

# 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, ΔΠΘ  
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

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

synedrio2025.enepht.gr



**Διδάσκοντας το Φυσικό και Ενισχυμένο  
Φαινόμενο του Θερμοκηπίου σε Μαθητές και  
Μαθήτριες Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης**

*Ιωάννης Ξυπολιάς, Αιμιλία Μιχαηλίδη*

doi: [10.12681/codiste.9791](https://doi.org/10.12681/codiste.9791)

## Διδάσκοντας το Φυσικό και Ενισχυμένο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου σε Μαθητές και Μαθήτριες Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Ιωάννης Ξυπολιάς<sup>1</sup> και Αιμιλία Μιχαηλίδη<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Φοιτητής, <sup>2</sup>Επίκουρη Καθηγήτρια

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

<sup>1</sup>[ptdep387@edc.uoc.gr](mailto:ptdep387@edc.uoc.gr)

### Περίληψη

Στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη διδακτικού υλικού για τη γνωριμία μαθητών με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την αναζήτηση λύσεων για τον μετριασμό του. Οι δραστηριότητες βασίζονται στο διερευνητικό μοντέλο του Bybee, αξιοποιώντας πειράματα και προσομοιώσεις. Όλο το υλικό πλαισιώνεται από ένα ηλεκτρονικό βιβλίο (e-book). Το υλικό επιτρέπει τη διερεύνηση του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου και της σημασίας των φυτών στη διαχείριση του διοξειδίου του άνθρακα. Από την εφαρμογή του υλικού σε μαθητές/τριες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης αναδεικνύονται οι δυνατότητες του διδακτικού υλικού για τον κλιματικό γραμματισμό των μαθητών/τριών.

**Λέξεις κλειδιά:** πρωτοβάθμια εκπαίδευση, φαινόμενο του θερμοκηπίου, χειραπτικά πειράματα

## Teaching the Natural and Enhanced Greenhouse Effect to Primary School Students

Ioannis Xypolias<sup>1</sup> and Emily Michailidi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Undergraduate Student, <sup>2</sup>Assistant Professor

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

<sup>1</sup>[ptdep387@edc.uoc.gr](mailto:ptdep387@edc.uoc.gr)

### Abstract

The aim of this paper is to develop teaching materials that introduce students to the greenhouse effect and explore solutions for its mitigation. The activities are based on Bybee's inquiry-based learning model, incorporating experiments and simulations. The teaching material is supported by an accompanying e-book. It facilitates the exploration of the physical phenomenon of the greenhouse effect and emphasizes the crucial role of plants in managing carbon dioxide emissions. The implementation of this material with students of compulsory education demonstrates its potential to enhance climate literacy among pupils.

**Keywords:** greenhouse effect, hands-on experiments, primary education

### Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα από τα κύρια ζητήματα που απασχολούν την ανθρωπότητα τα τελευταία χρόνια. Η καύση των ορυκτών καυσίμων επηρεάζει όλο και περισσότερο το περιβάλλον και κατ'επέκταση τον άνθρωπο. Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης τα αέρια τα οποία απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα απειλούν την βιωσιμότητα του πλανήτη και επηρεάζουν σημαντικά την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου (ΦΘ) (Irwin, 2019). Παρόλα αυτά το ΦΘ είναι ένα φυσικό φαινόμενο απαραίτητο για την ύπαρξη

ζωής στη Γη. Σύμφωνα με αυτό, η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά την ατμόσφαιρα και θερμαίνει την επιφάνεια της Γης. Όμως ένα μέρος της θερμότητας επανεκπέμπεται και παγιδεύεται από αέρια θερμοκηπίου δηλαδή το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), το οξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), το όζον (O<sub>3</sub>) και τους υδρατμούς (H<sub>2</sub>O), αυξάνοντας τη θερμοκρασία του πλανήτη (Irwin, 2019 · Sheperdson et al., 2011).

Οι φυτικοί οργανισμοί λόγω του ρόλου που έχουν στον κύκλο του άνθρακα, χαρακτηρίζονται ως δεξαμενές άνθρακα (carbon sinks). Με τον όρο αυτό ονομάζονται οι οργανισμοί οι οποίοι απορροφούν περισσότερη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα, απ' ότι εκπέμπουν. Εξαιτίας αυτού, τα φυτά θεωρούνται απαραίτητοι αρωγοί για την άμβλυνση και τον έλεγχο του ΦΘ, αφού φαίνεται ότι το σύνολο όλων των φυτικών οργανισμών που υπάρχουν στον πλανήτη απορροφούν το 30% του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Τέλος στην κατηγορία των δεξαμενών άνθρακα ανήκουν και οι ωκεανοί, οι οποίοι απορροφούν ένα μικρότερο ποσοστό CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας (Munoz-Vallés et al., 2013).

Οι μαθητές και οι μαθήτριες στην καθημερινή τους ζωή, εκτίθενται σε συζητήσεις για τα ζητήματα αυτά στα κοινωνικά δίκτυα αλλά και στον κοινωνικό περίγυρο, με κίνδυνο την δημιουργία αντιλήψεων που δεν συνάδουν με το επιστημονικό περιεχόμενο. Εξαιτίας αυτής της έκθεσης, οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν ιδέες οι οποίες δεν αντιστοιχούν με το επιστημονικό αντικείμενο. Για παράδειγμα, ένα μέρος του μαθητικού πληθυσμού αδυνατεί να κατατάξει το ΦΘ ως ένα φυσικό φαινόμενο, καθώς πιστεύει ότι οφείλεται αποκλειστικά σε ανθρωπογενείς αιτίες. Ακόμα οι μαθητές και οι μαθήτριες δεν έχουν απαραίτητα μία σαφή και ακριβή αντίληψη για τον μηχανισμό του ΦΘ ή συχνά τον συγχέουν με την υπερθέρμανση του πλανήτη (Tang, 2022). Τέλος, όσον αφορά τις παρανοήσεις των μαθητών/τριών σχετικά με τις δράσεις για την προστασία του περιβάλλοντος, οι μαθητές/τριες προτείνουν δράσεις οι οποίες δεν σχετίζονται άμεσα με την κλιματική αλλαγή, όπως για παράδειγμα την προστασία σπάνιων ειδών και την ανακύκλωση αποβλήτων (Shepardson et al., 2011). Επομένως, για να αποφευχθεί η σύγχυση των ιδεών των μαθητών/τριών, κρίνεται αναγκαία η διαμόρφωση διδασκαλιών που να εστιάζουν στις αιτίες της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου και στην ανάληψη δράσης για τον μετριασμό του.

Στόχο της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η ανάπτυξη διδακτικού υλικού, το οποίο αποβλέπει στην εξοικείωση των μαθητών/τριών με το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην αναγνώριση των φυτικών οργανισμών ως δεξαμενών άνθρακα.

## Μεθοδολογία

Οι δραστηριότητες του διδακτικού υλικού βασίστηκαν στην προσέγγιση της μάθησης μέσω διερεύνησης και συγκεκριμένα στο μοντέλο του Bybee (2009). Η προσέγγιση αυτή διακρίνει 5 στάδια στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στο στάδιο της *ενεργού εμπλοκής (engagement)*, οι μαθητές/τριες εκτίθενται σε ένα νέο πρόβλημα, το οποίο θα κληθούν να αντιμετωπίσουν. Στο στάδιο της *εξερεύνησης (exploration)* διερευνώνται οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών συνδυάζοντας τις πρωτότερες εμπειρίες τους, ώστε να ερμηνεύσουν μια κατάσταση. Στο στάδιο της *εξήγησης (explanation)* οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να ερμηνεύσουν το φαινόμενο με το οποίο ασχολούνται. Στο στάδιο της *επεξεργασίας (elaboration)* λαμβάνει χώρα η μεταφορά της γνώσης σε νέα πλαίσια και καταστάσεις. Τέλος στην *αξιολόγηση (evaluation)* οι μαθητές/τριες αξιολογούν την νέα γνώση που κατέκτησαν (Bybee, 2009).

Για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων αξιοποιήθηκαν τα χειραπτικά (hands-on) πειράματα και οι προσομοιώσεις. Τα πειράματα και οι προσομοιώσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών έχουν τη δυνατότητα να συνδέουν τη θεωρία με την πράξη, να εξοικειώνουν τους μαθητές/τριες με την επιστημονική μεθοδολογία και να κινητοποιούν το ενδιαφέρον τους, προάγοντας την βαθύτερη επεξεργασία περιεχομένου (Duit et al., 2005).

### Περιγραφή Διδακτικού Υλικού

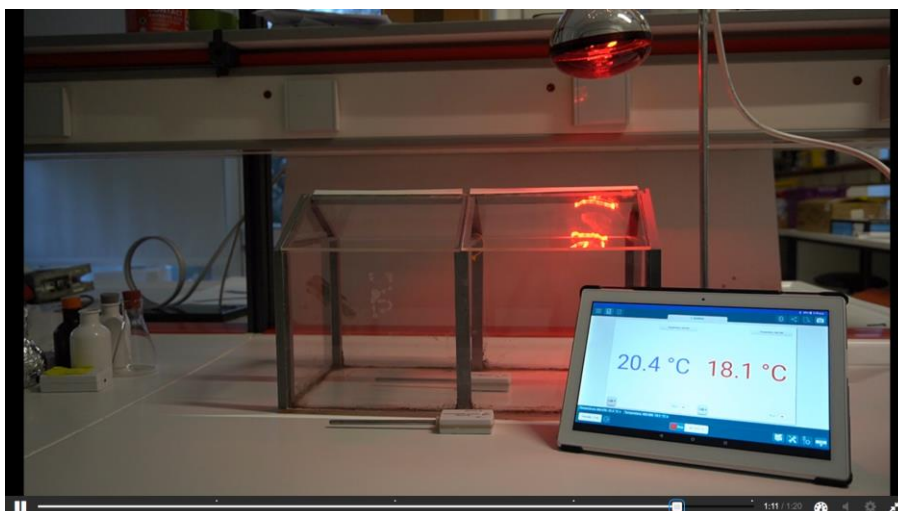
Το διδακτικό υλικό στηρίχθηκε σε ένα e-book, στο οποίο οι μαθητές/τριες βοηθούν τον ήρωα να διερευνήσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα το πλαίσιο της ιστορίας περιλαμβάνει έναν αγρότη και τον σκύλο του, οι οποίοι καλλιεργούν ντομάτες και τον χειμώνα, που οι καιρικές συνθήκες δεν είναι κατάλληλες χρησιμοποιώντας ένα θερμοκήπιο. Καθώς εξελίσσεται η ιστορία, τα παιδιά εμπλέκονται σε δραστηριότητες που αφορούν τη λειτουργία του θερμοκηπίου. Το πλαίσιο της ιστορίας ολοκληρώνεται με την διερεύνηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και με την αναζήτηση τρόπων μετριασμού του φαινομένου. Ως εργαλείο διευκόλυνσης των πειραμάτων παρουσιάζεται μια κατασκευή ενός θερμοκηπίου, στην οποία στηρίζονται όλες οι πειραματικές δραστηριότητες που ακολουθούν. Τέλος, για την διεξαγωγή των δραστηριοτήτων αξιοποιούνται ψηφιακοί αισθητήρες (θερμοκρασίας, φωτεινότητας, διοξειδίου του άνθρακα), οι οποίοι συνδέονται με tablet στα οποία οι μαθητές/τριες μπορούν να δουν σε πραγματικό χρόνο τις μετρήσεις που πραγματοποιούν.

Κατά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού, οι μαθητές/τριες αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο του e-book και λαμβάνουν πληροφορίες και ανατροφοδότηση μέσω εικόνων, διαδραστικών βίντεο, προσομοιώσεων και συνομιλιών των ηρώων, ενώ τους καθοδηγεί στην υλοποίηση των πειραμάτων και των δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες του υλικού ακολουθούν την πορεία του διερευνητικού μοντέλου διδασκαλίας του Bybee (2009).

Στο στάδιο της ενεργού εμπλοκής (*engagement*), με σκοπό την παρακίνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών τίθεται ένας προβληματισμός σχετικά με τη λειτουργία του θερμοκηπίου.

Στο στάδιο της εξερεύνησης (*exploration*), οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν την ενασχόληση των παιδιών με πειράματα τα οποία αφορούν τον τρόπο λειτουργίας του θερμοκηπίου. Πριν την διεξαγωγή του κάθε πειράματος, πραγματοποιείται η ανάδειξη των ιδεών των μαθητών/τριών. Στόχος των δραστηριοτήτων αυτού του επιπέδου είναι η εξερεύνηση των εννοιών που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές σε επόμενες δραστηριότητες. Αρχικά μελετάται από τα παιδιά η μεταβολή της θερμοκρασίας εντός και εκτός του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα τοποθετούνται δυο ψηφιακοί αισθητήρες θερμοκρασίας εντός και εκτός του θερμοκηπίου και φωτίζεται το θερμοκήπιο με μια λάμπα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Οι μαθητές/τριες καλούνται να συμπληρώσουν σε έναν δοσμένο πίνακα τις θερμοκρασίες, όπως αυτές διαμορφώνονται στα 5, 10, 15, 20 λεπτά. Για την ομαλότερη διεξαγωγή του πειράματος και την εξοικονόμηση χρόνου, θεωρήθηκε αναγκαία η βιντεοσκόπηση του και η δημιουργία ενός διαδραστικού βίντεο, το οποίο εξελίσσεται με αυξημένη ταχύτητα και διακόπτεται σε καθορισμένα σημεία, ώστε οι μαθητές/τριες να καταγράψουν τις μετρήσεις.

**Εικόνα 1.** Διάταξη 1ου Πειράματος



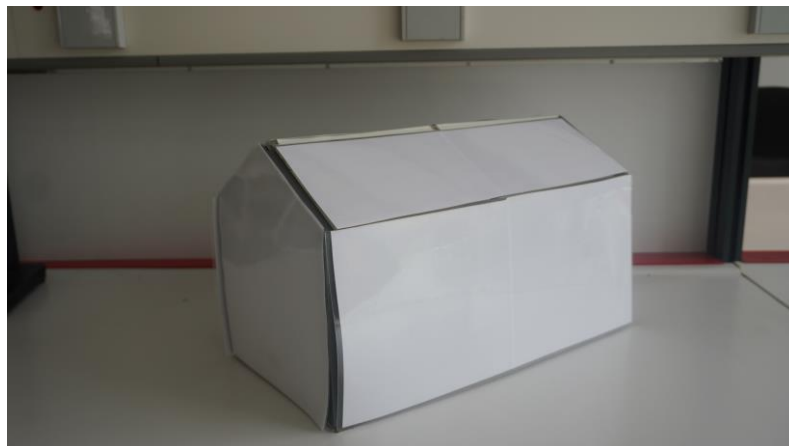
Στη συνέχεια του σταδίου της εξερεύνησης, μελετάται η εξάρτηση της μεταβολής της θερμοκρασίας από το χρώμα του αντικειμένου. Ειδικότερα αξιοποιούνται 4 μπουκαλάκια διαφορετικών χρωμάτων (λευκό, μαύρο, αλουμινοχαρτο, διάφανο), που στο καθένα τοποθετείται ένα θερμόμετρο, ώστε να μετράει την θερμοκρασία στο εσωτερικό του. Απέναντι από τα μπουκαλάκια βρίσκεται μια λάμπα υπέρυθρης ακτινοβολίας, η οποία τα θερμαίνει. Οι μαθητές/τριες καλούνται να συμπληρώσουν σε έναν δοσμένο πίνακα τις θερμοκρασίες των μπουκαλιών μετά από 5 λεπτά.

**Εικόνα 2.** Διάταξη 2ου Πειράματος



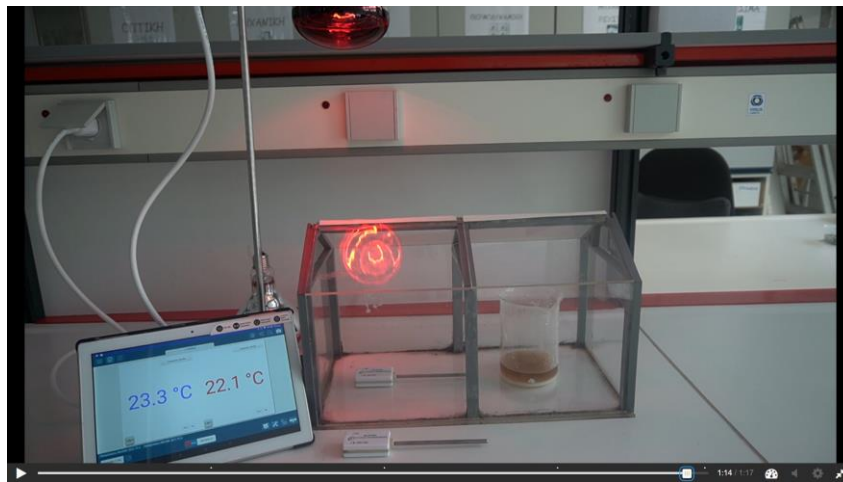
Ως συνέχεια του παραπάνω πειράματος, μελετάται η αιτία του διαφορετικού ρυθμού μεταβολής της θερμοκρασίας ανάλογα με το χρώμα του αντικειμένου. Για την διεξαγωγή του πειράματος τοποθετούνται πάνω στο θερμοκήπιο διαφάνειες τεσσάρων υλικών (μαύρο, λευκό, αλουμινοχαρτο, διάφανο) και με την χρήση μιας λάμπα φωτίζεται το θερμοκήπιο. Έπειτα, ο αισθητήρας φωτεινότητας (lux) τοποθετείται εντός και εκτός του θερμοκηπίου, ώστε οι μαθητές/τριες να υπολογίσουν την ακτινοβολία που απορροφάται και αυτήν που ανακλάται, διαπιστώνοντας πως η υψηλότερη ανάκλαση αντιστοιχεί στον μικρότερο ρυθμό ανόδου της θερμοκρασίας.

**Εικόνα 3.** Διάταξη 3ου Πειράματος



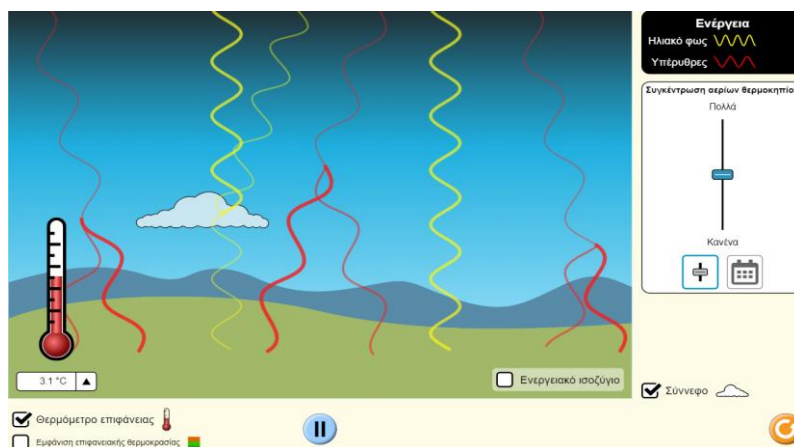
Τελευταίο πείραμα αυτού του σταδίου είναι η επανάληψη του πρώτου πειράματος, με την προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα εντός του θερμοκηπίου. Ειδικότερα μελετάται η συσχέτιση μεταξύ της αύξησης της θερμοκρασίας και της αυξημένης συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα. Τοποθετούνται δυο ψηφιακοί αισθητήρες θερμοκρασίας εντός και εκτός του θερμοκηπίου και μια ποσότητα ξυδιού με μαγειρική σόδα, με σκοπό την παραγωγή CO<sub>2</sub> στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Έπειτα φωτίζεται το θερμοκήπιο με μια λάμπα υπέρυθρης ακτινοβολίας και οι μαθητές/τριες καλούνται να συμπληρώσουν σε έναν δοσμένο πίνακα τις θερμοκρασίες, όπως αυτές διαμορφώνονται στα 5, 10, 15, 20 λεπτά, διαπιστώνοντας ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση CO<sub>2</sub> αντιστοιχεί στον μεγαλύτερο ρυθμό ανόδου της θερμοκρασίας. Για την ομαλότερη διεξαγωγή του πειράματος και την εξοικονόμηση χρόνου, το πείραμα μετατράπηκε σε διαδραστικό βίντεο με αυξημένη ταχύτητα.

**Εικόνα 4.** Διάταξη 4ου Πειράματος



Στο στάδιο της εξήγησης (*explanation*) αξιοποιείται μια προσομοίωση ([https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect\\_all.html?locale=el](https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_all.html?locale=el)) με στόχο την εξοικείωση των μαθητών με το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και με την αναγκαιότητα του για τη βιωσιμότητα του πλανήτη. Η προσομοίωση αυτή παρουσιάζει το φαινόμενο της απορρόφησης και της ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας, από την ατμόσφαιρα της Γης.

**Εικόνα 5.** Προσομοίωση



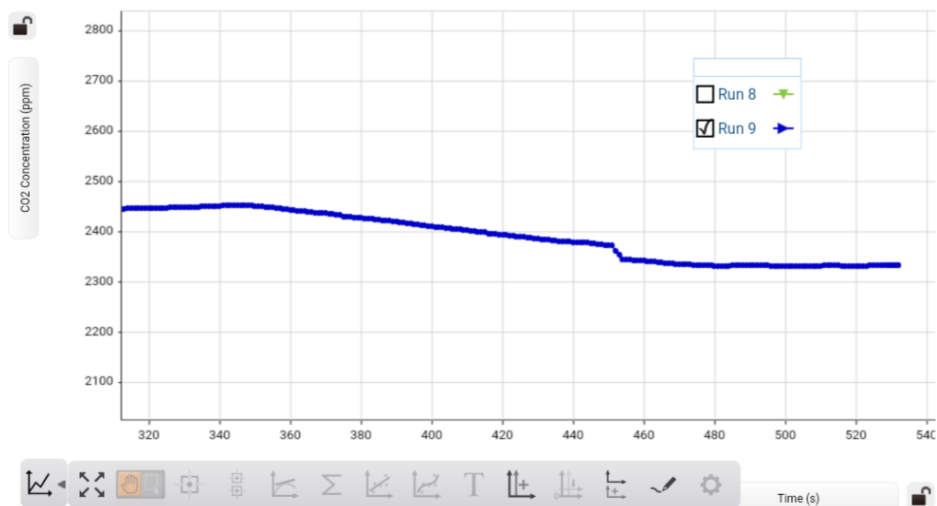
Αρχικά τα επίπεδα των θερμοκηπικών αερίων παραμένουν σταθερά. Έπειτα αναπτύσσεται συζήτηση σχετικά με τα αποτελέσματα που θα έφερνε η απουσία της ατμόσφαιρας από τον πλανήτη και έπειτα πραγματοποιείται επιστροφή στην προσομοίωση, όπου οι μαθητές/τριες μειώνουν τα επίπεδα των θερμοκηπικών αερίων. Οι μαθητές/τριες παρατηρούν την μείωση της θερμοκρασίας της Γης και μπορούν να εντοπίσουν την χρησιμότητα των αερίων του θερμοκηπίου για τον πλανήτη.

Στο στάδιο της επέκτασης (*elaboration*), οι μαθητές με βάση ότι έχουν διδαχθεί εκθέτονται σε μια από τις λύσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δηλαδή την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από τα φυτά. Μέσα στο θερμοκήπιο τοποθετείται ένας καθορισμένος αριθμός φυλλωδών φυτών, ένας αισθητήρας διοξειδίου του άνθρακα και μια ποσότητα CO<sub>2</sub> (ξύδι και μαγειρική σόδα). Το θερμοκήπιο φωτίζεται με μια λάμπα και οι μαθητές συμπληρώνουν τις μετρήσεις τους, οι οποίες αφορούν τον αριθμό διοξειδίου του άνθρακα στα 5 και 10 λεπτά, διαπιστώνοντας ότι η παρουσία φυλλωδών φυτών συμβάλει στην μείωση του CO<sub>2</sub>.

**Εικόνα 6.** Διάταξη 5ου Πειράματος

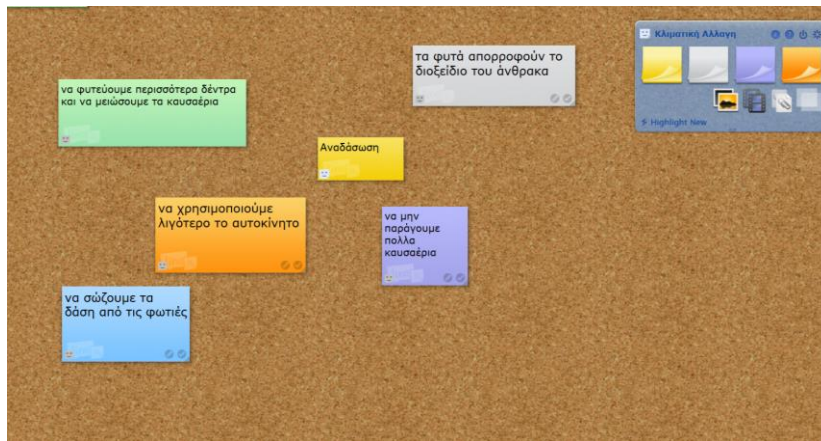


**Εικόνα 7.** Διάγραμμα Αισθητήρα Μέτρησης CO<sub>2</sub>



Τέλος, στο στάδιο της αξιολόγησης (*evaluation*) οι μαθητές/τριες καλούνται να εκθέσουν τα συμπεράσματά τους για τους τρόπους ελέγχου και μετριάσμού του ΦΘ στον ηλεκτρονικό τοίχο της πλατφόρμας linoit (linoit.com), με στόχο τον διαμοιρασμό της πληροφορίας.

**Εικόνα 8.** Στιγμιότυπα Πλατφόρμας Iinoit



### **Εφαρμογή του Διδακτικού Υλικού**

Οι παραπάνω δραστηριότητες εφαρμόστηκαν πιλοτικά σε οργανωμένη επίσκεψη 23 μαθητών και μαθητριών της Ε' Δημοτικού Σχολείου στο Κέντρο Επιστήμης «Science in the City», που αποτελεί δομή του Εργαστηρίου Διδακτικής Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης και λειτουργεί υπό την αιγίδα του Δήμου στην πόλη του Ρεθύμνου. Οι μαθητές/τριες δεν είχαν επεξεργαστεί στο παρελθόν συστηματικά έννοιες που σχετίζονταν με το φαινόμενο του θερμοκηπίου ή/και την κλιματική αλλαγή.

Οι δραστηριότητες του διδακτικού υλικού, βρισκόταν χωρισμένες σε διαφορετικούς πάγκους εργασίας εντός του κέντρου επιστήμης, και εκτελούνταν διαδοχικά. Οι μαθητές/τριες ήταν κατανεμημένοι/ες σε ομάδες των 3-4 ατόμων και ασχολούνταν διαδοχικά με κάθε δραστηριότητα. Η απαιτούμενη χρονική διάρκεια για την ολοκλήρωση του συνόλου των δραστηριοτήτων ήταν 100 λεπτά.

### **Ευρήματα Πιλοτικής Εφαρμογής Διδακτικού Υλικού**

Από την εφαρμογή των παραπάνω δραστηριοτήτων διαπιστώθηκε ότι οι δραστηριότητες και τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν, κατάφεραν να εμπλέξουν ενεργά τους/τις μαθητές/τριες στην μαθησιακή διαδικασία και να τους υποστηρίξουν στην διεξαγωγή των διερευνήσεων. Συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες μέσω των πειραμάτων εξοικειώθηκαν με τις λειτουργίες του θερμοκηπίου, με το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά και με τις ενδείξεις της κλιματικής αλλαγής, όπως είναι η αύξηση της θερμοκρασίας, λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η κατασκευή του θερμοκηπίου αποτέλεσε χρήσιμο μέσο διεξαγωγής των πειραμάτων, καθώς αποφεύχθηκε η αμιγώς θεωρητική προσέγγιση των λειτουργιών του θερμοκηπίου. Εξίσου σημαντική κρίνεται και η χρήση της προσομοίωσης, καθώς οι μαθητές/τριες κατάφεραν να οπτικοποιήσουν τον μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επιπλέον η χρήση του e-book ενθάρρυνε τους/τις μαθητές/τριες να εμπλακούν στις δραστηριότητες και βοήθησε στην σύνδεση μεταξύ των δραστηριοτήτων.

### **Συμπεράσματα**

Συμπερασματικά, λόγω της δυσκολίας που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/τριες στο να εξοικειωθούν με το επιστημονικό αντικείμενο της κλιματικής αλλαγής, το παραπάνω διδακτικό υλικό κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό. Ειδικότερα, τα χειραπτικά πειράματα και οι προσομοιώσεις συνέβαλαν στην ενεργή εμπλοκή των μαθητών/τριών με το αντικείμενο της κλιματικής αλλαγής, προσφέροντας μια οπτικοποιημένη κατανόηση του φαινομένου του

θερμοκηπίου. Εξαιτίας αυτού, η παρούσα διδακτική προσέγγιση λειτουργεί ως εφελκυστικό για την ανάπτυξη ικανοτήτων της κλιματικής αλλαγής, ενώ παράλληλα δύναται να προάγει τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών/τριών. Τέλος ως προέκταση της παρούσας εργασίας μπορεί να αποτελέσει μια συγκριτική ανάλυση του γνωστικού υποβάθρου και των παρανοήσεων των μαθητών/τριών πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, με σκοπό να διερευνηθεί η μαθησιακή πρόοδος των μαθητών/τριών.

## Βιβλιογραφία

- Bybee, R. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. A commissioned paper prepared for a workshop on exploring the intersection of science education and the development of 21st century skills. USA: National Science Teachers Association.
- Duit, R., & Tesch, M. (2010). On the role of the experiment in science teaching and learning—Visions and the reality of instructional practice. Στο Μ. Kalogiannakis, D. Stavrou, PG Michaelides (Επιμ.), *Proceedings of the 7th International Conference on Hands on Science, HSci 2010 - Bridging the Science and Society gap*, 17-30.
- Irwin, R. (2019). Climate change and education. *Educational Philosophy and Theory*, 52(5), 492–507. <https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1642196>
- Muñoz-Vallés, S., Cambrollé, J., Figueroa-Luque, E., Luque, T., Niell, F. X., & Figueroa, M. E. (2013). An approach to the evaluation and management of natural carbon sinks: From plant species to urban green systems. *Urban forestry & urban greening*, 12(4), 450-453. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.06.007>
- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2011). Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change. *Climatic Change*, 104(3), 481-507. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9786-9>
- Tang, K. (2022). *Assessing conceptions of climate change* (Doctoral dissertation, The University of Tokyo).