ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Από το Παραδοσιακό Εργαστήριο στους Μικροελεγκτές: Καινοτόμες Προσεγγίσεις για Μετρήσεις Θερμοκρασίας

Άννα Κουμαρά, Μιχάλης Μπακάλογλου, Χαρίτων Πολάτογλου

doi: 10.12681/codiste.7708

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 06/12/2025 09:28:31

Από το Παραδοσιακό Εργαστήριο στους Μικροελεγκτές: Καινοτόμες Προσεγγίσεις για Μετρήσεις Θερμοκρασίας

Άννα Κουμαρά[1], Μιχάλης Μπακάλογλου[2], Χαρίτων Μ. Πολάτογλου[3]
[1]Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[2]Υπεύθυνος Θεσσαλονίκης, STEM Education Hellas
[3]Ομότιμος Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[1]akouma@auth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία περιγράφει μια σειρά διαδραστικών εργαστηρίων για μαθητές γυμνασίου που εφαρμόστηκε σε κέντρο STEM. Το θέμα αφορούσε στη μέτρηση της θερμοκρασίας, ξεκινώντας από την παραδοσιακή μέτρηση με θερμόμετρο οινοπνεύματος, μεταβαίνοντας στη μέτρηση μέσω μικροελεγκτή και στο τέλος δημιουργώντας ένα έξυπνο σύστημα ψύξης. Οι μαθητές ανταποκρίθηκαν στις απαιτήσεις των εργαστηρίων με επιτυχία, οι γνώσεις τους στην έννοια της θερμοκρασίας βελτιώθηκαν και μέχρι το τέλος όλοι κατάφεραν να επεξεργαστούν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Η διστακτικότητα που εμφανίστηκε στους μαθητές κατά τη χρήση σύνθετων ηλεκτρονικών, ξεπεράστηκε με την κατάλληλη καθοδήγηση.

Λέξεις κλειδιά: μέτρηση θερμοκρασίας, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εργαστήριο

From the Traditional Laboratory to Microcontrollers: Innovative Approaches to Temperature Measurements

Anna Koumara[1], Mihalis Bakaloglou[2], Hariton M. Polatoglou[3]
[1]Post-doctoral Researcher, Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki
[2]STEM Coordinator in Thessaloniki, STEM Education Hellas
[3]Emeritus Professor, Aristotle University of Thessaloniki
[1]akouma@auth.gr

Abstract

The present work is about a series of interactive workshops designed for middle school students and implemented at a STEM center. The focus was on temperature measurement, starting with traditional methods using alcohol thermometer, to measurements with a microcontroller, and in the building of a smart cooling system. Students successfully met the workshops' objectives, demonstrating an improved understanding of the concept of temperature. By the end of the program, all participants were able to process the collected data and draw conclusions. Initial hesitation observed among students when working with complex electronics was overcome through teachers' intervention.

Keywords: temperature measurement, secondary education, laboratory

Εισαγωγή

Η κλίμακα θερμοκρασίας και η μέτρησή της είναι από τις πρώτες εργαστηριακές ασκήσεις των μαθητών στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Καλκάνης, κ.ά., 2013). Εξάλλου, η θερμοκρασία είναι μια έννοια με την οποία οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι από την καθημερινότητά τους και η επιτυχής μέτρησή της είναι απαραίτητη για τη ζωή του σύγχρονου

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7708

πολίτη. Η αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι από τα πρωταρχικά συστήματα σε ένα έξυπνο σπίτι, και περιλαμβάνει αυτοματισμούς που οι μαθητές/τριες είναι ικανοί να δημιουργήσουν (π.χ. Prasitpong et al., 2022˙ https://shorturl.at/amONh). Η παρούσα εργασία περιγράφει μια σειρά εργαστηρίων για μαθητές/τριες Γυμνασίου όπου σταδιακά μεταβαίνουν από τη μέτρηση της θερμοκρασίας με παραδοσιακά εργαστηριακά θερμόμετρα στη μέτρηση με χρήση μικροελεγκτών και τη δημιουργία αυτοματισμών και μετάδοση δεδομένων, δημιουργώντας συστήματα Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things, IOT).

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Οι μικροελεγκτές περιλαμβάνουν συστήματα που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον μέσω αισθητήρων στην είσοδο και ενεργοποιητών στην έξοδο. Οι πιο γνωστοί μικροελεγκτές είναι το BBC micro:bit και το Arduino, που τα τελευταία χρόνια έχουν εισαχθεί στην εκπαίδευση (π.χ. Chatzopoulos et al., 2022˙ Teiermayer, 2019˙ Wahyuni et al., 2021), μάλιστα από το σχολικό έτος 2024-25 όλα τα σχολεία έχουν εξοπλιστεί με ανάλογα σετ (https://shorturl.at/MCnvn).

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things, IoT) είναι ένα σύστημα διασυνδεδεμένων συσκευών που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, ανταλλάσσοντας πληροφορίες. Το σύστημα αυτό μπορεί να περιλαμβάνει αισθητήρες, κάμερες, ρομποτικές διατάξεις και συσκευές χρηστών και μπορεί να είναι είτε τοπικό είτε παγκόσμιο (https://shorturl.at/YnyoX). Τα τελευταία χρόνια εφαρμογές IoT έχουν εμφανιστεί στη διδασκαλία της Φυσικής και της Τεχνολογίας, είτε ως άρθρα (π.χ. Castaño et al., 2024˙ Nieh & Tsen, 2023), είτε ως σχέδια μαθήματος (π.χ. https://shorturl.at/Fi6ys). Επιπλέον, κυκλοφορούν εξειδικευμένα σετ σε ιδιαίτερα οικονομικές τιμές (π.χ. https://shorturl.at/k7MbD).

Μεθοδολογία

Η σειρά εργαστηρίων δημιουργήθηκε σε εκπαιδευτικό οργανισμό STEM, αρχικά ως μια δραστηριότητα 90 λεπτών για εκπαιδευτική επίσκεψη, και επεκτάθηκε τα τελευταία δύο καλοκαίρια (2023, 2024) για το καλοκαιρινό πρόγραμμα του Γυμνασίου. Στη μορφή που παρουσιάζεται εντάχθηκε στο πρόγραμμα σπουδών του Οργανισμού για μαθητές Γυμνασίου τη σχολική χρονιά 2024-25 και έχει διάρκεια τριών εργαστηρίων 90 λεπτών έκαστο, και παρακολούθησαν 8 μαθητές. Τα αποτελέσματα εστιάζουν σε αυτούς.

Οι δραστηριότητες της σειράς εργαστηρίων είναι οι εξής:

1. Μέτρηση θερμοκρασίας πάγου με θερμόμετρο οινοπνεύματος, παρακολούθηση και καταγραφή της θερμοκρασίας ενώ το νερό ζεσταίνεται
2. Εισαγωγή στους μικροελεγκτές: μέτρηση θερμοκρασίας αέρα με τον ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας στο BBC micro:bit, παρακολούθηση ζωντανής καταγραφής δεδομένων, αποθήκευση δεδομένων και μελέτη γραφικής παράστασης
3. Χρήση ηλεκτρονικών στοιχείων: μέτρηση θερμοκρασίας με εξωτερικό αισθητήρα (DS18b20), σύνδεση BBC micro:bit με breadboard. Μέτρηση θερμοκρασίας πάγου καθώς ζεσταίνεται, παρακολούθηση ζωντανής καταγραφής δεδομένων, αποθήκευση δεδομένων και μελέτη γραφικής παράστασης.
4. Δημιουργία αυτοματισμού, με κινητήρα ως ενεργοποιητή και χρήση δομικών στοιχείων για κατασκευή ανεμιστήρα: όταν η θερμοκρασία αέρα ξεπερνάει μια καθορισμένη τιμή, ενεργοποιείται ο ανεμιστήρας.
5. Δημιουργία IOT συστήματος: μετάδοση δεδομένων θερμοκρασίας με Raspberry Pi.

Οι δραστηριότητες 1 και 2 εντάσσονται στο πρώτο εργαστήριο, οι 3 και 4 στο δεύτερο και η 5 στο τρίτο. Οι μαθητές/τριες καθοδηγούνται από τον/την εκπαιδευτικό και συμπληρώνουν

φύλλο εργασίας. Εργάζονται σε ομάδες των τριών ατόμων και η διαδικασία είναι διερευνητική 2ου επιπέδου στην αρχή και γίνεται 3ου επιπέδου στο τέλος. Οι μαθητές/τριες είναι ελεύθεροι να σχεδιάσουν τον ανεμιστήρα, καθώς τους δίνονται μόνο τα διαθέσιμα υλικά χωρίς οδηγίες.

Σκοπός των δραστηριοτήτων είναι η εξοικείωση των μαθητών/τριών με τη χρήση της τεχνολογίας με ταυτόχρονη κατανόηση εννοιών των φυσικών επιστημών, εμπλεκόμενοι σε δραστηριότητες STEM. Στόχοι των δραστηριοτήτων είναι οι μαθητές/τριες να ορίζουν και να μετράνε αποτελεσματικά τη θερμοκρασία, να χειρίζονται τα τεχνολογικά μέσα και να δημιουργούν απλούς αυτοματισμούς. Επιπλέον, στοχεύουν να ενθαρρύνουν τους μαθητές να διεξάγουν μετρήσεις, να δημιουργούν διαγράμματα από τα δεδομένα και να εξάγουν συμπεράσματα από αυτά.

Τα ερευνητικά ερωτήματα αφορούν στο αν οι μαθητές/τριες είναι ικανοί να διεξάγουν μετρήσεις, να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν δεδομένα, ορίζοντας σωστά τη θερμοκρασία χωρίς να τη συγχέουν με τη θερμότητα.

Η σειρά εργαστηρίων σχετίζεται με τα νέα αναλυτικά προγράμματα της Φυσικής Α΄ Γυμνασίου και της Τεχνολογίας Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου, αλλά και την Πληροφορική Γυμνασίου στα τμήματα που αφορούν τον προγραμματισμό. Στο σχολείο θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε από τα τρία μαθήματα, στο Εργαστήριο Δεξιοτήτων είτε σε αντίστοιχο όμιλο απογευματινών δραστηριοτήτων. Να τονιστεί ότι οι αρχές λειτουργίες των μικροελεγκτών δεν αποτελούν αντικείμενο διδασκαλίας σε αυτό το επίπεδο, παρά οι μαθητές/τριες εξασκούνται στην αποτελεσματική χρήση τους.

Αποτελέσματα

Οκτώ μαθητές/τριες, με εμπειρία σε παρόμοιες δραστηριότητες, συμμετείχαν στο πρόγραμμα των τριών εργαστηρίων ως τμήμα του ετήσιου STEM προγράμματος που παρακολουθούν. Εργάστηκαν σε σταθερά ζευγάρια, και παρά την αρχική υποτίμηση της μέτρησης της θερμοκρασίας με παραδοσιακό θερμόμετρο, δεν κατάφεραν εξαρχής να επιτύχουν σωστές μετρήσεις. Η συζήτηση αποκάλυψε επιπλέον σύγχυση μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας, η οποία διευκρινίστηκε και στο τέλος ξεπεράστηκε.

Όλοι οι μαθητές/τριες είχαν προηγούμενη εμπειρία με τον μικροελεγκτή micro:bit και προγραμμάτισαν εύκολα την εμφάνιση της θερμοκρασίας στην LED οθόνη. Κατανόησαν τη δημιουργία διαγραμμάτων σε πραγματικό χρόνο, αλλά αντιμετώπισαν δυσκολίες στην ανάλυση δεδομένων, με τους μισούς να χρησιμοποιούν υπολογιστικά φύλλα για πρώτη φορά.

Η σύνθετη σύνδεση στο breadboard ήταν νέα για όλους εκτός από έναν. Παρά το αρχικό άγχος για την ορθή τοποθέτηση των καλωδίων, με καθοδήγηση ολοκλήρωσαν τις συνδέσεις μόνοι τους, ενθουσιασμένοι από το αποτέλεσμα. Όλοι οι μαθητές/τριες κατόρθωσαν να κάνουν επιτυχείς μετρήσεις και να επεξεργαστούν στατιστικά τα αποτελέσματα.

Η κατασκευή ανεμιστήρων με τουβλάκια LEGO technic αποτέλεσε πρόκληση που ξεπέρασαν με ευκολία λόγω προηγούμενης εμπειρίας. Δημιούργησαν μόνοι τους τέσσερις λειτουργικούς ανεμιστήρες με διαφορετικούς τρόπους, γεγονός που σχολιάστηκε θετικά, δείχνοντας δημιουργικότητα. Σε περίπτωση που κάποια ομάδα αντιμετώπιζε δυσκολία κατασκευής ενός ανεμιστήρα, είχαμε έτοιμες καθοδηγητικές σημειώσεις.

Τέλος, οι μισοί μαθητές/τριες γνώρισαν για πρώτη φορά τα IoT συστήματα, με θετικές εντυπώσεις. Ακολούθησαν οδηγίες με σκοπό τη δημιουργία ενός συστήματος ψύξης. Η δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε στην ολομέλεια της τάξης, με μία συσκευή Raspberry Pi.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω, διαπιστώνεται ότι οι μαθητές/τριες ενεργοποιήθηκαν και εκτέλεσαν τις δραστηριότητες με ενδιαφέρον και αφοσίωση. Η σταδιακή κλιμάκωση της δυσκολίας δεν προκάλεσε άγχος, επιτρέποντάς τους να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις απαιτήσεις. Η

κατασκευή του ανεμιστήρα ενίσχυσε τη δημιουργικότητά τους, ενώ η ενασχόληση με αυτοματισμούς και έξυπνα συστήματα προώθησε τον επιστημονικό γραμματισμό.

Η θετική ανταπόκριση των μαθητών/τριών, σε συνδυασμό με τη διαθεσιμότητα των σετ ρομποτικής που έχουν παραδοθεί στα σχολεία, υποδηλώνει ότι παρόμοιες δραστηριότητες, όπως αυτές που περιγράφονται στην παρούσα εργασία, θα αποτελέσουν σημαντικό μέρος των μελλοντικών διερευνητικών διαδικασιών στη σχολική εκπαίδευση.

Βιβλιογραφία

Καλκάνης, Γ. Γκικοπούλου, Ο. Καπότης, Ε. Γουσόπουλος, Δ. Δημητριάδης, Π. Παπατσίμπα, Λ. Μιτζήθρας, Κ. Καπόγιαννης, Α. Σωτηρόπουλος, Δ. Πολίτης Σ. (2013). Η Φυσική με πειράματα, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, σελ. 19-22. ISBN 978-960-06-4416-6

Castaño, F. A., López, E. Jaramillo, J. A., Navarro V., & Osorio, J. (2024). Deploying an IoT-based remote physics lab platform to enhance experimental physics education in remote regions, *Physics Education, 59*(6), 065017. https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad7a47

Chatzopoulos, A., Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Papoutsidakis, M. (2022). A novel, modular robot for educational robotics developed using action research evaluated on technology acceptance model. *Education Sciences, 12*(4), 274. https://doi.org/10.3390/educsci12040274

Nieh, H. M. & Chen, H. Y. (2023). An Arduino-based experimental set up for teaching light color mixing, light intensity detection, and ambient temperature sensing, *The Physics Teacher, 61*(2), 133-137. https://doi.org/10.1119/5.0066060

Prasitpong, S., Phayphung, W., & Rakkapao, S., (2022). Investigate the physics of instant noodles in a hot cup using Arduino temperature sensors. *Physics Education, 58*(2), 025005. https://doi.org/10.1088/1361-6552/aca863

Teiermayer, A. (2019) Improving students' skills in physics and computer science using BBC Micro:bit, *Physics Education, 54*(6), 065021 https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab4561

Wahyuni A., Pratiwi, N., Farhan A., Mahzum, E., & Herliana, F. (2021). The application of BBC micro:bit for automatic door controller, *AIP Conference Proceedings 2320*(1), 050012. https://doi.org/10.1063/5.0037633