

# Ανάπτυξη Λογισμικού για τη Μελέτη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

*Ιωάννης Παρκοσίδης<sup>1</sup>, Αχιλλέας Μανδρίκας<sup>2</sup>, Κωνσταντίνος Σκορδούλης<sup>3</sup>*

1. Εκπαιδευτικός – Δρ Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας  
[iparkosidis@gmail.com](mailto:iparkosidis@gmail.com)

2. Σχ. Σύμβουλος – Δρ Περιβαλλοντικών Επιστημών  
[amandrik@otenet.gr](mailto:amandrik@otenet.gr)

3. Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αθηνών  
[kostas4skordoulis@gmail.com](mailto:kostas4skordoulis@gmail.com)

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Τα σύγχρονα υπολογιστικά περιβάλλοντα μάθησης συνεισφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, στη διεπιστημονική προσέγγιση των οικολογικών εννοιών και ως εκ τούτου θα πρέπει να αξιοποιούνται στα προγράμματα σπουδών Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΕ) για την κατάρτιση υποψηφίων εκπαιδευτικών. Με αυτό το σκεπτικό σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό λογισμικό που χρησιμοποιεί τη σύγχρονη τεχνολογία των υπερμέσων, των πολλαπλών αναπαραστάσεων και του διαδικτύου για την υποστήριξη της μελέτης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η παρούσα εργασία εξετάζει τις δυνατότητες και τις προϋποθέσεις ενσωμάτωσης και αξιοποίησης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στη μελέτη των περιβαλλοντικών προβλημάτων και παρουσιάζει την υπερμεσική εφαρμογή «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον – Εργαστηριακή προσέγγιση», το οποίο παρακολουθούν οι φοιτητές στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών.*

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Φαινόμενο θερμοκηπίου, εκπαιδευτικό λογισμικό, εκπαίδευση υποψηφίων εκπαιδευτικών

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρόταση να επανασχεδιαστούν τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών ώστε να εμπεριέχεται σε αυτά η περιβαλλοντική παράμετρος και η ενασχόληση με την Αειφόρο Ανάπτυξη (Σκορδούλης, 2006) θα πρέπει να στηρίζεται και από τους εκπαιδευτικούς, γι' αυτό και η προπτυχιακή και μεταπτυχιακή τους εκπαίδευση σε θέματα Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης θεωρείται απολύτως σκόπιμη και αναγκαία. Γι' αυτό ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην αναζήτηση καινοτόμων διδακτικών πρακτικών για τη διεπιστημονική μελέτη των περιβαλλοντικών φαινομένων (Papadimitriou, 2004, Petegem, 2005), αφού αυτά είναι

πολύπλοκα και πολυσύνθετα και απαιτούν γνώσεις από διαφορετικούς κλάδους της επιστήμης, όπως αναγνωρίζεται στη Διακήρυξη της Τιφλίδας (UNESCO, 1977).

Στην κατεύθυνση αυτή το Εργαστήριο Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών αξιοποιεί τεχνολογικά προηγμένα γνωστικά εργαλεία που διευκολύνουν την κατανόηση των αιτιών, των συνεπειών και των προτεινόμενων λύσεων για τα προβλήματα του περιβάλλοντος. Έτσι, στο κυμαινόμενο μάθημα «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον – Εργαστηριακή προσέγγιση», εκτός του θεωρητικού, περιλαμβάνεται και εργαστηριακό μέρος, στο οποίο οι φοιτητές – υποψήφιοι δάσκαλοι α) μελετούν πειραματικά διαδικασίες και φαινόμενα που σχετίζονται με περιβαλλοντικά προβλήματα, β) αποκτούν δεξιότητες χειρισμού οργάνων νέας τεχνολογίας χρήσιμων στο σχολικό εργαστήριο φυσικών επιστημών και γ) ευαισθητοποιούνται προσωπικά σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος στο επίπεδο της καθημερινής ζωής. Το εν λόγω εργαστήριο περιλαμβάνει 13 ασκήσεις, που ολοκληρώνονται από 100 περίπου φοιτητές ανά εξάμηνο μέσα σε αντίστοιχα τρίαωρα. Κάθε εργαστηριακή άσκηση έχει σχεδιαστεί ώστε να ολοκληρώνεται από ομάδες των 3-4 φοιτητών στις πειραματικές μετρήσεις και σε ομάδες των δυο ατόμων στις δραστηριότητες με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στο πλαίσιο σχεδιασμού των ασκήσεων του εργαστηριακού μέρους του μαθήματος αναπτύχθηκε η εκπαιδευτική εφαρμογή «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου», η οποία αποτελεί μια διδακτική πρόταση που χρησιμοποιεί τη σύγχρονη τεχνολογία των υπερμέσων, των πολλαπλών αναπαραστάσεων και του διαδικτύου για να ενισχύσει τις προσπάθειες διεπιστημονικής προσέγγισης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η πρόταση αυτή στηρίζεται στην ανάγκη για εμβάθυνση στο θέμα της διδασκαλίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, αφού τόσο ελληνικές (Koulaidis & Christidou, 1999, Papadimitriou, 2004) όσο και διεθνείς (Groves & Pugh, 1999) έρευνες καταγράφουν παρανοήσεις και λανθασμένες συσχετίσεις με άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα, επιβάλλοντας την διευκρίνιση των όρων που χαρακτηρίζουν τις διαδικασίες της φυσιολογικής και της ενισχυμένης λειτουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Στην παρούσα εργασία οριοθετείται το θεωρητικό πλαίσιο της πρότασης που τεκμηριώνει τη συμβολή των υπερμέσων και του διαδικτύου στην πραγμάτωση των στόχων του μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον – Εργαστηριακή προσέγγιση» και παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό λογισμικό «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» ως υποστηρικτικό εκπαιδευτικό υλικό του εργαστηριακού μέρους του μαθήματος στο ΠΤΔΕ ου Πανεπιστημίου Αθηνών.

## **Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ Τ.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) διαδραματίζουν σημαντικό υποστηρικτικό ρόλο στη διδασκαλία των Περιβαλλοντικών Επιστημών, αφού έχει καταδειχθεί η αποτελεσματικότητα των μοντελοποιήσεων, των αναπαραστάσεων και των προσομοιώσεων στη διερεύνηση και την κατανόηση πολύπλοκων φυσικών και βιομηχανικών διεργασιών (Linn, 1999). Ειδικότερα, η πολυμεσική παρουσίαση της πληροφορίας κάνει δυνατή την πρόσβαση σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες χωρίς χρονικούς και τοπικούς περιορισμούς, την αλληλεπίδραση και άμεση ανατροφοδότηση κατά την πορεία της μάθησης, τον

πειραματισμό με το μαθησιακό υλικό μέσα από εικονικά περιβάλλοντα προσομοιώσεων και δυναμικών αναπαραστάσεων διαφόρων φαινομένων (φυσικών, χημικών, βιολογικών κ.λπ.), ή ακόμα και τη σύνταξη, αναθεώρηση και εκτύπωση κειμένων, πινάκων, στατιστικών διαγραμμάτων (Χαλκίδης κ.ά., 1998).

Τα υπερμέσα διαθέτουν τις απαραίτητες εκείνες τεχνολογικές δομές, έτσι ώστε α) να καθίσταται δυνατή η άμεση διασύνδεση γνωστικών περιοχών ή θεματικών ενοτήτων μέσω κόμβων και υπερσυνδέσεων (links) και β) να αναπαρίσταται πολλαπλά η περιβαλλοντική πληροφορία μέσω συμπληρωματικών αισθητηρίων διαύλων και τρόπων παρουσίασης της (προσομοίωση, αναπαράσταση, οπτικοποίηση). Έτσι ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα να προσεγγίζει σφαιρικά τα περιβαλλοντικά θέματα που διερευνά έχοντας πρόσβαση μέσω του διαδικτύου ακόμα και σε μεγάλες βάσεις δεδομένων ή ψηφιακές βιβλιοθήκες. Με αυτόν τον τρόπο προσλαμβάνει διαφορετικού τύπου και μορφής πληροφορίες σε σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι προχωρά σε διεπιστημονικές – διαθεματικές συνδέσεις και προεκτάσεις και με τρόπο διερευνητικό προσλαμβάνει, επεξεργάζεται, αναλύει και συνθέτει σταδιακά τις πολυποίκιλες πληροφορίες.

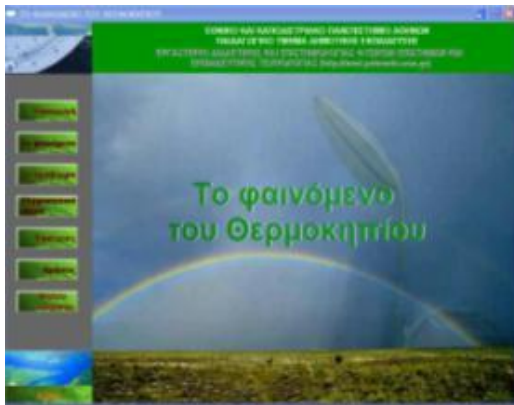
Η διερεύνηση ενός περιβαλλοντικού θέματος μέσα από μια υπερμεσική εφαρμογή ενισχύει επιπλέον και την ομαδοσυνεργατική μέθοδο διδασκαλίας και μάθησης, που για πολλούς παιδαγωγούς θεωρείται η μέθοδος που υπηρετεί κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τη διαθεματική προσέγγιση της γνώσης (Ράπτης & Ράπτη, 2006). Επιπλέον, η αξιοποίηση του διαδικτύου στο πλαίσιο προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης επιτρέπει α) την πρόσβαση σε σύγχρονα εργαλεία πληροφόρησης λόγω της εύκολης προσβασιμότητας, της υποστήριξης πολλαπλών επιλογών αποθήκευσης και απεικόνισης, της παροχής απλής αλλά συγχρόνως ισχυρής φόρμας δημοσίευσης και της ενσωμάτωσης πολλαπλών μέσων και β) τη χρησιμοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων με την τεχνολογία των πολυμέσων που επιτρέπουν στο μαθητή να προσεγγίζει και να επεξεργάζεται τη γνώση σφαιρικά, με ποικίλους συνδυασμούς και δυνατότητες. Όσον αφορά στο περιεχόμενο, στο διαδίκτυο μπορεί να βρεθούν έργα αναφοράς (ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες, λεξικά), εργαλεία (π.χ. δυναμική δημιουργία χαρτών, αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων), πηγές (π.χ. αρχεία εφημερίδων), σχέδια μαθημάτων, δραστηριοτήτων, tutorials, εκπαιδευτικά παιχνίδια, έγκυρο ενημερωτικό υλικό από οργανισμούς (εθνικούς, διεθνείς, ερευνητικούς), ψηφιακές βιβλιοθήκες, πινακοθήκες κ.ά. (Crane, 2000).

Από τα παραπάνω τεκμαίρεται ότι η υπολογιστική τεχνολογία είτε με τη μορφή υπερμέσων είτε μέσω του διαδικτύου μπορεί να συμβάλει στη μελέτη περιβαλλοντικών θεμάτων, αρκεί βέβαια οι υπερμεσικές και διαδικτυακές εκπαιδευτικές εφαρμογές να είναι διερευνητικού και διαδραστικού χαρακτήρα, να εξασφαλίζουν ελευθερία στην πλοήγηση και να χρησιμοποιούν όλα τα μέσα για την πολλαπλή αναπαράσταση των περιβαλλοντικών πληροφοριών.

## **Η ΥΠΕΡΜΕΣΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ «ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ»**

«Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» είναι μια αλληλεπιδραστική υπερμεσική εφαρμογή που μελετά το πρόβλημα της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η θεματολογία της εφαρμογής κρίθηκε εξαιρετικά σημαντική, αφού το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα με πολυποίκιλες και

μακροπρόθεσμες συνέπειες στην ισορροπία των οικοσυστημάτων του πλανήτη (Miller, 1999). Έχει, επίσης, εθνική διάσταση που απορρέει από τους εθνικούς στόχους για τήρηση των ορίων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων θερμοκηπικών αερίων με βάση το Πρωτόκολλο του Κυότο (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2005) και, τέλος, παρουσιάζει μεγάλο τοπικό ενδιαφέρον σε μια μεγαλούπολη με 4,5 εκατομμύρια κατοίκους και 2,4 εκατομμύρια αυτοκίνητα, όπως η Αθήνα.

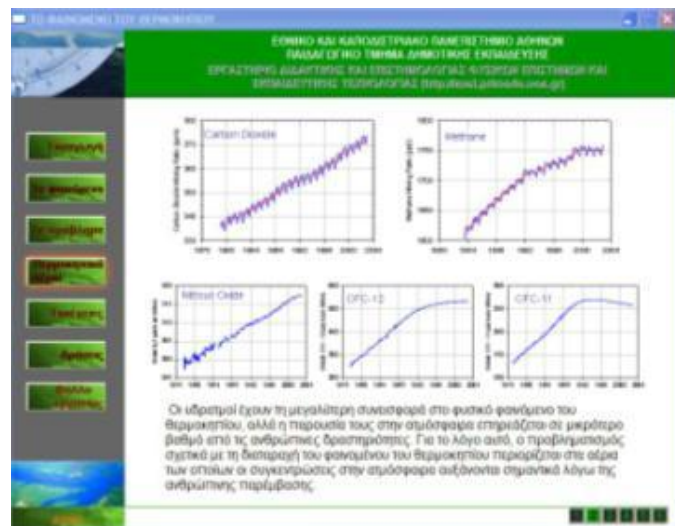


**Εικόνα 1:** Η εισαγωγική οθόνη της υπερμεσικής εφαρμογής «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου»

Επιπλέον, το θέμα έγινε πολύ επίκαιρο και συνδέθηκε άμεσα με τις κλιματικές αλλαγές μετά τις επίσημες ανακοινώσεις της 4<sup>ης</sup> Συνόδου της Διακυβερνητικής Επιτροπής για τις Κλιματικές Αλλαγές το 2007 στο Παρίσι. Με την ανακοίνωση αυτή 2.500 επιστήμονες από 130 χώρες συμφώνησαν ότι οι κλιματικές αλλαγές που θα επιφέρει η υπερθέρμανση της Γης λόγω της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι πλέον αναμφισβήτητες και οφείλονται κατά 90% σε ανθρωπογενείς αιτίες (IPCC, 2007).

Για όλους τους παραπάνω λόγους θεωρείται υψίστης προτεραιότητας η ενημέρωση του κοινού για τις συνέπειες του προβλήματος αυτού, ώστε να αναληφθεί δράση σε ατομικό, εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο. Ιδιαίτερα σημαντική θεωρείται η ενημέρωση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, οι οποίοι θα πρέπει να διαμορφώσουν με τη στάση και τη διδασκαλία τους υπεύθυνους και ενεργούς πολίτες.

Ο παιδαγωγικός σχεδιασμός της υπερμεσικής εφαρμογής «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» δίνει έμφαση όχι μόνο στη γνωστική διαδικασία αλλά και στο κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτή συντελείται. Έτσι, ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στη συμμετοχή των εκπαιδευόμενων σε δραστηριότητες που συνδέονται άμεσα με καταστάσεις που αντιμετωπίζουν στην κοινωνική τους ζωή.



**Εικόνα 2:** Οθόνη διαγραμμάτων θερμοκηπικών αερίων

Η μεθοδολογία που υιοθετήθηκε είναι αυτή της κατευθυνόμενης διερεύνησης (Minstrell & Van Zee, 2000), κατά την οποία οι μαθητές ανακαλύπτουν τις σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων, συλλέγουν δεδομένα, διατυπώνουν τα δικά τους συμπεράσματα και τα γενικεύουν. Η καθοδηγούμενη διερεύνηση προσφέρεται ιδιαίτερα για έρευνες περιγραφής και εξήγησης του τρόπου λειτουργίας των πραγμάτων και για επίλυση προβλημάτων που επιδέχονται μια ορθή απάντηση. Αυτή

η διδακτική στρατηγική λειτουργεί σε περιβάλλον συνεργατικής μάθησης θεωρώντας ότι η εργασία σε ομάδες εμπλέκει τους εκπαιδευόμενους σε συνεργατικές διαδικασίες μάθησης, καλλιεργεί πλήθος κοινωνικών δεξιοτήτων και συμβάλλει στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, γεγονός πολύ σημαντικό στη μελέτη των κοινωνικών παραμέτρων των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Στην περίπτωσή μας οι φοιτητές εργάζονται σε ομάδες των δυο ατόμων σε κάθε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στην υπερμεσική εφαρμογή «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» οι εκπαιδευόμενοι, μέσα σε ένα αλληλεπιδραστικό περιβάλλον, έχουν την ευκαιρία:

α) να παρατηρούν προσομοιώσεις και να μελετούν εικονογραφημένους εννοιολογικούς χάρτες σχετικά με τον τρόπο σχηματισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου και των παραγόντων που το ενισχύουν, καθώς και των συνεπακόλουθων επιπτώσεων του φαινομένου σε παγκόσμιο επίπεδο,

β) να μελετούν πίνακες και να δημιουργούν διαγράμματα καταλήγοντας σε συμπεράσματα σχετικά με την αύξηση εκπομπής των θερμοκηπικών αερίων και τις κυριότερες ανθρώπινες δραστηριότητες που ευθύνονται για την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου,

γ) να υπολογίζουν το ποσό των θερμοκηπικών αερίων που εκπέμπουν και

δ) να ανακαλύπτουν και να προτείνουν τρόπους με τους οποίους μπορεί να μειωθεί το ποσό των θερμοκηπικών αερίων που εκπέμπεται από τις ανθρώπινες καθημερινές δραστηριότητες.



Εικόνα 3: Animation αναπαράσταση του φαινομένου του θερμοκηπίου



Εικόνα 4: Ο κύκλος του άνθρακα

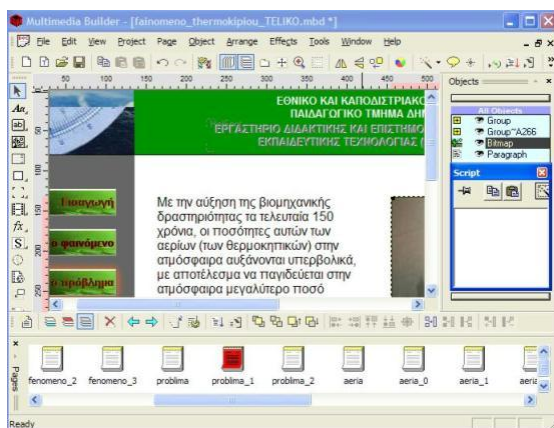
Η εφαρμογή απευθύνεται σε φοιτητές παιδαγωγικών τμημάτων - υποψήφιους δασκάλους, ως υποστηρικτικό υλικό για το μάθημα «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον – Εργαστηριακή προσέγγιση» και ενισχύει την προσπάθεια για να:

- κατανοήσουν τον τρόπο σχηματισμού του φαινομένου με την βοήθεια πολλαπλών αναπαραστάσεων
- διαπιστώσουν την ευεργετική δράση του φαινομένου του θερμοκηπίου στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στον πλανήτη
- διερευνήσουν τους παράγοντες που ευθύνονται για τη δυσλειτουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου
- αναγνωρίζουν τον κυρίαρχο ρόλο της ανθρώπινης δραστηριότητας στην αύξηση των θερμοκηπικών αερίων και την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- ενημερωθούν για τις συνέπειες της ενίσχυσης του φαινομένου



- ευαισθητοποιηθούν προς την κατεύθυνση μείωσης των εκπομπών των θερμοκηπικών αερίων σε ατομικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Η υπερμεσική εφαρμογή «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου με το συγγραφικό πακέτο δόμησης υπερμέσων Multimedia Builder (εικ. 5), που είναι ένα πακέτο ανοιχτού ή κατασκευαστικού λογισμικού, το οποίο δίνει τη δυνατότητα σταδιακής κατασκευής υπερμεσικού διδακτικού υλικού για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η εφαρμογή εμπλουτίστηκε με υπερμεσικό διαδικτυακό υλικό καθώς και με αλληλεπιδραστικές οπτικοποιήσεις και προσομοιώσεις που



Εικόνα 5: Περιβάλλον ανάπτυξης MultimediaBuilder

αναπτύχθηκαν με το πρόγραμμα Flash. Η επιλογή του συγκεκριμένου συγγραφικού πακέτου κρίθηκε κατάλληλη, αφού το πρόγραμμα Multimedia Builder αναδεικνύεται σε ένα εύχρηστο περιβάλλον δημιουργίας υπερμεσικών εφαρμογών που επιτρέπει τον συνδυασμό και την εναρμόνιση ήχου, εικόνας, κειμένου και κίνησης αλλά και την ενίσχυση της αλληλεπίδρασης μέσω της διαλειτουργικότητας του με άλλα web-based συγγραφικά πακέτα, όπως το

Macromedia Flash, με αποτέλεσμα την παραγωγή εντυπωσιακών εφαρμογών λογισμικού.

Το εκπαιδευτικό υλικό έχει δομηθεί έτσι ώστε να προσεγγίζει διεπιστημονικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσα από τις παρακάτω ενότητες: Εισαγωγή, Το φαινόμενο, Το πρόβλημα, Θερμοκηπικά αέρια, Συνέπειες, Δράσεις. Στην ενότητα «Εισαγωγή» επιχειρείται η ανάδειξη του περιβαλλοντικού προβλήματος και η ευαισθητοποίηση των εκπαιδευόμενων ειδικότερα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παράλληλα δίνονται βασικές πληροφορίες που αφορούν στη δομή και τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και δίνεται έμφαση στο σημαντικό ρόλο του ατμοσφαιρικού αέρα για την ύπαρξη του οργανικού κόσμου. Η ενότητα «Το φαινόμενο» περιγράφει με οπτικοποιήσεις και προσομοιώσεις τη φυσιολογική λειτουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου και αναφέρεται στη σημασία του για τη διατήρηση μιας μέσης θερμοκρασίας γύρω στους 15° C που επιτρέπει συνθήκες ιδανικής διαβίωσης για όλους τους οργανισμούς.

Στην ενότητα «Το πρόβλημα» προβάλλεται η ενισχυμένη λειτουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου μέσα από την προσομοίωση (εικ. 6) του ιστότοπου Earthguide του Τμήματος Ερευνών για τις Επιστήμες της Γης του Ινστιτούτου Ωκεανογραφίας Scripps του University of California at San Diego (UCSD) (<http://earthguide.ucsd.edu/earthguide/diagrams/greenhouse/index.html>) και τονίζεται η σύνδεση της ενίσχυσης του φαινομένου με την αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας των τελευταίων 150 ετών.

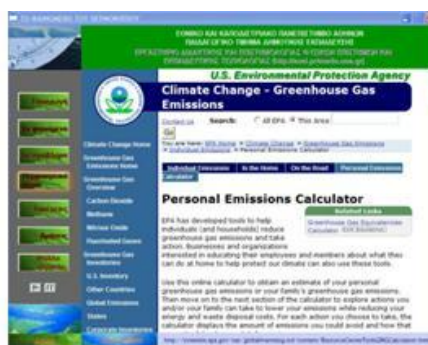
Στην επόμενη ενότητα «Θερμοκηπικά αέρια» παρουσιάζονται τα αέρια που ευθύνονται για την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και μελετώνται διαγράμματα που καταγράφουν την αυξητική τάση εκπομπής τέτοιων αερίων και το ποσοστό ευθύνης των διαφόρων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων σε αυτήν την αύξηση.

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει και τη δραστηριότητα «Μετρητής εκπομπής θερμοκηπικών αερίων», μια εφαρμογή του Environmental Protection Agency (<http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/content/ResourceCenterToolsGHGCalculator.html>) των Ηνωμένων Πολιτειών (εικ. 7). Στη δραστηριότητα αυτή οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ευκαιρία να υπολογίσουν το ποσό των θερμοκηπικών αερίων που εκπέμπουν οι ίδιοι και τα μέλη της οικογένειάς τους κατά την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων.

Στην ενότητα «Συνέπειες» αναφέρονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και αξιοποιείται η προσομοίωση που ανέπτυξε το Υπουργείο Μεταφορών του Κεμπέκ στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής του πολιτικής ([http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portalministere\\_en/ministere/environnement/ changements climatiques/ effet serre changements climatiques](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portalministere_en/ministere/environnement/ changements climatiques/ effet serre changements climatiques)).



Εικόνα 6: Προσομοίωση της ενισχυμένης λειτουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου



Εικόνα 7: Μετρητής εκπομπής θερμοκηπικών αερίων (διαδίκτυο)

Η ενότητα «Δράσεις» παρουσιάζει τις κινητοποιήσεις (συμβάσεις, πρωτόκολλα) της παγκόσμιας κοινότητας προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και να προληφθούν οι καταστροφικές για τον πλανήτη συνέπειες. Για την υποστήριξη των θεματικών ενοτήτων του λογισμικού περιλαμβάνεται φύλλο εργασίας με δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συμβολή των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Περιβαλλοντικών Επιστημών φαίνεται ότι επιφέρει ευεργετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Η τεχνολογία των υπερμέσων και του διαδικτύου, λόγω της ελκυστικότητας του περιβάλλοντος αλλά και της ευελιξίας που προσφέρει στην προσέγγιση της γνώσης, καθίσταται ένα ισχυρό γνωστικό εργαλείο που αναμένεται να καλύψει ικανοποιητικά τις ανάγκες διδασκαλίας περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως αυτό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Με βάση την παραπάνω θεωρητική πλατφόρμα αναπτύχθηκε η υπερμεσική εφαρμογή «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου», ένα εκπαιδευτικό υποστηρικτικό υλικό που επιχειρεί να αξιοποιήσει τις αδιαμφισβήτητες δυνατότητες που προσφέρουν τα τεχνολογικά-υπολογιστικά περιβάλλοντα μάθησης στην ΠΕ.

Τα ερευνητικά δεδομένα που προέκυψαν από την επεξεργασία των φύλλων εργασίας κατά την εφαρμογή του λογισμικού στο πλαίσιο του μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον – Εργαστηριακή προσέγγιση» του ΠΤΔΕ Παν/μίου Αθηνών κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2006-2010 αναδεικνύουν τη συμβολή του

λογισμικού στη βελτίωση των επιστημονικών γνώσεων των φοιτητών και στην άρση παρανοήσεων που έχουν καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Miller G.T. (1999). *Βιώνοντας στο Περιβάλλον I – Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*, ΙΩΝ, Αθήνα.
- Ράπτης Α. & Ράπτη Α. (2006). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας, τ. Α'*, Αθήνα.
- Σκορδούλης Κ. (2006). *Φυσική, Αειφορία και Εκπαίδευση: Για το ζήτημα των Αξιών*, στο Αναγνώριση - Τιμητικό αφιέρωμα στον Καθηγητή Θεόδωρο Γ. Εξαρχάκο, ΕΚΠΑ, Αθήνα, 564-574.
- ΥΠΕΧΩΔΕ (2005). Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών για την περίοδο 2005-2007.
- Χαλκίδης Α., Σαριδάκη Α. & Τσάκαλης Π. (1998). Εφαρμογές Νέων Τεχνολογιών, στα Πλαίσια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, *Πρακτικά ημερίδας Πληροφορική και Εκπαίδευση*, Ιωάννινα.
- Crane B.E. (2000). *Teaching with the Internet. Strategies and models for K-12 curricula*, New York/London, Neal-Schuman Publ.
- Groves F. & Pugh A. (1999). Elementary Pre-Service Teacher Perceptions of the Greenhouse Effect, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 8, No 1, 75-81.
- IPCC, Climate Change 2007 (2007). The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, formally approved at the 10th Session of Working Group I of the IPCC, Paris.
- Koulaidis V. & Christidou V. (1999). Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications, *Science Education*, 83, 1999, 559-576.
- Linn M. C. (1999). *The Impact of technology on Science Instruction: historical trends and current opportunities*, International Handbook of Science Education (Ed Fraser and Tobin) Kluwer Academic Publishers.
- Minstrell J. & Van Zee E. H. (eds) (2000). Inquiring into Inquiry Learning and teaching in Science, *American Association for the Advancement of Science*, Washington D.C.
- Papadimitriou V. (2004). Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13, No 2, 299-307.
- Petegem P., Blicck A., Imbrecht I. & Van Hout T. (2005). Implementing environmental education in pre-service teacher training, *Environmental Education Research*, Vol. 11, No 2, 161-171.
- UNESCO (1977). Intergovernmental Conference on Environmental Education, Final Report, Tbilisi USSR.