



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΥΦΥΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ
STEM ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

ΒΟΛΙΑΝΙΤΗ ΜΑΡΙΑ

ΑΜ: 9093202001003

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΣΩΤΗΡΗΣ

ΠΑΤΡΑ, Νοέμβριος 2022

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει στόχο να βοηθήσει όσους θέλουν να ασχοληθούν ή ασχολούνται με τις ψηφιακές τεχνολογίες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και συγκεκριμένα με την εκπαιδευτική ρομποτική. Οι τεχνολογίες αυτές πλέον προσεγγίζονται από τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών ως ένα αντικείμενο του νέου είδους αλφαριθμητισμού αλλά και ως γνωστικό εργαλείο για διεπιστημονική και διαθεματική διδακτική αξιοποίηση. Τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ρομποτικής μπορούν να αποτελέσουν ένα πολύ καλό γνωστικό εργαλείο, το οποίο υποστηρίζει την ανάπτυξη της ψηφιακής παιδείας και εξέλιξης των μαθητών, αλλά και όπως είπαμε και πριν έχει αποδειχθεί χρήσιμο εργαλείο σε διάφορα μαθήματα όπως στον τομέα των STEM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά). Ακόμα, αποτελούν άμεσο βασικό γνωστικό εργαλείο με τον προγραμματισμό, αλλά και για την κριτική σκέψη, την επίλυση προβλημάτων, την δημιουργικότητα, την λήψη αποφάσεων, την ομαδική εργασία, την επικοινωνία και την μοντελοποίηση.

Βασικός σκοπός της εργασίας είναι η συγγραφή αναλυτικού προγράμματος σπουδών για STEM για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις τάξεις της πέμπτης και έκτης Δημοτικού, μαζί με διδακτικά σενάρια STEM και η υλοποίηση μερικών από αυτά σε πλατφόρμα Micro:bit, προγραμματίζοντας με Blocks. Με αυτόν τον τρόπο θα φανεί πόσο εύκολα μπορεί ο υποψήφιος διδάσκων να εισχωρήσει στην τεχνολογία από μικρές κιόλας ηλικίες, δημιουργώντας γρήγορα και με μικρό κόστος τις δικές του εφαρμογές, συνδυάζοντας την μάθηση με το παιχνίδι, παρέχοντας στον εμπλεκόμενο αυτοπεποίθηση και αξιοποίηση του τυχόν ταλέντου που υπάρχει ώστε να εξελιχτεί στον αυριανό μηχανικό ή επιστήμονα.

Λέξεις κλειδιά: Ρομποτική, STEM, Εκπαιδευτικά Σενάρια, Microbit, Προγραμματισμός

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Χριστοδούλου Σωτήρη για την επίβλεψη, την καθοδήγηση αλλά και την πολύτιμη βοήθεια του σε όλη την πορεία εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Ένα μεγάλο ευχαριστώ επίσης στον πρόεδρο του οργανισμού WRO, κύριο Ιωάννη Σομαλακίδη για το υλικό που μου παρείχε ώστε να μπορέσω να πραγματοποιήσω τα εκπαιδευτικά σενάρια, αλλά και στον κύριο Γιώργο Τσαρούχα για την πολύτιμη καθοδήγηση του στο κομμάτι των περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού αλλά και για τις δραστηριότητες που μου παρείχε προς μετατροπή και υλοποίηση τους με micro:bit. Ένα ακόμα θερμό ευχαριστώ αξίζουν και οι εργοδότες – συνεργάτες μου στο Κ.Δ.Α.Π. Καλαμάτας «Παιδεία», για την στήριξη τους όλον αυτό τον καιρό που διήρκησε το μεταπτυχιακό πρόγραμμα.

Επιπλέον, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω και τους υπολοίπους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος «Τεχνολογίες και υπηρεσίες ευφυών συστημάτων Πληροφορικής και επικοινωνιών» του τμήματος ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών του πανεπιστημίου Πατρών για τις χρήσιμες γνώσεις και την βοήθεια που μου προσέφεραν καθ' όλη την διάρκεια της φοίτησής μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου και να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την στήριξη, την βοήθεια και την συμπαράσταση που μου παρείχαν στην διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Κατάλογος Εικόνων.....	5
Κατάλογος Σχημάτων.....	6
Κατάλογος Πινάκων	6
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	6
Δομή Διπλωματικής Εργασίας	8
1. ΕΚΑΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ	9
1.1. Εισαγωγή στην έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής.....	9
1.2. STEM και Εκπαίδευση.....	10
1.3. Παιδαγωγικές προσεγγίσεις	15
1.4. Σχεδιασμός δραστηριοτήτων – Εκπαιδευτικών σεναρίων	16
1.5. Διεξαγωγή δραστηριοτήτων από τους μαθητές.....	16
1.6. Στρατηγική ανάπτυξης σεναρίων	18
2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ STEM	20
2.1. Ορισμοί αναλυτικού προγράμματος σπουδών	20
2.2. Τα 5 Ε του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών.....	22
2.3. Εθνικά Πρότυπα (National Standards).....	23
2.4. Δομή Αναλυτικού προγράμματος STEM – STEM Curriculum	24
2.5. Αναλυτικά προγράμματα σπουδών για STEM σε άλλες χώρες.....	25
2.5.1. STEMNET	25
2.5.2. Research Science Institute (RSI).....	25
2.5.3. Yale Young.....	26
2.5.4. Boston Leadership Institute (BLI).....	27
2.5.5. Stanford STARS.....	27
2.5.6. PROMYS	27
2.5.7. Australian Council for Education Research - ACER	28
2.5.7.1. Primary Connections.....	29
2.5.7.2. EngQuest.....	30
2.5.7.3. CS Unplugged	30
2.6. Ένταξη προγραμμάτων STEM στην Ελλάδα.....	32

2.6.1.	Τυπικά Προγράμματα Σπουδών	34
2.6.2.	Μη τυπικά και Άτυπα Προγράμματα Σπουδών.....	39
2.6.2.1.	Open Schools for Open Societies – OSOS	39
2.6.2.2.	Scientix	40
2.6.2.3.	Hypatia	41
2.6.2.4.	STEM Education	42
3.	ΕΡΓΑΣΙΕΣ – PROJECTS STEM	45
3.1.	Διαγωνισμοί Ρομποτικής	45
3.2.	W.R.O.	46
3.3.	Open Κατηγορία.....	48
3.3.1.	Πανελλήνιος Διαγωνισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής 2022	49
3.3.2.	Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής 2022.....	52
4.	Συγγραφή αναλυτικού προγράμματος σπουδών για την Ε΄ & ΣΤ΄ Δημοτικού	60
4.1.	Εισαγωγή.....	60
4.2.	Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών Ε΄ & ΣΤ΄ Δημοτικού	61
5.	Υλοποίηση διδακτικών σεναρίων σε πλατφόρμα Micro:bit	67
5.1.	Ο μικροελεγκτής Microbt:BBC	67
5.1.1.	Λίγα λόγια για τους μικροελεγκτές.....	67
5.1.2.	Από τον BBC Micro στον Microbit:bbc.....	69
5.1.3.	Περιγραφή ενσύρματης σύνδεσης Microbit:bbc	71
5.1.4.	Προγραμματισμός Microbit:bbc	73
5.2.	Πρώτη γνωριμία με το προγραμματιστικό περιβάλλον “Scratch”	75
5.3.	Γνωριμία με το Lego WeDo.....	76
5.4.	Υλοποίηση Δραστηριοτήτων Ε΄ Δημοτικού	78
5.5.	Υλοποίηση Δραστηριοτήτων Στ΄ Δημοτικού	88
6.	Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	94
	Ξένη βιβλιογραφία	96
	Ελληνική βιβλιογραφία.....	99
	Διαδικτυακές πηγές	100

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 - Ακρωνύμιο STEM	13
Εικόνα 2 - Απαιτήση για STEM στο μέλλον	14
Εικόνα 3 - Στάδια διεξαγωγής εκπαιδευτικής δραστηριότητας	17
Εικόνα 4 - Σχεδιασμός ενός 5E STEM μαθήματος	22
Εικόνα 5 - Σύνθεση κύκλου μάθησης του Kolb και μοντέλου ανάπτυξης καμπύλης S.....	23
Εικόνα 6 - Απόφοιτοι STEM επί του συνόλου αποφοίτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (2016).....	32
Εικόνα 7 – Επιδόσεις μαθητών παγκοσμίως	33
Εικόνα 8 – Ποσοστό γυναικών αποφοίτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ανά πεδίο σπουδών (2018).....	41
Εικόνα 9 - Διαγωνισμός "WRO"	48
Εικόνα 10 - Εξοπλισμός Α'-Δ' Δημοτικού	50
Εικόνα 11 - Εξοπλισμός Open κατηγορίας Γ'-Στ Δημοτικού	51
Εικόνα 12 - Αγροτική παραγωγή και τυποποίηση (περιφερικοί αγώνες Μεσσηνίας)	52
Εικόνα 13 - Εξοπλισμός Open κατηγορίας	53
Εικόνα 14 - project "Alex Bear"	55
Εικόνα 15 - project "Θαλής"	56
Εικόνα 16 - project "SKEye"	57
Εικόνα 17 - Project "Odysseus"	58
Εικόνα 18 - Ο μικροϋπολογιστής BBC Micro	69
Εικόνα 19 - Ο μικροελεγκτής Microbit:bbc.....	69
Εικόνα 20 - Το Hardware του Microbit:bbc	70
Εικόνα 21 - Microbit:bbc Pins	71
Εικόνα 22 - Αρχική σελίδα περιβάλλοντος "MakeCode"	74
Εικόνα 23 - Περιβάλλον προγραμματισμού "MicroPython"	74
Εικόνα 24 - Περιβάλλον προγραμματισμού "Scratch 3"	75
Εικόνα 25 - Περιβάλλον προγραμματισμού "Mind+"	75
Εικόνα 26 - Κιτ Lego WeDo	77
Εικόνα 27 - Επεκτάσεις λογισμικού Scratch	77
Εικόνα 28 - Κωδικόγραμμα 1ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού.....	79
Εικόνα 29 - Ολοκληρωμένο ρομποτικό όχημα Lego με οδηγίες κατεύθυνσης από το Micro:bit.....	80
Εικόνα 30 - Στιγμιότυπα 1ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού	80
Εικόνα 31 - Κωδικόγραμμα 2ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού.....	82
Εικόνα 32α - Ολοκληρωμένο τηλεκατευθυνόμενο Εικόνα 32β. Στιγμιότυπο τηλεκατευθυνόμενου .	82
Εικόνα 33 - Επέκταση οχήματος λαβυρίνθου με αισθητήρα απόστασης.....	83
Εικόνα 34 - Κωδικόγραμμα 3ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού.....	85
Εικόνα 35 - Στιγμιότυπο 3ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού.....	85
Εικόνα 36 - Κωδικόγραμμα 4ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού.....	87
Εικόνα 37 - Στιγμιότυπα από ολοκληρωμένο περιστρεφόμενο.....	87
Εικόνα 38 – Κωδικόγραμμα φορτοεκφορτωτή	89
Εικόνα 39 - Ολοκληρωμένος περιστρεφόμενος φορτοεκφορτωτής.....	89
Εικόνα 40 - Κωδικόγραμμα "Γραμμής Παραγωγής"	91

Εικόνα 41 - Στιγμιότυπα γραμμής παραγωγής.....	91
Εικόνα 42 - Κωδικόγραμμα Ρομποτικού βραχίονα	93
Εικόνα 43 – Στιγμιότυπο ρομποτικού βραχίονα.....	93

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 - Απεικόνιση διαθεματικής φύσης STEM	11
Σχήμα 2 – Φάσεις ανάπτυξης διδακτικού σεναρίου στην ρομποτική	19
Σχήμα 3 – Ανοικτό σύστημα αυτοματισμού	67
Σχήμα 4 – Κλειστό σύστημα αυτοματισμού	68

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 – Πρόγραμμα σπουδών ΤΠΕ Ε' Δημοτικού - ενότητα «Προγραμματίζω τον υπολογιστή»	36
Πίνακας 2 - Πρόγραμμα σπουδών ΤΠΕ ΣΤ' Δημοτικού - ενότητα «Προγραμματίζω τον υπολογιστή»	38
Πίνακας 3 - Στόχοι της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	39
Πίνακας 4 - Χαρακτηριστικά Ολυμπιάδας στην Open κατηγορία.....	52
Πίνακας 5 - Αναλυτικό Πρόγραμμα STEM Ε' Δημοτικού	64
Πίνακας 6 - Αναλυτικό Πρόγραμμα STEM Στ' Δημοτικού.....	66

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΔΕ	Διπλωματική Εργασία
ΔΣ	Διδακτικό Σενάριο
ΕΣ	Εκπαιδευτικό Σενάριο
ΠΕ	Πτυχιακή Εργασία
ΠΣ	Πρόγραμμα Σπουδών
ΕΡ	Εκπαιδευτική Ρομποτική
ΘΕ	Θετικών Επιστημών
WRO	World Robot Olympiad
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών
ΤΠΣ	Τυπικό Πρόγραμμα Σπουδών
ΑΠΣ	Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια τόσο στο εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα, η ρομποτική έχει αποκτήσει σημαντική βαρύτητα και αυξανόμενη εφαρμογή στην εκπαιδευτική διαδικασία. Όλο και περισσότερα σχολεία εντάσσουν στο εκπαιδευτικό τους πρόγραμμα την Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ), ως μια σύγχρονη μέθοδο διδασκαλίας μαθημάτων Θετικών Επιστημών (ΘΕ) και προγραμματισμού ξεκινώντας από μικρές ακόμα ηλικίες. Η τυπική διδασκαλία αλλά και μέθοδοι όπως η «διάλεξη», αρχίζει να ξεπερνιέται και την θέση της παίρνει το παιχνίδι και ο ενεργός ρόλος του μαθητή, αναπτύσσοντας έτσι τις δικές του ικανότητες και δεξιότητες.

Συμπερασματικά, η ΕΡ θεωρείται δικαίως ένας τύπος εκπαιδευτικής τεχνολογίας, η οποία βασίζεται στην οικοδόμηση και συγκεκριμένα στην κατασκευή της γνώσης – εποικοδομισμός (Papert, 1980). Η ύπαρξη του ρομπότ (φυσικού αντικειμένου), επιτρέπει στην εκπαιδευόμενο να αναπτύξει κριτική σκέψη, να εργαστεί δημιουργικά και να ενισχύσει τα μοντέλα της νόησης του μέσα από τα χαρακτηριστικά του λογισμικού συστήματος και του υλικού εξοπλισμού που έχει κάθε φορά στην διάθεσή του. Με άλλα λόγια η ΕΡ δίνει στους μαθητές την δυνατότητα να αναπαριστούν τις γνώσεις τους αλλά και να τις οικοδομούν εξελίσσοντάς τες, καθώς και να ελέγχουν ρεαλιστικά αλλά και εικονικά αντικείμενα αυτενεργώντας.

Στην εργασία αυτή θα γίνει μελέτη των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών για STEM σε άλλες χώρες, αλλά και για το πώς μπορούν αυτά να προσαρμοστούν στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα. Έπειτα, θα γίνει μια ακόμα μελέτη και κατηγοριοποίηση των καλύτερων εργασιών – projects που έχουν παρουσιαστεί σε διάφορους οργανισμούς και κυρίως στον διαγωνισμό ρομποτικής WRO, τόσο σε διεθνές όσο και σε πανελλήνιο επίπεδο, με έμφαση στην κατηγορία Open για παιδιά Δημοτικού.

Στην συνέχεια θα παρουσιαστεί η πρόταση ενός αναλυτικού προγράμματος σπουδών για STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η πρόταση αυτή θα περιλαμβάνει και διδακτικά σενάρια διαβαθμισμένης δυσκολίας με βάση και την παραπάνω μελέτη εργασιών που έχουν κάνει τα τελευταία χρόνια οι μαθητές. Τέλος, θα παρουσιαστεί και η υλοποίηση μερικών ΔΣ σε πλατφόρμα Micro:bit, το ρομποτικό kit LEGO WEDO2, ενώ ως λογισμικό θα χρησιμοποιηθεί το Scratch 3 σε εγκατεστημένη μορφή. Παρά το γεγονός ότι ο μικροελεγκτής Micro:bit χρησιμοποιείται κατά κόρο σε σχολεία στο εξωτερικό, στην Ελλάδα δεν είναι ακόμα τόσο δημοφιλής. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι είναι ένας ισχυρός, φορητός, πλήρως προγραμματιζόμενος υπολογιστής, σχεδιασμένος από το BBC, 70 φορές μικρότερος και 18 φορές πιο γρήγορος από τον προκάτοχό του BBC Micro της δεκαετίας του 1980.

Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα ΔΕ αποτελείται από 6 κεφάλαια:

- Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μια πρώτη προσέγγιση στην Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (ΕΡ), καθώς τονίζεται και η χρησιμότητα της στην εκπαίδευση.
- Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται μελέτη των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών για STEM σε άλλες χώρες, αλλά και η προσαρμογή τους στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα.
- Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται μελέτη και εκτενής κατηγοριοποίηση των καλύτερων εργασιών από διάφορους οργανισμούς ρομποτικής και κυρίως από αυτών που έχουν παρουσιαστεί στον διαγωνισμό WRO σε διεθνές αλλά και πανελλήνιο επίπεδο.
- Στο 4^ο κεφάλαιο, περιγράφεται το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών STEM για τις τάξεις της 5^{ης} και 6^{ης} Δημοτικού.
- Στο 5^ο κεφάλαιο, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή στο υλικό του μικροελεγκτή Microbit, στο περιβάλλον του οπτικού προγραμματισμού που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία των δραστηριοτήτων. Τέλος, παρατίθενται η περιγραφή και η υλοποίηση επτά διαβαθμισμένης δυσκολίας δραστηριοτήτων με την πλατφόρμα Microbit και το κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής της LEGO WeDo2.
- Στο 6^ο κεφάλαιο περιλαμβάνεται η σύνοψη ολόκληρης της διπλωματικής εργασίας, ενώ στο τέλος γίνεται αναφορά σε μελλοντικές επεκτάσεις.

1. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

1.1. Εισαγωγή στην έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής

Οι ρομποτικές κατασκευές σήμερα αλλά και η ευρεία χρήση τους, μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι επηρεάζουν την κοινωνία συνεχώς σε διάφορες εκφάνσεις της καθημερινότητας μας. Η ψυχαγωγία, οι ιατρικές εφαρμογές αλλά και η βιομηχανία είναι κάποιες από αυτές καθώς επίσης και σε διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα σε όλο τον κόσμο μέσω της εκπαιδευτικής προσέγγισης STEM (Science Technology Engineering Mathematics). Αυτό επακόλουθα έχει ως αποτέλεσμα να κάνει την εκπαιδευτική ρομποτική τα τελευταία χρόνια να εδραιώνεται όλο και περισσότερο στην εκπαιδευτική κοινότητα παγκοσμίως αλλά και στην Ελλάδα κάνοντας την δημοφιλή αλλά και αναγκαία.

Το καθημερινό περιβάλλον ενός σύγχρονου ανθρώπου, αποτελεί μια τέλεια αφορμή στο να εισαχθεί μια διεπιστημονική, επιστημονική και διαθεματική προσέγγιση της γνώσης στον χώρο της εκπαίδευσης. «Με την χρήση των ρομπότ είναι δυνατόν να δημιουργήσουμε κλάσεις αντικειμένων, οι οποίες θα μας βοηθήσουν να αντιμετωπίσουμε κλάσεις προβλημάτων και να διευκολύνουμε κλάσεις μάθησης» (Vivet, 1988).

Η μαθησιακή αυτή μέθοδος της «ρομποτικής» (robotics), αποτελεί ένα κράμα από διάφορες επιστήμες. Στηρίζεται σε νόμους Φυσικής, οι αρχές και οι μέθοδοι που χρησιμοποιεί στηρίζονται σε μεθόδους της Μηχανικής και της Τεχνολογίας, μέσω των Μαθηματικών χρησιμοποιεί αλγεβρικούς υπολογισμούς χρησιμοποιώντας την αλγοριθμική σκέψη και τέλος φυσικά μεγάλο της κομμάτι αποτελείται από τον προγραμματισμό από τον τομέα της Πληροφορικής. Βάση της EP, από την εκπαιδευτική μεριά είναι ο «κατασκευαστικός εποικοδομισμός (constructionism), γεγονός που στηρίζεται έντονα και από την άποψη του Piaget, (1974) ο οποίος λέει ότι χειρισμός αντικειμένων από τα παιδιά είναι πολύ σημαντικό κομμάτι της εκπαίδευσης, ώστε αυτά τα ίδια να κατασκευάσουν τις γνώσεις τους.

Με το εκπαιδευτικό ρομπότ, επιτρέπεται στον μαθητή ο συνδυασμός ποικίλων τομέων γνώσης όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μιας και αυτό αποτελεί τεχνικό, ηλεκτρονικό και πληροφοριακό αντικείμενο. Αποτέλεσμα αυτών είναι ο μαθητής να έρθει σε επαφή με αρχές της Ηλεκτρονικής και Μηχανικής, όπως την μετάδοση και την μετατροπή των κινήσεων του, ενεργοποιώντας κινητήρες. Ακόμα μαθαίνει το ηλεκτρονικό μοντάζ με την συναρμολόγηση και την τοποθέτηση των συνθετικών του μερών, καθώς και αρχές Προγραμματισμού, λόγω του ότι το ρομπότ είναι μια αυτοματοποιημένη μηχανή που προγραμματίζεται με την βοήθεια ενός πάντα λογισμικού. Βασικό λοιπόν εργαλείο της EP αποτελεί οποιοδήποτε ρομπότ ή ρομποτικό σύστημα με δυνατότητες προγραμματισμού

Ουσιαστικά, η EP είναι η «πειθαρχία», δηλαδή η μέθοδος για να εισάγονται οι εκπαιδευόμενοι στην ρομποτική και τον προγραμματισμό με διαδραστικό τρόπο και από μικρή ηλικία, καθώς

παράλληλα να είναι μια διασκεδαστική δραστηριότητα. Οι μαθητές σχεδιάζουν, κατασκευάζουν, προγραμματίζουν και τέλος θέτουν σε λειτουργία την ρομποτική τους κατασκευή ενώ ταυτόχρονα παίζουν (Alimisis, 2009). Όπως είπαμε και πιο πάνω η ΕΡ έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιείται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης σαν διδακτικό εργαλείο, αλλά και για την διδασκαλία εννοιών κυρίως Θετικών Επιστημών, όπως ακόμα μπορεί να λειτουργήσει σε συνθετικές εργασίες (διαθεματικά project) διαφόρων γνωστικών αντικειμένων όπως η τέχνη, η κοινωνία, το περιβάλλον κ.α.

Οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης υποστηρίζουν ότι η δημιουργία νέας γνώσης είναι περισσότερο αποτελεσματική όταν οι μαθητές εμπλέκονται οι ίδιοι σε αυτήν με την κατασκευή των δικών τους προϊόντων. Επιπλέον, μέσα από τέτοιου είδους δραστηριότητες, τα παιδιά μπορούν να εκφραστούν μέσα από την προσωπική ανακάλυψη και δημιουργία, να καθοδηγήσουν τον σχεδιασμό της κατασκευής τους και την ανάθεση των ρόλων τους μέσα σε μια ομάδα, να δοκιμάσουν την λειτουργία των δικών τους ρομπότ και να μάθουν την έννοια της «ακρίβειας». Επομένως, η καινοτομία που εισάγεται με την εγκαθίδρυση της ΕΡ στα σχολεία είναι ότι ως μαθησιακή μέθοδος μπορεί να συνδυάσει τρεις διαφορετικού αντικειμένου βάσεις:

1. Στοιχεία βασικών θετικών επιστημών (Φυσική, Μαθηματικά, Μηχανολογία)
2. Στοιχεία νέων τεχνολογιών Πληροφορικής (ανάπτυξη λογισμικού, τεχνητή νοημοσύνη)
3. Στοιχεία επιστημών αγωγής και μελέτης ανθρώπινης συμπεριφοράς.

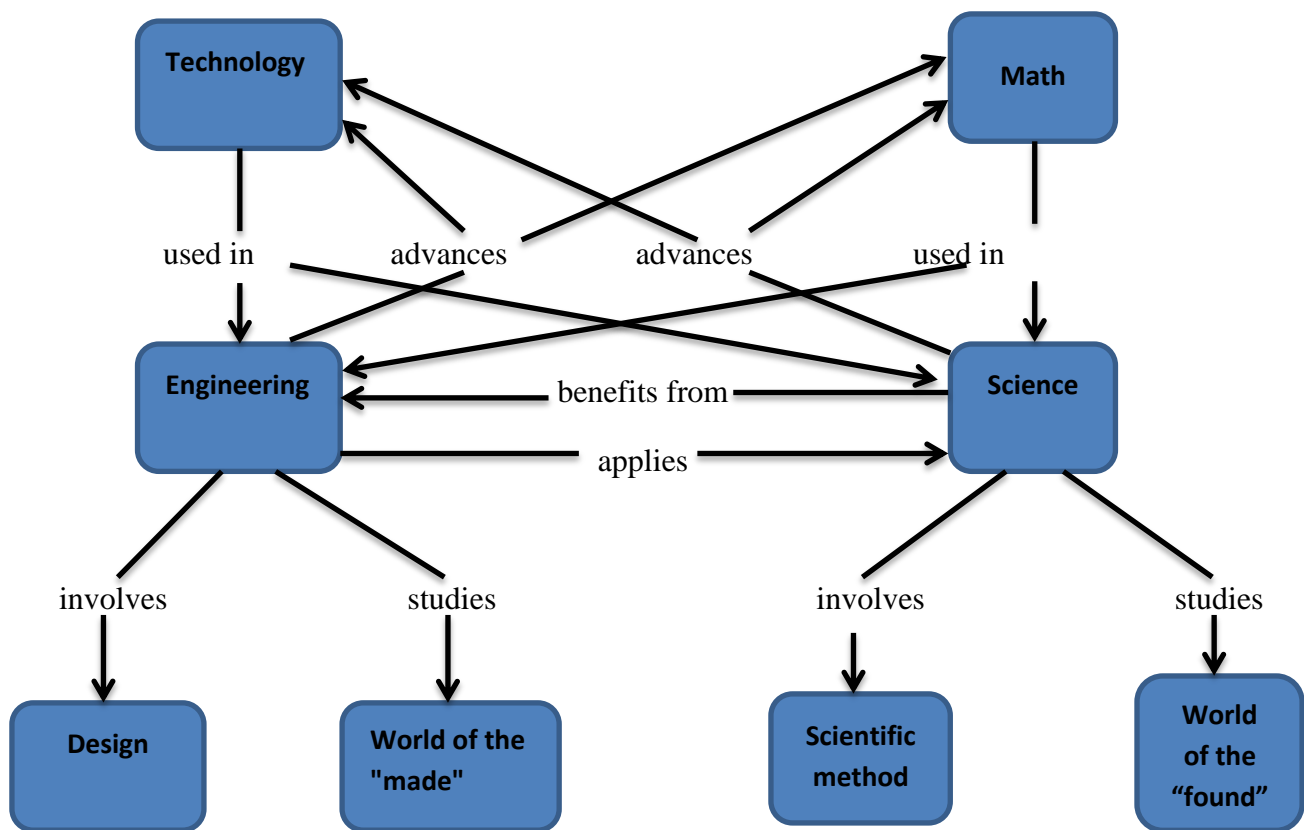
1.2. STEM και Εκπαίδευση

Ο ανθρώπινος νους στην προσπάθεια του να κατανοήσει τον κόσμο, κάνει πολυμερισμό της γνώσης σπάζοντάς την σε κατηγορίες, κατακερματίζοντας έτσι την ανθρώπινη σκέψη. Αυτές οι κατηγορίες οδήγησαν στην ανάπτυξη όλων αυτών των διαφορετικών επιστημών, όπου το γνωστικό περιεχόμενο τους έγινε και το διδακτικό περιεχόμενο στα μαθήματα του σχολείου. Ο Αγγελλάκος (2003) θεωρεί ότι «ο συνεχής κατακερματισμός της γνώσης σε επιμέρους αντικείμενα δεν παρέχει την δυνατότητα στον μαθητή να αποκτήσει μια πιο συνολική και ενιαία εικόνα της πραγματικότητας».

Με τον όρο «διαθεματικότητα» (cross-thematic integration), συμβολίζουμε την πολύπλευρη μελέτη θεμάτων και εννοιών στα πλαίσια του σύγχρονου και του διαχρονικού, με σύνδεση των επιστημονικών πεδίων (διεπιστημονικότητα). Στόχος πέρα από την γνώση που θα λάβει ο μαθητής, είναι να αντιληφθεί την σύνδεση των επιστημών μεταξύ τους, αλλά και την προσφορά τους στην καθημερινή μας ζωή. Η διαθεματική προσέγγιση είναι η πρόταση στον χώρο της παιδαγωγικής αλλά και της ψυχολογίας σύμφωνα με την οποία το αντικείμενο προς μελέτη και μάθηση (θέμα) προσεγγίζεται ευκολότερα με την θεώρηση της επιστήμης σε κλάδους και από την πολύπλευρη διερεύνηση του. Ένα πολύ απλό παράδειγμα διαθεματικής προσέγγισης με θέμα προς μελέτη το «νερό» θα ήταν η αρχή από το ερώτημα που αποσκοπεί σε διάφορες μορφές γνώσης όπως «τι είναι το νερό; Δηλαδή ποια τα συστατικά του;» (χημεία), «πώς συμπεριφέρεται το νερό από Φυσική άποψη;» (Φυσική), «η σημασία του νερού για το περιβάλλον και τη ζωή στον πλανήτη;» (περιβάλλον), «ποια έθιμα της ελληνικής παράδοσης σχετίζονται με το

νερό;» (λαογραφία), «ποια είναι η σχέση του νερού με τη φιλοσοφία ή με την θρησκεία;» (Βικιπαίδεια).

Ο Dewey (1990) έγραψε «Δεν έχουμε μια σειρά από χωριστούς κόσμους, ένας από τους οποίους είναι μαθηματικός, άλλος φυσικός, άλλος ιστορικός. Ζούμε σε ένα κόσμο, όπου όλες οι πλευρές συνδέονται, όλες οι σπουδές προέρχονται από σχέσεις του ενός μεγάλου κοινού κόσμου και καθώς το παιδί ζει σε μεταβαλλόμενη, αλλά συγκεκριμένη και ενεργητική σχέση με αυτόν τον κοινό κόσμο, οι σπουδές του είναι φυσικά ενιαίες. Η σύνδεση των σπουδών δεν αποτελεί πλέον πρόβλημα. Ο δάσκαλος δεν θα είναι υποχρεωμένος να προσφέρει σε κάθε είδους τεχνάσματα και να συνοφθαίνει λίγη αριθμητική με το μάθημα της ιστορίας. Συνδέστε το σχολείο με τη ζωή και όλες οι σπουδές θα συνδεθούν αναγκαστικά».



Σχήμα 1 - Απεικόνιση διαθεματικής φύσης STEM

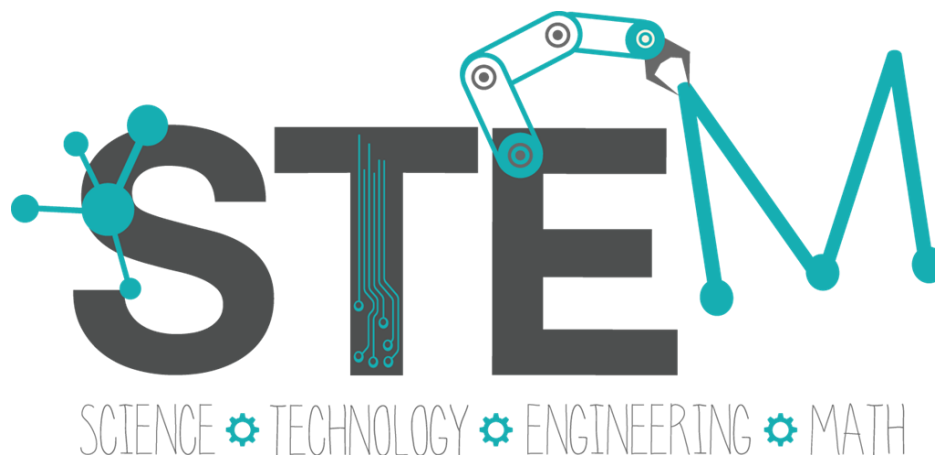
Από τα τέλη κιάλας της δεκαετίας του 90 στις Ηνωμένες Πολιτείες φάνηκε ότι χρειαζόταν μια πιο συντονισμένη στρατηγική στην εκπαίδευση και διεπιστημονικότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η μέθοδος που πραγματοποιήθηκε για αυτή την στρατηγική εισήγαγε διάφορους κλάδους των επιστημών στην εκπαίδευση, ούτως ώστε να αντιμετωπιστεί η όλο και αυξανόμενη ανάγκη για ευρύτερη γκάμα εύρεσης καθημερινών λύσεων μέσα στα ίδια τα επαγγέλματα. Το 2005 ο πρόεδρος των ΗΠΑ Ομπάμα, με το σύνθημα “Educate to innovate” («εκπαιδεύστε για

να καινοτομήσουμε») άρχισε μια τεράστια εκστρατεία παροτρύνοντας την κοινωνία της Αμερικής να εκπαιδευτεί πάνω στο STEM. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένα πολύ σημαντικό οικονομικό συμβόλαιο και στοίχημα για την Αμερική, μιας και αρκετά επαγγέλματα και μάλιστα νεοεμφανιζόμενα όπως χειρουργοί μνήμης, κατασκευαστές διαστημικών οχημάτων, νανο-γιατροί και ιδικοί επιστήμονες για την αλλαγή της κλιματικής κατάστασης, τα επόμενα χρόνια θα χρειαστούν υπόβαθρο σε γνώσεις τεχνολογίας, μαθηματικών και μηχανικής.

Στο Πανεπιστήμιο της Columbia τέθηκε ένα βασικό ερώτημα «Πώς μπορούμε να κάνουμε τη μάθηση να αποκτήσει τέτοιο νόημα για τους μαθητές ώστε να παραμένουν στο σχολείο, να επιτυγχάνουν υψηλές επιδόσεις και με επιτυχία να αποφοιτούν από το λύκειο προς την τριτοβάθμια εκπαίδευση ή προς μια δουλειά της επιλογής τους;» Η απάντηση που έδωσαν οι ίδιοι είναι ότι οι μαθητές είναι πολύ σημαντικό να εκπαιδευτούν ώστε να κατανοήσουν ότι η δική τους ευημερία και θετική εξέλιξη εξαρτάται άμεσα από όλου του πλανήτη την ευδαιμονία. Επίσης θεωρούν εξίσου σημαντικό ότι στην εκπαίδευση τους θα πρέπει να περιλαμβάνεται και η εκπαίδευση – ευαισθητοποίηση τους σε νεοσύστατους κλάδους όπως την κλιματική αλλαγή, τη διατήρηση της εναπομένουσας βιοποικιλότητας, ή την προστασία και την πρόσβαση σε πηγές νερού, ώστε στο μέλλον να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν προκλήσεις με πολιτικές και κοινωνικοοικονομικές συνέπειες.

Παράλληλα στην Ευρώπη, η χώρες που παράγουν βιομηχανία, κάνουν προσπάθειες να εντάξουν και να καλλιεργήσουν το STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στις Βρυξέλλες το 2009, ξεκινάει μια προσπάθεια από το Ευρωπαϊκό Σχολικό Δίκτυο, με στόχο κάποια σχολεία να αναπτύξουν πιλοτικά καινοτόμες δραστηριότητες μάθησης και τεχνολογίας με την διερεύνηση νέων παιδαγωγικών εργαλείων μέσω της διδασκαλίας STEM.

Οι Λιαράκου και Φλογαίτη (2007), ορίζουν την διεπιστημονικότητα ως συσσωμάτωση γνώσης, εννοιών, προσεγγίσεων και εργαλείων οι οποίες προέρχονται από διαφορετικές επιστήμες, προκειμένου να υπάρξει η ενότητα της γνώσης, αλλά και μια σφαιρική κατανόηση και επεξήγηση της πραγματικότητας. Σε επίπεδο σχολείου η επικοινωνία και η συνεργασία όλων των επιστημών μεταξύ τους, αποτελεί κυρίαρχο στόχο για τον Morin (1990), καθώς με αυτόν τον τρόπο ο μαθητής κατανοεί ότι όλα τα ξεχωριστά και απομονωμένα γνωστικά πεδία επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω της διεπιστημονικής επιστήμης.



Εικόνα 1 - Ακρωνύμιο STEM

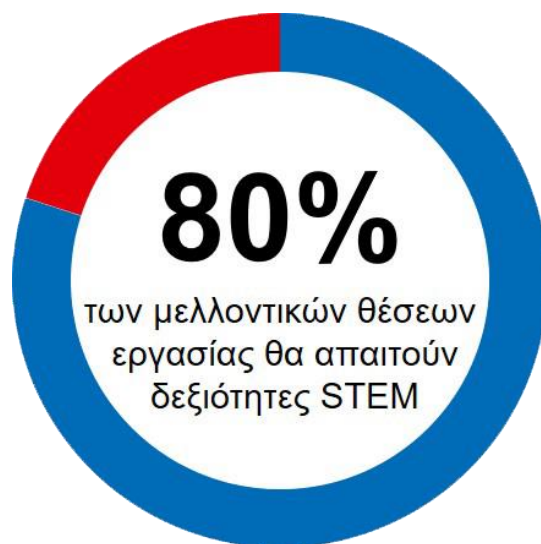
Ο όρος “STEM” (Science, Technology, Engineering and Mathematics) εμφανίστηκε το 2001 πλέον από την βιολόγο Judith A. Ramaley, η οποία ήταν διευθύντρια του Ιδρύματος Φυσικών Επιστημών των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και υπεύθυνη για την ανάπτυξη νέων προγραμμάτων σπουδών. Το STEM είναι μια προσέγγιση σχεδιασμού της εκπαίδευσης ώστε μέσα στα Μαθηματικά και στις Φυσικές επιστήμες να εισαχθεί η επιστήμη των Μηχανών και οι Τεχνολογίες. Πιο απλά, να ενωθεί το ζωτικό κομμάτι που έχει να κάνει με την βασική κατανόηση του σύμπαντος, με το κομμάτι το οποίο αποτελεί τα μέσα για την αλληλεπίδραση μας με αυτό. Μέσα λοιπόν από την τεχνολογία STEM οι κλάδοι αυτοί ενσωματώνονται σε ένα συνεκτικό μοντέλο μάθησης βασισμένο σε πραγματικές εφαρμογές, καθώς παράλληλα πραγματοποιείται η μετατροπή του παραδοσιακού, μηχανιστικού και δασκαλοκεντρικού μοντέλου διδασκαλίας, στον κυρίαρχο και ενεργό ρόλο του μαθητή που στόχο έχει την επίλυση προβλημάτων και την μάθηση μέσα από την ανακάλυψη και την διερεύνηση. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα ο μαθητής να βρει το νόημα και το ενδιαφέρον για τα μαθήματα αυτά αφού πλέον θα έχει προσπαθήσει να λύσει ένα καθημερινό και υπαρκτό πρόβλημα με μια διαφορετική, διερευνητική, ομαδική και όχι δασκαλοκεντρική προσέγγιση, παρά μόνο με την άμεση και δημιουργική εμπλοκή του. Αυτό που κάνει το STEM τόσο δελεαστικό και ενδιαφέρον είναι ότι γίνεται χρήση νέων τεχνολογιών, εκπαιδευτικά λογισμικά και αντικείμενα, μοντέλα προσομοίωσης αλλά και η εκτέλεση όλων αυτών των πειραμάτων, αναλαμβάνοντας έτσι ο ίδιος ο μαθητής πρωτοβουλίες με την ελάχιστη εμπλοκή του εκπαιδευτικού σε αυτό. Στις Θετικές Επιστήμες ή αλλιώς «σκληρές» επιστήμες, όπως και χαρακτηρίζονται από την εκπαιδευτική επιστημονική κοινότητα, εντάσσονται οι Τέχνες και ο Σχεδιασμός (Art and Design) μέσα από το STEAM, με στόχο την δημιουργικότητα και την οικονομική ανάπτυξη, καθώς έτσι προετοιμάζονται αποτελεσματικά οι εργαζόμενοι για τον χώρο της τεχνολογίας, της επιστήμης και της βιομηχανίας.

Στόχος λοιπόν της εκπαίδευσης με μεθοδολογία STEM, είναι η συνύπαρξη της θεωρητικής γνώσης ή αλλιώς μάθησης, με την πραγματικότητα και τη ρεαλιστική εφαρμογή, γνωρίζοντάς στους μαθητές από μικρή κιόλας ηλικία τις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας, αναπτύσσοντας

τους δεξιότητες ζωής. Προϋπόθεση είναι η ενεργός συμμετοχή των μαθητών και το μαθητοκεντρικό μαθησιακό περιβάλλον, όπου οι ίδιοι συμμετέχουν στην διατύπωση ερωτημάτων, στην επίλυση προβλημάτων και σε δραστηριότητες που χρήζουν πρακτικής εξάσκησης, ενώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού να περιορίζεται σε αυτόν του καθοδηγητή. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές επιτυγχάνουν:

- Την επίτευξη των γνωστικών τους στόχων και την βελτίωση τους σε μαθήματα όπως τα Μαθηματικά και η Φυσική, καθώς καθίστανται επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματοι.
- Την ικανότητα τους να απαντούν και να κατανοούν σύνθετα ερωτήματα.
- Αναπτύσσουν την δημιουργικότητά τους και τον διαφορετικό τρόπο σκέψης τους.
- Να μαθαίνουν τον τρόπο όπου ερευνούν παγκόσμια ζητήματα.
- Να επινοούν λύσεις σε πραγματικά και ρεαλιστικά προβλήματα.
- Να δημιουργήσουν την δική τους άποψη για την τεχνολογία αλλά και τον τρόπο που αυτή θα χρησιμοποιηθεί για το κοινό καλό.
- Να συνεργάζονται και να επικοινωνούν με αποτελεσματικότητα. (Maryland State Department of Education, 2012)

Σε γενικές γραμμές η εκπαίδευση STEM προάγει την ανεξάρτητη καινοτομία, την λεπτομερή και βαθιά κατανόηση των μαθημάτων μέσω των δεξιοτήτων που αποκτήθηκαν από αυτή. Η ανάγκη εργαζομένων με κρητική σκέψη οι οποίοι θα δουλεύουν ομαδικά αλλά και ταυτόχρονα ανεξάρτητα, γίνεται όλο και αυξανόμενη, μιας και αυτός είναι ο μόνος τρόπος να μειωθεί το χάσμα γνώσεων των μαθητών στα διάφορα έθνη (Fioriello, 2015). Η εκπαίδευση STEM μοιάζει να είναι η κυρίαρχη επιλογή για ευρωπαϊκή εκπαίδευση αλλά και την Ελλάδα, καθώς υπάρχουν και αρκετά εκπαιδευτικά προγράμματα συνεργασίας για την προώθηση αυτής της προσέγγισης μάθησης.



Εικόνα 2 - Απαιτηση για STEM στο μέλλον

1.3. Παιδαγωγικές προσεγγίσεις

Ο λεγόμενος κατασκευαστικός εποικοδομισμός (constructionism) και κοινωνικός εποικοδομισμός, αποτελεί την σημαντικότερη προσέγγιση της ΕΡ, από παιδαγωγικής απόψεως. Ο καθηγητής S. Papert από το Πανεπιστήμιο M.I.T. της Αμερικής, είναι ο ιδρυτής της έννοιας του *construction* και του όρου *constructionism* (μαθαίνω ευκολότερα μέσα από κατασκευές) σε συνεργασία με την LEGO, ανέπτυξαν μια αρκετά γνωστή σε όλους σήμερα ρομποτική πλατφόρμα, την Lego Mindstorms for schools, καθώς και την ανάπτυξη μαθημάτων για την ένταξή αυτών στην υποχρεωτική εκπαίδευση με την βοήθεια των Πανεπιστημίων Tufts και Carnegie Mellon. Η προσέγγιση αυτή προέρχεται από την παιδαγωγική παράδοση της γλώσσας προγραμματισμού Logo με την «χελώνα οθόνης» ως visual αντικείμενο, και εν συνεχεία να εξελιχτεί σε «χελώνα εδάφους» ως το πρώτο προγραμματιζόμενο ρομπότ. Η δημιουργία αυτών των νέων διαφορετικών μικρόκοσμων με απαίτηση την ύπαρξη αυτομάτων, χρησιμοποιούνται μέσα σε διάφορες παιδαγωγικές κατασκευές με σημασία και νόημα για τους μαθητές (Papert, 1980).

Μια ακόμα παιδαγωγική προσέγγιση στο πλαίσιο της Τεχνολογίας Ελέγχου (Control Technology), είναι εκείνη που συνδέει άμεσα την ΕΡ με την ανάπτυξη της ικανότητας περιγραφής τεχνικών κατασκευών με την βοήθεια τυπικών γλωσσών προγραμματισμού ή αλλιώς γλωσσών εντολών. Ως παιδαγωγική προσέγγιση θα μπορούσαμε να αναφέρουμε και αυτή που αφορά την χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως έναν εναλλακτικό τρόπο εκμάθησης και κατανόησης του προγραμματισμού, ως προς την αλγοριθμική έννοια, με κυρίαρχα εκπαιδευτικά εργαλεία την σκέψη μέσω πρόβλεψης και την οργάνωση. Τέλος, στο επίπεδο της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, σημαντική παιδαγωγική προσέγγιση θεωρείται και η ύπαρξη του παιχνιδιού το οποίο βρίσκεται μέσα σε κάθε προγραμματιζόμενο αυτόματο, και που το συνιστά βασικό κίνητρο και προτροπή για την διδακτική αξιοποίηση της ρομποτικής.

Με αυτή την λογική το εκπαιδευτικό ρομπότ λειτουργεί ως μια περιφερειακή συσκευή που βοηθάει τους μαθητές να διερευνήσουν την άποψή τους για τις Τ.Π.Ε., αναπτύσσοντας την λογική τους μέσω του προγραμματισμού των κινήσεων της συσκευής που πολλές φορές οι ίδιοι έχουν κατασκευάσει. Επιπλέον, έχουν την δυνατότητα μιας εμπειρικής, σχεδόν τελείως αισθητηριοκινητικής προσέγγισης, για το λόγο ότι είναι προαπαιτούμενο για όλες τις επιστημονικές καταρτίσεις, προάγοντας την οδήγηση των μαθητών στις εργαστηριακές δραστηριότητες και κατασκευές. Τέλος, τα παιδιά μπορούν να αναλογιστούν την έννοια της αυτοματοποίησης στην εποχή ιδικά του 21^{ου} αιώνα αλλά και για το μέλλον, προστατεύοντας και διευκολύνοντας πάνω από όλα τον άνθρωπο.

Από παιδαγωγικής απόψεως, οι στόχοι της ρομποτικής χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, την κατασκευή ενός ρομπότ, και τον χειρισμό του (Benitti, 2012). Πιο συγκεκριμένα, ο χειρισμός του αυτόματου διαπραγματεύεται την ανάλυση και τον συγχρονισμό των κινήσεων του μέσα στον χώρο, εισάγοντας τους μαθητές στην λογική του χειρισμού για την επίτευξη ενός στόχου ή

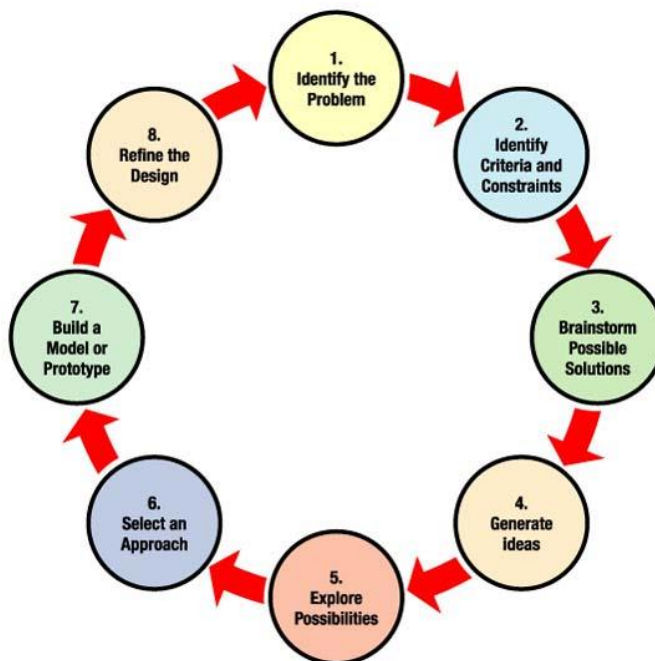
έργου. Από την πλευρά του το ρομπότ παίζει τον ρόλο του διαμεσολαβητή ανάμεσα στον χώρο και στον εκπαιδευόμενο, μετασχηματίζοντας μια άλλη όψη του περιβάλλοντα χώρου και βοηθώντας το να κατανοήσει ότι η φόρμα δεν είναι ένα οριστικό στοιχείο. Ανάλογα λοιπόν με τον τύπο του ρομπότ, ο μαθητής μπορεί να το χειρίζεται και να ξεκαθαρίζει – αποκωδικοποιεί σε λόγο τις πράξεις του (χειροκίνητος χειρισμός), να το τηλε-κατευθύνει με την βοήθεια ενός μοχλού ή τιμονιού (αναλογικός χειρισμός), ή σε πιο προχωρημένο επίπεδο να προγραμματίζει τις κινήσεις του σε έναν υπολογιστή ή tablet (λογικός χειρισμός με χρήση γλώσσας κωδικοποίησης). Βλέπουμε λοιπόν πως ο σχεδιασμός δραστηριοτήτων με ρομποτικές κατασκευές, διαπραγματεύεται την εκπλήρωση συγκεκριμένου έργου με ξεκάθαρους στόχους για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος.

1.4. Σχεδιασμός δραστηριοτήτων – Εκπαιδευτικών σεναρίων

Σύμφωνα με όσα είδαμε παραπάνω, βλέπουμε ότι η ΕΡ δεν είναι απλά ο τρόπος που λειτουργεί και προγραμματίζεται ένα ρομπότ, αλλά μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική και παιδαγωγική πρόταση. Η επίλυση των προβλημάτων, συνδέεται με τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων και σεναρίων με χρήση ρομπότ και γι' αυτό ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι αρκετά δημιουργικός στο κομμάτι της επινόησης δραστηριοτήτων προκειμένου να τους τραβήξει το ενδιαφέρον και να τους εμπλέξει τόσο στο να υλοποιήσουν το ρομπότ τους, όσο και να τους ενθαρρύνει να πειραματιστούν πάνω σε αυτό, διερευνώντας το. Επιπλέον, τα σενάρια προς ανάθεση θα πρέπει θέτουν ρεαλιστικά, πολυδιάστατα προβλήματα με πάνω από μια λύσεις και να έχουν την μορφή συνθετικών εργασιών, καθώς θα αναδεικνύεται η δημιουργικότητα, ο πειραματισμός, η ανακάλυψη της νέας γνώσης, και ο μοναδικός τρόπος εργασίας κάθε μαθητή. Η πιο αποτελεσματική προσέγγιση εδώ είναι αυτή του *εποικοδομισμού*, μιας και η νέα γνώση θα κτιστεί πάνω στην προϋπάρχουσα, θέτοντας ακόμα πιο πλούσιες και σύνθετες εμπειρίες για επιστημονικές πρακτικές.

1.5. Διεξαγωγή δραστηριοτήτων από τους μαθητές

Για την διεκπεραίωση της εργασίας, προτείνεται μια σειρά από στάδια τα οποία είτε είναι ξεχωριστά, είτε αλληλοσυνδέονται καθώς θεωρούνται «φάσεις» της εργασίας που επαναλαμβάνονται με κυκλικό τρόπο ή επικαλυπτόμενα και όχι σειριακά. Στην εικόνα 2 φαίνονται τα βήματα τα οποία θα πρέπει να ακολουθήσουν οι μαθητές ούτως ώστε να διεξαχθεί χωρίς προβλήματα η δραστηριότητα, με την καθοδήγηση πάντα του εκπαιδευτικού.



Εικόνα 3 - Στάδια διεξαγωγής εκπαιδευτικής δραστηριότητας

Βλέπουμε ότι στο 1^ο βήμα γίνεται ο προσδιορισμός του προβλήματος ή των απαιτήσεων, ενώ στο 2^ο βήμα πραγματοποιείται ή ανάλογη έρευνα αναζήτησης των απαιτήσεων ή του προβλήματος (Στάδια Εμπλοκής). Με αυτόν τον τρόπο σκιαγραφείται μια πρώτη εκδοχή του ζητήματος που τους έχει ανατεθεί και μέσα από την αναζήτηση πηγών αλλά και του διαλόγου, όλοι οι μαθητές θα πρέπει να γίνουν άμεσα εμπλεκόμενοι στην διαδικασία, λέγοντας τις γνώμες και τους προβληματισμούς τους. Στο 3^ο βήμα μέσα από την συζήτηση εκφράζονται οι πιθανές λύσεις με αποτέλεσμα στο 4^ο βήμα να επιλέγεται η καλύτερη δυνατή λύση. Μόλις παρθεί η απόφαση, γίνεται η κατασκευή ενός προτύπου στο 5^ο βήμα (Στάδιο Πειραματισμού), όπου με την χρήση κινητήρων, γραναζιών, αισθητήρων, τροχαλιών και μικροελεγκτές οι μαθητές εξοικειώνονται με το εκάστοτε λογισμικό πάνω στην λειτουργία των προγραμματιζόμενων ρομπότ και των δυνατοτήτων τους. Στο 6^ο βήμα (Στάδιο Διερεύνησης), έχοντας αποκτήσει την εμπειρία και τις δεξιότητες από τα ζητήματα που προέκυψαν και λύθηκαν στο 5^ο βήμα, γίνεται επανεξέταση του προβλήματος και η αξιολόγηση της λύσης. Στο 7^ο βήμα ακολουθεί η παρουσίαση της λύσης (Στάδιο Σύνθεσης και δημιουργίας). Σε αυτό το σημείο οι μαθητές θα πρέπει να ενώσουν υλικά και εξαρτήματα τα οποία χρησιμοποίησαν, να προγραμματίσουν το ρομπότ στην τελική του μορφή και να δώσουν την τελική απάντηση στο αρχικό πρόβλημα. Τέλος, στο βήμα 8 έρχεται ο επανασχεδιασμός (Στάδιο Αξιολόγησης). Εδώ αξιολογείται και τεστάρεται το σύστημα που κατασκευάστηκε και αναπτύχθηκε προκειμένου να δοθεί η λύση στο αρχικό μας πρόβλημα. Αν αυτό δεν πραγματοποιηθεί γίνεται επαναπροσδιορισμός προβλήματος και λύσης ή απλά τροποποίηση της τελικής διάταξης. Με το πέρας της δραστηριότητας δίνεται στους μαθητές ένα ερωτηματολόγιο με ανοικτού και κλειστού τύπου ερωτήσεις, ώστε να βγουν κάποια συμπεράσματα προς ανατροφοδότηση για όλη την διαδικασία, σχετικά με την ικανοποίησή τους από το project.

1.6. Στρατηγική ανάπτυξης σεναρίων

Μέσα από τις διδακτικές ενότητες προς διδασκαλία, ο εκπαιδευτικός επιλέγει ενδιαφέροντα και με μεγάλο εύρος θέματα για τα σεναρία των δραστηριοτήτων. Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να αναγνωρίσουν την σύνδεσή των θεμάτων αυτών του με τον πραγματικό κόσμο, αλλά και όλοι να προτείνουν τις ιδέες τους και να πειραματιστούν. Όπως σε κάθε διδακτική ενότητα, έτσι κι εδώ, πριν την υλοποίηση των σεναρίων αναπτύσσονται οι στόχοι από τον εκπαιδευτικό, οι οποίοι αποβλέπουν στις δεξιότητες και στις ικανότητες που αποκτούν οι μαθητές μετά το πέρας αυτής. Στην ΕΡ οι στόχοι κάθε σεναρίου αποβλέπουν στο γνωστικό αντικείμενο, στις δεξιότητες αλλά και τις στάσεις που θα αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι. Παρακάτω θα αναφερθούν επιγραμματικά οι διδακτικοί στόχοι ως προς τις τρεις παραπάνω αξιώσεις. Αξίζει εδώ να σημειωθεί πώς οι παρακάτω στόχοι είναι ενδεικτικοί καθώς μπορούν να τροποποιηθούν προσθέτοντας ακόμα και πιο εξειδικευμένους, καθώς και να μειωθούν ή να αυξηθούν, ανάλογα το εκάστοτε σενάριο και το πρόβλημα προς επίλυση.

1. Ως προς το γνωστικό αντικείμενο:

- Ο σχεδιασμός και η κατασκευή ρομποτικών συστημάτων με την χρήση απλών εξαρτημάτων.
- Η κωδικοποίηση αλγορίθμου σε προγραμματιστικό περιβάλλον.
- Ορισμός κατάλληλων παραμέτρων στο πρόγραμμα.
- Μέτρηση και σύγκριση φυσικών ποσοτήτων και παραγόντων.

2. Ως προς τις δεξιότητες:

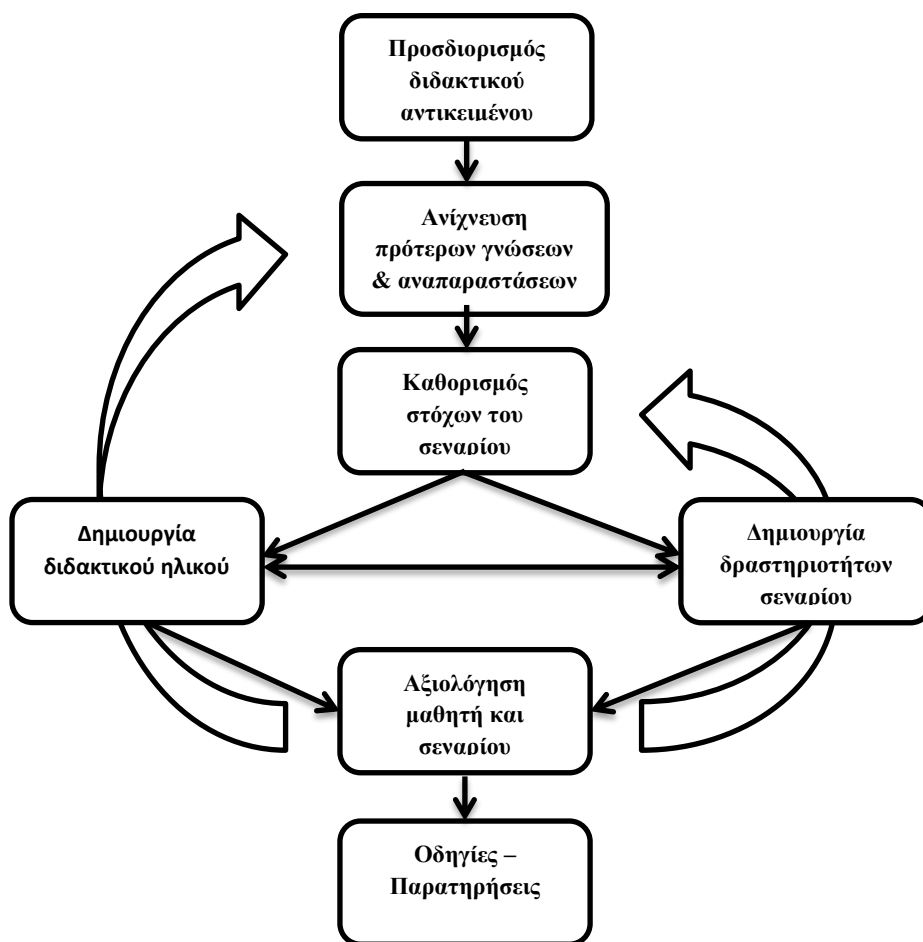
- Αξιοποίηση τεχνικών επίλυσης προβλημάτων.
- Διατύπωση υποθέσεων και έλεγχος της ορθότητας αυτών.
- Διατύπωση και αξιολόγηση συμπερασμάτων τα οποία στηρίζονται στα δεδομένα που έχουν συλλέξει οι μαθητές.
- Χρήση προγραμματιστικού περιβάλλοντος μικροελεγκτή για τον προγραμματισμό του.

3. Ως προς τις στάσεις:

- Ανάπτυξη ομαδοσυνεργατικών δεξιοτήτων.
- Σεβασμός απόψεων όλων.
- Καλλιέργεια και ενδυνάμωση αισθήματος ευθύνης.

Ένα ενδεικτικό μοντέλο σχεδίασης εκπαιδευτικών σεναρίων με ΤΠΕ και ειδικότερα σε περιβάλλοντα εκπαιδευτικής ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το οποίο περιλαμβάνει την παραπάνω δομή ανάπτυξης σεναρίων, πρότειναν οι Komis, Romero, και Misirli (2016). Το μοντέλο αυτό, αποτελώντας ένα γενικότερο πλαίσιο που μπορεί να κινηθεί ένας εκπαιδευτικός, τεκμηριώνει λεπτομερώς όλο το σκεπτικό στο οποίο θα πρέπει να στηρίζεται ένα σενάριο με χρήση ΤΠΕ, τον τρόπο που σχεδιάζονται οι δραστηριότητες στην

αίθουσα και υποστηρίζει την δημιουργική επίλυση προβλημάτων. Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 2) φαίνονται οι επτά στενής μεταξύ τους αλληλεπίδρασης φάσεις του μοντέλου.



Σχήμα 2 – Φάσεις ανάπτυξης διδακτικού σεναρίου στην ρομποτική

Στο κομμάτι που αφορά την οργάνωση της τάξης, είναι εξαιρετικά σημαντικός ο σχηματισμός ομάδων των τριών ή δύο μαθητών, ώστε να μπορέσει να υπάρξει η καλύτερη δυνατή και ουσιαστική συνεργασία. Γνώμονας για την επιλογή των μελλών σε ομάδες είναι κριτήρια όπως τα ενδιαφέροντα, οι δεξιότητες, ο τρόπος σκέψης και το επίπεδο δημιουργικότητας κάθε μαθητή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο στην συνέχεια, παρουσιάζονται διάφοροι ορισμοί πάνω στην έννοια των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών ανά τον κόσμο αλλά και στην Ελλάδα. Επίσης παρουσιάζονται οι αναδρομικές φάσεις των 5E, τα εθνικά πρότυπα – standards και η δομή που θα πρέπει να έχει ένα αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Τέλος, γίνεται μια λεπτομερής αναφορά για τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών που υπάρχουν σε Ευρώπη, Αμερική, Ασία, Αυστραλία, με ιδιαίτερη έμφαση στο πως αυτά έχουν προσαρμοστεί στην Ελληνική πραγματικότητα.

2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ STEM

2.1. Ορισμοί αναλυτικού προγράμματος σπουδών

Η αγγλική έννοια “curriculum” ή αλλιώς «κύκλος σε στάδια», «κύκλος μελέτης» και «κύκλος σπουδών», την οποία βλέπουμε στην διεθνή βιβλιογραφία, δεν είναι παρά ο ελληνικός όρος, «αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών» (ΑΠΣ). Ο όρος «πρόγραμμα», μας παραπέμπει στον σχεδιασμό και την οργάνωση για την επιλογή θεμάτων που στοχεύουν στην επίτευξη συγκεκριμένου σκοπού, ενώ ο όρος «αναλυτικό», μας κατευθύνει στο περιεχόμενο του ΑΠΣ, δηλαδή σε οδηγίες και δραστηριότητες οι οποίες προτείνονται μέσα σε αυτό, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι. Βιβλιογραφικά επίσης υπάρχουν και πολλοί ορισμοί όπως «πρόγραμμα σπουδών», «εκπαιδευτικό πρόγραμμα», «πρόγραμμα διδασκαλίας» ή «αναλυτικό πρόγραμμα», με τον τελευταίο να ορίζεται ως ο τρόπος με τον οποίο οργανώνεται και επιλέγεται η σχολική γνώση, εκφράζοντας την επίσημη εκπαιδευτική φιλοσοφία της κοινωνίας (Καψάλης, 1995: 74; Ρέππας, 2007:17). Σε κάθε διατύπωση του ορισμού η έννοια του αναλυτικού προγράμματος αναφέρεται στην ύπαρξη διαγράμματος όλων των μαθημάτων, στο οποίο περιλαμβάνονται οι σκοποί, η διδακτέα ύλη με προτεινόμενη χρονική διάρκεια αλλά και άλλες δραστηριότητες προς τους εκπαιδευόμενους. (Φλουρής, 1983: 9). Ακόμα μια εκδοχή είναι ότι το αναλυτικό πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε η οργάνωση του περιεχομένου του να οδηγεί στην μάθηση σύμφωνα με έναν συγκεκριμένο σκοπό (Χατζιγεωργίου, 2004).

Από άλλους σχετικούς ορισμούς που εντοπίστηκαν, γίνεται αναφορά ότι το ΑΠΣ είναι ένα σύνολο από εμπειρίες που αποκτούν οι μαθητές κάτω από την αιγίδα του σχολείου (Johnson, 1968). Παρόμοιος είναι ο ορισμός ότι το ΑΠΣ αποτελείται από σκόπιμα οργανωμένες επιδιωκόμενες εμπειρίες των μαθητών όπου το σχολείο αναλαμβάνει και την ευθύνη να τις μεταδώσει (Ryan & Cooper, 1980). Επίσης ότι το ΑΠΣ είναι ένα πρόγραμμα οργανωμένων δραστηριοτήτων ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι των μαθητών (Hirst & Peters, 1970), αλλά και ως μια προσπάθεια να επικοινωνήσει κάποιος τα χαρακτηριστικά και τις βασικές αρχές μια εκπαιδευτικής πρότασης, σε μια μορφή ανοιχτή σε κριτική ανάλυση και μετατροπή της σε πράξη (Stenhouse, 1975). Ως αποτέλεσμα διαδικασιών σχεδιασμού και συγκρότησης ενός γενικού πλαισίου μακροπρόθεσμης διδασκαλίας, το Αναλυτικό Πρόγραμμα έχει περάσει από διάφορα στάδια ώσπου να πάρει την μορφή που έχει σήμερα (Βρεττός & Καψάλης, 1997: 25). Επηρεασμένο από την μορφή του curriculum το οποίο σύμφωνα με τον Westphalen, (1982 Q 83-84) αποτελεί: *«ένα παιδαγωγικό μέσο σχεδιασμού, με τη βοήθεια του οποίου περιγράφεται εκ των προτέρων μια μελλοντική διδασκαλία»*. Από την ένωση του curriculum με το Απλό Αναλυτικό Πρόγραμμα, δημιουργήθηκε η έννοια του Αναλυτικού Προγράμματος νέου τύπου, στο οποίο ο τρόπος διδασκαλίας του δεν είναι δεσμευτικός σε αντίθεση με το πρώτο (Βρεττός & Καψάλης, 1997: 27).

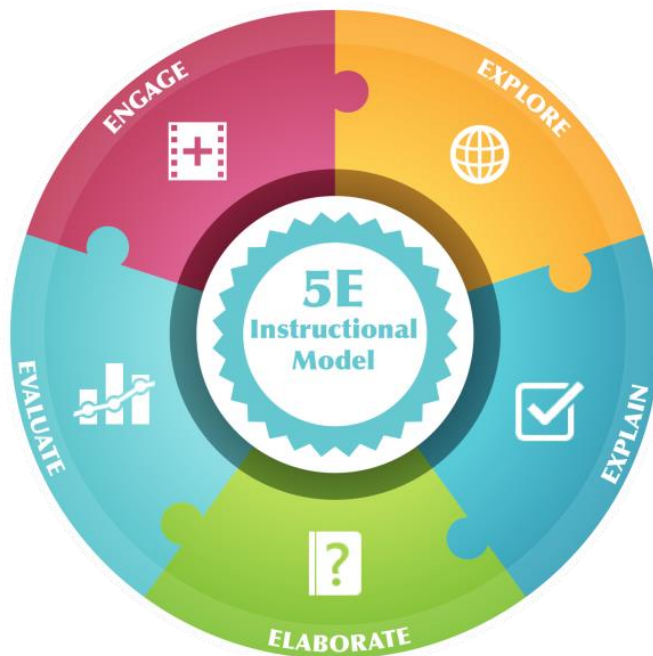
Τα ΑΠΣ στην χώρα μας έως το 1997 παρέμειναν παραδοσιακά, κλειστά και δασκαλοκεντρικά. Είχαν συγκεντρωτικό χαρακτήρα και δεν παρουσίαζαν ολοκληρωμένες προτάσεις για την διαμόρφωση και διεξαγωγή των μαθημάτων, καθώς βασική έμφαση δινόταν στους γνωστικούς στόχους πάρα σε ενδιαφέροντα, κλίσεις και ανάγκες των μαθητών ή την μαθησιακή διαδικασία. Σταδιακά, με τις εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις που πραγματοποιήθηκαν έως το 2003, τα ΑΠΣ απέκτησαν έναν πιο ευέλικτο χαρακτήρα με στόχο η μάθηση να κατακτάται μέσω ενός δημιουργικού τρόπου βιωματικών διαδικασιών και συμμετοχής των ίδιων των εκπαιδευομένων σε αυτή. Την ίδια χρονιά, εμφανίστηκε και η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ), επιχειρώντας την διασύνδεση των γνωστικών αντικειμένων. Στόχος ήταν η εξάλειψη επαναλήψεων στην διδακτέα ύλη αλλά στην συνέχειά της, η μείωση της αποσπασματικής γνώσης, αλλά και διασφάλιση μεγαλύτερης αυτονομίας στον εκπαιδευτικό.

Τα δέκα τελευταία χρόνια παρουσιάζονται κάποιοι προβληματισμοί για το αν και το πώς θα μπορούσαν να ενταχθούν οι νέες τεχνολογίες στην παιδεία, καθώς είναι αμφίβολο αν όντως θα βοηθούσαν στα μαθησιακά προβλήματα των εκπαιδευομένων. Ο Seymour Papert (1993) σε συνεργασία με τον Papert (1980) και την «χελώνα οθόνης» που κατασκεύασαν, κατάφεραν να αποδείξουν πως τα παιδιά μαθαίνουν να ελέγχουν το τεχνολογικό τους περιβάλλον και όχι να ελέγχονται από αυτό, δίνοντας εντολές στον υπολογιστή, μαθαίνοντας παράλληλα γεωμετρία.

Βλέπουμε λοιπόν πως αναπόφευκτα οι νέες τεχνολογίες επηρεάζουν τους σκοπούς και τους στόχους που θέτονται από αυτούς που σχεδιάζουν τα αναλυτικά προγράμματα. Αυτό είναι αποτέλεσμα της δραστηκής εξέλιξης και ανόδου των νέων τεχνολογιών, αλλά και της μετατροπής της εκπαίδευσης σε δια βίου μάθησης. Η εκπαιδευτική ρομποτική έρχεται να συμπληρώσει το ανεπαρκές παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα, ως ένα σημαντικό και δημοφιλές εκπαιδευτικό «εργαλείο», με στόχο την αναβάθμιση της τεχνολογικής εκπαίδευσης αλλά και της επιστημονικής χάρης τον διαθεματικό της χαρακτήρα (Νικολό και Κόμη, 2010). Σε όλους τους τύπους σχολείων από την προσχολική κιόλας ηλικία το εργαλείο αυτό συνδέει μεταξύ τους, μέσω της συνεργατικής μάθησης, πολλά γνωστικά πεδία όπως τις φυσικές, τις μαθηματικές και τις τεχνολογικές επιστήμες με τις τέχνες και το θέατρο, αυξάνοντας παράλληλα το ενδιαφέρον για την τεχνητή νοημοσύνη, προγραμματισμό και ρομποτική.

Παρακάτω θα παρουσιαστεί η δομή ενός ΑΠΣ μέσα από τα Εθνικά Πρότυπα (standards) καθώς και σχετική μελέτη των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών για STEM σε άλλες χώρες με προσαρμογή τους στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα.

2.2. Τα 5 E του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών



Εικόνα 4 - Σχεδιασμός ενός 5E STEM μαθήματος

Οι αναδρομικές φάσεις των 5 E (**Ενασχόληση, Εξερεύνηση, Εξήγηση, Επεξεργασία, Εκτίμηση**) του κύκλου διδασκαλίας, μάθησης και αξιολόγησης, βρίσκονται σε όλες της ενότητες ενός ΑΠΣ και στηρίζονται πάνω σε έρευνες για τον τρόπο μάθησης μιας επιστήμης. Ο τρόπος αυτός δεν είναι τίποτα άλλο παρά η ενασχόλησή των μαθητών με ανακαλύψεις τις οποίες κλίνονται να εξηγήσουν αφού χρησιμοποιήσουν το μυαλό αλλά και τα χέρια τους.

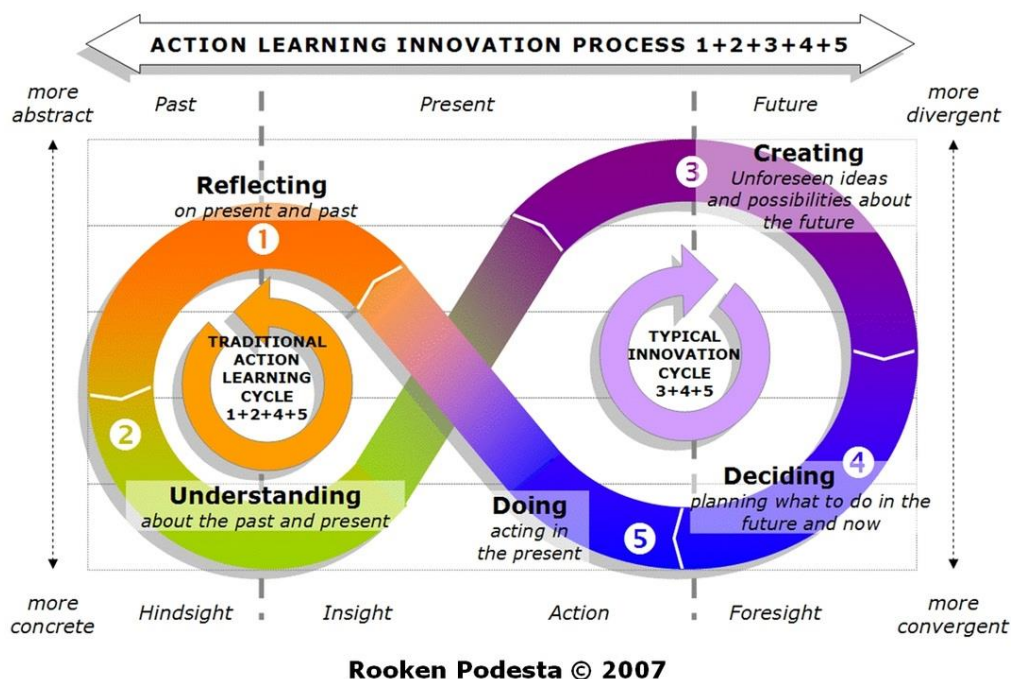
Ενασχόληση: Σε αυτή την φάση ξεκινάει η διαδικασία, δηλαδή η δραστηριότητα εμπλοκής στη οποία θα πρέπει πρώτα να γίνετε η σύνδεση εμπειριών του παρόντος με του παρελθόντος, έπειτα να προβλέπονται οι δραστηριότητες και τέλος να στρέφεται η προσοχή των μαθητών στις τρέχουσες δραστηριότητες και τα μαθησιακά τους αποτελέσματα.

Εξερεύνηση: Παρέχεται μια κοινή βάση εμπειριών μέσω του χειρισμού των υλικών και της εξερεύνησης του περιβάλλοντός τους, καθώς αναπτύσσουν ιδέες για διαδικασίες και δεξιότητες.

Εξήγηση: Οι μαθητές εξηγούν τις έννοιες τις οποίες μελετούν, εκφράζουν επίσημους ορισμούς και εξηγούν διαδικασίες, συμπεριφορές και δεξιότητες.

Επεξεργασία: Σε αυτή την φάση επιτρέπεται η εξάσκηση των παραπάνω συμπεριφορών και δεξιοτήτων καθώς μέσα από τις νέες εμπειρίες πλέον οι μαθητές αποκτούν πιο βαθειά κατανόηση των εννοιών, εμπλουτίζοντας τις πληροφορίες, τις γνώσεις και τις δεξιότητες τους.

Εκτίμηση: Στην φάση της Εκτίμησης οι μαθητές παροτρύνονται να αξιολογήσουν τις δυνατότητες τους όπως και την κατανόηση των εννοιών που επεξεργάστηκαν, καθώς δίνει και ένα πολύ καλό βοήθημα στους εκπαιδευτικούς να έχουν εικόνα της διαδικασίας.



Εικόνα 5 - Σύνθεση κύκλου μάθησης του Kolb και μοντέλου ανάπτυξης καμπύλης S

2.3. Εθνικά Πρότυπα (National Standards)

Τα πρότυπα στην εκπαίδευση είναι δηλώσεις πάνω σε σκοπούς, στόχους και προτεραιότητες (Hiebert, 1999). Αναπτύσσονται μέσα από μια σύνθετη διαδικασία στην οποία λαμβάνονται υπόψη παλιές πρακτικές, κοινωνικές προσδοκίες, αποτελέσματα ερευνών αλλά και γνώμες με την συνεργασία ιδικών και επαγγελματιών αντίστοιχων τομέων. Στόχος των προτύπων είναι η θέσπιση πολιτικών με σαφές, συνεκτικό και προκλητικό περιεχόμενο ως μαθησιακό αποτέλεσμα για την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Άλλη μια βασική ιδέα των εθνικών προτύπων ώστε τα ίδια να επιτευχθούν από τους μαθητές, ήταν ότι θα τα χρησιμοποιούσαν κρατικά τμήματα εκπαίδευσης και κρατικές δικαιοδοσίες ώστε να γίνει η επιλογή των προγραμμάτων εκπαίδευσης και η εφαρμογή διδακτικών πρακτικών και αξιολογήσεων. Η συμπίρευση των εκπαιδευτικών με τα εθνικά πρότυπα ήταν άλλη μια βασική υπόθεση, η οποία όμως δεν επετεύχθητε σε μεγάλο βαθμό, λόγω ανεξάρτητων αποφάσεων για την προετοιμασία τους και παράπλευρων εγχειριδίων (αναφορά στο Bybee, 2009, NRC, 2002). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως σαράντα έξι πολιτείες αποφάσισαν να δημιουργήσουν κοινά ακαδημαϊκά πρότυπα ενώνοντας τις δυνάμεις τους.

2.4. Δομή Αναλυτικού προγράμματος STEM – STEM Curriculum

Για την διαμόρφωση του ΑΠΣ STEM χρησιμοποιούνται πρότυπα (standards) από NRC (1996), NCTM (2000), ITEEA (2007) και ISTE (2007). Σύμφωνα με το πρόγραμμα κατάταξης διδασκαλίας του υπουργείου παιδείας Αμερικής STEM-CIP (Classification of Instructional Program), όλα τα πρότυπα έχουν σχεδιαστεί με βάση τις αρχές της κατανόησης μέσα από τον σχεδιασμό (Wiggins and McTighe, 1998). Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η κατανόηση μέσω του σχεδιασμού είναι μια αρκετά διαδεδομένη διαδικασία για τον σχεδιασμό αναλυτικών προγραμμάτων και την χρήση της στην συγγραφή ενοτήτων τριών σταδίων, τα οποία είναι το *Μαθησιακό Πλάνο*, τα *Επιθυμητά Αποτελέσματα* και η *Αξιολόγηση των Αποδείξεων – Αποτελεσμάτων*. Στο STEM η μάθηση βασίζεται πάνω στην έρευνα, και γι' αυτό στις δραστηριότητες ενός πλαισίου ΑΠΣ θα πρέπει να υπάρχει κλιμάκωση αυτών από επιβεβαιωτικές σε δομημένες, ύστερα σε καθοδηγούμενες και να καταλήγουν σε δραστηριότητες διερεύνησης (CurrTech Integrations, 2008). Με τον μαθητοκεντρικό χαρακτήρα αυτών των προγραμμάτων ενισχύεται και προωθείται η μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων, (Problem Based Learning), καθώς οι μαθητές συνεργάζονται στο να απαντήσουν ερωτήσεις για την λύση αυτών αλλά και αναστοχάζονται βάση των εμπειριών που συνέλεξαν στην πορεία (έρευνα). Η επίδοση είναι ακόμα κάτι πολύ σημαντικό στο οποίο βασίζεται η μάθηση και γενικότερα όλη η διδασκαλία του STEM, καθώς παρέχει τα μέσα για την βελτίωση των μαθητών. Πολλοί σχεδιαστές ΑΠΣ έχουν υποστηρίξει πως ο κύκλος των 5E αποτελεί ένα υπόδειγμα αποτελεσματικού σχεδιασμού διδασκαλίας με στόχο την βελτίωση των μαθητών. Τέλος όλες οι ενότητες του προγράμματος κατάταξης διδασκαλίας STEM-CIP παρέχουν ευκαιρίες αξιολόγησης τόσο σε παραδοσιακές μορφές αξιολόγησης όπως στα να απαντήσουν συγκεκριμένα ερωτήματα (Lantz & Smaroff, 2008), όσο και στην αξιολόγησή της απόδοσής τους για τα καθήκοντα που ανέλαβε ο κάθε μαθητής (tasks). Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα να έχουμε τα εξής συστατικά μέρη ενός ΑΠΣ STEM τα οποία είναι:

- Τα Εθνικά Πρότυπα (Γενικοί Στόχοι)
- Τους Ιδικούς Στόχους (Επιθυμητά Αποτελέσματα)
- Τις Προτεινόμενες Μεθόδους Διδασκαλίας
- Τα Υλικά και τα Μέσα
- Το Μαθησιακό Πλάνο
- Τις Προαπαιτούμενες Γνώσεις
- Τα στοιχεία Αξιολόγησης

2.5. Αναλυτικά προγράμματα σπουδών για STEM σε άλλες χώρες

Σύμφωνα με το θεματικό τεύχος «Global Education Review», μια έκδοση του «The School of Education» στο Mercy College της Νέας Υόρκης, έγινε προσπάθεια να ακουστούν οι διαφορετικές φωνές τονίζοντας τα θέματα μέσα στους τέσσερεις κλάδους του STEM, μιας και επηρεάζουν διαφορετικά έθνη σε όλο τον κόσμο. Όλες οι μελέτες σε αυτή την κλίμακα έχουν ένα κοινό τρόπο εξέτασης για το πώς μπορεί να αναπτυχθεί η STEM εκπαίδευση ώστε να είναι προσβάσιμη και κατάλληλη για όλους τους μαθητές παγκοσμίως, παρά το γεγονός ότι κάθε πλαίσιο εκπαίδευσης είναι διαφορετικό. Επίσης θέτονται πολλές ερωτήσεις σχετικά με το πώς μπορούν να ανταποκριθούν οι ανάγκες των εκπαιδευομένων του STEM, αλλά και για το πώς η δουλειά τους μπορεί να αποβλέπει σε διαφορετικά πλαίσια ανά τον κόσμο. Ο μόνος τρόπος να κατανοήσουμε το πως επηρεάζουν αυτά τα ζητήματα τον κάθε άνθρωπο στα διάφορα έθνη και να διαφωτιστούμε πάνω σε αυτό, είναι να κάνουμε την εκπαίδευση STEM προσβάσιμη σε όλους, καθώς όλοι επωφελούνται από την μετάβαση σε μια πιο παγκόσμια νοοτροπία παρά σε μια εθνικιστική (Nancy N. Heilbronner, 2014).

2.5.1. STEMNET

Παρά το γεγονός ότι η Αγγλία έχει το 1% του παγκόσμιου πληθυσμού, παράγει το 10% της παγκόσμιας έρευνας. Οι στρατηγικές που ακολουθούν οι κυβερνήσεις σε ότι αφορά την ανάπτυξη ενός ισχυρού δυναμικού μηχανικών, επιστημόνων, μαθηματικών και τεχνολόγων, ενθαρρύνουν την ανάγκη δημιουργίας διαφόρων οργανισμών για εκπαιδευτικές δράσεις στο STEM. Το Δίκτυο Επιστήμης, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών ή αλλιώς STEMNET είναι μια εκπαιδευτική φιλανθρωπική οργάνωση στο Ηνωμένο Βασίλειο που επιδιώκει να ενθαρρύνει την συμμετοχή των μαθητών στο σχολείο σε μαθήματα σχετικά με τις θετικές επιστήμες όπως η επιστήμη, η τεχνολογία, η Μηχανική και τα Μαθηματικά, στο πανεπιστήμιο της επιλογής τους αλλά και στην συνέχεια στην απασχόληση τους στα επαγγέλματα του τομέα αυτού. Πέρα από την ενασχόληση των μαθητών κατά την σχολική διάρκεια, το πρόγραμμα αυτό υποστηρίζει και τις λέσχες Φυσικών Επιστημών και Μηχανικής ακόμα και μετά το σχολείο με εννέα τοπικά κέντρα ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες (Science Learning Centres).

2.5.2. Research Science Institute (RSI)

Το Ινστιτούτο Επιστημών και Ερευνών αποτελεί ένα διεθνές καλοκαιρινό δωρεάν πρόγραμμα κατάλληλο για μαθητές της τελευταίας τάξης του Γυμνασίου με παροχή δωματίου και διατροφής, το οποίο φιλοξενείται από το MIT στο Κέιμπριτζ της Μασαχουσέτης των Ηνωμένων Πολιτειών. Χρηματοδοτείται από το Κέντρο Αριστείας στην Εκπαίδευση - Center for Excellence in Education (CEE) συγκεντρώνοντας μαθητές ταλέντα από όλο τον κόσμο, δίνοντάς τους την ευκαιρία να διεξάγουν δωρεάν επαγγελματική και επιστημονική έρευνα στις έξι εβδομάδες διάρκειας του καλοκαιριού, σε μια πληθώρα θεμάτων όπως η έρευνα για τον καρκίνο. Την πρώτη εβδομάδα γίνονται σεμινάρια σχετικά με την σύγχρονη έρευνα έγκριτων καθηγητών από

κορυφαία πανεπιστήμια των οποίων είναι απόφοιτοι. Οι επόμενες τέσσερις στοχεύουν σε μεμονωμένα έργα μέσω μεντόρων στην περιοχή της Βοστώνης και σε εργαστήρια των περιοχών του MIT και του Χάρβαρντ, ενώ η τελευταία εβδομάδα αφιερώνεται για την συγγραφή παρουσιάσεων και εργασιών όπως τις δέκα καλύτερες του Encore, όσων δηλαδή αποφοίτησαν από το ακαδημαϊκό προσωπικό του RSI αλλά και το τελικό συμπόσιο. Οι μαθητές που συμμετέχουν στο πρόγραμμα διαγωνίζονται σε πολύ ξακουστά επιστημονικά προγράμματα όπως το «International Science and Engineering Fair» το «Intel Talent Search», και το «Siemens Science and Technology Competition» καθώς πολύ σημαντικό πλεονέκτημα για τους ίδιους είναι και η ευκαιρία για δημοσίευση που τους δίνεται μαζί με τους ερευνητικούς μέντορές τους.

Παρόμοια προγράμματα εντοπίζονται και το 2006 στην Σαγκάη της Κίνας με το πρόγραμμα «RSI-Fudan». Στο πρόγραμμα αυτό πήραν μέρος τριάντα πέντε Κινέζοι φοιτητές, ενώ το προσωπικό του απαρτίστηκε από προηγμένες θυγατρικές του Rickoids και CEE / Fudan από τις ΗΠΑ και την Κίνα, καθώς το καλοκαίρι του 2015 γίνεται για πρώτη η εναρκτήρια εκδήλωση RSI Tsinghua στο Πεκίνο. Πέντε χρόνια μετά, το 2011 εμφανίζεται το Σαουδικό Ερευνητικό Επιστημονικό Ινστιτούτο ή SRSI το οποίο πραγματοποιείται στο Πανεπιστήμιο Επιστήμης και Τεχνολογίας «King Abdullah» στο Thuwal της Σαουδική Αραβίας. Στο πρόγραμμα αυτό επιλέγονταν είκοσι πέντε ταλαντούχοι μαθητές οι οποίοι παρακολούθησαν το έξι εβδομάδων πρόγραμμα βάση το RSI, καθώς στην πορεία των ετών ο αριθμός αυτός αυξανόταν φτάνοντας τους σαράντα πέντε. Σε συνεργασία με την CEE και το Πανεπιστήμιο Tsinghua, στο πρόγραμμα αυτό πραγματοποιήθηκαν ερευνητικές εμπειρίες σε τριάντα τέσσερις ταλαντούχους μαθητές Γυμνασίου της Κίνας. Στην Σουηδία, η Ακαδημία Έρευνας για Νέους Επιστήμονες (RAYS) πραγματοποιείται σε ετήσια βάση για είκοσι έναν επερχόμενους τελειόφοιτους γυμνασίου με προσόντα στο STEM. Στην Ινδία στην πόλη Chennai το 2009, το Κέντρο Αριστείας της Εκπαίδευσης ξεκίνησε ένα εντατικό πρόγραμμα τεσσάρων εβδομάδων με το όνομα «Research Science Initiative-Chennai» όπου πραγματοποιήθηκε στο Ινδικό Τεχνολογικό Ινστιτούτο Μάντρας. Έλαβε υποστήριξη από όλα τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από τα οποία επιλέχθηκαν οι μαθητές και με την άμεση συνεργασία με το PSBB Group of Schools, το SASTRA University, το IIT Madras, το Chennai Mathematical Institute, και άλλα κορυφαία ιδρύματα στους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας. Τέλος, το 2001 ένα παρόμοιο πρόγραμμα, το «Summer Research School» υπό την διοργάνωση του μαθητικού ινστιτούτου μαθηματικών και Πληροφορικής Λυκείου. Το πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου της Βουλγαρίας με ιδιαίτερη κλίση στα Μαθηματικά και την Πληροφορική και ενώ αρχικά συμμετείχαν κάθε χρόνο σαράντα Βούλγαροι φοιτητές, πλέον έχει αποκτήσει διεθνή χαρακτήρα.

2.5.3. Yale Young

Το «Παγκόσμιο Πρόγραμμα Μελετών Yale Young» είναι ένα ακαδημαϊκό καλοκαιρινό διεθνές πρόγραμμα δύο εβδομάδων και λαμβάνει χώρα στο ξακουστό Πανεπιστήμιο Yale των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Χωρίζεται σε τρεις περιόδους, η πρώτη είναι από 31 Ιουνίου έως 3 Ιουλίου, η δεύτερη είναι από 5 Ιουλίου έως 17 Ιουλίου και η τρίτη είναι από 19 Ιουλίου

έως 31 Ιουλίου. Αναλυτικότερα, στις πρώτες δύο περιόδους το πρόγραμμα προσφέρει συνεδρίες βιολογικής και βιοϊατρικής επιστήμης, επιτρέποντας στους μαθητές με ενδιαφέρον στις βιοεπιστήμες να μελετήσουν εις βάθος το θέμα αυτό συζητώντας για έννοιες όπως η βιοχημεία, η ανοσολογία, η νευροεπιστήμη, η μοριακή βιολογία και η βιοϊατρική Μηχανική. Στην τρίτη περίοδο του προγράμματος προσφέρονται συνεδρίες πάνω στην εφαρμοσμένη επιστήμη και Μηχανική, ιδανικό για μαθητές με πάθος για τις φυσικές επιστήμες και την εφαρμογή τους στην επίλυση προβλημάτων. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται θέματα όπως η αστρονομία, η χημεία, η Φυσική και η επιστήμη της γης. Η δια ζώσης παρακολούθηση κοστίζει \$6300, ενώ λόγω πρόσφατων συνθηκών δίνεται και η δυνατότητα online παρακολούθησης με κόστος \$3500, αλλά και η προσφορά 100% υποτροφιών βάση αναγκών για την κάλυψη των διδάκτρων.

2.5.4. Boston Leadership Institute (BLI)

Το BLI των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής βρίσκεται κοντά στα κορυφαία πανεπιστήμια του κόσμου όπως το Χάρβαρντ και το MIT καθώς αποτελεί ένα βραβευμένο επίσης καλοκαιρινό πρόγραμμα για εφήβους με υψηλές επιδόσεις. Φιλοξενεί μια μεγάλη ποικιλία από συνέδρια διαφόρων θεμάτων όπως αστροφυσική, νευροεπιστήμες, ρομποτική και βιομηχανική με εξαιρετικά ειδικευμένους δάσκαλους, καθηγητές και εκπαιδευτές, απόφοιτους πολλές φορές από τα ίδια ιδρύματα. Από το 2011 προσφέρει μιας ή τριών εβδομάδων προγράμματα, δίνοντας μοναδικές και πολύτιμες ευκαιρίες σε χιλιάδες μαθητές από όλο τον κόσμο να εργαστούν και να αποκτήσουν πρακτική εμπειρία εργασίας απευθείας με επαγγελματίες σε εγκαταστάσεις της Βοστώνης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα επαγγελματικής εξάσκησης είναι η ιατρική πανεπιστημιούπολη «Longwood» και το αεροδρόμιο «Logan». Τέλος το πρόγραμμα κοστίζει από \$600 - \$2200 ενώ τα τέλη κατοικίας από \$600 - \$1797 ανάλογα το πρόγραμμα συμμετοχής.

2.5.5. Stanford STARS

Το επτά εβδομάδων δωρεάν καλοκαιρινό πρόγραμμα πρακτικής άσκησης «Stanford STARS» φιλοξενείται από το «Stanford Medicine» και απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου και προπτυχιακούς φοιτητές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην ιατρική, στην βιοϊατρική μηχανική και έρευνα, στην βιολογία των βλαστοκυττάρων, και στην αναγεννητική ιατρική. Οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν πρακτική εμπειρία μέσα στο εργαστήριο για τουλάχιστον τέσσερις ημέρες την εβδομάδα σε συνεργασία με έναν επαγγελματία σύμβουλο έρευνας, καθώς μια ημέρα της εβδομάδας είναι αφιερωμένη σε περιηγήσεις στην πανεπιστημιούπολη και δραστηριότητες με την δημιουργία ομάδων.

2.5.6. PROMYS

Για περισσότερες από τρεις δεκαετίες κάθε καλοκαίρι το Πρόγραμμα Μαθηματικών για Νέους Επιστήμονες (PROMYS) φιλοξενείται για έξι εβδομάδες στο Πανεπιστήμιο της Βοστώνης. Μέντορες από το Χάρβαρντ, το MIT και το Πρίνστον, κατευθύνουν μαθητές Γυμνασίου και

δασκάλους μαθηματικών δευτεροβάθμιας ώστε να κατανοήσουν από πρώτο χέρι την μαθηματική επίλυση προβλημάτων και προσκεκλημένοι ομιλητές κάθε εβδομάδα αναλύουν θέματα όπως η στατιστική εξαγωγή συμπερασμάτων και τα Μαθηματικά υψηλών επιπέδων. Ιδιαίτερο είναι κι εδώ το γεγονός ότι οι μαθητές ενθαρρύνονται στο να δημιουργήσουν δικά τους Μαθηματικά πειράματα, τα οποία οι ίδιοι θα λύσουν κατά την διάρκεια του προγράμματος με την βοήθεια των εκπαιδευτών. Το πρόγραμμα κοστίζει \$5.150, είναι δωρεάν για φοιτητές συγκεκριμένου εισοδήματος, αλλά παρέχονται και υποτροφίες.

2.5.7. Australian Council for Education Research - ACER

Στην Αυστραλία, η εξασφάλιση μιας ισότιμης πρόσβασης στο STEM για όλους περιλαμβάνει την προσφορά ευκαιριών και την ενθάρρυνση για όσους το επιθυμούν. Σε όλη την χώρα υπάρχουν ειδικευμένα σχολεία STEM με πολιτική που αποσκοπεί στην αύξηση του αριθμού των μαθητών που εμπλέκονται με αυτό, αλλά και την στοχευμένη εκπαίδευση. Σύμφωνα με τους Αμερικανούς ερευνητές Erdogan και Stuessy (2015), εδώ και εκατό χρόνια υπάρχουν εξειδικευμένα σχολεία STEM και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: α) επιλεκτικά STEM σχολεία, β) σχολεία STEM χωρίς αποκλεισμούς, γ) σχολεία με προσανατολισμό σταδιοδρομίας και τεχνικές σπουδές STEM εκπαίδευσης.

Ένα τέτοιο παράδειγμα εξειδικευμένου σχολείου STEM στην Αυστραλία είναι το “ John Monash Science School” στην Μελβούρνη, το οποίο συνδέεται με το Πανεπιστήμιο «Monash» - Queensland Ακαδημίες - Science, Mathematics and Technology Campus (QASMT). Ακόμα ένα παράδειγμα της καθιέρωσης σχολείων με προσανατολισμό σταδιοδρομίας STEM και τεχνική εκπαίδευση στην Αυστραλία, είναι η χρηματοδότηση προγραμμάτων ύψους \$128 για την κατασκευή δέκα “Tech Schools” στις πανεπιστημιούπολεις TAFE στην Βικτώρια. Στόχος τους είναι η προσέλκυση μαθητών στο STEM και η ομαλή πορεία τους στην μετα-δευτεροβάθμια εκπαίδευση και κατάρτιση (Υπουργείο Παιδείας και Εκπαίδευσης Βικτώρια, 2017).

Ένας άλλος τρόπος για την ενθάρρυνση των μαθητών στην ειδίκευση με STEM, είναι να δημιουργήσουν μια ακαδημία καριέρας ως «σχολείο μέσα στο σχολείο». Περίπου 2550 σχολεία στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής έχουν ιδρύσει τέτοιες ακαδημίες με επίκεντρο τα θέματα στο STEM, καθώς αποτελούν πολυετή προγράμματα με ολοκληρωμένο ακαδημαϊκό και επαγγελματικό τεχνικό περιεχόμενο και ευρύτερη δράση γύρω από την σταδιοδρομία των μαθητών (Ινστιτούτο Επιστημών της Εκπαίδευσης, 2006). Οι σπουδαστές παρακολουθούν μαζί τα μαθήματα και παραμένουν με την ίδια ομάδα εκπαιδευτικών όσο διαρκεί το πρόγραμμα. Επίσης, οι ακαδημίες διατηρούν σχέσεις με τοπικές επιχειρήσεις και βιομηχανίες ως τρόπος παροχής ευκαιριών μάθησης (Kemple, 2001). Η Αυστραλία διαθέτει σχολεία με εξειδικευμένα STEM προγράμματα, όπως το Λύκειο “Darwin”, το οποίο αποτελεί κέντρο αριστείας στις επιστήμες και τα Μαθηματικά. Ως το 2017 η χώρα αυτή έχει έξι μητροπολιτικά σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και μια ολόκληρη περιοχή σχολείων ορισμένα ως ειδικοί STEM με το πιο πρόσφατο σχολείο STEM στις επιστήμες υγείας το 2019 στην Αδελαΐδα, να κοστίζει εκατό εκατομμύρια δολάρια.

Η ύπαρξη στρατηγικών για την εμπλοκή μαθητών και εκπαιδευτικών με το STEM καθίσταται απαραίτητη. Πληθώρα προγραμμάτων για την προώθηση και την σύνδεσή του με την βιομηχανία, με ιδρύματα που σχετίζονται με αυτό, αλλά και με την συμμετοχή των πολιτών σε κοινοτικές πρωτοβουλίες, αρχίζουν να λαμβάνουν χώρα. Κάποιες από αυτές τις πρωτοβουλίες είναι η παροχή επιστημονικών δραστηριοτήτων στον κόσμο, οι λέσχες κωδικοποίησης όπως η «CoderDojo», και προκλήσεις όπως το «STEM Video Game Challenge».

Διάφοροι οργανισμοί προσφέρουν θερινά σχολεία όπως το «STEM X Academy» για εκπαιδευτικούς και το σχολείο των Αβοριγίνων για την αριστεία των μαθητών στην Τεχνολογία και την Επιστήμη (ASSETS). Η εργασιακή εμπειρία, η εισβολή του STEM, τα προγράμματα καθοδήγησης όπως το «In2Science» και επιστήμονες στα σχολεία, συνδέουν την βιομηχανία και προωθούν στην τριτοβάθμια εκπαίδευση τα οφέλη του STEM. Ζωολογικοί κήποι, μουσεία και κέντρα STEM όπως το Scitech (WA), το Questacon (ACT), το Powerhouse Museum (NSW), και το ScienceWorks (VIC), αποτελούν βασικά στοιχεία στην ατζέντα για την εμπλοκή με το STEM εκτός αίθουσας διδασκαλίας. Γκαλερί, βιβλιοθήκες, αρχεία και μουσεία (τομέας GLAM) παρέχουν επίσης προσβάσιμες και διαγενεακές STEM δραστηριότητες σε όλη την κοινότητα διασφαλίζοντας ότι όλα τα παιδιά έχουν πρόσβαση από νεαρή ηλικία σε ποιοτικό εμπλουτισμό, δραστηριότητες, διεγείρεται η περιέργεια τους και ενημερώνονται συνεχώς για την εκπαίδευση και την σταδιοδρομία τους.

Το Αυστραλιανό Συμβούλιο Εκπαιδευτικής Έρευνας (ACER) μέσω μιας πρωτοβουλίας του Κέντρου για Εκπαιδευτική Πολιτική και Πρακτική για την προώθηση της διασύνδεσης μεταξύ έρευνας, πολιτικής και πρακτικής, τονίζει ότι η έλλειψη έτοιμων και ολοκληρωμένων προγραμμάτων STEM αλλά και πόρων, δεν θα πρέπει να αποθαρρύνει τους καθηγητές της πρωτοβάθμιας να το εντάξουν στις αίθουσές τους. Τα παρακάτω προγράμματα που θα παρουσιαστούν αν και δεν είναι πλήρως ολοκληρωμένες πρωτοβουλίες STEM, έχουν όμως επιλεγεί ως χρήσιμα για τους εκπαιδευτικούς για τους εξής λόγους:

- Επιτρέπουν την ενσωμάτωση του STEM
- Παρέχουν συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη
- Εστιάζουν σε πτυχές του STEM που περιλαμβάνονται πρόσφατα στα πρωτοβάθμια προγράμματα σπουδών της Αυστραλίας (Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority, [ACARA], 2016).

2.5.7.1. Primary Connections

Είναι ένα γνωστό ολοκληρωμένο πρωτοβάθμιο επιστημονικό πρόγραμμα, το οποίο ενσωματώνει την επιστήμη με τον αλφαριθμητισμό και υποστηρίζεται από την Αυστραλιανή Ακαδημία Επιστημών. Οι «πρωτογενείς συνδέσεις» ή αλλιώς «Primary Connections» χρησιμοποιούν μία ερευνητική και διερευνητική προσέγγιση, καθώς με την υποστηρικτική επαγγελματική ανάπτυξη και τους πόρους του προγράμματος σπουδών, παρέχει ένα καλό σημείο εκκίνησης για τους εκπαιδευτικούς ανάπτυξης ικανοτήτων STEM. Τέλος, το πρόγραμμα βασίζεται στον κύκλο

μάθησης 5E του Bybee (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Carlson Powell, Westbrook & Landes, 2006).

2.5.7.2. EngQuest

Ενώ συνήθως η Μηχανική δεν διδάσκεται στο Δημοτικό, το Αυστραλιανό πρόγραμμα σπουδών εστιάζει σε αυτή ως μέρος του τομέα «Σχεδιασμός και Τεχνολογίες», το οποίο αρχίζει από το ίδρυμα ACARA το 2016. Το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε από τους μηχανικούς της Αυστραλίας και παρέχει πόρους για μαθητές Νηπιαγωγείου, Δημοτικού και Γυμνασίου. Βασίζεται στην συνεργατική επίλυση προβλημάτων όπως και το πρόγραμμα των «Πρωτεύουσών Συνδέσεων» και χρησιμοποιεί το μοντέλο 5E επίσης. Το «EngQuest» δεν αποτελεί άλλο ένα πρόγραμμα για διδασκαλία αλλά συνδέει τα Μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες, το «desing» και τις τεχνολογίες. Έτσι, επιτρέπει στους μαθητές να εφαρμόσουν τις επιστημονικές και μαθηματικές δεξιότητες σε πραγματικές καταστάσεις

2.5.7.3. CS Unplugged

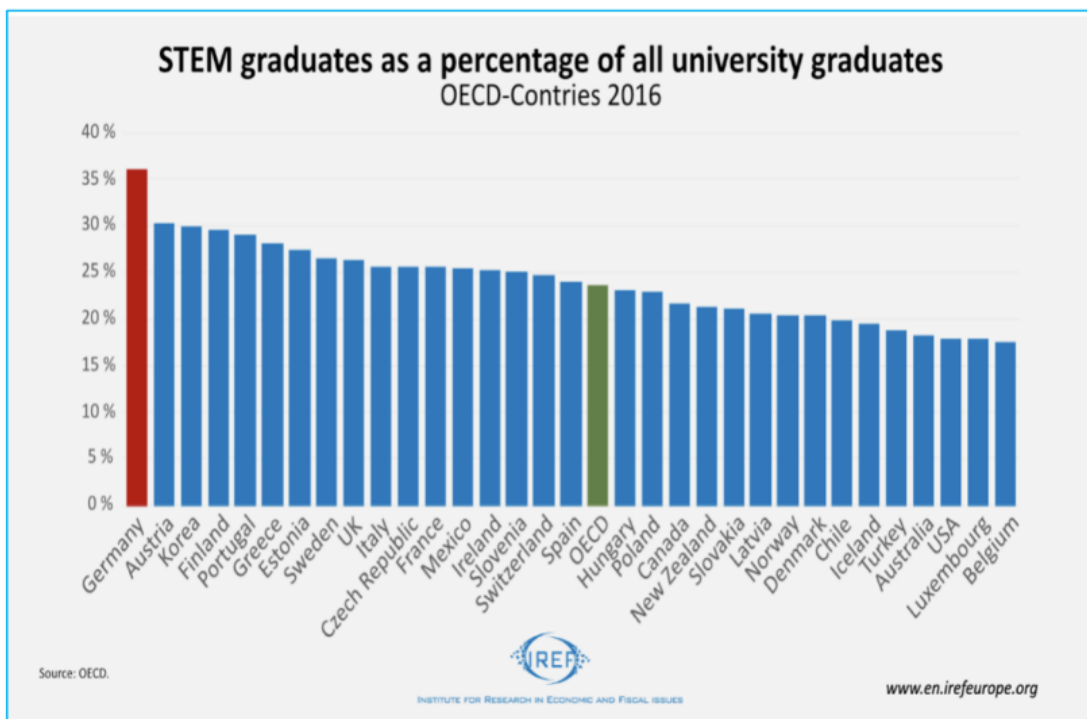
Αποτελεί μια συλλογή μαθησιακών δραστηριοτήτων για την εισαγωγή υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές χωρίς την χρήση υπολογιστή. Οι πόροι του προγράμματος περιλαμβάνουν δραστηριότητες, βίντεο και υλικό για τους εκπαιδευτικούς, το οποίο τους βοηθά να οικοδομήσουν την γνώση. Ένα μέρος του ενσωματώνει τα Μαθηματικά και την Τεχνολογία καθώς παρέχει και εξηγήσεις για την συνάφεια των δραστηριοτήτων που έγιναν. Επίσης, παρέχεται και ένα σχέδιο του τρόπου με το οποίο το «CS Unplugged» συνδέεται με το Αυστραλιανό πρόγραμμα σπουδών ψηφιακών τεχνολογιών. Όπως οι «Πρωτεύουσες Συνδέσεις» και το «EngQuest», έτσι και το «CS Unplugged» ενσωματώνει δεξιότητες όπως η επικοινωνία, η επίλυση προβλημάτων, η δημιουργικότητα και η σκέψη σε ένα ουσιαστικό πλαίσιο (Bell, Witten & Fellows, 2015).

Η εισαγωγή της ρομποτικής στο Δημοτικό με κιτ όπως το «Lego Mindstorm» και την απλή γλώσσα προγραμματισμού «Robolab» ή η αεροδιαστημική μηχανική ως πρόγραμμα πρόκλησης των μαθητών του Γυμνασίου για την κατασκευή ενός χάρτινου αεροπλάνου που θα μένει στον αέρα όσο το δυνατό γίνεται, είναι κάποιες από τις μεθόδους που χρησιμοποιεί το Αυστραλιανό πρόγραμμα σπουδών. Βασίζονται στην βιωματική θεωρία μάθησης (Εμπειρία - Διαμοιρασμός - Διαδικασία - Γενίκευση – Εφαρμογή), επιτρέπουν στους μαθητές να εφαρμόζουν δεξιότητες επιστημονικής διαδικασίας, οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν ανοικτή και εκτεταμένη έρευνα και οι μαθητές να εφαρμόζουν μαθηματικές και επιστημονικές έννοιες μέσα από τις φάσεις του προσδιορισμού προβλήματος, της δημιουργία ιδεών, του σχεδιασμού και της κατασκευής, της αξιολόγησης του σχεδιασμού και του επανασχεδιασμού. Οι μελέτες περίπτωσης επίσης, δίνουν παραδείγματα σε ενεργά προγράμματα με συγκεκριμένο πλαίσιο, ώστε να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να εξετάσουν μια εφαρμογή στο δικό τους σχολείο και τάξη. Ο σχεδιασμός ενός ηλιακού οχήματος το οποίο έπρεπε να ολοκληρώσει ένα κύκλο μέσα σε δέκα δευτερόλεπτα αποτελεί μια πρόκληση ανοικτού τύπου, καθώς είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση της επιστήμης,

των μαθηματικών, του design και της τεχνολογίας. Η χρήση της ανοικτής διερεύνησης βελτιώνει την αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών στην διδασκαλία των φυσικών επιστήμων καθώς και οι μαθητές αναλαμβάνουν να ολοκληρώσουν περισσότερα πειράματα, έχουν περισσότερες ευθύνες για την μάθησή τους και είναι σε θέση να εξηγήσουν τις ιδέες τους με δικά τους λόγια, βελτιώνοντας έτσι την στάση τους απέναντι στην επιστήμη. Ενώ όλα τα προγράμματα είναι διαφορετικά υπάρχουν κοινά θέματα σε αυτά που μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να δομήσουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την εφαρμογή του STEM στο πρόγραμμα σπουδών. Κύριο χαρακτηριστικό είναι ο κυκλικός και επαναληπτικός χαρακτήρας του προγράμματος STEM, που επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν, να σχεδιάσουν, να δημιουργήσουν, να αξιολογήσουν, να αναθεωρήσουν και να βελτιώσουν τις λύσεις τους.

Σημαντικό είναι επίσης να εξετάζουμε τις αξιολογήσεις όλων αυτών των προγραμμάτων τα οποία αυξάνονται ραγδαία. Εάν ένα πρόγραμμα δεν έχει ως την ώρα δημοσιευμένες αξιολογήσεις, οι εκπαιδευτικοί και τα σχολεία είναι υπεύθυνοι για το αντίκτυπο που θα έχει στην μάθηση των παιδιών. Μία συζήτηση με τον πάροχο του προγράμματος πριν την όποια οικονομική δέσμευσή με αυτό είναι μία πολύ καλή λύση. Η διάδοση της έρευνας και των ερευνητικών ευρημάτων είναι μια εξίσου σημαντική στρατηγική για την ενασχόληση των μαθητών με το STEM. Η δημιουργία εύκολα προσβάσιμων αποθετηρίων για οποιαδήποτε έρευνα στο STEM, θα βοηθήσει να ξεπεραστεί οποιαδήποτε δυσκολία εύρεσης μελετών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής είναι το «WWC», το οποίο αποτελεί κεντρική και αξιόπιστη πηγή επιστημονικών στοιχείων σχετικά με εκπαιδευτικά προγράμματα, προϊόντα, πρακτικές και πολιτικές. Εξετάζει την έρευνα, καθορίζει ποιες μελέτες πληρούν αυστηρά πρότυπα και συνοψίζει τα ευρήματα. Ακόμα, οι οδηγοί «MESH» είναι επίσης μια παγκόσμια πρωτοβουλία που παρέχει περιλήψεις ερευνών, διαδικτυακούς οδηγούς και βοηθάει τους εκπαιδευτικούς στην διασύνδεση των γνώσεων που απαιτούνται για την διδασκαλία. Τέλος, στην Αυστραλία, το «Evidence for Learning» είναι μια μη κερδοσκοπική οντότητα που παρέχει στήριξη στους εκπαιδευτικούς αλλά και στόχος είναι να σπάσει ο ισχυρός δεσμός μεταξύ του οικογενειακού εισοδήματος και των αποτελεσμάτων των μαθητών.

Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα δεδομένα του ΟΟΣΑ το 2016 (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης), εντυπωσιακό φαίνεται να είναι το γερμανικό εκπαιδευτικό σύστημα στον τομέα της εκπαίδευσης STEM και της μαζικής συμμετοχής σε προγράμματα σπουδών STEM καθώς αναγνωρίζεται διεθνώς ως αρκετά αποτελεσματικό τόσο σε ανάπτυξη δεξιοτήτων, όσο και γνώσεων. Η ικανότητα έγκαιρης διάγνωσης, η ταχεία προσαρμογή του εκπαιδευτικού συστήματος σε τρέχουσες ανάγκες, οι διασφαλιζόμενες εργασιακές αγοραστικές και οικονομικές απαιτήσεις, και η συνεργασία δημοσίου και ιδιωτικού τομέα μέσω ενός αποδοτικού και οργανωμένου συστήματος παρακολούθησης (monitoring) των εισροών, των εκροών και των αποτελεσμάτων της εθνικής εκπαιδευτικής πολιτικής, είναι οι λόγοι της επιτυχίας του στην προώθηση του STEM. Αναλυτικότερα, παρατηρούμε ότι το 36% των αποφοίτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης της Γερμανίας προέρχονται από προγράμματα σπουδών STEM με κορυφή το 45,7% σε διδακτορικό επίπεδο, με τον μέσο όρο να κυμαίνεται στο 26% και έκπληξη να προκαλεί το ποσοστό των ΗΠΑ μόλις στο 18%.



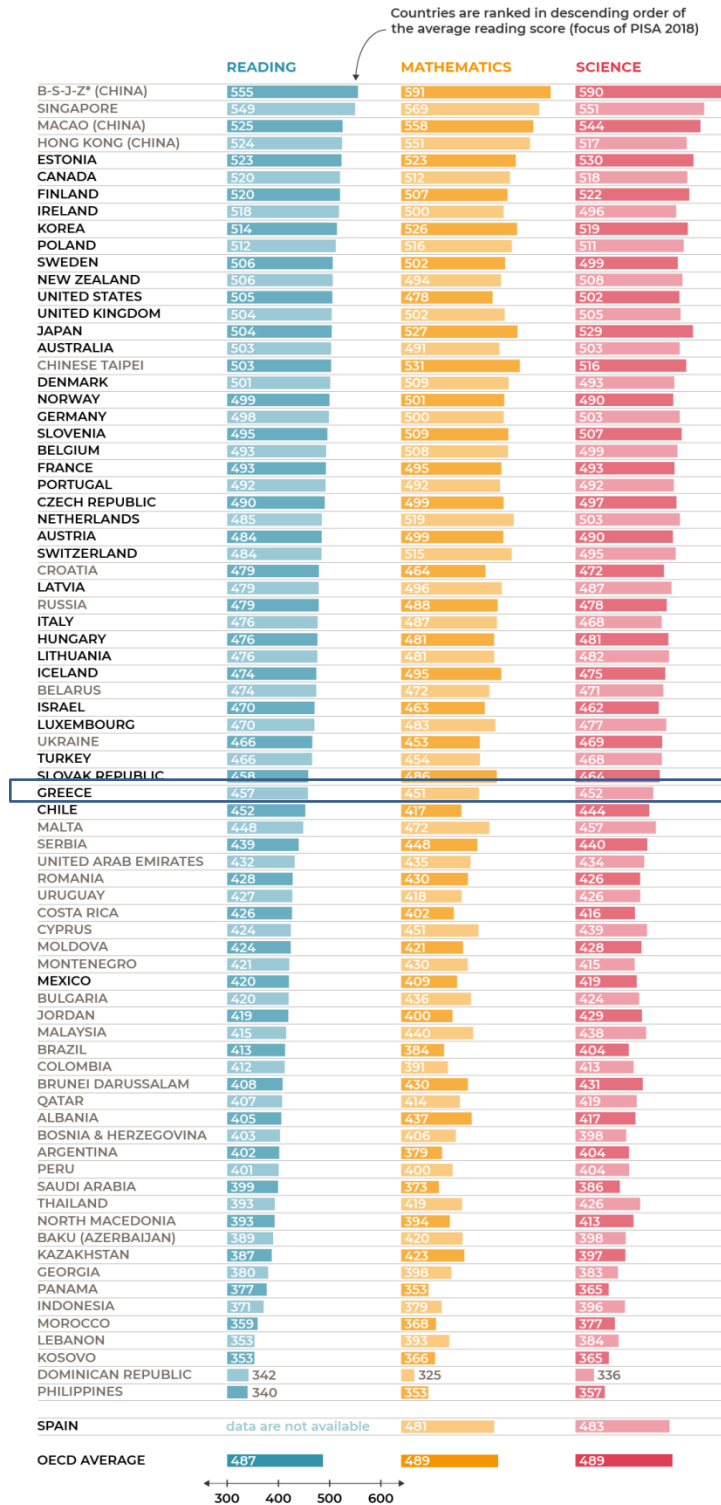
Εικόνα 6 - Απόφοιτοι STEM επί του συνόλου αποφοίτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (2016)
Πηγή: ΟΟΣΑ, επεξεργασία Institute for Research in Economic and Fiscal Issues (IREF), 2019

2.6. Ένταξη προγραμμάτων STEM στην Ελλάδα

Όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονα στην Αμερική αλλά και παγκοσμίως το γεγονός του ολοένα και μικρότερου αριθμού ενασχόλησης μαθητών, δασκάλων και επαγγελματιών εν συνεχεία σε τομείς όπως τα Μαθηματικά, την Μηχανική, την τεχνολογία και των φυσικών επιστημών. Με κίνδυνο λοιπόν η Αμερική να χάσει να σκήπτρα της στην βιομηχανία, την καινοτομία και την οικονομία, δημιουργήθηκε η ανάγκη για άμεση ένταξη του STEM στην εκπαίδευση (Gonzalez & Kuenzi, 2012). Στον παρακάτω πίνακα βάση του διαγωνισμού PISA – ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης - Program for International Student Assessment, Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών) το 2018 βλέπουμε την Ελλάδα να κατατάσσεται 45η στους 78 στη μέση επίδοση των τριών εξεταζόμενων πεδίων του PISA Ανάγνωση, Μαθηματικά και Επιστήμες.

PISA 2018 results

Snapshot of students' performance in reading, mathematics and science



Source: OECD, PISA 2018 Database || *B-S-J-Z refers to Beijing, Shanghai, Jiangsu and Zhejiang



Εικόνα 7 – Επιδόσεις μαθητών παγκοσμίως

Σήμερα, τα σχολικά συστήματα σε διεθνές επίπεδο έχουν ως στόχο την εκπαίδευση με μεθοδολογία STEM και μάλιστα σε όλες της βαθμίδες της εκπαίδευσης (Τζες & Νικολακόπουλος, 2004). Στην Ελλάδα παρά το γεγονός ότι το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής το 2015 εξέδωσε την πράξη για εμφανή προτροπή σχεδιασμού Α.Π. πάνω στο STEM, βάση των αποτελεσμάτων του διαγωνισμού PISA ο όρος STEM φαίνεται για αρκετούς εκπαιδευτικούς και όχι μόνο, να είναι ακόμα άγνωστος και οι επιδόσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες και τα Μαθηματικά να βρίσκονται χαμηλά (Ι.Ε.Π., 2015). Η πρόταση του Ι.Ε.Π. συγκεκριμένα ανέφερε ότι: *«Η ένταξη (STEM) προτείνεται από όσους σχεδιάζουν αναλυτικά προγράμματα, τόσο γιατί εξυπηρετεί καλύτερα τη μάθηση μέσα από την ολιστική προσέγγιση, όσο και γιατί γεφυρώνει το χάσμα ανάμεσα στην επιστήμη και τις εφαρμογές της. Επομένως, ένα πλαίσιο διδασκαλίας των επιστημών αυτών μέσα από ένα μοντέλο ένταξης μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματικότερο για την προετοιμασία των εργαζομένων στο χώρο της τεχνολογίας και της επιστήμης του 21ου αιώνα».*

2.6.1. Τυπικά Προγράμματα Σπουδών στην Ελλάδα

Το ευρύτερο ενδιαφέρον στην αξιοποίηση της ρομποτικής στο κομμάτι της παιδαγωγικής, σαν αποτέλεσμα της έρευνας στην διδακτική των επιστημών και της τεχνολογίας, δημιούργησε προσπάθειες ενσωμάτωσης της με χαρακτηριστικά άτυπης, τυπικής και μη τυπικής μάθησης σε μια πληθώρα από μαθησιακά περιβάλλοντα (D. Williams, Ma, & Prejean, 2010). Στα Π.Σ. της πρωτοβάθμιας τυπικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα (μαθησιακές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εντός οργανωμένου εκπαιδευτικού πλαισίου), διδάσκεται η εκπαιδευτική ρομποτική στα πλαίσια του μαθήματος «Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών - ΤΠΕ» στις τάξεις της Ε' και Στ' Δημοτικού. Παρακάτω παρατίθενται πίνακες ενοτήτων με δράσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής σύμφωνα με το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στα πλαίσια υλοποίησης της πράξης «Νέο Σχολείο».

Ενότητα: Προγραμματίζω τον υπολογιστή – Ε' τάξη

Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Βασικά θέματα	Δραστηριότητες	Εκπαιδευτικό υλικό
<p>Ο μαθητής/τρια πρέπει να είναι ικανός/ή</p> <ul style="list-style-type: none"> να αναγνωρίζει τις βασικές συνιστώσες ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος οπτικού προγραμματισμού να εκτελεί έτοιμα προγράμματα που θα του δοθούν να περιγράφει με λεκτικό τρόπο τα βήματα απλών αλγορίθμων που καλείται να υλοποιήσει στο εκπαιδευτικό περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού να διατυπώνει απλές εντολές στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού να ορίζει ενέργειες και σενάρια που πρέπει να εκτελεστούν για να επιτευχθούν επιθυμητά γεγονότα να εξηγεί γιατί ένα αντικείμενο του προγραμματιστικού περιβάλλοντος συμπεριφέρεται με συγκεκριμένο τρόπο να κωδικοποιεί έναν αλγόριθμο σε προγραμματιστικό περιβάλλον και να αναπτύσσει μικρές 	<p>Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού</p> <p>Αλγόριθμος</p> <p>Πρόγραμμα</p> <p>Γεγονότα (events)</p> <p>Ανάπτυξη και εκτέλεση απλών εφαρμογών</p> <p>Διόρθωση σφαλμάτων</p> <p>Βελτιστοποίηση προγραμμάτων</p>	<p>Βασικός στόχος της ενότητας αυτής είναι η σταδιακή εξοικείωση των μαθητών με τον προγραμματισμό μέσα από την αξιοποίηση διαθέσιμων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού</p> <p>Οι μαθητές σε κατάλληλα εκπαιδευτικό περιβάλλοντα προγραμματισμού, χειρίζονται και διερευνούν έτοιμα προγράμματα και εισάγονται στην έννοια του αλγορίθμου, έχοντας ως γενικό προσανατολισμό τη μετάβαση από την ψηφιακή ζωγραφική στα προγραμματιζόμενα πολυμέσα.</p> <p>Ο εκπαιδευτικός, προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών, ώστε να δημιουργήσουν μικρές εφαρμογές, στις οποίες θα προκαλείται η δράση αντικειμένων στη σκηνή ή στο χώρο επισκόπησης με χρήση χειριστηρίων (πληκτρολόγιο, ποντίκι).</p> <p>Ενδεικτικά προτείνεται να χρησιμοποιηθεί παιχνίδι ρόλων με στόχο οι μαθητές να μνηθούν στον προγραμματισμό (π.χ. λογική της γεωμετρίας της χελώνας, αυστηρότητα διατύπωσης των εντολών κ.λπ.).</p> <p>Ένας μαθητής παίζει το ρόλο της χελώνας (του ρομπότ) και ένας άλλος είναι ο προγραμματιστής που τον κατευθύνει στο χώρο της τάξης (με τις εντολές Μπροστά, Αριστερά, Δεξιά).</p> <p>Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει το προγραμματιστικό περιβάλλον στους μαθητές αρχικά ως μια επέκταση του προγράμματος ζωγραφικής.</p>	<p>Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού</p> <p>Προσομιώσεις αλγορίθμων</p> <p>EasyLogo</p> <p>Scratch</p> <p>BYOB</p> <p>Kodu</p> <p>Microworlds Pro</p> <p>gameMaker</p> <p>K-turtle</p> <p>Turtle Art</p> <p>openStarlogo</p> <p>Εκπαιδευτική ρομποτική</p>

<p>εφαρμογές χρησιμοποιώντας ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού</p> <ul style="list-style-type: none"> • να αναλύει ένα πρόβλημα σε επιμέρους απλούστερα • να συνθέτει ένα έργο από τα επιμέρους στοιχεία του (που έχουν προκύψει από την ανάλυση) • να διακρίνει διάφορα γεγονότα (events) στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού • να εξοικειωθεί με τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων και βελτιστοποίησης των προγραμμάτων που αναπτύσσουν εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού • να δημιουργεί σύνθετα έργα που βασίζονται στη σύνθεση επιμέρους απλούστερων έργων 		<p>Σχεδιάζουν εκτελώντας κατάλληλες εντολές απλά σχήματα.</p> <p>Στη συνέχεια, καλούνται να σχεδιάσουν γράμματα της αλφαβήτου όπως τα Ι, Γ, Π, Ξ, Τ, Ε, Η.</p> <p>Αναλύουν κάθε φορά και σχεδιάζουν στο χαρτί τα βήματα που χρειάζεται να πραγματοποιηθούν, μελετούν τα λάθη τις κωδικοποιήσεις τους και τα διορθώνουν.</p> <p>Στη συνέχεια, οι μαθητές τροποποιούν τα προγράμματά τους σχεδιάζοντας τα παραπάνω σχήματα με διαφορετικά χαρακτηριστικά (χρώμα, πάχος γραμμής κ.λπ.).</p> <p>Ακολουθεί συζήτηση σχετικά με κοινά σημεία που υπάρχουν στους διαφορετικούς αλγορίθμους που σχεδίασαν και στο πως ότι κάποια από αυτά θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιούνται.</p> <p>Στη συνέχεια, καλούνται να σχεδιάσουν σύνθετα σχήματα, αφού προηγηθεί η ανάλυσή τους σε απλούστερα γεωμετρικά σχήματα, όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ένα τετράγωνο ως η σύνθεση τεσσάρων ευθύγραμμων τμημάτων (ευθύγραμμης κίνησης και στροφής 90ο) • ένα σπίτι ως η σύνθεση ενός ορθογωνίου και ενός τριγώνου • ένα δένδρο ως σύνθεση ενός ορθογωνίου και ενός κύκλου (έλλειψης) • μια σκάλα, ως η σύνθεση διαδοχικών Γ. <p>Ενδεικτικός διδακτικός χρόνος: 10 ώρες</p>	
--	--	---	--

Πίνακας 1 – Πρόγραμμα σπουδών ΤΠΕ Ε' Δημοτικού - ενότητα «Προγραμματίζω τον υπολογιστή»

Ενότητα: Προγραμματίζω τον υπολογιστή – Στ' τάξη

Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Βασικά θέματα	Δραστηριότητες	Εκπαιδευτικό υλικό
<p>Ο μαθητής/τρια πρέπει να είναι ικανός/ή:</p> <ul style="list-style-type: none"> •να εξηγεί γιατί ένα αντικείμενο του προγραμματιστικού περιβάλλοντος συμπεριφέρεται με συγκεκριμένο τρόπο •να ορίζει ενέργειες και σενάρια που πρέπει να εκτελεστούν για να επιτευχθούν επιθυμητά γεγονότα •να αντιλαμβάνεται την αναγκαιότητα και τη χρησιμότητα της δομής επανάληψης •να χρησιμοποιεί εντολές επανάληψης στα προγράμματα που αναπτύσσει •να αναλύει ένα πρόβλημα σε επιμέρους απλούστερα •να συνθέτει ένα έργο προγραμματισμού από τα επιμέρους στοιχεία της ανάλυσης •να αντιλαμβάνεται τη χρησιμότητα το ρόλο της διαδικασίας σε ένα πρόγραμμα •να χρησιμοποιεί διαδικασίες στα έργα του 	<p>Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού</p> <p>Αλγόριθμος</p> <p>Πρόγραμμα</p> <p>Γεγονότα (events)</p> <p>Επαναληπτική δομή</p> <p>Η δομή της επανάληψης</p> <p>Διαδικασία (υποπρόγραμμα)</p> <p>Κλήση διαδικασιών</p> <p>Διόρθωση σφαλμάτων</p>	<p>Βασικός στόχος της ενότητας αυτής είναι η σταδιακή εξοικείωση των μαθητών με τον προγραμματισμό μέσα από την αξιοποίηση διαθέσιμων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού.</p> <p>Οι μαθητές υλοποιούν κατάλληλες δραστηριότητες ώστε να επεκτείνουν και να ενισχύσουν τις προγραμματιστικές τους δεξιότητες. Στόχος είναι, μέσα από την ενεργητική συμμετοχή τους, η διερευνητική προσέγγιση της γνώσης, η συνεργασία, η αυτενέργεια, η ανάπτυξη της δημιουργικότητας και της φαντασίας των μαθητών.</p> <p>Με τη χρήση κατάλληλων παραδειγμάτων αναδεικνύεται η ανάγκη της επαναχρησιμοποίησης τμήματος εντολών αλλά και της επαναληπτικής εκτέλεσης εντολών που είχαν τεθεί στην προηγούμενη τάξη. Παρουσιάζονται στους μαθητές οι έννοιες της διαδικασίας και της επανάληψης και καλούνται να επανασχεδιάσουν προγράμματα που έχουν ήδη υλοποιήσει. Οι μαθητές καθοδηγούνται να αναλύσουν τα σχήματα σε απλούστερα, να εντοπίσουν και να διορθώσουν λάθη στα προγράμματά τους.</p> <p>Ενδεικτικά παραδείγματα είναι:</p> <p>Δημιουργία τρένου (σύνθεση βαγονιών, όπου κάθε βαγόνι είναι ένα ορθογώνιο με δύο κυκλικές ρόδες)</p> <p>Δημιουργία πίνακα ζωγραφικής (με απλά γεωμετρικά σχήματα σε διαφορετικά μεγέθη και χρώματα)</p>	<p>Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού</p> <p>EasyLogo</p> <p>Scratch</p> <p>BYOB</p> <p>Microworlds Pro</p> <p>Kodu</p> <p>GameMaker</p> <p>K-turtle</p> <p>Turtle Art</p> <p>OpenStarlogo</p> <p>Εκπαιδευτική ρομποτική</p> <p>Προσομιώσεις αλγορίθμων</p> <p>Java applets</p> <p>Flash animations</p>

<ul style="list-style-type: none"> •να εφαρμόζει τεχνικές ελέγχου και διόρθωσης σφαλμάτων στα προγράμματα που δημιουργεί •να κατανοεί τη λειτουργία έτοιμων προγραμμάτων που του δίνονται •να εξοικειωθεί με τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων και βελτιστοποίησης των προγραμμάτων που αναπτύσσουν εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού •να δημιουργεί σύνθετα έργα που βασίζονται στη σύνθεση επιμέρους απλούστερων έργων 		<p>Δημιουργία και κίνηση ανεμόμυλου (ως σύνθεση ορθογωνίου, τριγώνων και γραμμών).</p> <p>Ο προγραμματισμός της κίνησης ενός αντικειμένου (π.χ. μπάλα) στο χώρο ή σε λαβύρινθο.</p> <p>Προγραμματισμός διαδραστικών παιχνιδιών και ιστοριών.</p> <p>Είναι δυνατή η χρήση προσομοιώσεων (java applets, flash animations), με στόχο οι μαθητές να προβληματιστούν για το πώς μπορούν να καταγράψουν τα βήματα επίλυσης ενός προβλήματος και πώς μπορούν να τα περιγράψουν στο προγραμματιστικό περιβάλλον</p> <p>Ενδεικτικός διδακτικός χρόνος: 12 ώρες</p>	
---	--	--	--

Πίνακας 2 - Πρόγραμμα σπουδών ΤΠΕ ΣΤ' Δημοτικού - ενότητα «Προγραμματίζω τον υπολογιστή»

Παρατηρούμε λοιπόν πως η εκπαιδευτική ρομποτική στις τάξεις του Δημοτικού αποτελεί βασικό εργαλείο διδασκαλίας πολλών γνωστικών αντικειμένων όπως η Φυσική, τα Μαθηματικά, η Πληροφορική. Πιο συγκεκριμένα στον οπτικό προγραμματισμό με περιβάλλοντα όπως η εισαγωγή στην έννοια του αλγορίθμου, το BYOB, το Scratch, το EasyLogo, το Kodu, το Microworlds Pro, το gameMaker, το K-turtle, το Turtle Art, και το openStarlogo. Σημαντικό πλεονέκτημα που μας δίνει η ρομποτική στις τάξεις του Δημοτικού, είναι ότι απλοποιεί σημαντικές έννοιες που ίσως δυσκολεύονται τα παιδιά να κατανοήσουν όπως η μέτρηση της απόστασης με βάση την περίμετρο ενός κύκλου, ο υπολογισμός του εμβαδού και της περιμέτρου μιας επιφάνειας κ.α. Οι μαθητές μαθαίνουν να διακρίνουν τα εργαλεία και τα μέσα που τους παρέχει η εκπαιδευτική ρομποτική, να σχεδιάζουν, να αναλαμβάνουν ρόλους και πρωτοβουλίες, να συναρμολογούν ρομπότ, καθώς και να συνθέτουν ή να ελέγχουν απλούς ή και πιο πολύπλοκους αλγορίθμους για την καθοδήγηση των ρομπότ αυτών. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3), παραθέτονται συγκεντρωμένα οι στόχοι, οι ενότητες, οι διδακτικές προσεγγίσεις και η τεχνολογία στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση γενικότερα.

Βαθμίδα	Στόχοι Μαθήματος	Ενότητες	Τεχνολογία	Διδακτικές Προσεγγίσεις
Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) Οι μαθητές/τριες		EasyLogo Scratch	Μαθησιακό-γνωστικό εργαλείο (cognitive tool)
	• να σχεδιάζουν και να οργανώνουν την εργασία τους	Προγραμματίζω τον υπολογιστή	BYOB Kodu	Επίλυση προβλήματος (problem solving) Σχέδιο εργασίας (project)
	• να διακρίνουν τα μέσα και τα εργαλεία του περιβάλλοντος της εκπαιδευτικής ρομποτικής		Microworlds Pro gameMaker	
	• να αναλαμβάνουν ρόλους		K-turtle	
	• να συναρμολογούν το ρομπότ	Υλοποιώ σχέδια έρευνας	Turtle Art	
	• να σχεδιάζουν, υλοποιούν, ελέγχουν και βελτιώνουν απλούς και σύνθετους αλγόριθμους καθοδήγησης του ρομπότ.		openStarlogo	

Πίνακας 3 - Στόχοι της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

2.6.2. Μη τυπικά και Άτυπα Προγράμματα Σπουδών

Οι μαθησιακές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εκτός οργανωμένου εκπαιδευτικού πλαισίου και ωραρίου καθ' όλη την διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου στα πλαίσια ελεύθερου χρόνου, κοινωνικών, πολιτιστικών ή αθλητικών δραστηριοτήτων, αποτελούν την μη τυπική και άτυπη μάθηση (Thoidis & Ρηνεματικός, 2014). Δράσεις σε μουσεία, βιβλιοθήκες, κέντρα τεχνολογίας, διαγωνισμοί ρομποτικής, καλοκαιρινά σχολεία ή κατασκηνώσεις, κέντρα εκπαιδευτικής ρομποτικής και όμιλοι, προσεγγίζουν την εκπαιδευτική ρομποτική μέσω εφαρμογών και προωθούν τον ψηφιακό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό με την υποστήριξη και την καθοδήγηση πάντα έμπυρων και καταρτισμένων εκπαιδευτικών (Κασκαμανίδης & Μπλούχου, 2013).

2.6.2.1. Open Schools for Open Societies – OSOS

Στο αυστηρά δομημένο και ενιαίο Α.Π.Σ. της χώρας μας γίνονται προσπάθειες να εισχωρήσει ένας πιο επιστημονικός και ερευνητικός τρόπος διδασκαλίας και σκέψης ακλουθώντας την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την εκπαίδευση STEM. Σημαντική είναι η

εισαγωγή της Πληροφορικής και των μαθηματικών από την πρώτη κιόλας τάξη του Δημοτικού, αλλά και οι φυσικές επιστήμες στην πέμπτη και έκτη τάξη. Επίσης, αυτή τη στιγμή η εκπαίδευση με μεθοδολογία STEM αποτελεί σε διεθνές επίπεδο σημείο αναφοράς για όλα τα σχολικά συστήματα, με την πρόσφατη ανακοίνωση του Ι.Ε.Π. για την συμμετοχή στο ευρωπαϊκό έργο H2020 με τίτλο: «**Open Schools for Open Societies – OSOS**» («Ανοιχτό σχολείο για ανοιχτή κοινωνία»). Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχαν εκατό ελληνικά σχολεία με Δημοτικά, Γυμνάσια και Λύκεια, από τα 1169 πανευρωπαϊκά, με βασικό του άξονα τις φυσικές επιστήμες και το STEM συνδεδεμένα με θεματικές των σύγχρονων κοινωνικών προκλήσεων (Ι.Ε.Π., 2017). Πιο συγκεκριμένα, το έργο αυτό υποστηρίζει το σχολείο να εφαρμόσει προσεγγίσεις ανοιχτού σχολείου με:

- Τον καθορισμό αξιών και αρχών ενός ανοιχτού σχολείου με στόχο την δράση πάνω στο πρόγραμμα σπουδών, στην παιδαγωγική και την αξιολόγηση.
- Την παροχή συμβουλών και κατευθυντήριων γραμμών σε θέματα που αφορούν την ανάπτυξη προσωπικού, τον επανασχεδιασμό του χρόνου, και την συνεργασία με σχετικούς οργανισμούς όπως τις τοπικές βιομηχανίες, ενώσεις γονέων, φορείς χάραξης πολιτικής και ερευνητικούς οργανισμούς.
- Την πρόταση πιθανών μοντέλων υλοποίησης από πρόσωπα μικρής κλίμακας ως την δημιουργία ενός ανοιχτού σχολείου μέσα στο σχολείο ή ακόμα και ενός νέου σχολείου.

2.6.2.2. Scientix

Ακόμα μια πρωτοβουλία του Ευρωπαϊκού Σχολικού Δικτύου υπό τον συντονισμό του European Schoolnet, μια κοινοπραξία τριάντα υπουργών παιδείας με έδρα τις Βρυξέλλες για την ενίσχυση του STEM και της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι το έργο «**Scientix**». Το έργο αυτό χωρίζεται σε τρία στάδια – περιόδους καθώς προάγει και υποστηρίζει σε ευρωπαϊκό επίπεδο την συνεργασία εκπαιδευτικών του αντικειμένου του STEM (φυσικές επιστήμες, τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά), όσων χαράζουν πολιτική πάνω σε αυτό, των ερευνητών πάνω στον χώρο της εκπαίδευσης, αλλά και των επαγγελματιών. Δίνει σε όλους τους ενδιαφερόμενους την δυνατότητα παρακολούθησης ημερίδων, σεμιναρίων και εργαστηρίων με άμεσο στόχο την κατάρτιση και την επιμόρφωση τους πάνω στις νέες μεθόδους διδασκαλίας.

Στην πρώτη φάση του (2009-2012) το έργο ξεκίνησε με την σημαντικότερη εκδήλωση δικτύωσης για εκπαιδευτικούς τον Μάιο του 2011 στις Βρυξέλλες στο συνέδριο του Scientix, δημιουργώντας μια διαδικτυακή πύλη για την συλλογή και παρουσίαση των Ευρωπαϊκών και εκπαιδευτικών έργων πάνω στο STEM, αλλά και για τα αποτελέσματα που είχε. Στην δεύτερη φάση (2013-2015), μέσω ενός δικτύου Εθνικών Σημείων Επικοινωνίας (ΕΣΕ), στόχος ήταν η επέκταση της κοινότητας αυτής σε εθνικό επίπεδο. Απευθυνόμενο σε εθνικές κοινότητες εκπαιδευτικών βελτίωσε και προσέφερε στην ανάπτυξη εθνικών στρατηγικών πάνω στην διερευνητική μάθηση και των νέων προσεγγίσεων εκπαίδευσης. Τέλος, η ολοκλήρωση του έργου συνεχίστηκε με τον ίδιο τρόπο στο τρίτο στάδιο (2016-2019) και με γνώμονα πάντα την πανευρωπαϊκή συνεργασία τόσο των σχολείων, όσο και των εκπαιδευτικών.

Ένας ακόμη παράγοντας που δημιουργεί μεγάλες αποκλείσεις μεταξύ των επιμέρους κρατών στην διάδοση και την ενασχόληση με το STEM, είναι το αρκετά χαμηλό ποσοστό εκπροσώπησης γυναικών σε προγράμματα σπουδών που αφορούν αυτό αλλά των ΤΠΕ γενικότερα. Μόλις το 1/5 επί του συνόλου των αποφοίτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 28 χωρών αποτελείται από γυναίκες με ευχάριστη για την χώρα μας εξαίρεση αλλά και με την Σουηδία να ανεβάζουν τον μέσο όρο. Στις φυσικές επιστήμες αντιθέτως τείνει να υπάρχει ξεκάθαρος διαχωρισμός των δύο φύλλων με τις γυναίκες να παίρνουν την πρωτιά.

Μελέτη του Ευρωπαϊκού Ινστιτούτου για την Ισότητα των Φύλων (EIGE), έδειξε πως μόνο με την μείωση του χάσματος των δύο φύλλων στον τομέα του STEM, θα αυξηθεί έως το 2050 τις θέσεις εργασίας κατά 850.000 ως 1.200.000. Σημαντικό εύρημα βέβαια στην έρευνα αυτή είναι και η θετική επίπτωση που θα έχει η εμπλοκή των γυναικών με το STEM στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά 0,7-0,9% ως το 2030 και 2,2-3% ως το 2050.

Χώρα/Περιοχή	Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά, Στατιστική	ΤΠΕ	Μηχανική, μεταποίηση, κατασκευές
ΕΕ-28	54.8%	19.8%	26.7%
Γαλλία	53.7%	15.4%	25.4%
Γερμανία	46.1%	19.6%	20.0%
Ολλανδία	45.2%	10.3%	21.9%
Σουηδία	58.6%	33.8%	35.9%
Ελβετία	41.0%	8.9%	13.7%
Ην. Βασίλειο	55.0%	15.7%	21.0%
Ελλάδα	52.9%	39.2%	33.8%

Εικόνα 8 – Ποσοστό γυναικών αποφοίτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ανά πεδίο σπουδών (2018)

2.6.2.3. Hypatia

Ένα ακόμα Ευρωπαϊκό πρόγραμμα που υλοποιήθηκε στην Ελλάδα και συμμετέχει το Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας «ΝΟΗΣΙΣ» (2015-2018) με στόχο την ενασχόληση εφήβων και κυρίως κοριτσιών με το STEM, αλλά και την προώθηση συνεργειών ανάμεσα σε σχολεία, μουσεία, ερευνητικά κέντρα και βιομηχανία ήταν το «**Hypatia**». Πρόκειται για ένα πρόγραμμα χρηματοδοτούμενο από το Horizon 2020, με στόχο τόσο την ενεργό συμμετοχή αγοριών και κοριτσιών ηλικίας 13-18 ετών, όσο και στην εφαρμογή πρακτικών για την εμπλοκή και των δύο φύλλων από τους επαγγελματίες εκπαιδευτές. Οι ομάδες αυτές δουλεύουν από κοινού και συνδιοργανώνουν δραστηριότητες και εκδηλώσεις σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο μέσα από δεκατέσσερα κεντρικά σημεία (hubs).

Στα πλαίσια λοιπόν της προώθησης της ενεργού συμμετοχής των κοριτσιών στις επιστήμες STEM και σε συνέχεια της καμπάνιας της ευρωπαϊκής επιτροπής “Science: It’s a girl thing”, το 2016 ανακοινώνεται η επικοινωνιακή καμπάνια “Expect Everything”, η οποία λαμβάνει χώρα σε κοινωνικά δίκτυα όπως Facebook, Twitter, Instagram, Vimeo και Tumblr. Μέσα σε ιστοσελίδες όπως την «expecteverything.eu» οι χρήστες προσκαλούνται σε εκδηλώσεις και δραστηριότητες που έγιναν σε δεκατέσσερις χώρες με στόχο την ανακάλυψη των θετικών επιστημών, των διάφορων επιστημόνων αλλά της δουλειάς τους μέσα από βίντεο με ιστορίες από την ζωή τους. Μέρος των εκδηλώσεως αυτών είναι οι ίδιοι οι έφηβοι μαζί με φοιτητές θετικών επιστημών και ειδικούς στην επικοινωνία της επιστήμης πέρα από κοινό να γίνουν και συνεργάτες συνεισφέροντας και σαν αρθρογράφοι στο blog του “Expect Everything” και στα κοινωνικά μέσα δικτύωσης. Παράλληλα, η ιστοσελίδα «hyratiaproject.com» προσφέρει εργαλεία, δραστηριότητες, πληροφορίες για το έργο και σημαντικά γεγονότα σε εκπαιδευτικούς, μουσεία, βιομηχανικές μονάδες και ερευνητές, με σκοπό την ενίσχυση της διδασκαλίας και της επικοινωνίας των αντικειμένων, των επιστημών και των επαγγελματιών σε αντικείμενα των STEM επιστημών. Μέσα λοιπόν από την ομαδική εργασία μικρής διάρκειας δραστηριοτήτων (2-6 ώρες) και των πειραμάτων αμβλύνονται τα στερεότυπα και επιτυγχάνονται καλές επιδόσεις στις θετικές επιστήμες και στα δύο φύλλα.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για την δημιουργία εκπαιδευτικών εργαλείων τα οποία παρέχουν έναν μεγάλο όγκο βιβλίων, υλικών, δραστηριοτήτων και εργασιών με στόχο την ενίσχυση του εκπαιδευτικού έργου (Παναγιωτακόπουλος, Αρμακόλας, Καρατράντου & Σαρρής, 2016). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν πλατφόρμες όπως ο Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου ή αλλιώς το «Φωτόδεντρο». Πέρα από την ενδιαφέρουσα μαθησιακή εμπειρία που μας προσφέρει το Φωτόδεντρο, παρέχει και μια άτυπη εκπαίδευση με STEM μεθοδολογία στους μαθητές μετατρέποντας τους σε χρήστες του. Παρά το γεγονός ότι στην πλειοψηφία των ελληνικών σχολείων δεν διαθέτονται πόροι και κατάλληλοι εργαστηριακοί χώροι, υπάρχει η δυνατότητα μικρού κόστους δραστηριοτήτων με την χρήση απλών υλικών και εκτός ιδικών διαμορφωμένων χώρων. Η κατασκευή ενός υδροπύραυλου και η λειτουργία του στο προαύλιο χώρο του σχολείου είναι ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα που περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά της διδασκαλίας STEM, ενθουσιάζοντας τους μαθητές και παρακινώντας τους δημιουργικά.

2.6.2.4. STEM Education

Παρά το γεγονός ότι απουσιάζει μια ολοκληρωμένη στρατηγική STEM στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται μερικές μεμονωμένες και αποσπασματικές δράσεις για την προώθηση της εκπαίδευσής STEM σε όλες τις βαθμίδες με βαρύτητα την δευτεροβάθμια γενική εκπαίδευση και την ιδιωτική μέση εκπαίδευση. Η αξία και η επίδραση των πρωτοβουλιών αυτών στην εκπαιδευτική και μαθητική κοινότητα αλλά και στην ελληνική κοινωνία φαίνεται να είναι σημαντικά μεγάλη καθώς με την εισαγωγή της βαθμιαίας διδακτικής του STEM στα σχολεία, αυξάνεται και το ενδιαφέρον των μαθητών για τις επιστημονικές περιοχές του. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων ιδιωτικών επιχειρήσεων και οργανισμών είναι ο Οργανισμός

Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Επιστήμης (WRO Hellas), το πρόγραμμα Generation Next της Vodafone κ.α.

Ο οργανισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, Επιστήμης, Τεχνολογίας και Μαθηματικών STEM Education σε συνεργασία με την Cosmote και το ελληνικό σκέλος του Οργανισμού Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Επιστήμης (WRO Hellas), μετρώντας οκτώ χρόνια λειτουργίας στην Ελλάδα πάνω στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων ετήσιας διάρκειας σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, απευθύνεται τόσο σε μαθητές όσο και σε εκπαιδευτικούς ή ολόκληρους σχολικούς οργανισμούς με στόχο την εισαγωγή του STEM στην εκπαίδευση στην τυπική αλλά και στην άτυπη μορφή της. Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο βασίζεται σε προγράμματα κάποιων από τα εγκυρότερα πανεπιστήμια του κόσμου όπως το MIT, το Tufts και το Carnegie Mellon, αλλά και από τους πλέον καταξιωμένους εκπαιδευτικούς του οργανισμού που απαρτίζουν την επιστημονική ομάδα του.

Το στοίχημα που έχει θέσει ο οργανισμός STEM Education είναι να κάνει τους μαθητές να παραμείνουν στο σχολείο, πτωχαίνοντας να μην υψηλές επιδόσεις, αλλά και να αποφοιτήσουν από το λύκειο είτε επιλέγοντας την τριτοβάθμια εκπαίδευση που τους ενδιαφέρει και τους αρέσει, είτε να στραφούν προς μια εργασία της επιλογής τους. Ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι οι μαθητές να εκπαιδευτούν ώστε να κατανοήσουν ότι η προσωπική τους ευημερία δεν είναι απλά μια ατομική υπόθεση, αλλά εντάσσεται σε ένα πιο ευρύ και συλλογικό πλαίσιο όπως είναι η συμπεριφορά μας στον πλανήτη και τα επίπεδα ποιότητας που τον διατηρούμε. Η εκπαίδευσή των μαθητών θα πρέπει να περιλαμβάνει και την μελέτη σε θέματα – προκλήσεις με περιβαλλοντολογικές, κοινωνικοοικονομικές και πολιτικές επιδράσεις όπως η κλιματική αλλαγή, η προστασία και η πρόσβαση σε πηγές νερού, η διατήρηση της ανάπτυξης της βιοποικιλότητας κ.α. Όλη αυτή η λογική εκπαίδευσης δεν αφορά μόνο στην μελέτη και το στείο διάβασμα των μαθητών, αλλά αποσκοπεί στο να μπορούν να υπολογίζει μεγέθη, να εξετάζει μεθόδους και τρόπους επίλυσης των εκάστοτε θεμάτων που προκύπτουν στην καθημερινότητα και ακολούθως να καινοτομεί με τον τρόπο επίλυσης που θα επιλέξει.

Προσανατολισμένος στην βιώσιμη ανάπτυξη και σαν επιστημονικός σύμβουλος του WRO Hellas, ο STEM Education αναπτύσσει τους διαγωνισμούς εκπαιδευτικής ρομποτικής αλλά και όλα τα εκπαιδευτικά του προγράμματα. Οι κατευθύνσεις στις οποίες στηρίζει ο οργανισμός τα εκπαιδευτικά προγράμματα βάση χαρακτηριστικών που επικρατούν σε αυτές σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης είναι το «Engineering», το «Coddling», ο συνδυασμός τους, οι «φυσικές επιστήμες» και τα «Μαθηματικά», προτείνοντας κατάλληλες τεχνολογίες και μέσα ώστε να επιτευχθούν οι παρακάτω στόχοι:

- Η δημιουργία εκπαιδευτικών συνθηκών για την βελτίωση της καινοτομίας, της δημιουργικότητας αλλά και την καλλιέργεια του πνεύματος συνεργασίας σε κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα στην χώρα μας.
- Η ανάπτυξη των φυσικών επιστημών, νέων τεχνολογιών και εφαρμογών δίνοντας έμφαση στο Engineering και στο Coddling πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική.

- Η ενίσχυση της επίδοσης και της γνώσης που έχουν οι μαθητές πάνω στην τεχνολογία με απώτερο στόχο την βαθύτερη κατανόηση των θετικών μαθημάτων και της Πληροφορικής.
- Η ελεύθερη και ανοιχτή ανταλλαγή απόψεων και βοήθειας με τομείς που ασχολούνται με την εκπαιδευτική ρομποτική και τις νέες τεχνολογίες.
- Η ένταξη του Engineering και του Coding στην εκπαιδευτική διαδικασία της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, παρότι το κεφάλαιο που ασχολείται με τις «απλές μηχανές» για μαθητές Α' & Β' Δημοτικού είναι εκτός αναλυτικού προγράμματος σπουδών.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα projects stem τα οποία αναπτύχθηκαν και παρουσιάστηκαν στα πλαίσια διαγωνισμών της WRO τόσο σε πανελλήνιο όσο και σε διεθνές επίπεδο. Πρώτα όμως θα γίνει μια αναφορά των διοργανώσεων που υπάρχουν παγκοσμίως αλλά και μια αναλυτική περιγραφή των ηλικιακών κατηγοριών – επιπέδων και των χαρακτηριστικών τους, με έμφαση στην κατηγορία “Open” για παιδιά Δημοτικού.

3. ΕΡΓΑΣΙΕΣ – PROJECTS STEM

3.1. Διαγωνισμοί Ρομποτικής

Οι διαγωνισμοί ρομποτικής αποτελούν ένα ελπιδοφόρο εργαλείο για την ενθάρρυνση των μαθητών στην ενασχόληση και τις σπουδές τους με το STEM, καθώς βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ο ενθουσιασμός, η διασκέδαση και η ικανοποίηση στην συμμετοχή μιας ευρείας κλίμακας πρόκληση με την απόκτηση πολύτιμων δεξιοτήτων. Οι διαγωνισμοί ρομποτικής στην Αμερική έχουν μια αρκετά μακρά ιστορία περίπου τριών δεκαετιών όπου μέσα σε όλα αυτά τα χρόνια σκιαγραφείται η όλο και αυξανόμενη δυναμική της. Η γοητεία που ασκούν τα ρομπότ αλλά και η διεπιστημονικότητά που απαιτείται για την κατασκευή τους, κάνουν τους διαγωνισμούς και την γενικότερη ενασχόληση με την ρομποτική όλο και πιο ελκυστική στους νέους ανθρώπους. Σύμφωνα με τον Mueller (2005), αλλά και το Πανεπιστήμιο του Βόρειου Τέξας (2008), στους διαγωνισμούς ρομποτικής και στην γενικότερη STEM εκπαίδευση ταιριάζει η αυθεντική αξιολόγηση. Σύμφωνα με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές καλούνται να υλοποιήσουν τις δικές τους πραγματικές δραστηριότητες οι οποίες βασίζονται στην πραγματική καθημερινή ζωή, εφαρμόζοντας στην πράξη όλα όσα διδάχθηκαν στην θεωρία.

Παγκοσμίως υπάρχουν πολλές διοργανώσεις και διαγωνισμοί, όπως οι: First Lego League (F.L.L.), World Robot Olympiad (W.R.O.), RoboCup, RoboCup Junior (R.C.J.), EuroCup, RobotChallenge, RoboGames, roboparty, VEX Robotics Competition κ.ά. Οι δύο πρώτοι χρησιμοποιούν αποκλειστικά πακέτα LEGO, ενώ στον RoboCup Junior στην κατηγορία Δημοτικού οι μαθητές κάνουν χρήση εξαρτημάτων της Mindstorms NXT & RCX, οι οποίες αποτελούν πλατφόρμες που δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού και ηλεκτρονικών. Κάθε Σεπτέμβριο ο διεθνής διαγωνισμός FLL που διοργανώνεται από την FIRST και την LEGO για παιδιά ηλικίας 9-16, (9-14 για Αμερική & Καναδά), καθώς και ο F.L.L. Junior για ηλικίες 6-9, ανακοινώνει μια καινούρια πρόκληση την οποία καλούνται να δουλέψουν οι συμμετέχοντες. Το 1997 ιδρύεται ακόμα ένας διεθνής διαγωνισμός ρομποτικής, ο RoboCup και ένα χρόνο μετά ο RoboCup Junior καθώς το 2015 λαμβάνει χώρα και στην Ελλάδα από την EDUAct. Στόχος του διαγωνισμού είναι να εφαρμοστούν καινοτόμα αυτόνομα ρομπότ ποδοσφαίρου με απώτερο σκοπό την έρευνα και την εκπαίδευση πάνω στην τεχνίτη νοημοσύνη. Ο διαγωνισμός VEX, πραγματοποιείται σε δύο επίπεδα, τον κανονικό και αυτό που είναι για μαθητές (VEX Robotics Classroom Competition και VEX Robotics Competition). Η εξάπλωση του STEM στην χώρα μας μπορεί να προχωράει με αργούς ρυθμούς όσο αφορά την ένταξή του στο Πρόγραμμα Σπουδών στα σχολεία, ωστόσο παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα και ενδιαφέρον όσον αφορά διαγωνισμούς Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, ιδιωτικές πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών. Η Ελλάδα συμμετέχει ενεργά τα τελευταία δεκαπέντε περίπου χρόνια σε διαγωνισμούς ρομποτικής, εκθέσεις, αλλά και φεστιβάλ με κυρίαρχες διοργανώσεις αυτές των

F.L.L. και W.RO. όπου ο τελευταίος είναι και ο μόνος διαγωνισμός για μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας στην Ελλάδα και θα αναπτυχθεί λεπτομερώς στην επόμενη ενότητα

3.2. W.R.O.

Κάθε χρόνο σε περισσότερες από 75 χώρες ο Παγκόσμιος Διαγωνισμός Ρομποτικής (W.R.O.) έχει την συμμετοχή χιλιάδων μαθητών, καθώς στην Ολυμπιάδα συμμετέχουν ετησίως πάνω από 22.000 ομάδες και πάνω από 100.000 νέοι συνολικά. Μέσα από αυτή την διαδικασία οι συμμετέχοντες μαθαίνουν πώς να σκέφτονται δημιουργικά, να δουλεύουν σε ομάδες δύο ή τριών ατόμων, να συνεργάζονται, να χρησιμοποιούν πόρους, εργαλεία και τις γνώσεις τους ώστε να επιλύσουν τα εκάστοτε πραγματικά προβλήματα που θέτει η επιτροπή κάθε αρχή του έτους. Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί 17 διαγωνισμοί (Πανελλήνιοι και Εθνικοί), στους οποίους έχουν λάβει μέρος 1272 σχολεία, 4800 εκπαιδευτικοί και 24.000 συμμετέχοντες. Ο διαγωνισμός χωρίζεται σε δύο φάσεις απευθυνόμενος στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ξεκινώντας από τις περιφέρειες και καταλήγουν στην Αθήνα για την διεξαγωγή του τελικού. Στην πρώτη φάση (Οκτώβριος - Μάρτιος) με τον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, κάθε χώρα μέλος του W.R.O. διοργανώνει τον δικό της εθνικό διαγωνισμό και στην δεύτερη Εθνική φάση (Μάρτιος - Ιούλιος) με την Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, όπου οι ομάδες που προκρίνονται απαρτίζουν την Ελληνική Ολυμπιακή Αποστολή που λαμβάνει μέρος στην World Robot Olympiad. Στην χώρα μας η προκριματική φάση διοργανώνεται από τον μη κερδοσκοπικό Οργανισμό Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Επιστήμης W.R.O.TM Hellas με την συνεργασία της πανελληνίας ένωσης καθηγητών Πληροφορικής αλλά και άλλους φορείς με στόχο την εκπαίδευση των νέων, την ανάδειξη των ψηφιακών δεξιοτήτων στη εκπαίδευση αλλά και την κοινωνία. Το εξειδικευμένο δίκτυο ενεργών εκπαιδευτικών και επιστημονικά αναγνωρισμένων ακαδημαϊκών και δασκάλων σε τεχνολογικά και παιδαγωγικά αντικείμενα, είναι πάντα εκεί για να στηρίζει τις προσπάθειες των νέων. Η Ολυμπιάδα εκπαιδευτικής ρομποτικής χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες – επίπεδα:

- **Κατηγορία Future Innovators (Open)** (Ηλικία: Δημοτικό: 8-12 | Γυμνάσιο: 11-15 | Λύκειο: 14-19)

Με ελεύθερο εξοπλισμό και λογισμικό. Έχει εκθεσιακό χαρακτήρα καθώς οι μαθητές δημιουργούν μια δική τους ρομποτική λύση με βάση το δοσμένο θέμα.

- **Κατηγορία RoboMission (Regular)** (Ηλικία: Δημοτικό: 8-12 | Γυμνάσιο: 11-15 | Λύκειο: 14-19)

Με εξοπλισμό της LEGO και ελεύθερο λογισμικό. Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν ένα ρομπότ καθώς και επί τούτου αλλαγές στον προγραμματισμό με βάση έναν κανόνα της τελευταίας στιγμής.

- **Κατηγορία Robo Sports** (Ηλικία: 11-19)

Με εξοπλισμό της LEGO και επίσης ελεύθερο λογισμικό. Παιχνίδι σχετικό με αθλήματα που κάθε χρόνο αλλάζουν όπως το Double Tennis που αντικατέστησε το WRO Football.

- **Future Engineers** (Ηλικία: 14-19)

Με ελεύθερο εξοπλισμό και λογισμικό. Μαθητές και φοιτητές αναλαμβάνουν να σχεδιάσουν, να εξοπλίσουν ηλεκτρομηχανικά και να προγραμματίζουν ένα αυτόνομο αυτοκίνητο το οποίο θα οδηγείται αυτόματα σε πίστα αποφεύγοντας τα εμπόδια.

Όπως βλέπουμε, βάση των τριών ηλικιακών ομάδων (Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο) ο διαγωνισμός ρομποτικής W.R.O. πραγματοποιείται χωριστά στις κατηγορίες Regular & Open, με ξεχωριστό πρόβλημα, σε ξεχωριστή πίστα και με διαφορετικό επίπεδο δυσκολίας. Οι διαγωνισμοί τελούν υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας Έρευνας και Θρησκευμάτων (ΥΠ.Π.Ε.Θ.) και σύμφωνα με τους όρους του κανονισμού χορήγησης αιγίδας που θέτει το υπουργείο. Η χορήγηση αιγίδας από την Γενική Διεύθυνση Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, γίνεται σε επιλεγμένες πρωτοβουλίες, διοργανώσεις δραστηριότητες, εκδηλώσεις, προγράμματα (διαγωνισμοί, συνέδρια, σεμινάρια, βραβεία, φεστιβάλ, συζητήσεις κ.α.) τα οποία σχεδιάζονται και υλοποιούνται από φορείς που ταυτίζονται με τους γενικότερους στόχους της για την υποστήριξη πρωτοβουλιών στην Α/θμια και Β/θμια.

Σε κάθε διαγωνισμό είναι σημαντική η αναζήτηση υποστηρικτών – χορηγών για την παροχή δωρεάν εξοπλισμού σε σχολεία τα οποία δεν έχουν την δυνατότητα αγοράς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μέγα δωρητή είναι το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος όπου κατά το σχολικό έτος 2016-2017 στήριξε την προσπάθεια της δωρεάν διάθεσης κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO Mindstorms EV3 για πάνω από 100 δημόσια σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Επιπλέον, το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος αποτελεί αρωγό του WRO Hellas στο πρόγραμμα κατάρτισης των εκπαιδευτικών με την παροχή δια ζώσης και εξ αποστάσεων σεμιναρίων (workshops και webinars) επάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική με αποτέλεσμα αυτού την κατάρτιση πάνω από 1500 εκπαιδευτικών. Στόχος αυτών των σεμιναρίων είναι η πρακτική άσκηση (Hand on training) των εκπαιδευτικών, ώστε να προετοιμαστούν οι ομάδες για το περιφερειακό επίπεδο, μιας και το κάθε εκπαιδευτικό αντικείμενο διδάσκεται μέσω ρεαλιστικών παραδειγμάτων και κατασκευών και σύμφωνα με το εκάστοτε θέμα διαγωνισμού. Την ίδια χρονιά, η εταιρία «COSMOTE» προσέφερε 100 εκπαιδευτικά πακέτα LEGO WeDo σε συγκεκριμένα σχολεία της περιφέρειας με αντικειμενικά κριτήρια επιλογής. Στα ίδια βήματα κινήθηκε η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ) Α.Ε., η τράπεζα “ALPHA BANK”, η εταιρία “MYTILINEOS”, η “dialog”, η “AstraZeneca, η “AUTOVISION”, και η “eren ΕΛΛΑΣ”. Ο εξοπλισμός είναι απαραίτητος στα σχολεία τόσο για να μπορούν να συμμετέχουν στους διαγωνισμούς, όσο και για την γενικότερη ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην διδακτική διαδικασία. Ευρύτερος στόχος του WRO Hellas είναι ο εξοπλισμός 100 τουλάχιστον σχολείων κάθε χρόνο με ρομποτικά κιτ καθώς ως ώρας έχουν εξοπλιστεί πλήρως πάνω από 550 σχολεία.



Εικόνα 9 - Διαγωνισμός "WRO"

3.3. Οπεν Κατηγορία

Η Οπεν κατηγορία γενικότερα είχε εκθεσιακό χαρακτήρα και ζητά από τις ομάδες (3-6 παιδιά) να δημιουργήσουν την δική τους έξυπνη ρομποτική λύση πάνω στο θέμα που δίνεται κάθε φορά, με την συνοδεία και την καθοδήγηση πάντα ενός ενήλικα (γονέας ή δάσκαλος). Ανάλογα την ηλικιακή ομάδα και την περιγραφή κάθε διαγωνισμού υπάρχουν κανόνες σε ότι αφορά την χρήση των υλικών και οδηγίες τις οποίες ακολουθούν οι συμμετέχοντες ώστε να φέρουν σε πέρας την αποστολή τους. Γενικότερα, τόσο σε Πανελλήνιο όσο και σε Διεθνές επίπεδο, την ημέρα του αγώνα η ομάδες παρουσιάζουν στους κριτές το έργο τους, όπως και ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό αλλά και έντυπο portfolio που το συνοδεύει, σύμφωνα πάντα με τους κανόνες. Η έκθεση αυτή πρέπει να συνοψίζει το τι κάνει το ρομπότ και με ποιόν τρόπο είναι μοναδικό και συμμορφωμένο με το θέμα. Επίσης, περιλαμβάνει την συναίνεση των γονέων, εικόνες, διαγράμματα, φωτογραφίες, το αρχείο με το πρόγραμμα, ένα βίντεο 2' με το πώς λειτουργεί το ρομπότ και το κωδικόγραμμα (εργαλείο αναπαράστασης του κώδικα). Άλλοι γενικότεροι κανόνες είναι το μέγεθος του περιπέτρου που παρέχεται σε όλες τις ομάδες (1.5m x 1.5m για Πανελλήνιους διαγωνισμούς και 2m x 2m x 2m σε Ολυμπιάδα), όπως και η ύπαρξη ενός πάγκου εργασίας 100cm x 60cm όπου εκεί θα πρέπει να χωρέσουν όλα τα υλικά μέρη του project (αυτοματισμοί και μακέτα). Για την κατασκευή γενικά δεν υπάρχουν περιορισμοί μεταξύ των στοιχείων LEGO και άλλων υλικών αλλά ούτε και στη χρήση λογισμικού και μικροελεγκτών. Τέλος, οι ομάδες μπορούν να έχουν τα ρομπότ τους προσυναρμολογημένα και τα προγράμματα λογισμικού τους προκατασκευασμένα, καθώς αρκετά σημαντικό είναι και το

γεγονός ότι οι προπονητές των ομάδων στο πλαίσιο του Πανελληνίου Διαγωνισμού Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, μπορούν να παρακολουθούν δωρεάν webinars όπου λεπτομέρειες για αυτά αναρτώνται στην σελίδα του WRO Hellas.

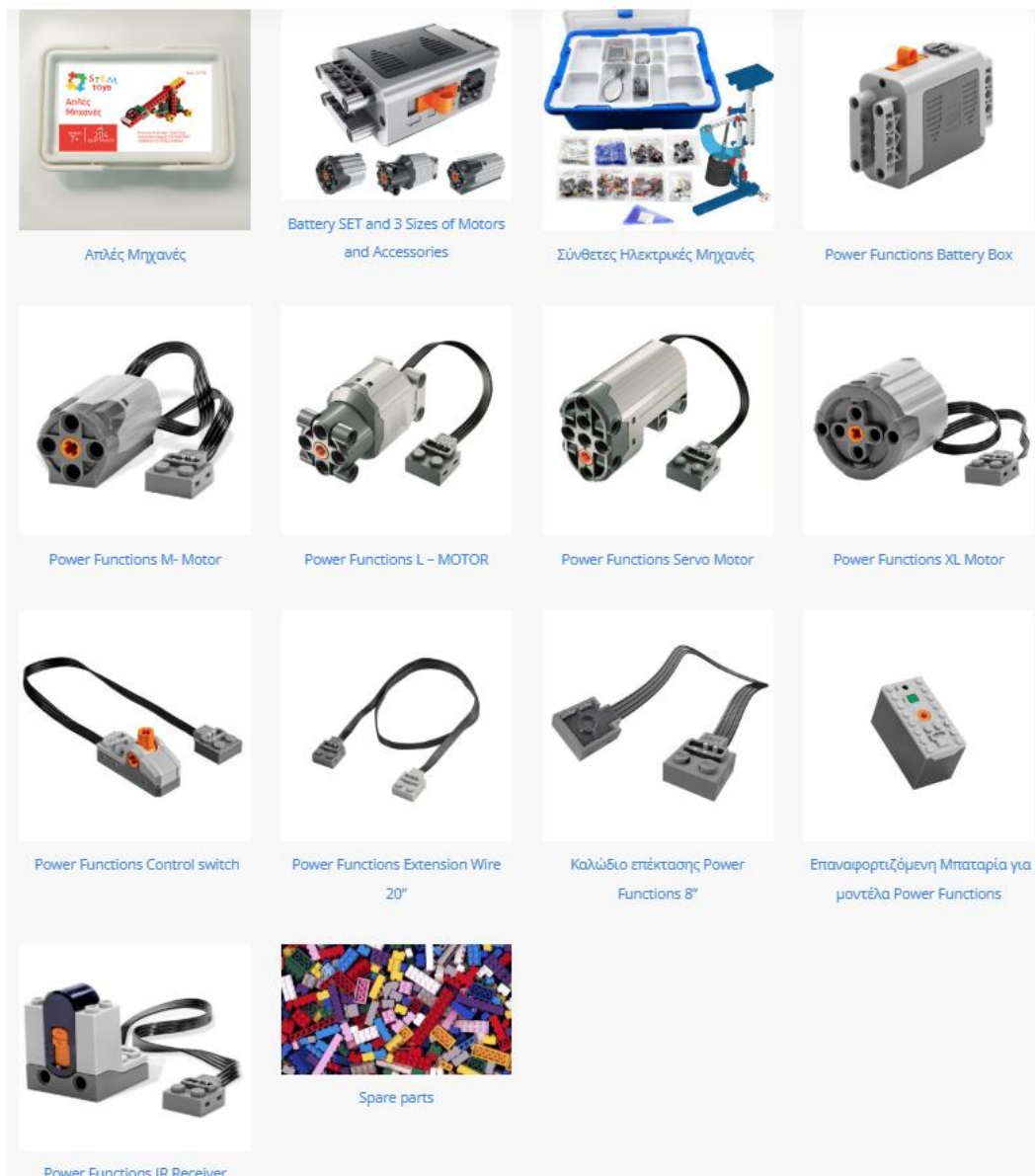
3.3.1. Πανελλήνιος Διαγωνισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής 2022

Γενικότερος στόχος των διαγωνισμών για το Δημοτικό είναι οι μαθητές να αναλάβουν συγκεκριμένους ρόλους, να καλλιεργήσουν την ενεργό συμμετοχή τους σε ομάδες, να μάθους το πώς να επιλύουν προβλήματα καθώς και να ανακαλύψουν επαρκώς έννοιες της Μηχανικής ξεκινώντας την εξοικείωση τους με το θεμελιώδες κεφάλαιο των «απλών μηχανών». Επίσης, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με έννοιες του αλγοριθμικού τρόπου σκέψης ο οποίος έχει άμεση σύνδεση με τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών και που γίνεται με την χρήση του δωρεάν λογισμικού Scratch του MIT.

Για το 2022, ο Πανελλήνιος Διαγωνισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για τους μαθητές του Δημοτικού έχει τρεις κατηγορίες:

1. Η Open κατηγορία για μαθητές Δημοτικού από Α'-ΣΤ' «Πρωτογενής Τομέας – Αγροτική Παραγωγή» όπου χωρίζεται σε δύο ηλικιακές ομάδες: (Α'- Δ') & (Γ'- ΣΤ')
2. Κατηγορία «Ποδόσφαιρο 2x2» για μαθητές Α'- Δ' Δημοτικού
3. Regular κατηγορία με πίστα «1821-1921: 100 χρόνια Σύγχρονη Ελλάδα» (Ε' Δημοτικού – Γ' Γυμνασίου).

Εστιάζοντας στις δύο Open κατηγορίες για το Δημοτικό, παρακάτω θα δούμε λίγο πιο αναλυτικά κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε μιας αλλά και το ύφος των θεμάτων που δίνονται. Στην ανοικτή κατηγορία Δημοτικού με θέμα «Πρωτογενής Τομέας | Αγροτική Παραγωγή» για την Α' – Δ' Δημοτικού, οι ομάδες καλούνται να εργαστούν πάνω στο project με τουλάχιστον 3 μηχανισμούς με απλές μηχανές και ηλεκτρικό κινητήρα ώστε να δίνουν λύσεις σε προβλήματα πολλών ετών που υπάρχουν στον πρωτογενή τομέα των τροφίμων. Μηχανισμός θεωρείται μια κατασκευή με κινητά μέλη, όπου πετυχαίνει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα για τον σκοπό όπου είναι κατασκευασμένη, χρησιμοποιώντας απλές μηχανές. Οι τρεις μηχανισμοί αυτοί θα πρέπει να περιέχουν δύο απλές μηχανές τουλάχιστον, ολόκληροι ή μέλη τους να κινούνται χειροκίνητα ή με κινητήρα και ένας από αυτούς να έχει κινητήρα με διακόπτη ώστε να λειτουργεί. Επίσης, μελετώντας τα παιδιά την ιστορική εξέλιξη της τεχνολογίας στον πρωτογενή τομέα, δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουν σε μία ή και περισσότερες από τις τρεις θεματικές που έχει όπως, 1. Παραγωγή τροφίμων, 2. Μεταφορά τροφίμων, 3. Μεταποίηση τροφίμων.



Εικόνα 10 - Εξοπλισμός Α'-Δ' Δημοτικού

Ως νέο στοιχείο του φετινού διαγωνισμού είναι και το ότι το θέμα είναι κοινό για όλες τις ηλικίες. Στην ανοικτή κατηγορία για την Γ'- Στ' Δημοτικού οι ομάδες πρέπει να μελετήσουν σχετική βιβλιογραφία, θα πειραματιστούν, θα εξερευνήσουν την επιστήμη της Μηχανικής και θα παραθέσουν λύσεις με την χρήση το λιγότερο τριών αυτοματισμών με την κάμερα όπου ένας εξ' αυτών να λειτουργεί παράλληλα με το animation σε Scratch. Να επισημάνουμε εδώ πως ως αυτοματισμός χαρακτηρίζεται η διαδικασία κατά την οποία οι αισθητήρες αντιλαμβάνονται ερεθίσματα του πραγματικού κόσμου και ενημερώνει το πρόγραμμα το οποίο με την σειρά του επεξεργάζεται τα δεδομένα και δίνει εντολή ώστε να μεταβληθεί η κατάσταση του ενεργοποιητή. Ενδεικτικά, κάποια ήδη αισθητήρων είναι ο αισθητήρας κλίσης, απόστασης φωτεινότητας, θερμοκρασίας, υγρασίας αλλά και η κάμερα, καθώς ενεργοποιητές είναι οι

κινητήρες και τα leds. Να τονιστεί εδώ πως από το 2022 είναι υποχρεωτική σε αυτή την κατηγορία και η επικοινωνία με το microbar ώστε να μπορούν οι μαθητές να διενεργήσουν και μετρήσεις. Οι ομάδες εδώ πρέπει να συμμετέχουν στον διαγωνισμό με ένα αυθεντικό έργο το οποίο θα πρέπει να στηρίζεται σε μια καινοτόμα ιδέα, να υποστηρίζεται από μια ευρηματική αφήγηση σεναρίου, να επιλύει ένα πραγματικό πρόβλημα, να επιλέγει την πιο βέλτιστη δυνατή λύση, να περιγράφει τους συμβιβασμούς που έγιναν μεταξύ του αρχικού σχεδιασμού και του τελικού αποτελέσματος, να χρησιμοποιεί αυτοματισμούς και μακέτα για την λύση του και να τεκμηριώνει τις επιλογές που έγιναν πάνω στο προγραμματιστικό κομμάτι. Όσο αφορά το υλικό που απαιτείται για το έργο, οι συμμετέχοντες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το κιτ της LEDO WeDo (1.0 ή 2.0), τον μικροελεγκτή micro:bit, Web Camera, 2 υπολογιστές αλλά και άλλα υλικά για την μακέτα και τα σκηνικά. Τέλος, το λογισμικό μπορεί να είναι ένα η περισσότερα συνδυάζοντας τα Scratch-2, -3 και -like. Οι μαθητές/τριες που διαγωνίζονται πρέπει να παρουσιάσουν μια κατασκευή με αυτοματισμούς, σχετική με το εκάστοτε θέμα ακολουθώντας πάντα συγκεκριμένους κανόνες και τεχνικές προδιαγραφές, καθώς αξιολογούνται βάση βαθμολογίας η οποία βασίζεται σε τέσσερις άξονες. Ο πρώτος άξονας περιλαμβάνει την σύλληψη της ιδέας – project, ο δεύτερος περιλαμβάνει την εκπαιδευτική ρομποτική και τους αυτοματισμούς, ο τρίτος έχει να κάνει με τον εικονικό κόσμο, δηλαδή την ορθότητα της λογικής του project, την πολυπλοκότητα λογισμικού και αυτοματισμών, την αναπαράσταση αυτοματισμού με animation, interface, και την αισθητική.



Πλακέτα Micro:bit v2



Σετ Διαγωνισμού
Δημοτικού Microbit



Πακέτο Διαγωνισμού OPEN
Κατηγορίας WRO Hellas

Εικόνα 11 - Εξοπλισμός Open κατηγορίας Γ'-Στ Δημοτικού

Για τους μαθητές του Γυμνασίου αναφορικά θα πούμε ότι μαζί με την παράλληλη - Regular Κατηγορία «1821-1921 : 100 χρόνια Σύγχρονη Ελλάδα» (κατηγορία με πίστα) για μαθητές Ε' Δημοτικού - Γ' Γυμνασίου, υπάρχει και η Open κατηγορία IOT και Physical Computing «Farmbots». Στόχος της τελευταίας είναι η αύξηση της γεωργικής παραγωγής λόγω και της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού, μέσω των νέων τεχνολογιών ώστε να βελτιστοποιηθούν και να αυξηθούν τα παραγόμενα προϊόντα. Η χρήση των έξυπνων αυτών

ρομποτικών συστημάτων τα οποία θα λαμβάνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο, θα βοηθήσει κατά πολύ τους αγρότες στην συγκομιδή, στην επίβλεψη στην σπορά και στην ανάλυση του πεδίου. Κλείνοντας για το 2022 και ολοκληρώνοντας το κομμάτι των Πανελληνίων διαγωνισμών, οι μαθητές του Λυκείου επιχειρούν στην ανοικτή κατηγορία «Ο φίλος μου, το ρομπότ μου» και για οι μαθητές των ΕΠΑ.Λ. στην εξειδικευμένη Ανοικτή κατηγορία «Αγροτική Παραγωγή και Τυποποίηση». Οι κατηγορίες αυτές είναι σχεδιασμένες ώστε να ετοιμάζουν τους μαθητές για την συμμετοχή τους σε Ολυμπιάδες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής WRO, ενώ γενικά σκοπός τους είναι οι μαθητές να συνδυάσουν προηγούμενες γνώσεις και δεξιότητες εφαρμόζοντάς τες στον πραγματικό κόσμο και να σχεδιάσουν μια ολοκληρωμένη ρομποτική λύση η οποία και εδώ απαντά σε ρεαλιστικά ερωτήματα της κοινωνίας ή του περιβάλλοντος, αλλά με την συνοδεία ενός πλήρους επιχειρηματικού σχεδίου αυτή την φορά (business plan).



Εικόνα 12 - Αγροτική παραγωγή και τυποποίηση (περιφερικοί αγώνες Μεσσηνίας)

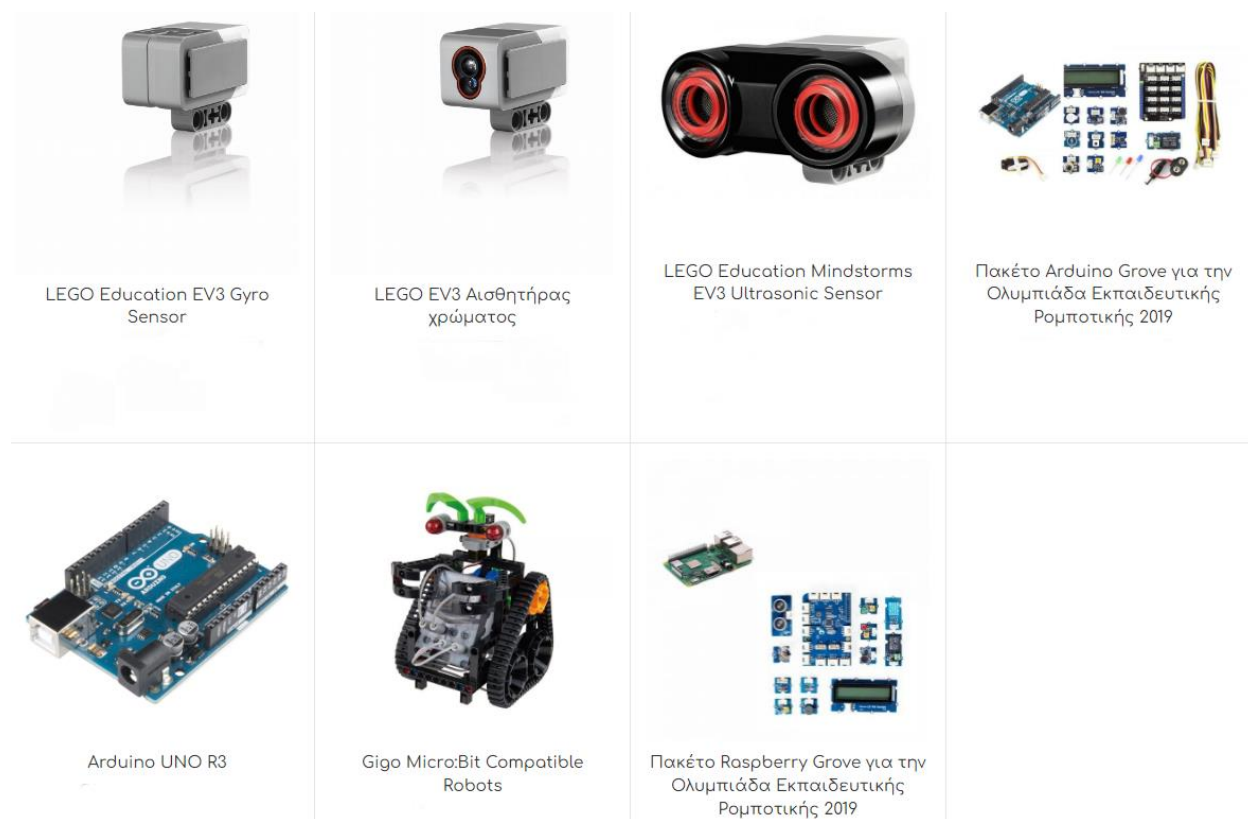
3.3.2. Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής 2022

Τα δεδομένα για το 2022 όσο αφορά την «FUTURE INNOVATORS» (OPEN) κατηγορία, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

	FUTURE INNOVATORS (OPEN)
Επιτρεπόμενες ηλικίες	Δημοτικό: 8-12 / Γυμνάσιο: 11-15 / Λύκειο: 14-19
Αριθμός μελών ομάδας	2-3 μαθητές + προπονητής
Εξοπλισμός	Ελεύθερη επιλογή
Λογισμικό	Ελεύθερη επιλογή
Διαστάσεις και μεγέθη	Περίπτερο 2 x 2 x 2 μέτρων
Χαρακτηριστικά	Το θέμα της κατηγορίας είναι Ανοικτό
Έτος ίδρυσης κατηγορίας	2004

Πίνακας 4 - Χαρακτηριστικά Ολυμπιάδας στην Open κατηγορία

Για 14^η συνεχή χρονιά διοργανώνεται η Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής WRO από τον WRO Hellas στο Dortmund της Γερμανίας στις 17-19/11/2022 υπό την αιγίδα της Προέδρου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Π.τ Ε.Ε.) Δρ. Ursula Von der Leyen. Για την συμμετοχή στην Ολυμπιάδα, οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να συγκροτήσουν ομάδες των δύο ή τριών ατόμων που είτε θα λειτουργεί σε δοκιμασίες πίστας (Regular κατηγορία), είτε θα προσομοιώνει ένα επιστημονικό project σε σχέση με το θέμα της χρονιάς «Ο φίλος μου το ρομπότ μου» (Future Innovators – Πρώην Open κατηγορία). Με αφορμή το ότι η ρομποτική και η τεχνίτη νοημοσύνη γίνονται όλο και πιο αναπόσπαστο κομμάτι της έρευνας και της επιστήμης, αλλά και το ότι τα νέα ρομπότ ενεργούν με καλύτερο τρόπο στο ανθρώπινο περιβάλλον, το φετινό θέμα της Ολυμπιάδας είναι «Το ρομπότ μου, ο φίλος μου». Κάτι τέτοιο αποτελεί πρόκληση μιας και θα πρέπει να κάνουμε την αλληλεπίδραση ρομπότ και ανθρώπου ασφαλή και χρήσιμη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα ρομπότ υπηρεσιών τα οποία βοηθούν τον άνθρωπο σε δύσκολα περιβάλλοντα και επικίνδυνες εργασίες, απαλλάσσοντας τον από ψυχολογική και σωματική καταπόνηση και προσφέροντάς του χρόνο. Συγκεκριμένα, οι μαθητές θα πρέπει να επιλέξουν προς κατασκευή μέσα από τρεις υποκατηγορίες στο θέμα αυτό οι οποίες είναι: 1. Ρομπότ που βοηθούν στις δουλειές του σπιτιού, 2. Ρομπότ διάσωσης, 3. Ρομπότ φροντιστές υγείας.



Εικόνα 13 - Εξοπλισμός Open κατηγορίας

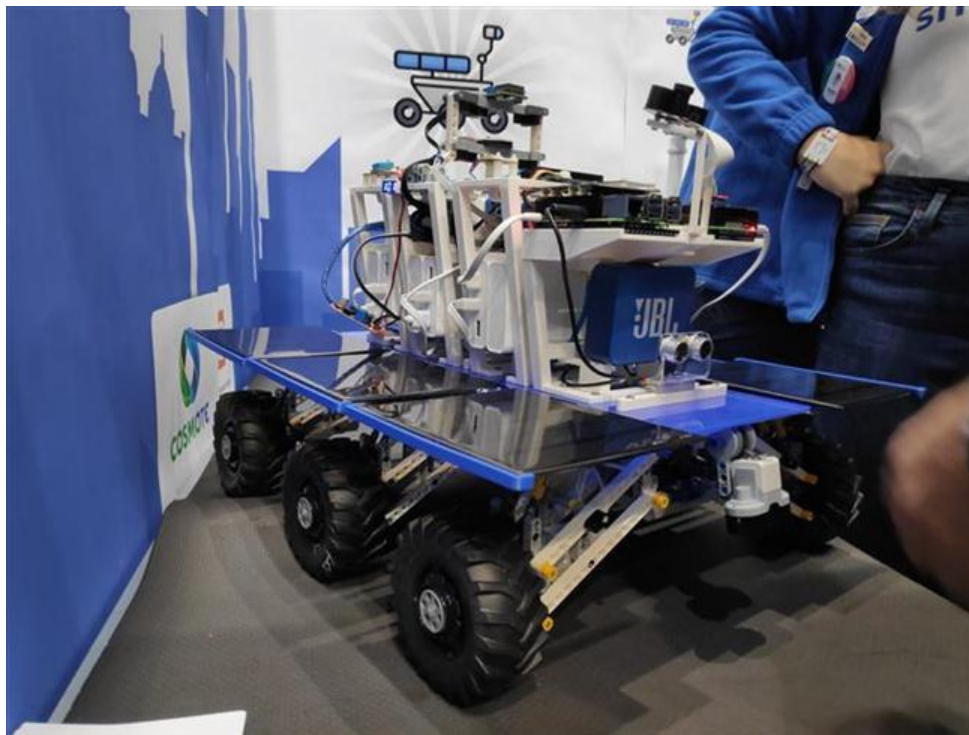
Κάνοντας μια μικρή αναδρομή στο πρόσφατο παρελθόν των ελληνικών συμμετοχών στις Ολυμπιάδες εκπαιδευτικής ρομποτικής, παρατηρούμε πως το 2019 ήταν μια αρκετά επιτυχημένη χρονιά με τέσσερα μετάλλια για την χώρα μας στην Ολυμπιάδα που πραγματοποιήθηκε στην Ουγγαρία, και η 4^η χρονιά για την κατηγορία Δημοτικού. Πιο αναλυτικά, η Ελληνική αποστολή στην Open κατηγορία Δημοτικού κατάφερε τη 2η θέση, στη Regular κατηγορία Δημοτικού τη 3η θέση, στη Regular κατηγορία Λυκείου την 7η θέση, στην Open κατηγορία Γυμνασίου τη 2η θέση, στην Open κατηγορία Λυκείου την 4η θέση, στο ποδόσφαιρο κατακτήσαμε τη 2η θέση παίζοντας στον τελικό και στη φοιτητική κατηγορία καταλάβαμε την 9η θέση. Το θέμα της χρονιάς ήταν «Smart Cities» (έξυπνες πόλεις), όπου ουσιαστικά ζητήθηκε από τις τρεις διακριθείσες ελληνικές ομάδες να παρουσιάσουν υλοποιημένα projects με απώτερο σκοπό την ανοικοδόμηση των πόλεων του μέλλοντος με καινοτόμες ιδέες. Βασικό χαρακτηριστικό μιας έξυπνης πόλης είναι η χρήση τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) για το όφελος των κατοίκων ώστε τα δίκτυα και οι υπηρεσίες (πόροι) να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά χωρίς μεγάλες ενεργειακές απώλειες.

Συγκεκριμένα, στην κατηγορία Open και στον τομέα των έξυπνων χώρων εργασίας (smart workplaces) όπως είναι τα παιδιατρικά νοσοκομεία και σύμφωνα με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης 3 και 5 από τους 17 του ΟΗΕ, ασημένιο μετάλλιο έλαβε η ομάδα *Infinite Code* στο Δημοτικό (Αρσάκειο Αθήνας) με μόλις 0.9/200 βαθμούς απόσταση από το χρυσό μετάλλιο, που παρουσίασε το project "Alex Bear", ένα έξυπνο χνουδωτό αρκουδάκι που προορίζεται για να υποστηρίζει παιδιά που νοσηλεύονται σε νοσοκομείο. Το αρκουδάκι αυτό, εκτός από φίλος των παιδιών κατά την διάρκεια της νοσηλείας τους, αποτελεί και χρήσιμο εργαλείο της ιατρικής ομάδας μιας και διαθέτει βιομετρικούς αισθητήρες οι οποίοι παρακολουθούν και καταγράφουν την υγεία του παιδιού, στέλνοντας μήνυμα στο wearable του θεράποντα γιατρού όταν κάποια ζωτική λειτουργία διαταραχθεί. Επιπλέον, όλες οι τιμές καταγράφονται σε μια βάση δεδομένων, ώστε αυτόματα να δημιουργείται ένα αρχείο για την πορεία της υγείας του παιδιού. Σημαντικό επίσης πλεονέκτημα στο αρκουδάκι αυτό είναι και η ικανότητα του να αντιλαμβάνεται συναισθήματα, να μιλά, να προσφέρει αγκαλιές και να ψυχαγωγεί όταν υπάρχει ανάγκη, μέσα από το παιχνίδι και το τραγούδι. Οι μαθητές κατασκεύασαν ακόμα και ένα «έξυπνο μαξιλάρι» για να παρακολουθεί την ποιότητα του ύπνου του παιδιού, αναδύοντας αιθέρια έλαια λεβάντας όταν αντιληφθεί ανησυχία, αλλά και μια συσκευή για εξ αποστάσεως πρόσβαση των γιατρών στον ασθενή μέσω φωτογραφιών και βίντεο. Τέλος, η ομάδα δημιούργησε και μια «έξυπνη καρέκλα» η οποία βοηθάει στις ενδονοσοκομειακές μετακινήσεις αλλά και στην ρύθμιση θερμοκρασίας περιβάλλοντος όταν υπερβεί το επιτρεπτό όριο.



Εικόνα 14 - project "Alex Bear"

Στο Γυμνάσιο η ομάδα *SMARTBIRDS* (Πειραματικό Λάγγουρα & 2ο Γυμνάσιο Πάτρας) με το project "Θαλής", ένα ρομπότ που πλοηγείται στους δρόμους της πόλης, παρέχοντας σημαντικές μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο και εξασφαλίζοντας τη βοήθεια που χρειάζονται τα πρόσωπα που συναντά, αφότου αναπτύξει διάλογο μαζί τους. Ο Θαλής έχει πολλά υποσυστήματα και αισθητήρες, αλλά και μια κάμερα, μέσω της οποίας αναγνωρίζει τα συναισθήματα του προσώπου που κάθεται απέναντί του. Ανάλογα με τα συναισθήματα της στεναχώριας, του φόβου, του θυμού, αναπτύσσει έναν διάλογο. Ρωτάει "τι έχεις" κι αν χρειάζεσαι βοήθεια. Εάν το άτομο χρησιμοποιήσει τις λέξεις που έχουν οριστεί ως κλειδιά, όπως ασθενοφόρο, αστυνομία, βοήθεια κ.α., ο Θαλής πραγματοποιεί κλήση στην αρμόδια υπηρεσία και στέλνει τις συντεταγμένες της τοποθεσίας, στην οποία βρίσκεται.



Εικόνα 15 - project "Θαλής"

Αξιόλογη και με μικρή διαφορά από την τρίτη θέση ήταν και η προσπάθεια της ομάδας του Λυκείου *Minders* (Εκπαιδευτική Αναγέννηση) όπου διακρίθηκε τέταρτη παγκοσμίως παρουσιάζοντας το project "SKEye", ένα πρωτοποριακό σύστημα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης που βελτιώνει τη ζωή των κατοίκων μιας πόλης, επιλύοντας θέματα όπως τη διαχείριση αποβλήτων, την άμεση αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, τη διαχείριση κρίσεων καθώς και τον περιορισμό του ανθρώπινου παράγοντα σε βαρέα και ανθυγιεινά επαγγέλματα. Το project «SKEye» αποτελεί ένα πρωτοποριακό σύστημα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης μια πόλης. Χρησιμοποιώντας μια απλή κάμερα παρακολούθησης κλειστού κυκλώματος, αναλύει την εικόνα, χαρτογραφεί το περιβάλλον και εξάγει δεδομένα. Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται δίνοντας οδηγίες σε μικρά ρομπότ-εργάτες, τα οποία χρησιμοποιούνται για τα συμφέροντα της πόλης. Σε καθημερινά βάση, τα ρομπότ έχουν ως κύρια αρμοδιότητα να συλλέγουν απορρίμματα που βρίσκονται στην περιοχή και να τα τοποθετούν στον πλησιέστερο κάδο. Ένα έξυπνο σύστημα διαχωρισμού απορριμμάτων τα χωρίζει σε αλουμίνιο, μέταλλο, πλαστικό ή χαρτί. Κατά τη διάρκεια που τα ρομπότ εκτελούν τα καθημερινά τους καθήκοντα, αν προκύψει κάποια κατάσταση έκτακτης ανάγκης όπως ένα τροχαίο ατύχημα ή πυρκαγιά, τα ρομπότ είναι δυναμικά σχεδιασμένα ώστε να δίνουν προτεραιότητα στο σημαντικότερο συμβάν και να παρεμβαίνουν άμεσα.

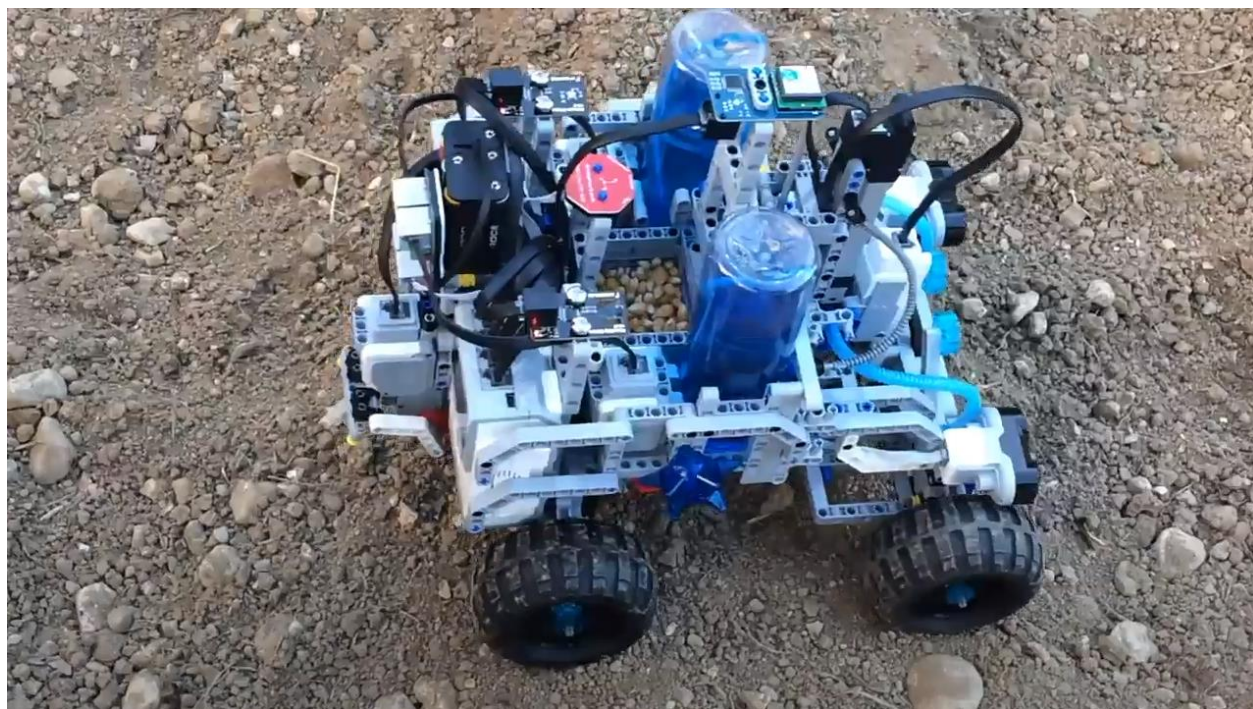


Εικόνα 16 - project "SKeye"

Τέταρτη στον κόσμο αναδείχθηκε η Ελλάδα το 2018 στην κατηγορία Open Γυμνασίου με την ομάδα *Autonomous robotic aquaponics* και Λυκείου με την ομάδα *Rest in PC's* στο Τσιάνγκ Μάι της Ταϊλάνδης. Το θέμα του διαγωνισμού τότε στην Open κατηγορία ήταν το «Food Matter». Οι δύο Ολυμπιονίκες ομάδες όπως και η ομάδες στην Open Δημοτικού στην πιλοτική κατηγορία WeDo Challenge Open, έπρεπε να επιδείξουν υλοποιήσιμα projects με θέμα την υδροπονία και τις έξυπνες καλλιέργειες με οδηγό και στόχο την βελτίωση της διατροφικής αλυσίδας και συμβουλές για την εξάλειψη της πείνας στην γη. Επίσης, το θέμα εστίαζε και στους τρόπους με τους οποίους καλλιεργούνται, διανέμονται και καταναλώνονται τα τρόφιμα.

Πηγαίνοντας ένα χρόνο ακόμα πίσω το 2017 στην Ολυμπιάδα που πραγματοποιήθηκε στην Κόστα Ρίκα, συναντάμε άλλη μια εθνική πρωτιά και παγκόσμια διάκριση με την ομάδα *SMARTBIRDS NEXT* από την Πάτρα (44ο Δημοτικό Πατρών και Δημοτικό Νέου Σουλίου), κατακτώντας το χάλκινο μετάλλιο στην κατηγορία Open Elementary (Δημοτικό), αλλά και στην Open Junior (Γυμνασίου) με την κατάκτηση της εύδρομης θέσης παγκοσμίως για την Ελλάδα με την ομάδα *GRID*. Οι ελληνικές ομάδες διαγωνίστηκαν μαζί με 2.500 νέους και παιδιά από περισσότερες από 60 χώρες από όλον τον κόσμο στον σχεδιασμό και στη δημιουργία ρομποτικών κατασκευών με θέμα «Ρομπότ για την βιώσιμη ανάπτυξη» (*Sustainabot*) το οποίο συνεισφέρει λύσεις προς όφελος της ανθρωπότητας, διαμορφώνοντας ζώνες αειφορίας, δίχως να γνωρίζει σύνορα.

Πιο αναλυτικά, το project «Odysseus» της ομάδας *SMARTBIRDS NEXT* είναι ένα πλήρως αυτόνομο όχημα το οποίο καθοδηγείται χρησιμοποιώντας μια ψηφιακή πυξίδα και έναν αισθητήρα GPS. Συλλέγει βασικά περιβαλλοντολογικά δεδομένα όπως υγρασία, θερμοκρασία εδάφους και περιβάλλοντος αλλά και υψόμετρο. Αυτόματα σπέρνει σπόρους σε πραγματικό χρόνο και σε ιδανική τοποθεσία σε αληθινό έδαφος. Το «Odysseus» φυτεύει επιτυχώς 700.000 σπόρους τον χρόνο με μέσο όρο 8 ώρες καθημερινής λειτουργίας, καθώς μπορεί να οργώσει αλλά και να ποτίσει χάρης των δεξαμενών νερού που διαθέτει.



Εικόνα 17 - Project "Odysseus"

Ερχόμενοι ξανά στο πρόσφατο παρελθόν και στην Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής WRO του 2020 στον Καναδά, συναντάμε το θέμα «Ομάδα δράσης για το κλίμα: CLIMATE SQUAD». Με αφορμή τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και την ποσότητα των αερίων θερμοκηπίου που εκπέμπουν από τα ορυκτά καύσιμα και δεν απορροφώνται από την φύση, οι ομάδες της Open κατηγορίας δημιούργησαν ρομποτικές λύσεις προσομοιώνοντας το project ώστε να αποφευχθεί αυτό το φαινόμενο ή η εκπομπή αυτών των αερίων να απορροφάται. Σε μια τέτοια περίπτωση οι ομάδες ψάχνουν για καινοτόμες λύσεις όπως και διαφορετικές τεχνολογίες και υλικά. Αναφορικά, στην Regular κατηγορία, οι ομάδες έπρεπε να αναπτύξουν ρομπότ τα οποία που χρησιμοποιούνται σε δοκιμαστικές πίστες και θα βοηθάνε τον άνθρωπο να προσαρμοστεί και να ξεπεράσει αυτούς τους κλιματικούς κίνδυνους.

Το 2021 είναι η χρονιά που εισέρχεται πρώτη φορά στον διαγωνισμό και η κατηγορία «Future Engineers». Το θέμα της Ολυμπιάδας ήταν το «PowerBots – Το μέλλον της Ενέργειας», εμπνευσμένο από χρήση πολλών ορυκτών καυσίμων τα τελευταία 150 χρόνια. Συμπέρασμα

αυτού ήταν ότι οι άνθρωποι πρέπει να αλλάξουμε στρατηγική και να στραφούμε σε πιο καθαρή και ανανεώσιμη ενέργεια, όπως το φως του ήλιου, η βροχή, τα παλίρροιες, τα κύματα και η γεωθερμική θερμότητα, πράγμα που σημαίνει πως ως μηχανικοί και τεχνολόγοι θα πρέπει να επιλύσουμε και νέες προκλήσεις.

Στο 4^ο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας, θα πραγματοποιηθεί μια εκτενής παρουσίαση και αναλυτική περιγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών του μικροελεγκτή Micro:bit, με απώτερο στόχο την μετέπειτα χρήση του στην δημιουργία εκπαιδευτικών σεναρίων ενός ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών STEM για τις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού. Η επιλογή αυτή του Microbit έγινε βάση της εύκολης συνδεσιμότητας του με επιμέρους εξαρτήματα και αισθητήρες αλλά και της ευέλικτης επικοινωνίας του με το περιβάλλον. Ο μικροελεγκτής Microbit προσφέρει ενσωματωμένους αισθητήρες και εύκολο προγραμματισμό σε συνδυασμό με χαμηλό κόστος, γεγονός που τον εισάγει δυναμικά τα τελευταία χρόνια στο κομμάτι της κατασκευής και του προγραμματισμού ρομποτικών συστημάτων αλλά και εφαρμογών στα πλαίσια της εκπαιδευτικής ρομποτικής.

4. Συγγραφή αναλυτικού προγράμματος σπουδών για την Ε΄ & ΣΤ΄ Δημοτικού

4.1. Εισαγωγή

Σύμφωνα με το έργο που έχει παραχθεί από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στο πλαίσιο της πράξης «Νέο Σχολείο», το πρόγραμμα σπουδών για τις ΤΠΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση προβλέπει την διδασκαλία του προγραμματισμού του υπολογιστή από την Ε΄ Δημοτικού κατά την διάρκεια δέκα διδακτικών ωρών. Στόχος είναι οι μαθητές να εξοικειωθούν με τον προγραμματισμό μέσω αξιοποίησης εκπαιδευτικών περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού που υπάρχουν. Από την ψηφιακή ζωγραφική οι μαθητές μεταβαίνουν στα προγραμματιζόμενα πολυμέσα όπου χειρίζονται και ερευνούν έτοιμα προγράμματα κάνοντας έτσι μια άρτια εισαγωγή στην έννοια του αλγορίθμου. Ο εκπαιδευτικός προκαλεί κινητοποίηση και το ενδιαφέρον των μαθητών για την κατασκευή εφαρμογών με κίνηση αντικειμένων μέσω χειριστηρίων. Επιμέρους στόχοι, ώστε να επιτευχθεί αυτό, είναι οι μαθητές να περιγράψουν λεκτικά τα βήματα των αλγορίθμων που θα χρησιμοποιήσουν καθώς και τις εντολές που απαιτούνται, αλλά και να κωδικοποιήσουν έναν αλγόριθμο στο προγραμματιστικό περιβάλλον. Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, το εκπαιδευτικό υλικό που απαιτείται είναι EasyLogo Scratch BYOB Kodu Microworlds Pro gameMaker K-turtle Turtle Art openStarlogo και η Εκπαιδευτική ρομποτική.

Ένας σημαντικός παράγοντας που εισήγαγε την ρομποτική στην πρωτοβάθμια ήταν η παρουσίαση ειδικών εκπαιδευτικών, εύχρηστων και δελεαστικών πακέτων για παιδιά, με χαμηλό κόστος και τον δικό τους “μικρόκοσμο”. Πιο συγκεκριμένα, τα πακέτα αυτά συνδέονται γρήγορα και εύκολα με το ανάλογο λογισμικό ώστε να προγραμματιστούν και να ελεγχθούν από τον χρήστη, καθώς ακόμα ένα πλεονέκτημα τους είναι και η ύπαρξη μικροεπεξεργαστών, αισθητήρων, δομικών υλικών και κινητήρων μέσα σε αυτά.

Στην συνέχεια θα γίνει μια προσπάθεια συγγραφής ενός αναλυτικού προγράμματος (οκτώ μαθημάτων - δραστηριοτήτων) διαβαθμισμένης δυσκολίας για μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού με βάση την μελέτη εργασιών τους, καθώς στο τέλος θα υλοποιηθούν με τον μικροελεγκτή Micro:bit και το ρομποτικό kit της LEGO WeDo 2. Ο λόγος που προτείνεται ο πανίσχυρος και εύχρηστος αυτός μικροελεγκτής, είναι οι δυνατότητες οι οποίες θα εξηγηθούν παρακάτω σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος αγοράς του, το οποίο ανέρχεται περίπου στα είκοσι ευρώ ο ένας, αλλά και η δυνατότητα online δωρεάν πλατφόρμας ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία έργων που διαθέτει. Αν υποθέσουμε ότι μια τάξη έχει περίπου 23 μαθητές οι οποίοι χωρίζονται σε οκτώ ομάδες των τριών μελών, υπολογίζουμε ότι θα χρειαστούμε το περισσότερο οκτώ Microbit ανά τμήμα, άρα συνολικά εκατόν εξήντα ευρώ κόστος ανά αίθουσα. Επακόλουθα, αντιλαμβανόμαστε πως πρόκειται για ένα ακόμα σημαντικό επιχείρημα στην ένταξη της STEM & STEAM διδασκαλίας στην ελληνική τάξη, καθώς συνδυάζει αξία και ποιότητα.

4.2. Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών Ε' & ΣΤ' Δημοτικού

Από τα προγράμματα σπουδών που είδαμε στο 2^ο κεφάλαιο, παρατηρούμε πως στόχος ενός ολοκληρωμένου προγράμματος STEM είναι η εμπλοκή όλων των μαθητών και η διεπιστημονικότητα. Είδαμε πως οι STEM δραστηριότητες καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος της μαθητικής ζωής ενός σπουδαστή αλλά και του ελεύθερου χρόνου του, με τα καλοκαιρινά «καμπ» που οργανώνονται από μεγάλα πανεπιστήμια του κόσμου, πραγματοποιώντας ταχύρυθμα και εντατικά προγράμματα STEM, συμπληρώνοντας τουλάχιστον 50 διδακτικές ώρες πάνω στο αντικείμενο.

Για τα ελληνικά δεδομένα, μια πρόταση για όποιον μαθητή επιθυμεί να συμμετάσχει σε “Summer Camp” θα ήταν να παραταθεί η σχολική χρονιά έως τις 30 Ιουνίου. Στο διάστημα αυτό της μίας ή δύο εβδομάδων θα πραγματοποιούνται εξάωρα συμπιεσμένα και ταχύρυθμα μαθήματα/ημέρα από ειδικευμένους καθηγητές STEM (προγραμματιστές, μαθηματικούς, φυσικούς). Στόχος αυτών των προγραμμάτων θα είναι η επανάληψη και την καλύτερη αφομοίωση της διδακτέας ύλης δουλεύοντας την στην πράξη, με την υλοποίηση ανάλογων κατασκευών STEM και STEAM. Το οικονομικό κόστος θα μπορούσε να καλυφτεί με την χρήση “Voucher” της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή και κάποιου ελάχιστου αντίτιμου, γεγονός που θα έκανε την ΕΡ ιδιαίτερα δημοφιλή σε προτίμηση και μάλιστα στα πλαίσια του δημόσιου σχολείου, αναβαθμίζοντας την παιδεία γενικότερα. Επίσης, μια ακόμα πρόταση για την ένταξη του STEM και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην ελληνική σχολική πραγματικότητα, είναι οι απογευματινές δραστηριότητες στα πλαίσια του ολοήμερου σχολείου. Σε διάστημα τεσσάρων μηνών, πλησιάζοντας το τυπικό πέρας της σχολικής χρονιάς, και με σαφώς πιο χαλαρούς ρυθμούς όπως για παράδειγμα ενός δίωρου/εβδομάδα, εξειδικευμένοι δάσκαλοι που έχουν λάβει εκπαίδευση STEM μέσω σεμιναρίων, θα μπορούσαν να ενισχύσουν την ενότητα της ΕΡ στο δημόσιο σχολείο σε μεγαλύτερο φάσμα μαθητών.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στις τάξεις της Ε' & ΣΤ' Δημοτικού και το ΤΠΣ, οι διδακτικές ώρες που αφορούν στην ΕΡ την οποία συναντάμε μέσα στις ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών) είναι λιγότερες από 10 για όλη την σχολική χρονιά. Η παρακάτω πρόταση θα αποτελέσει μια προσπάθεια συγγραφής ενός αναλυτικού προγράμματος σπουδών στο ΤΠΣ με STEM κατασκευές για την ένταξη της διεπιστημονικότητας στην μαθησιακή διαδικασία και την επακόλουθη αύξηση των διδακτικών ωρών του STEM, με ευχάριστο και παιγνιώδη τρόπο για τους μαθητές. Το πρόγραμμα STEM προτείνεται να πραγματοποιηθεί σε διάστημα τεσσάρων μηνών (Μάρτιος - Ιούνιος), ώστε να έχει ολοκληρωθεί ένα μεγάλο κομμάτι της διδακτέας ύλης στα μαθήματα όπου θα ενταχθεί (ΤΠΕ, Μαθηματικά, Φυσική) και θα ολοκληρωθεί με την παρουσίαση ενός project ανοιχτής κατηγορίας την τελευταία μέρα του Ιουνίου.

Όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών ΤΠΕ του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (Πίνακας 1), το κομμάτι του προγράμματος STEM μπορεί να ενταχθεί στον άξονα «Διερευνώ, ανακαλύπτω και λύνω προβλήματα με ΤΠΕ» στην ενότητα

«Προγραμματίζω τον υπολογιστή» και στις 10 ώρες/χρόνο που προτείνει το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Η ενότητα αυτή εμπεριέχει τον οπτικό προγραμματισμό, την έννοια του αλγόριθμου, του προγράμματος, των γεγονότων (events), την ανάπτυξη απλών εφαρμογών, την διόρθωση σφαλμάτων και άλλων βασικών εννοιών του προγραμματισμού που θα χρειαστούν ώστε να θέσουμε αργότερα το ρομπότ μας σε λειτουργία σωστά και αποτελεσματικά. Άλλα δύο μάθημα στις τάξεις αυτές που θα μπορούσε να ενταχθεί το STEM είναι και το μάθημα των «Φυσικών» και των «Μαθηματικών» (3 & 4 ώρες/εβδομάδα). Με την βοήθεια και την παράλληλη συμπόρευση των αρμοδίων δασκάλων, και με 1 ώρα/μήνα (από Μάρτιο έως Ιούνιο) που θα δανειζόμασταν σε κάθε πέρασ των θεματικών ενοτήτων των μαθημάτων αυτών, θα μπορούσαν να υλοποιηθούν σε ομαδικές εργασίες πάνω σε κομμάτια όπως η ενέργεια, η θερμοκρασία – θερμότητα, ο ηλεκτρομαγνητισμός, ο ηλεκτρισμός και η Μηχανική ή οι μετρήσεις και η μετατροπή τιμών. Έννοιες που με την βοήθεια του ανάλογου εκπαιδευτικού ρομποτικού υλικού όπως τον μικροεπεξεργαστή Micro:bit θα μπορούσαν να γίνουν απολύτως κατανοητές και στην πράξη.

Απαραίτητες βέβαια είναι και οι 2 ώρες/εβδομάδα που προσφέρει η «ευέλικτη ζώνη διαθεματικών και δημιουργικών δραστηριοτήτων» στην Ε' και ΣΤ' ενός 6/θέσιου και πάνω Δημοτικού σχολείου. Από αυτές θα μπορούσαμε να δανειστούμε 3 ώρες/μήνα για την δημιουργία έργου ή την υλοποίηση ενός σχεδίου έρευνας. Συνοψίζοντας έχουμε περίπου 14 ώρες εργαστηριακών μαθημάτων που απαιτούνται για να επιτευχθούν οι μαθησιακοί και γνωστικοί στόχοι στα μαθήματα ΤΠΕ, Μαθηματικά, Φυσική και 12 ώρες εργαστήριο δεξιοτήτων από την ευέλικτη ζώνη για την ολοκλήρωση των projects, σύνολο περίπου 25-26 ώρες/χρόνο.

Στον παρακάτω πίνακα θα γίνει μια προσπάθεια να αναπτυχθεί ένα ΑΠΣ STEM με την μορφή δραστηριοτήτων για την Ε' & ΣΤ' Δημοτικού εφαρμοσμένο στο υπάρχον τυπικό πρόγραμμα σπουδών. Το ΑΠΣ θα περιγράφει τα στοιχεία εκείνα που είναι απαραίτητα όπως οι διδακτικοί στόχοι, οι βασικές θεματικές ενότητες, οι μαθησιακές δραστηριότητες, καθώς και το εκπαιδευτικό υλικό και λογισμικό που θα απαιτηθεί από την αρχή ως το πέρασ της σχολικής χρονιάς. Η υλοποίηση των δραστηριοτήτων αυτών θα πραγματοποιείται αφού πρώτα θα γίνεται λεπτομερή παράδοση και αναφορά στη θεωρία της διδακτέας ύλης από τον εκπαιδευτικό, καθώς στόχο έχουν την αποσαφήνιση τυχόντων θολών σημείων και την εκ βάθους κατανόησή της.

4.2.1. Αναλυτικό Πρόγραμμα STEM για την Ε' Δημοτικού

Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Βασικά θέματα	Δραστηριότητες	Εκπαιδευτικό υλικό
<p>1η Δραστηριότητα (πέτρα, ψαλίδι, χαρτί)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <p>Περιγράφει την έννοια της μεταβλητής και να αλλάζει την τιμή της κατά την εκτέλεση ενός αλγορίθμου. (Τ.Π.Ε. – Προγραμματίζω τον υπολογιστή)</p>	<p>Ανάπτυξη και εκτέλεση απλών εφαρμογών</p> <p>Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού</p> <p>Αλγόριθμος</p> <p>Γεγονότα (events)</p>	<p>Στόχος της 1^{ης} δραστηριότητας είναι η εξοικείωση των μαθητών με την έννοια της μεταβλητής και την εκχώρηση τιμής σε αυτή. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 2 ατόμων παίζοντας με το Micro:bit, διερευνώντας και τροποποιώντας το έτοιμο πρόγραμμα που τους δίνεται και βλέποντας τα ανάλογα αποτελέσματα στο led του Hub.</p>	<p>Mind+</p>
<p>2^η Δραστηριότητα (λαβύρινθος)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <p>Εξηγεί και να περιγράφει με λεκτικό τρόπο τα διάφορα γεγονότα (events) στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού. (Τ.Π.Ε. - Προγραμματίζω τον υπολογιστή)</p>	<p>Πρόγραμμα</p> <p>Διόρθωση σφαλμάτων</p> <p>Βελτιστοποίηση προγραμμάτων</p> <p>Περιβάλλον και ποιότητα ζωής</p> <p>Μαθήματα του σχολικού προγράμματος</p> <p>Διαθεματικότητα</p>	<p>Στόχος της 2^{ης} δραστηριότητας είναι η εξοικείωση των μαθητών με τα διάφορα events τα οποία μπορεί να λάβουν χώρα σε ένα πρόγραμμα. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 3^{ων} ατόμων για να κατασκευάσουν ένα όχημα με οδηγίες που τους δίνονται το οποίο θα χειρίζονται οι ίδιοι με το Micro:bit. Έπειτα, συμπληρώνοντας και τροποποιώντας το πρόγραμμα που τους δίνεται, θα δοκιμάσουν το παιχνίδι συγκεντρώνοντας πόντους!</p>	<p>Scratch 3</p> <p>LEGO Wedo</p> <p>Micro:bit</p>

<p>3^η Δραστηριότητα (Έξυπνο σπίτι)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διαπιστώνει πειραματικά ότι το φως διαδίδεται κλιμακούμενα ανάλογα την φωτοευαισθησία του περιβάλλοντος. (Φυσικά – Φώς) • Κατασκευάσει ο ίδιος ένα θερμόμετρο και να παίρνει μετρήσεις από διάφορα περιβάλλοντα, καταγράφοντας την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή. (Φυσικά – Θερμότητα) • Περιγράψει τι είναι ένα έξυπνο σπίτι αλλά και το πως μπορεί να βοηθήσει τον άνθρωπο. (Τ.Π.Ε. - Υλοποιώ σχέδια έρευνας). 		<p>Στόχος της 3^{ης} δραστηριότητας είναι η εξοικείωση των μαθητών με έννοιες όπως η φωτοευαισθησία, η φωτεινότητα, η διάδοση του φωτός, η θερμοκρασία, η κλίμακα ρίχτερ, αλλά και να είναι σε θέση να παίρνουν μετρήσεις κάθε φορά από όλα τα παραπάνω και να τα συγκρίνουν. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 3^{ων} ατόμων για να κατασκευάσουν ένα «έξυπνο σπίτι» με υλικά και οδηγίες που τους δίνονται, καθώς στην συνέχεια μπορούν να συμπληρώνουν σε ένα φύλο εργασίας τις μετρήσεις που έλαβαν.</p>	
<p>4^η Δραστηριότητα (Προσανατολισμός)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διαπιστώσει πειραματικά τη σχέση του χρόνου που χρειάζεται ένα κινητό, για να διανύσει μια περιστροφή με την ταχύτητά του. (Φυσικά – Ταχύτητα) • Προσανατολίζετε βάση της γωνίας που θα έχει κάθε φορά στη οθόνη. (Μαθηματικά – Χώρος & Γεωμετρία) 		<p>Στόχος της 4^{ης} δραστηριότητας είναι η εξοικείωση των μαθητών με έννοιες όπως η ταχύτητα, ο χρόνος και η σχέση μεταξύ τους, αλλά και η πλήρη περιστροφή ή η απόσταση. ($V = d/t$). Χωρίζονται σε ομάδες των τριών ατόμων ώστε να κατασκευάσουν σύμφωνα με τις οδηγίες το περιστρεφόμενο ρομπότ και μέσα από το παιχνίδι των εντόμων θα έχουν την δυνατότητα να πετύχουν τον στόχο τους!</p> <p>Ενδεικτικός διδακτικός χρόνος: 12 ώρες</p>	

Πίνακας 5 - Αναλυτικό Πρόγραμμα STEM Ε' Δημοτικού

4.2.2. Αναλυτικό Πρόγραμμα STEM για την ΣΤ' Δημοτικού

Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Βασικά θέματα	Δραστηριότητες	Εκπαιδευτικό υλικό
<p>1η Δραστηριότητα (Φορτοεκφορτωτής)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <ul style="list-style-type: none"> Κατανοεί την λειτουργία των διακοπών (Φυσικά – Διακόπτες. Χρησιμοποιεί σωστά τους διακόπτες για να δώσει ρεύμα σε μηχανές ώστε να επιτευχθούν οι διάφορες λειτουργίες τους. (Τ.Π.Ε. - Αλγόριθμος). 	<p>Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού</p> <p>Αλγόριθμος</p> <p>Γεγονότα (events)</p> <p>Πρόγραμμα</p> <p>Επαναληπτική δομή</p>	<p>Στόχος της 1^{ης} δραστηριότητας είναι ουσιαστικά μια επανάληψη της ενότητας «Ηλεκτρισμός» και συγκεκριμένα στους «διακόπτες».</p> <p>Επιπλέον μέσα από την κατασκευή του φορτοεκφορτωτή που θα φτιάξουν σε ομάδες των τριών ατόμων, θα προσπαθήσουν να δημιουργήσουν έναν αλγόριθμο ώστε να την κάνουν να ολοκληρώσει με επιτυχία την αποστολή που θα τους τεθεί.</p>	<p>Mind+</p> <p>Scratch 3</p>
<p>2η Δραστηριότητα (Διαχωρισμός Αντικειμένων)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <ul style="list-style-type: none"> Εξοικειωθεί με τις βασικές περιπτώσεις δομών επανάληψης του προγραμματισμού (Τ.Π.Ε. – Επαναληπτική δομή). Εξηγήσει πως τα σώματα γύρω μας έχουν διαφορετικά χρώματα (Φώς - Χρώματα). 	<p>Η δομή επανάληψης</p> <p>Διαδικασία (υποπρόγραμμα)</p> <p>Κλήση διαδικασιών</p> <p>Διόρθωση σφαλμάτων</p> <p>Περιβάλλον και ποιότητα ζωής</p> <p>Μαθήματα του σχολικού προγράμματος</p> <p>Διαθεματικότητα</p>	<p>Στόχος της 2^{ης} δραστηριότητας είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με την έννοια των δομών επανάληψης στον προγραμματισμό αλλά και με την επιλογή της σωστής κάθε φορά δομής σύμφωνα με το πρόβλημα που έχουν να επιλύσουν (Για πάντα, Εάν, Εάν... αλλιώς, περίμενε ώσπου). Επιπλέον, μέσα από την κατασκευή για τον διαχωρισμό των αντικειμένων, βάση των δύο χρωμάτων (Μπλε & Μαύρο), που θα πραγματοποιήσουν θα είναι ικανοί να αντιληφθούν με ποιόν τρόπο το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται τα διάφορα χρώματα γύρω του.</p>	<p>LEGO Wedo</p> <p>Micro:bit</p>

<p>3η Δραστηριότητα (Ρομποτικός Βραχίονας)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <ul style="list-style-type: none"> Κατανοεί την λειτουργία και την χρησιμότητα των υποπρογραμμάτων (συναρτήσεις & διαδικασίες) ως κομμάτια κώδικα (Τ.Π.Ε. Υποπρογράμματα). 		<p>Στόχος της 3^{ης} δραστηριότητας είναι μέσα από την κατασκευή ενός ρομποτικού βραχίονα να εξοικειωθούν οι μαθητές με την έννοια των διαδικασιών και των υποπρογραμμάτων. Μέσα από την ομαδικότητα τόσο στην κατασκευή όσο και στην συμπλήρωση του κώδικα, οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή με έννοιες όπως «κλήση της συνάρτησης», αλλά και με τον τρόπο ή το πότε θα πρέπει να γίνει αυτό.</p>	
<p>4^η Δραστηριότητα (Γραμμή παραγωγής)</p> <p>Ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός να:</p> <ul style="list-style-type: none"> Περιγράψει τι είναι μια γραμμή παραγωγής σε μια βιομηχανία αλλά και το πώς μπορεί να βοηθήσει τον άνθρωπο. Συνθέσει, κατασκευάσει, προγραμματίσει μια γραμμή παραγωγής που θα διαχωρίζει, θα ταξινομεί και θα καταμέτρα αντικείμενα σύμφωνα με τις ανάγκες μιας σύγχρονης βιομηχανικής μονάδας παραγωγής (Τ.Π.Ε. - Υλοποιώ σχέδια έρευνας). 		<p>Στην 4^η δραστηριότητα προτείνεται η ανάθεση ενός ομαδικού και σύνθετου project στους μαθητές. Στόχος είναι να κατασκευάσουν μια πραγματική γραμμή παραγωγής βασιζόμενοι στις τρεις προηγούμενες δραστηριότητες συνδυάζοντας τις. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των πέντε ατόμων σύμφωνα με τις απαιτήσεις που έχει η συγκεκριμένη δραστηριότητα καθώς ο κύριος στόχος της είναι η συνεργασία των μαθητών τόσο στον σχεδιασμό και την υλοποίηση της κατασκευής, όσο και στον προγραμματισμό του, πάντα με την στήριξη του υπεύθυνου καθηγητή. Η δραστηριότητα αυτή θα αποτελέσει την τελική εργασία που θα αναλάβουν να παρουσιάσουν οι μαθητές στο τέλος της σχολικής χρονιάς.</p> <p>Ενδεικτικός διδακτικός χρόνος: 13 ώρες</p>	

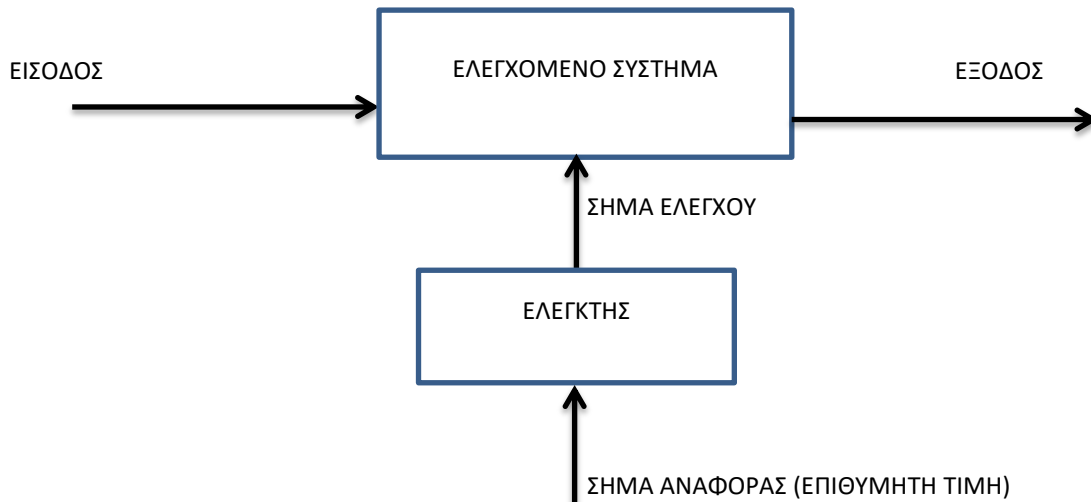
Πίνακας 6 - Αναλυτικό Πρόγραμμα STEM Στ' Δημοτικού

5. Υλοποίηση διδακτικών σεναρίων σε πλατφόρμα Micro:bit

5.1. Ο μικροελεγκτής Micro:bit

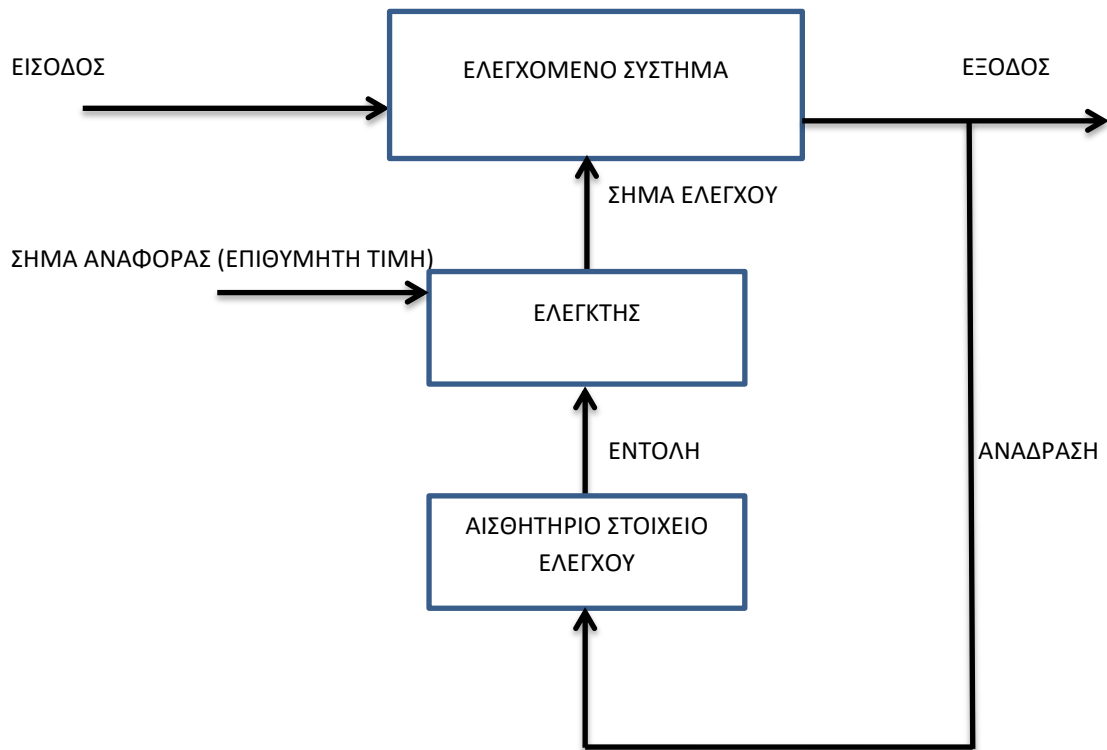
5.1.1. Λίγα λόγια για τους μικροελεγκτές

Οι περισσότερες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητά μας όπως τα πλυντήρια, η κουζίνα, τα τηλεκατευθυνόμενα παιχνίδια, η ψηφιακή τηλεόραση, τα συστήματα συναγερμού ή φύλαξης, η ηλεκτρική κουζίνα και τα drones, αλλά και οπουδήποτε απαιτείται έλεγχος συστήματος, χρησιμοποιούν ένα σύστημα αυτοματισμού. Το σύστημα αυτό ανάλογα τις ανάγκες και την συσκευή καθορίζει το πόσο αυτόματα θα είναι, δηλαδή καθορίζει το πόσο θα επεμβαίνει ο ανθρώπινος παράγοντας σε αυτό, διακρίνοντας τα σε συστήματα ανοικτού ή κλειστού βρόγχου. Ανοικτό σύστημα ονομάζεται το σύστημα του οποίου η έξοδος, δηλαδή το αποτέλεσμα, εξαρτάται από την είσοδο, αλλά η έξοδος δεν παίζει ρόλο κατά την διαδικασία ελέγχου. Στην περίπτωση που υπάρχει ελεγκτής σε αυτό το σύστημα, η ανθρώπινη παρέμβαση θα είναι αυτή που θα παίζει καθοριστικό ρόλο ώστε να πάρουμε το αποτέλεσμα που θέλουμε (Σχήμα 3).



Σχήμα 3 – Ανοικτό σύστημα αυτοματισμού

Από την άλλη μεριά, κλειστό σύστημα αυτοματισμού χαρακτηρίζεται εκείνο το σύστημα του οποίου η έξοδος λαμβάνει συνεχώς μετρήσεις από κάποιον αισθητήρα (ανάδραση), συγκρίνεται με μια τιμή η οποία έχει ορισθεί από εμάς ή τον κατασκευαστή, και επεμβαίνει ξανά ως είσοδος ελέγχοντάς το. Ο ανθρώπινος παράγοντας εδώ όπως είπαμε προσδιορίζει μόνο την επιθυμητή τιμή ενώ το σύστημα φροντίζει μόνο του για τους ελέγχους του (Σχήμα 4). Παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις χρειάζεται ένας ελεγκτής ή μικροελεγκτής για να λειτουργήσει ένα σύστημα.



Σχήμα 4 – Κλειστό σύστημα αυτοματισμού

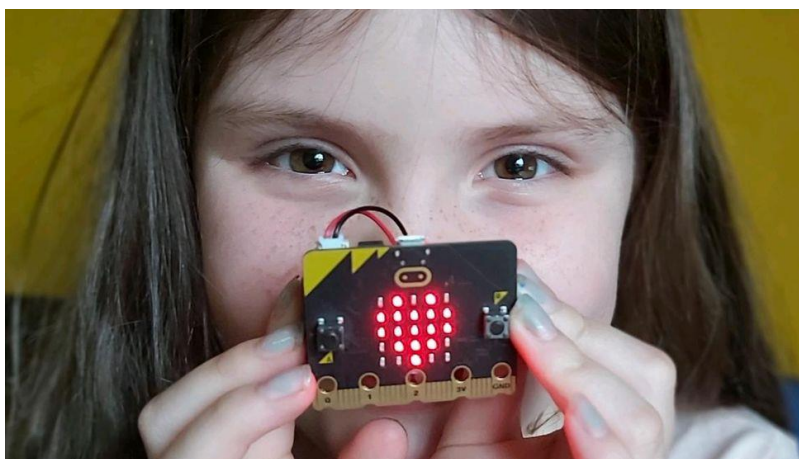
Θα μπορούσαμε να παρομοιάσουμε έναν μικροελεγκτή με έναν υπολογιστή. Αυτό γιατί ένας μικροελεγκτής είναι ένα προγραμματιζόμενο ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο διαθέτει επεξεργαστή, μνήμη, θύρες εξόδου και εισόδου για επικοινωνία με άλλες συσκευές και το περιβάλλον του, διάφορα άλλα περιφερικά κυκλώματα και όλα αυτά ολοκληρωμένα σε ένα μόνο chip. Αντλούν πληροφορίες από το φυσικό περιβάλλον με την βοήθεια αισθητήρων και διακοπών, ώστε να ενεργοποιήσουν και να ελέγξουν κινητήρες, leds και άλλες συσκευές. Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη της τεχνολογίας οι μικροελεγκτές μπορούν να προγραμματιστούν και σε γλώσσες υψηλού, αλλά και για τους εκπαιδευτικούς σκοπούς που εξυπηρετούν μπορούν εύκολα να προγραμματιστούν σε blocks κώδικα (γλώσσα Scratch) κάνοντας πιο κατανοητή την έννοια του προγραμματισμού σε μικρότερες ηλικίες. Η γκάμα των μικροελεγκτών είναι αρκετά μεγάλη και αυτό γιατί μπορεί να χρησιμοποιηθούν για μια απλή μαθητική εργασία όπου θα πρέπει να είναι μικροί σε μέγεθος και οικονομικοί, έως εξαιρετικά προηγμένοι και ακριβοί για εφαρμογές που απαιτούν ιδιαίτερες απαιτήσεις όπως στην βιομηχανία.

5.1.2. Από τον BBC Micro στον Microbit:bbc

Ο μικροελεγκτής BBC Micro (Εικόνα 18), κατασκευάστηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς από μια ομάδα εταιριών και του αγγλικού καναλιού BBC το 1980, ώστε να διδάξει προγραμματισμό σε μια τηλεοπτική σειρά που λεγόταν “The Computer Program”. Το 2016 επανέρχεται 18 φορές πιο γρήγορος και 70 φορές μικρότερος με το όνομα Microbit:bbc (Εικόνα 19) όπου και με αυτόν θα ασχοληθούμε στην παρούσα διπλωματική. Ο νέος και πανίσχυρος μικροελεγκτής θα βοηθήσει τα παιδιά να γίνουν πιο ενεργά στον προγραμματισμό και στην σύνταξη λογισμικού, καθώς και να κατανοήσουν βασικά στοιχεία της επιστήμης της Πληροφορικής και της ψηφιακής τεχνολογίας.

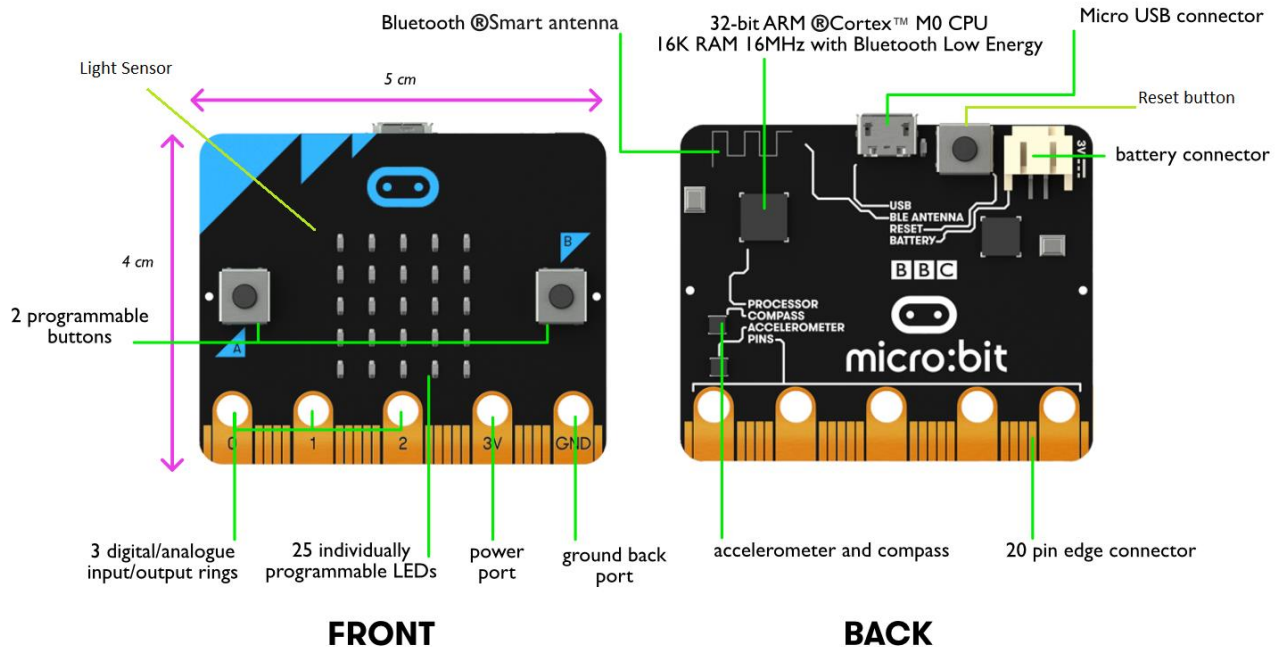


Εικόνα 18 - Ο μικροϋπολογιστής BBC Micro



Εικόνα 19 - Ο μικροελεγκτής Microbit:bbc

Αν και η μικροσκοπική αυτή πλακέτα είναι μόλις 4cm x 5cm, διαθέτει έναν πολύ ισχυρό μικροεπεξεργαστή, ενσωματωμένους αισθητήρες και χαρακτηριστικά τα οποία τον βοηθάνε να επικοινωνήσει με το περιβάλλον (Εικόνα 20).



Εικόνα 20 - Το Hardware του Microbit:bbc

Αναλυτικότερα, τα φυσικά χαρακτηριστικά είναι:

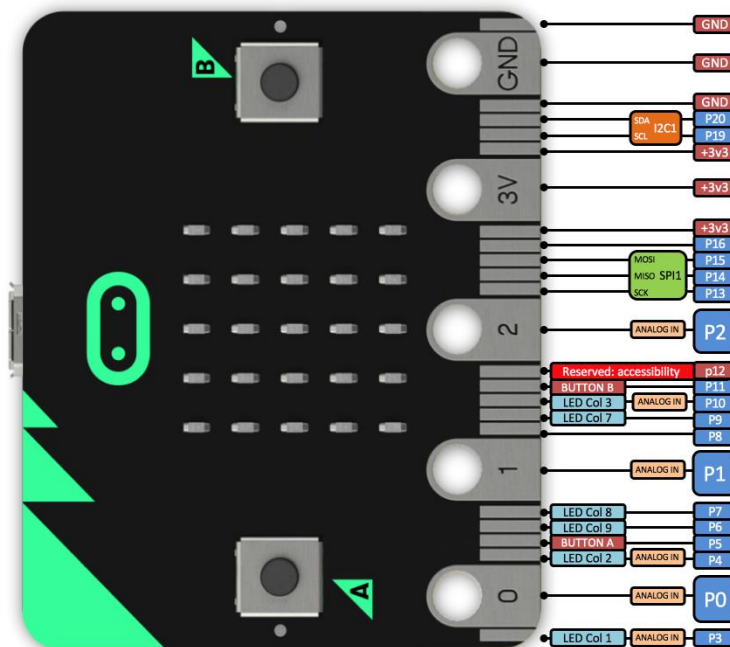
- 32-bit ARM Cortex M0 επεξεργαστής κατασκευασμένος από την εταιρία Nordic στα 16MHz που υποστηρίζει 256KB flash memory & 16KB ram.
- Πλέγμα 5x5 Led Matrix, όπου το καθένα βέβαια μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί ξεχωριστά, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο εικόνες και σχέδια.
- Αισθητήρας φωτός ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως είσοδος ανιχνεύοντας την ύπαρξη φωτός από τα leds.
- 2 buttons A & B τα οποία αποτελούν την κύρια μορφή εισόδου ως ένας τρόπος να πούμε στο Microbit να κάνει κάτι.
- Ένα button στην πίσω όψη για reset.
- Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας σε βαθμούς κελσίου.
- Ένα επιταχυνσιόμετρο για ανίχνευση πιθανής κίνησης του Microbit.
- Πυξίδα η οποία ανιχνεύει το μαγνητικό πεδίο της γης, ώστε να μάθουμε την κατεύθυνση που έχει το Microbit (απαιτείται βαθμονόμηση).
- Κεραία ραδιοεπικοινωνίας η οποία δίνει την δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας με άλλους μικροελεγκτές και συσκευές.
- Κεραία Bluetooth βοηθώντας το να επικοινωνήσει ασύρματα με υπολογιστές tablets και κινητά τηλέφωνα (απαιτείται ζεύξη συσκευών).
- Μια θύρα υποδοχής μπαταριών, ώστε να παρέχουμε τάση τροφοδοσίας 3Volt.
- Θύρα υποδοχής Micro USB για σύνδεση του Microbit μέσω καλωδίου με τον υπολογιστή, ώστε να φορτώσουμε το πρόγραμμά μας αλλά και για παροχή τάσης 5Volt.
- Εικοσιπέντε ακροδέκτες σύνδεσης (PINs).

Παρατηρούμε λοιπόν ότι το Microbit:bbc παρέχει σε εκπαιδευτικούς και μαθητές εξαιρετικές δυνατότητες συνδυάζοντας:

- Υπολογιστική ισχύ
- Συνδεσιμότητα (USB, Bluetooth, RF)
- Χαμηλό κόστος
- Επεκτασιμότητα
- Δυνατότητα εύκολου προγραμματισμού με blocks:
 1. Με τον online editor – προσομοιωτής MakeCode
 2. Scratch
 3. Με τον online editor – microPython, ή τον editor Mu Editor
- Γλώσσες προγραμματισμού: Javascript{ } – micro Python

5.1.3. Περιγραφή ενσύρματης σύνδεσης Microbit:bbc

Μέσω των εικοσιπέντε ακροδεκτών όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο Microbit μπορεί να επικοινωνεί ενσύρματα με τον εξωτερικό κόσμο, καθώς σε αυτούς συνδέονται κινητήρες, LEDs, αισθητήρες και άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές διατάξεις. Από τους εικοσιπέντε αυτούς ακροδέκτες υπάρχουν πέντε φαρδύτεροι με στρογγυλές οπές που φέρουν τις ενδείξεις: 0, 1, 2, 3V καθώς και GND (Εικόνα 21) για αποκλειστικά εξωτερικές συνδέσεις, ώστε να συνδέονται ευκολότερα με αγωγούς (καλώδια), των οποίων στα άκρα υπάρχουν ειδικοί σύνδεσμοι όπως κροκοδειλάκια ή μπανάνες.



Εικόνα 21 - Microbit:bbc Pins

Οι ακροδέκτες 0,1,2 συνδέονται ως είσοδοι/έξοδοι ενώ ο 3 και GND για παροχή τάσης. Στην περίπτωση που το Microbit παίρνει ρεύμα από μπαταρία ή από USB, ο ακροδέκτης 3V μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως έξοδος ισχύος για την τροφοδότηση περιφερειακών διατάξεων που είναι συνδεδεμένες στο Microbit με τάση 3V. Στην αντίθετη περίπτωση που δεν παίρνει ρεύμα από USB ή μπαταρία, ο ακροδέκτης 3V χρησιμοποιείται ως είσοδος παροχής ρεύματος του μικροελεγκτή. Όπως και σε άλλους μικροελεγκτές ο ακροδέκτης GND είναι η γείωση και χρησιμοποιείται για να κλείσει το κύκλωμα παροχής τροφοδοσίας όλων των περιφερειακών διατάξεων που είναι συνδεδεμένα στο Microbit, με την προϋπόθεση ότι έχουμε συνδέσει τον ακροδέκτη 3V στο κύκλωμα.

Οι υπόλοιποι είκοσι ακροδέκτες που αριθμούνται από το 3 ως το 22 έχουν την ακόλουθη λειτουργία:

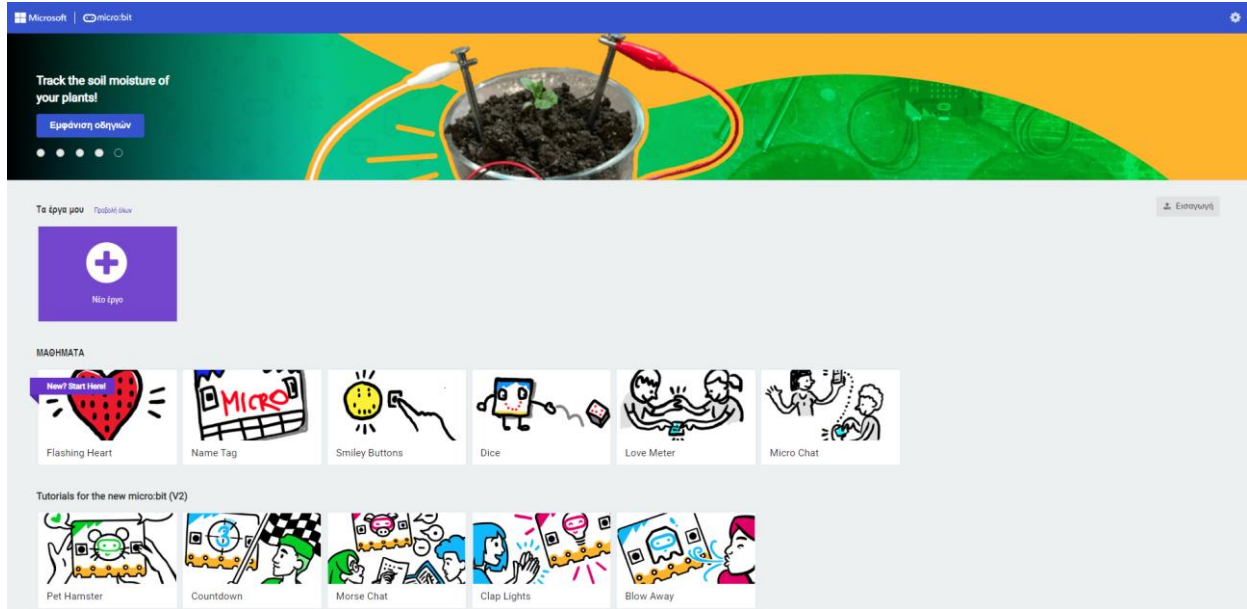
- ✓ pin 3: Μοιράζεται με το LED Col 1 της οθόνης LED. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναλογική είσοδος και ψηφιακή είσοδος/έξοδος όταν η οθόνη LED είναι απενεργοποιημένη.
- ✓ pin 4: Μοιράζεται με το LED Col 2 της οθόνης LED. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναλογική είσοδος και ψηφιακή είσοδος/έξοδος όταν η οθόνη LED είναι απενεργοποιημένη.
- ✓ pin 5: Μοιράζεται την λειτουργία του με το button A. Σε περίπτωση που θέλουμε να αντικαταστήσουμε το button A με ένα εξωτερικό button, συνδέουμε το ένα άκρο του εξωτερικού button με το Pin 5 και το άλλο με την γείωση GND.
- ✓ pin 6: Μοιράζεται με το LED Col 9 της οθόνης LED. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναλογική είσοδος και ψηφιακή είσοδος/έξοδος όταν η οθόνη LED είναι απενεργοποιημένη.
- ✓ pin 7: Μοιράζεται με το LED Col 8 της οθόνης LED. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναλογική είσοδος και ψηφιακή είσοδος/έξοδος όταν η οθόνη LED είναι απενεργοποιημένη.
- ✓ pin 8: Χρησιμοποιείται για αποστολή και ανίχνευση ψηφιακών σημάτων.
- ✓ pin 9: Μοιράζεται με το LED Col 7 της οθόνης LED. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναλογική είσοδος και ψηφιακή είσοδος/έξοδος όταν η οθόνη LED είναι απενεργοποιημένη.
- ✓ pin 10: Μοιράζεται με το LED Col 3 της οθόνης LED. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναλογική είσοδος και ψηφιακή είσοδος/έξοδος όταν η οθόνη LED είναι απενεργοποιημένη.
- ✓ pin 11: Μοιράζεται την λειτουργία του με το button B. Σε περίπτωση που θέλουμε να αντικαταστήσουμε το button B με ένα εξωτερικό button, συνδέουμε το ένα άκρο του εξωτερικού button με το Pin 11 και το άλλο με την γείωση GND.
- ✓ pin 12: Χρησιμοποιείται για αποστολή και ανίχνευση ψηφιακών σημάτων.
- ✓ pin 13: Χρησιμοποιείται για σήμα σειριακού ρολογιού (SCK) του διαύλου Serial Peripheral Interface (SPI) 3^{ov} καναλιών.
- ✓ pin 14: Χρησιμοποιείται για το σήμα Master In Slave Out (MISO) του διαύλου SPI.
- ✓ pin 15: Χρησιμοποιείται για το σήμα Master In Slave In (MISI) του διαύλου SPI.
- ✓ pin 16: Χρησιμοποιείται επίσης για την λειτουργία SPI 'Chip Select'
- ✓ pins 17 & Pin 18: Χρησιμοποιείται όπως το μεγάλο pin 3V

- ✓ pin 19 & pin 20: Σε αυτά τα pins μπορούμε να εφαρμόσουμε το σήμα ρολογιού (SCL) και την γραμμή δεδομένων (SDA) του πρωτοκόλλου επικοινωνίας διαύλου I2C. Το I2C μας δίνει την δυνατότητα να συνδέσουμε πολλές συσκευές με τον ίδιο δίαυλο καθώς και να στείλουν ή να λάβουν μηνύματα προς και από την CPU. Το επιταχυνσιόμετρο και η πυξίδα (μαγνητόμετρο) συνδέονται εξωτερικά στο I2C. Το pin 19 είναι σειριακός ακροδέκτης ρολογιού συνδεδεμένος στο επιταχυνσιόμετρο και την πυξίδα, ενώ το pin 20 αποτελεί σειριακό ακροδέκτη δεδομένων συνδεδεμένο με το επιταχυνσιόμετρο και την πυξίδα.
- ✓ Pin 21 & Pin 22: Χρησιμοποιείται όπως το μεγάλο pin GND.

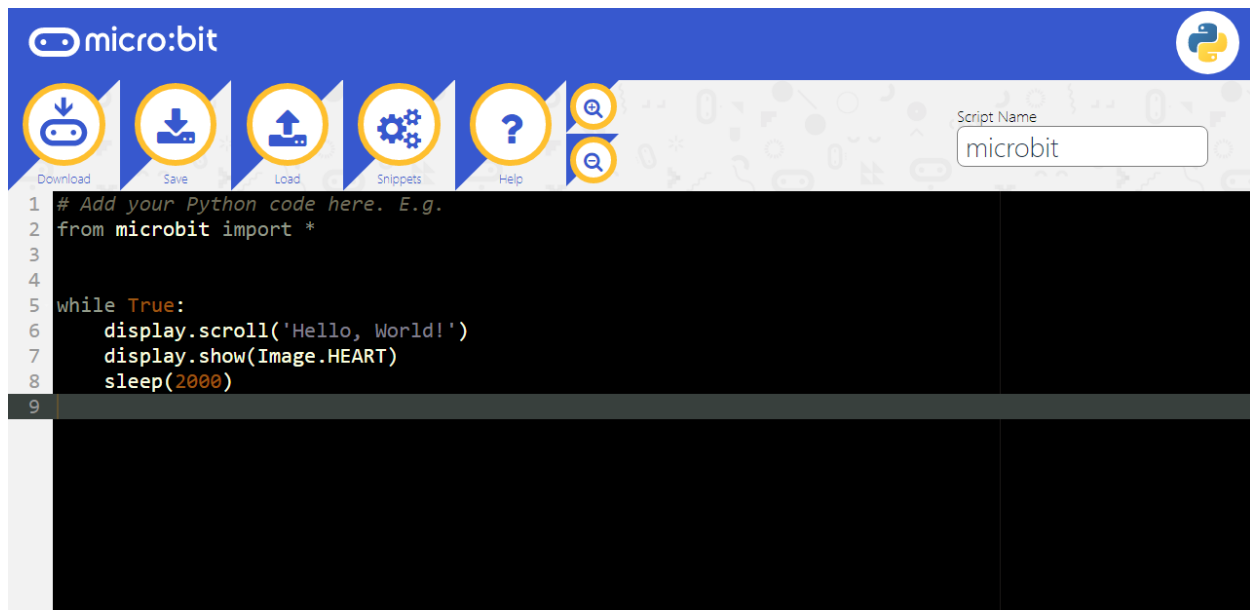
Από τα παραπάνω συμπεράνουμε ότι για την συνδεσμολογία στο Microbit είναι πολύ σημαντικό να ξέρουμε τι ακριβώς θέλουμε να υλοποιήσουμε, καθώς οι συνδέσεις των ακροδεκτών πρέπει να έχουν μια λειτουργία. Επιπλέον, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί και στο προγραμματιστικό κομμάτι όπως στην δήλωση των σωστών pins, ώστε να αποφευχθούν τέτοιου είδους λάθη που μερικές φορές είναι χρονοβόρα στο να εντοπιστούν.

5.1.4. Προγραμματισμός Microbit:bbc

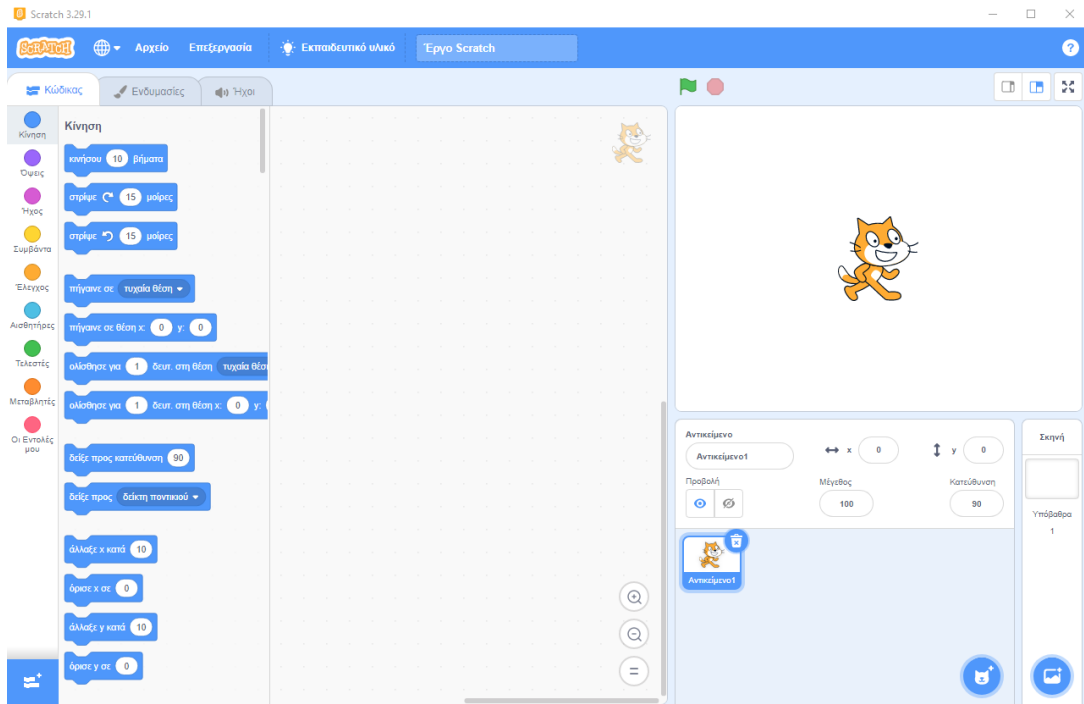
Ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή Microbit:bbc μπορεί να γίνει με διάφορα είτε online είτε εγκατεστημένα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή μας προγραμματιστικά περιβάλλοντα γνωστά ως ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης IDEs (Integrated Development Environments). Ένα από αυτά είναι το “MakeCode” (Εικόνα 22) καθώς προτείνεται σε αρχάριους προγραμματιστές και παιδιά, καθώς μπορεί εύκολα ο χρήστης να κατασκευάσει πρόγραμμα με την χρήση “blocks” δηλαδή εντολών σε σχήμα τουβλάκι και σε ένα ευχάριστο και εύχρηστο γραφικό περιβάλλον. Για τους λίγο πιο οικείους στον προγραμματισμό, δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τις γλώσσες JavaScript, Python και Python 3 μέσω της βελτιστοποιημένης εφαρμογής “MicroPython” (εικόνα 23) για την τελευταία. Στην δική μας περίπτωση, από την στιγμή που έχουμε τον μικροελεγκτή Microbit στα χέρια μας θα προτιμήσουμε να προγραμματίσουμε στο εγκατεστημένο περιβάλλον Scratch3 (εικόνα 24) και για ακόμα περισσότερες επεκτάσεις μικροεπεξεργαστών και κινητήρων, αλλά και για μεγαλύτερη γκάμα εντολών, το Mind+ (εικόνα 27).



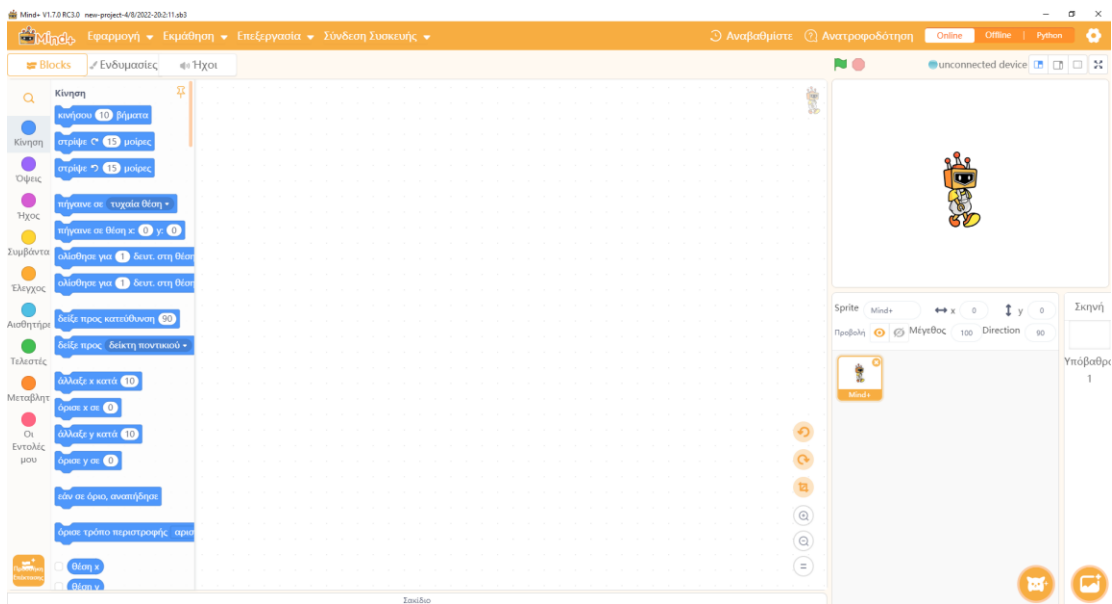
Εικόνα 22 - Αρχική σελίδα περιβάλλοντος "MakeCode"



Εικόνα 23 - Περιβάλλον προγραμματισμού "MicroPython"



Εικόνα 24 - Περιβάλλον προγραμματισμού "Scratch 3"



Εικόνα 25 - Περιβάλλον προγραμματισμού "Mind+"

5.2. Πρώτη γνωριμία με το προγραμματιστικό περιβάλλον "Scratch"

Η γραφική γλώσσα προγραμματισμού Scratch αποτελεί έργο της Lifelong Kindergarten Group της MIT Media Lab, χρησιμοποιείται σε παραπάνω από 150 χώρες, καθώς είναι διαθέσιμο σε περισσότερες από 40 γλώσσες, συμπεριλαμβανομένης και της ελληνικής. Παρέχεται δωρεάν και

επιτρέπει στα παιδιά από 7 ετών και άνω αλλά και στους αρχάριους προγραμματιστές να χειρίζονται τα εμπλουτισμένα μέσα όπως τους ήχους, την μουσική και τα κινούμενα σχέδια με την χρήση απλών συνδυασμών των εντολών. Σκοπός της γλώσσας Scratch είναι να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να σκέφτονται με σύστημα και δημιουργικά μέσα από την συνεργασία. Μέσω της δημιουργίας προγραμμάτων οι μαθητές μαθαίνουν βασικές έννοιες του προγραμματισμού όπως δομές επανάληψης, εντολές ελέγχου, μεταβλητές κ.α. καθώς το μόνο που απαιτείται είναι απλά μια καλή εξοικείωση με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Η επιφάνεια εργασίας του Scratch αποτελείται από την σκηνή, την περιοχή των σεναρίων, την παλέτα εντολών και την λίστα μορφών. Στο περιβάλλον προγραμματισμού Scratch, οι χρήστες δημιουργούν ένα πρόγραμμα με βάση το υπόδειγμα της θεατρικής σκηνής. Η σκηνή αυτή στην ουσία είναι η κεντρική οθόνη της εφαρμογής, όπου στην οποία ζωντανεύουν τα αντικείμενα (ιστορίες, παιχνίδια, κινούμενα σχέδια) που δημιουργεί ο προγραμματιστής (ηθοποιούς και σκηνικά), επιλέγοντας είτε από μια συλλογή, είτε ζωγραφίζοντας τα δικά του. Τα αντικείμενα της σκηνής έχουν την ικανότητα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αλλά και με τον χρήστη κατά την συμπεριφορά που εκείνος ορίζει – προγραμματίζει, αλλά και να διαμοιραστούν με άλλα άτομα μιας διαδικτυακής κοινότητας. Τα έργα – project στο Scratch αποτελούνται από αντικείμενα (sprite), στα οποία οι μαθητές μπορούν να αλλάξουν την μορφή τους μέσα από τις ενδυμασίες (costume). Για να πραγματοποιήσει μια εντολή κίνησης για παράδειγμα ένα αντικείμενο, θα πρέπει οι εικονικές εντολές που μοιάζουν με τουβλάκια (block) να ενωθούν μεταξύ τους με τον απλό τρόπο “drag and drop” ώστε να δημιουργηθούν στήλες κώδικα, τις οποίες ονομάζουμε σενάρια ενεργειών (script). Οι δέκα διαφορετικές κατηγορίες εντολών είναι οργανωμένες με διαφορετικό χρώμα, όπου η κάθε μια εμπεριέχει εντολές που σχετίζονται μεταξύ τους.

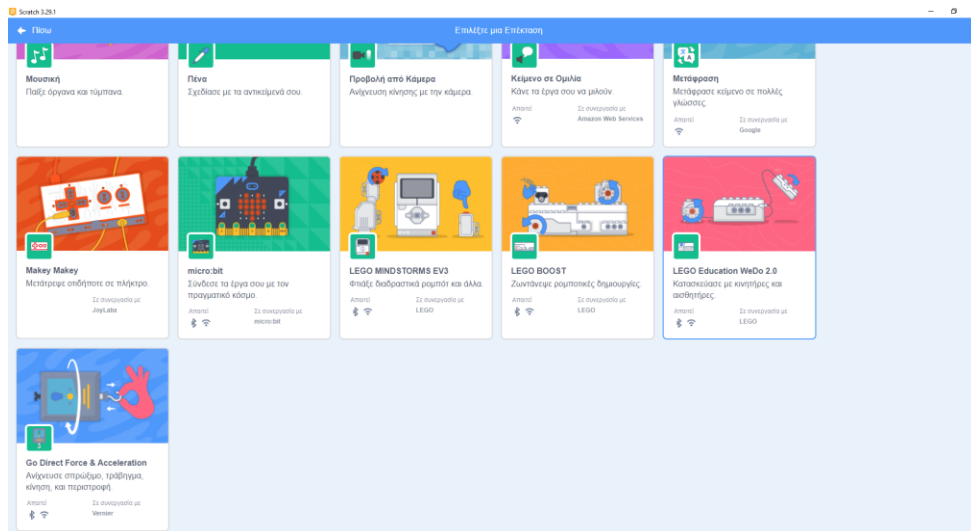
5.3. Γνωριμία με το Lego WeDo

Το κιτ της LEGO WEDO (εικόνα 25) είναι ένα ρομποτικό εργαλείο ιδικά σχεδιασμένο για ηλικίες από 7-11 ετών και κυκλοφόρησε στην αγορά το 2016. Στόχος αυτού του σετ είναι να επιτρέπει στους χρήστες να σχεδιάζουν τις δικές τους διαδραστικές μηχανές και με την χρήση εντολών “drag and drop” λογικής όπως του Scratch να τις προγραμματίζουν. Με το LEGO Education WeDo οι μαθητές εισάγονται στην υπολογιστική σκέψη, στον προγραμματισμό και στην Μηχανική. Δημιουργήθηκε για να ενισχύσει τις δεξιότητες των παιδιών αλλά και την περιέργεια τους καθώς βασίζεται σε πρόσφατα επιστημονικά πρότυπα. Το κιτ αποτελείται από ένα Smarthub ή αλλιώς εγκέφαλο, ένα μεσαίο κινητήρα, ένα αισθητήρα κίνησης, ένα αισθητήρα κλίσης και 280 δομικά υλικά (τουβλάκια, γρανάζια, άξονες τροχαλίες κ.α.) (εικόνα 26). Επίσης, παρέχεται και το συνοδευτικό λογισμικό το οποίο υποστηρίζεται από επιτραπέζιους υπολογιστές και tablet, διαθέτοντας ένα αρκετά εύχρηστο περιβάλλον προγραμματισμού, αλλά και ένα ολοκληρωμένο πακέτο μαθημάτων στο οποίο καλύπτονται θέματα Φυσικής, Μηχανικής, φυσικών φαινομένων και ζωντανών οργανισμών αλλά και επιστημών του διαστήματος.



Εικόνα 26 - Κιτ Lego WeDo

Τέλος, είναι σημαντικό να τονιστεί πως είναι δυνατή η σύνδεσή του με την γλώσσα προγραμματισμού Scratch μέσω της δυνατότητας επέκτασης που έχει το λογισμικό του Scratch 3 με άλλα εργαλεία (εικόνα 26).



Εικόνα 27 - Επεκτάσεις λογισμικού Scratch

5.4. Υλοποίηση Δραστηριοτήτων Ε' Δημοτικού

1^η Δραστηριότητα - Πέτρα Ψαλίδι Χαρτί

Γαυτότητα

Τάξη: Ε' Δημοτικού

Διδακτικό Αντικείμενο: Πληροφορική

Πραγματοποιείται στα πλαίσια του μαθήματος της Πληροφορικής

Προτεινόμενη Διάρκεια: 2 Διδακτικές ώρες

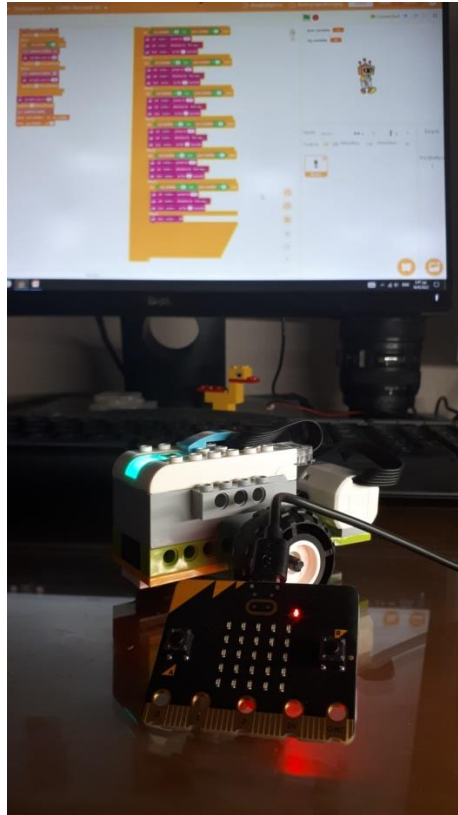
Προαπαιτούμενη γνώση: Για την υλοποίηση του σχεδίου διδασκαλίας κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να ξέρουν να χειρίζονται και να προγραμματίζουν ρομπότ του πακέτου Lego WeDo, τον μικροελεγκτή Micro:bit καθώς και να μπορεί να χειρίζεται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch, Mind+) (περίπου 5-6 διδακτικές ώρες)

Περιγραφή Δραστηριότητας και Στόχοι Διδασκαλίας

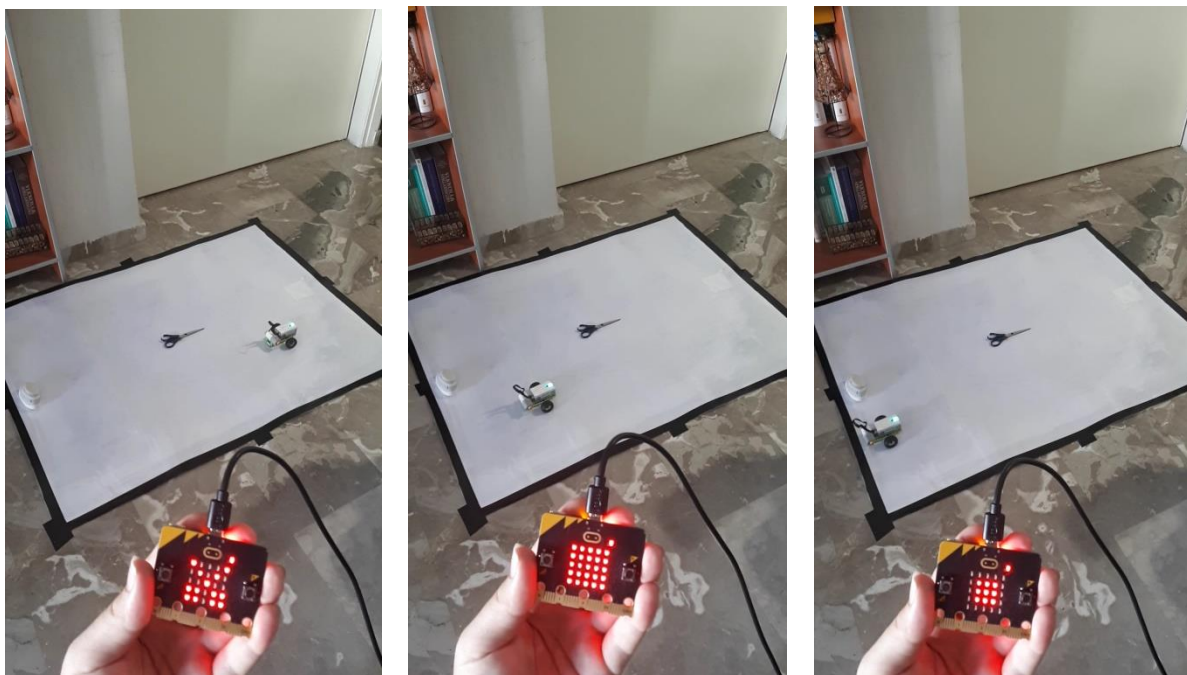
Το συγκεκριμένο σχέδιο διδασκαλίας προτείνεται να εφαρμοστεί σε μαθητές της Ε' Δημοτικού. Αποτελεί διδασκαλία της ενότητας «Διερευνώ, ανακαλύπτω και λύνω προβλήματα με ΤΠΕ - Προγραμματίζω τον υπολογιστή» και συγκεκριμένα των μεταβλητών, του γνωστικού αντικείμενου της Πληροφορικής, με μια παράλληλη απεικόνιση των όσων διαδραματίζονται με την βοήθεια της Μηχανικής.

Οι μαθητές μέσα από το παιχνίδι θα γνωρίσουν και θα μπορούν να περιγράψουν την έννοια της μεταβλητής σε ένα πρόγραμμα μέσα από μια τυχαία ένδειξη του αξελερόμετρου ανάμεσα στις τρεις που θα δείχνει το Micro:bit, καθώς θα έχουν και δυνατότητα τροποποίησής της. Παράλληλα θα πειραματιστούν κατασκευάζοντας ένα όχημα με την χρήση του Lego WeDo το οποίο ανάλογα με την ένδειξή που θα τυχαίνει στο Micro:bit, θα ανάβει το αντίστοιχο χρώμα led στο hub και θα πηγαίνει στην σωστή θέση πάνω στο ταμπλό που θα είναι ζωγραφισμένα μια πέτρα, ένα ψαλίδι και ένα χαρτί.

Βολιανίτη Μαρία, Σχεδιασμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση



Εικόνα 29 - Ολοκληρωμένο ρομποτικό όχημα Lego με οδηγίες κατεύθυνσης από το Micro:bit



Εικόνα 30 - Στιγμιότυπα 1ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού

2^η Δραστηριότητα – Λαβύρινθος

Ταυτότητα

Τάξη: Ε' Δημοτικού

Διδακτικό Αντικείμενο: Πληροφορική

Πραγματοποιείται στα πλαίσια του μαθήματος της Πληροφορικής

Προτεινόμενη Διάρκεια: 2 Διδακτικές ώρες

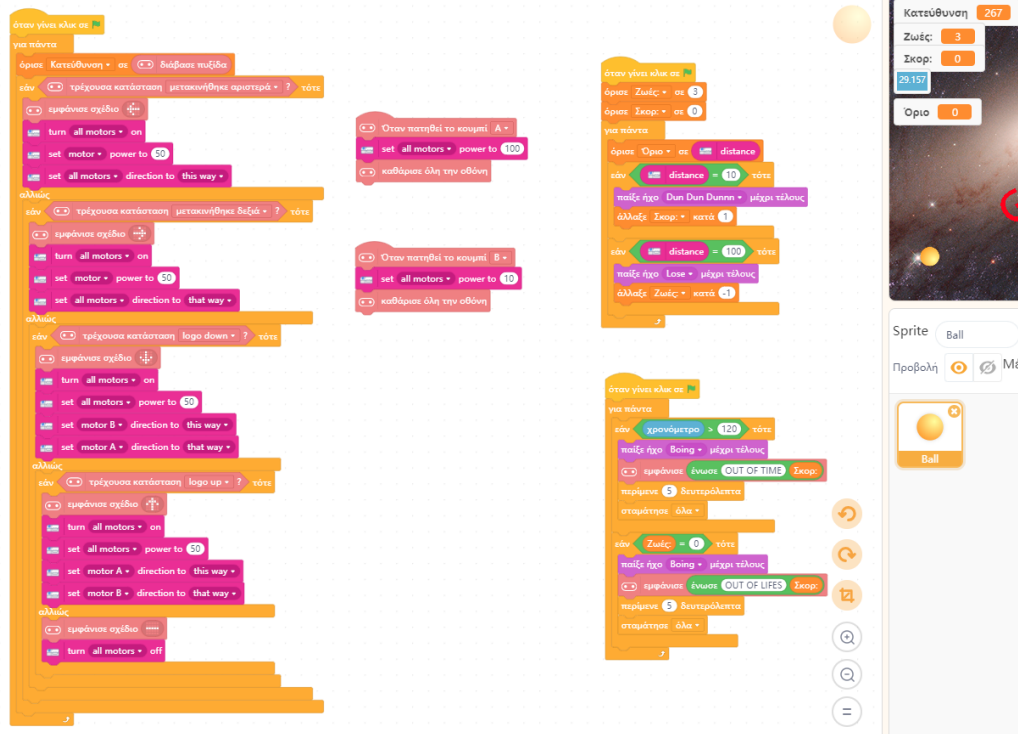
Προαπαιτούμενη γνώση: Για την υλοποίηση του σχεδίου διδασκαλίας κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να ξέρουν να χειρίζονται και να προγραμματίζουν ρομπότ του πακέτου Lego WeDo, τον μικροελεγκτή Micro:bit καθώς και να μπορεί να χειρίζεται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch, Mind+) (περίπου 5-6 διδακτικές ώρες)

Περιγραφή Δραστηριότητας και Στόχοι Διδασκαλίας

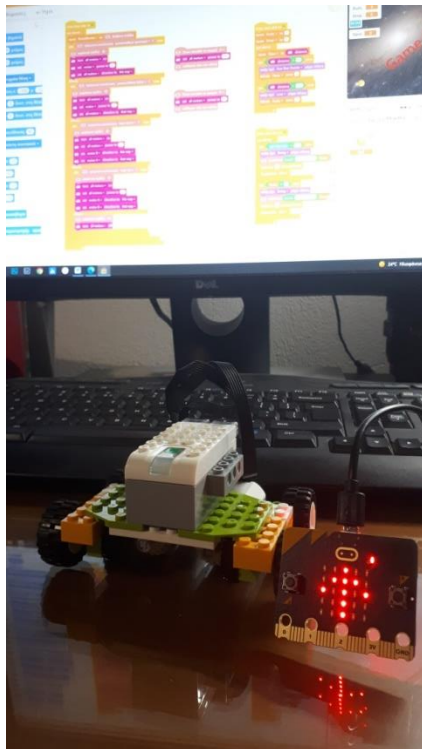
Το συγκεκριμένο σχέδιο διδασκαλίας προτείνεται να εφαρμοστεί σε μαθητές της Ε' Δημοτικού. Αποτελεί διδασκαλία της ενότητας «Διερευνώ, ανακαλύπτω και λύνω προβλήματα με ΤΠΕ - Προγραμματίζω τον υπολογιστή» και συγκεκριμένα των συμβάντων (events) του γνωστικού αντικείμενου της Πληροφορικής με μια παράλληλη απεικόνιση των όσων διαδραματίζονται με την βοήθεια της Μηχανικής.

Οι μαθητές, άλλη μια φορά μέσα από το παιχνίδι θα γνωρίσουν και θα μπορούν να περιγράψουν την έννοια και την χρησιμότητα των διάφορων συμβάντων που μπορεί να υπάρξουν στην δημιουργία ενός προγράμματος ώστε να ολοκληρωθούν με επιτυχία οι στόχοι που έχουμε θέσει. Τέλος, οι μαθητές θα κατασκευάσουν ένα όχημα δύο κινητήρων με την χρήση των LEGO WeDo. Το όχημα θα κινείται σύμφωνα με την κατεύθυνση που θα έχει το Micro:bit στα χέρια των μαθητών (ευθεία, πίσω, αριστερά, δεξιά) και η οποία θα αποτυπώνεται με το ανάλογο βέλος κάθε φορά πάνω σε αυτό. Στόχος είναι να οδηγηθεί το όχημα στο τελικό σημείο του λαβύρινθου μέσα σε συγκεκριμένο χρόνο 120 δευτερολέπτων και τότε να προσθέτει +1 βαθμό στο σκορ του παίκτη. Σε περίπτωση που το χρονικό περιθώριο περάσει χωρίς να επιτευχθεί ο στόχος, ακούγεται ηχητικό σήμα και εμφανίζεται στο Micro:bit η ένδειξη “Out of time”. Η χρήση των events θα γίνεται κατανοητή με το πάτημα των button A και B, με αποτέλεσμα αυτού το όχημα μας να επιταχύνει και να επιβραδύνει αντίστοιχα σε όποια σημεία της πορείας του πάνω στο ταμπλό επιθυμούν οι μαθητές.

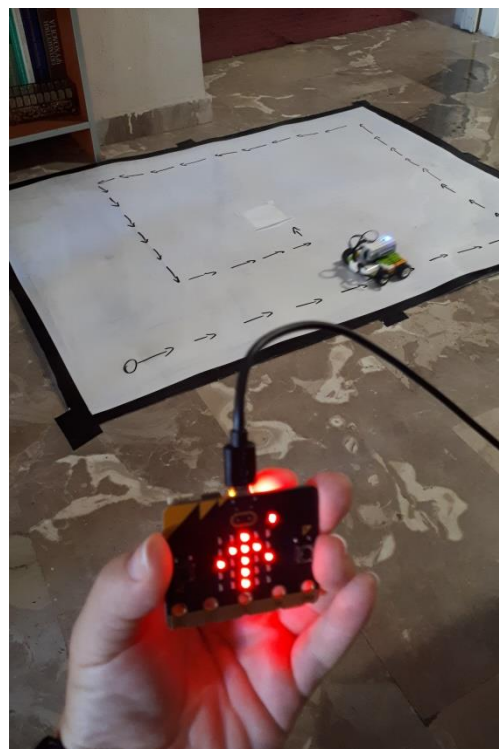
Βολιανίτη Μαρία, Σχεδιασμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση



Εικόνα 31 - Κωδικόγραμμα 2ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού



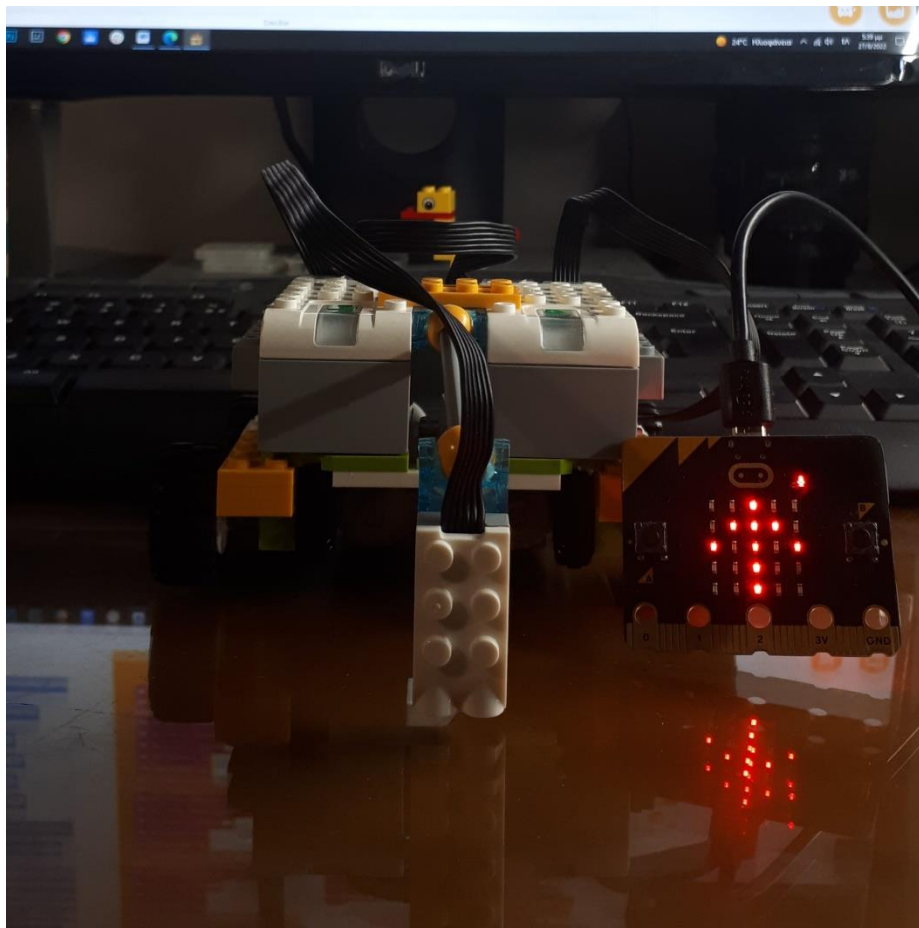
Εικόνα 32α - Ολοκληρωμένο τηλεκατευθυνόμενο



Εικόνα 32β. Στιγμιότυπο τηλεκατευθυνόμενου

Επέκταση

Μια πρόταση η οποία θα μπορούσε να εξελίξει κι άλλο το όχημά μας και να κάναμε χρήση κι άλλων events, θα ήταν πέρα από το όριο του χρόνου και η ελάττωση των ζωών που θα είχε ο χρήστης. Με την χρήση ενός αισθητήρα απόστασης της Lego WeDo και ένα ακόμα Hub για την σύνδεσή του, θα μπορούσαμε να ελέγξουμε τα όρια στα οποία κινείται το όχημά μας. Πιο αναλυτικά, αν ο αισθητήρας έβλεπε το μαύρο χρώμα που έχουν τα όρια του λαβυρίνθου (distance = 100, εικόνα 30) θα ακουγόταν ο αντίστοιχος ήχος και θα μειωνόταν μια ζωή από τις τρεις που έχει ο χρήστης. Όταν όμως φτάσει στο λευκό που είναι στο κέντρο του λαβυρίνθου (distance = 10, εικόνα 30) εντός χρόνου, θα παράγει έναν άλλο ήχο και θα προσθέτει έναν ακόμα βαθμό στο σκορ. (εννοείται πως στην περίπτωση αυτή το γενικό χρώμα του ταμπλό θα ήταν μια απόχρωση του γκρι ώστε να ξεχωρίζει από το λευκό και να μην το αναγνωρίζει για τέλος του λαβυρίνθου. Η επέκταση αυτή θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί στο περιβάλλον της εφαρμογής του WeDo, καθώς στάθηκε ακατόρθωτη η σύνδεση δεύτερου Hub με το περιβάλλον του Mind+ και του Scratch3. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται πως θα ήταν το όχημά μας με την προσθήκη του αισθητήρα απόστασης, αλλά και κομμάτι του κώδικα από την επέκταση.



Εικόνα 33 - Επέκταση οχήματος λαβυρίνθου με αισθητήρα απόστασης

3^η Δραστηριότητα – Έξυπνο Σπίτι

Ταυτότητα

Τάξη: Ε' Δημοτικού

Διδακτικό Αντικείμενο: Φυσική, Πληροφορική

Πραγματοποιείται στα πλαίσια της ευέλικτης ζώνης

Προτεινόμενη Διάρκεια: 4 Διδακτικές ώρες

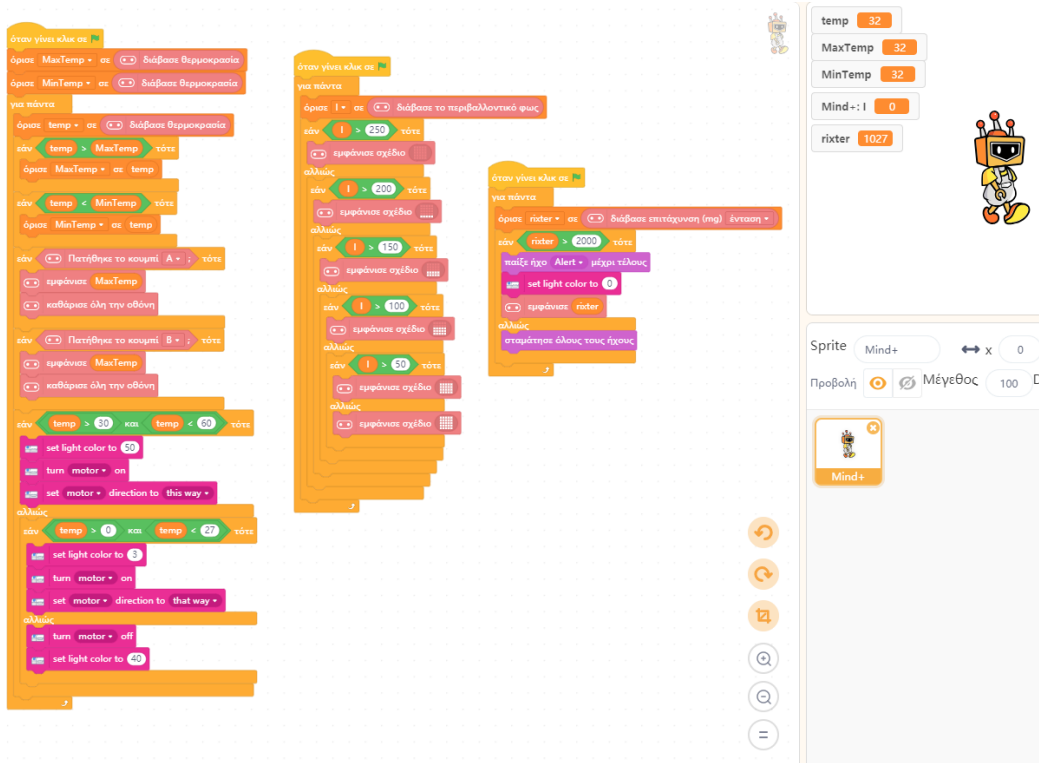
Προαπαιτούμενη γνώση: Για την υλοποίηση του σχεδίου διδασκαλίας κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να ξέρουν να χειρίζονται και να προγραμματίζουν ρομπότ του πακέτου Lego WeDo, τον μικροελεγκτή Micro:bit καθώς και να μπορεί να χειρίζεται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch, Mind+) (περίπου 5-6 διδακτικές ώρες)

Περιγραφή Δραστηριότητας και Στόχοι Διδασκαλίας

Το συγκεκριμένο σχέδιο διδασκαλίας προτείνεται να εφαρμοστεί σε μαθητές της Ε' Δημοτικού. Δεν αποτελεί διδασκαλία κάποιας συγκεκριμένης ενότητας και κάποιου συγκεκριμένου γνωστικού περιβάλλοντος αλλά επιχειρεί μια διεπιστημονική προσέγγιση μιας και η διδασκαλία του περιλαμβάνει Μηχανική, Φυσική και Πληροφορική, διευρύνοντας τους ορίζοντες του παιδιού και ψυχαγωγώντας το. Οι έννοιες της Φυσικής οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν, έπειτα από την παράδοση τους, και στις οποίες μπορεί να ενταχθεί η συγκεκριμένη δραστηριότητα είναι το «Φώς» και η «Θερμότητα», καθώς στις Τ.Π.Ε. μπορεί να ενταχθεί στην «Υλοποίηση σχεδίων έρευνας».

Οι μαθητές εισέρχονται στην έννοια του έξυπνου σπιτιού, πώς μπορεί ένα σπίτι να είναι έξυπνο και σε τι διαφέρει από ένα κανονικό. Μπαίνουν στην διαδικασία να σκεφτούν πώς να δημιουργήσουν ένα έξυπνο σπίτι το οποίο θα μετράει και θα καταγράφει παράλληλα την θερμοκρασία, την φωτεινότητα και τον σεισμό, καθώς θα θέτει σε λειτουργία και τα ανάλογα όργανα ώστε να αντιμετωπιστούν όλες οι παραπάνω καταστάσεις με έξυπνο τρόπο!

Βολιανίτη Μαρία, Σχεδιασμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση



Εικόνα 34 - Κωδικόγραμμα 3ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού



Εικόνα 35 - Στιγμιότυπο 3ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού

4^η Δραστηριότητα – Εντομοφάγος

Ταυτότητα

Τάξη: Ε' Δημοτικού

Διδακτικό Αντικείμενο: Φυσική, Μαθηματικά, Πληροφορική

Πραγματοποιείται στα πλαίσια της ευέλικτης ζώνης

Προτεινόμενη Διάρκεια: 4 Διδακτικές ώρες

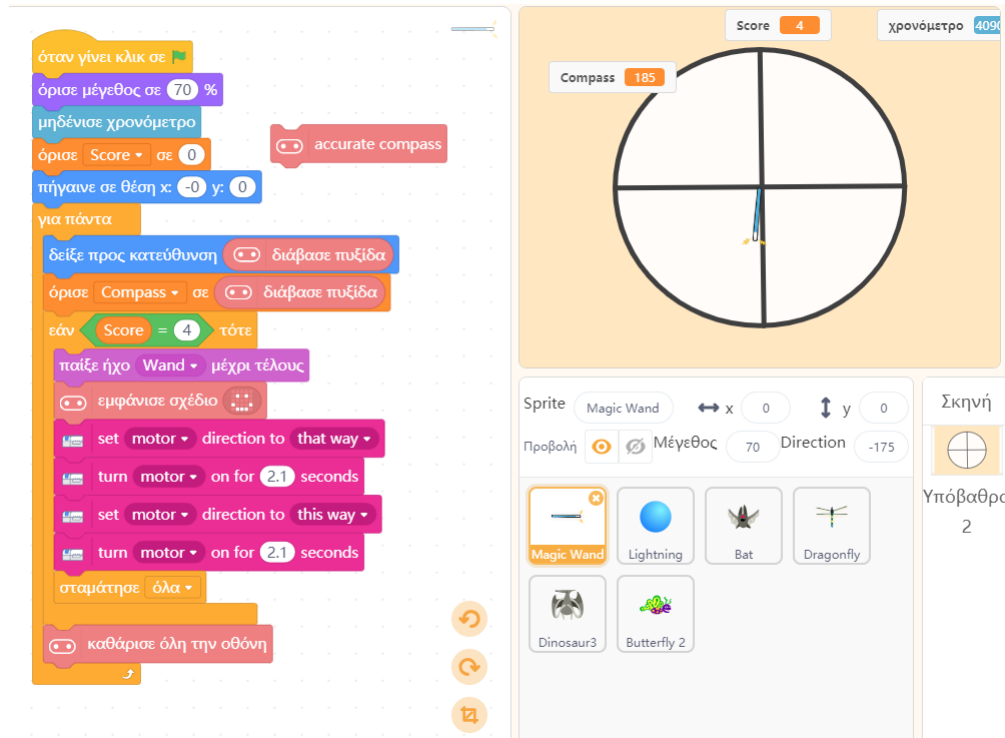
Προαπαιτούμενη γνώση: Για την υλοποίηση του σχεδίου διδασκαλίας κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να ξέρουν να χειρίζονται και να προγραμματίζουν ρομπότ του πακέτου Lego WeDo, τον μικροελεγκτή Micro:bit καθώς και να μπορεί να χειρίζεται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch, Mind+) (περίπου 5-6 διδακτικές ώρες)

Περιγραφή Δραστηριότητας και Στόχοι Διδασκαλίας

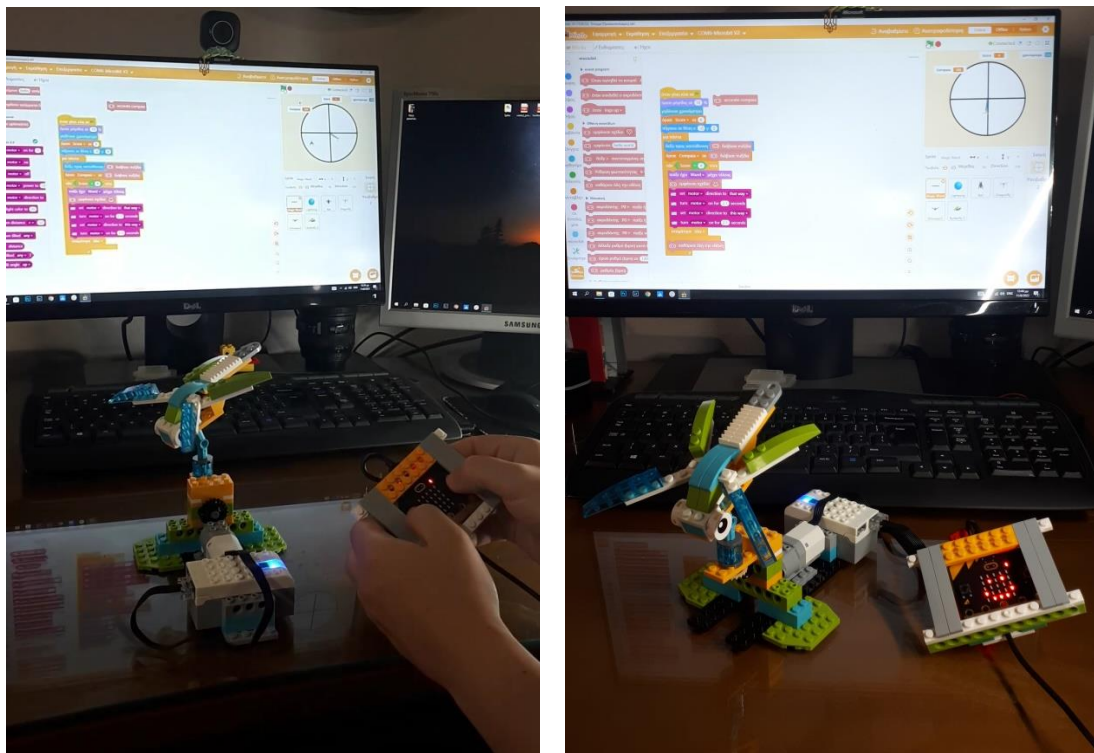
Το συγκεκριμένο σχέδιο διδασκαλίας προτείνεται να εφαρμοστεί σε μαθητές της Ε' Δημοτικού. Δεν αποτελεί διδασκαλία κάποιας συγκεκριμένης ενότητας και κάποιου συγκεκριμένου γνωστικού περιβάλλοντος αλλά επιχειρεί μια διεπιστημονική προσέγγιση μιας και η διδασκαλία του περιλαμβάνει Φυσική, Μηχανική, Μαθηματικά και Πληροφορική, διευρύνοντας τους ορίζοντες του παιδιού και ψυχαγωγώντας το. Η έννοια της Φυσικής η οποία θα χρησιμοποιηθεί, έπειτα από την παράδοση της, και στην οποία μπορεί να ενταχθεί η συγκεκριμένη δραστηριότητα είναι η «Ταχύτητα» από την ενότητα της «Μηχανικής». Στις Τ.Π.Ε. μπορεί να ενταχθεί στην «Υλοποίηση Σχεδίων Έρευνας», και στα Μαθηματικά με το πέρας της ενότητας «Χώρος και Γεωμετρία».

Οι μαθητές με το Micro:bit ως μια προέκταση της ράβδου (την οποία πρώτα έχουμε καλιμπράρει), έχουν την δυνατότητα να στοχεύουν τα έντομα ρίχνοντας την μπάλα με το πάτημα του μπουτόν Α. Με την αφαίρεση κάθε εντόμου (τέσσερα στο σύνολο), η περιστρεφόμενη κατασκευή με το έντομο βασιλιά, την οποία θα κατασκευάσουν, θα πρέπει να ολοκληρώνει ακριβώς ένα τέταρτο του κύκλου μέχρις ότου κάνει μία πλήρη περιστροφή. Όταν εξολοθρευτούν και τα τέσσερα έντομα εμφανίζεται χαρούμενη φάτσα στα led του Micro:bit και το περιστρεφόμενο πραγματοποιεί δύο ακόμα συνεχόμενους κύκλους με αντίθετες κατευθύνσεις. Με τον διασκεδαστικό αυτό τρόπο οι μαθητές εξασκούνται στο να παίρνουν την σωστή θέση στον χώρο και στις δύο διαστάσεις (χ , ψ), αλλά και θέτονται οι βάσεις στην κατανόηση της γεωμετρίας ενός κύκλου και στο πόσος χρόνος απαιτείται στο να γίνει μια πλήρη περιστροφή συναρτήσει της ταχύτητας ($V=d/t$).

Βολιανίτη Μαρία, Σχεδιασμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση



Εικόνα 36 - Κωδικόγραμμα 4ης δραστηριότητας Ε' Δημοτικού



Εικόνα 37 - Στιγμιότυπα από ολοκληρωμένο περιστρεφόμενο

5.5. Υλοποίηση Δραστηριοτήτων Στ' Δημοτικού

1^η Δραστηριότητα – Clark Lift

Ταυτότητα

Τάξη: Στ' Δημοτικού

Διδακτικό Αντικείμενο: Φυσική, Πληροφορική

Πραγματοποιείται στα πλαίσια της ευέλικτης ζώνης

Προτεινόμενη Διάρκεια: 3 Διδακτικές ώρες

Προαπαιτούμενη γνώση: Για την υλοποίηση του σχεδίου διδασκαλίας κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να ξέρουν να χειρίζονται και να προγραμματίζουν ρομπότ του πακέτου Lego WeDo, τον μικροελεγκτή Micro:bit καθώς και να μπορεί να χειρίζεται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch, Mind+) (περίπου 5-6 διδακτικές ώρες)

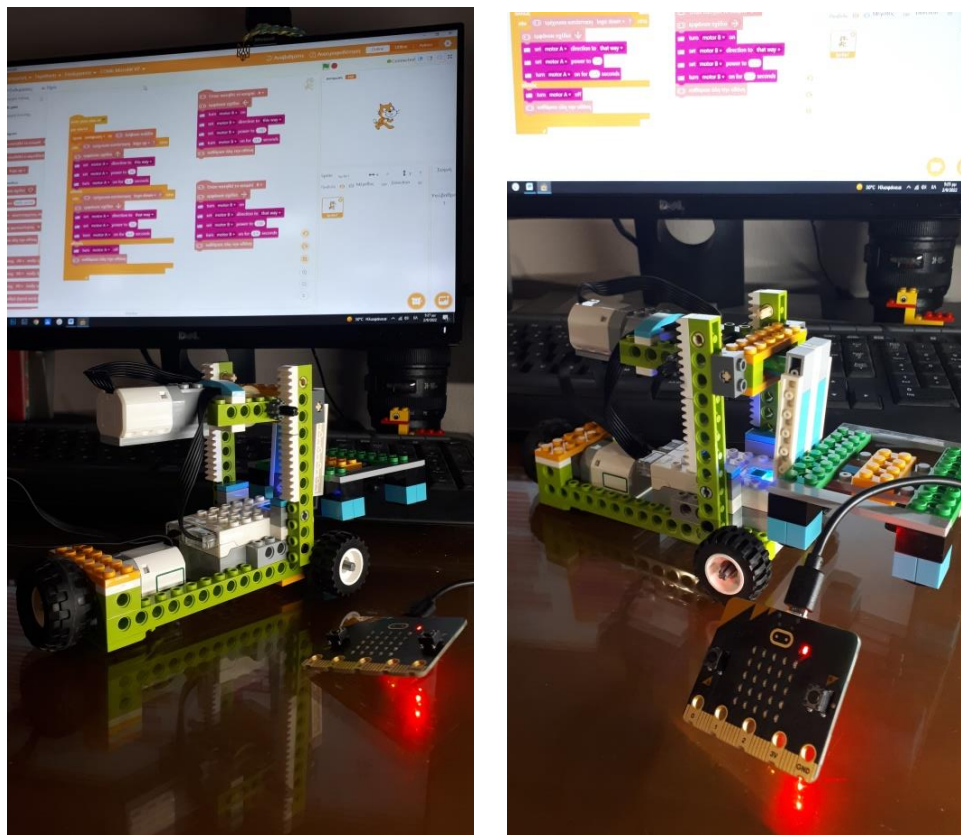
Περιγραφή Δραστηριότητας και Στόχοι Διδασκαλίας

Το συγκεκριμένο σχέδιο διδασκαλίας προτείνεται να εφαρμοστεί σε μαθητές της Στ' Δημοτικού ως επανάληψη της ενότητας του Ηλεκτρισμού που διδάχθηκαν στην Ε' Δημοτικού. Δεν αποτελεί διδασκαλία κάποιας συγκεκριμένης ενότητας και κάποιου συγκεκριμένου γνωστικού περιβάλλοντος αλλά επιχειρεί μια διεπιστημονική προσέγγιση μιας και η διδασκαλία του περιλαμβάνει Φυσική, Μηχανική και Πληροφορική, διευρύνοντας τους ορίζοντες του παιδιού και ψυχαγωγώντας το. Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι η πλήρη κατανόηση της ενότητας του «Ηλεκτρισμού» της Φυσικής και συγκεκριμένα οι «Διακόπτες». Με ποιόν τρόπο περνάει ή δεν περνάει ρεύμα μέσα από ένα κύκλωμα, αλλά και τα ήδη των διακοπών. Στις Τ.Π.Ε. μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των «Αλγορίθμων» αλλά και στην «Υλοποίηση Σχεδίων Έρευνας».

Χωρισμένοι σε ομάδες των τριών ατόμων, οι μαθητές έχουν να κατασκευάσουν ένα φορτοεκφορτωτή παλετών ο οποίος θα πρέπει να εκπληρώνει σωστά την μεταφορά των παλετών από το εργοστάσιο στο φορτηγό. Οι μαθητές πρέπει να μπουν σε διαδικασία σκέψης και σύνθεσης του αλγόριθμου που θα εκτελέσει σωστά το σενάριό τους και να συμπληρώσουν τον κώδικα που λείπει. Τέλος, τους ζητείται να σκεφτούν τι ακόμα θα χρειαζόντουσαν αλλά και ποιόν τρόπο θα επέλεγαν ώστε να κατασκευάσουν ένα πλήρως αυτοματοποιημένο ρομποτικό κλαρκ όπου η δουλειά να βγαίνει πιο εύκολα, γρήγορα και με λιγότερα λάθη. Για την συγκεκριμένη δραστηριότητα οι μαθητές θα χρειαστούν το ρομποτικό πακέτο της Lego WeDo με δύο κινητήρες (ένας για το ανυψωτικό και ένας για την στροφή ή την πορεία) καθώς τον μικροελεγκτή Micro:bit για τον έλεγχο του ύψους του αλλά και της κατεύθυνσης του φορτοεκφορτωτή με τα button A και B.

The image shows two columns of Scratch code blocks. The left column starts with an 'when clicked' event, followed by a 'forever' loop. Inside the loop, it checks if the 'logo up' button is pressed. If yes, it shows a 'logo up' icon, sets motor A to 'this way' direction, 50 power, and runs for 0.4 seconds. If no, it shows a 'logo down' icon, sets motor A to 'that way' direction, 50 power, and runs for 0.4 seconds. After the loop, it turns motor A off and clears the screen. The right column starts with a 'when button A is clicked' event, shows a 'logo up' icon, turns motor B on, sets it to 'this way' direction and 100 power, runs for 1 second, and clears the screen. A second event 'when button B is clicked' shows a 'logo down' icon, turns motor B on, sets it to 'that way' direction and 100 power, runs for 1 second, and clears the screen.

Εικόνα 38 – Κωδικόγραμμα φορτοεκφορτωτή



Εικόνα 39 - Ολοκληρωμένος περιστρεφόμενος φορτοεκφορτωτής

2η Δραστηριότητα – Γραμμή Διαχωρισμού

Ταυτότητα

Τάξη: Στ' Δημοτικού

Διδακτικό Αντικείμενο: Φυσική, Πληροφορική

Πραγματοποιείται στα πλαίσια της ευέλικτης ζώνης

Προτεινόμενη Διάρκεια: 3 Διδακτικές ώρες

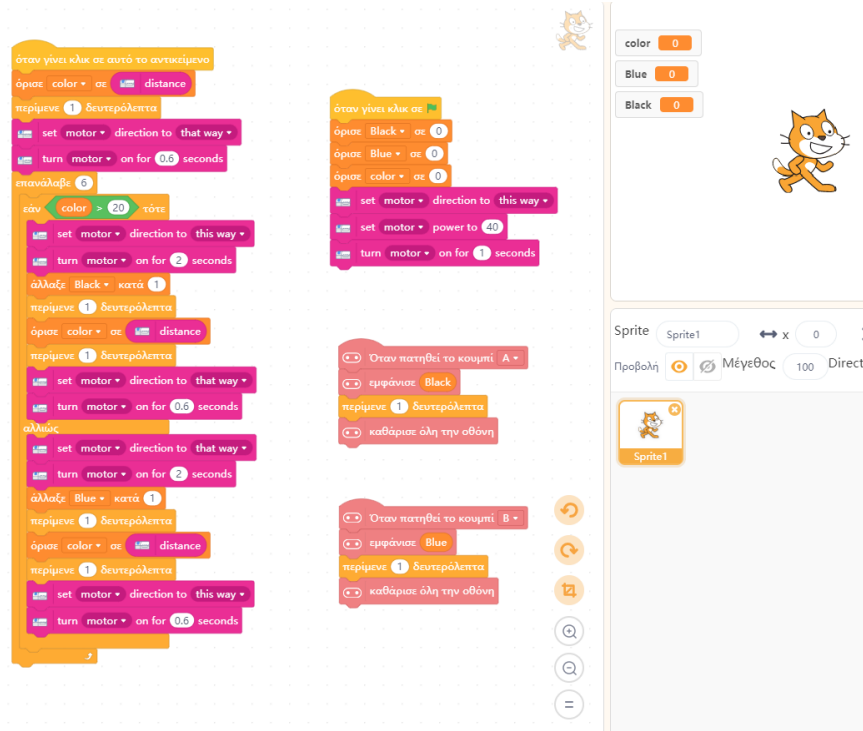
Προαπαιτούμενη γνώση: Για την υλοποίηση του σχεδίου διδασκαλίας κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να ξέρουν να χειρίζονται και να προγραμματίζουν ρομπότ του πακέτου Lego WeDo, τον μικροελεγκτή Micro:bit καθώς και να μπορεί να χειρίζεται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch, Mind+) (περίπου 5-6 διδακτικές ώρες)

Περιγραφή Δραστηριότητας και Στόχοι Διδασκαλίας

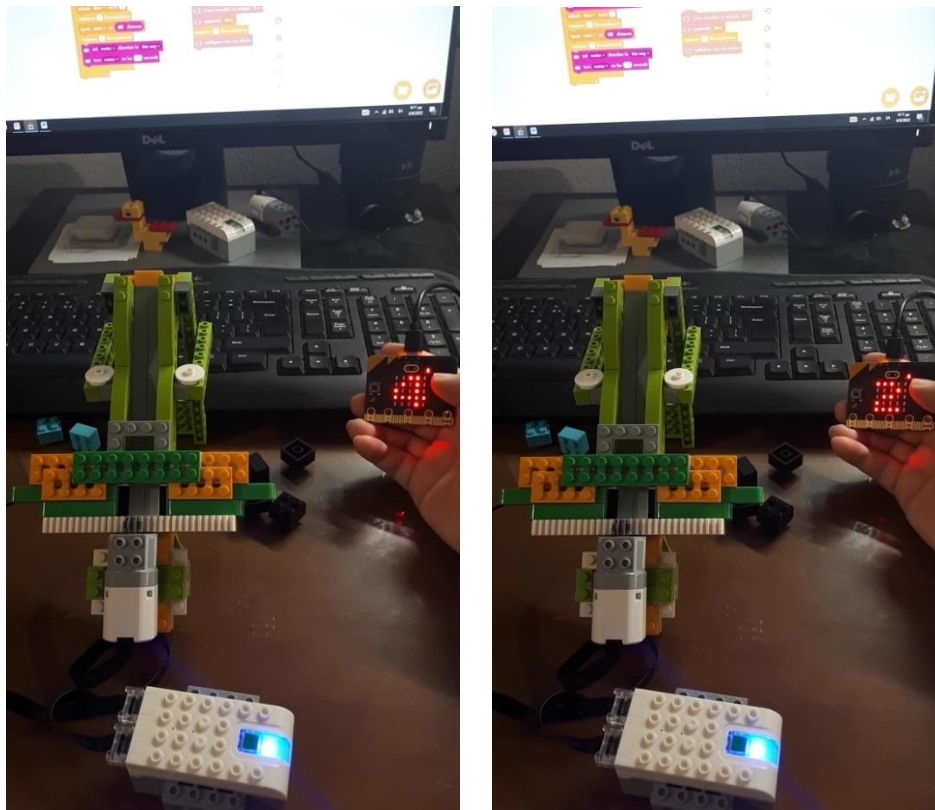
Το συγκεκριμένο σχέδιο διδασκαλίας προτείνεται να εφαρμοστεί σε μαθητές της Στ' Δημοτικού. Δεν αποτελεί διδασκαλία κάποιας συγκεκριμένης ενότητας και κάποιου συγκεκριμένου γνωστικού περιβάλλοντος αλλά επιχειρεί μια διεπιστημονική προσέγγιση μιας και η διδασκαλία του περιλαμβάνει Φυσική, Μηχανική και Πληροφορική, διευρύνοντας τους ορίζοντες του παιδιού και ψυχαγωγώντας το. Η έννοια της Φυσικής η οποία θα χρησιμοποιηθεί, έπειτα από την παράδοση της, και στην οποία μπορεί να ενταχθεί η συγκεκριμένη δραστηριότητα είναι τα «Χρώματα» από την ενότητα «Φως». Στις Τ.Π.Ε. μπορεί να ενταχθεί στην «Υλοποίηση Σχεδίων Έρευνας», αλλά και στην καλύτερη κατανόηση στα ήδη των δομών επανάληψης.

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των τριών και ξεκινούν να κατασκευάζουν μια συσκευή που θα διαχωρίζει και θα καταμετρά το είδος κάθε αντικειμένου που εισέρχονται σε αυτή με τυχαία σειρά. Η κατασκευή θα ολοκληρωθεί με το ρομποτικό κιτ της Lego WeDo και τον μικροελεγκτή Micro:bit, καθώς για τον διαχωρισμό των αντικειμένων θα χρειαστούμε τον αισθητήρα απόστασης του σετ. Ο αισθητήρας αντιλαμβάνεται την απόσταση που έχει από ένα αντικείμενο, αλλά στην ουσία αντιλαμβάνεται την ποσότητα των *φωτονίων* που απορροφά αυτό το αντικείμενο και την ποσότητα που ανακλά πίσω σε αυτόν. Εδώ φυσικά παίζει μεγάλο ρόλο ο φωτισμός ο οποίος δημιουργεί μεγάλες αποκλίσεις διότι δεν έχουμε έναν κανονικό αισθητήρα χρώματος, αλλά έναν αισθητήρα απόστασης με όσο γίνεται στάνταρ τιμές μεταφρασμένες σε απόσταση. Για αυτόν τον λόγο θα δουλέψουμε με χρώματα που έχουν μεγάλη διαφορά μεταξύ τους όπως το άσπρο και το μαύρο ιδανικά, αλλά στην προκειμένη περίπτωση του σετ της WeDo θα δουλέψουμε με το αμέσως επόμενο πιο φωτεινό χρώμα, το μπλε. Επίσης, κατά την σύγκριση και τον διαχωρισμό των αντικειμένων παρέχεται η δυνατότητα στον χειριστή της συσκευής να πατήσει το button A και B του Micro:bit μικροελεγκτή. Με αυτόν τον τρόπο θα του εμφανίζονται ανά πάσα στιγμή το πλήθος των μαύρων και μπλε κύβων αντίστοιχα. Τέλος, με το πάτημα της σημαίας η συσκευή μας θα έρχεται στην αρχική της θέση καθώς μηδενίζονται και οι αντίστοιχες μεταβλητές ώστε να είναι έτοιμη για έναν νέο διαχωρισμό.

Βολιανίτη Μαρία, Σχεδιασμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση



Εικόνα 40 - Κωδικόγραμμα "Γραμμής Παραγωγής"



Εικόνα 41 - Στιγμιότυπα γραμμής παραγωγής

3η Δραστηριότητα – Ρομποτικός Βραχίονας

Ταυτότητα

Τάξη: Στ' Δημοτικού

Διδακτικό Αντικείμενο: Φυσική, Πληροφορική

Πραγματοποιείται στα πλαίσια της ευέλικτης ζώνης

Προτεινόμενη Διάρκεια: 3 Διδακτικές ώρες

Προαπαιτούμενη γνώση: Για την υλοποίηση του σχεδίου διδασκαλίας κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να ξέρουν να χειρίζονται και να προγραμματίζουν ρομπότ του πακέτου Lego WeDo, τον μικροελεγκτή Micro:bit καθώς και να μπορεί να χειρίζεται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού (Scratch, Mind+) (περίπου 5-6 διδακτικές ώρες)

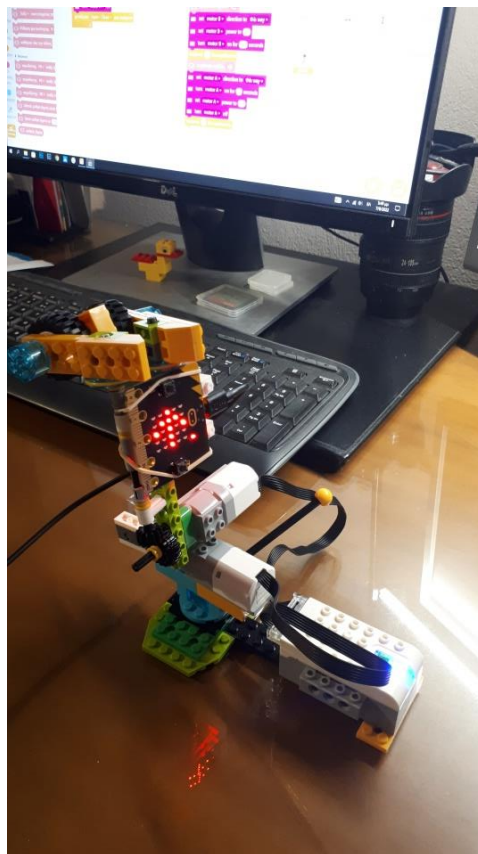
Περιγραφή Δραστηριότητας και Στόχοι Διδασκαλίας

Το συγκεκριμένο σχέδιο διδασκαλίας προτείνεται να εφαρμοστεί σε μαθητές της Στ' Δημοτικού. Αποτελεί διδασκαλία μιας συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας και γνωστικού περιβάλλοντος του προγραμματισμού, τα λεγόμενα «Υποπρογράμματα», καθώς μπορεί να ενταχθεί και στην «Υλοποίηση Σχεδίων Έρευνας». Επιχειρώντας με μια διεπιστημονική προσέγγιση μιας και η διδασκαλία του περιλαμβάνει Πληροφορική και Μηχανική, διευρύνει τους ορίζοντες του παιδιού και παράλληλα το ψυχαγωγεί.

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των τριών ατόμων και ξεκινούν να κατασκευάζουν μια συσκευή που θα που στόχο θα έχει να συλλέξει και να μεταφέρει τα επιλεγμένα της προηγούμενης κατασκευής (γραμμή διαχωρισμού), στο μέρος συσκευασίας. Η συσκευή δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας ρομποτικός βραχίονας τριών βαθμών ελευθερίας, από τους οποίους οι δύο θα γίνονται αυτόματα και ο ένας με το χέρι. Ο βραχίονας θα φτάνει μέχρι το σημείο που έχουμε ορίσει εμείς με την βοήθεια του Micro:bit και του αξελερόμετρου, μετρώντας την επιτάχυνση στον άξονα μεταβολής των x . Ο δεύτερος κινητήρας ανοίγει και γραπώνει το προϊόν, καθώς τίθεται ο πρώτος πάλι σε λειτουργία σηκώνοντας τον βραχίονα, περιστρέφοντας τον χειροκίνητα στην μεριά που επιθυμούμε να το αφήσουμε. Έπειτα κατεβαίνει ξανά, ανοίγει η υποδοχή της δαγκάνας και το ελευθερώνει. Με αυτόν τον τρόπο ο βραχίονας θα επιτυγχάνει πάντα μεγαλύτερη ακρίβεια στην παραλαβή και εναπόθεση των σε μια πραγματική γραμμή παραγωγής, χωρίς λάθη και καθυστερήσεις.

The image shows two columns of Scratch code blocks. The left column starts with an 'όταν γίνει κλικ σε' (when clicked) block, followed by a 'για πάντα' (forever) loop. Inside the loop, there is a 'επανάλαβε ώσπου' (repeat until) block with the condition 'διάβασε επιτάχυνση (mg) x < -220'. The loop contains several blocks: 'όρισε θέση σε' (set position to) with 'διάβασε επιτάχυνση (mg) x', 'εμφάνισε σχέδιο' (show sprite), 'set motor A direction to that way', 'set motor A power to 30', 'turn motor A off', and 'μετάδωσε Open - Close και περίμενε' (send Open - Close and wait). The right column starts with an 'όταν λάβω Open - Close' (when I receive Open - Close) block, followed by 'εμφάνισε σχέδιο' (show sprite), 'set motor B direction to that way', 'set motor B power to 50', 'turn motor B on for 0.2 seconds', 'περίμενε 1 δευτερόλεπτα' (wait 1 seconds), 'εμφάνισε σχέδιο' (show sprite), 'set motor B direction to this way', 'set motor B power to 50', 'turn motor B on for 0.2 seconds', 'περίμενε 1 δευτερόλεπτα' (wait 1 seconds), 'εμφάνισε σχέδιο' (show sprite), 'set motor A direction to this way', 'turn motor A on for 5 seconds', 'set motor A power to 30', 'turn motor A off', and 'περίμενε 2 δευτερόλεπτα' (wait 2 seconds).

Εικόνα 42 - Κωδικόγραμμα Ρομποτικού βραχίονα



Εικόνα 43 – Στιγμιότυπο ρομποτικού βραχίονα

6. Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις

Παρατηρούμε σχεδόν καθημερινά γύρω μας πως η παγκόσμια αλληλεξάρτηση είναι ένα φαινόμενο που όλο και επεκτείνεται, καθώς οι αλλαγές που συμβαίνουν επηρεάζουν όλο και πιο επιτακτικά την εκπαιδευτική διαδικασία και όχι μόνο. Το σχολείο δεν θα πρέπει να είναι απαθής παρατηρητής όλων αυτών, αλλά αντιθέτως να προσπαθήσει να καλύψει τις νέες ανάγκες για εκπαίδευση μέσω της μεθοδολογίας STEM.

Όπως διαπιστώσαμε στην παρούσα εργασία, ανεπτυγμένες χώρες όπως η Αμερική και η Αυστραλία, έχουν εντοπίσει από πολύ νωρίς την αναγκαιότητα της μεθοδολογίας αυτής στην εκπαίδευση και επακόλουθα την άμεση σύνδεση της μεθόδου STEM με την επένδυση και την καινοτομία μιας χώρας. Χάρης την μοναδική γεφύρωση των τεσσάρων επιστημονικών τομέων (Science, Technology, Engineering and Mathematics) επιτυγχάνεται η ακαδημαϊκή βελτίωση των παιδιών παράλληλα με την ανάπτυξη δεξιοτήτων συλλογισμού και κριτικής σκέψης, εφόδια που ως αυριανοί εργαζόμενοι απαιτείται να έχουν στην μελλοντική καινοτομία, καθώς επακόλουθα θα υπάρξει και μια σχετική εξισορρόπηση των οικονομικό-κοινωνικών χασμάτων μεταξύ των χωρών ανά τον κόσμο. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης λοιπόν και όχι μόνο, λαμβάνουν χώρα τυπικά, μη τυπικά και άτυπα προγράμματα σπουδών εντατικής παρακολούθησης και ενεργούς συμμετοχής στην STEM μεθοδολογία, για παιδιά όλων των ηλικιών, μέσω του σχεδιασμού δραστηριοτήτων και την χρήση σεναρίων. Στην Ελλάδα παρόλα αυτά, παράλληλα με το ΤΠΣ STEM το οποίο παρέχει ελάχιστες διδακτικές ώρες για STEM μέσω των «ΤΠΕ», πραγματοποιούνται μεμονωμένες και αποσπασματικές δράσεις είτε μέσω Ευρωπαϊκών προτροπών, είτε με ιδιωτικές πρωτοβουλίες. Στόχος θα πρέπει να είναι η εδραίωση κι άλλων τέτοιων δράσεων μέσα από το δημόσιο σχολείο είτε μεμονωμένα, είτε με την συνεργασία οργανισμών STEM και εκπαιδευτικής ρομποτικής. Φυσικά, σαν κίνητρο για να πραγματοποιηθεί ένα τόσο μεγαλεπήβολο σχέδιο είναι οι πρωτιές και οι σημαντικές διακρίσεις που έχει λάβει η χώρα μας ως τώρα σε διάφορους διαγωνισμούς ρομποτικής και ολυμπιάδες όλων των κατηγοριών.

Παρατηρήσαμε λοιπόν πως η συγγραφή ενός αναλυτικού προγράμματος σπουδών για STEM σε παιδιά της Ε' και Στ' Δημοτικού, θα πρέπει να βασίζεται να μην στα ξένα πρότυπα, αλλά για να είναι βιώσιμη και ρεαλιστική θα πρέπει να προσαρμοστεί και στην ελληνική πραγματικότητα. Σύμφωνα με τις προτάσεις που αναπτύχθηκαν, τα συμπεράσματα που παίρνουμε είναι πως για να διεξαχθεί επαρκώς ένας κύκλος μαθημάτων STEM στα πλαίσια του δημιουργικού εργαστηρίου, θα πρέπει να υπάρχει σύμπνοια και συνεργασία των εκπαιδευτικών της Φυσικής, των μαθηματικών και της Πληροφορικής, τόσο σε επίπεδο ύλης, όσο και σε διδακτικές ώρες, θέτοντας ως προϋπόθεση την ολοκλήρωση του θεωρητικού περιεχομένου της ενότητας που διδάσκεται. Στις επτά δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν παραπάνω και με τον υλικοτεχνικό εξοπλισμό που επιλέχθηκε, αποδεικνύεται το πως με σύγχρονα και δελεαστικά για τα παιδιά εργαλεία μπορούμε να κάνουμε πράξη ένα αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών STEM με ολοκληρωμένα μαθήματα βασισμένα στην διδακτέα ύλη των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού. Με ένα πλάνο μαθημάτων από τον Μάρτιο έως τον Ιούνιο, ώστε να έχει

ολοκληρωθεί ένα βασικό μέρος της θεωρίας, οι δραστηριότητες διαπραγματεύονται βασικά σημεία της θεωρίας των Μαθηματικών, της Πληροφορικής και της Φυσικής, με διασκεδαστικό και παιγνιώδη τρόπο μέσα σε 25 και 26 ώρες ανά τάξη τον χρόνο. Προϋπόθεση όλων αυτών είναι να υπάρχει ένας επαρκής αριθμός ειδικευμένων εκπαιδευτικών ή ιδικά εκπαιδευμένων δασκάλων στο STEM σε όλα τα σχολεία. Επιδοτούμενα προγράμματα STEM και σεμινάρια από εξειδικευμένο προσωπικό μπορούν να δώσουν κίνητρα σε όλους τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας να εφοδιαστούν με την μεθοδολογία του STEM ώστε να κάνουν το μάθημά τους πιο ευχάριστο και κατανοητό.

Οι προκλήσεις στην επιχειρηματικότητα και την τεχνολογία οι οποίες πρόκειται να αντιμετωπίσουμε στο μέλλον θα είναι ακόμα μεγαλύτερες και επιτακτικές. Η κλιματική αλλαγή, η περιβαλλοντολογική βιωσιμότητα, αλλά και η βελτίωση μαθησιακών δεξιοτήτων της ειδικής αγωγής, είναι μόνο μερικά από αντικείμενα τα οποία έχει αρχίσει ήδη να διαπραγματεύεται η εκπαιδευτική ρομποτική με απώτερο σκοπό την τελειοποίησή τους στο μέλλον. Για τον λόγο αυτό η εκπαίδευση ως ζωντανός οργανισμός θα πρέπει να προσαρμοστεί σε αυτές προετοιμάζοντας όχι μόνο καταρτισμένο προσωπικό, αλλά και λαμπρές προσωπικότητες που μπορούν να επικοινωνήσουν τις ιδέες τους και να συνεργαστούν μέσα σε ομάδες.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ξένη βιβλιογραφία

- Papert, S. (1980). *Mindstorms, children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- James Stigler and James Hiebert, , (1999) *The Teaching Gap, Best Ideas from the World’s Teachers for Improving Education in the Classroom*. The Free Press.
- Piaget, J. (1974). *To understand is to invent*. New York: Basic Books
- Vivet M. (1988c). Knowledge Based Tutors: Towards the design of a shell..., in *International Journal for Education Research and Instruction*, 12(8), 839-850, Special issue edited by H. Mandl.
- Alimisis, D. (Ed.) (2009). “Teacher Education in Robotics - enhanced Constructivist Pedagogical Methods”, ASPETE, Athens.
- Dewey, J. (1990). *The School and Society and the Child and the Curriculum*. Chicago: The University of Chicago Press
- Morin, E. (1990). *Science avec conscience*. Paris: Editions Seuil
- Maryland State Department of Education. (2012). *Maryland State STEM Standards of Practice Framework Grades K-5*. <https://events.development.asia/system/files/materials/2019/05/201905-maryland-state-stem-standards-practice-framework-grades-k-5.pdf>
- Fioriello, P. (2015). *Understanding the Basics of STEM Education*. <https://drpfconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Johnson, H. (1968). *Foyndations of the Curriculum*. Columbus.Ohio Merrill
- Ryan, K. & Cooper, J. (1980). *Those who Can, Teach*. Boston: Houghton Mifflin Co
- Hirst, P. & Peters, R. (1970). *The Logic of Education*. London: Routledge and Kegan Paul
- Stenhouse, L.(1975). *An Introduction to Curriculum research and Development*. London: Heinemann
- Westphalen, K. (1982). *Αναμόρφωση των Αναλυτικών Προγραμμάτων: Εισαγωγή στη μεταρρύθμιση του Curriculum*. Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη
- Dugger, E. W. (2010). *Evolution of stem in the United States*. Άρθρο που παρουσιάστηκε στο 6th Biennial International Conference on Technology Education Research in Australia, 8 July 2009. Ανακτήθηκε στις 1.04.2022 από τη διεύθυνση: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>

Βολιανίτη Μαρία, Σχεδιασμός Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). Principles, Standards and Expectations. Ανακτήθηκε στις 1.04.2022 από τη διεύθυνση: <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/Principles,-Standards,-and-Expectations/>

National Research Council (2010). *Successful K-12 STEM Education. Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics.* Washington, D.C: The National Academies Press. Ανακτήθηκε στις 1.04.2022 από τη διεύθυνση: <https://www.ltrr.arizona.edu/~sheppard/TUSD/NRC2011.pdf>

CurrTech Integrations, (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics curriculum integration program (STEM-CIP)*, Baltimore, Maryland.

Hays Blaine Lantz, Jr., Ed.D., (2009). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?:* <https://dornsife.usc.edu/assets/sites/1/docs/jep/STEMEducationArticle.pdf>

Wiggins, G., & McTighe, J. (1998). *Understanding by design.* Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=N2EfKlyUN4QC&oi=fnd&pg=PR6&dq=Wiggins+and+McTighe&ots=gq8Gs5SM0z&sig=rh8ZBxcrZketc40jyAw5_0SyiJg&redir_esc=y#v=onepage&q=Wiggins%20and%20McTighe&f=false

Massa, N., Hannes, F., Dischino, M., Donnelly, J. (2009). *Problem-Based Learning: A Practical Approach for STEM Education.* Άρθρο που παρουσιάστηκε στο 12th Annual Massachusetts Community College Conference on Teaching and Learning. Springfield Technical Community College Springfield, MA. 17 April 2009. Ανακτήθηκε στις 02.04.2022 από τη διεύθυνση: <http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/PBL-Practical-Approach-Presentation.pdf>

Bybee, R. W. (2009). *K-12 Engineering Education Standards: Opportunities and Barriers.* A Presentation for the Workshop on Standards for K-12 Engineering Education. Washington, DC: National Academies Press.

Komis, V., Romero, M., & Misirli, A. (2016). *A Scenario-Based Approach for Designing Educational Robotics Activities for Co-creative Problem Solving.* *Educational Robotics in the Makers Era*, 158–169. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_12

Nancy N. Heilbronner (2014). *International STEM Achievement: Not a Zero-Sum Game.* Ανακτήθηκε στις 11.04.2022 από τη διεύθυνση: <file:///C:/Users/MARIA%20VOLIANITI/Downloads/136-Article%20Text-569-1-10-20141111.pdf>

Gonzalez, H., & Kuenzi, J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*, Congressional Research Service. Ανακτήθηκε στις 14 Ιουλίου 2020 από: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>.

EIGE European Institute for Gender Equality. *Economic Benefits of Gender Equality in the European Union.* Ανακτήθηκε στις 12 Απριλίου 2022 από την διεύθυνση: <https://eige.europa.eu/gender-mainstreaming/policy-areas/economic-and-financial-affairs/economic-benefits-gender-equality>

Best STEM Programs for International Students. By John Sutor. Ανακτήθηκε στις 20 Απριλίου 2022 από την διεύθυνση: <https://sciteens.org/article/best-international-stem-programs>

Bissaker, K. (2014) Transforming STEM education in an innovative Australian school. *Theory into Practice*, 53(1), 55– 63. doi:10.1080/00405841.2014.862124

Department of Education and Training Victoria. (2017). Tech schools. Retrieved from http://www.education.vic.gov.au/about/pro_grams/learningdev/techschools/Pages/default.aspx

Erdogan, N. & Stuessy, C. (2015). Modeling successful STEM high schools in the United States: An ecology framework. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3(1), 77–92.

Institute of Education Sciences. (2006). Career academies. What Works Clearinghouse Intervention Report. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED493661.pdf>

Kemple, J. (2001). Career academies: Impacts on students' initial transitions to postsecondary education and employment. Retrieved from http://www.mdrc.org/sites/default/files/full_47.pdf

Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins, effectiveness and applications. Retrieved from <http://www.bscs.org/bcs-5einstructional-mode>

Bell, T., Witten, I., & Fellows, M. (2015). CS Unplugged. An enrichment and extension programme for primary-aged students. (2015). Retrieved from http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/03/CSUnplugged_OS_2015_v3.1.pdf

Sullivan, F. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394. Retrieved from <http://people.umass.edu/florence/jrst.pdf>

English, L., & King, D. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1). doi:10.1186/s40594-015-0027-7

Tomas, L., Jackson, C., & Carlisle, K. (2014). The transformative potential of engaging in science inquiry-based challenges: The ATSE Wonder of Science Challenge. *Teaching Science*, 60(2), 48–57. doi:10.1080/15391523.2010.10782557

Office of the Chief Scientist. (2016). SPI 2016. Stem Programme Index 2016. Retrieved from http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/SPI2016_release.pdf

Williams, D., Ma, Y., & Prejean, L. (2010). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29(1), 51– 71.

Thoidis, I., & Pnevmatikos, D. (2014). Non-formal education in free time: leisure-or work-orientated activity? *International Journal of Lifelong Education*, 33(5), 657–673.

Ελληνική βιβλιογραφία

Αγγελάκος, Κ.(2003). (Επιμ.) Διαθεματικές προσεγγίσεις της γνώσης στο ελληνικό σχολείο. Αθήνα: Μεταίχμιο

Βρεττός, Γ. & Καψάλης, Α. (1997). Αναλυτικά προγράμματα. Θεσσαλονίκη: Art of text.

Λιαράκου, Γ. & Φλογαΐτη, Ε. (2007). Από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη: Προβληματισμοί, Τάσεις και Προτάσεις. Αθήνα: Νήσος

Καψάλης, Α. (1995). Αναλυτικά Προγράμματα και σχολικά εγχειρίδια: Παράλληλα και ασύμπτωτα. Στο Καψάλης, Α. (1995) Αναλυτικά Προγράμματα και διδακτικά βιβλία στη γενική εκπαίδευση: Θεωρία και πράξη. Αθήνα: Εκπαιδευτήρια «Πλάτων».

Δανιήλ, Χ., Θεριανός Κ., Καραλή Αιμ., Κάτσικας Χ., Μαρίνης Σ., Μαριόλης Δ. και Ρέππας Χ. (2007). Νέα αναλυτικά προγράμματα και βιβλία στο σχολείο. Αθήνα: Gutenberg.

Χατζηγεωργίου, Γ. (2004). Γνώθι το Curriculum. Αθήνα: Ατραπός

Σ.Ε.Β. (2021). Παιδεία STEM για καινοτομία και ευημερία. Ανακτήθηκε στις 11 Απριλίου 2022 στον σύνδεσμο https://www.sev.org.gr/wp-content/uploads/2021/03/2021-03-16_SR_STEM-EDU_2021_FINAL.pdf

Τζες, Α. & Νικολόπουλος, Γ. (2004). Διδασκαλία της Ρομποτικής Επιστήμης στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση «Εμπειρίες από άλλα εκπαιδευτικά συστήματα και προσαρμογή στην Ελληνική πραγματικότητα». Εκπαιδευτικό Τριήμερο Ηλεκτρολόγων - Η διδασκαλία του Αυτοματισμού στον Ηλεκτρολογικό Τομέα των ΤΕΕ, 19-21 Μαρτίου, Αθήνα.

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2017). OPEN SCHOOLS FOR OPEN SOCIETIES - (OSOS) (ΕΝΑ ΑΝΟΙΧΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕ ΜΙΑ ΑΝΟΙΧΤΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ). Αθήνα: Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων. Ανακτήθηκε 8 Νοεμβρίου 2020 από: <http://www.iep.edu.gr>.

Παναγιωτακόπουλος, Χ., Αρμακόλας, Σ., Καρατράντου, Α. & Σαρρής, Μ. (2016). Το Αποθετήριο Διδακτικών Σεναρίων DSR: Περιγραφή, βασικές επισημάνσεις και αξιολόγηση της λειτουργίας του. Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 9(2), 45-61.

Κασκαμανίδης, Ι., & Μπλούχου, Σ. (2013). Η εκπαιδευτική διάσταση της ρομποτικής - Το παράδειγμα του EduRoboClub Florina. 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΠΠΣ Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης, 281–289.

Π. Ινστιτούτο, «Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση»

Δ. Γεωργία, «Ρομποτική στην Εκπαίδευση, Εκπαιδευτική αξιοποίηση ρομποτικών κατασκευών στη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και Πληροφορικής,» Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, 2011

Διαδικτυακές πηγές

<https://www.wikipedia.org/>

<https://www.iteea.org/>

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

<https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>

<https://studyinthestates.dhs.gov/stem-opt-hub/additional-resources/eligible-cip-codes-for-the-stem-opt-extension>

<https://makecode.microbit.org/#>

<https://wrohellas.gr/>

<https://robotex.international/>

<https://first.global/fgc/>

<https://link.springer.com/>

<http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/allcourses.jsp>

<https://el.pons.com/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%AC%CF%86%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B7>

<https://www.edweek.gr/?s=STEM>

<https://stemsports.com/>

<https://ste.education/en/science-technology-engineering-and-mathematics-stem/planning-a-5e-stem-lesson/>

<https://enhancingedu.org/>

<https://www.researchgate.net/>

<https://ger.mercy.edu/index.php/ger>

<https://www.openschools.eu/>

<https://scientix.ellak.gr/>

<https://eige.europa.eu/>

<http://www.scientix.eu/projects>

<http://www.iep.edu.gr/el/>

<https://ec.europa.eu/eurostat>

<https://www.science.org.au/education/academy-education/primary-connections>

<https://www.csunplugged.org/en/>

<https://ies.ed.gov/ncee/wwc/>

<https://www.meshguides.org/>

<https://evidenceforlearning.org.au/>

<https://www.arsakeio.gr/gr/latest/40844-argyro-metallio-stin-pagkosmia-olympiada-rompotikis>

<https://www.bbc.com/news/technology>

<https://makecode.microbit.org/>