ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Digital STEM Labs: STEM δραστηριότητες σε ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης

Ελένη Μποτζάκη, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Νικόλαος Καπελώνης, Μαρία Κενδριστάκη, Αθανασία Κοκολάκη, Δημήτρης Σταύρου

doi: 10.12681/codiste.6957

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 09/12/2025 01:28:26

DIGITAL STEM LABS: STEM ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΣΕ ΨΗΦΙΑΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ

Ελένη Μποτζάκη[1], Αιμιλία Μιχαηλίδη[2], Νικόλαος Καπελώνης[3], Μαρία Κενδριστάκη[4], Αθανασία Κοκολάκη[5], Δημήτρης Σταύρου[6]

[1]Υποψ. Διδακτόρισσα ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης - ΚΕΜΕ, [2]Επίκουρη καθηγήτρια ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης – ΚΕΜΕ, [3]Υποψ.Διδάκτορας ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης - ΚΕΜΕ, [4]Εκπαιδευτικός Α/θμιας, [5]Μεταδιδακτορική ερευνήτρια ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης - ΚΕΜΕ , [6]Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης - ΚΕΜΕ

e.botzaki@edc.uoc.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ευρωπαϊκό ERASMUS+ πρόγραμμα DIGITAL STEM LABS αποτελεί μια σύμπραξη τριών Πανεπιστημίων (Τουρκία, Ελλάδα, Ισπανία) και τριών σχολείων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Τουρκία, Ελλάδα, Λιθουανία) με στόχο την ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων για STEM διδασκαλία και την εκπαίδευση εκπαιδευτικών για την αποτελεσματική αξιοποίησή τους. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει αποτελέσματα από την επισκόπηση καλών STEM πρακτικών που εφαρμόζονται στην Ελλάδα, καθώς και ψηφιακές STEM διδακτικές ενότητες που έχουν σχεδιαστεί από τα πανεπιστήμια σε συνεργασία με τους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς του προγράμματος. Ακόμη, παρουσιάζονται στοιχεία του οδηγού μεθοδολογίας και βασικές αρχές που χρησιμοποιήθηκαν στην ψηφιοποίηση και την διάθεση του διδακτικού υλικού σε ανοιχτή πλατφόρμα.

Λέξεις κλειδιά: STEM Εκπαίδευση, Ψηφιακά Περιβάλλοντα Μάθησης, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών

DIGITAL STEM LABS: STEM ACTIVITIES IN DIGITAL LEARNING ENVIRONMENTS

Eleni Botzaki[1], Emily Michailidi[2], Nikolaos Kapelonis[3], Maria Kendristaki[4], Athanasia Kokolaki[5], Dimitris Stavrou[6]

[1]PhD candidate, University of Crete-UCRC, [2]Assistant Professor, University of Crete-UCRC,[3]PhD candidate, University of Crete-UCRC, [4]Primary education school teacher, [5]Post-doc researcher, University of Crete-UCRC, [6]Professor, University of Crete-UCRC

e.botzaki@edc.uoc.gr

ABSTRACT

The ERASMUS+ project DIGITAL STEM LABS is a partnership of three Universities (Turkey, Greece, Spain) and three secondary schools (Turkey, Greece, Lithuania), which aims to develop digital STEM learning environments and teacher training in utilizing them. This paper presents the results of the review on the good STEM practices applied in Greece and the digital STEM modules designed through the collaboration of the university institutions and the teachers, who participate in the program. In addition, aspects of the

methodological guide and the main principles of digitalization and organization of the teaching material in an open platform are presented.

Keywords: STEM Education, Digital Learning Environments, Teacher Education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την STEM εκπαίδευση, η οποία φαίνεται να ωφελεί τους/τις μαθητές/τριες όχι μόνο σε επίπεδο γνώσεων, αλλά και σε επίπεδο δεξιοτήτων και στάσεων. Συγκεκριμένα, η STEM εκπαίδευση υποστηρίζει και ενισχύει τη μάθηση επιστημονικού περιεχομένου μέσα από την συνεισφορά και την αλληλεπίδραση των επιμέρους επιστημονικών πεδίων (S-T-E-M). Συνεπώς, οι μαθητές/τριες πέρα από το γνωστικό περιεχόμενο από το κάθε πεδίο, αποκομίζουν και επίγνωση της μεταξύ τους διασύνδεσης (Martín- Páez et al., 2019). Ως προς το επίπεδο των δεξιοτήτων που καλλιεργούν, φαίνεται ότι εστιάζει στην υποστήριξη της καλλιέργειας τεχνολογικών δεξιοτήτων, δεξιοτήτων που σχετίζονται με επιστημονικές διαδικασίες και στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, καθώς και της δημιουργικότητας (Martín-Páez et al., 2019). Αναφορικά με την καλλιέργεια στάσεων των μαθητών/τριών, φαίνεται ότι συμβάλλει στην ενίσχυση του ενδιαφέροντός τους για εμπλοκή στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και των STEM πεδίων γενικότερα (Toma & Greca, 2018), ενισχύοντας παράλληλα το ενδιαφέρον τους να ακολουθήσουν STEM σταδιοδρομίες (Beier et al., 2019).

Παράλληλα, παρατηρείται μια τάση παροχής μαθημάτων εξ αποστάσεως ή/και μικτό πλαίσιο μάθησης, ώστε να καλύπτονται ανάγκες ευρύτερου κοινού, διευκολύνοντας σε ποικίλες περιπτώσεις την προσβασιμότητα σε αυτά (Margulieux et al., 2016). Ωστόσο, η παροχή εξ αποστάσεως STEM εκπαίδευσης, αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για τους/τις εκπαιδευτικούς, καθώς απαιτείται πρακτική (hands-on) αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών με το περιβάλλον μάθησης, προκειμένου να αναπτύξουν όχι μόνο επιστημονική γνώση, αλλά και δεξιότητες διερεύνησης (όπως διεξαγωγή πειραμάτων, συλλογή και ανάλυση δεδομένων). Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, προτείνεται η ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών σε μια STEM διδασκαλία για να διεξαχθεί εξ αποστάσεως. Μέσα από την έρευνα διαπιστώνεται ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες οδηγούν τους/τις μαθητές/τριες σε εξοικείωση με τις επιστημονικές διαδικασίες και σε βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου (Maeng et al., 2013). Κατά συνέπεια, με τη χρήση νέων τεχνολογιών και ψηφιακών εργαλείων καθίσταται δυνατή η μεταφορά μιας STEM διδασκαλίας σε ένα εξ αποστάσεως πλαίσιο εκπαίδευσης, ενσωματώνοντας αποτελεσματικά και στοιχεία της διεπιστημονικής διδακτικής προσέγγισης.

Ωστόσο, η μετάβαση στην ψηφιακή STEM εκπαίδευση απαιτεί συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη για τους/τις εκπαιδευτικούς. Οι εκπαιδευτικοί πέρα του ότι στερούνται γνώσεις σχετικά με το STEM περιεχόμενο και τις παιδαγωγικές STEM πρακτικές (Dong et al., 2020), δεν διαθέτουν ούτε τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για την εφαρμογή της STEM προσέγγισης σε ένα εξ αποστάσεως ή/και μικτό πλαίσιο. Συνεπώς, η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών θα πρέπει να εστιάζει πέρα από την εξοικείωση με την STEM προσέγγιση και στην αποτελεσματική αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών, ώστε να είναι ικανοί/ές να προσφέρουν διαδραστικές και συνεργατικές εμπειρίες μάθησης (Altawalbeh & Al-Ajlouni, 2022). Εν τούτοις, η έλλειψη εξειδικευμένων εκπαιδευτικών και προγραμμάτων επιμόρφωσης τους σε STEM προσεγγίσεις (Ejiwale 2013), καθώς και κατάλληλου ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού, βασισμένο στις αρχές της STEM εκπαίδευσης και της μάθησης μέσω διερεύνησης, αποτελεί βασική δυσκολία στην ενσωμάτωση της STEM προσέγγισης στα περιβάλλοντα τυπικής μάθησης.

Το ευρωπαϊκό ERASMUS+ πρόγραμμα DIGITAL STEM LABS (https://www.digitalstemlabs.com/) αποσκοπεί στο να απαντήσει σε αυτές τις προκλήσεις, αναπτύσσοντας ψηφιακά STEM περιβάλλοντα μάθησης και υποστηρίζοντας την εκπαίδευση εκπαιδευτικών στην αξιοποίηση αυτών των περιβαλλόντων στη διδασκαλία τους. Για την επίτευξη των παραπάνω, στο πλαίσιο του προγράμματος αναπτύσσονται α. STEM ψηφιακές ενότητες για μαθητές/τριες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και β. ένας οδηγός για να υποστηρίξει και να διευκολύνεις τους/τις εκπαιδευτικούς στον σχεδιασμό και την υλοποίηση STEM διδασκαλιών, ενώ παράλληλα υλοποιούνται επιμορφωτικές δράσεις σε εκπαιδευτικούς των STEM πεδίων από κάθε χώρα – εταίρο για ανταλλαγή καλών STEM πρακτικών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην κοινοπραξία του προγράμματος *DIGITAL STEM LABS* συμμετέχουν τρία πανεπιστήμια, το Πανεπιστήμιο Κρήτης (Ελλάδα), το Πανεπιστήμιο Pamukkale (Τουρκία) και το Πανεπιστήμιο Rey Juan Carlos (Ισπανία), καθώς και τρία σχολεία Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από Τουρκία, Ελλάδα και Λιθουανία. Η υλοποίηση του προγράμματος αποτελείται από τις ακόλουθες τέσσερις φάσεις.

Φάση Α: «Μελέτη εφαρμοσμένων STEM πρακτικών»

Σε αυτή τη φάση δόθηκε αρχικά ένα ερωτηματολόγιο σε κάθε εταίρο και πραγματοποιήθηκε μία μελέτη που αφορούσε τις STEM εκπαιδευτικές πολιτικές και πρακτικές που εφαρμόζονται σε κάθε χώρα – εταίρο του προγράμματος. Στόχος της μελέτης ήταν η χαρτογράφηση της STEM εκπαίδευσης στα τρία διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα που αναδεικνύονται μέσα από το πρόγραμμα, ώστε να εντοπιστούν οι ανάγκες εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών ως προς την STEM εκπαίδευση. Δεδομένα από αυτή την μελέτη θα αξιοποιηθούν στις επόμενες φάσεις και ιδιαίτερα στην «Φάση Γ» για την διαμόρφωση κατευθυντήριων γραμμών για την αξιοποίηση STEM πρακτικών σε σχολικό πλαίσιο.

Φάση Β: «Ανάπτυξη Διδακτικού Υλικού»

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη τριών STEM ενοτήτων από τους/τις εκπαιδευτικούς κάθε χώρας – εταίρου σε συνεργασία με τα αντίστοιχα πανεπιστήμια. Στόχος ήταν η διαμόρφωση τριών ενδεικτικών STEM ενοτήτων, οι οποίες να αξιοποιούν πρακτικές και τεχνολογικά μέσα, απαντώντας στις απαιτήσεις τις STEM προσέγγισης. Οι θεματικές που επιλέχθηκαν για κάθε STEM ενότητα προσανατολίστηκαν κυρίως στην αντιμετώπιση ζητημάτων του καθημερινού κόσμου.

Φάση Γ: «Μεθοδολογικός οδηγός για τη διδασκαλία των "Digital STEM labs"»

Μετά τη ανάπτυξη των STEM ενοτήτων ακολουθεί σε αυτή τη φάση, η διαμόρφωση ενός οδηγού μεθοδολογίας για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών, ο οποίος περιλαμβάνει κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας STEM διδασκαλίας σε περιβάλλοντα τυπικής μάθησης. Σε συνδυασμό με τον οδηγό αναπτύχθηκε και μια εργαλειοθήκη με υποστηρικτικό υλικό (π.χ. πόρους, εργαλεία) για τους/τις εκπαιδευτικούς.

Φάση Δ: «Ψηφιακό STEM Διδακτικό Υλικό»

Η τελευταία φάση του προγράμματος επικεντρώνεται στην ψηφιοποίηση διδακτικού υλικού για αξιοποίηση σε τις διδασκαλίες STEM. Πιο συγκεκριμένα, το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε από τους εταίρους του προγράμματος απέκτησε ψηφιακή μορφή και διατέθηκε σε ανοιχτή ψηφιακή πλατφόρμα, σύμφωνα με τις αρχές της ψηφιοποίησης και της Μικτής Μάθησης (Margulieux et al., 2016). Συνεπώς, ο κύριος στόχος αυτής της φάσης ήταν η μετατροπή του STEM διδακτικού υλικού της Φάσης Β σε ψηφιακό, το οποίο να δύναται να αξιοποιηθεί πέρα από τις δια ζώσης διδασκαλίες και σε διδασκαλίες σε ένα πλαίσιο εξ αποστάσεως ή/και μικτής μάθησης.

Παράλληλα με τη διεξαγωγή των παραπάνω φάσεων, διεξήχθησαν διεθνείς επιμορφωτικές συναντήσεις εν ενεργεία εκπαιδευτικών από τους εταίρους της τριτοβάθμιας εκπαίδευση, με στόχο την ανταλλαγή καλών STEM πρακτικών. Στόχος των επιμορφώσεων ήταν η παρουσίαση ποικίλων STEM δραστηριοτήτων σε μη τυπικά και άτυπα περιβάλλοντα μάθησης, καθώς και η παρουσίαση της STEAM προσέγγισης, όπου εντάσσονται στο STEM στοιχεία από τον τομέας της τέχνης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το STEM στην Ελλάδα

Μέσα από τη μελέτη των πρακτικών που αξιοποιούνται στην STEM εκπαίδευση στην Ελλάδα, διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή της STEM προσέγγισης προς το παρόν περιορίζεται κυρίως σε περιβάλλοντα μη τυπικής μάθησης, όπως Κέντρα Επιστήμης και Τεχνολογίας και Μουσεία Επιστημών. Οι συγκεκριμένοι χώροι μη τυπικής μάθησης προσφέρουν ένα σύνολο STEM δραστηριοτήτων σε μαθητές/τριες, με στόχο την ενίσχυση της ενεργούς εμπλοκής τους και της συνεργασίας μεταξύ τους μέσα από διεξαγωγή πειραμάτων, κατασκευών και εκπαιδευτικών παιχνιδιών.

Σχετικά με τις προσπάθειες για ένταξη της STEM προσέγγισης στα περιβάλλοντα τυπικής μάθησης είναι ελάχιστες και συνήθως πραγματοποιούνται στο πλαίσιο ευρωπαϊκών προγραμμάτων, όπως το παρόν. Οι πιο κοντινές εκδοχές της STEM εκπαίδευσης στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, μπορεί να θεωρηθούν α. η «Μέθοδος project» και β. τα «Εργαστήρια δεξιοτήτων». Η «Μέθοδος project» εντάσσεται στο πλαίσιο της «βιωματικής/εμπειρικής μάθησης» και αποτελεί μια παιδαγωγική προσέγγιση «ανοικτού τύπου», η οποία επιτρέπει σε ομάδες μαθητών/τριών να ολοκληρώσουν μια εργασία που έχουν επιλέξει οι ίδιοι/ες ή να συνεργαστούν για να επιλύσουν ένα πρόβλημα της καθημερινής ζωής. Από την άλλη, τα «Εργαστήρια δεξιοτήτων» είναι ένα νέο διάταγμα που έχει εφαρμοστεί τα τελευταία χρόνια. Οι εκπαιδευτικοί καλούνται να σχεδιάσουν προγράμματα ανάπτυξης δεξιοτήτων με εστίαση σε τέσσερις (4) συγκεκριμένες θεματικές ενότητες: να ζεις καλύτερα, να φροντίζεις το περιβάλλον, να ενδιαφέρεσαι και να ενεργείς, και να δημιουργείς και να καινοτομείς. Ωστόσο, η αποτελεσματική ενσωμάτωση της STEM προσέγγισης στα περιβάλλοντα τυπικής μάθησης θα πρέπει να γίνει με πιο οργανωμένο και συστηματικό τρόπο.

Αναφορικά με την επαγγελματική ανάπτυξη και την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, φαίνεται να είναι σχετικά περιορισμένες, αφού δεν δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην συστηματική εξοικείωσή τους με την STEM προσέγγιση, παρά την ύπαρξη ορισμένων μεταπτυχιακών προγραμμάτων στην Ελλάδα. Τα συγκεκριμένα μεταπτυχιακά προγράμματα επικεντρώνουν στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στην STEM προσέγγιση, κυρίως μέσα από την υποστήριξη για ανάπτυξη υλικού και την εφαρμογή του σε πραγματικές τάξεις της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Παρόλα αυτά δεν δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην εφαρμογή STEM δραστηριοτήτων σε εξ αποστάσεως πλαίσιο. Διαπιστώνεται λοιπόν μια περιορισμένη διαθεσιμότητα επιμορφωτικών προγραμμάτων που να αφορούν στο πεδίο της STEM εκπαίδευσης, και ιδίως αυτών που στοχεύουν στην επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών.

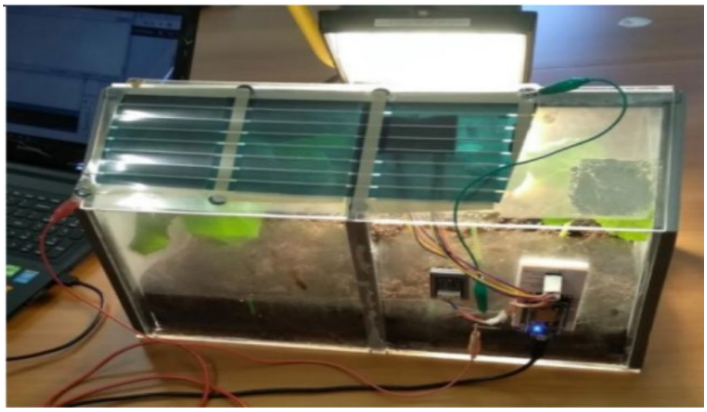
STEM διδακτικές ενότητες: «Έξυπνο Θερμοκήπιο»

Ως αποτέλεσμα όλων των παραπάνω προέκυψε η ανάπτυξη της ενότητας από την ελληνική ομάδα, που αφορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κατασκευή σχετικών τεχνουργημάτων. Μέσα από την ενότητα, οι μαθητές/τριες έρχονται αντιμέτωποι/ες με μια προβληματική κατάσταση από την καθημερινή ζωή. Επιπλέον, καλούνται να εμπλακούν σε μια διαδικασία με στοιχεία μάθησης μέσω διερεύνησης και μηχανικού

σχεδιασμού, καθώς και να αξιοποιήσουν τεχνολογικά μέσα για συλλογή δεδομένων που θα κληθούν αργότερα να αναλύσουν για να εξάγουν συμπεράσματα.

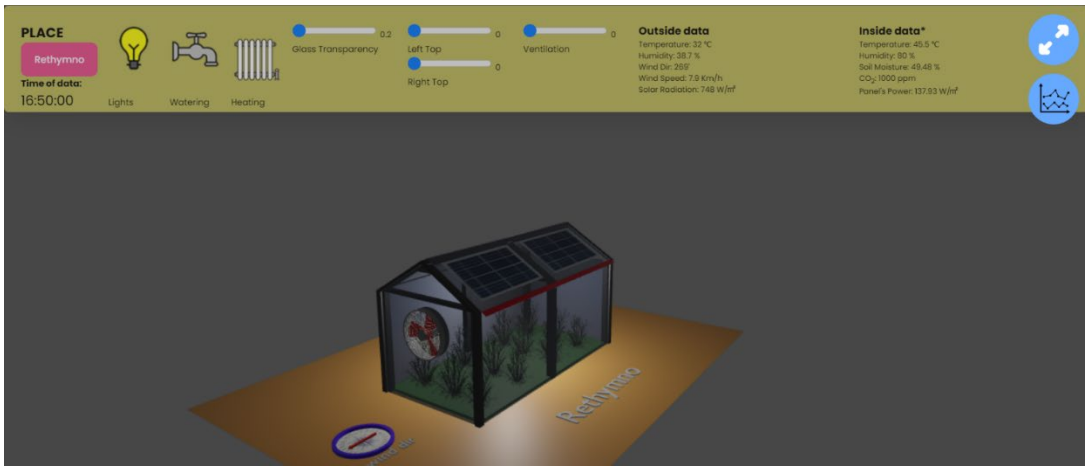
Αναλυτικότερα, η ενότητα που αναπτύχθηκε από την ελληνική ομάδα αποτελείται από δύο μέρη, α. «Μοντέλο θερμοκηπίου» (greenhouse model) και β. «Έξυπνο θερμοκήπιο» (smart greenhouse), των οποίων ο κύριος άξονας είναι η δομή, οι λειτουργικές αρχές και τα καινοτόμα στοιχεία των «έξυπνων θερμοκηπίων». Σε αυτή την ενότητα, οι μαθητές/τριες καλούνται να σχεδιάσουν, να αναπτύξουν και να αξιοποιήσουν το τεχνούργημα ενός «έξυπνου θερμοκηπίου», με στόχο την καλλιέργεια επιστημονικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων μηχανικού σχεδιασμού, την απόκτηση γνώσεων σχετικά με τη συγκεκριμένη θεματική και την συμμετοχή σε διεπιστημονικές πρακτικές. Πιο συγκεκριμένα, τίθεται ένα πρόβλημα της καθημερινής ζωής, όπως η βελτιστοποίηση της καλλιέργειας καλαμποκιού και η ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των θερμοκηπίων. Έπειτα, οι μαθητές/τριες αναζητούν λύσεις για τον σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού και σύγχρονου «έξυπνου θερμοκηπίου», με τη μελέτη σχετικών επιστημονικών φαινομένων και στη συνέχεια, εμπλέκονται σε έναν κύκλο μηχανικού σχεδιασμού για την πραγματική κατασκευή, τη δοκιμή και τη βελτίωση ενός μοντέλου θερμοκηπίου. Ακόμη, οι μαθητές/τριες σχεδιάζουν και ενσωματώνουν ποικίλα τεχνολογικά εργαλεία (π.χ. αισθητήρες, λογισμικά κ.ά.) στο θερμοκήπιο (βλ. Εικόνα 1), για να συλλέγουν και να μοιράζονται πειραματικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα οργανώνονται και παρουσιάζονται σε γραφήματα και αναλύονται, ώστε να συνεισφέρουν στην κατανόηση των φαινομένων και στον επανέλεγχο της σχετικής θεωρίας.

Εικόνα 1. Το «έξυπνο» θεμοκήπιο



Τέλος, το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος DIGITAL STEM LABS ψηφιοποιήθηκε για να μπορεί να αξιοποιηθεί σε εξ αποστάσεως, αλλά και μικτά περιβάλλοντα μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα που αναπτύχθηκε από την ελληνική ομάδα απέκτησε ψηφιακή μορφή, η οποία αποτελείται από α. μια προσομοίωση του «έξυπνου θερμοκηπίου» (βλ. Εικόνα 2), β. ένα συνοδευτικό e-book και γ. συνοδευτικά ψηφιακά φύλλα εργασίας. Σχετικά με την προσομοίωση που δημιουργήθηκε, παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να αλλάζει τις συνθήκες μέσα στο θερμοκηπίου, βάσει των εξωτερικών συνθηκών που επικρατούν την δεδομένη στιγμή. Ουσιαστικά, δίνει την ευκαιρία στους/στις μαθητές/τριες να επεξεργάζονται πραγματικά δεδομένα (real time data), που σχετίζονται με τις τοπικές συνθήκες, όπως υγρασία, θερμοκρασία κ.ά. (https://cdn.soft8soft.com/AROAJSY2GOEHMOFUVPIOE:2602640523/GreenHouse/).

Εικόνα 2. Το ψηφιοποιημένο «έξυπνο» θερμοκήπιο



Μεθοδολογικός οδηγός για τη διδασκαλία των "Digital STEM labs"

Ο μεθοδολογικός οδηγός που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος, σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει τις διδακτικές και μαθησιακές εμπειρίες κατά την εφαρμογή των ψηφιακών STEM ενοτήτων σε περιβάλλοντα τυπικής εκπαίδευσης. Ο μεθοδολογικός οδηγός σε συνδυασμό με την εργαλειοθήκη που αναπτύχθηκε, στοχεύει σε μια ολιστική προσέγγιση για την υποστήριξη της STEM εκπαίδευσης στα σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Πιο αναλυτικά, οι *κατευθυντήριες γραμμές* που περιλαμβάνονται στον *μεθοδολογικό οδηγό* αναφέρονται σε α. μια πρόταση ενσωμάτωσης του πλαισίου του "DIGITAL STEM LABS" στο πρόγραμμα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, β. προτάσεις για την αποτελεσματική αξιοποίηση ψηφιακών στοιχείων στην STEM εκπαίδευση (π.χ. θεωρητικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις, κ.ά.) βάσει των τρεχουσών εξελίξεων και γ. μια ενότητα που αναφέρεται στις μεθόδους συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών, προκειμένου να δημιουργηθούν δίκτυα συνεργασίας και κοινών εμπειριών. Όσον αφορά την *εργαλειοθήκη* περιλαμβάνει κάποια υποδειγματικά σχέδια διδασκαλίας που διαμορφώθηκαν από την ανάπτυξη των STEM ενοτήτων στο πλαίσιο του προγράμματος, και διαθέτει πόρους για την υποστήριξη του σχεδιασμού και της υλοποίησης STEM διδασκαλιών υψηλής ποιότητας. Ακόμη, η εργαλειοθήκη περιλαμβάνει προτάσεις για ενσωμάτωση αθροιστικής και διαμορφωτικής αξιολόγησης των μαθητών/τριών με χρήση ποικίλων εργαλείων (π.χ. ρουμπρίκες, ημερολόγια αναστοχασμού, εννοιολογικοί χάρτες κ.ά.), προκειμένου να ενισχύσει το κομμάτι της αξιολόγησης σε τέτοιου τύπου διδασκαλίες που αξιολόγηση εστιάζει τόσο στις γνώσεις, όσο και στις δεξιότητες και στάσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ολοκλήρωση του προγράμματος διεξήχθησαν συμπεράσματα αναφορικά με τα χαρακτηριστικά των STEM ενοτήτων που αναπτύχθηκαν, στοχεύοντας στην καλλιέργεια STEM ικανοτήτων των μαθητών/τριών μέσα από επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου σε αυθεντικά πλαίσια. Για τον σχεδιασμό των ενοτήτων συνδυάστηκαν οι ακόλουθες προσεγγίσεις, α. μάθηση μέσω διερεύνησης, β. μάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων, γ. διασυνδεδεμένη STEM εκπαίδευση και δ. συνεργατική μάθηση. Ως εκ τούτου, περιγράφονται ενδεικτικοί τρόποι ψηφιοποίησης των STEM ενοτήτων, προκειμένου να υποστηρίζονται τα στοιχεία των παραπάνω προσεγγίσεων που αξιοποιούνται σε αυτές και παρέχονται ενδεικτικά παραδείγματα από την ψηφιοποίηση των STEM ενοτήτων. Δεδομένου όλων των παραπάνω, για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών, διαμορφώθηκαν κατευθυντήριες αρχές για την επαγγελματική ανάπτυξη και την εκπαίδευση εκπαιδευτικών, που αφορούν στην ανάπτυξη και τη διδασκαλία STEM ενοτήτων, βάσει των αναγκών που

αναδείχθηκαν και των απαιτήσεων που καλούνται να απαντήσουν, ώστε να ενσωματώσουν την STEM προσέγγιση στην διδασκαλία τους. Πιο συγκεκριμένα, στις κατευθυντήριες αρχές συμπεριλαμβάνονται προτάσεις αξιοποίησης συγκεκριμένων στρατηγικών και STEM πρακτικών, οι οποίες αναδεικνύονται μέσα από την ανάπτυξη και μελέτη του υλικού των εταίρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Altawalbeh, K., & Al-Ajlouni, A. (2022). The Impact of Distance Learning on Science Education during the Pandemic. International Journal of Technology in Education, 5(1), 43-66.https://doi.org/10.46328/ijte.195

Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3-23. https://doi.org/10.1002/tea.21465

Dong, Y., Wang, J., Yang, Y., & Kurup, P. M. (2020). Understanding intrinsic challenges to STEM instructional practices for Chinese teachers based on their beliefs and knowledge base. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-12. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00245-0

Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63-74. https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-8. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington, DC: National Academies Press. ISBN 978-0-309-29796-7

Kähkönen, AL., Laherto, A., Lindell, A., Tala, S. (2016). Interdisciplinary Nature of Nanoscience: Implications for Education. In: Winkelmann, K., Bhushan, B. (eds) Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education. Science Policy Reports. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_2

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Maeng, J.L., Mulvey, B.K., Smetana, L.K. et al. Preservice Teachers' TPACK: Using Technology to Support Inquiry Instruction. *J Sci Educ Technol* 22, 838–857 (2013). https://doi.org/10.1007/s10956-013-9434-z

Margulieux, L. E., McCracken, W. M., & Catrambone, R. (2016). A taxonomy to define courses that mix face-to-face and online learning. *Educational Research Review*, *19*, 104-118. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.07.001

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. Science Education, 103(4), 799-822. https://doi.org/10.1002/sce.21522

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of pre-college engineering education research (J-PEER)*, 4(1), 2. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069

Skinner, N. C., & Preece, P. F. (2003). The use of information and communications technology to support the teaching of science in primary schools. *International Journal of Science Education*, 25(2), 205-219. https://doi.org/10.1080/09500690210126757

Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(4), 1383-1395. https://doi.org/10.29333/ejmste/83676