

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

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

## ΠΡΑΚΤΙΚΑ

### 14<sup>ο</sup>

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ  
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες  
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου

12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ  
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,  
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[synedrio2025.enepnet.gr](http://synedrio2025.enepnet.gr)

### Ανάπτυξη STEM Διδακτικού Υλικού για την Κλιματική Αλλαγή από Εν Ενεργεία Εκπαιδευτικούς στο Πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης

*Γιώργος Πέικος, Αθανασία Κοκολάκη, Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Κυριακή Δημητριάδη, Μιχάλης Καλατζαντωνάκης, Πέτρος Παπαδάκης, Γιάννης Σγουρός, Μανώλης Χαιρέτης, Αιμιλία Μιχαηλίδη*

doi: [10.12681/codiste.9849](https://doi.org/10.12681/codiste.9849)

## **Ανάπτυξη STEM Διδακτικού Υλικού για την Κλιματική Αλλαγή από Εν Ενεργεία Εκπαιδευτικούς στο Πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης**

**Γιώργος Πέικος<sup>1</sup>, Αθανασία Κοκολάκη<sup>2</sup>, Καλλιόπη Γιαννακουδάκη<sup>3</sup>,  
Κυριακή Δημητριάδη<sup>4</sup>, Μιχάλης Καλατζαντωνάκης<sup>5</sup>, Πέτρος Παπαδάκης<sup>6</sup>,  
Γιάννης Σγουρός<sup>7</sup>, Μανώλης Χαιρέτης<sup>8</sup>, Αιμιλία Μιχαηλίδη<sup>9</sup>**

<sup>1,2</sup>Μεταδιδακτορικός/η ερευνητής/τρια, <sup>3,4,5,6,7,8</sup>Εκπαιδευτικός, <sup>9</sup>Επίκουρη Καθηγήτρια,

<sup>1,2,9</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης,

<sup>3</sup>Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ηρακλείου,

<sup>4,7</sup>Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ρεθύμνου,

<sup>5,8</sup>Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Χανίων,

<sup>6</sup>Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Λασιθίου

<sup>1</sup>*gpeikos@edc.uoc.gr*

### **Περίληψη**

Η εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή είναι κρίσιμη, καθώς τα αίτια της είναι ανθρωπογενή και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και την κοινωνία είναι ήδη εμφανείς. Στο πλαίσιο του προγράμματος STEM-id, οκτώ εκπαιδευτικοί εκπαιδεύτηκαν σε ζητήματα κλιματικής αλλαγής και στην προσέγγιση STEM, με σκοπό την ανάπτυξη διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής. Στην εργασία παρουσιάζονται οι δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν, οι οποίες αναλύθηκαν με βάση (α) τις ικανότητες της κλιματικής αλλαγής και (β) τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης.

**Λέξεις κλειδιά:** διδακτικό υλικό, κλιματική αλλαγή, STEM προσέγγιση

## **Development of STEM Teaching Materials on Climate Change by In-Service Teachers within a Learning Community**

**Giorgos Peikos<sup>1</sup>, Athanasia Kokolaki<sup>2</sup>, Kalliopi Giannakoudaki<sup>3</sup>,  
Kyriaki Dimitriadi<sup>4</sup>, Michalis Kalatzantonakis<sup>5</sup>, Petros Papadakis<sup>6</sup>,  
Giannis Sgouros<sup>7</sup>, Manolis Cheretis<sup>8</sup>, Emilia Michailidi<sup>9</sup>**

<sup>1,2</sup>Postdoctoral researcher, <sup>3,4,5,6,7,8</sup>Teacher, <sup>9</sup>Assistant Professor

<sup>1,2,9</sup>Department of Primary Education, University of Crete,

<sup>3</sup>Directorate of Secondary Education of Heraklion,

<sup>4,7</sup>Directorate of Secondary Education of Rethymno,

<sup>5,8</sup>Directorate of Primary Education of Chania,

<sup>6</sup>Directorate of Secondary Education of Lasithi

<sup>1</sup>*gpeikos@edc.uoc.gr*

### **Abstract**

Climate change education is crucial, as its causes are anthropogenic, and the impacts on the environment and society are already evident. Within the framework of the STEM-id project, eight teachers were trained on climate change topics and the STEM approach, with the aim of developing teaching materials for climate change education. This study presents the activities that were developed,

which were categorized based on (a) climate change competences, and (b) the characteristics of the STEM approach.

**Keywords:** climate change, STEM approach, teaching materials

## Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα φύσει πολύπλοκο και διεπιστημονικό ζήτημα, καθώς εμπλέκει αλληλεξαρτώμενους φυσικούς, κοινωνικούς και τεχνολογικούς παράγοντες, απαιτώντας συνδυασμό γνώσεων και εργαλείων από διάφορες επιστήμες για την κατανόηση και αντιμετώπισή της (Jacobson et al., 2017). Ως εκ τούτου η διδασκαλία της θα μπορούσε να βασιστεί στη STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) διδακτική προσέγγιση, η οποία αναδεικνύει την αλληλεπίδραση διαφορετικών επιστημονικών πεδίων για την επίλυση πραγματικών, πολύπλοκων προβλημάτων, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στην οικοδόμηση γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων που είναι απαραίτητες για την κατανόηση και την αντιμετώπιση κρίσιμων κοινωνικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων (Kousloglou et al., 2022; Martín-Páez et al., 2019).

Ωστόσο, η ενσωμάτωση εννοιών της κλιματικής αλλαγής στα προγράμματα σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης τόσο σε διεθνές επίπεδο (Sharma, 2012), όσο και σε ελληνικό παραμένει περιορισμένη, ενώ οι εκπαιδευτικοί συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εφαρμογή της STEM προσέγγισης (Νιτυράκης, & Σταύρου, 2023). Οι δυσκολίες αφορούν μεταξύ άλλων την περιορισμένη πρόσβαση σε σύγχρονες μεθοδολογίες διδασκαλίας και την ένταξη σύγχρονων επιστημονικών ζητημάτων στη διδασκαλία τους (Blonder, 2010). Για τον λόγο αυτό, αναδεικνύεται η ανάγκη υλοποίησης στοχευμένων προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης, ώστε να υποστηριχθούν οι εκπαιδευτικοί στην εφαρμογή της σύγχρονης STEM προσέγγισης για τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιαστεί το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, ως αποτέλεσμα ενός τέτοιου προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης. Ειδικότερα, διερευνάται η ενσωμάτωση των θεμελιωδών εννοιών (Jacobson et al., 2017; Shepardson et al., 2012) και ικανοτήτων που είναι απαραίτητες για την κατανόηση της πολυπλοκότητας και των μελλοντικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής καθώς και για την αντιμετώπισή της (Taurinen et al., 2024; Wiek et al., 2011), οι οποίες θα αναφέρονται στο εξής ως ικανότητες κλιματικής αλλαγής, καθώς και των χαρακτηριστικών της STEM προσέγγισης (Roehrig et al., 2021).

Το ερευνητικό ερώτημα που καθοδηγεί την εργασία είναι το ακόλουθο: Ποια χαρακτηριστικά έχουν τα διδακτικά υλικά που αναπτύχθηκαν από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης για την κλιματική αλλαγή;

## Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο του προγράμματος STEM-id οχτώ εν ενεργεία εκπαιδευτικοί υψηλών προσόντων (τέσσερις Α/θμιας εκπαίδευσης και τέσσερις Β/θμιας, κάτοχοι μεταπτυχιακού ή και διδακτορικού στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών) σχημάτισαν από κοινού με ερευνητές/τριες της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και ερευνητές του πεδίου της κλιματικής αλλαγής μια κοινότητα μάθησης με σκοπό την ανάπτυξη και πιλοτική εφαρμογή STEM διδακτικού υλικού για την κλιματική αλλαγή. Στην πρώτη φάση των δια ζώσης και διαδικτυακών συναντήσεων της κοινότητας μάθησης έγινε διαπραγμάτευση (α) ζητημάτων επιστημονικού περιεχομένου της κλιματικής αλλαγής και συγκεκριμένα του φαινομένου του θερμοκηπίου, της αλληλεπίδρασης ακτινοβολίας και θερμοκηπικών αερίων, της διάκρισης καιρού-κλίματος, του κύκλου του άνθρακα και των ανθρωπογενών επιδράσεων, της σύνθεσης της ατμόσφαιρας και των κλιματικών μοντέλων (Jacobson et al., 2017; Shepardson et al., 2012), (β) των ικανοτήτων των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών που χρειάζεται να καλλιεργηθούν σχετικά με την κλιματική αλλαγή όπως είναι η συστηματική σκέψη, η επιστημονική διερεύνηση, ο οραματισμός για το μέλλον, η πραγμάτευση αξιών, η στρατηγική

ικανότητα, η διαπροσωπική ικανότητα (Taurinen et al., 2024; Wiek et al., 2011) καθώς και (γ) των χαρακτηριστικών της STEM προσέγγισης, όπως η επικέντρωση σε πραγματικά προβλήματα, η ενσωμάτωση περιεχομένου από τα STEM πεδία, η σύνδεση με το τοπικό πλαίσιο και η ενσωμάτωση του μηχανικού σχεδιασμού (Roehrig et al., 2021). Ακόμα, παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν προϋπάρχουσες διερευνητικά προσανατολισμένες δραστηριότητες σχετικές με το αντικείμενο της κλιματικής αλλαγής αλλά και παραδείγματα STEM δραστηριοτήτων. Στη συνέχεια, οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν σταδιακά να διαμορφώσουν STEM διδακτικό υλικό το οποίο παρουσίαζαν σε συναντήσεις της κοινότητας μάθησης και λάμβαναν ανατροφοδότηση μέχρι την διαμόρφωση της τελικής εκδοχής, η οποία εφαρμόστηκε από τους/τις εκπαιδευτικούς στην τάξη τους.

Δεδομένα της παρούσας εργασίας αποτελούν οι STEM δραστηριότητες που ανέπτυξαν οι εκπαιδευτικοί. Οι δραστηριότητες αναλύθηκαν ως προς (α) τις ικανότητες της κλιματικής αλλαγής και (β) τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης τα οποία εντοπίζονται στις δραστηριότητες. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων ως προς τις ικανότητες της κλιματικής αλλαγής και τα κριτήρια με τα οποία αναγνωρίζονται αυτές οι ικανότητες στα δεδομένα της έρευνας (Taurinen et al., 2024; Wiek et al., 2011). Για παράδειγμα, μια δραστηριότητα θεωρείται ότι ενσωματώνει την επιστημονική διερεύνηση αν αναγνωρίζεται στη δραστηριότητα η καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης π.χ. συλλογή και ανάλυση δεδομένων.

**Πίνακας 1.** Ανάλυση των δεδομένων ως προς τις ικανότητες της κλιματικής αλλαγής

Ικανότητες ΚΑ	Κριτήρια
Επιστημονική Διερεύνηση	Επιστημονικές έννοιες σχετικές με την ΚΑ, δεξιότητες διερεύνησης
Συστημική Σκέψη	Αλληλεπίδραση κλιματικού συστήματος & υποσυστημάτων, αλληλεπιδράσεις πολλαπλών τομέων (κοινωνία, περιβάλλον, οικονομία, τεχνολογία)
Οραματισμός για το μέλλον	Μελλοντικά σενάρια, προβλεπτική και αναδρομική ανάλυση
Στρατηγική Ικανότητα	Σχεδιασμός & υλοποίηση παρεμβάσεων, προσαρμογή & μετρίαση, ανάληψη δράσης
Πραγμάτευση αξιών	Αναγνώριση (μη) βιώσιμων πρακτικών, ηθική, λήψη αποφάσεων
Διαπροσωπική Ικανότητα	Επικοινωνία, συνεργασία, πολλαπλές οπτικές

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων ως προς τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης και τα κριτήρια με βάση τα οποία αναγνωρίζονται αυτά στις δραστηριότητες (Roehrig et al. 2021). Για παράδειγμα, προκειμένου μια δραστηριότητα να θεωρηθεί ότι ενσωματώνει το χαρακτηριστικό «Μηχανικός σχεδιασμός», έπρεπε να πληροί συγκεκριμένα κριτήρια, όπως η αναγνώριση της διαδικασίας του μηχανικού σχεδιασμού, η ανάπτυξη λύσεων ή/και η αναφορά στους περιορισμούς που ανακύπτουν κατά την ανάπτυξη της λύσης.

**Πίνακας 2.** Ανάλυση των δεδομένων ως προς τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης

Χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης	Κριτήρια
Ενσωμάτωση περιεχομένου	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ενσωμάτωση περιεχομένου από τα πεδία Επιστήμη – Τεχνολογία – Μηχανική – Μαθηματικά</li> </ul>
Σύνδεση με το πλαίσιο	<ul style="list-style-type: none"> <li>Συνδέσεις με τις εμπειρίες των μαθητών</li> <li>Συνδέσεις με την τοπική κουλτούρα και το κοινωνικοπολιτικό πλαίσιο</li> </ul>
Επικέντρωση σε πραγματικά προβλήματα	<ul style="list-style-type: none"> <li>Εστίαση σε πραγματικά, ανοιχτά και αυθεντικά προβλήματα</li> </ul>

Μηχανικός σχεδιασμός	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού</li> <li>• Ανάπτυξη λύσεων</li> <li>• Κριτήρια και περιορισμοί</li> </ul>
----------------------	--

## Αποτελέσματα

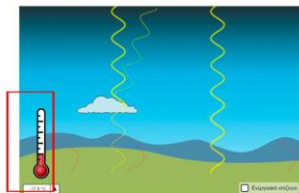
Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων. Από τους/τις οχτώ εκπαιδευτικούς αναπτύχθηκαν συνολικά 62 δραστηριότητες. Σχετικά με τις ικανότητες της κλιματικής αλλαγής (ΚΑ) από τον Πίνακα 3 φαίνεται ότι στις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν αναγνωρίζεται συχνότερα η επιστημονική διερεύνηση και ακολουθεί η συστημική σκέψη και η πραγμάτευση αξιών. Για παράδειγμα στην Α/θμια αναγνωρίστηκαν δραστηριότητες που περιλάμβαναν προσομοιώσεις (Εικόνα 1), και στη Β/θμια διαγράμματα (Εικόνα 2), για τη συλλογή δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αλληλεπίδραση αερίων του θερμοκηπίου και της αύξησης της θερμοκρασίας.

**Πίνακας 3.** Αποτελέσματα για την ενσωμάτωση ικανοτήτων ΚΑ στις δραστηριότητες

Ικανότητες Κλιματικής Αλλαγής	Α/θμια	Β/θμια	Σύνολο
Επιστημονική Διερεύνηση	21	24	45
Συστημική Σκέψη	9	11	20
Πραγμάτευση αξιών	9	10	19
Στρατηγική Ικανότητα	6	7	13
Οραματισμός για το μέλλον	5	6	11
Διαπροσωπική Ικανότητα	4	2	6

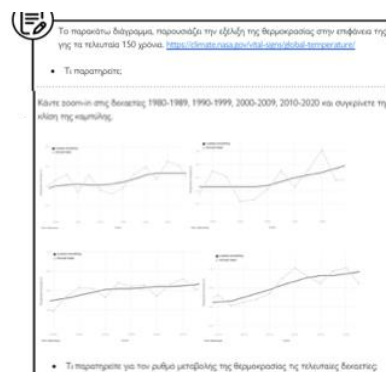
**Εικόνα 1.** Επιστημονική διερεύνηση: συλλογή δεδομένων από προσομοιώσεις στην Α/θμια

3. Καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία που έχει η επιφάνεια της Γης μόλις φτάσει η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της.



4. Τι παρατηρείτε στην επιφάνεια της Γης μετά από λίγο:

**Εικόνα 2.** Επιστημονική διερεύνηση: συλλογή δεδομένων από διαγράμματα στη Β/θμια

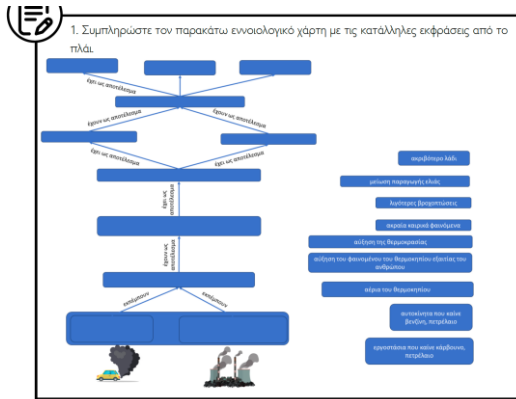


Όσον αφορά τη συστημική σκέψη, αναγνωρίστηκε σε δραστηριότητες που στόχευαν στην ανάδειξη της αλληλεπίδρασης μεταξύ του κλιματικού συστήματος και των υποσυστημάτων, καθώς και των σχέσεων μεταξύ διαφόρων τομέων, όπως η κοινωνία, το περιβάλλον, η οικονομία και η τεχνολογία. Παραδείγματα αποτελούν εννοιολογικοί χάρτες. Ενδεικτικά στην Α/θμια εκπαίδευση (Εικόνα 3), ένας εννοιολογικός χάρτης απεικονίζει την αλληλουχία αιτίων και αποτελεσμάτων, ξεκινώντας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και καταλήγοντας στην αύξηση της θερμοκρασίας της Γης και στις επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή, ενώ στη Β/θμια εκπαίδευση (Εικόνα 4), ο εννοιολογικός χάρτης αποτυπώνει πτυχές της επίδρασης της κατασκευής του Βόρειου Οδικού Άξονα Κρήτης στην τοπική περιοχή.

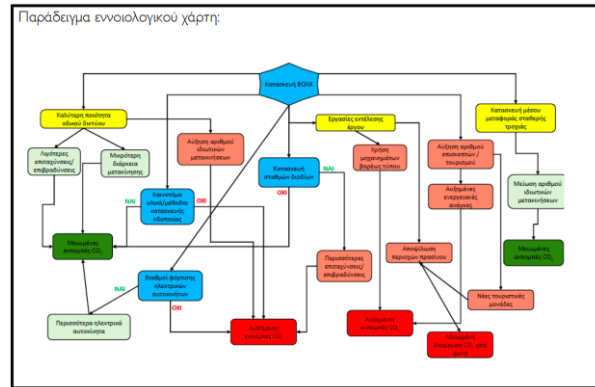
Η πραγμάτευση αξιών εστίαζε στην αναγνώριση βιώσιμων και μη βιώσιμων πρακτικών και στη λήψη αποφάσεων. Για παράδειγμα στην Α/θμια αναπτύχθηκε ένα επιτραπέζιο παιχνίδι για τη διαμόρφωση θέσης σε διλήμματα που προκύπτουν από μέτρα

αντιμετώπισης της ΚΑ (Εικόνα 5). Αντίστοιχα στη Β/θμια χρησιμοποιήθηκε εφαρμογή υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος και φύλλο εργασίας που παρακινούσε τους/τις μαθητές/τριες να σκεφτούν τι διλήμματα προκύπτουν από τις λύσεις που προτείνονται για την κλιματική αλλαγή (Εικόνα 6).

**Εικόνα 3.** Συστημική σκέψη: εννοιολογικός χάρτης στην Α/θμια



**Εικόνα 4.** Συστημική σκέψη: εννοιολογικός χάρτης στη Β/θμια



**Εικόνα 5.** Πραγμάτευση αξιών: επιτραπέζιο παιχνίδι και διλήμματα στην Α/θμια



**Εικόνα 6.** Πραγμάτευση αξιών: υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος και διλήμματα στη Β/θμια

5. Με βάση τα παραπάνω τι λύσεις θα προτείνατε για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από την καθημερινή δραστηριότητα των ανθρώπων.

ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ

6. Υπάρχουν άλλες λύσεις που έχετε ακούσει σχετικά με τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Μίσηρ 2

1. Αυτός ο λύσεις είναι όλες ρεαλιστικές. Τι διλήμματα μπορεί να προκύψουν στους ανθρώπους και για αυτό δεν τα εφαρμόζουν όλες.

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης, ο Πίνακας 4 παρουσιάζει τα αποτελέσματα σχετικά με την «Ενσωμάτωση περιεχομένου» των STEM πεδίων.

**Πίνακας 4.** Αποτελέσματα για την ενσωμάτωση χαρακτηριστικών της STEM προσέγγισης στις δραστηριότητες: Ενσωμάτωση περιεχομένου

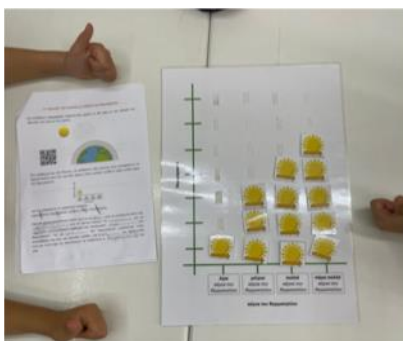
Ενσωμάτωση περιεχομένου	Α/θμια	Β/θμια	Σύνολο
Επιστήμη	24	44	68
Τεχνολογία	22	22	44
Μηχανική	9	10	19
Μαθηματικά	21	14	35

Φαίνεται ότι από τα τέσσερα πεδία, η Επιστήμη, η Τεχνολογία και τα Μαθηματικά εμφανίζουν την υψηλότερη συχνότητα στις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν. Σχετικά με την Επιστήμη, εντοπίστηκαν δραστηριότητες που εστίαζαν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας με τα θερμοκηπικά αέρια και στη συμβολή των

ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στις κλιματικές μεταβολές. Η Τεχνολογία αξιοποιήθηκε τόσο ως εργαλείο για την επεξεργασία κλιματικών δεδομένων, όσο και ως πιθανό τελικό προϊόν που συμβάλει στον μετριασμό/προσαρμογή στην ΚΑ, όπως για παράδειγμα η χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ αντί θερμοηλεκτρικών σταθμών, με στόχο τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η Μηχανική σχετίστηκε με τον σχεδιασμό και τη διαμόρφωση λύσεων, ενώ τα Μαθηματικά χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων και αναπαραστάσεων, συμβάλλοντας στην κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με την ΚΑ.

Οι περισσότερες δραστηριότητες ενσωμάτων τουλάχιστον δύο τομείς των STEM πεδίων. Για παράδειγμα, στην Α/θμια εκπαίδευση εντοπίστηκε δραστηριότητα που ενσωμάτωνε τα πεδία της Επιστήμης, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών (Εικόνα 7). Συγκεκριμένα, όσον αφορά την Τεχνολογία αναπτύχθηκε περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη συσχέτιση της θερμοκρασίας με τα αέρια του θερμοκηπίου. Τα Μαθηματικά αξιοποιήθηκαν για την επεξεργασία αυτών των δεδομένων, μέσω της δημιουργίας ραβδογράμματος, ενώ η Επιστήμη συνέβαλε στην περιγραφή της σχέσης μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου και της αύξησης της θερμοκρασίας, καθώς και στην εξήγηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αντίστοιχα, στη Β/θμια εκπαίδευση (Εικόνα 8) αξιοποιήθηκε λογισμικό υπολογιστικών φύλλων (Τεχνολογία) για την επεξεργασία πραγματικών δεδομένων σχετικά με τη μέση μηνιαία συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, τη θερμοκρασία και τη στάθμη των θαλασσών. Οι μαθητές/τριες καλούνταν να δημιουργήσουν γραφικές παραστάσεις για τις τρεις περιπτώσεις και να τις σύγκριναν μεταξύ τους (Μαθηματικά), με στόχο να περιγράψουν τη σχέση μεταξύ συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>, θερμοκρασίας και στάθμης της θάλασσας (Επιστήμη).

**Εικόνα 7.** Παράδειγμα ενσωμάτωσης των πεδίων Επιστήμη, Τεχνολογία, Μαθηματικά στην Α/θμια



**Εικόνα 8.** Παράδειγμα ενσωμάτωσης των πεδίων Επιστήμη, Τεχνολογία τα Μαθηματικά στη Β/θμια

Συγκρίνετε τις τρεις γραφικές παραστάσεις (Συγκέντρωση CO<sub>2</sub>-Μέση θερμοκρασία Γης-Στάθμη θαλασσών) μεταξύ τους. Πώς φαίνεται να συνδέονται μεταξύ τους τα τρία αυτά μεγέθη;



ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ EXCELL

1. Με πατημένο το αριστερό κλικ στο ποντίκι επιλέξτε τα δεδομένα και στις δύο στήλες.
2. Στην μπάρα εντολών επιλέγουμε [Εισαγωγή Γραφήματα](#) > [Γράφημα Γραμμών 2Δ](#) > [OK](#). Εφόσον είναι απαραίτητο μπορείτε να προσαρμόσετε τα όρια τιμών στον άξονα ψ/φ για την καλύτερη απεικόνιση της γραφικής παράστασης.
1. Κάντε δεξί κλικ πάνω στις τιμές του άξονα ψ/φ.
2. Στις επιλογές που εμφανίζονται πατήστε: [Μορφοποίηση άξονα](#).
3. Στις επιλογές του άξονα που εμφανίζονται ορίστε τα Ελάχιστα και Μέγιστα όρια.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα τρία χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης, ο Πίνακας 5 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για την ενσωμάτωσή τους στις δραστηριότητες. Αναγνωρίστηκαν δραστηριότητες που επικεντρώνονταν σε πραγματικά, αυθεντικά και ανοικτά προβλήματα, όπως η τήξη των πάγων ή τα προβλήματα που προκαλεί η ξηρασία στις καλλιέργειες. Ακόμη αναγνωρίστηκαν δραστηριότητες που συνδέονταν με το πλαίσιο, καθώς επιχειρούσαν να συνδέσουν το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής με τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών και το τοπικό κοινωνικο-περιβαλλοντικό πλαίσιο. Ενδεικτικά, περιλάμβαναν συνεντεύξεις με μέλη της τοπικής κοινότητας με θέμα τις επιπτώσεις της ΚΑ στην καλλιέργεια της ελιάς στην Κρήτη, τη μελέτη τοπικών καιρικών συνθηκών και διερεύνηση των μελλοντικών επιπτώσεων της ΚΑ στην περιοχή. Οι δραστηριότητες που ενσωμάτωναν τον μηχανικό σχεδιασμό εστίαζαν στη διαδικασία σχεδιασμού λύσεων. Για παράδειγμα, στην Α/θμια εκπαίδευση, προτάθηκε μια δραστηριότητα που περιλάμβανε τον σχεδιασμό και την δημιουργία ενός πρωτότυπου βιώσιμου λεωφορείου. Στη Β/θμια, αναπτύχθηκε δραστηριότητα που αφορούσε τον σχεδιασμό και την κατασκευή πρωτότυπου για την ανίχνευση εκπομπών CO<sub>2</sub> στους σταθμούς διοδίων που ενδέχεται να κατασκευαστούν στον Βόρειο Οδικό Άξονα Κρήτης.

**Πίνακας 5.** Αποτελέσματα για την ενσωμάτωση χαρακτηριστικών της STEM προσέγγισης στις δραστηριότητες: Επικέντρωση σε πραγματικά προβλήματα, Σύνδεση με το πλαίσιο, Μηχανικός σχεδιασμός

Χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης	A/θμια	B/θμια	Σύνολο
Επικέντρωση σε πραγματικά προβλήματα	6	6	12
Σύνδεση με το πλαίσιο	5	6	11
Μηχανικός σχεδιασμός	4	4	8

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε η ανάπτυξη STEM διδακτικού υλικού για την κλιματική αλλαγή από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, στο πλαίσιο προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης. Συγκροτήθηκε κοινότητα μάθησης, αποτελούμενη από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς υψηλών προσόντων, ερευνητές/τριες της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, καθώς και ειδικούς στο πεδίο της κλιματικής αλλαγής. Με την υποστήριξη της κοινότητας, οι εκπαιδευτικοί ανέπτυξαν συνολικά 62 διδακτικές δραστηριότητες σχετικές με την κλιματική αλλαγή. Οι δραστηριότητες αναλύθηκαν ως προς τις ικανότητες κλιματικής αλλαγής που καλλιεργούσαν και ως προς τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης που ενσωμάτωναν. Όσον αφορά τις ικανότητες για την κλιματική αλλαγή, από τα αποτελέσματα αναγνωρίζεται μια ισορροπία μεταξύ των δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν από εκπαιδευτικούς της Α/θμιας και της Β/θμιας εκπαίδευσης. Μεταξύ των ικανοτήτων που εμφανίζονται συχνότερα περιλαμβάνονται η επιστημονική διερεύνηση, η συστημική σκέψη και η πραγμάτευση αξιών, οι οποίες καταγράφονται και στις δύο βαθμίδες εκπαίδευσης με παρόμοια συχνότητα. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης, στην Α/θμια εκπαίδευση παρατηρείται μια πιο ισορροπημένη ενσωμάτωση των πεδίων της Επιστήμης, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών στις δραστηριότητες. Αντίθετα, στη Β/θμια εκπαίδευση κυριαρχεί το πεδίο της Επιστήμης, γεγονός που ενδέχεται να σχετίζεται με το επιστημονικό υπόβαθρο των περισσότερων εκπαιδευτικών (Φυσικοί). Ωστόσο, και στις δύο βαθμίδες παρατηρείται περιορισμένη ενσωμάτωση στοιχείων της Μηχανικής, ένα πεδίο με το οποίο οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να είναι λιγότερο εξοικειωμένοι, και στις δυο βαθμίδες. Επόμενο βήμα του προγράμματος ήταν κάθε εκπαιδευτικός να συγκροτήσει μια νέα κοινότητα μάθησης με 2–3 εκπαιδευτικούς και να τους υποστηρίξει τόσο στην εξοικείωση με τις διδακτικές δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν, όσο και στον σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας διδακτικής ενότητας για την κλιματική αλλαγή στην τάξη τους.

## Βιβλιογραφία

- Νιπυράκης, Α. & Σταύρου, Δ. (2023). Σχεδιασμός & ανάπτυξη STEM διδακτικού υλικού από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς Βθμιας Εκπαίδευσης [Συμπόσιο]. Στο Κ., Σκορδούλης, Κ., Στεφανίδου, Α., Μανδρίκας & Η., Μπόικος. *12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ 450-455). ΕΚΠΑ. ISBN 978-618-82007-4-6
- Blonder, R. (2010). The influence of a teaching model in nanotechnology on chemistry teachers' knowledge and their teaching attitudes. *Journal of Nano Education*, 2(1-2), 67-75. <https://doi.org/10.1166/jne.2010.1004>
- Jacobson, M. J., Markauskaite, L., Portolese, A., Kapur, M., Lai, P. K., & Roberts, G. (2017). Designs for learning about climate change as a complex system. *Learning and instruction*, 52, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.03.007>
- Kousoglou, M., Zoupidis, A., Molohidis, A., & Hatzikraniotis, E. (2022). Enhancing Students' Motivation by STEM-Oriented, Mobile, Inquiry-Based Learning. Στο S. Xeferis (Επιμ.), *Handbook of Research on Integrating ICTs in STEAM Education*, 176-200. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3861-9.ch009>

- 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>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Sharma, A. (2012). Global climate change: What has science education got to do with it?. *Science & Education*, 21(1), 33-53. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9372-1>
- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Roychoudhury, A., & Hirsch, A. (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system: Implications for climate and environmental education. *Environmental Education Research*, 18(3), 323-352. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.622839>
- Taurinen, J., Vesterinen, V. M., Veijonaho, S., Siponen, J., Riuttanen, L., & Ruuskanen, T. (2024). Climate change competencies from perspective of Finnish youth. *Journal of Youth Studies*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/13676261.2024.2343724>
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203-218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>