

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΤΗΜΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΑΝΑΓΝΩΣΤΑΚΗΣ Σ.

Υποψήφιος Διδάκτωρ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
e-mail: spanagno@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει τα αποτελέσματα μιας πιλοτικής εμπειρικής έρευνας, η οποία είχε ως σκοπό να διερευνήσει αφ' ενός μεν τις στάσεις των μαθητών σχετικά με θέματα διαχείρισης της ενέργειας και αφ' ετέρου τις δεξιότητες της συστημικής σκέψης που διαθέτουν. Το δείγμα της έρευνας περιλάμβανε 30 μαθητές ηλικίας 16 μέχρι 18 ετών που φοιτούν σε ένα επαρχιακό ΤΕΕ. Η προβληματική στο χώρο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (Π.Ε.) αναγνωρίζει ότι η ανάπτυξη θετικών στάσεων και αξιών σχετίζεται με το επίπεδο της κατανόησης των περιβαλλοντικών φαινομένων που έχουν οι μαθητές. Παράλληλα, η συστημική προσέγγιση των περιβαλλοντικών φαινομένων δίνει τη δυνατότητα αναγνώρισης των αιτίων που δημιουργούν αυτά τα φαινόμενα, ενισχύοντας έτσι την κατανόηση των μαθητών. Έτσι, οι μαθητές σκεπτόμενοι συστημικά μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις με ολιστική και κυκλική θεώρηση των επιπτώσεων που θα έχουν οι συμπεριφορές τους σε όλες τις διαστάσεις του περιβάλλοντος (οικονομία, κοινωνία, φυσικό περιβάλλον). Η διερεύνηση λοιπόν της σχέσης μεταξύ της συστημικής θεώρησης των περιβαλλοντικών φαινομένων και του βαθμού κατανόησης αλλά και των στάσεων των μαθητών έναντι αυτών των φαινομένων θα βοηθήσει στη ανάπτυξη διδακτικών προτάσεων που θα στοχεύουν στη διαμόρφωση ενός πλαισίου περιβαλλοντικών ιδεών απαραίτητο για την αντιμετώπιση των σημερινών περιβαλλοντικών προβλημάτων, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν ότι αν και ποσοστά της περιβαλλοντικής γνώσης των μαθητών ήταν σχετικά υψηλά, οι στάσεις και το επίπεδο της συστημικής σκέψης των μαθητών ήταν ελαφρώς κατώτερα αυτών της περιβαλλοντικής γνώσης.

ANAGNOSTAKIS S.

Phd Candidate, University of Thessaly
e-mail: spanagno@sch.gr

ABSTRACT

This paper reports results of preliminary empirical research that aimed to investigate students' attitudes about using energy and their abilities of systems thinking. The sample of research includes 30 students age 16 – 18 who attend a vocational school. At this time, environmental education research accepts that development positive attitudes and values are related to the level of the students' understanding of environmental phenomena. In addition, the systems approach of environmental issues is a useful framework for distinguishing the causes producing them and thereby reinforces students' understanding. Consequently, students who think systemic have decision-making skills with a holistic and circular approach to all environmental dimensions (economic, social, ecological). It is essential that investigating relationship among systemic abilities, attitudes and environmental knowledge for forming learning environments have as a purpose to create environmental ethos tackling environmental problems. The results of this survey show that if the percentage of environmental knowledge were relatively high, attitudes and systems thinking level were lightly inferior to environmental knowledge rates.

Λέξεις κλειδιά: Συστημική Σκέψη, Στάσεις, Περιβαλλοντική Γνώση, Ενεργειακή Χρήση.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το περιβάλλον είναι μια σύνθετη ενότητα από διάφορα αλληλοσχετιζόμενα και εξαρτώμενα μέρη. Για να διαχειρισθούμε σωστά το περιβάλλον και να αντιμετωπίσουμε τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα πρέπει να διερευνήσουμε όλες τις διαστάσεις του (οικονομικές, κοινωνικές, πολιτικές, οικολογικές). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση (Π.Ε.), εξ ορισμού της, έχει προσανατολισμό στην επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Εμπλέκει τους μαθητές με τη διαδικασία της κατανόησης των παραγόντων που διαμορφώνουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα (UNESCO 1977).

Η ενέργεια, ως μια σημαντική επιστημονική ιδέα για την περιβαλλοντική εκπαίδευση (Π.Ε.), συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη. Παράλληλα, οι πρακτικές διαχείρισης της ενέργειας συνδέονται με την περιβαλλοντική υποβάθμιση (κλιματικές αλλαγές, όξινη βροχή, φωτοχημικό νέφος). Όμως τα περιβαλλοντικά φαινόμενα έχουν ένα δυναμικό και ολιστικό χαρακτήρα. Διαμορφώνονται και εξελίσσονται με σχέσεις αλληλεξάρτησης. Υπάρχει λοιπόν, ανάγκη για μια ολιστική και συστημική προσέγγιση των θεμάτων διαχείρισης της ενέργειας με όλες τις διαστάσεις του περιβάλλοντος, στην κατεύθυνση αναζήτησης αποτελεσματικών λύσεων με προοπτική βιωσιμότητας του πλανητικού οικοσυστήματος (McIntyre & Pradhan 2003). Η διερεύνησή τους προϋποθέτει την ανάπτυξη μιας δυναμικής, κυκλικής και συστημικής αντίληψης του περιβάλλοντος (Kali *et al.* 2003).

Η συστημική προσέγγιση, ως μια μεθοδολογική προσέγγιση διερεύνησης πολύπλοκων προβληματικών καταστάσεων, επικεντρώνεται κυρίως στην αναζήτηση των σχέσεων που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μέρη που αποτελούν την ενότητα του κόσμου μας (McNamara 1998).

Σύμφωνα με την κονστρουκτιβιστική προσέγγιση, μια διδακτική παρέμβαση που εισάγει τους μαθητές σε καινούργιες γνωστικές δομές, πρέπει να στηρίζεται στις ήδη αναπτυγμένες ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα (Παπαδημητρίου 2005). Έτσι, είναι απαραίτητο να γίνει μια διερεύνηση αυτών των αντιλήψεων, προκειμένου να ανιχνευθούν οι αρχικές ιδέες και στάσεις των μαθητών για τα περιβαλλοντικά φαινόμενα που σχετίζονται με την ενεργειακή χρήση και παράλληλα να αναζητηθεί η μεταξύ τους σχέση. Παράλληλα, η υιοθέτηση διδακτικών προτάσεων ανάπτυξης της συστημικής σκέψης κρίνεται αναγκαία για την προσέγγιση πιο αποτελεσματικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΝΩΣΗ, ΣΤΑΣΕΙΣ

Μια από τις κατευθυντήριες αρχές της Π.Ε. είναι η ανάπτυξη της περιβαλλοντικής γνώσης που πρέπει να έχουν οι μαθητές, προκειμένου να εμφανίσουν στάσεις και συμπεριφορές στην κατεύθυνση αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων (UNESCO 1997).

Η περιβαλλοντική γνώση προσδιορίζεται από την κατανόηση σημαντικών επιστημονικών ιδεών, όπως της φωτοσύνθεσης, του κύκλου των υλικών και της ενέργειας, και τέλος, από τη ανάπτυξη ικανοτήτων διερεύνησης πολύπλοκων περιβαλλοντικών φαινομένων (Ekborg n.d., Gambro & Switzky 1996).

Η έννοια της ενέργειας είναι συνδεδεμένη με τις εμπειρίες μας από τον πραγματικό κόσμο. Επειδή την ενέργεια δεν μπορούμε να τη δούμε παρά μόνο να τη μετρήσουμε, και αυτό όταν είναι σε μορφή που μας δίνει αυτή τη δυνατότητα, είναι δύσκολο να ορισθεί η έννοιά της. Έτσι, ο πιο κοινός ορισμός της ενέργειας είναι αυτός που τη χαρακτηρίζει ως την ικανότητα παραγωγής έργου (Trumper 1990).

Τα κυριότερα ευρήματα μιας ερευνητικής επισκόπησης, σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τις επιπτώσεις που προκύπτουν από τη διαχείριση της ενέργειας στο περιβάλλον συνοψίζονται στα εξής:

Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις πρακτικές εξοικονόμησης της ενέργειας, σε σχέση με την προσωπική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακές εφαρμογές (μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης για παροχή φωτισμού στις κατοικίες)(Kruger & Summers 2000, Andersson *et al.* 2002).

Υπάρχει μια γενική παρανόηση των μαθητών ανάμεσα στις αιτίες και στις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Οι μαθητές, αν και αναγνωρίζουν τις πηγές της περιβαλλοντικής ρύπανσης, θεωρούν ότι όλες οι ρυπογόνες δραστηριότητες συμβάλλουν γενικά σε όλα τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Έτσι οι μαθητές, αν και αντιλαμβάνονται τα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη, δεν μπορούν να αναγνωρίσουν την αιτιακή σχέση μεταξύ αυτών, των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που τα προκαλούν και των επιπτώσεων που έχουν στα πλανητικά οικοσυστήματα (Boyes & Stanisstreet 1997, Gomez-Granell & Cervera-March 1993, Gambro & Switzky 1996, Rickinson 2001).

Οι μαθητές έχουν δυσκολίες να αντιληφθούν βασικές επιστημονικές ιδέες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση των αιτιών δημιουργίας των περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως αυτό της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Bronwen *et al.* 2004, Papadimitriou 2004).

Η ανάγκη της χρήσης των Α.Π.Ε. αναγνωρίζεται από τους μαθητές, προκειμένου να μειωθούν οι επιπτώσεις από τη διαχείριση της ενέργειας στο περιβάλλον (Gambro and Switzky 1996, Andersson & Wallin 2000, Bronwen *et al.* 2004).

Παρόλο οι μαθητές, που σε μεγάλο ποσοστό αναγνώριζαν τα περιβαλλοντικά προβλήματα (ατμοσφαιρική ρύπανση, φαινόμενο του θερμοκηπίου, μείωση της στοιβάδας του όζοντος και κλιματικές αλλαγές), δεν ανέπτυσαν πρακτικές αντιμετώπισής τους στις καθημερινές τους δραστηριότητες (Gambro & Switzky 1996, Myers *et al.* 2004, Ivy *et al.* 1998, Papadimitriou 2004, Bronwen *et al.* 2004, Λοντρίδου 2005).

Οι μαθητές δεν έχουν την ικανότητα να αναγνωρίζουν περίπλοκα φαινόμενα (complex thinking), όπως τον προσδιορισμό της αλυσίδας των αιτιών και των επιπτώσεων των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για παράδειγμα, ποιοι είναι οι δευτερογενείς παράγοντες που θα επιδρούσαν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Gomez-Granell & Cervera-March 1993, Andersson & Wallin 2000).

Η περιβαλλοντική γνώση των μαθητών είναι γενικά χαμηλή. Παρόλο οι μαθητές, που αναγνώριζαν τα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και στην ανθρώπινη υγεία, αδυνατούσαν να αναγνωρίσουν τις αιτίες και τις αλληλεπιδράσεις που υπάρχουν ανάμεσα στους παράγοντες που διαμορφώνουν τα περιβαλλοντικά φαινόμενα (Gomez-Granell & Cervera-March 1993, Gambro & Switzky 1996, Rickinson 2001, Myers *et al.* 2004).

3. ΣΥΣΤΗΜΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Η αντιμετώπιση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων του πλανήτη, όπως οι εκπομπές θερμοκηπιακών ρύπων, η μείωση της στοιβάδας του όζοντος, η υποβάθμιση των φυσικών οικοσυστημάτων και η φτώχεια των χωρών του τρίτου κόσμου, προϋποθέτει έναν τρόπο σκέψης που να αναγνωρίζει τις σχέσεις και τις διαδικασίες του πραγματικού κόσμου, γνωστό ως συστημική σκέψη (Sterling 2003).

Ο Goekler (2003), δίνοντας το περιεχόμενο της συστημικής σκέψης, σημειώνει ότι η συστημική σκέψη είναι ένας τρόπος θεώρησης, μια γλώσσα και ένα σύνολο εργαλείων για τη διερεύνηση και την κατανόηση των συσχετίσεων και αλληλεπιδράσεων, ως εκείνα τα στοιχεία που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά ενός συστήματος.

Τη δυνατότητα να παρουσιάσουμε το πώς κατανοούμε τη δυναμική και αλληλοσυνδεόμενη φύση του κόσμου μας, μας τη δίνουν τα αιτιακά επαναληπτικά διαγράμματα (casual loop diagrams) (Kim 1995). Στην εννοιολογική αυτή χαρτογράφηση η αναπαράσταση των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των στοιχείων που συγκροτούν τη δομή ενός συστήματος γίνεται γραφικά με τη χρήση μεταβλητών (παράγοντες) και με βέλη (συνδέσεις) (Christensen *et al.*, 2000). Το επίπεδο κατανόησης αυτών των σχέσεων στη βάση «αιτία – αποτέλεσμα» χαρακτηρίζει την ικανότητα ανάπτυξης της συστημικής σκέψης (Cavaleri *et al.* 2002).

Οι Christensen *et al.* (2000) σε μια πιλοτική τους έρευνα πρότειναν την ανάπτυξη του αιτιακού επαναληπτικού διαγράμματος, ως εργαλείου εκτίμησης της συστημικής σκέψης των μαθητών. Συγκεκριμένα, οι παραπάνω ερευνητές διαμόρφωσαν ένα πλαίσιο αξιολόγησης των συστημικών δεξιοτήτων των μαθητών, το οποίο περιελάμβανε τον προσδιορισμό των μεταβλητών, των αλληλεπιδράσεων και τον ποιοτικό χαρακτηρισμό των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ αυτών των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν όλες τις μεταβλητές και κατ' επέκταση τις αλληλεπιδράσεις που διαμόρφωσαν μια προβληματική συμπεριφορά. Παράλληλα, η έλλειψη πρακτικής ευχέρειας στην ανάπτυξη του αιτιακού επαναληπτικού διαγράμματος είχε ως αποτέλεσμα την ελλιπή περιγραφή του υπό διερεύνηση προβλήματος.

Μια άλλη προσέγγιση εκτίμησης της συστημικής σκέψης των μαθητών περιλαμβάνει την ανάπτυξη ψηφιακών μοντέλων και τις προσομοιώσεις (Sheehy 1997, Ossimitz 2000). Ο προσδιορισμός του επιπέδου των συστημικών ικανοτήτων των μαθητών στην έρευνα του Sheehy (1997) βασίστηκε στην καταγραφή των βημάτων που κάνουν οι μαθητές στην κατασκευή του μοντέλου που περιγράφει μια προβληματική συμπεριφορά..

Σε μια έρευνα του Ossimitz (2000), όπου αναπτύχθηκε ένα πρόγραμμα διδασκαλίας της συστημικής σκέψης, σε μαθητές ηλικίας 14 -16 ετών, χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα μοντελοποίησης, το POWERSIM. Για την αξιολόγηση της συστημικής ανάλυσης, την οποία ανέπτυξαν οι μαθητές, εκτιμήθηκαν, ως δείκτες, ο αριθμός των στοιχείων και ο αριθμός των διασυνδέσεων που χρησιμοποίησαν οι μαθητές για την μοντελοποίηση του συστήματος. Τα εργαλεία εκτίμησης της συστημικής σκέψης των μαθητών περιελάμβαναν μια ποικιλία διαγραμματικών τύπων (εικονογραφίες, λεκτικές περιγραφές) και παράλληλα τη χρήση των αιτιακών επαναληπτικών διαγραμμάτων.

Σε μια άλλη έρευνα, για την εκτιμηθεί η ικανότητα αντιμετώπισης περίπλοκων συστημικών καταστάσεων, χρησιμοποιήθηκε ένα λογισμικό σεναρίων προσομοίωσης (Ossimitz 2000). Τα υποκείμενα του δείγματος δεν γνώριζαν την εσωτερική δομή του μοντέλου που πρότεινε το σενάριο αξιολόγησης και τους ζητήθηκε να μαντεύσουν την εσωτερική του διάρθρωση σύμφωνα με την δυναμική συμπεριφορά που παρουσίαζε. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδωσαν λίγες απαντήσεις σχετικά με την ικανότητα των υποκειμένων να ανταποκριθούν σε περίπλοκες καταστάσεις.

3. ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ, ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

3.1 Ερωτήματα

Με την έρευνα αυτή στοχεύουμε να απαντήσουμε στα παρακάτω ερωτήματα:

- Ποιο είναι το επίπεδο της περιβαλλοντικής γνώσης των μαθητών σχετικά με θέματα διαχείρισης της ενέργειας;
- Ποιες είναι οι στάσεις των μαθητών σχετικά με τις επιπτώσεις της ενεργειακής χρήσης (περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές);
- Ποιο είναι το επίπεδο της συστημικής σκέψης που διαθέτουν οι μαθητές;

3.2 Υποθέσεις

Η διαμόρφωση θετικών περιβαλλοντικών στάσεων των μαθητών, σχετίζεται με το επίπεδο της περιβαλλοντικής τους γνώσης.

Ο βαθμός ανάπτυξης της συστημικής σκέψης των μαθητών σχετίζεται με το επίπεδο της περιβαλλοντικής γνώσης που έχουν.

4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Περιγραφή

Η έρευνα στόχευε να διερευνήσει αφ' ενός μεν το επίπεδο της περιβαλλοντικής γνώσης και τις στάσεις των μαθητών σχετικά με θέματα διαχείρισης της ενέργειας και αφ' ετέρου τις δεξιότητες της συστημικής σκέψης που διαθέτουν. Αυτοί οι στόχοι της έρευνας μας καθοδήγησαν στη χρήση ποσοτικών μεθόδων μέτρησης. Συγκεκριμένα, η συλλογή των δεδομένων περιλάμβανε τρία ερωτηματολόγια με στόχο να εκτιμηθεί το επίπεδο της συστημικής σκέψης, η περιβαλλοντική γνώση και οι στάσεις των μαθητών για θέματα διαχείρισης της ενέργειας. Τα πρωτογενή δεδομένα έτυχαν στατιστικής επεξεργασίας προκειμένου να συσχετισθεί το επίπεδο της συστημικής σκέψης με την περιβαλλοντική γνώση, όπως και το επίπεδο της περιβαλλοντικής γνώσης με τις στάσεις των μαθητών.

4.2 Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 30 μαθητές που φοιτούσαν σ' ένα επαρχιακό Τεχνολογικό Εκπαιδευτήριο. Περιβαλλοντικά θέματα, που να σχετίζονται με την ενεργειακή χρήση και τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον, έχουν προσεγγισθεί από το σχολικό πρόγραμμα των μαθητών. Συγκεκριμένα:

Ζητήματα περιβαλλοντικής προστασίας περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου για το μάθημα «Βιολογία». Επιπρόσθετα, στο εγχειρίδιο Γ' Γυμνασίου για το μάθημα «Φυσική», περιλαμβάνονται ενότητες σχετικές με τις έννοιες της ενέργειας (πηγές, μορφές, μετατροπές, διατήρηση, ρύπανση).

4.3 Ερευνητικά Εργαλεία

Η εκτίμηση της περιβαλλοντικής γνώσης περιλάμβανε ένα τεστ 10 ερωτήσεων, σχετικά με θέματα όπως: η ατμοσφαιρική ρύπανση, η όξινη βροχή, η αποδάσωση, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η μείωση της στοιβάδας του όζοντος και η εξοικονόμηση της ενέργειας.

Η αξιολόγηση του ερωτηματολογίου κατέγραψε το επίπεδο της περιβαλλοντικής γνώσης των μαθητών, με τη βαθμολόγηση των 10 ερωτήσεων. Οι ερωτήσεις ήταν κλειστού τύπου και κάθε ερώτηση είχε μια σωστή απάντηση (βαθμολογήθηκε με 1 βαθμό, με μέγιστο σκορ βαθμών το 10).

Η εκτίμηση των στάσεων των μαθητών, οι οποίες σχετίζονται με την εμφάνιση αξιών, αισθημάτων και ενδιαφέροντος για την επίτευξη καλύτερης ποιότητας περιβάλλοντος, περιλάμβανε τη συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου. Οι ερωτήσεις του περιλάμβαναν θέματα που σχετίζονται με την κοινωνική υπευθυνότητα, το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον και τη διάθεση ανάπτυξης περιβαλλοντικής δράσης για την προστασία του περιβάλλοντος. Η μέτρηση των στάσεων των μαθητών στο παρόν ερωτηματολόγιο, υιοθέτησε τη θεωρία της λογικής πράξης των Fisbein & Ajzen (Bamberg *et al.* 2003). Όπως υποστηρίζεται από τους παραπάνω ερευνητές, η στάση θεωρείται ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζει την ανθρώπινη συμπεριφορά. Η μέτρηση της στάσης απέναντι σε συγκεκριμένη συμπεριφορά περιλαμβάνει την εκτίμηση της πεποίθη-

σης (b) και την αξιολόγηση της πεποίθησης (e) (Fisbein & Ajzen 1975). Η στάση A προκύπτει από τη σχέση:

$$\text{Στάση: } A = \sum_{i=1}^v b_i e_i$$

Η πεποίθηση είναι συνδεδεμένη με το γνωστικό φορτίο που διαθέτει ο μαθητής σχετικά με μια συγκεκριμένη συμπεριφορά έναντι του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με το μοντέλο των Fisbein & Ajzen, όσο μεγαλύτερη βαθμολογία παίρνει η στάση απέναντι σε μια συμπεριφορά, τόσο πιο θετική είναι. Η βαθμολογία που παίρνει τόσο η πεποίθηση, όσο και η αξιολόγησή της, είναι από 0 μέχρι 7 (επταβάθμια κλίμακα τύπου Likert).

Η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να προσεγγίζουν τα περιβαλλοντικά φαινόμενα κατά συστηματικό, τρόπο περιλάμβανε:

- A. Την αναγνώριση εκείνων των μερών που αποτελούν αιτίες δημιουργίας των περιβαλλοντικών φαινομένων, ενώ παράλληλα αυτά σχετίζονται με τη διαχείριση της ενέργειας.
- B. Τον προσδιορισμό των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ αυτών των μερών.
- Γ. Την αναγνώριση των κυκλικών αλληλεπιδράσεων που υφίστανται μεταξύ τους.

Ο προσδιορισμός της συστηματικής σκέψης έγινε με τη χρήση ενός ερωτηματολογίου, το οποίο έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν έναν εννοιολογικό χάρτη.

4.4 Μεθοδολογία

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με την καταγραφή των απαντήσεων των ερωτηματολογίων. Το δείγμα της έρευνας το αποτελούσαν 30 μαθητές που φοιτούν στη 2^η και 3^η τάξη ενός Τεχνολογικού Επαγγελματικού Εκπαιδευτηρίου. Η επιλογή των υποκειμένων που ήταν διαθέσιμα στην έρευνα δεν ακολούθησε κάποια κριτήρια (επιλεκτική δειγματοληψία). Στους μαθητές παρουσιάστηκε ο σκοπός και το πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας, με κριτήρια τόσο τον επιστημονικό όσο και τον εμπιστευτικό χαρακτήρα της, προκειμένου να ζητηθεί η συγκατάθεσή τους. Τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα και ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να δίνουν τις πραγματικές πληροφορίες που τους ζητούνται. Για να υπολογισθεί ο αναγκαίος χρόνος συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων αυτά αρχικά σ' ένα δείγμα τριών μαθητών. Τα ερωτηματολόγια ακολούθησαν την παρακάτω σειρά συμπλήρωσης με πρώτο το ερωτηματολόγιο εκτίμησης της περιβαλλοντικής γνώσης, ακολούθησε η μέτρηση των στάσεων και τελευταία η κατασκευή του χάρτη εννοιών.

Προκειμένου να εξασφαλισθεί η εγκυρότητα της έρευνας, οι ερωτήσεις των ερωτηματολογίων σχετίζονταν με όλο το πλέγμα των θεμάτων που αφορούν τη διαχείριση της ενέργειας. Επιπρόσθετα, η εγκυρότητα και η αξιοπιστία της επεξεργασίας των δεδομένων της έρευνας τεκμηριώνεται με τη χρήση στατιστικών μεθόδων (χρήση του στατιστικού προγράμματος EXCEL). Σημειώνεται ακόμη ότι, οι ερωτήσεις των ερωτηματολογίων μπορούσαν να περιγράψουν το δείγμα των μαθητών που συμμετέχουν στην έρευνα, μια που αναφέρονται σε θέματα που διαπραγματεύθηκε το σχολικό τους πρόγραμμα.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

5.1 Περιβαλλοντική Γνώση των Μαθητών

Η περιβαλλοντική γνώση των μαθητών για θέματα που αφορούν την ενεργειακή χρήση και τις επιπτώσεις απ' αυτή τη χρήση στο περιβάλλον, εκτιμήθηκε με ένα ερωτηματολόγιο δέκα ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Ο πίνακας (1) παρουσιάζει τη συχνότητα των απαντήσεων (σε ποσοστό %) σε κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου. Η κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων περιελάμβανε

νε θέματα όπως, Ενεργειακές Πηγές (ερωτήσεις 1,2 και 3), Ατμοσφαιρική Ρύπανση (ερωτήσεις 4 και 5), Περιβαλλοντικά Προβλήματα (ερωτήσεις 6,7,8 και 9) και Πρακτικές Εξοικονόμησης Ενέργειας (ερώτηση 10). Γενικά, η περιβαλλοντική γνώση των μαθητών ήταν σχετικά καλή. Ο μέσος όρος σωστών απαντήσεων κυμάνθηκε στους 6,7 βαθμούς (67%) και η τυπική απόκλιση ήταν 2,43 βαθμοί.

Πίνακας 1. Εκτίμηση της Περιβαλλοντικής Γνώσης (% ποσοστό σωστών απαντήσεων)		
	Ερώτηση	%
1	Ποια ενεργειακή πηγή συμβάλλει λιγότερο στη δημιουργία των περιβαλλοντικών προβλημάτων;	78
2	Από ποια πηγή παράγονται τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας που καταναλώνονται στην Ελλάδα;	56
3	Ποιος από τους παρακάτω φυσικούς πόρους είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας;	70
4	Ποιο είναι το αποτέλεσμα της καύσης των στερεών καυσίμων (πετρελαίου και λιγνίτη);	63
5	Ποιες είναι οι κύριες πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις μεγάλες πόλεις;	67
6	Τι νομίζετε ότι θα συμβεί στην Ελλάδα, ως αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών;	56
7	Ποιες αιτίες συμβάλλουν στις κλιματικές αλλαγές;	70
8	Τι νομίζετε ότι είναι η όξινη βροχή;	78
9	Ποιες νομίζετε ότι είναι οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στον άνθρωπο και στο περιβάλλον;	63
10	Με ποιόν τρόπο θεωρείς ότι περιορίζεται η κατανάλωση της ενέργειας στην κατοικία;	70
	<i>Μέσος Όρος</i>	67,04

5.2 Στάσεις των Μαθητών

Ο πίνακας 2 περιλαμβάνει τις εκτιμήσεις για τις στάσεις των μαθητών. Για την καταγραφή των στάσεων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο τεσσάρων ερωτήσεων. Η μέτρηση της στάσης περιλαμβάνει την καταγραφή της πεποίθησης για τη συγκεκριμένη συμπεριφορά και την αξιολόγηση αυτής της πεποίθησης, με χρήση επταβάθμιας κλίμακας τύπου Likert.

Πίνακας 2. Εκτίμηση Στάσεων				
	Συμπεριφορά	Πεποίθηση	Αξιολόγηση	Στάση
1	Η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου στην πόλη	5,74	4,33	24,74
2	Η παραγωγή ζεστού νερού με χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα στις κατοικίες	4	3,89	14,93
3	Η μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης στις κατοικίες με πρακτικές εξοικονόμησης της ενέργειας (λαμπτήρες φθορισμού, συσκευές μεγάλης ενεργειακής απόδοσης, μείωση άσκοπης χρήσης συσκευών)	4,33	4,11	17,67
4	Η άσκηση περιβαλλοντικού ελέγχου στη βιομηχανία για τη μείωση των αέριων ρύπων και την προστασία του περιβάλλοντος	4,63	4,56	22
	<i>Μ.Ο.</i>	4,68	4,22	19,84

Η κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων περιελάμβανε θέματα όπως: η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου στην πόλη, η παραγωγή ζεστού νερού με χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα στις κατοικίες, οι πρακτικές μείωσης της ηλεκτρικής κατανάλωσης στην κατεύθυνση εξοικονόμησης της ενέργειας και η άσκηση περιβαλλοντικού ελέγχου στη βιομηχανία.

Γενικά, οι μαθητές έχουν σχετικά ελαφρώς θετικές στάσεις στην κατεύθυνση προστασίας του περιβάλλοντος για θέματα που αφορούν την ενεργειακή χρήση και τα σχετιζόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα (Μ.Ο. της πεποίθησης και της αξιολόγησής της είναι αντίστοιχα 4,68 και 4,22 αντίστοιχα).

5.3 Εκτίμηση Συστημικής Σκέψης

Ο προσδιορισμός της συστημικής σκέψης (Πίνακας 3) που έγινε στη βάση των αλληλεπιδράσεων που αναγνωρίζουν οι μαθητές υποδηλώνει η συστημική θεώρηση της διαχείρισης της ενέργειας από τους μαθητές είναι σχετικά φτωχή. Συγκεκριμένα ζητήθηκε από τους μαθητές να αναπτύξουν έναν εννοιολογικό χάρτη, αναπαριστώντας έτσι τις ιδέες, τους παράγοντες και τις σχέσεις, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με προβληματικές καταστάσεις που διαμορφώνουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προέρχονται από τη χρήση της ενέργειας.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώνεται ότι υπάρχει ένας σχετικά μικρός αριθμός πρωτογενών αλληλεπιδράσεων που αναγνωρίζεται από τους μαθητές και ειδικότερα των σχέσεων μεταξύ των ενεργειακών χρήσεων και των πηγών (3,85) όπως και μεταξύ των πηγών και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (3,82).

Οι προσδιοριζόμενες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιπτώσεων από την ενεργειακή χρήση στο περιβάλλον ήταν σχετικά λίγες (οι δευτερογενείς 2,6). Ακόμη λιγότερες ήταν οι κυκλικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ενεργειακών χρήσεων και περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων. Σημειώνεται ακόμη ότι ανιχνεύθηκε μια παρανόηση σύμφωνα με την οποία τρεις μαθητές πιστεύουν ότι ο Ήλιος είναι αιτία δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, της υπερθέρμανσης του πλανήτη και των κλιματικών αλλαγών.

Πίνακας 3. Εκτίμηση της Συστημικής Σκέψης				
Πρωτογενείς Αλληλεπιδράσεις		Δευτερογενείς Αλληλεπιδράσεις	Κυκλικές Αλληλεπιδράσεις	Συστημική Σκέψη
Σχέσεις Χρήσεων Πηγών	Σχέσεις Πηγών Επιπτώσεων			
3,85	3,82	2,6	2	8

5.4 Συζήτηση

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν ότι αν και τα ποσοστά της περιβαλλοντικής γνώσης των μαθητών ήταν σχετικά υψηλά, οι στάσεις των μαθητών και το επίπεδο της συστημικής σκέψης των μαθητών ήταν ελαφρώς κατώτερα αυτών της περιβαλλοντικής γνώσης. Συγκεκριμένα παρατηρούνται τα εξής:

- Η περιβαλλοντική γνώση των μαθητών για θέματα ενεργειακής χρήσης δείχνει να είναι επιφανειακή
- Υπήρχε έλλειψη ολιστικής θεώρησης των περιβαλλοντικών φαινομένων, εκ μέρους των μαθητών σε σχέση με τις αιτίες που τα διαμορφώνουν
- Οι δευτερογενείς επιπτώσεις της ενεργειακής χρήσης δεν ήταν άμεσα αντιληπτές.

- Το επίπεδο της συστημικής σκέψης των μαθητών ήταν σχετικά ανεπαρκές προκειμένου να προσδιορίσουν σε ικανοποιητικό βαθμό την πολυπλοκότητα των φαινομένων που σχετίζονται με τη διαχείριση της ενέργειας

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η έλλειψη επιστημονικής γνώσης των σχετικά με την ενεργειακή χρήση περιβαλλοντικών φαινομένων, έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να αναγνωρίζουν μόνο πρωτογενείς επιπτώσεις της ενεργειακής χρήσης (Bronwen et al. 2004, Paradimitriou 2004). Παράλληλα, η έλλειψη συστημικής προσέγγισης των φαινομένων που σχετίζονται με τη διαχείριση της ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα να μην αναγνωρίζουν οι μαθητές τις κυκλικές αλληλεπιδράσεις που προσδιορίζουν τη δυναμική συμπεριφορά των περιβαλλοντικών φαινομένων. Οι παραπάνω διαπιστώσεις είναι σε συμφωνία με το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας (Gomez-Granell & Cervera-March 1993, Andersson & Wallin 2000).

Προκειμένου να τεκμηριωθούν οι υποθέσεις της έρευνας εξετάστηκε ο δείκτης συσχέτισης Pearson, ο οποίος έδειξε ότι μεταξύ περιβαλλοντικής γνώσης και στάσης υπάρχει αμελητέα συσχέτιση ($r=0,001$) όπως το ίδιο υπάρχει μεταξύ της γνώσης και της συστημικής σκέψης ($r=0,0001$). Συμπερασματικά, δεχόμαστε ότι και οι δύο υποθέσεις της έρευνας δεν τεκμηριώνονται επαρκώς. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αφ' ενός μεν από το χαρακτήρα του ερωτηματολογίου που προσδιόριζε την αντικειμενική γνώση των μαθητών (factual Knowledge), από τυχόν αδυναμίες κατανόησης των ερωτήσεων προσδιορισμού της στάσης εκ μέρους των μαθητών και τέλος από τη δυσκολία που παρουσίασαν οι μαθητές για την ανάπτυξη του χάρτη ιδεών.

Μελλοντικά, προτείνεται η ανάπτυξη μιας έρευνας, που θα λαμβάνει υπ' όψιν της αυτά τα συμπεράσματα, προκειμένου έτσι να διερευνηθεί η σχέση τόσο μεταξύ γνώσης και στάσης, όσο και μεταξύ γνώσης και βαθμού συστημικής σκέψης. Αυτό άλλωστε θα αποτελέσει τη βάση για τη διαμόρφωση μεθοδολογικών προσεγγίσεων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, προκειμένου να επιτευχθεί ο κυρίαρχος στόχος της, ο οποίος είναι η ανάπτυξη της περιβαλλοντικής ευαισθησίας των μαθητών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Andersson, B. & Bach, F. & Zetterqvist, A. (2002). Understanding global and personal use of energy, *Journal of Baltic Science Education*, 1(2), pp. 4-18.
2. Bamberg, S. & Ajzen, I. & Schmidt, P. (2003). Choice of Travel Mode in the Theory of Planned Behavior: The Roles of Past Behavior, Habit, and Reasoned Action, *Basic and Applied Social Psychology*, 25(3), 175-187.
3. Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1997). Children's Models of Understanding of Two major Global Environmental Issues (Ozone Layer and Greenhouse Effect), *Research in Science & Technological Education*, Vol. 15, Issue 1.
4. Bradley, J. C. & Waliczek, T. M. & Zajlcek, J.M. (1999). Relationship Between Environmental Knowledge and Environmental Attitude of High School Students, *Journal of Environmental Education*, Vol 30, Issue 3.
5. Bronwen, D. & Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2004). How can we Best Reduce Global Warming? School Students' Ideas and Misconceptions, *International Journal of Environmental Studies*, vol 61(2), pp. 211-222.
6. Cavaleri, S. & Raphael, M. & Filletti, V. (2002). Evaluating the Performance Efficacy of Systems Thinking Tools, Ανασύρθηκε στις 4 Σεπτεμβρίου 2006 από: <http://www.systemdynamics.org/conf2002/papers/Cavaleri1.pdf>
7. Christensen, J. & Spector, M. & Sioutine, A. & Cormack, D. (2000). Evaluating the Impact of System Dynamics Based Learning Environments: Preliminary Study, Ανασύρθηκε στις 10 Μαρτίου 2006 από: <http://www.systemdynamics.org/conf2000/PDFs/christen.pdf>
8. Ekborg, M. (n. d.). Natural Science for Sustainable Development, Ανασύρθηκε στις 10 Νοεμβρίου 2005 από: <http://na-serv.did.gu.se/avhand/ekborg.pdf>.
9. Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, Addison_Wesley Publishing Company, Inc.

10. Gambro, J. & Switzky, H. (1996). A National Survey of High School Students' Environmental Knowledge, *The Journal of Environmental Education*, v27, p28-33.
11. Gomez-Granell, C. & Cervera-March, S. (1993). Development of Conceptual Knowledge and Attitudes about Energy and the Environment, *International Journal of Science Education*, 15(5), 553-565.
12. Goekler, J. (2003). Teaching for the future: Systems thinking and sustainability, *Green Teacher*, Ανασύρθηκε στις 24 Μαρτίου 2006 από http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3893
13. Ivy, T. & Lee, C. & Chuan, G. (1998). A Survey of Environmental Knowledge, Attitudes and Behaviour of Students in Singapore, *International Research in Geographical and Environmental Education*, vol. 7(3), pp. 181-202.
14. Kali, Y. & Orion, N. & Elon, B. (2003). The Effect of Knowledge Integration Activities on Students' Perception of the Earth' Crust as a Cyclic System. *Journal of Reserch in Science Teaching*, 40, 545 – 565.
15. Kim, D. H. (1995). Guidelines for Drawing Causal Loop Diagrams, *The Systems Thinker™*, Volume 3, Number 1
16. Kruger, C. & Summers, M. (2000). Developing Primary School Children's Understanding of Energy Waste, *Research in Science & Technological Education*, v18, N(1).
17. Λοντριδου, Π. (2005). Διαηλικιακή Μελέτη των Αντιλήψεων Μαθητών για τον Καιρό, το Κλίμα και τις Κλιματικές Αλλαγές. Σχεδιασμός και Αξιολόγηση Συνεργατικού Τύπου Διδακτικής Παρέμβασης σε Μαθητές της Α' Γυμνασίου, Διδακτορική διατριβή, Βόλος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
18. Mcintyre, J. & Pradhan, M. (2003). A Systemic Approach to Addressing the Complexity of Energy Problems, *Systemic Practice and Action Research*, Vol. 16, No. 3, 213-223.
19. Mcnamara, C. (1998). Applied Systems Thinking, International Society for the Systems Sciences Conference 1998, Ανασύρθηκε στις 2 Μαρτίου 2005 από: <http://www.newciv.org/ISSS/homepage.htm>.
20. Myers, G. & Boyes, E. & Stanisstreet, M. (2004). School Students' Ideas about Air Pollution: Knowledge and Attitudes, *Research in Science & Technological Education*, Vol. 22(2), 133-152.
21. Ossimitz, G. (2000). The Development Of Systems Thinking Skills Using System Dynamics Modelling Tools, Ανασύρθηκε στις 10 Νοεμβρίου 2005 από http://www.uniklu.ac.at/users/gossimit/sdyn/gdm_eng.htm.
22. Papadimitriou, V. (2004). Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13(2), pp. 299-307.
23. Παπαδημητρίου, Β. (2005). Ο Κονστρουκτιβισμός στις Φυσικές Επιστήμες και στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, στο επιμ. Γεωργόπουλος Αλ.: *Η περιβαλλοντική Εκπαίδευση στον 21^ο αιώνα*, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
24. Rickinson, M. (2001). Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence, *Environmental Education Research*, 7 (3): 207 – 320.
25. Schindler, F. (1999). Development of the Survey of Environmental Issue Attitudes, *Journal of Environmental Education*, Vol. 30, 3, 1-10.
26. Sheehy, N. (1997). How Children Solve Environmental Problems, in Parry J. and Scott, A. (1997), *Learning to be Green: the Future of Environmental Education*, ESRC.
27. Sterling, S. (2003). Whole Systems Thinking as a Basis for Paradigm Change in Education: Explorations in the Context of Sunstainability, Thesis, University of Bath.
28. Trumper, R. (1990). Energy and a Constructivist Way of Teaching, *Physics Education* Vol 18 208 - 12.
29. UNESCO (1977). FINAL REPORT-Intergovernmental Conference on Environmental Education Organized by Unesco in Co-operation with UNEP Tbilisi (USSR), Ανασύρθηκε στις 6 Φεβρουαρίου 2005 από: http://portal.unesco.org/education/en/ev.php.URL_ID=16706&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.htm