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

Επίσκεψη σε χώρο τεχνοεπιστήμης: Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας από φοιτητές/τριες Παιδαγωγικού τμήματος

Γιώργος Πέικος

doi: 10.12681/codiste.6927

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 08/12/2025 19:01:51

ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΣΕ ΧΩΡΟ ΤΕΧΝΟΕΠΙΣΤΗΜΗΣ: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΦΟΙΤΗΤΕΣ/ΤΡΙΕΣ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Γιώργος Πέικος[1]

[1]Διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

giorgospeikos@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Φοιτητές/τριες Παιδαγωγικού Τμήματος, ανέπτυξαν εκπαιδευτικά υλικά με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητάς, τα οποία θα εφαρμόζονταν κατά τη διάρκεια επίσκεψης σε υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση των εκπαιδευτικών υλικών, ως προς τη διάσταση της γνώσης για τα μεγάλης κλίμακας Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας, στην οποία εστιάζουν και ως προς τα είδη των επαυξήσεων. Τα δεδομένα (N=12 εργασίες) αναλύθηκαν ακολουθώντας την παραγωγική κωδικοποίηση. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι κυριαρχούν δύο από τις τέσσερις διαστάσεις: η τεχνολογική και επιστημονική. Για την πρώτη, αξιοποιήθηκαν κυρίως 3D μοντέλα και εικόνες και για τη δεύτερη, βίντεο και ηχητικές καταγραφές.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτικό υλικό, επαυξημένη πραγματικότητα, υδροηλεκτρικό εργοστάσιο

VISIT TO A TECHNO-SCIENCE CENTER: DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL MATERIALS WITH AUGMENTED REALITY ELEMENTS BY PRIMARY SCHOOL TEACHER STUDENTS

Giorgos Peikos[1]

[1]PhD, University of Western Macedonia

giorgospeikos@gmail.com

ABSTRACT

Primary school teacher students developed educational materials with elements of augmented reality to be used during a visit to a hydroelectric power plant. The aim of this paper is to analyze the educational materials in terms of the knowledge dimensions related to large-scale Energy Generation Systems they focus on, as well as the types of augmentations. The data (N=12 assignments) were analyzed based on deductive coding. The results indicate that two out of the four dimensions dominate: technological and scientific. For the former, mainly 3D models and images were utilized, while for the latter, videos and audio clips were employed.

Keywords: non formal education, augmented reality, hydroelectric power plant

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Επισκέψεις σε χώρους τεχνοεπιστήμης

«Η μη τυπική μάθηση συμβαίνει με σχεδιασμένο αλλά πολύ προσαρμόσιμο τρόπο σε ιδρύματα, οργανισμούς και καταστάσεις πέρα από το πεδίο της τυπικής ή άπυπης εκπαίδευσης» (Eshach, 2007, σ. 173). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν επισκέψεις σε χώρους τεχνοεπιστήμης (Καριώτογλου κ.ά., 2012). Υποστηρίζεται ότι για τη μεγιστοποίηση του διδακτικού οφέλους, οι εκπαιδευτικοί είναι ανάγκη να εμπλέκονται ενεργά σε όλες τις όψεις της επίσκεψης (Karnezou et al., 2021). Υπό το πρίσμα αυτό, προτείνονται τρεις φάσεις για τον σχεδιασμό επισκέψεων σε χώρους τεχνοεπιστήμης (Καριώτογλου κ.ά., 2012): (α) πριν την επίσκεψη, οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν δραστηριότητες στο σχολείο, π.χ. ενημερώνουν τους/τις μαθητές/τριες για το σχετικό με την επίσκεψη περιεχόμενο, διερευνούν τις ιδέες τους, διατυπώνουν ερωτήματα, (β) κατά τη διάρκεια της επίσκεψης, οι μαθητές/τριες με την υποστήριξη φύλλων εργασίας παρατηρούν εκθέματα, συλλέγουν, καταγράφουν και επεξεργάζονται πληροφορίες κ.ά. (γ) μετά την επίσκεψη, στο σχολείο, καταλήγουν σε συμπεράσματα, επεξεργάζονται νέο σχετικό εκπαιδευτικό υλικό κ.ά. (Χαλκιά, 2012). Χώροι όπως μουσεία, κέντρα ΦΕ, ερευνητικά κέντρα και εργοστάσια προσφέρονται για υλοποίηση οργανωμένων σχολικών επισκέψεων, όπου οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να μελετήσουν θέματα σχετικά με τις ΦΕ, να αναπτύξουν ενδιαφέρον για τις επιστήμες και να εμπλακούν σε διαδικασίες διερεύνησης, συμβάλλοντας στην καλλιέργεια του επιστημονικού και τεχνολογικού τους γραμματισμού (Καρνέζου κ.ά., 2024· NRC, 1996).

Εκπαιδευτική Προσέγγιση Υδροηλεκτρικού Εργοστασίου

Οι Sissamperi & Koliopoulos (2021) προτείνουν ένα πλαίσιο για την ανάλυση και τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για τα μεγάλης κλίμακας Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΠΗΕ), για μαθητές/τριες δημοτικού σχολείου. Στα μεγάλης κλίμακας ΣΠΗΕ εντάσσονται τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, τα αιολικά πάρκα, τα φωτοβολταϊκά πάρκα και τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Σε αυτό το πλαίσιο προτείνονται τέσσερις διαστάσεις της διδακτικά μετασχηματισμένης γνώσης σχετικά με τα ΣΠΗΕ (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Τέσσερις διαστάσεις της διδακτικά μετασχηματισμένης γνώσης σχετικά με τα ΣΠΗΕ (Sissamperi & Koliopoulos, 2021, σσ. 130–131).

Διάσταση	**Περιγραφή**
Φαινομενολογική	Αναγνώριση και περιγραφή εξωτερικών χαρακτηριστικών των ΣΠΗΕ.
Τεχνολογική	Διάκριση των μερών του τεχνολογικού συστήματος και περιγραφή της λειτουργίας τους.
Επιστημονική	Ποιοτική (κυρίως) περιγραφή του θερμοδυναμικού συστήματος όπου συμβαίνουν η αποθήκευση, η μεταφορά και η μετατροπή ενέργειας.
Περιβαλλοντική	Περιγραφή της περιβαλλοντικής επίδρασης των ΣΠΗΕ.

Η φαινομενολογική διάσταση εστιάζει στην αναγνώριση και περιγραφή εξωτερικών χαρακτηριστικών των ΣΠΗΕ, για παράδειγμα οι μαθητές/τριες να είναι ικανοί/ές να αναγνωρίζουν και να ονομάζουν διαφορετικούς τύπους ΣΠΗΕ. Η τεχνολογική διάσταση αφορά τη διάκριση των μερών του τεχνολογικού συστήματος και

την περιγραφή της λειτουργίας τους. Η επιστημονική διάσταση, ανακλά μια κυρίως ποιοτική περιγραφή του θερμοδυναμικού συστήματος όπου συμβαίνουν η αποθήκευση, η μεταφορά και η μετατροπή ενέργειας. Οι μαθητές/τριες αναμένεται να δομήσουν ένα εννοιολογικό μοντέλο των ενεργειακών αλυσίδων. Η περιβαλλοντική διάσταση, εστιάζει στην περιβαλλοντική επίδραση της λειτουργίας των ΣΠΗΕ, για παράδειγμα οι μαθητές/τριες αναμένεται να περιγράφουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ζητήματα για τη βιωσιμότητα των φυσικών πόρων (Sissamperi & Koliopoulos, 2015, 2021). Οι ερευνητές, θεωρούν ότι είναι σημαντικό οι μαθητές/τριες να χρησιμοποιήσουν μοντέλα για να οικοδομήσουν νοητικές αναπαραστάσεις σχετικές με τις διατάσεις της γνώσης για τα ΣΠΗΕ. Για παράδειγμα, ανέπτυξαν τρισδιάστατα χειραπτικά μοντέλα στα οποία αναπαριστώνται βασικά μέρη ενός ΣΠΗΕ, σε μικρότερο μέγεθος, όπως η τουρμπίνα και η γεννήτρια. Αυτά τα μοντέλα δίνουν την ευκαιρία στους μαθητές/τριες να αλληλεπιδράσουν μαζί τους συμβάλλοντας στην οικοδόμηση της τεχνολογικής διάστασης για ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Sissamperi & Koliopoulos, 2015).

Επαυξημένη πραγματικότητα στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Η επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ) μπορεί να δώσει νέες δυνατότητες στη χρήση αναπαραστάσεων για την προσέγγιση θεμάτων των ΦΕ (Peikos & Sofianidis, 2024). Η ΕΠ συμβάλλει στον εμπλουτισμό του φυσικού περιβάλλοντος με την προσθήκη ψηφιακών στοιχείων όπως τρισδιάστατων μοντέλων, εικόνων και βίντεο. Για παράδειγμα, εφαρμογές ΕΠ που βασίζονται στην εικόνα (image-based) χρησιμοποιούν την κάμερα ενός κινητού τηλεφώνου ή μιας ταμπλέτας για την αναγνώριση μιας εικόνας και την ενεργοποίηση μιας επαύξησης (Azuma κ.ά., 2001· Pedaste et al., 2020). Οι Gopalan, Bakar & Zulkifli (2023) σε μια συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση ανέλυσαν 90 δημοσιευμένες εργασίες στις οποίες αξιοποιούνταν εφαρμογές ΕΠ στη διδασκαλία των ΦΕ. Συμπέραναν ότι η ΕΠ μπορεί μεταξύ άλλων να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, να ενισχύσει την εμπλοκή τους κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, να βελτιώσει τα μαθησιακά αποτελέσματα, την εννοιολογική κατανόηση και τη διατήρηση της μάθησης. Οι ερευνητές καταγράφουν ότι προς αυτή τη κατεύθυνση οδηγούν τα εγγενή χαρακτηριστικά της ΕΠ μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται η διαδραστικότητα και η δυνατότητα οπτικοποιήσεων (Gopalan et al., 2023). Επιπλέον, σε χώρους της μη τυπικής εκπαίδευσης των ΦΕ που βασίζονται σε εκθέματα, όπως μουσεία και κέντρα ΦΕ υποστηρίζεται ότι η ΕΠ οδηγεί σε αυξημένη εμπλοκή των επισκεπτών με τις έννοιες που παρουσιάζουν τα εκθέματα, καθώς και σε πιο θετικά αποτελέσματα ως προς την κατανόηση περιεχομένου των ΦΕ και ως προς τη διατήρηση της μάθησης, σε σχέση με ομάδες ελέγχου (Goff et al., 2018).

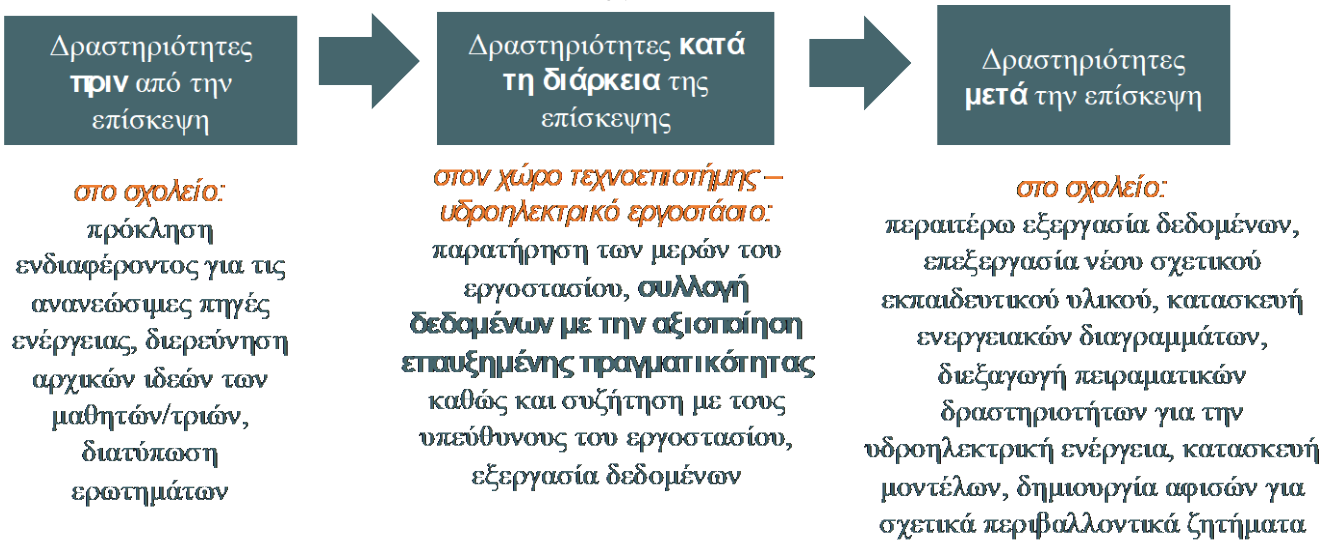
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το πλαίσιο της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο προπτυχιακού μαθήματος Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, με αντικείμενο την εκπαίδευση φοιτητών/τριών στον σχεδιασμό, ανάπτυξη, υλοποίηση και αξιολόγηση δράσεων σε χώρους τεχνοεπιστήμης. Οι φοιτητές/τριες μελέτησαν ζητήματα σχετικά με τους στόχους της μη τυπικής εκπαίδευσης καθώς και με την ανάπτυξη δραστηριοτήτων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την επίσκεψη σε χώρους τεχνοεπιστήμης (Καριώτογλου κ.ά., 2012· Καρνέζου κ.ά., 2024· Eshach, 2007· Karnezou et al., 2021). Επιπλέον, διερεύνησαν την αξιοποίηση της ΕΠ στη μη τυπική εκπαίδευση (Goff et al., 2018· Kennedy et al., 2021· Yoon & Wang, 2014) και ασκήθηκαν στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού με στοιχεία ΕΠ αξιοποιώντας την πλαρφόρμα ARtutor (Lytridis & Tsinakos, 2018). Έπειτα οι φοιτητές/τριες κλήθηκαν να αναπτύξουν δραστηριότητες για μαθητές/τριες Ε΄ ή ΣΤ΄ τάξης που θα εφαρμόζονταν πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την επίσκεψη σε υδροηλεκτρικό εργοστάσιο της περιοχής. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται

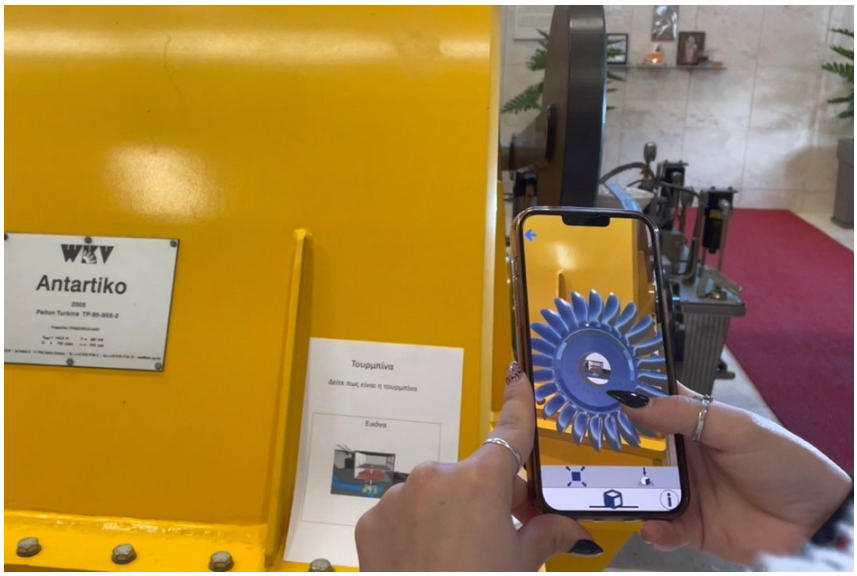
η λογική του σχεδιασμού των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για την επίσκεψη στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Παρατηρούμε ότι πριν την επίσκεψη οι δραστηριότητες προτείνεται να εφαρμοστούν στο σχολείο και επικεντρώνονται στην πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στις ιδέες των μαθητών/τριών και στην διατύπωση του ερωτήματος που θα προκαλέσει την ανάγκη να επισκεφτούν ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Ακολουθούν οι δραστηριότητες που θα εφαρμοστούν κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, με έμφαση στην παρατήρηση των μερών του εργοστασίου π.χ. ταμιευτήρα, αγωγούς, τουρμπίνα γεννήτρια και στη συλλογή σχετικών πληροφοριών με τη χρήση εκπαιδευτικού υλικού ΕΠ, όπως και συνεντεύξεων με τους υπευθύνους του εργοστασίου. Μετά την επίσκεψη, στο σχολείο εφαρμόζονται δραστηριότητες με στόχο την περαιτέρω επεξεργασία δεδομένων. Αυτές οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων, κατασκευή μοντέλων για την αναπαράσταση των υδροηλεκτρικών εργοστασίων, διεξαγωγή πειραματικών δραστηριοτήτων σχετικών με την υδροηλεκτρική ενέργεια, δημιουργία ενεργειακών διαγραμμάτων στα οποία απεικονίζεται η αποθήκευση, η μεταφορά και η μετατροπή ενέργειας καθώς και δραστηριότητες γύρω από περιβαλλοντικά ζητήματα.

Σχήμα 1: Η λογική του σχεδιασμού των δραστηριοτήτων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την επίσκεψη στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.



Εστιάζοντας στις δραστηριότητες κατά τη διάρκεια της επίσκεψης ανατέθηκε στους/στις φοιτητές/τριες να αναπτύξουν φύλλα εργασίας και εκπαιδευτικό υλικό με στοιχεία ΕΠ. Στο Σχήμα 2 και 3 παρατηρούμε την δοκιμή εκπαιδευτικών υλικών που ανέπτυξαν οι φοιτητές/τριες για τη συλλογή πληροφοριών κατά τη διάρκεια επίσκεψης σε υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.

Σχήμα 2. Τρισδιάστατο μοντέλο τουρμπίνας.



Σχήμα 3. Φύλλο εργασίας και συλλογή πληροφοριών με τη χρήση ΕΠ.

Ως εκ τούτου, Ερευνητικά Ερωτήματα (ΕΕ) της εργασίας αποτελούν:

- ΕΕ1: Σε ποια διάσταση της γνώσης για τα ΣΠΗΕ εστιάζουν οι δραστηριότητες των φύλλων εργασίας που αναπτύχθηκαν από τους/τις φοιτητές/τριες;
- ΕΕ2: Σε ποια διάσταση της γνώσης για τα ΣΠΗΕ εστιάζουν οι επαυξήσεις που αναπτύχθηκαν από τους/τις φοιτητές/τριες;
- ΕΕ3: Ποια είδη επαυξήσεων αξιοποιήθηκαν;

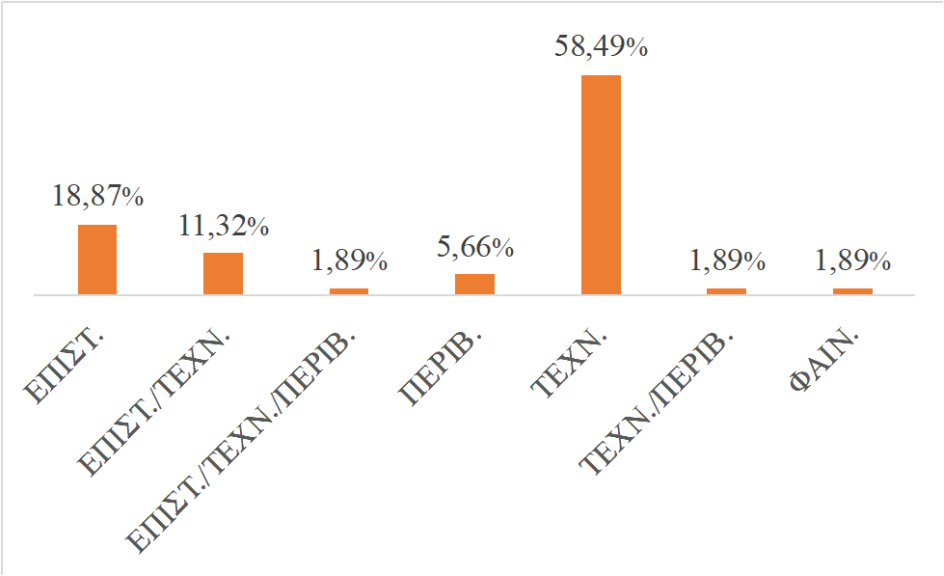
Συλλογή και κωδικοποίηση δεδομένων

Για την απάντηση των ΕΕ πηγές δεδομένων αποτελούν τα εκπαιδευτικά υλικά (φύλλα εργασίας και επαυξήσεις) που ανέπτυξαν οι φοιτητές/τριες (N=12 εργασίες φοιτητών). Η κωδικοποίηση των δεδομένων είναι παραγωγική (Mayring, 2014). Μονάδα Ανάλυσης (ΜΑ) θεωρείται το κάθε διακριτό έργο του φύλλου εργασίας και η κάθε επαύξηση. Για το ΕΕ1 και ΕΕ2 τα δεδομένα κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τις τέσσερις διαστάσεις της γνώσης για τα ΣΠΗΕ: Φαινομενολογική (ΦΑΙΝ.), Τεχνολογική (ΤΕΧΝ.), Επιστημονική (ΕΠΙΣΤ.), Περιβαλλοντική (ΠΕΡΙΒ.) (Πίνακας 1) (Sissamperi & Koliopoulos, 2021). Για το ΕΕ3 οι επαυξήσεις κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τα διαφορετικά είδη πολυμέσων που παρέχει η πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας ARTutor, που χρησιμοποίησαν οι φοιτητές/τριες: εικόνες, βίντεο, ήχος, 3D μοντέλα (Lytridis & Tsinakos, 2018).

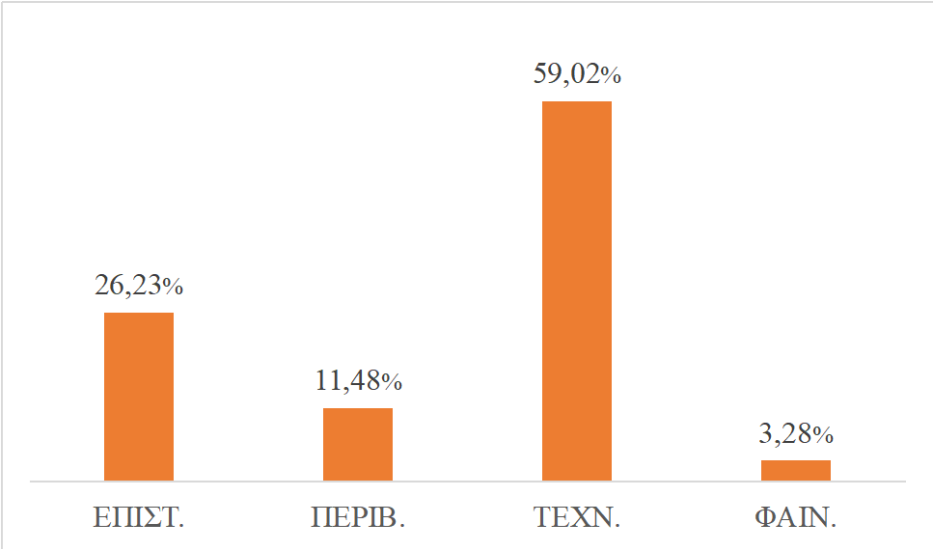
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στα Σχήματα 4 και 5 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ΜΑ για τις διαστάσεις της γνώσης που αφορούν τα ΣΠΗΕ και εντοπίστηκαν στα φύλλα εργασίας (53 ΜΑ) και στις επαυξήσεις (61 ΜΑ). Τόσο στα φύλλα εργασίας όσο και στις επαυξήσεις το μεγαλύτερο ποσοστό των ΜΑ αφορούσε κυρίως την Τεχνολογική διάσταση ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου, εστιάζοντας στην διάκριση των μερών του εργοστασίου και στην περιγραφή της λειτουργίας τους. Ακολουθούσε η Επιστημονική διάσταση, με αρκετά χαμηλότερο ποσοστό, με επικέντρωση σε έννοιες όπως η μεταφορά και η μετατροπή ενέργειας.

Σχήμα 4: Φύλλα εργασίας: Ποσοστό ΜΑ ανά διάσταση γνώσης για τα ΣΠΗΕ.

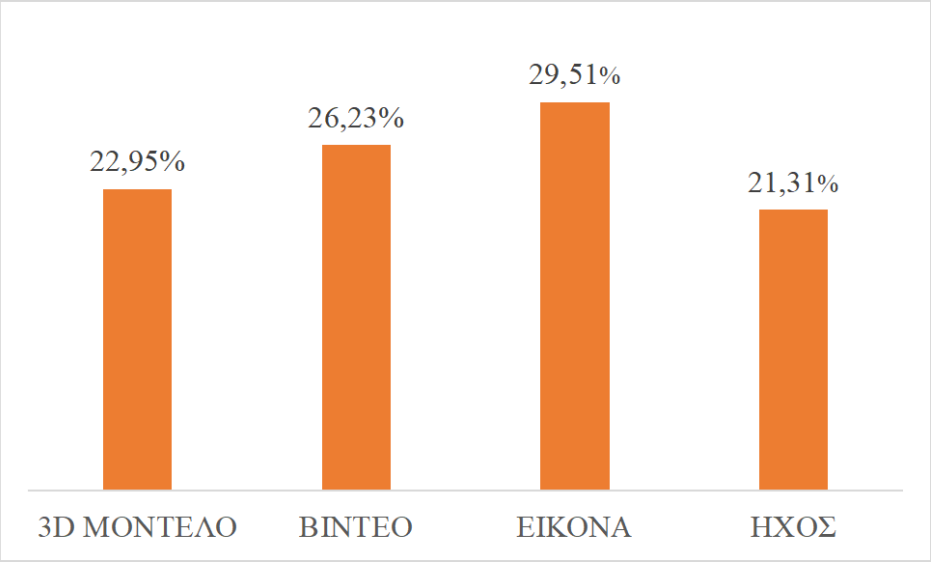


Σχήμα 5: Επαυξήσεις: Ποσοστό ΜΑ ανά διάσταση γνώσης για τα ΣΠΗΕ.



Στο Σχήμα 6 απεικονίζονται τα ποσοστά των ΜΑ που αφορούν τα είδη επαυξήσεων που χρησιμοποιήθηκαν (61 ΜΑ). Παρατηρούμε ότι οι φοιτητές/τριες αξιοποίησαν ως επαυξήσεις: εικόνες με πληροφορίες για το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, βίντεο, τρισδιάστατα μοντέλα και ηχητικές καταγραφές (οι φοιτητές/τριες είχαν ηχογραφήσει πληροφορίες σχετικές με το εργοστάσιο).

Σχήμα 6: Ποσοστό ΜΑ ανά είδος επαύξησης



Στον Πίνακα 2 παρατηρούμε ότι οι επαυξήσεις που εστίαζαν στην Τεχνολογική διάσταση ήταν κυρίως τρισδιάστατα μοντέλα και εικόνες ενώ οι επαυξήσεις που αφορούσαν την Επιστημονική διάσταση ήταν βίντεο και ηχητικές καταγραφές.

Πίνακας 2. Διάσταση γνώσης για τα ΣΠΗΕ ανά είδος επαύξησης

	Είδος επαύξησης: 3D μοντέλο	Είδος επαύξησης: βίντεο	Είδος επαύξησης: εικόνα	Είδος επαύξησης: ήχος
Επιστημονική διάσταση	0	9	1	6
Περιβαλλοντική διάσταση	0	2	4	1
Τεχνολογική διάσταση	13	5	13	5
Φαινομενολογική διάσταση	1	0	0	1

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο προπτυχιακού μαθήματος Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, με αντικείμενο την εκπαίδευση φοιτητών/τριών στον σχεδιασμό, ανάπτυξη, υλοποίηση και αξιολόγηση δράσεων σε χώρους τεχνοεπιστήμης. Μεταξύ άλλων οι φοιτητές/τριες εξοικειώθηκαν με την αξιοποίηση της ΕΠ και ανέπτυξαν εκπαιδευτικά υλικά με στοιχεία ΕΠ, τα οποία θα εφαρμόζονταν κατά διάρκεια επίσκεψης σε υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Τα εκπαιδευτικά υλικά, δηλαδή τα φύλλα εργασίας και οι επαυξήσεις, αναλύθηκαν, ως προς τις διαστάσεις της γνώσης για τα μεγάλης κλίμακας ΣΠΗΕ (Sissamperi & Koliopoulos, 2021) στις οποίες εστιάζουν, καθώς και ως προς τα είδη των επαυξήσεων που αξιοποιήθηκαν (Lytridis & Tsinakos, 2018). Από τα αποτελέσματα αναδεικνύεται ότι στα εκπαιδευτικά υλικά κυριαρχεί η Τεχνολογική διάσταση και ακολουθεί η Επιστημονική. Για την Τεχνολογική διάσταση αξιοποιήθηκαν επαυξήσεις που περιλάμβαναν κυρίως τρισδιάστατα μοντέλα και εικόνες, ενώ για την Επιστημονική διάσταση κυρίως βίντεο και ηχητικές καταγραφές. Τα τρισδιάστατα μοντέλα και οι εικόνες έδιναν τη δυνατότητα για συλλογή πληροφοριών σχετικών με τα διαφορετικά τεχνολογικά μέρη του εργοστασίου και τη λειτουργία τους π.χ. τουρμπίνα, αγωγός, γεννήτρια. Τα βίντεο και οι ηχητικές καταγραφές περιλάμβαναν κυρίως πληροφορίες για την περιγραφή του θερμοδυναμικού συστήματος, εστιάζοντας σε βασικές ενεργειακές έννοιες όπως αποθήκευση, μεταφορά και μετατροπή ενέργειας. Η αξιοποίηση αναπαραστάσεων από τους φοιτητές/τριες αποτελεί ένα θετικό στοιχείο των εκπαιδευτικών υλικών που ανέπτυξαν για την εκπαιδευτική προσέγγιση ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου (Sissamperi & Koliopoulos, 2015). Μάλιστα, αναδεικνύεται η αξία της ΕΠ καθώς δίνει τη δυνατότητα για αλληλεπίδραση με αντικείμενα και συλλογή πληροφοριών κατά τη

διερευνητική διαδικασία (Pedaste et al., 2020) σε έναν χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης. Ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι ένα μέρος των επαυξήσεων περιλάμβανε πληροφορίες που δεν ήταν κατάλληλα μετασχηματισμένες για το δημοτικό σχολείο ή εκφράζονταν παρανοήσεις των φοιτητών/τριών π.χ. σε ηχητικές καταγραφές που δημιούργησαν. Τα αποτελέσματα είναι χρήσιμα για την περαιτέρω υποστήριξη των φοιτητών/τριών, όταν σχεδιάζουν εκπαιδευτικά υλικά με στοιχεία ΕΠ για επισκέψεις σε χώρους τεχνοεπιστήμης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο συγγραφέας ευχαριστεί την Σταμπουλίδης Α.Ε. «Ενεργειακή Φλώρινας», και ιδιαίτερα τους Σταμπουλίδη Χριστόφορο και Χαράλαμπο, για τη συνεργασία και τη ξενάγηση στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο καθώς και τους/τις φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Ά., Πνευματικός, Δ., & Ζουπίδης, Α. (2012). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα "Materials Science". *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *5*, 153–164.

Καρνέζου, Μ., Ζουπίδης, Α., & Καριώτογλου, Π. (2024). Μη τυπική εκπαίδευση σε χώρους τεχνο-επιστημών: χαρακτηριστικά, προτάσεις και εφαρμογές. *Για Την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, *25*(70).

Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβλήματα, προτάσεις*. Εκδόσεις Πατάκη.

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *21*(6), 34–47. https://doi.org/10.1109/38.963459

Eshach, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, *16*(2), 171–190. https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1

Goff, E. E., Mulvey, K. L., Irvin, M. J., & Hartstone-Rose, A. (2018). Applications of Augmented Reality in Informal Science Learning Sites: a Review. *Journal of Science Education and Technology*, *27*(5), 433–447. https://doi.org/10.1007/s10956-018-9734-4

Gopalan, V., Bakar, J. A. A., & Zulkifli, A. N. (2023). Systematic literature review on critical success factors in implementing augmented reality for science learning environment (2006–2021). *Education and Information Technologies*, *28*(9), 11117–11144. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11613-y

Karnezou, M., Pnevmatikos, D., Avgitidou, S., & Kariotoglou, P. (2021). The structure of teachers' beliefs when they plan to visit a museum with their class. *Teaching and Teacher Education*, *99*, 103254. https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103254

Kennedy, A. A. U., Thacker, I., Nye, B. D., Sinatra, G. M., Swartout, W., & Lindsey, E. (2021). Promoting interest, positive emotions, and knowledge using augmented reality in a museum setting. *International Journal of Science Education, Part B*, *11*(3), 242–258. https://doi.org/10.1080/21548455.2021.1946619

Lytridis, C., & Tsinakos, A. (2018). Evaluation of the ARTutor augmented reality educational platform in tertiary education. *Smart Learning Environments*, *5*, 6. https://doi.org/10.1186/s40561-018-0058-x

Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution*. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173

National Research Council, (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press.

Pedaste, M., Mitt, G., & Jürivete, T. (2020). What Is the Effect of Using Mobile Augmented Reality in K12 Inquiry-Based Learning? *Education Sciences*, *10*(4), 94. https://doi.org/10.3390/educsci10040094

Peikos, G., & Sofianidis, A. (2024). What Is the Future of Augmented Reality in Science Teaching and Learning? An Exploratory Study on Primary and Pre-School Teacher Students' Views. *Education Sciences*, *14*(5), 480. https://doi.org/10.3390/educsci14050480

Sissamperi, N., & Koliopoulos, D. (2015). A didactical approach of large-scale electricity generation systems at the elementary school level. *Educational Journal of the University, 2*(2), 14-24. https://doi.org/10.26220/une.2234

Sissamperi, N., & Koliopoulos, D. (2021). How students of primary school understand large scale energy systems: The case of thermal power plant. *Journal of Technology and Science Education*, *11*(1), 129–145. https://doi.org/10.3926/jotse.1137

Yoon, S. A., & Wang, J. (2014). Making the Invisible Visible in Science Museums Through Augmented Reality Devices. *TechTrends*, *58*(1), 49–55. https://doi.org/10.1007/s11528-013-0720-7