ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

(2024)

8ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Μια εφαρμογή εκπαιδευτικής ρομποτικής για τον αθλητισμό

Νικολέττα Σούλα, Μαρίνα Παπαστεργίου, Βασίλειος Βουτσελάς

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σούλα Ν., Παπαστεργίου Μ., & Βουτσελάς Β. (2025). Μια εφαρμογή εκπαιδευτικής ρομποτικής για τον αθλητισμό. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 706–715. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8487

Μια εφαρμογή εκπαιδευτικής ρομποτικής για τον αθλητισμό

Νικολέττα Σούλα[1], Μαρίνα Παπαστεργίου[2], Βασίλειος Βουτσελάς[3]
nsoula2@gmail.com, mpapas@uth.gr, vvouts@uth.gr
[1] Εκπαιδευτικός Πληροφορικής ΠΕ86
[2] Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Ένας πιθανός τρόπος προσέλκυσης μαθητών/τριών σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η οργάνωση τέτοιων δραστηριοτήτων «εγκαθιδρυμένων» σε αθλητικό πλαίσιο, δεδομένου του ενδιαφέροντος πολλών νέων για τα διάφορα αθλήματα. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος αναγνώρισης, μέτρησης και καταγραφής του χρόνου αντίδρασης δρομέων αγώνων ταχύτητας, από μαθητές/τριες λυκείου ως σχέδιο εργασίας (project) στο πλαίσιο ενός σχολικού προγράμματος ρομποτικής. Στην εργασία περιγράφεται το σύστημα που δημιουργήθηκε, το υλικό και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκαν, οι φάσεις του project, οι εμπειρίες της υπεύθυνης εκπαιδευτικού και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από μια μικρή έρευνα αξιολόγησης των εμπειριών μαθητών που συμμετείχαν στο project. Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, το project άρεσε στους μαθητές, οι οποίοι χάρηκαν τη μεταξύ τους συνεργασία και εκτίμησαν την αξία της, ενώ αισθάνθηκαν ικανοποίηση διότι έδωσαν λύση σε ένα πραγματικό πρόβλημα βοηθώντας με το σύστημα που κατασκεύασαν όσους ασχολούνται με τους δρόμους ταχύτητας και τους προπονητές τους.

Λέξεις κλειδιά: Ρομποτική, Αθλητισμός, Arduino, Raspberry Pi, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Εισαγωγή

Ένας βασικός στόχος των δραστηριοτήτων ρομποτικής για μαθητές και μαθήτριες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι η εισαγωγή τους στην υπολογιστική σκέψη και τον προγραμματισμό μέσω της κατασκευής ψηφιακών διατάξεων με δυνατότητες αλληλεπίδρασης και ελέγχου (Ahmadaliev et al., 2022; Atman-Uslu et al., 2021; Miller & Nourbakhsh, 2016). Η εκπαιδευτική ρομποτική εντάσσεται συχνά στην προσέγγιση STEM στη μάθηση, στην οποία έννοιες και δεξιότητες φυσικών επιστημών (Science), τεχνολογίας (Technology), μηχανικής (Engineering) και μαθηματικών (Mathematics) συνδυάζονται από τους μαθητές/τριες για την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων σε πλαίσια που επιτρέπουν τη σύνδεση μεταξύ του σχολείου, του κόσμου της εργασίας και της ευρύτερης κοινωνίας (Tsupros et al., 2009). Οι δραστηριότητες ρομποτικής και STEM κερδίζουν έδαφος στη σχολική εκπαίδευση σε μια προσπάθεια να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για ακαδημαϊκές σπουδές σε πεδία αιχμής με αυξανόμενη ζήτηση κατάλληλα εκπαιδευμένου προσωπικού (π.χ. πεδία πληροφορικής), αλλά και για το λόγο ότι μπορούν να συμβάλουν στην αύξηση των κινήτρων των μαθητών για μάθηση, στην έκφραση της επινοητικότητας και της δημιουργικότητάς τους και στην ανάπτυξη σημαντικών οριζόντιων δεξιοτήτων τους (π.χ. δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, λήψης αποφάσεων και συνεργασίας στο πλαίσιο ομάδας) (Atman-Uslu et al., 2021; Fidai et al., 2019; Marín-Marín et al., 2024).

Ρομποτική με Arduino και Raspberry Pi

Ο μικροελεγκτής Arduino (https://www.arduino.cc/) και ο μικρός υπολογιστής μονής πλακέτας Raspberry Pi (https://www.raspberrypi.org/) έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετά σε project εκπαιδευτικής ρομποτικής. Το Arduino ενδείκνυται για τέτοιες δραστηριότητες διότι (Ahmadaliev et al., 2022; Fidai et al., 2019; Marín-Marín et al., 2024; Martín-Ramos et al., 2017): α) είναι οικονομικά προσιτό, β) το υλικό του και το λογισμικό Arduino IDE (ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης) είναι ανοιχτού κώδικα, γ) προσφέρει πολλές δυνατότητες για πειραματισμό, καθώς μπορεί να δέχεται εισόδους από διάφορους αισθητήρες και συσκευές και να τις μετατρέπει σε εξόδους (π.χ. να ανάψει ένα LED, να ενεργοποιήσει έναν κινητήρα για τη μετακίνηση ενός ρομπότ), δ) πέρα από τη δική του γλώσσα προγραμματισμού (λέγεται Wiring και βασίζεται στη C++), υπάρχουν και ευκολότερες στην εκμάθηση γλώσσες οπτικού προγραμματισμού για Arduino (π.χ. η mBlock, που βασίζεται στο Scratch). Το Raspberry Pi είναι επίσης ανοιχτού κώδικα και πολύ προσιτό οικονομικά, ενώ προσφέρει μεγάλη επεξεργαστική ισχύ και βελτιωμένη συνδεσιμότητα (π.χ. πολλαπλές θύρες USB, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, HDMI), μπορεί να τρέξει διάφορα λειτουργικά συστήματα, πέραν του Raspberry Pi OS, και να προγραμματιστεί σε διάφορες γλώσσες (π.χ. Python, Scratch, C/C++). Για τους λόγους αυτούς ενδείκνυται για πιο προχωρημένα project. Χρησιμοποιώντας το Arduino ή και το Raspberry Pi στα project τους, οι μαθητές μπορούν να βλέπουν άμεσα το αποτέλεσμα των αλγορίθμων και των προγραμμάτων τους (Kondaveeti et al., 2021).

Όπως αναφέρουν οι Ahmadaliev et al. (2022), έρευνες έχουν δείξει ότι οι δραστηριότητες ρομποτικής ασκούν θετική επίδραση στις γνωστικές ικανότητες, την κατανόηση επιστημονικών εννοιών, τις δεξιότητες προγραμματισμού, το κίνητρο για μάθηση, την ακαδημαϊκή επίδοση και την αυτοπεποίθηση των μαθητών. Σε έρευνα των ίδιων σε 24 μαθητές/τριες γυμνασίου (11-13 ετών) χωρίς προηγούμενη εμπειρία στη ρομποτική, οι οποίοι είχαν συμμετάσχει για 3 εβδομάδες σε εργαστήρι κατασκευής κινούμενων οχημάτων με τη χρήση Arduino, διαπιστώθηκε βελτίωση της αναστοχαστικής σκέψης των μαθητών, αύξηση του ενδιαφέροντός τους για τον προγραμματισμό και τη ρομποτική, καθώς και ικανοποίηση τους από τις δραστηριότητες του εργαστηρίου, ιδιαίτερα τη συγγραφή κώδικα και τη συναρμολόγηση και δοκιμή του ρομπότ (Ahmadaliev et al., 2022). Οι Yilmaz-Ince & Koc (2021) περιγράφουν ένα εργαστήρι ρομποτικής με Scratch και Arduino διάρκειας 2 εβδομάδων σε θερινή κατασκήνωση, το οποίο περιλάμβανε ομαδοσυνεργατική κατασκευή ρομποτικών συστημάτων. Σε 32 μαθητές/τριες γυμνασίου/λυκείου, στους οποίους χορηγήθηκε κλίμακα αξιολόγησης της υπολογιστικής σκέψης και ερωτηματολόγιο ικανοποίησης πριν και μετά τη συμμετοχή τους στο εργαστήρι, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση σε παράγοντες της κλίμακας που αφορούσαν στην αλγοριθμική και κριτική σκέψη, υψηλά επίπεδα ικανοποίησης από τη δραστηριότητα, βελτιωμένη αυτοπεποίθηση ως προς την ικανότητα ανάπτυξης ρομποτικών συστημάτων, καθώς και αυξημένο ενδιαφέρον να ακολουθήσουν ακαδημαϊκές σπουδές σε πεδία που εμπλέκουν τον προγραμματισμό ή/και τη ρομποτική. Στο πλαίσιο θερινού σχολείου, οι Martín-Ramos et al. (2017) αξιολόγησαν τις στάσεις απέναντι στον προγραμματισμό 26 μαθητών/τριών λυκείου (16-17 ετών) πριν και μετά τη συμμετοχή σε πρόγραμμα STEM που εστίαζε σε project με Arduino, διαπιστώνοντας βελτίωση στις 5 υποκλίμακες που χορηγήθηκαν και συγκεκριμένα: α) αύξηση της εμπιστοσύνης των μαθητών στην ικανότητά τους να μάθουν να προγραμματίζουν, β) αύξηση του ενδιαφέροντός τους για τον προγραμματισμό, γ) βελτίωση της αντίληψής τους ότι οι γυναίκες είναι εξίσου ικανές με τους άντρες να διακριθούν σε σπουδές και καριέρες που απαιτούν προγραμματισμό, δ) βελτιωμένη κατανόηση της χρησιμότητας του προγραμματισμού και ε) βελτιωμένη κοινωνική αποδοχή των ατόμων που διαθέτουν

προγραμματιστικές δεξιότητες. Οι Major et al. (2021) εξέτασαν αν οι γνώσεις και οι δεξιότητες που αναπτύσσονται στο πλαίσιο ομαδοσυνεργατικών διεπιστημονικών δραστηριοτήτων STEM είναι πιο πολύπλοκες, συστηματικές και διαρκείς συγκρινόμενες με εκείνες που καλλιεργούνται στην παραδοσιακή διδασκαλία, σε δείγμα μαθητών/τριών τεχνικού λυκείου ειδικότητας μηχανολογίας. Επί 3 σχολικά έτη, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας έκαναν πειράματα μηχανικής, κυρίως ελαστικότητας των υλικών, με Raspberry Pi και διάφορες συσκευές (π.χ. αισθητήρες θέσης και τροφοδοσίας, βηματικούς κινητήρες), κατά το 40% του χρόνου τους, και κατά το υπόλοιπο 60%, παρακολουθούσαν τα παραδοσιακά μαθήματα φυσικής, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών. Για το ίδιο χρονικό διάστημα, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου παρακολουθούσαν μόνο τα παραδοσιακά μαθήματα. Στο τέλος του 1ου και του 3ου έτους μετρήθηκαν οι γνώσεις και οι δεξιότητες των μαθητών στα εξής: α) θεωρία ελαστικότητας, β) προγραμματισμό και ρομποτική, γ) σχεδίαση μηχανικών μερών και μέτρηση μέσω αισθητήρων, δ) αριθμητική επίλυση προβλημάτων. Τα σκορ της πειραματικής ομάδας ήταν υψηλότερα από εκείνα της ομάδας ελέγχου (π.χ. η πειραματική ομάδα είχε καλύτερη επίδοση σε έργα που απαιτούσαν λογική σκέψη και συστηματική προσέγγιση στην επίλυση προβλήματος).

Ρομποτική και Αθλητισμός

Παρά τα οφέλη που μπορεί να έχουν τα προγράμματα ρομποτικής και STEM για τους μαθητές/τριες, όπως επισημαίνουν οι Drazan et al. (2016), ένα συχνό πρόβλημα είναι ότι προσελκύουν μαθητές οι οποίοι ήδη έχουν έντονο ενδιαφέρον για θέματα STEM (π.χ. προγραμματισμός), ενώ το ζήτημα είναι πώς θα προσελκυσθεί ένα ευρύτερο μαθητικό κοινό, και προτείνουν την οργάνωση δραστηριοτήτων ρομποτικής και STEM «εγκαθιδρυμένων» σε αθλητικό πλαίσιο, ώστε το έντονο ενδιαφέρον που δείχνουν πολλοί νέοι/ες για τα αθλήματα να αξιοποιηθεί ως κίνητρο για τη συμμετοχή τους σε τέτοιες δραστηριότητες. Εξάλλου, οι φυσικές επιστήμες, η τεχνολογία, η μηχανική και τα μαθηματικά έχουν εφαρμογή σε τομείς της αθλητικής επιστήμης όπως η εμβιομηχανική και η προπονητική (Loya et al., 2023). Συνεπακόλουθα, προβλήματα από τον χώρο του αθλητισμού θα μπορούσαν να αποτελέσουν το πλαίσιο δραστηριοτήτων ρομποτικής και STEM.

Ωστόσο, η ερευνητική βιβλιογραφία γύρω από τη σύζευξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής με τον αθλητισμό είναι ακόμη σχετικά περιορισμένη. Σε έρευνα των Wallace et al. (2023), το 80% των μαθητών/τριών δημοτικού και γυμνασίου οι οποίοι είχαν παρακολουθήσει ένα εργαστήρι STEM με θέμα τις φορετές συσκευές (π.χ. βηματόμετρα) και είχαν χρησιμοποιήσει μικροελεγκτές, καθώς και μπάλες ποδοσφαίρου και καλαθοσφαίρισης με ενσωματωμένους αισθητήρες, συμφώνησαν με το ότι η τεχνολογία μπορεί να τους βοηθήσει να βελτιωθούν στα αθλήματα αυτά. Οι μαθητές/τριες λυκείου οι οποίοι είχαν λάβει μέρος σε πρόγραμμα που συνδύαζε δραστηριότητες STEM και ρομποτικής με τον αθλητισμό ανέφεραν ότι αυτό που τους δελέασε να συμμετάσχουν ήταν η εστίασή του στα σπορ (Drazan et al., 2016). Οι Marshall et al. (2021) περιγράφουν ένα 4ήμερο πρόγραμμα δραστηριοτήτων STEM+M που στόχευε την αύξηση του ενδιαφέροντος μαθητών/τριών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι προέρχονταν από υποβαθμισμένες αστικές περιοχές και αγαπούσαν την καλαθοσφαίριση, για τις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική, τα μαθηματικά και την ιατρική (Medicine). Το πρόγραμμα περιλάμβανε δραστηριότητες που συνδύαζαν το άθλημα αυτό με θέματα STEM+M, όπως: ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων σχετικών με τις επιδόσεις αθλητών, καταγραφή κίνησης αθλητών σε δύο διαστάσεις (2D motion capture), καθώς και κατασκευή (και δοκιμή), από τους ίδιους του μαθητές, ενός συστήματος υπολογισμού του κατακόρυφου άλματος αθλητή με τη χρήση Arduino και αισθητήρα πίεσης, με το οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρούσε μέσω γραφικής διεπαφής σε MATLAB, που εκτελούνταν σε λάπτοπ

συνδεδεμένο με τον μικροελεγκτή. Διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση του ενδιαφέροντος των 43 συμμετεχόντων (11-15 ετών) για θέματα STEAM+M, καθώς και της αντιλαμβανόμενης σημαντικότητας των αντίστοιχων επιστημονικών περιοχών (π.χ. μαθηματικά, ιατρική), από τον προ-έλεγχο στον μετα-έλεγχο. Τέλος, σε έρευνα των Loya et al. (2023), 111 μαθητές/τριες λυκείου, χωρισμένοι σε δύο ομάδες ανάλογα με το αν στο σχολείο συμμετείχαν ήδη σε δραστηριότητες STEM (ομάδα 'STEM') ή σε αθλητικές δραστηριότητες (ομάδα 'Αθλητισμός'), παρακολούθησαν 4ωρο εργαστήρι στο οποίο, αρχικά, μετρήθηκαν αθλητικές ικανότητές τους μέσω συστημάτων βασισμένων σε μικροελεγκτές, π.χ. μέτρηση κατακόρυφου άλματος στην καλαθοσφαίριση με σύστημα αντίστοιχο των Marshall et al. (2021) και, στη συνέχεια, οι ίδιοι/ες κατασκεύασαν διατάξεις για τη μέτρηση της αθλητικής επίδοσης (π.χ. μέτρηση ταχύτητας και ευελιξίας στο ποδόσφαιρο). Στην ομάδα 'Αθλητισμός' βρέθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση του ενδιαφέροντος για θέματα STEM, ενώ στην ομάδα STEM δεν σημειώθηκε τέτοια αύξηση.

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι η πλαισίωση δραστηριοτήτων ρομποτικής σε προβλήματα από τον χώρο του αθλητισμού μπορεί να είναι επωφελής και ότι αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω, ειδικότερα, προς την κατεύθυνση του εντοπισμού προβλημάτων προς επίλυση προερχόμενων και από άλλα αθλήματα πέραν του ποδοσφαίρου και της καλαθοσφαίρισης.

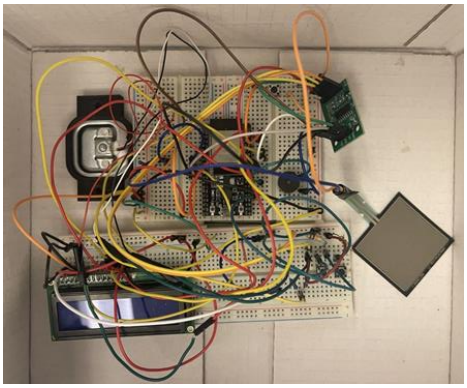
Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος αναγνώρισης, μέτρησης και καταγραφής του χρόνου αντίδρασης δρομέων αγώνων ταχύτητας, από μαθητές/τριες λυκείου ως σχέδιο εργασίας (project) στο πλαίσιο της συμμετοχής τους στον Όμιλο Ρομποτικής του σχολείου. Επιμέρους στόχοι της δραστηριότητας αυτής ήταν οι μαθητές να εξοικειωθούν με την ανάλυση και επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, να αναπτύξουν την υπολογιστική σκέψη, να μάθουν βασικές αρχές προγραμματισμού μικροελεγκτών, να πειραματιστούν με τη λειτουργία και τον τρόπο διασύνδεσης διαφόρων αισθητήρων, καθώς και καλλιεργήσουν τις δεξιότητές τους να συνεργάζονται, να διαχειρίζονται έργα και να λαμβάνουν αποφάσεις.

Το project υλοποιήθηκε στο πλαίσιο συνεργασίας του 4ου Πειραματικού Γενικού Λυκείου Τρικάλων «Αλέξανδρος Παπαδιαμάντης» με το Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (ΠΘ). Από μέρους του σχολείου, συμμετείχε ο Όμιλος Ρομποτικής (υπεύθυνη εκπαιδευτικός: Ν.Σ.) και, από μέρους του ΤΕΦΑΑ του ΠΘ, το Εργαστήριο Πληροφορικής (υπεύθυνη: Μ.Π.) και ο υπεύθυνος της Ειδικότητας Κλασικού Αθλητισμού (Β.Β.). Στη συνέχεια περιγράφεται το σύστημα που δημιουργήθηκε, το υλικό και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκαν, οι φάσεις του project, οι εμπειρίες της υπεύθυνης εκπαιδευτικού του ομίλου και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από μια μικρή έρευνα αξιολόγησης των εμπειριών μαθητών/τριών του ομίλου από το project.

Το σχέδιο εργασίας (project) ρομποτικής που υλοποιήθηκε

Το σύστημα που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του project αναγνωρίζει και καταγράφει το χρόνο αντίδρασης δρομέων αγώνων ταχύτητας, καθώς και τη μέγιστη δύναμη που ασκείται στο βατήρα κατά την εκκίνηση των αθλητών, με τη βοήθεια μικροελεγκτή (αρχικά Arduino Uno και κατόπιν ESP32) και κατάλληλων αισθητήρων. Οι τιμές των υπολογιζόμενων μεγεθών αποστέλλονται από το μικροελεγκτή σε σέρβερ, από τον οποίο, μέσω ενός ιστότοπου, οι χρήστες (προπονητές, οι ίδιοι οι αθλητές) μπορούν να ανακτούν και να παρακολουθούν την πρόοδο των αθλητών. Ο σέρβερ και ο ιστότοπος φιλοξενούνται σε υπολογιστή μονής πλακέτας Raspberry Pi 4.

Αναλυτικά, το τελικό σύστημα περιλαμβάνει: α) μία πλακέτα ESP32 NodeMCU (όπως εξηγείται παρακάτω, στην τελευταία φάση του project αντικατέστησε μία πλακέτα Arduino Uno που είχε χρησιμοποιηθεί στις προηγούμενες φάσεις), β) τρία κουμπιά (buttons), γ) ένα ηχείο (buzzer), δ) έναν αισθητήρα πίεσης (Force Sensing Resistor – FSR), ε) μία αντίσταση των 10ΚΩ και δύο των 1ΚΩ, στ) έναν αισθητήρα φορτίου (load cell), ζ) έναν ενισχυτή HX711, η) μία οθόνη LCD 16x2, θ) δύο πλακέτες δοκιμών (breadboards). Για τον προγραμματισμό των κυκλωμάτων χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Wiring και το προγραμματιστικό περιβάλλον Arduino IDE 2. Για την αποθήκευση, ανάκτηση και προβολή των μετρήσεων των αθλητών αναπτύχθηκε διαδικτυακή εφαρμογή (όπως εξηγείται παρακάτω, στην τελευταία φάση του project αντικατέστησε εφαρμογή για κινητές συσκευές ή οποία είχε αναπτυχθεί σε προηγούμενη φάση). Το back-end της διαδικτυακής εφαρμογής δημιουργήθηκε με το NodeJS (https://nodejs.org/) και το Express Framework (https://expressjs.com/), ενώ το front-end με το Svelte (https://svelte.dev/) και το SvelteKit framework (https://kit.svelte.dev/) σε προγραμματιστικό περιβάλλον VS Code (https://code.visualstudio.com/). Και τα δύο φιλοξενήθηκαν σε Raspberry Pi 4 με λειτουργικό σύστημα Raspberry Pi OS. Η εφαρμογή για κινητές συσκευές είχε δημιουργηθεί με το MIT App Inventor 2 (https://appinventor.mit.edu/).



Σχήμα 1. Τα κυκλώματα του (τελικού) συστήματος

Σχήμα 2. Το σύστημα με το Raspberry Pi και τους αισθητήρες σε μπλοκ βατήρα

Το project διήρκεσε 3 σχολικά έτη και υλοποιήθηκε σε 5 φάσεις. Οι τρεις πρώτες φάσεις υλοποιήθηκαν κατά το πρώτο έτος, η 4η κατά το δεύτερο έτος και η 5η κατά το τρίτο έτος. Οι 5 φάσεις είχαν ως εξής:

Φάση 1 (προετοιμασία): Πριν την ενασχόληση των μαθητών/τριών με το project καθαυτό, έγιναν συναντήσεις στο σχολικό εργαστήριο πληροφορικής για την εξοικείωσή τους με το υλικό, την πλακέτα Arduino Uno και τα βασικά της μέρη. Κατόπιν, μέσα από δραστηριότητες κλιμακούμενης δυσκολίας, οι μαθητές συνέδεσαν σε αυτή κάποιες βασικές συσκευές, ενεργοποιητές και αισθητήρες και, παράλληλα, εξοικειώθηκαν με τα χαρακτηριστικά της γλώσσας Wiring και του περιβάλλοντος Arduino IDE 2 γράφοντας και εκτελώντας μικρά προγράμματα.

Φάση 2 (εισαγωγή στο πρόβλημα): Στη συνέχεια, έγινε παρουσίαση του προβλήματος στους μαθητές. Το ζητούμενο ήταν η δημιουργία ενός συστήματος που θα αναγνωρίζει και θα μετρά το χρόνο αντίδρασης δρομέων αγώνων ταχύτητας για την Κλειστή Αίθουσα Στίβου του

Δημοτικού Σταδίου Τρικάλων. Εξηγήθηκε στους μαθητές ότι πρόκειται για σύστημα που χρειάζονται οι προπονητές και οι αθλητές του στίβου. Επίσης, τους δόθηκε ένας βατήρας και ορίστηκε ότι χρόνος αντίδρασης είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τον ήχο εκκίνησης του αφέτη μέχρι τη στιγμή που το εμπρός τοποθετημένο πόδι του αθλητή δεν βρίσκεται πλέον σε επαφή με το βατήρα. Όπως διαπίστωσαν και οι ίδιοι δοκιμάζοντας το βατήρα: α) πριν τον ήχο εκκίνησης, ο αθλητής παίρνει θέση στο βατήρα οπότε ασκείται κάποια δύναμη στα δύο μπλοκ του βατήρα (εμπρός και πίσω μπλοκ), β) μετά τον ήχο εκκίνησης, ο αθλητής ασκεί μεγαλύτερη δύναμη στα δύο μπλοκ και γ) στη συνέχεια, απομακρύνεται από το βατήρα ελευθερώνοντας πρώτα το πίσω μπλοκ του βατήρα.

Φάση 3 (πρώτη υλοποίηση του συστήματος): Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε πλακέτα Arduino Uno στην οποία συνδέθηκε ένα κουμπί (button) και ένα ηχείο (buzzer). Το πάτημα του κουμπιού σηματοδοτεί την έναρξη του αγωνίσματος με την αναπαραγωγή του ήχου εκκίνησης από το ηχείο. Ο χρόνος αντίδρασης υπολογίζεται από το πάτημα του κουμπιού μέχρι τη στιγμή που δεν ανιχνεύεται πίεση στο βατήρα. Για την επιλογή του αισθητήρα/συσκευής που θα τοποθετηθεί στο βατήρα και θα δίνει την πληροφορία αυτή, οι μαθητές έκαναν αρκετές δοκιμές με συσκευές όπως push buttons, καθώς και αισθητήρες πίεσης (FSR) και αισθητήρες φορτίου (load cells) διαφόρων σχημάτων. Τελικά επιλέχθηκε ο αισθητήρας πίεσης με τετράγωνο σχήμα διότι διαπιστώθηκε ότι εφάρμοζε καλύτερα στην επιφάνεια των μπλοκ του βατήρα και επίσης, είχε πιο άμεση απόκριση στις εναλλαγές της ασκούμενης δύναμης. Για το λόγο αυτό προτιμήθηκε έναντι του αισθητήρα φορτίου. Κατόπιν, υλοποιήθηκε ο κώδικας στο προγραμματιστικό περιβάλλον αφού προηγήθηκαν αρκετές δοκιμές και διορθώσεις. Οι υπολογιζόμενοι χρόνοι αντίδρασης στέλνονταν στην οθόνη του υπολογιστή (PC συνδεδεμένο με την πλακέτα Arduino Uno μέσω USB) διαμέσου της σειριακής οθόνης (serial monitor) του προγραμματιστικού περιβάλλοντος.

Φάση 4 (επέκταση του συστήματος με αισθητήρα φορτίου και δυνατότητα σύνδεσης από κινητές συσκευές μέσω Bluetooth): Στη φάση αυτή, οι μαθητές αρχικά εξοικειώθηκαν με τον προγραμματισμό για κινητές συσκευές στο περιβάλλον MIT App Inventor 2, το οποίο διαθέτει γλώσσα οπτικού προγραμματισμού (μοιάζει με το Scratch), γράφοντας μικρά προγράμματα. Στη συνέχεια, προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης των μετρήσεων των αθλητών σε πραγματικό χρόνο από κινητές συσκευές, καθώς και ανάκτησης προηγούμενων μετρήσεων (μια δυνατότητα πολύ χρήσιμη σε προπονητές και αθλητές), οι μαθητές δημιούργησαν εφαρμογή για κινητές συσκευές στο περιβάλλον του App Inventor 2. Η εφαρμογή, μέσω ασύρματου πομποδέκτη Bluetooth HC06 συνδεδεμένου στην πλακέτα του Arduino Uno, παρείχε τη δυνατότητα αποστολής των μετρήσεων από το Arduino Uno στην κινητή συσκευή. Για την αποθήκευση των μετρήσεων αξιοποιήθηκε η βάση δεδομένων TinyDB του App Inventor 2. Επίσης, προκειμένου να μπορεί να μετρηθεί και η μέγιστη δύναμη που ασκείται από τον αθλητή στο βατήρα (μια πληροφορία επίσης χρήσιμη για προπονητές και αθλητές), αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί και ένας αισθητήρας φορτίου των 50 Kg. Επομένως, με τον αισθητήρα πίεσης υπολογίζεται ο χρόνος αντίδρασης του αθλητή και με τον αισθητήρα φορτίου η μέγιστη δύναμη που ασκείται στο βατήρα από τον αθλητή.

Φάση 5 (περαιτέρω επέκταση του συστήματος με αντικατάσταση του Arduino Uno από ESP32 NodeMCU και δυνατότητα απομακρυσμένης σύνδεσης από PC και κινητές συσκευές μέσω Διαδικτύου): Στη φάση αυτή, αρχικά τέθηκε ο προβληματισμός πώς θα μπορούσε ο προπονητής και οι αθλητές να έχουν πρόσβαση στις μετρήσεις πέρα από τους χωρικούς περιορισμούς που θέτει η συνδεσιμότητα Bluetooth (π.χ. για ανάλυση των μετρήσεων μετά την προπόνηση, εκτός του αγωνιστικού χώρου). Κατόπιν, με προτροπή της υπεύθυνης εκπαιδευτικού (Ν.Σ.) και των πιο έμπειρων στη ρομποτική και τον προγραμματισμό μελών του Ομίλου, οι μαθητές εξέτασαν τις δυνατότητες ενός εναλλακτικού προς το Arduino μικροελεγκτή, του ESP32, καθώς και

εκείνες του μικρού υπολογιστή Raspberry Pi 4. Μετά τη διαδικασία αυτή, αποφάσισαν για τη βελτίωση του συστήματος η πλακέτα Arduino Uno να αντικατασταθεί από την πλακέτα ESP32 NodeMCU, η οποία διαθέτει μικροεπεξεργαστή διπλού πυρήνα με ενσωματωμένο Wi-Fi και Bluetooth. Η επιλογή αυτή έγινε για να καταστεί εφικτή η ταυτόχρονη λήψη των δεδομένων από τους δύο αισθητήρες με την αξιοποίηση των 2 πυρήνων του μικροεπεξεργαστή, καθώς και η αποστολή των υπολογιζόμενων μεγεθών μέσω Wi-Fi, σε πραγματικό χρόνο, σε PC ή κινητή συσκευή. Επιπλέον, για την πιο οργανωμένη αποθήκευση, ανάκληση και αναπαράσταση των πληροφοριών, με τη βοήθεια των πιο έμπειρων μαθητών, υλοποιήθηκε σέρβερ στον οποίο συγκεντρώνονται οι μετρήσεις για κάθε αθλητή (χρόνοι αντίδρασης και μέγιστες δυνάμεις), καθώς και ιστότοπος ώστε ο χρήστης να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες αυτές από PC ή κινητή συσκευή με σύνδεση στο Διαδίκτυο. Ο σέρβερ και ο ιστότοπος φιλοξενήθηκαν σε Raspberry Pi 4. Με τη λύση αυτή, ο προπονητής (και ο αθλητής) μπορούν να αναλύουν την απόδοση του αθλητή κατά τη διάρκεια ή μετά την προπόνηση, από όπου κι αν βρίσκονται.

Όπως παρατήρησε η υπεύθυνη εκπαιδευτικός, στη διάρκεια του project προέκυψαν ορισμένες δυσκολίες. Μία από αυτές ήταν η ανομοιογένεια στον αρχικό βαθμό εξοικείωσης των μαθητών με τη ρομποτική και τον προγραμματισμό. Ωστόσο, αντιμετωπίστηκε με τους πιο έμπειρους μαθητές να αναλαμβάνουν τον ρόλο παρουσιαστή των νέων στοιχείων στις συναντήσεις του Ομίλου και να μοιράζονται τις γνώσεις τους με τους υπόλοιπους. Δυσκολίες προέκυψαν επίσης στην ανεύρεση των κατάλληλων αισθητήρων (που να μπορούν να τοποθετηθούν σε μπλοκ βατήρα, να λειτουργούν σωστά και να επικοινωνούν ομαλά με τον εκάστοτε μικροελεγκτή παρέχοντας με αξιοπιστία τα ζητούμενα δεδομένα). Λόγω των δυσκολιών αυτών, αρκετές φορές, για την ολοκλήρωση μιας εργασίας απαιτήθηκε αρκετά περισσότερος χρόνος από όσο είχε αρχικά προγραμματιστεί. Ωστόσο, σύμφωνα με την εκπαιδευτικό, οι αντιξοότητες αυτές δεν πτοούσαν τους μαθητές ούτε αποτέλεσαν αιτία εγκατάλειψης του project. Αντίθετα, τους πείσμωναν και, με συνεργασία, έρευνα και πειραματισμούς, προχωρούσαν στην επίλυσή τους.

Η απόκριση των μαθητών/τριών στο project

Με τη λήξη του project, 7 από τους 27 συνολικά μαθητές/τριες που είχαν λάβει μέρος στο project (μετά από σχετική συναίνεση των γονιών τους να συμμετάσχουν τα παιδιά τους στον Όμιλο), 5 της Α΄ τάξης λυκείου (3 αγόρια και 2 κορίτσια), ένα αγόρι της Β΄ λυκείου και ένα της Γ΄ λυκείου, απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο αποτίμησης της εμπειρίας τους. Τέσσερις από τους 7 είχαν επιλέξει τη θετική κατεύθυνση και 3 την τεχνολογική (κύκλο πληροφορικής/υπηρεσιών). Πέντε μαθητές/τριες είχαν ασχοληθεί στο παρελθόν με τη ρομποτική (στο δημοτικό σχολείο, σε ιδιωτική σχολή, σε θερινό σχολείο ή ως χόμπι σε μη οργανωμένο πλαίσιο). Επίσης, 5 είχαν ασχοληθεί με τον προγραμματισμό εκτός σχολείου (ανέφεραν τις γλώσσες: Python, HTML, CSS, JavaScript, TypeScript, Rust, C, C++, C#, Java). Συνολικά, από τους 7 μαθητές, οι 6 (4 αγόρια και 2 κορίτσια) είχαν προηγούμενη εμπειρία σε ρομποτική ή/και προγραμματισμό και 4 (2 αγόρια και 2 κορίτσια) είχαν ασχοληθεί με αθλητικές/κινητικές δραστηριότητες εκτός σχολείου (ποδόσφαιρο, καλαθοσφαίριση, κολύμβηση, βόλεϊ, στίβο, αντισφαίριση, ρυθμική ή ενόργανη γυμναστική, τζούντο, τάε κβο ντο, χορό).

Από τις απαντήσεις τους σε σχετική κλειστή ερώτηση, η οποία δεχόταν πολλαπλές απαντήσεις, φαίνεται ότι τα σημαντικότερα πράγματα που πιστεύουν ότι αποκόμισαν από το project ήταν τα εξής: α) απέκτησαν προγραμματιστικές ικανότητες ή βελτίωσαν εκείνες που ήδη είχαν προγραμματίζοντας κατασκευές που επιλύουν πραγματικά προβλήματα (η απάντηση αυτή επιλέχθηκε και από τους 7 μαθητές/τριες), β) κατάλαβαν ότι με τη συνεργασία αποκτούν και μοιράζονται νέες γνώσεις (επίσης επιλέχθηκε και από τους 7), γ)

κατάλαβαν ότι με τη συνεργασία επιτυγχάνονται στόχοι που θα ήταν πολύ δύσκολο ή αδύνατο να επιτύχει κανείς μόνος/η (6 μαθητές/τριες), δ) χρησιμοποίησαν νέους αισθητήρες των οποίων αγνοούσαν την ύπαρξη (6 μαθητές/τριες), ε) αξιοποίησαν τους αισθητήρες για να καταγράφουν μετρήσεις χρήσιμες στους αθλητές και τους προπονητές τους (5 μαθητές/τριες) και στ) εξασκήθηκαν στη δημιουργία ηλεκτρονικών κυκλωμάτων (5 μαθητές/τριες). Στην ανοικτή ερώτηση τι τους άρεσε περισσότερο από το project, 2 μαθήτριες αναφέρθηκαν στη συνεργασία (*«η συνεργασία για τη μελέτη και τη δημιουργία του», «το ευχάριστο κλίμα και η συνεργασία»*), ένας μαθητής στη συνεργασία αλλά και τη χρησιμότητα του project (*«μου άρεσε που συνεργάστηκα με τους συμμαθητές μου για να φτιάξω ένα project χρήσιμο για την πόλη μου»*), 2 μαθητές στην κατασκευή του κυκλώματος (*«το στήσιμο του κυκλώματος»*), ένας μαθητής στην εξάσκηση στο πλαίσιο της επίλυσης ενός πρακτικού προβλήματος (*«η δυνατότητα να εξασκήσω τις ικανότητες μου σε πρακτικό περιβάλλον»*) και ένας άλλος έδωσε αόριστη απάντηση. Σχετικά με το τι τους άρεσε λιγότερο, 4 μαθητές/τριες απάντησαν ότι δεν υπήρξε κάτι (π.χ. *«τίποτα, όλα υπήρξαν πολύ ενδιαφέροντα»*), ένα αγόρι αναφέρθηκε σε δυσκολίες με τους αισθητήρες (*«συναντήσαμε αρκετές δυσκολίες με τους διάφορους αισθητήρες»*), ένα άλλο σε βλάβες που προέκυψαν, ενώ μια μαθήτρια σε κάποια προβλήματα στη συνεργασία, που όμως γρήγορα ξεπεράστηκαν. Ως προς το αν συνάντησαν δυσκολίες, ένα αγόρι και ένα κορίτσι απάντησαν αρνητικά, ενώ οι υπόλοιποι 5 καταφατικά αναφέροντας δυσκολίες με τα καλώδια (*«χαλασμένες συνδέσεις καλωδίων»*) (2 μαθητές/τριες), με τους αισθητήρες (*«μερικοί αισθητήρες δεν δούλευαν αρχικά και είχαμε αρκετή αστάθεια στις τιμές που έδιναν»*) (ένας μαθητής), με το ανέβασμα στο ESP32 (μία μαθήτρια) και με τις βλάβες που ανέκυψαν (ένας μαθητής). Όπως διευκρίνισε ένα από τα αγόρια που απάντησαν καταφατικά και το οποίο δεν είχε προηγούμενη εμπειρία στη ρομποτική, *«χρησιμοποίησα τη συνεργασία για να αντιμετωπίσω την έλλειψη γνώσεων μου όσον αφορά τη ρομποτική»*.

Συζήτηση και συμπεράσματα

Σε μια προσπάθεια οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες ρομποτικής να συνδεθούν με τον κόσμο του αθλητισμού, στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε ένα σχέδιο εργασίας (project) ρομποτικής που ενέπλεξε τους μαθητές/τριες στην επίλυση ένα αυθεντικού προβλήματος από τον χώρο του αθλητισμού και ειδικότερα του στίβου, ενός αθλήματος πέραν του ποδοσφαίρου και της καλαθοσφαίρισης, τα οποία έχουν ήδη αποτελέσει το πλαίσιο τέτοιων δραστηριοτήτων καταγεγραμμένων στην ερευνητική βιβλιογραφία. Όπως προκύπτει από τη μικρή έρευνα αποτίμησης των εμπειριών των μαθητών που συμμετείχαν, το project τους άρεσε, χάρηκαν τη μεταξύ τους συνεργασία και εκτίμησαν την αξία της, ενώ αισθάνθηκαν ικανοποίηση διότι έδωσαν λύση σε ένα πραγματικό πρόβλημα βοηθώντας με το σύστημα που κατασκεύασαν όσους ασχολούνται με τους δρόμους ταχύτητας και τους προπονητές τους. Το αίσθημα ικανοποίησης των μαθητών από δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής επισημαίνεται και σε άλλες μελέτες (π.χ. Ahmadaliev et al., 2022; Yilmaz-Ince & Koc, 2021), ενώ εξάλλου η καλλιέργεια της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών έχει αναφερθεί ως ένα από τα πλεονεκτήματα της βασισμένης σε project μάθησης (Suryati-Ibrahim & Mat-Rashid, 2022). Οι μαθητές θεώρησαν ότι η συμμετοχή τους στο project τους βοήθησε να αποκτήσουν προγραμματιστικές δεξιότητες ή να βελτιώσουν όσες ήδη είχαν, εύρημα που επίσης υποστηρίζει ανάλογα ευρήματα άλλων ερευνητών (Major et al., 2021; Martín-Ramos et al., 2017).

Η παρούσα εργασία περιορίστηκε σε μια παρουσίαση και πρώτη αξιολόγηση του project και δεν αποσκοπούσε στη συστηματική διερεύνηση της επίδρασής του στους μαθητές. Η έρευνα, η οποία έγινε με τη λήξη του project, στόχευε απλώς σε μια αποτίμηση των εμπειριών των συμμετεχόντων και, καθώς συνέπιπτε με την έναρξη της περιόδου των σχολικών

εξετάσεων, το δείγμα της ήταν μικρό. Επομένως, δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, η οποία άλλωστε θα απαιτούσε την εφαρμογή αυστηρότερης μεθοδολογίας. Από το μικρό αυτό δείγμα φαίνεται ότι ο Όμιλος Ρομποτικής προσέλκυσε κυρίως μαθητές οι οποίοι είχαν ήδη επαφή με τον προγραμματισμό ή/και τη ρομποτική και, σε μικρότερο βαθμό, όσους ασχολούνταν με αθλητικές δραστηριότητες. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι όταν οι μαθητές επέλεγαν σε ποιο όμιλο θα συμμετάσχουν, δεν τους είχε διευκρινιστεί επαρκώς ότι το project ρομποτικής σχετιζόταν με τον αθλητισμό.

Χρειάζεται, επομένως, να σχεδιαστεί στο μέλλον μια παρέμβαση μεγαλύτερης κλίμακας η οποία να ξεπερνά τους παραπάνω περιορισμούς. Συγκεκριμένα, ακολουθώντας προσέγγιση ανάλογη με εκείνη των Marshall et al. (2021) και Loya et al. (2023), θα μπορούσαν αρχικά να καταγραφούν τα αθλήματα με τα οποία ασχολούνται οι μαθητές και να χωριστούν σε ομάδες ανάλογα με το άθλημα που τους ενδιαφέρει. Κατόπιν, οι μαθητές κάθε ομάδας συζητούν μεταξύ τους και με τους εκπαιδευτικούς πληροφορικής και φυσικής αγωγής του σχολείου ή και με τους προπονητές τους σε αθλητικούς συλλόγους, προκειμένου να επιλέξουν ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν κατά την προπόνησή τους στο συγκεκριμένο άθλημα, με την επίλυση του οποίου θα ήθελαν να ασχοληθούν. Προκύπτουν αντίστοιχα θέματα project ρομποτικής, πάνω στα οποία οι ομάδες εργάζονται, παράλληλα, κατά τη διάρκειά ενός ή περισσότερων σχολικών ετών. Κατάλληλες αθλητικές δραστηριότητες στο μάθημα της φυσικής αγωγής θα μπορούσαν επίσης να οργανωθούν ώστε οι μαθητές να δοκιμάζουν στο πεδίο τα συστήματα που κατασκευάζουν. Σε ένα τέτοιο σενάριο, θα είχε ενδιαφέρον να διερευνηθούν οι επιδράσεις της παρέμβασης: α) στις προγραμματιστικές δεξιότητες των μαθητών, στην υπολογιστική τους σκέψη, στο ενδιαφέρον και στις στάσεις τους ως προς τον προγραμματισμό, τα ηλεκτρονικά και την πληροφορική, καθώς και στην πρόθεσή τους να ακολουθήσουν στο μέλλον ανάλογες σπουδές, β) στο ενδιαφέρον και στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην άθληση, καθώς και στις αθλητικές τους επιδόσεις και γ) στις οριζόντιες δεξιότητες των μαθητών (π.χ. ικανότητα συνεργασίας). Επιπρόσθετα, θα μπορούσε να εξεταστεί ο ρόλος ατομικών χαρακτηριστικών (π.χ. προηγούμενη εμπειρία σε ρομποτική/προγραμματισμό, προηγούμενη εμπειρία στην άθληση) στις επιδράσεις αυτές.

Τέλος, αξίζει να αναφερθούν δύο ζητήματα. Πρώτον, στο μικρό δείγμα της παρούσας έρευνας διαφάνηκε ανομοιογένεια ως προς την προηγούμενη εμπειρία στη ρομποτική ή/και τον προγραμματισμό (η πλειοψηφία των μαθητών είχε προηγούμενη εμπειρία και στα δύο, ενώ αντίθετα υπήρχε μαθητής χωρίς καμία προηγούμενη εμπειρία). Στο προτεινόμενο σενάριο της προηγούμενης παραγράφου, ενδέχεται οι μαθητές χωρίς προηγούμενη εμπειρία να είναι πολλοί περισσότεροι. Η ανομοιογένεια ως προς την προηγούμενη εμπειρία στα προγράμματα ρομποτικής έχει επισημανθεί και από τους Martín – Ramos et al. (2017). Ένας πιθανός τρόπος αντιμετώπισής της, ο οποίος, σε κάποιο βαθμό, ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία, είναι οι εμπειρότεροι μαθητές να αναλαμβάνουν ορισμένα καθήκοντα που θα διευκολύνουν την υπόλοιπη ομάδα (π.χ. να βοηθήσουν τους συμμαθητές τους να κάνουν αρχικές δοκιμές των αισθητήρων και των καλωδίων ώστε να προληφθούν πιθανά προβλήματα με το υλικό αυτό και να εξοικονομηθεί χρόνος). Δεύτερον, στο δείγμα της έρευνας τα κορίτσια είχαν χαμηλή εκπροσώπηση, όπως και σε άλλες σχετικές έρευνες. Για παράδειγμα στο δείγμα των Yilmaz-Ince & Koc (2021), 6 από τα 24 άτομα ήταν κορίτσια, ενώ σε εκείνο των Marshall et al. (2021), ήταν μόνο 5 στα 43. Το σενάριο της προηγούμενης παραγράφου θα μπορούσε ίσως να συμβάλει στην αύξηση της συμμετοχής των κοριτσιών συμπεριλαμβάνοντας αθλήματα και κινητικές δραστηριότητες που είναι δημοφιλή στα κορίτσια, όπως η ρυθμική ή η ενόργανη γυμναστική και ο χορός. Η προσέλκυση περισσότερων κοριτσιών σε προγράμματα ρομποτικής και STEM είναι ένα στοίχημα που πρέπει να κερδηθεί δεδομένου ότι τα προγράμματα αυτά μπορούν να αναδείξουν την

επινοητικότητα των κοριτσιών και να κεντρίσουν το ενδιαφέρον τους να ακολουθήσουν καριέρες STEM στο μέλλον (Herger & Bodarky, 2015; Marín-Marín et al., 2024).

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ahmadaliev, D., Saleh-Metwally, A.H., Fahmy-Yousef, A.M., & Shuxratov, D. (2022). The effects of educational robotics on STEM students' engagement and reflective thinking. In *Proceedings of 2022 IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 1-7). https://doi.org/10.1109/FIE56618.2022.9962498

Atman-Uslu, N., Yavuz, G.O., & Koçak-Usluel, Y. (2022). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, *31*(9), 5874–5898. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890

Drazan, J.F., Danielsen, H., Vercelletto, M., Loya, A., Davis, J., & Eglash, R. (2016). A case study for integrated STEM outreach in an urban setting using a do-it-yourself vertical jump measurement platform. In *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 3027-3030). https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591367

Fidai, A., Kwon, H., Buettner, G., Capraro, R.M., Capraro, M.M., Jarvis, C. et al. (2019). Internet of Things (IoT) instructional devices in STEM classrooms: Past, present and future directions. In *Proceedings of 2019 IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 1-9). https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028679

Herger, L.M., & Bodarky, M. (2015). Engaging students with open-source technologies and Arduino. In *Proceedings of 2015 IEEE Integrated STEM Education Conference* (pp. 27-32). https://doi.org/10.1109/ISECon.2015.7119938.

Kondaveeti, H.K., Kumaravelu, N.K., Vanambathina, S.D., Mathe, S.E., & Vappangi, S. (2021). A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations. *Computer Science Review*, *40*, 100364, https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100364

Loya, A.K., Smith, P.E., Chan, D.D., Corr, D.T., & Drazan, J.F. (2023). Can biomechanics turn youth sports into a venue for informal STEM engagement?. *Journal of Biomechanics*, *148*, 111476. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2023.111476

Major, S., Hubalovska, M., & Waclawek, M. (2021). Using the Raspberry Pi microcomputers in STEM education in technically oriented high schools. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, *26*(1-2), 73-88. https://doi.org/10.2478/cdem-2021-0006

Marín-Marín, J.A., García-Tudela, P.A., & Duo-Terrón, P. (2024). Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education. *Heliyon*, *10*(8), e29177. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177

Marshall, B., Loya, A., Drazan, J., Prato, A., Conley, N., Thomopoulos, S. et al. (2021). Developing a STEM+M identity in underrepresented minority youth through biomechanics and sports-based education. *Journal of Biomechanical Engineering*, *143*(4), 041009. https://doi.org/10.1115/1.4047548

Martín-Ramos, P., Lopes, M.J., Lima-da Silva, M.M., Gomes, P.E., Pereira-da Silva, P.S., Domingues, J.P. et al. (2017). First exposure to Arduino through peer-coaching: Impact on students' attitudes towards programming. *Computers in Human Behavior*, *76*, 51-58. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.007

Miller, D.P., & Nourbakhsh, I. (2016). Robotics for education. In B. Siciliano & O. Khatib (eds.), *Springer Handbook of Robotics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_79

Suryati-Ibrahim, D., & Mat-Rashid, A. (2022). Effect of project-based learning towards collaboration among students in the design and technology subject. *World Journal of Education*, *12*(3). https://doi.org/10.5430/wje.v12n3p1

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach.* Carnegie Mellon University.

Wallace, A., Quiterio, A., Kumar, V., & Worsley, M. (2023). How youth connect sports with technology. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE),* vol. 2. https://doi.org/10.1145/3545947.3576296

Yilmaz-Ince, E., & Koc, M. (2021). The consequences of robotics programming education on computational thinking skills: An intervention of the Young Engineer's Workshop (YEW). *Computer Applications in Engineering Education*, *29*, 191-208. https://doi.org/10.1002/cae.22321