

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σχεδιασμός και Αξιολόγηση Διδακτικού Υλικού για μαθητές και μαθήτριες
της Ε΄ και Στ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου
σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές και την Εξοικονόμηση Ενέργειας»

Α΄ ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Παπαδημητρίου Βασιλική

Β΄ ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Σταυρίδου Ελένη

ΑΓΓΕΛΟΣ ΣΑΝΔΡΑΒΕΛΗΣ

ΒΟΛΟΣ - ΙΟΥΝΙΟΣ 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6669/1

Ημερ. Εισ.: 14-10-2008

Δωρεά: Συγγραφέας

Ταξιθετικός Κωδικός: Δ

333.717

ΣΑΝ

...στη Σουζάνα

...στον Αλέξη

...στο Βασίλη

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτρια, κυρία Βάσω Παπαδημητρίου, για τις πολύτιμες υποδείξεις και οδηγίες της, καθώς και για τη συνεχή ενθάρρυνσή της για την περάτωση της εργασίας μου. Ευχαριστώ, επίσης, την επιβλέπουσα καθηγήτρια κυρία Ελένη Σταυρίδου που με βοήθησε να αφιερωθώ στην περάτωση του στόχου μου. Πιστεύω ότι η συνεργασία μου μαζί τους μου έδωσε το έναυσμα για την περαιτέρω διεύρυνση των πνευματικών μου οριζόντων.

Ευχαριστώ το εκπαιδευτικό προσωπικό και τους/ις μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης του 2^{ου} Δημοτικού Σχολείου καθώς και το Λέκτορα κύριο Βασίλη Αργυρόπουλο για το πολύτιμο εκπαιδευτικό υλικό που μου προσέφερε για την εργασία μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	
Εισαγωγή.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Βιβλιογραφική Επισκόπηση	
Νοητικές παραστάσεις μαθητών/τριών σχετικά με την ενέργεια.....	6
Διδακτικές παρεμβάσεις «επικοινωνητικού» και μη χαρακτήρα σχετικά με τις πηγές και τις μορφές ενέργειας.....	9
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	14
Προγράμματα και διδακτικές παρεμβάσεις σχετικές με τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας.....	27
Προσέγγιση εννοιών σχετικά με τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της πλανητικής θέρμανσης.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Μεθοδολογία	
Ερευνητικά ερωτήματα.....	55
Ομάδα εφαρμογής.....	56
Ενότητα εφαρμογής.....	57
Πιλοτική έρευνα.....	58
Παρέμβαση.....	59
Αναλυτική παρουσίαση διδακτικών ενοτήτων.....	61
Συλλογή δεδομένων.....	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Αποτελέσματα.....	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Συζήτηση	133
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	142
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – Ερωτηματολόγιο Ανίχνευσης.....	149
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – Διδακτικές ενότητες – Φύλλα εργασίας.....	152
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης.....	223
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV – Φωτογραφικό υλικό παρέμβασης.....	235

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί δύο κυρίαρχες τάσεις που σχετίζονται με τον προσδιορισμό των στόχων, του περιεχομένου και των διδακτικών προσεγγίσεων στις Φυσικές Επιστήμες του σχολείου: η STS (Science, Technology and Society) κίνηση και η τάση που στηρίζεται στην επικοινωνιακή θεωρία για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Παπαδημητρίου, 2000).

Οι διάφορες επιστημονικές ανακαλύψεις και τεχνολογικές καινοτομίες πέρα από το ότι επιδρούν στην κοινωνία και το περιβάλλον, επηρεάζουν και τα αναλυτικά προγράμματα της εκπαίδευσης. Αυτό το γεγονός οδήγησε τους/ις ερευνητές/ριες στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών στο να προτείνουν μία αλλαγή στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, όπου προέκυψε μία σταδιακή μετάβαση από τις “*αποπλαισιοποιημένες*” στις “*πλαισιοποιημένες*” φυσικές επιστήμες (Yager & Roy, 1993). Δόθηκε έμφαση στις σχέσεις μεταξύ της φύσης της επιστήμης, της τεχνολογικής καινοτομίας, των κοινωνικών ζητημάτων (Science, Technology and Society) και των περιβαλλοντικών προβλημάτων (Science, Technology, Society and Environment) και έτσι αναπτύχθηκε η κίνηση που είναι γνωστή με το όνομα Φυσικές Επιστήμες – Τεχνολογία και Κοινωνία ή Φυσικές Επιστήμες – Τεχνολογία, Κοινωνία και Περιβάλλον (όταν δίνεται έμφαση στο Περιβάλλον). Η STS εκπαίδευση στηρίχτηκε στην άποψη ότι η εκπαίδευση των φυσικών επιστημών είναι ανάγκη να περιλαμβάνει ιστορικές, φιλοσοφικές, πολιτιστικές, κοινωνιολογικές, πολιτικές και ηθικές προοπτικές (Pedretti, 1999).

Σύμφωνα με την STS κίνηση η διδασκαλία των φυσικών επιστημών δεν πρέπει να γίνεται αποκλειστικά από τα εγχειρίδια και τις πληροφοριακές πηγές χωρίς να περιλαμβάνουν τις προσωπικές εμπειρίες των μαθητών/ριών (“*αποπλαισιοποιημένες*” φυσικές επιστήμες), αλλά να στηρίζεται τόσο στην κατασκευή της προσωπικής εννοιολογικής κατανόησης όσο και στην επιστημονική υπευθυνότητα. Η STS κίνηση παρέχει τη δυνατότητα για ένα αναλυτικό πρόγραμμα που να συσχετίζεται με τη ζωή κάθε μαθητή/ριας. Κατά συνέπεια, η διδασκαλία που βασίζεται στην STS κίνηση ξεκινάει με τα πραγματικά παγκόσμια προβλήματα που ενσωματώνει τα στοιχεία των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας στις αντιλήψεις των μαθητών/ριών.

Οι μαθητές/ριες ερευνούν, αναλύουν και εφαρμόζουν τις έννοιες και διαδικασίες των φυσικών επιστημών στο να λύνουν αυτά τα προβλήματα. Οι έννοιες των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας εφοδιάζουν τους μαθητές/ριες με γνώση υπόβαθρου, η οποία τους/ις βοηθάει να αναπτύξουν την εμπιστοσύνη και το κίνητρο να ανακαλύψουν και να αξιολογήσουν επίκαιρα θέματα, περιλαμβάνοντας προσωπικά ζητήματα, κοινωνικές αντιλήψεις και πολιτιστικές απόψεις. Οι διαδικασίες ανακάλυψης περιλαμβάνουν τη συλλογή πληροφοριών, την επίλυση προβλήματος και τη λήψη

αποφάσεων. Οι συζητήσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών/ριών τους/ις βοηθούν να αναπτύξουν επίγνωση των προσωπικών αξιών και να συμμετέχουν ως πολίτες. Τέλος, προάγεται η επιστημονική γνώση των μαθητών/ριών, και καλούνται να εφαρμόσουν τη γνώση τους σε πρότυπα κοινωνικής υπευθυνότητας (π.χ. κλείσε τα φώτα όταν δε λειτουργούν, αγόρασε προϊόντα υψηλής ενεργειακής απόδοσης, σκέψου για την απόδοση των καυσίμων) (Lester et al, 2006).

Η δεύτερη τάση των Φυσικών Επιστημών, που αναφέρεται στη θεωρία της κοινωνική εποικοδόμηση της μάθησης, θεωρεί ως σημαντικό παράγοντα για τη μάθηση τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών/ριών. Βασικές αρχές του Κοινωνικού Εποικοδομητισμού μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Κάθε μαθητής/τρια δημιουργεί τις δικές του/ης αναπαραστάσεις, χτίζοντας τις δικές του/ης εμπειρίες και άρα δεν υπάρχει μια μοναδική «σωστή» αναπαράσταση της γνώσης.
- Η μάθηση λαμβάνει χώρα σε ένα κοινωνικό πλαίσιο, το οποίο χρειάζεται να κατανοηθεί και να μετασχηματιστεί, προκειμένου αυτό να είναι συμβατό με τις εμπειρίες των μαθητών/ριών, αλλά και να προσφέρει μεγαλύτερες πιθανότητες διευκολυντικής υποστήριξης της κοινωνικο-γνωστικής τους ανάπτυξης.
- Η μάθηση είναι περισσότερο αποτελεσματική, όταν λαμβάνει χώρα σε ένα συναφές πλαίσιο. Δηλαδή, η εκπαίδευση είναι καλό να παρέχεται σε σχετικό με τις εμπειρίες του/ης μαθητή/ριας και τις κοινωνικές καταστάσεις πλαίσιο.
- Η γνώση είναι αλληλένδετη με την εμπειρία και τη δράση. Αναπτύσσεται μέσα σε ένα διαρκές πήγαινε-έλα ανάμεσα στην εμπειρία, τη δράση και την κοινωνική διαμεσολάβηση των άλλων μέσω της γλώσσας και των σημάτων του περιβάλλοντος.
- Η γνώση κατασκευάζεται από το ίδιο το υποκείμενο κατά την αλληλεπίδρασή του με τον κόσμο και είναι άμεσα συνυφασμένη με το κοινωνικό γίνεσθαι.
- Η γνώση είναι κοινωνικά προσδιορισμένη και ως κοινωνική κατασκευή μπορεί να πραγματωθεί στο πλαίσιο της κοινότητας – μαθητικής ομάδας. Η εργασία κατά ομάδες και η συζήτηση που έπεται δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την αναζήτηση και οικοδόμηση της νέας γνώσης.
- Η γνώση δε χρειάζεται να κατακερματίζεται πάντα και να ιεραρχείται αυθαίρετα. Είναι κι αυτή ένα όλον, με στοιχεία αλληλοεξαρτώμενα και δεν αποχωρίζεται από την πράξη και τη ζωή.
- Ο/η μαθητής/ρια προσεγγίζεται ως όλον, που αναζητεί νοήματα, έχει κίνητρα, συναισθήματα, στόχους με ψυχοκοινωνικά αποτελέσματα και προσωπική αξία μοναδική.

Με βάση τις δύο αυτές τάσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, η διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας οφείλει να έχει σημαντική θέση στα αναλυτικά προγράμματα της εκπαίδευσης για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον, η ενέργεια αποτελεί

μία θεμελιώδη, διαφαινομενολογική έννοια, η οποία βοηθάει στην ερμηνεία και την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των φυσικών συστημάτων, καθώς σκιαγραφείται από διαφορετικούς κλάδους των φυσικών επιστημών. Δεύτερον, η ενέργεια κατέχει ένα κεντρικό ρόλο στα σύγχρονα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα, όπως παροχή ενέργειας, διανομή και χρήση της, κατανάλωση καυσίμων, μεταφορές και διατροφή (Hinrichs and Kleinbach, 2002).

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας των μεγάλων βιομηχανικών χωρών έχει εστιασθεί στη μετάδοση πληροφοριών και τη διαμόρφωση κατάλληλων στάσεων για θέματα και προβλήματα που αναφέρονται στην έννοια της ενέργειας. Το πρώτο ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών συστημάτων που εκδηλώθηκε τις δεκαετίες του 70 και του 80 προήλθε από τις πετρελαϊκές κρίσεις και γενικότερα από την ενεργειακή κρίση που άρχισε να πλήττει αυτές τις χώρες. Το δεύτερο κύμα ενδιαφέροντος, σε επίπεδο κοινωνικοοικονομικό, παρατηρείται την τελευταία δεκαετία και σχετίζεται αφενός με την άνοδο των τιμών του πετρελαίου και αφετέρου με τις περιβαλλοντικές συνέπειες της καύσης των ορυκτών καυσίμων. Με βάση τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των συμβατικών πηγών ενέργειας, πολλά εκπαιδευτικά συστήματα και όχι μόνο των ανεπτυγμένων βιομηχανικών χωρών, εμπλουτίζουν το περιεχόμενο των αναλυτικών προγραμμάτων τους με «ενεργειακά» θέματα που μέχρι πριν λίγα χρόνια δεν αποτελούσαν αντικείμενα διδασκαλίας όπως, τα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (“Need” Project, “R.E.ACT.” Project, “The Universal House” Project, “Grasping of Climate” Project, “Keep” Project, “Alliance to Save Energy”).

Η ενασχόληση της εκπαιδευτικής κοινότητας με το θέμα της διδασκαλίας της ενέργειας, πέρα του κοινωνικού ενδιαφέροντος και του ρόλου της στα επί μέρους αντικείμενα των φυσικών επιστημών, πολλαπλασιάστηκε εξαιτίας του ψυχοπαιδαγωγικού ενδιαφέροντος που εκδηλώθηκε κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Παρατηρήθηκε η ύπαρξη μιας εννοιολογικής απόστασης ανάμεσα στο περιεχόμενο της έννοιας στην επιστήμη και στο περιεχόμενο που απέδιδαν οι μαθητές/ριες στην έννοια όταν τη χρησιμοποιούσαν πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά τη διδασκαλία.

Πολλοί/ές ερευνητές/ριες ήταν αυτοί/ές που υποστήριξαν ότι η έννοια της ενέργειας δε θα έπρεπε να διδάσκεται σε μαθητές/ριες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης επειδή πρόκειται για μια αφηρημένη και μαθητικοποιημένη έννοια (Warren, 1982). Ταυτόχρονα, υπήρξε μία συστηματική διερεύνηση των τρόπων με τους οποίους άτομα μικρότερης ηλικίας θα μπορούσαν να διδαχτούν αποτελεσματικά την έννοια της ενέργειας (Driver and Millar, 1985). Τα προγράμματα διδασκαλίας, που σχεδιάστηκαν, στηρίχτηκαν στον εποικοδομητικό τρόπο μάθησης και διδασκαλίας. Αυτό που προσπάθησε η ερευνητική κοινότητα να εφαρμόσει ήταν το κατά πόσο η ουσιαστική μάθηση θα μπορούσε, σε

συνδυασμό με τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών/ριών να συνδυαστεί με τη γνώση που εκφράζει ο/η εκπαιδευτικός κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Osborne and Wittrock, 1985). Έτσι, πραγματοποιήθηκε μία πληθώρα προγραμμάτων και παρεμβάσεων σχετικά με τη διδασκαλία της ενέργειας, όπου τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά για το πώς μπορούν μαθητές/ριες, διαφόρων ηλικιών, να οικοδομήσουν έννοιες σχετικές με την ενέργεια.

Από την άλλη πλευρά, τα τελευταία 20 χρόνια, υπήρξε μία έξαρση των ερευνών γύρω από περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με την έννοια της ενέργειας. Θέματα όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η πλανητική θέρμανση, η όξινη βροχή και η ατμοσφαιρική ρύπανση, αποτέλεσαν το έντονο ενδιαφέρον των επιστημόνων. Αφενός διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τα θέματα αυτά και πραγματοποιήθηκαν διάφορες παρεμβάσεις για να τροποποιηθούν αυτές και αφετέρου σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν προγράμματα για να κατανοηθούν οι διαδικασίες σχηματισμού των περιβαλλοντικών αυτών προβλημάτων.

Οι έρευνες αυτές ανέδειξαν την ύπαρξη εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών/ριών για τα ζητήματα αυτά καθώς συγχέουν το φαινόμενο της μείωσης του στρώματος του όζοντος με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της πλανητικής θέρμανσης (Boys and Stanisstreet, 1993, Francis *et al.* 1993, Groves and Pugh 1999, Koulaïdis and Christidou, 1999, Rye *et al.* 1997). Επίσης, φάνηκε ότι υπάρχει μία δυσκολία στην κατανόηση των διαδικασιών σχηματισμού, των αιτιών και επιπτώσεων του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και των δράσεων που απαιτούνται για την αντιμετώπιση του φαινομένου, αφού οι έννοιες που σχετίζονται με αυτό είναι σύνθετες και πολύπλοκες. Η δυσκολία έγκειται στην αδυναμία των μαθητών/ριών να συσχετίσουν την καύση των ορυκτών καυσίμων με το φαινόμενο αυτό και να αναγνωρίσουν τις συνέπειες τους στη ζωή των ανθρώπων και του περιβάλλοντος.

Ενώ οι έρευνες σχετικά με τη διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας εστιάζουν από τη μία στη διαφαινομενολογική προσέγγιση της έννοιας και από την άλλη στη συσχέτισή της με διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα, ελάχιστη ερευνητική δουλειά παρατηρείται σε ζητήματα που επικεντρώνονται στις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση της ενέργειας. Για τις δύο τελευταίες γίνεται αναφορά έμμεσα, με αποτέλεσμα οι μαθητές/ριες να μην μπορούν να κατανοήσουν ότι ένας βασικός τρόπος αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με την ενέργεια είναι τόσο η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όσο και η εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της.

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι απουσιάζουν οι ερευνητικές εργασίες για την εκπόνηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση της ενέργειας, η παρούσα εργασία προσπάθησε να στραφεί στη ρητή

διδασκαλία των εννοιών αυτών και να προσεγγίσει διαθεματικά τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από την καύση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σχεδιάστηκε μία διδακτική παρέμβαση σε μαθητές/ριες ηλικίας 11 και 12 ετών και συγκεκριμένα σε παιδιά που βρίσκονται στην Ε΄ και την ΣΤ΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου. Η παρέμβαση αυτή υλοποιήθηκε και αξιολογήθηκε μόνο στους/ις μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί και σε μαθητές/ριες της ΣΤ΄ τάξης. Ο αριθμός των παιδιών της Ε΄ τάξης ήταν 18, 10 κορίτσια και 8 αγόρια. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στο 2^ο Δημοτικό Σχολείο Βόλου, τον Απρίλιο - Μάιο του 2008 και είχε διάρκεια 4 εβδομάδες. Για να αξιολογηθεί η παρέμβαση οι μαθητές/ριες συμπλήρωσαν ένα αρχικό ερωτηματολόγιο πριν την παρέμβαση και ένα τελικό ερωτηματολόγιο μετά την παρέμβαση.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι μαθητές/ριες αναφέρουν και διακρίνουν σχεδόν όλες τις πηγές ενέργειας και αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά των πηγών ενέργειας. Επίσης, οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες προκρίνουν τα σχετικά με την καύση των ορυκτών καυσίμων περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ αναγνωρίζουν ιδιαίτερα την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιπλέον, οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/ριών σχετικά με τα αίτια, τις συνέπειες και τις δράσεις υποχωρούν σημαντικά, ενώ ενισχύονται οι επιστημονικά αποδεκτές, με ιδιαίτερη μεταβολή, όσον αφορά στις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας. Ακόμη, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι περισσότεροι μαθητές/ριες αναγνωρίζουν τις εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών και τη μετατροπή τους σε ηλεκτρική ενέργεια, ενώ πολλοί/ές μαθητές/ριες αναγνωρίζουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους. Τέλος, αυξάνονται σημαντικά οι προτάσεις των μαθητών/ριών για τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας.

Συμπερασματικά, οι μαθητές/ριες στην Ε΄ τάξη δημοτικού διαθέτουν διευρυμένες εναλλακτικές αντιλήψεις για τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης, η εννοιολογική αλλαγή για τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα με τη χρήση συνεργατικών και εποικοδομητικών προτύπων διδασκαλίας, ενώ η εννοιολογική προσέγγιση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι απαραίτητο να οδηγεί από την απλή ενημερότητα στη δομημένη γνώση, η οποία με τη σειρά της να οδηγεί στην αλλαγή των στάσεων και αντιλήψεων των μαθητών/ριών. Επιπλέον, η δημιουργία και διδακτική αξιοποίηση ενοποιημένων γνωστικών περιοχών ενδιαφέροντος μπορεί να οδηγήσει στην ενσωμάτωση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή γνώση των παιδιών. Τέλος, η ανάπτυξη προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μπορεί να εμπλουτίσει σημαντικά τη διαφαινομενολογική και διαθεματική προσέγγιση της έννοιας της ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

1.1. Νοητικές παραστάσεις μαθητών/τριών σχετικά με την ενέργεια

Οι ιδέες ή νοητικές παραστάσεις των μαθητών/ριών για κάθε αντικείμενο διδασκαλίας παίζουν σημαντικό ρόλο στη μάθηση και διδασκαλία των φυσικών εννοιών. Ενώ συνήθως οι ιδέες των μαθητών/ριών για τις φυσικές καταστάσεις διαφέρουν από τις επιστημονικές αντιλήψεις, ωστόσο αυτές αποτελούν αντικείμενο της επιστημονικής κοινότητας επειδή από τη μία μοιάζουν με τις αντιλήψεις που διατυπώθηκαν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυσικών επιστημών και από την άλλη θεωρούνται ότι επαυξάνουν, εναρμονίζουν ή αναδιοργανώνουν τις γνωστικές δομές των μαθητών/ριών ως μια διαδικασία εποικοδόμησης των αντιλήψεων (Βοσνιάδου και Brewer, 1992). Σύμφωνα με τους/ις Driver, Guesne και Tiberghien (1993), οι νοητικές αυτές παραστάσεις των μαθητών/ριών είναι προσωπικές κατασκευές νοημάτων που συχνά δεν αλλάζουν παρά την έκθεση των μαθητών/ριών σε διδασκαλία. Επιπλέον, αυτές δε χρησιμοποιούν τα ίδια κριτήρια με τους επιστήμονες για να ενοποιήσουν εννοιολογικά μία κατηγορία φαινομένων.

Διεθνώς, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες σχετικά με το πώς οι μαθητές/ριες διαφόρων ηλικιών χρησιμοποιούν ή όχι την έννοια της ενέργειας για να περιγράψουν και να ερμηνεύσουν διάφορες φυσικές καταστάσεις. Αναφορικά με το νόημα που αποδίδουν οι μαθητές/ριες στην έννοια της ενέργειας οι Driver και συν. (1994), κατηγοριοποίησαν τις νοητικές παραστάσεις των μαθητών/ριών ως εξής:

- α) συνδέουν την ενέργεια με *έμβια όντα*,
- β) συνδέουν την ενέργεια με την *κίνηση*,
- γ) συνδέουν την ενέργεια με τη *δύναμη* και τη *δράση*,
- δ) αποδίδουν στην ενέργεια χαρακτηριστικά *αποθήκευσης*,
- ε) θεωρούν την ενέργεια ως *καύσιμο* και
- στ) θεωρούν την ενέργεια ως *ρευστό*.

Αναφορικά με την πρώτη κατηγορία, οι Bliss και Ogborne (1985), ζήτησαν από τους/τις μαθητές/ριες να επιλέξουν τρεις εικόνες από ένα σύνολο δέκα εικόνων με βάση το αν χρειάζεται ή αν χρησιμοποιείται ενέργεια. Τα περισσότερα παιδιά επέλεξαν εικόνες με ζωντανούς οργανισμούς. Επίσης, μαθητές/ριες διαφόρων ηλικιών, μέσα από συνεντεύξεις και επίδειξη εικόνων, εκφράζουν απόψεις που έχουν μια ανθρωπομορφική αντίληψη για την ενέργεια, αφού τη συνδέουν με ανθρώπινα όντα ή αντικείμενα. Στην ενέργεια οι μαθητές/ριες αποδίδουν, δηλαδή, ανθρώπινα χαρακτηριστικά (Gilbert and Pope, 1982). Σε άλλη έρευνα η Solomon (1983), κατέταξε τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για την

ενέργεια που αναφέρονται σε ζωντανά αντικείμενα στις *βιταλιστικές* (η ενέργεια είναι αναγκαία για τη ζωή) και σε αυτές όπου η ενέργεια ταυτίζεται με τη ζωτική δραστηριότητα. Ο Duit (1981), σε έρευνες που πραγματοποίησε σε Γερμανούς μαθητές/ριες βρήκε ότι σπάνια οι μαθητές/ριες χρησιμοποιούν ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά στην έννοια της ενέργειας και το ίδιο σπάνια υπάρχει στην αντίληψή τους ότι η ενέργεια σχετίζεται με το φαγητό. Τέλος, οι Κουλαϊδής και Τσελφές (1995), σε έρευνα μεταξύ μαθητών/ριών της Ε΄ και Στ΄ τάξης, διαπίστωσαν ότι το βασικότερο κριτήριο επιλογής των εικόνων δεν είναι τόσο η έμβια δραστηριότητα, αλλά κίνηση και η εμφάνιση συσκευών καθημερινής χρήσης.

Ως αναφορά στη σύνδεση της ενέργειας με την κίνηση, διάφοροι ερευνητές (Bliss and Osborne, 1985, Κουλαϊδής και Τσελφές, 1995) διαπίστωσαν ότι οι μαθητές/ριες αποφεύγουν να επιλέγουν εικόνες σχετικές με τη χρήση ενέργειας όπου δεν παρουσιάζεται κίνηση και γενικότερα δραστηριότητα. Άλλη έρευνα των Gilbert και Pope (1982), δείχνει ότι οι μαθητές/ριες θεωρούν ότι η κίνηση και κάθε είδους δραστηριότητα, αποτελεί επαρκή λόγο για να παράγουν διαλόγους σχετικά με την έννοια της ενέργειας. Πολλά παιδιά ταυτίζουν την ενέργεια με τη δραστηριότητα, ενώ κάποια άλλα νομίζουν ότι η ενέργεια είτε είναι το αποτέλεσμα των δυνάμεων που ασκούνται πάνω στα αντικείμενα είτε είναι η ίδια παραγωγός δυνάμεων. Τέλος, υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι οι μαθητές/ριες συσχετίζουν την ενέργεια με την κίνηση σε κινούμενα μηχανικά συστήματα (σύγκρουση δύο σφαιρών) ή επιχειρούν να περιγράψουν απλές φυσικές καταστάσεις (λειτουργία απλού ηλεκτρικού κυκλώματος) χρησιμοποιώντας την έννοια της ενέργειας ως μια δραστηριότητα για να γίνει μία εργασία (Brook and Driver, 1984, Κολιόπουλος και Ψύλλος, 1992).

Ως προς την τρίτη κατηγορία, της σύνδεσης της έννοιας της ενέργειας με αυτή της δύναμης και της δράσης, οι Ault, Novak και Gowin (1988), σε συνεντεύξεις με μαθητές/ριες ηλικίας 12-13 ετών, βρήκαν ότι τα παιδιά αποδίδουν στην ενέργεια τη σημασία ενός ενεργού παράγοντα που δρα ως αιτία διαφόρων φαινομένων. Ο ενεργός παράγοντας μπορεί να αναφέρεται ως *δύναμη* και σε άλλες έρευνες (Duit, 1981, Watts and Gillbert, 1983). Σε άλλη έρευνα των Gair και Stancliffe (1988), σε 53 μαθητές/ριες ηλικίας 11-13 ετών, όπου χρησιμοποίησαν τρία απλά παιχνίδια, οι ερευνητές αναγνώρισαν τρία ξεχωριστά νοητικά πλαίσια που εμφανίζονται να κατευθύνουν τη σκέψη των παιδιών όταν χρησιμοποιούν τις έννοιες *δύναμη* και *ενέργεια* πριν από οποιαδήποτε επίσημη διδασκαλία. Στο πρώτο πλαίσιο, το πιο περιορισμένο και άκαμπτο, η έννοια της ενέργειας χρησιμοποιούταν από τους/τις μαθητές/ριες για ζωντανά πράγματα, ενώ αυτή της δύναμης για να εξηγήσει πώς τα αντικείμενα δουλεύουν. Στο δεύτερο πλαίσιο, το πιο εύκαμπτο, όταν ο ανθρώπινος παράγοντας απουσίαζε από τη δυνατότητά του να κάνει τα αντικείμενα να δουλεύουν, τότε η *ενέργεια* μέσα από ένα ιδιαίτερο τμήμα του μηχανισμού

της *δύναμης* κάνει τα πράγματα να δουλεύουν. Το τρίτο νοητικό πλαίσιο, παρουσιάζει τις δύο έννοιες ως ξεχωριστές. Η λέξη δύναμη περιγράφεται μέσα από δραστηριότητες, όπως σπρώχνω ή τραβώ, ενώ η ιδέα της ενέργειας παρουσιάζεται ως η ικανότητα παραγωγής μιας δραστηριότητας ή επίδρασής της είτε σε ένα πρόσωπο είτε σε ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε λειτουργία, ενώ αναγνωρίζεται ότι μπορεί να αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση. Το τελευταίο πλαίσιο ήταν το μόνο που σχετιζόταν με την επιστημονική άποψη. Τελειώνοντας, οι Κολιόπουλος και Ψύλλος (1992), εντόπισαν κι αυτοί την αντίληψη «ενέργεια-δράση» σύμφωνα με την οποία η ενέργεια υπονοείται ως δράση για να εκτελεστεί μία εργασία. Πολλοί μαθητές/ριες μάλιστα, χρησιμοποιούσαν τη λέξη “*δύναμη*” αντί της λέξης “*ενέργεια*” σε διάφορες απαντήσεις τους σε μη μηχανικά φαινόμενα.

Η νοητική παράσταση που σχετίζεται με την αντίληψη ότι στην ενέργεια αποδίδονται χαρακτηριστικά αποθήκευσης, διερευνήθηκε από τους Gilbert και Pope (1982) και Watts και Gillbert (1985), την οποία κι ονόμασαν μοντέλο “*αποθήκης*”, σύμφωνα με το οποίο η ενέργεια παρουσιάζεται ως αιτία ή πηγή δραστηριότητας και η οποία είτε βασίζεται είτε βρίσκεται μέσα σε ορισμένα αντικείμενα. Εκτός από τον άνθρωπο και τα αντικείμενα, πηγές ενέργειας μπορεί να είναι και τα καύσιμα. Η αντίληψη της αποθηκευμένης ενέργειας φαίνεται να εκφράζεται όχι με την επιστημονική έννοια του όρου (διαθέσιμη ενέργεια της κατάστασης ενός φυσικού συστήματος) αλλά ως ανήκουσα στο φυσικό αντικείμενο στο οποίο αναφέρεται. Η ενέργεια θεωρείται ως ο αιτιώδης παράγοντας, που είναι αποθηκευμένος σε συγκεκριμένα αντικείμενα. Οι Ault, Novak και Gowin (1988), αναφέρουν ότι οι μαθητές/ριες υποστήριξαν την ιδέα μιας πηγής ενέργειας μέσα σε ορισμένα αντικείμενα, τα οποία είναι ικανά και να προκαλούν αλλαγές. Οι Κολιόπουλος και Ψύλλος (1992), βρήκαν ότι η *μπαταρία* είναι ένα αντικείμενο για το οποίο οι μαθητές/ριες εκφράζουν την αντίληψη *αποθήκης*. Πολύ συχνή ήταν η φράση των παιδιών στα αποσπάσματα των συνεντεύξεών τους, όπου «*η μπαταρία δίνει ενέργεια*».

Το νοητικό μοντέλο της αντίληψης ότι η ενέργεια παρουσιάζεται ως ένα είδος καυσίμου, μοιάζει με το προηγούμενο μοντέλο. Η έννοια του καυσίμου απαντάται κυρίως σε μηχανές ή άλλα τεχνολογικά αντικείμενα. Σύμφωνα με τους Gilbert και Pope (1982), η αντίληψη αυτή επηρεάζεται από το τεχνολογικό περιβάλλον και την καθημερινή γλώσσα που χρησιμοποιούν οι διαφημίσεις, οι εκστρατείες ενημέρωσης του κοινού σχετικά με την παραγωγή, χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας. Η Solomon (1992), διερευνώντας τις ιδέες των μαθητών/ριών για το «*τι είναι ενέργεια*» ή αν «*νομίζετε ότι μπορεί να αποθηκευτεί*», βρήκε ότι αυτοί/ές χρησιμοποιούσαν τον όρο πηγή άλλοτε να είναι σχετικός με την αφηρημένη φύση της έννοιας της ενέργειας (πηγή δύναμης ή ισχύος) και άλλοτε να ταυτίζεται με υλικά όπως τροφή ή καύσιμο. Η Stead (1980), ανακάλυψε ότι οι μαθητές/ριες όταν χρησιμοποιούν τις φράσεις «*ενεργειακή κρίση*» και «*διατήρηση ενέργειας*» εννοούν «*κρίση στον τομέα των καυσίμων*» και «*διατήρηση καυσίμων*». Τα παιδιά είχαν την

αντίληψη ότι τα καύσιμα είναι ενέργεια κι όχι ότι τα καύσιμα «περιέχουν» ή «είναι μια πηγή ενέργειας».

Ως τελευταίο νοητικό μοντέλο θεωρείται αυτό της ενέργειας ως ρευστό που ρέει (δίνεται, μεταφέρεται) από ένα αντικείμενο σε ένα άλλο. Η αντίληψη αυτή εμφανίζεται κυρίως στη διαπραγμάτευση του ηλεκτρικού κυκλώματος, όπου η ενέργεια ταυτίζεται με τον ηλεκτρισμό (Gilbert and Pope, 1982). Οι Watts και Gillbert (1985) βρήκαν δύο ακόμα μοντέλα σχετικά με τη χρήση της ενέργειας: το μοντέλο της ενέργειας ως «*συστατικό*», όπου οι μαθητές/ριες πιστεύουν ότι εμφανίζεται ξαφνικά ως αποτέλεσμα κάποιου συνδυασμού συστατικών και το μοντέλο της ενέργεια ως ένα «*υπο-προϊόν*» μιας κατάστασης με μικρή διάρκεια και το οποίο εξαφανίζεται ή εξασθενεί.

1.3. Διδακτικές παρεμβάσεις «εποικοδομητικού» και μη χαρακτήρα σχετικά με τις πηγές και τις μορφές ενέργειας

Ερευνητικά ευρήματα των τελευταίων τριών δεκαετιών, δείχνουν ότι οι παραδοσιακές προσεγγίσεις της διδασκαλίας της έννοιας της ενέργειας δεν προάγουν τη λειτουργική και εννοιολογική κατανόησή της (Duit 1984, Goldring and Osborne 1994, Solomon 1992). Πέρα από αυτό, η θεωρητική και πρακτική έρευνα γύρω από την εκπαίδευση των φυσικών επιστημών προσπαθεί να εδραιώσει μια ομοφωνία στον τρόπο προσέγγισης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προαχθεί η εννοιολογική κατανόηση με αποτελεσματική μέθοδο. Αυτό γίνεται εξίσου εμφανές στην περίπτωση της διδασκαλίας της ενέργειας στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όπου δεν υπάρχει ομοφωνία για τον κατάλληλο τρόπο ανάπτυξης της έννοιας της ενέργειας και της εγκυρότητας των πιθανών απλοποιήσεων της (Kaper and Goedhart, 2002).

Στην ίδια κατεύθυνση κινείται και η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας, όπου δεν υπάρχει συμφωνία για τη φύση και τα χαρακτηριστικά ενός εποικοδομητικού προγράμματος, αφού οι έρευνες γύρω από τη συγκρότηση εποικοδομητικών προγραμμάτων διδασκαλίας εξυπηρετούν διαφορετικούς ερευνητικούς σκοπούς και στηρίζονται σε διαφορετικές επιστημολογικές αντιλήψεις σχετικά με την ενσωμάτωση στη διδασκαλία των ερευνητικών πορισμάτων που αναφέρονται στις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για την έννοια της ενέργειας (Κολιόπουλος, 1997). Ωστόσο, υπάρχει συμφωνία μεταξύ των ερευνών γύρω από την ανάγκη ένταξης των νοητικών παραστάσεων των μαθητών/ριών για την ενέργεια, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διδασκαλία, στη διατύπωση επιδιώξεων και διδακτικών σκοπών (Κολιόπουλος, 1997).

Η οικοδόμηση της έννοιας της ενέργειας είτε επιχειρείται στο πλαίσιο ενός μόνο φαινομενολογικού πεδίου είτε αναδεικνύεται μέσα από τη διαφαινομενολογική διάσταση

της έννοιας. Αρκετές είναι οι έρευνες γύρω από την οικοδόμηση της έννοιας της ενέργειας στο πεδίο της Θερμότητας-θερμοκρασίας, του Ηλεκτρισμού, των διαφόρων μοντέλων ενεργειακής αλυσίδας και των αρχών διατήρησης και υποβάθμισης της ενέργειας (Shipstone and Gunstone 1985, Tiberghien et al. 1989, Trumper 1990, 1991, Tiberghien and Megalakaki 1995, Solomon 1985, Duit, 1985). Πρόκειται για ολοκληρωμένες προτάσεις εποικοδομητικού αναλυτικού προγράμματος για έννοιες φαινομενολογικού και διαφαινομενολογικού πεδίου.

Η Solomon (1985) στο πλαίσιο ενός προγράμματος διδασκαλίας που κράτησε τρία χρόνια και απευθύνθηκε σε μαθητές/ριες 15 ετών, διαπίστωσε ότι ορισμένες αλλαγές στη δομή του προγράμματος και στον τρόπο παρουσίασης της αρχής διατήρησης της ενέργειας, οι οποίες είχαν αφετηρία τα πορίσματα των ερευνών για τις νοητικές παραστάσεις των μαθητών/ριών/, οδήγησαν στη βελτίωση των επιδόσεών τους. Πιο συγκεκριμένα, η εισαγωγή της αρχής υποβάθμισης της ενέργειας έγινε πριν από την αρχή διατήρησης στην οποία, μάλιστα, αποδόθηκε ένα πιο χρήσιμο και θετικό νόημα («ο συνολικός αριθμός joules είναι ο ίδιος στην αρχή και στο τέλος μιας διαδικασίας») από αυτό που, συνήθως, εμπεριέχεται στην παραδοσιακή διατύπωση της αρχής («η ενέργεια δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται»).

Ο Duit (1985), προτείνει ένα ολοκληρωμένο αναλυτικό πρόγραμμα που απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 12-16 ετών, όπου για τη διαμόρφωση του εννοιολογικού περιεχομένου έχουν ληφθεί υπ' όψη τα πορίσματα των ερευνών για τις νοητικές παραστάσεις των παιδιών. Ο ρόλος της αρχής υποβάθμισης της ενέργειας θεωρείται βασικός αφού η αρχή αυτή εισάγεται ταυτόχρονα με την αρχή της διατήρησης. Η συγκεκριμένη προσέγγιση στηρίζεται στην πεποίθηση του ερευνητή πως οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/ριες να κατανοήσουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας σχετίζονται και με το ότι η αρχή έρχεται σε αντίθεση με τις καθημερινές τους εμπειρίες. Παράλληλα, προτείνει την εισαγωγή της έννοιας της ενέργειας στο πρόγραμμα ως ένα είδος γενικευμένου καυσίμου, μια έννοια που είναι οικεία στους μαθητές/ριες, με στόχο να επεκταθεί και να διορθωθεί σταδιακά, κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Αντιπροσωπευτικό δείγμα ολοκληρωμένου εποικοδομητικού προγράμματος διδασκαλίας της ενέργειας θεωρείται το βρετανικό πρόγραμμα, Children's Learning In Science Project (1987), το οποίο περιείχε ένα υπο-πρόγραμμα με τίτλο «Ενέργεια για τον καταναλωτή». Απευθυνόταν σε μαθητές/ριες ηλικίας 13-15 ετών και επεδίωκε να συμβάλλει στην κατανόηση της έννοιας της ενέργειας μέσα από ένα κατάλληλο εννοιολογικό πλαίσιο και κατάλληλες διδακτικές δραστηριότητες, τις οποίες οι μαθητές/ριες θα θεωρούσαν χρήσιμες για την καθημερινή ζωή τους. Το πρόγραμμα αυτό αναδείκνυε τη διαφαινομενολογική διάσταση της έννοιας της ενέργειας, αφού αναφερόταν σε έννοιες σχετικές με τον ηλεκτρισμό, και τη θερμότητα. Στο πλαίσιο της εκμείυσης των ιδεών των

παιδιών, συνέδεε την ενέργεια με το οικιακό περιβάλλον του παιδιού, ενώ στο πλαίσιο των εφαρμογών και της ανακεφαλαίωσης περιείχε μαθήματα για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενεργειακού μοντέλου σπιτιού καθώς και για την ενεργειακή κρίση και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο Κολιόπουλος (1997), σχεδίασε, εφάρμοσε και αξιολόγησε ένα αναλυτικό πρόγραμμα εποικοδομητικού τύπου, που περιλάμβανε 10 διδακτικές ενότητες, σε 245 μαθητές/ριες β΄ γυμνασίου. Στη νέα προσέγγιση που επιχείρησε η αρχή της διατήρησης της ενέργειας υπονοείται ή διατυπώνεται ρητά με διάφορους τρόπους. Υιοθέτησε ένα εννοιολογικό μοντέλο συμβατό με το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας, ανέδειξε τις προ-ενεργειακές νοητικές παραστάσεις των μαθητών/ριών και προκάλεσε εννοιολογικές αλλαγές στους μαθητές/ριες που οδήγησαν σε ουσιαστική μάθηση του προτεινόμενου εννοιολογικού πλαισίου. Μέσα από την αξιολόγηση του πεδίου των μηχανικών φαινομένων του προγράμματος, αποδείχτηκε ότι οι μαθητές/ριες που ακολούθησαν το εποικοδομητικό αναλυτικό πρόγραμμα προόδευαν τόσο ως προς τις αρχικές τους νοητικές παραστάσεις όσο και ως προς τους άλλους μαθητές/ριες που ακολούθησαν το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα. Φάνηκε ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών που παρακολούθησαν τη διδασκαλία με βάση το εποικοδομητικό αναλυτικό πρόγραμμα (πειραματική ομάδα) ήταν σε θέση να απαντούν σωστά και, συγχρόνως, να αιτιολογούν την απάντησή τους χρησιμοποιώντας ενεργειακούς συλλογισμούς σε μεγαλύτερο αριθμό ερωτήσεων από τον αριθμό των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδασκαλία με βάση το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα (ομάδα ελέγχου).

Από την άλλη, υπάρχουν και προσεγγίσεις μικρότερης κλίμακας που έχουν ως στόχο τη σταδιακή οικοδόμηση της έννοιας της ενέργειας μέσα από τις ιδιότητες της αποθήκευσης, της μεταφοράς και της μετατροπής. Χαρακτηριστική είναι η έρευνα του Trumper (1991, 1992), η οποία περιγράφει τη γνωστική αλλαγή που συμβαίνει σε μαθητές/ριες ηλικίας 14-15 ετών στο πλαίσιο μιας διδασκαλίας που σχεδίασε με βάση τα πορίσματα των ερευνών για τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/ριών για την ενέργεια. Η διδασκαλία στοχεύει στο να βοηθήσει τους/τις μαθητές/ριες να μετακινηθούν από την ανθρωπομορφική αντίληψη σε άλλες πιο παραδεκτές από την επιστημονική κοινότητα αντιλήψεις. Οι μαθητές/ριες, μέσα από διδακτικές δραστηριότητες κατάλληλες για την ύπαρξη γνωστικής αλλαγής, καλούνται να περιγράψουν με ενεργειακούς όρους ορισμένα φυσικά φαινόμενα που απαιτούν αναλογικό συλλογισμό.

Οι Boyes και Stanisstreet (1990), διερεύνησαν τις ιδιαίτερες ιδέες των μαθητών/ριών σχετικά με τις πηγές ενέργειας των φυτών, των ζώων και της κοινωνίας. Με τη χρήση ενός ερωτηματολογίου, που δόθηκε σε 1130 μαθητές και μαθήτριες ηλικίας 11 έως 16 ετών και την πραγματοποίηση 6 συνεντεύξεων στους παραπάνω μαθητές/ριες, προσπάθησαν να καταγράψουν τις αντιλήψεις των παιδιών για τα παραπάνω θέματα. Στην ερώτηση

πολλαπλής επιλογής «με ποιον τρόπο παίρνει την ενέργεια της αυτή η χώρα» (σημ.: η Βρετανία): «α) από τα πυρηνικά, β) από το νερό της θάλασσας, γ) από τον ήλιο, δ) από το γαιάνθρακα, ε) από τα εργοστάσια, στ) από τη μόνωση και ζ) από το πετρέλαιο», φάνηκε ότι τα παιδιά, στο σύνολό τους, να αναγνωρίζουν ότι η χώρα τους χρησιμοποιεί τα πυρηνικά, το γαιάνθρακα και το πετρέλαιο ως πηγή ενέργειας.

Συγκεκριμένα, ένα μεγάλο ποσοστό παιδιών, περίπου 80%, στις ηλικίες 15/16 ετών πίστευε ότι η ενέργεια της χώρας τους προέρχεται από τον γαιάνθρακα και το πετρέλαιο, ενώ το ποσοστό αυτό μειωνόταν στις μικρότερες ηλικίες (περίπου 40% για τις ηλικίες 11/12 ετών και περίπου 55% για αυτές των 12/13 ετών). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι περίπου το 60% των μαθητών/ριών στις ηλικίες μεταξύ των 11 και 15 ετών ισχυριζόταν ότι η Βρετανία προμηθεύεται την ενέργειά της από τον ήλιο, με το ποσοστό να μεγαλώνει και να φτάνει στο 70% περίπου στις ηλικίες των 15/16 ετών. Οι ερευνητές απέδωσαν αυτήν την αύξηση ίσως στο ότι τα μεγαλύτερα παιδιά ήταν ενήμερα για τις εφαρμογές της “ηλιακής ενέργειας”. Επίσης, ένα ποσοστό μαθητών/ριών, 20% περίπου, των τριών πρώτων ομάδων ηλικίας (11/12, 12/13 και 13/14 ετών) πίστευε ότι η Βρετανία έπαιρνε την ενέργειά της από το νερό της θάλασσας. Ωστόσο, στις ηλικίες των 14/15 και 15/16 ετών το ποσοστό αυξανόταν σταδιακά και έφτανε πάνω από το 40%. Η εξήγηση ότι οι μαθητές/ριες ήταν ενημερωμένοι για τις δυνατότητες της “κυματικής ενέργειας”, προβλήθηκε ξανά από τους ερευνητές.

Η παραγοντική ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας των Boyes και Stanisstreet έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις στις συνδέσεις μεταξύ των απαντήσεων των παιδιών. Μία τέτοια συσχέτιση φάνηκε στην κατανόηση των κυριότερων πηγών ενέργειας της Μεγάλης Βρετανίας (γαιάνθρακας, πετρέλαιο, πυρηνικά). Μία άλλη σημαντική συσχέτιση παρατηρήθηκε στην ιδέα ότι ο ήλιος και το νερό της θάλασσας αποτελούν πηγές ενέργειας της χώρας. Αυτό ερμηνεύθηκε με το πλήθος των μαθητών/ριών που πιθανώς κατείχαν πιο επιτηδευμένες γνώσεις γύρω από την ενέργεια. Για παράδειγμα, τα παιδιά αυτά ίσως γνώριζαν για τις μεθόδους παραγωγής ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες και τα κύματα, αλλά δεν αναγνώριζαν τη μικρή συνεισφορά τους στους συνολικούς ενεργειακούς πόρους της Βρετανίας. Πληροφορίες για πιθανότητα χρήσης εναλλακτικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να υπήρχαν στα παιδιά των μεγάλων τάξεων λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος γύρω από τοπικά και παγκόσμια γεγονότα που σχετίζονται με την ενέργεια.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ερευνητές θεώρησαν την επιλογή από τους/τις μαθητές/ριες του ήλιου και του νερού της θάλασσας, ως λανθασμένες αντιλήψεις σχετικά με τις πηγές ενέργειας της Βρετανίας. Αντιλήψεις που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους/ις εκπαιδευτικούς έτσι ώστε αυτοί/ές να αποφεύγουν την παραπληροφόρηση, να παρέχουν επανορθωτική διδασκαλία όπου είναι αναγκαία και να λαμβάνουν υπόψη

στρατηγικές διδασκαλίας που να ενσωματώνουν μια πιο αναλυτική και μακροπρόθεσμη θεώρηση της έννοιας της ενέργειας.

Η προσέγγιση των Tiberghien και Megalakaki (1995), στοχεύει στη σταδιακή οικοδόμηση από τους/τις μαθητές/ριες ενός μοντέλου ενεργειακής αλυσίδας, μέσα από μια ακολουθία πειραματικών δραστηριοτήτων. Η ακολουθία των διδακτικών δραστηριοτήτων έχει οργανωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει τον προοδευτικό εμπλουτισμό των συντακτικών χαρακτηριστικών του μοντέλου μέσα από την οικοδόμηση σχέσεων ανάμεσα σε εμπειρικές περιγραφές και περιγραφές με ενεργειακούς όρους. Αυτή η προσέγγιση ενδείκνυται για διδακτικές παρεμβάσεις όπου απαιτείται η οικοδόμηση από μαθητές/ριες μικρής κυρίως ηλικίας, ιδιαίτερα αφηρημένων εννοιών, όπως αυτή της ενέργειας, όπου είναι δύσκολο να υπάρξουν βιωματικές νοητικές παραστάσεις στις οποίες θα εφαρμοστεί η εποικοδομητική διαδικασία.

Αξιοσημείωτες έρευνες πραγματοποίησε ο Fetherstonhaugh (1994). Με τη χρήση της τεχνικής του δικτύου διαφορετικών εκφραστικών έργων (repertory grid), η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική θεωρία (Personal Construct Psychology) του George Kelly (1955), προσπάθησε να καταγράψει τις εννοιολογικές δομές που φτιάχνουν οι μαθητές/ριες της Γ΄ Γυμνασίου γύρω από την Ενέργεια. Συγκεκριμένα, εφάρμοσε την παραπάνω τεχνική σε τρεις τάξεις των 31, 33 και 30 μαθητών/ριών, πριν και μετά τη διδασκαλία της ενότητας της Ενέργειας του βιβλίου τους. Οι δύο πρώτες τάξεις διδάχτηκαν την Ενέργεια με την εποικοδομητική προσέγγιση της μάθησης, ενώ η τρίτη με την παραδοσιακή προσέγγιση. Οι μαθητές/ριες, αρχικά, επιχείρησαν να συγκρίνουν έννοιες της ενέργειας όπως η ηλιακή ενέργεια, ο ηλεκτρισμός, η ενέργεια από την τροφή, η ενέργεια από τον άνθρακα, η πυρηνική ενέργεια, η ενέργεια μιας κινούμενης σφαίρας, η αποθηκευμένη ενέργεια, η ενέργεια από χημικές ουσίες και η θερμική ενέργεια. Στη συνέχεια, επέλεξαν κάθε μία έννοια και τη σύνδεσαν με μία έννοια που ταίριαζε και με μία που δεν ταίριαζε, αιτιολογώντας με μία λέξη ή με μία μικρή φράση την κάθε επιλογή τους. Με αυτόν τον τρόπο ο Fetherstonhaugh έφτιαξε 94 εννοιολογικές δομές για τις παραπάνω έννοιες.

Ο ερευνητής, με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, συμπέρανε ότι οι μαθητές/ριες που διδάχτηκαν την ενότητα της Ενέργειας με την εποικοδομητική προσέγγιση της μάθησης είχαν δημιουργήσει περισσότερες εννοιολογικές δομές σε σχέση με αυτούς/ές που διδάχτηκαν με τον παραδοσιακή προσέγγιση. Επίσης, κατέληξε στο ότι οι πρώτοι/ες έχουν αυξημένη προσωπική γνώση σχετικά με την ενέργεια και είναι ικανοί/ές να συμπεριλαμβάνουν τυχόν μαθησιακά στοιχεία αναφορικά με την ενέργεια στο προσωπικό εννοιολογικό τους σύστημα.

Μία άλλη έρευνα εποικοδομητικού τύπου πραγματοποίησαν οι Papadouris, Constantinou, και Kyratsi (2008) σχετικά με τη χρήση ενεργειακών μοντέλων για την

εξήγηση των αλλαγών σε φυσικά συστήματα. Σκοπός της μελέτης ήταν να ανακαλύψουν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/ριες, ηλικίας 11-14 ετών εξηγούν συγκεκριμένες αλλαγές σε φυσικά συστήματα και τον τρόπο με τον οποίο πλησιάζουν σε ένα ενεργειακό μοντέλο ως ένα κοινό πλαίσιο για την επεξήγηση αλλαγών που παρατηρούν σε διαφορετικά συστήματα. Τα δεδομένα συλλέχτηκαν με συνεντεύξεις σε 20 άτομα και με ένα ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου που δόθηκε σε 240 μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 2 ζεύγη συστημάτων που παρουσίαζαν μια καθορισμένη αλλαγή: το πρώτο αποτελούνταν από ηλεκτρικά πτερύγια (συνδεδεμένα με μία μπαταρία) και ένα ανεμόμυλο και το δεύτερο περιείχε ένα ηλεκτρικό και ένα χειροκίνητο τρυπάνι. Οι ερευνητές/ριες πραγματοποίησαν ένα project (ΕΚΤΕΜΑ = **Ε**νέργεια, **Κ**οινωνία, **Τ**εχνολογία, **Μ**αθηση), που επεδίωκε την ανάπτυξη της έννοιας της μεταφοράς και της μετατροπής ως ένα θεωρητικό πλαίσιο που ερμηνεύει αλλαγές σε διαφορετικά συστήματα, βγαλμένες από διαφορετικά φαινομενολογικά πεδία. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι μαθητές/ριες δε φαίνονται να αναγνωρίζουν τη διαφαινομενολογική και ενοποιητική φύση της ενέργειας. Επίσης, οι μαθητές/ριες τείνουν να προσεγγίζουν την έννοια της ενέργειας με αντιφατικό, μη-συστηματικό, ασαφές και διαισθητικό τρόπο. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για ανάπτυξη ενός κατανοητού πλαισίου που θα ενσωματώνει την ενέργεια και τις ιδιότητές της με ένα νοηματικό τρόπο και θα διεκπεραιώνει το ρόλο τους στην ανάλυση των συστημάτων.

1.4. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Μια μεγάλη ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται σήμερα στον κόσμο (περισσότερο από 80%) προέρχεται από κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακες) ή από ουράνιο. Αυτά τα κοιτάσματα, τα οποία έχουν δημιουργηθεί με την πάροδο των χρόνων και της γεωλογικής εξέλιξης, βρίσκονται σε περιορισμένη ποσότητα: είναι δηλαδή εξαντλήσιμα. Σε αντίθεση, η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο, τον άνεμο, το νερό, τη βιομάζα και τη θερμότητα της γης (γεωθερμία) είναι ανανεώσιμη.

Ως **ανανεώσιμες πηγές** θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του γαιάνθρακα) που από τη φύση τους ανανεώνονται και είναι διαρκώς διαθέσιμες. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μια και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών.

Οι **ανανεώσιμες ή ήπιες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ)** είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος "**ήπιες**" αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Κατ' αρχήν, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερο, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

Η χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων αυτών πηγών ενέργειας δεν είναι κάτι καινούριο. Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος έκανε χρήση της θερμότητας του ήλιου, έκαψε ξύλο, εκμεταλλεύτηκε τη θερμότητα της γης στις ηφαιστειογενείς περιοχές, κατέστησε εφικτή την περιστροφή ανεμόμυλων και νερόμυλων, εκμεταλλεύτηκε τη δύναμη των παλιρροιών. Σίγουρα, μερικές καινοτομίες εμφανίστηκαν πρόσφατα, όπως για παράδειγμα τα βιοκαύσιμα φυτικής προέλευσης, ή η παραγωγή ηλεκτρισμού απευθείας από τον ήλιο, όταν ανακαλύφθηκε το λεγόμενο «φωτοβολταϊκό φαινόμενο».

Από όλες αυτές τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μόνο δύο καταλαμβάνουν σήμερα σημαντική θέση στην παραγωγή παγκόσμιας ενέργειας: η βιομάζα (περίπου το 11%) και η υδραυλική ενέργεια (περίπου το 2%). Οι υπόλοιπες παραμένουν στο περιθώριο έως τώρα. Ο κύριος λόγος ανάπτυξης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στον 21^ο αιώνα δεν οφείλεται στην ταχεία εξάντληση των συμβατικών μορφών, όπως ήταν παραδεκτό μέχρι πρόσφατα, αλλά σε περιβαλλοντικούς λόγους:

- Ο συνεχής και πιεστικός αγώνας ενάντια στην ατμοσφαιρική ρύπανση, θα ευνοήσει την ενέργεια που ρυπαίνει λίγο ή και καθόλου την ατμόσφαιρα (ήλιος, άνεμος, γεωθερμία).
- Τα ορυκτά καύσιμα συνεισφέρουν μαζικά στην πλανητική θέρμανση, μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου, εξαιτίας του ανθρακικού αερίου που αποβάλλεται από την καύση τους στην ατμόσφαιρα. Επίσης, ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και κατά συνέπεια στην εξάλειψη των κλιματικών συνεπειών της.
- Η πυρηνική ενέργεια δε συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά είναι γνωστή η ασφάλεια των πυρηνικών σταθμών (ατυχήματα όπως το Τσερνομπίλ), η τύχη των πυρηνικών αποβλήτων και ο κίνδυνος της εξάπλωσης των πυρηνικών όπλων.

Ωστόσο, δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν παρουσιάζουν κανέναν περιβαλλοντικό κίνδυνο: ο κίνδυνος αποψίλωσης των δασών για παραγωγή βιοκαύσιμων, η αισθητική επιβάρυνση του τοπίου από τις ανεμογεννήτριες, η

επιβάρυνση των οικοσυστημάτων από την κατασκευή υδροηλεκτρικών φραγμάτων, η αμφισβητούμενη αισθητική κάποιων ηλιακών εγκαταστάσεων, αποτελούν τροχοπέδη στην ανάπτυξη ορισμένων από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Εκτός από τα περιβαλλοντικά μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, υπάρχουν και μειονεκτήματα που σχετίζονται με άλλες καταστάσεις. Μία από τις κύριες κατηγορίες που επιρρίπτουν κάποιοι/ες σε αυτές είναι ότι απαιτούν μεγάλο χώρο εγκατάστασης. Δεν είναι λίγοι/ες αυτοί/ές που υποστηρίζουν, ότι για παράδειγμα η κάλυψη των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας μίας χώρας από ηλιακούς συλλέκτες απαιτεί τεράστιες εκτάσεις γης. Αυτό μπορεί να συμβαίνει τώρα, με την προοπτική της τεχνολογικής ανάπτυξης και εξέλιξης οι εκτάσεις αυτές μπορούν να μειωθούν στο ελάχιστο σε μερικά χρόνια.

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ο αρνητικός χαρακτήρας μερικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κυρίως του ήλιου και του ανέμου, που δεν μεταφέρονται ούτε αποθηκεύονται. Σημαντικό είναι και το μειονέκτημα ως προς το οικονομικό κόστος που απαιτείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού από αυτές σε σύγκριση με αυτή των ορυκτών καυσίμων. Ωστόσο, αν λάβουμε υπόψη μας τις τιμές του πετρελαίου την τελευταία τριετία, θα δούμε ότι η ανταγωνιστικότητα μερικών ανανεώσιμων πηγών μπορεί να επιτευχθεί άμεσα. Έτσι, είναι ανάγκη να τονιστεί ότι μερικές ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, οι οποίες φαίνονται ακριβές, συμφέρουν στην τροφοδότηση με ηλεκτρισμό περιοχών, οι οποίες δε θα εξυπηρετούνται από ένα δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (περισσότερο από το ένα τέταρτο του παγκόσμιου πληθυσμού) που βασίζεται στην καύση ορυκτών καυσίμων.

Παρά τους κινδύνους που ενυπάρχουν από την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε δημογραφικό, οικονομικό, τεχνολογικό ή και οικολογικό επίπεδο, υπάρχουν εκτιμήσεις που θεωρούν ότι το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας μπορεί να προσεγγίσει το 25% το 2020 (αντί του 15% σήμερα). Αισιόδοξα σενάρια προβλέπουν πως αυτό το ποσοστό μπορεί να προσεγγίσει το 50% στα μέσα του 21^{ου} αιώνα αρκεί να υπάρξει πολιτική βούληση.

Ήλιος

Ο ήλιος, αν και βρίσκεται σε απόσταση 150 εκατομμυρίων χιλιομέτρων από τον πλανήτη μας, αποτελεί αναμφισβήτητα τη μεγαλύτερη πηγή ενέργειας. Η Ελλάδα βρίσκεται σε μία από τις πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη, τόσο από την πλευρά της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας όσο και από αυτήν της διαθεσιμότητάς της. Πράγματι, στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας, η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2.700 ώρες το χρόνο.

Οι μεγάλες ποσότητες ηλιακής ενέργειας που μπορεί να παραχθούν με οικονομικά συμφέροντα τρόπο, καθώς και η ευρεία ποικιλία των εφαρμογών που μπορούν να αναπτυχθούν, καθιστούν τα πάσης φύσεως συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας ενδιαφέροντα και ελκυστικά. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι αυτά που γνωρίζουν τη μεγαλύτερη διάδοση, έχοντας φτάσει σε υψηλά επίπεδα τεχνολογικής και εμπορικής ωριμότητας, ενώ τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα, αν και δεν έχουν εμφανίσει την ίδια επιτυχία μέχρι σήμερα, αναμένεται να εξαπλωθούν ευρύτερα στο άμεσο μέλλον.

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε θερμότητα ή σε ηλεκτρισμό. Έτσι, αντίστοιχα έχουμε τα **Θερμικά Ηλιακά Συστήματα** και τα **Φωτοβολταϊκά Συστήματα**.

A. Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

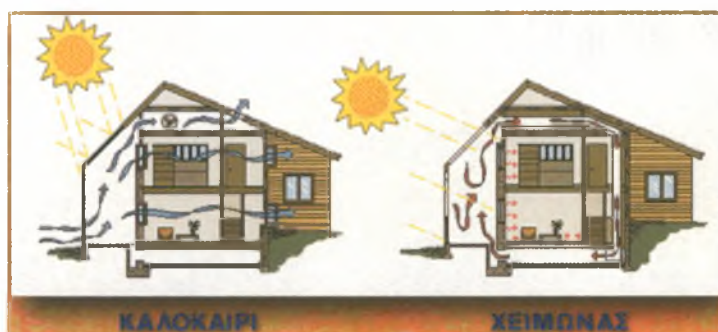
1. Η «παθητική» ηλιακή ενέργεια (ήλιος → θερμότητα)

Ο πιο σίγουρος τρόπος να επωφεληθεί κανείς «παθητικά» από την ηλιακή θερμότητα και το φως είναι να κατασκευαστούν και να εξοπλιστούν τα κτίρια με τρόπο ώστε να επωφεληθούν στο μέγιστο και με φυσικό τρόπο, από την ηλιακή συνεισφορά: πρόκειται για την παθητική ηλιακή αρχιτεκτονική. Στις ζεστές χώρες, μία σωστή αρχιτεκτονική δύναται να στοχεύσει στην αποφυγή του κλιματισμού το καλοκαίρι και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

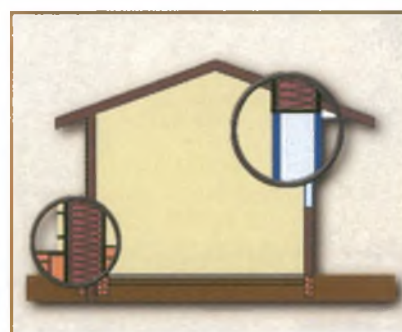
Η αρχή της ηλιακής παθητικής θέρμανσης των κτηρίων συνίσταται στην τοποθέτηση γυάλινων επιφανειών στο νότο, επιτρέποντας στον ήλιο να διεισδύσει άπλετα. Αντίστροφα, τα ανοίγματα πρέπει να είναι μειωμένα στο βορρά: αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί κυρίως με την εγκατάσταση στο νότο χώρων «εξυπηρέτησης», όπως σκάλες, χώροι στάθμευσης, λουτρά, αρχεία για γραφεία, αίθουσες κ.ά.). Μία σωστή παθητική ηλιακή αρχιτεκτονική οφείλει να μην υπάρχει σκιά προερχόμενη από κτίρια ή γειτονικά δέντρα. Ωστόσο, το δέντρο με πυκνό φύλλωμα και λίγα κλαδιά μπορούν να φανούν χρήσιμα, γιατί προσφέρουν σκιά το καλοκαίρι και αφήνουν τις ηλιακές ακτίνες να διαπεράσουν το χειμώνα.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή σ' ένα κτίριο παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι η θερμομόνωσή του, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες (χρήση κατάλληλων

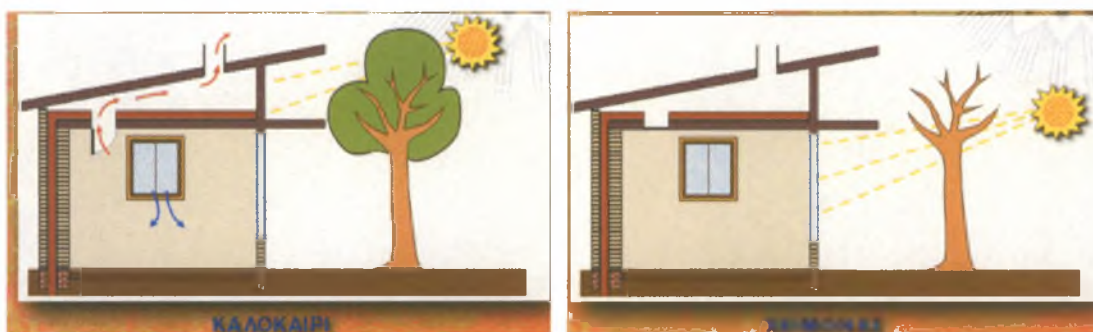
υλικών και διπλών τζαμιών, στεγανοποίηση, κ.ά.). Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου", ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτιρίου, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων κατά τη θερινή περίοδο ακτινών του ήλιου στο κτήριο (Εικόνες 1, 2, 3, 5 και 5).



Εικόνα 1. Προσανατολισμός κτιρίου



Εικόνα 2. Θερμομόνωση κτιρίου



Εικόνα 3. Εκμετάλλευση φυλλοβόλων δέντρων



Εικόνα 4. Βιοκλιματικό κτίριο



Εικόνα 5. Βιοκλιματική κατοικία στο Πήλιο

2. Ηλιακή ακτινοβολία και θερμό νερό (ήλιος → θερμότητα)

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού, αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της συλλεγόμενης θερμότητας (δεξαμενή), καθώς και τις απαραίτητες σωληνώσεις κυκλοφορίας του μέσου εναλλαγής και μεταφοράς της θερμότητας. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη, όπου και θερμαίνεται

κάποιο κατάλληλο ρευστό και στη συνέχεια η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται, με φυσικό ή εξαναγκασμένο τρόπο, στο δοχείο αποθήκευσης.

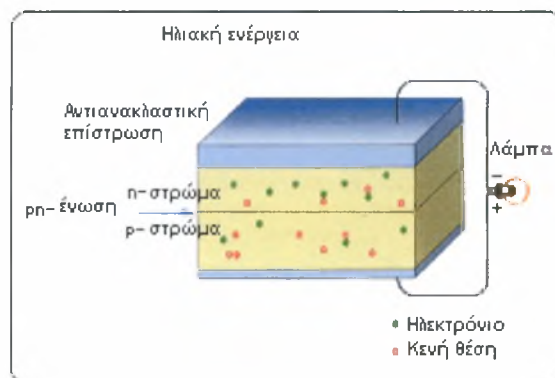


Εικόνα 6. Ηλιακός συλλέκτης (θερμοσίφωνα)

Ο **ηλιακός συλλέκτης** είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού. Περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα που παγιδεύει τη θερμότητα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που απάγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης (Εικόνα 6).

B. Φωτοβολταϊκά Συστήματα (ηλιακή ενέργεια → ηλεκτρισμός)

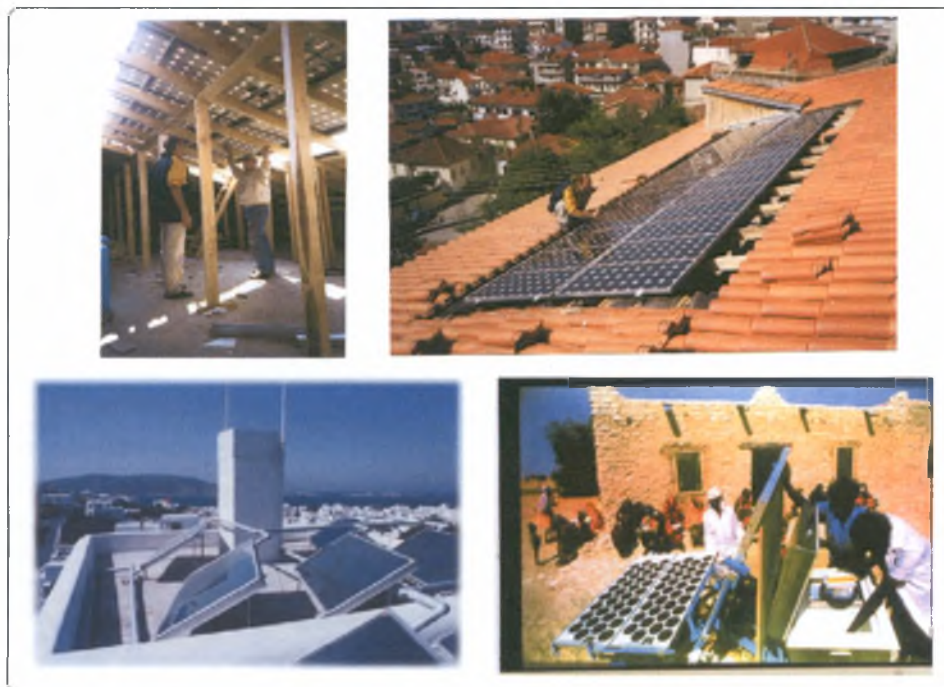
Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και η μετατροπή του σε ηλεκτρικό ρεύμα είναι σήμερα δυνατή μέσω της **Φωτοβολταϊκής Τεχνολογίας**. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω της απορρόφησης των φωτονίων της από ειδικούς ημιαγωγούς τοποθετημένους σε ειδικές φωτοβολταϊκές κυψέλες (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Απεικόνιση Φωτοβολταϊκού στοιχείου

Η διαρκής έκθεση των συλλεκτών στην ηλιακή ακτινοβολία έχει τελικά σαν αποτέλεσμα την παραγωγή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο στη συνέχεια μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο με τη χρήση ειδικών μετατροπένων. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για ίδια χρήση είτε να δοθεί προς πώληση στο δίκτυο ηλεκτρισμού.

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπουν ένα 5-17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά και τα άμορφα. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη. Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτηρίων (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Άνεμος

Ο άνεμος είναι στην ουσία μία ενέργεια ηλιακής προέλευσης. Πράγματι, η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει άμεσα την επιφάνεια της Γης, δημιουργώντας έτσι διαφορετικές ζώνες θερμοκρασιών, πυκνοτήτων και πιέσεων. Οι άνεμοι αποτελούν τις μετακινήσεις του αέρα στις διαφορετικές αυτές ζώνες. Υπολογίζεται ότι στο 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το **αιολικό δυναμικό του τόπου** θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την " πρώτη" περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

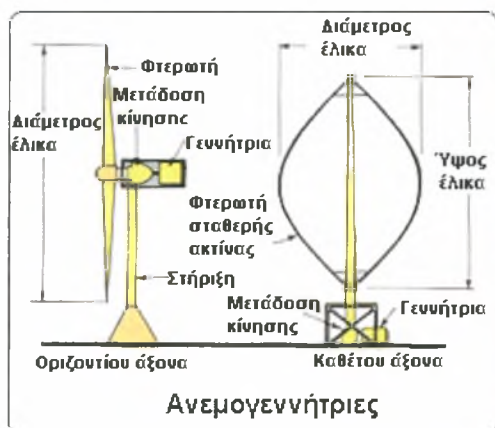
Υπολογίζεται ότι στο 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το **αιολικό δυναμικό του τόπου** θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την " πρώτη" περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης της. Από το 1982, οπότε εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Ψαρά, Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30 Μεγαβάτ.

Οι ανεμογεννήτριες είναι οι απόγονοι των αρχαίων ή παλαιών ανεμόμυλων. Χρονολογούνται από την αρχαιότητα και χρησιμοποιούνταν για να αντληθεί νερό ή να αλεστούν τα σιτηρά. Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται **ανεμογεννήτριες**. Κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες (Εικόνες 9):

- τις ανεμογεννήτριες με **οριζόντιο άξονα**, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
- τις ανεμογεννήτριες με **κατακόρυφο άξονα** που παραμένει σταθερός. Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό 90%. Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500 kW και μπορούν να συνδεθούν με το ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Έτσι μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, που

ονομάζεται αιολικό πάρκο, μπορεί να λειτουργήσει σαν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνες 9 και 10).



Εικόνα 9. Ανεμογεννήτριες



Εικόνα 10. Αιολικό πάρκο

Οι μικρές ανεμογεννήτριες αποτελούν κατάλληλη και βιώσιμη λύση για περιοχές χωρίς πρόσβαση σε ηλεκτρικό δίκτυο. Όπως και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μικρές ανεμογεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτόνομα ή υβριδικά συστήματα για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ μικρά οικιακά και εμπορικά συστήματα μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο τροφοδοτώντας το με περίσσεια πράσινης ενέργειας.

Νερό

A. Υδατοπτώσεις

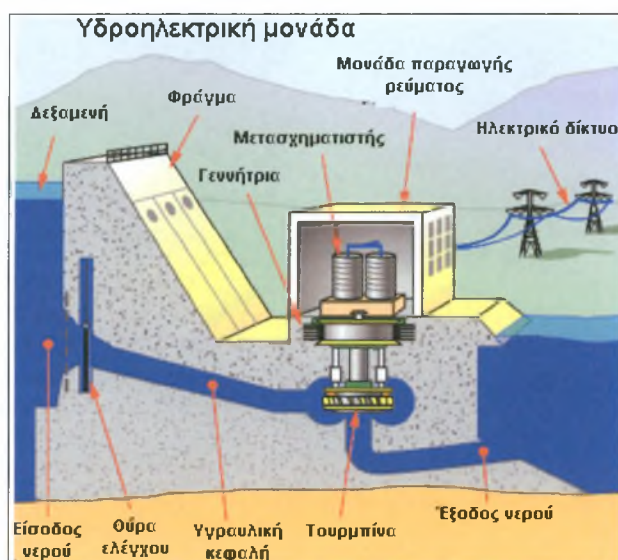
Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται μια φυσική συνεχή μέθοδο - την διαδικασία που προκαλεί τη βροχή και δημιουργεί τα ποτάμια. Λιγότερες βροχές σημαίνει λιγότερο νερό και λιγότερη παραγωγή ηλεκτρισμού. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ταξινομείται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας.

Το νερό κάνοντας τον "κύκλο του" στη φύση έχει δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής)

εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο .

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες δαμάζουν την ενέργεια του νερού και χρησιμοποιώντας μια απλή μέθοδο μετατρέπουν την ενέργεια αυτή σε ηλεκτρικό ρεύμα (Εικόνα 11). Οι μονάδες αυτές βασίζονται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.

Η μικρής κλίμακας υδροηλεκτρική ενέργεια διαφέρει σημαντικά από τη μεγάλης κλίμακας σε ό,τι αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο άμεσο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων για τη συγκέντρωση νερού περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW σε μέγεθος χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες και ήπιες πηγές ενέργειας. Οι μεγάλες μονάδες θεωρούνται ανανεώσιμες αλλά όχι ήπιες, δεδομένου ότι αλλοιώνουν σημαντικά το περιβάλλον.

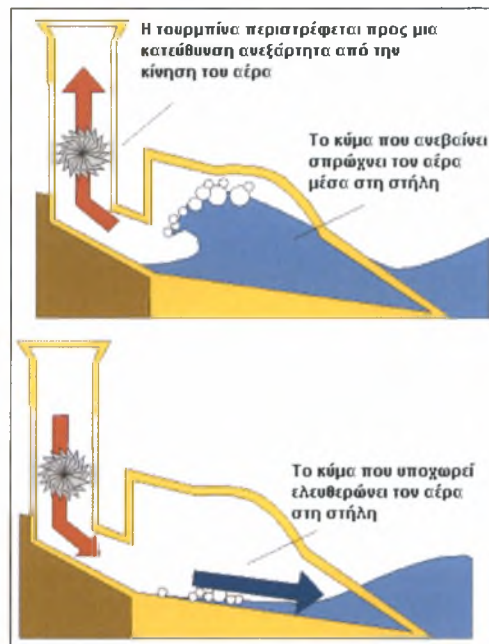


Εικόνα 11. Υδροηλεκτρική μονάδα

B. Ενέργεια από τη Θάλασσα

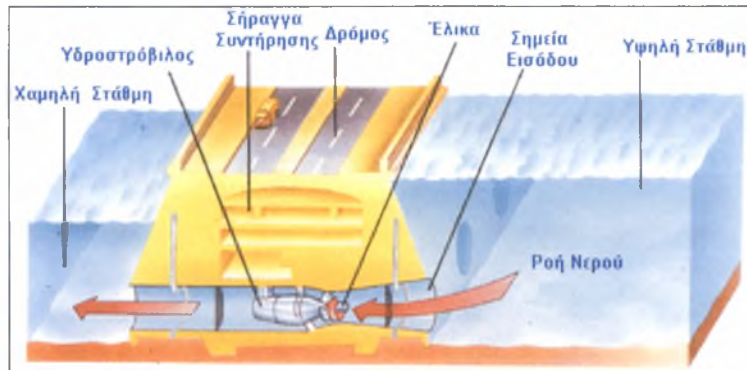
Η θάλασσα μπορεί να μας προσφέρει τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

I. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ. Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας. Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει μία τουρμπίνα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα (Εικόνα 12). Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λπ.



Εικόνα 12. Ενέργεια από τα κύματα της θάλασσας

II. ΠΑΛΙΡΡΟΪΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό (Εικόνα 13). Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού. Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια.



Εικόνα 13. Ενέργεια από την Παλίρροια

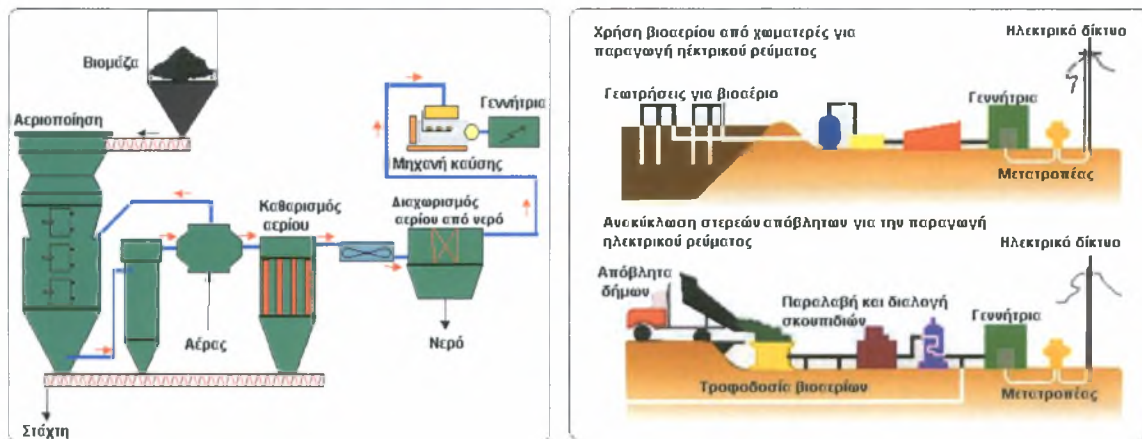
III. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ. Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας. Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον $3,5^{\circ}\text{C}$.

Βιομάζα

Βιομάζα ονομάζουμε οποιαδήποτε σχετικά νέα οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια από βιομάζα αντλείται από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως ξύλο από τα δάση, υπολείμματα από γεωργικές ή δασικές διαδικασίες και βιομηχανικά, ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα. Αντιθέτως, βιομάζα δεν είναι τα ορυκτά οργανικά υλικά (όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο) - η βιομάζα είναι φρέσκια οργανική ύλη. Βιομάζα είναι επίσης και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με βιομάζα καίνε ξύλο και αγροτικά ή κτηνοτροφικά απόβλητα για να παράγουν ενέργεια. Η βιομάζα, η οποία είναι καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με τρεις τρόπους. Σύμφωνα με τον **ένα τρόπο** η στερεή βιομάζα καίγεται σε έναν καυστήρα για τη θέρμανση νερού και ο ατμός που παράγεται χρησιμοποιείται για να θέσει σε λειτουργία μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό. Σύμφωνα με το **δεύτερο τρόπο** τα αέρια που δημιουργούνται από τη βιομάζα (βιοαέριο και φυσικό αέριο) χρησιμοποιούνται για καύση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Με τον **τρίτο τρόπο** τα αέρια που δημιουργούνται (αιθανόλη και βιοντήζελ) χρησιμοποιούνται για μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι χωματερές και οι μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων,

παράγουν βιοαέριο, που μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή (Εικόνα 14).



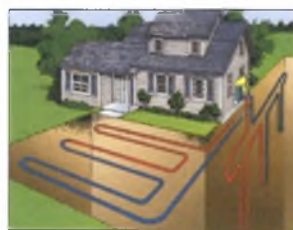
Εικόνα 14. Ενέργεια από Βιομάζα

Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη ενέργεια, υπό μορφή θερμότητας, κάτω από τη σταθερή επιφάνεια της γης. Όπως αποκαλύπτει και η ετυμολογία της λέξης "γεω-θερμία" πρόκειται για θερμότητα από την γη. Η θερμοκρασία του υπεδάφους σε βάθη από 2 έως 100 m είναι περίπου σταθερή όλο τον χρόνο και κυμαίνεται περίπου από 14 έως 18 βαθμών Κελσίου για την χώρα μας. Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας (δηλ. του ενεργειακού δυναμικού που ονομάζεται αβαθής γεωθερμική ενέργεια) μπορεί να γίνει με την χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) και δικτύου σωληνώσεων εντός του υπεδάφους έτσι ώστε να θερμάνουμε χώρους τον χειμώνα και να τους ψύξουμε το καλοκαίρι (Εικόνα 15). Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλο τον χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανεξάντλητη, φυσικά καθαρή και δωρεάν (παρέχεται από την φύση).

Τα γεωθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- α) στα Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος και
- β) στα Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος.



Εικόνα 15. Γεωθερμική ενέργεια

1.5. Προγράμματα και διδακτικές παρεμβάσεις σχετικές με τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας

Η ενέργεια βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο ρόλος της είναι κυρίαρχος όσον αφορά τη βιώσιμη χρήση της ενέργειας στα πεδία της αποτελεσματικής χρήσης της, των καθαρών μεταφορών, των καυσίμων και της ανανεώσιμης ενέργειας. Επηρεάζει πρακτικά όλες τις πλευρές της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης, περιλαμβάνοντας, το νερό, τη γεωργία, τον πληθυσμό, την υγεία, την εκπαίδευση, τη δημιουργία εργασιακών θέσεων και τα θέματα των δύο φύλων. Τα ισχύοντα μέχρι σήμερα μοντέλα παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας έχουν άμεσες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στους φυσικούς πόρους σε τοπικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Η ενέργεια δεν είναι το τέλος, αλλά η αρχή από όπου θα πρέπει να ξεκινήσουμε για να επιτευχθούν οι στόχοι όλων των τριών στυλοβατών της βιώσιμης ανάπτυξης: κοινωνική ισότητα, οικονομική ανάπτυξη και προστασία περιβάλλοντος.

Για να επιτευχθούν οι αντικειμενικοί σκοποί της βιώσιμης ανάπτυξης, οι συμβατικές προσεγγίσεις του ενεργειακού ζητήματος πρέπει να αναπροσαρμοστούν προς την προαγωγή ενεργειακών συστημάτων βασισμένων στην ανανεώσιμη ενέργεια, στην ενεργειακή αποδοτικότητα και στις καθαρότερες τεχνολογίες γύρω από τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν τις συνθήκες να στραφεί το ενδιαφέρον ταυτόχρονα προς τα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα.

Η ανανεώσιμη ενέργεια είναι πηγή ενέργειας ελεύθερη ή ουδέτερη ανθρακικών δεσμών, της οποίας η αυξανόμενη χρήση μπορεί να αποτελέσει μέρος των πολιτικών μέτρων από κάποιες αναπτυσσόμενες ή αναπτυσσόμενες χώρες για να πετύχουν τους στόχους τους για το Πρωτόκολλο του Κιότο. Η αύξηση της εφαρμογής της ανανεώσιμης ενέργειας μπορεί να βοηθήσει τις κυβερνήσεις να πετύχουν άλλους πολιτικούς στόχους, μεταξύ των οποίων η ενεργειακή ασφάλεια και απεξάρτηση. Η ανανεώσιμη ενέργεια περιλαμβάνει μια ευρεία ποικιλία τύπων και χρήσης καυσίμων. Η δυνατότητα εφαρμογής αυτών και το κόστος των διαφορετικών τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας, διαφοροποιούνται σημαντικά. Μερικές πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, όπως η βιομάζα, είναι ευρέως διαδεδομένες σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ άλλες, όπως η γεωθερμία, χρησιμοποιούνται ευρέως εκεί όπου είναι διαθέσιμες. Κάποιες άλλες όπως ο ήλιος και ο αέρας δε χρησιμοποιούνται ακόμα σε μεγάλο βαθμό, μολονότι υπάρχει τεράστιο ανεκμετάλλευτο δυναμικό (Bilgen, Kaygusuz, and Sari, 2004).

Σχετικά με τη διαφοροποίηση στη δυνατότητα εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα υπάρχοντα προβλήματα μπορούν να εντοπιστούν μέσα από την αιολική ενέργεια και όχι μέσα από τις άλλες πηγές (Munkácsy, 2005). Σύμφωνα με τη Munkácsy,

η αιολική ενέργεια αποτελεί το ιδανικό παράδειγμα για τη διδασκαλία και κατανόηση του θέματος της ανανεώσιμης ενέργειας, επειδή υπάρχουν τεράστιες περιοχές όπου το ποσοστό παραγωγής ηλεκτρισμού από αυτή τη μορφή είναι σημαντικό και επειδή μπορεί να αποκτηθεί μια εμπειρία στην αναγνώριση των προβλημάτων και στην κατανόηση των αλληλεπιδράσεων που προκύπτουν και πηγάζουν απ' αυτή. Αντίθετα, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η πιο αμφισβητούμενη μορφή, λόγω των πιθανών οικολογικών συνεπειών της (τα υδροηλεκτρικά φράγματα καταστρέφουν τη βιοποικιλότητα τεράστιων εκτάσεων). Η χρήση ηλιακής ενέργειας είναι πιο πολύπλοκη, λόγω των διαφόρων ανόμοιων μεταξύ τους λύσεων που προσφέρει (παθητικά ή ενεργητικά ηλιακά συστήματα, φωτοθερμικά ή φωτοβολταϊκά συστήματα, βιομηχανική χρήση ή οικιακή εφαρμογή). Η εκμετάλλευση της βιομάζας είναι επίσης περίπλοκη (καύσιμα στερεάς, υγρής και αέριας μορφής) και η γεωθερμική ενέργεια περιορίζεται σε μικρές γεωγραφικές περιοχές (Munkácsy, 2005).

Από την άλλη, η μείωση του κόστους της ανανεώσιμης ενέργειας, οι βελτιώσεις στην τεχνολογία της ανανεώσιμης ενέργειας και το ενδιαφέρον των κυβερνήσεων στην προώθηση της, εξαιτίας των θετικών τους επιδράσεων στο περιβάλλον, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα της αύξησης της χρήσης της ανανεώσιμης ενέργειας. Η χρήση της συνεισφέρει ήδη στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τον ενεργειακό τομέα και πολλές χώρες αρχίζουν να βλέπουν την αυξανόμενη χρήση της ταυτόχρονα ως πραγματοποιήσιμη και ελκυστική.

Η παροχή εκπαίδευσης γύρω από την ανανεώσιμη ενέργεια σε όλα τα επίπεδα με αποτελεσματικό και ουσιαστικό τρόπο αποτελεί πρόκληση για κάθε χώρα όσο ποτέ άλλοτε. Παρόλο που υπάρχει μια διαδεδομένη αποδοχή της ανάγκης για μετάδοση μέσω της εκπαίδευσης γνώσεων, δεξιοτήτων, στάσεων και συμπεριφορών για την ανανεώσιμη ενέργεια, (Garg and Kandpal, 1996), οι λιγοστές αναφορές σε αυτήν γινόταν μόνο σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στα αναλυτικά προγράμματα των κατώτερων βαθμίδων απουσίαζε, ιδίως σε αυτή της πρωτοβάθμιας. Ωστόσο, με την εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων και τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρήση τους, τα τελευταία χρόνια γίνεται μία προσπάθεια διαμόρφωσης αναλυτικών προγραμμάτων που περιλαμβάνουν στοιχεία για την ανανεώσιμη ενέργεια.

Οι Kandpal και Garg (1999) θεωρούν ότι οι αντικειμενικοί σκοποί της εκπαίδευσης γύρω από την ενέργεια θα πρέπει να είναι μεταξύ άλλων οι εξής:

- α) Να αναπτύξουν την ενημερότητα των μαθητών/ριών για τη φύση και την αιτία των ενεργειακών κρίσεων,
- β) Να γνωρίσουν οι μαθητές/ριες τους διαφορετικούς τύπους των μη ανανεώσιμων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το δυναμικό των ανανεώσιμων και μη φυσικών πόρων, την τεχνολογία εφαρμογής τους και την κοινωνικοοικονομική και περιβαλλοντική τους πλευρά,

γ) Να παρέχουν στους μαθητές/ριες τις απαραίτητες δεξιότητες για να ασχοληθούν με τις πηγές ενέργειας,

δ) Να ευαισθητοποιήσει τους/τις μαθητές/ριες για το δεσμό μεταξύ ενέργειας και περιβάλλοντος και να τους καταστήσει ικανούς να αναπτύξουν ολιστικές λύσεις για να διασφαλίσουν τη βιωσιμότητα.

Ειδικά για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, τα προγράμματα για την ενέργεια θα πρέπει να αποσκοπούν στην δημιουργία ενήμερων μαθητών/ριών για όλες τις πηγές ενέργειας (ανανεώσιμων και μη) και να τους ευαισθητοποιήσει για τις ποικίλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της προέλευσης, μετατροπής και χρήσης της ενέργειας. Το ίδιο πιστεύουν και οι Othman και Sorian (1999). Στο πλαίσιο της ανάγκης για βιώσιμη ανάπτυξη και της ανάγκης για φιλική προς το περιβάλλον εφαρμογή της ενέργειας απαραίτητο για την ανάπτυξη των χωρών του Συνδέσμου της Νοτιοανατολικής Ασίας, προτείνουν ένα αναλυτικό πρόγραμμα για την ανανεώσιμη ενέργεια που θα περιλαμβάνει τη διδασκαλία των εξής ενοτήτων:

α) Θεμελιώδεις έννοιες της Ενέργειας,

β) Παγκόσμιο και Ασιατικό Ενεργειακό Σενάριο,

γ) Συμβατικές Πηγές Ενέργειας (Ορυκτά καύσιμα, πυρηνική ενέργεια) και

δ) Ανανεώσιμη Ενέργεια (Ηλιακή ενέργεια-θερμικά και φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα- Αιολική ενέργεια, Βιομάζα, Γεωθερμική ενέργεια, Υδροηλεκτρική, άλλες πηγές ενέργειας, διατήρηση ενέργειας, ενέργεια και οικονομία, ενεργειακή ηθική).

Οι Keser, Özmen και Akdeniz, (2003), θεωρούν ότι οι αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες χρειάζεται να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν περιεκτικά και δομικά αναλυτικά προγράμματα για την εκπαίδευση γύρω από θέματα ενέργειας, με βάση τις ανθρώπινες ανάγκες και την ειρήνη για το μέλλον, όπου οι άνθρωποι θα μπορούν να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που πηγάζουν τόσο από την έλλειψη ενέργειας όσο και από τις αρνητικές επιπτώσεις της στο περιβάλλον.

Την ανάγκη για αλλαγή στην ενεργειακή πολιτική μέσω της εκπαίδευσης, τονίζει και ο Chedid (2005). Στη μελέτη του υποστηρίζει ότι η εθνική ενεργειακή πολιτική των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής είναι ανάγκη να αναγνωρίσει τη συνεισφορά της εκπαίδευσης στη μελλοντική λύση των ενεργειακών προβλημάτων. Θεωρεί ότι η εκπαιδευτική πολιτική της χώρας θα πρέπει να δίνει έμφαση στο να αναλύει την περίπλοκη σχέση μεταξύ των ενεργειακών λύσεων και της εκπαίδευσης, η οποία ως ένα δυναμικό όχημα θα προτείνει την ανάπτυξη οικονομικών και εμπορικών συστημάτων βιώσιμης ενέργειας που θα έχουν τη μικρότερη δυνατή επίπτωση στο περιβάλλον. Ο ερευνητής εισηγείται την ανάγκη για εκπαίδευση ατόμων, από το δημοτικό σχολείο μέχρι το πανεπιστήμιο, στις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανολογία και τα μαθηματικά που θα στελεχώνουν το έμπυχο δυναμικό των ενεργειακών τεχνολογιών.

Επισημαίνει το σημαντικό ρόλο των ανανεώσιμων πηγών στην προσπάθεια αυτή και καταλήγει στο ότι για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός, απαιτείται η εφαρμογή της παιδαγωγικής μεθόδου του Dewey ("learning by doing").

Ένα ενδιαφέρον εκπαιδευτικό σχέδιο εργασίας (project) που σχεδίασαν, εφάρμοσαν και αξιολόγησαν οι Hugerat, Ilaiyan, Zadik, Zidani, Zidan και Toren (2004), στο Ισραήλ, είναι αυτό του «Ηλιακού Χωριού». Οι ερευνητές/ριες πρότειναν την οικοδόμηση ενός αληθινού μοντέλου Ηλιακού Χωριού μέσα στα σχολεία, το οποίο να λειτουργεί μόνο με ηλιακή ενέργεια. Αναφέρονται σε μαθητές/ριες τριών δημοτικών σχολείων της Στ' τάξης που ενεργά συμμετείχαν στην κατασκευή συστημάτων που χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια. Σκοπός του προγράμματος ήταν να εξετάσει τις εκπαιδευτικές, κοινωνικές και επιστημονικές επιδράσεις του σχεδίου εργασίας στους/ις μαθητές/ριες, τους γονείς και τους/ις εκπαιδευτικούς.

Οι επιμέρους στόχοι του σχεδίου, μεταξύ άλλων, ήταν να παρέχει στα παιδιά τις γνώσεις για τον ήλιο και την ηλιακή ενέργεια από επιστημονική (βιολογία, χημεία, φυσική) και τεχνολογική άποψη, να πληροφορήσει τους/τις μαθητές/ριες για την ιδέα της χρήσης και ανακάλυψης της ενέργειας, να τους διδάξει τις διαφορετικές έννοιες που σχετίζονται με την ηλιακή ενέργεια (διάστημα, ήλιος, ατμόσφαιρα, ηλιακά κελιά, θερμότητα και ηλεκτρισμός), να τους εξηγήσει πως θα εργαστούν με τον εξοπλισμό, τις αλλαγές στα συστατικά και την επιρροή τους στους υπόλοιπους παράγοντες που συνιστούν το Ηλιακό Χωριό, να τους μάθει να αναλύουν τα αποτελέσματα και τις συνέπειες των προηγούμενων σταδίων στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη ζωή, να τους καταστήσουν ικανούς να παρατηρούν και να βρίσκουν πώς χρησιμοποιείται η ενέργεια από το πετρέλαιο, τους κινδύνους που επιφέρει αυτό στο περιβάλλον και την επίδρασή του στην οικονομία της χώρας, να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν θετικές αξίες και συναισθήματα για την ηλιακή ενέργεια και την σπουδαιότητά της και να τους αφήσει να συμμετέχουν στην παραγωγή και χρήση της ηλιακής ενέργειας αναπτύσσοντας την περιέργειά τους για το αντικείμενο και το ενδιαφέρον τους για τυχόν μελέτη του στο μέλλον.

Η αξιολόγηση του προγράμματος έγινε με τρία ερωτηματολόγια που δόθηκαν στα παιδιά, τους γονείς και τους/ις εκπαιδευτικούς αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι τρεις κατηγορίες (γονείς, μαθητές/ριες, εκπαιδευτικοί) επιβεβαίωσαν τη θετική επίδραση του προγράμματος σε εκπαιδευτικό και κοινωνικό επίπεδο. Επίσης η εφαρμογή του μέσα στο σχολείο προώθησε τη δημιουργικότητα και την ικανότητα σκέψης μεταξύ των μαθητών/ριών, τους παρείχε βασικές έννοιες και ορισμούς για πράγματα που τους περιβάλλουν και βελτίωσε τις μαθησιακές δεξιότητές τους όπως ανάγνωση χαρτών, εφαρμογή έρευνας και καταγραφή αναφορών. Τέλος, οι γονείς υποστήριξαν το πρόγραμμα με ενθουσιασμό, γιατί επέδρασε θετικά τα παιδιά τους στη μαθησιακή τους ικανότητα και οι εκπαιδευτικοί βρήκαν το πρόγραμμα αρκετά σημαντικό εξαιτίας της

θετικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών/ριών και του τεράστιου ενδιαφέροντός που έδειξαν τα παιδιά για το πρόγραμμα.

Μια αξιολογη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα από τον Κουτσούμπα (2004), είχε σκοπό την αποτελεσματικότερη κατανόηση του περιβαλλοντικού προβλήματος και των επιπτώσεων από τη μη χρήση των «φιλικών» προς το περιβάλλον μορφών ενέργειας. Επίσης απέβλεπε στο να συμβάλει μέσα από διδακτικά δεδομένα στην απόκτηση θετικής στάσης των μαθητών/ριών απέναντι στη χρήση και την αξιοποίηση των ήπιων μορφών ενέργειας. Εφάρμοσε μία διδακτική παρέμβαση σε μαθητές δύο τάξεων της Γ΄ γυμνασίου, χρησιμοποιώντας ένα δείγμα μαθητών/ριών που ακολούθησαν το εποικοδομητικό πρότυπο διδασκαλίας και ένα δείγμα μαθητών/ριών που ακολούθησαν το παραδοσιακό πρότυπο διδασκαλίας.

Σε κάθε τάξη εφαρμόστηκαν τέσσερα μαθήματα για τις ήπιες μορφές ενέργειας και στη συνέχεια συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα από την αξιολόγησή τους. Τα μαθήματα στόχευαν στη γνώση και κατανόηση της έννοιας της ενέργειας, των μορφών της, της σημασίας της διαχείρισής της, καθώς και συνειδητοποίηση του ενεργειακού ζητήματος ως αιτίου για τη δημιουργία πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Επίσης, είχαν στόχο στο να αποκτήσουν οι μαθητές/ριες δεξιότητες για την πρόληψη ή και την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων, στο να αποκτήσουν φιλικές διαθέσεις απέναντι στο περιβάλλον και να ενεργοποιηθούν με διάφορους τρόπους για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Όλα αυτά, πραγματοποιήθηκαν μέσα από την αναγνώριση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της θερμικής μόλυνσης του πλανήτη, μέσα από την αναγνώριση των συμβατικών και εναλλακτικών, των ανανεώσιμων και μη, των ήπιων και μη πηγών ενέργειας, και μέσα από την αναγνώριση του ρόλου των πηγών ενέργειας για το περιβάλλον.

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, αποδείχτηκε ότι υπήρξε σημαντική τροποποίηση των πρότερων αντιλήψεων τόσο των μαθητών/ριών που διδάχτηκαν σύμφωνα με το παραδοσιακό όσο αυτών που διδάχτηκαν με βάση το εποικοδομητικό πρότυπο. Ωστόσο, σαφής ήταν η υπεροχή των μαθητών/ριών που διδάχτηκαν σύμφωνα με το εποικοδομητικό διδακτικό πρότυπο. Παρατηρήθηκε σαφής βελτίωση των μαθητών/ριών σε μεταγνωστικό επίπεδο, κυρίως στην ικανότητα δόμησης σαφών συνδέσεων μεταξύ εννοιών. Τέλος, οι μαθητές/ριες που διδάχτηκαν σύμφωνα με το εποικοδομητικό πρότυπο βελτίωσαν τις στάσεις τους τόσο ως προς τη χρήση και διαχείριση της ενέργειας όσο και ως προς τη συμμετοχή και τη δραστηριοποίησή τους σε περιβαλλοντικές δραστηριότητες.

Όσον αφορά στην εξοικονόμηση της ενέργειας, ένα σχέδιο εργασίας σχεδίασαν, εφάρμοσαν και αξιολόγησαν οι Jiménez-Aleixandre και Gallástegui-Otero (1995), σε μαθητές/ριες της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου της Ισπανίας. Η ενότητα για την εξοικονόμηση

ενέργειας σχεδιάστηκε για 5 εβδομάδες (20 διδασκαλίες) και χωρίστηκε σε τρία μέρη: α) «η ενέργεια είναι αιώνια;» β) «όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες χρησιμοποιούν ενέργεια;» και γ) «εξοικονόμηση ενέργειας». Το πρώτο μέρος (μεγαλύτερο σε διάρκεια) σχεδιάστηκε γύρω από την ιδέα της μετατροπής, της διατήρησης και υποβάθμισης της ενέργειας. Το δεύτερο μέρος έθεσε τη διατήρηση και την υποβάθμιση στο πλαίσιο των ανθρώπινων αναγκών και το τρίτο ασχολήθηκε με την ενέργεια και την σχέση της με το περιβάλλον (σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορες χώρες, συζήτηση για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με τις πηγές ενέργειας, σχεδιασμός τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας, παιχνίδι προσομοίωσης κ.ά.). Μέσα από το παιχνίδι προσομοίωσης, οι ερευνητές/ριες προσπάθησαν να συλλογιστούν και να εκφράσουν με διαφορετικές δράσεις και μέτρα τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας, να εργαστούν με πραγματικά παραδείγματα πάνω στις διαφοροποιήσεις που υπάρχουν στην κατανάλωση μεταξύ διαφορετικών χωρών και να συνειδητοποιήσουν ότι υπάρχει ανάγκη για συνεργασία σε διεθνές επίπεδο για να έχουμε αποτελέσματα γύρω από την εξοικονόμηση ενέργειας.

Με βάση το παιχνίδι, η τάξη χωρίστηκε σε ομάδες των 5 ατόμων, όπου κάθε άτομο της ομάδας ήταν υπεύθυνο για την ενεργειακή πολιτική κάθε μίας από τις εξής χώρες: Ινδίας, Μαλαισίας, Μαρόκου, Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και Ισπανίας, για ένα χρόνο ανάπτυξης (σε σύνολο 5 χρόνων). Η ενεργειακή πολιτική κάθε χώρας περιλάμβανε στοιχεία για τα επίπεδα ανάπτυξης τους, την αύξηση του πληθυσμού και την ενεργειακή κατανάλωσή τους. Κάθε παίχτης-μαθητής/ρια αποφάσιζε για τα μέτρα που έπρεπε να ληφθούν για τη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας όπως εισαγωγή περισσότερου πετρελαίου ή αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, για τα μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, όπως μείωση κυκλοφορίας οχημάτων, τοποθέτηση θερμομόνωσης στα σπίτια, αλλαγή παλαιών λαμπτήρων με νέες κ.ά., και για τον έλεγχο των γεννήσεων κάθε χώρας, καθώς η κατανάλωση ενέργειας σχετίζεται με την αύξηση του πληθυσμού. Κάθε ομάδα είχε στην κατοχή της πραγματικά στατιστικά στοιχεία για κάθε μία χώρα για όλα τα ζητήματα που θα συζητούσαν. Τέλος, υπήρχε ένα σύστημα απόκτησης ή μη πόντων ανάλογα με τις επιλογές των παικτών για το πώς θα γινόταν καλύτερα εξοικονόμηση ενέργειας σε κάθε περίπτωση.

Πριν και μετά το παιχνίδι τα 33 παιδιά που πήραν μέρος στο παιχνίδι, απάντησαν ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις σχετικές με την ενέργεια. Οι ερευνητές/ριες αναλύουν μόνο αυτές που σχετίζονται με την εξοικονόμηση ενέργειας και αναφέρονταν α) στο να καταγράψουν οι μαθητές/ριες δύο ή περισσότερους λόγους όπου πίστευαν ότι ήταν ανάγκη να παρθούν μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας, β) να προτείνουν δύο ή περισσότερους τρόπους όπου το σχολείο θα μπορούσε να τους εφαρμόσει για να

εξοικονομήσει ενέργεια και γ) να προτείνουν δύο ή περισσότερους τρόπους, τους οποίους οι ίδιοι/ες προσωπικά θα ακολουθούσαν για να εξοικονομήσουν ενέργεια.

Μέσα από το παιχνίδι φάνηκε ότι οι μαθητές/ριες, μπορεί να συνειδητοποιήσαν τις ανισότητες που υπάρχουν μεταξύ των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών και μπορεί να κατανόησαν ότι τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας απαιτούν αλλαγή στον τρόπο ζωής μας. Ωστόσο, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, διαπιστώθηκε ότι οι προτάσεις των μαθητών/ριών, πριν την προσομοίωση, για το πώς μπορούν οι ίδιοι/ες να κάνουν εξοικονόμηση ενέργειας σχετίζονταν με την μείωση της θέρμανσης και της χρήσης του ηλεκτρισμού. Λίγα παιδιά έκαναν αναφορά στα μέσα μεταφοράς και στα μέτρα που πρέπει να πάρουν σε βιομηχανικό επίπεδο, όπως ανακύκλωση αλουμινίου. Η έρευνα καταλήγει στο ότι το θέμα της ενέργειας είναι αναγκαίο να προσεγγιστεί εκπαιδευτικά τόσο από την επιστημονική πλευρά, όσο και από την περιβαλλοντική και κοινωνική σκοπιά, γιατί διαφορετικά οι μαθητές/ριες θα προσπαθήσουν να ενσωματώσουν μόνοι τους τη γνώση τριών διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, κάτι που είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί.

Επειδή η έρευνα γύρω από τα θέματα της ενέργειας είτε σε επίπεδο φυσικών επιστημών είτε σε επίπεδο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης δεν έχει ασχοληθεί με την αναζήτηση των ιδεών των παιδιών και ενηλίκων για την κατανόηση της ενεργειακής αποδοτικότητας ή σπατάλης, οι Summers και συν. (1998), ξεκίνησαν να μελετούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών για την ενεργειακή αποδοτικότητα. Οι προϋπάρχουσες έννοιες για την αποδοτικότητα ερευνήθηκαν σε 6 εκπαιδευτικούς δημοτικών σχολείων καθώς και το πώς αυτές μπορούν να γίνουν πιο επιστημονικές ακολουθώντας μια πλήρη επιμόρφωση. Οι εκπαιδευτικοί, χωρίς να είναι ειδικοί στις φυσικές επιστήμες, εύκολα απέκτησαν την επιστημονική άποψη της ενεργειακής αποδοτικότητας, παρόλο που αυτή ήταν σχεδόν άγνωστο σε αυτούς πριν την επιμόρφωση. Πολλές από τις απόψεις που εξέφρασαν οι εκπαιδευτικοί πριν την επιμόρφωση σχετίζονταν με την κατανόηση της ενεργειακής διατήρησης (έχοντας την αίσθηση της “εξοικονόμησης” ή της “λιγότερης” χρήσης της ενέργειας). έτσι, αποδείχτηκε από την έρευνα ότι οι ιδέες για την ενεργειακή αποδοτικότητα χρειάζεται να διδαχτεί ρητά και ξεχωριστά από την διατήρηση της ενέργειας, η οποία με την αίσθηση της χρήσης λιγότερης ενέργειας, περιγράφει μία έννοια που αναφέρεται στην ανθρώπινη δράση.

Συνέχεια, κατά κάποιο τρόπο, της παραπάνω έρευνας υπήρξε αυτή των Kruger και Summers (2000), σε 34 μαθητές/ριες της Ε΄ και Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, με σκοπό την εκμείωση του τρόπου με τον οποίο κατανοούν οι μαθητές/ριες το θέμα της ενεργειακής σπατάλης και το βαθμό στον οποίο μπορεί αυτό να γίνει επιστημονικά κατανοητό μετά από συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση. Οι ερευνητές πραγματοποίησαν συνεντεύξεις πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στους 34 μαθητές/ριες, οι οποίοι

επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά με βάση τις ικανότητές τους (υψηλής, μεσαίας και μικρής ικανότητας) από ένα δείγμα 135 περίπου μαθητών που πήραν μέρος στην έρευνα. Το ερευνητικό εργαλείο περιλάμβανε υλικό σχεδιασμένο για την εκμείευση των ιδεών των παιδιών για την έννοια της σπατάλης της ενέργειας σε 5 διαφορετικά επίπεδα: α) εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της ιδέας “λιγότερη χρήση”, β) εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της χρήσης του “φτάνει αρκετά”, γ) σπατάλη ενέργειας μέσω ακούσιων μεταφορών, δ) σπατάλη ενέργειας σε μια οικιακή συσκευή και ε) η σημασία του όρου “αποδοτικότητα”. Υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα σημαίνει ότι ένα μεγάλο ποσοστό συνολικής εισαγόμενης ενέργειας μεταφέρεται σε μία συσκευή ή ένα σύστημα παράγει σκόπιμο έργο και ένα μικρό ποσοστό σπαταλάται με την μορφή ακούσιων μεταφορών, ενώ χαμηλή ενεργειακή αποδοτικότητα σημαίνει το αντίθετο.

Οι δύο πρώτες περιοχές σχετίζονται με τις δραστηριότητες που μπορούν να αναλάβουν οι άνθρωποι σχετικά με τη διατήρηση της ενέργειας (χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια ή εξοικονομώντας ενέργεια), ενώ οι υπόλοιπες τρεις περιοχές σχετίζονται με συσκευές ή μηχανήματα που μεταφέρουν ενέργεια και προσδιορίζουν το ποσοστό της ενέργειας που εισάγεται σε ένα μηχανήμα ή μία συσκευή και που χρησιμοποιείται για να πραγματοποιηθεί η εκούσια εργασία (η υπόλοιπη σπαταλάται μέσω ακούσιων μεταφορών).

Οι παραπάνω πέντε περιπτώσεις της σπατάλης ενέργειας δόθηκαν μέσα από καταστάσεις, οι οποίες ήταν αποτυπωμένες σε 4 σκίτσα με διαλόγους. Για την πρώτη περιοχή, δόθηκε ένα σκίτσο που περιείχε την κατάσταση “*Αφήνω την πόρτα ανοιχτή*”, η δεύτερη την κατάσταση “*Κολλώντας δεινόσαυρους*”, η τρίτη την κατάσταση “*Μάρκος ο ακατάστατος ζωγράφος*”, η τέταρτη την κατάσταση “*Οι δύο λαμπτήρες*” (μία πυρακτώσεως και μία φθορισμού) και η πέμπτη την κατάσταση “*Μάρκος ο ακατάστατος ζωγράφος*”.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών/ριών για την σπατάλη της ενέργειας περιέχουν τόσο μη επιστημονικές σημασίες όσο και ημικατανοημένες πληροφορίες από τα μέσα ενημέρωσης και τις φυσικές επιστήμες όπως αυτές αποτυπώνονται σε δημοφιλή “λαϊκά” περιοδικά. Επίσης, φάνηκε ότι οι μαθητές/ριες αυτοί, πριν τη διδασκαλία, είχαν μια καλή ενημερότητα των συμπεριφορών που σχετίζονται με την εξοικονόμηση (ή διατήρηση) ενέργειας. Οι εξηγήσεις που έδιναν βασίζονταν σε διαισθητικές καθημερινές ιδέες που περιλάμβαναν ανθρωποκεντρικές έννοιες της ενέργειας στο πλαίσιο του “ζεστού” και “κρύου”. Η έννοια της σπατάλης λόγω ακούσιων αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε σε λίγους/ες μαθητές/ριες αρχικά, αλλά μετά τη διδασκαλία έγινε πιο διαδεδομένη. Ενώ, πριν την παρέμβαση, κανένα παιδί δεν αναγνώρισε τη σπατάλη ενέργειας λόγω της θερμότητας της συμβατικής λάμπας, μετά αυτό αυξήθηκε στα δύο τρίτα του δείγματος. Το ίδιο περίπου παρατηρήθηκε και στην κατανόηση του όρου “*αποδοτικότητα*”. Ως εκ τούτου, η βασική ιδέα για την

σπατάλη της ενέργειας, η οποία ενισχύεται από την διατήρηση της ενέργειας, καθώς και αυτή της αποδοτικότητας ως σημαντικής επιστημονικής έννοιας, έγινε προσιτή σε σημαντικό αριθμό μαθητών/ριών του δημοτικού σχολείου (κατά μέσο όρο μισά παιδιά).

1.6. Η προσέγγιση εννοιών σχετικά με τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από τα περιβαλλοντικά ζητήματα του φαινομένου του θερμοκηπίου και της πλανητικής θέρμανσης

Στο σημείο αυτό θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε τη διεθνή βιβλιογραφία αφενός υπό το πρίσμα των μελετών που εξετάζουν τα νοητικά μοντέλα των παιδιών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της πλανητικής θέρμανσης και αφετέρου υπό το πρίσμα των μελετών που προτείνουν και εφαρμόζουν διδακτικά προγράμματα σχετικά με τα περιβαλλοντικά αυτά ζητήματα, και κάνουν αναφορές στο ρόλο που παίζουν οι ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας στην αντιμετώπισή τους.

Οι Carmen Gomez-Granell και Salvador Cervera-March (1993) πραγματοποίησαν μία έρευνα στην Ισπανία σε 267 άτομα (230 μαθητές/ριες και 37 φοιτητές/ριες) σχετικά με την ενημερότητά τους σε περιβαλλοντικά ζητήματα και τις αιτίες τους αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας. Τα ερευνητικά ερωτήματα που έθεσαν ήταν: α) πόσο καλά οι πολίτες γνωρίζουν συγκεκριμένες περιβαλλοντικές έννοιες, β) πόσο καλά κατανοούν τις αλληλένδετες σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ διαφορετικών φαινομένων και γ) ποιος είναι ο βαθμός ενημερότητας, εξαιτίας της κοινωνικής και επιστημονικής γνώσης, που τους επιτρέπει να συσχετίσουν καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες με τις πιθανές επιπτώσεις τους πάνω στην περιβαλλοντική δυναμική, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

Σχεδίασαν ένα ερωτηματολόγιο, που αποτελούταν από μία ομάδα 10 δράσεων και μία ομάδα 20 συνεπειών. Κάτω από κάθε μία δράση υπήρχαν οι 20 συνέπειες και τα παιδιά έπρεπε να κυκλώσουν αυτές που πίστευαν ότι είχαν σχέση με κάθε μία δράση (Πίνακας 1 και 2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
ΔΡΑΣΕΙΣ

1. Απόρριψη επικίνδυνων αποβλήτων στο περιβάλλον
2. Σπατάλη ζεστού νερού ή ηλεκτρικού φωτισμού
3. Καταστροφή δασών (κοπή πολλών δέντρων, φωτιές)
4. Κατανάλωση προϊόντων που βρίσκονται σε μη επιστρεφόμενα δοχεία
5. Χρήση ατομικών μεταφορικών οχημάτων μέσα στην πόλη
6. Πέταμα σκουπιδιών στην πόλη, στην ύπαιθρο ή στην παραλία
7. Ασυλλόγιστη χρήση θέρμανσης
8. Επιλογή φαγητού από Αμερικάνικου τύπου ταχυφαγεία
9. Χρήση δοχείων ψεκασμού (σπρέι)
- 10 Κτίσιμο σπιτιών στην ακρογιαλιά

ΠΙΝΑΚΑΣ 2
ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

1. Οικονομικές επιπτώσεις
2. Μείωση της ποιότητας ζωής
3. Εξαφάνιση των φυτών και των ζώων
4. Ζημιά στον τουρισμό
5. Απειλή της φυσικής υγείας
6. Ατμοσφαιρική ρύπανση
7. Υποβάθμιση της υπαίθρου
8. Μόλυνση από τα διυλιστήρια πετρελαίου
9. Αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα
10. Καταστροφή του στρώματος όζοντος
11. Απειλή της ψυχικής υγείας
12. Υπερβολική αύξηση του διοξειδίου του θείου (SO₂) στην ατμόσφαιρα
13. Κλιματικές αλλαγές
14. Ρύπανση ποταμών και θάλασσας
15. Φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αύξηση της στάθμης της θάλασσας
16. Όξινη βροχή
17. Αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας στην επιφάνεια της Γης
18. Πετρελαιοκηλίδες
19. Εξάντληση φυσικών πόρων
20. Μείωση δασικών περιοχών και αύξηση των ερημοποιημένων περιοχών

Το μισό ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε με βάση το ότι η υπερβολική ζήτηση ενέργειας είναι κύρια αιτία πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Επίσης, λήφθηκε υπόψη ότι τη σημερινή εποχή τα ορυκτά καύσιμα (γαιάνθρακας και πετρέλαιο) συνεχίζουν να αποτελούν την κύρια πηγή ενέργειας. Αυτό αποτυπώθηκε στις δράσεις 2, 4, 5, 7 και 8 του ερωτηματολογίου. Οι υπόλοιπες δράσεις (1, 3, 6, 9 και 10) είχαν σχέση με ένα άλλο σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα· αυτό των αποβλήτων ή αυτό των προϊόντων που εξαιτίας είτε της χημικής σύστασής τους είτε των τεράστιων ποσοτήτων τους επιφέρουν σημαντικές οικολογικές αλλαγές.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε, αρχικά, ότι οι συνέπειες με αριθμό 1, 6, 7, 5 και 14 είχαν επιλεγεί περισσότερο από τα παιδιά, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες συνέπειες (8, 9, 12, 15, 16 και 18) που είχαν πολύ μικρό ποσοστό επιλογής. Οι τελευταίες συνέπειες είναι φανερό ότι είναι παρούσες σε όλες της αιτιολογικές αλυσίδες που σχετίζονται με την παραγωγή και την κατανάλωση της ενέργειας, η οποία υπονοείται στην πλειοψηφία των δράσεων. Φαίνεται ότι υπάρχει έλλειψη γνώσης και ενημερότητας σε ένα κομμάτι του

δείγματος αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας, η οποία προέρχεται από πολλές δικές τους δραστηριότητες και η οποία έχει μεγάλο οικολογικό αντίκτυπο.

Μία άλλη αντίληψη που προήλθε από την ανάλυση, ήταν ότι οι πιο συχνές επιλογές συνεπειών είναι αυτές που υποδηλώνουν μία άμεση σχέση και είναι βραχυπρόθεσμες. Για παράδειγμα, 164 παιδιά συνέδεσαν την πέμπτη δράση (χρήση ατομικών μεταφορικών οχημάτων μέσα στην πόλη) με την ένατη συνέπεια (αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα). Αντίθετα, 10 μόλις παιδιά συνέδεσαν την ίδια δράση με την εικοστή συνέπεια (μείωση δασικών περιοχών και αύξηση των ερημοποιημένων περιοχών), αφού η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα προκαλεί την όξινη βροχή, η οποία καταστρέφει τα δάση και ερημοποιεί τις περιοχές.

Ένα άλλο απροσδόκητο εύρημα ήταν ότι από τις επιλογές των παιδιών φάνηκε ότι η πλειοψηφία τους είχε επιφανειακή γνώση για συγκεκριμένες έννοιες και μία ασαφή ενημερότητα για το πόσο επιζήμιες ήταν αυτές για το περιβάλλον, ειδικά αυτές οι έννοιες που δημοσιοποιούνταν από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Τόσο η έλλειψη γνώσης σχετικά με τις αιτιολογικές αλληλουχίες που διαμορφώνουν τη βάση των διαδικασιών κατανάλωσης και παραγωγής ενέργειας, όσο και η έλλειψη ενημερότητας που υπάρχει μεταξύ συγκεκριμένων καθημερινών πράξεων και των παραπάνω διαδικασιών, είναι μια από τις πιο σημαντικές και ανησυχητικές απόψεις που βγήκαν ως συμπέρασμα από την ανάλυση των δεδομένων.

Ένα άλλο στοιχείο που προέκυψε, ήταν το ότι η πλειοψηφία των παιδιών δεν είχαν μια ξεκάθαρη άποψη για τις οικολογικές συνέπειες και τις αλλαγές στο περιβάλλον, οι οποίες προέρχονταν από τις μικρές, καθημερινές, ατομικές δραστηριότητές τους μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Από την άλλη φάνηκε ότι αυτές οι δραστηριότητες, των οποίων οι επιζήμιες επιπτώσεις δημοσιοποιούνταν από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, όπως καταστροφή των δασών ή πολλά αυτοκίνητα στις πόλεις ή χρήση των σπρέι, είχαν μεγάλη ανταπόκριση στις επιλογές των ερωτηθέντων.

Οι ερευνητές κατέληξαν στο ότι θα πρέπει να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν κατάλληλα εκπαιδευτικά προγράμματα μέσα και έξω από το σχολείο, έτσι ώστε η αρχική ενημερότητα να μετατραπεί σε δομημένη γνώση, η οποία να επιφέρει αλλαγή στις στάσεις και τις συμπεριφορές των παιδιών. Πιστεύουν ότι ένα από τα βασικά προβλήματα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι η απουσία ενός αναλυτικού προγράμματος που να ενσωματώνει επιστημονικό, κοινωνικό, θεωρητικό και πρακτικό περιεχόμενο της μάθησης. Χρειάζονται εκπαιδευτικά προγράμματα, όπου η προσωπική καθημερινή γνώση να ενσωματώνεται στην επιστημονική γνώση.

Οι Boyes και Stanisstreet (1993) πραγματοποίησαν μία έρευνα σε 861 Βρετανούς/ίδες μαθητές/ριες ηλικίας 11 έως 16 ετών, για να αναδείξουν τις ιδέες τους σχετικά με το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και αναφορικά με τις αιτίες, τις συνέπειες και

τις πιθανές λύσεις της Πλανητικής Θέρμανσης. Σχεδίασαν ένα ερωτηματολόγιο με 36 ερωτήσεις το οποίο χωρίστηκε σε τρία μέρη. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στο τι μπορεί να συμβαίνει και το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου επιδεινώνεται, το δεύτερο στους τρόπους με τους οποίους επιδεινώνεται και το τρίτο στο τι πρέπει να γίνει για να μειωθεί η επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου. Οι μισές ερωτήσεις από κάθε μέρος περιλάμβαναν τις πιο δημοφιλείς απόψεις που είχαν εκφράσει οι μαθητές/ριες στην πιλοτική έρευνα σχετικά με τις απόψεις τους για το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, και οι άλλες μισές περιλάμβαναν τις αποδεκτές από την επιστημονική κοινότητα απόψεις για το φαινόμενο αυτό.

Εμείς θα σταθούμε στην επιλογή αυτών των ερωτήσεων που αναφέρονται είτε άμεσα είτε έμμεσα σε έννοιες που αφορούν τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας και σε αυτές που φανερώνουν ή υποδηλώνουν ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας. Επίσης, θα παρουσιάσουμε από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτά που σχετίζονται με τις έννοιες και τα ζητήματα που προαναφέραμε. Όσον αφορά στις αιτίες που επιδεινώνουν το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου φαίνεται ότι μεταξύ των μισών και των τριών τετάρτων από τους/τις μαθητές/ριες κατανοούν ότι οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα συνεισφέρουν στην επιδείνωση του φαινομένου (μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας).

Ως προς τις δράσεις που θα πρέπει να αναλάβουν οι άνθρωποι για να μειωθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ένας αξιόλογος αριθμός μαθητών/ριών θεωρούν ότι η μείωση της χρήσης των αυτοκινήτων (καύση πετρελαίου-μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας) θα βοηθήσει στη μείωση της πλανητικής θέρμανσης. Επιπλέον, το 86% των νεότερων ηλικιών (11/12 ετών) αναγνώρισε ότι και η μεγαλύτερη χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού (εξοικονόμηση ενέργειας) θα βοηθήσει, σε αντίθεση με το 75% των μεγαλύτερων ηλικιών (15/16 ετών). Παρόλα αυτά, ένα πολύ ικανοποιητικό ποσοστό, πάνω από 75% θεωρεί τη δράση ικανή να επιφέρει αλλαγές στο πρόβλημα του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επίσης, πάνω από τους μισούς/ές μαθητές/ριες αναγνώρισαν ότι η σπατάλη ηλεκτρισμού (εξοικονόμηση ενέργειας) είναι επιζήμια για την πλανητική θέρμανση. Το ίδιο ποσοστό διέκρινε ότι και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ο αέρας και τα κύματα της θάλασσας, μπορούν να συνεισφέρουν προς αυτή την κατεύθυνση, με το ποσοστό των τελευταίων να αυξάνεται στις μεγαλύτερες ηλικίες (78%), ενώ υπήρχαν πολλοί μαθητές/ριες (ιδίως στις μικρότερες ηλικίες) που δεν είχαν άποψη για το θέμα.

Οι ερευνητές προσπάθησαν να δουν αν μεταξύ των ιδεών των μαθητών/ριών υπήρχαν κάποια πιο γενικά υποστηρικτικά εννοιολογικά πλαίσια. Με παραγοντική ανάλυση των δεδομένων του ερωτηματολογίου φάνηκε ότι υπήρχαν κάποιοι συσχετισμοί μεταξύ των διαφορετικών αντιλήψεων των μαθητών/ριών. Έτσι, προέκυψαν 8 παράγοντες, όπου ένας από αυτούς αναφερόταν στις δράσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την πλανητική θέρμανση. Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, η

μεγαλύτερη χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού, η μη σπατάλη ηλεκτρισμού και η μη χρήση αυτοκινήτων τόσο πολύ, φαίνεται ότι συνδέονται με την ιδέα της εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με αποτέλεσμα να χαρακτηριστεί αυτός ο παράγοντας ως *“διατήρηση της πρωτογενούς ενέργειας”*.

Τέλος, μεταξύ των συμπερασμάτων, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι μαθητές/ριες έχουν εγκαθιδρύσει μία σταθερή άποψη για το ρόλο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων και ότι αυτά αποκτούν μία βαρύνουσα σημασία ανάλογα με το αν είναι τοπικά ή παγκόσμια. Έτσι, διαμορφώνονται διάφορες προλήψεις και στάσεις των μαθητών απέναντι στα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα, οι οποίες πολλές φορές βασίζονται σε διάφορες εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών/ριών και οι οποίες επειδή σταθεροποιούνται σε μικρή ηλικία, απαιτούν μια πρώιμη παρέμβαση.

Τα ίδια ερωτηματολόγια δόθηκαν από τους Boyes, Chuckran και Stanisstreet (1993), σε 702 μαθητές/ριες, από την 5^η έως τη 10^η βαθμίδα του Γυμνασίου των σχολείων της Βρετανίας. Αναφορικά με τις αιτίες που επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το 60% των μαθητών/ριών αναγνωρίζει ως βασικό ρυπαντή της ατμόσφαιρας το διοξείδιο του άνθρακα. Ως προς την κατανόηση των δράσεων που βελτιώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το 68% των μαθητών/ριών φαίνεται να διακρίνει την αξία της ανακύκλωσης χαρτιού και το ίδιο ποσοστό φαίνεται να συνδέει την παραγωγή και χρήση ενέργειας με την πλανητική θέρμανση, καθώς συνειδητοποιούν τα πλεονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές. Ο μισός περίπου πληθυσμός του δείγματος, αναγνωρίζει το γεγονός ότι η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να συνεισφέρει σ' αυτή την κατεύθυνση, ενώ αντίθετα το 83% των παιδιών καταλαβαίνει ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ της χρήσης των οχημάτων και της πλανητικής θέρμανσης, αφού επιλέγουν ως μέτρο για τη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου την ταυτόχρονη μείωση των τροχοφόρων.

Με την παραγοντική ανάλυση που έκαναν στις απαντήσεις των μαθητών/ριών, κατέληξαν σε 5 ξεκάθαρους παράγοντες, όπου ο τρίτος παράγοντας αναφέρεται στους πραγματικούς και πιθανούς τρόπους δράσης που είναι ανάγκη να αναλάβουν οι άνθρωποι για να βελτιωθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ο παράγοντας αυτός που περιλαμβάνει τις ιδέες *παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αύξηση στη χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού, οικονομία στη χρήση ηλεκτρισμού και μείωση στη χρήση των οχημάτων*, περιγράφεται ως *“φιλικές προς το περιβάλλον δράσεις”*.

Ένα κομμάτι του προηγούμενου ερωτηματολογίου, αυτού που αναφέρεται στους παράγοντες που μπορεί να βοηθήσουν στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, δόθηκε σε μαθητές/ριες μικρότερων ηλικιών σε σχέση με το δείγμα της προηγούμενης έρευνας, από τους Francis και συν. (1993). Συγκεκριμένα δόθηκε σε 563 μαθητές/ριες

ηλικίας 8 έως 11 ετών και μετά επέλεξαν ένα τυχαίο δείγμα 15 μαθητών/ριών το οποίο μέσα από προσωπικές συνεντεύξεις έδωσαν κάποιες επιπλέον εξηγήσεις για όσα είχαν συμπληρώσει στο ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 84% των μαθητών/ριών πιστεύουν ότι η ανακύκλωση χαρτιού μπορεί να βελτιώσει το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, το 85% πιστεύει ότι η μείωση των οχημάτων και το 71% θεωρεί ότι το να αποφεύγουμε τη “σπατάλη” ενέργειας μπορεί να μειώσει την πλανητική θέρμανση και το 74% των μαθητών/ριών κατανοούν τα πλεονεκτήματα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι Jeffries και συν. (2001), θέλησαν να διερευνήσουν αν οι πρωτοετείς φοιτητές/ριες της βιολογίας έχουν τις ίδιες αντιλήψεις με αυτές των μαθητών/ριών μικρότερων ηλικιών για τις αιτίες, τις συνέπειες και τις λύσεις σχετικά με το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Έδωσαν το ίδιο ερωτηματολόγιο που είχαν δώσει και οι Boyes και Stanisstreet (1993) στους μαθητές/ριες ηλικίας 11-16 ετών. Το δείγμα των Jeffries και συν. ήταν 250 φοιτητές/ριες, όπου το 63% παρακολουθούσαν μαθήματα της υπεραπλουστευτικής σχολής (“reductionist”) και το 38% παρακολουθούσε μαθήματα της πιο ολιστικής σχολής (“holistic”). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ιδέες των φοιτητών/ριών για ζητήματα σχετικά με τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας καθώς και για τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας παραμένουν ίδιες μεταξύ μαθητών/ριών διαφόρων γενεών.

Συγκεκριμένα, βρήκαν ότι το 92% των φοιτητών/ριών θεωρεί το διοξείδιο του άνθρακα ως η αιτία για το φαινόμενο αυτό, ενώ ως προς τις λύσεις που προτείνουν για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου βρήκαν ότι το 89% κατανοεί το ρόλο της μείωσης της χρήσης των οχημάτων. Επίσης, στις λύσεις οι φοιτητές/ριες αναγνωρίζουν την ανάγκη για διατήρηση της ενέργειας με όρους εξοικονόμησης ηλεκτρισμού (67%) και για τη χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού (65%). Παρόμοια, το 85% του δείγματος επιβεβαιώνουν το ρόλο που παίζει η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη μείωση του φαινομένου.

Τέλος, η παραγοντική ανάλυση έδειξε και σε αυτή την έρευνα, όπως και σε αυτές των Boyes και Stanisstreet (1993) και Boyes, Chuckran και Stanisstreet (1993), ότι ο τρίτος παράγοντας που προέκυψε από τις συσχετίσεις των απαντήσεων των φοιτητών/ριών σχετίζεται με τη συντήρηση της ενέργειας και το ρόλο του διοξειδίου του άνθρακα. Ανακύκλωση, εναλλακτικές πηγές ενέργειας, συντήρηση ηλεκτρισμού και μείωση της χρήσης των αυτοκινήτων, φαίνεται να αποτελούν λύσεις στη μείωση της πλανητικής θέρμανσης.

Με το πρόβλημα του Φαινομένου του Θερμοκηπίου ασχολείται και η έρευνα του Gayford (1995), μόνο που αυτή, με αφορμή το φαινόμενο αυτό, προσπαθεί να το συνδέσει με τις κοινωνικές, οικονομικές, ηθικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις του. Με τη προσέγγιση της “μάθησης μέσω διαλεκτικής” σε μια αξιολογημένη έρευνα δράσης,

εφάρμοσε τη μελέτη περίπτωσης του Φαινομένου του Θερμοκηπίου σε μαθητές/ριες οχτώ τάξεων της Α΄ Λυκείου (τέσσερις τάξεις ως πειραματική ομάδα και τέσσερις τάξεις ως ομάδα ελέγχου). Σκοπός της έρευνας εκτός από τη διερεύνηση του αριθμού των σχετιζόμενων απόψεων για τις φυσικές επιστήμες και το περιβάλλον στο πλαίσιο ενός συγκεκριμένου περιβαλλοντικού προβλήματος, ήταν να εστιάσει στη σύνδεση του θέματος αυτού με την κατανόηση της έννοιας της ενέργειας, αφού αυτή παρουσιάζεται ως βασικό κομμάτι της γνώσης και της αντίληψης που χρειάζεται κανείς για να κατανοήσει το φαινόμενο.

Πραγματοποιήθηκε μία παρέμβαση δύο ενοτήτων διάρκειας 60 λεπτών η κάθε μία, όπου οι μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας χωρισμένοι/ες σε ομάδες με σκοπό να συζητούν και να παρουσιάζουν τις ιδέες τους σχετικά με αναφορές στη βιωσιμότητα και στην σχέση της με το περιβάλλον, έλαβαν μέρος σε κάποιες δραστηριότητες ως εξής:

- Αρχικά συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο πριν την παρέμβαση και το ίδιο μετά, αποτελούμενο από έξι ερωτήσεις σχετικές με το φαινόμενο του θερμοκηπίου,
- Σε κάθε ομάδα δόθηκε ένα κείμενο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο εξηγούσε με όρους τη λειτουργία του φαινομένου. Τα μέλη της πειραματικής ομάδας κλήθηκαν να το συζητήσουν συνεργατικά για να αποσαφηνίσουν τον τρόπο με τον οποίο τα μέλη τους είχαν κατανοήσει το φαινόμενο. Οι απόψεις τους ζητήθηκε να βασιστούν από την μία είτε σε παρατηρητικά είτε σε πειραματικά στοιχεία και από την άλλη σε στοιχεία που βασίζονταν σε υποκειμενικά κριτήρια.
- Ατομικά κάθε μαθητής/ρια κατασκεύασε μοντέλα διπλής κατεύθυνσης για να εξηγήσουν τι συμβαίνει με την ηλιακή ακτινοβολία, στηριζόμενος/η στο κείμενο για τη λειτουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, τα οποία αξιολογήθηκαν για την ακρίβεια και την ικανότητά τους να εξηγούν τις πληροφορίες του κειμένου.
- Οι μαθητές/ριες συζήτησαν στις ομάδες τους τα μέτρα που θα μπορούσαν να παρθούν για μια βιώσιμη κοινωνία με σκοπό την μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, λαμβάνοντας υπόψη τις κοινωνικές, οικονομικές, ηθικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Οι μαθητές/ριες σε ομάδες ζητήθηκε να συζητήσουν το ρόλο των επιστημόνων για την προσπάθειά τους να βρουν λύσεις για το φαινόμενο.
- Ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες σε επίπεδο ατομικής συμπεριφοράς και σε επίπεδο κυβερνητικής πρωτοβουλίας, να αξιολογήσουν τα μέτρα που πρότειναν προτείνοντας αυτά που είναι πιο σημαντικά σε σχέση με ένα πιο βιώσιμο περιβάλλον.
- Να αναφέρουν οι μαθητές/ριες τα κίνητρα που είχαν για να λάβουν μέρος στη δραστηριότητα.

Με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων, τόσο η πειραματική όσο και ομάδα ελέγχου θεώρησαν ότι ο ρόλος των επιστημόνων είναι σημαντικός στην πρόβλεψη και τον έλεγχο των τάσεων, αναγνωρίζοντας τις εναλλακτικές μεθόδους (ανανεώσιμες πηγές) της ενεργειακής μετατροπής που δε συνεισφέρουν στα αέρια του θερμοκηπίου. Σχετικά με τα μέτρα που πρότειναν οι μαθητές/ριες σε προσωπικό επίπεδο δράσης, η πειραματική ομάδα, με μεγαλύτερη συχνότητα από την ομάδα ελέγχου, συνοψίστηκαν στην μείωση της προσωπικής κατανάλωσης, στο σχολείο, το σπίτι και τη δουλειά και της χρήσης των οχημάτων. Λίγες αναφορές έγιναν σε απόψεις σχετικά με την ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση και επισκευή προϊόντων ή την οργάνωση της παραγωγής σε μία βάση τοπική με σκοπό τη μείωση των μεταφορών. Σε επίπεδο κυβερνητικής πρωτοβουλίας, οι μαθητές/ριες τόνισαν την ανάγκη για λήψη μέτρων στην κατεύθυνση της μείωσης από πλευράς των εργοστασίων των αερίων του θερμοκηπίου. Τέλος, ευθύνη της κυβέρνησης είναι να αναζητήσει και να αναπτύξει ανανεώσιμους τρόπους μετατροπής της ενέργειας και να εισάγει καθαρότερες τεχνολογίες στην παραγωγική διαδικασία.

Η Dove (1996), θέλησε να μελετήσει τις απόψεις 60 πρωτοετών και δευτεροετών φοιτητών/ριών, υποψήφιων εκπαιδευτικών για να διδάξουν μαθητές/ριες ηλικίας 7-11 ετών, για τις γνώσεις, τις λανθασμένες αντιλήψεις και τον τρόπο που κατανοούν τρία περιβαλλοντικά ζητήματα: το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, την καταστροφή του στρώματος Όζοντος στην ατμόσφαιρα και της Όξινης Βροχής. Η ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου που δόθηκε στους φοιτητές/ριες, έδειξε μεταξύ άλλων, ότι αναγνωρίζουν το διοξείδιο του άνθρακα ως το σημαντικότερο αέριο που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μάλιστα ένα ποσοστό 85% θεωρεί το διοξείδιο του άνθρακα ότι είναι ένα “άφθονο αέριο θερμοκηπίου”, ενώ μόνο το 39% το επιλέγει ως το “πιο ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου”. Η έρευνα εστίασε περισσότερο στις αντιλήψεις των φοιτητών/ριών για τη σχέση των τριών αυτών περιβαλλοντικών προβλημάτων μεταξύ τους και λιγότερο στην αναζήτηση λύσεων για αυτά είτε μέσα από τον περιορισμό των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα) είτε με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τα νοητικά μοντέλα των παιδιών για την κατανόηση δύο παγκόσμιων περιβαλλοντικών θεμάτων, του Φαινομένου του Θερμοκηπίου και του Στρώματος Όζοντος της ατμόσφαιρας, προσπάθησαν να διερευνήσουν οι Boyes και Stanisstreet (1997), μελετώντας τις αντιλήψεις 501 μαθητών/ριών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ηλικίας 13 και 14 ετών. Μεταξύ των 27 αναφορών του ερωτηματολογίου που δόθηκε στα παιδιά για τα δύο θέματα, υπήρχαν και δύο που σχετίζονταν με τις αιτίες της αύξησης της πλανητικής θέρμανσης (του φαινομένου του θερμοκηπίου): η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και η μεγαλύτερη ρύπανση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας. Το 75% περίπου των μαθητών/ριών θεωρεί τη ρύπανση ως μία γενική αιτία για το φαινόμενο του

θερμοκηπίου, ενώ μόνο το 50% περίπου αυτών πιστεύει ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι μία αιτία για την αύξηση της πλανητικής θέρμανσης. Τους ερευνητές τους ενδιέφερε να αναδείξουν τα νοητικά μοντέλα των παιδιών για το πώς αντιλαμβάνονται και για το πώς συνδέονται, ή όχι, αυτά τα δύο θέματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών/ριών συγχέει τις αιτίες δημιουργίας αυτών των δύο προβλημάτων, αφού το 50% πιστεύει ότι το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται ως αιτία της καταστροφής του στρώματος του όζοντος. Την ίδια νοητική σύγχυση φαίνεται να έχουν και οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί της προηγούμενης έρευνας (Dove, 1996).

Οι ίδιοι ερευνητές, Boyes και Stanisstreet (1997), θέλησαν να μελετήσουν τις ιδέες των μαθητών/ριών για το πώς οι εκπομπές καυσαερίων των αυτοκινήτων επηρεάζουν τρία παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα: το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, μείωση του Στρώματος Όζοντος στην ατμόσφαιρα και η Όξινη Βροχή. Με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου σε 1637 μαθητές/ριες, 25 βρετανικών σχολείων, ηλικίας 14-15 ετών, φάνηκε ότι το 65% των παιδιών αναγνωρίζουν ότι τα καυσαέρια των αυτοκινήτων περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα. Σχετικά με τις ιδέες των παιδιών για τη σχέση των εκπομπών καυσαερίων των οχημάτων και της πλανητικής θέρμανσης, ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών/ριών (84%) απάντησε θετικά στην άμεση ερώτηση αναφορικά με το αν τα καυσαέρια του αυτοκινήτου επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Από την περαιτέρω διερεύνηση των απόψεων των παιδιών στην προηγούμενη απάντηση, βρέθηκε ότι το 68% θεωρεί ότι τα αυτοκίνητα περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα και το ίδιο περίπου ποσοστό θεωρεί ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα αέριο του θερμοκηπίου. Περίπου μισοί μαθητές/ριες αποδέχονται και τις δύο απόψεις και άρα επιβεβαιώνουν το ότι το διοξείδιο του άνθρακα από τα αυτοκίνητα συνεισφέρει στην πλανητική θέρμανση. Η ύπαρξη λανθασμένων αντιλήψεων σχετικά με την επίδραση των καυσαερίων των αυτοκινήτων στη μείωση του στρώματος του όζοντος και της όξινης βροχής (όπως βρέθηκε από την ανάλυση των υπόλοιπων ερωτημάτων της έρευνας), αιτιολογείται, από τους ερευνητές, με το γεγονός ότι τα μέσα ενημέρωσης (ιδίως η τηλεόραση) παίζουν ρόλο όχι τόσο στο να κατανοούν ορθά οι μαθητές/ριες τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα, όσο στο να τους καθιστά απλώς ενήμερους για την ύπαρξη αυτών.

Μία έρευνα, που πραγματοποιήθηκε το 1998 από τις ερευνήτριες Mason και Santi, μελέτησε, σε 22 παιδιά Ε΄ τάξης δημοτικού σχολείου (ηλικίας 11-12 ετών), τον τρόπο με τον οποίο συμβαίνει η εννοιολογική αλλαγή και μεταγνωστική ενημερότητα σχετικά με τις αιτίες, τις επιπτώσεις και τις λύσεις που προτείνουν οι μαθητές/ριες για το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Υλοποιήθηκε μέσα σε ένα εποικοδομητικό και συνεργατικό περιβάλλον μάθησης, όπου η συζήτηση και αιτιολόγηση των εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με το θέμα, μεταξύ των μελών των ομάδων, κυριαρχούν στη μαθησιακή διαδικασία. Οι ερευνήτριες δημιούργησαν ένα καινοτόμο αναλυτικό πρόγραμμα σχετικό με τη διδασκαλία

και μάθηση της οικολογίας, το οποίο εφαρμόστηκε σε ένα σχολείο της Ιταλίας (Πάντοβα). Την εφαρμογή της καινοτόμου παρέμβασης ανέλαβαν εκπαιδευτικοί που είχαν πρώτα εκπαιδευτεί σε ένα κοινωνικό-επικοινωνιακό περιβάλλον μάθησης, για δύο φορές την εβδομάδα, διάρκειας ενός ολόκληρου διδακτικού έτους. Οι απόψεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναδύθηκαν, μέσα από την απομαγνητοφώνηση των μαθημάτων που έγιναν για το φαινόμενο αυτό και μέσα από μία αρχική και μία τελική συνέντευξη, διάρκειας 25 και 30 λεπτών αντίστοιχα, που έδωσαν τα παιδιά.

Τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων πριν τη διδασκαλία του φαινομένου του θερμοκηπίου, έδειξαν ότι τα παιδιά είχαν διάφορες αντιλήψεις λανθασμένες για τις αιτίες και τις επιπτώσεις του φαινομένου καθώς και για τις λύσεις που πρότειναν για να αντιμετωπιστεί αυτό. Μόνο δύο παιδιά ανέφεραν ως αιτία του φαινομένου του θερμοκηπίου τα καυσαέρια που προέρχονται από τις εξατμίσεις των οχημάτων, τα οποία απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Τα υπόλοιπα παιδιά διατύπωσαν λανθασμένες αντιλήψεις για το φαινόμενο. Ως προς τις λύσεις που πρότειναν για την αντιμετώπιση του φαινομένου, δύο παιδιά ανέφεραν *“τη μείωση τουλάχιστον στο μισό της χρήσης των αυτοκινήτων και την προσπάθεια για εξεύρεση λιγότερο ρυπογόνων οχημάτων”*. Ωστόσο, δεν έκαναν καμία αναφορά στην απελευθέρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, ενός από τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου που ευθύνεται για την πλανητική θέρμανση. Ακόμα, τρία παιδιά έκαναν μία γενική αναφορά στο *“να μη ρυπαίνουμε τόσο πολύ”*, χωρίς καμία ειδική αναφορά στους παράγοντες που συνδέονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα υπόλοιπα παιδιά ανέφεραν εναλλακτικές αντιλήψεις, οι οποίες δε συνάδουν με τις κυρίαρχες επιστημονικές απόψεις.

Οι συνεντεύξεις που ακολούθησαν την διδακτική παρέμβαση, έδειξαν ότι 10 μαθητές/ριες είχαν κατανοήσει το φαινόμενο από όλες τις πλευρές, ενώ άλλα δύο είχαν κατανοήσει αρκετά καλά το φαινόμενο. Ως προς τη μεταγνωστική ενημερότητα των μαθητών/ριών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου πέντε μαθητές/ριες αναγνώριζαν σε ικανοποιητικό βαθμό ότι είχαν πετύχει την εννοιολογική αλλαγή και κατανοήσει τους βασικούς λόγους για την ύπαρξη του φαινομένου, όπως για παράδειγμα του παιδιού που πίστευε αρχικά ότι η λάβα των ηφαιστειών δημιουργεί την πλανητική θέρμανση, ενώ μετά θεωρούσε ότι *“η ιδέα που συζητήσαν στην ομάδα ότι το διοξείδιο του άνθρακα που αυξάνεται και παγιδεύει περισσότερο τη θερμότητα φαίνεται να είναι η πιο σωστή”*. Τέλος, οχτώ παιδιά αναγνώρισαν ότι είχαν πετύχει πλήρως την εννοιολογική κατανόηση του φαινομένου, που τους οδηγούσε στο να ενσωματώνουν τις νέες ιδέες μέσα στο πλαίσιο των εννοιών της οικολογίας.

Έτσι, βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της εννοιολογικής κατανόησης του θέματος του φαινομένου του θερμοκηπίου και της μεταγνωστικής ενημερότητας για την αλλαγή των αναπαραστάσεων από τα παιδιά. Οι μαθητές/ριες που κατανόησαν καλύτερα το

φαινόμενο ήταν αυτοί/ές που αναγνώρισαν καλύτερα τις αρχικές τους έννοιες και την ανάγκη διόρθωσης όσων δοκίμασαν στην προσπάθειά τους να ενσωματώσουν τη νέα γνώση στις ήδη υπάρχουσες εννοιολογικές δομές.

Οι Summers και συν. (2000), προσπάθησαν μέσα από διάφορες συνεντεύξεις να εξάγουν το πώς κατανοούν 12 Βρετανοί εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης τέσσερα περιβαλλοντικά θέματα: τη βιοποικιλότητα, τον κύκλο του άνθρακα, το στρώμα του όζοντος και την πλανητική θέρμανση. Οι συγκεκριμένοι εκπαιδευτικοί είχαν ικανοποιητικές γνώσεις για θέματα φυσικών επιστημών. Για την εξαγωγή των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για την πλανητική θέρμανση, οι ερευνητές/ριες αρχικά τους έδειξαν δύο εικόνες (1^η: ένας κηπουρός έχει αφήσει την άνεση του σπιτιού του που θερμαίνεται με τη χρήση γαιάνθρακα, για να πάει να φροντίσει τα νέα φυτά που μεγαλώνουν μέσα σε ένα θερμοκήπιο, 2^η: απεικονίζει ένα τυπικό Βρετανικό μαγαζί σε περίοδο καύσωνα, όπου οι κάτοικοι καταφεύγουν σε αυτό γιατί έχει ένα κλιματιστικό που δουλεύει στο φουλ), για τις οποίες θα έπρεπε να εκφράσουν τις απόψεις τους για το πώς σχετίζονταν αυτές με την πλανητική θέρμανση. Στη συνέχεια, τους έδωσαν 10 επιστημονικά αποδεκτές προτάσεις που σχετίζονται με το θέμα, για τις οποίες κάθε εκπαιδευτικός θα έπρεπε να απαντήσει επιλέγοντας το σωστό, το λάθος, δεν κατανοώ ή δεν είμαι σίγουρος και να δικαιολογήσει την κάθε επιλογή του/ης.

Από την ανάλυση των συνεντεύξεων, μεταξύ άλλων μόλις ένας εκπαιδευτικός είχε κατανοήσει ότι το διοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες οδηγεί στην επιδείνωση του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου, το οποίο μπορεί να ευθύνεται για την πλανητική θέρμανση. Επίσης, έξι εκπαιδευτικοί γνώριζαν ότι το διοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες θερμαίνει την ατμόσφαιρα αλλά όχι τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αυτό, ενώ άλλοι έξι ισχυρίζονταν ότι αναγνώριζαν τις πιθανές αιτίες για την πλανητική θέρμανση, ανθρώπινες δραστηριότητες ή κύκλος του άνθρακα, αλλά μόλις δύο από αυτούς/ές δήλωναν την ανάγκη για δράση σε περίπτωση που οι πρώτες αποδεικνύονταν ότι συμμετείχαν ενεργά ως αιτίες. Τέλος, τέσσερις εκπαιδευτικοί πίστευαν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται αποκλειστικά στις ανθρώπινες δραστηριότητες (λανθασμένη αντίληψη) και φαίνονταν ότι δεν γνώριζαν το ρόλο του κανονικού φαινόμενου του θερμοκηπίου στη διατήρηση της γήινης θερμοκρασία σε επίπεδα ικανά να προάγουν τη ζωή.

Παρόμοια έρευνα πραγματοποίησαν οι ίδιοι ερευνητές/ριες (Summers et al., 2001), σε 120 υποψήφιους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και σε 88 υποψήφιους εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αυτοί συμπλήρωσαν το ίδιο ερωτηματολόγιο με τους προηγούμενους εκπαιδευτικούς. Ως προς τις αντιλήψεις τους για την πλανητική θέρμανση, η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπήρξε ουσιαστική κατανόηση ως προς το ότι το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί το πιο σημαντικό αέριο του

θερμοκηπίου, για το οποίο ευθύνεται ο άνθρωπος, ως προς το ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες αυξάνουν το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα λόγω της καύσης των ορυκτών καυσίμων και ως προς την αβεβαιότητα για τις αιτίες της πλανητικής θέρμανσης (είτε εξαιτίας του κύκλου του άνθρακα είτε εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων).

Οι Andersson και Wallin (2000), πραγματοποίησαν μία έρευνα για να αναδείξουν τον τρόπο με τον οποίο οι Σουηδοί μαθητές/ριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ηλικίας 15-16 και 18-19 ετών), δίνουν εξηγήσεις για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, για το πώς πιστεύουν ότι μπορεί η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα να επηρεάσει την κοινωνία και για το πώς εξηγούν ότι η μείωση του στρώματος του όζοντος αποτελεί πρόβλημα. Η παρούσα έρευνα αποτελεί ένα κομμάτι ενός προγράμματος που πραγματοποιήθηκε στη Σουηδία το 1999 και είχε τίτλο: «Θεματική Κατάσταση του Κόσμου», όπου θέματα σχετικά με την ενέργεια, την αύξηση του πληθυσμού, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και το ρόλο του στρώματος του όζοντος, τον παγκόσμιο κύκλο του νερού, τη βιοποικιλότητα, τη φτώχεια, τον πλούτο κ.ά. μελετήθηκαν.

Αναφορικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συγκεκριμένα με το ερώτημα *“πώς πιστεύουν οι μαθητές/ριες ότι μπορεί η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα να επηρεάσει την κοινωνία”*, συμμετείχαν 637 μαθητές/ριες. Μέσα από τις συνεντεύξεις που έδωσαν, γύρω στο 75% των μαθητών/ριών πρότεινε ότι οι βιομηχανικές και αναπτυσσόμενες χώρες θα πρέπει να περιορίσουν δραστικά της εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, όσον αφορά στην αναζήτηση των συνεπειών από τις επιλογές τους στη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, ένα 23% των παιδιών ηλικίας 15-16 ετών και ένα 19% των παιδιών ηλικίας 18-19 ετών θεώρησαν ότι ο τομέας των μεταφορών θα πρέπει να επηρεαστεί. Θα πρέπει, δηλαδή, να παράγονται λιγότερα αυτοκίνητα και να χρησιμοποιείται περισσότερο η δημόσια συγκοινωνία. Ένας άλλος τομέας που θα επηρεαστεί είναι αυτός της ενέργειας, όπου το 11% των μαθητών/ριών της Γ΄ γυμνασίου και το 15% αυτών της Γ΄ λυκείου προτείνουν την ανάγκη για μετάβαση σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας (νερό, αέρας και ήλιος), για περιορισμό της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και για εξοικονόμηση ενέργειας. Αξιόλογα είναι τα ποσοστά των μαθητών/ριών των δύο τάξεων που δηλώνουν ότι τα εργοστάσια είτε θα πρέπει να μειώσουν την παραγωγή τους είτε να κλείσουν είτε στο να στραφούν σε φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και έρευνες (17% και 16%).

Οι ερευνητές/ριες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ενώ το 50% των μαθητών/ριών σχεδόν έχει μία ριζοσπαστική στάση προς τον περιορισμό του διοξειδίου του άνθρακα, ωστόσο δεν αναγνωρίζει ότι μία τέτοια πρακτική θα έχει παγκόσμιες επιπτώσεις τόσο στην οικονομία όσο και στην κοινωνία και το περιβάλλον. Και αυτό θα είναι κυρίαρχο όσο

το σχολικό σύστημα εξακολουθεί να εμμένει στη διδασκαλία των γνωστικών αντικειμένων ξεχωριστά και όχι διαθεματικά.

Ο Khalid (2003), προσπάθησε μέσα από την έρευνα του σε 27 τεταρτοετείς φοιτητές/ριες, που σε ένα με δύο χρόνια θα εργάζονταν ως εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, να προσδιορίσει τη γνώση και τον τρόπο κατανόησης τους σχετικά με τρία περιβαλλοντικά θέματα: το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, τη μείωση του Στρώματος του Όζοντος και την Όξινη Βροχή. Επίσης, θέλησε να προσδιορίσει και τις λανθασμένες αντιλήψεις που είχαν οι φοιτητές/ριες για τη φύση, τις αιτίες και τις συνέπειες των τριών αυτών θεμάτων. Το εργαλείο της έρευνας του ερευνητή ήταν ένα ερωτηματολόγιο, ίδιο με αυτό της Dove (1996), που αποτελούνταν από 30 αναφορές-καταστάσεις που όριζαν τα τρία θέματα. Οι 15 από αυτές σχετίζονταν με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι φοιτητές/ριες καλούνταν αρχικά να εκφράσουν το βαθμό συμφωνίας τους ή όχι με τη βοήθεια μιας κλίμακας Likert με πέντε επιλογές και στη συνέχεια να δικαιολογήσουν την επιλογή τους. Με αυτό τον τρόπο θα διακρίνονταν τυχόν παρανοήσεις σχετικά με τα τρία αυτά περιβαλλοντικά θέματα.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα που σχετίζονταν με το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, η συχνότητα των σωστών αποκρίσεων, που συνέδεαν το φαινόμενο αυτό με το διοξείδιο του άνθρακα και με την επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ήταν πολύ υψηλή. Συγκεκριμένα, η αναφορά στο ότι *“το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άφθονο αέριο του θερμοκηπίου”*, απαντήθηκε σωστά από το 93% των φοιτητών/ριών. Αυτή η αναφορά είχε σκοπό να διερευνήσει τη γνώση τους σχετικά με το ποια αέρια της ατμόσφαιρας συνθέτουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μεταξύ των ορθών αιτιολογήσεων της επιλογής αυτής ήταν η απελευθέρωση ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα από τα αυτοκίνητα, τις βιομηχανίες και τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος (εξαιτίας της καύσης ορυκτών καυσίμων). Ωστόσο, εκφράστηκαν και αρκετές παρανοήσεις κατά τη διάρκεια της αιτιολόγησης της επιλογής τους, με συχνότερες αυτές που συγχέουν το φαινόμενο αυτό με τη μείωση του στρώματος του όζοντος (*“το διοξείδιο του άνθρακα βοηθάει στην καταστροφή του στρώματος του όζοντος”*).

Σκοπός της πέμπτης αναφοράς *“το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αποκλειστικά αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας”* ήταν να εξάγει τις απόψεις των φοιτητών/ριών για τις αιτίες του φαινομένου του θερμοκηπίου. Περίπου το 89% του δείγματος απάντησε σωστά σε αυτή την αναφορά, ότι δηλαδή δεν ευθύνονται μόνο οι άνθρωποι για την απελευθέρωση ποσοτήτων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, αλλά και διάφορα φυσικά φαινόμενα, όπως τα ηφαίστεια, οι βακτηριακές δραστηριότητες και η αναπνοή που παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο. Οι παρανοήσεις σχετίζονταν και πάλι με την σύγχυση που έχουν διάφορα άτομα σχετικά με

το ότι η μείωση του στρώματος του όζοντος στην ατμόσφαιρα προκαλείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ο Khalid, κλείνοντας την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνάς του, προτείνει ότι για να αποφεύγονται οι λανθασμένες απόψεις και αντιλήψεις θα πρέπει οι ερευνητές/ριες της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών να ενσωματώσουν διάφορα περιβαλλοντικά θέματα και προβλήματα στις αίθουσες διδασκαλίας των φυσικών επιστημών του πανεπιστημίου (Littledyke, 1996). Οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών είναι ανάγκη να εμπλακούν, μέσα από συνεργατικές και εποικοδομητικές μεθόδους διδασκαλίας, με τέτοια αφαιρετικά περιβαλλοντικά ζητήματα. Για να μειωθούν οι παρανοήσεις τους και άρα να μη μεταφέρονται αυτές και στους/ις μαθητές/ριες της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Τις απόψεις και αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τις Κλιματικές Αλλαγές, καθώς και για το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και τη μείωση του Στρώματος του Όζοντος στην ατμόσφαιρα, θέλησε να διερευνήσει και η Papadimitriou (2004). Η έρευνα της επικεντρώθηκε στις α) απόψεις τους σχετικά με την ύπαρξη των κλιματικών αλλαγών και τις ενδείξεις που χρησιμοποιούν για να αποδείξουν τις απόψεις τους, β) ιδέες τους για τις αιτίες των κλιματικών αλλαγών και γ) στις ιδέες τους σχετικά με τις δράσεις που πρέπει να γίνουν για να μειωθούν οι κλιματικές αλλαγές. Ταυτόχρονα, διερευνήθηκαν και οι απόψεις τους για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της μείωσης του στρώματος του όζοντος, επειδή, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, πολλοί/ές συγχέουν το τελευταίο με τις κλιματικές αλλαγές.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 172 πρωτοετείς φοιτητές/ριες, μελλοντικοί εκπαιδευτικοί στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οι οποίοι/ες για δύο χρόνια συμμετείχαν σε μαθήματα φυσικών επιστημών, εμπνευσμένα από τις ιδέες της STS αντίληψης και από την εποικοδομητική αντίληψη για τη διδασκαλία και μάθηση. Η χρήση ενός ανοικτού τύπου ερωτηματολογίου, για μεγαλύτερη εμπάθυση στην σκέψη των φοιτητών/ριών, περιλάμβανε, μεταξύ άλλων, ερωτήσεις για τις απόψεις που είχαν οι φοιτητές/ριες για τις αιτίες των κλιματικών αλλαγών και για το τι πρέπει να γίνει για να επιβραδυνθούν οι κλιματικές αλλαγές.

Ως προς τις αιτίες των κλιματικών αλλαγών, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, φάνηκε ότι οι φοιτητές/ριες παρουσιάζουν ένα μεγάλο εύρος λανθασμένων απόψεων. Το 50% περίπου, θεωρεί ότι η αιτία είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου (δεύτερο στη συχνότητα επιλογών, με πρώτη την τρύπα του όζοντος σε ποσοστό 70%), ενώ μόλις 16% δηλώνει τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, το 10% τα καυσαέρια των βιομηχανιών και μόλις το 7% την υπερκατανάλωση των φυσικών πόρων, ως αιτίες των κλιματικών αλλαγών.

Όσον αφορά στις απόψεις των φοιτητών/ριών για τις απόψεις τους για το πως μπορούν να μειωθούν οι κλιματικές αλλαγές, δηλώνουν γενικές δράσεις που σχετίζονται

με την καταστροφή του περιβάλλοντος, οι οποίες θα μπορούσαν να ταιριάξουν με πολλά άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα (συμμετοχή σε περιβαλλοντικές οργανώσεις, αύξηση της ενημερότητας και υπευθυνότητας των πολιτών κ.ά.) και όχι συγκεκριμένες πρακτικές προτάσεις κατάλληλες για τη μείωση. Τέτοιες προτάσεις σχετίζονται με τη μείωση της χρήσης των αυτοκινήτων (13%) και τη χρήση εναλλακτικών (ανανεώσιμων) πηγών ενέργειας (8%), ενώ κανείς δε φαίνεται να συνδέει τα παραπάνω με το ρόλο που παίζει το διοξείδιο του άνθρακα στην επιδείνωση των κλιματικών αλλαγών. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με την έρευνα, μόλις το 29% των ερωτηθέντων αναγνωρίζει το διοξείδιο του άνθρακα ως ένα από τα συστατικά που αποτελούν τα αέρια του θερμοκηπίου.

Αυτό που βγαίνει ως συμπέρασμα, σύμφωνα με την ερευνήτρια, είναι ότι, πέρα από τις διάφορες παρανοήσεις που διατυπώνονται από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, όταν τους ζητείται να εκφράσουν τις απόψεις τους για διάφορα περιβαλλοντικά θέματα, τότε απαντούν με ευχέρεια, ενώ αντίθετα, δυσκολεύονται να τα ερμηνεύσουν, χρησιμοποιώντας την ειδική επιστημονική γνώση σε διάφορες διαδικασίες που σχετίζονται με τα παραπάνω θέματα. Έτσι, αναγνωρίζοντας τη δυσκολία των συγκεκριμένων θεμάτων (κλιματικές αλλαγές, φαινόμενο θερμοκηπίου, μείωση του στρώματος του όζοντος), αφού πολλές άλλες έννοιες από διάφορα άλλα επιστημονικά πεδία εμπλέκονται, η ερευνήτρια προτείνει τη χρήση σύγχρονων μεθόδων διδασκαλίας (επικοινωνιακές και συνεργατικές πρακτικές) για την κατανόηση των εννοιών που σχετίζονται με τα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Οι Daniel και συν. (2004), θέλησαν να διερευνήσουν τις ιδέες, επιστημονικές και ιδιόμορφες, των μαθητών/ριών για το βαθμό που διάφορες δράσεις μπορούν να συνεισφέρουν στη μείωση της Πλανητικής Θέρμανσης. Με τη βοήθεια ενός κλειστού ερωτηματολογίου, το οποίο αποτελούνταν από 26 στοιχεία, κάποια επιστημονικά και κάποια λανθασμένα, μελέτησαν τις ιδέες 582 Βρετανών μαθητών/ριών ηλικίας 11-12, 13-14 και 15-16 ετών για το παραπάνω θέμα. Οι λανθασμένες προτάσεις που συμπεριλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο, προήλθαν από μία προηγούμενη διερεύνηση για το πώς θεωρούσαν κάποιοι μαθητές/ριες ότι θα μειωνόταν η πλανητική θέρμανση. Οι επιλογές των απαντήσεων είχαν διαβαθμιστεί ως εξής: "πολύ", "αρκετά", "λίγο", "καθόλου". Στην ανάλυση των αποτελεσμάτων οι δύο πρώτες διαβαθμίσεις ελήφθησαν, από τους ερευνητές, ως θετική απόκριση και οι δύο τελευταίες ως αρνητική απόκριση στις προτάσεις που βοηθούν τη μείωση της πλανητικής θέρμανσης.

Οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες θεώρησαν ότι η μείωση του αριθμού των εργοστασίων (88%), η μείωση της χρήσης των αυτοκινήτων (79%), η χρήση εναλλακτικών μεθόδων για τη δημόσια συγκοινωνία, όπως ηλεκτρικά αυτοκίνητα (78%) και η χρήση εναλλακτικών (ανανεώσιμων) πηγών ενέργειας, όπως ο αέρας, ο ήλιος και τα κύματα

(80%) αποτελούν τους κυριότερους τρόπους με τους οποίους μπορεί να περιοριστεί η πλανητική θέρμανση. Οι επόμενες πιο δημοφιλείς ιδέες των μαθητών/ριών ήταν αυτές που αναφέρονταν στη μείωση της χρήσης του πετρελαίου (65%) ή του γαιάνθρακα (65%) και το φύτεμα περισσότερων δέντρων (64%). Τέλος, λιγότερο δημοφιλείς ιδέες ήταν αυτές που σχετίζονταν με τη μείωση του αριθμού των αεροσκαφών (45%), τη μείωση της χρήσης ηλεκτρισμού (46%) και την ανακύκλωση περισσότερο του χαρτιού (40%).

Η παραγοντική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/ριών οδήγησε στο σχηματισμό 7 παραγόντων. Ο τέταρτος παράγοντας περιλαμβάνει δύο απόψεις με ισχυρό επιστημονικό φορτίο και αναφέρεται στην μείωση της χρήσης των καυσίμων με βασικό συστατικό τον άνθρακα, πετρέλαιο και γαιάνθρακα. Οι άλλοι παράγοντες περιείχαν είτε μόνο λανθασμένες ιδέες είτε επιστημονικές και λανθασμένες ιδέες για τον περιορισμό της πλανητικής θέρμανσης.

Ως συμπέρασμα, οι ερευνητές διατύπωσαν ότι είναι ανάγκη να παρακινηθούν οι μαθητές/ριες να αναλάβουν κάπως τις ευθύνες τους για το πρόβλημα της πλανητικής θέρμανσης, επισημαίνοντας ότι τόσο η ικανότητα όσο και η υπευθυνότητα που θα επιδείξουν οι ίδιοι/ες, μπορεί να συνεισφέρει στην αντιμετώπισή της. Επομένως, οι λύσεις δε βρίσκονται έξω από το πεδίο της δικής τους δράσης (μείωση εργοστασίων ή αυτοκινήτων), αλλά ότι μπορούν και αυτοί/ές με απλούς τρόπους να βοηθήσουν (εξοικονόμηση ενέργειας, ανακύκλωση χαρτιού), στοιχεία που συνάδουν με την αλλαγή του τρόπου ζωής τους.

Ταυτόχρονα, επισημαίνουν ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να αποτελούν μία καλά αποδεκτή ιδέα για τη μείωση της πλανητικής θέρμανσης, ωστόσο προβάλλει το αντεπιχείρημα του “ενεργειακού κενού” που θα επέλθει αν στραφεί η κοινωνία προς αυτές, αφού θα χρειαστεί αρκετή έρευνα και άρα χρόνο. Ίσως το κενό αυτό, υποστηρίζουν οι ερευνητές, το καλύψει η πυρηνική ενέργεια παρόλες τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της. Κλείνοντας, για να αποφευχθεί από τους/τις μαθητές/ριες η σύγχυση των εννοιών που εμπλέκονται στην πλανητική θέρμανση, αφού και δύσκολες και περίπλοκες είναι, προτείνουν να ταξινομηθεί η γνώση γύρω από τις εξής περιβαλλοντικές δράσεις: “μείωση”, “ανακύκλωση”, “αντικατάσταση” και “αύξηση”. “Μείωση” της χρήσης της ενέργειας είτε άμεσα (εξοικονόμηση ηλεκτρισμού) όσο και έμμεσα (τα καταναλωτικά αγαθά έχουν ένα ενεργειακό κόστος), “ανακύκλωση” τόσο σε προσωπικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο σχολείου που ισοδυναμεί με το σώσιμο δέντρων τα οποία απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα, “αντικατάσταση” της παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα με την παραγωγή ενέργειας από την πυρηνική ενέργεια και “αύξηση” όπως η ανακύκλωση που αντιπροσωπεύει μία θετική δραστηριότητα και μπορεί να έχει σχέση με τη δεντροφύτευση, η οποία μπορεί να δεσμεύσει το αυξημένο διοξείδιο του άνθρακα.

Λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη για ανάληψη προσωπικής δράσης για την αντιμετώπιση της πλανητικής θέρμανσης, οι Devine-Wright και συν. (2004) πραγματοποίησαν μία έρευνα στη Βρετανία για ανακαλύψουν τις απόψεις των παιδιών για την πλανητική θέρμανση και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εστιάζοντας στις ψυχολογικές διεργασίες που συντελούνται, καθώς αυτές αναμιγνύονται με τις περιβαλλοντικές συμπεριφορές, όπως προσωπική ενημερότητα, περιβαλλοντικό ενδιαφέρον και ανάληψη υπευθυνότητας. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές/ριες θέλησαν να δουν αν τα παιδιά που ήταν έμπειρα στη συνεργατική μάθηση (ως μέλη του εκπαιδευτικού οργανισμού "Woodcraft Folk") θα ήταν πιο αυτο-αποτελεσματικά και πιο έτοιμα να αναλάβουν δράση για την πλανητική θέρμανση και θα επιδείκνυαν σε μεγαλύτερο βαθμό το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον τους και τη συναίσθηση της προσωπικής υπευθυνότητας στο να κάνουν κάτι για αυτό το θέμα, σε σχέση με ένα δείγμα παιδιών, ίδιας ηλικίας, που δεν είχαν εκτεθεί σε τέτοιες μαθησιακές καταστάσεις. Ο εκπαιδευτικός οργανισμός "Woodcraft Folk" είναι εκπαιδευτικό φιλανθρωπικό ίδρυμα, όπου σκοπό έχει το κτίσιμο ενός κόσμου που θα βασίζεται στην ισότητα, τη φιλία, την ειρήνη και τη συνεργασία. Μετέχουν τόσο παιδιά όσο και ενήλικες και των δύο φύλων.

Στην έρευνα συμμετείχαν 198 άτομα, όπου τα 82 ήταν παιδιά-μέλη του "Woodcraft Folk", ηλικίας 9-12 ετών, τα 59 από διάφορα δημοτικά σχολεία της Αγγλίας (συγκριτικό δείγμα), ηλικίας 9-12 ετών κι ένα δείγμα από ενήλικα-μέλη του "Woodcraft Folk". Η μελέτη μοιράστηκε είτε μέσω του διαδικτυακού τόπου του "Woodcraft Folk" είτε μέσω ερωτηματολογίου. Οι ερωτήσεις σχετίζονταν με το επίπεδο ενημερότητας, με την ιδιαίτερη ενημερότητα που αλλάζει ανάλογα με τις καταστάσεις που συμβαίνουν, με την παρουσίαση των ιδιαίτερων πηγών πληροφόρησης (σχολείο, φίλοι και οικογένεια) και με την ενημερότητα για πρακτικές δράσεις που συνδέονται με την πλανητική θέρμανση. Υπήρχαν ερωτήσεις για το πώς αντιλαμβάνονται την αυτο-αποτελεσματικότητα στη μείωση των αρνητικών συνεπειών της πλανητικής θέρμανσης και τέλος ερωτήσεις για το ενδιαφέρον και τον τρόπο αντίληψης της υπευθυνότητας για ειδικά ενεργειακά ζητήματα (διατήρηση ενέργειας και ανανεώσιμη ενέργεια).

Από τις στατιστικές αναλύσεις των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι τα παιδιά του "Woodcraft Folk" έδειξαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ενδιαφέροντος για τη χρήση των ορυκτών καυσίμων ως πηγών ενέργειας σε σχέση με το συγκριτικό δείγμα των μαθητών/ριών των δημοτικών σχολείων (28,2% έναντι 5,4%). Επίσης τα παιδιά του "Woodcraft Folk" έδειξαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα της υπευθυνότητας που αναλαμβάνουν ιδιαίτερα για θέμα διατήρησης της ενέργειας (69,3%) και της χρήσης της ανανεώσιμης ενέργειας (56,9%) σε αντίθεση με τα παιδιά του συγκριτικού δείγματος (46,2% και 33,9% αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι συγκεκριμένες φόρμες καταστασιακών επιρροών που εκτίθενται σε συνεργατικά μαθησιακά περιβάλλοντα, έξω

από το τυπικό σχολικό πρόγραμμα και για παιδιά ίδιας ηλικίας, μπορεί να έχουν σημαντική και θετική επίδραση στον τρόπο σκέψης των παιδιών αυτών. Και μια τέτοια φόρμα αποτελεί το “Woodcraft Folk”, στο οποίο τα παιδιά μαθαίνουν μέσα από ένα συνεργατικό και ενεργητικό πλαίσιο να αποκτούν την αίσθηση της υπευθυνότητας και της αυτό-αποτελεσματικότητας, σε αντίθεση με τη συνηθισμένη ανταγωνιστική και παθητική προσέγγιση που ισχύει στα τυπικά σχολεία. Επομένως, όταν οι μαθητές/ριες εμπλέκονται σε κοινωνικές, οικονομικές, πολιτικές και ηθικές καταστάσεις τότε υιοθετούν πιο εύκολα προ-περιβαλλοντικές συμπεριφορές.

Τελειώνοντας τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, οι Lester και συν. (2006), θέλησαν μέσα από μια μακρόχρονη διδακτική παρέμβαση σε μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, να εξάγουν τη γνώση περιεχομένου που έχουν γύρω από τις φυσικές επιστήμες και την ενημερότητα του κοινωνικού ακτιβισμού σχετικά με την επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου και της Πλανητικής Θέρμανσης. Μέσα από την παραγωγή κειμένων, ζητιόταν από τους/τις μαθητές/ριες να γράψουν για το πρόβλημα (τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου), για την αιτία (λόγοι για τους οποίους η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αυξάνονται), για την επίπτωση (πιθανές συνέπειες από ένα πιο ζεστό κλίμα στη Γη) και να δώσουν λύσεις για το πρόβλημα (ενημερότητα του κοινωνικού ακτιβισμού).

Στην έρευνα συμμετείχαν 5 δημοτικά σχολεία των νοτιοανατολικών Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, με ένα αρκετά διαφοροποιημένο μαθητικό πληθυσμό, ως προς την εθνότητα τους και την κατοχή της μητρικής γλώσσας. Από τους 611 μαθητές/ριες που συμμετείχαν στο τριετές εκπαιδευτικό πρόγραμμα, μελετήθηκαν οι 420 για το τρίτο έτος του προγράμματος που είχε ως τίτλο “The Living Planet” και διήρκεσε ένα σχολικό έτος (2002-2003). Μεταξύ των μαθημάτων που πραγματοποιήθηκαν, ήταν κι αυτό που αναφερόταν στο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Οι δραστηριότητες του μαθήματος ήταν οι εξής: α) να συντάξουν μία συνέντευξη από έναν/μία ενήλικα/η συγγενή τους για να καταγράψουν τις απόψεις του/ης σχετικά με τις αλλαγές που έχουν παρατηρήσει στον καιρό κατά τη διάρκεια της ζωής του/ης, με το τι σημαίνει φαινόμενο του θερμοκηπίου και με το αν και πόσο ο/η συγγενής θα ανησυχούσε για το ότι το κλίμα της Γης γίνεται θερμότερο, β) να εξάγουν τη σχέση μεταξύ του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και της επιφανειακής θερμοκρασίας του πλανήτη, γ) να συγκρίνουν τη θερμοκρασία της Γης και την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα τον τελευταίο αιώνα και δ) να γράψουν μία ανακοίνωση για τις δημόσιες υπηρεσίες που να γνωστοποιεί στους πολίτες την πλανητική θέρμανση.

Για να αξιολογήσουν τη γνώση περιεχομένου, τον κοινωνικό ακτιβισμό και τις υποστηρικτικές αναφορές τους σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την πλανητική θέρμανση, έδωσαν στους μαθητές/ριες ένα γραπτό κείμενο, όπου μέσα από

μία ραδιοφωνική ανακοίνωση για τους πιθανούς κινδύνους από την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, τους/ις ζητούσαν να περιγράψουν στους ακροατές τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τους λόγους για τους οποίους η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αυξάνεται και τις πιθανές επιπτώσεις ενός πιο θερμού κλίματος στη Γη, ιδιαίτερα για την περιοχή που ζουν.

Τα κείμενά τους, πριν και μετά την παρέμβαση, για τη γνώση του περιεχομένου, αναλύθηκαν με τη βοήθεια μιας πεντάβαθμης αξιολογικής κλίμακας (καμία απάντηση, ανακριβής απάντηση, διαφαινόμενη απάντηση, ικανοποιητική απάντηση και πλήρως κατανοητή απάντηση). Αυτές οι απαντήσεις ταξινομήθηκαν μετά σε δύο κατηγορίες: οι δύο πρώτες ως “χαμηλή επιτυχία” και οι τρεις τελευταίες ως “υψηλή επιτυχία”. Η γνώση περιεχομένου αναφερόταν στις διαδικασίες σχηματισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου, στις αιτίες αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου και τις πιθανές συνέπειες από την υπερθέρμανση του πλανήτη. Όσον αφορά στις αιτίες η επιστημονική άποψη συνοψιζόταν στο εξής σκεπτικό:

“Το διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα καθώς τα ορυκτά καύσιμα όπως το ο γαιάνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο καίγονται.... Τα ορυκτά καύσιμα χρησιμοποιούνται για να παραχθεί ηλεκτρική ισχύς από τα εργοστάσια, για να κινηθούν τα αυτοκίνητα και άλλα μέσα συγκοινωνιακά μέσα και για να παραχθεί ηλεκτρισμός στα σπίτια μας και στις επιχειρήσεις”.

“Το κόψιμο των δέντρων για να εκκενωθούν δασικές περιοχές, η λεγόμενη καταστροφή των δασών, επίσης προκαλεί την αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου.... Οι χωματερές, οι ορυζώνες και τα βοοειδή απελευθερώνουν άλλο ένα μικρότερο σε ποσοστό αέριο του θερμοκηπίου, το μεθάνιο”.

Ο κοινωνικός ακτιβισμός αξιολογήθηκε ως ορθός ή λανθασμένος ακτιβισμός, όταν οι μαθητές/ριες μπορούσαν να αναγνωρίσουν ή όχι τρόπους να περιορίσουν ή να σταματήσουν την παραγωγή των αερίων του θερμοκηπίου και άρα να μετριάσουν την εξέλιξη της πλανητικής θέρμανσης. Ως ορθά παραδείγματα κοινωνικού ακτιβισμού οι ερευνητές θεώρησαν τα εξής:

“τη μη χρήση αυτοκινήτων, την ανακύκλωση, το σώσιμο των δέντρων, την αποφυγή κάθε είδους ρύπανσης, την ανακύκλωση αγαθών, το να μην απελευθερώνουμε χωρίς λόγο αέρια στην ατμόσφαιρα, τη χρήση αυτοκινήτων που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια, διότι εξοικονομείται πετρέλαιο και περιορίζει το ορυκτά καύσιμα και την εξοικονόμηση ενέργειας πριν είναι πολύ αργά (κλείσιμο για παράδειγμα των φώτων του σπιτιού όταν δεν χρειάζονται)”

Οι υποστηρικτικές αναφορές αξιολογήθηκαν ως ορθές ή λανθασμένες όταν μπορούσαν ή όχι αντίστοιχα οι μαθητές/ριες να περιγράψουν τα οφέλη του φαινομένου του θερμοκηπίου, να αναφέρουν τις επιρροές των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην

επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου ή να διατυπώσουν τις πιθανές βλάβες στον άνθρωπο ή την άγρια ζωή από την επιδείνωση του φαινομένου.

Τα αποτελέσματα ως προς τον κοινωνικό ακτιβισμό έδειξαν ότι μετά την διδακτική παρέμβαση περισσότεροι μαθητές/ριες έδωσαν σωστές απαντήσεις για τις δράσεις που πρέπει να λάβουν για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της πλανητικής θέρμανσης (6% του δείγματος πριν και 24% μετά). Ως προς τη γνώση του περιεχομένου, φάνηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές/ριες πριν την παρέμβαση έδειχναν να μην έχουν καταλάβει καλά την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της πλανητικής θέρμανση (μόλις 7% των μαθητών/ριών/), ενώ μετά αυτή αυξήθηκε σημαντικά μετά την παρέμβαση (31%). Ωστόσο, πολλοί/ές ήταν οι μαθητές/ριες και στις δύο περιπτώσεις (γνώση περιεχομένου και κοινωνικός ακτιβισμός) που δεν είχαν καλή κατανόηση του φαινομένου ή που δεν έδιναν σωστές απαντήσεις για τις δράσεις που πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπισή του. Τέλος, ως προς τη σχέση μεταξύ της γνώσης περιεχομένου και του ακτιβισμού, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υψηλότερα ποσοστά μαθητών/ριών της “υψηλής επιτυχίας” έδιναν σωστές απαντήσεις παρά αυτοί/ές της “χαμηλής επιτυχίας”, τόσο πριν (36% έναντι 4%) όσο και μετά την παρέμβαση (42% έναντι 16%).

Συμπερασματικά, οι ερευνητές/ριες θεωρούν ότι παρόλη την STS διδακτική προσέγγιση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών που χρησιμοποιήθηκε στην διδακτική παρέμβαση, ωστόσο φυσικά φαινόμενα όπως αυτό της επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου και της πλανητικής θέρμανσης είναι τόσο περίπλοκα που οι μαθητές/ριες εξακολουθούν να δυσκολεύονται με τις έννοιες. Ωστόσο τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές/ριες με ικανοποιητικές γνώσεις φυσικών επιστημών εκφράζουν ακτιβισμό πιο συχνά και ότι η εκδήλωση του ακτιβισμού τους αυξάνεται όσο αποκτούν καλύτερη γνώση περιεχομένου μετά την διδασκαλία. Έτσι, ο κοινωνικός ακτιβισμός φαίνεται να συνοδεύεται από καλύτερη γνώση των κοινωνικών θεμάτων που άπτονται των φυσικών επιστημών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Ερευνητικά ερωτήματα

Η μεγάλη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και των οικονομικών δραστηριοτήτων έχουν οδηγήσει σε αλματώδη αύξηση της ενεργειακής ζήτησης. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας, η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση αναμένεται να αυξηθεί κατά 35-45% μέσα στην επόμενη δεκαπενταετία. Από την άλλη, τις τελευταίες δεκαετίες, η μείωση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακες), καθώς και η ανησυχία για τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις οδήγησε στην στροφή της έρευνας για άλλες πηγές ενέργειας. Έτσι, άρχισε η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οι οποίες δε ρυπαίνουν και έχουν τη δυνατότητα για παραγωγή ποσών ενέργειας που μπορούν να ικανοποιήσουν μεγάλο ποσοστό των ενεργειακών αναγκών του πλανήτη.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτά, σχεδιάστηκε, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα που έχει σκοπό, μέσα από τη μελέτη των χαρακτηριστικών των ορυκτών καυσίμων και των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον, να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές και μαθήτριες ότι η λύση για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούν τα ορυκτά καύσιμα, είναι τόσο η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών όσο και η ανάγκη για Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση της Ενέργειας.

Τα ερωτήματα που διερευνήθηκαν σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας ήταν:

1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τις πηγές ενέργειας και τα διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους;
2. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου;
3. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην καθημερινή ζωή;
4. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;
5. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας;
6. Υπάρχει διαφοροποίηση στις παραπάνω αντιλήψεις των μαθητών/ριών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Εξοικονόμηση Ενέργειας»;

2.2. Ομάδα εφαρμογής

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα, με θέμα τις «*Ανανεώσιμες Πηγές και την Εξοικονόμηση Ενέργειας*», υλοποιήθηκε σε μαθητές και μαθήτριες ηλικίας 11 ετών και συγκεκριμένα σε παιδιά που βρίσκονται στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου. Ο αριθμός των παιδιών ήταν 18, 10 κορίτσια και 8 αγόρια. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στο 2^ο Δημοτικό Σχολείο Βόλου, τον Απρίλιο - Μάιο του 2008 και είχε διάρκεια 4 εβδομάδες. Ξεκίνησε τον Απρίλιο (8 Απριλίου 2008), όπου σε πρώτη φάση οι μαθητές/ριες συμπλήρωσαν το αρχικό ερωτηματολόγιο, μετά από μία εβδομάδα ξεκίνησε η εφαρμογή της παρέμβασης (οι δύο πρώτες διδακτικές ενότητες την εβδομάδα 14 – 18 Απριλίου 2008), μεσολάβησαν οι γιορτές του Πάσχα, στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι υπόλοιπες διδακτικές ενότητες (5 – 22 Μαΐου 2008) και ολοκληρώθηκε μία εβδομάδα μετά (29 Μαΐου 2008) με τη συμπλήρωση του τελικού ερωτηματολογίου.

Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε ο μαθητικός πληθυσμός της Ε΄ τάξης και η χρονική περίοδος το τέλος της σχολικής χρονιάς, ήταν το ότι τα παιδιά έχουν αποκτήσει μια εξοικείωση με την μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών, έχουν διδαχτεί κάποιες εισαγωγικές έννοιες για την *ενέργεια* και έχουν ολοκληρώσει τις ενότητες της *θερμότητας* και του *ηλεκτρισμού*, γεγονός που διευκολύνει την παρέμβασή μας.

Από την άλλη, αποφύγαμε την εφαρμογή της παρέμβασης σε μαθητές/ριες της Στ΄ τάξης, διότι τα παιδιά διδάσκονται την ενέργεια στην αρχή της σχολικής χρονιάς και άρα έχουν αποκτήσει κάποιες ιδέες και απόψεις για τις πηγές ενέργειας (κυρίως συμβατικές) και την εξοικονόμησή της. Με βάση αυτό, θελήσαμε να σχεδιάσουμε, να εφαρμόσουμε και να αξιολογήσουμε το πρόγραμμά μας σε παιδιά που δεν είχαν διδαχτεί τίποτα για ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας, έτσι ώστε να έχουμε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα κατά την ανάλυση των ιδεών και αντιλήψεών τους πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Ωστόσο, η σχολική ύλη του βιβλίου Φυσικών Επιστημών της Ε΄ τάξης περιλαμβάνει ενότητες που σχετίζονται με τις πηγές και τις μορφές ενέργειας.

Αυτό δε σημαίνει ότι το πρόγραμμα δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε μαθητές/ριες της Στ΄ τάξης, ιδίως οι ενότητες που αναφέρονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμησή της και αυτή που αναφέρεται στο Φαινόμενου του θερμοκηπίου, ως μία βασική επίπτωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων από τον άνθρωπο στο περιβάλλον.

2.3. Ενότητα εφαρμογής

Βασικός λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε το θέμα: «**Ανανεώσιμες Πηγές και Εξοικονόμηση Ενέργειας**» ήταν το ότι η Ενέργεια είναι μία έννοια που κατέχει ιδιαίτερη θέση στο αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού σχολείου, εμφανίζεται και σε άλλες γνωστικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών (Ηλεκτρισμός, Θερμότητα, Ήχος, Φως) που διδάσκονται στο Δημοτικό σχολείο και έχει ξεχωριστό ενδιαφέρον για την καθημερινή ζωή και τη διαμόρφωση των παιδιών ως μελλοντικών πολιτών. Το αίτημα της διαμόρφωσης πολιτών ικανών να χρησιμοποιούν την επιστημονική γνώση για τη λήψη αποφάσεων και την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής (UNESCO 1993) καθώς και οι νέες κατευθύνσεις για το περιεχόμενο, τους στόχους και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών που περιγράφονται με τους όρους *επιστήμη για όλους* (science for all) και *επιστημονικός-τεχνολογικός εγγραμματισμός* (scientific – technological literacy), αποτέλεσαν επιπλέον κριτήρια για το σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης.

Ταυτόχρονα, τον τελευταίο καιρό με αφορμή τα όσα συμβαίνουν σε παγκόσμιο επίπεδο αναφορικά με την ενέργεια (άνοδος τιμών πετρελαίου, μείωση αποθεμάτων, αύξηση στη ζήτηση ενέργειας) και με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος από την αξιοποίηση των εξαντλήσιμων ορυκτών καυσίμων (ατμοσφαιρική ρύπανση, φαινόμενο θερμοκηπίου-υπερθέρμανση του πλανήτη, όξινη βροχή), το θέμα της Ενέργειας αποκτά ένα επιπρόσθετο ενδιαφέρον για μελέτη. Όχι τόσο η μελέτη των συμβατικών πηγών ενέργειας (ορυκτά καύσιμα), όσο η σπουδή γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, των οποίων η ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, ιδίως μετά τις πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και 1979 έχει ενταθεί και πρόκειται να ενισχυθεί περισσότερο μετά την κατακόρυφη άνοδο των τιμών του πετρελαίου τα τελευταία τρία χρόνια.

Βέβαια, η μελέτη των Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας, ως η ενεργειακή βάση για μία βιώσιμη κοινωνία του μέλλοντος, δεν θα μπορούσε να γίνει χωρίς την αναφορά στους τρόπους Εξοικονόμησης και Ορθολογικής χρήσης της ενέργειας. Και αυτό γιατί οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ μπορούν να χρησιμοποιούνται επ' άπειρον, δεν μπορούν να υποστηρίξουν το ανθρώπινο πληθυσμιακό μέγεθος που αυξάνεται με τεράστιους ρυθμούς, ούτε μία κοινωνία που η οικονομική ανάπτυξή της, μετά τη βιομηχανική επανάσταση, στηρίζεται στις ενεργοβόρες πηγές ενέργειας των ορυκτών καυσίμων. Η αποτελεσματικότερη χρήση της ενέργειας, μέσα από την εξοικονόμησή της, σημαίνει την ικανοποίηση των ίδιων ενεργειακών αναγκών, με τη χρησιμοποίηση λιγότερης ενέργειας. Πράγμα που ισοδυναμεί με εξοικονόμηση χρημάτων, λιγότερη ρύπανση, εξοικονόμηση μη ανανεώσιμων πόρων και λιγότερες κοινωνικές συγκρούσεις.

Επειδή, με αφετηρία όλες αυτές τις ραγδαίες εξελίξεις στο ενεργειακό πεδίο, αρκετά ζητήματα δεν αποτυπώνονται στα αναλυτικά εκπαιδευτικά προγράμματα του δημοτικού

σχολείου, κρίθηκε σκόπιμο να σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα που να φέρνει τους/ις μαθητές/ριες γνωστικά και συναισθηματικά κοντά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση της ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, τα εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών των Ε΄ και Στ΄ τάξεων του Δημοτικού σχολείου αφιερώνουν ένα πολύ μικρό μέρος της διδακτέας ύλης τους στις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση της ενέργειας, ενώ δεν κάνουν καμία αναφορά στις επιπτώσεις των συμβατικών πηγών ενέργειας στο περιβάλλον.

Πρόσθετος λόγος για την επιλογή του περιεχομένου αποτέλεσε το γεγονός ότι ενώ το θέμα της ενέργειας και οι επιπτώσεις των συμβατικών πηγών ενέργειας στο περιβάλλον έχουν διερευνηθεί σε μεγάλο ποσοστό, τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο, το θέμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της εξοικονόμησής απουσιάζει από τη διεθνή βιβλιογραφία. Αυτό δυσκολεύει στο να αναζητηθούν οι ιδέες, οι αντιλήψεις και οι ιδιαίτερες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά του δημοτικού σχολείου για τα θέματα αυτά.

Από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ασχοληθήκαμε αναλυτικά με τον ήλιο, τον αέρα και το νερό (κυρίως υδραυλική ενέργεια), ενώ με τη βιομάζα και τη γεωθερμία έγινε απλώς μία μικρή αναφορά, χωρίς να αναφερθούμε σε λεπτομέρειες. Οι λόγοι για τους οποίους ασχοληθήκαμε μόνο με τον ήλιο, τον αέρα και το νερό (ηλιακή, αιολική και υδραυλική ενέργεια) ήταν επειδή πρόκειται για τις πιο διαδεδομένες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα, έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά όπως το ότι μετατρέπουν και οι τρεις την πρωταρχική μορφή τους σε ηλεκτρική μορφή ενέργειας, ενώ οι άλλες δύο (βιομάζα, γεωθερμία) συνδέονται με έννοιες των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες είτε δεν έχουν διδαχτεί είτε είναι σύνθετες και αφηρημένες.

2.4. Πιλοτική έρευνα

Πριν το σχεδιασμό του προγράμματος, πραγματοποιήθηκε αρχικά μία πιλοτική έρευνα στους/ις μαθητές/ριες της τάξης με σκοπό την ανίχνευση των ιδεών τους για έννοιες που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμησή της (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι**). Ο λόγος που έγινε αυτό ήταν για να δούμε σε ποιο βαθμό γνώριζαν έννοιες σχετικές με την ενέργεια, τις πηγές ενέργειας και τη διάκρισή τους σε ανανεώσιμες και μη, περιβαλλοντικά προβλήματα σχετικά με την ενέργεια (ατμοσφαιρική ρύπανση, φαινόμενο θερμοκηπίου) καθώς και τρόπους εξοικονόμησής της. Επίσης, αυτή η έρευνα θα μας έδινε τις γενικές κατευθύνσεις για το πώς θα έπρεπε να σχεδιαστεί το πρόγραμμα. Δηλαδή, πόσες διδακτικές ενότητες θα περιλάμβανε, πόση διάρκεια θα είχαν αυτές και

ποιες γνωστικές περιοχές θα έπρεπε να επιλέξουμε για να αναλύσουμε στα φυλλάδια εργασίας που θα δίνουμε στα παιδιά.

Πιο αναλυτικά, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, όπου τα παιδιά έπρεπε να αναφέρουν τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που γνώριζαν και τη σχέση αυτών των προβλημάτων με την ενέργεια. Επίσης, έπρεπε να καταγράψουν καταστάσεις ή δραστηριότητες σχετικές με την ενέργεια και πώς τη χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή. Επιπρόσθετα, υπήρχαν ερωτήσεις σχετικές με το αν γνώριζαν κάποιες πηγές ενέργειας και αν μπορούσαν να τις διακρίνουν σε μη ανανεώσιμες (συμβατικές) και ανανεώσιμες. Ένα στοιχείο που μας ενδιέφερε ήταν να διερευνήσουμε αν γνώριζαν για την ατμοσφαιρική ρύπανση και το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα προβλήματα συνδέονταν με την ενέργεια και τέλος, να δούμε αν είχαν ακούσει για την εξοικονόμηση ενέργειας, δηλαδή για τους τρόπους με τους οποίους και τους λόγους για τους οποίους θα μπορούσε κανείς να εξοικονομήσει ενέργεια.

2.5. Παρέμβαση

Ως προς τη διδακτική μεθοδολογία, ο κοινωνικός εποικοδομητισμός αποτέλεσε το θεωρητικό πλαίσιο για το σχεδιασμό του μαθησιακού περιβάλλοντος. Αναγνωρίστηκε ο ρόλος και η σημασία των ιδεών των παιδιών για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών και η ατομική και συγχρόνως κοινωνική διάσταση της οικοδόμησης της νέας επιστημονικής γνώσης. Η εφαρμογή της συνεργατικής μάθησης ενίσχυσε αυτό το θεωρητικό πλαίσιο, αφού αυτή αποσκοπεί σε εννοιολογική μάθηση και ουσιαστική κατανόηση εννοιών και φαινομένων των Φυσικών Επιστημών (Σταυρίδου, 2001).

Οι μαθητές και μαθήτριες, σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, κάθονταν και συνεργάζονταν σε τραπέζια εργασίας σε ομάδες των τριών ή τεσσάρων ατόμων, είχαν αρκετό χρόνο στη διάθεσή τους και μπορούσαν να κινούνται μέσα στην τάξη για την αναζήτηση πληροφοριών και υλικών καθώς και για την εκτέλεση πειραματικών δραστηριοτήτων. Εκτός από την αλληλεπίδραση, τη συνεργασία και την αλληλοβοήθεια, επιπλέον, ανέπτυξαν και κοινωνικές δεξιότητες, όπως το να λαμβάνουν υπόψη και να αποδέχονται τις απόψεις των άλλων, να σκέφτονται κριτικά σε σχέση με τη δική τους συμπεριφορά και τη συμπεριφορά των μελών της ομάδας και να συνεργάζονται ομαλά.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρίστηκαν σε 3 ομάδες των τεσσάρων ατόμων και σε 2 ομάδες των τριών ατόμων ύστερα από τη σύμφωνη γνώμη του δασκάλου της τάξης. Η τάξη, με αφορμή το πρόγραμμα, μετασχηματίστηκε από μία παραδοσιακή δασκαλοκεντρική τάξη σε μία σύγχρονη μαθητοκεντρική. Στη δασκαλοκεντρική τάξη τα

παιδιά κάθονταν το ένα πίσω από το άλλο, όλα έβλεπαν το δάσκαλο, ενώ δεν επιτρεπόταν να μιλούν μεταξύ τους. Αυτή η δομή της τάξης είχε οδηγήσει τα παιδιά στο να λειτουργούν ανταγωνιστικά και να επιζητούν την ατομική προβολή. Οι ομάδες ήταν ανομοιογενείς ως προς την επίδοση των παιδιών και το φύλο, δηλαδή κάθε ομάδα αποτελούνταν από αγόρια και κορίτσια, ενώ υπήρχαν στις ομάδες άτομα με υψηλές και χαμηλές επιδόσεις. Κάθε παιδί είχε το δικό του φυλλάδιο εργασίας, έτσι ώστε ο/η καθένας/μία να καταγράφει ατομικά το “προϊόν” της ομαδικής συζήτησης, του προβληματισμού ή των ομοιοτήτων και διαφορών που προέκυπταν κατά την αντιπαράθεση μέσα στην ομάδα. Με αυτόν τον τρόπο η οικοδόμηση της νέας γνώσης και εσωτερίκευση των νέων νοημάτων και εμπειριών επιτυγχάνεται πιο ουσιαστικά (Σταυρίδου, 2001).

Η αλληλεπίδραση των παιδιών επιτεύχθηκε με την ύπαρξη μέσα σε κάθε φυλλάδιο εργασίας ατομικών και ομαδικών δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες που καλούνταν οι μαθητές/ριες να εκτελέσουν περιλάμβαναν τη συναρμολόγηση συσκευών για την πραγματοποίηση πειραμάτων, την πειραματική επίλυση δομημένων προβλημάτων, την ανάλυση στατιστικών πινάκων και γραφημάτων, την πραγματοποίηση παρατηρήσεων, καταγραφή δεδομένων, τη διατύπωση υποθέσεων και τη συζήτηση και εξαγωγή συμπερασμάτων. Προβλεπόταν επίσης, ανακοίνωση αποτελεσμάτων και ευρύτερες συζητήσεις σε επίπεδο τάξης.

Ο ρόλος του δασκάλου αφορούσε στην επιτυχή διαχείριση του μαθησιακού περιβάλλοντος συνεργατικής μάθησης. Ο δάσκαλος διευκόλυνε την εργασία των ομάδων και συντόνιζε τις εργασίες όλων των ομάδων στην τάξη, παρείχε βοήθεια σε άτομα ή ομάδες για πρακτικά ζητήματα (π.χ. συναρμολόγηση και λειτουργία συσκευών, πραγματοποίηση πειραμάτων κ.λ.π.), έδινε αναγκαίες διευκρινίσεις, ενθάρρυνε τα παιδιά με χαμηλές επιδόσεις και ρύθμιζε τις εντάσεις και τις διενέξεις που τυχόν εμφανίζονταν στις ομάδες, συμβουλευόντας και παρεμβαίνοντας κατάλληλα.

Τα φυλλάδια εργασίας έχουν μία συγκεκριμένη δομή σε όλες τις διδακτικές ενότητες. Ξεκινούν με μία **εισαγωγική δραστηριότητα**, η οποία αποτελεί το ερέθισμα για την διατύπωση υποθέσεων με βάση το θέμα που διαπραγματεύεται η ενότητα. Διεγείρει αφενός το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών/ριών και αφετέρου ενημερώνει γι' αυτό που πρόκειται να επακολουθήσει μέσα στην τάξη. Στοχεύει, επίσης, στην ανάδειξη των ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών/ριών, οι οποίες εκφράζονται γραπτά ή προφορικά. Τους δίνεται η ευκαιρία να τις συσχετίσουν με τις προηγούμενες εμπειρίες τους και να τις συγκρίνουν με τις απόψεις των υπόλοιπων συμμαθητών/ριών τους.

Στην ανάδειξη των ιδεών τους στοχεύουν και οι **ατομικές δραστηριότητες** που ακολουθούν μετά την εισαγωγική δραστηριότητα. Οι ατομικές καταγραφές των πρωταρχικών ιδεών καθώς η εργασία στην ομάδα προχωρά, συγκρινόμενες με τα

αποτελέσματα παρατηρήσεων και πειραμάτων, αποτελούν τη βάση για συζήτηση με στόχο να γίνει ουσιαστικότερη διαπραγμάτευση του νέου νοήματος.

Στη συνέχεια ακολουθούν οι **ομαδικές δραστηριότητες** με σαφείς οδηγίες για τον τρόπο με τον οποίο εκτελούν τα παιδιά συγκεκριμένα έργα. Πειράματα, στατιστικοί πίνακες και γραφήματα, παρατηρήσεις δεδομένων, εικόνες, προβληματικές καταστάσεις, οδηγούν τους μαθητές/ριες στη «*γνωστική σύγκρουση*». Τους παρέχεται η δυνατότητα να εργαστούν κατά τρόπο επιστημονικό (διενεργούν μετρήσεις και συγκρίσεις, προβαίνουν σε υποθέσεις και προβλέψεις), να ανακαλύψουν κάτι άλλο από αυτό που πιστεύουν και άρα να αντικαταστήσουν την προϋπάρχουσα γνώση τους με τη νέα «επιστημονική».

Μετά την ολοκλήρωση του σταδίου της αναδόμησης των ιδεών τους, οι μαθητές/ριες καλούνται να εφαρμόσουν τις νέες ιδέες που απέκτησαν, προκειμένου να λύσουν υπαρκτά προβλήματα. Στο στάδιο της εφαρμογής, συνεισφέρουν ομαδικές και βιωματικές δραστηριότητες. Έτσι, τους δίνεται η ευκαιρία να συσχετίσουν τη μάθηση με την εφαρμογή, να εκτιμήσουν την αξία της νέας γνώσης και να τη διατηρήσουν.

Στο τέλος κάθε φυλλαδίου, πραγματοποιείται μια ανασκόπηση των όσων ανακάλυψαν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Αυτό γίνεται με τη **συζήτηση μέσα στην τάξη**, όπου δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να καταλήξουν σε κάποια συμπεράσματα. Στο σημείο αυτό περίοπτη θέση κατέχουν, συνήθως, οι στατιστικοί πίνακες και τα γραφήματα, όπου καλούνται οι ομάδες των μαθητών/ριών να συζητήσουν, να συγκρίνουν και να βγάλουν συμπεράσματα για όσα τους προβλημάτισαν στην αντίστοιχη διδακτική ενότητα. Κατά συνέπεια, διαπιστώνουν αν τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουν σχετίζονται με τις απόψεις που είχαν στην αρχή του κάθε μαθήματος.

2.6. Αναλυτική παρουσίαση διδακτικών ενοτήτων

Για τις ανάγκες του προγράμματος, σχεδιάστηκαν διδασκαλίες (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II**) συνολικής διάρκειας **18 διδακτικών ωρών**. Πιο αναλυτικά, το περιεχόμενο του προγράμματος περιλαμβάνει **8 διδακτικές ενότητες** διάρκειας δύο διδακτικών ωρών, δηλαδή 90 λεπτών η κάθε μία, καθώς και **2 βιωματικές διδακτικές ενότητες** διάρκειας μία διδακτικής ενότητας, δηλαδή 45 λεπτών, η κάθε μία. Για κάθε διδακτική ενότητα συντάχθηκε ένα φυλλάδιο εργασίας με βάση το οποίο δούλεψε το κάθε παιδί. Το κάθε μάθημα έχει σαφείς διδακτικούς στόχους, όπου λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαίτερες αντιλήψεις και δυσκολίες των παιδιών. Επειδή για αρκετές έννοιες και φαινόμενα που διδάσκονται δεν υπάρχουν δεδομένα για τις ιδέες των παιδιών, σε κάθε φυλλάδιο υπάρχουν κάποιες ερωτήσεις διερευνητικού τύπου, ώστε από τις απαντήσεις των παιδιών να γίνονται φανεράς οι ιδέες τους για το κάθε συγκεκριμένο θέμα. Εξάλλου, η διερεύνηση

των ιδεών των παιδιών αποτελεί συστατικό στοιχείο για την εποικοδομητική προσέγγιση που ακολουθείται σε όλη την παρέμβαση.

Στην **πρώτη διδακτική ενότητα**, διάρκειας δύο διδακτικών ωρών, γίνεται μία εισαγωγή στην ενέργεια και αναφερόμαστε στις μορφές ενέργειας και στις μετατροπές της καθώς και στις πηγές ενέργειας ως “αποθήκες” των μορφών ενέργειας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στη ζωή του. Στη συνέχεια, στη **δεύτερη διδακτική ενότητα** (δύο διδακτικές ώρες) ασχολούμαστε με τις συμβατικές πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα με τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακας), ενώ ταυτόχρονα εξετάζουμε και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Στην **τρίτη διδακτική ενότητα** (δύο διδακτικές ώρες) μελετάμε το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ως βασική επίπτωση της καύσης των ορυκτών καυσίμων καθώς και τις συνέπειες του φαινομένου αυτού στις κλιματικές αλλαγές του πλανήτη.

Μετά το πρώτο μέρος της παρέμβασης, ακολουθεί το δεύτερο που αναφέρεται στις λύσεις που μπορούν να δοθούν στα περιβαλλοντικά προβλήματα που οι συμβατικές πηγές ενέργειας δημιουργούν. Έτσι, η **τέταρτη, πέμπτη και έκτη διδακτική ενότητα**, διάρκειας δύο διδακτικών ωρών η κάθε μία, είναι αφιερωμένες στις ανανεώσιμες πηγές και τις αντίστοιχες μορφές ενέργειας, ήλιος-ηλιακή ενέργεια, αέρας-αιολική ενέργεια, νερό-υδραυλική ενέργεια-ενέργεια από τη θάλασσα. Υπάρχει μία εμβόλιμη διδακτική ενότητα (μίας διδακτικής ώρας) μεταξύ της τέταρτης και πέμπτης, η **πρώτη βιωματική δραστηριότητα** και αναφέρεται στην κατασκευή του ηλιακού φούρνου.

Στην **έβδομη διδακτική ενότητα** (δύο διδακτικές ώρες) και την **δεύτερη βιωματική διδακτική ενότητα** (μίας διδακτικής ενότητας) εξετάζουμε τους τρόπους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας. Στη δεύτερη βιωματική δραστηριότητα προβλέπεται η κατασκευή διαφόρων αφισών από τους μαθητές και τις μαθήτριες με θέμα τους πιο σημαντικούς τρόπους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας στο σπίτι και το σχολείο, η τοποθέτησή τους σε διάφορα σημεία μέσα στο σχολείο, καθώς επίσης και η συγκρότηση ομάδων επίβλεψης για το κλείσιμο των φώτων του σχολείου και η ενημέρωση των υπόλοιπων μαθητών/ριών των τάξεων για την ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας.

Τελειώνοντας το πρόγραμμα, πραγματοποιείται η **όγδοη διδακτική ενότητα**, όπου τα παιδιά κατασκευάζουν έναν εννοιολογικό χάρτη που παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις έννοιες και τα θέματα που αναλύθηκαν στις προηγούμενες διδακτικές ενότητες. Η ενότητα αυτή έχει ανακεφαλαιωτικό χαρακτήρα και στοχεύει στην περαιτέρω κατανόηση των εννοιών που διδάχτηκαν οι μαθητές/ριες.

Οι πειραματικές δραστηριότητες πραγματοποιούνταν είτε από κάθε ομάδα έχοντας η κάθε μία τα δικά τους υλικά για κάθε πείραμα είτε από την ομάδα των παρατηρητών με τη συμμετοχή του δασκάλου. Οι παρατηρητές αποτελούνται από ένα/μία μαθητή/ρια κάθε

ομάδας, σύνολο δηλαδή 5 άτομα, οι οποίοι/ες αφού εκτελούν το πείραμα επιστρέφουν στην ομάδα τους, ενημερώνουν τα υπόλοιπα μέλη της και συμπληρώνουν τις δραστηριότητες του αντίστοιχου πειράματος. Το πείραμα με τη συμμετοχή των παρατηρητών λαμβάνει χώρα στον ίδιο χώρο με τα υπόλοιπα παιδιά, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν την εξέλιξή του. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε αναλυτικά της διδακτικές ενότητες με τους στόχους και τη διδακτική μεθοδολογία.

1^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

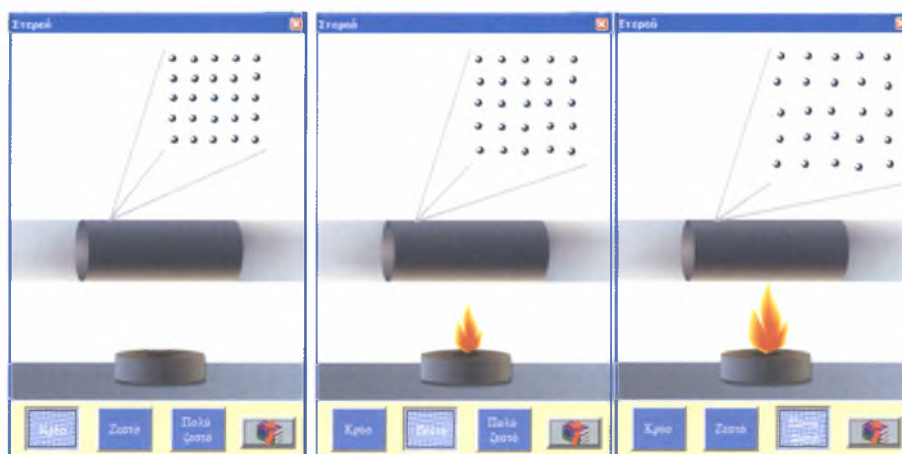
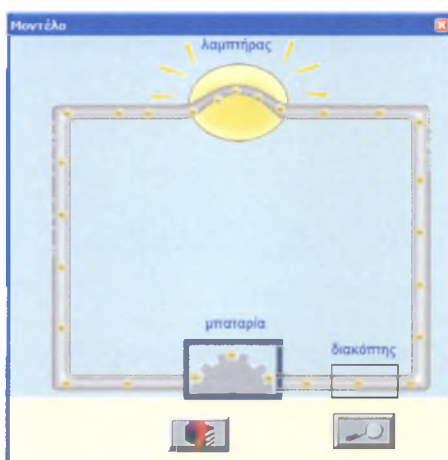
- Να μπορούν να αναγνωρίζουν τις κυριότερες μορφές ενέργειας και να τις ταξινομούν με βάση τις μικροσκοπικές διαδικασίες που τις χαρακτηρίζουν.
- Να διαπιστώνουν θεωρητικά και πειραματικά ότι η ενέργεια μπορεί να μετατραπεί από μια μορφή σε μια άλλη.
- Να διαπιστώνουν ότι η κυρίαρχη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή είναι η ηλεκτρική.
- Να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τις κυριότερες πηγές ενέργειας με βάση τα αποθέματά τους στη φύση και να τις διακρίνουν σχηματικά από τις μορφές ενέργειας.
- Να διακρίνουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των πηγών ενέργειας.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε ομάδα)

- Λάστιχο
- Χαρτί
- Μπαταρία πλακέ 4,5 Volt
- Λαμπάκι
- Δύο καλώδια με ακροδέκτες “κροκοδειλάκι”

Στην πρώτη διδακτική ενότητα γίνεται μία εισαγωγή των μαθητών/ριών στα θέματα της ενέργειας ξεκινώντας από διάφορα πρωτοσέλιδα εφημερίδων (τοπικών και πανελλαδικών) που καλούνται να συζητήσουν. Αυτά διαπραγματεύονται διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα και προβλήματα που έχουν σχέση με την ενέργεια και συγκεκριμένα με την καύση των ορυκτών καυσίμων. Τα παιδιά καλούνται ατομικά να εκφράσουν τις ιδέες και τις απόψεις τους για το πώς συνδέεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, η αύξηση της θερμοκρασίας, το λιώσιμο των πάγων και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, καθώς και οι επιπτώσεις της ρύπανσης της ατμόσφαιρας στον πληθυσμό του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Βόλου (θέματα που διαπραγματεύονται οι εφημερίδες) με την ενέργεια. Έχοντας κάνει αυτή τη σύνδεση, στη συνέχεια παρακινούνται στο να εκφράσουν τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν τα ίδια την ενέργεια στην καθημερινή τους ζωή. Έτσι, επαγωγικά, διαπιστώνουν ότι η ενέργεια βρίσκεται παντού γύρω μας με αρνητικά και θετικά χαρακτηριστικά.

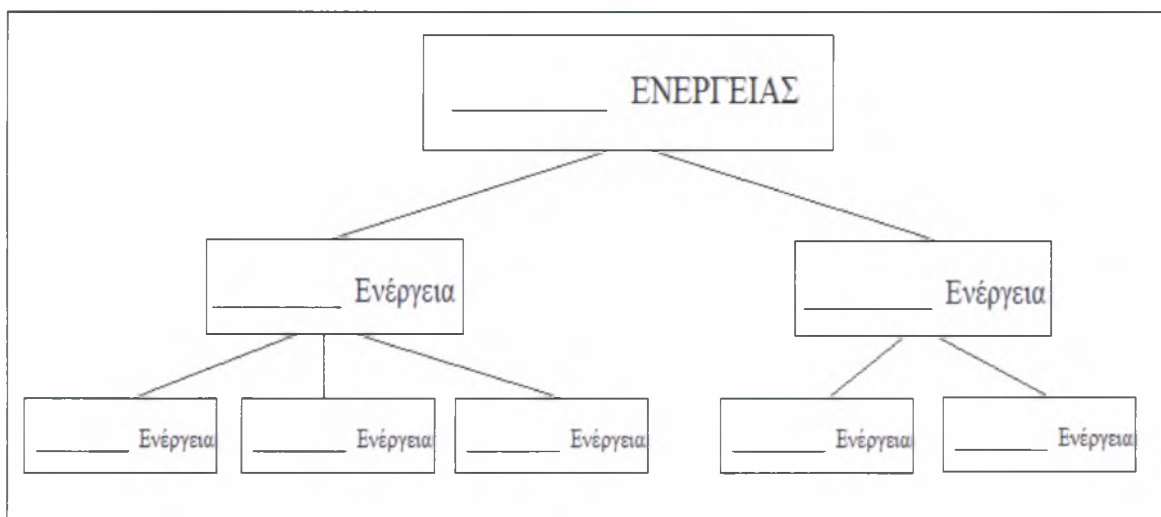
Με την ολοκλήρωση της εισαγωγικής και της ατομικής δραστηριότητας, ακολουθεί η πρώτη ομαδική δραστηριότητα, η οποία στοχεύει μέσα από συγκεκριμένες εικόνες να οδηγήσει τους/ις μαθητές/ριες να αναφέρουν τις μορφές ενέργειες που παρατηρούν. Στο σημείο αυτό γίνεται μία συζήτηση με τα παιδιά για να κατανοήσουν το λόγο για τον οποίο, οι πρώτες μορφές ενέργειας στη δραστηριότητα είναι η κινητική και η δυναμική. Η φωτεινή, η θερμική και η ηλεκτρική ενέργεια αποτελούν μορφές κινητικής ενέργειας. Αυτό φαίνεται τόσο από το γεγονός ότι για να εκπέμψουν φως τα άτομα πρέπει τα ηλεκτρόνιά τους να μεταβούν από υψηλότερες σε χαμηλότερες ενεργειακές καταστάσεις, όσο και από το ότι η ροή θερμότητας από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σ' ένα άλλο χαμηλότερης και η ροή ηλεκτρονίων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα χαρακτηρίζονται από κινητική ενέργεια. Κατά τη διάρκεια αυτής της δραστηριότητας, παρουσιάζουμε, με τη βοήθεια του projector, στα παιδιά αποσπάσματα από το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.». Από την ενότητα του ηλεκτρισμού και της θερμότητας, επιλέγουμε να δείξουμε σε μικροσκοπικό επίπεδο την κίνηση των ηλεκτρονίων σε έναν αγωγό που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και την κίνηση των μορίων ενός στερεού, ενός υγρού κι ενός αερίου όταν θερμαίνεται (Εικόνα 1 και 2).



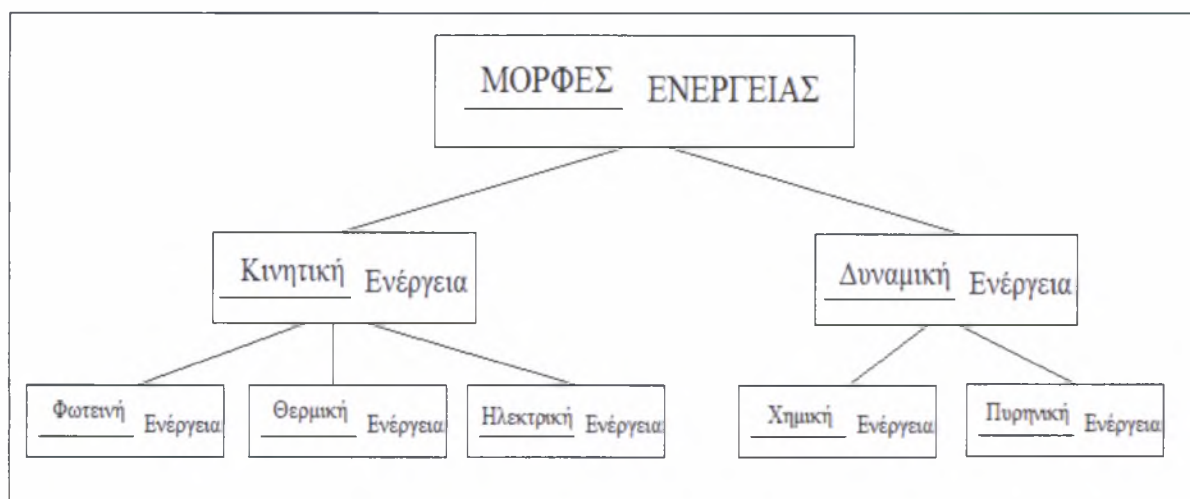
Εικ. 1 Κίνηση ηλεκτρονίων
ενός στερεού

Εικ. 2 Κίνηση μορίων

Αντίθετα, η χημική και η πυρηνική συνδέονται με τη δυναμική ενέργεια, αφού τόσο η ενέργεια που αποθηκεύεται στους χημικούς δεσμούς των μορίων του πετρελαίου, όσο και η διάσπαση των πυρήνων συγκεκριμένων ισotόπων με μεγάλους αριθμούς μάζας (π.χ. ουράνιο 235), χαρακτηρίζονται από δυναμική ενέργεια. Αυτή η ανάλυση αποτυπώνεται στο Σχήμα 1 που καλούνται οι μαθητές/ριες να συμπληρώσουν (Σχήμα 2).



Σχήμα 1



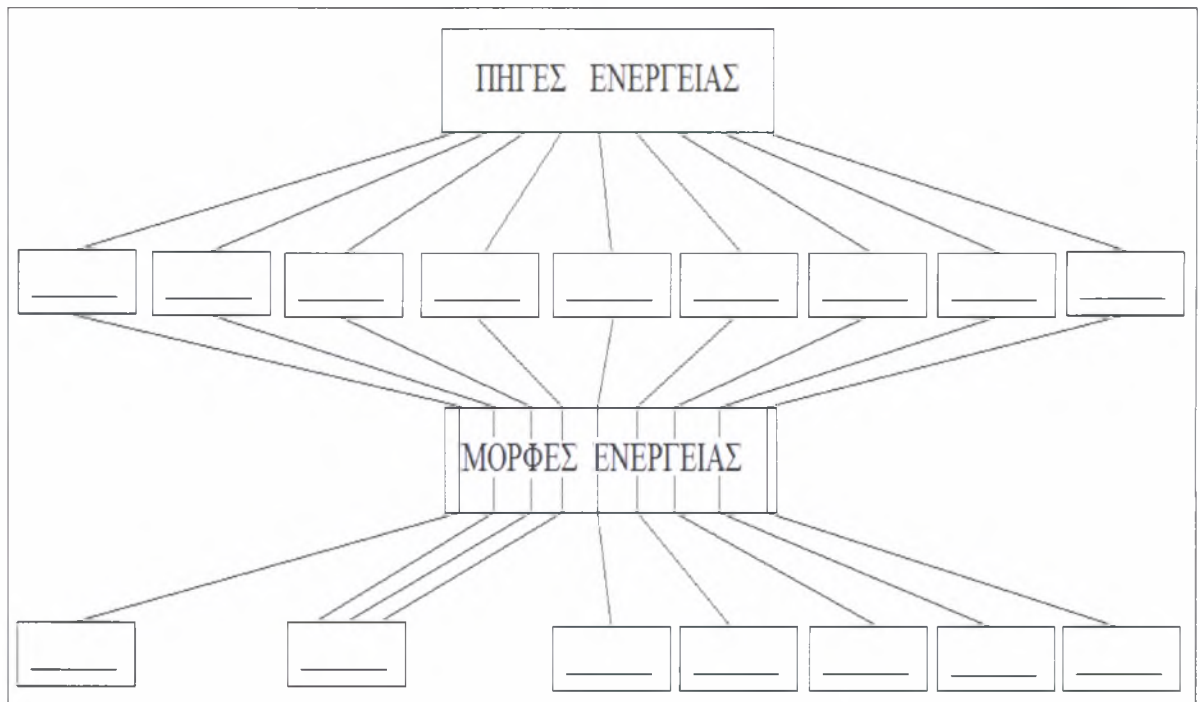
Σχήμα 2

Με τη δεύτερη και τρίτη ομαδική δραστηριότητα, τα παιδιά θεωρητικά αρχικά και με πείραμα στη συνέχεια, περιγράφουν διάφορες μετατροπές της ενέργειας. Η επιλογή του παιδιού που κλοτσάει μία μπάλα γίνεται επειδή είναι κοντά στα προσωπικά τους βιώματα, ενώ αυτή του ηλεκτρικού κυκλώματος επειδή η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτεινή και θερμική είναι πιο οικεία στα παιδιά καθώς τη συναντούν συχνά στην καθημερινή τους ζωή. Γι' αυτό και ζητείται από αυτά να δώσουν παραδείγματα χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

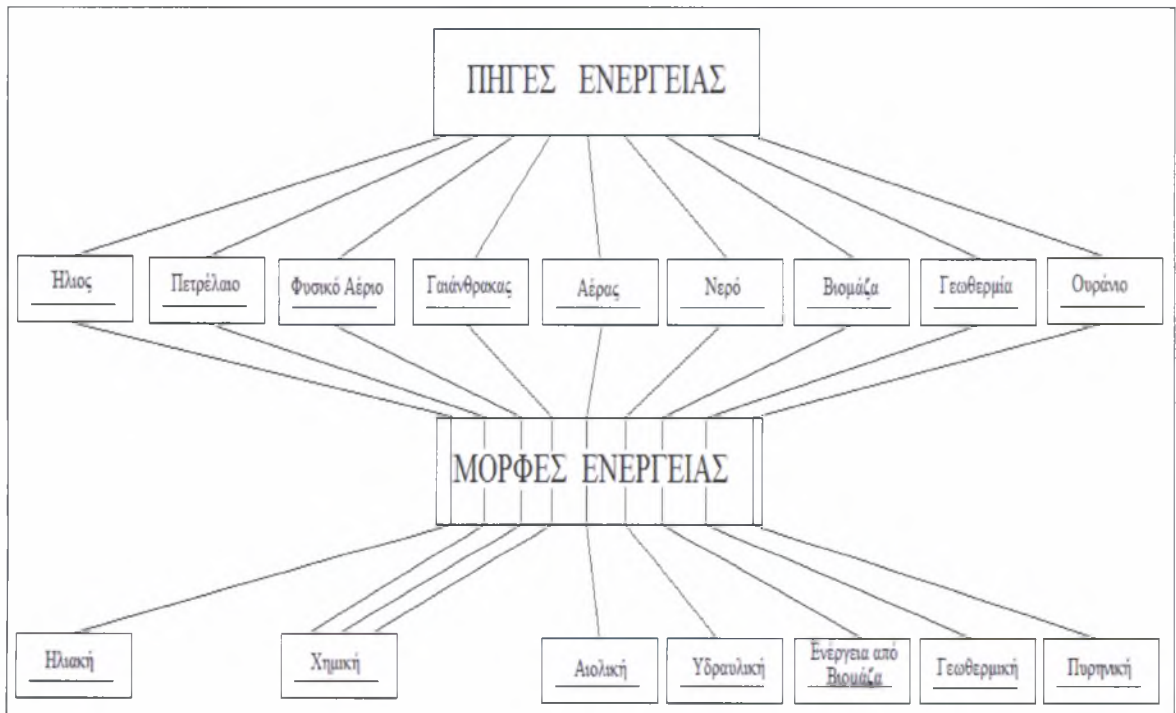
Ταυτόχρονα γίνεται και μία προσπάθεια να εκμαιεύσουμε τις ιδέες τους για το αν γνωρίζουν παραδείγματα μορφών ενέργειας που μετατρέπονται σε ηλεκτρική, για να δούμε αν γνωρίζουν τη σχέση των πηγών ενέργειας (συμβατικών και ανανεώσιμων) με την ηλεκτρική ενέργεια.

Με την επόμενη δραστηριότητα, οι μαθητές/ριες μελετούν διάφορες εικόνες που σχετίζονται με τις πηγές ενέργειας και προσπαθούν να τις αναγνωρίσουν. Εδώ αναφερόμαστε σε αυτές που βρίσκονται αποθηκευμένες στη φύση με διάφορους τρόπους (αυτογενείς). Εκτός από το να αναγνωρίσουν τις πηγές ενέργειας, ζητείται να επιλέξουν ποιες από αυτές χρησιμοποιεί πιο συχνά ο άνθρωπος στη ζωή δίνοντας μάλιστα και παραδείγματα χρήσης. Επομένως, θέλουμε να δούμε αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται ποιες είναι αυτές οι πηγές ενέργειας που απαντώνται πιο συχνά στην καθημερινή μας ζωή, για να κατανοήσουν ότι οι μορφές ενέργειας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος προέρχονται από συγκεκριμένες πηγές, π.χ. η αιολική ενέργεια από τον άνεμο, η χημική από το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο ή τους γαιάνθρακες κ.τ.λ. Στην προσπάθεια διάκρισης των πηγών ενέργειας από τις μορφές, οι μαθητές/ριες καλούνται να συμπληρώσουν έναν πίνακα (Σχήμα 3 και 4).

Τέλος, το φυλλάδιο εργασίας κλείνει με τη συζήτηση μέσα στην τάξη όπου τα παιδιά προσπαθούν, στο πλαίσιο της ανασκόπησης όσων ανακάλυψαν κατά τη διδασκαλία, παρατηρώντας μία εικόνα να εντοπίσουν αρχικά τις πηγές ενέργειας που εικονίζονται και στη συνέχεια να τις κατηγοριοποιήσουν με βάση τυχόν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ τους. Αυτό θα αποτελέσει το πρώτο εγχείρημα: να κατατάξουν οι μαθητές/ριες τις πηγές σε ανανεώσιμες και μη.



Σχήμα 3



Σχήμα 4



Εικόνα 3

2^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΣΤΟΧΟΙ

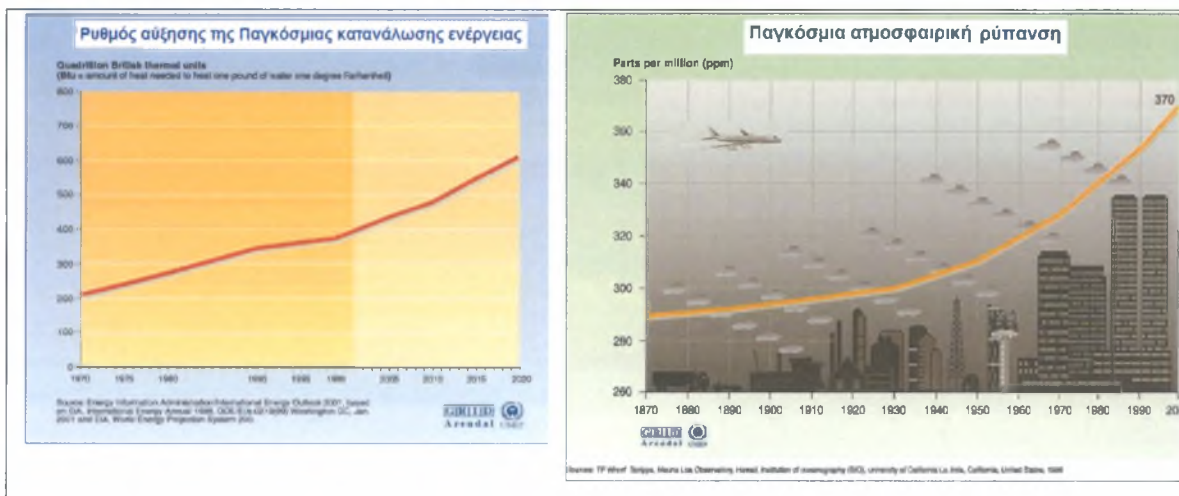
Οι μαθητές/ριες:

- Να αναγνωρίζουν τις συμβατικές (μη ανανεώσιμες) πηγές ενέργειας με βάση τους διαφορετικούς τρόπους χρήσεις,
- Να αναφέρουν χρήσεις των ορυκτών καυσίμων στην καθημερινή ζωή τους,
- Να κατανοούν τον τρόπο δημιουργίας των ορυκτών καυσίμων για να αντιληφθούν το χαρακτηριστικό τους γνώρισμα ότι δεν ανανεώνονται και ότι εξαντλούνται,
- Να συνδέουν την καύση των συμβατικών (μη ανανεώσιμων) πηγών ενέργειας με την πρόκληση προβλημάτων στο περιβάλλον,
- Να διακρίνουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ορυκτών καυσίμων,
- Να αναγνωρίζουν τις κυριότερες πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε μαθητή/ρια)

- Κείμενο για τα "ορυκτά καύσιμα" από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» (εκδόσεις Πατάκη)

Η δεύτερη διδακτική ενότητα εξετάζει τις συμβατικές (μη ανανεώσιμες) πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τους γαιάνθρακες (ορυκτά καύσιμα), καθώς και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, από την καύση τους. Αρχίζει με τη μελέτη δύο γραφημάτων, ως εισαγωγική δραστηριότητα, που αναφέρονται στο ρυθμό αύξησης της παγκόσμιας "κατανάλωσης" ενέργειας και στην παγκόσμια ατμοσφαιρική ρύπανση. Με αυτά δίνεται το ερέθισμα στα παιδιά να διατυπώσουν τις απόψεις τους και να αναφέρουν τις πηγές ενέργειας και τις πηγές ρύπανσης που πιστεύουν ότι συνδέονται με τα δύο γραφήματα (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Γραφήματα για την “κατανάλωση” ενέργειας και την ατμοσφαιρική ρύπανση

Στη συνέχεια, με την πρώτη ατομική δραστηριότητα οι μαθητές/ριες καλούνται να αναγνωρίσουν με τη βοήθεια των εικόνων τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούν τα μέσα μεταφοράς, οι συσκευές και τα μηχανήματα που εικονίζονται. Τα παιδιά, με βάση τις προσωπικές τους εμπειρίες, σε ατομικό επίπεδο, πρέπει να διακρίνουν τα τρία ορυκτά καύσιμα, τα οποία διαπραγματεύεται η ενότητα αυτή.

Μετά τη ολοκλήρωση αυτής της δραστηριότητας, σε ομαδικό επίπεδο πια, πρέπει να συζητήσουν στην ομάδα τους και να καταγράψουν άλλες χρήσεις των ορυκτών καυσίμων στην καθημερινή τους ζωή. Ταυτόχρονα, πρέπει να προσπαθήσουν να σκεφτούν μήπως γνωρίζουν τρόπους με τους οποίους δημιουργήθηκαν τα ορυκτά καύσιμα, πριν περάσουν στην επόμενη δραστηριότητα, η οποία αναφέρεται στην προέλευση του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του γαιάνθρακα (λιγνίτη ιδίως, λόγω της χρήσης του από τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια ηλεκτρισμού).

Σε αυτήν τη δραστηριότητα θα πρέπει τα παιδιά, παρατηρώντας τις εικόνες 5 και 6, να περιγράψουν με τη βοήθεια του δασκάλου, την προέλευσή τους για να συνειδητοποιήσουν ότι αυτά δημιουργήθηκαν πριν εκατομμύρια χρόνια από ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, οι οποίοι καταπλακώθηκαν από άμμο και πετρώματα και με την επίδραση υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών μετατράπηκαν στις οργανικές ενώσεις που αποτελούν τα ορυκτά καύσιμα.



Εικόνα 5. Προέλευση Πετρελαίου και Φυσικού αερίου



Εικόνα 6. Προέλευση Γαιάνθρακα

Η αναγνώριση του τρόπου δημιουργίας των ορυκτών καυσίμων κατευθύνει τα παιδιά στην κατανόηση του γεγονότος ότι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο γαιάνθρακας είναι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ότι κάποια στιγμή θα εξαντληθούν. Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η τρίτη ομαδική δραστηριότητα της ενότητας. Οι μαθητές/ριες αντιλαμβάνονται ότι οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποκαλούνται έτσι γιατί δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο, για τον άνθρωπο, χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια, αφού η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια. Σε αντίθεση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες θα συνεχίσουν να μας παρέχουν ενέργεια σε βάθος χρόνου και μπορούν να ανανεωθούν με φυσικές διαδικασίες.

Ταυτόχρονα, σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές/ριες επιχειρούν να εκφράσουν τις απόψεις τους για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ορυκτών καυσίμων. Στεκόμαστε περισσότερο στο τι σημαίνει η εξάντληση των αποθεμάτων τους για τον άνθρωπο, για να διαπιστώσουν τα παιδιά ότι η οικονομική και κατ' επέκταση κοινωνική ανάπτυξη του ανθρώπινου είδους έχει στηριχτεί στην εκμετάλλευση των ορυκτών

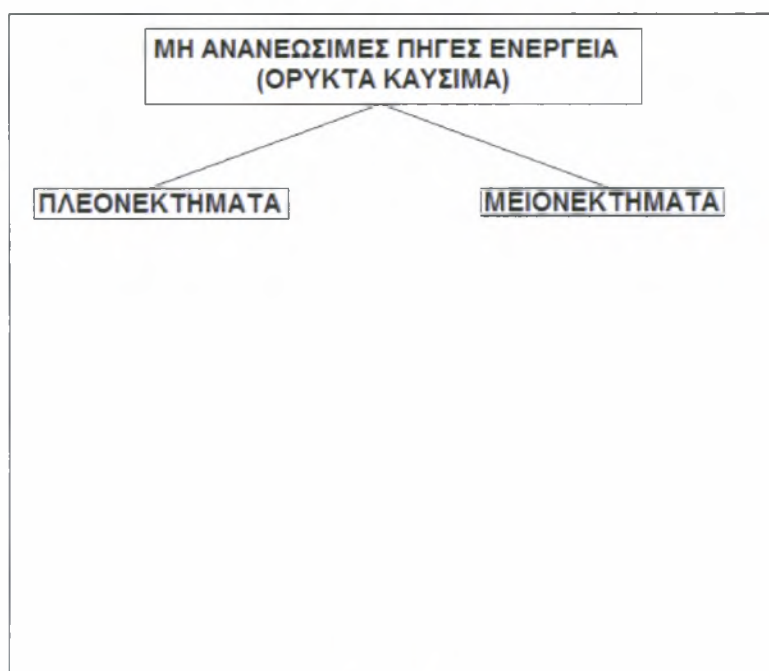
καυσίμων. Άρα, η εξάντλησή τους κάποια στιγμή θα προκαλέσει αναταραχές σε πολλαπλά επίπεδα. Ζητάμε τέλος, να διατυπώσουν τις ιδέες τους για το αν γνωρίζουν τον τρόπο με τον οποίο ρυπαίνουν.

Με αφορμή το τελευταίο σκέλος της προηγούμενης δραστηριότητας, περνάμε στην τέταρτη ομαδική δραστηριότητα, όπου τα παιδιά προσπαθούν να αντιληφθούν συγκεκριμένα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με την καύση των ορυκτών καυσίμων και ιδίως να καταγράψουν τις αρχικές απόψεις τους για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εδώ γίνεται μία πρώτη διερεύνηση των ιδεών τους για το φαινόμενο αυτό, με το οποίο ασχολούμαστε διεξοδικά στην τρίτη διδακτική ενότητα.

Η πέμπτη ομαδική δραστηριότητα δίνει τη δυνατότητα στους/ις μαθητές/ριες να μελετήσουν ένα κείμενο από το βιβλίο «Το οικολογικό αλφαβητάρι» (Α. Ασλανίδης – Γ. Ζαφειρακίδης, εκδόσεις Πατάκη) για τα ορυκτά καύσιμα και να αναζητήσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Η επιλογή του συγκεκριμένου κειμένου έγινε με κριτήριο τη χρήση εννοιών για την κατανόηση του θέματος. Το βιβλίο αυτό αποτελεί μία μικρή επίτομη εγκυκλοπαίδεια σε θέματα περιβάλλοντος και απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες από 8 έως 13 ετών.

Η αποτύπωση των θετικών και αρνητικών χαρακτηριστικών τους απαιτεί πρώτα την οργάνωση των πληροφοριών που τους δίνει το κείμενο και ύστερα την σχηματική απόδοσή τους σε έναν πίνακα. Κάθε ομάδα θα πρέπει να βρει το δικό της τρόπο, με τον οποίο θα παρουσιάσει τις πληροφορίες που ζητούνται. Έτσι, τα παιδιά θα φτιάξουν έναν δικό τους χάρτη εννοιών για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ορυκτών καυσίμων, μια διαδικασία που έχει μεταγνωστικό χαρακτήρα, αφού οδηγεί στην οργάνωση, ανάλυση, αξιολόγηση και σύνθεση των διαθέσιμων πληροφοριών. Παράδειγμα τρόπου αποτύπωσης του χάρτη αποτελεί το Σχήμα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ



Σχήμα 4

Τελειώνοντας η δεύτερη διδακτική ενότητα, γίνεται η τελευταία δραστηριότητα, όπου τα παιδιά θα κληθούν να συζητήσουν αρχικά στην ομάδα τους και ύστερα σε διομαδικό επίπεδο θέματα που απεικονίζουν διάφοροι στατιστικοί πίνακες και γραφήματα και αφορούν:

- το ρυθμό αύξησης σε παγκόσμιο επίπεδο στη χρήση πετρελαίου, φυσικού αερίου και γαιανθράκων,
- τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από διάφορες χώρες, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα,
- τις κυριότερες πηγές εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, μεταφορές, βιομηχανία, νοικοκυριά)
- τις μονάδες παραγωγής στην Ελλάδα με τις μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Πίνακας 1).

Στόχος αυτής της συζήτησης είναι να γίνει μία ανακεφαλαίωση από τα παιδιά των επιπτώσεων των ορυκτών καυσίμων στο περιβάλλον και τον άνθρωπο και να αντιληφθούν ότι οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη γαιάνθρακες, οι οποίοι με την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα προκαλούν ατμοσφαιρική ρύπανση περισσότερο από κάθε άλλη μονάδα παραγωγής. Ταυτόχρονα προβάλλεται κι ένα απόκομμα μιας τοπικής εφημερίδας που παρουσιάζει τα σχέδια κάποιας εταιρίας για την εγκατάσταση σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με τη χρήση γαιάνθρακα (λιθάνθρακα).

Κατά συνέπεια, συγκρίνοντας τα στοιχεία του πίνακα με τα κυριότερα εργοστάσια που αποτελούν πηγή ρύπανσης, τα παιδιά θα διαπιστώσουν ότι εκτός από τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, το εργοστάσιο της ΑΓΕΤ στην Αγριά (χρήση γαιάνθρακα) αποτελεί ένα μεγάλο ρυπαντή της ατμόσφαιρας. Αυτή η διαπίστωση θα οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι οι επιπτώσεις από την καύση των ορυκτών καυσίμων δεν είναι μόνο παγκόσμιο ζήτημα αλλά και εθνικό και μάλιστα τοπικό. Τόσο μεγάλο που οι κάτοικοι του πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου δυσανασχετούν τόσο με την ύπαρξη της ΑΓΕΤ, όσο και την προοπτική εγκατάστασης μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον Αλμυρό.

Πίνακας 1



Πίνακας
Οι μονάδες παραγωγής στην Ελλάδα με τις μεγαλύτερες εκπομπές CO₂

Α/Α	Μονάδα	Επαληθευμένες εκπομπές CO ₂ το 2006	Επαληθευμένες εκπομπές CO ₂ το 2005
1	ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	12.362.217	13.629.229
2	ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑ	8.763.371	9.815.429
3	ΑΗΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟ	5.119.688	5.124.545
4	ΑΗΣ ΜΕΓΑΜΟΠΟΛΗ	5.072.642	5.518.005
5	ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	3.839.630	3.487.897
6	ΑΗΣ ΛΑΥΡΙΟ	3.509.203	3.055.402
7	ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ	3.422.536	3.151.497
8	ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΒΟΛΟΥ "ΟΛΥΜΠΟΣ"	2.786.691	2.864.434
9	ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ ΑΕ	1.994.441	1.310.994
10	ΤΙΤΑΝ ΚΑΜΑΡΙΟΥ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	1.977.402	2.078.967
11	ΑΗΣ ΦΛΩΡΙΝΑ (ΜΕΛΙΤΗ)	1.723.533	1.955.721
12	ΕΛΠΕ (ΑΤΤΙΚΗ)	1.671.550	1.651.719
13	ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ III (ΠΡΩΗΝ ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΧΑΛΚΙΔΑΣ Α.Ε.)	1.661.605	1.844.382
14	ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ II	1.387.629	1.364.350
15	ΑΕ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	1.132.650	1.073.214
16	ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙ	1.101.392	1.115.197
17	ΑΕ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΔΡΕΠΑΝΟΥ ΑΧΑΪΑΣ	1.095.738	1.046.057
18	ΑΗΣ ΚΟΜΟΤΗΝΗ	880.058	972.522
19	ΑΗΣ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ	870.305	870.433
20	ΑΗΣ ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	852.916	930.813
21	ΛΑΡΚΟ ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ & ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ	827.442	868.478
22	ΑΗΣ ΧΑΝΙΑ	702.265	646.873
23	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (ΕΛΠΕ)	596.722	-
24	ΧΑΛΥΨ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Α.Ε. (ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ - Ν.ΑΤΤΙΚΗΣ)	544.147	544.211
25	ΑΗΣ ΡΟΔΟΥ	529.675	568.983
26	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕΒΕ	517.434	513.388
27	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ ΑΕ (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ)	399.118	411.862
28	ΑΗΣ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΟΣ	376.849	385.734
29	ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ	282.003	358.515
30	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ ΑΕ (ΕΛΕΥΣΙΝΑ) ΠΡΩΗΝ ΠΕΤΡΟΛΑ ΕΛΛΑΣ	238.000	258.200

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, CITL

3^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

- Να συγκρίνουν τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου με αυτήν της ατμόσφαιρας της Γης,
- Να διαπιστώσουν το ρόλο που παίζει το «κανονικό» φαινόμενο του θερμοκηπίου στη ζωή του πλανήτη,
- Να γνωρίσουν τους παράγοντες που συντελούν στην ύπαρξη του «ανώμαλου» φαινομένου του θερμοκηπίου,
- Να συνειδητοποιήσουν τις συνέπειες του «ανώμαλου» φαινομένου του θερμοκηπίου,
- Να αντιληφθούν τις συνέπειες της πλανητικής θέρμανσης στον άνθρωπο και το περιβάλλον,
- Να μπορούν να αναζητούν και να προτείνουν λύσεις για την αντιμετώπιση της πλανητικής θέρμανσης,
- Να αναπαριστούν σχηματικά τη λειτουργία του «ανώμαλου» φαινομένου του θερμοκηπίου,
- Να συνδέουν τη χρήση των ορυκτών καυσίμων με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΥΛΙΚΑ (για όλη την τάξη)

- Δύο θερμόμετρα,
- Ένα γυάλινο βάζο,
- Δύο πλαστικά μπουκάλια νερού PET (χωρίς ετικέτες),
- Πλαστελίνη,
- Ξύδι,
- Σόδα,
- Κουταλάκι
- Μεγάλο μπολ,
- Παγάκια,
- Νερό.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε μαθητή/ρια)

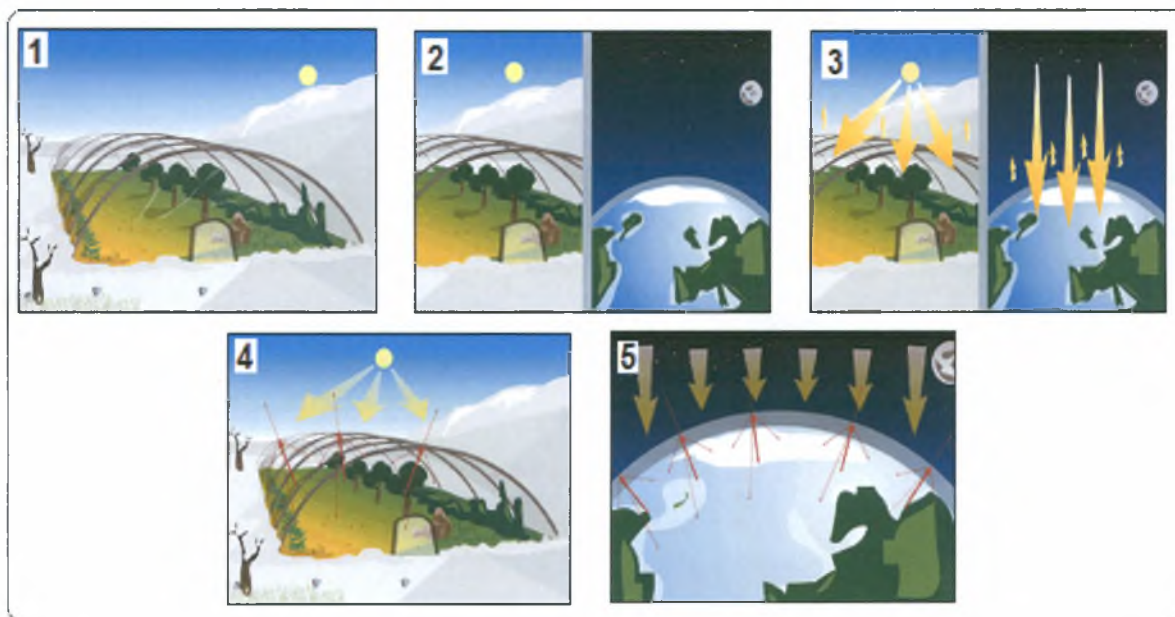
- Κείμενο με εικόνες για το πώς δημιουργείται το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου,
- Κείμενα από την Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον (http://ec.europa.eu/environment/youth/index_el.html):
 - για το «κανονικό» Φαινόμενο του Θερμοκηπίου,

- για το «ανώμαλο» Φαινόμενο του Θερμοκηπίου,
- για τις συνέπειες της Πλανητικής Θέρμανσης,
- για την Εύρεση Λύσεων στην αντιμετώπιση της Πλανητικής Θέρμανσης.

Στην τρίτη διδακτική ενότητα, οι μαθητές/ριες μελετούν το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Ένα φαινόμενο που συνδέεται με την καύση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ορυκτά καύσιμα), έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης (πλανητική θέρμανση) και αποτελεί μία απειλή για κάθε χερσαίο ή θαλάσσιο οικοσύστημα. Οι επιστήμονες προβλέπουν ότι η συνεχιζόμενη αύξηση των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το «ανώμαλο» φαινόμενο του θερμοκηπίου θα οδηγήσει σε ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες, οι οποίες διαταράσσοντας το κλιματικό σύστημα, θα συνοδευτούν από αύξηση στην συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων. Με τη σειρά τους, αυτά τα ακραία καιρικά φαινόμενα ενδέχεται να προκαλέσουν καταστρεπτικές επιπτώσεις τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα ζώα και τα φυτά. Εκτιμάται λοιπόν πως η κλιματική αλλαγή θα επιφέρει καταιγίδες που μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρες, ξηρασίες που μπορούν να οδηγήσουν στην έλλειψη πόσιμου νερού, καθώς και λιώσιμο των πάγων με αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

Η εισαγωγική δραστηριότητα του φυλλαδίου εργασίας παρακινεί τα παιδιά να καταγράψουν τις απόψεις τους για το λόγο για τον οποίο, όταν μπαίνουν το καλοκαίρι στο παρκαρισμένο αυτοκίνητό τους η θερμοκρασία είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που επικρατεί έξω. Στη συνέχεια, ένα μέλος από κάθε ομάδα (παρατηρητές) με τη βοήθεια του δασκάλου εκτελούν την πρώτη πειραματική δραστηριότητα. Κάθε παρατηρητής ενημερώνει τα μέλη της ομάδας του για την πορεία του πειράματος. Έτσι, τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει στο κλειστό βάζο που το χτυπάει ο ήλιος και στην εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος, ακολουθεί η μελέτη του «κανονικού» φαινομένου του θερμοκηπίου. Με αρωγό το κείμενο από την Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον, που αναφέρεται στην ανάλυση του φαινομένου, οι μαθητές/ριες θα διαπιστώσουν την ανάγκη ύπαρξής του για την διατήρηση της ζωής πάνω στη Γη. Ταυτόχρονα γίνεται η σύνδεση της γήινης ατμόσφαιρας με τη λειτουργία του θερμοκηπίου μέσα από την παρουσίαση συγκεκριμένων διαφανειών (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Σύγκριση θερμοκηπίου και γήινης ατμόσφαιρας

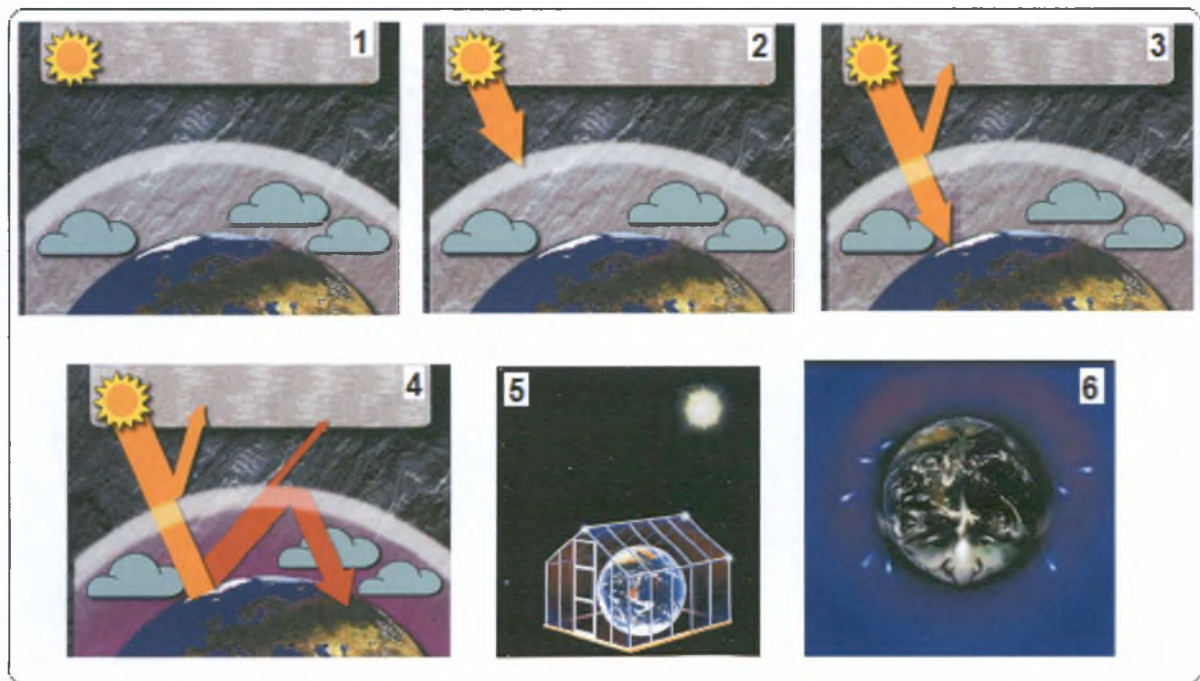
Τα παιδιά με κατάλληλες ερωτήσεις: όπως «Η Γη είναι σαν ένα θερμοκήπιο. Ξέρεις γιατί;», «Από τι υλικά είναι φτιαγμένο το θερμοκήπιο;» «Ποιο στοιχείο της Γης παίζει ρόλο του γυαλιού στο θερμοκήπιο;» «Τι συμβαίνει με τις ακτίνες του ήλιου στο θερμοκήπιο και στη γήινη ατμόσφαιρα;» «Με ποιον τρόπο θερμαίνεται το θερμοκήπιο και με ποιον η Γη;» μαθαίνουν και συγκριτικά τη λειτουργία του θερμοκηπίου και της γήινης ατμόσφαιρας.

Πιο αναλυτικά, γνωρίζουν ότι τα θερμοκήπια έχουν μία οροφή φτιαγμένη από διάφανα υλικά, συνήθως γυαλί, τα οποία αφήνουν το φως του ήλιου να μπει μέσα. Η ατμόσφαιρα που περιβάλλει τη Γη δρα σαν το γυαλί κι αφήνει το φως του ήλιου να μπει μέσα. Το φως του ήλιου χτυπά στην οροφή του θερμοκηπίου. Μερικές από τις ακτίνες του ήλιου αντανακλώνται αλλά οι περισσότερες διαπερνούν το γυαλί και φτάνουν τα φυτά στο εσωτερικό. Κατά τον ίδιο τρόπο, το φως του ήλιου χτυπά στην ατμόσφαιρά μας. Μερικές από τις ακτίνες του ήλιου αντανακλώνται πίσω στο διάστημα, αλλά οι περισσότερες διαπερνούν την ατμόσφαιρα. Μερικές απορροφούνται από σωματίδια στην ατμόσφαιρα αλλά οι περισσότερες φτάνουν στην επιφάνεια της Γης. Τα φυτά στο θερμοκήπιο και στη Γη χρησιμοποιούν το φως σαν τροφή και παράγουν ενέργεια ως θερμότητα. Τα φυτά στο θερμοκήπιο εκπέμπουν υπέρυθρες ακτινοβολίες. Όταν η ακτινοβολία χτυπά το γυαλί, η περισσότερη από αυτή αντανακλάται πίσω προς το θερμοκήπιο. Έτσι, το θερμοκήπιο θερμαίνεται. Τα φυτά στη Γη εκπέμπουν υπέρυθρες ακτινοβολίες. Όταν η ακτινοβολία έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα αυτή απορροφά την ενέργεια και κατόπιν την αντανακλά πίσω προς την επιφάνεια της Γης. Έτσι η Γη θερμαίνεται.

Όλη αυτή η περιγραφή οδηγεί τα παιδιά στην διαπίστωση ότι εάν δεν υπήρχε το «κανονικό» φαινόμενο του θερμοκηπίου, η Γη μπορεί να ήταν πολύ ψυχρή για εμάς. Θα

ήταν σχεδόν 33 °C ψυχρότερη απ' όσο είναι τώρα: περίπου - 18 °C. Όλο το νερό στον πλανήτη θα ήταν στερεό, δηλαδή παγωμένο.

Με τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα της ενότητας, η οποία θα εκτελεστεί από τους παρατηρητές, όπως και η πρώτη, οι μαθητές/ριες θα προσπαθήσουν να κατανοήσουν την επίπτωση του «ανώμαλου» φαινομένου του θερμοκηπίου στην θερμοκρασία της Γης. Αυτή η προσπάθεια θα ενισχυθεί με τη μελέτη του κειμένου με τις εικόνες για το πρόβλημα και του κειμένου από την Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον, που αναφέρεται στην ανάλυση του φαινομένου. Τα κείμενα θα βοηθήσουν τα παιδιά να αντιληφθούν τους παράγοντες που συντελούν στην ύπαρξή του και να συνειδητοποιήσουν ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι το βασικό αέριο που ευθύνεται για τη δημιουργία του φαινομένου. Για να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι το «ανώμαλο» φαινόμενο του θερμοκηπίου, που από δω και πέρα θα ορίζεται απλώς ως «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου», οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας της Γης (πλανητική θέρμανση). Στο τέλος της δεύτερης ομαδικής δραστηριότητας, θα γίνει μία παρουσίαση σε διαφάνειες του Φαινομένου του Θερμοκηπίου, από το δάσκαλο, όπου θα δώσει την ευκαιρία στα παιδιά να εμπεδώσουν τον τρόπο δημιουργίας του (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Σχηματική αναπαράσταση του «ανώμαλου» Φαινομένου του Θερμοκηπίου

Το επόμενο πείραμα, δίνει την ευκαιρία στα παιδιά να αναγνωρίσουν μία μεγάλη επίπτωση της πλανητικής θέρμανσης στο περιβάλλον. Αυτή του λιώσιματος των πάγων. Με αφορμή τη διαπίστωση αυτή, θα μελετήσουν το κείμενο από την Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον, που αναφέρεται στις επιπτώσεις της πλανητικής θέρμανσης, για να εντοπίσουν τις πέντε κυριότερες επιπτώσεις της αύξησης

της θερμοκρασίας του πλανήτη στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Έτσι, τα μέλη κάθε ομάδας, με βάση τις προϋπάρχουσες ιδέες τους, τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχουν αποκτήσει μέχρι τη στιγμή εκείνη, συνεργάζονται και επιλέγουν τις επιπτώσεις αυτές που πιστεύουν ότι είναι οι πιο σημαντικές.

Παράλληλα, πρέπει να μελετήσουν και το κείμενο από την Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον, που αναφέρεται στις λύσεις για την αντιμετώπιση της πλανητικής θέρμανσης. Είναι ανάγκη να αναζητήσουν λύσεις και να προτείνουν τις κυριότερες, μεταξύ των οποίων η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας. Τα δύο αυτά θέματα θα μας απασχολήσουν στην συνέχεια του προγράμματος με τις υπόλοιπες διδακτικές ενότητες.

Στη τέταρτη ομαδική δραστηριότητα οι μαθητές/ριες, έχοντας πια μια πλήρη εικόνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καλούνται να συμπληρώσουν το διάγραμμα με τις κατάλληλες λεζάντες για να έχουν μία ολοκληρωμένη σχηματική παρουσίαση του φαινομένου.

Η ενότητα θα τελειώσει με τη συζήτηση που θα πραγματοποιηθεί μέσα στην τάξη και που έχει σαν στόχο αφενός να συνδέσουν τα παιδιά τη χρήση των ορυκτών καυσίμων με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αφετέρου να παρουσιάσει κάθε ομάδα τις απόψεις της για το πώς μπορεί να λυθεί αυτή η διαρκώς αυξανόμενη χρήση ενέργειας που οδηγεί στη δημιουργία του «Φαινομένου του Θερμοκηπίου».

4^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ **ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (1)**

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

- Να συνειδητοποιήσουν το πόσο σημαντική πηγή ενέργειας είναι ο ήλιος για την ανθρώπινη ζωή,
- Να γνωρίσουν τις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας και να τις διακρίνουν σε ενεργητικά και σε παθητικά συστήματα αξιοποίησής της,
- Να μπορούν να περιγράψουν τις χρήσεις της ηλιακής ενέργειας σε εφαρμογές της καθημερινής ζωής,
- Να μπορούν να συναρμολογήσουν ένα ηλιακό αυτοκινητάκι με σκοπό να κινηθεί και να αναγνωρίσουν, σε πρώτο επίπεδο, προτερήματα και αδυναμίες της ηλιακής ενέργειας,
- Να διακρίνουν τις διάφορες μετατροπές ενέργειας που προκαλούνται από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας,
- Να κατανοήσουν τη συνεισφορά του ήλιου ως πηγής ενέργειας στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων,
- Να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας,
- Να διαπιστώσουν, σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, τη συνεισφορά της ηλιακής ενέργειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε μαθητή/ρια)

- Κείμενο για την "ηλιακή ενέργεια" από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» (εκδόσεις Πατάκη)

ΥΛΙΚΑ (για δύο ομάδες, όπως φαίνονται στην εικόνα 9)



Εικόνα 9. Υλικά για τη συναρμολόγηση του αυτοκινήτου

Η τέταρτη διδακτική ενότητα ασχολείται με την ανανεώσιμη πηγή του ήλιου. Με τις ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες, οι μαθητές/ριες ανακαλύπτουν τις σύγχρονες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας και τη συνεισφορά της τόσο στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η εισαγωγική δραστηριότητα παρακινεί τους/ις μαθητές/ριες να εκφράσουν τις απόψεις για τον τρόπο με τον οποίο θερμαίνεται και ηλεκτροδοτείται το σπίτι (εικόνα 10). Στη συνέχεια, το κάθε παιδί αναγνωρίζει τον ήλιο ως πηγή ενέργειας



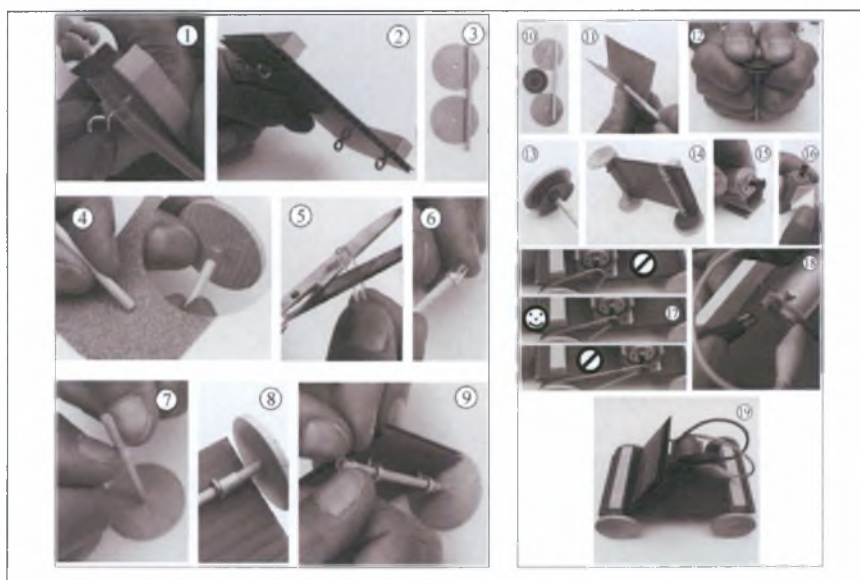
Εικόνα 10. Σπίτι που χρησιμοποιεί τον ήλιο ως πηγή ενέργειας

και την μορφή που προέρχεται από αυτόν, καθώς και τη σημασία του ήλιου για τη ζωή πάνω στον πλανήτη. Σε ομαδικό επίπεδο, μετά, αφού αναζητήσουν τρόπους αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας στα αρχαία χρόνια και σήμερα, προσπαθούν να περιγράψουν τη λειτουργία της πιο διαδεδομένης εφαρμογής της, του ηλιακού θερμοσίφωνα. Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά βλέπουν ένα μοντέλο-αναλογία ενός ηλιακού θερμοσίφωνα. Έτσι, έχουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας του (Εικόνα 11). Επιπλέον, προσπαθούν να διακρίνουν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και τον τρόπο που μετατρέπουν αυτά την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Η τρίτη ομαδική δραστηριότητα ενισχύει αυτό το στόχο, αφού βάζει τα παιδιά να συναρμολογήσουν δύο ηλιακά αυτοκινητάκια.



Εικόνα 11. Μοντέλο Ηλιακού Θερμοσίφωνα

Οι μαθητές/ριες, στο πλαίσιο αυτής της πειραματικής δραστηριότητας, από 3 ομάδες των τεσσάρων και 2 των τριών ατόμων, μετατρέπονται με συνένωση σε 2 ομάδες των δέκα και οχτώ ατόμων αντίστοιχα. Αφού συναρμολογήσουν τα αυτοκίνητα, με οπτικές οδηγίες που δίνονται σε κά-



Εικόνα 12. Οπτικές οδηγίες συναρμολόγησης του ηλιακού αυτοκινήτου

θε μία ομάδα (Εικόνα 12), τα παιδιά προσπαθούν να τοποθετήσουν με τέτοιο τρόπο τα υλικά έτσι ώστε τα αυτοκινητάκια να κινηθούν. Ταυτόχρονα, καλούνται να περιγράψουν τις μετατροπές ενέργειας που παρατηρούν μέχρι να κινηθεί το μικρό όχημα και να το θέσουν σε λειτουργία σε δύο διαφορετικές συνθήκες (ήλιος – σκιά). Εδώ θα διαπιστώσουν εμπειρικά το βασικό μειονέκτημα της ηλιακής ενέργειας, καθώς θα διαπιστώσουν ότι το φωτοβολταϊκό στοιχείο, χρειάζεται ήλιο για να μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια σε κινητική. Στο τέλος αυτής της δραστηριότητας, οι μαθητές/ριες προσπαθούν να περιγράψουν άλλες εφαρμογές των φωτοβολταϊκών στοιχείων (αριθμομηχανή, οδικός φωτισμός, φανάρι,

φάρος, άρδευση χωραφιών, αυτοκίνητο αγώνων, σπίτι). Καταλήγουμε με το διαχωρισμό των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, από τα παθητικά συστήματα.

Ο δάσκαλος πληροφορεί τους/ις μαθητές/ριες για τη διάκριση των ηλιακών συστημάτων σε ενεργητικά και παθητικά, αναφέροντας ότι ενεργητικά λέγονται όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια ή σε θερμότητα, ενώ τα παθητικά συλλέγουν και αποθηκεύουν ηλιακή ενέργεια για εξασφάλιση θέρμανσης το χειμώνα και δροσίσιμου το καλοκαίρι. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα και οι ηλιακοί συλλέκτες (ηλιακός θερμοσίφωνας) ανήκουν στα ενεργητικά συστήματα αξιοποίησης του ήλιου.

Με την τέταρτη δραστηριότητα, ζητείται από τα παιδιά να περιγράψουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα που παρατηρούν στα σπίτια της εικόνας 13. Διαπιστώνουν ότι η αρχή λειτουργίας των συστημάτων αυτών είναι το «κανονικό» φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πρόκειται, δηλαδή, για τη συλλογή και τον εγκλωβισμό της ηλιακής ενέργειας με τη μορφή θερμότητας σε ένα χώρο περικλειστο από γυαλί, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση και να αποδίδεται η θερμότητα στο χώρο όλο το εικοσιτετράωρο. Ταυτόχρονα, ο χώρος αυτός είναι προσανατολισμένος στο νότο, όπου δέχεται την περισσότερη ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τη λιγότερη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η τοποθέτηση κατάλληλων σκιάστρων πάνω από τα παράθυρα ή ενός φυλλοβόλου δέντρου για τη δημιουργία σκιάς το καλοκαίρι, εμποδίζουν τον ήλιο που βρίσκεται ψηλότερα σε σύγκριση με το χειμώνα. Επίσης, χρειάζεται πολύ καλή μόνωση, ώστε η ζέστη του χειμώνα και η καλοκαιρινή δροσιά να μη χάνονται προς τα έξω.

Με την ολοκλήρωση των εφαρμογών αξιοποίησης του ήλιου ως πηγής ενέργειας, περνάμε στην επόμενη δραστηριότητα, όπου οι μαθητές/ριες συγκρίνουν τον ήλιο με τις συμβατικές πηγές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα) και διαπιστώνουν ότι η ηλιακή ενέργεια είναι μία «καθαρή» πηγή. «Καθαρή», διότι τα ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα δε ρυπαίνουν, είναι ανανεώσιμα και δεν εξαντλούνται. Επιπροσθέτως, τα παιδιά με τη βοήθεια του κειμένου από το βιβλίο «Το οικολογικό αλφαβητάρι», αναζητούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας. Έχοντας εξοικειωθεί με αυτόν τον τρόπο εργασίας (δεύτερη διδακτική ενότητα), κατασκευάζουν έναν πίνακα, όπου κάθε ομάδα βρίσκει το δικό





Εικόνα 13. Παθητικά ηλιακά συστήματα

της τρόπο να παρουσιάσει τις πληροφορίες που ζητούνται. Αυτή η δραστηριότητα κλείνει με την αναγνώριση της σημαντικής γεωγραφικής θέσης της Ελλάδας, η οποία λόγω του μεγάλου ηλιακού δυναμικού της μπορεί να εφαρμόσει τόσο ενεργητικά όσο και παθητικά ηλιακά συστήματα, με σκοπό την αξιοποίηση της ανεξάντλητης πηγής ενέργειας του ήλιου.

Η ενότητα τελειώνει με τη συζήτηση μέσα στη τάξη, όπου κάθε ομάδα αρχικά και στη συνέχεια η ολομέλεια της τάξης, διαπιστώνει δύο γραφήματα ότι η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μικρή σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ το ίδιο συμβαίνει και στην Ελλάδα. Επίσης, συνειδητοποιούν ότι μία χώρα σαν την Ελλάδα, με υψηλό ηλιακό δυναμικό, αγνοεί ακόμα την εκμετάλλευση του ήλιου για την “παραγωγή” ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα, αναζητούνται οι λόγοι για τους οποίους μπορεί να συμβαίνει αυτό. Από την άλλη, συμπεραίνουν ότι η αξιοποίηση των ηλιακών συλλεκτών είναι πολύ μεγάλη στη χώρα μας πράγμα που βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΗΛΙΑΚΟΣ ΦΟΥΡΝΟΣ

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

- Να κατασκευάσουν έναν υποτυπώδη ηλιακό φούρνο, προκειμένου να γίνει κατανοητός ο ρόλος του ήλιου ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας,
- Να παραλληλίσουν τη λειτουργία του ηλιακού φούρνου με τον ηλεκτρικό φούρνο του σπιτιού τους,
- Να συνδέσουν τη λειτουργία του ηλιακού φούρνου με την προστασία του περιβάλλοντος,
- Να συνδέσουν τη λειτουργία του ηλιακού φούρνου με το «φαινόμενο του θερμοκηπίου».

ΥΛΙΚΑ (για κάθε ομάδα)

- Ένα κουτί από χαρτόνι (κουτί από πίτσα),
- Ένα ρολό αλουμινόχαρτου,
- Ένα κομμάτι λεπτού πλαστικού φύλλου,
- Ένα κομμάτι μαύρο χαρτί,
- Δύο μικρά πιατάκια,
- Χαρτοταινία,
- Δύο κομμάτια σοκολάτας.

Με τη βιωματική δραστηριότητα αυτή, τα παιδιά κατασκευάζουν έναν ηλιακό φούρνο με απλά υλικά. Ακολουθώντας τις οδηγίες που τους δίνονται εκτελούν το πείραμα με τη σοκολάτα, κάνοντας αρχικά προβλέψεις για το ποιο κομμάτι πρόκειται να λιώσει πρώτα. Στη συνέχεια, εκφράζουν το λόγο για τον οποίο λιώνει αυτό που βρίσκεται μέσα στον ηλιακό φούρνο. Επιπλέον, βρίσκουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ του ηλιακού φούρνου που κατασκεύασαν και του ηλεκτρικού φούρνου του σπιτιού τους.

Με την περιγραφή λειτουργίας του ηλιακού φούρνου τα παιδιά, κατανοούν τον τρόπο λειτουργίας του φούρνου, ενώ η σύνδεσή του με το φαινόμενο του θερμοκηπίου ενισχύει το ρόλο του φαινομένου στη μεγάλη θερμοκρασία που αναπτύσσεται μέσα σε αυτόν. Τελειώνοντας, αναφερόμαστε στη σημασία του ηλιακού φούρνου και γενικότερα της χρήσης μίας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας (ήλιος) στην προσπάθεια καταπολέμησης της πλανητικής θέρμανσης, για την οποία ευθύνεται η χρήση των ορυκτών καυσίμων.

5^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2)

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

- Να αναγνωρίζουν τον άνεμο ως πηγή ενέργειας και την αντίστοιχη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος (αιολική),
 - Να γνωρίσουν πως εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος την αιολική ενέργεια στα αρχαία χρόνια και πώς μπορεί να αξιοποιήσει τη χρήση της σήμερα,
 - Να διακρίνουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται μία ανεμογεννήτρια,
 - Να διακρίνουν τις διάφορες μετατροπές ενέργειας που προκαλούνται από την αξιοποίηση της ανεμογεννήτριας,
 - Να συνδέσουν την αυξομείωση της έντασης του ανέμου με την αντίστοιχη αυξομείωση της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος που παρατηρείται με τη χρήση της ανεμογεννήτριας,
 - Να κατανοήσουν τη συνεισφορά του ανέμου ως πηγής ενέργειας στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων,
 - Να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας,
 - Να διαπιστώσουν, σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, τη συνεισφορά της αιολικής ενέργειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου τόσο στο παρόν όσο και στο μέλλον.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε μαθητή/ρια)

- Κείμενο για την "αιολική ενέργεια" από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» (εκδόσεις Πατάκη)

ΥΛΙΚΑ (για όλη την τάξη)

- Μία ανεμογεννήτρια αποτελούμενη από πτερύγια, γρανάζια, γεννήτρια, βάση,
- Ένα μοτέρ,
- Ένας βομβητή,
- Ένα κόκκινο λαμπάκι (LED),
- Ένα βολτόμετρο.

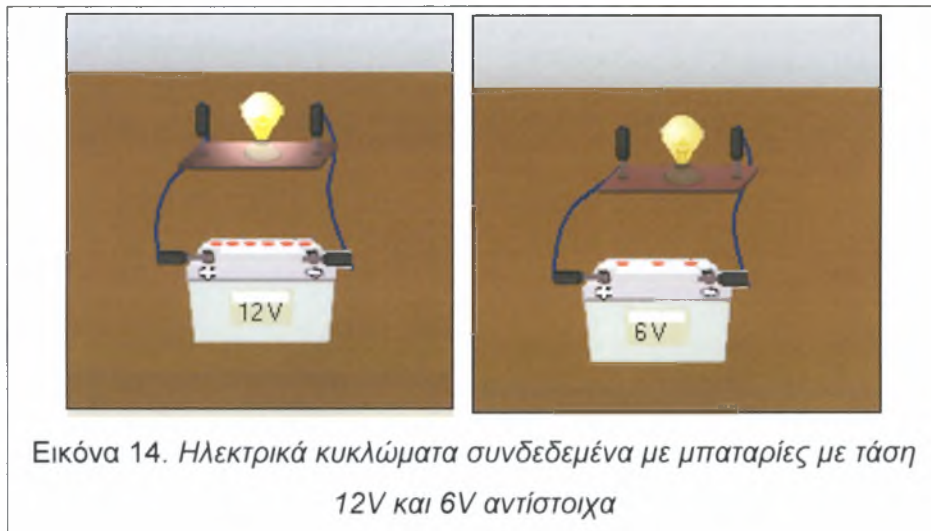
Με την πέμπτη διδακτική ενότητα οι μαθητές/ριες διαπραγματεύονται τη δεύτερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, τον άνεμο. Οι

δραστηριότητες που αναφέρονται στην αιολική ενέργεια τους βοηθούν να κατανοήσουν τόσο τις διάφορες εφαρμογές της όσο και τη συνεισφορά της στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην εισαγωγική δραστηριότητα τα παιδιά καλούνται μέσα από μία φωτογραφία να αναγνωρίσουν ένα αιολικό πάρκο που αποτελείται από μερικές ανεμογεννήτριες. Τους δίνεται η δυνατότητα να εκφράσουν τις αντιλήψεις τους για τη χρησιμότητά τους καθώς και για το λόγο που είναι εγκατεστημένες σε εκείνο το σημείο. Στη συνέχεια, τους ζητείται ατομικά να αναγνωρίσουν τον άνεμο ως πηγή ενέργειας και την αντίστοιχη μορφή ενέργειας με τη βοήθεια μίας εικόνας. Επίσης, προσπαθούν να συνδέσουν την ύπαρξη των ανέμων στη φύση με την παρουσία του ήλιου για να καταλάβουν ότι χωρίς τον ήλιο δεν θα υπήρχαν και άνεμοι. Τέλος, καλούνται να αναφέρουν, αν γνωρίζουν, εφαρμογές της αιολικής ενέργειας στο παρελθόν και στο παρόν.

Η επόμενη δραστηριότητα είναι ομαδική και υλοποιείται με μία πειραματική εργασία με τη μορφή επίδειξης. Από τους παρατηρητές των ομάδων ζητείται να συναρμολογήσουν την ανεμογεννήτρια, ενώ με την υπόδειξή τους τα μέλη κάθε ομάδας καταγράφουν τα βασικά μέρη της. Μετά τη συναρμολόγηση, τα άτομα κάθε ομάδας συνδέουν στην ανεμογεννήτρια αντίστοιχα τα εξής στοιχεία: το μοτέρ, το βομβητή, το κόκκινο λαμπάκι και το βολτόμετρο. Με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, που παίζει το ρόλο του ανέμου, τα παιδιά αυξομειώνουν την έντασή του και διαπιστώνουν ότι όσο πιο μεγάλη ένταση έχει ο άνεμος τόσο πιο γρήγορα κινείται το μοτεράκι, τόσο πιο μεγάλο θόρυβο κάνει ο βομβητής, τόσο πιο πολύ φωτίζει το λαμπάκι και τόσο πιο μεγάλη είναι η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Στο σημείο αυτό ο δάσκαλος δίνει μία διαισθητική ερμηνεία του όρου «τάση» του ηλεκτρικού ρεύματος, αναφέροντας ως παράδειγμα την τάση διάφορων μπαταριών. Με τη βοήθεια του λογισμικού M.A.Θ.H.M.A. κι ενός projector, ο δάσκαλος θα συνδέσει σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα μία μπαταρία με τάση 12V και σε ένα άλλο μία μπαταρία με τάση 6V για να δουν τα παιδιά ότι η φωτεινότητα της λάμπας στα δύο κυκλώματα είναι διαφορετική και συγκεκριμένα η φωτεινότητα της λάμπας στο πρώτο κύκλωμα είναι πιο μεγάλη από ό,τι στο δεύτερο κύκλωμα (Εικόνα 14). Δηλαδή, θα αντιληφθούν ότι η αύξηση της τάσης της μπαταρίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα (με σταθερή αντίσταση, δηλαδή ίδιο λαμπάκι). Επιπλέον τα παιδιά θα συνειδητοποιήσουν ότι η αύξηση της τάσης που παρατηρείται στο βολτόμετρο, εξαρτάται εκτός από την ένταση και από τον αριθμό των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας. Όσο περισσότερα πτερύγια βάλουμε στην ανεμογεννήτρια (π.χ. 12) τόσο μεγαλύτερη τάση θα έχουμε στην ένδειξη του βολτόμετρου.



Μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής αυτής διαδικασίας, ακολουθεί η δεύτερη ομαδική δραστηριότητα που αναφέρεται στην περιγραφή της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας και στις μετατροπές ενέργειας που παρατηρούνται μέχρι την “παραγωγή” ηλεκτρικής ενέργειας και τη μεταφορά της στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. (Εικόνα 15). Στο σημείο αυτό ο δάσκαλος παρουσιάζει ένα



Εικόνα 15. Περιγραφή της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας με αναφορά στις μετατροπές ενέργειας

μοντέλο μίας ανεμογεννήτριας, η οποία δείχνει το πώς λειτουργεί μία πραγματική ανεμογεννήτρια. Τα παιδιά συνειδητοποιούν ότι η χρήση της ανεμογεννήτριας γίνεται για μετατρέψουν οι άνθρωποι την αιολική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική, η οποία θα χρησιμοποιηθεί είτε για το φωτισμό των οδικών δρόμων (μοντέλο) (Εικόνα 16) είτε για την παροχή ηλεκτρισμού στα σπίτια μας (Εικόνα 15).



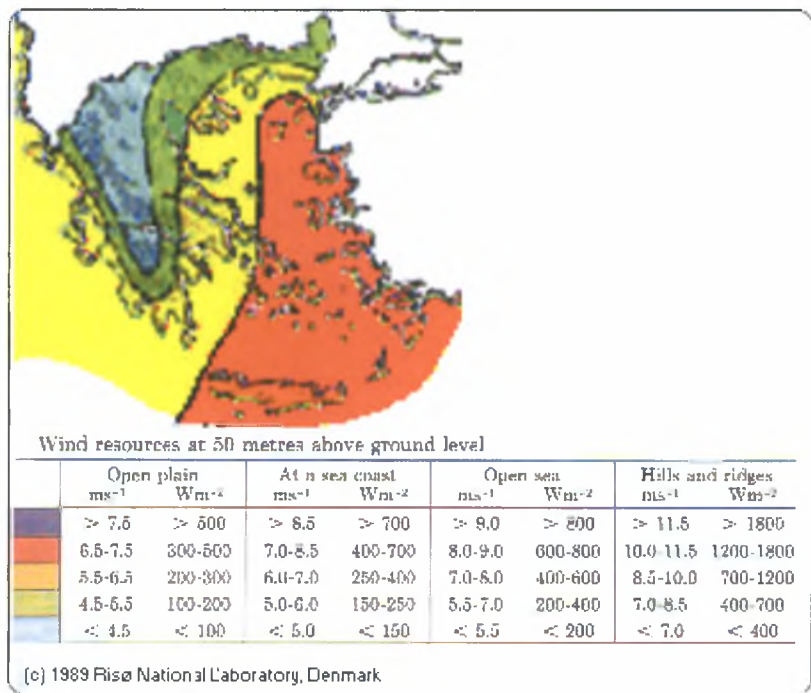
Εικόνα 16. Μοντέλο Ανεμογεννήτριας

Με την ολοκλήρωση των εφαρμογών αξιοποίησης του ανέμου ως πηγής ενέργειας, περνάμε στην επόμενη δραστηριότητα, όπου οι μαθητές/ριες συγκρίνουν τον άνεμο με τις συμβατικές πηγές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα) και διαπιστώνουν ότι η αιολική ενέργεια είναι μία “καθαρή” πηγή. “Καθαρή”, διότι οι ανεμογεννήτριες δε ρυπαίνουν, είναι ανανεώσιμες και δεν εξαντλούνται. Επιπροσθέτως, τα παιδιά με τη βοήθεια του κειμένου από το βιβλίο «Το οικολογικό αλφαβητάρι», αναζητούν τα πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας. Επειδή το κείμενο δεν αναφέρει τα μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας, τα παιδιά προσπαθούν να σκεφτούν και να καταγράψουν τα μειονεκτήματά της, λαμβάνοντας υπόψη και την πειραματική δραστηριότητα.

Ταυτόχρονα, προβάλλονται στον πίνακα με τον projector, μερικές εικόνες που ίσως βοηθήσουν στο να εντοπίσουν τυχόν μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας και πιο συγκεκριμένα των ανεμογεννητριών (Εικόνα 17). Εδώ θα επισημάνουμε το γεγονός ότι ως μειονεκτήματα πολλοί άνθρωποι θεωρούν το ότι οι ανεμογεννήτριες είναι θορυβώδεις, επηρεάζουν τα ζώα, ιδίως τα πουλιά του τόπου, τις καλλιέργειες της γης, όπου είναι εγκατεστημένες και μειώνουν αισθητικά το φυσικό τοπίο. Όλα αυτά τα μειονεκτήματα, αν και επιστημονικά δεν ευσταθούν, ωστόσο, δεν παύουν να απασχολούν μερίδα του πληθυσμού, ιδίως εκεί που εγκαθίστανται.



Αυτή η δραστηριότητα κλείνει με την αναγνώριση των συγκεκριμένων περιοχών, όπου μπορεί να γίνει η εγκατάσταση ανεμογεννητριών, μελετώντας το χάρτη που προβάλλεται στον πίνακα (Εικόνα 18). Ο πίνακας δείχνει το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας, όπου το κόκκινο χρώμα δείχνει τη μεγάλη ένταση που πνέουν οι άνεμοι και το γαλάζιο τη μικρή. Επομένως, τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι τα νησιά του Αιγαίου Πελάγους πρωτίστως και τα αυτά του Ιονίου μπορούν να αξιοποιηθούν κατάλληλα για την εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων.



Εικόνα 18. Αιολικό δυναμικό της Ελλάδας

Κλείνοντας αυτή τη διδακτική ενότητα, οι μαθητές/ριες συζητούν στην ομάδα τους, αρχικά και όλοι μαζί μετέπειτα, και διαπιστώνουν ότι η εκμετάλλευση του ανέμου, ως πηγής ενέργειας, είναι αυξημένη σε σχέση με την ηλιακή σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Ωστόσο, η Ελλάδα υπολείπεται στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον, θα αναγνωρίσουν την προσπάθειά της στο να αυξήσει την εγκατεστημένη ισχύ από αιολική ενέργεια μέχρι το έτος 2020 και να μειώσει τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

6^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (3)

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

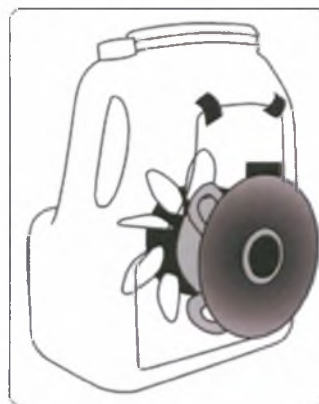
- Να αναγνωρίζουν το νερό ως πηγή ενέργειας και την αντίστοιχη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος (υδραυλική),
- Να γνωρίσουν πως εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος την υδραυλική ενέργεια στα αρχαία χρόνια και πώς μπορεί να αξιοποιήσει τη χρήση της σήμερα,
- Να διακρίνουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα μοντέλο που αξιοποιεί την υδραυλική ενέργεια και να τα συγκρίνουν με αυτά ενός υδροηλεκτρικού σταθμού,
- Να διακρίνουν τις διάφορες μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σε ένα υδροηλεκτρικό σταθμό,
- Να συνδέσουν την αυξομείωση της ροής του νερού με την αντίστοιχη αυξομείωση της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος που παρατηρείται στο μοντέλο,
- Να διαπιστώσουν το ρόλο που παίζει η κατάλληλη γεωγραφική περιοχή στην εγκατάσταση υδροηλεκτρικών μονάδων,
- Να κατανοήσουν τη συνεισφορά του νερού, ως πηγής ενέργειας, στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων,
- Να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδραυλικής ενέργειας,
- Να γνωρίσουν τη δυνατότητα αξιοποίησης της υδραυλικής ενέργειας με την εκμετάλλευση των θαλάσσιων κυμάτων, των θαλάσσιων ρευμάτων και των παλιρροιών,
- Να διαπιστώσουν, σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, τη συνεισφορά της υδραυλικής ενέργειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου και να τη συγκρίνουν με τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε μαθητή/ρια)

- Κείμενο για την “υδραυλική ενέργεια” από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» (εκδόσεις Πατάκη)

ΥΛΙΚΑ (για όλη την τάξη)

- Ένα Υδραυλικό μοντέλο (Εικόνα 19),
- Ένα πολύμετρο,
- Ένα λαμπάκι.



Εικόνα 19. Υδραυλικό μοντέλο

Με την ενότητα αυτή τελειώνει και η μελέτη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι μαθητές/ριες ανακαλύπτουν την υδραυλική ενέργεια μέσα από την αξιοποίηση τόσο των υδατοπτώσεων όσο και των θαλάσσιων κυμάτων, ρευμάτων και της παλίρροιας. Παράλληλα, με την ανακάλυψη των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της διαπιστώνουν τη συνεισφορά της στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που προέρχονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων.

Η εισαγωγική δραστηριότητα καλεί τους/τις μαθητές/ριες να περιγράψουν τον κύκλο του νερού και να εκφράσουν τις αρχικές ιδέες τους για την σχέση που μπορεί να έχει αυτός με την ενέργεια. Στη συνέχεια, ατομικά τους ζητείται να αναγνωρίσουν το νερό ως πηγή ενέργειας και την αντίστοιχη μορφή ενέργειας με τη βοήθεια διαφόρων εικόνων. Επίσης, προσπαθούν να αναφέρουν, αν γνωρίζουν, πώς αξιοποίησε ο άνθρωπος την ενέργεια από το νερό στο παρελθόν (υδροτριβεία, νερόμυλοι, κλωστοϋφαντουργία) και πώς την αξιοποιεί στο παρόν (υδροηλεκτρικοί σταθμοί).

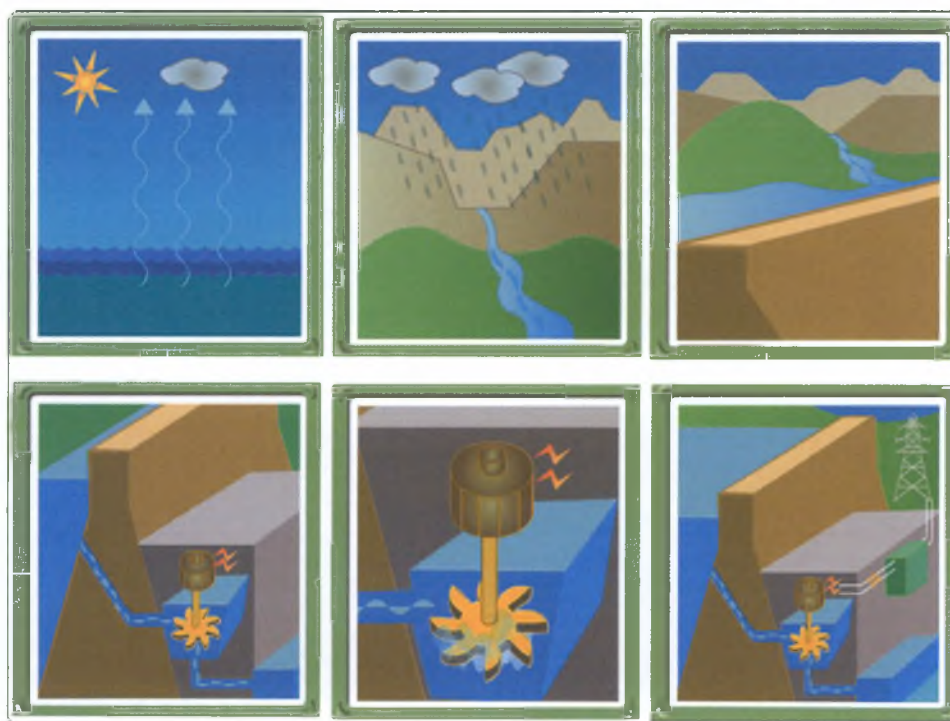
Με την πρώτη ομαδική δραστηριότητα, τα παιδιά, παρατηρώντας μία εικόνα, προσπαθούν να αναγνωρίσουν έναν υδροηλεκτρικό σταθμό. Ταυτόχρονα, με τη βοήθεια του υδραυλικού μοντέλου (Εικόνα 20), καλούνται να διακρίνουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται αυτό και να τα συγκρίνουν με αυτά ενός υδροηλεκτρικού σταθμού.



Εικόνα 20. Υδραυλικό μοντέλο

Στο σημείο αυτό τα παιδιά και ο δάσκαλος δοκιμάζουν τη λειτουργία του μοντέλου στις βρύσες του σχολείου. Η πτώση του νερού κινεί τα κουταλάκια (στρόβιλος), τα οποία περιστρέφουν τέσσερις μαγνήτες. Αυτοί περιστρέφονται απέναντι από τέσσερα πηνία που καταλήγουν σε ένα λαμπάκι. Όσο πιο γρήγορα πέφτει το νερό τόσο πιο γρήγορα κινούνται τα κουταλάκια και τόσο πιο πολύ φωτίζει το λαμπάκι. Το ίδιο συμβαίνει και με τη μέτρηση της τάσης στα άκρα των πηνίων. Όσο πιο γρήγορα πέφτει το νερό τόσο πιο πολύ αυξάνεται η τάση που δείχνει το πολύμετρο.

Με την επόμενη δραστηριότητα κι έχοντας αναγνωρίσει την υδραυλική ενέργεια που προκύπτει από την υδατόπτωση, οι μαθητές/ριες καλούνται να περιγράψουν με βάση τα σχήματα που τους δίνονται (Εικόνα 21) τη διαδικασία κατά την οποία η ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική σε ένα υδροηλεκτρικό σταθμό. Εδώ χρειάζεται να συνδέσουν την υδραυλική ενέργεια με τον κύκλο του νερού και να αναφέρουν τις μετατροπές ενέργειας που παρατηρούν.



Εικόνα 21. Εκμετάλλευση του κύκλου νερού σε ένα υδροηλεκτρικό σταθμό

Η τρίτη ομαδική δραστηριότητα αναφέρεται στον εντοπισμό στο συγκεκριμένο χάρτη της Ελλάδας των περιοχών όπου είναι εγκατεστημένες υδροηλεκτρικές μονάδες και να αναζητήσουν το λόγο για τον οποίο είναι εγκατεστημένες εκεί. Παράλληλα, διαπιστώνουν ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια καλύπτει περίπου το 23% της εγκατεστημένης ισχύς της χώρας μας, πράγμα που δείχνει τη σημαντική συνεισφορά της στην ενεργειακή κάλυψη των αναγκών της.

Με την επόμενη δραστηριότητα τα παιδιά συγκρίνουν την πηγή ενέργειας του νερού με τις συμβατικές πηγές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα) και διαπιστώνουν ότι η υδραυλική ενέργεια προέρχεται από μία “καθαρή” πηγή. “Καθαρή”, διότι δε ρυπαίνεται, είναι ανανεώσιμη και δεν εξαντλείται, αφού ο κύκλος του νερού είναι ένα φυσικό φαινόμενο. Επιπλέον, τα παιδιά με τη βοήθεια του κειμένου από το βιβλίο «Το οικολογικό αλφαβητάρι», αναζητούν τα πλεονεκτήματα της υδραυλικής ενέργειας. Επειδή το κείμενο δεν αναφέρει τα μειονεκτήματα της υδραυλικής ενέργειας, τα παιδιά προσπαθούν να σκεφτούν και να καταγράψουν τα μειονεκτήματά της, λαμβάνοντας υπόψη και την προηγούμενη πειραματική δραστηριότητα.

Όσον αφορά στα μειονεκτήματα, γίνεται μία συζήτηση σχετικά με την καταστροφή καλλιεργήσιμων εδαφών και απώλεια οικοσυστημάτων από την κατασκευή των φραγμάτων. Εδώ γίνεται μία αναφορά από το δάσκαλο της δυνατότητας ύπαρξης μικρών υδροηλεκτρικών μονάδων, ως αντίλογος στην απώλεια της βιοποικιλότητας.

Η πέμπτη ομαδική δραστηριότητα στοχεύει στο να αντιληφθούν τα παιδιά τη δυνατότητα αξιοποίησης της υδραυλικής ενέργειας με την εκμετάλλευση των θαλάσσιων κυμάτων, των θαλάσσιων ρευμάτων και των παλιρροιών. Μέσα από κατάλληλες φωτογραφίες, προσπαθούν να περιγράψουν με ποιους άλλους τρόπους μπορεί να αξιοποιηθεί η ενέργεια από το νερό. Η συνεισφορά του δασκάλου στην επεξήγηση των εικόνων είναι απαραίτητη για να κατανοηθεί ο τρόπος λειτουργίας της κυματικής, παλιρροιακής ενέργειας και της ενέργειας από τα θαλάσσια ρεύματα.

Τελειώνοντας, ακολουθεί η συζήτηση μέσα στην τάξη, όπου οι μαθητές/ριες αναλύουν τους πίνακες και τα γραφήματα που σχετίζονται με την παγκόσμια συνεισφορά της υδραυλικής ενέργειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του πλανήτη και τη σύγκρισή της με τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επιπλέον, συζητούν για την περίπτωση της Ελλάδας, αναφορικά με την προοπτική εκμετάλλευσης της υδραυλικής ενέργειας στο μέλλον. Εδώ αναλογίζονται την προοπτική των κλιματικών αλλαγών, όπου οι βροχοπτώσεις μπορεί να μειωθούν και άρα της στροφής προς αναζήτηση άλλων πηγών ενέργειας (κυρίως ανανεώσιμων) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας.

7^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

- Να αντιληφθούν τους λόγους για τους οποίους είναι ανάγκη να γίνεται εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας,
- Να προτείνουν τρόπους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας στο σπίτι και στο σχολείο και να αιτιολογήσουν τις επιλογές τους,
- Να διαπιστώσουν ότι η εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας συνδέεται με την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων (μικρότερη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) και το οικονομικό όφελος στο εισόδημα των ανθρώπων.

ΥΛΙΚΑ

- 4 κουτιά αλουμινίου από αναψυκτικό (ένα για κάθε ομάδα),
- 1 κομμάτι μάλλινο ύφασμα (για τη μία ομάδα),
- 1 κομμάτι εφημερίδας (για τη μία ομάδα),
- 1 κομμάτι αλουμινόχαρτου (για τη μία ομάδα),
- 1 ρολόι – χρονόμετρο (για το δάσκαλο),
- 1 κολλητική ταινία (για κάθε ομάδα),
- 1 δοχείο ζεστό νερό (για το δάσκαλο),
- 4 θερμομέτρα (ένα για κάθε ομάδα),
- Μετρητής Δ.Ε.Η. του σχολείου,
- Φυλλάδιο Greenpeace για την Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας.

Η διδακτική ενότητα ξεκινάει με την εισαγωγική δραστηριότητα, όπου οι μαθητές/ριες με αφορμή την έκφραση «Κλείσε την τηλεόραση ή κλείσε το φως» που ακούνε πολλές φορές από τους γονείς τους, διατυπώνουν τις απόψεις τους για το πώς συνδέεται αυτή η φράση με την ενέργεια. Στη συνέχεια, ατομικά, καταγράφουν τρόπους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, καθώς και λόγους για τους οποίους κάποιος/α εξοικονομεί ενέργεια.

Με την πρώτη ομαδική πειραματική δραστηριότητα τα παιδιά αντιλαμβάνονται την ανάγκη θερμομόνωσης των σπιτιών και των σχολείων, ως τρόπο εξοικονόμησης ενέργειας. Με την δεύτερη ομαδική δραστηριότητα τα παιδιά βιωματικά διαπιστώνουν ότι το κλείσιμο των φώτων και των ηλεκτρικών συσκευών στο σχολείο αποτελεί έναν άλλο

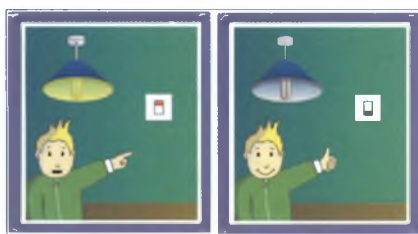
τρόπο εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτό διαπιστώνεται με την λειτουργία του μετρητή της Δ.Ε.Η., όπου η απουσία χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας ακινητοποιεί το δακτύλιο του μετρητή, ενώ αντίθετα η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας (φώτα, ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οθόνες, εκτυπωτές, scanner τηλέφωνα, ψυγείο) κάνει το δακτύλιο να κινείται γρήγορα. Εδώ ο δάσκαλος εξηγεί τη λειτουργία του μετρητή δίνοντας έμφαση στο γεγονός ότι αυτός δε μετράει την “κατανάλωση” ηλεκτρικής ενέργειας από διάφορα κτίρια, αλλά τη χρήση αυτής από διάφορες συσκευές των κτιρίων.

Παράλληλα, τα παιδιά συνειδητοποιούν ότι η κατάσταση αναμονής (stand by) κάποιων συσκευών (εκτυπωτές και οθόνες), σημαίνει χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, αφού ο δακτύλιος του μετρητή κινείται, έστω και λίγο. Στο σημείο αυτό μοιράζεται στα παιδιά ένα φυλλάδιο της Greenpeace (Εικόνα 22) που αναφέρεται στον τρόπο που μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια και στο τι σημαίνει αυτό για την τσέπη μας και το περιβάλλον.



Εικόνα 22. Εξώφυλλο φυλλαδίου της Greenpeace

Έχοντας πειραματικά και βιωματικά αντιληφθεί την ανάγκη για εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας, τα παιδιά στην επόμενη δραστηριότητα προσπαθούν να προτείνουν τρόπους εξοικονόμησης παρατηρώντας κάποιες εικόνες. Αυτές δείχνουν ένα παιδί να είναι λυπημένο όταν γίνεται “σπατάλη” ενέργειας και χαρούμενο όταν συμβαίνει το αντίθετο (Εικόνα 23). Στη ίδια λογική κινείται και η επόμενη ομαδική δραστηριότητα, όπου τα παιδιά καλούνται να περιγράψουν πώς μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια στο σπίτι τους και το σχολείο και ταυτόχρονα να δικαιολογήσουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η εξοικονόμηση (Εικόνα 24).

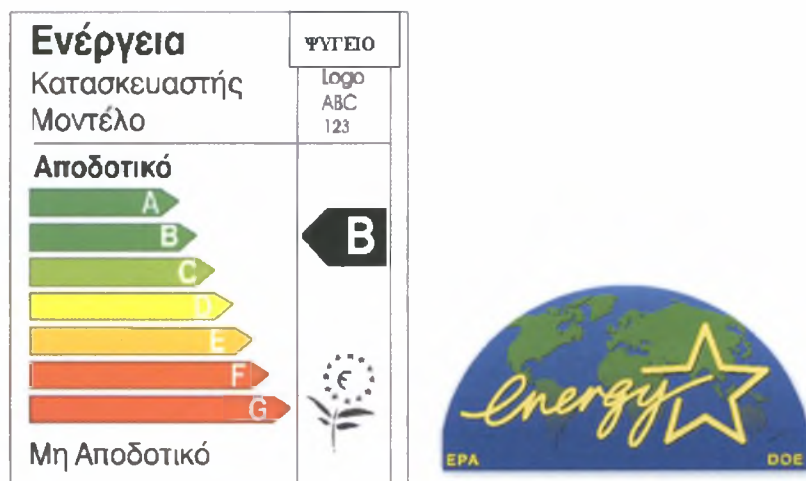


Εικόνα 23. Εξοικονόμηση ενέργειας με το σβήσιμο της λάμπας



Εικόνα 24. Ορθολογική χρήση ενέργειας στο σπίτι και το σχολείο

Η πέμπτη δραστηριότητα προσπαθεί να φέρει τους/ις μαθητές/ριες σε γνωριμία με διάφορα σήματα που σχετίζονται με την εξοικονόμηση ενέργειας (Εικόνα 25), για να τους καταστήσει ικανούς/ές στην αναζήτηση συσκευών με την κατάλληλη ένδειξη. Η έκτη τους/ις φέρνει αντιμέτωπους με ένα μαθηματικό πρόβλημα σχετικά με το πόσα χρήματα μπορεί μία οικογένεια να κερδίσει από την αντικατάσταση μερικών λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες φθορισμού.



Εικόνα 25. Σήματα συσκευών για εξοικονόμηση ενέργειας

Κλείνοντας την ενότητα αυτή, τα παιδιά συμπεραίνουν, μέσα από την συζήτηση στις ομάδες και στην ολομέλεια της τάξης, καθώς και με τη μελέτη του πίνακα, ότι η εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας συνδέεται με την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων (μικρότερη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) και το οικονομικό όφελος στο εισόδημα των ανθρώπων.

ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΦΙΣΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

- Να κατασκευάσουν αφίσες με τους σημαντικότερους τρόπους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας,
- Να αναλάβουν δράση ενημερώνοντας τα υπόλοιπα μέλη της σχολικής κοινότητας για την ανάγκη εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε ομάδα)

- Ένα χαρτόνι
- Μαρκαδόροι
- Διάφορες έννοιες αποτυπωμένες σε χαρτί
- Ψαλίδι-κόλλα

Με την ενότητα αυτή τα παιδιά, κατασκευάζουν αφίσες με τους σημαντικότερους τρόπους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας. Χρησιμοποιούν τη φαντασία τους για να σχεδιάσουν εικόνες και σχήματα, έτσι ώστε οι τρόποι που προτείνουν να είναι κατανοητοί από όλα τα παιδιά του σχολείου.

Πριν αναρτηθούν οι αφίσες στους διαδρόμους, κάθε ομάδα ενημερώνει από μία τάξη του σχολείου για το τι σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας και πως μπορεί κάθε μαθητής/ρια με αλλαγή συνηθειών να συνεισφέρει στην εκστρατεία περιορισμού της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο τα παιδιά έχοντας αποκτήσει τις κατάλληλες γνώσεις γύρω από το ενεργειακό ζήτημα, προσανατολίζει τα παιδιά σε ευνοϊκές στάσεις απέναντι στο ζήτημα και μετέπειτα τα οδηγεί να δράσουν με τρόπο που συμβάλλει στην αντιμετώπισή του. Κι ένας τρόπος αντιμετώπισης είναι η προσπάθεια για εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΗ ΕΝΝΟΙΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές/ριες:

- Να κατασκευάσουν έναν χάρτη εννοιών που να περιέχει συνοπτικά στοιχεία και έννοιες για τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη τα θέματα που αναλύθηκαν στις προηγούμενες διδακτικές ενότητες.

ΥΛΙΚΑ (για κάθε ομάδα)

- Ένα χαρτόνι
- Μαρκαδόροι
- Διάφορες έννοιες αποτυπωμένες σε χαρτί
- Ψαλίδι-κόλλα

Η κατασκευή του εννοιολογικού χάρτη δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να παρουσιάσουν συνοπτικά τις έννοιες και τα θέματα που εξετάσανε στις προηγούμενες ενότητες. Έτσι, ο χάρτης εννοιών βοηθάει τους/ις μαθητές/ριες στο να προσεγγίσουν τη μάθηση πιο ενεργητικά και πιο αποτελεσματικά, στο να αναπτύξουν τη δημιουργική τους σκέψη και στο να αναπτύξουν μεταγνωστικές δεξιότητες.

Επειδή η κατασκευή του χάρτη εννοιών σχετικά με τη σύνδεση των διάφορων περιβαλλοντικών προβλημάτων με τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας καθώς και με την εξοικονόμηση της ενέργειας δεν είναι μία απλή διαδικασία, τα παιδιά καλούνται να σχηματίσουν το χάρτη έχοντας από πριν κωδικοποιημένες τις έννοιες και τα θέματα που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα μαθήματα. Από τους/ις μαθητές/ριες ζητείται να συμπληρώσουν τα κενά του χάρτη με τις κατάλληλες έννοιες. Ταυτόχρονα, εκτός από γνωστικό εργαλείο η κατασκευή του χάρτη αποτελεί και μία μορφή αξιολόγησης των γνώσεων που απέκτησαν οι μαθητές/ριες κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

2.6. Συλλογή δεδομένων

Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων ακολουθήθηκε η πειραματική μέθοδος, όπου εκπονήθηκε ένα πειραματικό σχέδιο με μία πειραματική ομάδα, η οποία ελέγχθηκε πριν τη διδασκαλία και μετά τη διδασκαλία (Cohen, Manion 1997). Σκοπός της πειραματικής μεθόδου είναι η διερεύνηση της επίδρασης του εκπαιδευτικού προγράμματος για την αύξηση των περιβαλλοντικών γνώσεων της πειραματικής ομάδας και την αλλαγή απόψεων και αντιλήψεων για περιβαλλοντικά ζητήματα.

Για να αξιολογήσουμε το πρόγραμμα που σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε ερωτήσεις ανοιχτού και κλειστού τύπου (ερωτήσεις κλίμακας Likert «*συμφωνώ απόλυτα*» – «*συμφωνώ*» - «*δε γνωρίζω*» – «*διαφωνώ*» - «*διαφωνώ απόλυτα*»). Το ερωτηματολόγιο δόθηκε πριν και μετά το τέλος της διδακτικής παρέμβασης (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III).

Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα και περιείχε συνολικά 13 ερωτήσεις. Αναλυτικότερα:

- Οι ερωτήσεις 1, 2 και 3 αφορούν στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα,
- Οι ερωτήσεις 4 και 5 αφορούν στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα,
- Οι ερωτήσεις 6, 7 και 8 αφορούν στο τρίτο ερευνητικό ερώτημα,
- Οι ερωτήσεις 9, 10 και 11 αφορούν στο τέταρτο ερευνητικό ερώτημα και τέλος,
- Η ερώτηση 12 αφορά στο πέμπτο ερευνητικό ερώτημα.

Ως προς τη μορφή των ερωτήσεων, οι έξι είναι ανοικτές (ερ. 1, 2, 6, 7, 8 και 12) και οι υπόλοιπες έχουν τη μορφή τοποθέτησης σε διαβαθμισμένη κλίμακα (Likert).

Η πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει μία ανοιχτή ερώτηση όπου οι μαθητές/ριες είναι ανάγκη να συμπληρώσουν έναν πίνακα χωρισμένο σε ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας, βάζοντας σε κάθε κουτί την αντίστοιχη πηγή ενέργειας. Ο ρόλος είναι διττός: από τη μία να σκεφτούν πηγές ενέργειας και από την άλλη να τις διακρίνουν σε ανανεώσιμες και μη. Η δεύτερη ερώτηση αναφέρεται στα χαρακτηριστικά των πηγών ενέργειας (ανανεώσιμες και μη), όπου οι μαθητές/ριες καλούνται αρχικά να επιλέξουν τα χαρακτηριστικά και στη συνέχεια να γράψουν δίπλα σε κάθε μία επιλογή την αντίστοιχη πηγή ενέργειας που νομίζουν ότι έχει το αντίστοιχο χαρακτηριστικό. Η τρίτη ερώτηση σχετίζεται με το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας των μαθητών/ριών για τη σύνδεση των περιβαλλοντικών προβλημάτων με την καύση των ορυκτών καυσίμων. Σε μια διαβαθμισμένη κλίμακα (Likert), κάθε παιδί επιλέγει μεταξύ 12 περιβαλλοντικών προβλημάτων (σχετικών και μη με την καύση των ορυκτών καυσίμων) για το αν «*Συμφωνεί απόλυτα*», «*Συμφωνεί*», «*Δε γνωρίζει*», «*Διαφωνεί*» ή «*Διαφωνεί απόλυτα*». Με την πρώτη ομάδα ερωτήσεων στοχεύουμε στο να αναδείξουμε τυχόν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τα ζητήματα που η κάθε μία ερώτηση διαπραγματεύεται.

Η τέταρτη και πέμπτη ερώτηση του ερωτηματολογίου αναφέρονται στις αιτίες και τις συνέπειες του Φαινομένου του Θερμοκηπίου καθώς και στις δράσεις που πρέπει να ληφθούν έτσι ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό. Οι προτάσεις που έχουν επιλεγεί για να διαλέξουν οι μαθητές/ριες με το αν συμφωνούν ή διαφωνούν (πεντάβαθμη διαβαθμισμένη κλίμακα) με αυτές, στηρίζονται στις προτάσεις που χρησιμοποίησαν οι Boyes και Stanisstreet (1993) στην έρευνα τους για να αντλήσουν τις αντιλήψεις των παιδιών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι προσαρμοσμένες στην ελληνική γλώσσα και περιλαμβάνουν κάποιες προτάσεις που θεωρούνται ως οι πιο δημοφιλείς μεταξύ των μαθητών/ριών (εναλλακτικές ιδέες) και κάποιες που είναι επιστημονικά αποδεκτές από όσους/ες ερευνούν το πεδίο αυτό (επιστημονικές ιδέες). Ο λόγος για τον οποίο επιλέξαμε να αξιολογήσουμε με αυτόν τον τρόπο τις απόψεις των μαθητών/ριών ήταν το ότι θέλαμε να δούμε αν τα παιδιά του δείγματός μας εκφράζουν εναλλακτικές απόψεις για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αν μπορούν μέσα από διάφορες προτάσεις να εντοπίσουν αυτές που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας καθώς και με την εξοικονόμηση ενέργειας.

Με την έκτη, έβδομη και όγδοη ερώτηση θελήσαμε να αναδείξουμε τις απόψεις των μαθητών/ριών σχετικά με τους τρόπους αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην καθημερινή ζωή και να αναγνωρίσουν τη βασική χρήση τους που είναι η μετατροπή των αντίστοιχων μορφών ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Εδώ συντάξαμε κάποιες ανοιχτές ερωτήσεις που με τη βοήθεια κάποιων σχετικών εικόνων τα παιδιά έπρεπε να εκφράσουν τις ιδέες τους για τις εξής εφαρμογές:

- της ηλιακής ενέργειας στον ηλιακό θερμοσίφωνα, στο φωτοβολταϊκό κύτταρο και στη παθητική αξιοποίηση των ηλιακών συστημάτων,
- της αιολικής ενέργειας στην κίνηση μιας ιστιοσανίδας, των πτερυγίων ενός ανεμόμυλου και μιας ανεμογεννήτριας και
- της υδραυλικής ενέργειας στην κατασκευή υδροηλεκτρικών φραγμάτων.

Με τις επόμενες τρεις ερωτήσεις (αρ. 9, 10 και 11) προσπαθήσαμε να εκμαιεύσουμε τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας μέσα από προτάσεις επιστημονικά αποδεκτές και προτάσεις αμφισβητούμενες για το αν είναι αποτελούν θετικό ή αρνητικό στοιχείο για τις αντίστοιχες μορφές ενέργειας. Οι μαθητές/ριες έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ μια πεντάβαθμης διαβαθμισμένης κλίμακας (Likert) για το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας τους με τις προτάσεις αυτές. Ο λόγος που επιλέξαμε μία κλειστή ερώτηση για να αξιολογήσουμε το βαθμό κατανόησης των παιδιών σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ήταν το ότι, όπως είχαμε διαπιστώσει στο ερωτηματολόγιο ανίχνευσης των ιδεών τους, θα ήταν πολύ δύσκολο να εκφράσουν τις απόψεις τους.

Τέλος, η δωδέκατη ερώτηση του ερωτηματολογίου στόχευε στην έκφραση από τους/τις μαθητές/ριες των τρόπων με τους οποίους μπορούσαν οι άνθρωποι να κάνουν ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας. Ήταν ανοιχτή και μέσα από αυτή θελήσαμε να εντοπίσουμε τυχόν εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών για το θέμα αυτό. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ερωτήσεις 4 και 5 περιείχαν προτάσεις που η εξοικονόμηση και η ορθολογική χρήση ενέργειας υπονοούνταν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων δομείται ανά ερευνητικό ερώτημα, με την αναφορά συχνότητας απαντήσεων (ερωτήματα 1 έως και 5). Όσον αφορά στο ερευνητικό ερώτημα αριθ. 6 «Υπάρχει διαφοροποίηση στις παραπάνω αντιλήψεις των μαθητών/τριών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Εξοικονόμηση Ενέργειας», αυτό απαντάται παράλληλα με κάθε ένα από τα προηγούμενα ερωτήματα, τόσο για λόγους οικονομίας χώρου όσο και για λόγους ποιοτικής παρακολούθησης.

Ερευνητικό ερώτημα 1

Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τις πηγές ενέργειας και τα διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους;

Η απάντηση στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα παρέχεται από τις απαντήσεις των μαθητών/τριών σε τρεις ερωτήσεις (ερώτηση, 1, 2 και 3).

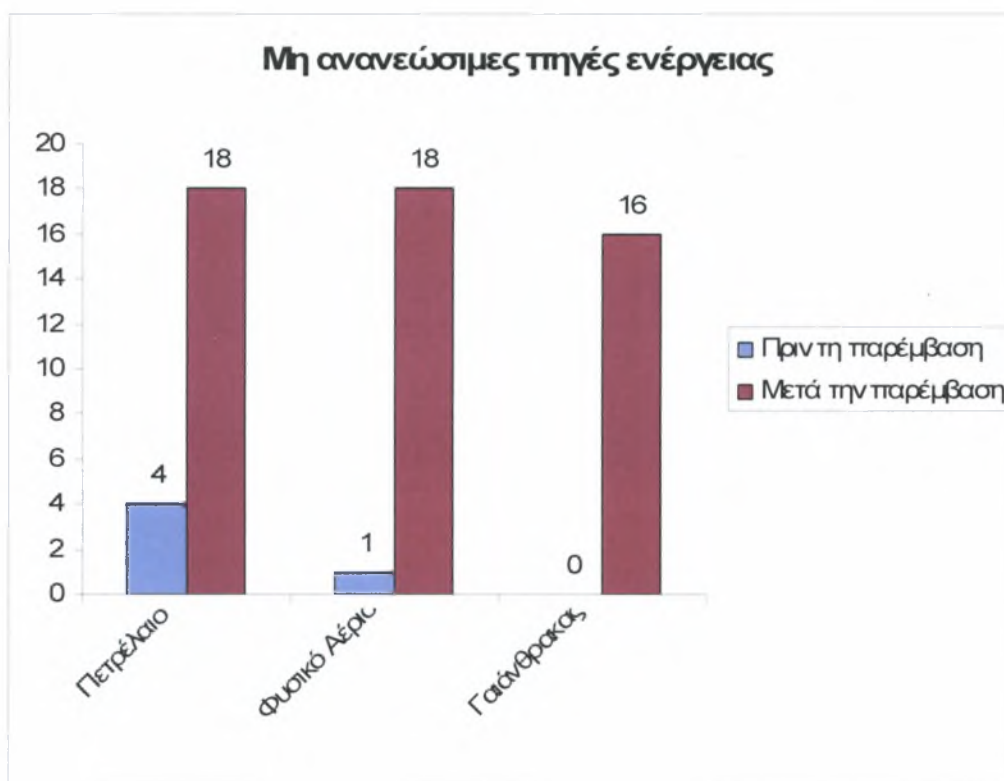
Στην ερώτηση αριθ. 1, οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να γράψουν σε έναν πίνακα μόνοι/ες τους, μη ανανεώσιμες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Πίνακας 1. Συχνότητα απαντήσεων για μη ανανεώσιμες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

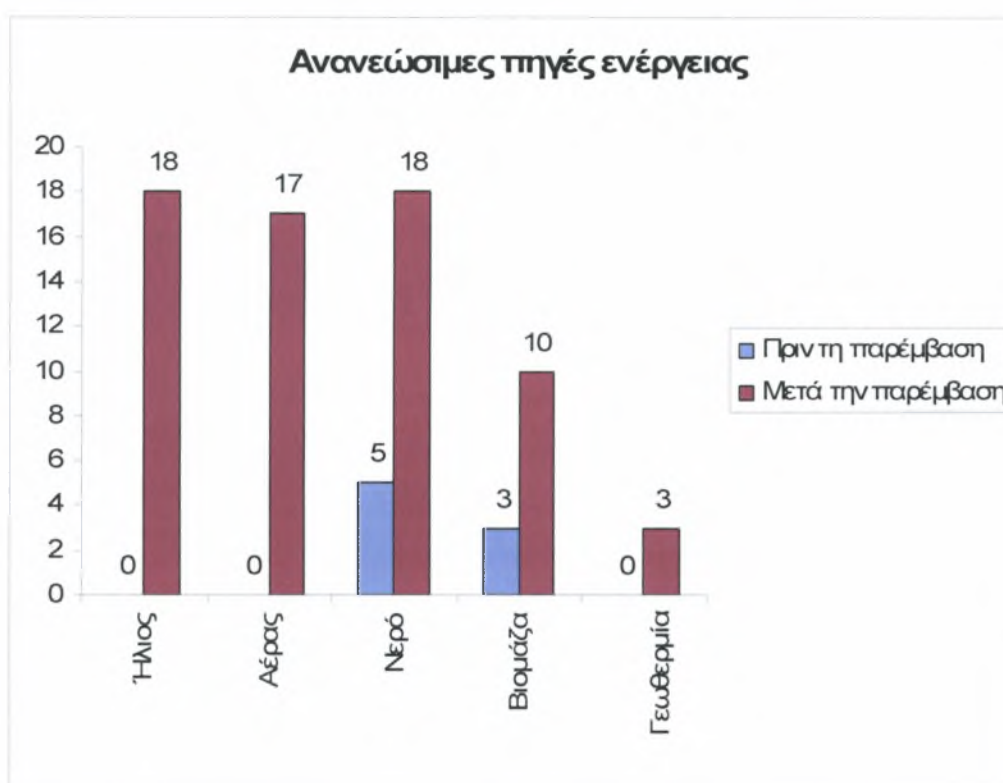
Πηγές Ενέργειας	Πριν την παρέμβαση	Μετά την παρέμβαση
Μη ανανεώσιμες		
<i>Πετρέλαιο</i>	4	18
<i>Φυσικό Αέριο</i>	1	18
<i>Γαιάνθρακας</i>	0	16
Ανανεώσιμες		
<i>Ήλιος</i>	0	18
<i>Αέρας</i>	0	17
<i>Νερό</i>	5	18
<i>Βιομάζα</i>	3	10
<i>Γεωθερμία</i>	0	3

Πριν την παρέμβαση, 11 μαθητές/ριες δεν έγραψαν τίποτε στις μη ανανεώσιμες πηγές και 3 δεν έγραψαν τίποτε στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι υπόλοιποι/ες μαθητές/τριες, όπως φαίνεται στον πίνακα 1, έγραψαν μόνο 5 μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (γραφ.1α) και μόνο 8 ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (γραφ.1β). Μετά την παρέμβαση, οι απαντήσεις που έγραψαν οι μαθητές/ριες, αυξήθηκαν σημαντικά με το σύνολο των μαθητών/ριών να αναφέρουν τις αναμενόμενες πηγές σε κάθε κατηγορία, με εξαίρεση τη γεωθερμία και τη βιομάζα.

Γράφημα 1α



Γράφημα 1β



Παράλληλα, υπήρξαν 13 απαντήσεις με εναλλακτικές αντιλήψεις για τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και 46 απαντήσεις για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ειδικότερα, οι απαντήσεις στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν το «νερό» (3 απαντήσεις), το «ηλεκτρικό ρεύμα» (2 απαντήσεις), το «καυσαέριο» (2 απαντήσεις) και ο «αέρας» (1 απάντηση). Οι κυρίαρχες εναλλακτικές αντιλήψεις που έδωσαν στις απαντήσεις τους οι μαθητές/τριες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν: «πετρέλαιο» (8 απαντήσεις), «μπαταρία» (5 απαντήσεις), «ηλεκτρικό ρεύμα» (6 απαντήσεις), «φως» (4 απαντήσεις) και με τρεις εγγραφές εμφανίστηκαν το «πλαστικό», το «γυαλί» και το «χαρτί». Μετά την παρέμβαση, κανένας/μία μαθητής/τρια δεν διατήρησε καμία από τις εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν αναφερθεί.

Στην ερώτηση αριθ. 2, οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να επιλέξουν από μία λίστα, ποια είναι τα χαρακτηριστικά κάθε πηγής ενέργειας.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2, αρχικά λίγοι/ες μαθητές/τριες βρήκαν τα χαρακτηριστικά των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και αυτό έγινε μόνο για το πετρέλαιο. Αντίθετα, μετά την παρέμβαση, αν εξαιρέσουμε το χαρακτηριστικό «ανεπτυγμένη τεχνολογία γύρω από αυτές», οι απαντήσεις των μαθητών/ριών αυξήθηκαν σημαντικά. Στην περίπτωση του πετρελαίου, σχεδόν όλοι/ες οι μαθητές/τριες έδωσαν τις αναμενόμενες απαντήσεις, ενώ και για το φυσικό αέριο και το γαιάνθρακα υπήρξε σημαντική μεταβολή. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι σχεδόν οι μισοί/ές

μαθητές/ριες φαίνεται να δυσκολεύονται να κατανοήσουν χαρακτηριστικά, όπως η «μεγάλη ενεργειακή απόδοση» και η «ανεπτυγμένη τεχνολογία γύρω από αυτές».

Πίνακας 2. Συχνότητα απαντήσεων για χαρακτηριστικά μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Χαρακτηριστικά	Πετρέλαιο		Φυσικό Αέριο		Γαϊάνθρακας	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Υψηλές εκπομπές καυσαερίων	4	18	0	11	0	11
Περιορισμένα αποθέματα	4	15	0	15	0	13
Μεγάλη ενεργειακή απόδοση	2	13	0	6	0	8
Ανεπτυγμένη τεχνολογία γύρω από αυτές	1	7	0	6	0	5
Εύφλεκτο υλικό	2	17	0	8	0	10

Γράφημα 2



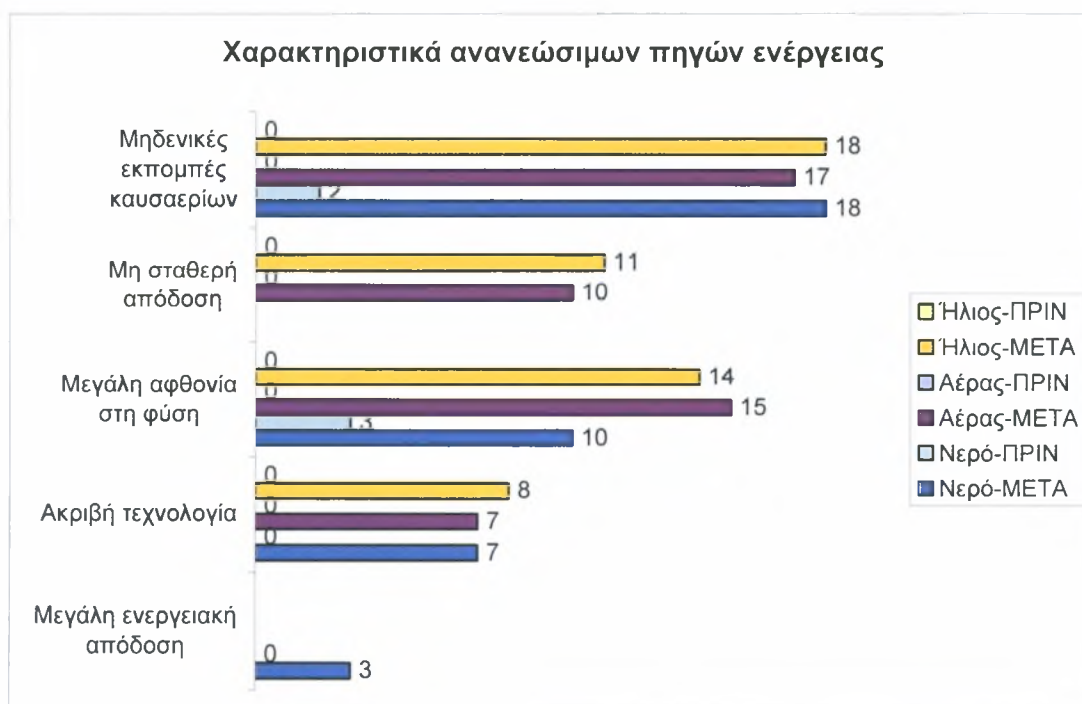
Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, (Πίνακας 3), πριν την παρέμβαση δίνονται ελάχιστες απαντήσεις και αυτές αφορούν αποκλειστικά στο νερό («μηδενικές εκπομπές καυσαερίων» και «μεγάλη αφθονία στη φύση»). Αντίθετα, μετά

την παρέμβαση, οι μαθητές/ριες στο σύνολό τους, αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά «μηδενικές εκπομπές καυσαερίων» και «αφθονίας στη φύση» και για τις τρεις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ακόμη, οι μισοί σχεδόν, αναγνωρίζουν το χαρακτηριστικό «μη σταθερή απόδοση» για τον ήλιο και τον αέρα, αρκετοί αναγνωρίζουν το υψηλό κόστος ως χαρακτηριστικό και μόνον τρεις μαθητές/τριες δίνουν τη «μεγάλη ενεργειακή απόδοση» ως χαρακτηριστικό για το νερό.

Πίνακας 3. Συχνότητα απαντήσεων για χαρακτηριστικά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Χαρακτηριστικά	Ήλιος		Αέρας		Νερό	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Μηδενικές εκπομπές καυσαερίων	0	18	0	17	2	18
Μη σταθερή απόδοση	0	11	0	10	-	-
Μεγάλη αφθονία στη φύση	0	14	0	15	3	10
Ακριβή τεχνολογία	0	8	0	7	0	7
Μεγάλη ενεργειακή απόδοση	-	-	-	-	0	3

Γράφημα 3



Στην ερώτηση 3, οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να δηλώσουν το βαθμό συμφωνίας τους (από «*συμφωνώ απόλυτα*» έως «*διαφωνώ απόλυτα*»), σχετικά με τις περιβαλλοντικές συνέπειες καύσης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακας). Στις προτάσεις 2 και 4, η ορθή επιστημονικά απάντηση είναι αντίστροφη (δηλαδή «*διαφωνώ απόλυτα*»)

Στον Πίνακα 4, παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών/τριών για τη σχέση μεταξύ της καύσης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των συγκεκριμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Όπως γίνεται φανερό, όσον αφορά την απόλυτα ορθή επιστημονικά κατανόηση των συνεπειών της καύσης («*συμφωνώ απόλυτα*» πλην της 2^{ης} και 4^{ης} πρότασης, όπου «*διαφωνώ απόλυτα*»), αρχικά οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών περιορίζονται κυρίως στην καταστροφή των δασών του πλανήτη (10 απαντήσεις) και στη ρύπανση της ατμόσφαιρας (10 απαντήσεις). Εάν συνυπολογίσουμε και τις απαντήσεις «*Συμφωνώ*», τότε οι μαθητές/ριες φαίνεται να αναγνωρίζουν επίσης τις συνέπειες λιώσιμο των πάγων ($8+4=12$ απαντήσεις), τη ρύπανση θαλάσσιων οικοσυστημάτων ($5+7=12$ απαντήσεις) και την αλλαγή του κλίματος του πλανήτη ($7+5=12$ απαντήσεις). Αντιθέτως, δεν αναγνωρίζουν ως περιβαλλοντικές συνέπειες της καύσης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, την εξάντληση των ενεργειακών πόρων και την όξινη βροχή. Ακόμη, δεν αναγνωρίζουν ότι η τρύπα του όζοντος και η επάρκεια τροφικών διαθεσίμων δεν αποτελούν συνέπειες της καύσης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

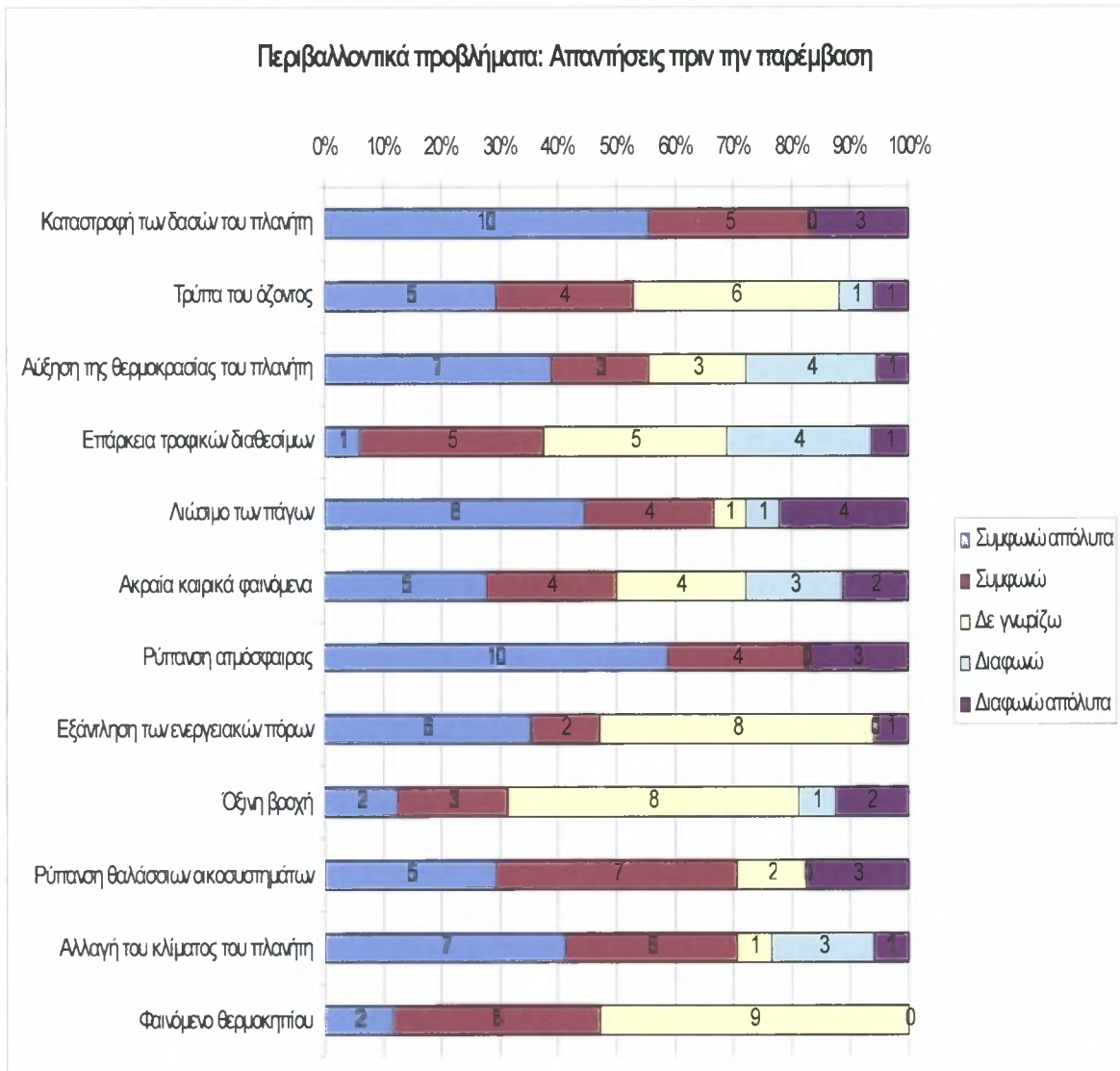
Όπως όμως μπορούμε να παρατηρήσουμε στον πίνακα, οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών μετά την παρέμβαση τροποποιούνται σε αρκετές περιπτώσεις. Ειδικότερα, αυξάνεται σημαντικά ο αριθμός των μαθητών/ριών που αντιλαμβάνονται ότι η τρύπα του όζοντος δεν αποτελεί συνέπεια της καύσης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική ήταν η αλλαγή των αντιλήψεών τους όσον αφορά στις συνέπειες της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη (12 απαντήσεις), η ρύπανση της ατμόσφαιρας (16 απαντήσεις), η εξάντληση των ενεργειακών πόρων (11 απαντήσεις) και η όξινη βροχή, όπου η αλλαγή των αντιλήψεων είναι εξαιρετικά μεγάλη (12 απαντήσεις). Παράλληλα, οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών, τροποποιήθηκαν και όσον αφορά στις συνέπειες για τη ρύπανση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και για την αλλαγή του κλίματος στον πλανήτη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι μετά την παρέμβαση όλοι/ες οι μαθητές/ριες αναγνωρίζουν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί συνέπεια της καύσης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ($14+4=18$ απαντήσεις), ενώ πριν την παρέμβαση μόλις 8 μαθητές/ριες έδιναν αντίστοιχες απαντήσεις.

Πίνακας 4. Συχνότητα απαντήσεων για τα περιβαλλοντικά προβλήματα

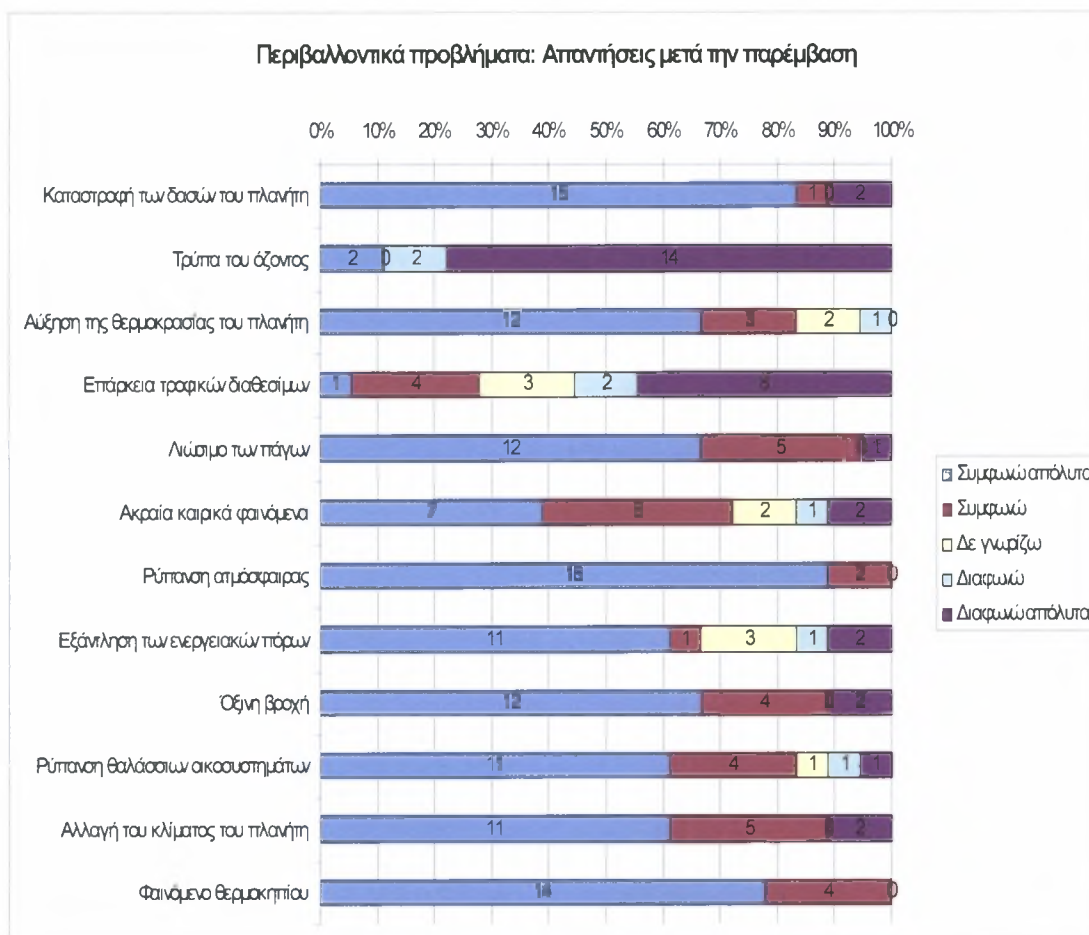
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	Συμφωνώ απόλυτα		Συμφωνώ		Δε γνωρίζω		Διαφωνώ		Διαφωνώ απόλυτα	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Καταστροφή των δασών του πλανήτη	10	15	5	1	0	0	0	0	3	2
Τρύπα του όζοντος	5	2	4	0	6	0	1	2	1	14
Αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη	7	12	3	3	3	2	4	1	1	0
Επάρκεια τροφικών διαθεσίμων	1	1	5	4	5	3	4	2	1	8
Λιώσιμο των πάγων	8	12	4	5	1	0	1	0	4	1
Ακραία καιρικά φαινόμενα	5	7	4	6	4	2	3	1	2	2
Ρύπανση ατμόσφαιρας	10	16	4	2	0	0	0	0	3	0
Εξάντληση των ενεργειακών πόρων	6	11	2	1	8	3	0	1	1	2
Όξινη βροχή	2	12	3	4	8	0	1	0	2	2
Ρύπανση θαλάσσιων οικοσυστημάτων	5	11	7	4	2	1	0	1	3	1
Αλλαγή του κλίματος του πλανήτη	7	11	5	5	1	0	3	0	1	2
Φαινόμενο θερμοκηπίου	2	14	6	4	9	0	0	0	0	0

Όπως φαίνεται από τις κυρίαρχες απαντήσεις των μαθητών/τριών και στις 3 ερωτήσεις που αφορούν στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα, οι μαθητές/ριες πριν την παρέμβαση θεωρούν σχεδόν αποκλειστικά ως μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας το πετρέλαιο και ως ανανεώσιμη πηγή το νερό. Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά των πηγών ενέργειας, οι μαθητές/ριες γνωρίζουν ελάχιστα για το πετρέλαιο και αναγνωρίζουν ως βασικά χαρακτηριστικά, τα καυσαέρια και τα περιορισμένα αποθέματα, ενώ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναφέρουν την έλλειψη καυσαερίων και την ασταθή απόδοση. Σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με την καύση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, επιλέγουν κυρίως την καταστροφή των δασών, τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και την τρύπα του όζοντος.

Γράφημα 4α



Γράφημα 4β



Μετά την παρέμβαση, οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών τροποποιούνται σε πολλά σημεία. Όλοι/ες οι μαθητές/ριες αναφέρουν και διακρίνουν σχεδόν όλες τις πηγές ενέργειας (ανανεώσιμες και μη). Η ίδια τροποποίηση εμφανίζεται και όσον αφορά στα χαρακτηριστικά των πηγών ενέργειας. Τέλος, όσον αφορά στα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με την καύση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μετά την παρέμβαση περισσότεροι/ες μαθητές/τριες επιλέγουν τα σχετικά με την καύση των ορυκτών καυσίμων περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ αναγνωρίζεται ιδιαίτερα η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ερευνητικό ερώτημα 2

Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η απάντηση στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα παρέχεται από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών σε δύο ερωτήσεις (ερώτηση 4 και 5). Αναλυτικότερα:

Στην ερώτηση 4, οι μαθητές/ριες, κλήθηκαν να δηλώσουν το βαθμό συμφωνίας/διαφωνίας τους σε προτάσεις που αφορούν σε αιτίες (προτάσεις 1 έως 6) και συνέπειες της επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου (προτάσεις 7 έως 13). Όπως φαίνεται στον πίνακα 5, όσον αφορά στις αιτίες του φαινομένου του θερμοκηπίου, πριν την παρέμβαση πολλοί/ές μαθητές/ριες θεωρούν ότι ευθύνονται τα σκουπίδια είτε στα ποτάμια και τις λίμνες ($3+9=12$) είτε στους δρόμους των πόλεων ($2+9=11$), καθώς επίσης και οι τρύπες στο στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας ($5+4=9$). Όμως, υπάρχουν αρκετοί που αναγνωρίζουν την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ($6+5=11$) και την αδυναμία διαφυγής των ηλιακών ακτίνων από την επιφάνεια της γης ($5+3=8$), ως αιτίες δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Μετά την παρέμβαση, ο αριθμός των παιδιών που ενοχοποιούν τα σκουπίδια μειώνεται κατά πολύ ($3+2=5$ για τα ποτάμια και τις λίμνες και $2+1=3$ για τις πόλεις), ενώ μικρότερη μετατόπιση υπάρχει και στις απαντήσεις που αφορούν στην τρύπα του όζοντος και στην όξινη βροχή. Αν και ο αριθμός των μαθητών/τριών που διαφωνεί με τους παράγοντες αυτούς ως αιτίες του φαινομένου του θερμοκηπίου αυξάνεται, αυτό προέρχεται κυρίως από την μετακίνηση όσων πριν την παρέμβαση δηλώνουν «δεν γνωρίζω». Ακόμη, αυξάνονται οι μαθητές/ριες που αναγνωρίζουν ως αιτιακό παράγοντα την αδυναμία διαφυγής των ηλιακών ακτίνων από την επιφάνεια της γης ($12+3=15$).

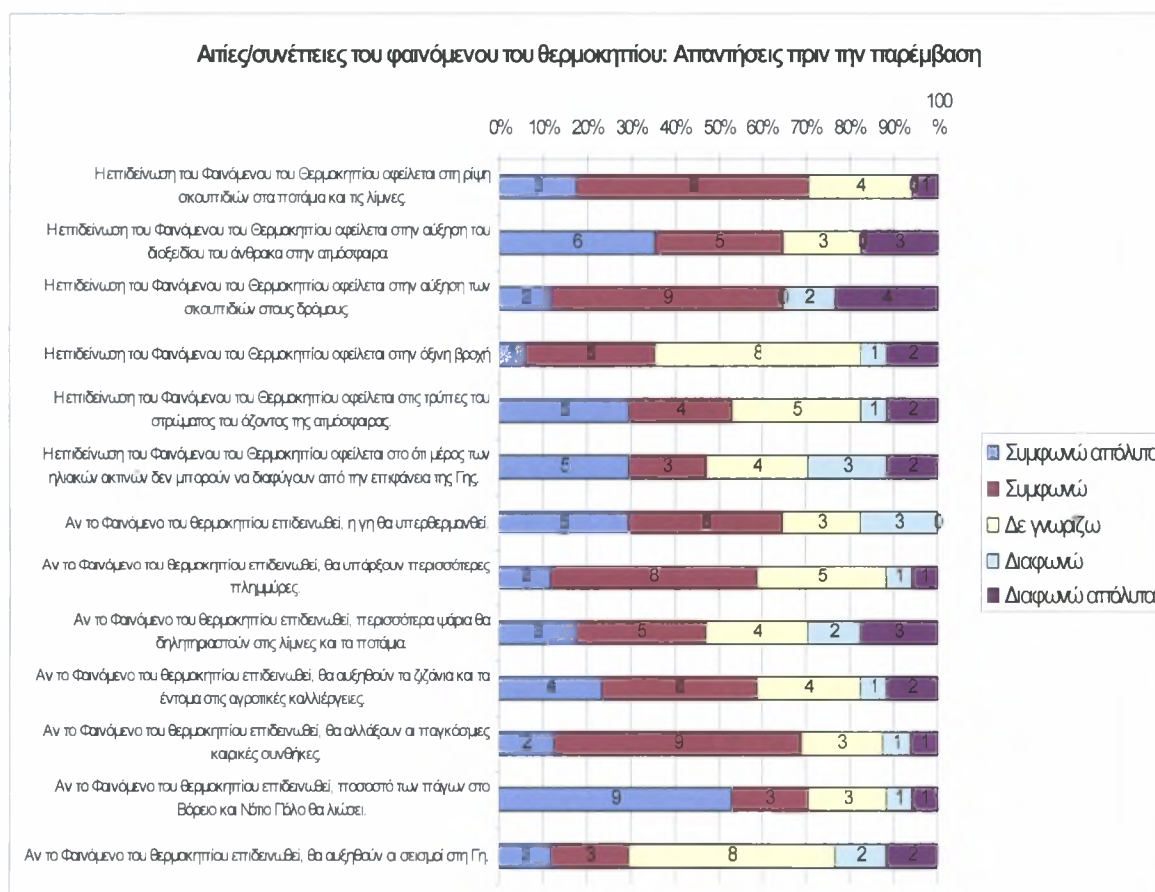
Όσον αφορά στις συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου, ακόμη και πριν την παρέμβαση οι μαθητές/ριες φαίνεται να γνωρίζουν τις συνέπειες. Ειδικότερα, αναγνωρίζουν το λιώσιμο των πάγων ($3+9=12$), την υπερθέρμανση του πλανήτη ($5+6=11$), την αλλαγή των καιρικών συνθηκών ($2+9=11$) και την αύξηση των πλημμυρών ($2+8=10$). Όσον αφορά στις εναλλακτικές τους αντιλήψεις, δηλώνονται, η αύξηση των ζιζανίων και εντόμων ($4+6=10$), η δηλητηρίαση ψαριών στις λίμνες και στα ποτάμια ($3+5=8$), ενώ υπάρχουν κάποια παιδιά που θεωρούν ότι θα αυξηθούν οι σεισμοί στη γη ($2+3=5$). Μετά την παρέμβαση, οι κυριότερες αλλαγές στις αντιλήψεις τους αφορούν στην ισχυροποίηση των αντιλήψεών τους σχετικά με την υπερθέρμανση της γης ($14+3=17$), το λιώσιμο των πάγων ($14+3=17$), την αλλαγή των καιρικών συνθηκών ($13+1=14$) και την αύξηση των πλημμυρών ($9+6=15$). Όσον αφορά στις εναλλακτικές τους απαντήσεις, υπάρχουν μετακινήσεις των απαντήσεων, όχι όμως ιδιαίτερα μεγάλες εκτός από την περίπτωση της αύξησης των ζιζανίων και των εντόμων όπου μόνο δυο μαθητές/ριες επιμένουν στην εναλλακτική τους αντίληψη.

Πίνακας 5. Συχνότητες απαντήσεων για αιτίες/συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου

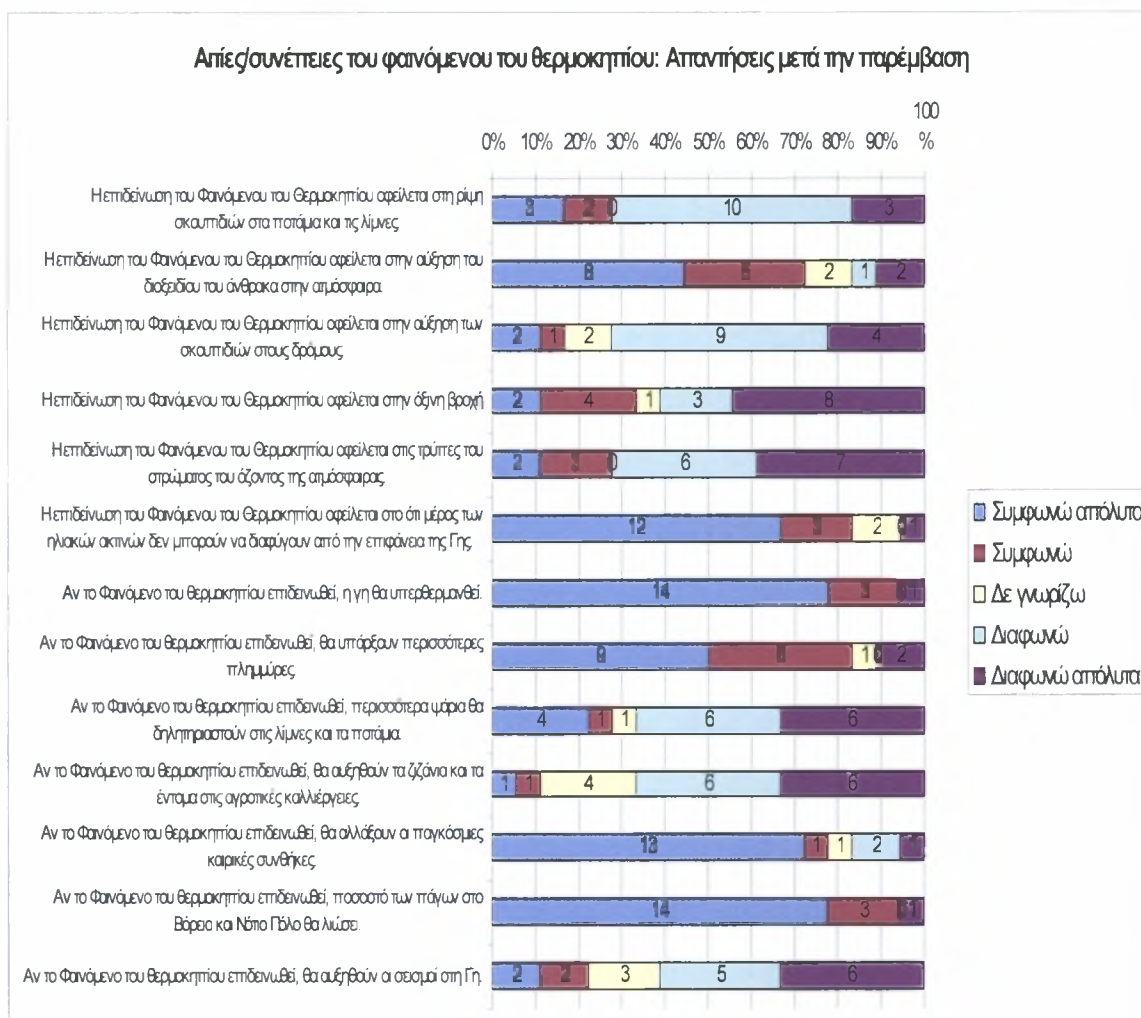
	Συμφωνώ απόλυτα		Συμφωνώ		Δε γνωρίζω		Διαφωνώ		Διαφωνώ απόλυτα	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Η επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου οφείλεται στη ρίψη σκουπιδιών στα ποτάμια και τις λίμνες.	3	3	9	2	4	0	0	10	1	3
Η επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.	6	8	5	5	3	2	0	1	3	2
Η επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση των σκουπιδιών στους δρόμους.	2	2	9	1	0	2	2	9	4	4
Η επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου οφείλεται στην όξινη βροχή	1	2	5	4	8	1	1	3	2	8
Η επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου οφείλεται στις τρύπες του στρώματος του όζοντος της ατμόσφαιρας.	5	2	4	3	5	0	1	6	2	7
Η επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου οφείλεται στο ότι μέρος των ηλιακών ακτινών δεν μπορούν να διαφύγουν από την επιφάνεια της Γης.	5	12	3	3	4	2	3	0	2	1
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, η γη θα υπερθερμανθεί.	5	14	6	3	3	0	3	0	0	1
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα υπάρξουν περισσότερες πλημμύρες.	2	9	8	6	5	1	1	0	1	2
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, περισσότερα ψάρια θα δηλητηριαστούν στις λίμνες και τα ποτάμια.	3	4	5	1	4	1	2	6	3	6
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα αυξηθούν τα ζιζάνια και τα έντομα στις αγροτικές καλλιέργειες.	4	1	6	1	4	4	1	6	2	6
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα αλλάξουν οι παγκόσμιες καιρικές συνθήκες.	2	13	9	1	3	1	1	2	1	1
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, ποσοστό των πάγων στο Βόρειο και Νότιο Πόλο θα λιώσει.	9	14	3	3	3	0	1	0	1	1
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα αυξηθούν οι σεισμοί στη Γη.	2	2	3	2	8	3	2	5	2	6

Στην ερώτηση 5, οι μαθητές/ριες, κλήθηκαν να δηλώσουν το βαθμό συμφωνίας/διαφωνίας τους σε προτάσεις που αφορούν τις απαραίτητες δράσεις αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όπως φαίνεται στον πίνακα 6, πριν την παρέμβαση, πολλοί μαθητές/ριες γνωρίζουν ήδη τρόπους αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ειδικότερα, αναγνωρίζουν κατά σειρά, την μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου (11+3=14), την εξοικονόμηση ενέργειας (10+4=14), την δένδροφύτευση (9+4=13) και την ανακύκλωση (8+5=13). Όμως πολύ λιγότεροι/ες (5+3=8), θεωρούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως τρόπο αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Παράλληλα, υπάρχουν πολλοί/ές μαθητές/ριες με εναλλακτικές αντιλήψεις, οι οποίοι θεωρούν ότι κατάλληλες δράσεις είναι η κατανάλωση υγιεινών τροφών (5+9=14), η διατήρηση των ακτών καθαρών (4+9=13), η προστασία των σπάνιων φυτών και ζώων (7+2=9), ενώ λίγοι ενοχοποιούν την πείνα στον κόσμο (1+5=6).

Γράφημα 5α



Γράφημα 5β

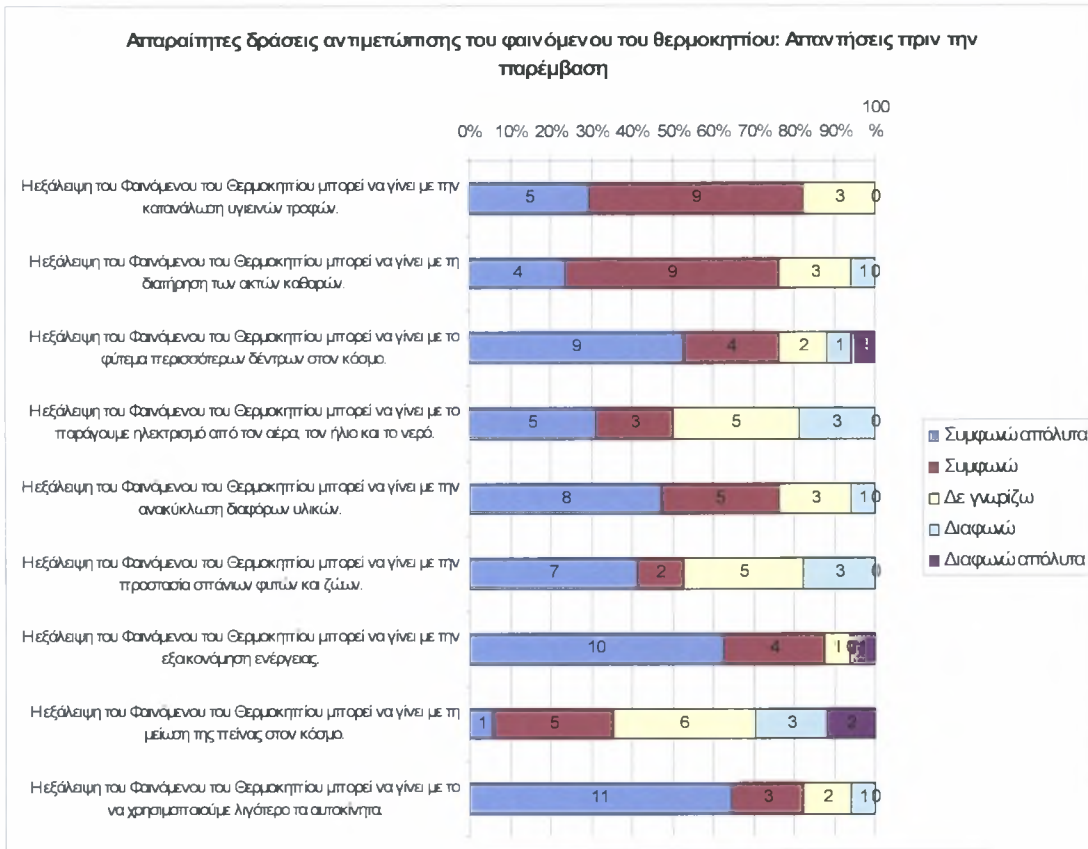


Μετά την παρέμβαση, υπάρχει σημαντική μετακίνηση σχετικά με την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (14+3=17 μαθητές/ριες), ενώ ισχυροποιούνται οι αντιλήψεις τους για την μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου, την εξοικονόμηση ενέργειας, την δένδροφύτευση και την ανακύκλωση. Όσον αφορά στις εναλλακτικές τους αντιλήψεις, μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των μαθητών/ριών που θεωρούν ως λύση τις υγιεινές τροφές (3+1=4), τη διατήρηση των ακτών καθαρών (3+3=6) και τη μείωση της πείνας στον κόσμο (0+0=0), ενώ μικρότερη αλλαγή εμφανίζεται για την προστασία των σπάνιων φυτών και ζώων (2+3=5).

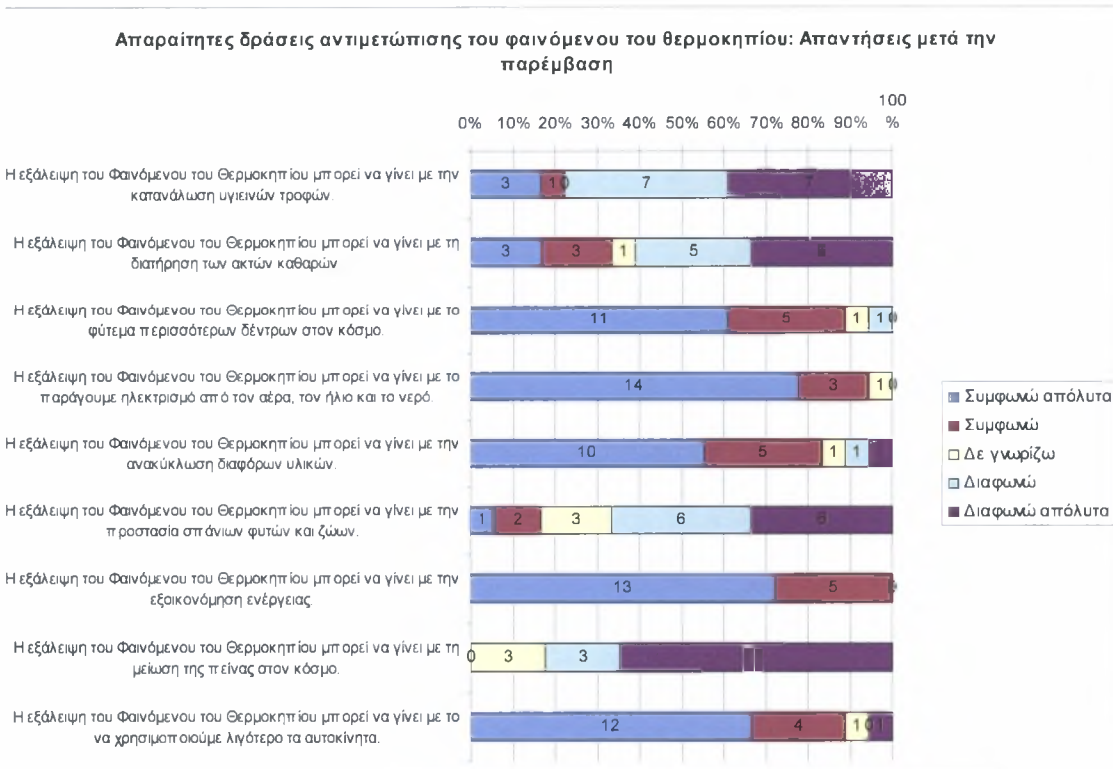
Πίνακας 6. Απαντήσεις για τις απαραίτητες δράσεις αντιμετώπισης του φαινομένου

	Συμφωνώ απόλυτα		Συμφωνώ		Δε γνωρίζω		Διαφωνώ		Διαφωνώ απόλυτα	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την κατανάλωση υγιεινών τροφών.	5	3	9	1	3	0	0	7	0	7
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με τη διατήρηση των ακτών καθαρών.	4	3	9	3	3	1	1	5	0	6
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με το φύτεμα περισσότερων δέντρων στον κόσμο.	9	11	4	5	2	0	1	2	1	0
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με το παράγωμα ηλεκτρισμό από τον αέρα, τον ήλιο και το νερό.	5	14	3	3	5	1	3	0	0	0
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την ανακύκλωση διαφόρων υλικών.	8	10	5	5	3	0	1	2	0	1
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την προστασία σπάνιων φυτών και ζώων.	7	2	2	3	5	1	3	6	0	6
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την εξοικονόμηση ενέργειας.	10	13	4	5	1	0	0	0	1	0
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με τη μείωση της πείνας στον κόσμο.	1	0	5	0	6	4	3	3	2	11
Η εξάλειψη του Φαινομένου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με το να χρησιμοποιούμε λιγότερο τα αυτοκίνητα.	11	12	3	4	2	0	1	0	0	2

Γράφημα 6α



Γράφημα 6β



Όσον αφορά στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, πριν την παρέμβαση οι μαθητές/ριες αν και γνωρίζουν αρκετά για τα αίτια του φαινομένου του θερμοκηπίου, διατηρούν και σημαντικές εναλλακτικές αντιλήψεις. Παρόμοια εμφανίζεται η εικόνα και για τις αντιλήψεις τους σχετικά με τις συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου, και για τις προτεινόμενες δράσεις αντιμετώπισης του φαινομένου. Μετά την παρέμβαση, οι εναλλακτικές αντιλήψεις υποχωρούν σημαντικά, ενώ ενισχύονται οι επιστημονικά αποδεκτές, με ιδιαίτερη μεταβολή, όσον αφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ερευνητικό ερώτημα 3

Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών για την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην καθημερινή ζωή.

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα προσεγγίζεται μέσα από 3 ερωτήσεις (ερωτήσεις 6, 7 και 8), με δύο σκέλη η κάθε μία. Στο πρώτο σκέλος, οι μαθητές/ριες κλήθηκαν να περιγράψουν με βάση συγκεκριμένες εικόνες, τις εφαρμογές της κάθε ανανεώσιμης μορφής ενέργειας και στο δεύτερο σκέλος να εστιάσουν στη μετατροπή τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Ειδικότερα, η ερώτηση 6 αφορά στις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας, η ερώτηση 7 στις εφαρμογές της αιολικής ενέργειας και η ερώτηση 8 αφορά σε εφαρμογές της υδραυλικής ενέργειας. Οι απαντήσεις των μαθητών/ριών κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με τον αν αναγνώριζαν ή όχι την κάθε εφαρμογή. Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται (για λόγους οικονομίας και συζήτησης), οι απαντήσεις των μαθητών και στα τρία πρώτα σκέλη των δύο ερωτήσεων. Δηλαδή, οι απαντήσεις που αφορούν στις εφαρμογές των τριών πηγών ενέργειας.

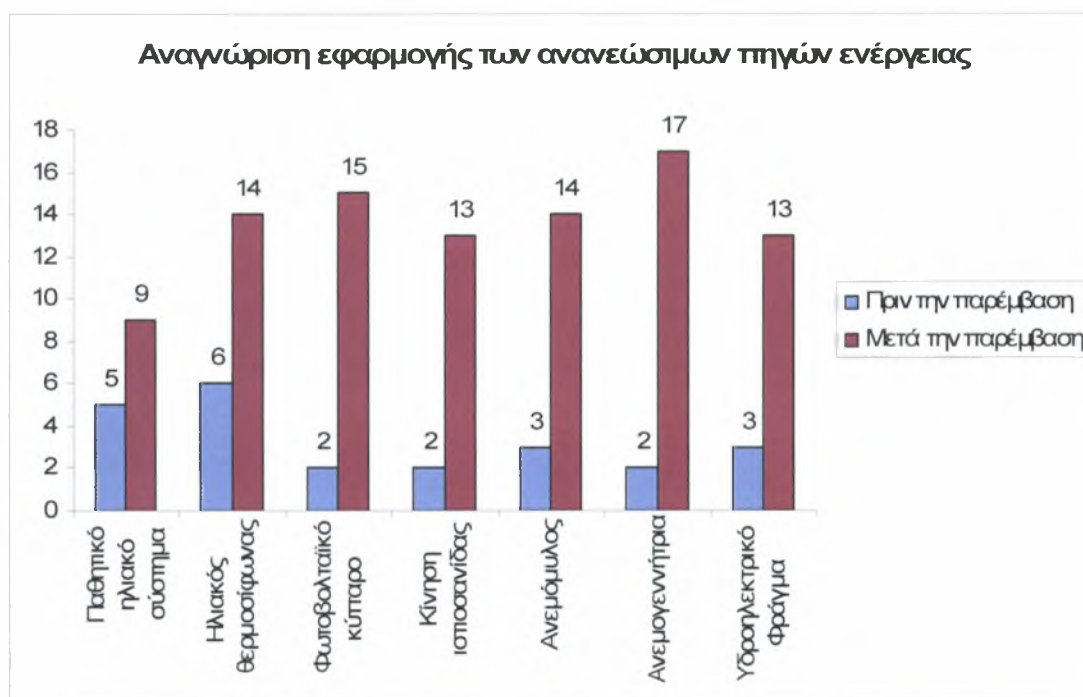
Όσον αφορά στην ηλιακή ενέργεια, οι μαθητές πριν την παρέμβαση δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν το ρόλο του ήλιου ως φυσική πηγή θερμότητας και την εφαρμογή του φωτοβολταϊκού κυττάρου, ενώ αρκετοί μαθητές αναγνωρίζουν από την αρχή τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Μετά την παρέμβαση, σχεδόν όλοι/ες αναγνωρίζουν τις εφαρμογές του ηλιακού θερμοσίφωνα και του φωτοβολταϊκού κυττάρου, ενώ δυσκολεύονται με το παθητικό ηλιακό σύστημα.

Στην περίπτωση της αιολικής ενέργειας, πριν την παρέμβαση ελάχιστοι/ες μαθητές/ριες αναγνωρίζουν τις εφαρμογές της, ενώ μετά την παρέμβαση, οι περισσότεροι αναγνωρίζουν και τις τρεις, με προεξάρχουσα την εφαρμογή της ανεμογεννήτριας. Αντίστοιχα, και για την υδροηλεκτρική ενέργεια, οι μαθητές/ριες μετά την παρέμβαση φαίνεται να αναγνωρίζουν την εφαρμογή της.

Πίνακας 7. Συχνότητες αναγνώρισης εφαρμογών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

	Αναγνώριση εφαρμογής	
	Πριν	Μετά
Παθητικό ηλιακό σύστημα	5	9
Ηλιακός θερμοσίφωνας	6	14
Φωτοβολταϊκό κύτταρο	2	15
Κίνηση ιστιοσανίδας	2	13
Ανεμόμυλος	3	14
Ανεμογεννήτρια	2	17
Υδροηλεκτρικό Φράγμα	3	13

Γράφημα 7

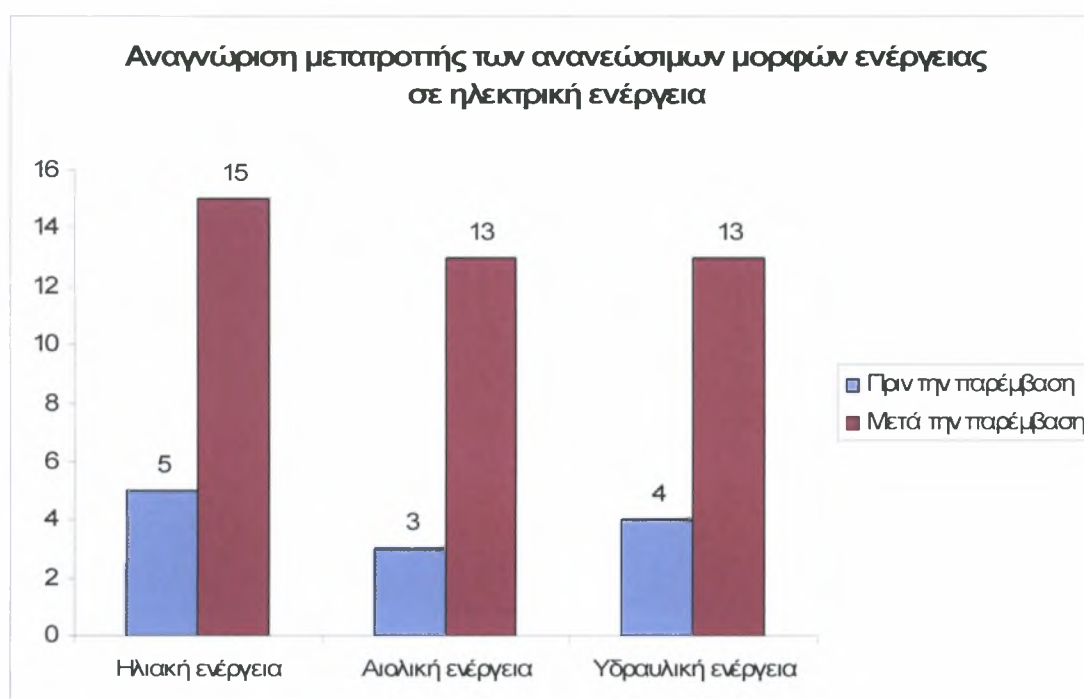


Στον παρακάτω πίνακα (8), παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών/ριών σχετικά με την αναγνώριση της μετατροπής της ηλιακής, της αιολικής, και της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Όπως φαίνεται, από τα αποτελέσματα, αν και πριν την παρέμβαση ελάχιστοι/ες μαθητές/ριες μπορούν να αναγνωρίσουν αυτές τις μετατροπές, μετά την παρέμβαση, οι περισσότεροι/ες καταφέρνουν να τις αναγνωρίσουν (ιδιαίτερα τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας).

Πίνακας 8. Συχνότητες αναγνώρισης μετατροπής των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια

	Πριν	Μετά
Ηλιακή ενέργεια	5	15
Αιολική ενέργεια	3	13
Υδραυλική ενέργεια	4	13

Γράφημα 8



Ερευνητικό ερώτημα 4

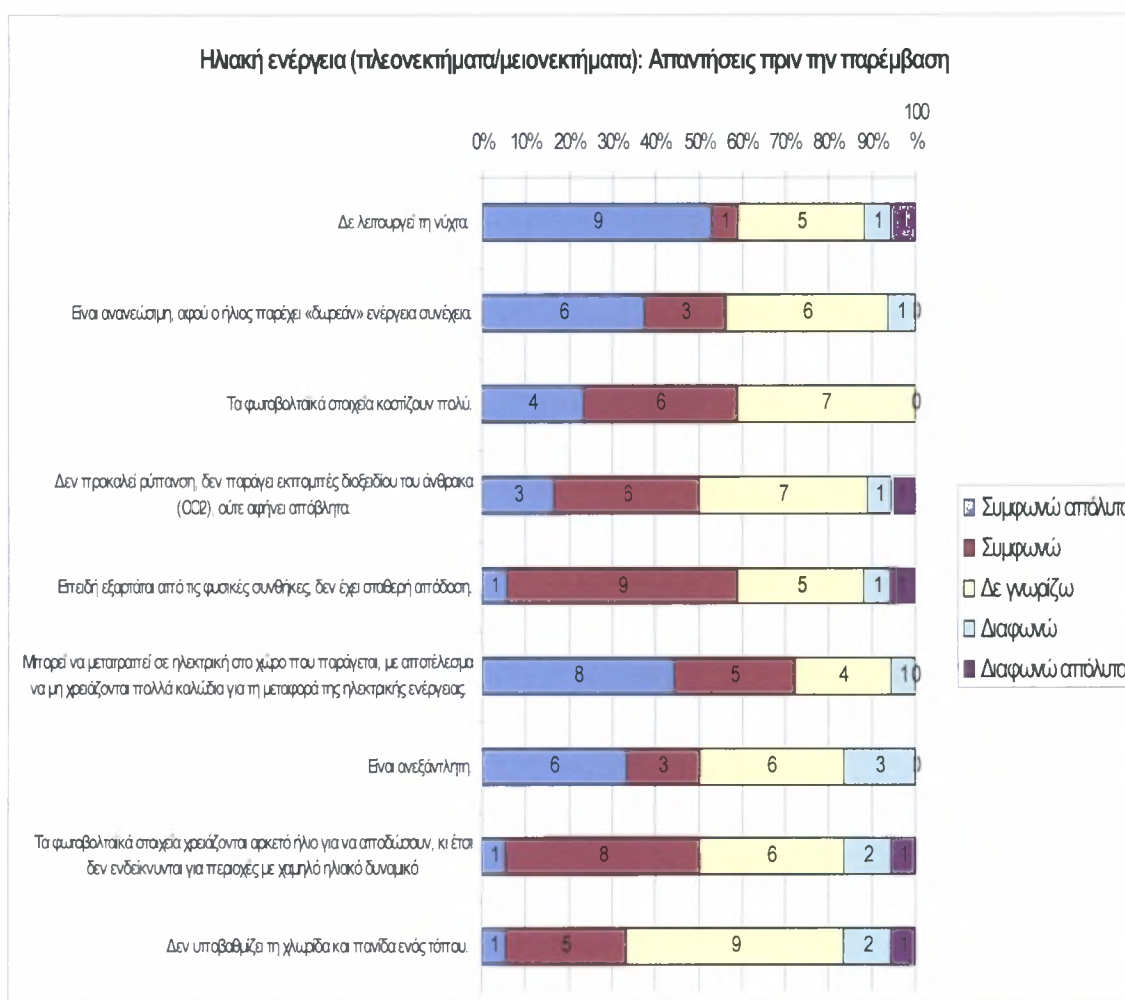
Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών/τριών για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι μαθητές/ριες κλήθηκαν να δηλώσουν το βαθμό συμφωνίας/διαφωνίας με προτάσεις που αφορούσαν σε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συχνότητες των απαντήσεών τους στις ερωτήσεις 9, 10 και 11 που αντιστοιχούν στην ηλιακή, την αιολική και την υδραυλική ενέργεια.

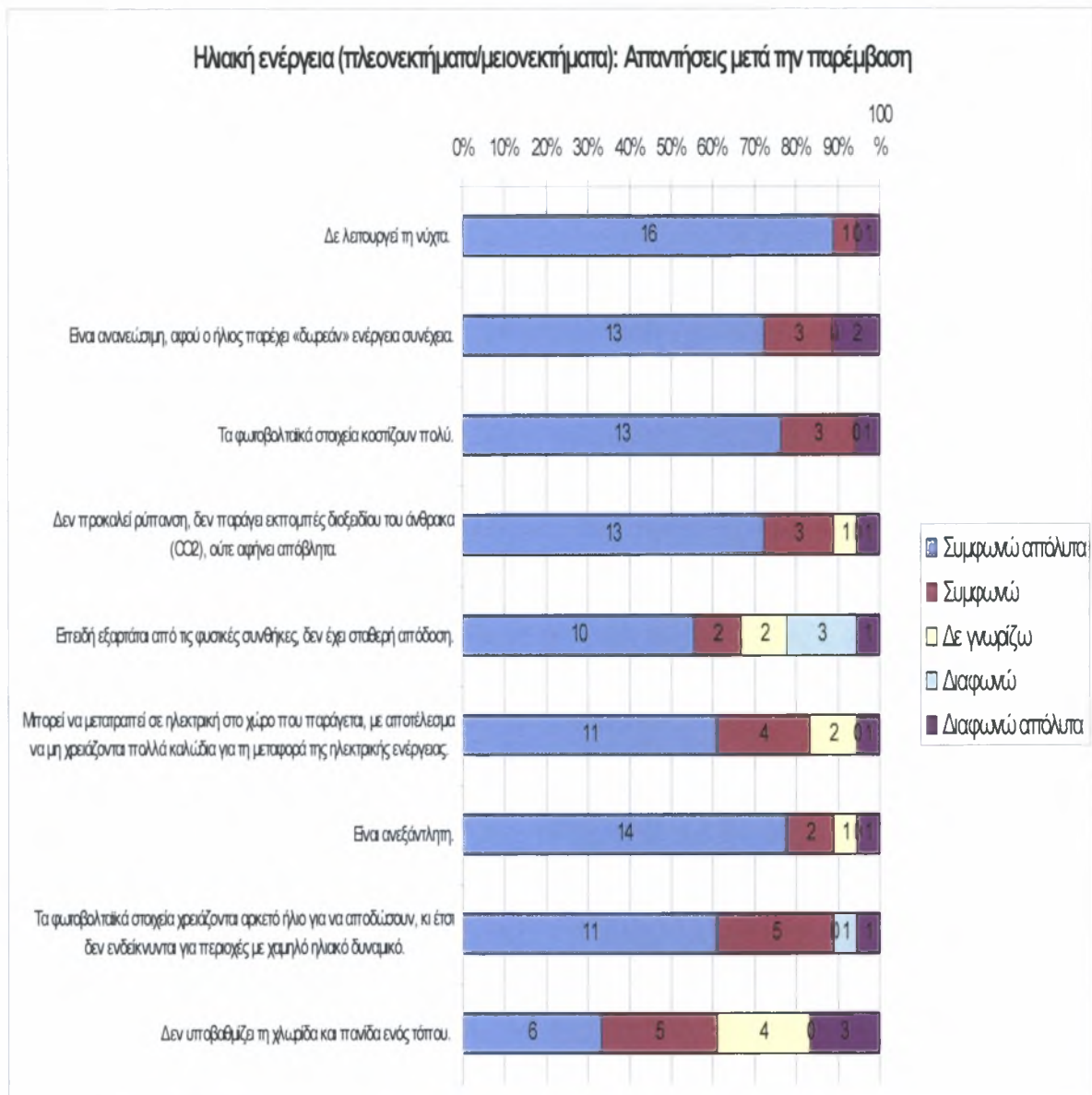
Όσον αφορά στην ηλιακή ενέργεια (πίνακας 9), πριν την παρέμβαση, περίπου οι μισοί/ές μαθητές/ριες αναγνωρίζουν και τα πλεονεκτήματα (προτάσεις 2, 4, 6, 7, 9) και τα μειονεκτήματα (προτάσεις 1, 3, 5, 8). Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι τα περισσότερα παιδιά

θεωρούν ως πλεονέκτημα το γεγονός ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική εκεί όπου παράγεται, χωρίς να χρειάζονται πολλά καλώδια για τη μεταφορά της (8+5=13 απαντήσεις), ενώ πολύ λίγοι/ες μαθητές/ριες αναγνωρίζουν ως πλεονέκτημα την έλλειψη υποβάθμισης της χλωρίδας και της πανίδας (1+5=6). Μετά την παρέμβαση, σχεδόν όλοι/ες οι μαθητές/ριες αναγνωρίζουν και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, με μικρότερη όμως επιτυχία πάλι για την έλλειψη υποβάθμισης της χλωρίδας και της πανίδας (6+5=11). Αυτή η μετατόπιση οφείλεται στην αλλαγή αντιλήψεων των μαθητών/ριών που δήλωναν άγνοια πριν την παρέμβαση.

Γράφημα 9α



Γράφημα 9β



Πίνακας 9. Απαντήσεις σχετικά με την ηλιακή ενέργεια (πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα)

	Συμφωνώ απόλυτα		Συμφωνώ		Δε γνωρίζω		Διαφωνώ		Διαφωνώ απόλυτα	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Δε λειτουργεί τη νύχτα.	9	16	1	1	5	0	1	0	1	1
Είναι ανανεώσιμη, αφού ο ήλιος παρέχει «δωρεάν» ενέργεια συνέχεια.	6	13	3	3	6	0	1	0	0	2
Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κοστίζουν πολύ.	4	13	6	3	7	0	0	0	0	1
Δεν προκαλεί ρύπανση, δεν παράγει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂), ούτε αφήνει απόβλητα.	3	13	6	3	7	1	1	0	1	1
Επειδή εξαρτάται από τις φυσικές συνθήκες, δεν έχει σταθερή απόδοση.	1	10	9	2	5	2	1	3	1	1
Μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική στο χώρο που παράγεται, με αποτέλεσμα να μη χρειάζονται πολλά καλώδια για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.	8	11	5	4	4	2	1	0	0	1
Είναι ανεξάντλητη.	6	14	3	2	6	1	3	0	0	1
Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χρειάζονται αρκετό ήλιο για να αποδώσουν, κι έτσι δεν ενδείκνυνται για περιοχές με χαμηλό ηλιακό δυναμικό.	1	11	8	5	6	0	2	1	1	1
Δεν υποβαθμίζει τη χλωρίδα και πανίδα ενός τόπου.	1	6	5	5	9	4	2	0	1	3

Όσον αφορά στην αιολική ενέργεια (πίνακας 10), πριν την παρέμβαση, οι μισοί/ές μαθητές/ριες αναγνωρίζουν τα πλεονεκτήματά της εκτός από τη σχέση του κόστους παραγωγής της με άλλες μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (3+3=6 μαθητές/ριες). Για τα μειονεκτήματα, αρκετοί/ές μαθητές/ριες δηλώνουν ότι δε γνωρίζουν, ενώ οι μισοί/ές τις θεωρούν θορυβώδεις και κάποιοι/ες (3+1=4) ότι μειώνουν αισθητικά το τοπίο. Μετά την παρέμβαση, οι αντιλήψεις τους, ιδιαίτερα ως προς το ανανεώσιμο χαρακτηριστικό της

(14+3=17), την απουσία ρύπανσης (14+3=17) και το κόστος παραγωγής της αιολικής ενέργειας (10+5=15) ισχυροποιούνται. Επίσης, κατανοούν ότι οι ανεμογεννήτριες δεν είναι θορυβώδεις (6+10=16), δεν επηρεάζουν τα πουλιά του τόπου (4+11=16) και πολλοί/ές αγνοούν το αισθητικό αποτέλεσμα της παρουσίας ανεμογεννητριών (4+10=14). Αντίθετα, δεν υπάρχει σημαντική αλλαγή στις αντιλήψεις τους σχετικά με την επίδραση των ανεμογεννητριών στην καλλιέργεια της γης και τη λειτουργία τους με ασθενείς ή πολύ δυνατούς ανέμους, χαρακτηριστικά στα οποία υπάρχει μια σύγχυση και μετά το πέρας της παρέμβασης.

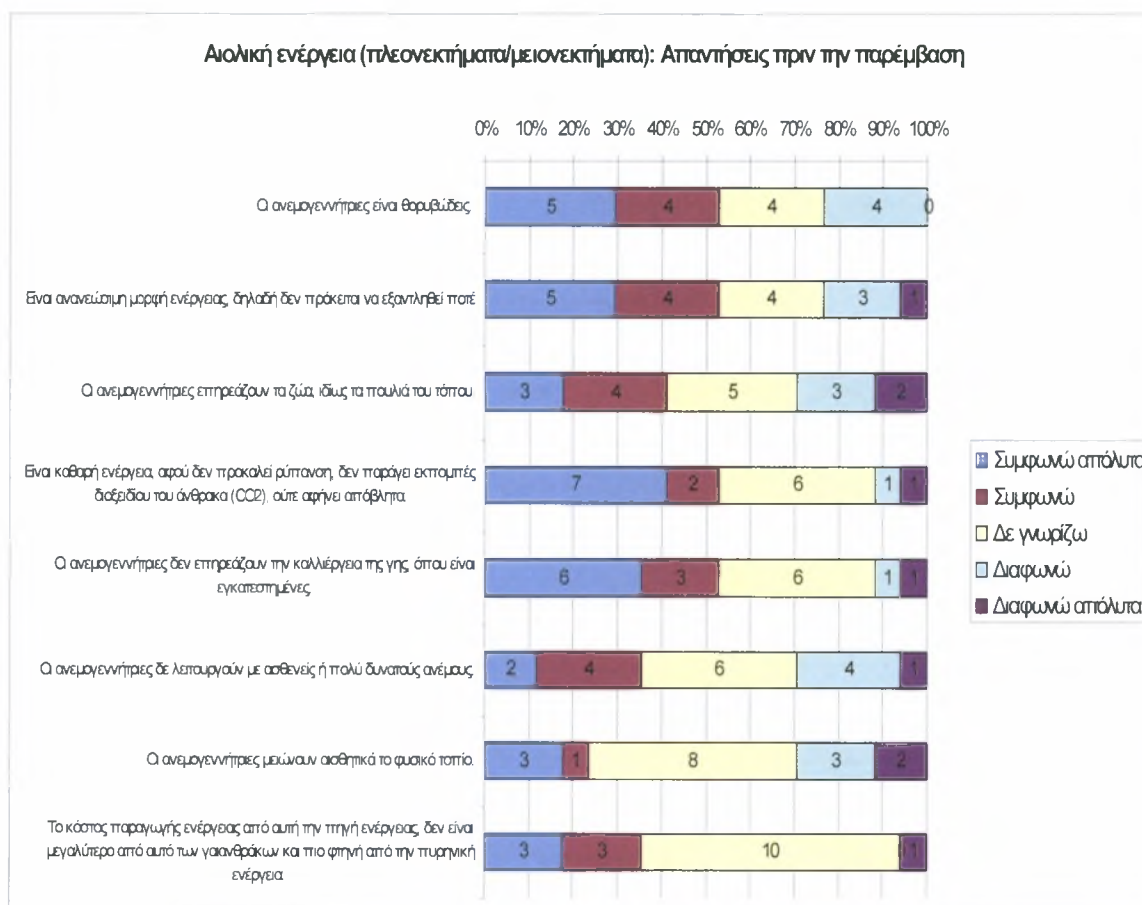
**Πίνακας 10. Απαντήσεις σχετικά με την αιολική ενέργεια
(πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα)**

	Συμφωνώ απόλυτα		Συμφωνώ		Δε γνωρίζω		Διαφωνώ		Διαφωνώ απόλυτα	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Οι ανεμογεννήτριες είναι θορυβώδεις.	5	2	4	0	4	0	4	6	0	10
Είναι ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, δηλαδή δεν πρόκειται να εξαντληθεί ποτέ	5	14	4	3	4	1	3	0	1	0
Οι ανεμογεννήτριες επηρεάζουν τα ζώα, ιδίως τα πουλιά του τόπου.	3	2	4	1	5	0	3	4	2	11
Είναι καθαρή ενέργεια, αφού δεν προκαλεί ρύπανση, δεν παράγει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂), ούτε αφήνει απόβλητα.	7	14	2	3	6	1	1	0	1	0
Οι ανεμογεννήτριες δεν επηρεάζουν την καλλιέργεια της γης, όπου είναι εγκατεστημένες.	6	6	3	2	6	2	1	6	1	2
Οι ανεμογεννήτριες δε λειτουργούν με ασθενείς ή πολύ δυνατούς ανέμους.	2	8	4	1	6	1	4	5	1	2
Οι ανεμογεννήτριες μειώνουν αισθητικά το φυσικό τοπίο.	3	0	1	2	8	2	3	4	2	10
Το κόστος παραγωγής ενέργειας από αυτή την πηγή ενέργειας, δεν είναι μεγαλύτερο από αυτό των γαιανθράκων.	3	10	3	5	10	2	0	0	1	1

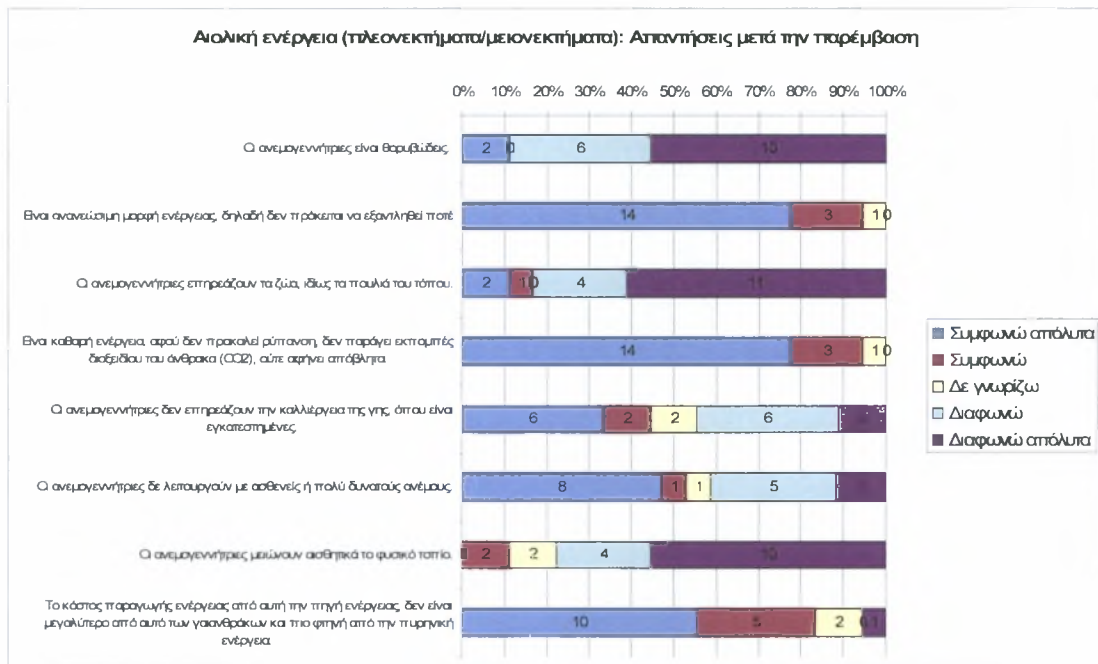
Όσον αφορά στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδραυλικής ενέργειας, πριν την παρέμβαση, πολλοί/ές μαθητές/ριες αναγνωρίζουν ότι αυτή έχει σταθερή απόδοση (4+7=11), ότι τα φράγματα έχουν μεγάλο κόστος κατασκευής (4+7=11) και ότι είναι ανανεώσιμη (4+5=9). Σαφώς λιγότεροι/ες αναγνωρίζουν ότι υπάρχει ανυπαρξία κατάλληλων περιοχών για φράγματα (0+7=7), ότι καταστρέφονται καλλιεργήσιμα εδάφη

και οικοσυστήματα ($1+3=4$), ότι είναι πιο αξιόπιστη ($1+6=7$) και ότι έχει χαμηλό λειτουργικό κόστος ($2+3=5$). Μετά την παρέμβαση, αυξάνεται ιδιαίτερα ο αριθμός των μαθητών/ριών που αναγνωρίζουν ότι η υδραυλική ενέργεια είναι ανανεώσιμη ($13+3=16$), ότι δεν υπάρχουν κατάλληλες περιοχές ($8+6=14$), ότι δεν προκαλεί ρύπανση ($13+2=15$) και ότι είναι πιο αξιόπιστη από την ηλιακή και την αιολική ενέργεια ($9+6=15$). Αντίθετα, μικρότερες είναι οι αλλαγές στις αντιλήψεις σχετικά με τη σταθερή απόδοση και το μεγάλο οικονομικό κόστος κατασκευής, καθώς επίσης εμφανίζεται μια σύγχυση μεταξύ των μαθητών/ριών σχετικά με την καταστροφή των καλλιεργήσιμων εδαφών και οικοσυστημάτων και το χαμηλό λειτουργικό κόστος.

Γράφημα 10α



Γράφημα 10β

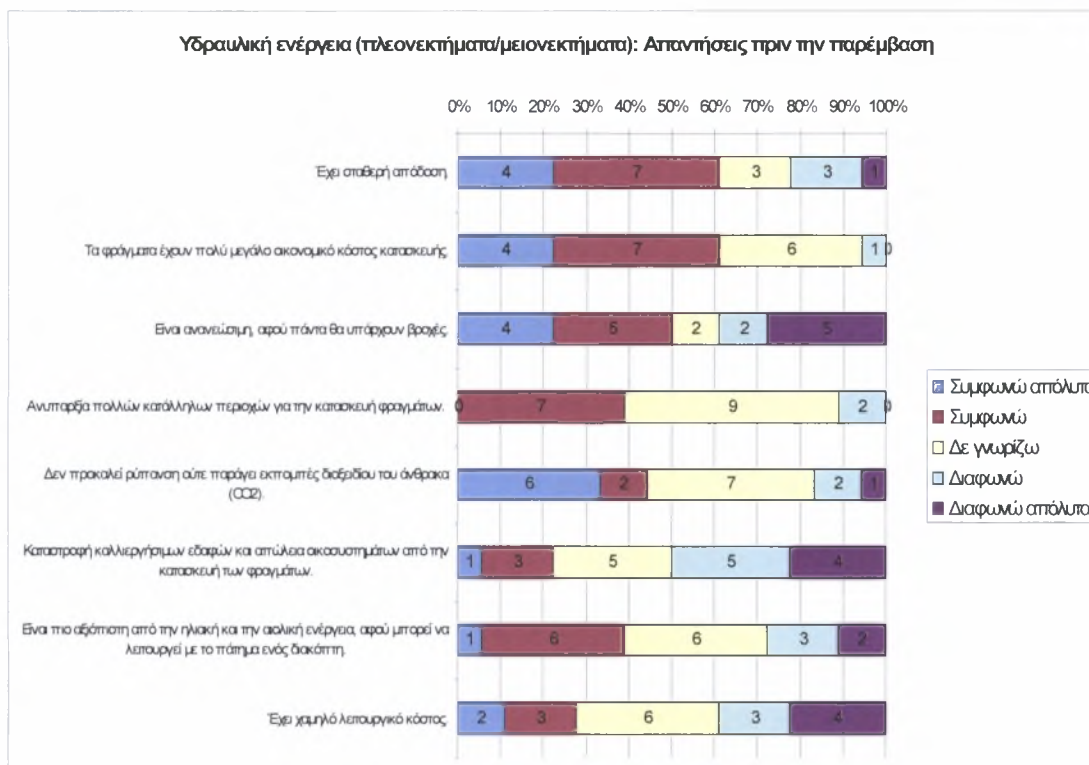


Αναφορικά με τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών και για τις τρεις πηγές ενέργειας, οι μαθητές/ριες φαίνεται να ξέρουν αρχικά περισσότερα για την ηλιακή ενέργεια από ότι για τις άλλες δυο, ενώ μετά την παρέμβαση, οι αντιλήψεις τους τροποποιούνται όσον αφορά και στις τρεις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

**Πίνακας 11. Απαντήσεις σχετικά με την υδραυλική ενέργεια
(πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα)**

	Συμφωνώ απόλυτα		Συμφωνώ		Δε γνωρίζω		Διαφωνώ		Διαφωνώ απόλυτα	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Έχει σταθερή απόδοση.	4	9	7	2	3	1	3	5	1	1
Τα φράγματα έχουν πολύ μεγάλο οικονομικό κόστος κατασκευής.	4	10	7	4	6	2	1	0	0	1
Είναι ανανεώσιμη, αφού πάντα θα υπάρχουν βροχές.	4	13	5	3	2	0	2	0	5	2
Ανυπαρξία πολλών κατάλληλων περιοχών για την κατασκευή φραγμάτων.	0	8	7	6	9	2	2	1	0	1
Δεν προκαλεί ρύπανση ούτε παράγει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂).	6	13	2	2	7	1	2	1	1	1
Καταστροφή καλλιεργήσιμων εδαφών και απώλεια οικοσυστημάτων από την κατασκευή των φραγμάτων.	1	8	3	1	5	4	5	1	4	4
Είναι πιο αξιόπιστη από την ηλιακή και την αιολική ενέργεια, αφού μπορεί να λειτουργεί με το πάτημα ενός διακόπτη.	1	9	6	6	6	1	3	2	2	0
Έχει χαμηλό λειτουργικό κόστος.	2	8	3	3	6	0	3	3	4	4

Γράφημα 11α



Γράφημα 11β



Ερευνητικό ερώτημα 5

Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

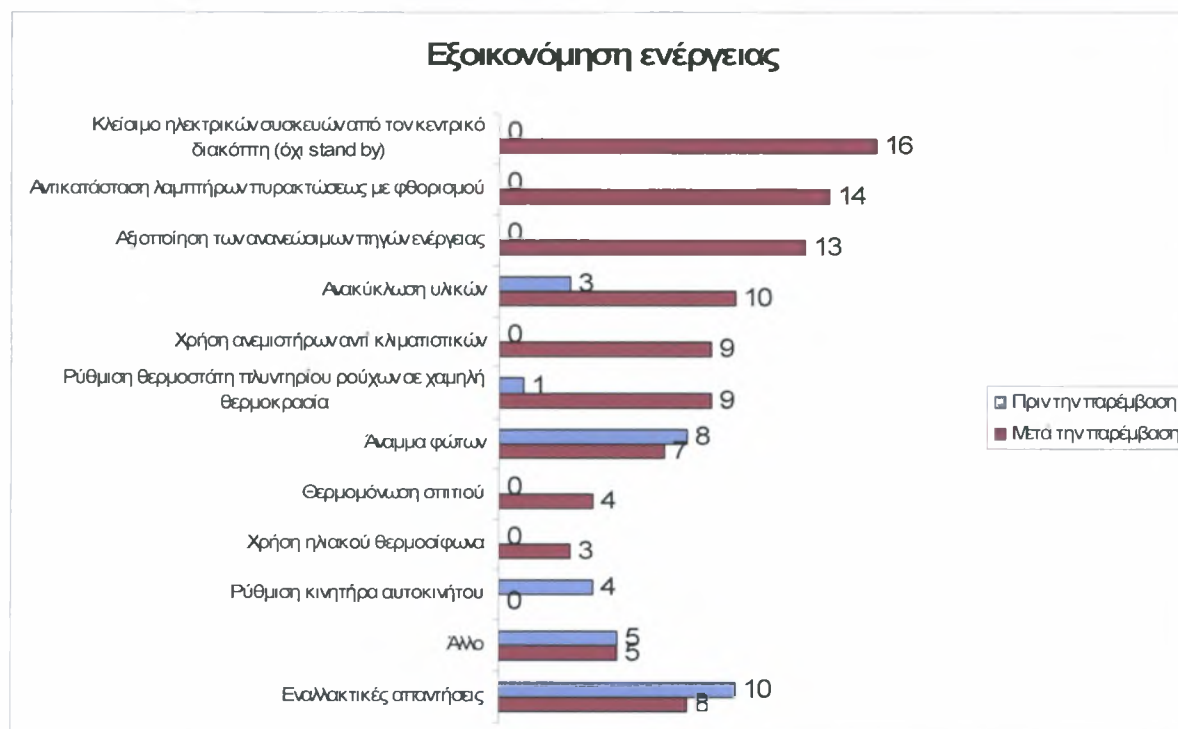
Για το ερευνητικό ερώτημα που αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, οι μαθητές/ριες κλήθηκαν να γράψουν όσους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας γνωρίζουν. Οι απαντήσεις των μαθητών/ριών καταγράφηκαν αναλυτικά και στη συνέχεια κατηγοριοποιήθηκαν σε 10 θεματικές. Όλες οι απαντήσεις εντάχθηκαν σε μία από τις θεματικές. Για τους μισούς/ές μαθητές/ριες, η ένταξη των απαντήσεών τους σε θεματικές έγινε από δύο κριτές, για να διασφαλισθεί η συνοχή κάθε θεματικής. Ακόμη, οι απαντήσεις με πολύ μικρή εμφάνιση (κάτω από 2 εμφανίσεις) εντάχθηκαν στην κατηγορία «άλλο». Παράλληλα δημιουργήθηκε μία θεματική στην οποία εντάχθηκαν απαντήσεις που αφορούσαν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/ριών.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 12, οι προτάσεις των μαθητών/ριών πριν την παρέμβαση ήταν πολύ λίγες και αφορούσαν στο άναμμα (σβήσιμο) των φώτων (8 φορές), στη ρύθμιση του κινητήρα του αυτοκινήτου (4 φορές) στην ανακύκλωση υλικών (3 φορές). Μία αναφορά έγινε στη ρύθμιση του θερμοστάτη του πλυντηρίου σε χαμηλή θερμοκρασία και 5 σε άλλες προτάσεις. Ακόμη, πριν την παρέμβαση οι περισσότερες προτάσεις που έγιναν για την εξοικονόμηση ενέργειας στηρίζονται σε εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών (10 αναφορές). Οι εναλλακτικές απαντήσεις αφορούσαν κυρίως την οικονομία στην κατανάλωση νερού (5 εμφανίσεις, και πριν και μετά την παρέμβαση) ενώ αναφέρθηκε και η οικονομία στη χρήση του τηλεφώνου. Μετά την παρέμβαση, η αλλαγή ήταν εντυπωσιακή. Οι μαθητές/τριες έδωσαν συνολικά 98 προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, από τις οποίες 8 αφορούσαν εναλλακτικές απαντήσεις. Οι υπόλοιπες αφορούσαν κυρίως το κλείσιμο των ηλεκτρικών συσκευών, τη χρήση λαμπτήρων πυρακτώσεως, την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και την ανακύκλωση υλικών. Με λιγότερες καταμετρήσεις αναφέρθηκαν επίσης οι προτάσεις για χρήση ανεμιστήρων, ρύθμιση του θερμοστάτη του πλυντηρίου σε χαμηλή θερμοκρασία, άναμμα φώτων, θερμομόνωση σπιτιού και χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα.

Πίνακας 12. Προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας

Επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις	Πριν	Μετά
Κλείσιμο ηλεκτρικών συσκευών από τον κεντρικό διακόπτη (όχι stand by)	0	16
Αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με φθορισμού	0	14
Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	0	13
Ανακύκλωση υλικών	3	10
Χρήση ανεμιστήρων αντί κλιματιστικών	0	9
Ρύθμιση θερμοστάτη πλυντηρίου ρούχων σε χαμηλή θερμοκρασία	1	9
Άναμμα φώτων	8	7
Θερμομόνωση σπιτιού	0	4
Χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα	0	3
Ρύθμιση κινητήρα αυτοκινήτου	4	0
Άλλο	5	5
Εναλλακτικές απαντήσεις	10	8

Γράφημα 12



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων γίνεται φανερό ότι οι αντιλήψεις σχετικά με τα ερευνητικά ερωτήματα που θέσαμε στην αρχή του εκπαιδευτικού προγράμματος «Ανανεώσιμες Πηγές και Εξοικονόμηση Ενέργειας» των μαθητών/ριών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, μετά τη διδακτική παρέμβαση, διαφοροποιούνται σε ικανοποιητικό βαθμό. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες, φαίνεται να κατανοούν τη σχέση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τα περιβαλλοντικά προβλήματα και ιδίως με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, να αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά των πηγών ενέργειας (συμβατικών και ανανεώσιμων), να διατυπώνουν τις απόψεις τους για τις αιτίες και τις συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου και να προτείνουν λύσεις για τη μείωση του φαινομένου, με αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης, όπως προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων, τα παιδιά αναγνωρίζουν τις διάφορες εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην καθημερινή ζωή καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους. Τέλος, οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται το ρόλο της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης της ενέργειας, αφού εμπλουτίζουν τις ιδέες τους με ποικίλους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με ευρήματα ερευνών στις οποίες, παρεμβάσεις που λαμβάνουν υπόψη τόσο την επιστημονική όσο και την περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση της ενέργειας, λειτουργούν πιο αποτελεσματικά στην κατανόηση των ενεργειακών θεμάτων (Carmen Gomez-Granell και Salvador Cervera-March 1993, Jiménez-Aleixandre και Gallástegui-Otero 1995, Summers et al. 1998, Mason και Santi 1998, Fetherstonhaugh, 1999, Kruger και Summers 2000, Khalid 2003, Κουτσούμπας 2004, Hugerat et al. 2004, Papadimitriou 2004, Devine-Wright et al. 2004, Lester et al. 2006).

Πέρα από τη γενική διαφοροποίηση των αντιλήψεων των μαθητών/ριών για τα παραπάνω θέματα, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας αναδεικνύουν τέσσερις θεματικούς άξονες που αξίζει να αναλυθούν διεξοδικά. Ο πρώτος άξονας αφορά στις αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές/τριες για τις Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ο δεύτερος σε αυτές που σχετίζονται με το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, ο τρίτος στις γνώσεις που αποκτούν σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ο τέταρτος αφορά στις αντιλήψεις των μαθητών/τριών γύρω από την Εξοικονόμηση Ενέργειας.

Όσον αφορά στον πρώτο θεματικό άξονα, τα παιδιά, πριν την διδακτική παρέμβαση, δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αν και έχουν διδαχτεί τις έννοιες «πηγές» και «μορφές ενέργειας» στην αρχή του σχολικού έτους, φαίνεται να αγνοούν σε μεγάλο βαθμό την ποικιλία των πηγών που συναντάμε στη φύση.



Το ότι αναφέρουν μόνο το «πετρέλαιο» ως βασική πηγή ενέργειας (σε μικρό ποσοστό), προκύπτει ίσως από το γεγονός ότι πρόκειται για έναν όρο αρκετά δημοφιλή εξαιτίας της συνεχόμενης αναφοράς σε αυτόν, από τα μέσα ενημέρωσης, τόσο λόγω της αύξησης της τιμής του το τελευταίο διάστημα όσο και λόγω της συσχέτισης του με τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αυτό ενισχύεται και από τη βιβλιογραφία, όπου παιδιά αντίστοιχης ηλικίας αναγνωρίζουν το πετρέλαιο ως βασική πηγή που μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες μιας χώρας, σε ποσοστό 40% (Boyes and Stanisstreet, 1990). Αντιθέτως, αγνοούν πλήρως το γεγονός ότι ο γαιάνθρακας και το φυσικό αέριο είναι πηγές ενέργειας και ειδικότερα ότι είναι μη ανανεώσιμες. Το ίδιο ισχύει και για τα χαρακτηριστικά των μη ανανεώσιμων πηγών, όπου πάλι τα παιδιά αναγνωρίζουν μόνο αυτά του πετρελαίου (σε μικρό ποσοστό).

Αναφορικά με τις εναλλακτικές αντιλήψεις που δηλώνουν οι μαθητές/ριες για τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φαίνεται ότι υπάρχει μία σύγχυση ως προς το νόημα που δίνουν στην έννοια της ενέργειας. Μέσα από τις απαντήσεις τους φαίνεται να ενισχύονται τα νοητικά μοντέλα των Driver και συν. (1994), όπου πολλοί/ές μαθητές/ριες αποδίδουν στην ενέργεια ιδιότητες “καυσίμου” και “ρευστού”. Έτσι, συναντάμε απαντήσεις που αναφέρουν ως πηγής ενέργειας την “μπαταρία”, το “ηλεκτρικό ρεύμα” και το “καυσαέριο”. Αρκετοί είναι οι ερευνητές/ριες που βρήκαν αντίστοιχα στοιχεία στις αντιλήψεις των μαθητών/ριών (Gilbert and Pope, 1982, Watts and Gillbert, 1985, Ault, Novak and Gowin, 1988, Κολιόπουλος και Ψύλλος, 1992).

Σε αντίθεση με τις αντιλήψεις των παιδιών για τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο και γαιάνθρακας), οι απόψεις τους για τη σχέση αυτών των πηγών ενέργειας με τα περιβαλλοντικά προβλήματα φαίνεται να είναι πιο ισχυρές. Πριν την παρέμβαση, αναγνωρίζουν αρκετά προβλήματα που σχετίζονται με την καύση των ορυκτών καυσίμων και ιδίως αυτών των προβλημάτων που είτε η διατύπωσή τους υπονοεί κάτι αρνητικό (π.χ. «*ρύπανση*», «*καταστροφή*»), άσχετα αν κατανοούν πώς συνδέεται η πηγή με το πρόβλημα είτε υποδηλώνουν μία άμεση σχέση και είναι βραχυπρόθεσμα (Gomez-Granell and Cervera-March 1993). Αντιθέτως, δεν αναγνωρίζουν τα προβλήματα όταν το αποτέλεσμα της καύσης των ορυκτών καυσίμων επιδρά έμμεσα στην αλλαγή των περιβαλλοντικών συνιστωσών (π.χ. «*φαινόμενο θερμοκηπίου*», «*αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη*», «*ακραία καιρικά φαινόμενα*», «*αλλαγή του κλίματος*»). Τα ευρήματα επιβεβαιώνονται και από τα αποτελέσματα των Gomez-Granell και Cervera-March (1993), όπου τα παιδιά φαίνεται να έχουν επιφανειακές γνώσεις για συγκεκριμένες έννοιες και μία ασαφή ενημερότητα για το πόσο επιζήμιες είναι αυτές για το περιβάλλον, ειδικά για τις έννοιες που δημοσιοποιούνται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Αν διερευνούσαμε περισσότερο τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τις επιλογές τους αυτές (με τη βοήθεια κάποιων συνεντεύξεων), ίσως αποκτούσαμε περισσότερα στοιχεία για τις

αιτιολογικές αλληλουχίες που διαμορφώνουν τα παιδιά για το πώς αντιλαμβάνονται της διαδικασίες σχηματισμού των περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με την καύση των ορυκτών καυσίμων.

Ένα άλλο στοιχείο που αξίζει να επισημανθεί είναι ότι πριν την παρέμβαση, οι μαθητές/ριες παρουσιάζουν διαφορετικές αντιλήψεις σχετικά με τη σύνδεση της καύσης των ορυκτών καυσίμων με το φαινόμενο της όξινης βροχής και της μείωσης του στρώματος του όζοντος στην ατμόσφαιρα,. Ενώ φαίνεται να συνδέουν την αιτία της δημιουργίας της τρύπας του όζοντος με την καύση των ορυκτών καυσίμων (εναλλακτική αντίληψη), αγνοούν τη σχέση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με την όξινη βροχή. Η εναλλακτική αντίληψη που φανερώνουν τα παιδιά για την τρύπα του όζοντος αναφέρεται και σε άλλες έρευνες οι οποίες εστιάζουν στις αντιλήψεις των μαθητών/ριών και φοιτητών/ριών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και για τη μείωση του στρώματος του όζοντος στην ατμόσφαιρα (Boys and Stanisstreet, 1993, Francis *et al.* 1993, Boyes and Stanisstreet, 1997, Groves and Pugh, 1999, Koulaidis and Christidou 1999, Rye *et al.*, 1997, Groves and Pugh, 2002, Papadimitriou, 2004).

Μετά την παρέμβαση, οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τη σχέση των ορυκτών καυσίμων με τα δύο φαινόμενα αλλάζουν τελείως. Αναγνωρίζουν από τη μία ότι η καύση του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του γαιάνθρακα δεν ευθύνεται για την τρύπα του όζοντος και από την άλλη ότι η όξινη βροχή συσχετίζεται με τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό ίσως οφείλεται στο σχεδιασμό της παρέμβασης μας, η οποία, μέσα από την επικοινωνιακή προσέγγιση που ακολούθησε, εστίασε στα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την καύση των ορυκτών καυσίμων, όπως για παράδειγμα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (δομικό στοιχείο της παρέμβασης), καθώς και στην ατμοσφαιρική ρύπανση και όξινη βροχή (ανάλυση σε μικρότερη κλίμακα). Η αλλαγή στις αντιλήψεις των μαθητών/ριών παρατηρείται επίσης, τόσο στην αναγνώριση των πηγών ενέργειας και στην ένταξή τους στην κατηγορία των μη ανανεώσιμων πηγών όσο και στον εντοπισμό των χαρακτηριστικών τους. Οι διευρυμένες αυτές αλλαγές στις αντιλήψεις και στην εννοιολογική κατανόηση, αναδεικνύουν το ρόλο της σημασιολογικής διαπραγμάτευσης, που πραγματοποιείται μέσα από την κοινωνιο-γνωστική αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών/ριών και τη δημιουργία ενός συνεργατικού αποτελέσματος (Mason and Santi, 1998).

Αναφορικά με το δεύτερο άξονα, ο οποίος αναλύει τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (αιτίες, συνέπειες, δράσεις), πριν την παρέμβαση, τα παιδιά εκφράζουν και εναλλακτικές και επιστημονικές αντιλήψεις. Θεωρούν ότι φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα «*περιβαλλοντικό πρόβλημα*» και άρα όλα όσα αναφέρονται ως αιτίες ή συνέπειες ή δράσεις σχετικά με αυτό είναι ορθά επιλέξιμες. Φαίνεται ότι έχουν ακούσει για την ύπαρξη του φαινομένου, αλλά δεν έχουν μία ξεκάθαρη εικόνα για το πού

οφείλεται αυτό, για το ποιες είναι οι συνέπειές του και για το πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί. Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει και από άλλες έρευνες που έχουν γίνει για τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Boyes and Stanisstreet, 1993, Boyes, Chuckran and Stanisstreet, 1993, Francis et al., 1993, Boyes and Stanisstreet, 1997, Mason and Santi, 1998, Summers et al., 2000, Jeffries et al., 2001, Daniel et al., 2004, Lester et al., 2006). Μετά την παρέμβαση, οι μαθητές/ριες ενισχύουν τις αντιλήψεις τους για τις επιστημονικά ορθές απόψεις και μειώνουν δραστικά τις εναλλακτικές, ενώ ένας σημαντικός αριθμός παιδιών μετακινείται από την άποψη του «*δε γνωρίζω*» προς την επιστημονικά αποδεκτή άποψη. Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στην απόλυτη επιλογή από τους/τις μαθητές/ριες των δύο κυρίαρχων δράσεων αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου: χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ήλιος, αέρας, νερό) και εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτές οι δύο δράσεις αποτέλεσαν το κορμό της διδακτικής μας παρέμβασης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όσες αιτίες, συνέπειες και δράσεις υπήρχαν στα φυλλάδια εργασιών και διδάσκονταν με βάση τον εποικοδομητικό τρόπο προσέγγισης της μάθησης, ισχυροποιήθηκαν σημαντικά. Εξάλλου, πολλοί ερευνητές/ριες θεωρούν ότι τα εκπαιδευτικά προγράμματα που εφαρμόζονται στο σχολείο είναι ανάγκη α) να ενσωματώνουν το επιστημονικό, κοινωνικό, θεωρητικό και πρακτικό περιεχόμενο της μάθησης, όπου η προσωπική καθημερινή γνώση να ενσωματώνεται στην επιστημονική (Gomez-Granell and Cervera-March, 1993) και β) στη διδασκαλία περίπλοκων εννοιών, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, να ενσωματώνουν την STS (Science Technology and Society) διδακτική προσέγγιση έτσι ώστε τα παιδιά να αποκτούν ικανοποιητικές γνώσεις των φυσικών επιστημών, των κοινωνικών θεμάτων που άπτονται των φυσικών επιστημών και άρα να μπορούν να εκφράζουν πιο συχνά τον “κοινωνικό ακτιβισμό” τους (Khalid, 2003, Lester et al., 2006).

Ένα σφάλμα στο οποίο υποπίπτουν οι μαθητές/ριες σχετίζεται με την αδυναμία τους να ξεκαθαρίσουν στο μυαλό τους μια σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων από τις, μερικές φορές, επικαλυπτόμενες αιτίες και συνεπώς να συνειδητοποιήσουν ότι όλες οι περιβαλλοντικά φιλικές δράσεις μπορούν να βοηθήσουν σε όλα τα περιβαλλοντικά προβλήματα (Boyes and Stanisstreet, 1990). Επομένως, είναι σημαντικό να υπάρχει μία αποσαφήνιση στην κατανόηση για το ότι όσο πιο απαισιόδοξες προβλέψεις για την παγκόσμια ρύπανση υλοποιούνται, τόσο πιο δυναμικές δράσεις με έντονες επιδράσεις στον τρόπο ζωής των πολιτών των αναπτυσσόμενων κρατών θα χρειαστούν να ληφθούν, ενισχύοντας ταυτόχρονα και την καταστολή με περιοριστικούς νόμους.

Ως προς τον τρίτο άξονα, που αναφέρεται στις γνώσεις που αποκτούν οι μαθητές/ριες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φαίνεται ότι οι μαθητές/ριες, πριν την παρέμβαση ούτε αναγνωρίζουν ποιες είναι ούτε μπορούν να τις διακρίνουν από τις μη

ανανεώσιμες. Η μόνη πηγή ενέργειας που αναγνωρίζουν είναι το «νερό» και την εντάσσουν στις ανανεώσιμες. Ο λόγος που ίσως αναφέρουν το νερό ως πηγή ενέργειας, σχετίζεται με το ότι πρόκειται για ένα πολύτιμο συστατικό για τη ζωή του ανθρώπου, μεταφέροντας στο συγκεκριμένο εννοιολογικό πλαίσιο το δημοφιλή όρο «νερό, πηγή ζωής» (Boyes and Stanisstreet, 1990, Papadouris, Constantinou, and Kyratsi, 2008). Μια άλλη εξήγηση είναι ότι ίσως τα παιδιά γνωρίζουν τη συμβολή του νερού στη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια των φραγμάτων. Αυτό ενισχύεται και από το γεγονός ότι κάποιοι από τους μαθητές/ριες, που αναφέρουν το νερό ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αναγνωρίζουν την εφαρμογή της υδραυλικής ενέργειας στην εικόνα του υδροηλεκτρικού φράγματος. Εξάλλου, στη χώρα μας η εγκατεστημένη ισχύς από την υδροηλεκτρική ενέργεια ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 24%. Η ύπαρξη τέτοιων απαντήσεων αναδεικνύει ότι ίσως υπάρχουν κάποιοι/ες μαθητές/ριες που επιδεικνύουν μεγάλο ενδιαφέρον για τοπικά ζητήματα που σχετίζονται με την ενέργεια (Boyes and Stanisstreet, 1990).

Επιπλέον, η έλλειψη γνώσεων για τον ήλιο, τον αέρα και τη γεωθερμία αποδίδεται στους παράγοντες της ανεπάρκειας και της περιθωριακής κάλυψης του συγκεκριμένου θέματος από τα σχολικά βιβλία, την παραπληροφόρηση από εξωσχολικούς παράγοντες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και τις διδακτικές τεχνικές που εφαρμόζονται (Κουτσούμπας, 2004). Ωστόσο, μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία στηρίχτηκε στο εποικοδομητικό πρότυπο διδασκαλίας σχεδόν όλοι/ες οι μαθητές/ριες αναγνωρίζουν και διακρίνουν της πηγές ενέργειας (ανανεώσιμες και μη) με εξαίρεση τη «βιομάζα» και τη «γεωθερμία». Το ίδιο πραγματοποιήθηκε και στην έρευνα του Κουτσούμπα (2004), όπου τα παιδιά που διδάχτηκαν με το εποικοδομητικό πρότυπο διδασκαλίας τις ήπιες μορφές ενέργειας, έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στις αντιλήψεις τους σε σχέση με τα παιδιά που διδάχτηκαν με το παραδοσιακό πρότυπο.

Ως προς τη χαμηλή συχνότητα απαντήσεων που παρατηρούνται στους όρους της «βιομάζας» και της «γεωθερμίας», μετά την διδακτική παρέμβαση, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυτή δεν περιλάμβανε ενότητες για τις δύο αυτές πηγές ενέργειας. Οι όροι αναφέρθηκαν μόνο στην πρώτη διδακτική ενότητα, όπου στο πλαίσιο της διδασκαλίας των μορφών ενέργειας συζητήθηκαν οι περιπτώσεις της Ενέργειας από Βιομάζα και της Γεωθερμίας. Οι απαντήσεις που αναφέρθηκαν πριν την παρέμβαση και «μεταφράστηκαν» ως «βιομάζα» αφορούσαν το «ξύλο». Τα παιδιά ανέφεραν τους όρους «ξύλα» χωρίς να γνωρίζουν ότι από την καύση τους παράγεται ενέργεια, την οποία κατατάσσουμε στην κατηγορία «ενέργεια από βιομάζα». Αυτό συμπεραίνεται και από την ανάλυση των φυλλαδίων εργασίας της πρώτης διδακτικής ενότητας, όπου εκεί οι μαθητές/ριες έπρεπε να συμπληρώσουν στην κατηγορία «ενέργεια από βιομάζα» συγκεκριμένα παραδείγματα.

Αυτό που αξίζει να παρατηρήσουμε μετά την παρέμβαση είναι τα δύο κυρίαρχα χαρακτηριστικά που προκύπτουν από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών σχετικά με τις τρεις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ήλιος, αέρας και νερό). Οι περισσότεροι μαθητές/ριες επιλέγουν από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το χαρακτηριστικό «*υψηλές εκπομπές καυσαερίων*» και «*περιορισμένα αποθέματα*», ενώ από τις ανανεώσιμες το χαρακτηριστικό «*μηδενικές εκπομπές καυσαερίων*» και «*μεγάλη αφθονία στη φύση*». Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά φάνηκε να συσχέτισαν τη γνώση που αποκόμισαν από την όλη παρέμβαση, με τα βασικά χαρακτηριστικά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κάτι που είναι απολύτως συμβατό με τις απόψεις της επιστημονικής κοινότητας. Αν προσθέσουμε και τις επιλογές που κάνουν οι μαθητές/ριες γύρω από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και σχετίζονται με τα δύο αυτά χαρακτηριστικά, τότε ενισχύεται ο ρόλος της εποικοδομητικής προσέγγισης που ακολουθήσαμε κατά τη διδακτική παρέμβαση.

Ένα αξιολογικό εύρημα, που αφορά στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι ότι ενώ πριν την παρέμβαση ένας μεγάλος αριθμός μαθητών/ριών επιλέγει την απάντηση «*δε γνωρίζω*», μετά την παρέμβαση, παρατηρείται μία μεγάλη μετατόπιση των απαντήσεων προς την αποδεκτή επιστημονικά άποψη. Εκεί που οι μαθητές/ριες φαίνεται να μην μπορούν να αναγνωρίσουν κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι στις περιπτώσεις όπου χρειάζεται μεγαλύτερη εμπλοκή των μαθητών/ριών σε κοινωνικές, οικονομικές, πολιτικές και ηθικές καταστάσεις, έτσι ώστε να υιοθετήσουν πιο εύκολα προ-περιβαλλοντικές συμπεριφορές (Devine-Wright et al., 2004) και στην εφαρμογή βιωματικών προγραμμάτων με θετική επίδραση πάνω στους/τις μαθητές/ριες σε κοινωνικό και εκπαιδευτικό επίπεδο (Hugerat et al., 2004).

Μετά την παρέμβαση βελτιώθηκε επίσης, η ικανότητα των μαθητών να μεταφέρουν την επιστημονική γνώση που αποκτούν σε καταστάσεις εφαρμογών της καθημερινής ζωής. Αυτό φάνηκε από τη δυνατότητα που είχαν τα παιδιά να αναγνωρίζουν τις εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών και μορφών ενέργειας. Έτσι, ενώ πριν την διδακτική παρέμβαση υπήρχε μικρή αναγνωρισιμότητα, μετά αυτή σημείωσε μεγάλη αύξηση. Σε αυτό συνέβαλαν ίσως τόσο οι βιωματικές και οι πειραματικές δραστηριότητες που είχαν ενταχθεί στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, όσο και η μεθοδολογική προσέγγιση της γνώσης και της μάθησης. Ο συνδυασμός του συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης με τη χρήση του επεξηγηματικού λόγου, που αναπτύσσεται με την δόμηση της κοινωνικής γνώσης και την κριτική αντιπαράθεση, ενίσχυσε την συνεχή «*αγκυροβόληση*» των νέων στοιχείων στην προηγούμενη γνώση των παιδιών (Mason and Santi, 1998) με αποτέλεσμα την καλύτερη κατανόηση των εξεταζόμενων φαινομένων μέσω της αντιπαράθεσης διαφορετικών εννοιών (Driver et al. 1994).

Όσον αφορά στον τελευταίο θεματικό άξονα, που αναφέρεται στην εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας, φαίνεται ότι οι μαθητές/ριες, πριν την παρέμβαση, διευρύνουν τη σημασία του όρου «εξοικονόμηση» και μεταφέρουν το εννοιολογικό της πλαίσιο και σε καταστάσεις που δεν σχετίζονται με την ενέργεια. Έτσι, αναφέρουν εναλλακτικές ερμηνείες που σχετίζονται με την «οικονομία στο νερό» και το «τηλέφωνο», και οι οποίες περιέχουν τόσο μη επιστημονικές σημασίες όσο και ημικατανοημένες πληροφορίες, όπως αυτές πηγάζουν από τα μέσα ενημέρωσης και τις φυσικές επιστήμες και όπως αυτές αποτυπώνονται σε δημοφιλή “λαϊκά” περιοδικά (Kruger and Summers, 2000).

Μετά την παρέμβαση, η ποικιλία τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας που εκφράζουν οι μαθητές/ριες αποδεικνύει για άλλη μία φορά το ρόλο της εποικοδομητικής προσέγγισης της μάθησης, αφού τα παιδιά πέρα από τις πειραματικές δραστηριότητες, προσεγγίζουν τη γνώση και μέσα από βιωματικές κατασκευές και μέσα από την ενημέρωση και διάχυση των ιδεών τους σε όλη τη σχολική κοινότητα. Δεν είναι τυχαίο ότι η περιβαλλοντική εκπαίδευση μπορεί να γίνει μοντέλο για την εφαρμογή της εποικοδομητικής διδασκαλίας (Klein and Merrit, 1994). Εξάλλου, η περιβαλλοντική διάσταση των φυσικών επιστημών, ενισχύεται με την αλλαγή των αναλυτικών προγραμμάτων των φυσικών επιστημών, όπου η περιβαλλοντική εκπαίδευση με την επεξήγηση του κοινωνικού πλαισίου αποκτά σημαντικό ρόλο (Jiménez-Aleixandre and Gallástegui-Otero, 1995).

Οι Daniel et al. (2004) επισημαίνουν ότι τόσο η ικανότητα όσο και η υπευθυνότητα των μαθητών/ριών μπορεί να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Οι λύσεις δε βρίσκονται έξω από το πεδίο της δικής τους δράσης (μείωση εργοστασίων ή αυτοκινήτων), και από την αλλαγή του προσωπικού τρόπου ζωής («ανακύκλωση», «χρήση ανεμιστήρων», «αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως» και το «κλείσιμο των συσκευών από τον κεντρικό διακόπτη»). Οι ίδιοι προτείνουν να ταξινομηθεί η γνώση γύρω από τις εξής περιβαλλοντικές δράσεις: “μείωση”, “ανακύκλωση”, “αντικατάσταση” και “αύξηση”. “Μείωση” της χρήσης της ενέργειας είτε άμεσα (εξοικονόμηση ηλεκτρισμού) όσο και έμμεσα (τα καταναλωτικά αγαθά έχουν ένα ενεργειακό κόστος), “ανακύκλωση” τόσο σε προσωπικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο σχολείου που ισοδυναμεί με το σώσιμο δέντρων τα οποία απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα, “αντικατάσταση” της παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα με την παραγωγή ενέργειας από την πυρηνική ενέργεια και “αύξηση” όπως η ανακύκλωση που αντιπροσωπεύει μία θετική δραστηριότητα και μπορεί να έχει σχέση με τη δεντροφύτευση, η οποία μπορεί να δεσμεύσει το αυξημένο διοξείδιο του άνθρακα (Daniel et al., 2004).

Συμπερασματικά, η συνθετική εκτίμηση των δεδομένων της παρέμβασης που παρουσιάστηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, οδηγεί τόσο στην ανάδειξη βασικών προβλημάτων που υπάρχουν σήμερα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για

σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όσο και στις μεγάλες δυνατότητες αλλαγής αυτών των αντιλήψεων. Η δημιουργία προγραμμάτων που θα λαμβάνουν υπόψη τους τις συγκεκριμένες εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών και θα δομούνται με βάση αυτές, είναι δυνατόν να αποτελέσει σημαντική συνιστώσα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Εκπαιδευτικές συνέπειες

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση έχει οριστεί ως εκπαίδευση: *γύρω* από το περιβάλλον, περιλαμβάνοντας τη γνωστική κατανόηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων, *μέσα* στο περιβάλλον, περιλαμβάνοντας την άμεση εμπειρία από την μελέτη και εργασία στο περιβάλλον, και *για χάρη* του περιβάλλοντος, περιλαμβάνοντας τις αξίες και στάσεις που είναι απαραίτητες για την περιβαλλοντική προστασία. Η εκπαίδευση των φυσικών επιστημών μπορεί να υποστηρίξει όλα αυτά τα χαρακτηριστικά της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αφού αυτή περιλαμβάνει την κριτική κατανόηση της επίδρασης από τις εφαρμογές της επιστήμης. Η αναγνώριση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ως ένα διαθεματικό γνωστικό αντικείμενο, χωρίς να εστιάζει στο υπόβαθρο των επιμέρους τομέων των φυσικών επιστημών και στην θέση που έχει κάθε περιβαλλοντικό περιεχόμενο σε αυτές, αποτελεί μια σαφώς περιοριστική οπτική. Οι φυσικές επιστήμες δίνουν έμφαση σε κεντρικά γνωστικά θέματα που χρήζουν αξιολόγησης και αναφοράς, και υπογραμμίζουν την ανάγκη για συστηματική ένταξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα αναλυτικά προγράμματα των φυσικών επιστημών. Αυτό αναδεικνύεται και στην παρούσα εργασία, όπου η μελέτη των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκύπτουν από τη χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των λύσεων που προτείνονται για την αντιμετώπισή τους, όπως η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ορθολογική χρήση και εξοικονόμησή της, χρήζουν μιας πρισματικής θεώρησης των εννοιών που διαπραγματεύονται. Έτσι, η συνειδητοποίηση της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας και χρήσης των ανανεώσιμων πηγών δεν μπορούν να μελετηθούν χωρίς να ληφθούν υπόψη έννοιες που σχετίζονται με τη διατήρηση και μετατροπή της ενέργειας (Papadouris, Constantinou and Kyratsi, 2008), ούτε να διδαχθούν χωρίς να ληφθούν υπόψη οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνέπειες από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων (Littledyke, 2004).

Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό πέρα από τη διαθεματική προσέγγιση των περιβαλλοντικών θεμάτων, η εννοιολογική προσέγγισή τους να οδηγεί από την απλή ενημερότητα στη δομημένη γνώση, η οποία με τη σειρά της να οδηγεί στην αλλαγή των στάσεων και αντιλήψεων των μαθητών/ριών. Η χρήση εποικοδομητικών και συνεργατικών προτύπων διδασκαλίας μπορεί να βοηθήσει σε αυτή την κατεύθυνση, καθώς μπορούν να ενσωματώσουν την επιστημονική γνώση στην καθημερινή γνώση των παιδιών.

Στην κατεύθυνση αυτή, η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι ανάγκη να ακολουθεί κάποιες βασικές αρχές οι οποίες θα λαμβάνουν υπόψη:

- Την επιλογή θεμάτων που σχετίζονται με τα ενδιαφέροντα των παιδιών και τα οποία μπορούν να προσεγγιστούν μέσα από την περιβαλλοντική εκπαίδευση και τις φυσικές επιστήμες, όπως για παράδειγμα, απορρίμματα, ενέργεια, ρύπανση, ζώα κ.ά.

- Την κατανόηση των φυσικών επιστημών ως διαδικασία μάθησης που δεν παράγει μόνο ιδέες αλλά έχει εφαρμογή στην καθημερινή ζωή μέσα από την τεχνολογία.

- Την κατανόηση ότι μπορεί οι εφαρμογές αυτές να είναι είτε ευεργετικές είτε καταστροφικές.

- Την εισαγωγή των επιστημονικών εννοιών που επεξηγούν ένα δίκτυο συσχετίσεων μεταξύ αιτιών και συνεπειών, όπως για παράδειγμα το ότι *«η καύση του πετρελαίου οδηγεί στην απελευθέρωση ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, το οποίο συνεισφέρει στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα να αυξάνουν την πλανητική θέρμανση και η οποία οδηγεί στις κλιματικές αλλαγές...»*.

- Την μελέτη και εξέταση των περιβαλλοντικών ηθικών θεμάτων που λαμβάνουν υπόψη τόσο την επίδραση τους στα οικοσυστήματα όσο και την κοινωνική επίδραση στα περιβαλλοντικά θέματα.

- Την μελέτη και εξέταση των κατάλληλων δράσεων που οδηγούν στην αλλαγή των στάσεων και συμπεριφορών των μαθητών/ριών, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες διδακτικές μεθοδολογίες.

Τελειώνοντας, είναι ανάγκη τα αναλυτικά προγράμματα των φυσικών επιστημών να εστιάσουν σε ενοποιημένες περιοχές ενδιαφέροντος, όπως «ανθρώπινη υγεία», «νερό», «ορυκτοί πόροι», «ενεργειακές πηγές και κατανάλωση», «βιομηχανία», «μέσα μεταφοράς» κ.ά. και να επικεντρωθούν στη δημιουργία πολιτών με ακτιβιστική διάθεση. Πολιτών που θα ενδιαφέρονται με πιο δραστήριο τρόπο για τα τοπικά προβλήματα, τα οποία πολλές φορές αποτελούν κομμάτι των πλανητικών προβλημάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Andersson, B., & Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO₂ emissions and the problem of ozone layer depletion. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1096-1111.
- Ault, R., Novak, D., & Gowin, B. (1988). Constructing vee maps or clinical interviews on energy concepts. *Science Education*, 72 (4), 515-545.
- Bilgen, S., Kaygusuz, K., & Sari, A. (2004). Renewable energy for a clean and sustainable future. *Energy Sources*, 26, 1119-1129.
- Bliss, J., & Ogborne, J. (1985). Children's choices of uses of energy. *European Journal of Science Education*, 7(2), 195-203.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1990). Pupils' ideas concerning energy sources. *International Journal of Science Education*, 12, 513-529.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1993). The "greenhouse effect": Children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, 15, 531-552.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1997). Childrens' models of understanding of two major global environmental issues (ozone layer and greenhouse effect). *Research in Science and Technological Education*, 15, 19-28.
- Boyes, E., Chuckran, D., & Stanisstreet, M. (1993). How do highschool students perceive global climatic change: What are its manifestations? What are its origins? What corrective action can be taken? *Journal of Science Education and Technology*, 2(4), 541-557.
- Brook, A., & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of energy*. Full Report. University of Leeds.
- Chedid, L. (2005). Energy, society, and education, with emphasis on educational technology policy for K-12. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 75-85.
- Children's Learning in Science Project (1987). *CLIS in the classroom: approaches to teaching energy, particulate theory of matter, plan nutrition*. Leeds: University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics.
- Daniel, B., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2004). How can we best reduce global warming ? School students' ideas and misconceptions. *International Journal of Environmental Studies*, 61(2), 211-222.
- Devin-Wright, P, Devine-Wright, H, & Fleming, P. (2004). Situational influences upon children's beliefs about global warming and energy. *Environmental Education Research*, 10(4), 493-506.

- Dove, J. (1996). Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *Environmental Education Research*, 2(1), 89-100.
- Driver, R. & Millar, R. (1985). Teaching energy in schools: Towards an analysis of curriculum approaches. In Driver, TR. & Millar, R (eds.) *Energy Matters*. University of Leeds.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, L., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1993). *Children's ideas and the learning of science. Children's Ideas in Science*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Duit, R. (1981). Students' notions about the energy concept before and after physics instruction. In Jung, W. et al. (eds.) *Problems concerning students' representation of physics and chemistry knowledge*. Ludwigsburg.
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school. Empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66.
- Duit, R. (1985). In search of an energy concept. In Driver, R. & Millar, R (eds.) *Energy Matters*. University of Leeds.
- Fetherstonhaugh, T. (1994). Using the repertory grid to probe students' ideas about energy. *Research in Science and Technological Education* 12(2), 117-127.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A., & Stanisstreet, M. (1993). Ideas of elementary students about reducing the "greenhouse effect". *Science Education*, 77, 375-392.
- Gair, J., & Stancliffe, D. (1988). Talking about toys: an investigation of children's ideas about force and energy. *Research in Science and Technological Education*, 6(2), 167-180.
- Garg, H., & Kandpal, T. (1996). Renewable energy education: challenges and problems in developing countries. *Renewable Energy*, 9(1), 1188-1193.
- Gayford, C. (1995). Science education and sustainability: a case study in discussion based learning. *Research in Science and Technological Education*, 13, 135-145.
- Gilbert, J. & Pope, M. (1982). *School children discussing energy*. Internal Report. IED, University of Surrey.
- Goldring, H., & Osborne, J. (1994). Students' difficulties with energy and related concepts. *Physics Education*, 29, 26-31.
- 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.
- Groves, F., and Pugh, A. (1999). Elementary pre-service teacher perception of the greenhouse effect. *Journal of Science Education and Technology*, 8, 75-81.

- Groves, F., and Pugh, A. (2002). Cognitive illusions to learning as hindrances to complex environmental issues. *Journal of Science Education and Technology* 11, 381–390.
- Hinrichs, R., & Kleinbach, M. (2002). *Energy: Its use and the environment*. New York: Thomson Learning.
- Hugerat, M., Ilayyan, S., Zadik, R., Zidani, S., Zidan, R., & Toren, Z. (2004). The impact of implementing an educational project, the Solar Village, on pupils, teachers, and parents. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 277-283.
- Jeffries, H., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2001). Knowledge about the “Greenhouse effect”: have college students improved? *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 205-221.
- Jimenez-Aleixandre, M., & Gallastegui-Otero, J. (1995). “Let’s save energy!”: incorporating an environmental education dimension in the teaching of energy. *Environmental Education Research*, 1(1), 75-83.
- Kandpal, T., & Garg, H. (1999). Energy Education. *Applied Energy*, 64 (1-4), 71-78.
- Kaper, W., & Goedhart, M. (2002). “Forms of energy”, an intermediary language on the road to thermodynamics? Part II. *International Journal of Science Education*, 24(2), 119-137.
- Keser, Ö., Ösmen, H., & Akdeniz, F.(2003). Energy, environment, and education relationship in developing countries’ policies: A case study for Turkey. *Energy Sources*, 25, 123-133.
- Khalid, T. (2003). Pre-service highschool teachers’ perceptions of three environmental phenomena. *Environmental Education Research*, 9(1), 35-50.
- Koulaidis, V., and Christidou, V. (1999). Models of students’ thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications. *Science Education*, 83, 559–576.
- Kruger, C., & Summers, M. (2000). Developing primary school children’s understanding of energy waste. *Research in Science and Technological Education*, 18(1), 5-21.
- Lester, B., Ma, L., Lee, O., & Lambert, J. (2006). Social activism in elementary science education: A science, technology, and society approach to teach global warming. *International Journal of Science Education*, 28(4), 315-319.
- Littledyke, M. (1996). Science education for environmental awareness in a postmodern world. *Environmental Education Research*, 2(2), 197-214.
- Mason, L., & Santi, M. (1998). Discussing the Greenhouse Effect: children’s collaborative discourse reasoning and conceptual change. *Environmental Education Research*, 4(1), 67-85.
- Munkácsy, B. (2005). The wind energy in power production and its importance in geography teaching. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 14(2), 133-142.

- Osborne, R. J., & Wittrock, M. (1997). The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 12, 59-87.
- Othman, M., & Sopian, K. (1999). Renewable energy education for Asean. *Renewable Energy*, 16, 1225-1230.
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 299-307.
- Papadouris, N., Constantinou, C., & Kyratsi, T. (2008). Students' use of energy model to account for changes in Physical systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 444-469.
- Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centres through an issue-based approach. *School Science and Mathematics*, 99, 174-181
- Rye, J., Rubba, P., and Wiesenmayer, R. (1997). An investigation of middle school students' alternative conceptions of global warming. *International Journal of Science Education*, 19, 527-551.
- Shipstone, M., & Gunstone, F. (1985). Teaching children to discriminate between current and energy. In Duit R. et al. (eds.) *Aspects of understanding electricity*. IPN, University of Kentucky.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy: how pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5(2), 49-59.
- Solomon, J. (1985). Teaching the conservation of energy. *Physics Education*, 20, 165-170.
- Solomon, J. (1992). *Getting to know about energy in school and society*. London: The Falmer Press.
- Stead, B.(1980). *Energy learning in science project*. Working Paper No. 17. Hamilton, NZ: University of Waikato.
- Summers, M., Kruger, C., & Mant, J. (1998). Teaching electricity effectively in the primary school: a case study. *International Journal of Science education*, 20, 153-172.
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., & Mant, J. (2000). Primary school teachers' understanding of environmental issues: An interview study. *Environmental Education Research*, 6(4), 293-312.
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., & Mant, J. (2001). Understanding the science of environmental issues: development of a subject knowledge guide for primary teacher education. *International Journal of Science Education*, 23(1), 33-53.

- Tiberghien, A., & Megalaki, O. (1995). Characterization of a modelling activity for a first qualitative approach to the concept of energy. *European Journal of Psychology of Education, 10*(4), 369-383.
- Tiberghien, A., Vincent, D. & Farison, R. (1989). *From teaching content to learning situation : the case of teaching of energy at compulsory school level (16 years)*. Presentation in the 3rd European Conference for Research on Learning and Instruction. EARLI, Madrid.
- Trumper, R. (1990). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept – Part one. *International Journal of Science Education, 12*(4), 343-354.
- Trumper, R. (1991). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept – Part two. *International Journal of Science Education, 13*(1), 1-10.
- Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education, 15*, 139-148.
- Trumper, R. (1997). Applying conceptual conflict strategies in the learning of the energy concept. *Research in Science and Technological Education, 15*(1), 5-18.
- Vernier, J. (2007). *Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. ΤΟ ΒΗΜΑ
- Warren, W. (1982). The nature of energy. *European Journal of Science Education, 4*(3), 295-297.
- Watts, D., & Gilbert, J. (1983). Enigmas in school science: students' conceptions for scientifically associated words. *Research in Science and Technological Education, 1*, 161-171.
- Watts, D., & Gilbert, J. (1985). *Appraising the understanding of science concepts: energy*. Guilford: Department of Educational Studies, University of Surrey.
- Βοσνιάδου, S. & Brewer, W. (1992). Θεωρίες Αναδιοργάνωσης της γνώσης. Στο *Κείμενα Εξελικτικής Ψυχολογίας, Σκέψη* (β τόμος). Αθήνα: Gutenberg.
- Ασλανίδης, Α., Ζαφειρακίδης, Γ. (2003). *Το οικολογικό αλφαβητάρι*. Αθήνα, Πατάκης
- Ίδρυμα Μελετών Λαμπράκη (1999). *SOS – Ενέργεια*. CD-ROM, ΙΜΛ – Exergia
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (2006). *Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για μαθητές Γυμνασίου*. Πικέρμι, ΚΑΠΕ
- Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καλαμάτας (2001). *Τεχνολογία & πηγές ενέργειας*. Καλαμάτα
- Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μουζακίου (1998). *Το νερό ως πηγή ενέργειας*. Μουζάκι
- Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς (2000). *Ενέργεια και περιβάλλον (εκπαιδευτικό πακέτο)*. Καστοριά

- Κολιόπουλος, Δ. & Ψύλλος, Δ. (1992). Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με την έννοια της ενέργειας και η επίδρασή τους στο σχεδιασμό μιας εισαγωγικής διδασκαλίας στο γυμνάσιο. Στο Α. Δημητρίου και συνεργ. (επιμ.) *Ψυχολογικές έρευνες στην Ελλάδα, Ανάπτυξη, Μάθηση και Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κολιόπουλος, Δ. (1997). *Επιστημολογικές και Διδακτικές Διαστάσεις των Διαδικασιών Συγκρότησης Αναλυτικού Προγράμματος: Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού και της μάθησης της έννοιας της ενέργειας*. Διδακτορική Διατριβή. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών
- Κουλαϊδής, Β., & Τσελφές, Β. (1995). Ενέργεια: μια διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών με βάση τη χρήση της. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 80, 84-90.
- Κουτσούμπας, Χ. (2004). *Διδακτική προσέγγιση των ήπιων μορφών ενέργειας με το παραδοσιακό και το εποικοδομητικό πρότυπο*. Διδακτορική διατριβή. Αθήνα, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Παπαδημητρίου, Β. (2000). Περιβαλλοντικά θέματα ως εστία για τη διδασκαλία φυσικών επιστημών σε φοιτητές/ριες παιδαγωγικών τμημάτων. *Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου για την «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στο Πλαίσιο της Εκπαίδευσης του 21^{ου} Αιώνα: Προοπτικές και Δυνατότητες»*, Λάρισα 10^{ος}/2000, 281-289
- Σταυρίδου, Ε. (2001). Συνεργατική μάθηση στην τάξη: μια πρόκληση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στο βιβλίο *«Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21ου αιώνα Προβλήματα και προοπτικές»*. Επιμέλεια Π. Κόκκοτας και Ι. Βλάχος, Εκδόσεις Γρηγόρη, σελ. 221-241

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
Ερωτηματολόγιο Ανίχνευσης

**Ερωτηματολόγιο Ανίχνευσης Ιδεών
των μαθητών/ριών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου.**

1. Στις μέρες ακούμε πολύ συχνά για την ύπαρξη **περιβαλλοντικών προβλημάτων** που αντιμετωπίζει ο πλανήτης. Μπορείς να αναφέρεις μερικά που νομίζεις ότι είναι πολύ σημαντικά;

2. Ποια από αυτά που ανέφερες πιστεύεις ότι έχουν σχέση με την «**ενέργεια**»; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Ποιες καταστάσεις ή δραστηριότητες σου έρχονται στο μυαλό όταν ακούς τη λέξη «**ενέργεια**»; Γράψε μερικές προτάσεις.

4. Δώσε μερικά παραδείγματα όπου χρησιμοποιούμε την ενέργεια στις καθημερινές μας ανάγκες.

5. Γνωρίζεις να αναφέρεις μερικές **πηγές ενέργειας**;

6. Γνωρίζεις τι σημαίνει ο όρος «μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας»; Αν ναι εξήγησέ τον.

7. Μπορείς να αναφέρεις μερικές μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας;

8. Γνωρίζεις τι σημαίνει ο όρος «ανανεώσιμες πηγές ενέργειας»; Αν ναι εξήγησέ τον;

9. Μπορείς να αναφέρεις μερικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας;

10. Τι νομίζεις ότι είναι η **ατμοσφαιρική ρύπανση**;

11. Πού πιστεύεις ότι οφείλεται η ατμοσφαιρική ρύπανση;

12. Τον τελευταίο καιρό υπάρχει μια έντονη συζήτηση για ένα Φαινόμενο. Μήπως γνωρίζεις ποιο είναι αυτό; Αν ναι προσπάθησε να μας το περιγράψεις.

13. Με ποιον τρόπο πιστεύεις ότι η «ενέργεια» συνδέεται με αυτό το φαινόμενο;

14. Τον τελευταίο καιρό ακούμε συχνά την έκφραση «εξοικονόμηση ενέργειας». Τι σου έρχεται στο μυαλό όταν ακούς αυτήν την έκφραση;

15. Μπορείς να αναφέρεις μερικούς τρόπους εξοικονόμησης της ενέργειας;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ
Διδακτικές ενότητες – Φύλλα
εργασίας

1^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:

Προσπαθήστε να εντοπίσετε τα περιβαλλοντικά ζητήματα ή προβλήματα που διαπραγματεύονται οι τίτλοι των εφημερίδων.



ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

α) Πιστεύεις ότι θα μπορούσε να σε απασχολεί εσένα ένα τέτοιο πρόβλημα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

β) Τα ζητήματα που διαπραγματεύονται τα πρωτοσέλιδα των εφημερίδων έχουν σχέση με την «**ενέργεια**». Προσπάθησε να εξηγήσεις με ποιον τρόπο συνδέονται μεταξύ τους.

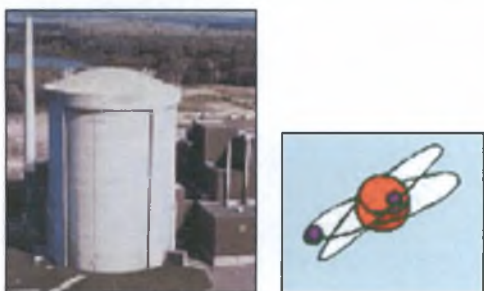
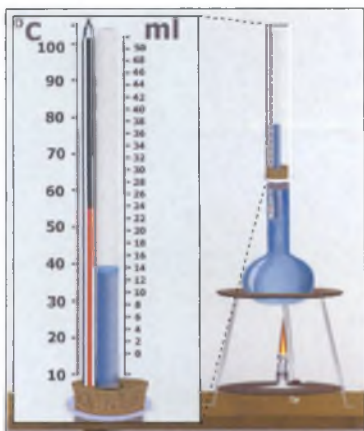
γ) Δώσε μερικά παραδείγματα όπου χρησιμοποιείς την «ενέργεια» στις καθημερινές σου δραστηριότητες μέσα στο περιβάλλον που ζεις:



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

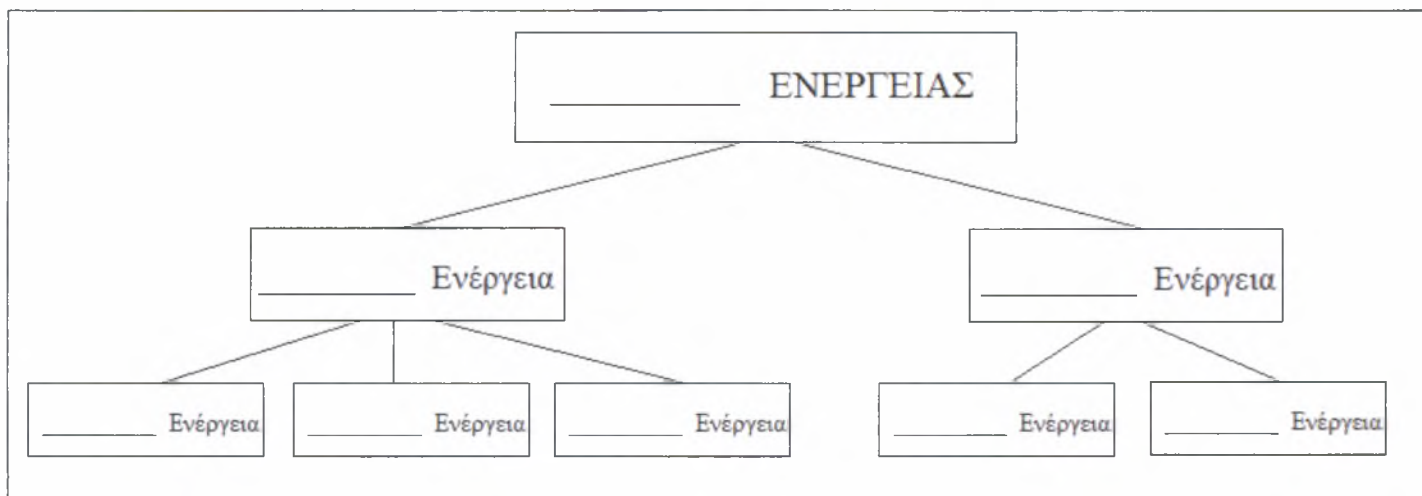
α) Στη φύση και το περιβάλλον που ζούμε λέμε ότι «την ενέργεια τη συναντάμε με διαφορετικά «πρόσωπα»». Μπορείτε να αναγνωρίσετε σε ποια «πρόσωπα» της ενέργειας αναφέρονται οι παρακάτω εικόνες;





β) Με ποια άλλη έκφραση θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε τη φράση «τα «πρόσωπα» της ενέργειας»;

γ) Προσπαθήστε να συμπληρώσετε το παρακάτω **Σχήμα** που σχετίζεται με τα «πρόσωπα» της ενέργειας:

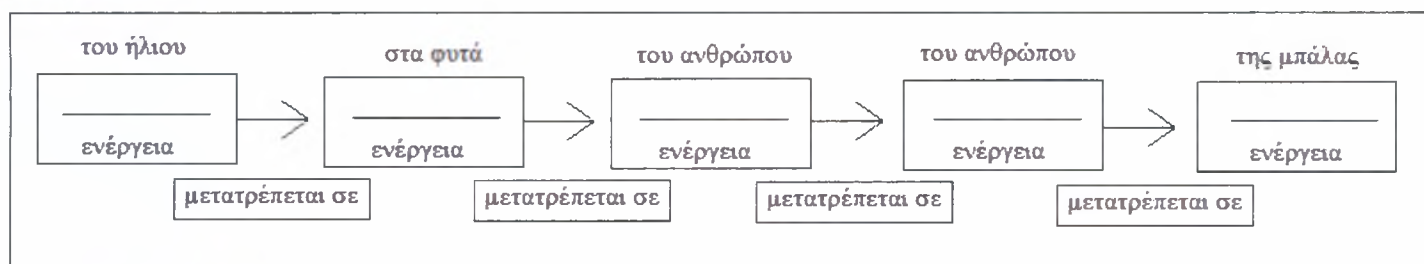




ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

α) Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι «η ενέργεια δεν εμφανίζεται από το τίποτα ούτε εξαφανίζεται. Δεν μπορούμε να δημιουργήσουμε ενέργεια, αλλά μπορούμε να τη μετατρέψουμε στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη και να ωφεληθούμε από τη μετατροπή της». Η μετατροπή της ενέργειας από μία μορφή σε μία άλλη μοιάζει με ένα «ταξίδι» χωρίς προορισμό.

Μπορείς να περιγράψεις το «ταξίδι» της ενέργειας ή τις **μετατροπές** ενέργειας που συνέβησαν και τελικά το παιδί κλώτσησε την μπάλα, χρησιμοποιώντας τα βήματα του παρακάτω σχήματος;



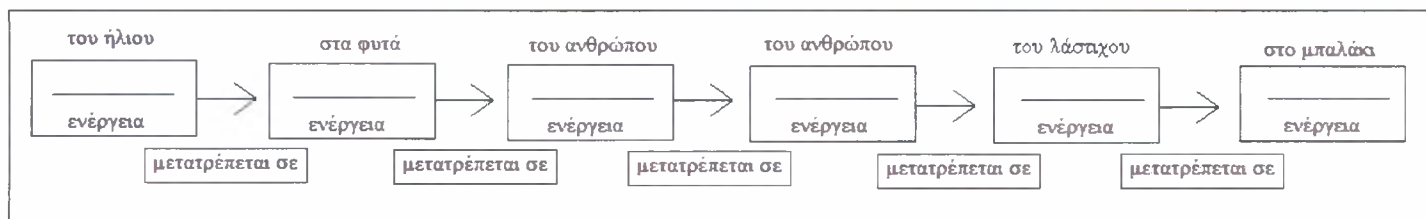
β) Πειραματική δραστηριότητα 1:

Υλικά: Λάστιχο, χαρτί

Διαδικασία: Φτιάχνουμε ένα μπαλάκι από χαρτί σε μέγεθος βόλου. Ένα παιδί κρατάει σταθερά τη μία άκρη του λάστιχου. Ένα άλλο παιδί τεντώνει το λάστιχο. Τοποθετούμε το χάρτινο μπαλάκι μπροστά στο τεντωμένο λάστιχο. Αφήνουμε το λάστιχο να επανέλθει στην αρχική του θέση.

Δραστηριότητα:

Περιγράψτε τις μετατροπές της ενέργειας στη δραστηριότητα που εκτελέσατε, χρησιμοποιώντας τα βήματα στο παρακάτω σχήμα.

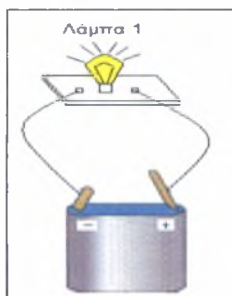




γ) Πειραματική δραστηριότητα 2:

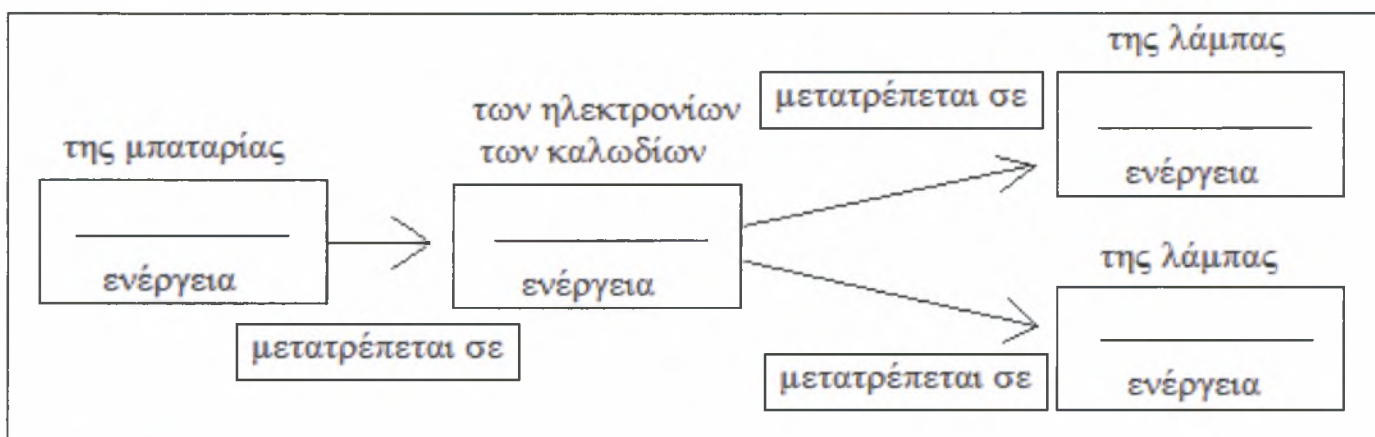
Υλικά: Μπαταρία, καλώδια, λαμπάκι

Διαδικασία: Συνδέστε τα καλώδια στην μπαταρία και το λαμπάκι με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να ανάψει το λαμπάκι.



Δραστηριότητα:

Περιγράψτε τις μετατροπές της ενέργειας στη δραστηριότητα που εκτελέσατε, χρησιμοποιώντας τα βήματα στο παρακάτω σχήμα.



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

α) Ο άνθρωπος για να καλύψει μέρος των ενεργειακών του αναγκών χρησιμοποιεί την **ηλεκτρική ενέργεια**; Προσπαθήστε να δώσετε μερικά παραδείγματα χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

β) Προσπαθήστε να δώσετε παραδείγματα **μορφών ενέργειας** που μετατρέπονται σε **ηλεκτρική ενέργεια**;

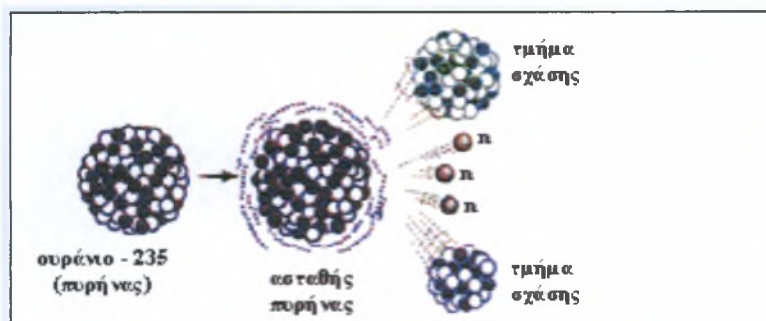


ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

α) Οι παραπάνω μορφές ενέργειας βρίσκονται είτε «αποθηκευμένες» στη φύση με διάφορους τρόπους είτε τις «αποθηκεύει» ο άνθρωπος για να τις χρησιμοποιεί όποτε θέλει. Πώς θα μπορούσαμε να ονομάσουμε αλλιώς τις «αποθήκες» των διαφόρων μορφών ενέργειας;

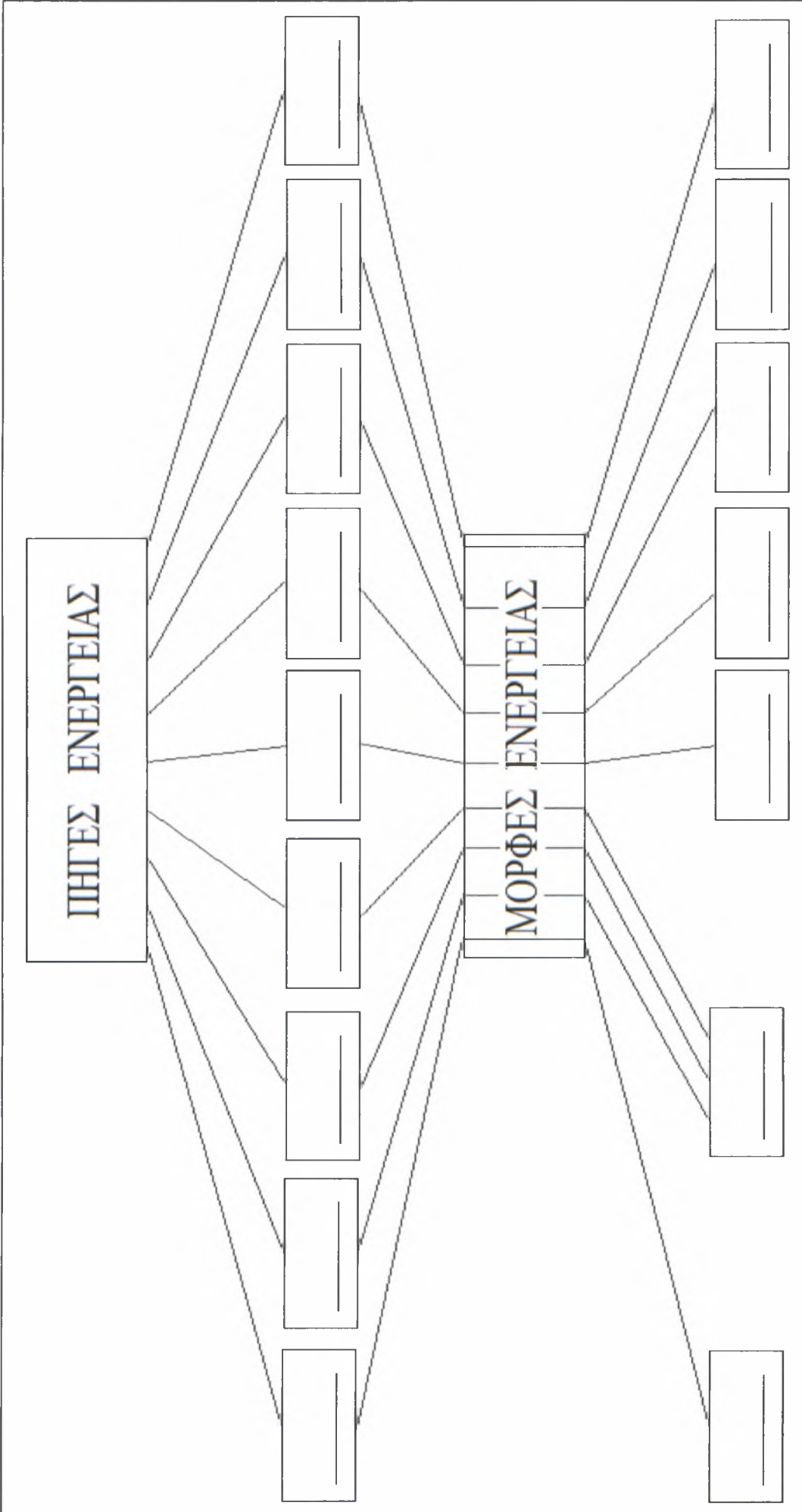
β) Μπορείτε να αναγνωρίσετε σε ποιες «αποθήκες» ενέργειας αναφέρονται οι παρακάτω εικόνες;





γ) Ποιες από τις παραπάνω **πηγές ενέργειας** νομίζετε ότι χρησιμοποιεί κυρίως ο άνθρωπος στην καθημερινή του ζωή; Δώστε μερικά παραδείγματα.

δ) Προσπαθήστε να συμπληρώσετε το παρακάτω σχήμα για τις **Πηγές** και τις **Μορφές Ενέργειας**.



ε) Προσπαθήστε να βρείτε και να ονοματίσετε τις 7 πηγές ενέργειας της εικόνας:



ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

Με βάση την παραπάνω εικόνα προσπαθούμε να εντοπίσουμε ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των πηγών ενέργειας.

2^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

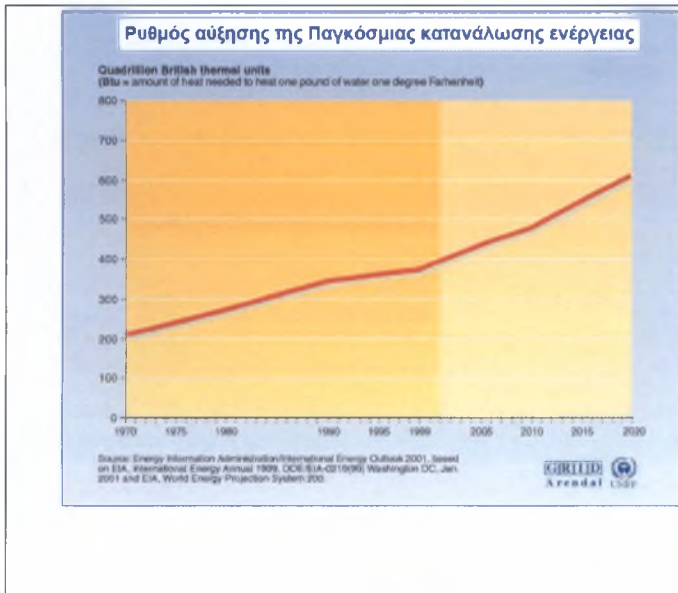
Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:

α) Παρατηρείστε τα παρακάτω γραφήματα και εκφράστε τις απόψεις σας σχετικά με τις πληροφορίες που μας δίνουν.



β) Ποιες είναι οι κυριότερες **πηγές ενέργειας** που ευθύνονται για την αύξηση στην «κατανάλωση» της ενέργειας και ποιες είναι οι κυριότερες **πηγές ρύπανσης** της ατμόσφαιρας;

Πηγές ενέργειας: _____

Πηγές ρύπανσης: _____



ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

α) Ποια νομίζεις ότι είναι αυτή η **πηγή ενέργειας** που χρησιμοποιείται από τα παρακάτω μέσα μεταφοράς και το εργοστάσιο;



β) Ποια **πηγή ενέργειας** νομίζεις ότι χρησιμοποιεί το εργοστάσιο της Δ.Ε.Η. στην Δυτική Μακεδονία; Τι «παράγει» αυτό το εργοστάσιο;



γ) Ποια άλλη **πηγή ενέργειας** πιστεύεις ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα μηχανήματα σε κάθε μία από τις παρακάτω εικόνες;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

α) Αναφέρετε, αν γνωρίζετε, άλλες χρήσεις των παραπάνω πηγών ενέργειας στη ζωή του ανθρώπου καθώς και προϊόντα που προέρχονται από τις παραπάνω πηγές.

β) Με ποιον τρόπο πιστεύεις ότι δημιουργήθηκαν τα παραπάνω ορυκτά καύσιμα;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Παρατηρήστε τις εικόνες και περιγράψτε τον τρόπο δημιουργίας των ορυκτών καυσίμων.

ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΕ ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ



ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΕ Ο ΑΝΘΡΑΚΑΣ





ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

α) Μπορούν αυτές οι πηγές ενέργειας να **εξαντληθούν**; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

β) Μπορούν αυτές οι πηγές ενέργειας να **ανανεωθούν**; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

γ) Προσπαθήστε να σκεφτείτε μερικά **πλεονεκτήματα** των ορυκτών καυσίμων. Αναφέρετέ τα.

δ) Προσπαθήστε να σκεφτείτε μερικά **μειονεκτήματα** των ορυκτών καυσίμων. Αναφέρετέ τα.

ε) Πώς ονομάζονται αυτές οι πηγές ενέργειας που δεν ανανεώνονται;

στ) Ποιες νομίζετε ότι θα είναι οι **επιπτώσεις** στη ζωή του ανθρώπου αν **εξαντληθούν** αυτές οι πηγές ενέργειας;

ζ) Μήπως γνωρίζετε αν αυτές οι πηγές ενέργειας των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο-λιγνίτης-φυσικό αέριο) **ρυπαίνουν** το περιβάλλον; Αν ναι, με ποιον τρόπο;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

α) Υπάρχουν κάποια **περιβαλλοντικά προβλήματα** ή **ζητήματα** που σχετίζονται με την καύση των παραπάνω ορυκτών καυσίμων. Μπορείτε να αναφέρετε μερικά;

β) Ποιες πιστεύετε ότι είναι οι **επιπτώσεις** αυτών των προβλημάτων στον άνθρωπο και στο περιβάλλον;

γ) Τον τελευταίο καιρό υπάρχει μια έντονη συζήτηση για τη σύνδεση της καύσης των ορυκτών καυσίμων με ένα **Φαινόμενο**. Μήπως γνωρίζετε ποιο είναι αυτό; Αν ναι, μπορείτε να το περιγράψετε;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5

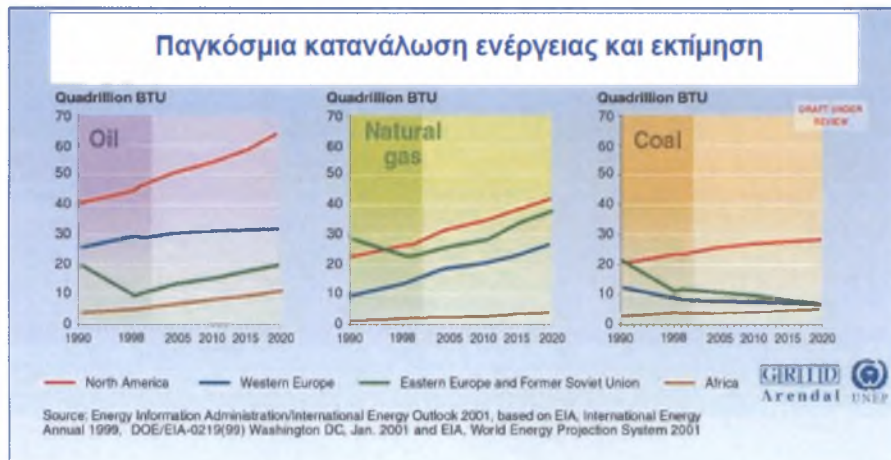
Με βάση τα παραπάνω και αφού πρώτα διαβάσετε από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» το κείμενο για τα “**ορυκτά καύσιμα**”, προσπαθήστε να φτιάξετε έναν **πίνακα**, όπου θα παρουσιάζονται τα **πλεονεκτήματα** και τα **μειονεκτήματα** των **μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας** που εξετάσαμε σε αυτή την ενότητα. Κάθε ομάδα θα συμπληρώσει έναν πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ

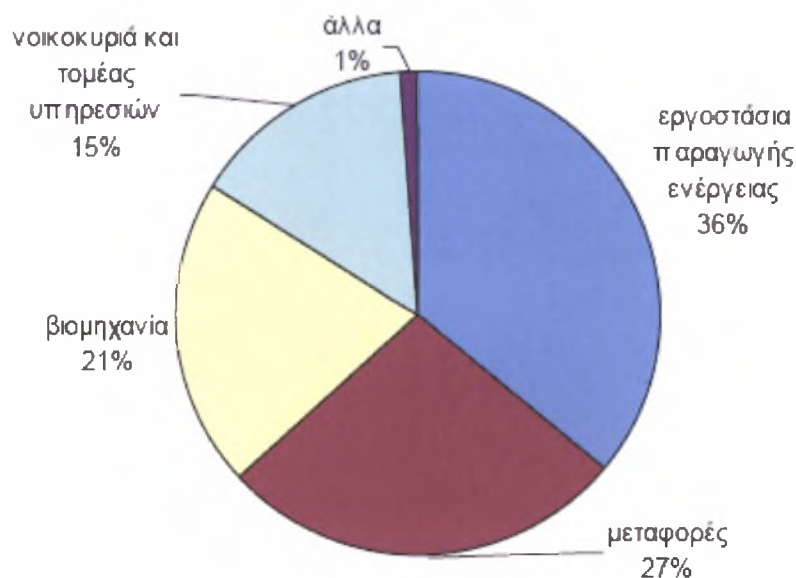


ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

α) Μελετήστε για λίγα λεπτά τα παρακάτω γραφήματα και τους παρακάτω πίνακες. Ποια άποψη έχετε για τη χρήση των ορυκτών καυσίμων από τον άνθρωπο καθώς και για τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και τον άνθρωπο; Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.



ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΠΗΓΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΠΟ ΚΑΥΣΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ



Πηγή: UNFCCC/SBV/1997/19/Add.1
 Διαθέσιμο από το www.unfccc.int.
 Στοιχεία από 18 ανεπτυγμένες χώρες

β) Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) των διαφόρων εργοστασίων στην Ελλάδα.

i) Ποια εργοστάσια παράγουν το περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα;

ii) Τι παρατηρείτε για την περιοχή του Βόλου; Τι σημαίνει αυτό για τους κατοίκους του Βόλου και για το περιβάλλον του αν αναλογιστούμε και το άρθρο της εφημερίδας για την προοπτική εγκατάστασης από τη ΔΕΗ στον Αλμυρό Σταθμού Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με καύση Λιθάνθρακα;

Σημείωση:

ΑΗΣ = Εργοστάσιο Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με καύση Λιγνίτη

Λιγνίτης και Λιθάνθρακας = Γαϊάνθρακες



ΤΟ ΚΑΙΜΑ ΕΙΝΑΙ ΣΤΟ ΧΕΡΙ ΣΟΥ

Πίνακας
Οι μονάδες παραγωγής στην Ελλάδα με τις μεγαλύτερες εκπομπές CO₂

A/A	Μονάδα	Επαληθευμένες εκπομπές CO ₂ το 2006	Επαληθευμένες εκπομπές CO ₂ το 2005
1	ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	12.362.217	13.629.229
2	ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑ	8.763.371	9.815.429
3	ΑΗΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟ	5.119.688	5.124.545
4	ΑΗΣ ΜΕΓΑΜΟΠΟΛΗ	5.072.642	5.518.005
5	ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	3.839.630	3.487.897
6	ΑΗΣ ΛΑΥΡΙΟ	3.509.203	3.055.402
7	ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ	3.422.536	3.151.497
8	ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΒΟΛΟΥ "ΟΛΥΜΠΟΣ"	2.786.691	2.864.434
9	ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ ΑΕ	1.994.441	1.310.994
10	ΤΙΤΑΝ ΚΑΜΑΡΙΟΥ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	1.977.402	2.078.967
11	ΑΗΣ ΦΛΩΡΙΝΑ (ΜΕΛΙΤΗ)	1.723.533	1.955.721
12	ΕΛΠΕ (ΑΤΤΙΚΗ)	1.671.550	1.651.719
13	ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ III (ΠΡΩΗΝ ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΧΑΛΚΙΔΑΣ Α.Ε.)	1.661.605	1.844.382
14	ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ II	1.387.629	1.364.350
15	ΑΕ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	1.132.650	1.073.214
16	ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙ	1.101.392	1.115.197
17	ΑΕ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΔΡΕΠΑΝΟΥ ΑΧΑΪΑΣ	1.095.738	1.046.057
18	ΑΗΣ ΚΟΜΟΤΗΝΗ	880.058	972.522
19	ΑΗΣ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ	870.305	870.433
20	ΑΗΣ ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	852.916	930.813
21	ΛΑΡΚΟ ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ & ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ	827.442	868.478
22	ΑΗΣ ΧΑΝΙΑ	702.265	646.873
23	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (ΕΛΠΕ)	596.722	-
24	ΧΑΛΥΨ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Α.Ε. (ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ - Ν.ΑΤΤΙΚΗΣ)	544.147	544.211
25	ΑΗΣ ΡΟΔΟΥ	529.675	568.983
26	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕΒΕ	517.434	513.388
27	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ ΑΕ (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ)	399.118	411.862
28	ΑΗΣ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΟΣ	376.849	385.734
29	ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ	282.003	358.515
30	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ ΑΕ (ΕΛΕΥΣΙΝΑ) ΠΡΩΗΝ ΠΕΤΡΟΛΑ ΕΛΛΑΣ	238.000	258.200

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, CITL

Εξετάζεται η ΒΠΣΕ Αλμυρού για τη μονάδα λιθάνθρακα



«Η Βιομηχανική περιοχή Αλμυρού εξετάζεται ως πιθανή θέση εγκατάστασης σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμα λιθάνθρακα συνολικής ισχύος 1600 μεγαβάτ».

Αυτή είναι απάντηση του Προέδρου και Διευθύνοντος Συμβούλου της ΔΕΗ, κ. Αθανασόπουλου, στον Αντιπρόεδρο της Βουλής, Γ. Σούφρα, ο οποίος με σχετική επιστολή του ζήτησε να πληροφορηθεί για τα σχέδια κατασκευής νέων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμα λιθάνθρακα.

Ο κ. Σούφρας στη επιστολή του επισήμανε ότι η πληροφορία περί εγκατάστασης μονάδας προκάλεσε έντονες αντιδράσεις παραγόντων και πολιτών της περιοχής.

Ο κ. Αθανασόπουλος σε τηλεφωνική επικοινωνία έσπευσε να διευκρινίσει στον κ. Σούφρα, ότι δεν πρόκειται να ληφθεί απόφαση χωρίς την αποδοχή της από την τοπική κοινωνία.

Μετά τις εξελίξεις αυτές ο κ. Σούφρας τονίζει ότι επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί ευρεία σύσκεψη με πρωτοβουλία της τοπικής αυτοδιοίκησης στην οποία να προσκληθούν και εκπρόσωποι της ΔΕΗ.

Ο εκπρόσωπος Τύπου της ΔΕΗ κ. Στεριώτης δήλωσε εξάλλου χθες για το εν λόγω θέμα ότι «τέλη του τρέχοντα μήνα θα υποβληθεί αίτηση της ΔΕΗ προς το ΔΣ της Επιχείρησης για το μνημόνιο συνεργασίας ΔΕΗ και γερμανικής RWE. Στο σχέδιο αυτό προβλέπεται ένα σχέδιο συνεργασίας για την ανάπτυξη ορισμένων τομέων. Μεταξύ αυτών προβλέπεται και η ανάπτυξη λιθάνθρακων μονάδων. Πρόκειται για δύο μονάδες 1600 μεγαβάτ. Είναι πρώιμο να λέμε οπότε ακόμη, καθώς δεν τον είδαμε Γιαννάκη τον βραδίσαμε. Δεν μπορούμε να πούμε τίποτα περισσότερο, καθώς ακόμη δεν έχει γίνει η συμφωνία. Κατόπιν θα δούμε πού θα εγκατασταθούν οι δύο μονάδες».

Ο κ. Στεριώτης πρόσθεσε ότι «οποδήποτε γράφεται αυτές τις ημέρες για χαρακτηρισμό των δύο μονάδων, είναι εκτός πραγματικότητας, καθώς ακόμη δεν έχει υπογραφεί η σχετική συμφωνία για συνεργασία των δύο επιχειρήσεων. Δεν υπάρχει καν έγκριση των μετόχων της ΔΕΗ».

Ο εκπρόσωπος Τύπου της ΔΕΗ τόνισε πως «είναι μείζον πρόβλημα η έλλειψη ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα, εξαρτόμαστε από τις εισαγωγές, ενώ και η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές δεν επαρκεί».

Κλείσιμο

Αρχή^

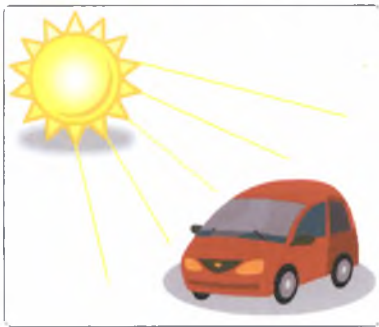
3^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:



Ίσως έχει τύχει να παρατηρήσετε, μπαίνοντας το καλοκαίρι σε κλειστό αυτοκίνητο, πως στο εσωτερικό του η ζέστη είναι πολύ πιο έντονη από ό,τι έξω. Ξέρετε γιατί συμβαίνει αυτό;



Πειραματική δραστηριότητα 1: (Πείραμα επίδειξης από τους παρατηρητές)

Υλικά: Δύο θερμόμετρα, ένα γυάλινο βάζο.

Διαδικασία: Τοποθετήστε το ένα θερμόμετρο στο γυάλινο βάζο και κλείστε το. Πάρτε τα δυο θερμόμετρα και τοποθετήστε τα για 5-10 λεπτά σε ένα σημείο που τα βλέπει ο ήλιος.

α) Τι παρατηρείτε στη θερμοκρασία των δύο θερμόμετρων;

β) Γιατί συμβαίνει αυτό;

γ) Με τι θα μπορούσαμε να παραλληλίσουμε το γυάλινο βάζο;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Μελετήσετε στις ομάδες σας το κείμενο για το κανονικό «Φαινόμενου του Θερμοκηπίου» από την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον (http://ec.europa.eu/environment/youth/index_el.html).

α) Σε τι πιστεύετε ότι βοηθάει τη Γη το κανονικό «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου»;

β) Με ποιον τρόπο πραγματοποιείται αυτό;

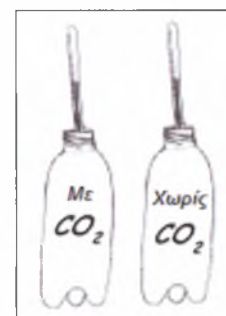


Πειραματική δραστηριότητα 2: (Πείραμα επίδειξης από τους παρατηρητές)

Υλικά: Δύο πλαστικά μπουκάλια νερού PET (χωρίς ετικέτες), πλαστελίνη, ξύδι, σόδα, δύο θερμόμετρα, κουταλάκι

Διαδικασία:

1. Ονοματίζουμε τα δύο μπουκάλια «**Με CO₂**» και «**Χωρίς CO₂**» (CO₂ = διοξείδιο του άνθρακα).
2. Στο μπουκάλι «**Με CO₂**», βάζουμε προσεκτικά δύο κουταλάκια σόδα και μετά δύο κουταλάκια ξύδι.
3. Καλύπτουμε γρήγορα το λαιμό του μπουκαλιού με πλαστελίνη για να σταματήσει η διαρροή διοξειδίου του άνθρακα έξω από το μπουκάλι.
4. Στο μπουκάλι «**Χωρίς CO₂**», βάζουμε προσεκτικά δύο κουταλάκια ξύδι και καλύπτουμε το λαιμό του μπουκαλιού με πλαστελίνη.
5. Προσεκτικά μπήγουμε κάθε ένα από τα θερμόμετρα μέσα στα μπουκάλια δια μέσου της πλαστελίνης.
6. Βγάζουμε τα μπουκάλια στον ήλιο.
7. Μετράμε και καταγράφουμε τη θερμοκρασία των δύο θερμόμετρων κάθε 5 λεπτά στον παρακάτω πίνακα.



	Αρχή	5 ΛΕΠΤΑ	10 ΛΕΠΤΑ	15 ΛΕΠΤΑ	20 ΛΕΠΤΑ	25 ΛΕΠΤΑ	30 ΛΕΠΤΑ
Χωρίς CO ₂							
Με CO ₂							

Σημείωση: Κατά τη χημική αντίδραση της σόδας με το ξύδι παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO₂).

• Αν θεωρήσουμε ότι το μπουκάλι αποτελεί ένα μοντέλο της γης με την ατμόσφαιρά της, σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε για την επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα στη θερμοκρασία της γήινης ατμόσφαιρας;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Μελετήσετε στις ομάδες σας το κείμενο για το “**ανώμαλο**” «**Φαινόμενου του Θερμοκηπίου**» από την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον (http://ec.europa.eu/environment/youth/index_el.html), καθώς και τις εικόνες που αναπαριστούν το πώς δημιουργήθηκε το φαινόμενο αυτό.

α) Τι είναι αυτό που οδηγεί στην ύπαρξη του “ανώμαλου” «Φαινόμενου του Θερμοκηπίου»;

β) Ποιοι πιστεύετε ότι είναι οι παράγοντες που συντελούν στην ύπαρξη του “ανώμαλου” «Φαινόμενου του Θερμοκηπίου»;

γ) Σε τι οδηγεί η ύπαρξη του “ανώμαλου” «Φαινόμενου του Θερμοκηπίου»;



Πειραματική δραστηριότητα 3: (Πείραμα επίδειξης από τους παρατηρητές)

Υλικά: Μεγάλο μπουκάλι, παγάκια, νερό

Διαδικασία:

1. Τοποθετούμε τα παγάκια στον πυθμένα του μπουκάλι και βγάζουμε το μπουκάλι έξω στον ήλιο.
2. Προσεκτικά γεμίζουμε το μπουκάλι με νερό μέχρι να φτάσει το χείλος του μπουκάλι.
3. Παρατηρούμε την ποσότητα του πάγου που επιπλέει στο μπουκάλι.
4. Ελέγχουμε ανά 10 λεπτά το επίπεδο του νερού στο μπουκάλι και την ποσότητα του πάγου που απομένει κάθε φορά.

- Άλλαξε η στάθμη του νερού στο μπουκάλι καθώς ο πάγος έλιωσε;

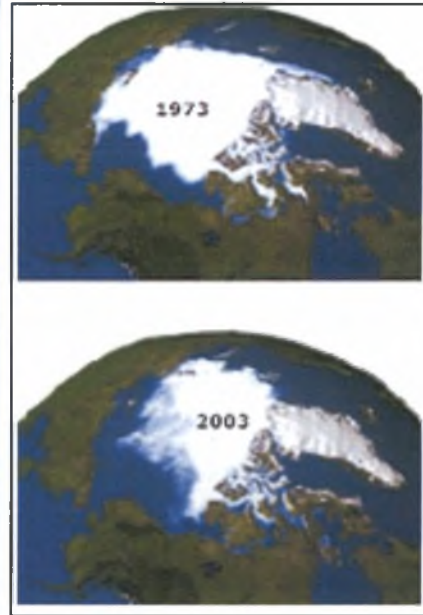
-
- Με ποιον τρόπο μπορείτε να εξηγήσετε την παραπάνω παρατήρησή σας;
-
-

- Με ποιο μεγάλο κίνδυνο του πλανήτη πιστεύετε ότι παραλληλίζεται το παραπάνω πείραμα;
-
-
-



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

α) Μελετήσετε στις ομάδες σας το κείμενο για τις συνέπειες της «Πλανητικής Θέρμανσης» από την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον (http://ec.europa.eu/environment/youth/index_el.html), καθώς και τις παρακάτω εικόνες.



• Καταγράψτε τις 5 κυριότερες συνέπειες της «Πλανητικής Θέρμανσης» στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

β) Μελετήσετε στις ομάδες σας το κείμενο για την **Εύρεση Λύσεων** στην αντιμετώπιση της «Πλανητικής Θέρμανσης» από την Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον (http://ec.europa.eu/environment/youth/index_el.html).

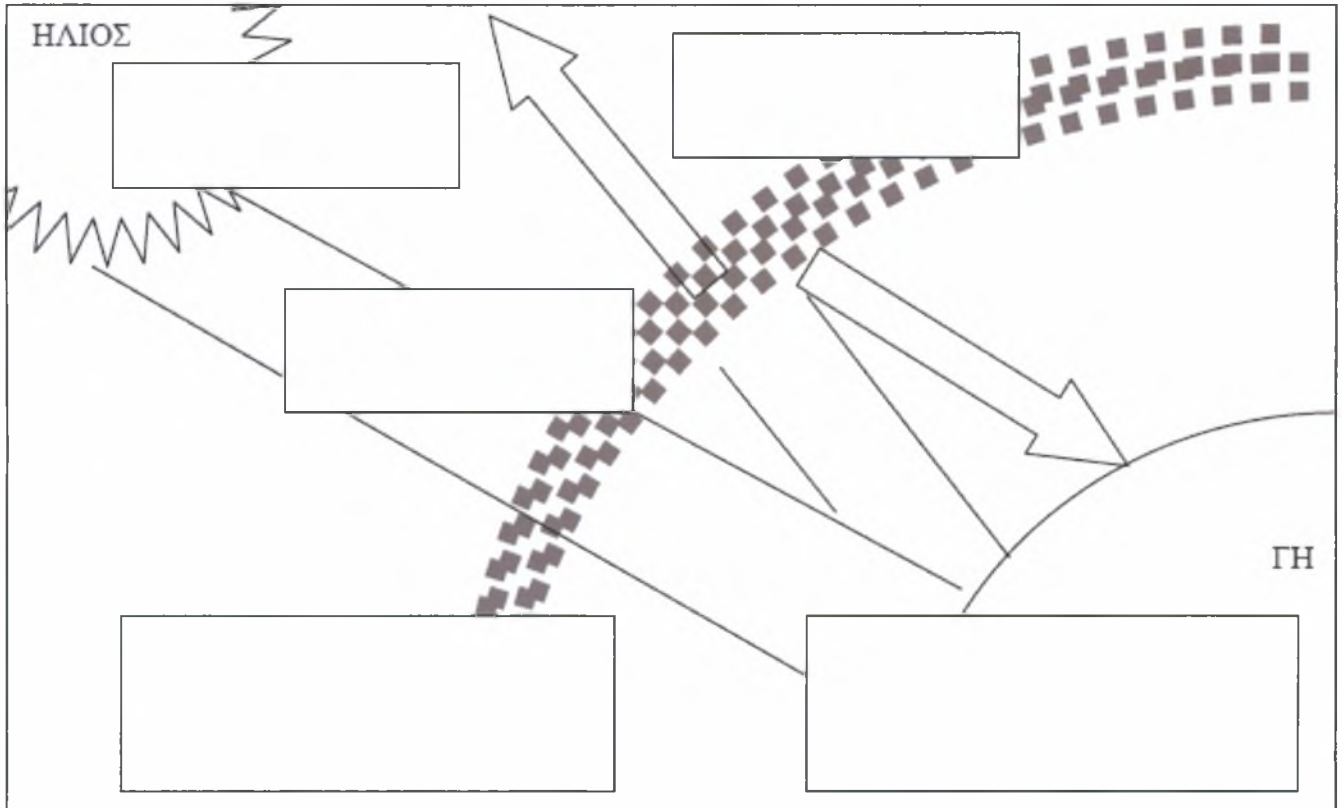
• Ποιοι πιστεύετε ότι είναι οι πιο αποτελεσματικοί τρόποι για την αντιμετώπιση της «Πλανητικής Θέρμανσης»;

- _____
- _____
- _____
- _____



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

Στο παρακάτω διάγραμμα, το οποίο παρουσιάζει το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, προσπαθήστε να βάλετε τις λεζάντες στη σωστή θέση:



Θερμότητα από τον ήλιο ακτινοβολείται στη γη

Περισσότερη θερμότητα από πριν παγιδεύεται από την «κουβέρτα» των αερίων. Η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται

Οι ακτίνες του ήλιου περνάνε μέσα από την «κουβέρτα» αερίων

Ένα μέρος της θερμότητας διαφεύγει πίσω στο διάστημα

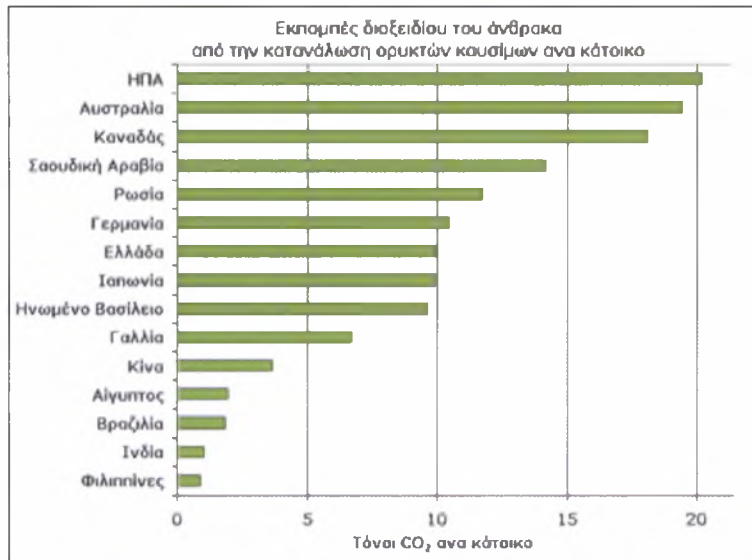
Μια «κουβέρτα» αερίων, συμπεριλαμβανομένου διοξειδίου του άνθρακα που γίνεται παχύτερη από την καύση ορυκτών καυσίμων



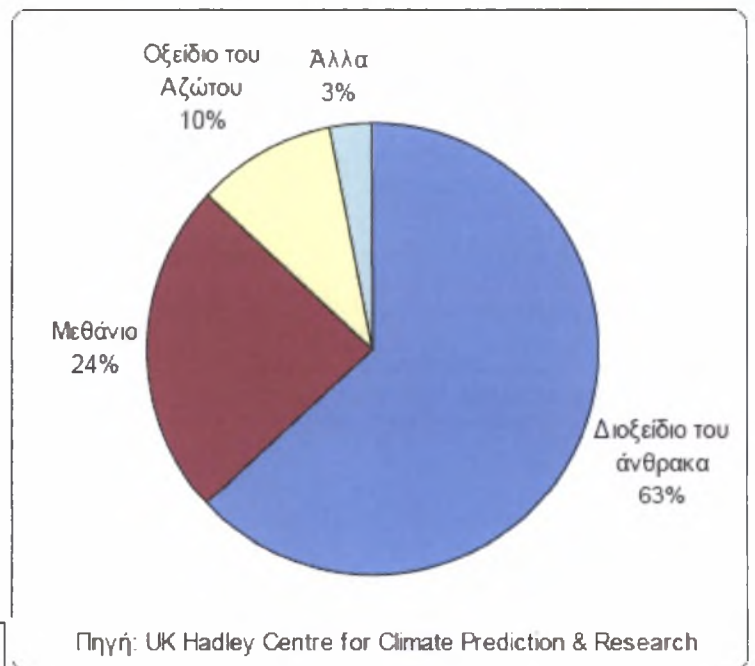
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

α) Με ποιον τρόπο ή τρόπους πιστεύετε ότι μπορεί να λυθεί αυτή η διαρκώς αυξανόμενη χρήση ενέργειας που οδηγεί στη δημιουργία του «Φαινόμενου του Θερμοκηπίου» που γνωρίσαμε, και το οποίο επηρεάζει αρνητικά τόσο το περιβάλλον που ζούμε όσο και την ίδια μας τη ζωή;

β) Μπορείτε να συνδέσετε τη χρήση των ορυκτών καυσίμων με την ύπαρξη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.



Η συμβολή στην υπερθέρμανση του πλανήτη των κυριότερων αερίων του θερμοκηπίου



Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου των ανεπτυγμένων χωρών που σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων ανά τομέα το 2004



4^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (1)

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:



α) Μπορείτε να φανταστείτε με ποιον τρόπο θερμαίνεται και ηλεκτροδοτείται αυτή η πολυκατοικία;

β) Με ποιον τρόπο πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;



ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

α) Σε ποια πηγή ενέργειας νομίζεις ότι αναφέρεται αυτή η εικόνα; Με ποια μορφή ενέργειας συνδέεται αυτή η πηγή;



β) Φαντάσου τον πλανήτη που ζεις χωρίς τον **ήλιο**. Τι νομίζεις ότι θα συνέβαινε;

γ) Ποια νομίζεις ότι είναι η χρησιμότητα του **ήλιου** για τον πλανήτη;



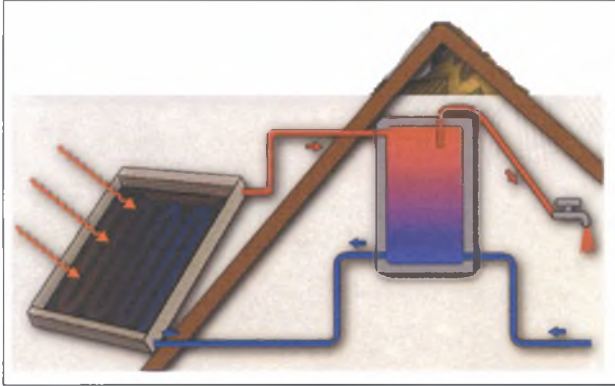
ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

α) Γνωρίζετε πώς αξιοποίησε ο άνθρωπος τα αρχαία χρόνια την ηλιακή ακτινοβολία; Αναφέρετε παραδείγματα.

β) Γνωρίζετε πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σήμερα την ενέργεια από τον ήλιο; Αν ναι αναφέρετε παραδείγματα.

γ) Μήπως γνωρίζετε κάποιες **εφαρμογές** της ηλιακής ενέργειας; Αν ναι αναφέρετε παραδείγματα.

δ) Με βάση την εικόνα, προσπαθήστε να περιγράψετε τη λειτουργία μιας συγκεκριμένης εφαρμογής της ηλιακής ενέργειας.



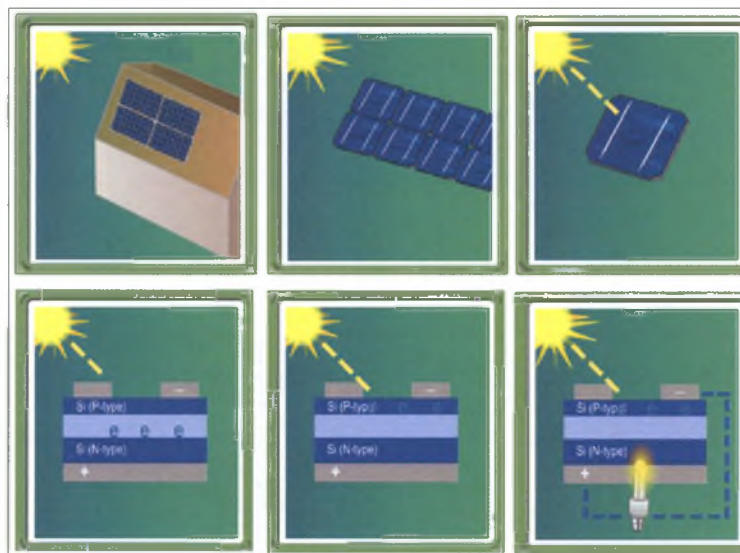


ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

α) Παρατηρώντας τις παρακάτω εικόνες, γνωρίζετε πώς ονομάζονται αυτά τα συστήματα που εκμεταλλεύονται την ενέργεια από τον ήλιο;



β) Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται σχηματικά ο τρόπος λειτουργίας των παραπάνω συστημάτων. Σε ποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται η ενέργεια;





ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

α) Μία εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τα **ηλιακά αυτοκίνητα**. Σήμερα έχουμε φέρει δύο μικρά αυτοκίνητα τα οποία θα πρέπει να συναρμολογηθούν έτσι ώστε να μπορέσουν να κινηθούν. Προσπαθήστε να τα συναρμολογήσετε.

β) Με ποιον τρόπο πιστεύετε ότι μπορούν να κινηθούν αυτά τα αυτοκίνητα;

γ) Περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο κινούνται αυτά τα αυτοκίνητα, αναφέροντας κάθε φορά τις μετατροπές της ενέργειας.



Πειραματική δραστηριότητα:

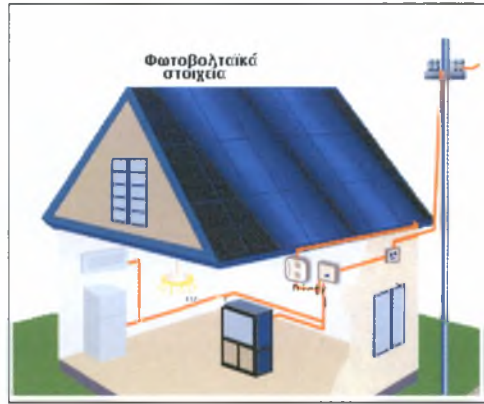
Βάλτε το ηλιακό αυτοκίνητο να κινηθεί κάτω από δύο διαφορετικές συνθήκες;

- Στη σκιά: Τι παρατηρείτε;

- Στον ήλιο: Τι παρατηρείτε;

δ) Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

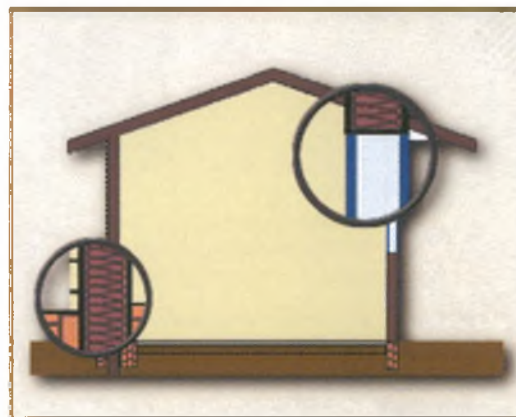
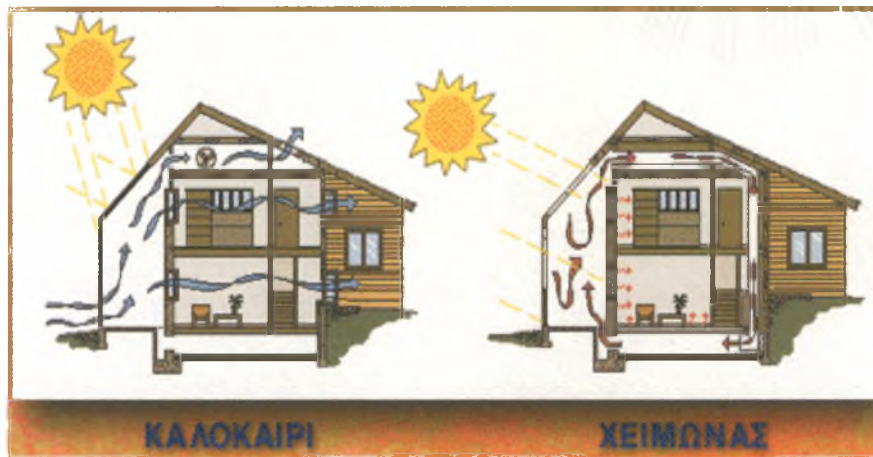
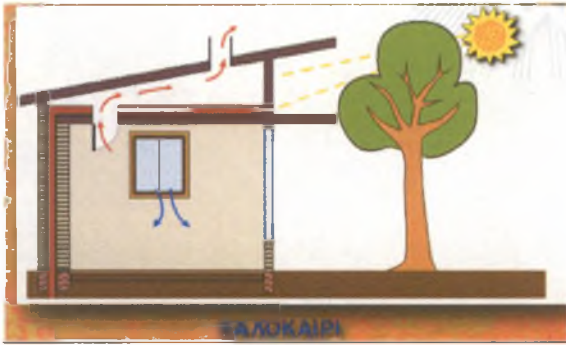
ε) Παρακάτω βλέπετε μερικές εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Περιγράψτε για κάθε μία από αυτές την αντίστοιχη εφαρμογή.





ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

Παρατηρώντας τις παρακάτω εικόνες, πώς αλλιώς μπορούμε να αξιοποιήσουμε τους φυσικούς τρόπους μετάδοσης της ηλιακής ενέργειας;





ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5

α) Ποια νομίζετε ότι είναι η συνεισφορά της χρήσης της **Ενέργειας από τον Ήλιο** στην αντιμετώπιση των **περιβαλλοντικών προβλημάτων** (ατμοσφαιρική ρύπανση, υπερθέρμανση του πλανήτη, όξινη βροχή);

β) Με βάση τα παραπάνω και αφού πρώτα διαβάσετε από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» το κείμενο για την «**ηλιακή ενέργεια**», προσπαθήστε να φτιάξετε έναν **πίνακα**, όπου θα παρουσιάζονται τα **πλεονεκτήματα** και τα **μειονεκτήματα** της «**ηλιακής ενέργειας**» που εξετάσαμε σε αυτή την ενότητα. Κάθε ομάδα θα συμπληρώσει έναν πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ

γ) Θα μπορούσαν να εφαρμοστούν οι παραπάνω χρήσεις της ενέργειας από τον ήλιο στην Ελλάδα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.



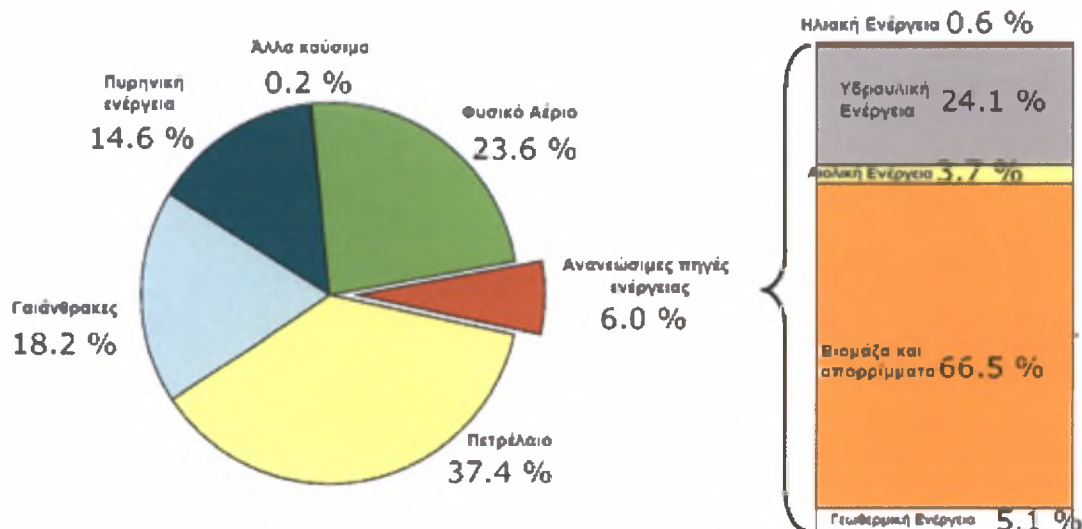
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

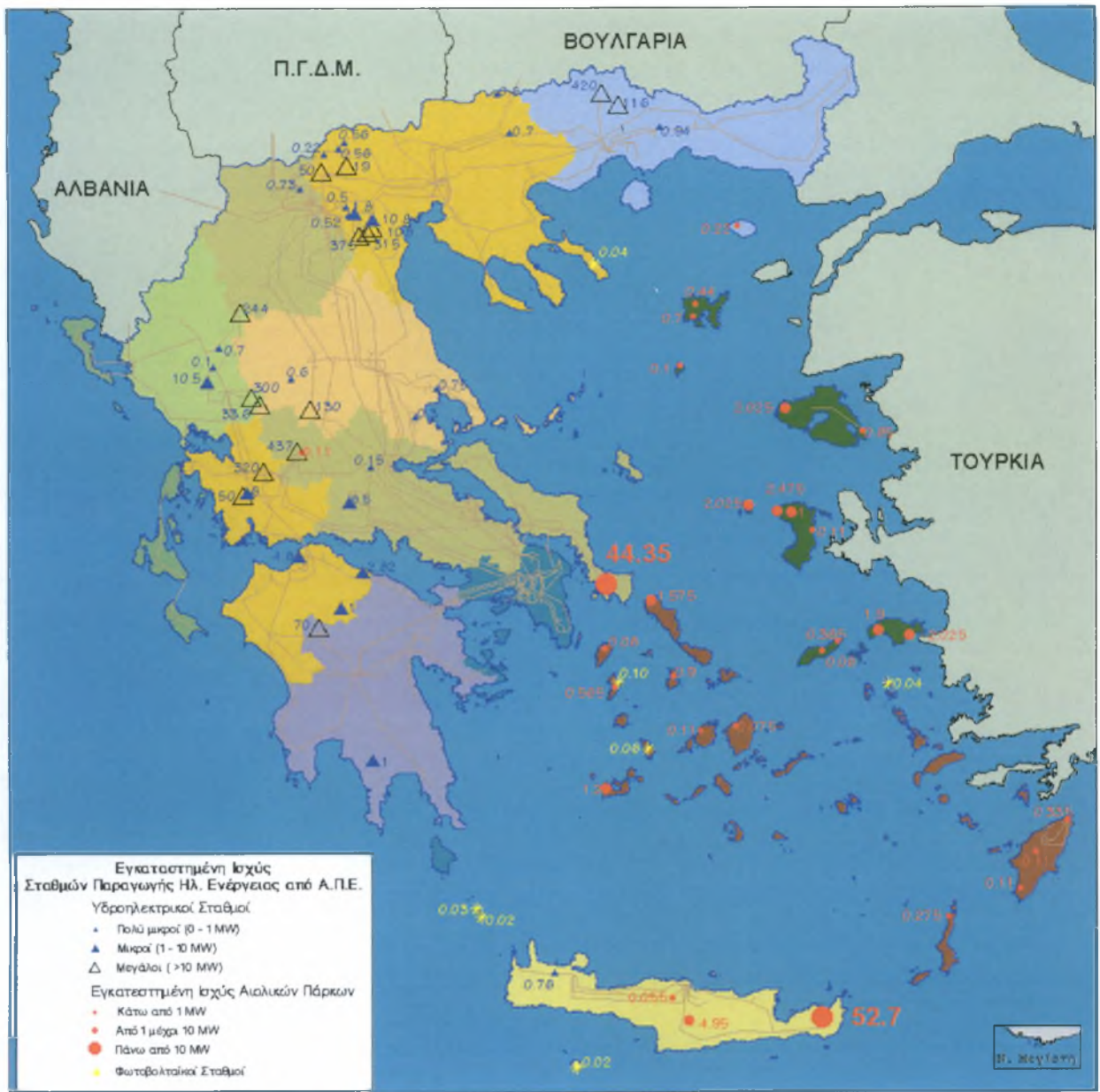
α) Ποιες πληροφορίες μας δίνουν οι παρακάτω πίνακες για τη συνεισφορά της Ενέργειας από τον Ήλιο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδας και του κόσμου;

β) Σε ποιο συμπέρασμα θα καταλήγατε σχετικά με την αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας από τον άνθρωπο;

γ) Τι σημαίνει για το περιβάλλον το γεγονός ότι «600.000 ελληνικές οικογένειες καλύπτουν περισσότερο από το 80% των ετήσιων αναγκών τους σε ζεστό νερό χρησιμοποιώντας ηλιακό θερμοσίφωνα»;

Παγκόσμια συνεισφορά των ενεργειακών πηγών





ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ (1)

ΗΛΙΑΚΟΣ ΦΟΥΡΝΟΣ

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ



Υλικά: (για κάθε ομάδα)

Ένα κουτί από χαρτόνι (κουτί από πίτσα)

Ένα ρολό αλουμινόχαρτου

Ένα κομμάτι λεπτού πλαστικού φύλλου

Ένα κομμάτι μαύρο χαρτί

Δύο μικρά πιατάκια

Χαρτοταινία

Δύο κομμάτια σοκολάτας

Ακολουθείστε τις παρακάτω οδηγίες και κατασκευάστε τον ηλιακό φούρνο:



Οδηγίες

- Χρησιμοποιείτε το κουτί από πίτσα και τοποθετείτε ένα φύλλο αλουμινόχαρτου στον πάτο και σε όλες τις πλευρές του κουτιού. Ισιώστε τα πιθανά ανώμαλα σημεία ή τσαλακώματα.
- Τοποθετείτε το μαύρο χαρτί στο κέντρο του κουτιού και στερεώστε τα όλα με χαρτοταινία,
- Στο καπάκι του κουτιού σχεδιάστε ένα πλαίσιο σε απόσταση μερικών εκατοστών από την άκρη,
- Κόψτε κατά μήκος των τριών από αυτές τις γραμμές και αφήστε άκοπη τη γραμμή στο πίσω μέρος του κουτιού, ώστε να δημιουργηθεί ένα "πτερύγιο". Έτσι θα σχηματιστεί ένα παράθυρο,

- Στερεώστε το κομμάτι πλαστικού φύλλου στο εσωτερικό του καπακιού, έτσι ώστε να είναι καλά στεγανωμένο,
- Κόψτε ένα κομμάτι αλουμινόχαρτου και κολλήστε το στον πάτο του κουτιού,
- Κόψτε ένα άλλο κομμάτι αλουμινόχαρτου και κολλήστε το επάνω στο “πτερύγιο”,
- Βάλτε ένα κομμάτι σοκολάτας μέσα σε ένα μικρό πιάτο και τοποθετήστε το στην επιφάνεια του φούρνου.
- Βάλτε ένα κομμάτι σοκολάτας σε ένα μικρό πιάτο και βάλτε το δίπλα στον ηλιακό φούρνο που φτιάξατε.

Πειραματική δραστηριότητα:

α) Ποιο κομμάτι σοκολάτας πιστεύετε ότι θα λιώσει πρώτα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

β) Ποιο κομμάτι σοκολάτας έλιωσε τελικά πρώτο; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

γ) Προσπαθήστε να βρείτε ομοιότητες και διαφορές μεταξύ του ηλιακού φούρνου και του φούρνου ψησίματος του σπιτιού σας:

δ) Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας του ηλιακού φούρνου αναφέροντας και τις διάφορες μετατροπές ενέργειας:

ε) Με ποιον τρόπο πιστεύετε ότι συνδέεται η λειτουργία του ηλιακού φούρνου με το «κανονικό» φαινόμενο του θερμοκηπίου;

στ) Στην αγορά (κυρίως του εξωτερικού) κυκλοφορούν επαγγελματικοί ηλιακοί φούρνοι. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι είναι χρήσιμοι αυτοί οι φούρνοι;

5^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2)

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:



Ίσως κάποιοι/ες από σας να έχετε αντικρύσει κάποια στιγμή της ζωής σας μία τέτοια εικόνα. Τι είναι αυτά που βρίσκονται στην κορυφή του λόφου και για ποιο λόγο βρίσκονται εκεί;



ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

α) Σε ποια πηγή ενέργειας νομίζεις ότι αναφέρεται αυτή η εικόνα; Πώς λέγεται η μορφή ενέργειας που σχετίζεται με αυτή την εικόνα;



β) Παρατηρήστε την εικόνα. Με ποια πηγή ενέργειας πιστεύετε ότι συνδέεται η ύπαρξη των ανέμων πάνω στη γη;

γ) Γνωρίζετε πώς αξιοποίησε ο άνθρωπος τα αρχαία χρόνια τον άνεμο; Αναφέρετε παραδείγματα.

δ) Γνωρίζετε πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σήμερα την αιολική ενέργεια; Αναφέρετε παραδείγματα.



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Πειραματική δραστηριότητα:

Υλικά: Μία ανεμογεννήτρια σε κομμάτια, μοτέρ, βομβητής, κόκκινο λαμπάκι (LED).

1^ο Βήμα:

Η μικρή **ανεμογεννήτρια**, χρειάζεται να συναρμολογηθεί από τους/ις συντονιστές/ριες – παρατηρητές/ριες των ομάδων.

Ποια είναι τα βασικά μέρη της ανεμογεννήτριας;

2^ο Βήμα:

Κάθε ομάδα θα συνδέσει στην ανεμογεννήτρια τα παρακάτω αντικείμενα:

1^η ομάδα: μοτέρ, 2^η ομάδα: βομβητή, 5^η ομάδα: κόκκινο λαμπάκι (LED).

Κάθε μία από τις ομάδες, αφού πρώτα βάλει τον ανεμιστήρα στην ηλεκτρική πρίζα, πραγματοποιεί τις εξής συνδέσεις:

1^η ομάδα: Συνδέστε το **μικρό μοτέρ** και βάλτε σε λειτουργία τον ανεμιστήρα πρώτα στη χαμηλή ένταση (σκάλα 1) και στη συνέχεια στη δυνατή (σκάλα 3). Τι παρατηρείτε;

2^η ομάδα: Συνδέστε το **βομβητή** και βάλτε σε λειτουργία τον ανεμιστήρα στη χαμηλή ένταση (σκάλα 1) και στη συνέχεια στη δυνατή (σκάλα 3). Τι παρατηρείτε;

5^η ομάδα: Συνδέστε το **κόκκινο λαμπάκι** (LED) και βάλτε σε λειτουργία τον ανεμιστήρα στη χαμηλή ένταση (σκάλα 1) και στη συνέχεια στη δυνατή (σκάλα 3). Τι παρατηρείτε;

3^ο Βήμα:

Οι ομάδες 3^η και 4^η: Συναρμολογήστε 6 μόνο πτερύγια και μετρήστε την τάση που παράγεται από την ανεμογεννήτρια με τη βοήθεια του βολτόμετρου: _____

Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν βάλω 3 πτερύγια στην ανεμογεννήτρια σχετικά με την τάση που παράγεται και τι θα συμβεί αν βάλω 12 πτερύγια

Μετρήστε την τάση στο βολτόμετρο με τα 3 πτερύγια και με τα 12 πτερύγια:

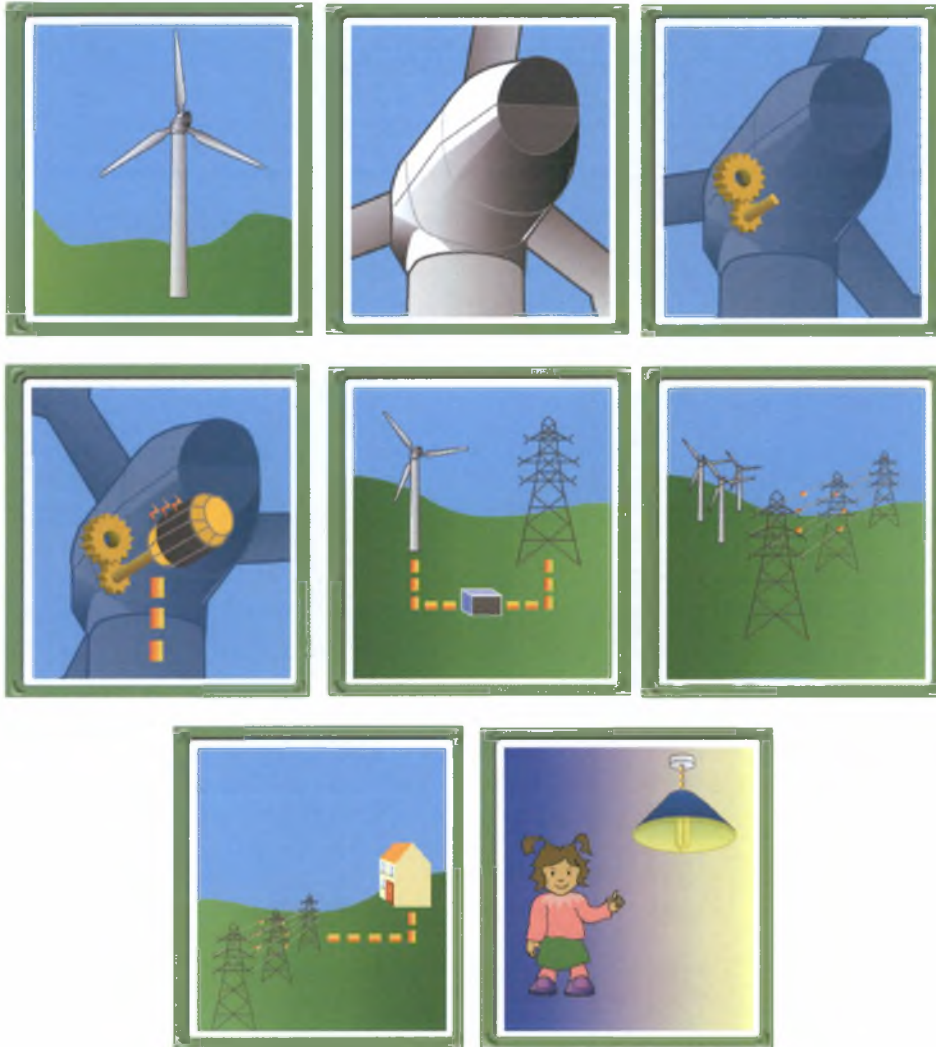
Ποιος αριθμός πτερυγίων δίνει τη μεγαλύτερη τάση; _____

Συμπέρασμα: _____



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

α) Με βάση τις εικόνες περιγράψτε τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας αναφέροντας κάθε φορά τις μετατροπές της ενέργειας που παρατηρείτε.



β) Με ποιον τρόπο μπορεί να αξιοποιηθεί μία ανεμογεννήτρια στη ζωή του ανθρώπου;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

α) Ποια νομίζετε ότι είναι η συνεισφορά της χρήσης της **Αιολικής Ενέργειας** στην αντιμετώπιση των **περιβαλλοντικών προβλημάτων** (ατμοσφαιρική ρύπανση, υπερθέρμανση του πλανήτη);

β) Με βάση τα παραπάνω και αφού πρώτα διαβάσετε από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» το κείμενο για την "**αιολική ενέργεια**", προσπαθήστε να βρείτε τα πλεονεκτήματά της:

γ) Στη διδακτική ενότητα για την ηλιακή ενέργεια, διαπιστώσαμε ότι αυτή εκτός από πλεονεκτήματα, έχει και πολλά μειονεκτήματα. Θα μπορούσαμε να πούμε το ίδιο και για την **αιολική ενέργεια**;

Αν ναι, ποια πιστεύετε ότι είναι τα κυριότερα μειονεκτήματά της;

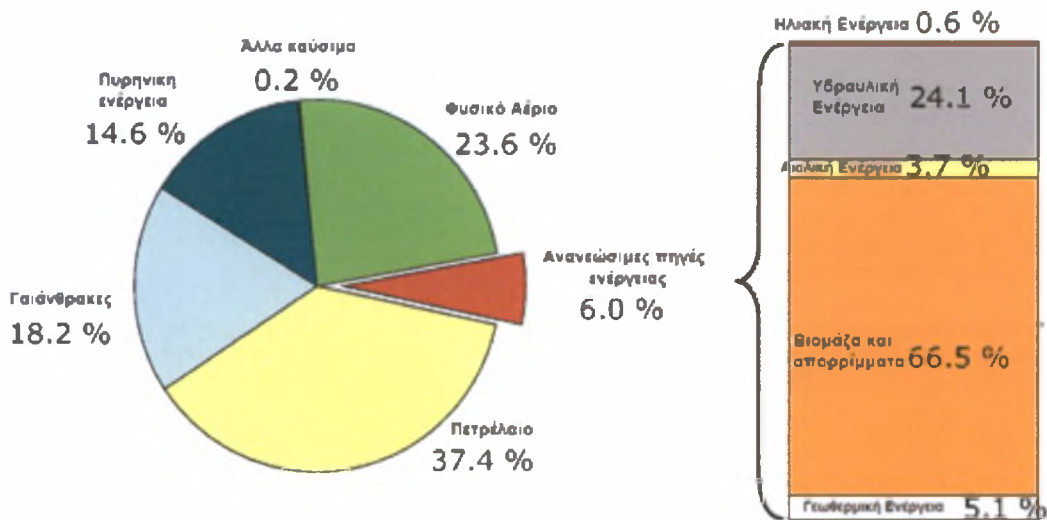
δ) Θα μπορούσε αξιοποιηθεί η αιολική ενέργεια και στη χώρα μας; Αν ναι, σε ποιες περιοχές; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.



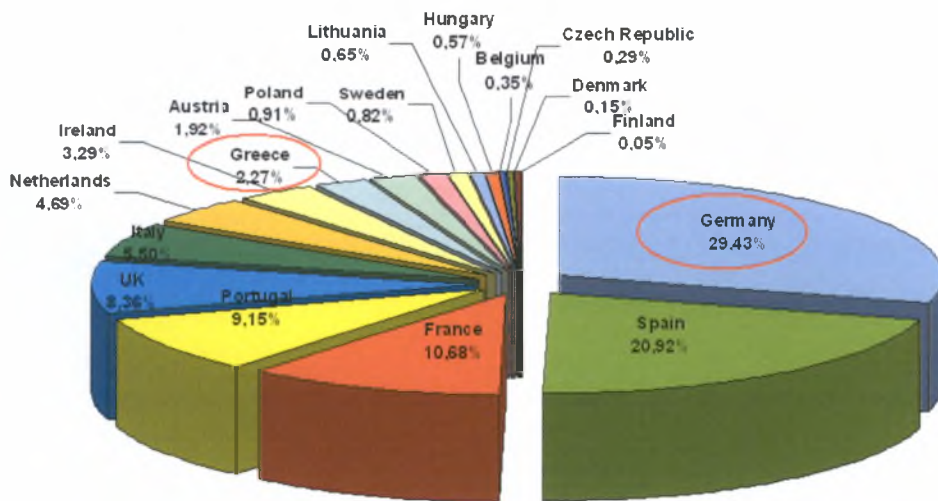
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

- α) Ποιες πληροφορίες μας δίνουν οι παρακάτω πίνακες για την παγκόσμια συνεισφορά της Αιολικής Ενέργειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο;
- β) Σε ποιο συμπέρασμα θα καταλήγατε σχετικά με την αξιοποίηση της Αιολικής Ενέργειας από τον άνθρωπο;

Παγκόσμια συνεισφορά των ενεργειακών πηγών



2006 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ 25 ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ



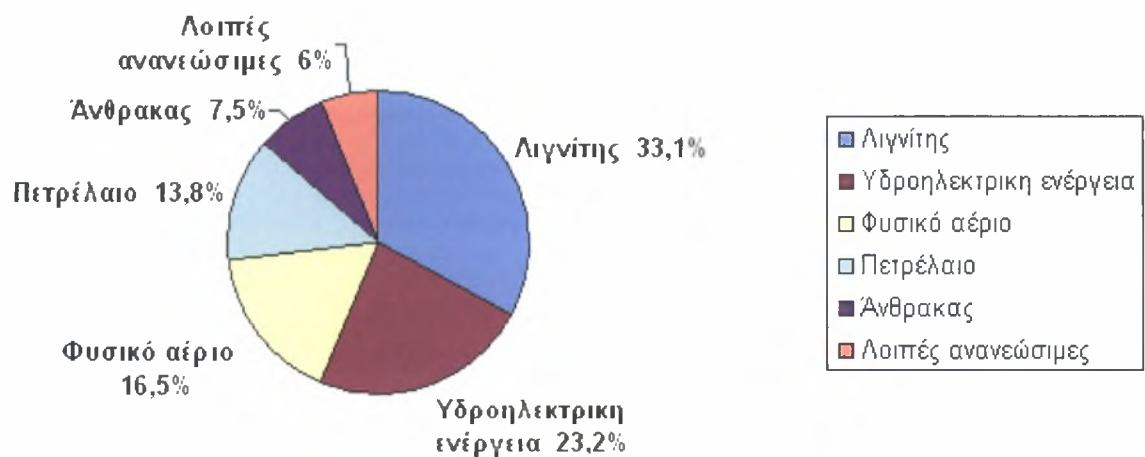
Cyprus, Estonia, Latvia, Luxembourg, Malta, Slovenia, Slovakia: no new wind power installations in 2006.

Εγκατεστημένη ισχύς ανά Πηγή Ενέργειας στην Ελλάδα (2008)



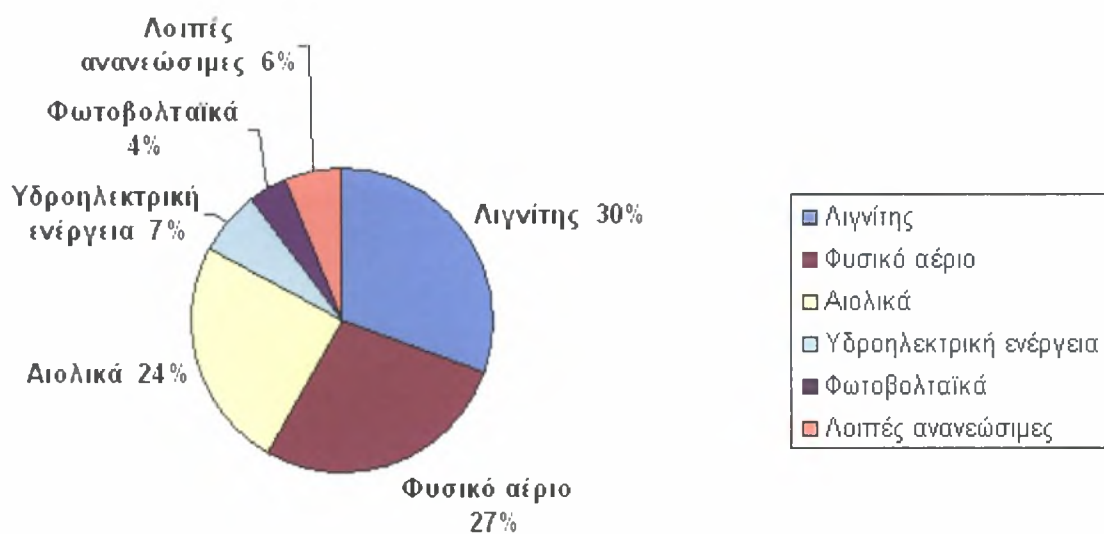
Πηγή: Δ.Ε.Η.

Εγκατεστημένη ισχύς ανά τύπο Πηγής Ενέργειας στην Ελλάδα (2014)



Πηγή: Δ.Ε.Η.

Εγκατεστημένη ισχύς ανά τύπο Πηγής Ενέργειας στην Ελλάδα (2020)



Πηγή: Δ.Ε.Η.

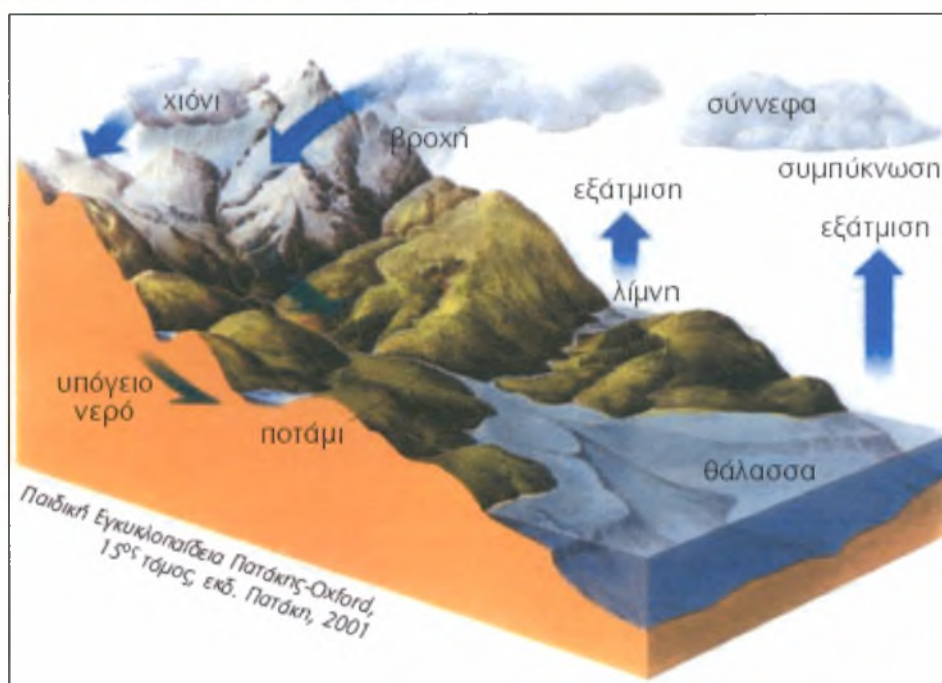
6^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (3)

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:

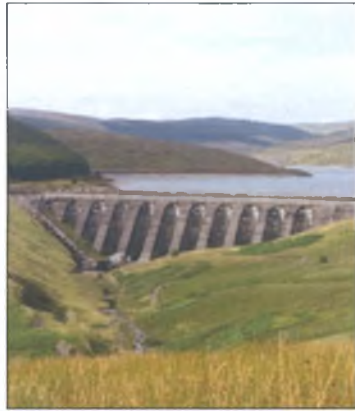


α) Τι πιστεύετε ότι δείχνει η παραπάνω εικόνα; Προσπαθήστε να την περιγράψετε:

β) Μπορείτε να συνδέσετε τον Κύκλο του Νερού με την Ενέργεια; Αν ναι, με ποιον τρόπο;



ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1



α) Με ποια πηγή ενέργειας νομίζεις ότι σχετίζονται αυτές οι εικόνες; Σε ποια μορφή ενέργειας αναφέρεται αυτή η πηγή;

β) Γνωρίζεις πώς αξιοποίησε ο άνθρωπος τα αρχαία χρόνια την ενέργεια του νερού; Ανάφερε παραδείγματα.

γ) Γνωρίζεις πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σήμερα την ενέργεια από το νερό; Ανάφερε παραδείγματα.

δ) Τι κατασκευάζει ο άνθρωπος για να χρησιμοποιήσει την ενέργεια από το νερό;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1



Τι είδους εργοστάσιο πιστεύετε ότι είναι αυτό; Τι πιστεύετε ότι “παράγει” αυτό το εργοστάσιο;



Πειραματική δραστηριότητα:

Σήμερα έχουμε φέρει ένα μικρό μοντέλο, το οποίο αξιοποιεί την ενέργεια του νερού όπως συμβαίνει σε έναν υδροηλεκτρικό σταθμό.

α) Πώς πιστεύετε ότι λειτουργεί αυτό το μοντέλο;

β) Ποιο είναι το αποτέλεσμα της λειτουργίας του;

γ) Ποια είναι η πηγή ενέργειας αυτού του μοντέλου;

δ) Περιγράψτε τις μετατροπές της ενέργειας που παρατηρείτε σε αυτό το μοντέλο:

ε) Ποιο στοιχείο σε ένα υδροηλεκτρικό σύστημα (όπως για παράδειγμα στο μοντέλο) είναι αυτό που αν αλλάξει μπορεί να παραχθεί περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Προσπαθήστε τώρα να περιγράψετε με βάση τα παρακάτω σχήματα τη διαδικασία κατά την οποία η ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική σε ένα υδροηλεκτρικό σταθμό;





ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

α) Δείτε το χάρτη με την «Εγκατεστημένη Ισχύ Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας» και αναφέρετε τις περιοχές που υπάρχουν υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι επιλέχθηκαν αυτές οι περιοχές;



β) Με βάση τον παρακάτω πίνακα, ποιο συμπέρασμα βγάξετε για το ρόλο της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

α) Με βάση τα παραπάνω και αφού πρώτα διαβάσετε από το βιβλίο «*Το οικολογικό αλφαβητάρι*» το κείμενο για την **«υδραυλική ενέργεια»**, προσπαθήστε να βρείτε τα πλεονεκτήματά της:

β) Στις διδακτικές ενότητες για την ηλιακή και αιολική ενέργεια, διαπιστώσαμε ότι αυτές εκτός από πλεονεκτήματα, έχουν και πολλά μειονεκτήματα. Θα μπορούσαμε να πούμε το ίδιο και για την **υδραυλική ενέργεια**; Αν ναι, ποια πιστεύετε ότι είναι τα κυριότερα μειονεκτήματά της;

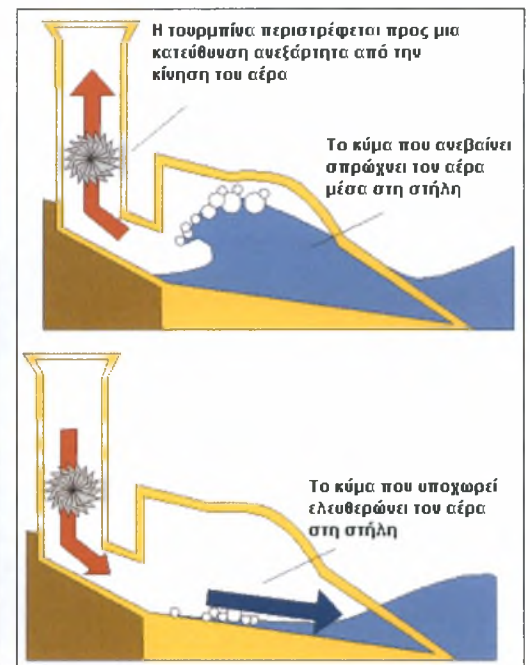
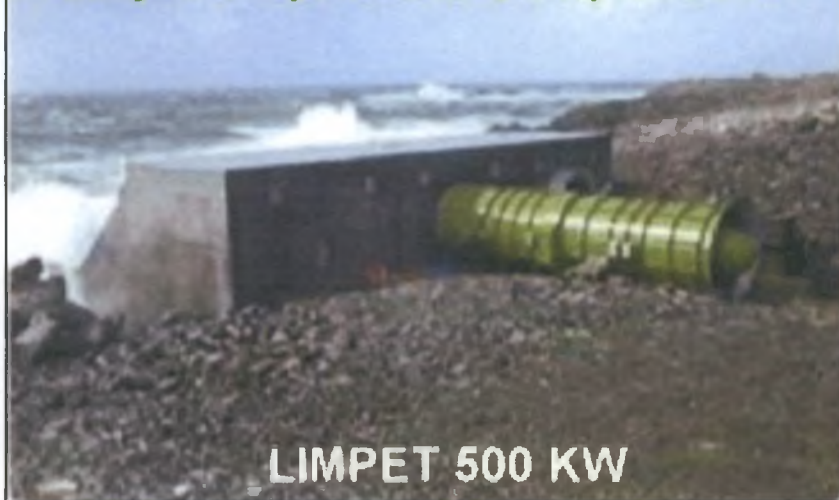


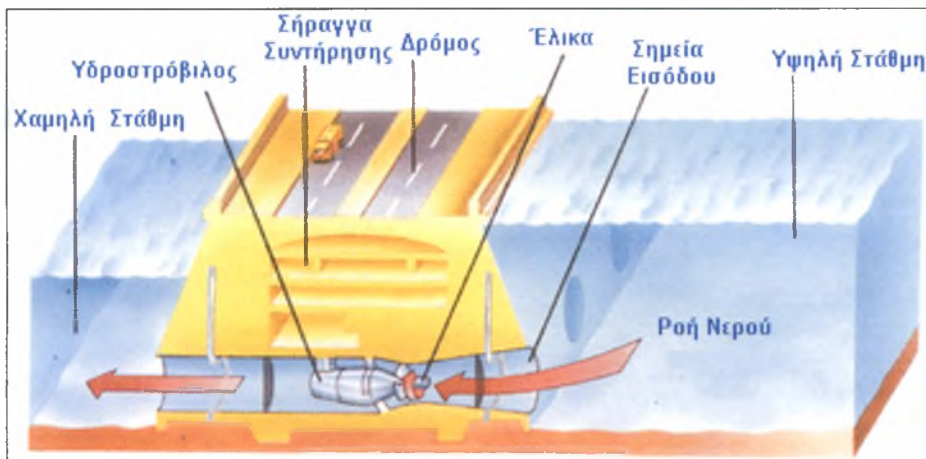
ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5

Εκτός από την αξιοποίηση της ενέργειας του νερού στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια, οι άνθρωποι σήμερα έχουν αρχίσει να αξιοποιούν την ενέργειά του με διαφορετικό τρόπο. Δείτε τις παρακάτω εικόνες και προσπαθήστε να περιγράψετε με ποιους άλλους τρόπους μπορεί να αξιοποιηθεί η ενέργεια από το νερό:



Η εγκατάσταση της γεννήτριας σε ακτή του νησιού Isla, στη Σκωτία



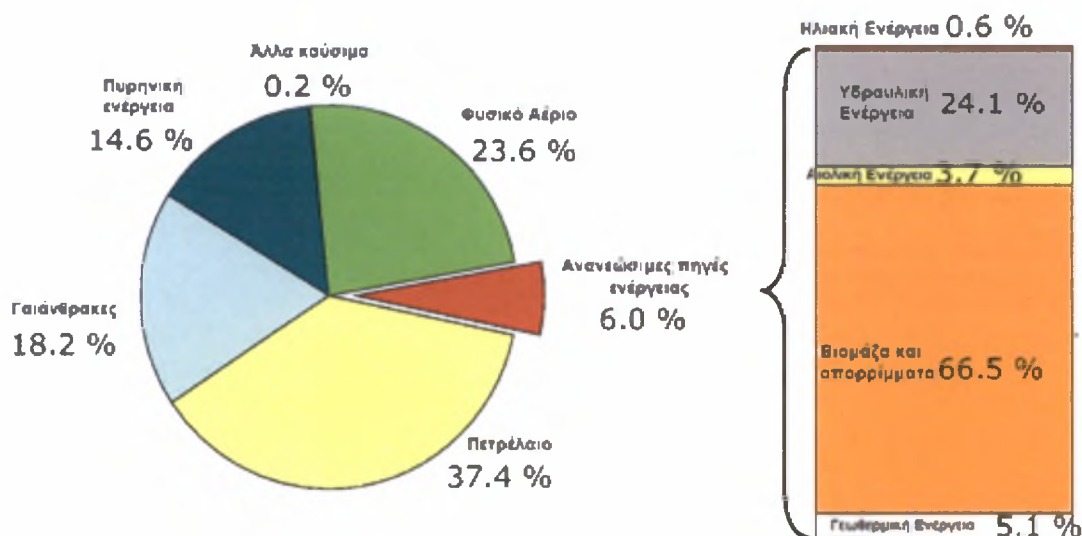


ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

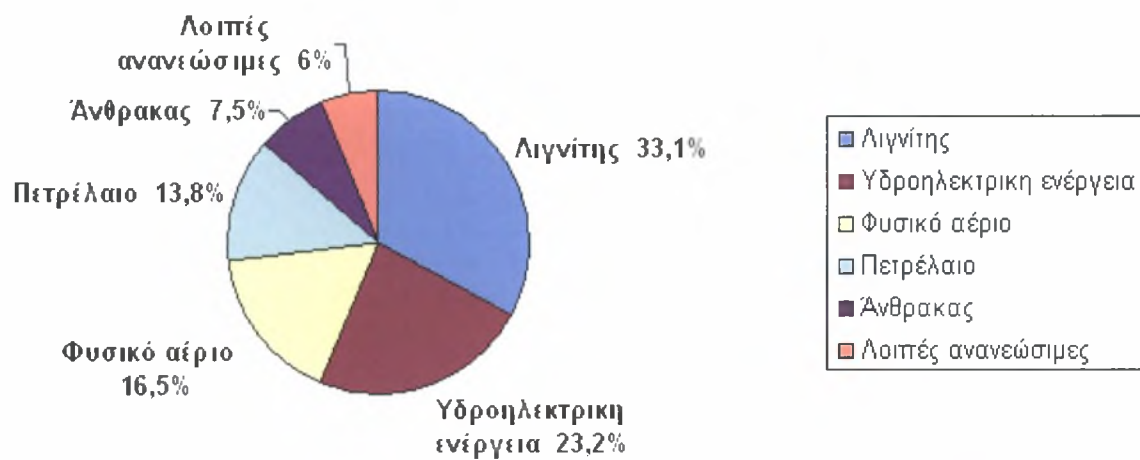
α) Ποιες πληροφορίες μας δίνουν οι παρακάτω πίνακες για την παγκόσμια συνεισφορά της Υδραυλικής Ενέργειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο;

β) Σε ποιο συμπέρασμα θα καταλήγατε σχετικά με την αξιοποίηση της Υδραυλικής Ενέργειας από τον άνθρωπο;

Παγκόσμια συνεισφορά των ενεργειακών πηγών

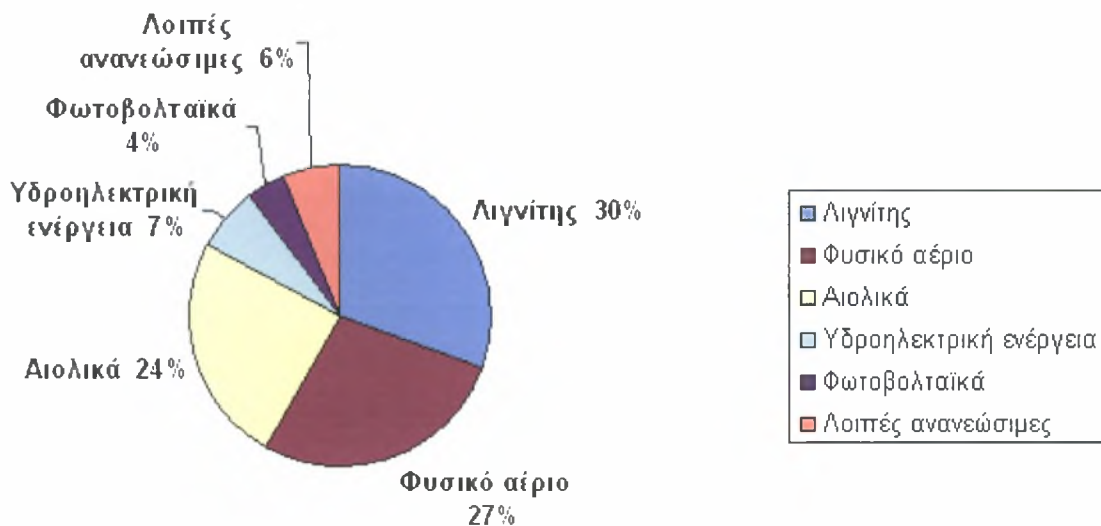


Εγκατεστημένη ισχύς ανά τύπο Πηγής Ενέργειας στην Ελλάδα (2014)



Πηγή: Δ.Ε.Η.

Εγκατεστημένη ισχύς ανά τύπο Πηγής Ενέργειας στην Ελλάδα (2020)



Πηγή: Δ.Ε.Η.

ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Wind Energy



Biomasse



Million Tonnes of Oil Equivalent



Hydroelectricity



Solar Energy



7^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:



α) Έχετε ακούσει πολλές φορές τους γονείς σας να λένε «Κλείσε την τηλεόραση ή κλείσε το φως». Έχετε αναρωτηθεί για ποιο λόγο σας το λένε;

β) Τι σχέση μπορεί να έχει η παραπάνω φράση με την Ενέργεια;



ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

α) Τι σου έρχεται στο μυαλό όταν ακούς τη φράση «Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας»; Προσπάθησε να προτείνεις μερικούς τρόπους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας:

β) Για ποιο λόγο πιστεύεις ότι θα πρέπει να κάνει κάποιος/α Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Α. Πειραματική δραστηριότητα:

Υλικά:

4 κουτιά από αναψυκτικό	1 ρολόι – χρονόμετρο
1 κομμάτι μάλλινο ύφασμα	1 κολλητική ταινία
1 κομμάτι εφημερίδας	1 δοχείο καυτό νερό
1 κομμάτι αλουμινόχαρτου	4 θερμομέτρα

Διαδικασία: Τυλίγουμε τα 3 κουτιά με υαλοβάμβακα, με εφημερίδα και αλουμινόχαρτο αντίστοιχα. Το τέταρτο το αφήνουμε «γυμνό». Τοποθετούμε και στα τέσσερα κουτιά νερό αρχικής θερμοκρασίας 60° C. Κάθε 10' λεπτά μετράμε τη θερμοκρασία του κάθε κουτιού επί μισή ώρα και σημειώνουμε τα αποτελέσματα σε έναν πίνακα.

Πριν την εκτέλεση του πειράματος:

- Προβλέψτε τι θα συμβεί με τη θερμοκρασία σε κάθε ένα από τα υλικά.

- Προβλέψτε ποιο υλικό θα έχει διατηρήσει το νερό σε μεγαλύτερη θερμοκρασία μετά από μισή ώρα.

	10 λεπτά	20 λεπτά	30 λεπτά
Κουτί			
Κουτί τυλιγμένο με μάλλινο ύφασμα			
Κουτί τυλιγμένο με εφημερίδα			
Κουτί τυλιγμένο με αλουμινόχαρτο			

Μετά την εκτέλεση του πειράματος:

- Ποια υλικά διατήρησαν μεγαλύτερη θερμοκρασία μετά από μισή ώρα;

- Ποιο συμπέρασμα βγάζουμε από το πείραμα αυτό σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας.



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2



Η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιεί η Δ.Ε.Η. για να μετράει τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος από τα σπίτια είναι η Κιλοβατώρα (KWh). Χαρακτηρίζει την ενέργεια που παράγει μια διάταξη ισχύος 1 Watt όταν λειτουργεί για 1 ώρα. $1 \text{ KW} = 1000\text{W}$. Κάθε **συσκευή** έχει πίσω μία ταμπέλα που δείχνει την ισχύ (Watt) ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει. Η Δ.Ε.Η. έχει εγκαταστήσει σε κάθε κτίριο που χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα έναν μετρητή και με αυτόν μετράει τη χρήση ηλεκτρισμού από κάθε κτίριο.



Ταμπέλα τηλεόρασης



Μετρητής Δ.Ε.Η.

B. Πειραματική δραστηριότητα:

Σβήστε όλα τα φώτα και όλες τις ηλεκτρικές συσκευές του σχολείου. Μεταβείτε όλοι στο ρολόι της Δ.Ε.Η. του σχολείου. Παρατηρήστε το δακτύλιο που μετράει τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος.

α) Τι παρατηρείτε; Καταγράψτε τον αριθμό της ένδειξης:

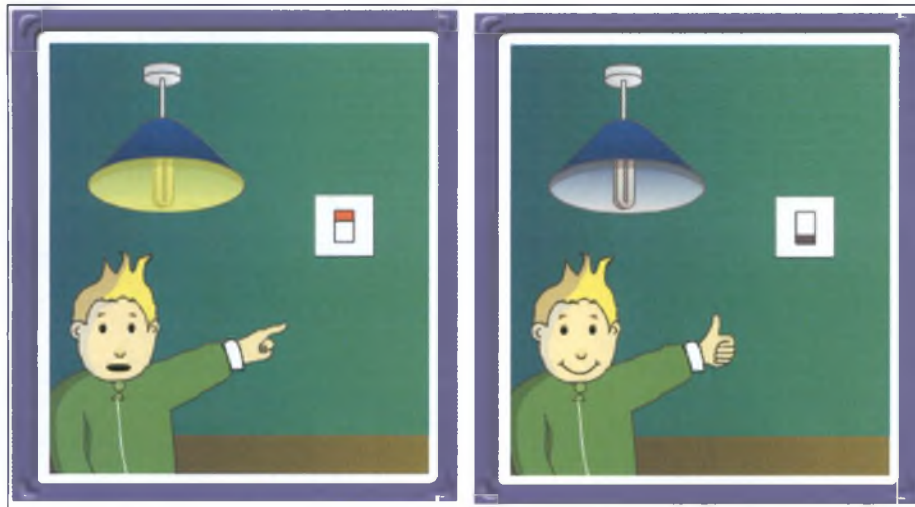
β) Ανοίξτε όλα τα φώτα του σχολείου και παρατηρήστε το δακτύλιο του μετρητή. Τι παρατηρείτε; Καταγράψτε τον αριθμό της ένδειξης μετά από μισή ώρα:

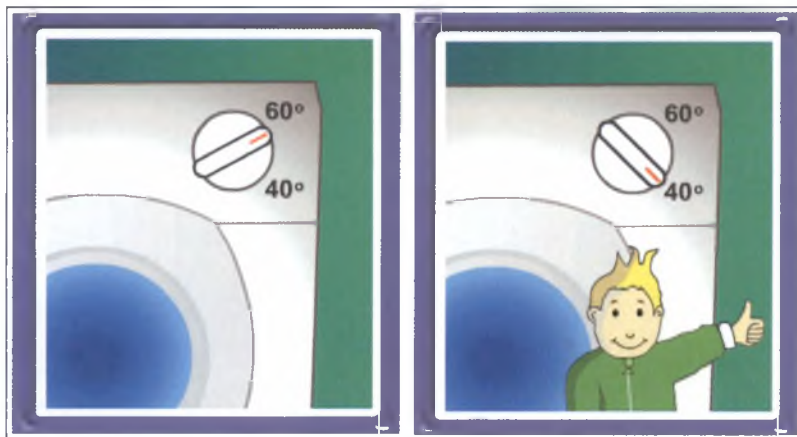
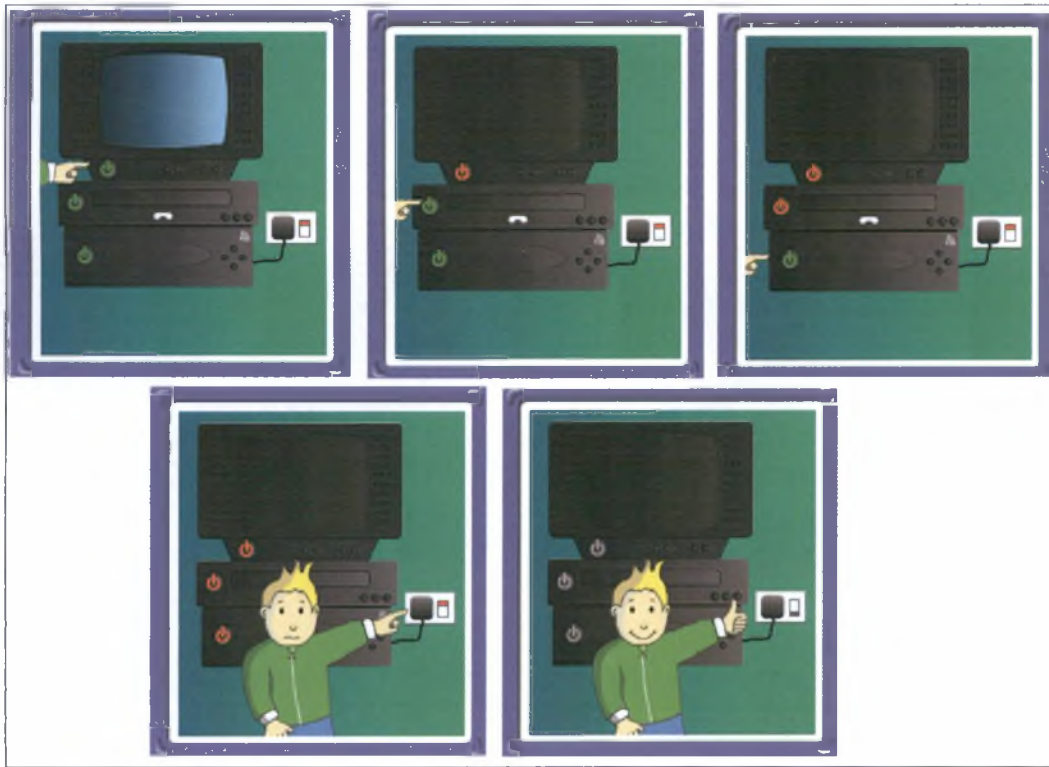
γ) Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε αν λάβετε υπόψη σας το γεγονός ότι περίπου το 75% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων;

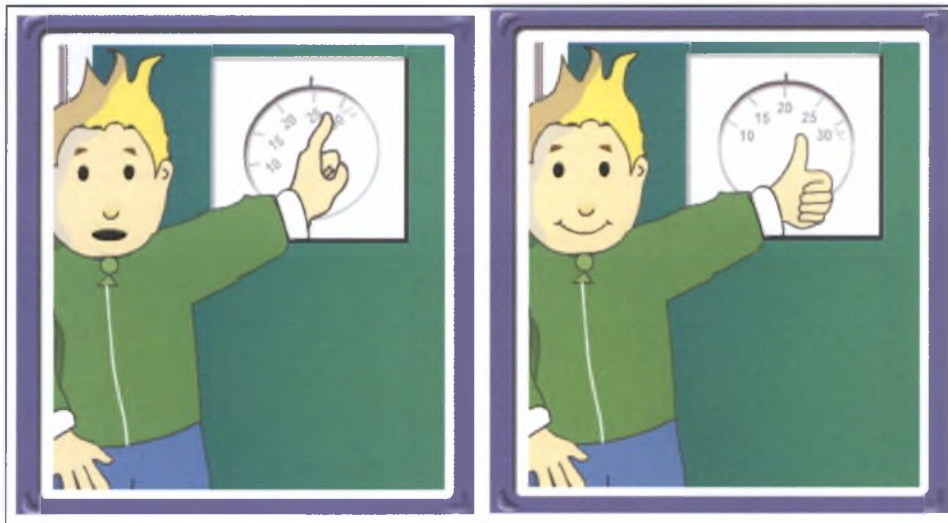
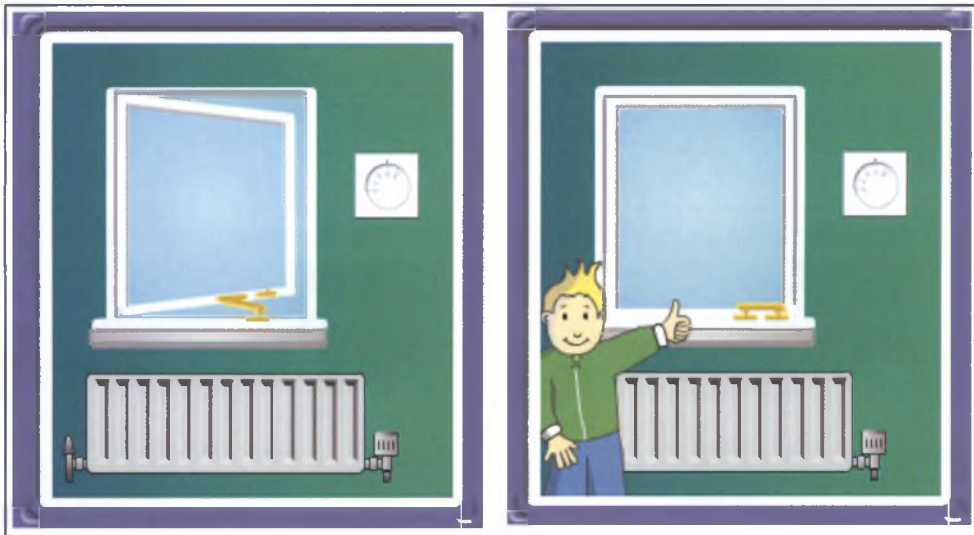


ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Προσπαθήστε να περιγράψετε για κάθε μία από τις παρακάτω εικόνες το λόγο για τον οποίο το παιδάκι είναι χαρούμενο αναφορικά με την εξοικονόμηση και την ορθολογική χρήση της ενέργειας.









ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ελλάδας (Κ.Α.Π.Ε.) έχει συντάξει ένα «Δωδεκάλογο του Μαθητή για την Εξοικονόμηση Ενέργειας». Μπορείτε να σκεφτείτε τι σημαίνει κάθε μία από τις παρακάτω εικόνες;







ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5

α) Γνωρίζετε τι σημαίνουν αυτά τα σήματα; Αν ναι επεξηγήστε δίπλα.



Ενέργεια Κατασκευαστής Μοντέλο	ΨΥΓΕΙΟ
	Logo ABC 123
Αποδοτικό	
A	
B	B
C	
D	
E	
F	
G	
Μη Αποδοτικό	

β) Τι σχέση πιστεύετε ότι έχουν με την εξοικονόμηση ενέργειας;



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5

Μία κοινή λάμπα πυρακτώσεως 100 Watt κοστίζει περίπου 1 € και «καταναλώνει» σε μία ώρα ηλεκτρικό ρεύμα αξίας 0,01 €. Έχει διάρκεια ζωής 1.000 ώρες. Μία «οικονομική» λάμπα (φθορισμού) ίδιας απόδοσης κοστίζει 8 € και καταναλώνει σε μία ώρα ηλεκτρικό ρεύμα αξίας 0,002 €. Έχει διάρκεια ζωής 10.000 ώρες. Να βρείτε την οικονομική ωφέλεια της οικογένειας αν αντικαταστήσει 5 κοινές λάμπες (100 Watt) με οικονομικές λάμπες.



ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

- α) Για ποιο λόγο πρέπει τελικά να κάνουμε Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση της Ενέργειας;
- β) Τι σχέση έχει η εξοικονόμηση με τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα και ζητήματα που σχετίζονται με την καύση των Ορυκτών Καυσίμων;
- γ) Με βάση τον παρακάτω πίνακα, ποιες συσκευές θα μπορούσε κάποιος/α να αντικαταστήσει άμεσα για να εξοικονομήσει ενέργεια; Με τι είδους συσκευές θα τις αντικαθιστούσε;

Τι μας στοιχίζουν οι οικιακές συσκευές και πόσο CO₂ εκπέμπουν

<i>Ανά ώρα</i>			
Συσκευή	Ισχύς (σε Watt)	Εκπομπές CO₂ ανά ώρα (σε gr)¹	Κόστος λειτουργίας ανά ώρα (σε λεπτά του ευρώ)²
Ηλεκτρικός λαμπτήρας 60 W	60	39	0.6
Λαμπτήρας χαμηλής κατανάλωσης, που ισοδυναμεί με κοινό λαμπτήρα 60 W	11	7	0.11
Φωτιστικό αλογόνου	300	195	3
Συσκευή τηλεόρασης	80-300	52-195	0.8-3
Στερεοφωνικό συγκρότημα	55-500	36-325	0.6-5
Ηλεκτρονικός υπολογιστής & φορητός υπολογιστής	80-360	52-234	0.8-3.6
Ηλεκτρική σκούπα	700-2000	455-1300	7-20
Στεγνωτήρας μαλλιών	800-2000	520-1300	8-20
Βραστήρας νερού	300-3200	195-2080	3-32
Φούρνος μικροκυμάτων	700-2100	455-1365	7-21
Πλυντήριο ρούχων	500-3000	325-1950	5-30
Στεγνωτήριο ρούχων	500-5700	325-3705	5-57
Πλυντήριο πιάτων	700-3000	455-1950	7-30
Ηλεκτρικό σώμα καλοριφέρ /σώματα	500-3000	325-1950	5-30
Συσκευή κλιματισμού	800-5000	520-3250	8-50
Μικρός ηλεκτρικός θερμοσίφωνα	1500-6000	975-3900	15-60
<i>Μηνιαίως</i>			
Συσκευή	Ισχύς (σε Watt)	Εκπομπές CO₂ μηνιαίως (σε kg)¹	Κόστος λειτουργίας μηνιαίως (σε ευρώ)²
Ψυγείο	200-700	94-328	14-50
Καταψύκτης	300-700	140-328	22-50

¹ 650gr εκπομπών CO₂ ανά 1 kWh

² 0.10 ευρώ ανά 1 kWh

ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ (2)

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΦΙΣΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Υλικά:

Ένα χαρτόνι για κάθε ομάδα

Μαρκαδόροι

Ψαλίδι-κόλλα

Με τα υλικά που σας δίνονται φτιάξτε αφίσες με θέμα την εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας.

Οι αφίσες που θα κατασκευάσετε να αναρτηθούν στους διαδρόμους του σχολείου αφού πρώτα γίνει ενημέρωση από κάθε μία ομάδα στους/ις μαθητές/ριες των υπόλοιπων τάξεων. Κάθε μία ομάδα αναλαμβάνει να ενημερώσει μία τάξη του σχολείου.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΗ ΕΝΝΟΙΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο: _____

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____



ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Υλικά:

Ένα χαρτόνι για κάθε ομάδα

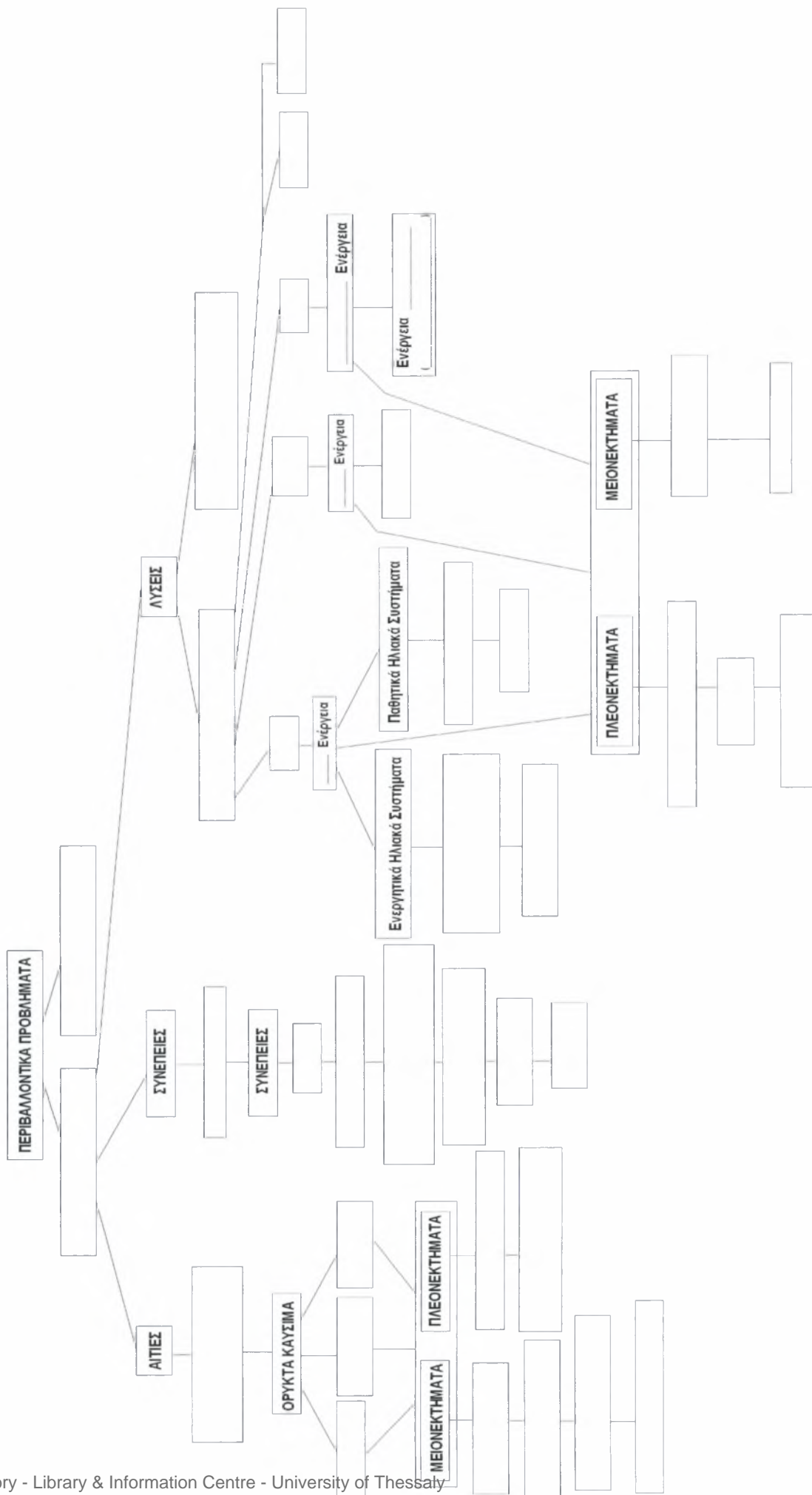
Μαρκαδόροι

Ψαλίδι-κόλλα

Προσπαθήστε να φτιάξετε τον παρακάτω χάρτη εννοιών χρησιμοποιώντας τις έννοιες που είναι αποτυπωμένες στο χαρτί. Κολλήστε τις έννοιες αυτές που υπάρχουν και αυτές που λείπουν από τον χάρτη στο χαρτόνι. Συμβουλευτείτε τις προηγούμενες διδακτικές ενότητες για να βοηθηθείτε στο να οργανώσετε τις έννοιες πιο αποτελεσματικά.

ΧΑΡΤΗΣ ΕΝΝΟΙΩΝ

ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο: _____ Τάξη: _____

Σχολείο: _____ Ημερομηνία: _____ / _____ /2008, Βόλος

Αγαπητέ φίλε μαθητή / αγαπητή φίλη μαθήτρια, σε παρακαλώ να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο αυτό, με το οποίο **δε θέλω** να βαθμολογήσω το πόσο καλά ή όχι θα απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα. Εκείνο που με ενδιαφέρει είναι να γνωρίσω τις απόψεις που εσύ έχεις για τα θέματα που σχετίζονται με την **ενέργεια**. Ιδιαίτερα για τις **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** και για το πώς μπορούμε να κάνουμε **εξοικονόμηση ενέργειας** στο περιβάλλον του σπιτιού και του σχολείου μας, μετά τη σειρά μαθημάτων που πραγματοποιήθηκαν στα παραπάνω θέματα.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



1. Προσπάθησε να συμπληρώσεις τον παρακάτω πίνακα με κατάλληλες πηγές ενέργειας:

Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

2. Επέλεξε με ένα \checkmark αυτά που πιστεύεις ότι είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά των παραπάνω πηγών ενέργειας. Δίπλα σε κάθε τετραγωνάκι επιλογής, ανάφερε και την ή τις αντίστοιχες πηγές ενέργειας που έχουν το χαρακτηριστικό που επέλεξες:

Χαρακτηριστικά Πηγών Ενέργειας	Πηγές Ενέργειας
Μηδενικές εκπομπές καυσαερίων	<input type="checkbox"/>
Μη σταθερή απόδοση	<input type="checkbox"/>
Μεγάλη αφθονία στη φύση	<input type="checkbox"/>
Υψηλές εκπομπές καυσαερίων	<input type="checkbox"/>
Περιορισμένα αποθέματα	<input type="checkbox"/>
Μεγάλη ενεργειακή απόδοση	<input type="checkbox"/>
Αναπτυγμένη τεχνολογία γύρω από αυτές	<input type="checkbox"/>
Εύφλεκτο υλικό	<input type="checkbox"/>
Ακριβή τεχνολογία	<input type="checkbox"/>

3. Στις παρακάτω προτάσεις επέλεξε με ένα **✓** το αντίστοιχο κουτάκι, για το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σου με τα περιβαλλοντικά προβλήματα που πιστεύεις ότι σχετίζονται με την καύση του πετρελαίου, των γαιανθράκων και του φυσικού αερίου:

Περιβαλλοντικά προβλήματα	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε γνωρίζω	Διαφωνώ	Διαφωνώ απόλυτα
Καταστροφή των δασών του πλανήτη					
Τρύπα του όζοντος					
Αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη					
Επάρκεια τροφικών διαθεσίμων					
Λιώσιμο των πάγων					
Ακραία καιρικά φαινόμενα					
Ρύπανση ατμόσφαιρας					
Εξάντληση των ενεργειακών πόρων					
Όξινη βροχή					
Ρύπανση θαλάσσιων οικοσυστημάτων					
Αλλαγή του κλίματος του πλανήτη					
Φαινόμενο θερμοκηπίου					

4. Στις παρακάτω προτάσεις επέλεξε με ένα \checkmark το αντίστοιχο κουτάκι, για το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σου σχετικά με τις αιτίες και τις συνέπειες από την επιδείνωση του **Φαινόμενου του Θερμοκηπίου**:

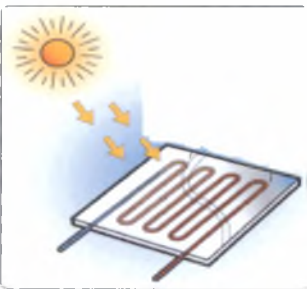
	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε γνωρίζω	Διαφωνώ	Διαφωνώ απόλυτα
Η επιδείνωση του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου οφείλεται στη ρίψη σκουπιδιών στα ποτάμια και τις λίμνες.					
Η επιδείνωση του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.					
Η επιδείνωση του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση των σκουπιδιών στους δρόμους.					
Η επιδείνωση του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου οφείλεται στην όξινη βροχή					
Η επιδείνωση του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου οφείλεται στις τρύπες του στρώματος του όζοντος της ατμόσφαιρας.					
Η επιδείνωση του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου οφείλεται στο ότι μέρος των ηλιακών ακτινών δεν μπορούν να διαφύγουν από την επιφάνεια της Γης.					
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, η γη θα υπερθερμανθεί.					
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα υπάρξουν περισσότερες πλημμύρες.					
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, περισσότερα ψάρια θα δηλητηριαστούν στις λίμνες και τα ποτάμια.					
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα αυξηθούν τα ζιζάνια και τα έντομα στις αγροτικές καλλιέργειες.					
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα αλλάξουν οι παγκόσμιες καιρικές συνθήκες.					
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, ποσοστό των πάγων στο Βόρειο και Νότιο Πόλο θα λιώσει.					
Αν το Φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινωθεί, θα αυξηθούν οι σεισμοί στη Γη.					

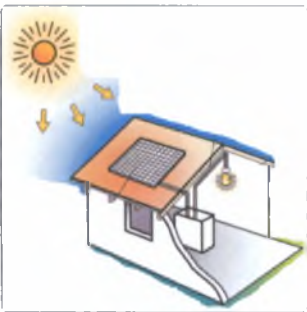
5. Στις παρακάτω προτάσεις επέλεξε με ένα \checkmark το αντίστοιχο κουτάκι, για το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σου με το ποιες δράσεις πρέπει να γίνουν για να εξαλειφθούν οι αρνητικές συνέπειες από το **Φαινόμενο του Θερμοκηπίου**:

	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε γνωρίζω	Διαφωνώ	Διαφωνώ απόλυτα
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την κατανάλωση υγιεινών τροφών.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με τη διατήρηση των ακτών καθαρών.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με το φύτεμα περισσότερων δέντρων στον κόσμο.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με το παράγουμε ηλεκτρισμό από τον αέρα, τον ήλιο και το νερό.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την ανακύκλωση διαφόρων υλικών.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την προστασία σπάνιων φυτών και ζώων.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με την εξοικονόμηση ενέργειας.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με τη μείωση της πείνας στον κόσμο.					
Η εξάλειψη του Φαινόμενου του Θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με το να χρησιμοποιούμε λιγότερο τα αυτοκίνητα.					

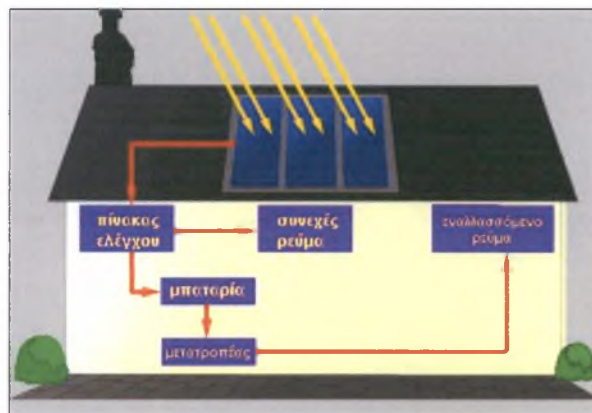
6. α) Στις παρακάτω εικόνες βλέπετε κάποιους τρόπους αξιοποίησης μιας πηγής ενέργειας. Προσπαθήστε να τους περιγράψετε αναφέροντας, αν μπορείτε, είτε τη σχετική πηγή ενέργειας είτε την αντίστοιχη μορφή ενέργειας:







β) Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μία χρήση/εφαρμογή της παραπάνω πηγής ενέργειας:

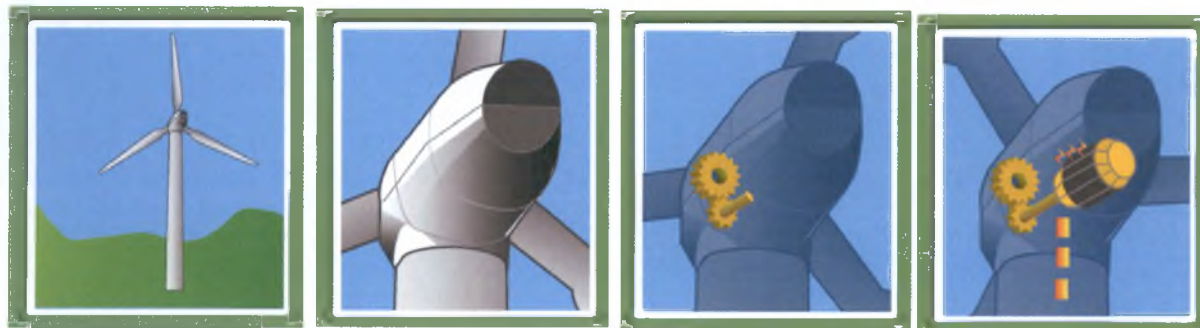


Σε ποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται η μορφή ενέργειας της παραπάνω πηγής;

7. α) Στις παρακάτω εικόνες βλέπετε κάποιους τρόπους αξιοποίησης μιας πηγής ενέργειας. Προσπαθήστε να τους περιγράψετε αναφέροντας, αν μπορείτε, είτε τη σχετική πηγή ενέργειας είτε την αντίστοιχη μορφή ενέργειας:



β) Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται μία χρήση/εφαρμογή της παραπάνω πηγής ενέργειας:



Σε ποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται η μορφή ενέργειας της παραπάνω πηγής;

8. α) Στις παρακάτω εικόνες βλέπετε κάποιους τρόπους αξιοποίησης μιας πηγής ενέργειας. Προσπαθήστε να τους περιγράψετε αναφέροντας, αν μπορείτε, είτε τη σχετική πηγή ενέργειας είτε την αντίστοιχη μορφή ενέργειας:



β) Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται μία χρήση/εφαρμογή της παραπάνω πηγής ενέργειας:



Σε ποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται η μορφή ενέργειας της παραπάνω πηγής;

9. Στις παρακάτω προτάσεις επέλεξε με ένα **✓** το αντίστοιχο κουτάκι, για το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σου με τα θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά της ηλιακής ενέργειας:

	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε γνωρίζω	Διαφωνώ	Διαφωνώ απόλυτα
Δε λειτουργεί τη νύχτα.					
Είναι ανανεώσιμη, αφού ο ήλιος παρέχει «δωρεάν» ενέργεια συνέχεια.					
Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κοστίζουν πολύ.					
Δεν προκαλεί ρύπανση, δεν παράγει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂), ούτε αφήνει απόβλητα.					
Επειδή εξαρτάται από τις φυσικές συνθήκες, δεν έχει σταθερή απόδοση.					
Μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική στο χώρο που παράγεται, με αποτέλεσμα να μη χρειάζονται πολλά καλώδια για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.					
Είναι ανεξάντλητη.					
Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χρειάζονται αρκετό ήλιο για να αποδώσουν, κι έτσι δεν ενδείκνυνται για περιοχές με χαμηλό ηλιακό δυναμικό.					
Δεν υποβαθμίζει τη χλωρίδα και πανίδα ενός τόπου.					

10. Στις παρακάτω προτάσεις επέλεξε με ένα **✓** το αντίστοιχο κουτάκι, για το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σου με τα θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά της αιολικής ενέργειας:

	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε γνωρίζω	Διαφωνώ	Διαφωνώ απόλυτα
Οι ανεμογεννήτριες θεωρούν πολλοί άνθρωποι ότι είναι θορυβώδεις.					
Είναι ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, δηλαδή δεν πρόκειται να εξαντληθεί ποτέ					
Οι ανεμογεννήτριες επηρεάζουν τα ζώα, ιδίως τα πουλιά του τόπου.					
Είναι καθαρή ενέργεια, αφού δεν προκαλεί ρύπανση, δεν παράγει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂), ούτε αφήνει απόβλητα.					
Οι ανεμογεννήτριες δεν επηρεάζουν την καλλιέργεια της γης, όπου είναι εγκατεστημένες.					
Οι ανεμογεννήτριες δε λειτουργούν με ασθενείς ή πολύ δυνατούς ανέμους.					
Πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι οι ανεμογεννήτριες μειώνουν αισθητικά το φυσικό τοπίο.					
Το κόστος παραγωγής ενέργειας από αυτή την πηγή ενέργειας, δεν είναι μεγαλύτερο από αυτό των γαιανθράκων και πιο φτηνή από την πυρηνική ενέργεια.					

11. Στις παρακάτω προτάσεις επέλεξε με ένα **✓** το αντίστοιχο κουτάκι, για το βαθμό συμφωνίας σου με τα θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά της υδραυλικής ενέργειας:

	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε γνωρίζω	Διαφωνώ	Διαφωνώ απόλυτα
Έχει σταθερή απόδοση.					
Τα φράγματα έχουν πολύ μεγάλο οικονομικό κόστος κατασκευής.					
Είναι ανανεώσιμη, αφού πάντα θα υπάρχουν βροχές.					
Ανυπαρξία πολλών κατάλληλων περιοχών για την κατασκευή φραγμάτων.					
Δεν προκαλεί ρύπανση ούτε παράγει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂).					
Καταστροφή καλλιεργήσιμων εδαφών και απώλεια οικοσυστημάτων από την κατασκευή των φραγμάτων.					
Είναι πιο αξιόπιστη από την ηλιακή και την αιολική ενέργεια, αφού μπορεί να λειτουργεί με το πάτημα ενός διακόπτη.					
Έχει χαμηλό λειτουργικό κόστος.					

12. Προσπαθήστε να γράψετε όσους περισσότερους τρόπους γνωρίζετε για να κάνετε «**Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας**» στο σπίτι ή στο σχολείο σας:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ



Συναρμολόγηση μικρού ηλιακού αυτοκινήτου (1)



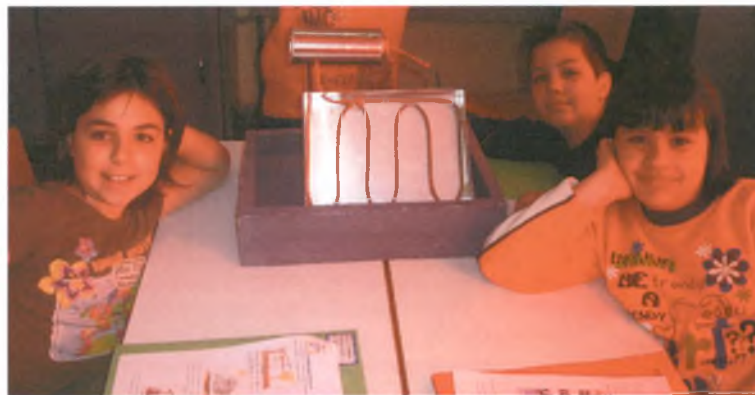
Συναρμολόγηση μικρού ηλιακού αυτοκινήτου (2)



Ηλιακό αυτοκίνητο "εν δράσει" στην αυλή του σχολείου



Τα ηλιακά αυτοκίνητα σε αγώνες ταχύτητας στην αυλή του σχολείου



Εργασία με το μοντέλο του ηλιακού θερμοσίφωνα



Κατασκευή Ηλιακού Φούρνου (1)



Κατασκευή Ηλιακού Φούρνου (2)



Εργασία με το μοντέλο της ανεμογεννήτριας (1)



Εργασία με το μοντέλο της ανεμογεννήτριας (2)



Εργασία με το μοντέλο της ανεμογεννήτριας (3)



Το μοντέλο του υδροηλεκτρικού φράγματος



Υδραυλικό μοντέλο



Κατασκευή αφισών για την εξοικονόμηση ενέργειας (1)



Κατασκευή αφισών για την εξοικονόμηση ενέργειας (2)



Αφίσες για την εξοικονόμηση ενέργειας (1)



Αφίσες για την εξοικονόμηση ενέργειας (2)



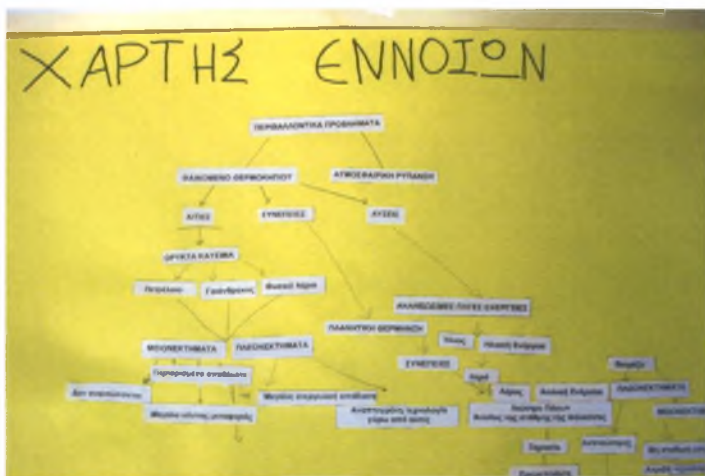
Αφίσες για την εξοικονόμηση ενέργειας (3)



Κατασκευή Χάρτη Εννοιών



Ανακεφαλαιωτικός Χάρτης Εννοιών (1)



Ανακεφαλαιωτικός Χάρτης Εννοιών (2)



Οι μαθητές/ριες εν ώρα εργασίας



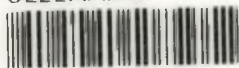
Η εκπαιδευτική "γωνιά" του προγράμματος (1)



Η εκπαιδευτική "γωνιά" του προγράμματος (2)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097375