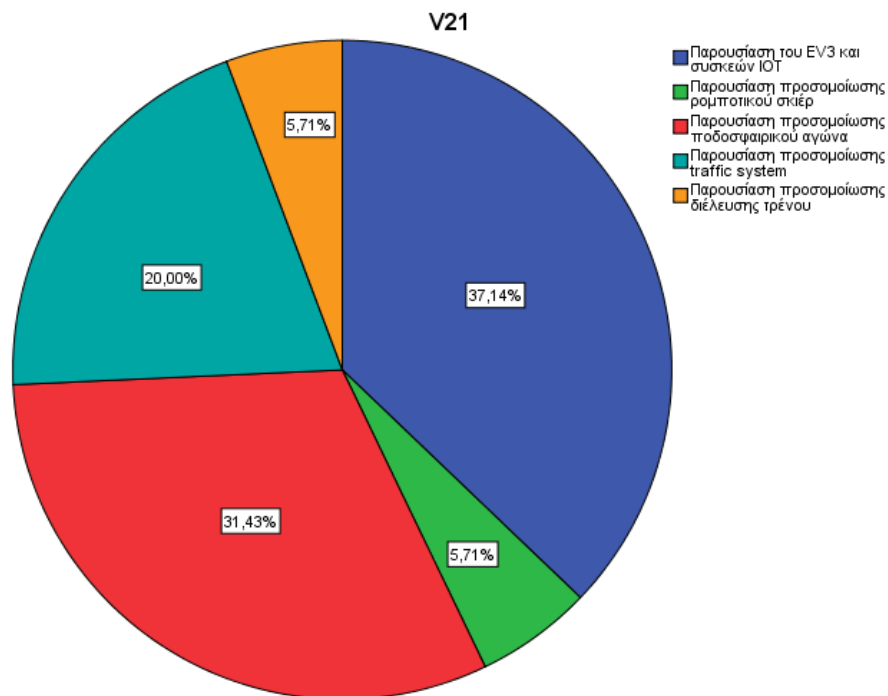
Αποτελέσματα της 13<sup>ης</sup> ερώτησης που αφορά τη γνώμη των φοιτητών για το πόσο απαιτητικές ήταν οι εργασίες που τους ανατέθηκαν συνολικά.



**Εικόνα 57: Απαντήσεις για το πόσο απαιτητικές ήταν οι εργασίες του μαθήματος**

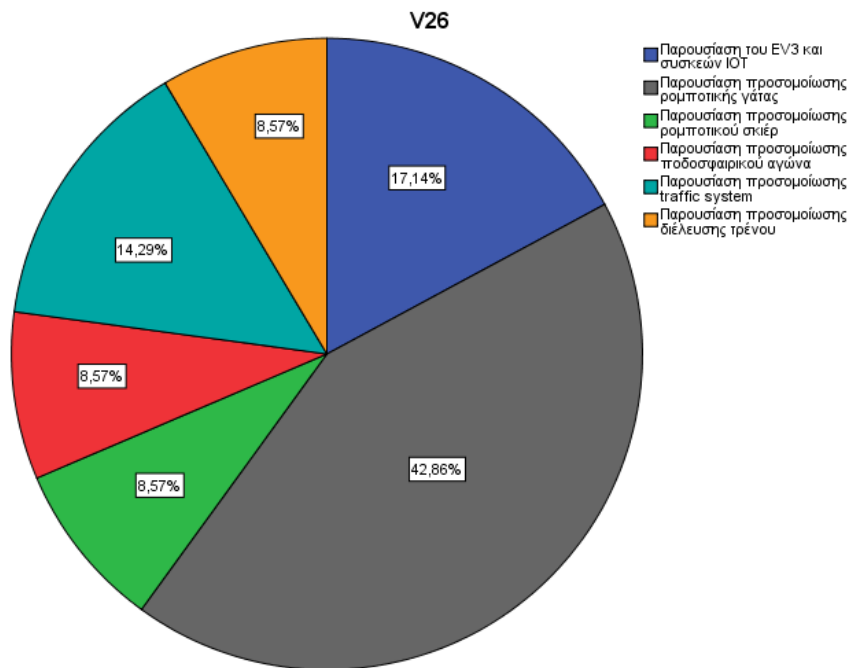
Οι εκπαιδευόμενοι σε ένα μεγάλο ποσοστό (54,29%) θεωρούν ότι οι εργασίες που τους ανατέθηκαν απαιτούσαν κάποια σημαντική προσπάθεια από την πλευρά τους, ώστε να διεκπεραιωθούν. Το 31,43% θεωρεί ότι οι εργασίες ήταν πολύ απαιτητικές, ενώ το 14,29% θεωρεί ότι οι απαιτήσεις των εργασιών ήταν μικρές. Από τις απαντήσεις εκλείπει η τιμή «καθόλου», καθώς δεν επιλέχθηκε από τους φοιτητές. Λόγω του ότι επρόκειτο το σενάριο να πραγματοποιηθεί σε φοιτητές, οι δραστηριότητες που επιλέχθηκαν ήταν αρκετά σύνθετες προκειμένου οι φοιτητές να υλοποιήσουν όχι μόνο τις προσομοιώσεις, αλλά και να εξασκήσουν την αλγοριθμική τους σκέψη που ήταν ήδη ανεπτυγμένη.

Αποτελέσματα της 14<sup>ης</sup> ερώτησης που ζητούσε από τους φοιτητές να ταξινομήσουν τις δραστηριότητες που διδάχθηκαν με βάση την προτίμησή τους. Με αυτόν τρόπο θα μπορούσαμε να διαπιστώσουμε ποιες δραστηριότητες τους άρεσαν περισσότερο.



**Εικόνα 58: Οι δραστηριότητες που άρεσαν περισσότερο στους φοιτητές**

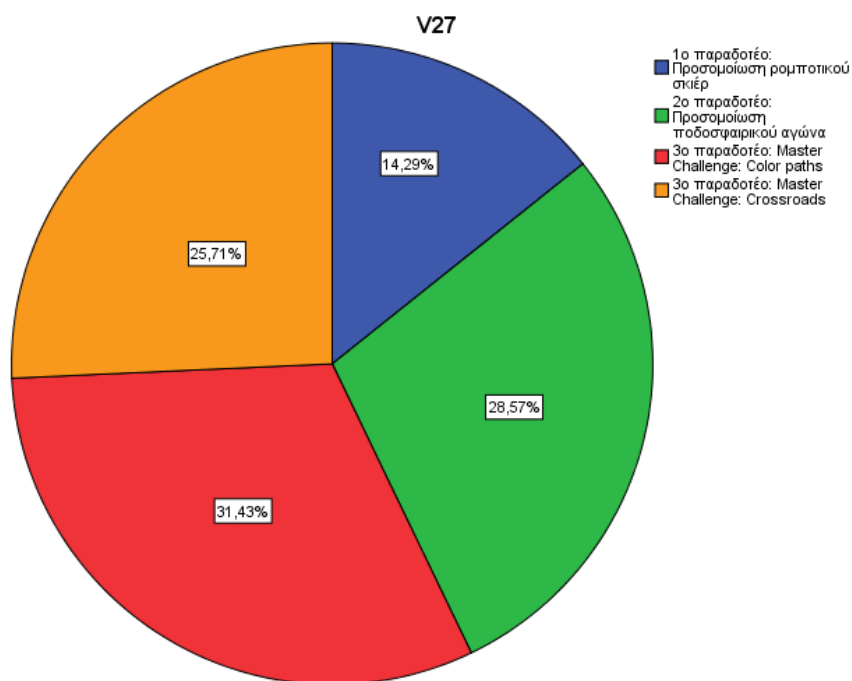
Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα της ταξινόμησης οι εκπαιδευόμενοι κατέταξαν πρώτη σε προτίμηση την ενότητα που αφορούσε την παρουσίαση του ρομπότ EV3 και των συσκευών IOT με ποσοστό 37,14%. Ακολουθεί η παρουσίαση της προσομοίωσης ενός ποδοσφαιρικού αγώνα, στην οποία οι εκπαιδευόμενοι είχαν την πρώτη τους επαφή με τις εντολές του ρομποτικού βραχίονα. Σημαντικό ποσοστό για την πρώτη θέση κατείχε η παρουσίαση ενός «έξυπνου» συστήματος διαχείρισης κίνησης των δρόμων, στην οποία ένα ρομποτικό περιπολικό καταδιώκει τους ρομποτικούς παραβάτες. Επισημαίνεται ότι κανένας από τους εκπαιδευόμενους δεν επέλεξε τη προσομοίωση της ρομποτικής γάτας για την πρώτη θέση γι αυτό απουσιάζει το ποσοστό της.



**Εικόνα 59: Οι δραστηριότητες που άρεσαν λιγότερο στους φοιτητές**

Όσον αφορά την τελευταία θέση προτίμησης των εκπαιδευομένων, την καταλαμβάνει η παρουσίαση της προσομοίωσης μιας ρομποτικής γάτας που κυνηγάει ποντίκια με σημαντικό ποσοστό 42,86%. Η δραστηριότητα αυτή αφορούσε εισαγωγικές έννοιες πάνω στη ρομποτική και ήταν η πρώτη προσομοίωση των εκπαιδευομένων στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0. Ο βαθμός δυσκολίας της ήταν μικρός, χωρίς να περιλαμβάνει πολύπλοκες προγραμματιστικές ρομποτικές εντολές. Θεωρούμε ότι οι εκπαιδευόμενοι ενδέχεται να ανέπτυξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον όσο οι δραστηριότητες γινόταν πιο σύνθετες.

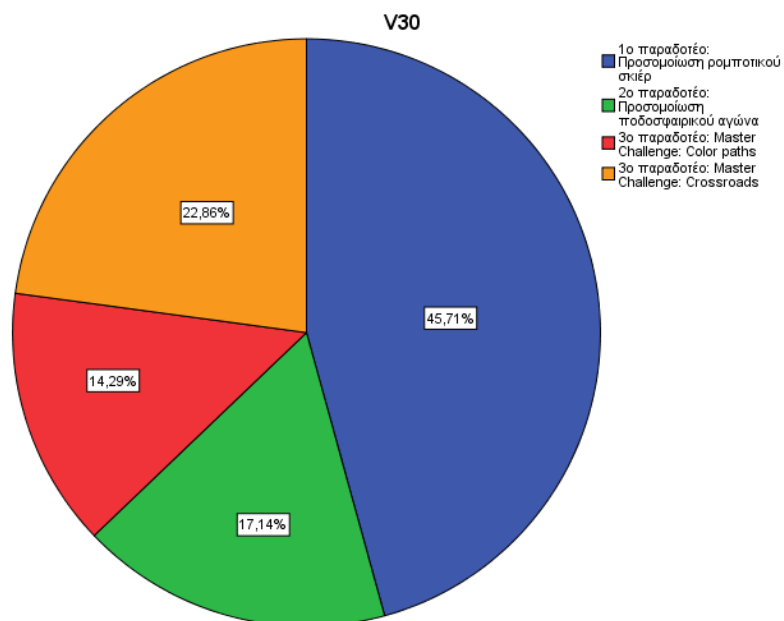
Αποτελέσματα της 15<sup>ης</sup> ερώτησης που ζητούσε από τους φοιτητές να ταξινομήσουν τις εργασίες που κλήθηκαν να υλοποιήσουν με βάση την προτίμηση τους. Με αυτόν τρόπο θα μπορέσουμε να διαπιστώσουμε ποιες δραστηριότητες τους άρεσαν περισσότερο.



**Εικόνα 60: Οι εργασίες που άρεσαν περισσότερο στους φοιτητές**

Όσον αφορά την κατάταξη προτίμησης των φοιτητών για τις εργασίες που τους ανατέθηκαν παρατηρούμε ότι στην πρώτη θέση το 31,43% επέλεξε το 3<sup>ο</sup> παραδοτέο: Master Challenge: Color paths, δηλαδή μία από τις δύο τελικές εργασίες που είχαν να υλοποιήσουν. Ακολουθούν για την πρώτη θέση της κατάταξης οι δραστηριότητες 2<sup>ο</sup> παραδοτέο: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα και 3<sup>ο</sup> παραδοτέο: Master Challenge: Crossroads.

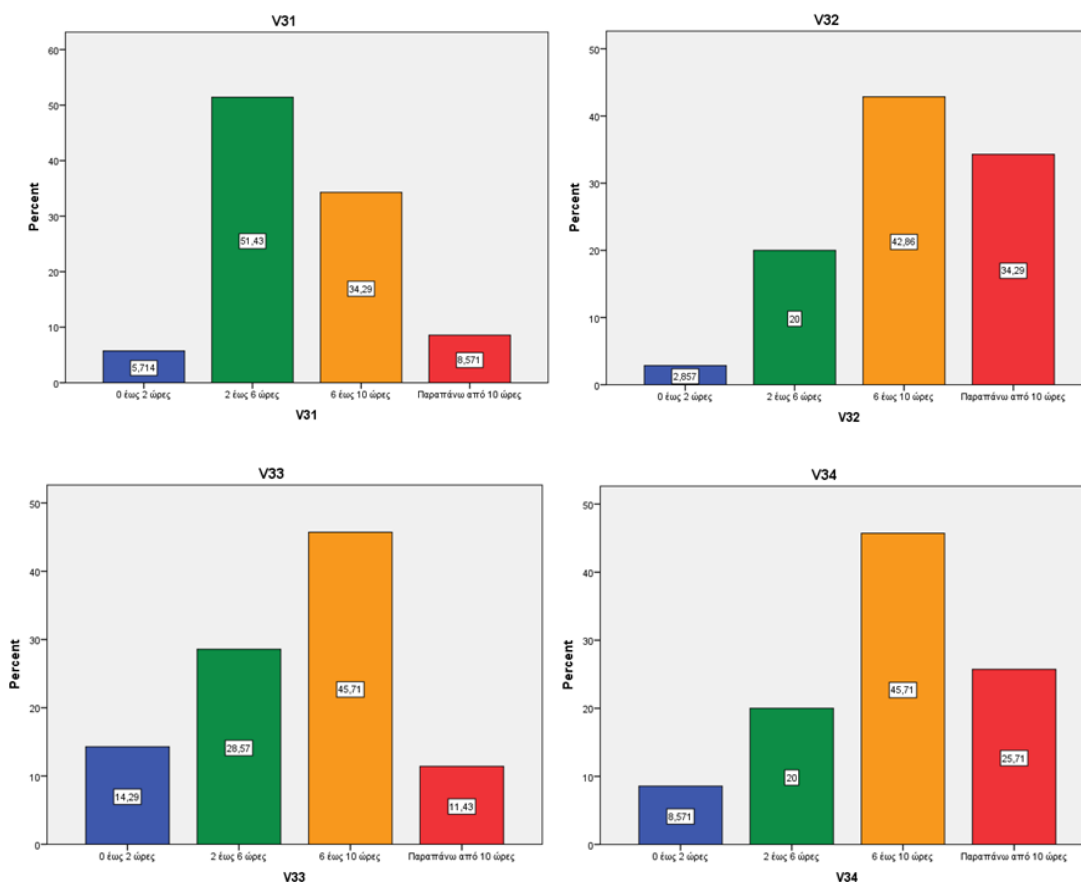




**Εικόνα 61: Οι εργασίες που άρεσαν λιγότερο στους φοιτητές**

Την τελευταία θέση στην κατάταξη της προτίμησης των φοιτητών κατέλαβε το 1<sup>ο</sup> παραδοτέο: Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ με σημαντικό ποσοστό 45,71%. Πρόκειται για τη λιγότερο απαιτητική εργασία σε σχέση με τις υπόλοιπες καθώς στόχος της ήταν να κατανοήσουν τις αρχικές έννοιες. Όπως παρατηρήσαμε και στην ταξινόμηση των ενοτήτων οι φοιτητές ενδέχεται να ανέπτυξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον όσο οι εργασίες που τους ανατέθηκαν γίνονταν πιο σύνθετες.

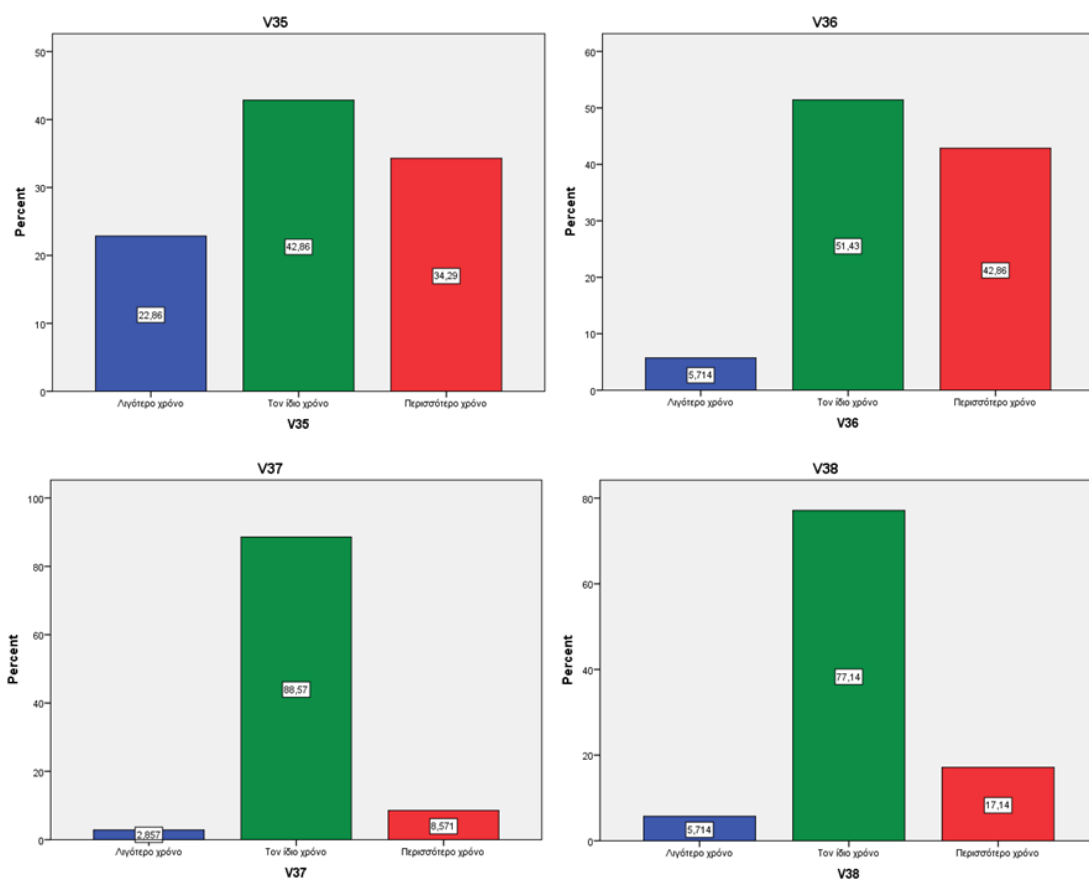
Αποτελέσματα της των ερωτήσεων 16 έως 19 σχετικά με το χρόνο που αφιέρωσαν οι φοιτητές για κάθε εργασία που έπρεπε να παραδώσουν.



**Εικόνα 62: Απαντήσεις για το χρόνο που αφιέρωσαν οι φοιτητές για κάθε εργασία**

Στα παραπάνω ραβδογράμματα παρουσιάζονται οι ώρες που διέθεσαν οι εκπαιδευόμενοι για την υλοποίηση του κάθε παραδοτέου. Ο χρόνος αυτός είναι σημαντικός γιατί θα μας βοηθήσει να εκτιμήσουμε το πόσο απαιτητικές ήταν η καθεμία από τις εργασίες από την πλευρά των φοιτητών. Παρατηρούμε ότι το 51,43% αφιέρωσε 2 έως 6 ώρες για το πρώτο παραδοτέο. Το 2<sup>ο</sup> παραδοτέο φαίνεται να ήταν το πιο απαιτητικό, καθώς ένα σημαντικό ποσοστό της τάξεως του 34,29% χρειάστηκε παραπάνω από 10 ώρες για να το υλοποιήσει. Τις 2 τελευταίες εργασίες του Master Challenge, η πλειοψηφία των φοιτητών χρειάστηκε από 6 έως 10 ώρες για να τις υλοποιήσει.

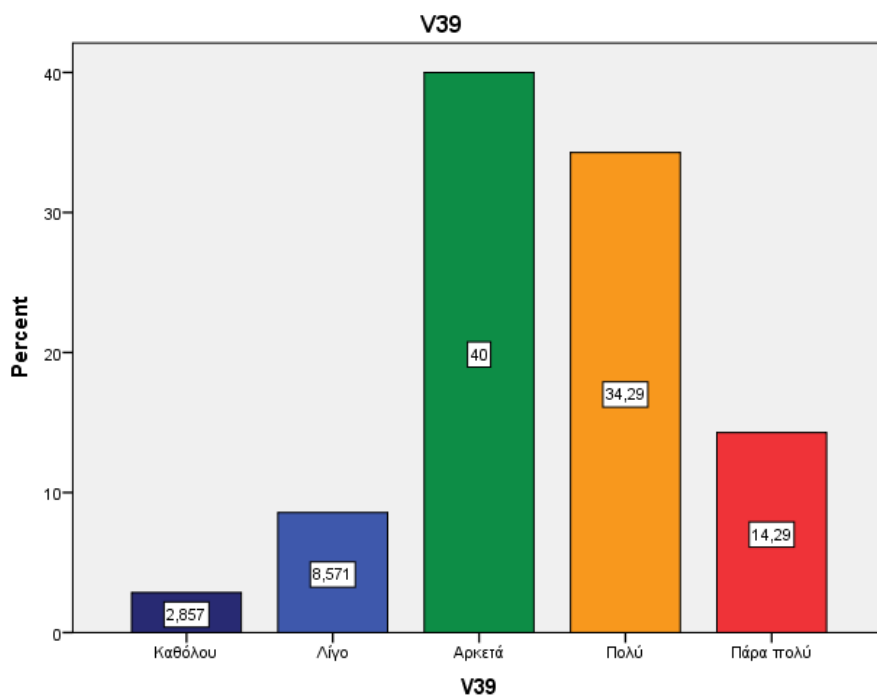
Αποτελέσματα των ερωτήσεων 20 έως 23 αναφορικά με τη θέση των μαθητών για το χρόνο που θα αφιέρωναν για κάθε εργασία αν μπορούσαν να την υλοποιήσουν ξανά.



**Εικόνα 63: Απαντήσεις για το χρόνο που θα αφιέρωναν αν υλοποιούσαν ξανά τις εργασίες**

Προσπαθώντας να ερμηνεύσουμε τα αποτελέσματα και για τις 4 εργασίες οι φοιτητές θεωρούν σε σημαντικό ποσοστό ότι ο χρόνος που αφιέρωσαν επαρκούσε για την υλοποίηση των εργασιών, γεγονός που δείχνει ότι είχαν κατανοήσει τις απαιτήσεις των εργασιών από άποψη χρόνου και δυσκολίας. Επιπλέον, τα αποτελέσματα αυτής της ερώτησης είναι αρκετά ενθαρρυντικά για το χρονοδιάγραμμα των δραστηριοτήτων, έτσι όπως αυτό είχε αρχικά οριστεί κατά τη σχεδίαση του εκπαιδευτικού σεναρίου.

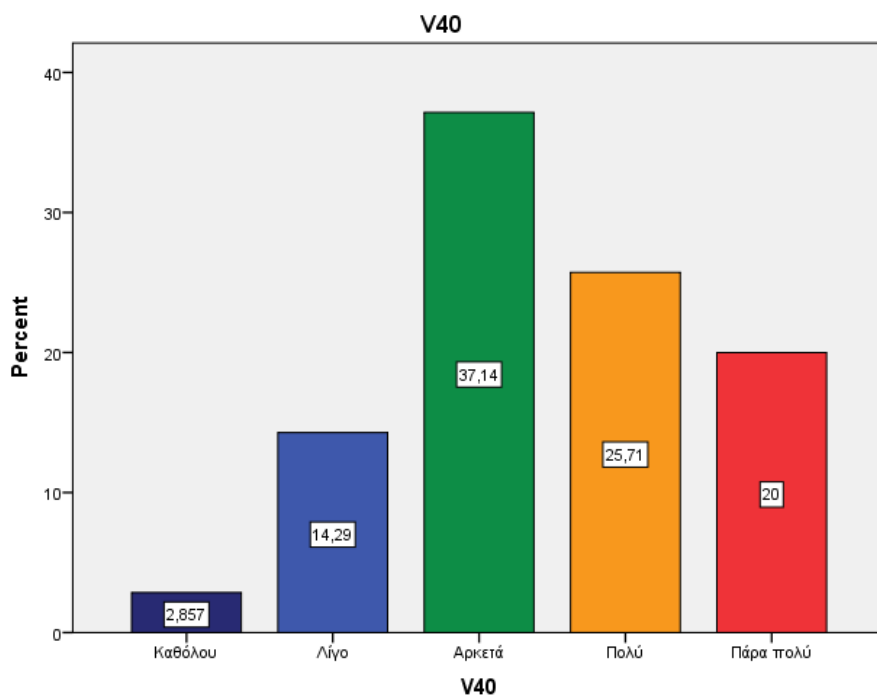
Αποτελέσματα 24<sup>ης</sup> ερώτησης αναφορικά με την ανάπτυξη ενδιαφέροντος των φοιτητών για το αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής.



**Εικόνα 64: Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για τη ρομποτική**

Παρατηρούμε ότι το 88,58% των φοιτητών θεωρεί ότι η συγκεκριμένη δράση τους παρότρυνε θετικά, ώστε να ασχοληθούν με το αντικείμενο της ρομποτικής στο μέλλον. Ένα σημαντικό αθροιστικό ποσοστό (38,5%) επέλεξε τις απαντήσεις «πολύ» και «πάρα πολύ».

Αποτελέσματα 25<sup>ης</sup> ερώτησης αναφορικά με την ανάπτυξη ενδιαφέροντος των φοιτητών σχετικά με νέες εφαρμογές του Internet of Things.



**Εικόνα 65: Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για το IoT**

Το εκπαιδευτικό σενάριο φαίνεται να επηρέασε θετικά τους φοιτητές, ώστε να γνωρίσουν νέες εφαρμογές του Internet of Things. Συγκεκριμένα, το 82,85% των φοιτητών δήλωσε μια θετική στάση προς αυτήν την κατεύθυνση, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό της τάξεως του 45,71% επηρεασμένο σε υψηλό βαθμό («πολύ» έως «πάρα πολύ») από την εκπαιδευτική δράση επιθυμεί να διερευνήσει νέες εφαρμογές του IoT.

### **5.7 Ανάλυση επίδοσης εκπαιδευομένων**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδοσης των φοιτητών στις εργασίες που τους ανατέθηκαν, ώστε να μπορέσουμε να διαπιστώσουμε αν οι εκπαιδευόμενοι κατέκτησαν τους γνωστικούς στόχους που είχαν αρχικά τεθεί στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό σενάριο. Τα ποσοστά επιτυχίας αφορούν τους 82

φοιτητές που συμμετείχαν στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Η βαθμολογία των φοιτητών για το κάθε παραδοτέο κυμαίνεται από 0 έως 10 και το ποσοστό επιτυχίας αφορά το σύνολο των φοιτητών, οι οποίοι σημείωσαν βαθμό από 5 και πάνω.

Εργασίες προς παράδοση	Ποσοστό Επιτυχίας
1 <sup>ο</sup> Παραδοτέο:	
Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ	93,90%
2 <sup>ο</sup> Παραδοτέο:	
Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα	87,80%
3 <sup>ο</sup> Παραδοτέο: Color paths	89%
3 <sup>ο</sup> Παραδοτέο: Crossroads	86,58%

**Πίνακας 4: Ποσοστά επιτυχίας των φοιτητών σε κάθε μία από τις εργασίες**

Όπως παρατηρούμε και από τον πίνακα 4 τα ποσοστά επιτυχίας των φοιτητών σε κάθε εργασία που τους ανατέθηκε είναι αρκετά υψηλά, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι στόχοι του εκπαιδευτικού προγράμματος επετεύχθησαν σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό. Βέβαια το ποσοστό επιτυχίας από μόνο του δεν μας εξασφαλίζει ότι οι επιδόσεις τους κυμάνθηκαν σε υψηλά επίπεδα σε κάθε εργασία. Γι αυτό στο επόμενο βήμα προσπαθούμε να αναλύσουμε την επίδοση των φοιτητών σε καθεμία από τις εργασίες τους.

Εργασίες προς παράδοση	Ποσοστό με βάση το βαθμό επίδοσης			
	Υψηλή	Αρκετά καλή	Μέτρια	Χαμηλή
1 <sup>ο</sup> Παραδοτέο: Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ	25,60%	51,21%	14,63%	6,1%
2 <sup>ο</sup> Παραδοτέο: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα	42,68%	39%	6%	12,19%
3 <sup>ο</sup> Παραδοτέο: Color paths	47,56%	32,92%	7,31%	10,97%
3 <sup>ο</sup> Παραδοτέο: Crossroads	46,34%	24,39%	18,29%	9,75%

**Πίνακας 5: Κατηγοριοποίηση της επίδοσης των φοιτητών σε κάθε μία από τις εργασίες**

Προσπαθώντας να ερμηνεύσουμε τα αποτελέσματα της επίδοσης των φοιτητών σε κάθε ένα από τα παραδοτέα τους, παρατηρούμε ότι στην πρώτη εργασία που είχαν να υλοποιήσουν μία προσομοίωση ενός ρομποτικού σκιέρ, η πλειοψηφία των φοιτητών είχε «αρκετά καλή» επίδοση (51,21%) γεγονός αρκετά ενθαρρυντικό, καθώς αυτή ήταν η πρώτη προσπάθεια αυτών να δημιουργήσουν μίας προσομοίωση στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0. Μάλιστα στην πρώτη εργασία ένα σημαντικό ποσοστό (25,60%) είχε υψηλή επίδοση. Όσον αφορά τις υπόλοιπες εργασίες φαίνεται ότι οι εκπαιδευόμενοι άρχισαν να αφομοιώνουν σε μεγάλο βαθμό

το αντικείμενο του μαθήματος και να εκπληρώνουν τους στόχους της κάθε εργασίας, για αυτό και οι επιδόσεις της πλειοψηφίας κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα.

## 5.8 Ευρήματα

Το εκπαιδευτικό σενάριο, στο οποίο αναφερόμαστε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας επιδιώκει να εισάγει τους μαθητές στον κόσμο της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things μέσω της υλοποίησης προσομοιώσεων στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0. Αναλύοντας τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι φοιτητές, καθώς και των επιδόσεων που σημείωσαν στις εργασίες επιχειρήθηκε η απάντηση στα βασικά ερωτήματα της αξιολόγησης.

*Ερώτημα 1<sup>ο</sup> : Εκπληρώθηκαν οι προκαθορισμένοι στόχοι του εκπαιδευτικού προγράμματος;*

Για την απάντηση αυτού του ερωτήματος αξιοποιήθηκαν αφενός οι απαντήσεις των φοιτητών στη σχετική ερώτηση του ερωτηματολογίου αφετέρου το σύνολο των επιδόσεων τους στις ανατεθείσες εργασίες. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, το 91,43% των φοιτητών θεωρεί ότι εκπληρώθηκαν οι προκαθορισμένοι γνωστικοί στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου. Η τοποθέτηση τους αυτή επιβεβαιώνεται και από την αξιολόγηση, την οποία πραγματοποίησε ο εκπαιδευτικός, καθώς και τα ποσοστά επιτυχίας σε κάθε μία από τις εργασίες ήταν υψηλά. Το ίδιο ισχύει και για τις υψηλές επιδόσεις που σημείωσαν στις τρεις από τις τέσσερις ανατεθείσες εργασίες με ποσοστά σε κάθε μία από αυτές πάνω από 40%. Επομένως, κρίνεται ότι οι γνωστικοί στόχοι της διδακτικής παρέμβασης, επιτεύχθηκαν σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό.



*Ερώτημα 2<sup>ο</sup> : Ήταν απαραίτητη η προϋπάρχουσα γνώση των φοιτητών σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things για την εκπλήρωση των προκαθορισμένων στόχων του εκπαιδευτικού προγράμματος;*

Όπως προκύπτει από τη σχετική ερώτηση του ερωτηματολογίου που αφορούσε τη διερεύνησης της προϋπάρχουσας γνώσης των φοιτητών σχετικά με το αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του Internet of Things, η πλειονότητα των εκπαιδευόμενων είχε ελάχιστη ή καθόλου γνώση για τα δύο γνωστικά αντικείμενα του εκπαιδευτικού σεναρίου. Παρ' όλα αυτά λαμβάνοντας υπόψη το εύρημα του 1<sup>ου</sup> ερωτήματος, σχετικά με την επίτευξη των γνωστικών στόχων, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η προϋπάρχουσα γνώση των φοιτητών σχετικά με τα γνωστικά αντικείμενα δεν ήταν απαραίτητη για τη συμμετοχή τους στο μάθημα.

*Ερώτημα 3<sup>ο</sup> : Έμειναν ικανοποιημένοι οι φοιτητές από τα βασικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού σεναρίου (αντικείμενο μαθήματος, εκπαιδευτικό υλικό, εκπαιδευτικοί);*

Για την απάντηση σε αυτό το ερώτημα αξιοποιήθηκαν οι απαντήσεις των φοιτητών στις σχετικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Αρχικά, όσον αφορά το αντικείμενο του μαθήματος, ένα υψηλό ποσοστό των φοιτητών (85,72%) ισχυρίστηκε ότι η συμμετοχή του στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα επηρεάστηκε θετικά από το αντικείμενο τους μαθήματος (εκπαιδευτική ρομποτική – Internet of Things). Ακόμη, οι εκπαιδευόμενοι έμειναν ικανοποιημένοι σε ποσοστό 85,5% από το εκπαιδευτικό υλικό που τους δόθηκε. Επιπλέον, από τις απαντήσεις των φοιτητών σχετικά με τη συνολική εμπειρία τους από την εκπαιδευτική δράση, προκύπτει ότι ένας από τους σημαντικούς λόγους ικανοποίησης τους από το μαθησιακό υλικό ήταν ότι δεν περιείχε μεγάλο όγκο πληροφοριών προς μελέτη. Επιπρόσθετα, οι απαντήσεις των φοιτητών σχετικά με την ικανοποίησή τους από τους εκπαιδευτικούς που ενεπλάκησαν στη συγκεκριμένη δράση κρίνονται ήταν θετικές σε ποσοστό πάνω από 90%. Αξίζει να σημειωθεί ότι το υψηλό ποσοστό θετικών απαντήσεων (94,29%) των φοιτητών αναφορικά με τον βαθμό ικανοποίησής του από το εκπαιδευτικό

πρόγραμμα συνολικά είναι σε συμφωνία με την ικανοποίησή τους από τα επιμέρους χαρακτηριστικά του μαθήματος. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι ο βαθμός ικανοποίησης των φοιτητών από το σύνολο των χαρακτηριστικών του εκπαιδευτικού προγράμματος είναι υψηλός.

*Ερώτημα 4<sup>ο</sup> : Έμειναν ικανοποιημένοι οι φοιτητές από το εργαλείο που χρησιμοποίησαν για τη δημιουργία προσομοιώσεων;*

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των φοιτητών στη σχετική ερώτηση του ερωτηματολογίου προκύπτει ότι σε ποσοστό 94,28% εκείνοι έμειναν ευχαριστημένοι από το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch 2.0, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο δημιουργίας προσομοιώσεων. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με ορισμένες δια ζώσης παρατηρήσεις αρκετών φοιτητών. Σύμφωνα με αυτές τις παρατηρήσεις κάποιες εντολές που συνδέονταν με την κίνηση του φυσικού ρομπότ EV3 στον πραγματικό κόσμο απαιτούσαν αρκετή προσπάθεια, ώστε να αποτυπωθούν σωστά σε επίπεδα προσομοίωσης στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0. Ένα χαρακτηριστικό πρόβλημα που αντιμετώπισαν στο περιβάλλον του Scratch 2.0 είναι η διαφοροποίηση του τρόπου μέτρησης της απόστασης σε σχέση με τον τρόπο που το EV3 την μετρά μέσω του αισθητήρα υπερήχων. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε αυτές τις περιπτώσεις ήταν αρκετά υποστηρικτικός, καθώς η δυσκολία στην αντιστοίχιση του πραγματικού με τον εικονικού κόσμου δεν θέλαμε να αποτελέσει εμπόδιο, όσον αφορά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων τους. Συμπερασματικά, λόγω του υψηλού ποσοστού θετικών απαντήσεων των φοιτητών σχετικά με το εργαλείο δημιουργίας προσομοιώσεων καταλήγουμε στο ότι αυτό υπήρξε εύχρηστο για τους φοιτητές, αλλά αντιμετώπισαν δυσκολίες αναφορικά με την αποτύπωση εντολών ρομποτικής στο περιβάλλον του Scratch 2.0.

*Ερώτημα 5<sup>ο</sup> : Ο τρόπος με τον οποίο είχε οργανωθεί το μάθημα (ενότητες) σε ποιο βαθμό βοήθησε τους φοιτητές στη δημιουργία των δικών τους προσομοιώσεων;*

Αξιοποιώντας τα δεδομένα που προέκυψαν από σχετική ερώτηση του ερωτηματολογίου, παρατηρήθηκε ότι το 91,43% των φοιτητών θεωρεί ότι η οργάνωση του μαθήματος τους βοήθησε σε σημαντικό βαθμό στην προσπάθεια υλοποίησης των δικών τους προσομοιώσεων. Η άποψη αυτή ενισχύεται από τις απαντήσεις των φοιτητών αναφορικά με τις εμπειρίες τους από την εκπαιδευτική παρέμβαση, στις οποίες ξεχώρισαν τον τρόπο με τον οποίο είχε δομηθεί το μάθημα. Τα προαναφερθέντα υποδηλώνουν ότι ο τρόπος με τον οποίο οργανώθηκε το μάθημα, δηλαδή συνοπτικά η θεωρητική προσέγγιση, η μελέτη περιπτώσεων προσομοιώσεων και η επεξήγηση των ανατεθεισών εργασιών, συνέβαλε στη δημιουργία των δικών τους προσομοιώσεων.

*Ερώτημα 6<sup>ο</sup> : Ποιες εκπαιδευτικές δραστηριότητες από αυτές που διδάχθηκαν και υλοποίησαν, τους άρεσαν περισσότερο / λιγότερο;*

Εξετάζοντας τις απαντήσεις της ερώτησης ταξινόμησης των δραστηριοτήτων που διδάχθηκαν προέκυψε ότι η δραστηριότητα που προσέλκυσε περισσότερο το ενδιαφέρον των φοιτητών ήταν η Παρουσίαση του ρομπότ EV3 και των συσκευών IoT. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα διέφερε από τις υπόλοιπες, τις οποίες διδάχθηκαν, καθώς περιελάμβανε τη χρήση του πραγματικού ρομπότ και πραγματικών IoT συσκευών, γεγονός που πιθανότατα εξηγεί αυτήν τους την προτίμηση. Όσον αφορά τη δραστηριότητα με τη μικρότερη προτίμηση, αυτή είναι η προσομοίωση μιας ρομποτικής γάτας με αρκετά σημαντικό ποσοστό. Αυτό ίσως οφείλεται στο χαμηλό βαθμό δυσκολίας, ο οποίος χαρακτηρίζει αυτήν τη δραστηριότητα όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

Όσον αφορά τα ποσοστά των προτιμήσεων των φοιτητών σχετικά με την κάθε προσομοίωση που υλοποίησαν δεν διαφέρουν σημαντικά, γεγονός που δείχνει ότι όλες οι δραστηριότητες επιλέχθηκαν ως πρώτη προτίμηση αρκετών φοιτητών. Παρά

ταύτα η πρώτη εργασία που τους ανατέθηκε (Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ) κατέλαβε σημαντικό ποσοστό (45,71%) στην τελευταία θέση προτίμησής τους. Όπως προαναφέρθηκε, πρόκειται για μια εργασία χαμηλότερης δυσκολίας σε σχέση με τις υπόλοιπες. Επιπρόσθετα, οι μαθητές δεν είχαν εξοικειωθεί πλήρως με το αντικείμενο του μαθήματος, όταν υλοποίησαν τη συγκεκριμένη δραστηριότητα.

*Ερώτημα 7<sup>ο</sup> : Ο χρόνος που τους δόθηκε για την ολοκλήρωση των παραδοτέων επαρκούσε σε σχέση με τη δυσκολία τους;*

Για την απάντηση αυτού του ερωτήματος χρησιμοποιήθηκαν δύο ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Η πρώτη ερώτηση αφορούσε τον βαθμό δυσκολίας των παραδοτέων. Ένα μεγάλο ποσοστό των φοιτητών (54,26%) χαρακτήρισε τις ανατεθείσες εργασίες ως «αρκετά» απαιτητικές. Η τοποθέτηση αυτή έρχεται σε συμφωνία με την αρχική επιδίωξη του εκπαιδευτικού, ο οποίος σχεδίασε τις δραστηριότητες, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στο επίπεδο των φοιτητών. Οι φοιτητές, στη δεύτερη ερώτηση σχετικά με το πόσο χρόνο θα αφιέρωναν για κάθε παραδοτέο εάν μπορούσαν να το υλοποιήσουν ξανά, απάντησαν σε σημαντικό ποσοστό ότι θα αφιέρωναν τον ίδιο χρόνο για την υλοποίηση του κάθε παραδοτέου. Αυτό υποδηλώνει, ότι έχοντας συνειδητοποιήσει τον βαθμό δυσκολίας της κάθε εργασίας, θεώρησαν τον χρόνο που τους είχε δοθεί αρκετό για την ολοκλήρωσή τους.

*Ερώτημα 8<sup>ο</sup> : Η υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου κατάφερε να αναπτύξει το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things;*

Για την απάντηση αυτού του ερωτήματος αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα που προέκυψαν από τις δύο σχετικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Οι φοιτητές στη μία ερώτηση απάντησαν σε σημαντικό ποσοστό, 88,58%, ότι το ενδιαφέρον τους για την εκπαιδευτική ρομποτική αυξήθηκε παρακολουθώντας τη συγκεκριμένη

εκπαιδευτική δράση. Αντιστοίχως, όσον αφορά το ενδιαφέρον των φοιτητών για μελλοντική ενασχόληση με νέες εφαρμογές του Internet of Things, σε σημαντικό ποσοστό (82,85%) αυτό αυξήθηκε με την παρακολούθηση του εκπαιδευτικού προγράμματος. Συμπερασματικά, παρατηρούμε ότι οι θεματικές του εκπαιδευτικού σεναρίου ενίσχυσαν το ενδιαφέρον μελλοντικής ενασχόλησης των εκπαιδευόμενων με την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things.

Εκτός από τα ευρήματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των φοιτητών και από την επίδοσή τους στο εν λόγω μάθημα, οδηγηθήκαμε και σε συμπεράσματα και από συνολική εικόνα των φοιτητών, η οποία διαμορφώθηκε από τον εκπαιδευτικό κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Ειδικότερα, οι προτάσεις και οι ιδέες που διατύπωσαν οι φοιτητές, τόσο κατά τη διάρκεια τους μαθήματος όσο και κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων στις οποίες ενεπλάκησαν, ήταν αρκετά καινοτόμες και πρωτότυπες. Μάλιστα κάποιες από τις ιδιαίτερες λύσεις που πρότειναν στις εργασίες τους παρουσιάστηκαν σε επίπεδο τάξης, με αποτέλεσμα οι φοιτητές να επεκτείνουν τους τη γνωστική τους εμπειρία σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική και το Internet of Things. Τέλος, οι φοιτητές που συμμετείχαν στην προαιρετική δραστηριότητα του προγραμματισμού ενός ρομπότ EV3 μέσω του λογισμικού Lego Mindstorms Education EV3, κατάφεραν να επιτύχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό οφείλεται ότι ήδη είχαν κατανοήσει τις ρομποτικές εντολές και όπως επεσήμαναν και στον εκπαιδευτικό δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες παρότι ήταν η πρώτη τους επαφή με το λογισμικό.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα επιχειρήσουμε να οδηγηθούμε σε κάποια συμπεράσματα μέσω της σύγκρισης ενός μέρους των ευρημάτων, τα οποία προέκυψαν από τη διαδικασία αξιολόγησης του εκπαιδευτικού προγράμματος της παρούσας εργασίας με αντίστοιχα ευρήματα άλλων παρόμοιων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων.

Όσον αφορά την ικανοποίηση των εκπαιδευόμενων από το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικής Lego Mindstorms, οι Ελευθεριώτη κ.ά. (2010) κατέληξαν στη διαπίστωση ότι οι εκπαιδευόμενοι έμειναν ικανοποιημένοι από την αξιοποίηση του εκπαιδευτικού Lego Mindstorms NTX στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που υλοποίησαν και το ξεχώρισαν ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο διδασκαλίας. Στο εκπαιδευτικό σενάριο, το οποίο σχεδιάσαμε χρησιμοποιήθηκε η επόμενη έκδοση του Lego Mindstorms NTX, δηλαδή το LM EV3, για το οποίο η ικανοποίηση των φοιτητών ήταν μεγάλη. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από διάφορες πιλοτικές έρευνες (Νικολός κ.α., 2008; Karatrantou & Panagiotakopoulos, 2008), σύμφωνα με τις οποίες οι διάφορες εκδόσεις του εκπαιδευτικού πακέτου Lego Mindstorms μπορούν να αξιοποιηθούν ως χρήσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία.

Σύμφωνα με τον Ξυνόγαλο (2010), η σειρά μαθημάτων που πραγματοποίησε χρησιμοποιώντας ρομποτικές προσομοιώσεις στο περιβάλλον προγραμματισμού Karel κατάφερε να προκαλέσει το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων. Αντιστοίχως, για το εκπαιδευτικό πρόγραμμα της παρούσας εργασίας, το οποίο περιελάμβανε δραστηριότητες προσομοίωσης της κίνησης του ρομπότ μέσω του περιβάλλοντος του Scratch 2.0, παρατηρήσαμε ότι το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων αναπτύχθηκε τόσο για το αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος, όσο και τη μελλοντική τους ενασχόληση με αυτή.

Όσον αφορά το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch, σύμφωνα με τους Καψιμάλη και Σάμψων (2011) φάνηκε φιλικό σε όλους τους μαθητές λόγω της εύκολης εξοικείωσης και της κατανόησης της σημασίας της κάθε οπτικής εντολής.

Στη δική μας περίπτωση, εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα και η ευχρηστία του περιβάλλοντος για τη δημιουργία προσομοιώσεων. Τα ευρήματα που προέκυψαν ήταν εξίσου θετικά. Επομένως κατανοούμε ότι το συγκεκριμένο εργαλείο προσφέρεται για την αξιοποίηση του από διάφορες εκπαιδευτικές βαθμίδες και για την εκμάθηση διάφορων γνωστικών αντικειμένων.

Η πρόταση διδασκαλίας των Ορφανάκη και Παπαδάκη (2014) για την εκμάθηση του προγραμματισμού μέσω του συνδυασμού της πλακέτας Arduino με το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch συνέβαλε στην κατανόηση των τεχνολογικών εννοιών από την πλευρά των εκπαιδευόμενων. Στην εκπαιδευτική πρόταση της παρούσας εργασίας συνδυάστηκε η πλακέτα Raspberry Pi και το περιβάλλον προσομοίωσης του Scratch 2.0 με στόχο την εισαγωγή των μαθητών στις έννοιες του Internet of Things. Ο συνδυασμός αυτός επέφερε θετικά αποτελέσματα καθώς οι εκπαιδευόμενοι κατάφεραν κατακτήσουν τους γνωστικούς στόχους αναφορικά με τη συγκεκριμένη θεματική. Επομένως, μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός του Scratch με το Internet of Things μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για την επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Συμπερασματικά, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η σχεδίαση και υλοποίηση ενδιαφερουσών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων μπορεί να μεταδοθεί στους εκπαιδευόμενους, μέσω της συμμετοχής τους στον κατάλληλο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, το οποίο θα περιλαμβάνει τη χρήση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Scratch 2.0 σε συνδυασμό με την υποστήριξη του ρομποτικού πακέτου Lego Mindstorms EV3, καθώς και των συσκευών IoT επιφέροντας τα επιθυμητά αποτελέσματα.





## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

### **Ξενόγλωσση βιβλιογραφία**

Abbasy, M. B., & Quesada, E.V. (2017). Predictable Influence of IoT (Internet of Things) in the Higher Education. International Journal of Information and Education Technology (IJJET).

Aldowah, H., Ghazal, S. & Muniandy, B. (2015). Issues and Challenges of Using E-Learning in a Yemeni Public University. Indian Journal of Science and Technology.

Alimisis, D. (2009). School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE). Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods.

Armstrong, J. S. (2011). "Natural learning in higher education," Encyclopedia of the Sciences of Learning.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher

Carbonaro, M., Rex, M., Chambers, J. (2004). Using LEGO Robotics in a ProjectBased Learning Environment. The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning, Vol. 6, No 1. Ανακτήθηκε 13/2/2018 από <http://imej.wfu.edu/articles/2004/1/02/printver.asp>

Chambers, J.M. & Carbonaro, M. (2003). Designing, Developing, and Implementing a Course on LEGO Robotics for Technology Teacher Education. Journal of Technology and Teacher Education, 11(2), 209- 241. Norfolk, VA: AACE

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας. Νέα συμπληρωμένη και αναθεωρημένη Έκδοση.: Μεταίχμιο , Αθήνα.

Dewey, J. (1997). Experience and Education. Touchstone Edition. New York: Simon and Schuster.

Druin, A. and Hendler, J. A. (Eds.).(2000). "Robots for kids: exploring new technologies for learning", Morgan Kaufmann. Fisher, R. (2008), Teaching Thinking: Philosophical Enquiry in the Classroom, Continuum.

Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010 (pp. 4006-4014). Chesapeake, VA: AACE.

Jonassen D. (2000), Revisiting Activity Theory as a Framework for Designing Student- Centered Learning Environments, In D. Jonassen & S. Land (Eds). Theoretical foundations of Learning Environments, LEA.

Klassner, F., & Anderson, S. (2003). "LEGO Mind Storms: Not just for K-12 anymore", IEEE Robotics and Automation Magazine.

Kordaki, M. (2012). Diverse categories of programming learning activities could be performed within Scratch. In Proceedings of 4 th World Conference on Educational Sciences, 02-02/2012, Barcelona, Spain, Procedia- Social and Behavioral Sciences.

Menegatti, E., & Moro, M. (2010, November). Educational Robotics from highschool to Master of Science. In Workshop Proceedings of Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots.

Pallavi Sethi and Smruti R. Sarangi. (2017, January). "Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications, Journal of Electrical and Computer Engineering. Ανακτήθηκε 11/5/2018 από:

<https://www.hindawi.com/journals/jece/2017/9324035/>

Papert, S. (1991). Situating Constructionism. In S.Papert and I.Harel (eds.) Constructionism, Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation.

Patel, K., Patel S. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges, International

Journal of Engineering Science and Computing. Ανακτήθηκε 29/4/2018 από <http://ijesc.org/upload/8.pdf>

Piaget, J. (1974). To understand is to invent. New York: Basic Books.

Sargent, R., Resnick, M., Martin, F., and Silverman, B. (1996). Building and Learning with Programmable Bricks. In Constructionism in Practice, edited by Y. Kafai and M. Resnick. Lawrence Erlbaum. Hillsdale, NJ.

Resnick, M., Silverman, B. (2005). Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids, Proceedings of Interaction Design and Children conference, Boulder, CO.

Rodríguez, C. A. V., Lavalle, M. M. and. Elías, R. P. (2015), “Modeling student engagement by means of nonverbal behavior and Decision trees,” IEEE International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering (ICMEAE).

Sotiriou, S., Xanthoudaki, M., Calcagnini, S., Zervas, P., Sampson, D. G., & Bogner, F. X. (2012). (E. S.A, Ed.) The PATHWAY to Inquiry-Based Science Teaching.

Tianbo, Z. (2012). The internet of things promoting higher education revolution. in Multimedia Information Networking and Security (MINES), 2012 Fourth International Conference on.

Turbak, F. & Berg, R. (2002), Robotic Design Studio: Exploring the big ideas of engineering, Liberal Arts Environment, Journal of Science Education and Technology, 11(3), 237 – 253.

Vermesan, A. O. & Friess, P. (2014). “Internet of things — From research and innovation to market deployment,” River Publishers Series in Communication.

Zhiqiang, H. and Z. Junming, (2011). The Application of Internet of Things in Education and Its Trend of Development [J]. Modern Distance Education Research.

## Ελληνική βιβλιογραφία

Αλεξόπουλος, Κ., Ρόμπολα, Ε. (2013). Εκπαιδευτική Ρομποτική: ανακαλύπτοντας όχι μόνο αυτό “που πρέπει”. Μια εφαρμογή με Lego Mindstorms NXT, Arduino και Processing. Στα πρακτικά Εργασιών 5<sup>ου</sup> Συνεδρίου Conference on Informatics in Education.

Βουνάτσος, Γ., Μέγα, Α. (2011). Η μεθοδολογία TERECoP και τα LEGO Mindstorms στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: μια μελέτη περίπτωσης, Στα Πρακτικά Εργασιών 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», Σύρος.

Ελευθεριώτη, Ε., Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ. (2010), Χρησιμοποιώντας τα Lego Mindstorms NXT για τη διδασκαλία του Προγραμματισμού σε ένα διαθεματικό πλαίσιο: μία πιλοτική μελέτη, 7ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Κόρινθος.

Ετεοκλέους – Γρηγορίου, Ν. & Ψωμάς Χ. (2012). Ενσωμάτωση ρομποτικής ως εκπαιδευτικό - διαθεματικό εργαλείο από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. 8<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Βόλος.

Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ. & Ευαγγελίδης, Γ.(2005). Μία Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms, Στα Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Η Διδακτική της Πληροφορικής, Κόρινθος.

Καυμιάλη, Β., & Σάμψων, Δ.(2011). Πιλοτική Μελέτη Περίπτωσης Αξιοποίησης του Εργαλείου Scratch στην Σχολική Εκπαίδευση 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής.

Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιερρή, Ε. (2006). Οι ρομποτικές κατασκευές Lego Mindstorms στην κατανόηση Εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο: Μια Μελέτη Περίπτωσης, Στα Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, Θεσσαλονίκη.

Καρατράντου, Α., Τάχος Ν., Αλιμήσης Δ. (2005). Εισαγωγή σε βασικές αρχές και δομές Προγραμματισμού με τις ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής, Κόρινθος.

Κολοκοτρώνης, Δ., & Μπαράς, Γ. (2014). Εκπαιδευτική Ρομποτική: Διδασκαλία βασικών δομών προγραμματισμού με τη χρήση της γλώσσας Enchanting (Scratch like). 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής.

Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. Αθήνα: Εκδ. Νέες Τεχνολογίες.

Κόμης, Β. (2005). Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής. Αθήνα: Εκδ. Κλειδάριθμος

Κόμης, Β. & Μικρόπουλος, Α. (2001). Πληροφορική και Εκπαίδευση. Πάτρα: Εκδόσεις Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου.

Κυριακού, Γ., Φαχαντίδης, Ν. (2012). Διδακτική της Πληροφορικής με εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, βασισμένης στην Εποικοδομητική θεωρία. 6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής», Φλώρινα.

Μπακόπουλος, Ν. (2014). Η συμβολή της γλώσσας προγραμματισμού Scratch, στην οικοδόμηση της δομής επιλογής κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε μαθητές του Δημοτικού, στο πλαίσιο της υλοποίησης του Νέου Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για τις ΤΠΕ, Πάτρα.

Νικολός, Δ., & Κόμης, Β. (2010). 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής. Μία διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch.

Νικολός, Δ., Καρατράντου, Α., & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (2008). Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για τη κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού. Στο Β. Κόμης (επιμ.), Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής (σ. 221-230). Πάτρα.

Ξυνόγαλος, Σ. (2010). Η Διδασκαλία της Έννοιας της Διαδικασίας με Χρήση του Ρομπότ Karel σε Μαθητές Γυμνασίου: μια μελέτη περίπτωσης, Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Αθήνα 9-11 Απριλίου, 105-114

Ορφανάκης, Β., Παπαδάκης, Σ. (2014). Μια δραστηριότητα διδασκαλίας προγραμματισμού με τη χρήση του Scratch για Arduino (S4A), 6th Conference on Informatics in Education, Κέρκυρα.

Παλιούρας, Α. (2015). Κατασκευή και προγραμματισμός αυτόνομου ρομποτικού οχήματος για την αποκομιδή των απορριμμάτων της πόλης μας. Πρακτικά Εργασιών 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής, , Καστοριά, 24-26 Απριλίου.

Φράγκου Σ., Γρηγοριάδου Μ., (2009). Μεταγνωστικές δεξιότητες στα πλαίσια ανάπτυξης συνθετικών εργασιών, στο 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γνωσιακής Επιστήμης, Πάρος.

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Σωτηρόπουλος, Δ. (2014). Ψηφίζω Εκπαιδευτική Ρομποτική!. Ηλεκτρονικά διαθέσιμο: <http://www.e-paideia.org/content>

<http://edurobotics.weebly.com/epsilonkappaialphaiotadeltaepsilonupsilontaiiotakappa942-rhoomicronmupiomicrontaiiotakappa942.html>

<https://www.lego.com/en-us/mindstorms/history>

<https://scratch.mit.edu>

<https://www.lego.com/en-us/mindstorms/>

[https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/microsoft-robotics/bb483076\(v=msdn.10\)#Benefits](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/microsoft-robotics/bb483076(v=msdn.10)#Benefits)

<https://www.robologix.com/>

<http://www.anykode.com/index.php>

<http://openrave.org/>

<http://carmen.sourceforge.net/intro.html>

<https://github.com/LLK/scratchx/wiki>

<http://wrohellas.gr/>

[http://firstlegoleague.gr/fil/?gclid=EAIaIQobChMI3fHBsoeN3QIVDeWaCh0a3wWDEAAYASA AEgLCUvD\\_BwE](http://firstlegoleague.gr/fil/?gclid=EAIaIQobChMI3fHBsoeN3QIVDeWaCh0a3wWDEAAYASA AEgLCUvD_BwE)

<http://www.robocup.org/>





## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εκπαιδευτικού σεναρίου

### ΠΡΟΫΠΑΡΧΟΥΣΑ ΓΝΩΣΗ



Πριν παρακολουθήσεις το συγκεκριμένο μάθημα σε τι βαθμό γνώριζες:

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα πολύ
για τη Ρομποτική	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
για το Internet of Things	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ



Επίλεξε την απάντηση που σου ταιριάζει:

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα Πολύ
Πόσο σου άρεσε το μάθημα "Εκπαιδευτικό Σχεδιασμός";	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Πόσο θετικά επηρεάστηκε η συμμετοχή σου στο μάθημα λόγω της Ρομποτικής (EV3) και του Internet of Things;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Πόσο ικανοποιημένος/η είσαι:

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα Πολύ
από το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
από τον Εκπαιδευτή του μαθήματος (Ιωάννη Λιόμα)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
από τον Εκπαιδευτή του μαθήματος (Αντώνη Μπαρέκα)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
από το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0 ως εργαλείο δημιουργίας προσομοιώσεων;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\*  
Θεωρείς ότι το μάθημα αυτό κάλυψε τους αρχικούς του στόχους;

Ναι

Όχι

\*  
Ποιους αρχικούς στόχους ΔΕΝ κάλυψε το μάθημα;

Ανάφερε οτιδήποτε άλλο θεωρείς ότι θα ήθελες να πείς για την εμπειρία σου.

\*  
Επίλεξε την απάντηση που σου ταιριάζει:

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα Πολύ
1. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι οι ενότητες που διδαχθήκατε σε βοήθησαν στη διαδικασία δημιουργίας ρομπωτικών προσομοιώσεων;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Πόσο απαιτητικές ήταν οι εργασίες που σας ανατέθηκαν συνολικά;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Παρακαλώ τοποθετήστε τις ενότητες που διδαχθήκατε (Οι επιλογές σας) σε φθίνουσα σειρά προτίμησης στο πεδίο Η ταξινόμησή σας.

Διπλό κλικ ή σύρσιμο και απόθεση αντικειμένων από τη λίστα στ' αριστερά για να μετακινηθούν στα δεξιά. Το αντικείμενο με την υψηλότερη κατάταξη θα πρέπει να είναι στην κορυφή δεξιά, κινούμενο διαμέσου του αντικειμένου με την χαμηλότερη κατάταξη.

Οι επιλογές σας

Η ταξινόμησή σας

Παρουσίαση του EV3 και συσκευών IoT	
Παρουσίαση προσομοίωσης ρομποτικής γάτας	
Παρουσίαση προσομοίωσης ρομποτικού σκιερ	
Παρουσίαση προσομοίωσης ποδοσφαιρικού αγώνα	
Παρουσίαση προσομοίωσης traffic system	
Παρουσίαση προσομοίωσης διέλευσης τρένου	



Παρακαλώ τοποθετήστε τις εργασίες που σας ανατέθηκαν (Οι επιλογές σας) σε φθίνουσα σειρά προτίμησης στο πεδίο Η ταξινόμησή σας.

Διπλό κλικ ή σύρσιμο και απόθεση αντικειμένων από τη λίστα στ' αριστερά για να μετακινηθούν στα δεξιά. Το αντικείμενο με την υψηλότερη κατάταξη θα πρέπει να είναι στην κορυφή δεξιά, κινούμενο διαμέσου του αντικειμένου με την χαμηλότερη κατάταξη.

Οι επιλογές σας

Η ταξινόμησή σας

1ο παραδοτέο: Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ	
2ο παραδοτέο: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα	
3ο παραδοτέο: Robot Arena: Color_paths	
3ο παραδοτέο: Robot Arena: Crossroads	



Πόσο περίπου χρόνο αφιέρωσες συνολικά στο σπίτι για κάθε παραδοτέο του μαθήματος;

	0 έως 2 ώρες	2 έως 6 ώρες	6 έως 10 ώρες	Παραπάνω από 10 ώρες
Για το 1ο παραδοτέο: Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Για το 2ο παραδοτέο: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Για το 3ο παραδοτέο: Robot Arena: Color_paths	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Για το 3ο παραδοτέο: Robot Arena: Crossroads	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Αν γυρνούσες το χρόνο πίσω θα αφιέρωνες τον ίδιο χρόνο, λιγότερο ή περισσότερο για κάθε παραδοτέο:

	Λιγότερο	Τον ίδιο Χρόνο	Περισσότερο
Για το 1ο παραδοτέο: Προσομοίωση ρομποτικού σκιέρ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Για το 2ο παραδοτέο: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Για το 3ο παραδοτέο: Robot Arena: Color_paths	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Για το 3ο παραδοτέο: Robot Arena: Crossroads	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

\* Πόσο σε παρότρυνε η συγκεκριμένη δράση:

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα Πολύ
να ασχοληθείς με τη Ρομποτική στο μέλλον;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
να γνωρίσεις νέες εφαρμογές του Internet of Things;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Εκφωνήσεις δραστηριοτήτων

### 1<sup>η</sup> Εργασία: Προσομοίωση Ρομπο-Σκιέρ

Καλείστε να δημιουργήσετε ένα πρόγραμμα προσομοίωσης ρομπότ μέσω του περιβάλλοντος Scratch. Το ρομπότ σας διαθέτει δύο κινητήρες για την κίνησή του, έναν αισθητήρα χρώματος και έναν αισθητήρα απόστασης.

Σκοπός είναι το ρομπότ-Σκιέρ να ξεκινά από ένα σημείο συγκεκριμένου χρώματος και να φτάνει στη γραμμή του τερματισμού κάνοντας ελιγμούς (σάλομ) γύρω από τις σημαίες.

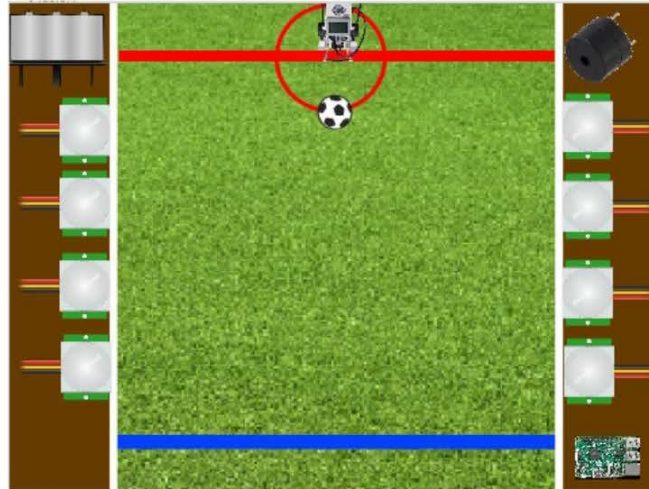
Στα «περάσματα» ανάμεσα στις σημαίες θα υπάρχουν γραμμές, οι οποίες θα εναλλάσσονται σε πράσινο και κόκκινο χρώμα ανά τυχαίο χρόνο. Εάν το «πέρασμα» έχει κόκκινο χρώμα, ο σκιέρ δεν μπορεί να περάσει και πρέπει να αλλάξει κατεύθυνση, ώστε να δοκιμάσει το επόμενο «πέρασμα».

Το πρόγραμμα θα πρέπει να υλοποιηθεί με αμιγώς ρομποτικές εντολές.

#### Συνοδευτικό υλικό

- Παρακολουθήστε το video με την υλοποίηση του σεναρίου.
- Σας δίνεται η πίστα με τη μορφή Scratch προγράμματος για να ξεκινήσετε.

## 2<sup>η</sup> Εργασία: Προσομοίωση ποδοσφαιρικού αγώνα



Βελτιώστε τον πηγαίο κώδικα της άσκησης του ποδοσφαιρικού αγώνα έτσι ώστε:

### 1<sup>η</sup> φάση: Προγραμματισμός των ρομπότ: Παράδοση έως 19/11:

- Κάθε φορά που ξεκινάει το πρόγραμμα να εμφανίζεται τυχαίος αριθμός αμυντικών (από 3 έως 4)
- Οι αμυντικοί θα πρέπει να εμφανίζονται μέσα στις διαστάσεις του ποδοσφαιρικού χώρου και να μην ακουμπάει ο ένας τον άλλο.
- Ο επιθετικός θα πρέπει να αποφεύγει όλους τους αμυντικούς ανεξαρτήτου της διάταξης που έχουν στον αγωνιστικό χώρο.

### 2<sup>η</sup> φάση: Internet of Things: Παράδοση έως 26/11:

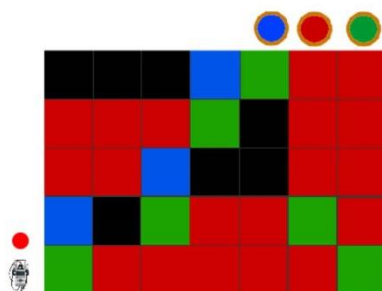
- Κατά την εκκίνηση του αγώνα ξεκινάει αντίστροφη μέτρηση 3 δευτερολέπτων και στη συνέχεια ο διαιτητής σφυρίζει την έναρξη του αγώνα (μονό σφύριγμα). Μόνο τότε ο επιθετικός μπορεί να ξεκινήσει την κίνηση του.
- Αν ο επιθετικός ακουμπήσει (ή βρεθεί σε ελάχιστη απόσταση από) κάποιον από τους αισθητήρες κίνησης που βρίσκονται αριστερά και δεξιά των πλάγιων

άσπρων γραμμών θα πρέπει να ανιχνεύεται η κίνηση εκτός των γραμμών του γηπέδου και να ακούγεται σφύριγμα (μονό) από τον διαιτητή. Επιπρόσθετα όταν βγει out θα πρέπει να ξαναγυρίσει στη σέντρα (κέντρο του κόκκινου κύκλου) κάνοντας μια οποιαδήποτε διαδρομή προς αυτό το σημείο.

- Αν ο επιθετικός σκοράρει θα πρέπει ο πίνακας του σκορ να αναβοσβήσει για μερικά δευτερόλεπτα. Στο Sprite scoreboard σας δίνονται οι 2 ενδυμασίες που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε προκειμένου να φτιάξετε αυτό το εφέ.
- Προσθέστε timer (με ότι τιμές εσείς κρίνετε) ώστε ο διαιτητής να σφυρίζει τη λήξη (τριπλό σφύριγμα).
- Προγραμματίστε τα gpio-pins στο raspberry pi.

**Σημείωση:** χρησιμοποιείστε τα περιφερειακά του raspberry pi για την υλοποίηση των διαδικασιών του Internet of Things (ανίχνευση κίνησης, buzzer, φωτισμός).

### 3<sup>η</sup> Εργασία: 1<sup>η</sup> δραστηριότητα Master Challenge



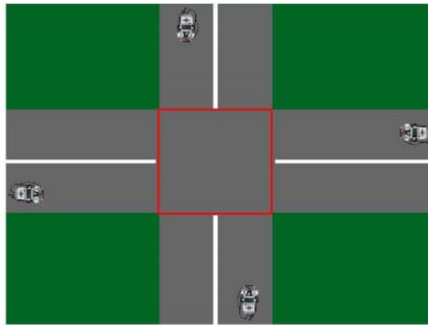
Δημιουργήστε μια προσομοίωση, στην οποία το ρομπότι:

- Θα εντοπίζει μια μπάλα τυχαίου χρώματος (κόκκινο-μπλε-πράσινο). Κάθε φορά που ξεκινάει η προσομοίωση το χρώμα της μπάλας θα είναι τυχαίο.
- Μόλις εντοπίσει την μπάλα θα την σηκώνει με τον βραχίονα.
- Υπάρχουν 3 πιθανές διαδρομές από τις οποίες μπορεί να περάσει το ρομπότι ανάλογα με το χρώμα της μπάλας όπως φαίνεται και στο βίντεο `colour_paths.mp4` το οποίο σας δίνεται. Η είσοδος στην κατάλληλη διαδρομή της πίστας θα γίνεται μετά από προκαθορισμένο χρόνο.
- Μετά την είσοδο του στην πίστα θα πρέπει να ακολουθεί την κατάλληλη διαδρομή **όχι προκαθορισμένα**, αλλά χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο αισθητήρα. Μπορείτε να κάνετε χρήση ενός αισθητήρα πολλαπλές φορές.
- Στο τέλος της διαδρομής του θα πρέπει να αφήνει την μπάλα στο καλάθι του αντίστοιχου χρώματος.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το έτοιμο template με τα αντικείμενα που σας δίνετε.

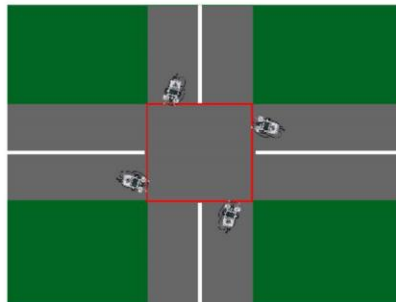


### 3<sup>η</sup> Εργασία: 2<sup>η</sup> δραστηριότητας Master Challenge



Δημιουργήστε μια προσομοίωση, στην οποία:

- Τέσσερα διαφορετικά ρομπότ-οχήματα θα ξεκινάνε από 4 διαφορετικές κατευθύνσεις από τη δεξιά λωρίδα (βλέπε παραπάνω εικόνα). Η κίνηση του κάθε ρομπότ θα γίνεται μετά από τυχαίο χρόνο (Προτείνεται από 1 έως 20 δευτερόλεπτα).
- Όταν το ρομπότ όχημα φτάσει στην πλευρά του κόκκινου τετραγώνου, την οποία θα συναντήσει πρώτη, θα σταματάει και θα στρίβει δεξιά (προτείνονται οι 15 μοίρες), ώστε να ελέγξει αν έρχεται άλλο όχημα από τα δεξιά του. Αν όλα τα οχήματα φτάσουν ταυτόχρονα θα σταματήσουν (βλέπε παρακάτω εικόνα).



- Σε περίπτωση που το ρομπότι όχημα ελέγξει στα δεξιά του και δεν υπάρχει στο οπτικό του πεδίο άλλο ρομπότι ξεκινάει την πορεία του τυχαία σε μία από τις 3 πιθανές πορείες (ευθεία - αριστερά - δεξιά) όπως φαίνεται και στο βίντεο [crossroads.mp4](#) που σας δίνεται.
- Λόγω της τυχαίας πορείας τους υπάρχει πιθανότητα σύγκρουσης μετά το πέρασμα τους από την κόκκινη γραμμή.
- Σε περίπτωση που το ρομπότι έχει επιλέξει να στρίψει θα πρέπει να χρησιμοποιήσει αισθητήρα χρώματος προκειμένου να κάνει διορθωτικές κινήσεις και να ευθυγραμμίσει την πορεία του.
- Η προσομοίωση θα σταματάει είτε όταν όλα τα οχήματα φτάσουν στα περιθώρια της πίστας είτε όταν υπάρξει κάποια σύγκρουση. Σε αυτό το σημείο θα σας βοηθήσει η σωστή χρήση των εντολών :



Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το έτοιμο template με τα αντικείμενα που σας δίνετε.

### 3<sup>η</sup> Εργασία: 3<sup>η</sup> δραστηριότητα Master Challenge (προαιρετική)



Κατεβάστε το λογισμικό της Lego για το Ev3 (PC/MAC) από:  
<https://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/download-software>

Προγραμματίστε το Lego Mindstorms Ev3 μέσω του Lego Mindstorms Ev3 Software, ώστε να εκτελεί τα παρακάτω:

- Όσο ο αισθητήρας χρώματος δεν εντοπίζει κάποιο χρώμα να κινείται ευθεία με ισχύ κινητήρα=35
- Αν εντοπίσει κόκκινο χρώμα θα σταματάει.
- Αν εντοπίσει κίτρινο χρώμα θα αυξάνει την ισχύ του κινητήρα σε 50.
- Αν εντοπίσει μπλε χρώμα:
  - Θα σταματάει
  - Θα ειδοποιεί με ήχο
  - Θα κατεβάζει το βραχίονα προκειμένου να πιάσει ένα αντικείμενο και θα συνεχίζει ευθεία με ισχύ κινητήρα=35.
- Το πρόγραμμα θα σταματάει όταν πατηθεί ο αισθητήρας αφής. Τότε το ρομπότ θα ειδοποιεί με ήχο θα σηκώνει το βραχίονα προκειμένου να αφήσει το αντικείμενο, θα προχωράει προς τα πίσω και θα κάνει αναστροφή.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Ρουμπρίκες αξιολόγησης

### Ρουμπρίκα αξιολόγησης 1<sup>ης</sup> Εργασίας

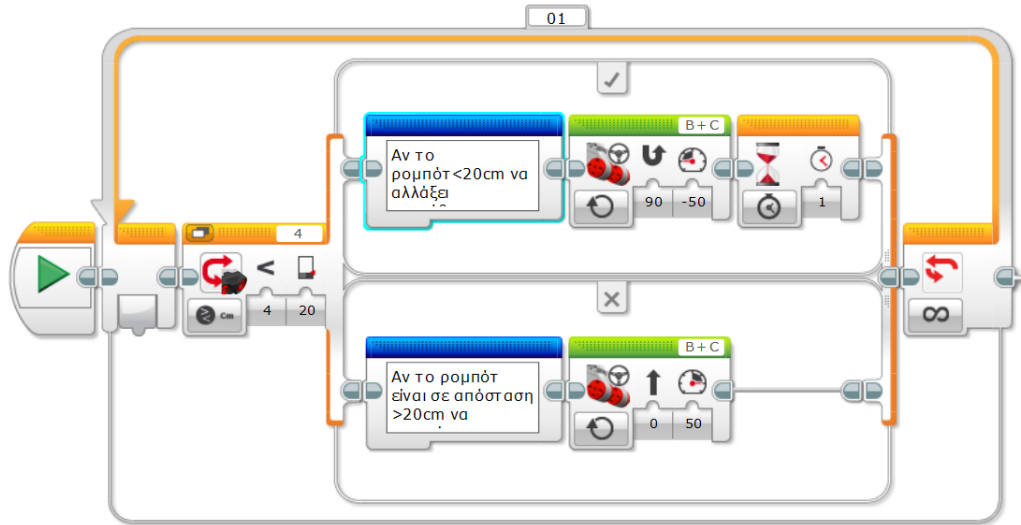
	Λίγο (1)	Μέτρια (2)	Πολύ (3)
<b>Χρήση αισθητήρων</b>	Χρήση ενός αισθητήρα μία φορά	Χρήση ενός αισθητήρα πολλαπλές φορές	Χρήση δύο αισθητήρων
<b>Το ρομπότ «αποφασίζει» ποια κατεύθυνση θα ακολουθήσει</b>	Χρησιμοποιούνται προκαθορισμένες τιμές για την λήψη αποφάσεων	Γίνεται απλή χρήση των δεδομένων που λαμβάνονται από τους αισθητήρες	Τα ληφθέντα δεδομένα επεξεργάζονται (υπολογισμοί)
<b>Το ρομπότ είναι σε θέση να ανταποκριθεί σε «τυχαία» συμβάντα (πχ αλλαγή χρώματος γραμμής)</b>	Παρατηρείται «πάγωμα» ή αδυναμία λήψης απόφασης	Παρατηρείται μερική επιτυχία ή καθυστέρηση στην απόκριση	Επιτυχής και έγκαιρη απόκριση στα συμβάντα.
<b>Η αποδοτικότητα κατά την κίνηση στην πίστα (πχ «ελιγμός» σημαίας)</b>	Παρατηρούνται πρόσθετες μη-αναγκαίες κινήσεις	Δεν ακολουθείται η συντομότερη διαδρομή	Ακολουθείται η συντομότερη διαδρομή με τις λιγότερες δυνατές κινήσεις

## Ρουμπρίκα αξιολόγησης 2<sup>ης</sup> Εργασίας

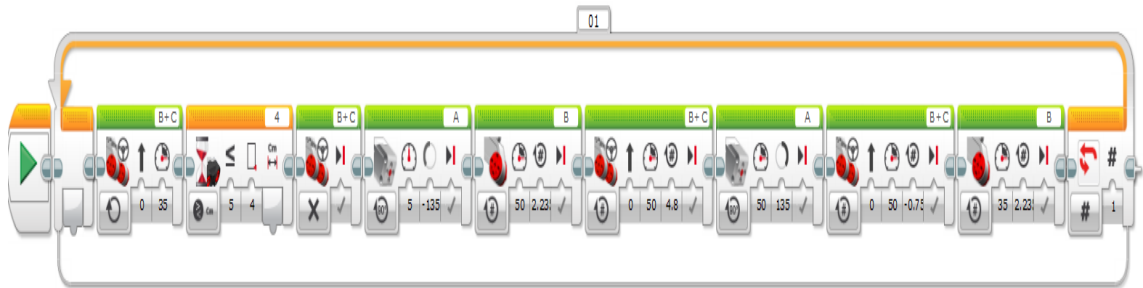
	Λίγο (1)	Μέτρια (2)	Πολύ (3)
<b>Υλοποίηση IoT</b>	Βασική χρήση των περιφερειακών (Αισθητήρων & Συσκευών)	Ανταπόκριση των περιφερειακών σε ερεθίσματα	Εξομοίωση των GPIOs και του τρόπου λειτουργίας του Raspberry Pi (βλέπε πηγαίο κώδικα από προηγούμενες ασκήσεις)
<b>Πρόβλεψη καταστάσεων</b>	Πρόβλεψη ενεργειών στην περίπτωση «out»	Πρόβλεψη ενεργειών στην περίπτωση του «γκολ»	Πρόβλεψη ενεργειών στην περίπτωση που δεν καταφέρει να βάλει «γκολ»
<b>Ικανότητα αποφυγής αντιπάλων</b>	Αποφυγή αντιπάλων που βρίσκονται σε μία ευθεία (με τουλάχιστον ένα κενό ανάμεσά τους)	Αποφυγή αντιπάλων που βρίσκονται σε μη-ευθυγραμμισμένες θέσεις (με τουλάχιστον ένα κενό ανάμεσά τους)	Αποφυγή αντιπάλων που σχηματίζουν "Π" γύρω από τον επιθετικό
<b>Τυχειότητα αμυντικών</b>	Τοποθέτηση αμυντικών εντός του αγωνιστικού χώρου χωρίς επικάλυψη	Τοποθέτηση αμυντικών σε τυχαία $\psi$	Τοποθέτηση αμυντικών σε έξυπνα «σχήματα» με τυχαία $\chi$ και $\psi$

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Κώδικες δραστηριοτήτων

### Εντοπισμός εμποδίων



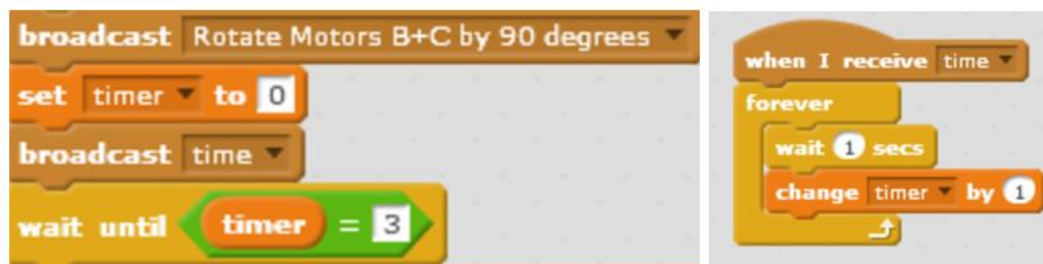
### Μετακίνηση αντικειμένου



## Ρομποτικές εντολές κίνησης – παύσης κινητήρων



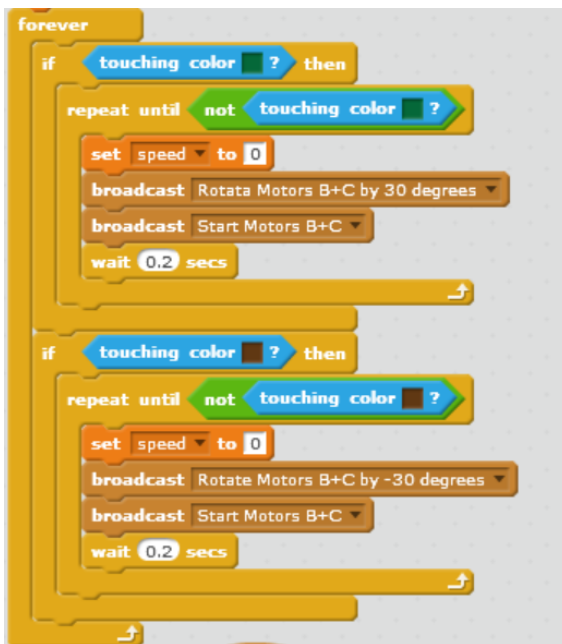
## Αλλαγή κατεύθυνσης για ορισμένα δευτερόλεπτα



## Μείωση ταχύτητας κινητήρα



## Διορθωτικές κινήσεις για αλλαγή κατεύθυνσης



## Προγραμματισμός των GPIO pins του Raspberry Pi





## Ανίχνευση κίνησης από IoT συσκευές

