

Το Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας "Science in the City" ως ψηφιακό περιβάλλον μάθησης

Μαρία Κενδριστάκη

MSc Διδακτική Φυσικών Επιστημών, Εκπαιδευτικός ΠΕ70
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
kendristaki.maria@gmail.com

Αιμιλία Μιχαηλίδη

Επίκουρη Καθηγήτρια
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
e.michailidi@uoc.gr

Δημήτρης Σταύρου

Καθηγητής
Διευθυντής του Εργαστηρίου Διδακτικής Θετικών Επιστημών
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
dstavrou@uoc.gr

▾ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αναγνωρισμένη εκπαιδευτική αξία των επισκέψεων σε χώρους μη τυπικής μάθησης φέρνει στο προσκήνιο την ανάγκη για ψηφιοποίησή τους, ώστε να υπάρχει ακόμα ευκολότερη πρόσβαση και καλύτερη διασύνδεση με τη σχολική πραγματικότητα. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η ψηφιοποίηση του Κέντρου Επιστήμης και Τεχνολογίας (KET) "Science in the City" του Εργαστηρίου Διδακτικής των Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης στο Ρέθυμνο. Το ψηφιακό υλικό που αναπτύχθηκε ακολουθεί το μοντέλο της «πραξεολογίας» για την ανάπτυξη εκθεμάτων, τη διαδικασία μουσειογραφικού μετασχηματισμού καθώς και τις αρχές της μάθησης μέσω διερεύνησης, ώστε να είναι εφικτή η δυνατότητα σύνδεσης του Ψηφιακού ΚΕΤ με την εκπαιδευτική πραγματικότητα. Για την ψηφιοποίηση του φυσικού χώρου και των STEM σταθμών εργασίας του αξιοποιήθηκε μια πλατφόρμα τρισδιάστατων αναπαραστάσεων, μια ιστοσελίδα που κάνει χρήση των δυνατοτήτων H5P δραστηριοτήτων, διαδραστικά βίντεο και διαδραστικές εικόνες.

Λέξεις Κλειδιά: μη τυπική μάθηση, Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας (KET), ψηφιοποίηση, διαδραστικά εκθέματα, διερεύνηση, Science in the City



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ακαδημαϊκή έρευνα που πραγματοποιείται στον τομέα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και πιο πρόσφατα στην STEM Εκπαίδευση, οδηγεί στην ανάπτυξη καινοτόμων προσεγγίσεων στη διδασκαλία που στοχεύει στην ενημέρωση της εκπαιδευτικής πράξης μέσω της διάχυσης των πορισμάτων της (Bauer & Fisher, 2007). Ωστόσο, τόσο οι ερευνητές όσο και οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν την ύπαρξη ενός χάσματος μεταξύ της έρευνας σε ακαδημαϊκό επίπεδο και της σχολικής πρακτικής καθώς συναντώνται ποικίλες δυσκολίες κατά την ένταξή τους στη μαθησιακή διαδικασία (Fensham, 2009; Vanderlinde & Braak, 2010). Συνεπώς η άμεση διάχυση της ακαδημαϊκής γνώσης στη σχολική πρακτική απαιτεί την ύπαρξη ενός ευέλικτου πλαισίου που συνήθως οριοθετείται από τη μη τυπική εκπαίδευση, η οποία μπορεί να λάβει χώρα σε πανεπιστημιακούς χώρους, ερευνητικά κέντρα, εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, μουσεία κ.α. (Avraamidou, 2015; Luehmann, 2009). Οι χώροι αυτοί προσφέρουν μια πληθώρα οφελών που εμπλουτίζουν την εκπαιδευτική διαδικασία και ενισχύουν τη γνωστική και συναισθηματική ανάπτυξη των μαθητών. Η πολυτροπικότητα και η διαδραστικότητα του χώρου, τα εντυπωσιακά εκθέματα και η δυνατότητα πειραματισμού και διερεύνησης προσφέρουν ένα περιβάλλον που καλεί τους μαθητές να ανακαλύψουν και να εξερευνήσουν περαιτέρω τα φυσικά φαινόμενα που παρουσιάζονται (Falk & Dierking, 2000). Παράλληλα, οι χώροι μη τυπικής μάθησης προωθούν την ανάπτυξη των επιστημονικών δεξιοτήτων, και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών/τριών (Storksdiack, 2006).

Ένας τρόπος ισχυροποίησης της διασύνδεσης της μη τυπικής εκπαίδευσης με την σχολική πραγματικότητα είναι η ψηφιοποίηση των φυσικών χώρων μη τυπικής μάθησης (Katz & Halpern, 2015). Εκτός της διευκόλυνσης της προσβασιμότητας μαθητών/τριών απομακρυσμένων περιοχών στις εγκαταστάσεις τους, η ψηφιοποίηση τέτοιων χώρων ενέχει πολλαπλά οφέλη. Η χρήση του ψηφιακού υλικού από τον εκπαιδευτικό για την προετοιμασία μιας διαζώσης ή/και εξ αποστάσεως επίσκεψης, η σύνδεση του διαθέσιμου ψηφιακού υλικού με το αναλυτικό πρόγραμμα και την εκάστοτε ενότητα που θέλει να διδάξει ο εκπαιδευτικός και η θετική εξ αποστάσεως εμπειρία με επακόλουθη διαζώσης επίσκεψη στον χώρο είναι μερικά από αυτά (Storksdiack, 2006; Katz & Halpern, 2015). Παράλληλα, τα εικονικά περιβάλλοντα παρουσιάζουν ένα μοναδικό σύνολο χαρακτηριστικών που προσελκύουν το ενδιαφέρον των χρηστών και τους οδηγούν να ασχολούνται περισσότερο ενεργά με το εκάστοτε περιεχόμενο και ως εκ τούτου να μαθαίνουν και να κατανοούν σε βάθος τα υπό διαπραγμάτευση θέματα (Kealy & Subramaniam, 2006). Η τρισδιάστατη μορφή, η δυναμική απεικόνιση και η αλληλεπίδραση όπου οι χρήστες έχουν τον έλεγχο του περιεχομένου που προβάλλουν ή επισκέπτονται, παρακινούν τους χρήστες να μάθουν περισσότερα για το θέμα (McLellan, 2004).

Ως εκ τούτου, πολλά Κέντρα Επιστήμης και Τεχνολογίας (KET) αναπτύσσουν δραστηριότητες με τη χρήση νέων ψηφιακών τεχνολογιών και με αυξημένη την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε επισκέπτες και εκθέματα (Katz & Halpern, 2015). Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερη πρόκληση αποτελεί για ένα ψηφιακό KET, η επιλογή των κατάλληλων



τρόπων ψηφιοποίησης των επιμέρους σταθμών εργασίας με τρόπο που όχι μόνο να επιτυγχάνεται η απαραίτητη αλληλεπίδραση που θα προσελκύει το ενδιαφέρον των χρηστών-επισκεπτών, αλλά και να παρέχονται δυνατότητες διεξαγωγής διερευνησεων από πλευράς των χρηστών που θα υποστηρίζουν την καλλιέργεια δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών.

Μια διαδικασία που μπορεί να συμβάλει στην ανωτέρω προσπάθεια μεγιστοποίησης των οφελών σε γνωστικό και συναισθηματικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο δεξιοτήτων είναι αυτή του *μουσειογραφικού μετασχηματισμού* (Mortensen, 2010). Ο όρος, κατ' αναλογία με τον διδακτικό μετασχηματισμό, αναφέρεται στη συστηματική ανάλυση και αναδόμηση του επιστημονικού περιεχομένου προκειμένου να εκφραστεί σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητες ενός συγκεκριμένου τύπου εκθέματος, λαμβάνοντας υπόψη τους μαθησιακούς στόχους, τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των ατόμων και τις προδιαγραφές που είναι κατάλληλες για το έκθεμα. Σε αυτό το πλαίσιο, προτείνεται από την Achiam (2013) το μοντέλο της «πραξεολογίας» για τον σχεδιασμό εκθεμάτων, το οποίο ορίζει την ανθρώπινη πρακτική δραστηριότητα (τεχνικές/ techniques) και τη νοητική δραστηριότητα (τεχνολογία/ technology) ως την άμεση συνέπεια των εργασιών (tasks) που αντιλαμβάνεται κανείς στο περιβάλλον ενός ΚΕΤ και διασυνδέει τα χαρακτηριστικά των εκθεμάτων από τη μια πλευρά και τα όσα κάνει και σκέφτεται ο επισκέπτης από την άλλη.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και έχοντας ως διπλό σκοπό, αφενός τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ ακαδημαϊκής έρευνας και σχολικής πρακτικής και αφετέρου την ενίσχυση του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών και του ευρέος κοινού μέσα από διαδραστικές δραστηριότητες σχεδιασμένες για να προάγουν τη μάθηση μέσω διερεύνησης, το Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών (ΕΔΘΕ) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Κρήτης σε συνεργασία με το Τμήμα Παιδείας του Δήμου Ρεθύμνου λειτουργεί στην Παλιά Πόλη του Ρεθύμνου το Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας "Science in the City". Παράλληλα, στο πλαίσιο των ερευνητικών του δραστηριοτήτων το ΕΔΘΕ έχει προχωρήσει και στην ανάπτυξη μιας ψηφιακής αναπαράστασης του χώρου όπου οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν εξ αποστάσεως και να υλοποιήσουν διαδραστικά τις δραστηριότητες που φιλοξενούνται στον φυσικό χώρο (Κενδριστάκη, 2022).

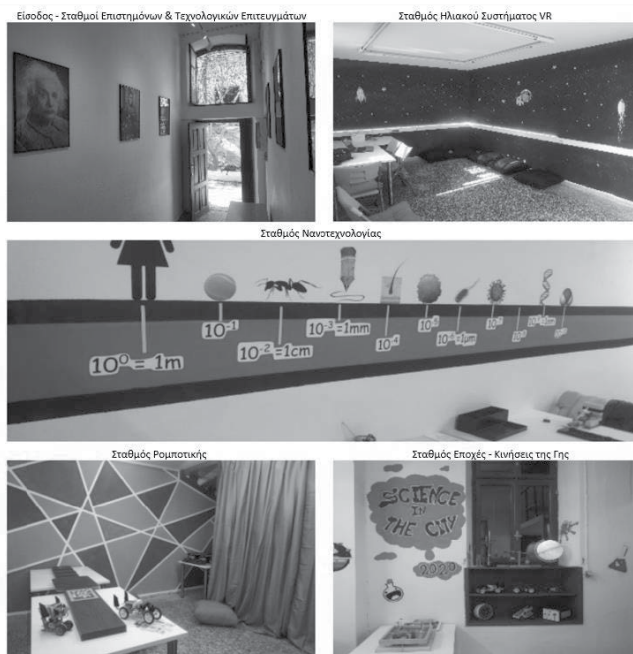
➤ Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΤΟΥ "SCIENCE IN THE CITY"

Το Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας «Science in the City» (Εικόνα 1) είναι δομημένο σε σταθμούς εργασίας, οι οποίοι επικαιροποιούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ενσωματώνοντας νέα δεδομένα που προκύπτουν από τις ερευνητικές και ακαδημαϊκές δραστηριότητες του ΕΔΘΕ.

Καθώς στόχος του «Science in the City» είναι να φέρει σε επαφή μαθητές/τριες όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης, αλλά και το ευρύτερο κοινό, με σύγχρονα ζητήματα επιστήμης και τεχνολογίας, οι θεματικές των σταθμών εργασίας σχετίζονται με επιστημονικά αντικείμενα όπως είναι η νανοτεχνολογία, η κλιματική αλλαγή, οι



ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κλπ. δρώντας συμπληρωματικά και επικαιροποιώντας με τον τρόπο αυτό τα υπάρχοντα αναλυτικά προγράμματα σπουδών των Φυσικών Επιστημών.



Εικόνα 1. Φυσικός χώρος “Science in the City”.

Παράλληλα, οι δραστηριότητες των σταθμών εργασίας λαμβάνουν υπόψη τόσο τα πορίσματα της σύγχρονης εκπαιδευτικής έρευνας όσο και τις θεμελιώδεις αρχές επικοινωνίας της επιστήμης στο ευρύ κοινό. Ως εκ τούτου, το «Science in the City» φιλοξενεί καινοτόμες διαδραστικές διερευνητικές STEM δραστηριότητες και τεχνουργήματα, αξιοποιώντας ψηφιακά μέσα και εργαλεία όπως έξυπνες συσκευές (κινητά τηλέφωνα, tablets), γυαλιά εικονικής πραγματικότητας (VR), ψηφιακούς αισθητήρες μέτρησης, εκπαιδευτική ρομποτική, διαδραστικό πίνακα.

Επιπρόσθετα, κατά την επαφή μαθητών και ευρέος κοινού με τα σύγχρονα ζητήματα επιστήμης και τεχνολογίας επιδιώκεται η διαπραγμάτευση των κοινωνικών διαστάσεων και επιπτώσεων που συχνά συνοδεύουν ή / και απορρέουν από τέτοιου είδους θέματα. Με τον τρόπο αυτό επομένως δίνεται η δυνατότητα σε μαθητές και ευρύ κοινό να αναγνωρίσουν τη σύνδεση της επιστήμης και της τεχνολογίας με την καθημερινή τους ζωή, να συμμετέχουν σε συζητήσεις γύρω από σύγχρονα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα αλλά και να διαμορφώσουν θετικές στάσεις απέναντι στην επιστήμη (Kokolaki & Stavrou, 2022).

Συγκεκριμένα κατά την περίοδο της ψηφιοποίησής του, το “Science in the City” περιελάμβανε:



- ένα σταθμό αφιερωμένο στην Ιστορία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, όπου οι επισκέπτες μπορούν με την αξιοποίηση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας να σαρώνουν μια σειρά φωτογραφιών που εκτίθενται στην είσοδο του χώρου και να αντλούν περισσότερες πληροφορίες για τους/τις επιστήμονες/ισσες που απεικονίζονται σε αυτές, το επιστημονικό τους έργο και την εποχή στην οποία έζησαν καθώς και για τεχνολογικά επιτεύγματα που αποτέλεσαν σταθμούς στην τεχνολογική εξέλιξη της ανθρωπότητας.
- ένα σταθμό αφιερωμένο στο επιστημονικό αντικείμενο της νανοτεχνολογίας, όπου οι επισκέπτες με χειραπτικές διερευνητικά προσανατολισμένες δραστηριότητες προσεγγίζουν την έννοια του μεγέθους και της κλίμακας, και αλληλεπιδρούν με μοντέλα μικροσκοπίων σάρωσης και ατομικής δύναμης (Mandrikas, Michailidi & Stavrou, 2020; Stavrou et al., 2015).
- ένα σταθμό αφιερωμένο στο ηλιακό σύστημα όπου οι επισκέπτες αξιοποιώντας εφαρμογές για γυαλιά εικονικής πραγματικότητας (VR) συλλέγουν δεδομένα για πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος (Χαιρέτης & Σταύρου, 2020).
- ένα σταθμό αφιερωμένο στις εποχές και τις κινήσεις της Γης, όπου οι επισκέπτες πραγματοποιούν μετρήσεις με ασύρματους αισθητήρες φωτεινής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας και φορητές συσκευές για να συλλέξουν δεδομένα ώστε να διαμορφώσουν συμπεράσματα για το φαινόμενο των εποχών και την εξάρτησή του από την κλίση του άξονα της Γης (Starakis & Halkia, 2010, 2013).
- ένα σταθμό αφιερωμένο στη Ρομποτική, όπου οι επισκέπτες εμπλέκονται σε δραστηριότητες σχεδιασμού ενός ρομποτικού αυτοκινήτου που θα υπερβαίνει τα εμπόδια μιας ειδικά διαμορφωμένης πίστας στον συντομότερο δυνατό χρόνο κάνοντας διαφορετικούς συνδυασμούς γραναζιών και τροχών κίνησης (Αναγνωστάκης & Σταύρου, 2017).
- έναν σταθμό αφιερωμένο στον άνεμο, όπου οι επισκέπτες υλοποιούν διερευνητικές δραστηριότητες χρησιμοποιώντας αισθητήρες μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης και έναν διαδραστικό πίνακα για να αλληλεπιδράσουν με μετεωρολογικούς χάρτες (Mandrikas et al., 2018; Mandrikas, Stavrou, & Skordoulis, 2017).

Η ψηφιακή αναπαράσταση του Science in the City

Η ψηφιοποίηση του "Science in the City" που πραγματοποιήθηκε αφορά τόσο στον ίδιο τον περιβάλλοντα χώρο του ΚΕΤ όσο και στις δραστηριότητες των σταθμών εργασίας.

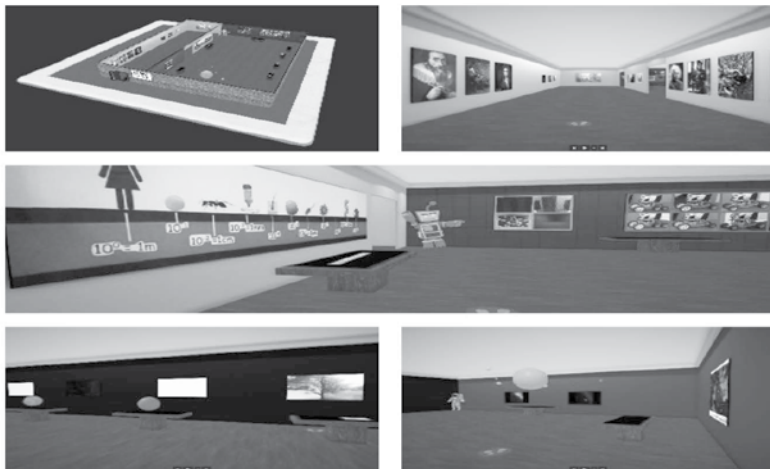
Ο τρισδιάστατος ψηφιακός χώρος

Κατά την ψηφιοποίηση του χώρου, επιδιώχθηκε να παραμείνει αναλλοίωτη η μορφή του ΚΕΤ, ώστε οι επισκέπτες να έχουν κατά το δυνατό μια εμπειρία αντίστοιχη της επίσκεψης στον φυσικό χώρο, ενισχύοντας την αίσθηση της φυσικής παρουσίας μέσω της εμβύθισης που παρέχουν τα εργαλεία τρισδιάστατης προσομοίωσης.

Η ψηφιακή αναπαράσταση του χώρου (<https://www.artsteps.com/view/5ff621f95>)



879a625fddda008?currentUser) υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα ARTSTEPS, η οποία προσφέρει δυνατότητες αλληλεπίδρασης μεταξύ επισκέπτη και εικονικών εκθεμάτων και ταυτόχρονα δίνει την τρισδιάστατη αίσθηση του χώρου και την ελεύθερη περιήγηση μέσα σε αυτόν. Ο επισκέπτης, ακολουθώντας τον ψηφιακό οδηγό που αναπτύχθηκε μπορεί να περιηγηθεί ελεύθερα στον εικονικό χώρο και να ασχοληθεί με τους σταθμούς εργασίας που είναι τοποθετημένοι κατά τρόπο αντίστοιχο του φυσικού ΚΕΤ.



Εικόνα 2. Τρισδιάστατο - Ψηφιακό Κέντρο Επιστήμης & Τεχνολογίας.

Οι ψηφιακοί σταθμοί εργασίας

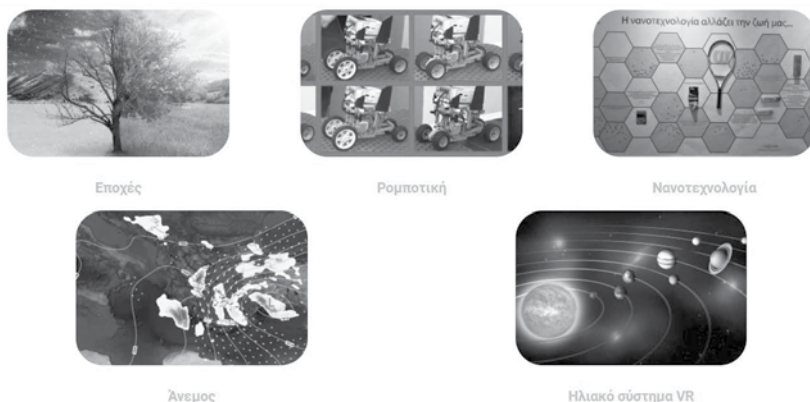
Κατά την ψηφιοποίηση των σταθμών εργασίας επιχειρήθηκε να διατηρηθούν τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων των σταθμών εργασίας που φιλοξενούνταν κατά την τρέχουσα περίοδο στο φυσικό ΚΕΤ, τόσο ως προς το περιεχόμενο, όσο και ως προς το είδος των δραστηριοτήτων σε επίπεδο διαδραστικότητας και διερεύνησης (Κενδριστάκη & Σταύρου, 2023).

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, αξιοποιήθηκε το μοντέλο της πραξεολογίας για την ανάπτυξη εκθεμάτων (Achiari, 2013). Πιο αναλυτικά, κατά την ψηφιοποίηση των εργασιών (tasks) που περιλαμβάνουν τα εκθέματα προσδιορίστηκαν με σαφήνεια οι στόχοι και το επιστημονικό περιεχόμενο, ενώ λαμβάνονται υπόψη οι αντιλήψεις των μαθητών για το εκάστοτε αντικείμενο. Για τον αποτελεσματικότερο χειρισμό των σταθμών εργασίας (technique) αναπτύχθηκαν και συμπεριλαμβάνονται στους σταθμούς εργασίας οδηγίες που καθοδηγούν το άτομο στα σημεία που πρέπει να παρακολουθήσει, και το παραπέμπουν σε hotspots ή ιστοσελίδες με τα οποία μπορεί να αλληλεπιδράσει. Οι αυξημένες ευκαιρίες διάδρασης με τα εκθέματα συνδυάστηκαν με τις βασικές αρχές της μάθησης μέσω διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, έγινε προσπάθεια οι ψηφιοποιήσεις να επιτρέπουν στους χρήστες να εξετάζουν μεταβλητές, να πραγματοποιούν προβλέψεις, να καταγράφουν μετρήσεις, να παρατηρούν, να ερμηνεύουν και να εξαγάγουν συμπεράσματα (technology).

Βάσει των ανωτέρω, η ψηφιοποίηση των επιμέρους σταθμών εργασίας, πέρα



από τον τρισδιάστατο χώρο που δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα ARTSTEPS και περιλαμβάνει πληροφορίες για τη στοχοθεσία κάθε σταθμού και οδηγίες για την αλληλεπίδραση των επισκεπτών μαζί του, συνοδεύεται και από μια ιστοσελίδα (<http://h5p.edthe.edc.uoc.gr>) στην οποία παραπέμπονται οι επισκέπτες προκειμένου να υλοποιήσουν τις διαδραστικές δραστηριότητες.



Εικόνα 3. Η ιστοσελίδα που φιλοξενεί τις δραστηριότητες των ψηφιακών σταθμών εργασίας.

Η ιστοσελίδα (Εικόνα 3) κάνει χρήση των δυνατοτήτων της ψηφιακής πλατφόρμας H5P εκ των οποίων χρησιμοποιήθηκαν τα διαδραστικά βίντεο και οι διαδραστικές εικόνες. Τα διαδραστικά βίντεο επιτρέπουν τη διεξαγωγή διερευνήσεων από τους χρήστες, ως εκ τούτου ήταν κατάλληλα για την ψηφιοποίηση σταθμών εργασίας που βασίζονταν σε πειραματικές δραστηριότητες. Συγκεκριμένα, το διαδραστικό βίντεο δίνει τη δυνατότητα παύσεων και ταυτόχρονα την εισαγωγή κειμένου από τον επισκέπτη ο οποίος αλληλεπιδρά χρησιμοποιώντας τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις του, κάνοντας προβλέψεις του αποτελέσματος πριν την πειραματική διαδικασία, καταγράφοντας μετρήσεις και εξαγοντας συμπεράσματα ακολουθώντας τις αρχές της μάθησης μέσω διερεύνησης. Οι διαδραστικές εικόνες δίνουν τη δυνατότητα στους επισκέπτες μέσω hotspots που παραπέμπουν σε κείμενο, βίντεο ή υπερσυνδέσμους να συλλέξουν περισσότερες πληροφορίες για ένα πρόσωπο ή αντικείμενο που αναπαρίστανται στην εικόνα.

Συνολικά στον χώρο του ψηφιακού ΚΕΤ φιλοξενούνται 6 ψηφιακοί σταθμοί εργασίας:

- **Επιστήμονες και Τεχνολογικά επιτεύγματα:** Κατά αντιστοιχία με τον φυσικό χώρο, οι επισκέπτες αυτού του σταθμού που βρίσκεται στην είσοδο του ψηφιακού ΚΕΤ, μπορούν να αλληλεπιδράσουν με διαδραστικές εικόνες που απεικονίζουν σημαντικούς/ές επιστήμονες/ισσες και τεχνολογικά επιτεύγματα και να αντλήσουν τις αντίστοιχες πληροφορίες.

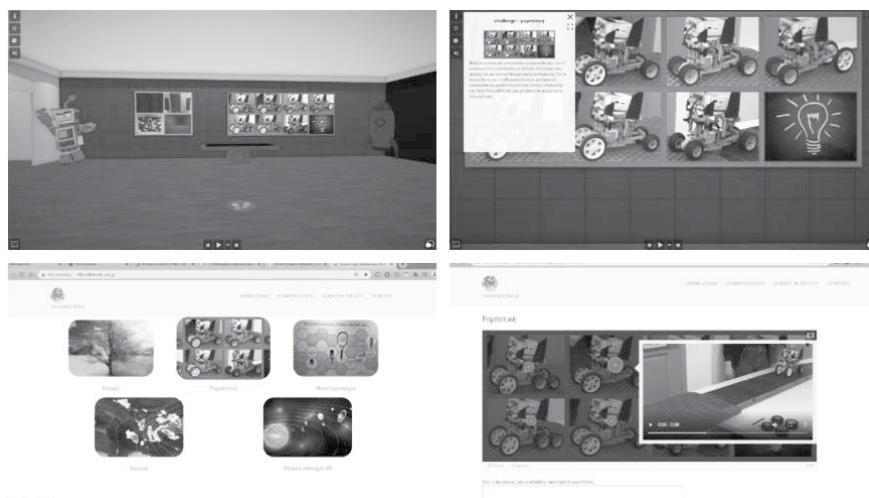
- **Ηλιακό σύστημα:** Οι επισκέπτες αυτού του σταθμού αφού λάβουν τις πρώτες πληροφορίες και οδηγίες χρήσης στον τρισδιάστατο ψηφιακό χώρο, παραπέμπονται



στην ιστοσελίδα δραστηριοτήτων Η5Ρ. Εκεί, με τη βοήθεια διαδραστικών βίντεο που έχουν καταγεγραμμένο το περιβάλλον στο οποίο θα εμβυθιζόταν ένας χρήστης των γυαλιών VR κατά την επίσκεψη στον φυσικό χώρο του ΚΕΤ, οι επισκέπτες μπορούν να σταματούν το βίντεο στα σημεία ενδιαφέροντος, να συλλέγουν πληροφορίες, να μεταφέρονται σε άλλο πλανήτη που οι ίδιοι επιλέγουν και να απαντούν σε ερωτήσεις μέσω των αντίστοιχων πεδίων που υπάρχουν.

- *Νανοτεχνολογία*: Οι επισκέπτες με τη βοήθεια μιας διαδραστικής εικόνας γνωρίζουν σύγχρονες εφαρμογές και προϊόντα νανοτεχνολογίας που κυκλοφορούν στην αγορά και αναστοχάζονται σχετικά με το εάν χρησιμοποιούν τη νανοτεχνολογία στην καθημερινή τους ζωή.

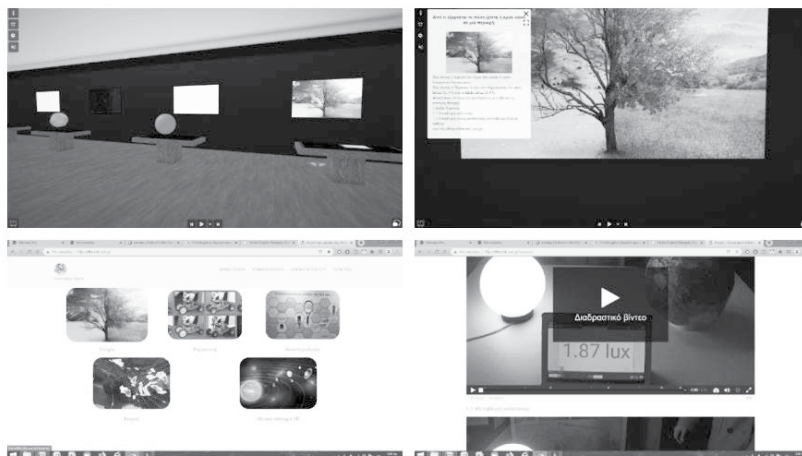
- *Ρομποτική*: Οι επισκέπτες του σταθμού (Εικόνα 4) ξεκινούν από το εικονικό περιβάλλον του ΚΕΤ, όπου αλληλεπιδρούν με δύο διαδραστικές εικόνες που απεικονίζουν τα εμπόδια που καλείται να υπερβεί το ρομποτικό αυτοκίνητο και τους διαφορετικούς συνδυασμούς τροχών μεταξύ των οποίων ο επισκέπτης καλείται να αναγνωρίσει τον πιο αποδοτικό για την ταχύτερη υπέρβαση των εμποδίων. Για την αλληλεπίδρασή του με τον σταθμό εργασίας, οι επισκέπτες μεταφέρονται στην ιστοσελίδα των δραστηριοτήτων Η5Ρ όπου πατώντας πάνω στα hotspots (ένα για κάθε διαφορετικό συνδυασμό τροχών) αναπαράγεται ένα βίντεο που φαίνεται το ρομπότ και η διαδρομή που ακολουθεί προσπαθώντας να καταφέρει να υπερβεί τα εμπόδια που έχουν τεθεί. Κάποια ρομπότ τα καταφέρνουν και κάποια όχι, όμως οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να σκεφτούν κι άλλους τρόπους που θα μπορούσαν να κάνουν το ρομποτάκι πιο αποτελεσματικό, έχοντας τη δυνατότητα να στείλουν γραπτά τις ιδέες τους μέσω του αντίστοιχου πεδίου που υπάρχει.



Εικόνα 4. Ψηφιακός σταθμός Ρομποτικής.



- *Εποχές και τις Κινήσεις της Γης*: Ο ψηφιακός σταθμός εργασίας που αφορά στις Εποχές (Εικόνα 5) αποτελεί μια διδακτική ακολουθία και γι' αυτό το λόγο υπάρχει και συγκεκριμένη σειρά με την οποία ο επισκέπτης μπορεί να αλληλεπιδράσει με τις επιμέρους δραστηριότητες, στην οποία καθοδηγείται από τον ψηφιακό οδηγό. Αρχικά, πατώντας πάνω στο έκθεμα προσανατολίζεται όσον αφορά το θέμα και του δίνονται οι απαραίτητες οδηγίες. Στη συνέχεια μεταφέρεται στην ιστοσελίδα με τις διαδραστικές Η5Ρ δραστηριότητες που έχουν δημιουργηθεί για τη συγκεκριμένη ενότητα. Ο χρήστης αλληλεπιδρά με διαδραστικά βίντεο στα οποία αξιοποιεί την προϋπάρχουσα γνώση του, κάνοντας προβλέψεις για τις πειραματικές διαδικασίες, καταγράφοντας μετρήσεις, παρατηρώντας και εξάγοντας συμπεράσματα.



Εικόνα 5. Ψηφιακός σταθμός Εποχών.

- *Άνεμος*: Σε αυτό τον σταθμό εργασίας οι επισκέπτες αρχικά αλληλεπιδρούν με ένα διαδραστικό βίντεο όπου απεικονίζεται ένα πείραμα με χρήση ασύρματων αισθητήρων σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση και την ροή αέρα, μέσω του οποίου κάνουν προβλέψεις, καταγράφουν τις μετρήσεις τους και διατυπώνουν συμπεράσματα. Στη συνέχεια μέσω υπερσυνδέσμων που είναι ενσωματωμένοι στο διαδραστικό βίντεο εφαρμόζουν τις γνώσεις τους για την πρόβλεψη της φοράς του ανέμου βάσει μετεωρολογικών χαρτών που αποτυπώνουν το βαρομετρικό κάθε περιοχής την τρέχουσα περίοδο, τις οποίες στο τέλος ελέγχουν με τη χρήση ενός χάρτη-ανεμολόγιου της αντίστοιχης περιόδου.



➤ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ψηφιοποιημένο υλικό αξιολογήθηκε μέσω μιας πιλοτικής εφαρμογής με μαθητές/τριες Γυμνασίου. Οι ανοιχτού τύπου ερωτήσεις που ήταν ενσωματωμένες στην ιστοσελίδα και συμπλήρωναν οι μαθητές σε κάθε σταθμό εργασίας έδειξαν ότι οι συνοδευτικές πληροφορίες κάθε σταθμού εργασίας, καθώς και οι οδηγίες για την περιήγηση στον ψηφιακό χώρο και για τον χειρισμό των επιμέρους σταθμών διευκόλυναν τους μαθητές στην αυτόνομη περιήγησή τους και την αποτελεσματική αλληλεπίδραση με τους σταθμούς εργασίας. Καθοριστικός παράγοντας όμως για τη δυνατότητα επεξήγησης του αντίστοιχου φυσικού φαινομένου φαίνεται πως ήταν η αξιοποίηση διαδραστικών βίντεο και άλλων αλληλεπιδραστικών εργαλείων καθώς έδιναν τη δυνατότητα στους μαθητές να συμμετέχουν στην εξέλιξη του φαινομένου.

Ως εκ τούτου, το ψηφιακό ΚΕΤ που αναπτύχθηκε θα μπορούσε να αξιοποιηθεί πέρα από μεμονωμένη αυτόνομη περιήγηση ενός ατόμου και από εκπαιδευτικούς στα πλαίσια του μαθήματος Φυσικών Επιστημών και γενικότερα για τη STEM εκπαίδευση. Μάλιστα οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσαρμόζουν το χρόνο που μπορεί να αφιερωθεί στη διαπραγμάτευση ενός σταθμού εργασίας αλλά και την ίδια την επίσκεψη με τρόπο που να εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες των μαθητών/τριών τους ή/και το αναλυτικό πρόγραμμα.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Achiam, M. F. (2013). A Content-oriented Model for Science Exhibit Engineering. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 3(3), 214–232.
- Avraamidou, L. (2015). Reconceptualizing elementary teacher preparation: A case for informal science education. *International Journal of Science Education*, 37(1), 108–135.
- Bauer, K. & Fisher, F. (2007) The education research–practice interface revisited: a scripting perspective. *Educational Research and Evaluation*, 13, 221–236.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: AltaMira.
- Fensham, P. J. (2009). The link between policy and practice in science education: The role of research. *Science Education*, 93(6), 1076–1095
- Katz, J. E., & Halpern, D. (2015). Can virtual museums motivate students? Toward a constructivist learning approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 776–788.
- Kealy WA, Subramaniam CP (2006). Virtual realia: maneuverable computer 3D models and their use in learning assembly skills. *Virtual Reality*, 10(3–4), 283–292
- Kokolaki, A. & Stavrou, D. (2022). Pre-service primary teachers develop teaching artifacts on contemporary socioscientific issues. *Journal of Science Teacher Education*, 34(3), 287–306
- Luehmann, A. L. (2009). Students' perspectives of a science enrichment programme: Out-of-school inquiry as access. *International Journal of Science Education*, 31(13), 1831–1855.



- Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 377-395.
- Mandrikas, A., Stavrou, D., Halkia, K., & Skordoulis, C. (2018). Preservice elementary teachers' study concerning wind on weather maps. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 65-82.
- Mandrikas, A., Stavrou, D., & Skordoulis, C. (2017). A teaching-learning sequence about weather map reading. *Physics Education*, 52(4), 045007.
- McLellan, H (2004). Virtual realities. In DH Jonassen (Ed.) *Handbook of research for educational communications and technology* (pp 461–497).
- Mortensen, M. F. (2010). Museographic Transposition: The Development of a Museum Exhibit on Animal Adaptations to Darkness. *Éducation & Didactique*, 4(1), 119–137.
- Starakis, I., & Halkia, K. (2010). "Distance dependence" or "Angle of sun rays Incidence dependence"? The Design of an Experimental Device for teaching about Seasonal Change. In M. Kalogiannakis, D. Stavrou, PG Michaelides (Eds), *Proceedings of the 7th International Conference on Hands on Science, HSci 2010 - Bridging the Science and Society gap* (pp.200-204).
- Starakis, I., & Halkia, K. (2013). Addressing k-5 students' and pre-service elementary teachers' conceptions of seasonal change. *Physics Education*, 49(2), 231.
- Stavrou, D., Michailidi, D., Sgouros, G., & Dimitriadi, K. (2015). Teaching high-school students nanoscience and nanotechnology. *International Journal on Math, Science and Technology Education (LUMAT)*, 3(4), 501-511
- Storksdieck, M. (2006). *Field trips in environmental education*. Berlin, Germany: Berliner Wissenschafts-Verlag.
- Vanderlinde, R., & Braak, J. (2010). The gap between educational research and practice: views of teachers, school leaders, intermediaries and researchers. *British Educational Research Journal*, 36(2), 299-316.
- Αναγνωστάκης, Σ., & Σταύρου, Δ. (2017). Πειράματα Φυσικής-Χημείας με Εκπαιδευτική Ρομποτική και Μικροϋπολογιστικά Συστήματα. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, Α. Κοκολάκη, *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης* (σσ. 426-432).
- Κενδριστάκη Μ. (2022). *Ανάπτυξη και εφαρμογή ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία σε χώρους μη τυπικής μάθησης*. [Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία]. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Σχολή Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.
- Κενδριστάκη Μ. & Σταύρου Δ. (2023). *Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία σε χώρους μη τυπικής μάθησης*. Στο Σκορδούλης Κ., Στεφανίδου Κ., Μανδρίκας Α. & Μπόικος Η. (Επιμ.). *Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Αθήνα (σσ. 188-196).
- Χαιρέτης Μ. & Σταύρου Δ. (2020) Συνδυαστική χρήση tablet, διαδραστικού πίνακα & ειδικής πραγματικότητας από φοιτητές ΠΤΔΕ για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης, & Π. Καριώτογλου, (Επιμ.), *Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αι., (σελ. 501-508). Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4