

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°

**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, ΑΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΑΠΘ**

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

synedrio2025.enepnet.gr



Σχεδιασμός και Υλοποίηση STEM Διδακτικών Ενοτήτων για την Κλιματική Εκπαίδευση Μαθητών/τριών

Αιμιλία Μιχαηλίδη, Αθανασία Κοκολάκη, Ελένη Μποτζάκη, Χαρά Μπιτσάκη, Καλλιόπη Ζάρμπα, Κατερίνα Τσιφετάκη, Ιωάννης Ξυπολιάς, Χρήστος Μασούρας, Νίκος Καπελώνης, Δημήτρης Σταύρου

doi: [10.12681/codiste.9868](https://doi.org/10.12681/codiste.9868)

Σχεδιασμός και Υλοποίηση STEM Διδακτικών Ενοτήτων για την Κλιματική Εκπαίδευση Μαθητών/τριών

Αιμιλία Μιχαηλίδη¹, Αθανασία Κοκολάκη², Ελένη Μποτζάκη³,
Χαρά Μπιτσάκη³, Καλλιόπη Ζάρμπα⁴, Κατερίνα Τσιφετάκη⁴,
Ιωάννης Ξυπολιάς⁴, Χρήστος Μασούρας⁴, Νίκος Καπελώνης³ και
Δημήτρης Σταύρου⁵

¹Επίκουρη καθηγήτρια, ²Μεταδιδακτορική ερευνήτρια, ³Υποψήφιος/α Διδάκτορας,

⁴Μεταπτυχιακός/ή Φοιτητής/τρια, ⁵Καθηγητής

^{1,2,3,4,5}Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

¹*e.michailidi@uoc.gr*

Περίληψη

Η εργασία εξετάζει διδακτικό υλικό για την κλιματική αλλαγή που ανέπτυξαν 12 εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών στο πλαίσιο του έργου STEM-id. Οι εκπαιδευτικοί σχεδίασαν δραστηριότητες που ενσωματώνουν βασικές επιστημονικές έννοιες (όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και ο κύκλος του άνθρακα), καλλιεργούν κρίσιμες ικανότητες και αξιοποιούν χαρακτηριστικά STEM, όπως διερευνητική και προβληματοκεντρική μάθηση. Η ανάλυση ανέδειξε τη σημασία της γεφύρωσης μεταξύ των επιστημονικών αντικειμένων και της σύνδεσης με την καθημερινή ζωή, ενισχύοντας την κατανόηση πολύπλοκων περιβαλλοντικών ζητημάτων και την προετοιμασία των μαθητών/τριών ως ενεργών και υπεύθυνων πολιτών.

Λέξεις κλειδιά: ανάπτυξη διδακτικής ταυτότητας, εκπαίδευση για το κλίμα, STEM διδακτική ταυτότητα

Design and Implementation of STEM Teaching Modules for Students' Climate Education

Emily Michailidi¹, Athanasia Kokolaki², Eleni Botzaki³, Chara Bitsaki³,
Kalliopi Zarba⁴, Katerina Tsifetaki⁴, Ioannis Xypolias⁴, Christos Masouras⁴,
Nikos Kapelonis³ and Dimitris Stavrou⁵

¹Assistant Professor, ²Post-Doctoral researcher, ³PhD Candidate, ⁴Postgraduate student,

⁵Professor

^{1,2,3,4,5}Department of Primary Education, University of Crete

¹*e.michailidi@uoc.gr*

Abstract

This study examines climate change teaching material developed by 12 in-service science teachers within the STEM-id project. The teachers designed activities integrating key scientific concepts (such as the greenhouse effect and carbon cycle), fostering crucial competencies (scientific inquiry, systems thinking, decision-making), and incorporating STEM characteristics like inquiry-based and problem-centered learning. The analysis highlighted the importance of interdisciplinarity and connections to real-life contexts, enhancing students' understanding of complex environmental issues and preparing them to act as active and responsible citizens.

Keywords: climate education, STEM teacher identity, teacher identity development

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή συνιστά ένα εγγενώς σύνθετο πρόβλημα, καθώς περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση πολλών φυσικών και ανθρωπογενών παραμέτρων, ενώ συνδέεται με σημαντική επιστημονική αβεβαιότητα και έντονες κοινωνικοοικονομικές και πολιτικές προεκτάσεις (Shepardson et al., 2012). Ως επιστημονικό πεδίο, η μελέτη της κλιματικής αλλαγής απαιτεί την κατανόηση και σύνθεση γνώσεων από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, όπως η φυσική, η χημεία, τα μαθηματικά, η μηχανική και η τεχνολογία, αλλά και την καλλιέργεια δεξιοτήτων συστημικής σκέψης και λήψης αποφάσεων (Wiek et al., 2011).

Η εκπαιδευτική προσέγγιση της κλιματικής αλλαγής καλείται να ξεπεράσει τα όρια μιας παραδοσιακής, γραμμικής παρουσίασης φυσικών φαινομένων και να εισαγάγει τους μαθητές σε ένα πλαίσιο που αναδεικνύει τη συστημική φύση του προβλήματος, τις ηθικές και κοινωνικές του διαστάσεις και την ανάγκη ανάληψης δράσης (Bianchi et al., 2022· Taurinen et al., 2024). Για τον λόγο αυτό, η ενοποιημένη STEM διδακτική προσέγγιση κρίνεται ιδιαίτερα κατάλληλη, καθώς συνδέει τη διδασκαλία με αυθεντικά, πολύπλοκα προβλήματα του πραγματικού κόσμου και ενισχύει τη διαθεματική γνώση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα (Johnson & Czerniak, 2023· Moore & Smith, 2014). Μέσα από δραστηριότητες διερεύνησης, σχεδιασμού λύσεων, πειράματα και μοντελοποιήσεις, οι μαθητές καλλιεργούν την ικανότητα να εργάζονται συνεργατικά, να αξιοποιούν δεδομένα και να διαμορφώνουν τεκμηριωμένες απόψεις (Roehrig et al., 2021).

Ωστόσο, η εφαρμογή μιας ενοποιημένης STEM προσέγγισης συναντά σημαντικές προκλήσεις στην εκπαιδευτική πράξη. Πολλοί εκπαιδευτικοί αναφέρουν δυσκολίες στην ενσωμάτωση στοιχείων από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, καθώς και περιορισμένη αυτοπεποίθηση για να εφαρμόσουν διεπιστημονικές και καινοτόμες πρακτικές (Corg, et al., 2020· Galanti & Holincheck, 2022). Οι δυσκολίες αυτές συνδέονται στενά με θέματα επαγγελματικής ταυτότητας και αυτοαντίληψης του διδακτικού τους ρόλου (Carlone & Johnson, 2007).

Η δημιουργία κοινοτήτων μάθησης και ομάδων σχεδιασμού εκπαιδευτικών έχει αναδειχθεί ως μια αποτελεσματική στρατηγική για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και την εφαρμογή καινοτόμων διδακτικών πρακτικών (Gomoll et al., 2022). Μέσα από τη συνεργασία σε τέτοια πλαίσια, οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν ιδέες, να εξελίσσουν τις παιδαγωγικές τους αντιλήψεις και να δημιουργούν υλικό που ανταποκρίνεται στις ανάγκες της σύγχρονης εκπαίδευσης (Weinberg et al., 2021). Επιπλέον, η συμμετοχή σε συλλογικές διαδικασίες ανάπτυξης υλικού συμβάλλει στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης, της επαγγελματικής ανάπτυξης και στην καλλιέργεια μιας πιο ενοποιημένης διδακτικής ταυτότητας STEM (Galanti & Holincheck, 2022).

Συνεπώς, η μελέτη των χαρακτηριστικών του διδακτικού υλικού που αναπτύσσουν οι εκπαιδευτικοί σε τέτοια πλαίσια αποτελεί σημαντικό βήμα για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ενσωματώνονται επιστημονικές, κοινωνικές και παιδαγωγικές διαστάσεις στην εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα εργασία εξετάζει το διδακτικό υλικό που ανέπτυξαν εν ενεργεία εκπαιδευτικοί για την κλιματική αλλαγή, στο πλαίσιο κοινοτήτων μάθησης. Υιοθετώντας την παραδοχή ότι οι σχεδιαστικές επιλογές αντανακλούν τις παιδαγωγικές προτεραιότητες και αξίες των εκπαιδευτικών (Gomoll et al., 2022), η μελέτη εστιάζει στα χαρακτηριστικά και στα στοιχεία που ενσωματώνονται στο υλικό, με στόχο να αναδειχθούν οι διδακτικές κατευθύνσεις και οι τρόποι προσέγγισης της κλιματικής αλλαγής στη σχολική εκπαίδευση.

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα που καθοδηγεί την παρούσα μελέτη είναι: «Πώς εν ενεργεία εκπαιδευτικοί (ανα)σχεδιάζουν διδακτικό υλικό για την κλιματική αλλαγή;».

Μεθοδολογία

Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας

Η παρούσα έρευνα υλοποιείται στο πλαίσιο του έργου STEM-id (<https://stem-id.edc.uoc.gr/el/>), το οποίο αποσκοπεί στη σύνδεση της εκπαίδευσης STEM με την εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή, προωθώντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων.

Στην πρώτη φάση του έργου συγκροτήθηκε μια κοινότητα μάθησης, η οποία αποτελούνταν από ερευνητές/τριες της εκπαίδευσης STEM, ερευνητές/τριες της επιστήμης του κλίματος και 8 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η κοινότητα μάθησης λειτούργησε ως πεδίο ανταλλαγής εμπειριών, ιδεών και προβληματισμών, επιτρέποντας στους συμμετέχοντες να αναπτύξουν ένα κοινό επιστημονικό και παιδαγωγικό υπόβαθρο. Μέσω δια ζώσης και διαδικτυακών εργαστηρίων, οι συμμετέχοντες/ουσες εκπαιδευτικοί μελέτησαν βασικά στοιχεία της επιστήμης του κλίματος, την έννοια και τις διαστάσεις των ικανοτήτων βιωσιμότητας, καθώς και τις βασικές αρχές και χαρακτηριστικά της ενοποιημένης STEM προσέγγισης.

Στη δεύτερη φάση του προγράμματος, οι εκπαιδευτικοί σχεδίασαν επιμέρους STEM δραστηριότητες σχετικές με την κλιματική αλλαγή, τις οποίες εφάρμοσαν πιλοτικά στις τάξεις τους. Κατά τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής, οι εκπαιδευτικοί κατέγραψαν παρατηρήσεις σχετικά με την ανταπόκριση των μαθητών, τις διδακτικές προκλήσεις και τις δυνατότητες βελτίωσης των δραστηριοτήτων. Η ανατροφοδότηση αυτή αξιοποιήθηκε δημιουργικά για τη βελτίωση των αρχικών δραστηριοτήτων και την ενσωμάτωσή τους σε μια ολοκληρωμένη STEM διδακτική ενότητα. Η ενότητα αυτή σχεδιάστηκε με στόχο να ενθαρρύνει τη διερευνητική μάθηση, να συνδέει τις έννοιες με πραγματικά περιβαλλοντικά ζητήματα και να προάγει τη συστημική κατανόηση της κλιματικής αλλαγής. Παράλληλα, αποτέλεσε τη βάση για την επιμόρφωση περαιτέρω εκπαιδευτικών στην επόμενη φάση του προγράμματος.

Στην τρίτη φάση, κάθε ένας από τους 8 εκπαιδευτικούς της αρχικής κοινότητας μάθησης έδρασε ως μέντορας για να εισάγει άλλους 3 εκπαιδευτικούς στα θεμελιώδη στοιχεία της STEM διδακτικής ενότητας στο πλαίσιο νέων κοινοτήτων μάθησης. Μετά την εξοικείωσή τους με το διδακτικό υλικό, οι 24 εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να επιλέξουν δραστηριότητες που περιείχονταν στη STEM διδακτική ενότητα, να τις προσαρμόσουν κατάλληλα ή/και να αναπτύξουν νέες, ώστε να συνθέσουν τις δικές τους διδακτικές ενότητες, τις οποίες στη συνέχεια εφάρμοσαν στις τάξεις τους.

Παραχθείσα STEM διδακτική ενότητα

Η STEM διδακτική ενότητα που αναπτύχθηκε από τους 8 μέντορες-εκπαιδευτικούς της αρχικής κοινότητας μάθησης σχεδιάστηκε ως μια συνεκτική και εξελικτική διαδρομή μάθησης για την κλιματική αλλαγή. Η ενότητα είναι σπονδυλωτή και αποτελείται από έξι θεματικές ενότητες, οι οποίες διαρθρώνονται με τρόπο που να επιτρέπουν τη σταδιακή οικοδόμηση της γνώσης, την ανάπτυξη ικανοτήτων και την εξοικείωση με αυθεντικές STEM πρακτικές. Κάθε θεματική ενότητα αποτελείται από ένα σύνολο δραστηριοτήτων οι οποίες μπορούν να εκτελεστούν μεμονωμένα ή συνδυαστικά, ανάλογα με το γνωστικό υπόβαθρο και τη βαθμίδα των μαθητών/τριών.

Η δομή της ενότητας περιλαμβάνει:

1. Οριοθέτηση προβληματικής κατάστασης: Οι μαθητές/τριες εισάγονται στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής μέσα από μια σειρά καταστάσεις, κατάλληλα προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες, όπως η αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως ξηρασία και πλημμύρες, η σταδιακή αύξηση της στάθμης της θάλασσας, κ.ά.
2. Προαπαιτούμενες γνώσεις: Οι μαθητές/τριες εξοικειώνονται με θεμελιώδεις έννοιες, όπως καιρός και κλίμα, κατανοώντας τη διαφορά μεταξύ βραχυπρόθεσμων και

μακροπρόθεσμων καιρικών μοτίβων. Επίσης, παρουσιάζεται η χημική σύσταση της ατμόσφαιρας και εντοπίζονται τα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

3. Ενδείξεις κλιματικής αλλαγής: Μέσα από δραστηριότητες όπως μελέτη διαγραμμάτων και άλλων αναπαραστάσεων οι μαθητές/τριες παρατηρούν τις σταθερά αυξητικές τάσεις της θερμοκρασίας και τη σταδιακή μείωση της παγοκάλυψης στις πολικές περιοχές κατά τις τελευταίες δεκαετίες

4. Αίτια κλιματικής αλλαγής: Μέσα από διαφορετικά είδη δραστηριοτήτων, όπως διεξαγωγή πειραμάτων, αλληλεπίδραση με προσομοιώσεις και κατασκευή διαγραμμάτων, οι μαθητές/τριες συνδέουν την αυξημένη συγκέντρωση CO₂ και άλλων θερμοκηπικών αερίων με την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Αναστοχάζονται επί της ανθρώπινης αλλά και της προσωπικής τους συμβολής στις εκπομπές θερμοκηπικών αερίων και επεξεργάζονται βιώσιμες και μη βιώσιμες πρακτικές.

5. Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής: Συζητώνται οι περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες, επιπτώσεων όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η ξηρασία και η απώλεια βιοποικιλότητας. Παράλληλα, εξετάζονται τα πιθανά μελλοντικά κοινωνικοοικονομικά σενάρια που προκύπτουν από τα διαφορετικά σενάρια εκπομπών.

6. Μέτρα μετριασμού και προσαρμογής: Οι μαθητές/τριες επεξεργάζονται μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τεχνολογικές παρεμβάσεις και αλλαγές στον τρόπο ζωής, με στόχο τη μείωση των εκπομπών και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας.

Συνολικά, η διδακτική ενότητα ενσωματώνει διαφορετικού τύπου δραστηριότητες: πειραματικές διερευνήσεις, ανάλυση δεδομένων από πραγματικά κλιματικά αρχεία, μοντελοποιήσεις, δραστηριότητες επιχειρηματολογίας (π.χ., debates), καθώς και σχεδιασμό λύσεων, δίνοντας έμφαση στη συμμετοχή και στην αυθεντική μάθηση.

Συμμετέχοντες/ουσες

Στην έρευνα συμμετείχαν οι 12 από τους 24 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών, 6 εκ των οποίων υπηρετούσαν στην Α/θμια και 6 στη Β/θμια εκπαίδευση, οι οποίοι συμμετείχαν στην τρίτη φάση του προγράμματος STEM-id. Οι εκπαιδευτικοί υπηρετούσαν σε δημόσια σχολεία αστικών και περιφερειακών περιοχών της Κρήτης και δεν είχαν λάβει προηγούμενη επιμόρφωση εστιασμένη στη διδασκαλία ζητημάτων Κλιματικής Αλλαγής ή στη STEM προσέγγιση.

Συλλογή & ανάλυση δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων επικεντρώθηκε στο διδακτικό υλικό που ανασχεδίασαν οι 12 εκπαιδευτικοί. Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν τα τελικά σχέδια διδασκαλίας, τα αναλυτικά φύλλα δραστηριοτήτων, τα συνοδευτικά φύλλα εργασίας και οι περιγραφές που αναπτύχθηκαν από τους εκπαιδευτικούς.

Για την ανάλυση των δεδομένων αξιοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου, με στόχο την αποτύπωση των χαρακτηριστικών που ενσωματώθηκαν στο υλικό. Ειδικότερα, εξετάστηκαν:

- (i) το επιστημονικό περιεχόμενο και οι θεμελιώδεις έννοιες που αναδεικνύονται,
- (ii) οι ικανότητες κλιματικής αλλαγής στις οποίες είναι εστιασμένες οι δραστηριότητες και
- (iii) τα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης που ενσωματώνουν.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των σχεδίων διδασκαλίας και των φύλλων εργασίας που αναπτύχθηκαν από τους 12 εκπαιδευτικούς ανέδειξε σημαντικά ευρήματα σχετικά με τις σχεδιαστικές τους επιλογές για τη διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής.

Επιστημονικό περιεχόμενο δραστηριοτήτων

Οι 12 εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα (ανα)σχεδίασαν και υλοποίησαν συνολικά 87 δραστηριότητες, κατανεμημένες, όπως προαναφέρθηκε στις επιμέρους θεματικές της διδακτικής ενότητας. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τις θεμελιώδεις έννοιες στις οποίες ήταν εστιασμένες οι δραστηριότητες αυτές, αναδεικνύοντας παράλληλα την κεντρικότητα των εννοιών αυτών, από τη σκοπιά των εκπαιδευτικών, αναφορικά με τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής.

Πίνακας 1. Συχνότητες εμφάνισης των επιστημονικών εννοιών στις δραστηριότητες

Επιστημονικές έννοιες	Απόλυτη συχνότητα εμφάνισης
Φαινόμενο θερμοκηπίου	21
Καιρός-Κλίμα	15
Κύκλος άνθρακα	10
Σύσταση ατμόσφαιρας	6
Αποτύπωμα άνθρακα	9
Κλιματικά μοντέλα	7
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	15
Ενεργειακό ισοζύγιο	5

Από τον Πίνακα 1 προκύπτει πως θεμέλιο για την προσέγγιση της κλιματικής αλλαγής αποτελεί ο μηχανισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου, προκειμένου οι μαθητές/τριες να αντιληφθούν τον αιτιακό μηχανισμό έντασης του φαινομένου. Ακολούθως, η διάκριση κλίματος-καιρού, αποτελεί προϋπόθεση για την σύλληψη των εννοιών αυτών και την αντίληψη της κλιματικής αλλαγής ως μιας μακροπρόθεσμης (σε διάρκεια άνω των 3 δεκαετιών) διαδικασία. Ομοίως και η διάκριση μεταξύ ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας και η επεξεργασία τους ως βασικού τρόπου περιορισμού των εκπομπών άνθρακα.

Σημαντική αλλά πιο περιορισμένη παρουσία στις δραστηριότητες των εκπαιδευτικών εμφάνισαν ο κύκλος του άνθρακα, που αποτέλεσε βασικό μέσο εισαγωγής στη συστημική σκέψη και το αποτύπωμα άνθρακα, ως μέσο υπολογισμού της ατομικής και συλλογικής μας συνεισφοράς στις εκπομπές άνθρακα και διάκρισης μεταξύ βιώσιμων και μη βιώσιμων πρακτικών.

Ικανότητες κλιματικής αλλαγής

Η ανάλυση των σχεδίων διδασκαλίας και των φύλλων εργασίας ανέδειξε και τη σημαντική εστίαση των εκπαιδευτικών στην καλλιέργεια συγκεκριμένων ικανοτήτων που θεωρούνται απαραίτητες για την εκπαίδευση στην κλιματική αλλαγή. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, η ικανότητα επιστημονικής διερεύνησης εντοπίστηκε ως κυρίαρχη σε όλα τα σχέδια διδασκαλίας, υποδεικνύοντας τη αντίληψή της ως αναγκαίας βάσης επί της οποίας μπορούν να επιχειρήσουν την περαιτέρω θεμελίωση των υπόλοιπων ικανοτήτων.

Πίνακας 2. Συχνότητες εμφάνισης των ικανοτήτων κλιματικής αλλαγής στις δραστηριότητες

Ικανότητες ΚΑ	Απόλυτη συχνότητα εμφάνισης
Επιστημονική διερεύνηση	67
Συστημική σκέψη	30
Λήψη αποφάσεων	28
Οραματισμός μέλλοντος	19
Διαπροσωπική ικανότητα	16
Πραγμάτευση αξιών	9

Ακολουθεί η συστημική σκέψη, η οποία αναδεικνύεται σε πολλές δραστηριότητες, προωθώντας τη σύνδεση μεταξύ διαφορετικών κλιματικών υπο-συστημάτων αλλά παραγόντων (πχ. επιστήμη, πολιτική, οικονομία). Η ικανότητα λήψης αποφάσεων και ο οραματισμός μελλοντικών σεναρίων εμφανίζονται επίσης με σημαντική συχνότητα, αναδεικνύοντας την πρόθεση να καλλιεργηθεί στους/ις μαθητές/τριες η ικανότητα να αξιολογούν δεδομένα και να προτείνουν τεκμηριωμένες λύσεις.

Χαρακτηριστικά STEM προσέγγισης

Η ανάλυση του υλικού ανέδειξε χαρακτηριστικά που ευθυγραμμίζονται με τις βασικές αρχές της ενοποιημένης STEM εκπαίδευσης. Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3, η διεπιστημονική σύνδεση και η σύνδεση με προβλήματα του πραγματικού κόσμου εμφανίζονται σε όλα τα σχέδια, επιβεβαιώνοντας τη στόχευση στη συνάφεια της γνώσης με την καθημερινή ζωή.

Πίνακας 3. Συχνότητες εμφάνισης χαρακτηριστικών STEM προσέγγισης στις δραστηριότητες

Χαρακτηριστικά STEM προσέγγισης	Απόλυτη συχνότητα εμφάνισης
Διεπιστημονική σύνδεση	22
Σύνδεση με καθημερινότητα	18
Προβλήματα πραγματικού κόσμου	16
Διερευνητική μάθηση	46
Μηχανικός σχεδιασμός	12

Η ενασχόληση με ρεαλιστικά προβλήματα καταγράφεται επίσης με υψηλή συχνότητα, γεγονός που δείχνει την προσπάθεια των εκπαιδευτικών να εμπλέξουν τους μαθητές στη λύση αυθεντικών και σύνθετων ζητημάτων. Αντίστοιχα, η διερευνητική μάθηση υποστηρίζεται μέσω πειραματικών διαδικασιών, ανάλυσης δεδομένων και ανάπτυξης μοντέλων.

Αντίθετα, η ενσωμάτωση του μηχανικού σχεδιασμού είναι περιορισμένη, εμφανιζόμενη κυρίως σε δραστηριότητες σχεδιασμού λύσεων (π.χ., μέτρα μετριασμού). Ωστόσο αν και περιορισμένες αριθμητικά, οι δραστηριότητες αυτές καλύπτουν σημαντική διάρκεια των σεναρίων διδασκαλίας καθώς οι εκπαιδευτικοί αφιέρωσαν σε αυτές αρκετές διδακτικές ώρες.

Συμπεράσματα

Η ανάλυση του διδακτικού υλικού καταδεικνύει ότι οι εκπαιδευτικοί της κοινότητας μάθησης κατάφεραν να (ανα)σχεδιάσουν διδασκαλίες που ενσωματώνουν σε μεγάλο βαθμό τις βασικές

αρχές της STEM εκπαίδευσης και τις ικανότητες κλιματικής αλλαγής. Η διεπιστημονικότητα και η σύνδεση με προβλήματα του πραγματικού κόσμου διατρέχουν όλο το υλικό, παρέχοντας στους μαθητές και τις μαθήτριες ευκαιρίες να κατανοήσουν όχι μόνο τις επιστημονικές βάσεις της κλιματικής αλλαγής, αλλά και τις κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις της.

Η παρούσα μελέτη αναδεικνύει τη δυναμική της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών σε πλαίσια κοινοτήτων μάθησης και ο συν-σχεδιασμού διδακτικού υλικού ως μέσο εξοικειώσής τους με διεπιστημονικές προσεγγίσεις για τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής.

Βιβλιογραφία

- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union.
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187–1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Corp, A., Fields, M., & Naizer, G. (2020). Elementary STEM teacher education: Recent practices to prepare general elementary teachers for STEM. Στο C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore, & L. D. English (Επιμ.), *The handbook of research on STEM education*, σσ. 337–348. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429021381-32>
- Galanti, T. M., & Holincheck, N. (2022). Beyond content and curriculum in elementary classrooms: Conceptualizing the cultivation of integrated STEM teacher identity. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00358-8>
- Gomoll, A., Hmelo-Silver, C. E., & Šabanović, S. (2022). Co-constructing professional vision: Teacher and researcher learning in co-design. *Cognition and Instruction*, 40(1), 7–26. <https://doi.org/10.1080/07370008.2021.2010210>
- Johnson, C. C., & Czerniak, C. M. (2023). Interdisciplinary approaches and integrated STEM in science teaching. Στο N. G. Lederman, D. L. Zeidler, & J. S. Lederman (Επιμ.), *Handbook of research on science education*, σσ. 559–585. Routledge.
- 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*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069>
- 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>
- 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., Sipilonen, 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>
- Weinberg, A. E., Balgopal, M. M., & Sample McMeeking, L. B. (2021). Professional growth and identity development of STEM teacher educators in a community of practice. *International journal of science and mathematics education*, 19, 99-120. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10148-9>
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>