

# Νέες Τεχνολογίες στο Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Επιστημών

*Πλούταρχος Ψωμιάδης<sup>1</sup>, Κωνσταντίνος Σκορδούλης<sup>2</sup>*

1. Υποψήφιος Διδάκτορας Περιβαλλοντικών Επιστημών

[plpsom@gmail.com](mailto:plpsom@gmail.com)

2. Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αθηνών

[kostas4skordoulis@gmail.com](mailto:kostas4skordoulis@gmail.com)

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

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Την τελευταία δεκαετία όλο και περισσότερες διδακτικές προτάσεις βασίζονται στη χρήση των νέων τεχνολογιών. Ειδικότερα κατά την πειραματική διδασκαλία των Περιβαλλοντικών Επιστημών, η σύγχρονη τεχνολογία με τις δυνατότητες που μας προσφέρει, ανοίγει νέους ορίζοντες για τη βαθύτερη κατανόηση των πολύπλοκων περιβαλλοντικών φαινομένων. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα σύγχρονα συστήματα λήψης, καταγραφής και απεικόνισης δεδομένων που συνθέτουν τα Εργαστήρια με Χρήση ΜικροΥπολογιστών, διεθνώς γνωστά ως MBL (Microcomputer Based Laboratory). Πιο συγκεκριμένα γίνεται μια σύντομη παρουσίαση αυτών των συσκευών, ενώ παρουσιάζονται και τα διδακτικά οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωσή τους στην πειραματική διαδικασία. Τέλος, παρουσιάζονται πειραματικές δραστηριότητες, που πραγματοποιούν οι φοιτητές του ΠΤΔΕ Παν. Αθηνών με τη βοήθεια μικροϋπολογιστών στο πλαίσιο της εκπαίδευσής τους στις Περιβαλλοντικές Επιστήμες.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** περιβαλλοντικές επιστήμες, νέες τεχνολογίες, εκπαίδευση υποψηφίων δασκάλων

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την τελευταία δεκαετία όλο και πληθαίνουν οι προτάσεις για την ένταξη των Περιβαλλοντικών Επιστημών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαιδευτικής διαδικασίας, από τις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού ως την τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπου προτείνεται η επιμόρφωση των μελλοντικών εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Edelson, 2007, Curriculum Council of Australia, 2008). Στη χώρα μας παρατηρείται μια υστέρηση όσον αφορά στη διδασκαλία των Περιβαλλοντικών Επιστημών. Στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών λειτουργεί από το ακαδημαϊκό έτος 2004-2005, εργαστήριο περιβαλλοντικών επιστημών στο πλαίσιο του μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον-Εργαστηριακή Προσέγγιση», το οποίο σαν στόχο έχει αφενός τη βελτίωση του γνωστικού υποβάθρου των αυριανών εκπαιδευτικών γύρω από τις επιστημονικές έννοιες που υπεισέρχονται στα διάφορα περιβαλλοντικά φαινόμενα και αφετέρου τον εμπλουτισμό του αντικειμένου των Φυσικών Επιστημών με την περιβαλλοντική συνιστώσα.

Η εκπαίδευση των δασκάλων δεν μπορεί παρά να θεωρείται ο ακρογωνιαίος λίθος κάθε εκπαιδευτικού συστήματος. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί (Kallestad & Olweus, 1998) αναδεικνύουν το γεγονός ότι η εκπαιδευτική κατάρτιση και εξέλιξη των δασκάλων έχει μεγάλη επίδραση στον καθορισμό των στόχων που αυτοί θέτουν για τους μαθητές τους, ενώ με τη σειρά τους οι στόχοι αυτοί επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασκάλων στην τάξη. Μια σειρά από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό (Summers et al., 2000, Papadimitriou, 2004, Michail et al., 2007) έχουν αναδείξει το γεγονός ότι οι δάσκαλοι, εν ενεργεία ή φοιτητές παιδαγωγικών τμημάτων, αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες όταν καλούνται να διδάξουν θέματα στα οποία εμπλέκονται έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Για παράδειγμα, από την έρευνα που πραγματοποίησε η Παπαδημητρίου (2004) σε 172 πρωτοετείς φοιτητές παιδαγωγικού τμήματος, προκύπτει ότι οι υποψήφιοι δάσκαλοι εισέρχονται στα παιδαγωγικά τμήματα με πολλές παρανοήσεις όσον αφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, την κλιματική αλλαγή και τη μείωση της στιβάδας του όζοντος.

## **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ & ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Τα συστήματα λήψης, επεξεργασίας και απεικόνισης δεδομένων περιλαμβάνουν τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (H/Y) ή ενός μικροϋπολογιστή και ειδικών αισθητήρων. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η ταχύτατη, εύκολη και ακριβής λήψη μετρήσεων για οποιοδήποτε σχεδόν φυσικό μέγεθος, η απεικόνιση των μεταβολών σε «πραγματικό χρόνο» μέσω γραφικών παραστάσεων ή άλλων συμβολικών αναπαραστάσεων καθώς και η δυνατότητα ταυτόχρονης μέτρησης διαφόρων φυσικών μεγεθών.

Οι αισθητήρες είναι συσκευές, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να αντιδρούν στη μεταβολή κάποιου φυσικού μεγέθους και να τη μετατρέπουν σε διαφορά δυναμικού, την οποία μεταφέρουν είτε στον H/Y είτε στον μικροϋπολογιστή ανάλογα με τη διασύνδεση. Ενδεικτικά, με τη βοήθεια ενός αισθητήρα μπορούμε να μετρήσουμε: θερμοκρασία, συγκέντρωση CO<sub>2</sub>, ένταση ακτινοβολίας, συγκεντρώσεις διαφόρων ιόντων, συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, ένταση μαγνητικού πεδίου, συγκέντρωση αερίου οξυγόνου, ένταση ήχου κ.α. Εκτός από τους απλούς αισθητήρες υπάρχουν και οι πολυαισθητήρες, οι οποίοι μετρούν ταυτόχρονα δυο ή περισσότερα φυσικά μεγέθη.

Ο H/Y με τον οποίο συνδέονται οι αισθητήρες πρέπει να είναι εφοδιασμένος με το κατάλληλο λογισμικό το οποίο και επεξεργάζεται τα δεδομένα που λαμβάνει. Το λογισμικό μεταξύ άλλων έχει τις παρακάτω δυνατότητες:

1. Μπορεί να αναγνωρίσει το είδος του αισθητήρα και να επιβεβαιώσει τη σωστή λειτουργία του.
2. Δέχεται περισσότερους από έναν αισθητήρες, έχοντας τη δυνατότητα να επεξεργάζεται δεδομένα μετρήσεων διαφόρων φυσικών μεγεθών ταυτόχρονα.
3. Διαχειρίζεται την αποθήκευση και ανάκληση των δεδομένων.
4. Έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων και παρουσίασής τους με διάφορους τρόπους, όπως είναι οι γραφικές παραστάσεις και οι πίνακες δεδομένων, και μάλιστα σε «πραγματικό χρόνο» δηλαδή ταυτόχρονα με την εκτέλεση του πειράματος.

5. Μπορεί να παρέχει στοιχεία και για μεγέθη που δεν μετρήθηκαν άμεσα, αλλά προκύπτουν για παράδειγμα από παραγωγή ή ολοκλήρωση των μετρούμενων μεγεθών.
6. Όλα τα δεδομένα μπορούν να εκτυπωθούν ή να αποθηκευτούν για μελλοντική χρήση.

Εκτός όμως από τον υπολογιστή υπάρχουν και οι αυτόνομες συσκευές λήψης, καταγραφής, επεξεργασίας και απεικόνισης δεδομένων ή αλλιώς μικροϋπολογιστές, με τους οποίους μπορούμε να συνδέσουμε τους αισθητήρες. Οι μικροϋπολογιστές μάζ προσφέρουν τις ίδιες δυνατότητες με αυτές του H/Y και έχουν σαν βασικό πλεονέκτημα τις μικρές διαστάσεις, γεγονός που τους καθιστά φορητούς και χρήσιμους στη μελέτη πεδίου. Οι δραστηριότητες που παρουσιάζονται στη συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια τέτοιων μικροϋπολογιστών.

## **ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ MBL**

Η χρήση του μικροϋπολογιστή στην εκπαίδευση χρονολογείται ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και έχει κατά κύριο λόγο συνδεθεί με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών. Ο όρος MBL (Microcomputer Based Laboratory) ή Εργαστήρια με Χρήση ΜικροΥπολογιστών, αποδίδεται στον Tinker (Tinker & Papert, 1989) και τους συνεργάτες του και αναφέρεται σε ένα εργαστήριο όπου οι μαθητές διεξάγουν πειράματα, στα οποία τα δεδομένα λαμβάνονται και επεξεργάζονται με τη βοήθεια H/Y και κατάλληλων αισθητήρων. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 μέχρι σήμερα έχει δημιουργηθεί μια σειρά εκπαιδευτικών προγραμμάτων, τα οποία σαν στόχο έχουν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που προσφέρουν κατά την πειραματική διδασκαλία οι συσκευές αυτές.

Το 1986 στο Dickinson College των Η.Π.Α, αναπτύχθηκε υπό την καθοδήγηση της καθηγήτριας P. Laws, ένα καινοτόμο πρόγραμμα για τη διδασκαλία της Φυσικής, το οποίο ονομάστηκε Workshop Physics. Σε αυτό το πρόγραμμα διδασκαλίας οι μαθητές δουλεύουν ομαδικά, ενώ κάθε ομάδα διαθέτει το δικό της υπολογιστή συνδεδεμένο με τους κατάλληλους αισθητήρες. Τα τελευταία χρόνια στο πλαίσιο του Workshop Physics εντάχθηκαν και κάποιες ενότητες, οι οποίες αφορούν στις Περιβαλλοντικές Επιστήμες όπως η ενότητα «Ενέργεια, Ορυκτά καύσιμα και Περιβάλλον» (Browne & Laws, 2003). Η ενότητα αυτή έχει στόχο να βοηθήσει τους φοιτητές να κατανοήσουν πώς η χρήση των ορυκτών καυσίμων συμβάλλει στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Άλλα προγράμματα παρόμοιας φιλοσοφίας ήταν το Tools for Scientific Thinking, το Real Time Physics και το Interactive Lecture Demonstration, τα οποία στηρίζονται στη χρήση μικροϋπολογιστή στο εργαστήριο. Όλα αυτά τα προγράμματα διέπονται από μια κοινή φιλοσοφία σύμφωνα με την οποία:

διαλέξεις και εργαστήριο θεωρούνται ενοποιημένα, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως η παρατήρηση, η διατύπωση προβλέψεων και η ικανότητα αιτιολόγησης.

μειώνεται ο χρόνος των διαλέξεων προς όφελος της εργαστηριακής άσκησης, έτσι ώστε οι μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στη συλλογή πληροφοριών.

η πειραματική άσκηση είναι συνδεδεμένη με την καθημερινές εμπειρίες των μαθητών εκτός τάξης.

αλλάζουν οι μέθοδοι αξιολόγησης.

Ήδη από τα πρώτα χρόνια της ένταξης των συστημάτων MBL στην εκπαίδευση ένα πλήθος ερευνών ανέδειξε τα διδακτικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση τους κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

#### **A. Μετασηματισμός δεδομένων και γραφικές παραστάσεις**

Η απεικόνιση των γραφικών παραστάσεων από τον υπολογιστή δεν αποτελεί απλά μια τεχνική διευκόλυνση με την οποία εξοικονομούμε χρόνο, αλλά δημιουργεί νέες τεχνικές επίλυσης προβλημάτων και νέους τρόπους για μάθηση (Mokros & Tinker, 1987, Ainley et al., 2000). Ο σχηματισμός της γραφικής παράστασης σε πραγματικό χρόνο, ταυτόχρονα δηλαδή με την εκτέλεση του πειράματος, αυξάνει την ικανότητα των μαθητών να ερμηνεύουν τις γραφικές παραστάσεις. Η χρήση των διατάξεων MBL βελτιώνει την ικανότητα των μαθητών στη σχεδίαση γραφικών παραστάσεων και τους βοηθάει να ανιχνεύσουν τις “επιστημονικές σχέσεις” που κρύβει μια γραφική παράσταση. Τα αποτελέσματα αυτά είναι πολύ σημαντικά αν αναλογιστούμε τις διαπιστωμένες δυσκολίες που έχουν οι μαθητές στην ερμηνεία γραφικών παραστάσεων αλλά και το πλήθος γραφικών παραστάσεων που περιλαμβάνει ένα χειρίδιο περιβαλλοντικών επιστημών.

#### **B. Γενικότερα διδακτικά οφέλη**

Με τη βοήθεια των συγκεκριμένων διατάξεων συντομεύεται ο χρόνος για την προετοιμασία του πειράματος και η βαρύτητα δίνεται στη παρατήρηση, τη διατύπωση προβλέψεων και τη συζήτηση. Επιπλέον, όσο οι μαθητές αλλά και οι εκπαιδευτικοί ανακαλύπτουν τις δυνατότητες που τους προσφέρουν οι διατάξεις αυτές, τόσο ενθαρρύνονται να πειραματιστούν πάνω σε νέες υποθέσεις αλλάζοντας διαφορετικές μεταβλητές. Τέλος, η χρήση των διατάξεων MBL ευνοεί τη διδασκαλία μαθητών που βρίσκονται σε διαφορετικό επίπεδο. Οι πιο αδύναμοι μαθητές επωφελούνται από τον αυτόματο σχηματισμό των γραφικών παραστάσεων (καθώς από μόνοι τους ίσως δεν θα μπορούσαν να τις σχεδιάσουν), ενώ οι καλύτεροι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν αλλάζοντας και άλλες μεταβλητές (Stein, 1987, Laws, 2004).

#### **Γ. Τεχνικής φύσης πλεονεκτήματα**

Η χρήση Η/Υ επιτρέπει την παρακολούθηση του πειράματος σε οποιαδήποτε χρονική κλίμακα είτε πολύ μικρή είτε πολύ μεγάλη. Το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για κάποια πειράματα, όπως είναι για παράδειγμα οι μετεωρολογικές μετρήσεις. Η καταγραφή δεδομένων μέσω Η/Υ είναι γρήγορη και πολύ ακριβής: με τη χρήση αισθητήρων, πειράματα τα οποία είχαν ποιοτικό χαρακτήρα, όπως η φωτοσύνθεση ή η ποιοτική ανάλυση του νερού, μπορούν να πραγματοποιηθούν και ποσοτικά. Τέλος, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση των τεχνολογιών MBL στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση είναι ότι μπορούμε να πραγματοποιήσουμε εύκολα μετρήσεις στο πεδίο (όπως ανάλυση του νερού ενός ποταμού).

### **ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ**

Η διδακτική προσέγγιση που υιοθετήθηκε για τις εργαστηριακές ασκήσεις που παρουσιάζονται στη συνέχεια είναι η διερεύνηση (inquiry) σε περιβάλλον συνεργατικής μάθησης (Bonnstetter, 1998, Minstrell & Van Zee, 2000). Τα τελευταία χρόνια άλλωστε, η διερευνητική μάθηση κερδίζει συνεχώς έδαφος, ενώ προτείνεται

από την Ευρωπαϊκή Ένωση σαν απάντηση στο ολοένα μειούμενο ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες (European Commission, 2007). Βασικό στοιχείο της διερευνητικής στρατηγικής είναι η ύπαρξη ενός προβλήματος που στην περίπτωση μας είναι περιβαλλοντικό πρόβλημα. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα και σε αυτά πέρα από τις επιστημονικές έννοιες, εμπλέκονται και οικονομικές όσο και κοινωνικές παράμετροι. Αναπόσπαστα βήματα της διερευνητικής μεθόδου αποτελούν η συστηματική παρατήρηση, η διατύπωση υποθέσεων, ο πειραματισμός, η συλλογή, οργάνωση & επεξεργασία δεδομένων, η συσχέτιση παραγόντων και η διατύπωση συμπερασμάτων (Ματσαγγούρας, 1998).

## **ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες από τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο εργαστήριο περιβαλλοντικών επιστημών του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών. Σε όλες τις παρακάτω δραστηριότητες οι φοιτητές πραγματοποιούν μετρήσεις με τη βοήθεια μικροϋπολογιστή και αισθητήρων, σε ορισμένες όμως περιπτώσεις αυτές συνδυάζονται και με παραδοσιακά όργανα μέτρησης. Όλες οι δραστηριότητες συνοδεύονται από τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας, τα οποία συμβαδίζουν με τη φιλοσοφία της καθοδηγούμενης ανακάλυψης όπως αυτή αναλύθηκε παραπάνω.

### **Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>:** Εξοικείωση με τα όργανα ψηφιακής συλλογής δεδομένων

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα έχει σαν στόχο να εξοικειωθούν οι φοιτητές με τη χρήση των οργάνων ψηφιακής συλλογής δεδομένων καθώς και με τους διάφορους αισθητήρες. Οι φοιτητές αρχικά ασκούνται στη συνδεσμολογία των συσκευών και στη συνέχεια μαθαίνουν να εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που τους προσφέρει το λογισμικό των μικροϋπολογιστών. Πιο συγκεκριμένα οι φοιτητές εμπλέκονται στις παρακάτω δραστηριότητες:

Σωστή σύνδεση των διαφορετικών αισθητήρων στο μικροϋπολογιστή.

Διερεύνηση των πολλαπλών μορφών συμβολικών αναπαραστάσεων με τις οποίες μπορούμε να δούμε τις μετρήσεις σε «πραγματικό χρόνο»: ψηφιακή μέτρηση, αναλογική μέτρηση, γραφική παράσταση, πίνακας δεδομένων.

Σύνδεση δυο ή περισσότερων αισθητήρων και ταυτόχρονη μέτρηση διαφόρων φυσικών μεγεθών.

Συμβολική αναπαράσταση δυο ή περισσότερων φυσικών μεγεθών ταυτόχρονα

Αποθήκευση και ανάκληση δεδομένων από αρχείο

### **Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>:** Ατμοσφαιρική ρύπανση – Μετεωρολογία – Φαινόμενο θερμοκηπίου

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα σαν στόχο έχει οι φοιτητές:

- να διαπιστώσουν πειραματικά ότι σε οποιαδήποτε καύση έχουμε παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα
- να συγκρίνουν τα δεδομένα των μετρήσεων που έχουν πραγματοποιήσει με ψηφιακά και αναλογικά όργανα και να ερμηνεύσουν τις πιθανές αποκλίσεις
- να διαπιστώσουν πειραματικά την επίδραση που έχει η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα σε ένα κλειστό δοχείο στην εσωτερική θερμοκρασία του δοχείου.

Μέσω της συγκεκριμένης δραστηριότητας οι φοιτητές προσεγγίζουν δυο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα: ένα με ιδιαίτερο τοπικό ενδιαφέρον (ατμοσφαιρική ρύπανση) και ένα από τα σημαντικότερα παγκόσμια προβλήματα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Αναλυτικότερα, οι φοιτητές αρχικά ανιχνεύουν μέσω

ειδικών στικ το τροποσφαιρικό όζον στην ατμόσφαιρα, ενώ στη συνέχεια μετρούν τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα σε διάφορα περιβάλλοντα. Στη συνέχεια μέσω της μελέτης των γωνιακών διαγραμμάτων («τριαντάφυλλα ρύπανσης») μελετάται η επίδραση των μετεωρολογικών παραμέτρων στην ατμοσφαιρική ρύπανση, ενώ οι φοιτητές μετρούν διάφορες μετεωρολογικές παραμέτρους (θερμοκρασία, υγρασία, διεύθυνση & ταχύτητα ανέμου, ατμοσφαιρική πίεση) τόσο με τη βοήθεια αισθητήρων όσο και με παραδοσιακά αναλογικά όργανα και προβληματίζονται για τις αιτίες των πιθανών αποκλίσεων. Ειδική μνεία γίνεται και για την ηχορύπανση, ενώ οι φοιτητές πραγματοποιούν και μετρήσεις θορύβου με αναλογικό ηχόμετρο. Τέλος οι φοιτητές μέσω μιας ειδικής πειραματικής διάταξης και με τη βοήθεια αισθητήρων θερμοκρασίας και διοξειδίου του άνθρακα μελετούν πειραματικά την επίδραση που έχει η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα σε ένα κλειστό δοχείο στην εσωτερική θερμοκρασία του δοχείου. Με βάση τα πειραματικά δεδομένα προεκτείνουν τα συμπεράσματά τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

### **Δραστηριότητα 3<sup>η</sup>: Μελέτη της φωτοσύνθεσης**

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα σαν στόχο έχει οι φοιτητές:

- να διαπιστώσουν πειραματικά την παραγωγή οξυγόνου κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης από ένα υδρόβιο φυτό
- να διαπιστώσουν πειραματικά την επίδραση που έχει το διοξείδιο του άνθρακα στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Η φωτοσύνθεση αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές διαδικασίες των οικοσυστημάτων. Στη συγκεκριμένη άσκηση οι φοιτητές μέσω του μικροϋπολογιστή και ενός αισθητήρα διαλυμένου οξυγόνου μελετούν την παραγωγή οξυγόνου κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης καθώς και την κατανάλωση οξυγόνου κατά τη διαδικασία της αναπνοής. Αναλυτικότερα οι φοιτητές μελετούν τις γραφικές παραστάσεις συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου ως συνάρτηση του χρόνου κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Επιπλέον, μελετώνται η παρουσία διοξειδίου του άνθρακα καθώς και η ένταση του φωτός στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

### **Δραστηριότητα 4<sup>η</sup>: Ρύπανση υδάτων – Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου – Μέτρηση της οξύτητας**

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα έχει σαν στόχο οι φοιτητές :

- να καταγράψουν τη μεταβολή της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία και να συνδέσουν την αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων με τη διαταραχή της ισορροπίας των οικοσυστημάτων
- να προσδιορίσουν τη μεταβολή του pH του νερού σε σχέση με τη συγκέντρωση οξέων, βάσεων και αλάτων και να συνδέσουν τη μεταβολή αυτή με τη ρύπανση των υδάτων και τις επιπτώσεις που έχει στα οικοσυστήματα.

Η ρύπανση των υδάτων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα και για το λόγο αυτό αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διδασκαλίας των Περιβαλλοντικών Επιστημών. Στη συγκεκριμένη άσκηση οι φοιτητές μελετούν την επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου με τη χρήση οργάνου ψηφιακής συλλογής δεδομένων, αισθητήρα θερμοκρασίας και αισθητήρα διαλυμένου οξυγόνου. Στη συνέχεια με βάση τα δεδομένα που έχουν συλλέξει σχεδιάζουν τις δικές τους γραφικές παραστάσεις και τις συγκρίνουν με τις αντίστοιχες των ψηφιακών οργάνων. Τέλος με τη βοήθεια ενός ψηφιακού μετρητή

οξύτητας μετρούν το pH αποσταγμένου νερού, διαφορετικής οξύτητας διαλυμάτων και δειγμάτων πεδίου και συζητούν για την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας και τη μεταβολή της οξύτητας του νερού στα οικοσυστήματα.

**Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>:** Το σύγχρονο οικολογικό σπίτι: μεταφορά θερμότητας, θερμομόνωση και βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα έχει σαν στόχο οι φοιτητές:

- να μετρήσουν και να συγκρίνουν τους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας διαφορετικών υλικών
- να διαπιστώσουν την επίδραση του χρώματος στην απορρόφηση και την εκπομπή της ακτινοβολίας
- να ευαισθητοποιηθούν σχετικά με τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας στο σπίτι τους.

Στην Ελλάδα τα ενεργοβόρα κτίρια αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα καθώς υπολογίζεται ότι καταναλώνουν το 40% της ενέργειας, ενώ παράλληλα ευθύνονται για το 70% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (Μεσσίνας, 2008). Στην συγκεκριμένη άσκηση οι φοιτητές υπολογίζουν με μαθηματικό τρόπο και με τη βοήθεια ειδικής συσκευής το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας διαφορετικών υλικών, όπως είναι το γυαλί και το ξύλο, ενώ στη συνέχεια συζητούν για το ρόλο που παίζει ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας καθώς και το πάχος των υλικών στη θερμομόνωση ενός σπιτιού. Στη συνέχεια οι φοιτητές διαπιστώνουν πειραματικά με τη βοήθεια αισθητήρων θερμοκρασίας την επίδραση που έχει το χρώμα των υλικών κατασκευής ενός σπιτιού στη εσωτερική του θερμοκρασία. Τέλος μελετούν διάφορα άρθρα και συζητούν σε ομάδες προκειμένου με αυτό τον τρόπο να ευαισθητοποιηθούν για το πώς μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια και στο δικό τους σπίτι.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπληρώνοντας έξι ακαδημαϊκά έτη πειραματικής διδασκαλίας των Περιβαλλοντικών Επιστημών με τη χρήση διατάξεων MBL μπορούμε να πούμε ότι καταγράφονται ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Οι φοιτητές δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το μάθημα, γεγονός που επιβεβαιώνεται τόσο από τον υψηλό αριθμό των εγγραφών, καθώς το μάθημα δεν είναι υποχρεωτικό, όσο και από αξιολογικές κρίσεις που καταγράφουν σε φύλλα αξιολόγησης. Επίσης, ικανοποιητικά είναι τα αποτελέσματα και σε γνωστικό επίπεδο, όπως καταγράφεται από διάφορες ερευνητικές μελέτες που εκπονούνται στο πλαίσιο λειτουργίας του εργαστηρίου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ματσαγγούρας Η. (1998). *Στρατηγικές Διδασκαλίας – Η Κριτική Σκέψη στη Διδακτική Πράξη*. Αθήνα: GUTENBERG.

Μεσσίνας Η. (2008). *Το σπίτι “μηχανή” και η οικολογική δόμηση*. Διεθνές Αρχιτεκτονικό Συνέδριο με τίτλο “Οικολογία + Περιβάλλον + Αρχιτεκτονική” του ΑΙΑΣΕ (Ευρωπαϊκό Τμήμα του Αμερικανικού Ινστιτούτου Αρχιτεκτόνων), 10-14 Απριλίου, Αθήνα.

- Ainley, J. Nardi E. & Pratt D. 2000. The construction of meanings for trend in active graphing, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, Vol. 5, No. 2, 85-114.
- Bonnstetter R. J. (1998). Inquiry: Learning from the Past with an Eye on the Future, *Electronic Journal of Science Education*, 3, 1.
- Browne K. & Laws P. (2003). Exploring the greenhouse effect through physics-oriented activities, *Physics Education*, Vol. 38, No. 2, 115-122.
- Curriculum Council of Australia (2008), *2008 Syllabus: Earth and Environmental Science*, available at <http://www.curriculum.wa.edu.au>.
- Edelson D. (2007). Environmental Science for all? Considering Environmental Science for Inclusion in the High School Core Curriculum, *Science Educator*, Vol. 16, No. 1, 42-56.
- European Commission (Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henriksson H. & Hemmo V. eds.) (2007), *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy of the Future of Europe*, European Commission/Directorate-General for Research/Directorate L - Science, Economy and Society, Unit L4, Brussels, EUR 22845.
- Kallestad J.H. & Olweus D. (1998). Teachers emphases on general educational goals: a study of Norwegian teachers, *Scandinavian Journal of Educational Research*, Vol. 42, No. 3, 257-279.
- Laws P. ( 2004). *Promoting the diffusion of undergraduate science curriculum reform: The activity-based Physics suite as an example*, In Proceedings from the symposium: Invention and Impact: Building Excellence in Undergraduate science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education, AAAS.
- Michail S., Stamou A. & Stamou G. (2007). Greek Primary School Teachers' Understanding of Current Environmental Issues: An Exploration of their Environmental Knowledge and Images of Nature, *Science Education*, Vol. 91, No. 2, 244-259.
- Minstrell J. & Van Zee E. H. (eds). (2000). *Inquiring into Inquiry Learning and teaching in Science*. Washington: American Association for the Advancement of Science, Washington, DC.
- Mokros J. & Tinker R. (1987). The impact of MBL on children's ability to interpret graphs, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 24, No. 4, 369-383.
- 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.
- Stein J.S. (1987). The computer as laboratory partner: Classroom experience gleaned from one year of microcomputer-based laboratory use, *Journal of Educational Technology Systems*, 15, 225-236.
- Summers M., Kruger C., Childs A. & Mant J. ( 2000). Primary School Teachers' Understanding of Environmental Issues: an interview study, *Environmental Education Research*, Vol. 6, No. 4, 293-312.
- Tinker R. & Papert S. (1989). *Tools for science education*. In J. Ellis (Ed.), *Information technology & science education*. Columbus, OH: AETS.