

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

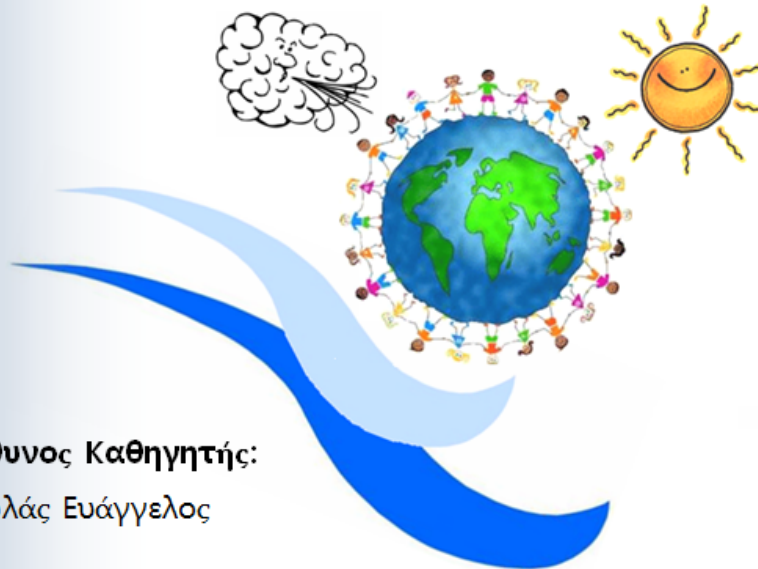


ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

*Π.Μ.Σ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ*

# “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Ενεργητική Μάθηση”

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**Υπεύθυνος Καθηγητής:**

Μανωλάς Ευάγγελος

**Τριμελής Επιτροπή:**

Μανωλάς Ευάγγελος

Κόνσολας Εμμανουήλ

Θεοδωροπούλου Ελένη

**Εργασία της:**

Παντελάκη Καλλιόπης

A.M.: 424M/2008021

**Ρόδος 2011**



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Εισαγωγή</b>		<b>5</b>
<b>Κεφάλαιο 1°</b>		
<b>Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας</b>		
1.1	Τι είναι οι Α.Π.Ε	9
1.2	Οι μορφές των Α.Π.Ε	9
1.3	Ηλιακή ενέργεια	11
1.3.1	Ενεργητικά Ηλιακά συστήματα	12
1.3.2	Παθητικά Ηλιακά συστήματα	14
1.3.3	Φωτοβολταϊκά συστήματα	16
1.4	Βιομάζα	18
1.4.1	Η βιομάζα ως ενεργειακός πόρος	19
1.4.2	Μετατροπές της βιομάζας	21
1.4.2 .Α	Θερμοχημική επεξεργασία	21
1.4.2.Β	Βιολογική επεξεργασία	22
1.4.2.Γ	Χημική επεξεργασία	23
1.5	Αιολική ενέργεια	24
1.6	Γεωθερμική ενέργεια	26
1.6.1	Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας	28
1.6.1.Α	Άμεση χρήση της γεωθερμίας	29
1.6.1.Β	Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας	30
1.7	Υδραυλική Ενέργεια	30
1.7.1	Θαλάσσια Ενέργεια	31
1.8	Μορφές των Α.Π.Ε. και τύποι παραγόμενης ενέργειας	33
<b>Κεφάλαιο 2°</b>		
<b>Η σημασία της ενεργητικής μάθησης</b>		
	Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση	34
	Η Ενεργητική Μάθηση	36
	Σύγχρονες εκπαιδευτικές θεωρίες	37
	Δασκαλοκεντρισμός και μαθητοκεντρισμός	40
	Πλεονεκτήματα Ενεργητικής Μάθησης συγκριτικά με παραδοσιακές Μεθόδους διδασκαλίας	43

### **Κεφάλαιο 3°**

#### **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Μύθοι και Πραγματικότητες**

	Εισαγωγικά κεφαλαίου	45
	Τεστ γνώσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	51
3.1	Ηλιακή ενέργεια	54
3.2	Βιομάζα	56
3.3	Αιολική Ενέργεια	58
3.3.1	Αισθητική υποβάθμιση	59
3.3.2	Θόρυβος	61
3.3.3	Επιπτώσεις από τη σκιά των ανεμογεννητριών	61
3.3.4	Κατανάλωση νερού	62
3.3.5	Ηλεκτρομαγνητική παρενόχληση	62
3.3.6	Επιπτώσεις στην υγεία και την ασφάλεια	62
3.3.7	Επιπτώσεις στα πουλιά	63
3.3.8	Επιπτώσεις στα εδάφη	64
3.4	Γεωθερμική Ενέργεια	66
3.5	Υδραυλική Ενέργεια	68

### **Κεφάλαιο 4°**

#### **Τεχνικές διδασκαλίας σε συγκεκριμένες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**

Παράδειγμα 1°	Μελέτη πεδίου (Η περίπτωση της ηλιακής ενέργειας)	73
Παράδειγμα 2°	Περιβαλλοντικό Παιχνίδι (Η περίπτωση της βιομάζας)	78
Παράδειγμα 3°	Η χρήση των σατιρικών σκίτσων στην περιβαλλοντική εκπαίδευση (Η περίπτωση της αιολικής ενέργειας)	84
Παράδειγμα 4°	Περιπτωσιακή μελέτη (Η περίπτωση της γεωθερμίας)	91
Παράδειγμα 5°	Το Μοντέλο Επίλυσης Προβλημάτων του Richard E. Gross (Η περίπτωση της υδραυλικής ενέργειας)	96

### **Κεφάλαιο 5°**

Συμπερασματικές Κρίσεις	101
-------------------------	-----

<b>Βιβλιογραφία</b>	104
---------------------	-----

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος έγινε γιατί το ενεργειακό πρόβλημα είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα.

Οι προβλέψεις διαφόρων διεθνών οργανισμών δείχνουν ότι αν οι σημερινές τάσεις αύξησης της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης παραμείνουν αμετάβλητες, η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση θα αυξάνεται με ρυθμό περίπου 1,7 έως 2% το χρόνο στις επόμενες δεκαετίες. Επίσης, θα υπάρχει πιθανή θερμοκρασιακή αύξηση 2-5°C και πιθανή αύξηση της στάθμης της θάλασσας κατά 1,8-2,4 μέτρα, ως αποτέλεσμα των συντελούμενων κλιματικών αλλαγών (Ture et al., 1997) . Όπως είναι αναμενόμενο, ένα πιο ζεστό παγκόσμιο κλίμα έχει ένα αριθμό πιθανών επιπτώσεων. Εκτός από την πιθανή αύξηση της στάθμης της θάλασσας, μία άλλη περίπτωση είναι η αλλαγή στην παραγωγή των τροφίμων που θα αυξηθεί σε κάποιες χώρες ενώ σε κάποιες άλλες θα μειωθεί. Ακόμα σύμφωνα με προβλέψεις ως αποτέλεσμα των συντελούμενων κλιματικών αλλαγών υπάρχει περίπτωση ελάττωσης της παγκόσμιας παραγωγής καλλιεργήσιμων προϊόντων που κυμαίνεται από 10%-70% καθώς και απώλεια καλλιεργήσιμης έκτασης της τάξεως του 10-50%, με την μεγαλύτερη μείωση να επικεντρώνεται στις πιο φτωχές χώρες. Άλλα πιθανά προβλήματα που αναμένεται να προκληθούν είναι οι μειώσεις στην τροφοδοσία νερού σε πολλές περιοχές, μειώσεις της βιοποικιλότητας, επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων (από τη στιγμή που πολλοί άνθρωποι πεθαίνουν από αίτια που σχετίζονται με τη θερμότητα) κτλ (Wilkins Kay, 2009) .

Δυστυχώς οι ήδη υπάρχουσες ποσότητες μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως είναι το πετρέλαιο ο άνθρακας ο λιγνίτης, το φυσικό αέριο κ.τ.λ. δεν είναι απεριόριστες.

Το 80% της συνολικά χρησιμοποιούμενης πρωτογενούς ενέργειας παγκοσμίως (UNEP, 2004) και το 87% περίπου της εμπορεύσιμης πρωτογενούς ενέργειας ικανοποιείται από ορυκτά καύσιμα. (Spitzer et al., 1994). Πιο συγκεκριμένα, το πετρέλαιο καλύπτει το 31% των παγκόσμιων ενεργειακών

αναγκών, το φυσικό αέριο το 19% και ο άνθρακας το 26%. (Μανωλάς, 2001) Στην Ελλάδα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της στηρίζεται σε μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία για την ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα, το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου το 60%) της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από την καύση λιγνίτη, ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό από την καύση πετρελαίου και από φυσικό αέριο (14% και 15% αντίστοιχα) , ενώ μόλις το 10% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (συμπεριλαμβανομένων και των μεγάλων υδροηλεκτρικών) (European Union 2006). Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου του πλανήτη αναμένεται να έχουν εξαντληθεί πριν τα μέσα του 21ου αιώνα, αν συνεχίσουμε να τις χρησιμοποιούμε με τους σημερινούς ρυθμούς. (Klass, 2004).

Στην πραγματικότητα, δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί η ακριβής περίοδος εξάντλησης των αποθεμάτων του πλανήτη. Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η ανακάλυψη νέων αποθεμάτων, ο ρυθμός αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού, η αλλαγή του ρυθμού εξόρυξης και κατανάλωσης των διαθέσιμων καυσίμων και ο βαθμός αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Μανωλάς, 2001).

Το σημαντικότερο όλων όμως είναι ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για το περιβάλλον. Στην Ελλάδα για παράδειγμα το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται σε ποσοστό 73% από καύση λιγνίτη, ένα είδος γαιάνθρακα, από το οποίο απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες επιβλαβών αερίων όπως διοξείδιο και μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου κ.λπ.

Η χρήση της ενέργειας συμβάλλει κατά 60% στην ανθρωπογενή συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (επιπλέον 15% η χρήση χημικών, 12% η γεωργία, 9% η αλλαγή χρήσεων γης και 4% άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες) ενώ η ανθρωπογενής επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται κατά 50% στις εκπομπές CO<sub>2</sub> (Demirbas, 2004). Υπολογίζεται ότι οι ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα είναι περίπου 26 δισεκατομμύρια τόνοι με

το 80% να προέρχεται από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.α.).

Το ηλεκτρικό ρεύμα, που αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης ζωής, παράγεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό του από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (λιγνίτης, πετρέλαιο κ.ά.), συνεπώς και η υπερκατανάλωσή του σημαίνει ταχύτατη μείωση των ενεργειακών αποθεμάτων της Γης.

Η διατήρηση των διαθέσιμων πηγών ενέργειας είναι ο σημαντικότερος στόχος που πρέπει να θέσουμε σήμερα προκειμένου να διασφαλίσουμε ένα καλύτερο μέλλον για τα παιδιά μας.

Η μοναδική λύση στο πρόβλημα είναι η ορθολογική χρήση των υπαρχόντων πηγών ενέργειας, καθώς και η χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όσο το δυνατόν περισσότερο. Σημαντική για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η ευαισθητοποίηση, η ενημέρωση και η δραστηριοποίηση του κοινού σε αυτό το θέμα.

Θα πρέπει να γίνει ενημέρωση κυρίως των νέων ανθρώπων αλλά και του ευρύτερου κοινού για τις λύσεις που υπάρχουν προκειμένου να αντιμετωπίσουμε με σοβαρότητα και υπευθυνότητα αυτό το μείζον ζήτημα.

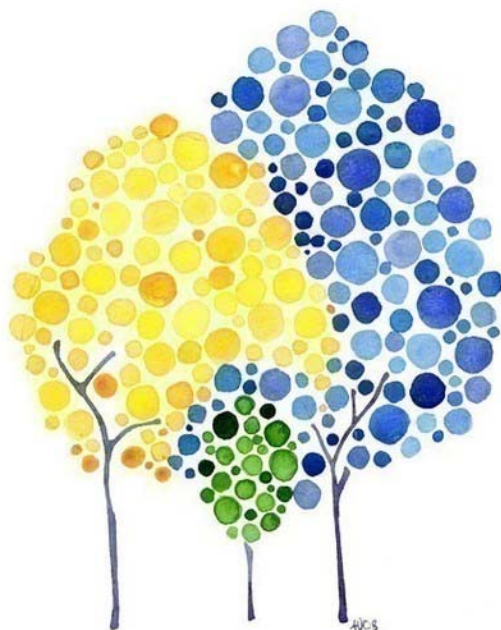
Η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, είναι και πρέπει να είναι ένας σημαντικός στόχος για την κοινωνία μας. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι ένα βασικό εργαλείο και θα πρέπει να παίζει σημαντικό ρόλο μέσα από το εκπαιδευτικό σύστημα, τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο. Εάν εκπαιδευτούν οι πολίτες έτσι ώστε να είναι σε θέση να μπορούν να γνωρίζουν τι πρέπει να κάνουν έτσι ώστε όχι απλώς να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά να το προστατεύουν, είναι πολύ πιθανό να μην οδηγηθούμε στην ολοκληρωτική καταστροφή που αναμένεται να έρθει αν συνεχίσουμε να ζούμε με τους σημερινούς ρυθμούς και δεν αλλάξουμε συνήθειες (Deborah Simmons, 1991).

Τα σωστά δομημένα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης δίνουν την ευκαιρία στους εκπαιδευόμενους, να προωθήσουν αυτά που σκέφτονται μέσα από διάφορες διαδικασίες ενεργητικής μάθησης. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιούν

τις δεξιότητες τους μέσα από την εμπειρία των προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ( Deborah Simmons, 1998).

Στην εργασία αυτή η μεθοδολογία που ακολουθείται είναι η βιβλιογραφική έρευνα, από τη στιγμή που η συλλογή πληροφοριών και στοιχείων, γίνεται από δευτερογενείς πηγές, όπως επιστημονικές μελέτες, βιβλία και περιοδικά. Αρχικά γίνεται αναφορά-ανάλυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που υπάρχουν και γίνεται λόγος για τους μύθους και τις πραγματικότητες σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εν συνεχεία αναλύεται ο όρος «ενεργητική μάθηση», εξηγείται η σπουδαιότητά της, και δίδονται παραδείγματα δραστηριοτήτων ενεργητικής μάθησης για κάθε μια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η εργασία αυτή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εγχειρίδιο από καθηγητές και δασκάλους, που είναι ευαισθητοποιημένοι σε θέματα περιβάλλοντος, και που θέλουν να διδάξουν τους μαθητές τους θέματα που να έχουν σχέση με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά και από οποιονδήποτε που θα θέλει να δώσει πληροφορίες στο κοινό, για ενεργειακά θέματα, και θα θέλει να το πραγματοποιήσει με επιτυχία.





## **Κεφάλαιο 1**

### **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, αναφέρονται οι σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που υπάρχουν και ακολουθεί και η ανάλυση της κάθε μιας.

#### **1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ Α.Π.Ε.**

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ορίζουμε τις ενεργειακές πηγές (ήλιος, νερό, άνεμος, βιομάζα, κλπ.), που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση των υδρογονανθράκων (ΚΑΠΕ 2006).

#### **1.2 ΟΙ ΜΟΡΦΕΣ ΤΩΝ Α.Π.Ε.**

Οι μορφές των Α.Π.Ε., σύμφωνα με τον Ελληνικό Σύνδεσμο Ηλεκτροπαραγωγών από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, είναι οι παρακάτω:

☛ **Ηλιακή Ενέργεια:** είναι η ενέργεια που προέρχεται από τη θερμότητα και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, διακρίνονται σε:

- **Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα:** μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.
- **Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα:** συνδέονται με πρωτοποριακές αρχιτεκτονικές λύσεις, βιοκλιματικό σχεδιασμό

κτηρίων και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.

- Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα: μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.

🌪️ Αιολική Ενέργεια: η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε μηχανική και ηλεκτρική ενέργεια.

🌱 Βιομάζα: είναι αποτέλεσμα της φωτοσύνθεσης, που μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά από διεργασίες των φυτικών οργανισμών. Φυσικά, η για να μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε τις διάφορες μορφές βιομάζας θα πρέπει να ακολουθήσουμε κάποιες τεχνικές διεργασίες. Οι διεργασίες αυτές μπορεί να είναι είτε θερμοχημικές (καύση, πυρόλυση) είτε βιολογικές (αλκοολική ζύμωση, μεθανική ζύμωση).

💧 Υδραυλική Ενέργεια: αξιοποιεί τις υδατοπτώσεις, με στόχο την παραγωγή μηχανικής και ηλεκτρικής ενέργειας.

🌋 Γεωθερμική Ενέργεια: η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή φυσικού ατμού, επιφανειακών ή υπόγειων θερμών υδάτων και θερμών ξηρών πετρωμάτων.

### 1.3 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Όλες οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας έχουν ως βάση ηλιακή ακτινοβολία, εκτός από τη γεωθερμική ενέργεια, που ουσιαστικά είναι η ροή της ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες μορφές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, από τη στιγμή που δεν θα εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος.

Ηλιακή ενέργεια είναι οι διάφορες μορφές ενέργειας με προέλευση τον Ήλιο. Αυτές είναι φωτεινή ενέργεια, η θερμική ενέργεια και οι διάφορες ακτινοβολίες (Αλεξιάκης, 2003).

Η ηλιακή ενέργεια είναι ουσιαστικά ανεξάντλητη, από τη στιγμή που προέρχεται από τον ήλιο, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν περιορισμοί χώρου ή χρόνου για την χρησιμοποίησή της.

Όσον αφορά τα συστήματα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπουν σε άλλες μορφές ενέργειας, ωφέλιμες για τον άνθρωπο, μπορούμε να πούμε ότι χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών:

- ☀ τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα,
- ☀ τα παθητικά ηλιακά συστήματα,
- ☀ και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τόσο τα παθητικά όσο και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μετατρέπουν τη θερμότητα που εκπέμπεται από την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στην εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

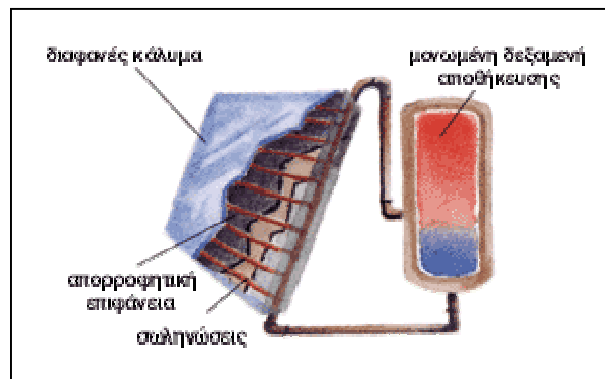
### 1.3.1 Ενεργητικά ηλιακά

Είναι τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας στο νερό, στον αέρα ή σε κάποιου άλλου είδους ρευστό. Η τεχνολογία που χρησιμοποιούν είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η περισσότερο διαδεδομένη εφαρμογή των συγκεκριμένων συστημάτων είναι η παραγωγή ζεστού νερού, δηλαδή οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες (Μαλαμής, 1999).

Στη χώρα μας, περισσότερες από 1.000.000 οικογένειες καλύπτουν περίπου 80% των ετησίων αναγκών τους για ζεστό νερό με τη χρήση του ηλιακού θερμοσίφωνα. Ειδικά τα τελευταία χρόνια τόσο η απόδοση όσο και η ποιότητα των ηλιακών συλλεκτών έχουν βελτιωθεί, ενώ η Ελλάδα είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας σε όλη την Ευρώπη και μάλιστα ακόμα και σε χώρες με ιδιαίτερη βιομηχανική παράδοση, όπως για παράδειγμα η Γερμανία (ΚΑΠΕ, 2006).

Ένα τυπικό σύστημα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και θερμότητα που έχει συλλεχθεί οδηγείται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι συλλέκτες αυτού του τύπου έχουν μια μαύρη, τις περισσότερες φορές επίπεδη και λεία μεταλλική επιφάνεια, που απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διάφανο κάλυμμα (γυάλινο ή πλαστικό) που εσωκλείει τη θερμότητα. Στην απορροφητική επιφάνεια εφάπτονται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που συλλέγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια δεξαμενή αποθήκευσης. Οι

επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στις ταράτσες των κτηρίων, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30°-60° ως προς τον ορίζοντα, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται σε ετήσια βάση, προκειμένου να έχουμε και μέγιστη απόδοση. Στο παρακάτω σχήμα, μπορούμε να δούμε τα κύρια μέρη ενός τυπικού ενεργητικού ηλιακού συστήματος (Σούλτης 2007, Κάπος 2009).



Σχήμα 1.1 Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα (ΚΑΠΕ)

Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η περισσότερο διαδεδομένη στις μέρες μας, αξίζει να σημειώσουμε ότι ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οπουδήποτε χρειάζεται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, τον κλιματισμό χώρων και για άλλες εφαρμογές, λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας κυρίως κατά τους θερινούς μήνες όπου οι ανάγκες για ψύξη είναι αυξημένες, εμφανίζεται ως μία από τις περισσότερο υποσχόμενες προοπτικές. Υπάρχουν αρκετές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων στη χώρα μας και αναμένεται να έχουν γρήγορη ανάπτυξη (ΥΠΑΝ, ΚΑΠΕ 2009).

Μια ακόμα εφαρμογή που έχει εξαπλωθεί στην Ευρωπαϊκή αγορά είναι η παραγωγή ζεστού νερού σε συνδυασμό με τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων μέσω των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων. Η χρησιμοποίηση των συγκεκριμένων συστημάτων στην Ελλάδα λόγω της αυξημένης ηλιοφάνειας καθ' όλη τη διάρκεια

του έτους για τη θέρμανση χώρων, θεωρείται τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.). Σε νέα ή παλαιότερα κτίρια υπάρχει δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, εφόσον έχουν ληφθεί όλα τα μέτρα ελαχιστοποίησης των απωλειών, και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος. Για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος, είναι εξαιρετικά σημαντικός και ο σωστός σχεδιασμός του.

### 1.3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, είναι ουσιαστικά τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου που βοηθούν την καλύτερη, άμεση ή και έμμεση, εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση ή δροσισμό. Για να εφαρμοστούν τα συγκεκριμένα συστήματα σε ένα κτήριο, το βασικότερο στοιχείο που θα πρέπει να εφαρμοστεί είναι, η θερμομόνωση έτσι ώστε να εμποδιστεί η απώλεια ενέργειας. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιούνται για θέρμανση, έχουν σαν βασική αρχή το "φαινόμενο του θερμοκηπίου" ενώ τα παθητικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για δροσισμό, βασίζονται στην προστασία του κτηρίου από την ηλιακή ακτινοβολία. Ο δροσισμός του κτηρίου επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών αντικειμένων που βοηθούν στο σκιασμό του κτηρίου καθώς με τον αερισμό του κτηρίου στους εσωτερικούς του χώρους. Όταν ένα κτήριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, είτε είναι κατασκευασμένο από την αρχή κατά αυτόν τον τρόπο είτε τα παθητικά ηλιακά συστήματα έχουν προσαρμοστεί στην ήδη υπάρχουσα κατασκευή, ονομάζεται "βιοκλιματικό" και έχει τη δυνατότητα να καλύψει ένα μεγάλο κομμάτι των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή από την έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας (Μαλαμής, 1999).

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, βασίζονται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας έτσι ώστε να τη διοχετεύσουν στο χώρο. Αυτό επιτυγχάνεται με την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτήριο μέσω κάποιου διαφανούς υλικού, όπως είναι το γυαλί και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ακριβώς όπως και τα παθητικά ηλιακά συστήματα έτσι ώστε να έχουμε μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα περισσότερο συνηθισμένα παθητικά ηλιακά σύστημα, είναι τα συστήματα άμεσου κέρδους, και βασίζονται στην άμεση αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας που μπαίνει στο χώρο από τα παράθυρα κατάλληλου προσανατολισμού (κατά προτίμηση νότιου) σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία έχει τη δυνατότητα να απορροφά τη θερμότητα και να τη διοχετεύει στο χώρο αργότερα με αποτέλεσμα το κτήριο να διατηρεί τη θερμοκρασία του για αρκετές ώρες. Με ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορούμε να εμποδίσουμε την ακτινοβολία να μπει στο χώρο κατά τους θερινούς μήνες.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας είναι τα εξής:

- **Ηλιακοί τοίχοι:** Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου, είτε μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο.

- ✿ **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι):** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτηρίου μέσω ανοιγμάτων ή διαπερνά τον τοίχο.
- ✿ **Ηλιακά αίθρια:** είναι εσωτερικοί χώροι του κτηρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως και τα θερμοκήπια.

(ΚΑΠΕ 2009 )

### 1.3.3 Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Κάποια υλικά, όπως είναι το πυρίτιο με την προσθήκη και άλλων στοιχείων, γίνονται ημιαγωγοί, έχουν δηλαδή τη δυνατότητα να δημιουργούν διαφορά δυναμικού όταν έρχονται σε επαφή με την ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Ενώνοντας μεταξύ τους πολλά μικρά κομμάτια τέτοιου είδους υλικών, τοποθετώντας τα σε μία επίπεδη επιφάνεια και στρέφοντάς τα προς τον ήλιο, γίνεται δυνατή η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο μπορεί να καλύψει πολλές από τις ανάγκες μας. Η μέγιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων, ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους κυμαίνεται από 7%-15%. Το πιο σημαντικό από όλα όμως, είναι ότι η ενέργεια που παράγεται με αυτό τον τρόπο, μπορεί να αποθηκευτεί σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές έτσι ώστε η ενέργεια αυτή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανά πάσα στιγμή, καθιστώντας στην ουσιαστικά ανεξάντλητη και χωρίς κόστος. (Ινστιτούτο Τεχνολογίας & Εφαρμογών Στερεών Καυσίμων (ΙΤΕΣΚ 2011)

Σε σύγκριση με άλλες χώρες, η Ελλάδα έχει τις καλύτερες προϋποθέσεις τόσο για την εφαρμογή των συστημάτων αυτών όσο και την ανάπτυξή τους. Σημαντικά



ενεργειακά κέρδη μπορούν να προκύψουν και με την εκμετάλλευση των «παθητικών ηλιακών συστημάτων», των φυσικών, δηλαδή, περιβαλλοντικών πηγών ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων, με την εφαρμογή συστημάτων, παθητικής θέρμανσης και ψύξης, φυσικού φωτισμού και ταυτόχρονη εφαρμογή συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως μόνωση και αυτοματισμοί για τον έλεγχο της λειτουργίας τους ανάλογα με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η σημασία του σχεδιασμού, τόσο των κτιρίων όσο και των πολεοδομικών συγκροτημάτων, είναι σημαντική για την επίτευξη « αειφόρου ανάπτυξης», ώστε να πετύχουμε αειφόρα κτήρια σε αειφόρες πόλεις με τις ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



#### 1.4 ΒΙΟΜΑΖΑ

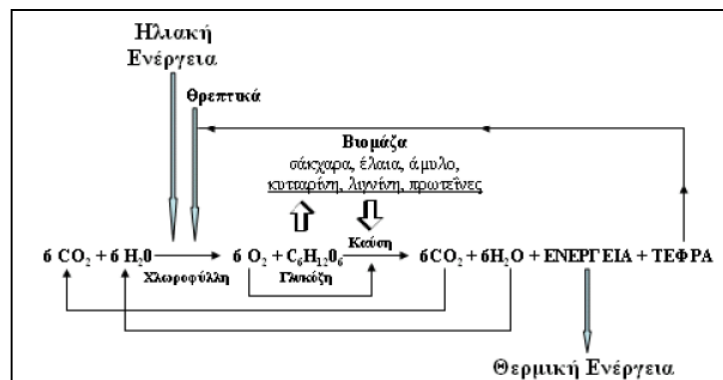
Η βιομάζα είναι η μάζα βιολογικών υλικών που προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς και από βιολογικούς μετασχηματισμούς της ύλης (Βουρδουμπάς, 1999). Είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια, με βασικές πρώτες ύλες το νερό και το CO<sub>2</sub> σε βιομάζα. Κατά τη διαδικασία μετατροπής αυτής της “πράσινης πηγής ενέργειας”, όλα τα στοιχεία εκτός του αζώτου, επιστρέφουν ως στάχτη στο έδαφος. Έτσι δημιουργείται ο σχεδόν κλειστός κύκλος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Είναι ανανεώσιμη με την έννοια ότι μετασχηματίζεται, καταστρέφεται και αναπαράγεται. Ουσιαστικά είναι ένας αέναος μετατροπέας της ηλιακής ενέργειας, η οποία αποθηκεύεται σε χημική μορφή στα οργανικά προϊόντα της φωτοσύνθεσης. Η απόδοση μετατροπής της ηλιακής ενέργειας (προσπίπτουσας ακτινοβολίας) σε αποθηκευμένη χημική μέσω της φωτοσύνθεσης των φυτών, είναι χαμηλή (in vivo), της τάξης του 1-2% (El Bassam, 1998, McKendry, 2002, Klass, 2004). Υπολογίζεται ότι το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε καθαρή πρωτογενή παραγωγή βιομάζας στα χερσαία οικοσυστήματα του πλανήτη είναι κατά μέσο όρο 1% (Βερεσόγλου, 1996).

Αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο). Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας δεν είναι νέα. Σ’ αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που για μεγάλο χρονικό διάστημα κάλυπταν σημαντικά ποσοστά των ενεργειακών αναγκών.

### 1.4.1 Η βιομάζα ως ενεργειακός πόρος

Οι πιο πολλές μορφές βιομάζας αποτελούνται από νερό καθώς και κυτταρίνες, ημικυτταρίνες και λιγνίνες σε διάφορες αναλογίες, στις οποίες και εμπεριέχεται η αποθηκευμένη χημική ενέργεια. Η τυπική σύνθεση της βιομάζας είναι 50% άνθρακας, 43% οξυγόνο και 6% υδρογόνο και ο χημικός της τύπος είναι  $C_6n(H_2O)_5n$  (Βουρδουμπάς, 1999). Η ξηρή βιομάζα έχει θερμογόνο δύναμη (θερμική αξία) 15-20 MJ/kg (Scurlock, 2001, Klass, 2004).

Ο σχεδόν κλειστός κύκλος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα παρουσιάζεται στο σχήμα 1.2.



Σχήμα 1.2: Ο κύκλος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα (El Bassam, 1998).

Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου στη γη αναμένεται να έχουν εξαντληθεί πριν τα μέσα του 21ου αιώνα (Klass, 2004), Σχετικά με τα παγκόσμια αποθέματα σε κάρβουνο που είναι οικονομικά και τεχνολογικά διαθέσιμα, αυτά επαρκούν για περίπου 200 χρόνια σύμφωνα με το σημερινό ρυθμό εξόρυξης και χρήσης.

Μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα έδειξε ότι αποτελεί μια βασική πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατόν να συμβάλει στην ενεργειακή επάρκεια μετά την εξάντληση των αποθεμάτων του αργού πετρελαίου, του ορυκτού άνθρακα και

του φυσικού αερίου (ΕΛΚΕΠΑ, 1986, Teague και Lacewell, 1986) και στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που συμμετέχουν στη θέρμανση της υδρογείου και τις κλιματικές αλλαγές (Klass, 1998, Voss, 2004).

Έχει υπολογιστεί ότι ανά έτος, παράγονται σε παγκόσμια κλίμακα μέσω της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας περίπου 220 δισεκατομμύρια τόνοι ξηρής βιομάζας με ενεργειακό ισοδύναμο που αντιστοιχεί στο δεκαπλάσιο της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας (Johansson et al., 1998).

Η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων. Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας, οι υπολειμματικές μορφές και η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες. Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες (ΚΑΠΕ, 2004):

- 🌿 Υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή το δάσος μετά τη συγκομιδή του κυρίου προϊόντος. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι το άχυρο των σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη, τα κλαδοδέματα κ.α.
- 🌿 Υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών όπως ελαιοπυρήνες, υπολείμματα εκκοκκισμού, πριονίδια κ.α.
- 🌿 Απορρίμματα, βιομηχανικά και αστικά απόβλητα (οργανικά).

#### 1.4.2 Μετατροπές της βιομάζας

Η παλαιότερη χρήση της βιομάζας είναι η καύση, η οποία επιτυγχάνεται παρουσία αέρα (οξυγόνου) σε θερμοκρασίες 1000-1500 °C. Η καύση χρησιμοποιείται κυρίως για παραγωγή θερμότητας, αλλά σαν διεργασία έχει χαμηλό βαθμό απόδοσης, συνήθως κάτω του 40% (Βουρδουμπάς, 1999). Για την επίτευξη καλύτερων βαθμών απόδοσης είναι επιθυμητό η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία να είναι χαμηλή (λιγότερο από 20%). Τις περισσότερες φορές απαιτείται η επεξεργασία και ο εξευγενισμός της βιομάζας για τη μετατροπή της σε καύσιμο ενώ πολύ συχνά απαιτείται ο τεμαχισμός της βιομάζας σε μικρά κομμάτια για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες συσκευές και φούρνους για καύση. Μόνο λίγοι τύποι βιομάζας, όπως είναι για παράδειγμα το ξύλο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν απ' ευθείας με καύση για παραγωγή ενέργειας. Οι διεργασίες επεξεργασίας της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας, συνοψίζονται στις παρακάτω τρεις κατηγορίες (Βουρδουμπάς, 1999, Alemanno, et al., 2004):

##### 1.4.2.A Θερμοχημική επεξεργασία

###### 1. Ανθρακοποίηση π.χ. παραγωγή κάρβουνου.

Το κάρβουνο που χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα στις αναπτυσσόμενες χώρες σαν καύσιμο παράγεται με την ανθρακοποίηση της βιομάζας. Η ανθρακοποίηση είναι μία διεργασία όπου το ξύλο θερμαίνεται παρουσία αέρα σε αναλογία μικρότερη από τη στοιχειομετρική, και σαν προϊόν παράγεται το κάρβουνο καθώς και υγρά και αέρια παραπροϊόντα

### 2. Πυρόλυση π.χ. παραγωγή υδρολυτικών ελαίων.

Κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης η βιομάζα αποσυντίθεται απουσία αέρα και τα παραγόμενα προϊόντα από τη θερμοχημική αυτή μετατροπή είναι α)αέρια, β)πυρολιγνικά υγρά και γ)βιοάνθρακας (κάρβουνο).

### 3. Αεριοποίηση π.χ. παραγωγή αερίου.

Η αεριοποίηση της βιομάζας περιλαμβάνει τη μερική καύση της (με αναλογία αέρα μικρότερη από την στοιχειομετρική) σε κατάλληλους αντιδραστήρες.

## **1.4.2.B. Βιολογική επεξεργασία**

### 1. Αναερόβια ζύμωση π.χ. παραγωγή βιοαερίου.

Το βιοαέριο παράγεται με τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας περιλαμβάνει τη μικροβιακή αποδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων προς απλούστερα μόρια και γίνεται σε τρεις φάσεις :

- α) Τη φάση της υδρόλυσης
- β) Την όξινη φάση
- γ) Τη φάση της μεθανοποίησης

### 2. Υδρόλυση-Αναερόβια ζύμωση π.χ. παραγωγή αιθανόλης.

Αιθανόλη μπορεί να παραχθεί από διάφορους τύπους βιομάζας με χημικές και βιολογικές διεργασίες και η παραγόμενη αιθανόλη αποτελεί άριστο καύσιμο υποκατάστατο της βενζίνης. Τρεις τύποι βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό :

- α) Σακχαρούχες ύλες
- β) Αμυλούχες ύλες
- γ) Κυτταρινούχες ύλες.

#### 1.4.2.Γ. Χημική επεξεργασία

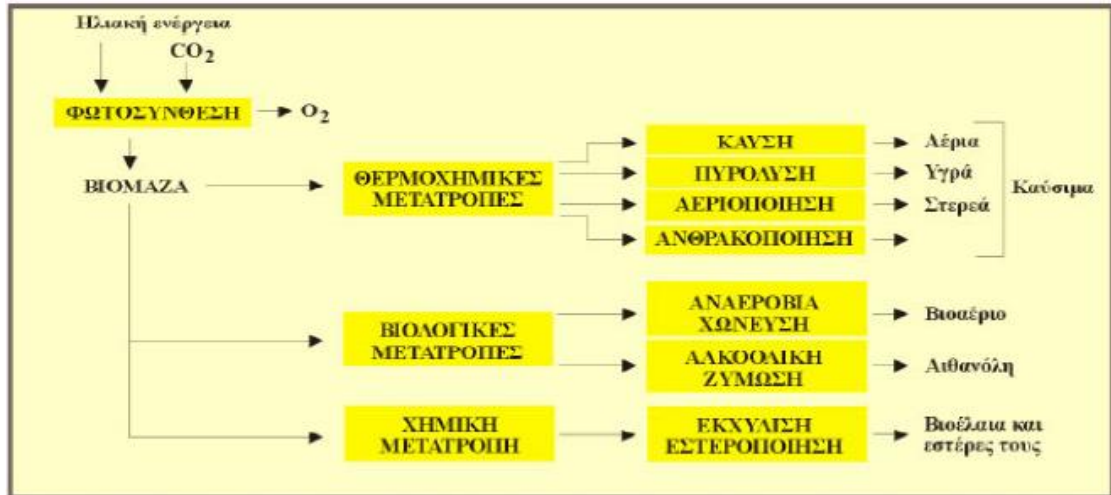
##### 1. Εκχύλιση ελαίων και εστεροποίηση των τριγλυκεριδίων π.χ. παραγωγή βιοκαυσίμου

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη λήψη ελαίου από τους καρπούς είναι η ίδια είτε το λάδι χρησιμοποιείται για βρώσιμο είτε για καύσιμο. Τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα σε οχήματα που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ.

Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τη σχέση C/N και την περιεχόμενη υγρασία της βιομάζας. Οι θερμοχημικές διεργασίες χρησιμοποιούνται για τα είδη βιομάζας με σχέση C/N > 30 και υγρασία μικρότερη από 50%, δηλαδή για κυτταρινούχα είδη. Οι βιοχημικές διεργασίες, οι οποίες είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, χρησιμοποιούνται για είδη βιομάζας με σχέση C/N < 30 και υγρασία υψηλότερη από 50% (ΕΛΚΕΠΑ, 1986, Μαρτζόπουλος, 1996). Επίσης η σχετική αναλογία κυτταρίνης/ημικυτταρίνης/λιγνίνης είναι κριτικός παράγοντας που καθορίζει τη βέλτιστη διεργασία παραγωγής ενέργειας για κάθε τύπο βιομάζας (McKendry, 2002).

Σύμφωνα με τον Luger (2002), η βιομάζα που χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας πρέπει να έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε Cl (αποτελεί διαβρωτικό παράγοντα), K, Ca (δημιουργούν επιστρώσεις στις σωληνώσεις) και N (εκπομπές NO<sub>x</sub>) και χαμηλή περιεκτικότητα υγρασίας που σχετίζεται με τη θερμογόνο δύναμη της βιομάζας.

Στο σχήμα 1.3 παρουσιάζονται οι διάφορες θερμικές, βιολογικές και χημικές διεργασίες μετατροπής της βιομάζας και οι τελικές χρήσεις.



Σχήμα 1.3: Διεργασίες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα (Βουρδουμπάς, 1999).

## 1.5 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου και την χρησιμοποιούμε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα σύστημα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας μετατρέπει την κινητική ενέργεια που προέρχεται από τον άνεμο σε μηχανική ή ηλεκτρική την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε με πολλούς τρόπους όπως για παράδειγμα για φόρτιση μπαταριών, άντληση νερού σε απομακρυσμένες περιοχές ή για παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε απομακρυσμένες περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο της ΔΕΗ (Τσατήρης 2002).

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι εκείνα στα οποία ο άξονας περιστρέφεται οριζόντια και καταλαμβάνουν ποσοστό 95% των διαθέσιμων συστημάτων αιολικής ενέργειας. Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500KW και μπορούν να συνδεθούν κατευθείαν στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας.



Η σημαντικότερη εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεση τους στο δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, όπως συνηθίζεται να λέγεται, αποτελεί την πιο οικονομική εφαρμογή της αιολικής ενέργειας διότι το κόστος κατασκευής και συντήρησης μειώνεται σημαντικά λόγω της παραγωγής μεγάλων ποσών ηλεκτρικής ενέργειας (Σχήμα 17).



Εικόνα 1.1 Τυπικό αιολικό πάρκο

Τα αιολικά πάρκα συνήθως τοποθετούνται σε υψώματα και λόφους μεγάλης έκτασης. Στην περίπτωση όμως χωρών με μικρή γεωγραφική έκταση, θεωρείται απαραίτητη η μεταφορά της εγκατάστασής τους σε παράλιες ακτές ή ανοιχτά της θάλασσας.

Τα αιολικά πάρκα στην θάλασσα (υπεράκτια αιολικά πάρκα) αποτελούν την μοναδική διέξοδο σε χώρες με υψηλό πληθυσμιακό καθεστώς και έλλειψη χώρου. Το μεγαλύτερο κόστος κατασκευής στην θάλασσα, σε σχέση με την ξηρά, εξισώνεται με την μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας (Κάπος, 2009).

Η αιολική ενέργεια μπορεί να παραχθεί σε οποιοδήποτε σημείο που έχει άνεμο ακόμα και σε πολύ απομακρυσμένες περιοχές και συμβάλει αισθητά στην αποφυγή της χρησιμοποίησης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η έρευνα που γίνεται τελευταία στον τομέα της αιολικής ενέργειας αφορά το σχεδιασμό αιολικών πάρκων που χρησιμοποιούν προς όφελός τους τις κλιματικές αλλαγές ενώ

ταυτόχρονα ενεργούν με γνώμονα τις ενεργειακές απαιτήσεις του οικείου δικτύου. Ακόμα έρευνα γίνεται πάνω στον σχεδιασμό λεπίδων για αύξηση της απόδοσης της τουρμπίνας καθώς και στους τρόπους για τη μείωση του κόστους κατασκευής τους (Σούλτης 2007, Γελεγένης 2005).

## 1.6 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

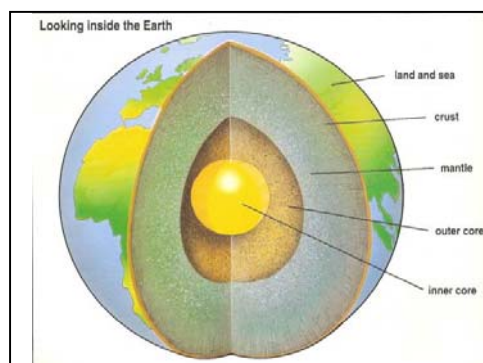
Γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Είναι μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Με την τεχνολογία που έχουμε αναπτύξει μέχρι σήμερα, η ενέργεια αυτή μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες και η ηφαιστειότητα της κάθε περιοχής, καθορίζουν αν πρόκειται ή όχι για γεωθερμική περιοχή. Οι περιοχές αυτές συνήθως εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την θέρμανση κτιρίων, θερμοκηπίων και άλλων κατασκευών, όπως πισίνες, χώροι εκτροφής ζώων, ιχθυοκαλλιέργειες κ.τ.λ (Φυτίκας, 1996)

Η γεωθερμία αν και εδώ και δεκαετίες θεωρείται από την επιστημονική κοινότητα ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας, συχνά αυτό αμφισβητείται και υπάρχει η άποψη ότι η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί πάντα ανανεώσιμη μορφή ενέργειας.

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι ότι η γεωθερμία είναι σαφώς μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, από τη στιγμή που είναι η ενέργεια που προέρχεται από τη θερμότητα του εσωτερικού της Γης και αυτή η θερμότητα είναι βασικά απεριόριστη. Γνωρίζουμε ότι, το εσωτερικό της Γης είναι πάρα πολύ θερμό (1.000-3.000οC στον μανδύα και > 4.000οC στον πυρήνα) και οι θερμοκρασίες αυτές θα εξακολουθούν να υφίστανται για πολλά ακόμα εκατομμύρια χρόνια. Ως βασικό

κριτήριο για το χαρακτηρισμό ενός πόρου σε ανανεώσιμου ή μη είναι η δυνατότητα επανάκτησης των απωλειών του συστήματος καθώς και ο ρυθμός επανάκτησης των απωλειών αυτών (Φυτίκας 2004).

Τα συστήματα άντλησης της γεωθερμικής ενέργειας που συναντάμε πιο συχνά είναι τα υδροθερμικά. Σε αυτά τα συστήματα τα φυσικά υπόγεια θερμά ρευστά, συγκεντρώνονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες, όπου θερμαίνονται από μία εστία θερμότητας και με τις γεωτρήσεις είναι αξιοποιήσιμες. Κατά την εκμετάλλευση των υδροθερμικών συστημάτων, η ανατροφοδοσία της ενέργειας επιτυγχάνεται με τη φυσική αναπλήρωση του νερού στον ταμιευτήρα, στο ίδιο περίπου χρονικό διάστημα στο οποίο γίνεται η παραγωγή των ρευστών. Αυτό σημαίνει ότι το υπόγειο νερό ή ο ατμός που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για την κάλυψη θερμικών αναγκών, με την κατάλληλη διαχείριση, δεν θα ελαττωθούν, από τη στιγμή που οι γεωθερμικοί ταμιευτήρες θα συνεχίσουν να τροφοδοτούνται, αρκεί να μη γίνεται υπεράντληση των αποθεμάτων. Η επαναδιοχέτευση των υγρών, μετά τη χρησιμοποίησή τους, μέσω άλλων γεωτρήσεων και σε ικανοποιητικές αποστάσεις μπορεί να αντικαταστήσει στο 100% την ποσότητα και την πίεση των ρευστών του ταμιευτήρα. Άρα λοιπόν και οι γεωθερμικοί πόροι μπορεί να θεωρηθούν ως ανανεώσιμοι, επειδή σε αντίθεση με τα συμβατικά καύσιμα, δε χρειάζονται μεγάλους περιόδους για την επανάκτησή τους (Παπανικολάου 2007).



**Σχήμα 1.4:** Τομή της Γης Ο Φλοιός, ο Μανδύας και ο Πυρήνας της γης.

### 1.6.1. Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας

Υπάρχουν δυο βασικές εφαρμογές της γεωθερμική ενέργειας.

- Η πρώτη βασίζεται στη άμεση χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. (Η θερμότητα αυτή προέρχεται από γεωθερμικές διόδους που φτάνουν με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια της γης ή από γεωτρήσεις που φτάνουν μέχρι τα τρία χιλιόμετρα).
- Η δεύτερη εφαρμογή εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανση και ψύξης.

Σήμερα, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και στην χώρα μας η κυριότερη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας, είναι η θέρμανση των θερμοκηπίων. Χρησιμοποιείται επίσης και στις υδατοκαλλιέργειες, δεδομένου ότι πολλά είδη υδρόβιων οργανισμών και φυκιών αναπτύσσονται γρηγορότερα σε θερμοκρασίες από 25 έως 30°C. Μια εξίσου διαδεδομένη χρήση της γεωθερμίας είναι και για τη θέρμανση των κτιρίων και των οικισμών. Στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να είναι θερμική αφαλάτωση θαλασσινού νερού, ενώ τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής θερμοκρασίας (περισσότερο από 150°C) υπάρχει η δυνατότητα να γίνει παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με την εκτόνωση ατμού (Φυτίκας 2004).

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα, όπως στη Ν.Κεσσάνη Ξάνθης, Νιγρίτα Σερρών, Λαγκαδά, Θεσσαλονίκη, Ελαιοχώρα Χαλκιδικής, Στύψη και Αργεννο Λέσβου, Μήλο, Σαντορίνη και Νίσυρο. Η συστηματική εκμετάλλευσή τους μπορεί να επιφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη (ΚΑΠΕ 2009).

### **1.6.1.A Άμεση χρήση της γεωθερμίας**

Γεωθερμικές πηγές χαμηλής έως μέσης θερμοκρασίας (από 20°C έως 150°C) χρησιμοποιούνται συχνά για την άμεση θέρμανση οικιακών, βιομηχανικών και εμπορικών εφαρμογών. Χρησιμοποιούνται επίσης για θέρμανση θερμοκηπίων, ιχθυοτροφείων, επεξεργασία τροφίμων. Για την θέρμανση οικιών πολύ διαδεδομένη είναι η τηλε-θέρμανση όπου από ένα κεντρικό σημείο μεταφέρεται η θερμότητα στα διάφορα κτήρια. Ολόκληρες πόλεις στην Ισλανδία, συνοικίες στο Παρίσι κ.ά., θερμαίνονται με αυτό τον τρόπο (Αρβανίτης 2007, Σούλτης 2007).

### **1.6.1.B Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας**

Η χρήση γεωθερμικής ενέργειας μέσω αντλιών θερμότητας εδάφους δεν έχει σχεδόν καμιά επίπτωση στο περιβάλλον και συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση της ζήτησης του ηλεκτρισμού.

Η αντλία θερμότητας έχει την μοναδική ιδιότητα να αναβαθμίζει την πηγή θερμότητας. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατόν να δεχθεί θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας, να την αναβαθμίσει και να την διαθέσει σε ένα κτίριο σε υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτό γίνεται με την χρήση ηλεκτρισμού.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν τον αβαθή ταμιευτήρα σταθερής θερμοκρασίας του υδροφόρου ορίζοντα ως θερμή πηγή κατά την διάρκεια του χειμώνα και ως ψυχρή καταβόθρα κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Ο αβαθής υδροφόρος ορίζοντας είναι συνήθως 5 °C υψηλότερος της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας του αέρα, συνεπώς η ενεργειακή απόδοση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι περίπου 50% καλύτερη από θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση (Αρβανίτης, 2007).

## 1.7 Υδραυλική Ενέργεια

Η υδραυλική ενέργεια θεωρείται μία από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς είναι η ηλιακή ενέργεια η οποία με την εξάτμιση του νερού, κινεί τον υδρολογικό κύκλο. Η υδροηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από την μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού σε κινητική και στην συνέχεια σε ηλεκτρισμό. Αυτό γίνεται με την εκμετάλλευση της ροής του νερού σε υδάτινο αγωγό με φυσική κλίση, με αποθήκευση του νερού σε τεχνητή λίμνη ώστε να αυξηθεί το υδραυλικό ύψος, ή με ένα συνδυασμό των παραπάνω. Απαιτείται συνεπώς ένα σημαντικό ύψος και μία ικανή ποσότητα ροής, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα υδροηλεκτρικής παραγωγής. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μία απόδειξη ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αναπτυχθεί κατά οικονομικό τρόπο σε μεγάλη κλίμακα. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι κατά κανόνα πιο οικονομική από την ηλεκτρική ενέργεια που έχει παραχθεί από καύση υδρογονανθράκων ή από πυρηνικά καύσιμα στους συμβατικούς θερμικούς σταθμούς (Καπλάνης, 2003).

Η υδραυλική ενέργεια ήταν γνωστή από πολύ παλιά. Υπάρχουν στοιχεία ότι από την εποχή του αρχαίου κινέζικου πολιτισμού γίνονταν παραγωγή μηχανικού έργου με τη χρησιμοποίηση του νερού. Η μετατροπή γίνονταν με υδροτροχούς, οι οποίοι ήταν μεγάλοι τροχοί από ελαφρύ υλικό, και είχαν πτερύγια στην περιφέρειά τους. Αυτά βυθίζονταν στο νερό που έρεε ένα ποτάμι, γίνονταν περιστροφή του τροχού και παράγονταν μηχανικό έργο. Τους νερόμυλους τους είχε εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος και για το άλεσμα των σιτηρών (Γελεγένης 2005).

Σήμερα χρησιμοποιούμε την υδραυλική ενέργεια κυρίως με ταμιευτήρες νερού, και για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, με τη βοήθεια των υδροηλεκτρικών σταθμών. Ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός κατασκευάστηκε στην κομητεία του Νορθάμπερλαντ γύρω στο 1880. Από τότε δεν έχει αλλάξει ουσιαστικά η τεχνολογία των περισσότερων μεγάλων σταθμών.

Σε πολλές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, το νερό των ταμιευτήρων χρησιμοποιείται αρχικά για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια του υδροηλεκτρικού σταθμού, και σε δεύτερη φάση για ύδρευση και άρδευση κοντινών περιοχών.

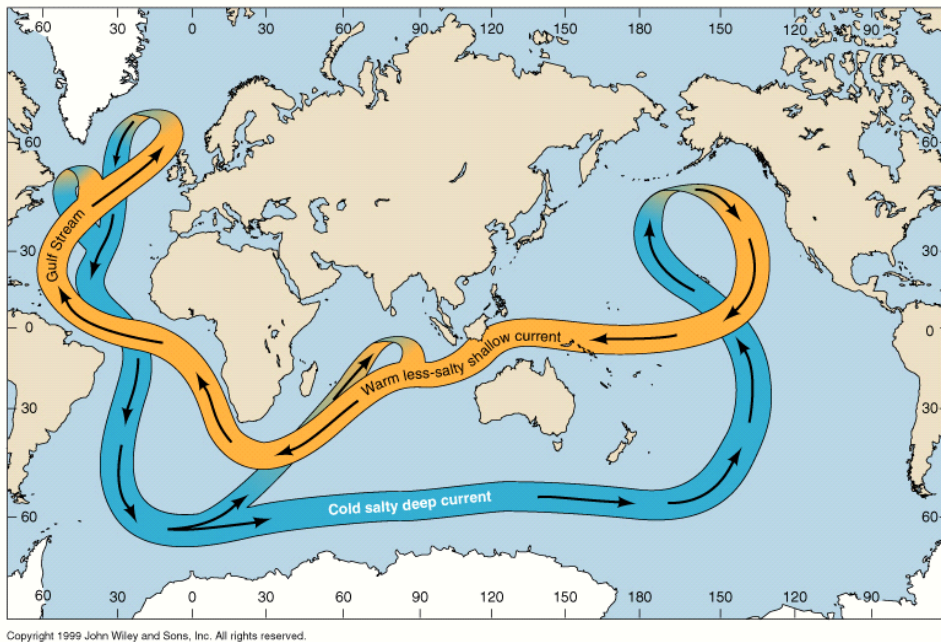
### 1.7.1 Θαλάσσια Ενέργεια

Όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη παράγραφο, το νερό που κινείται με ταχύτητα από φυσικούς ή τεχνητούς υδατοταμιευτήρες μεγάλου υψόμετρου προς χαμηλότερες περιοχές, μας δίνει τη γνωστή μας υδραυλική ενέργεια. Όμως, αυτόματα μας έρχεται στο μυαλό ο μεγάλος υδατοταμιευτήρας του πλανήτη μας, η θάλασσα.

Το θαλασσινό νερό, καθώς και το νερό των μεγάλων λιμνών που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο, δεν γίνεται να εκμεταλλευθεί για την παραγωγή ενέργειας, τουλάχιστον όχι με τον τρόπο που περιγράψαμε στην προηγούμενη παράγραφο, από τη στιγμή που το νερό αυτό δε μπορεί να κινηθεί με ταχύτητα προς μια κατεύθυνση.

Στη θάλασσα υπάρχουν τα γνωστά θαλάσσια ρεύματα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, και κινήσεις του νερού των παλιρροιών και των κυμάτων. Αυτές τις κινήσεις του νερού της θάλασσας ίσως στο μέλλον να είναι εφικτό να τις χρησιμοποιήσουμε για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ([www.energolab.gr](http://www.energolab.gr)).

Στο παρακάτω σχήμα μπορούμε να δούμε τη Θερμόαλη κυκλοφορία του Παγκόσμιου Ωκεανού. Δηλαδή την επικρατούσα παγκόσμια κυκλοφορία του νερού μέσω θερμών και ψυχρών ρευμάτων (Ζερβάκης, 2009).



**Σχήμα 1.4:** Θερμόαλη κυκλοφορία του Παγκόσμιου Ωκεανού

Φυσικά τέτοιου είδους εφαρμογές βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο. Αν, όμως, οι επιστήμονες κάποια στιγμή καταφέρουν να βρουν εφικτούς τρόπους να εκμεταλλευτούν την συγκεκριμένη ενέργεια και να την κάνουν οικονομικά αποδοτική, θα μπορούμε να αντλήσουμε ενέργεια από μια πηγή όπως η θάλασσα και οι μεγάλες λίμνες, χωρίς καμία απολύτως επιβάρυνση του περιβάλλοντος, εξασφαλίζοντας ένα καλύτερο μέλλον για τις επόμενες γενεές.



## 1.8 Μορφές Α.Π.Ε. και τύποι παραγόμενης ενέργειας

Όπως είδαμε και στις προηγούμενες παραγράφους, κάθε συγκεκριμένος τύπος Α.Π.Ε. μπορεί να συμβάλλει στην παραγωγή μίας ή περισσότερων μορφών ενέργειας. Στον Πίνακα 1.1 παρουσιάζονται οι μορφές ενέργειας που προέρχονται από τις διαφορετικές Α.Π.Ε.

Η ενέργεια για τη θέρμανση του χώρου και του νερού, όπως θα δούμε και παρακάτω, μπορεί να προέλθει από την ηλιακή ενέργεια μέσω των ηλιακών και φωτοβολταϊκών συστημάτων, από τη γεωθερμική ενέργεια και από τη βιομάζα. Επίσης στη θέρμανση του χώρου συμβάλλουν τα δομικά υλικά και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτηρίων (παθητική αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας). Η ενέργεια για την ψύξη μπορεί να προέλθει από την ηλιακή ενέργεια μέσα από την παθητική ή την ενεργητική αξιοποίησή της και από τη γεωθερμική ενέργεια. Η ενέργεια που παράγεται απ' τη βιομάζα και ο ηλεκτρισμός είναι εφικτό να επιτευχθούν απ' όλες τις μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προαναφέρθηκαν.

Ενέργεια Α.Π.Ε.	Ηλεκτρι- σμός	Θέρμανση νερού	Θέρμανση χώρου	Ψύξη	Καύσιμα
Αιολική	✓				
Υδραυλική	✓				
Γεωθερμία	✓	✓	✓	✓	
Ενεργειακή ηλιακή	✓	✓	✓	✓	
Παθητική ηλιακή			✓	✓	
Φωτοβολταϊκά	✓	✓	✓		
Θαλάσσια ενέργεια	✓				
Βιομάζα	✓	✓	✓		✓

**Πίνακας 1.1:** Μορφές παραγόμενης ενέργειας από Α.Π.Ε.

Πηγή: Stratigea και Giaoutzi, 2006

## Κεφάλαιο 2

### Η σημασία της ενεργητικής μάθησης

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, αναπτύξαμε κάποια βασικά χαρακτηριστικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, προκειμένου έχοντας στα χέρια του τη συγκεκριμένη εργασία, ο εκπαιδευτικός να έχει μια βάση δεδομένων που θα είναι χρήσιμη στο να μεταδώσει τις γνώσεις του στους εκπαιδευόμενους. Είναι σημαντικό όμως οι γνώσεις αυτές, να αφομοιωθούν από τους μαθητές, και το μάθημα να είναι εποικοδομητικό, προκειμένου όχι απλώς να μεταφερθούν παθητικά οι πληροφορίες προς τους μαθητές, αλλά να υπάρχει ενεργή συμμετοχή από αυτούς, και οι γνώσεις αυτές να γίνουν βίωμα, άρα και να μείνουν. Η ενεργητική μάθηση είναι αποτελεσματική στο να επιτύχουμε κάτι τέτοιο. Σε αυτό το κεφάλαιο λοιπόν θα εξηγήσουμε καταρχήν τι είναι αυτό που καλούμε «ενεργητική μάθηση» καθώς και θα αναλύσουμε τη σημασία της .

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, είναι μια φιλοσοφία που αποτελείται από στόχους και πλαίσιο εργασίας, με κοινωνικά και οικολογικά θέματα. Θα πρέπει να πούμε ότι είναι κάτι παραπάνω από ένα χρήσιμο εργαλείο, ή μια παιδαγωγική μέθοδος η οποία μπορεί να είναι αποτελεσματική (Deborah Simmons, 1998).

Η έννοια “περιβαλλοντική εκπαίδευση” καθορίστηκε για πρώτη φορά το 1969 από τον Dr. William Stepien του πανεπιστημίου του Michigan. Είχε γράψει ότι η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στοχεύει στο να παράγει ένα πληθυσμό που να είναι ενήμερος για το πώς να βοηθήσει να λύσει προβλήματα, και έχει τη θέληση για να εργαστεί προς τη λύση τους”. Αυτός ο καθορισμός του ήταν σημαντικός, γιατί περιέχει τα τρία κυριότερα στοιχεία στα οποία πρέπει να στοχεύουν όλα τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Πρώτα από όλα περιέχει τη γνώση που πρέπει να έχουν οι άνθρωποι για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, μετά περιέχει

την εκπαίδευση αυτών όσο αφορά τις πιθανές λύσεις για τα προβλήματα και πώς αντιμετωπίζονται, και τέλος η πιο σημαντική πτυχή είναι η παρακίνηση και προσωπική θέληση των ανθρώπων στο να πάρουν μέρος στις πιθανές λύσεις των προβλημάτων αυτών.

Ο καθηγητής Cornelius Troost συμφωνεί με την άποψη αυτή, στην δική του περιγραφή όσο αφορά τους στόχους της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Πιστεύει ότι ο κύριος στόχος είναι η δημιουργία ενός περιβαλλοντικά ενεργού πληθυσμού.

Τελικά, ο ορισμός της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, διατυπώθηκε πρώτη φορά στη Νεβάδα, το 1970, και έχει ως εξής:

«Η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι η διαδικασία που οδηγεί με την αναγνώριση αξιών και τη διασαφήνιση εννοιών στην ανάπτυξη των ικανοτήτων και των στάσεων που είναι απαραίτητες για την κατανόηση και την εκτίμηση της συσχέτισης ανθρώπου, πολιτισμού, και βιοφυσικού περιβάλλοντος. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση συνεπάγεται επίσης άσκηση στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και τη διαμόρφωση ενός κώδικα συμπεριφοράς του κάθε ατόμου ξεχωριστά γύρω από τα προβλήματα που αφορούν στην ποιότητα του περιβάλλοντος» (IUCN, 1970).

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση είναι μια καινοτόμος εκπαιδευτική διαδικασία, που προάγει την ενεργητική μάθηση, από τη στιγμή που δίνει διέξοδο στη διάθεση των μαθητών για δράση και δημιουργία, προάγοντας την ενεργητική συμμετοχή, με τελικό και κυριότερο στόχο τη διαμόρφωση ενεργών και υπεύθυνων πολιτών, που να είναι σε θέση όχι απλά να έχουν γνώσεις και να ανησυχούν, τόσο

για το περιβάλλον όσο και για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά να έχουν την ικανότητα του να συμμετέχουν, ώστε ατομικά ή συλλογικά να βρίσκουν λύσεις σε σύγχρονα προβλήματα. Ο Marcinkowski , (1991), πηγαίνει ένα βήμα παραπάνω, και υποστηρίζει ότι όχι μόνο η περιβαλλοντικά υπεύθυνη συμπεριφορά, αλλά και η συμμετοχή σε περιβαλλοντικές δραστηριότητες είναι στόχος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

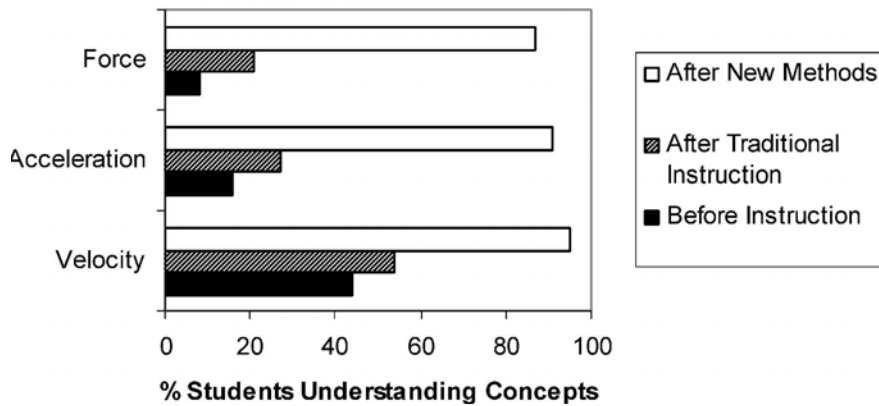
Για να επιτύχει μια διαδικασία εκπαίδευσης, βασικότερο όλων, είναι να υπάρχει το απαιτούμενο ενδιαφέρον, τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους εκπαιδευόμενους. Και οι δύο πλευρές, πρέπει να συμμετέχουν ενεργά, σε κάθε στάδιο της διαδικασίας, από την αρχή, μέχρι το τέλος (Julie A. Athan and Martha C Monroe, 2000).

Σίγουρα η επίτευξη των στόχων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης δεν είναι εύκολη. Θέλει οργάνωση, γνώσεις, και πάνω από όλα θέληση από ανθρώπους που είναι διατεθειμένοι να προσφέρουν. Μόνο με θέληση και δουλειά θα μπορέσουμε να αφήσουμε ένα καλύτερο κόσμο για τα παιδιά μας.

Η ενεργητική μάθηση όπως προαναφέραμε είναι ένα βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Ενεργητική μάθηση έχουμε όταν οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να έχουν μια περισσότερο δραστική σχέση με το αντικείμενο των μαθημάτων, με τους καθηγητές να τους ενθαρρύνουν με διάφορα διδακτικά μέσα, να μπορούν να παράγουν και όχι απλώς να προσλαμβάνουν τη γνώση. Σε ένα ενεργητικό περιβάλλον μάθησης, ο καθηγητής δεν χρησιμοποιεί μόνο τη μέθοδο της διάλεξης προκειμένου να μεταδώσει απλώς τη γνώση στους μαθητές, αλλά χρησιμοποιεί μεθόδους που εμπλέκουν ενεργά τους μαθητές προκειμένου να παράγουν οι ίδιοι τη γνώση, μόνοι τους ή με τη βοήθεια συμμαθητών και του ιδίου.

Έρευνες έχουν δείξει ότι η ενεργητική μάθηση, είναι μια εξαιρετικά αποτελεσματική τεχνική διδασκαλίας.

## Average College and University Results



**Διάγραμμα 2.1:** Αποτελέσματα έρευνας με αντικείμενο την απόδοση των μαθητών συγκριτικά με μεθόδους ενεργητικής μάθησης και παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (πηγή: Prince Michael, 2004 Journal of Engineering Education)

Ανεξάρτητα από το θέμα που πρέπει να αναλυθεί, όταν η μάθηση είναι ενεργητική, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (όπως η διάλεξη), οι μαθητές μαθαίνουν ευκολότερα, και οι γνώσεις τις οποίες αποκτούν, είναι ουσιαστικές. Ιδανικός μαθητής θεωρείται ο ενεργητικός μαθητής, δηλαδή ο μαθητής που διαθέτει δική του βούληση και που ως αυτόνομο άτομο διαμορφώνει γνώση ως αποτέλεσμα σκόπιμης κοινωνικο-γνωστικής δραστηριότητας.

Χωρίς αμφιβολία, η ενεργητική συμμετοχή εξασφαλίζει το μεγαλύτερο ποσοστό συγκράτησης της πληροφορίας-γνώσης.

Συγκεκριμένα, όταν προσέχουμε, αφομοιώνουμε:

- το 10% από αυτά που διαβάζουμε
- το 20% από αυτά που ακούμε
- το 30% από αυτά που βλέπουμε
- το 50% από αυτά που βλέπουμε και ακούμε ταυτόχρονα
- το 80% από αυτά που λέμε
- το 90% από αυτά που λέμε και ταυτόχρονα κάνουμε ενέργειες που απαιτούν στοχασμό και στις οποίες εμπλεκόμαστε ενεργά

(Mucchielli, 2002).

Παρόλα αυτά πρέπει να αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη τεχνική διδασκαλίας, μπορεί να προκαλέσει δυσκολίες σε εκπαιδευτικούς και μαθητές που δεν είναι συνηθισμένα σε αυτόν τον τρόπο διδασκαλίας, από τη στιγμή που ο δάσκαλος παραχωρεί τον έλεγχο της διδασκαλίας στους μαθητές και παίρνει το ρόλο του “διαμεσολαβητή”, ενώ οι μαθητές παίρνουν την ευθύνη όχι μόνο για το τι αλλά και το πώς μαθαίνουν.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός για να υπάρξει αποτελεσματική μάθηση, κάποιες από αυτές θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

Ενδεικτικά σε αυτό το σημείο μπορούμε να αναφέρουμε ότι ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει μέσα όπως έγγραφα, εικόνες, παιχνίδια, κάποιες ιστορίες ή προβλήματα. Μπορεί να χρησιμοποιήσει τα συγκεκριμένα μέσα διδασκαλίας προκειμένου, κατόπιν συζήτησης με τους εκπαιδευόμενους να μπορέσει όχι απλώς να μεταφέρει τη γνώση στους μαθητές αλλά να καταφέρει να κάνει τους μαθητές να οδηγηθούν μόνοι τους σε αυτή (Μανωλάς 2001, Σκαναβή 2004).

Τα μέσα που θα χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην ενθάρρυνση της ενεργητικής μάθησης, αλλά αυτό δεν είναι δεδομένο. Εξαρτάται από τον τρόπο που θα χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός τα συγκεκριμένα μέσα, καθώς και από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό. Για παράδειγμα, αν ένας μαθητής παρακολουθήσει απλά ένα βίντεο ή κάποια παρουσίαση που θα γίνει στην τάξη, χωρίς να κάνει τίποτε άλλο, τότε έχουμε παθητική και όχι ενεργητική μάθηση. Ένας τρόπος για να γίνει ο μαθητής ενεργητικός είναι η ανατροφοδότηση. Η ανατροφοδότηση μπορεί να προέλθει από κάποιο λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους μαθητές, από τον εκπαιδευτικό, ή από τους μαθητές όταν υπάρχει συνεργασία (Μανωλάς 2001, Bertrand 1999).

Σε αυτό το σημείο μπορούμε να πούμε, ότι μια θετική πλευρά της ανατροφοδότησης που προέρχεται από νέες τεχνολογίες με τη βοήθεια κάποιου

λογισμικού, είναι ότι οι μαθητές δεν έχουν τον εκπαιδευτικό να τους λέει ότι έκαναν κάποιο λάθος. Η αρνητική ανατροφοδότηση που παρέχει ο εκπαιδευτικός έχει συνδεθεί με μείωση της αυτοεκτίμησης κάποιων μαθητών, και ιδιαίτερα στα κορίτσια. Για το λόγο αυτό, είναι ιδανικό να δημιουργούνται περιβάλλοντα μάθησης που οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα να ενεργούν και να σκέπτονται από μόνοι τους ή σε συνεργασία με άλλους μαθητές και η ανατροφοδότηση να παρέχεται από κάποιο λογισμικό, από τη συζήτηση της ομάδας ή από τις πράξεις του ίδιου του μαθητή ( Martyn, 2008).

Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο που βοηθάει στην προώθηση της ενεργητικής μάθησης, είναι η συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Εξάλλου έρευνες έχουν δείξει ότι η μάθηση σε όλα τα σχολικά αντικείμενα με συνεργασία σε ομάδα, είναι σαφώς ανώτερη και αποδοτικότερη από την ανταγωνιστική συνεργασία σε ομάδα και σε σχέση με την ατομική προσπάθεια. Ακόμα, το επίπεδο της ικανοποίησης από τη συνεργατική εργασία, της αλληλοβοήθειας, του κλίματος επικοινωνίας και της διάρκειας της συγκράτησης των γνώσεων, είναι σαφώς ανώτερο σε σχέση με το ανταγωνιστικό ή ατομικό πλαίσιο εργασίας. Ακόμα, καλό θα ήταν εκτός από το να εξασφαλίσουμε την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών, μέσω διαδικασιών ενεργού εμπλοκής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, θα πρέπει και το θέμα για το οποίο οι μαθητές θα κληθούν να εκπαιδευτούν, να έχει νόημα για τους μαθητές και να μην είναι ξεκομμένο από τις υπάρχουσες εμπειρίες των μαθητών, ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία του από τους μαθητές. Με λίγα λόγια δηλαδή, να είναι αυθεντικό. Με αυτόν τον τρόπο και το πρόγραμμα εκπαίδευσης που επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε θα είναι και επιτυχημένο ( Johnson, 2004, Usher, 2010).

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι οι σύγχρονες εκπαιδευτικές θεωρίες προωθούν την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών και υποστηρίζουν όσα αναφέραμε παραπάνω. Η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών βέβαια στην εκπαιδευτική διαδικασία σαν θεωρία δεν είναι κάτι καινούριο, αλλά τις τελευταίες

δεκαετίες υποστηρίζεται ολοένα και περισσότερο, και αναπτύσσονται ιδέες και θεωρίες που υποστηρίζουν αυτόν τον τύπο μάθησης.

Στην ιστορία της παιδαγωγικής συνυπάρχουν δύο μεγάλες παραδόσεις:

- Η δασκαλοκεντρική και
- Η μαθητοκεντρική

Ο δασκαλοκεντρισμός αντιλαμβάνεται τη μάθηση ως εκστρατεία των ενηλίκων-εκπαιδευτών ενάντια στις φυσικές τάσεις των μαθητών, με βάση τη λογική ότι ο άνθρωπος διαθέτει φυσική ροπή προς την άγνοια και τις άσκοπες δραστηριότητες (Ράπτης, 2000). Το παιδαγωγικό αυτό πρότυπο παρουσιάζει ένα αυστηρό σύστημα αξιών και αρετών και εκπαιδευτικές πρακτικές όπως αμοιβή / τιμωρία, υιοθετεί την άσκηση φυσικής βίας, χαρακτηρίζεται από την επιλογή αυστηρών κανόνων συμπεριφοράς και το κυρίαρχο ρόλο του δασκάλου (Γεωργόπουλος, Τσαλίκη, 1998). Η παρουσία του δασκαλοκεντρισμού ως παιδαγωγικού μοντέλου ξεκινά από την αρχαιότητα, συνεχίζεται το Μεσαίωνα (Ράπτης 2000) και κυριαρχεί στην Ευρώπη μέχρι τα τέλη του προηγούμενου αιώνα και στην Ελλάδα μέχρι το 1975 (Φράγκος 1977).

Μέσα στο πνεύμα του Διαφωτισμού, διανοούμενοι της εποχής αντιλαμβάνονται τον άνθρωπο ως ένα “εκ φύσεως φιλομαθές ων” και διατυπώνουν την άποψη ότι ο άνθρωπος θα οδηγηθεί στη μάθηση μόνο αν εξασκήσει την ερευνητική του φύση, εκφράζοντας κατ’ αυτόν τον τρόπο τις πρώτες μαθητοκεντρικές θεωρίες (Ράπτης, 2000). Ο μαθητοκεντρισμός λοιπόν ορίζει το δάσκαλο ως καθοδηγητή, με παρεμβατικό κυρίως ρόλο (Φράγκος 1977, Παπακωνσταντίνου 1983) με κύριο στόχο την παρακολούθηση της προόδου του παιδιού. Στο μαθητοκεντρικό πρότυπο ο ρόλος του εκπαιδευτικού αποσκοπεί όχι στο να παρέχει γνώση, αλλά να οδηγεί το μαθητή έτσι ώστε η μάθηση να αποκτάται από τη ενεργή δράση των εκπαιδευομένων, δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός των γνώσεων σε “μαθήματα”, και απουσιάζουν τα “εξωτερικά” κριτήρια (όπως για



παράδειγμα η πειθαρχία, η βαθμολόγηση κ.τ.λ.), και σε γενικές γραμμές η σχέση δάσκαλου και μαθητή γίνεται περισσότερο φιλική και έχει ως γνώμονα τις ανάγκες των παιδιών (Φράγκος, 1977, Ράπτης, 2000). Ο μαθητής παύει να είναι ακροατής και δέκτης, και πλέον αποφασίζει ο ίδιος για τον τρόπο που θα αποκτηθεί η γνώση. Σε αντίθεση με τον δασκαλοκεντρισμό η μάθηση μπορεί να είναι ευχάριστη και δεν είναι απαραίτητο να επιβάλλεται στους εκπαιδευόμενους (Bertrand 1999).

Έχουν αναπτυχθεί πολλές μαθητοκεντρικές θεωρίες που υποστηρίζουν ενεργητικές μεθόδους μάθησης. Ένα παράδειγμα είναι η θεωρία της αυτενέργειας. Σύμφωνα με αυτή ο μαθητής μαθαίνει καλύτερα και συγκρατεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στη μνήμη του τις γνώσεις που κατέκτησε με δική του δράση και εμπειρία. Αρκετά παιδαγωγικά συστήματα ανήγαγαν την αυτενέργεια σε βασική τους αρχή. Κάποια από αυτά είναι η Εμπειρική Παιδαγωγική του J.Dewey, το Σχολείο Εργασίας, η διερευνητική προσέγγιση της διδασκαλίας κτλ. Μία ακόμα παρόμοια θεωρία είναι αυτή του οικοδομισμού. Σύμφωνα με την θεωρία του οικοδομισμού, η μάθηση είναι μία υποκειμενική και εσωτερική διαδικασία “οικοδόμησης νοημάτων” και θεωρείται “το αποτέλεσμα οργάνωσης και προσαρμογής των νέων πληροφοριών σε ήδη υπάρχουσες γνώσεις”. (Παπαδοπούλου 2008) Αναγνωρίζει δηλαδή ότι τα παιδιά, πριν ακόμα πάνε στο σχολείο, έχουν ήδη κάποιες γνώσεις και το σχολείο πρέπει να στηρίξει και να βοηθήσει τα παιδιά στο να «χτίσουν» τις γνώσεις που ήδη έχουν. Τα οπτικά βοηθητικά εκπαιδευτικά μέσα, είναι ιδανικά για ανάκληση μνήμης και για κριτική επεξεργασία της νέας πληροφορίας. Ένα ακόμα παράδειγμα σύγχρονης εκπαιδευτικής θεωρίας είναι ο κονστрукτιβισμός, που ως θεωρία υποστηρίζει τη δημιουργία από τους μαθητές της δικής τους γνώσης, μετά από επεξεργασία των νέων πληροφοριών με τις ήδη υπάρχουσες, αντί της παθητικής πρόσληψής της από τον εξωτερικό κόσμο (Ματσαγγούρας 2002, Κασσωτάκης & Φλουρής 2006).

Στη σύγχρονη εποχή, εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων αλλά και εκπαιδευτές ενηλίκων, επισημαίνουν πως η διαδικασία μάθησης είναι διαφορετική για το κάθε άτομο, που σημαίνει την επιλογή εξειδικευμένων μεθοδολογικών διδακτικών ενεργειών. Πολλοί και διαφορετικοί παράγοντες συμβάλλουν στην διαδικασία της μάθησης, όπως για παράδειγμα εσωτερικά κίνητρα, ατομικές διαφορές, προϋπάρχουσες γνώσεις κλπ. Ο Saljo παραθέτει δύο προσεγγίσεις στη μάθηση: την επιφανειακή και την βαθιά. Ο στόχος της επιφανειακής μάθησης είναι η απομνημόνευση πληροφοριών, ενώ της βαθιάς η κατανόηση αλλά και η ερμηνεία. Οι Glover και Bruning υποστηρίζουν ότι οι εκπαιδευόμενοι είναι ενεργοί αποδέκτες πληροφοριών και ότι η μάθηση επιτυγχάνεται όταν η πληροφορία που δέχεται ο εκπαιδευόμενος έχει νόημα και σημασία. Οι γνωστικές θεωρίες που διατυπώθηκαν κυρίως από τους Piaget, Papert, R. Gagne, A. Newell και H.Simon δίνουν έμφαση στη λειτουργία του εγκεφάλου του εκπαιδευόμενου, κατά τη διαδικασία της μάθησης. Το άτομο, «χτίζει» σταδιακά τη γνώση. Βασίζεται στις γνώσεις και τις εμπειρίες που ήδη έχει, και προσθέτει νέα στοιχεία στις ήδη υπάρχουσες γνώσεις του (Κουτζέλης, 2005, Κασσωτάκης κ Φλουρής, 2006).

Οι Bonwell και Eison υποστηρίζουν ότι η ενεργητική μάθηση βοηθάει τους μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες και κριτική σκέψη, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η συζήτηση υπό μορφή ενεργητικής μάθησης είναι πολύ καλύτερη από την παραδοσιακή διάλεξη και βοηθάει τους εκπαιδευόμενους να συγκρατήσουν τη γνώση, ενώ παράλληλα παρέχει κίνητρα στους μαθητές να ασχοληθούν με το θέμα που τους ενδιαφέρει και εκτός τάξης (Prince 2004, Bonwell et Eison, 1991).

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, κατά τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, ο χρόνος που μπορούν να μείνουν οι μαθητές συγκεντρωμένοι και να παρακολουθήσουν μια διάλεξη είναι συνολικά δεκαπέντε λεπτά. Έπειτα, η προσοχή που δίνουν οι εκπαιδευόμενοι πέφτει δραματικά, με

αποτέλεσμα να χάνονται οι πληροφορίες που τους δίνονται. Ακόμα έχει βρεθεί ότι οι εκπαιδευόμενοι θυμούνται το 70% από όσα ειπώθηκαν στην τάξη για τα πρώτα δέκα λεπτά ενώ για τα τελευταία λεπτά θυμούνται μόνο το 20% από αυτά που άκουσαν (Hartley and Davies, 1978).

Είναι εύκολα λοιπόν αντιληπτό πως για την αποφυγή αυτής της κατάστασης η εμπλοκή των εκπαιδευομένων στη διαδικασία της μάθησης είναι απαραίτητη προκειμένου να έχουμε ένα καλό αποτέλεσμα. Τα πλεονεκτήματα λοιπόν της ενεργητικής μάθησης είναι πολλά.

Πρώτα από όλα δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να σκεφτούν και να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας όπου ο μαθητής είναι ένας παθητικός αποδέκτης πληροφοριών. Δίνεται ο απαραίτητος χρόνος στους μαθητές να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που τους δίνονται, πράγμα που δεν συμβαίνει κατά τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Οι μαθητές συχνά καλούνται να συζητήσουν μεταξύ τους για κάποιο θέμα, να παραθέσουν τις απόψεις τους ή τις σκέψεις τους για το συγκεκριμένο ζήτημα και μέσω αυτής της διαδικασίας τους ζητείται να αξιολογήσουν τις σκέψεις/ιδέες των συμμαθητών τους και να προσδιορίσουν το κατά πόσο συμφωνούν ή διαφωνούν με τις απόψεις τους (Ματσαγγούρας, 2003).

Οι μαθητές συχνά στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, διστάζουν να μιλήσουν και να παραθέσουν τις απόψεις τους πάνω σε κάποιο ζήτημα, ειδικά σε τάξεις με μεγάλο αριθμό μαθητών. Κατά τη διάρκεια προγραμμάτων ενεργητικής μάθησης οι μαθητές είναι περισσότερο πιθανό να πουν την άποψή τους στην τάξη, αφού έχει προηγηθεί συζήτηση με ένα συμμαθητή ή με μια μικρή ομάδα. Οι μαθητές μαθαίνουν να αντιμετωπίζουν όσους έχουν διαφορετικές απόψεις, χρησιμοποιώντας λογικά επιχειρήματα και αναγνωρίζουν ότι πολλά προβλήματα είναι περισσότερο σύνθετα από όσο φαίνονται, και δεν είναι εύκολο να επιλυθούν

με απλές απαντήσεις. Με αυτό τον τρόπο χτίζεται η αυτοπεποίθηση και η αυτοεκτίμηση των μαθητών και χωρίς αμφιβολία βελτιώνονται οι κοινωνικές δεξιότητες (Σολομωνίδου, 2006).

Στην ενεργητική μάθηση ο ρόλος του εκπαιδευτικού δεν περιορίζεται στην απλή μετάδοση της γνώσης, αλλά έχει συμβουλευτικό ρόλο και γίνεται καθοδηγητής, ενθαρρύνει τους μαθητές να γίνουν περισσότερο κοινωνικοί, να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση, να παραθέσουν τις απόψεις τους και να αναλάβουν ενεργό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Δείχνει τον τρόπο στους μαθητές πως μπορούν να μάθουν μόνοι τους για το θέμα που τους ενδιαφέρει, παροτρύνοντάς τους να δημιουργήσουν ομάδες μελέτης προκειμένου να συλλέξουν περισσότερες πληροφορίες μόνοι τους σχετικά με το θέμα. Προάγεται με αυτόν τον τρόπο η καλλιέργεια της αυτομόρφωσης και της δια βίου μάθησης (Μανωλάς 2001, Ράπτης 2003, Ντούσκας 2007).

Τέλος δίνεται η ευκαιρία στους καθηγητές να αξιολογήσουν τους μαθητές με περισσότερα κριτήρια, από τη στιγμή που μπορούν να ακούσουν τις απόψεις και τις σκέψεις του κάθε μαθητή χωριστά, πως αντιμετωπίζει τους συμμαθητές του, τι εκφράσεις χρησιμοποιεί κτλ αλλά και βλέπουν και τα αποτελέσματα των ομάδων εργασίας. Με αυτόν τον τρόπο προωθούνται εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης και οι καθηγητές δεν αξιολογούν τους μαθητές τους από μια και μόνο γραπτή δοκιμασία (Ματσαγγούρας 2003, Ντούσκας 2007).

Η ενεργητική μάθηση, ενισχύει την κριτική σκέψη, προωθεί την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών, ενώ παράλληλα υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού. Στο επόμενο κεφάλαιο θα μπορέσουμε να δούμε παραδείγματα προγραμμάτων ενεργητικής μάθησης, σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

## Κεφάλαιο 3

### Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Μύθοι και Πραγματικότητες

Στα προηγούμενα κεφάλαια, είδαμε κάποια βασικά πράγματα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναλύσαμε τα κυριότερα γνωρίσματα για κάθε μια από αυτές και μιλήσαμε και για το νόημα της ενεργητικής μάθησης.

Για τους περισσότερους, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποτελούν μια ελκυστική εναλλακτική λύση για την παραγωγή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, ενάντια στα συμβατικά καύσιμα των οποίων τα αποθέματα με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται ολοένα και περισσότερο. Τα παρακάτω παραδείγματα, είναι κάποιες από τις παραδοχές που γενικά ισχύουν:

1. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι εύκολο να εκμεταλλευτούν, από τη στιγμή που είναι πρακτικά ανεξάντλητες.
2. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι εφικτό να εφαρμοστούν σε οποιαδήποτε περιοχή.
3. Το κόστος εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πολύ μικρό σε σχέση με τα οφέλη που μας προσφέρουν.

Σίγουρα οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας εμφανίζουν πάρα πολλά πλεονεκτήματα. Το κυριότερο πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι είναι πρακτικά ανεξάντλητες και ως εκ τούτου συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς, μη ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους. Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις στην παγκόσμια οικονομία και ειδικότερα από τις τιμές των συμβατικών καυσίμων ή τις πολιτικές συγκυρίες. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις μια

αρκετά καλή και συμφέρουσα λύση για τη βοήθεια περιοχών οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων (ΚΑΠΕ 2004).

Επειδή οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι διάσπαρτες γεωγραφικά, οδηγούν με την αξιοποίηση τους στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, πράγμα που σημαίνει ότι ακόμα και περιοχές που είναι απομακρυσμένες και η πρόσβαση σε αυτές είναι δύσκολη, μπορούν να είναι ενεργειακά ανεξάρτητες, μειώνοντας το κόστος αλλά και τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας από κεντρικότερες περιοχές. Σε γενικές γραμμές, συνεισφέρουν κατ' επέκταση στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. (Σούλτης, 2007)

Όπως είδαμε και στην τελευταία παράγραφο του προηγούμενου κεφαλαίου, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα μεγάλο κομμάτι των αναγκών μας σε ενέργεια, γεγονός που τις κάνει ιδιαίτερα ελκυστικές για διάφορες εφαρμογές. Το σημαντικότερο από όλα είναι ότι Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Από την άλλη πλευρά οι Α.Π.Ε. εμφανίζουν μία σειρά από μειονεκτήματα, τα οποία πολλές φορές δεν είναι ευρέως γνωστά:

1. Αν και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητες, πολλές φορές η παραγωγή ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές δεν μπορεί να είναι συνεχόμενη. Η παραγωγή της ενέργειας στηρίζεται στις συνθήκες που επικρατούν την κάθε στιγμή στην περιοχή που μας ενδιαφέρει (δηλαδή στη διαρκή ύπαρξη του κατάλληλου ανέμου, ηλιοφάνειας κλπ.). Είναι βέβαιο ότι οι συνθήκες αυτές στη φύση δεν είναι

σταθερές, με αποτέλεσμα να υπάρχουν διακοπές στην λειτουργία για παραγωγή ενέργειας από κάθε συγκεκριμένη πηγή (UNEP 2003).

2. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεν είναι εφικτό να εφαρμοστούν σε κάθε περιοχή, δεδομένου της μη ύπαρξης των διαθέσιμων πόρων. Για παράδειγμα περιοχές με χαμηλή ηλιοφάνεια ή έλλειψη κατάλληλου αιολικού δυναμικού δεν μπορούν να κάνουν χρήση των αντίστοιχων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (UNEP 2003).
3. Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αν και το λειτουργικό κόστος είναι μικρό, απαιτούνται σημαντικά επενδυτικά κεφάλαια για την αξιοποίησή τους, τη στιγμή που το μεγαλύτερο ποσό του κεφαλαίου που πρόκειται να επενδυθεί απαιτείται στο πρώτο στάδιο, δηλαδή στο στάδιο κατασκευής των υποδομών.

Τα δύο πρώτα μειονεκτήματα μπορούν να λυθούν με το συνδυασμό διαφορετικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς επίσης και με συμπληρωματική παροχή, όταν αυτό είναι απαραίτητο, από το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο, και με ένα σωστό και μελετημένο πρόγραμμα, οι ενεργειακές απαιτήσεις θα καλύπτονται χωρίς να παρουσιάζονται προβλήματα.

Όσον αφορά στο τρίτο μειονέκτημα, η εμπειρία δείχνει ότι τα υψηλά κόστη που απαιτούνται ως επένδυση στη φάση κατασκευής εξισορροπούνται κατά κάποιο τρόπο από τα μηδενικά έως πολύ χαμηλά κόστη στη διάρκεια της λειτουργίας τους, γεγονός που εξακολουθεί να καθιστά τέτοιου είδους επενδύσεις σημαντικά συμφέρουσες σε σχέση με τις συμβατικές ενεργειακές πηγές.

Χωρίς αμφιβολία, δεν είναι εύκολη η μετάβαση από το ψέμα στην αλήθεια, ή από το μύθο στην πραγματικότητα. Σίγουρα, πολλές φορές η γνώση που βασίζεται σε επιστημονικές μελέτες ή έρευνες μπορεί να αποκαλύψει στοιχεία που δεν είναι

αρεστά, αλλά η γνώση αυτή, τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο αποτελεί τη μοναδική μας ελπίδα (Τάτσης 1986). Η μη αποδεδειγμένη επιστημονική γνώση, εκτός από εσφαλμένη πολλές φορές μπορεί και να αποδειχθεί και επικίνδυνη. Τόσο μεμονωμένα άτομα όσο και οργανωμένες ομάδες μπορεί να οδηγηθούν σε αποφάσεις που οδηγούν σε αδιέξοδες ή χρόνιες προβληματικές καταστάσεις. Τις περισσότερες φορές τα προβλήματα δεν δημιουργούνται από αυτό που γνωρίζουμε, αλλά από αυτό που είμαστε σίγουροι ότι γνωρίζουμε αλλά στην πραγματικότητα δεν ισχύει (Maciopsis 1997).

Δυστυχώς στις μέρες μας αν και υπάρχει ενδιαφέρον καθώς και πληροφόρηση τόσο του κοινού όσο και των μαθητών για το περιβάλλον γενικά καθώς και για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ειδικότερα, τις περισσότερες φορές η γνώση αυτή είναι ελλιπής. Συνήθως οι εκπαιδευτικοί που επιχειρούν να μεταδώσουν τις γνώσεις τους χρησιμοποιούν ως κύρια πηγή για την ενημέρωσή τους τα ΜΜΕ (Σκαναβή 2005). Αν και υπάρχει βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των εκπαιδευτικών σε θέματα περιβάλλοντος, το αποτέλεσμα δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό δεδομένου ότι σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, δεν γνωρίζουν βασικές αρχές της περιβαλλοντικής επιστήμης. Οι ελλείψεις βασικών γνώσεων σε θέματα περιβάλλοντος είναι ένα σημαντικό σημείο εφ' όσον μιλάμε για εκπαιδευτικούς που καλούνται να προωθήσουν βασικές περιβαλλοντικές γνώσεις στους μαθητές. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο μικρό αριθμό των σεμιναρίων που έχουν παρακολουθήσει οι εκπαιδευτικοί, στο ότι οι διοργανωτές των σεμιναρίων τις περισσότερες φορές θεωρούν δεδομένες τις βασικές γνώσεις και στην αμφίβολη ποιότητα της επιμόρφωσης (Σκαναβή, 2005 Λιάκου, 2004).

Στη συνέχεια του κεφαλαίου, και βάσει των παραπάνω, θα παραθέσουμε ένα ερωτηματολόγιο χωρισμένο σε ομάδες ερωτήσεων, με κάποιες συγκεκριμένες υποθέσεις, για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τις οποίες θα αναλύσουμε και που



θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με πολλούς τρόπους από τους εκπαιδευτικούς που θα θέλουν να ασχοληθούν με το συγκεκριμένο θέμα.

Ένας από τους τρόπους αυτούς, είναι να δοθούν 2-3 προτάσεις στους μαθητές, κατά τη διάρκεια ή στο τέλος του μαθήματος, σχετικές με την ύλη που θέλει ο εκπαιδευτικός να καλύψει, προκειμένου να γίνει συζήτηση με τους μαθητές και να κρίνουν την ορθότητα των συγκεκριμένων προτάσεων με επιχειρήματα, σύμφωνα με αυτά που διδάχθηκαν και τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις τους.

Ένας άλλος τρόπος είναι να επισημανθεί και να σχολιαστεί σύντομα κάποιος μύθος από το δάσκαλο κατά τη διάρκεια του μαθήματος, και στη συνέχεια, να δοθεί στους μαθητές μια, ατομική ή ομαδική, υπό μορφή βιβλιογραφικής αναζήτησης, εργασία, έτσι ώστε στην επόμενη συνάντηση να είναι εφικτό να συζητηθούν κάποιες διαστάσεις του συγκεκριμένου ζητήματος που μπορεί να προκύψουν.

Μια άλλη λύση είναι να δοθεί στους εκπαιδευόμενους στην αρχή, στο μέσο ή στο τέλος της ακαδημαϊκής χρονιάς, υπό τη μορφή ερωτηματολογίου, μια σειρά προτάσεων για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να ζητηθεί από τους σπουδαστές να πουν την άποψή τους για το αν οι προτάσεις αυτές είναι απόλυτα σωστές, μερικά σωστές, ή τελείως λανθασμένες. Εάν το ερωτηματολόγιο αυτό δοθεί στην αρχή της ακαδημαϊκής χρονιάς οι γνώσεις των εκπαιδευομένων θα τους οδηγήσουν να απαντήσουν μάλλον λάθος. Ο δάσκαλος έχει τότε την ευκαιρία να αρχίσει μια γόνιμη συζήτηση, που θα οδηγήσει σε επεξήγηση πολλών αποριών των μαθητών του, βάσει της επιστήμης, και ανατροπή των απόψεων τους για τα συγκεκριμένα θέματα. Δίνεται, δηλαδή, η δυνατότητα στο δάσκαλο όχι μόνο να εντυπωσιάσει το ακροατήριό του, αλλά να το καθοδηγήσει και με τις επεξηγήσεις του να εισάγει τους εκπαιδευόμενους σε σημαντικές έννοιες ή προβλήματα (Μανωλάς 2001).

Εάν χρησιμοποιηθεί στο μέσο της χρονιάς, και αφού οι εκπαιδευόμενοι έχουν εξοικειωθεί με το αντικείμενο μελέτης, η συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να

επαναλάβει τη γνώση που έχει διδαχθεί μέχρι στιγμής ή να διορθώσει τυχόν λάθη και παραλείψεις που έχουν γίνει κατά τη διάρκεια των περασμένων μαθημάτων.

Εάν χρησιμοποιηθεί στο τέλος της χρονιάς η συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να φανεί χρήσιμη για σκοπούς παγίωσης, αφομοίωσης ή / και επανάληψης της διδαχθείσης ύλης .

Απ' όλες τις δραστηριότητες που προτάθηκαν, συνιστάται η δραστηριότητα των υποθέσεων υπό τη μορφή ερωτηματολογίου στην αρχή της ακαδημαϊκής χρονιάς, έτσι ώστε να οριοθετηθούν τα πλαίσια στα οποία θα κινηθεί το μάθημα καθώς και τα θέματα τα οποία θα εξεταστούν. Βέβαια, αυτό δε σημαίνει ότι ο δάσκαλος δεν είναι ελεύθερος να επιλέξει όποια ή όποιες δραστηριότητες αυτός κρίνει κατάλληλες για τους σπουδαστές του.

Στη συνέχεια θα δούμε ένα ερωτηματολόγιο με συγκεκριμένες προτάσεις, χωρισμένες σε πέντε ομάδες ερωτήσεων (μία για κάθε τύπο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από δασκάλους και καθηγητές οι οποίοι θα ήθελαν να ασχοληθούν με το συγκεκριμένο ζήτημα. Έπειτα, θα δοθούν οι απαντήσεις των προτάσεων αυτών, έτσι ώστε οι εκπαιδευτικοί που θα ήθελαν να ασχοληθούν με το συγκεκριμένο θέμα να έχουν ένα ολοκληρωμένο εργαλείο στα χέρια τους. Οι συγκεκριμένες ερωτήσεις-προτάσεις επιλέχθηκαν έχοντας ως στόχο την καλύτερη και σωστότερη ενημέρωση τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των εκπαιδευομένων, από τη στιγμή που υπάρχει παραπληροφόρηση και ημιμάθεια σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει πούμε ότι οι προτάσεις του ερωτηματολογίου είναι ενδεικτικές. Είναι μια πρόταση διδασκαλίας, ενώ ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει παραλλαγές των προτάσεων αυτών, ή να δημιουργήσει δικές του προτάσεις ανάλογα με αυτό που θέλει να διδάξει στους μαθητές του.

## ΤΕΣΤ ΓΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

*Παρακαλώ απαντήσατε σημειώνοντας την ειδική ένδειξη εάν θεωρείτε τις επόμενες υποθέσεις ως:*

- A. Απόλυτα σωστές (ΑΣ)*
- B. Μερικά σωστές (ΜΣ)*
- Γ. Τελείως λανθασμένες (ΤΛ)*

### ΟΜΑΔΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ 1<sup>η</sup> ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1. Τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, εντάσσονται πολύ εύκολα τόσο στα κτίρια όσο και σε εξωτερικούς χώρους, χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα.
2. Τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, δεν προκαλούν προβλήματα στο περιβάλλον, από τη στιγμή που κατά τη λειτουργία τους δεν δημιουργούν ρύπους.

### ΟΜΑΔΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ 2<sup>η</sup> ΒΙΟΜΑΖΑ

1. Η βιομάζα κατά την καύσης της δημιουργεί πρόσθετο πρόβλημα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, από τη στιγμή που εκλύεται CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.
2. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα ως καύσιμο και έχει υψηλή ενεργειακή απόδοση κατά την καύση της.

**ΟΜΑΔΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ 3<sup>η</sup>**  
**ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

1. Οι ανεμογεννήτριες εναρμονίζονται με το τοπίο χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα στις γύρω περιοχές και στην τοπική πανίδα της περιοχής.
2. Οι ανεμογεννήτριες είναι ασφαλείς κατασκευές, τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τους κατοίκους των γύρω περιοχών.
3. Οι ανεμογεννήτριες δημιουργούν προβλήματα παρεμβολών στις συχνότητες του ραδιοφώνου, της τηλεόρασης καθώς και στις κεραίες κινητής τηλεφωνίας.

**ΟΜΑΔΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ 4<sup>η</sup>**  
**ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

1. Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει αρνητική επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω της απελευθέρωσης άνθρακα στην ατμόσφαιρα, από το εσωτερικό της Γης.
2. Οι γεωθερμικοί σταθμοί, ασκούν περιβαλλοντικές πιέσεις, ενώ υπάρχει μεγάλη πιθανότητα μόλυνσης της ατμόσφαιρας από γεωθερμικά αέρια που υπάρχουν στο νερό ή στον ατμό, αν δε ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

ΟΜΑΔΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ 5<sup>η</sup>  
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1. Λόγω του μεγάλου μεγέθους των υδροηλεκτρικών σταθμών, και της ευρείας εκμετάλλευσης της υδραυλικής ενέργειας, καλύπτεται με τη συγκεκριμένη μορφή ενέργειας ένα σημαντικό κομμάτι των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών.
2. Η υδραυλική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη «καθαρή» πηγή ενέργειας.
3. Τα υδροηλεκτρικά έργα, δεν έχουν μόνιμες επιπτώσεις στην περιοχή που γίνονται, παρά μόνο προσωρινές, κατά τη διάρκεια κατασκευής τους.



### 3.1 Ηλιακή ενέργεια

Αναμφίβολα, η ηλιακή ενέργεια είναι μια ιδιαίτερα ελκυστική πηγή ενέργειας διότι είναι μετατρέψιμη σε άλλες μορφές ενέργειας, που αποκλείουν κινδύνους ρύπανσης του περιβάλλοντος και καταστροφές στο οικολογικό σύστημα. Αρκεί να αναλογιστούμε ότι είναι η πηγή για κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη μας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο (Περράκη 2004).

Όσον αφορά τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, είναι φιλικά προς το περιβάλλον, κυρίως γιατί κατά τη διάρκεια παραγωγής ενέργειας (ηλεκτρισμού, θέρμανσης, ψύξης κτλ) δεν παράγονται ρύποι. Λειτουργούν αθόρυβα και δεν έχουν απαιτήσεις συντήρησης. Επίσης μπορούν να λειτουργήσουν και ως αυτόνομα συστήματα όταν γίνεται συνδυασμός με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για να γίνεται αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας σε μπαταρίες για μελλοντική χρήση. Τέλος έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής που μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 30 χρόνια.

Όμως εκτός από τα θετικά υπάρχουν και αρνητικές επιπτώσεις, που πρέπει να τις παίρνει κανείς σοβαρά υπόψη για να έχει μια πλήρη εικόνα της κατάστασης. Το πρώτο μειονέκτημα, είναι η αισθητική ένταξη των ηλιακών συστημάτων στα κτίρια. Για να μπορέσουν να ενταχθούν στο σύνολο ενός κτιρίου ή ολόκληρων οικισμών θα πρέπει να γίνεται προσεκτική μελέτη προκειμένου εκτός από λειτουργικά να είναι και αισθητικά καλαίσθητα. Ένα δεύτερο σημαντικό πρόβλημα που υπάρχει γενικότερα με τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι η απαίτηση μεγάλων επιφανειών (Μανωλάς, 2001). Στις πόλεις βέβαια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν οι οροφές των κτιρίων, που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι σχεδόν ανεκμετάλλευτες. Κατά πόσο όμως είναι εφικτή η χρησιμοποίηση τέτοιων συστημάτων στο ύπαιθρο; Θα πρέπει να διατίθενται

μεγάλες επιφάνειες, πράγμα δύσκολο από τη στιγμή που δεν μπορούν να αντικατασταθούν εύκολα καλλιεργήσιμα εδάφη και να διατεθούν για την παραγωγή ρεύματος. Το σημαντικότερο από όλα όμως είναι το γεγονός ότι θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα ρευστά τα οποία έχουν πιθανόν κάποιες τοξικές ουσίες, όπως είναι τα αντιψυκτικά των ηλιακών συλλεκτών. Επίσης τα φωτοβολταϊκά περιέχουν κάποια βαρέα μέταλλα τα οποία είναι επίσης τοξικά. Έτσι λοιπόν μετά το τέλος του χρόνου ζωής των συστημάτων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας θα πρέπει τα υλικά τους να ανακυκλώνονται (γυαλί, μέταλλα μονωτικά υλικά κτλ) και να γίνεται με πολύ μεγάλη προσοχή η αποικοδόμησή τους (ΚΑΠΕ, 2006).

Πρέπει ως σύγχρονοι άνθρωποι αν πραγματικά θέλουμε να αφήσουμε κάτι στις επόμενες γενεές να προστατέψουμε τον πλανήτη. Θα πρέπει να αναλογιστούμε ότι ο πλανήτης είναι το σπίτι μας, και όχι μια μηχανή εκμετάλλευσης χωρίς περιορισμούς.

Βάσει λοιπόν των παραπάνω θα πρέπει να πούμε ότι όσο αφορά τις προτάσεις του ερωτηματολογίου για την 1<sup>η</sup> ομάδα ερωτήσεων που αφορούν την ηλιακή ενέργεια έχουμε:

1. Τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, είναι δύσκολα στην ένταξή τους, τόσο στα κτίρια όσο και στην ύπαιθρο. Για την πρώτη περίπτωση, θα πρέπει γίνεται προσεκτική μελέτη προκειμένου εκτός από λειτουργικά να είναι και αισθητικά καλαίσθητα, ενώ για τη δεύτερη περίπτωση ένα σημαντικό πρόβλημα είναι η απαίτηση μεγάλων επιφανειών. Άρα η πρόταση κρίνεται τελείως λανθασμένη.

2. Τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, αν και κατά τη λειτουργία τους, δεν παράγουν ρύπους, θέλουν πολύ μεγάλη προσοχή τα ρευστά τους, τα οποία περιέχουν τοξικές ουσίες. Για αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητο να γίνεται ανακύκλωση των υλικών τους ξεχωριστά, μετά το τέλος του χρόνου ζωής των συγκεκριμένων συστημάτων. Άρα η συγκεκριμένη πρόταση μπορεί να κριθεί μερικώς σωστή.

### 3.2 Βιομάζα

Η βιομάζα χαρακτηρίζεται ως μια από τις σημαντικότερες και πλέον υποσχόμενες περιβαλλοντικά φιλικές πηγές ενέργειας (Hall et al., 1994).

Κάτι που δεν γνωρίζουν ίσως οι περισσότεροι, είναι το γεγονός ότι η βιομάζα έχει ουδέτερη επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διότι η έκλυση CO<sub>2</sub> από την καύση αντισταθμίζεται από την απορρόφηση του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία βιομάζας. Αποκλειστικά υπεύθυνη για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» είναι ουσιαστικά η καύση συμβατικών καυσίμων όπως το πετρέλαιο το οποίο αντλούμε από το εσωτερικό της γης, έχοντας ως αποτέλεσμα την προσθήκη επιπλέον άνθρακα στη φύση. Επιπλέον, οι χαμηλές συγκεντρώσεις θείου (0,1-0,2%) συντελούν σε μικρές επιπτώσεις στο φαινόμενο της όξινης βροχής (Trebbs, 1993).

Η βιομάζα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συνεχή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, όπως συμβαίνει με άλλες ανανεώσιμες πηγές όπως η ηλιακή, αιολική και υδροδυναμική ενέργεια. Το γεγονός αυτό, συμβάλλει στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και αύξηση της ασφάλειας εφοδιασμού ενέργειας. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο Αυξάνεται το εθνικό εισόδημα, εφόσον ενθαρρύνεται η εκμετάλλευση με αποδοτικό



τρόπο των αχρησιμοποίητων ή των υποεκμεταλλεζόμενων αποθεμάτων, όπως τα απόβλητα και τα υπολείμματα που μέχρι σήμερα παρέμειναν αχρησιμοποίητα, οι εγκαταλελειμμένες γαίες κ.λπ. Σε γενικές γραμμές, λόγω της βιομάζας, δημιουργούνται πολλά οφέλη για τις τοπικές κοινωνίες λόγω αύξησης της τοπικής απασχόλησης, της κατανάλωσης εγχώριων πρώτων υλών κ.α. (Βουρδουμπάς, 1999, Groscurth et al., 2000).

Επιπλέον, η αξιοποίηση της βιομάζας μπορεί να γίνει με ποικίλους τρόπους, δίνοντας υγρά, στερεά και αέρια καύσιμα, για χρήση τους ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες (ΕΛΚΕΠΑ, 1986).

Ωστόσο, η βιομάζα αποτελεί μικρής απόδοσης μετατροπέα της ηλιακής ενέργειας (1-2%) και τα υψηλά ποσοστά υγρασίας που περιέχονται μειώνουν τη θερμική της αξία. Γενικά, η απόδοσή της σε ενέργεια χαρακτηρίζεται από χαμηλή ως μέτρια. Αυτό σημαίνει ότι οι ποσότητες βιομάζας που απαιτούνται για την παραγωγή ενέργειας είναι υψηλές, λόγω περιεκτικότητας υγρασίας και χαμηλής πυκνότητας, ενώ μεγάλες είναι και οι εδαφικές εκτάσεις που απαιτούνται για την παραγωγή της (ΕΛΚΕΠΑ, 1986). Το μειονέκτημα της χαμηλής ενεργειακής αξίας της βιομάζας απαλείφεται στην περίπτωση των ενεργειακών καλλιεργειών, όταν αυτές συνδυάζουν υψηλές αποδόσεις με χαμηλές ενεργειακές εισροές (IENICA, 1999).

Η βιομηχανική χρήση της βιομάζας παρουσιάζει δυσκολίες κυρίως λόγω της εποχικότητας και της διασποράς των πηγών παραγωγής βιομάζας, αλλά και λόγω του γεγονότος ότι η βιομάζα είναι αλλοιώσιμη, οπότε παρουσιάζονται προβλήματα προγραμματισμού και χρονικής ακρίβειας (ΕΛΚΕΠΑ, 1986). Το κόστος επίσης της ενέργειας από βιομάζα παραμένει σχετικά υψηλό, αν και το πρόβλημα σταδιακά εξαλείφεται με τη συνεχή άνοδο των τιμών των παραγώγων του πετρελαίου (ΕΛΚΕΠΑ, 1986).

Συνοψίζοντας, η δυσκολία στη συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση και μεταποίηση, η ανάγκη ύπαρξης εκτεταμένων περιοχών, η εποχικότητα των πηγών, το πολύ υψηλό κόστος των εγκαταστάσεων, η μικρότερη θερμική αξία και το μη ανταγωνιστικό κόστος της ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, αποτελούν προς το παρόν τροχοπέδη στη χρήση της βιομάζας ως ενεργειακή πηγή.

Βάσει λοιπόν των παραπάνω θα πρέπει να πούμε ότι όσον αφορά τις προτάσεις του ερωτηματολογίου για την 2<sup>η</sup> ομάδα ερωτήσεων που αφορούν την βιομάζα έχουμε:

1. Η βιομάζα έχει ουδέτερη επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διότι η έκλυση CO<sub>2</sub> από την καύση αντισταθμίζεται από την απορρόφηση του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας. Οπότε η συγκεκριμένη πρόταση είναι λανθασμένη.
2. Η αξιοποίηση της βιομάζας μπορεί να γίνει με ποικίλους τρόπους, δίνοντας υγρά, στερεά και αέρια καύσιμα, για χρήση τους ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες. Παρόλα αυτά η βιομάζα αποτελεί μικρής απόδοσης μετατροπέα της ηλιακής ενέργειας (1-2%) και τα υψηλά ποσοστά υγρασίας που περιέχονται μειώνουν τη θερμική της αξία. Οπότε η πρόταση του ερωτηματολογίου είναι λανθασμένη.

### **3.3 Αιολική Ενέργεια**

Έρευνα σε περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης με αιολικά πάρκα με πολλές ανεμογεννήτριες έδειξε ότι 70 με 80% του πληθυσμού υποστηρίζει την εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε γειτονικές περιοχές. Όμως πολλές φορές, παρόλο που η κοινή γνώμη είναι θετική ως προς στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναπτύσσεται μια αντίθεση για διάφορους λόγους, όπως η οπτική παρενόχληση του τοπίου, οι επιδράσεις στα πουλιά, ο ακουστικός θόρυβος, η ασφάλεια κλπ (ΚΑΠΕ, 2006).

Χωρίς αμφιβολία η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, έχει πολλά πλεονεκτήματα. Οι μηδενικές ατμοσφαιρικές εκπομπές αερίων, η περιορισμένη χρήση γης και το καλό ενεργειακό ισοζύγιο είναι κάποια από αυτά.

Όμως τα αιολικά πάρκα έχουν και μειονεκτήματα, όπως είναι η πρόκληση θορύβου, η αισθητική παρέμβαση τοπίου, η διάβρωση του εδάφους και η υποβάθμιση της περιοχής από την διάνοιξη δρόμων σε κορυφογραμμές, οι κινούμενες σκιές κατά την λειτουργία των ανεμογεννητριών, ηλεκτρομαγνητικές παρενοχλήσεις, και οι επιπτώσεις στα πουλιά (Μανωλάς 2001). Στα παραπάνω προστίθεται η ασφάλεια του προσωπικού. Λόγω του μεγάλου ύψους και του όγκου της κατασκευής υπάρχει ρίσκο ασφαλείας για τους εργαζομένους στα αιολικά πάρκα.

Προφανώς μερικά από αυτά τα μειονεκτήματα είναι πολύ περιορισμένης σημασίας. Η λειτουργία των Α/Γ προσφέρει γενικά σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο σε πλανητικό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Σε τοπικό επίσης επίπεδο υπάρχει μικρή ενίσχυση της απασχόλησης ιδίως σε θέματα παρακολούθησης, συντήρησης και ελέγχου της λειτουργίας των αιολικών πάρκων.

Στις παρακάτω παραγράφους θα δούμε αναλυτικότερα τα μειονεκτήματα αυτά, ένα προς ένα έτσι ώστε να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης.

### **3.3.1 Αισθητική υποβάθμιση**

Όταν εγκαθίσταται στο περιβάλλον μία κατασκευή, κτίριο, εργοστάσιο, δεξαμενή, δρόμος κλπ. τότε υπάρχει κάποια αλλαγή στο τοπίο. Τεχνικοί, αισθητικοί και λειτουργικοί λόγοι επιβάλλουν συνεχώς αλλαγές οι οποίες μεταβάλλουν με ραγδαίους ρυθμούς ένα περιβάλλον που παρέμενε χωρίς μεγάλες αλλαγές για πολλές εκατοντάδες χρόνια.

Οι Α/Γ σχεδιάζονται ώστε να τοποθετούνται σε ανοιχτές περιοχές και να είναι εκτεθειμένες στους ανέμους. Σε πολλές περιπτώσεις η παρουσία

ανεμογεννητριών μπορεί να δημιουργήσει αρνητική επίπτωση δημιουργώντας προβλήματα στην εγκατάσταση τους σε συγκεκριμένες περιοχές. Η ορατότητα των ανεμογεννητριών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως για παράδειγμα το ύψος του πύργου, η αμεσότητα τους από γειτονικούς οικισμούς και αυτοκινητόδρομους, από την τοπική μορφολογία του εδάφους, από την δεντροκάλυψη της περιοχής, από την απόσταση και τον τρόπο τοποθέτησης μεταξύ τους και την ομοιομορφία τους. (Ελληνική Ορθολογική Εταιρεία, 2006)

Το ύψος μίας ανεμογεννήτριας, μπορεί να φθάσει και τα 100 m και που την κάνει διακριτή από απόσταση αρκετών χιλιομέτρων. Οι ανεμογεννήτριες που διαθέτουν τρία πτερύγια δίνουν ένα αισθητικά αρμονικότερο αποτέλεσμα, ενώ ο χρωματισμός των πύργων στήριξης και των πτερυγίων παίζει ουσιαστικό ρόλο στην ομαλή ενσωμάτωση των μηχανών στον περιβάλλοντα χώρο, με επικρατέστερη επιλογή το λευκό χρώμα και σαν εναλλακτική λύση το γκρι. Παράλληλα, απαιτείται να υπάρχει οπτική ομοιομορφία αλλιώς διαταράσσεται η αρμονία της περιοχής. Η οπτική ομοιομορφία περιλαμβάνει ομοιότητα διαστάσεων δρομέα και υπερκατασκευής (όχι αναγκαστικά ίδιου τύπου μηχανές), καθώς και ύψους πύργου στήριξης. Δευτερεύουσες κατασκευές όπως είναι οι μετασχηματιστές και τα κτίρια που τους στεγάζουν θα πρέπει επίσης να εντάσσονται στο τοπίο ώστε να μην δημιουργούν παραφωνία με το τοπίο. (www.windpower.org 2011)

Όταν οι ανεμογεννήτριες περιστρέφονται το ανθρώπινο μάτι τις θεωρεί χρήσιμες με αποτέλεσμα να γίνονται ευκολότερα οπτικά αποδεκτές, καθώς φαίνεται ότι παράγουν κάποιο έργο. Αντίθετα, όταν σημαντικός αριθμός ανεμογεννητριών δεν λειτουργεί ενώ πνέουν άνεμοι, ο παρατηρητής απογοητεύεται, από τη στιγμή που θεωρεί ότι οι αιολικές μηχανές δεν εξυπηρετούν κάποιο σκοπό.

Παρά την θετική εικόνα που υπάρχει για την αιολική ενέργεια, αυτή η υποστήριξη ελαττώνεται όσο πλησιάζουμε περισσότερο στην ανεμογεννήτρια. Οι άνθρωποι που ζουν κοντά σε μια θέση όπου προτείνεται η εγκατάσταση ενός

αιολικού πάρκου, συνήθως αντιδρούν με την επιλογή της θέσης, καθώς το βλέπουν ως μια κατασκευή η οποία θα μείνει στο τοπίο για πάντα αλλάζοντας το προς το χειρότερο (www.windpower.org 2011).

Γενικότερα θα μπορούσαμε να πούμε ότι για την επιλογή μιας θέσης και την αντίστοιχη εγκατάσταση μίας ή περισσότερων ανεμογεννητριών θα πρέπει να υπάρξει μια «οικολογική ευαισθησία συνδυασμένη με καλλιτεχνική διαίσθηση» ώστε να υπάρχει οπτική ισορροπία ανάμεσα στο τοπίο, τον άνθρωπο και την φύση στο σύνολό της.

### **3.3.2 Θόρυβος**

Σημαντικό πρόβλημα είναι ο θόρυβος που παράγεται κατά τη λειτουργία των ανεμογεννητριών. Αυτό ήταν ιδιαίτερα έντονο στους αρχικούς τύπους, ενώ οι σύγχρονες μηχανές το πρόβλημα έχει μειωθεί με ρύθμιση του πάχους των άκρων των πτερύγων, κατάλληλο προσανατολισμό κ.ά.

Ο θόρυβος κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να είναι υπεύθυνος για την ενόχληση των κατοίκων γειτονικών περιοχών, κυρίως κατά την διάρκεια της νύχτας. Γενικά, η επίδραση του θορύβου των ανεμογεννητριών στους ανθρώπους εξαρτάται από το πόσο κοντά βρίσκονται σε αυτές, από το αν το μέγεθός τους είναι μεγάλο ή μικρό, από το επίπεδο θορύβου από άλλες πηγές και από ψυχολογικούς παράγοντες, δηλαδή από το ποια είναι η άποψή τους για αυτές (Pendersen, 2006, Minnesota Department of Health, 2009).

### **3.3.3 Επιπτώσεις από τη σκιά των ανεμογεννητριών**

Οι ανεμογεννήτριες, όπως όλα τα ψηλά οικοδομήματα, ρίχνουν σκιά στις γειτονικές περιοχές. Το γεγονός αυτό είναι ενοχλητικό όταν υπάρχουν κοντά κατοικίες, διότι προκαλείται από την περιστροφική κίνηση των πτερύγων μια διακοπτόμενη,

περιοδική σκίαση, λόγω παρεμβολής στην ηλιακή ακτινοβολία. Η σκίαση αυτή βέβαια εξαρτάται από τις ώρες λειτουργίας της Α/Γ, τις ώρες ηλιοφάνειας του μέρους, το ημισφαίριο στο οποίο βρίσκονται και το γεωγραφικό πλάτος (Minnesota Department of Health, 2009).

### **3.3.4 Κατανάλωση νερού**

Γιά τον καθαρισμό των πτερυγίων απαιτούνται μικρές ποσότητες νερού. Ο σκοπός του καθαρισμού των πτερυγίων είναι ο περιορισμός της σκόνης και των εντόμων που, εκτός όλων των άλλων, παραμορφώνουν το αεροδυναμικό σχήμα και υποβιβάζουν την απόδοση της ανεμογεννήτριας. Οι ποσότητες νερού που καταναλώνονται είναι σχετικά μικρές (Χαραλαμπίδης, 2003b).

### **3.3.5 Ηλεκτρομαγνητική παρενόχληση**

Η λειτουργία των Α/Γ προκαλεί ηλεκτρομαγνητικά πεδία στον γύρω χώρο. Προκαλούνται παρεμβολές στις συχνότητες της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου, των τηλεπικοινωνιών, των ραντάρ, της κινητής τηλεφωνίας ακόμη και σε απόσταση 10χλμ. Για τον λόγο αυτό, στην Ελλάδα, απαιτείται ειδική άδεια από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (Υ.Π.Α.) που ενσωματώνεται στον όλο φάκελο αδειοδότησης (Χαραλαμπίδης, 2003b).

### **3.3.6 Επιπτώσεις στην υγεία και την ασφάλεια**

Οι Α/Γ υποβαθμίζουν γενικά την περιοχή στην οποία εγκαθίστανται με συνέπεια να υπάρχει υποβάθμιση και της ποιότητας της ζωής των κατοίκων που ζουν σε κοντινά μέρη. Οι επιπτώσεις αυτές, όπως προαναφέραμε, είναι κυρίως οπτικές αλλά

και ακουστικές, ενώ έχουν αναφερθεί και ψυχολογικές επιδράσεις (άγχος, κακοδιαθεσίες, κλπ.) (Minnesota Department of Health, 2009).

Επίσης υπάρχει και το πρόβλημα από την εγκατάσταση γραμμών μεταφοράς του παραγόμενου ηλεκτρισμού που θα πρέπει να γίνεται μακριά από κατοικημένες περιοχές λόγω πιθανών κινδύνων στην υγεία. Σε πιθανή εγκατάσταση μέσα σε κατοικημένες περιοχές υπάρχει ο κίνδυνος από αστοχία του υλικού να εκσφενδονιστούν τμήματα της περωτής και να θέσουν σε κίνδυνο την ζωή των ανθρώπων, (τόσο των εργαζόμενων όσο και των κατοίκων της περιοχής) ή να αστοχήσει ο πύργος στήριξης και να πέσει (Χαραλαμπόπουλος, 2003b).

Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα αντιμετωπίζονται με τον κατάλληλο σχεδιασμό, με εγκατάσταση μακριά από οικισμούς και με κανονικούς ελέγχους και συστηματική συντήρηση (Αλεξάκης 2001).

### **3.3.7 Επιπτώσεις στα πουλιά**

Τα πουλιά συχνά συγκρούονται με κατασκευές που δυσκολεύονται να δουν ειδικά τις γραμμές υψηλής τάσεως, τα κατάρτια των πλοίων, τους πυλώνες του ηλεκτρικού δικτύου και τα παράθυρα κτιρίων καθώς και με κινούμενα οχήματα σε δρόμους με αυξημένη κυκλοφορία. Η συμπεριφορά των πουλιών και οι δείκτες της θνησιμότητας τους σχετίζονται με το είδος το πουλιών και την περιοχή. Μελέτες, έχουν δείξει ότι σε περιοχές που υπάρχουν Αιολικά Πάρκα ή παράκτιες ανεμογεννήτριες, αυξάνεται η θνησιμότητα των πουλιών ανά έτος, παρά το γεγονός ότι τα πουλιά έχουν την τάση να αλλάζουν την πορεία τους 100 έως 200m μακριά από τη περωτή πετώντας πάνω ή γύρω από αυτήν σε μια απόσταση ασφαλείας (Μανωλάς 2001, Εχο 2003).

### 3.3.8 Επιπτώσεις στα εδάφη

Τα μεγάλα αιολικά πάρκα αποτελούνται από δεκάδες, εκατοντάδες, ή ακόμα και χιλιάδες ανεμογεννήτριες οι οποίες εγκαθίστανται συνήθως σε απρόσιτες περιοχές, κορυφογραμμές, κλπ. Μία τέτοιου μεγέθους βιομηχανική επέμβαση στο περιβάλλον που συνοδεύεται μάλιστα με διάνοιξη νέων δρόμων, εγκατάσταση γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικού, κυκλοφορία οχημάτων και προσωπικού συντήρησης, απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες ώστε να μειωθούν οι πιέσεις και οι αλλαγές στον χώρο. Υπάρχει αλλιώς κίνδυνος οι επιδράσεις αυτές να είναι καταστροφικές και να οδηγήσουν σε πλήρη μεταμόρφωση του τοπίου λόγω καταστροφών και διαμορφώσεων (Ελληνική Ορθολογική Εταιρεία, 2006).

Βάσει των παραπάνω παραγράφων, θα πρέπει να πούμε ότι όσο αφορά τις προτάσεις του ερωτηματολογίου για την 3<sup>η</sup> ομάδα ερωτήσεων που αφορούν την αιολική ενέργεια, έχουμε:

1. Οι ανεμογεννήτριες, αν και από έρευνες που έχουν γίνει είναι εγκαταστάσεις οι οποίες υποστηρίζονται θετικά από το κοινό, ωστόσο πρέπει να γίνει πολύ προσεκτική μελέτη προκειμένου να εναρμονιστούν σαν κατασκευές με το περιβάλλον. Είναι ογκώδεις κατασκευές, που δεν μπορούν να κρυφτούν ενώ τις περισσότερες φορές λόγω του μεγέθους τους είναι διακριτές από απόσταση αρκετών χιλιομέτρων. Ο χρωματισμός και η ομοιομορφία των ανεμογεννητριών, ο αριθμός καθώς και ο τύπος των πτερυγίων είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες για ένα αισθητικά αρμονικότερο αποτέλεσμα. Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δοθεί και στις δευτερεύουσες κατασκευές όπως είναι οι μετασχηματιστές και τα κτίρια που τους στεγάζουν, προκειμένου να ενταχθούν και αυτές στο τοπίο χωρίς να δημιουργούν οπτική «παραφωνία». Επίσης η διάνοιξη των δρόμων προκειμένου να ολοκληρωθούν οι εργασίες θα πρέπει να



γίνει με μεγάλη προσοχή, γιατί υπάρχει κίνδυνος να οδηγήσουν σε πλήρη μεταμόρφωση του τοπίου λόγω καταστροφών και διαμορφώσεων. Ακόμα, έχει παρατηρηθεί από μελέτες ότι σε περιοχές που υπάρχουν Αιολικά Πάρκα ή παράκτιες ανεμογεννήτριες, αυξάνεται η θνησιμότητα των πουλιών ανά έτος. Βάσει αυτών, η πρόταση του ερωτηματολογίου κρίνεται τελείως λανθασμένη.

2. Οι Α/Γ υποβαθμίζουν γενικά την περιοχή στην οποία εγκαθίστανται με συνέπεια να υπάρχει υποβάθμιση και της ποιότητας της ζωής των κατοίκων που ζουν σε κοντινά μέρη. Η πρόκληση θορύβου καθώς και των διακοπτόμενων σκιών από την κίνηση των πτερυγίων είναι παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά την ψυχολογία των κατοίκων των κοντινών περιοχών, προκαλώντας άγχος κακοδιαθεσία κτλ. Ακόμα θα πρέπει να προστεθεί ότι, κατά την εγκατάσταση, υπάρχει ο κίνδυνος από αστοχία του υλικού να εκσφενδονιστούν τμήματα της πτερωτής και να θέσουν σε κίνδυνο την ζωή των ανθρώπων, (εργαζομένων και μη) ή ακόμα να αστοχήσει ο πύργος στήριξης και να πέσει. Θα πρέπει λοιπόν να γίνεται συστηματικός έλεγχος, συντήρηση, και προσεκτική μελέτη κατασκευής από άρτια ενημερωμένους επιστήμονες, προκειμένου να μην δημιουργούνται τέτοιου είδους προβλήματα. Βάσει λοιπόν των παραπάνω, η συγκεκριμένη πρόταση του ερωτηματολογίου κρίνεται τελείως λανθασμένη.
3. Η λειτουργία των Α/Γ προκαλεί ηλεκτρομαγνητικά πεδία στον γύρω χώρο. Προκαλούνται παρεμβολές στις συχνότητες της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου, των τηλεπικοινωνιών, των ραντάρ, της κινητής τηλεφωνίας ακόμη και σε απόσταση 10χλμ. Άρα η πρόταση του ερωτηματολογίου είναι απόλυτα σωστή.

### 3.4 Γεωθερμική Ενέργεια

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει και στο προηγούμενο κεφάλαιο, Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια σχετικά ήπια, εναλλακτική μορφή ενέργειας, η οποία με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικό μέρος των αναγκών μας σε ενέργεια. Σε γενικές γραμμές, οι γεωθερμικοί σταθμοί είναι από περιβαλλοντικής άποψης σχετικά καθαροί, διότι δεν χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα για την παραγωγή ατμού. Δεν χρησιμοποιούν άνθρακα, οπότε δεν απελευθερώνεται CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και δεν έχουν καμία επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συμβάλλουν με αυτό τον τρόπο στην εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων και στην μείωση των εκπομπών, ενώ οι απαιτήσεις τους σε γη για γεωτρήσεις, αγωγούς, και σταθμούς είναι μικρότερες, ανά MW, σε σύγκριση με σχεδόν όλους τους άλλους σταθμούς (ΚΑΠΕ 2006).

Όμως οι γεωθερμικοί σταθμοί ασκούν και περιβαλλοντικές πιέσεις. Για παράδειγμα έχουν υψηλά ποσοστά αποβαλλόμενης θερμότητας, ενώ απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού ψύξης. Πέρα από αυτό όμως σε τέτοιου είδους σταθμούς θα πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτική μελέτη σχεδίαση και εγκατάσταση, που θα λαμβάνει υπόψη τη γεωμορφολογία της εκάστοτε περιοχής, λόγω της πιθανής υποχώρησης του εδάφους με την άντληση του νερού. Επιπλέον, γεωθερμικά αέρια υπάρχουν συχνά στο νερό ή τον ατμό, (μεθάνιο, υδρόθειο) που μπορούν να μολύνουν την ατμόσφαιρα αν δεν τύχουν σωστής επεξεργασίας.

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται «ήπια» μορφή ενέργειας, σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, χωρίς βέβαια οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της να είναι συχνά αμελητέες (ΚΑΠΕ, 2006).

Βάσει των παραπάνω, όσο αφορά τις προτάσεις του ερωτηματολογίου για την 4<sup>η</sup> ομάδα ερωτήσεων, έχουμε:

1. Οι γεωθερμικοί σταθμοί είναι από περιβαλλοντικής άποψης σχετικά καθαροί, διότι δεν χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα για την παραγωγή ατμού. Δεν χρησιμοποιούν άνθρακα, οπότε δεν απελευθερώνεται CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και δεν έχουν καμία επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα γεωθερμικά αέρια που μπορεί να αποβληθούν στην ατμόσφαιρα και που υπάρχουν συνήθως στο νερό και στους υδρατμούς είναι μεθάνιο και υδρόθειο, και όχι ενώσεις του άνθρακα. Άρα η πρόταση του ερωτηματολογίου κρίνεται τελείως λανθασμένη.
2. Οι γεωθερμικοί σταθμοί, ασκούν περιβαλλοντικές πιέσεις από τη στιγμή που έχουν υψηλά ποσοστά αποβαλλόμενης θερμότητας, ενώ απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού ψύξης. Ακόμα μπορεί να αποβληθούν στην ατμόσφαιρα γεωθερμικά αέρια που υπάρχουν στο νερό ή στον ατμό, (μεθάνιο, υδρόθειο) που μπορούν να μολύνουν την ατμόσφαιρα αν δεν τύχουν σωστής επεξεργασίας. Άρα η πρόταση του ερωτηματολογίου κρίνεται απόλυτα σωστή.



### 3.5 Υδραυλική Ενέργεια

Η υδραυλική ενέργεια, είναι μια ανανεώσιμη “καθαρή” πηγή ενέργειας. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, μας τη δίνει η κίνηση του νερού και ουσιαστικά οφείλει την ύπαρξή της στην ενέργεια του ήλιου, δηλαδή την ηλιακή ενέργεια. Ο τρόπος με τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι απλός. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι η θερμότητα του ήλιου εξατμίζει το νερό από θάλασσες ποτάμια και λίμνες. Το νερό αυτό με τη μορφή υδρατμών ανεβαίνει σε μεγάλα υψόμετρα και σχηματίζει σύννεφα, τα οποία συμπυκνώνονται και το νερό πέφτει και πάλι με τη μορφή βροχής ή χιονιού. Με αυτόν τον τρόπο, μέρος του νερού αυτού μεταφέρεται στα βουνά και με την πτώση του δίνει την υδραυλική ενέργεια (Γελεγένης, 2005).

Αναμφίβολα, η εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας από τον άνθρωπο έχει συμβάλλει στην ανάπτυξη της ανθρωπότητας από τα βάθη της ιστορίας του ανθρώπου. Με τη βοήθεια των υδροηλεκτρικών σταθμών σήμερα μπορούμε να επιτύχουμε παραγωγή του ηλεκτρισμού, οι οποίοι δεν εκπέμπουν αέριους ρύπους ή άλλα αέρια, και είναι δυνατόν να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ενέργεια σε αντίθεση με άλλους σταθμούς που απαιτούν κάποιο συγκεκριμένο χρόνο προετοιμασίας, ενώ παράλληλα μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγρατόπων, αναψυχή και αθλητισμός (Χαραλαμπίδης, 2003).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια, παρόλα αυτά εκτιμάται ότι καλύπτει μόνο το 2% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Τέτοιες κατασκευές συχνά είναι δύσκολο να υλοποιηθούν, λόγω του μεγάλου κόστους κατασκευής των φραγμάτων και του εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, καθώς και της μεγάλης χρονικής περιόδου που απαιτείται για την υλοποίησή τους. Εκτός αυτού συχνά παρατηρείται έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή που γίνεται το συγκεκριμένο έργο. Η κατασκευή και λειτουργία ενός υδροηλεκτρικού σταθμού έχουν σοβαρές επιπτώσεις

σε ανθρώπους, ζώα, φυτά και ολόκληρα οικοσυστήματα (Μανωλάς, 2001 Χαραλαμπίδης, 2003).

Όσον αφορά την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού σταθμού, σε γενικές γραμμές, οι εργασίες που πρέπει να γίνουν, οδηγούν σε μια σειρά από προσωρινές αλλά και μόνιμες επιπτώσεις. Η διάρκεια του έργου είναι συνήθως μεγαλύτερη των 2 χρόνων, φθάνει δε συνήθως στα 5 χρόνια. Στις περισσότερες των περιπτώσεων απαιτείται διάνοιξη δρόμων πρόσβασης, καθώς και η ανέγερση προσωρινών καταυλισμών για τους εργαζομένους (Καπλάνης, 2003).

Στα έργα αυτά, για να μπορέσουμε να δεσμεύσουμε το υδροηλεκτρικό δυναμικό, απαιτείται η τροποποίηση της ροής του νερού και τις περισσότερες φορές, η κατασκευή ενός φράγματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ή τη μεταβολή λιμνών, ποταμών, χειμάρρων, ή παλιρροιακών ρευμάτων. Μπορεί ακόμα να απαιτηθεί η διάνοιξη τούνελ, για να οδηγηθεί το νερό προς κάποια λίμνη ή κατευθείαν προς την υδροηλεκτρική εγκατάσταση. Αναμφίβολα, σε κάθε περίπτωση η φυσική ροή του νερού αλλάζει σημαντικά. Για το λόγο αυτό απαιτείται μια προσεκτική προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη της τις ειδικές συνθήκες που επικρατούν στην εκάστοτε περιοχή (Λαμπροπούλου 2004).

Αυτή η διαδικασία, μπορεί να προκαλέσει διαστρωμάτωση του νερού και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και ευτροφισμό, αν δεν ληφθούν μέτρα που να αποκλείουν την εισαγωγή νερού υπερφοτωμένου με ουσίες όπως λιπάσματα ή οργανικά απόβλητα. Οι επιπτώσεις δεν περιορίζονται στο φυσικό περιβάλλον, αλλά επεκτείνονται και στην πανίδα και τα αλιεύματα (Χαραλαμπίδης, 2003).

Τέλος, ο θόρυβος και η εκπομπή σκόνης κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός τέτοιου σταθμού, είναι επιβλαβής στους ανθρώπους, αλλά έχει και επιπτώσεις και στην τοπική πανίδα, η οποία μπορεί να απομακρυνθεί και να μην επανέλθει (Λαμπροπούλου 2004, Χαραλαμπίδης 2003).

Χωρίς αμφιβολία, για την μείωση των επιπτώσεων θα πρέπει να ληφθεί πρόνοια ώστε να επιλέγεται η πλέον κατάλληλη τοποθεσία και να ελαχιστοποιείται η συνολική έκταση που προσβάλλεται, ενώ ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να δίνεται στον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων από πλευράς αισθητικής. Καλοί κανόνες πρακτικής και διαχείρισης βοηθούν στην μείωση της επίδρασης από τις άλλες επιπτώσεις κατασκευής. Ακόμα, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.

Όσο αφορά την 5<sup>η</sup> ομάδα προτάσεων στο ερωτηματολόγιο, έχουμε:

1. Παρόλο το γεγονός ότι η υδραυλική ενέργεια είναι γνωστή από τα βάθη της ιστορίας, και το μέγεθος των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι μεγάλο, το παγκόσμιο ενεργειακό κομμάτι που καλύπτει η συγκεκριμένη μορφή ενέργειας είναι πολύ μικρό, και δεν ξεπερνά το 1-2%. Άρα η πρώτη πρόταση του ερωτηματολογίου για της 5<sup>ης</sup> ομάδας κρίνεται τελείως λανθασμένη.
2. Την υδραυλική ενέργεια, μας τη δίνει η κίνηση του νερού και ουσιαστικά οφείλει την ύπαρξή της στην ενέργεια του ήλιου, δηλαδή την ηλιακή ενέργεια. Η θερμότητα του ήλιου εξατμίζει το νερό από θάλασσες ποτάμια και λίμνες, το νερό αυτό με τη μορφή υδρατμών ανεβαίνει σε μεγάλα υψόμετρα και σχηματίζει σύννεφα, τα οποία συμπυκνώνονται και το νερό πέφτει και πάλι με τη μορφή βροχής ή χιονιού. Με αυτόν τον τρόπο, μέρος του νερού αυτού μεταφέρεται στα βουνά και με την πτώση του δίνει την υδραυλική ενέργεια. Άρα η υδραυλική ενέργεια είναι μια «καθαρή» πηγή ενέργειας και η πρόταση του ερωτηματολογίου κρίνεται απόλυτα σωστή.

3. Όσον αφορά την κατασκευή και τη λειτουργία ενός υδροηλεκτρικού σταθμού, σε γενικές γραμμές, οι εργασίες που γίνονται, οδηγούν σε μια σειρά από προσωρινές αλλά και μόνιμες επιπτώσεις. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς, ότι η διάρκεια του έργου είναι μεγάλη (2-5 έτη), στις περισσότερες των περιπτώσεων απαιτείται διάνοιξη δρόμων πρόσβασης, καθώς και η ανέγερση προσωρινών καταυλισμών για τους εργαζομένους, ενώ παράλληλα οι μόνιμες αλλαγές που γίνονται στη μορφολογία της περιοχής λόγω του φράγματος (μεταβολή λιμνών, ποταμών, χειμάρρων), καθώς ο θόρυβος και η εκπομπή σκόνης κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός τέτοιου σταθμού, έχει πολλές φορές σοβαρές επιπτώσεις στην τοπική πανίδα, η οποία μπορεί να απομακρυνθεί και να μην επανέλθει. Σίγουρα λοιπόν παρατηρείται έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή που γίνεται το έργο, οπότε και η πρόταση του ερωτηματολογίου κρίνεται τελείως λανθασμένη.

Σε αυτό το κεφάλαιο, μπορέσαμε να δούμε και να αναλύσουμε διεξοδικά, κάποια πράγματα που δεν είναι γνωστά στο ευρύ κοινό για κάθε τύπο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ακόμα προτείναμε κάποιους τρόπους αξιοποίησης των πληροφοριών αυτών, και αναλύσαμε πώς κάποιος εκπαιδευτικός μπορεί να τις χρησιμοποιήσει, προκειμένου να μεταδώσει τις γνώσεις αυτές στους μαθητές του.

Είναι πολύ σημαντικό να εξετάζουμε ένα θέμα διεξοδικά από όλες τις σκοπιές, προκειμένου να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα της πραγματικότητας. Η ημιμάθεια πολλές φορές έχει οδηγήσει σε ανεπανόρθωτα λάθη τα οποία με τη σωστή πληροφόρηση και καθοδήγηση θα μπορούσαν να αποφευχθούν.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα δοθούν παραδείγματα ενεργητικής μάθησης για κάθε τύπο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### Τεχνικές διδασκαλίας σε συγκεκριμένες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Προκειμένου να επιτύχει μια τεχνική διδασκαλία, θα πρέπει να υπάρχουν διαδικασίες εμπλοκής των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία, ενώ παράλληλα θα πρέπει το θέμα να ενδιαφέρει τους μαθητές. Στη σημερινή εποχή, όπου όλοι μιλούν για πράσινη ανάπτυξη, φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα, “πράσινες” επενδύσεις κτλ, χωρίς αμφιβολία οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ένα θέμα που ενδιαφέρει την κοινωνία. Είναι επομένως επιτακτική ανάγκη η εκπαίδευση των μαθητών σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο κεφάλαιο αυτό, θα μπορέσουμε να μελετήσουμε και να δούμε με περισσότερες λεπτομέρειες πέντε διαφορετικά παραδείγματα τεχνικών διδασκαλίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, (ένα παράδειγμα για τον κάθε τύπο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας), που χρησιμοποιούν ενεργητικές πρακτικές διδασκαλίας.





## **Παράδειγμα 1<sup>ο</sup>:**

### **Μελέτη πεδίου**

#### **Η περίπτωση της ηλιακής ενέργειας**

Μία επιτυχημένη μέθοδος, που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός προκειμένου να διδάξει για οποιοδήποτε θέμα τον ενδιαφέρει είναι η μελέτη πεδίου. Σε αυτή την παράγραφο θα προτείνουμε τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική μέθοδο προκειμένου να δώσουμε ιδέες στον εκπαιδευτικό που ενδιαφέρεται να διδάξει θέματα σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πιο συγκεκριμένα αν θέλει να εστιάσει στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας από τον άνθρωπο. (Σκαναβή, 2004)

Οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου θέματος είναι προφανείς. Ζούμε σε μία χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια, που προσφέρεται για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, καθώς στην Ελλάδα η μέση ημερήσια ενέργεια που μπορούμε να πάρουμε από τον ήλιο είναι περίπου 4,6 kWh/m<sup>2</sup>. (Αλεξάκης 2003) Η ηλιακή ενέργεια είναι μια καθαρή μορφή ενέργειας, πρακτικά ανεξάντλητη και αποτελεί ένα ενεργειακό πόρο, εύκολο στην εκμετάλλευση, που μπορεί να παρέχει αυτονομία σε όποιον ενδιαφέρεται να την εκμεταλλευτεί. Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη να ενημερωθεί και να εκπαιδευτεί ο κόσμος σε θέματα ενεργειακής διαχείρισης έτσι ώστε οι επόμενες γενεές να συνεχίσουν να έχουν την ποιότητα ζωής του σήμερα. Ας μην ξεχνάμε ότι κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη οφείλει την ύπαρξή της στον ήλιο και την ενέργεια που μας προσφέρει εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια. Γιατί λοιπόν να μην εκμεταλλευτούμε αυτήν την αέναη ενέργεια που μας παρέχεται απλόχερα; Αναμφισβήτητα η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας πρέπει να γίνει αναπόσπαστο κομμάτι του σήμερα και του αύριο. (Αθανασάκης, 1999, Σούλτης 2007)

Στην περίπτωση μας, θα πρέπει να πούμε ότι αν ο εκπαιδευτικός ενδιαφέρεται να πραγματοποιήσει το συγκεκριμένο πρόγραμμα, για τη μελέτη πεδίου, θα πρέπει να γνωρίζει ότι η συγκεκριμένη μέθοδος, απαιτεί αρχικά προετοιμασία από τον ίδιο, τόσο για την ασφάλεια των μαθητών στον επιλεγμένο χώρο επίσκεψης, όσο και για τις δραστηριότητες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στην επιλεγμένη περιοχή. Έπειτα, θα πρέπει να προετοιμάσει τους μαθητές του σχετικά με το θέμα και τις δραστηριότητες που πρόκειται να εκτυλιχθούν καθώς και να είναι καλά ενημερωμένος για το αντικείμενο που πρόκειται να διδαχθεί. Όσο αφορά την εργασία στο πεδίο, καλό είναι να χωρίσει τους μαθητές σε ομάδες, που θα αναλαμβάνουν να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες δραστηριότητες, ανάλογα με το επιλεγμένο θέμα. Για παράδειγμα κάποιες από τις δραστηριότητες που μπορεί να αναλάβουν οι ομάδες των μαθητών είναι η παρατήρηση, η καταγραφή στοιχείων, η φωτογράφιση, η δειγματοληψία κτλ. Όταν ολοκληρωθεί η μελέτη στο πεδίο, για να είναι το πρόγραμμα εκπαίδευσης επιτυχημένο, θα πρέπει να ακολουθήσει και εργασία στην τάξη. Ανάλογα πάντα με το επιλεγμένο θέμα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να πραγματοποιήσουν δραστηριότητες όπως εκτέλεση πειραμάτων για την επαλήθευση ή απόρριψη υποθέσεων και στοιχείων, σύνθεση των στοιχείων, κοινοποίηση των αποτελεσμάτων κτλ. ( Πολυχρόνου 2008, Βασάλα 2007)

Κύριος στόχος του προγράμματος, είναι να μάθουν οι μαθητές πως γίνεται να συνδέσουν τις εφαρμογές των ήπιων μορφών ενέργειας με την καθημερινή τους ζωή και να συνειδητοποιήσουν πώς οι εφαρμογές αυτές συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας διαβίωσης του σύγχρονου ανθρώπου σε ένα καθαρότερο και πιο πράσινο περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα, αναμένουμε τη θετική στάση των μαθητών για τις ήπιες μορφές ενέργειας και κυρίως για την ηλιακή ενέργεια και τη χρήση της στη σύγχρονη εποχή.

Πέρα από αυτό όμως, δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να εργαστούν ομαδικά, να καλλιεργήσουν ένα αίσθημα αλληλεγγύης και συνεργατικού πνεύματος, να προβληματιστούν γύρω από τα θέματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να διευρύνουν τους ορίζοντές τους σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα με ποικίλους τρόπους, τους οποίους θα παραθέσουμε παρακάτω.

### **Περιγραφή Δραστηριότητας**

Η δραστηριότητα που θα περιγράψουμε συνδυάζει τη μελέτη πεδίου σε με τη χρήση βοηθητικών εργαλείων. Ξεκινά από καταγραφές υλικού και απόψεων για να καταλήξει σε απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. Η δραστηριότητα εκτυλίσσεται σε δύο στάδια. Το πρώτο είναι η μελέτη πεδίου και η καταγραφή στοιχείων από αυτό, και το δεύτερο είναι η σύνθεση των στοιχείων αυτών μέσα στην τάξη μέσα από φύλλα εργασίας, μελέτης καθώς και μέσα από συζήτηση που πιθανώς θα δώσει ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

#### **Στάδιο 1<sup>ο</sup>: Μελέτη πεδίου**

Η μελέτη πεδίου είναι μια κατεξοχήν βιωματική δραστηριότητα, όπου το παιδί μπορεί να εξερευνήσει και να δει από κοντά πράγματα που έχει διδαχθεί στην τάξη.

Αφού ο εκπαιδευτικός επιλέξει μια περιοχή που να ενδείκνυται για το συγκεκριμένο θέμα, που στην περίπτωσή μας είναι η μελέτη συστημάτων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, ελέγχει για την ασφάλεια των μαθητών και οργανώνει μια διαδρομή που μπορεί να ακολουθηθεί σαν μονοπάτι όπου οι μαθητές μπορούν να συλλέξουν στοιχεία μέσα από φωτογραφίες που θα τραβήξουν από τις φωτογραφικές τους μηχανές. Πριν την επίσκεψη στην περιοχή, συζητά με τους

μαθητές στην τάξη για το αντικείμενο της εργασίας, τους σκοπούς και τους στόχους, τη διάρκεια της επίσκεψης, τα υλικά και τις δραστηριότητες που θα υλοποιηθούν, τις πηγές πληροφόρησης που θα χρησιμοποιηθούν, την κατάλληλη ενδυμασία και τη διαμόρφωση κανόνων συμπεριφοράς. Αφού έχει προηγηθεί συζήτηση στην τάξη για τα ενεργητικά και τα παθητικά ηλιακά συστήματα, ο εκπαιδευτικός χωρίζει τα παιδιά σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα θα είναι υπεύθυνη για εντοπισμό και φωτογράφιση ενεργητικών και φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων, ενώ η δεύτερη ομάδα, θα είναι υπεύθυνη για εντοπισμό και φωτογράφιση παθητικών ηλιακών συστημάτων σε κτίρια. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει οι μαθητές να δικαιολογούν και να αναλύουν τους λόγους για τους οποίους τράβηξαν μια συγκεκριμένη φωτογραφία. Ακολουθεί το δεύτερο στάδιο, το οποίο πραγματοποιείται μέσα στην τάξη.

---

#### **Σημείωση**

Για να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη δραστηριότητα, οι μαθητές θα πρέπει να έχουν εφοδιαστεί από πριν με φωτογραφικές μηχανές καθώς και με πυξίδες έτσι ώστε η ομάδα που θα είναι υπεύθυνη για τα παθητικά ηλιακά συστήματα να μπορεί να βρει τα κτίρια που έχουν νότιο προσανατολισμό.

---

### **Στάδιο 2<sup>ο</sup>: Εργασία στην τάξη**

Σε αυτό το στάδιο, οι μαθητές καλούνται να επεξεργαστούν τις φωτογραφίες που έχουν τραβήξει, διαχωρίζοντας τους τρεις τύπους ηλιακών συστημάτων που διακρίνουν (ενεργητικά ηλιακά συστήματα, παθητικά ηλιακά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα), δικαιολογώντας σε κάθε περίπτωση τον τύπο (ή τους τύπους) του ηλιακού συστήματος που απεικονίζει η κάθε μια φωτογραφία. Με τις συγκεκριμένες φωτογραφίες οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να πραγματοποιήσουν και

άλλες δραστηριότητες, όπως το να φτιάξουν ένα κολάζ που να αναπαριστά τους τρεις διαφορετικούς τύπους ηλιακών συστημάτων, να δημιουργήσουν κάποιο ενημερωτικό φυλλάδιο για την ηλιακή ενέργεια, να εκθέσουν το υλικό που συγκέντρωσαν χρησιμοποιώντας γραπτά κείμενα κτλ. Επίσης τα παιδιά μπορούν να παρουσιάσουν τις εργασίες τους στην τάξη ή σε μαθητές άλλων τάξεων. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα, βοηθάει τους εκπαιδευόμενους να ξεχωρίσουν τους τύπους των ηλιακών συστημάτων που υπάρχουν καθώς και να αντιληφθούν τις διαφορετικές λειτουργίες που μπορεί ο κάθε τύπος συστήματος εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας να προσφέρει. Στο τέλος γίνεται σχολιασμός και αξιολόγηση της επίσκεψης, προκειμένου να υπάρξει ανατροφοδότηση.



**Εικόνα 4.1:** Ενημερωτική επίσκεψη με τους μαθητές του 13<sup>ου</sup> γυμνασίου Ηρακλείου στο Φ/Β πάρκο του ΤΕΙ Ηρακλείου, και σε οικία που τροφοδοτείται από Ηλιακό ρεύμα. (2002)

## **Παράδειγμα 2<sup>ο</sup>**

### **Περιβαλλοντικό Παιχνίδι**

#### **Η περίπτωση της βιομάζας**

Υπάρχουν πολλές διαδικασίες και δραστηριότητες που εφαρμόζονται στα προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Μία από αυτές είναι τα περιβαλλοντικά παιχνίδια τα οποία αποτελούν ένα από τα πιο βασικά στοιχεία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Στο περιβαλλοντικό παιχνίδι, οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να προσεγγίσουν τα περιβαλλοντικά ζητήματα με ένα πολύ διαφορετικό και διασκεδαστικό τρόπο. Είναι ένα χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς, ενώ παράλληλα είναι μια καθημερινή ενασχόληση για τα παιδιά. Το παιχνίδι ενισχύει την ενεργητική μάθηση, μέσα από τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Πρόκειται για μία ενασχόληση που ενθαρρύνει τις ομαδικές συζητήσεις και προάγει την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, επίλυσης προβλημάτων κι αξιολόγησης των αποφάσεών τους. Με αυτό τον τρόπο, τα παιδιά μαθαίνουν ενώ παράλληλα παίζουν και συμμετέχουν στη διαδικασία με φαντασία, και χωρίς να εξαναγκάζονται με επίπονες μαθησιακές διαδικασίες (Κουσσουρής & Παπαδογιαννάκη, 2005, Σκαναβή, 2004).

Όλες οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται στα περιβαλλοντικά παιχνίδια έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Διευκολύνουν τη μάθηση με την εμπειρία και την ομαδική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία κατά την οποία θα πρέπει να ακολουθούνται κάποιοι συγκεκριμένοι κανόνες, ενώ παράλληλα, δίνουν ευκαιρίες για διερεύνηση και διασαφήνιση θέσεων, πεποιθήσεων, αξιών και συναισθημάτων, με διασκεδαστικό τρόπο (Γεωργόπουλος, Τσαλίκη, 1993).

Τα περιβαλλοντικά παιχνίδια μπορούν να διοργανώνονται είτε στο πεδίο στο οποίο αναφέρεται το πρόγραμμα είτε στο σχολικό χώρο. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται και απόψεις οι οποίες υποστηρίζουν ότι είναι προτιμότερο τα περιβαλλοντικά παιχνίδια να διεξάγονται στο πεδίο, αλλά και απόψεις που

υποστηρίζουν ότι είναι προτιμότερο να διεξάγονται στο χώρο του σχολείου.

Από τη μια πλευρά, κάποιιοι υποστηρίζουν ότι είναι προτιμότερο τα περιβαλλοντικά παιχνίδια να διεξάγονται στο πεδίο γιατί έτσι προσεγγίζεται καλύτερα το θέμα, τα παιδιά έρχονται σε επαφή με τη φύση, μαθαίνουν το φυσικό περιβάλλον και φυσικά αντιλαμβάνονται καλύτερα τα περιβαλλοντικά ζητήματα, αισθάνονται πιο ελεύθερα κ.α. (Brookes A. 1994). Όμως για να είναι περισσότερο αποτελεσματική η επίδραση τους στη αλλαγή στάσης υποστηρίζεται ότι η επίσκεψη και οι δραστηριότητες που γίνονται στο πεδίο χρειάζεται να έχουν μεγάλη χρονική διάρκεια πράγμα που δεν μπορούμε να επιτύχουμε από μία και μοναδική επίσκεψη (Cronin - Jones L. 2000).

Από την άλλη πλευρά, κάποιιοι υποστηρίζουν ότι είναι προτιμότερο τα περιβαλλοντικά παιχνίδια να διεξάγονται στο σχολικό προαύλιο γιατί οι μαθητές και οι μαθήτριες είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με τον συγκεκριμένο χώρο, και δεν υπάρχουν προβλήματα στη πρόσβαση και ότι σε ένα τέτοιου είδους χώρο μπορεί κανείς να έχει έναν σαφώς καλύτερο έλεγχο (Martin, 2003).

Ανεξάρτητα όμως από τα όσα ειπώθηκαν παραπάνω, πολλές φορές οι συνθήκες επιβάλλουν την πραγματοποίηση ενός Περιβαλλοντικού Παιχνιδιού στο χώρο του σχολείου. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι προτιμότερη η χρήση της αυλής του σχολείου γιατί προσφέρει περισσότερες ευκαιρίες και δυνατότητες.

Μπορεί επίσης μέσω του παιχνιδιού να εμπλακεί όλο το σχολείο και να προσεγγίσει ζητήματα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης ενεργητικά και όχι παθητικά όπως γίνεται συνήθως στις παρουσιάσεις των προγραμμάτων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία είναι η πολύ καλή οργάνωση και προετοιμασία του προγράμματος. Τέλος, οι δραστηριότητες μπορούν να προσαρμόζονται στο θέμα της Περιβαλλοντικής Ομάδας, την περιοχή διερεύνησης, τις ανάγκες του προγράμματος, την ηλικία των συμμετεχόντων και τη διαμόρφωση του σχολικού χώρου.

Στην περίπτωση μας, θα δώσουμε ένα παράδειγμα περιβαλλοντικού παιχνιδιού με θέμα τη χρήση της βιομάζας. Η βιομάζα είναι η αρχαιότερη και η περισσότερο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Από την παλαιολιθική εποχή, ο άνθρωπος, για να μπορέσει να ζήσει, κατάφερε να διαχειριστεί την ενέργεια που προερχόταν κυρίως από την καύση του ξύλων, που είναι ένα από τα είδη βιομάζας. Πλέον στη σημερινή εποχή, η βιομάζα χρησιμοποιείται για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για παραγωγή υγρών καυσίμων κτλ.. (ΚΑΠΕ 2004) Είναι μια μορφή ενέργειας που βασίζεται στην ηλιακή από τη στιγμή που με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε βιομάζα, ενώ παράλληλα με την καύση της βιομάζας το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται στην ατμόσφαιρα επαναπροσλαμβάνεται από τη νέα βιομάζα που θα παραχθεί και πάλι μέσω της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, η οποία δεσμεύει τον άνθρακα και ελευθερώνει το οξυγόνο (Φιλιππόπουλος, 2006, ΕΕΑ, 2004, Romero-Gonzalez et al., 2006).





## Περιγραφή Δραστηριότητας

Το πρόγραμμα που θα αναλύσουμε παρακάτω απευθύνεται κυρίως σε παιδιά ηλικίας από 10 ετών και πάνω. Είναι μια δραστηριότητα ενεργητικής μάθησης, από τη στιγμή που οι μαθητές εμπλέκονται στο πρόγραμμα αυτό μέσω της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων. Για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα ο ιδανικός αριθμός μαθητών που συμμετέχουν είναι 14-18 άτομα.

### Προετοιμασία

Υλικά που θα χρειαστούν:

- Ένα φυλλάδιο οδηγιών για τους μαθητές
- Δύο χάρτες που θα υποδεικνύουν τα σημεία των φακέλων για την κάθε ομάδα
- Δύο πυξίδες για να βοηθήσουν τους μαθητές να διαβάσουν τους χάρτες.
- Φάκελοι δύο διαφορετικών χρωμάτων (ένα χρώμα για κάθε μια ομάδα)
- Κόλλες χαρτί και μολύβια

---

### Σημείωση

Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να έχει επισκεφθεί από πριν το χώρο έτσι ώστε να ελέγξει αν αυτός είναι κατάλληλος ως προς την ασφάλεια των παιδιών αλλά και για να τοποθετήσει τους φακέλους της κάθε ομάδας στα σωστά σημεία σύμφωνα με το χάρτη.

---

### Εκτέλεση του παιχνιδιού

Συγκεντρώνουμε τους μαθητές στο πεδίο, τους χωρίζουμε σε 2 ομάδες και τους εξηγούμε τους κανόνες του παιχνιδιού. Δίνουμε στην κάθε ομάδα ένα χάρτη της περιοχής στην οποία βρισκόμαστε. Ο κάθε χάρτης έχει σημειωμένα κάποια σημεία τα οποία συμβολίζουν τους κρυμμένους φακέλους για την κάθε ομάδα. Ζητάμε από τα παιδιά να εντοπίσουν τους φακέλους με τη βοήθεια του χάρτη. (Η

κάθε ομάδα έχει το δικό της χρώμα φακέλων έτσι ώστε να ξεχωρίζουν και να μην υπάρξει σύγχυση.) Μόλις τα παιδιά μαζέψουν όλους τους φακέλους για την ομάδα τους έχουν το δικαίωμα να τους ανοίξουν, και να ζητήσουν από τον εκπαιδευτή ένα τελευταίο φάκελο που θα περιέχει μια ερώτηση. Η ερώτηση αυτή θα σχετίζεται με τους φακέλους που οι μαθητές έχουν ήδη συλλέξει, και θα ζητείται ουσιαστικά από τους μαθητές να κατηγοριοποιήσουν τις προτάσεις που περιέχουν οι φάκελοι . Η ομάδα που θα ολοκληρώσει πρώτη την διαδικασία είναι και η νικήτρια.

Οι προτάσεις που θα περιέχουν οι φάκελοι μπορούν να προσεγγίζουν το θέμα της βιομάζας για την κάθε ομάδα από διαφορετική σκοπιά. Για παράδειγμα, για την πρώτη ομάδα μπορεί να έχουν σαν θέμα τις χρήσεις της βιομάζας και η δεύτερη τις μορφές της βιομάζας.

Ενδεικτικά σαν παράδειγμα κάποιες προτάσεις μπορεί να είναι οι εξής:

### Ομάδα 1<sup>η</sup>-Μορφές Βιομάζας

**Ερώτηση:** Διαχωρίστε τις παρακάτω μορφές ενέργειας τσεκάροντας με (✓) αυτές που ανήκουν στην κατηγορία της βιομάζας.

- Αστικά απόβλητα ✓
- Πετρέλαιο
- Απόβλητα κτηνοτροφίας (κοπριές, απόβλητα σφαγείων) ✓
- Αγροτικά υπολείμματα (άχυρα, κλαδέματα κτλ) ✓
- Φυσικό αέριο
- Γαϊάνθρακας

## Ομάδα 2<sup>η</sup> –Χρήσεις Βιομάζας

**Ερώτηση:** Διαχωρίστε τις παρακάτω χρήσεις ενέργειας τσεκάροντας με (✓) αυτές που μπορούμε να έχουμε από εφαρμογές της βιομάζας.

- Θέρμανση νερού ✓
- Θέρμανση χώρου ✓
- Ψύξη
- Παραγωγή ηλεκτρισμού ✓
- Αυτοκίνηση ✓
- Παραγωγή καυσίμων ✓

Στο τέλος γίνεται μια συζήτηση με τους μαθητές για τα φαινόμενα που ανακάλυψαν μέσα από το παιχνίδι αλλά και για τις πιθανές δυσκολίες που τα παιδιά μπορεί να εντόπισαν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με την ηλικία των παιδιών, τον αριθμό τους (ύπαρξη περισσότερων ή μεγαλύτερων ομάδων) καθώς και τη θεματολογία που ο εκπαιδευτικός θέλει να διαπραγματευτεί. Σε παιδιά μεγαλύτερων ηλικιών η διαδικασία μπορεί να γίνει περισσότερο σύνθετη δυσκολεύοντας τη θεματολογία ή βάζοντας τα να βρουν τους φακέλους σε δυσκολότερα σημεία στο χάρτη. Αντίστοιχα μπορεί να γίνει απλούστερη για παιδιά μικρότερης ηλικίας. Ακόμη, εάν ο εκπαιδευτικός θέλει να διδάξει τους μαθητές κάποιο άλλο αντικείμενο μπορεί να αλλάξει τη θεματολογία και να την προσαρμόσει στη δραστηριότητα.

Ακόμα, καλό θα ήταν να αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη δραστηριότητα δίνει την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να αξιολογήσει τους μαθητές και με άλλα κριτήρια, όπως είναι η ικανότητα των παιδιών να διαβάζουν ένα χάρτη και να βρίσκουν συγκεκριμένα σημεία σε αυτόν, ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνούν και συνεργάζονται μεταξύ τους, ή ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά αντιμετωπίζουν την αντίπαλη ομάδα.

### Παράδειγμα 3<sup>ο</sup>

#### **Η χρήση των σατιρικών σκίτσων στην περιβαλλοντική εκπαίδευση: Η περίπτωση της αιολικής ενέργειας**

Στην εκπαίδευση, η επιστήμη και η τέχνη, αποτελούν αναπόσπαστα κομμάτια της, από τη στιγμή που η επιστήμη συνδέεται με τη γνώση, ενώ από την άλλη πλευρά η τέχνη είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της αισθητικής. Αν και οι δύο αυτές έννοιες είναι εντελώς διαφορετικές, ωστόσο ο απόλυτος διαχωρισμός τους δεν είναι επιθυμητός. Η μάθηση γίνεται περισσότερο αποτελεσματική, δημιουργική άρα και ουσιαστική, αν ο εκπαιδευτικός καταφέρει να αξιοποιήσει τις δύο αυτές έννοιες σαν δομικά στοιχεία της εκπαιδευτικής διαδικασίας. (Παπαδοπούλου, 2008)

Στη σύγχρονη κοινωνία η εικονική πραγματικότητα και η οπτική κουλτούρα έχουν αποκτήσει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη ζωή μας. Αν σκεφτούμε την καθημερινότητά μας, θα παρατηρήσουμε πως η εικόνα σαν έννοια είναι δυναμικά παρούσα όσο ποτέ άλλοτε, επιδρώντας στην κοινωνική, πολιτισμική, οικονομική και εκπαιδευτική πραγματικότητα της εποχής μας.

Η οπτική κουλτούρα ενδιαφέρεται για οτιδήποτε έχουμε δει, για ό,τι βλέπουμε όπως πίνακες ζωγραφικής, αγάλματα, films, τηλεόραση, φωτογραφίες, έπιπλα, κτίρια, διαφημίσεις, φως, χάρτες, όνειρα, όλες δηλαδή τις εκφράσεις της κουλτούρας που μεταδίδονται μέσω οπτικών μέσων. Σήμερα πλέον, ζούμε σε μια τόσο ακραία οπτική κουλτούρα, ώστε λέγεται ότι ο μέσος Δυτικός καταναλωτής βλέπει –χωρίς, βέβαια, να το συνειδητοποιεί– πάνω από 3.000 εμπορικά μηνύματα κάθε μέρα (International Herald Tribune, 2007).

Ένα λοιπόν από τα χαρακτηριστικά της εποχής μας είναι η μεγιστοποίηση της δύναμης της εικόνας. Οι χώροι εργασίας, τα σπίτια μας, καθώς και οι ώρες αναψυχής μας καθορίζονται από οπτικά μέσα. Η τηλεόραση, ο κινηματογράφος τα video games και το Internet, που είναι κατ' εξοχήν οπτικά μέσα έχουν καταλάβει το

μεγαλύτερο ποσοστό του ελεύθερου χρόνου μας, ενώ συνεχώς με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα μέσα αυτά τελειοποιούνται, ενώ παράλληλα φθηναίνουν, με αποτέλεσμα την ολοένα και μεγαλύτερη χρησιμοποίησή τους από το ευρύ κοινό.

Η χρήση της εικόνας και στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι μια καινοτόμος διαδικασία που μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση εννοιών και στην απόκτηση γνώσεις από τους μαθητές. Μπορούμε να πούμε ότι πολλές φορές η γνώση μεταδίδεται οπτικά. Για παράδειγμα οι οικονομολόγοι αναπαριστούν τις οικονομικές τάσεις με γραφήματα, οι γεωγράφοι χαρτογραφούν περιοχές, οι μηχανικοί χρησιμοποιούν σχέδια για την υλοποίηση έργων κτλ.

Τα παιδιά της σημερινής εποχής, από πολύ νωρίς έρχονται σε επαφή με τα οπτικά μέσα της σύγχρονης τεχνολογίας αρχίζοντας από την οθόνη της τηλεόρασης. Περνούν πολύ από το χρόνο τους παρακολουθώντας διάφορα προγράμματα στην τηλεόραση ή στο βίντεο ενώ έρχονται από νωρίς σε επαφή με την οθόνη του υπολογιστή, ο οποίος χρησιμοποιείται ως εκπαιδευτικό αλλά περισσότερο ως ψυχαγωγικό μέσο. Έπονται οι οθόνες των κινητών τηλεφώνων, τα οποία χρησιμοποιούν όλοι τόσο ως μέσα επικοινωνίας, όσο και ως μέσα ψυχαγωγίας με τα παιχνίδια και τα προγράμματα που ενσωματώνουν. Όλες αυτές οι οθόνες αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής ζωής των σύγχρονων παιδιών, που ζουν στις αναπτυγμένες χώρες, σε βαθμό ώστε θα μπορούσαμε να αναφερόμαστε σ' αυτά ως γενιά της οθόνης. (Μπέλλου, 2003)

Πέρα από όλα αυτά, αν λάβουμε υπ' όψιν ότι στον πλανήτη περισσότεροι από οκτακόσια εκατομμύρια ενήλικες είναι αναλφάβητοι, η εικόνα μπορεί να καταστεί ένα πολύ ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο. Ένα πολύ καλό παράδειγμα όσο αφορά τη χρήση εικόνας στην εκπαίδευση που μπορούμε να δώσουμε, είναι η χρησιμοποίηση σατιρικού σκίτσου. Είναι ένα αρκετά ενδιαφέρον και αποτελεσματικό εργαλείο, με το οποίο ο εκπαιδευτικός μπορεί να μεταδώσει

αρκετές γνώσεις προς τους εκπαιδευόμενους του να δημιουργήσει περισσότερα κίνητρα για μάθηση, να διευκολύνει την συγκράτηση της γνώσης και των πληροφοριών και να καλλιεργήσει την κριτική σκέψη. Εξάλλου και από ψυχολογική θεώρηση ο άνθρωπος ανταποκρίνεται σε μεγάλο βαθμό σε οπτικά ερεθίσματα, τόσο όσον αφορά στην απομνημόνευση πληροφοριών (απομνημονεύει το 30% των πληροφοριών με οπτικό τρόπο), όσο και στη μάθηση (ο άνθρωπος μαθαίνει κατά 83% μέσω της όρασης) (Treinchler 1967, Σιμάτος 1995).

Τα σατιρικά σκίτσα είναι αυτοδύναμες εικονογραφήσεις, με ή χωρίς λεζάντα, και εικονογραφημένα αναγνώσματα σε συνέχειες ταχείας ολοκλήρωσης (Μανωλάς 2004). Για έναν εκπαιδευτικό αλλά και για οποιονδήποτε θέλει να ασχοληθεί με το συγκεκριμένο αντικείμενο, είναι εύκολο να προμηθευτεί σατιρικά σκίτσα. Ενδεικτικά μπορούμε να πούμε ότι κάποια από τα μέσα αυτά είναι οι εφημερίδες, τα περιοδικά, πολλά εικονογραφημένα μυθιστορήματα, από συλλογές που κάποιος σκιτσογράφος μπορεί να δημοσιεύσει καθώς και το Ίντερνετ (Μανωλάς 2004).

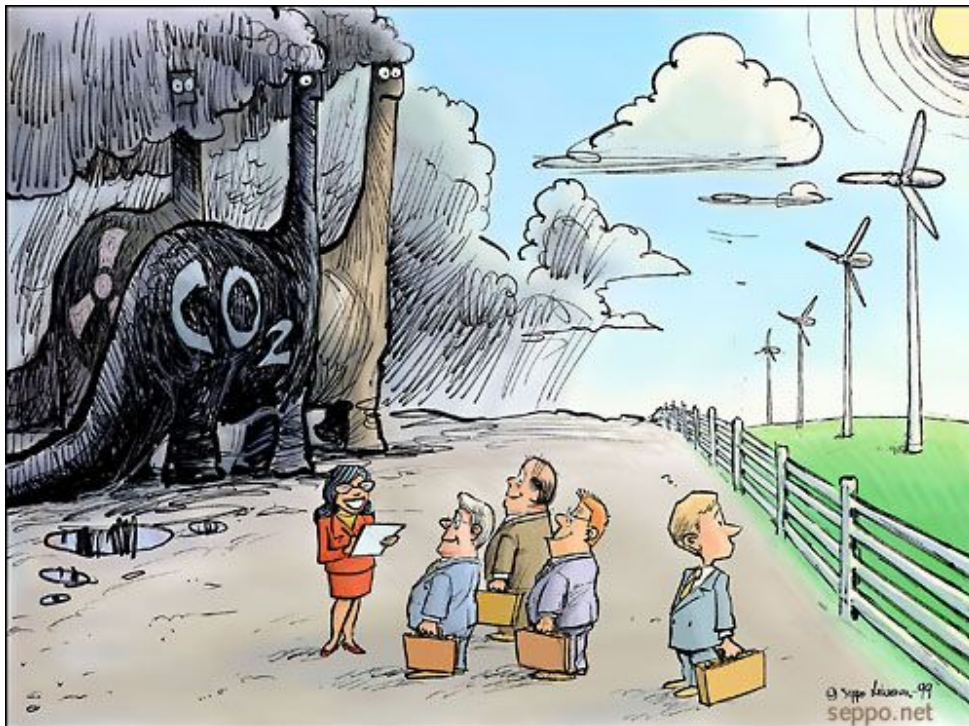
Σύμφωνα με τον Μανωλά (2004) υπάρχουν κάποιοι βασικοί κανόνες αξιοποίησης των σατιρικών σκίτσων στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πρώτα από όλα, θα πρέπει να υπάρχει μια σαφής διατύπωση των στόχων, από τη στιγμή που η διατύπωση των στόχων μιας δραστηριότητας αποτελεί το 25% της επιτυχίας της προσπάθειας αυτής. Δεν χρειάζεται να επιδεικνύονται πολλά σατιρικά σκίτσα. Μπορούμε να πούμε ότι ένα σατιρικό σκίτσο αρκεί για κάθε ένα από τα κύρια σημεία που πρέπει να αναλυθούν. Κάθε σατιρικό σκίτσο θα πρέπει να συνοδεύεται με ερμηνεία, καθώς και με συζήτηση με το ακροατήριο. Σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχία της συζήτησης αυτής αποτελεί η ποιότητα των ερωτήσεων που χρησιμοποιούνται. Οι καλές ερωτήσεις είναι σαφείς, σύντομες, χρησιμοποιούν γλώσσα προσιτή, προκαλούν τη σκέψη και προωθούν την αξιοποίηση της πληροφόρησης που παρέχεται. Μετά το τέλος της συζήτησης μέσα στην τάξη είναι σημαντικό να προταθούν στους σπουδαστές ερωτήσεις ή δραστηριότητες ενδυνάμωσης των

πρώτων εντυπώσεων από τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική διαδικασία, έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να διευρύνουν τους γνωστικούς ορίζοντές τους και να μπορέσουν να αποκτήσουν δεξιότητες που καλλιεργούν τη διαδικασία της αυτομόρφωσης.

**Μια εφαρμογή: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας- Αιολική ενέργεια**

**Σατιρικό σκίτσο**

Η εικόνα 4.1 απεικονίζει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πιο συγκεκριμένα την χρησιμοποίηση της αιολικής ενέργειας σε σύγκριση-αντιπαράθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ενέργειας.



Εικόνα 4.1 Πηγή: <http://www.seppo.net/e/blog-action-day-cartoons>

## **Στόχοι**

- Εξέταση και ερμηνεία του σατιρικού σκίτσου
- Εισαγωγή στην έννοια των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Ορισμοί- έννοιες σχετικά με αιολική ενέργεια
- Ανάλυση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της αιολικής ενέργειας
- Σύγκριση παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Δημιουργία ερεθισμάτων για σκέψη

## **Ανάλυση- Ερμηνεία**

Το παραπάνω σατιρικό σκίτσο, χρησιμοποιώντας ένα μικρό αριθμό οπτικών μέσων, καταφέρνει να μας εισάγει με επιτυχία στην έννοια των εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Στο συγκεκριμένο σκίτσο, μπορούμε να διακρίνουμε μια ομάδα ανθρώπων, που ενδεχομένως να θέλουν να κάνουν κάποιες επενδύσεις στο χώρο της ενέργειας και μια γυναίκα που δίνει πληροφορίες σχετικά με αυτό. Φαίνεται να προσπαθεί να κατευθύνει αυτούς που θέλουν να επενδύσουν στις μη ανανεώσιμες – συμβατικές μορφές ενέργειας, οι οποίες απεικονίζονται σαν προϊστορικοί δεινόσαυροι. Η συγκεκριμένη απεικόνιση μας δημιουργεί το συνειρμό ότι οι μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας έχουν πλέον ξεπεραστεί, και ανήκουν ενδεχομένως στο παρελθόν. Τα μαύρα σύννεφα που υπάρχουν γύρω από αυτές συμβολίζουν τους ρύπους που παράγονται και τα προβλήματα που δημιουργούν στην ατμόσφαιρα, καθώς και κατ' επέκταση στο χερσαίο και το υδάτινο περιβάλλον.

Ως γνωστόν τα τελευταία χρόνια η ρύπανση του περιβάλλοντος εξαιτίας της μεγάλης τεχνολογικής προόδου και της ραγδαίας βιομηχανικής ανάπτυξης έχει πάρει επικίνδυνες και σε πολλές περιπτώσεις, καταστροφικές διαστάσεις. Καθημερινά τεράστιες ποσότητες βιομηχανικών ρύπων και λυμάτων ρυπαίνουν το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να εξαφανίζονται πολλά είδη ζώων και να βάζουν σε κίνδυνο ακόμα και την υγεία των ανθρώπων.



Από την δεξιά πλευρά του σκίτσου όμως, μπορούμε να δούμε ενδεχομένως μια εναλλακτική λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στη συγκεκριμένη περίπτωση η αιολική μπορεί να είναι μια καλή εναλλακτική λύση. Μπορούμε να διακρίνουμε λοιπόν ένα αιολικό πάρκο και γύρω από αυτό μια καθαρή ατμόσφαιρα. Υπάρχει πράσινο, ενώ ο ήλιος λάμπει πράγμα που έρχεται σε αντιπαράθεση με το αριστερό μέρος του σκίτσου που οι μαύροι ρύποι έχουν καλύψει τα πάντα. Από αυτό το σημείο μπορούμε να πούμε ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα, ενώ παράλληλα δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα τα οποία τείνουν να εξαντληθούν.

Ένας από τους ανθρώπους στην ομάδα των επενδυτών φαίνεται να ενδιαφέρεται τελικά και να θέλει να ενημερωθεί για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτό μας δίνει ένα ελπιδοφόρο μήνυμα. Τελικά ακόμα και τώρα μπορεί να βρεθεί λύση. Ποτέ δεν μπορούμε να πούμε ότι είναι αργά για να κάνουμε την αρχή. Στην Ελλάδα υπάρχει ένα εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης της. Ήδη από το 1982, οπότε εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί δεκάδες αιολικά πάρκα σε όλη τη χώρα τόσο από τον δημόσιο όσο και από τον ιδιωτικό τομέα. Σήμερα υπάρχουν εγκατεστημένα συστήματα εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας, της τάξεως των 900-1100 MW και αναμένεται η περαιτέρω ανάπτυξη τους, από τη στιγμή που παρέχονται κίνητρα (επιδοτήσεις από Ε.Ε., καθορισμός νέων νόμων για Α.Π.Ε. κτλ) ακόμα και για μικρές επενδύσεις. Αν καταφέρουμε να αξιοποιήσουμε το αιολικό δυναμικό της χώρας μας, θα μπορέσουμε να καλύψουμε το 15% των ενεργειακών μας αναγκών. (Κανελλόπουλος 2008, ΚΑΠΕ, 2004)

### **Ερωτήσεις για συζήτηση**

- Ποια είναι η γνώμη σας για το συγκεκριμένο σκίτσο; Ήταν πετυχημένο; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- Ποια στοιχεία θα προσθέτατε αν σχεδιάζατε το σκίτσο; Υπάρχουν κάποια σύμβολα που πιστεύετε ότι λείπουν προκειμένου να είναι περισσότερο ολοκληρωμένο και γιατί;
- Αν βάζατε κάποια λεζάντα στο κάτω μέρος της εικόνας τι θα γράφατε;
- Ποιο πιστεύετε ότι είναι το σημαντικότερο στοιχείο που υπάρχει στο σκίτσο που μόλις αναλύσαμε;

### **Ερωτήσεις / δραστηριότητες προέκτασης**

- Να επιλέξετε ένα σατιρικό σκίτσο που αναφέρεται στην χρησιμοποίηση της αιολικής ενέργειας, και να κάνετε σύγκριση με το σκίτσο 4.1. Τι ομοιότητες και τι διαφορές υπάρχουν με το σκίτσο 4.1.; Ποια είναι τα κεντρικά στοιχεία του σκίτσου αυτού;
- Υποθέστε ότι ενδιαφέρεστε να επενδύσετε στο χώρο της ενέργειας. Θέλετε να βρείτε ένα τρόπο να παράγετε ενέργεια και να την πουλάτε σε κάποιο εργοστάσιο. Τι είδους επένδυση θα κάνατε και γιατί; Αιτιολογήστε σε μια με δυο παραγράφους τους λόγους που θα στρεφόσασταν σε ένα συγκεκριμένο τύπο επένδυσης.
- Βρείτε τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Μπορείτε να συμβουλευτείτε σχετικά βιβλία, εγκυκλοπαίδειες, το διαδίκτυο ή οποιοδήποτε άλλο μέσω πιστεύετε ότι μπορεί να σας βοηθήσει. Στη συνέχεια φτιάξτε δύο στήλες που να αναφέρονται στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας και αναφέρετε ποιο πλεονέκτημα και ποιο μειονέκτημα θεωρείτε σημαντικότερο και γιατί.

#### **Παράδειγμα 4<sup>ο</sup>:**

##### **Περιπτωσιακή μελέτη (case study) Η περίπτωση της γεωθερμίας**

Στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, μπορούν να ενταχθούν πολλές διαφορετικές μέθοδοι που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός σαν εργαλεία μέσα ή ακόμα και έξω από την τάξη. Μια μέθοδος, που θα αναλύσουμε παρακάτω, είναι η περιπτωσιακή μελέτη (case study). Ως διδακτική μέθοδος, έχει μεγάλη ιστορία, ειδικά στις περιπτώσεις όπου στόχος είναι η κατανόηση αντικειμένων, διαδικασιών και γεγονότων τα οποία είναι ταυτόχρονα, πολύπλοκα και μοναδικά. (Broclawik et al., 1994).

Αντικείμενο της περιπτωσιακής μελέτης μπορεί να είναι ένα πραγματικό γεγονός, ή κάποια κατάσταση, πραγματική ή υποθετική, ενώ αφορμή για την επιλογή του θέματος μπορεί να είναι ένα άρθρο σε μια εφημερίδα ή περιοδικό, ένα ρεπορτάζ στην τηλεόραση ή κάποια ιστοσελίδα που να δίνει πληροφορίες για ένα θέμα. Δηλαδή θα πρέπει να υπάρχει κάποιου είδους καταγραφή που θα αποτελέσει έναυσμα για την έναρξη της περιπτωσιακής μελέτης (Φλογαΐτη, 2010).

Παρακάτω θα αναφερθούμε στην εφαρμογή της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής μεθόδου, και θα αναλύσουμε την περίπτωση της γεωθερμίας. Οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου θέματος είναι προφανείς, από της στιγμή που η γεωθερμική ενέργεια, αξιοποιούμενη κατάλληλα, μπορεί να ικανοποιήσει βασικές ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου και να καλύψει σημαντικά ενεργειακά κενά. Από την άλλη, η Ελλάδα είναι μια χώρα ιδιαίτερα ευνοημένη γεωθερμικά. Διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν την επικράτεια, όπως στη Νίσυρο, την Ικαρία, τη Μήλο, τη Σαντορίνη, τη Λέσβο, τη Ν. Κεσσάνη Ξάνθης, τη Νιγρίτα Σερρών, τον Λαγκαδά Θεσ/κης και τα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής κτλ. Οι γεωθερμικές αυτές πηγές, προσφέρουν αμέτρητες ευκαιρίες επένδυσης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,

σε εμπορικές εφαρμογές ή αγροτικές χρήσεις, που δυστυχώς στη χώρα μας στο μεγαλύτερο ποσοστό τους παραμένουν ανεκμετάλλευτες.

Είναι πολύ σημαντικό λοιπόν, από τη στιγμή που μένουμε σε μια χώρα που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τη συγκεκριμένη ενέργεια, να γνωρίζουμε τις δυνατότητες που υπάρχουν στην εκμετάλλευση της, έτσι ώστε μελλοντικά να μπορέσουμε να δώσουμε λύσεις σε ενεργειακά προβλήματα, και να διασφαλίσουμε την ποιότητα ζωής τόσο για εμάς όσο και για τις μελλοντικές γενεές .

Κύριος στόχος του προγράμματος, είναι η ενημέρωση των μαθητών για τις χρήσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και στην προκειμένη περίπτωση για τη γεωθερμία, την υπάρχουσα κατάσταση στην Ελλάδα, τη σύνδεση των εφαρμογών αυτών με την καθημερινή τους ζωή και η θετικότερη στάση των μαθητών ως προς τη γεωθερμία. Ακόμα, οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ευκαιρία να εργαστούν σε ομάδες, κάτι που συνεπάγεται την καλλιέργεια του ομαδικού πνεύματος, της αλληλεγγύης και της συνεργασίας. Προωθείται η κριτική σκέψη, ενώ παράλληλα οι μαθητές καλλιεργούν τη διαδικασία της αυτομόρφωσης και της δια βίου μάθησης.

### **Περιγραφή Δραστηριότητας**

Η διαδικασία που ακολουθείται στην περιπτωσιακή μελέτη, είναι ανάλογη με εκείνη που ακολουθείται στην επίλυση προβλήματος: δηλαδή ορισμός του θέματος, συνήθως από τους εκπαιδευτικούς, σφαιρική ανάλυσή του, έρευνα σε ομάδες και ανταλλαγή απόψεων.

- Στο πρώτο επίπεδο, ο εκπαιδευτικός παρέχει το αρχικό υλικό, έτσι ώστε να αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι τις απαραίτητες θεμελιώδεις γνώσεις σε ότι αφορά το επιλεγμένο θέμα.

- Σε δεύτερη φάση, εφοδιάζει τους μαθητές με τις δεξιότητες εκείνες που χρειάζονται για να διερευνήσουν το θέμα όλοι μαζί σαν τάξη ή χωρισμένοι σε ομάδες.
- Τέλος, η τάξη ή οι ομάδες καταλήγουν σε αποφάσεις για το τι πρέπει να γίνει αναφορικά με το θέμα, ενώ οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να αναπτύξουν ένα σχέδιο δράσης, του οποίου η υλοποίηση εξαρτάται από τις αποφάσεις της τάξης ή του εκπαιδευτικού.

Στην περίπτωση μας θα προτείνουμε ένα άρθρο από την εφημερίδα “Ελευθεροτυπία” που αναφέρεται στην εκμετάλλευση της γεωθερμίας στην Ελλάδα. Αναλύει την κατάσταση που επικρατεί στη χώρα μας πάνω σε αυτό το θέμα, ενώ παράλληλα συγκρίνει τις πολιτικές που έχουν ακολουθήσει και άλλες χώρες.

### Προτεινόμενο άρθρο

#### “ Η ΔΕΗ «βλάπτει σοβαρά» τη γεωθερμία»

(Ελευθεροτυπία, 29-9-2008)

Αλλαγές στη νομοθεσία για το περιβάλλον, στροφή στη γεωθερμία και «τάχιση απεγκλώβιση της χώρας από τη ΔΕΗ», ζήτησε ο νομπελίστας καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών, Χρήστος Ζερεφός, μιλώντας στο συνέδριο «Περιβάλλον και Υγεία» που πραγματοποιήθηκε το Σαββατοκύριακο στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Ο διεθνούς κύρους καθηγητής τόνισε την άμεση ανάγκη απεξάρτησης από το πετρέλαιο και τον άνθρακα, όχι μόνο λόγω της συνεχιζόμενης αύξησης των τιμών τους, όσο και λόγω του κόστους που συνεπάγονται οι εκπομπές τους σε διοξείδιο του άνθρακα. «Δυστυχώς», είπε, «η εθνική έκθεση για το αναμενόμενο επίπεδο διεύθυνσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ως το 2010 επικεντρώνεται κυρίως στο αιολικό δυναμικό, κατά πολύ μικρό ποσοστό στη βιομάζα (η καύση της οποίας συνεισφέρει, δυστυχώς, και αυτή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου), στα μικρά υδροηλεκτρικά έργα και κατά ένα μικρό ποσοστό στα φωτοβολταϊκά, ενώ ο μεγάλος απάν είναι η γεωθερμία». Σύμφωνα με τον κ. Ζερεφό, «η απουσία της γεωθερμίας αποτελεί μέγα πλήγμα κι αυτό διότι υπάρχει διαπιστωμένο και έτοιμο γεωθερμικό δυναμικό στη χώρα μας, και μάλιστα αναπτυγμένη και έτοιμη τεχνολογία για τις διάφορες χρήσεις του, όπως την ηλεκτροπαραγωγή, την παραγωγή υδρογόνου, τη θέρμανση οικισμών και κτιρίων, τη θέρμανση θερμοκηπίων και ξηραντηρίων, τις ιχθυοκαλλιέργειες κ.λπ.». Όπως εξήγησε, «η ηλεκτροπαραγωγή υδρογόνου από τη γεωθερμία απαιτεί ρευστά θερμοκρασίας άνω των 85 βαθμών Κελσίου, πράγμα το οποίο ικανοποιείται στην Ελλάδα σε διάφορα πεδία, τα γνωστότερα των οποίων βρίσκονται στη Μήλο, στην Κίμωλο, στη Νίσυρο, στο Γυαλί, στη Λέσβο, στη Σαντορίνη, στη Σαμοθράκη, στη Χρυσούπολη Καβάλας και αλλού». Από τα στοιχεία που παρέθεσε, είναι χαρακτηριστικό ότι, με εξαίρεση την Ιταλία και την Ισλανδία, οι υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, ακόμη και η Τουρκία, μολονότι έχουν φτωχότερο

γεωθερμικό δυναμικό από της Ελλάδας, έχουν αναπτύξει ήδη τη γεωθερμία! «Φωτεινό παράδειγμα», είπε, «έχει δώσει η Ισλανδία. Η στρατηγική της είναι να ανεξαρτητοποιηθεί από το πετρέλαιο πλήρως το 2010. Η Σουηδία ήδη τοποθετεί την απεξάρτησή της το 2020». Για τον κ. Ζερεφό, είναι επείγον να δοθεί έμφαση στην ενημέρωση, στην εκπαίδευση και στη βελτίωση της νομοθεσίας μας, ενώ απαιτείται η τάχιστα απεγκλώβιση της χώρας από την κατά τα άλλα αδρανή στα γεωθερμικά ΔΕΗ. «Απ' ό,τι φαίνεται της έχουν χορηγηθεί δικαιώματα εκμετάλλευσης της γεωθερμίας, τα οποία όχι μόνο δεν χρησιμοποίησε, αλλά αντιθέτως δημιούργησε την εντύπωση στους κατοίκους ότι η γεωθερμία δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα», είπε κι εξήγησε: «Αυτό αποδεικνύεται από το ότι έχουν κλείσει κι έχουν μωμιοποιηθεί σε νησιά μας πιλοτικές εγκαταστάσεις, το κόστος των οποίων επιβαρύνθηκε βεβαίως ο ελληνικός λαός».

### **ΗΠΑ αλλά και Τουρκία**

Ενδεικτικά ανέφερε ότι η βιομηχανία της γεωθερμίας στις ΗΠΑ παράγει σήμερα 2.000 μεγαβάτ ηλεκτρικής παραγωγής ή περίπου 650 μεγαβάτ ενέργειας για θέρμανση. Οι δε εταιρείες οι οποίες ασχολούνται με το θέμα αυτό είναι οικονομικής επιφανείας της τάξης του 1,5 δισ. δολαρίων κατ' έτος, ενώ οι προβλέψεις για την εξέλιξη της γεωθερμικής ισχύος παγκοσμίως υπολογίζεται στα 25 δισ. δολάρια. «Σημαντικά γεωθερμικά προγράμματα», τόνισε, «αναπτύσσονται αυτή τη στιγμή στην Τουρκία, η οποία σε πολλές περιοχές προσφέρει δωρεάν γεωθερμική ενέργεια για τον κλιματισμό 7,5 χιλιάδων κατοικιών, ενώ μία μόνον εταιρεία διαφημίζει ότι έχει εγκαταστήσει 41 συστήματα για τη θέρμανση 300 χιλιάδων κατοικιών στην Τουρκία». Και κατέληξε: «Κρίνεται επείγουσα η υποβολή συγκεκριμένων προτάσεων ενεργειακής στρατηγικής για τους διάφορους τομείς, μεταξύ των οποίων προεξάρχουσα θέση έχουν οι μεταφορές και ο κτιριακός τομέας».

Αφού ο εκπαιδευτικός δώσει στους μαθητές το συγκεκριμένο άρθρο, και το διαβάσουν γίνεται συζήτηση μέσα στην τάξη και αναλύεται το συγκεκριμένο ζήτημα.

Στη συνέχεια, ο καθηγητής μπορεί να χωρίσει τους μαθητές σε ομάδες συζήτησης γύρω από το θέμα της γεωθερμίας, αλλά από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Για παράδειγμα μια ομάδα μπορεί να συζητήσει για τις χρήσεις της γεωθερμίας, κάποια άλλη για τους τρόπους εκμετάλλευσής της, μια τρίτη ομάδα μπορεί να συζητήσει για τυχών επιπτώσεις που μπορεί να έχει η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας στο περιβάλλον, την κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα, τα κυριότερα γεωθερμικά πεδία της χώρας μας κτλ. Οι ομάδες αυτές αρχικά μπορούν να συζητήσουν μεταξύ τους βάσει των γνώσεων που ενδεχομένως ήδη έχουν, ή με τη βοήθεια του καθηγητή υπό μορφή συζήτησης.

Σε δεύτερη φάση ο καθηγητής, μπορεί να ζητήσει από την κάθε ομάδα να παραδώσει μια γραπτή εργασία με το θέμα που της έχει ανατεθεί στο προηγούμενο στάδιο. Ύστερα από έρευνα που μπορούν να κάνουν οι ίδιοι οι μαθητές, μέσω συγγραμμάτων, άρθρων ή μέσω διαδικτύου παραδίδουν μια εργασία, την οποία και παρουσιάζουν στην τάξη.

Τέλος οι εργασίες αυτές, από τη στιγμή που προσεγγίζουν το ίδιο θέμα, και συμπληρώνουν η μια την άλλη μπορούν να ενωθούν σε μία μεγάλη εργασία η οποία θα εξετάζει και το συγκεκριμένο ζήτημα από μια σφαιρική άποψη. Η τελική εργασία μπορεί να καλύπτει τις εξής υποενότητες:

- Χρήσεις της γεωθερμίας
- Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας
- Η γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα (κυριότερα γεωθερμικά πεδία κ υπάρχουσα κατάσταση)
- Επιπτώσεις της γεωθερμίας στο περιβάλλον

Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για όσους θέλουν να ενημερωθούν γύρω από το συγκεκριμένο θέμα ή ακόμα και να μοιραστεί στις τάξεις του σχολείου υπό μορφή σχολικού περιοδικού.

## **Παράδειγμα 5<sup>ο</sup>:**

### **Το Μοντέλο Επίλυσης Προβλημάτων του Richard E. Gross Η περίπτωση της υδραυλικής ενέργειας**

Μία ακόμα μέθοδος ενεργητικής μάθησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό είναι το μοντέλο επίλυσης προβλημάτων του Gross. Το μοντέλο επίλυσης προβλημάτων του Gross περιλαμβάνει έξι βήματα τα οποία ακολουθούνται από το δάσκαλο και τους σπουδαστές για να μελετήσουν, να εξετάσουν, να αναλύσουν και να επιχειρήσουν να λύσουν το πρόβλημα. Πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε βήμα οδηγεί στο επόμενο βήμα, από τη στιγμή που το κάθε επόμενο βήμα είναι μια λογική συνέχεια του προηγούμενου (Μανωλάς 2006).

Τα βήματα που ακολουθούνται κατά το συγκεκριμένο μοντέλο μάθησης είναι τα ακόλουθα:

1<sup>ο</sup>: Ορισμός προβλήματος, δηλαδή επιλογή και παρουσίαση του προβλήματος από τον εκπαιδευτικό μέσα στην τάξη, συζήτηση και παράθεση απόψεων των εκπαιδευομένων για τη χρησιμότητα της επίλυσης του προβλήματος.

2<sup>ο</sup>: Παράθεση εφικτών τρόπων δράσης δηλαδή, συζήτηση εφικτών τρόπων δράσης οι οποίες πιθανώς θα οδηγήσουν στην επίλυση του προβλήματος

3<sup>ο</sup>: Συγκέντρωση και ερμηνεία σημαντικής πληροφορίας, δηλαδή συλλογή πληροφοριών με ποικίλους τρόπους που θα βοηθήσουν στην λύση του προβλήματος

4<sup>ο</sup>: Λήψη προκαταρκτικής απόφασης με βάση την υπάρχουσα πληροφορία. Σε αυτό το βήμα οι σπουδαστές συζητούν για το ποιες ενέργειες είναι οι καταλληλότερες για τη λύση του προβλήματος, και τελικά φτάνει σε μια ομαδική απόφαση που μπορεί να εμπεριέχει και συμβιβασμό.

5<sup>ο</sup>: Ανάλυση δράσης σύμφωνα με την απόφαση. Σε αυτό το στάδιο το μοντέλο που αποφασίστηκε από τους εκπαιδευόμενους αρχίζει να υλοποιείται.



Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές όπως συνεντεύξεις, παίξιμο ρόλων , σύνταξη επιστολών κτλ.

6<sup>ο</sup>: Επεξεργασία των αποτελεσμάτων και τροποποίηση μελλοντικών ενεργειών . Σε αυτό το στάδιο, που είναι και το τελικό, οι μαθητές σύμφωνα με αυτά που έμαθαν και σύμφωνα με αυτά που κατάφεραν, κάνουν έναν απολογισμό για το πώς αυτά μπορούν να εφαρμοστούν στη ζωή τους.

### **Εφαρμογή του Μοντέλου του Gross**

Ακολουθεί ένα παράδειγμα για το πώς το μοντέλο του Gross μπορεί να εφαρμοστεί στη τάξη σχετικά με την περίπτωση της υδραυλικής ενέργειας.

Βήμα 1: Ορισμός προβλήματος, λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικές αξίες. Το πρόβλημα που επιλέγεται και γράφεται στον πίνακα είναι το εξής:

#### **Πρόβλημα:**

«Να σχεδιάσετε έναν υδροηλεκτρικό σταθμό, με τέτοιο τρόπο ώστε να μη χρησιμοποιείται μόνο για παραγωγή ενέργειας, αλλά να έχει και άλλες χρήσεις ενώ παράλληλα να έχει τις μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Να σημειωθεί ότι το έργο θα πραγματοποιηθεί κοντά σε οικισμό, οπότε θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τυχόν ενστάσεις ή προβλήματα που μπορεί να έχουν οι κάτοικοι σχετικά με το έργο που πρόκειται να πραγματοποιηθεί στην περιοχή τους. Οι υποθέσεις καθώς και οι προτάσεις που θα κάνετε πρέπει να είναι ρεαλιστικές και να βασίζονται σε υπαρκτά στοιχεία.»

Μετά την διατύπωση του προβλήματος, ένα ερώτημα γεννιέται στους σπουδαστές. Για ποιο λόγο θα πρέπει να πάρουμε μέρος σε αυτή τη δραστηριότητα; Η συζήτηση που θα ακολουθήσει θα αιτιολογήσει την εμπλοκή στη συγκεκριμένη

δραστηριότητα ενώ αφού δοθούν απαντήσεις σε ερωτήσεις των εκπαιδευομένων μπαίνουμε στο επόμενο στάδιο.

Βήμα 2: Παράθεση εφικτών τρόπων δράσης. Στο στάδιο αυτό, οι σπουδαστές προτείνουν ιδέες και τρόπους για να λυθεί το πρόβλημα. Η προσοχή τους εστιάζεται στα ακόλουθα ερωτήματα:

1. Το έργο Ποιος ή ποιοι θα πρέπει να είναι υπεύθυνοι για το έργο; Ποιο θεωρείτε ότι θα πρέπει να είναι το μέγεθος του σταθμού και γιατί; Σε ποια σημεία θα πρέπει να δοθεί έμφαση έτσι ώστε το έργο να είναι βιώσιμο;
2. Οικονομία Με ποιο τρόπο το έργο που πρόκειται να υλοποιηθεί μπορεί να εκμεταλλευτεί οικονομικά;
3. Περιβάλλον Ποιες παράμετροι θα πρέπει να υπολογιστούν έτσι ώστε να μην υπάρξει σημαντική περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή; Τι μέτρα εξυγίανσης θα πρέπει να παρθούν ώστε να ισορροπήσει το οικοσύστημα χωρίς να υπάρξουν σημαντικές μεταβολές; Τι θα πρέπει ενδεχομένως να αποφευχθεί;
4. Κοινωνία Ποια τα οφέλη της τοπικής κοινωνίας από τον σταθμό; Ποιο θα είναι το κόστος για τους κατοίκους της περιοχής;

Στη συνέχεια καταγράφονται οι ιδέες και οι απόψεις των εκπαιδευομένων στον πίνακα, ενώ ο καθηγητής μπορεί να προσθέσει κάποιες σημαντικές προτάσεις που δεν έχουν ειπωθεί, ενώ στη συνέχεια δίνονται οδηγίες στους μαθητές για το επόμενο βήμα.

Βήμα 3: Σε αυτό το σημείο οι μαθητές κρίνουν ποιες πληροφορίες από αυτές που έχουν είναι χρήσιμες αλλά και τι θα πρέπει ακόμα να γνωρίζουν έτσι ώστε να μπορέσουν να οδηγηθούν στη λύση του προβλήματος. Ο καθηγητής χωρίζει τους εκπαιδευόμενους του σε ομάδες με σκοπό κάθε ομάδα να καλύψει μία από τις τέσσερις ομάδες ερωτήσεων του προηγούμενου σταδίου. Αφού γίνει ο διαχωρισμός ο καθηγητής αναθέτει σε κάθε ομάδα διάφορες δραστηριότητες με σκοπό τη συγκέντρωση επιπρόσθετων πληροφοριών.

Βήμα 4: Λήψη προκαταρκτικής απόφασης με βάση την υπάρχουσα πληροφόρηση. Στο στάδιο αυτό οι ομάδες αναμορφώνονται έτσι ώστε κάθε ομάδα να έχει ένα ειδικό σε κάθε ένα από τα τέσσερα πεδία του δεύτερου σταδίου. Ο εκπρόσωπος κάθε ομάδας παρουσιάζει στην τάξη το σχέδιο που έχει να προτείνει. Στη συνέχεια η τάξη συζητά τα σχέδια αυτά απορρίπτοντας απόψεις που είναι δύσκολο να υλοποιηθούν. Τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, όπως αυτά αναδύονται από τη συζήτηση, καταγράφονται στον πίνακα.

Βήμα 5: Ανάλυση δράσης σύμφωνα με την απόφαση. Σε αυτό το σημείο οι μαθητές θα πρέπει να αποφασίσουν με ποιο τρόπο θα υλοποιήσουν την απόφαση που πήραν στο προηγούμενο στάδιο. Για παράδειγμα θα μπορεί να δημιουργηθεί μια αφίσα που θα αναρτηθεί στους πίνακες ανακοίνωσης της σχολής, στο διαδίκτυο, σε σχολικά περιοδικά κτλ.

Βήμα 6: Επεξεργασία των αποτελεσμάτων και τροποποίηση μελλοντικών ενεργειών. Μετά τη λύση του προβλήματος, η περίοδος που ακολουθεί είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη συγκράτηση των γνώσεων και για την επίτευξη της μάθησης. Σε αυτό το στάδιο οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να εμπλακούν σε μια σειρά από δραστηριότητες όπως η επανεξέταση της διαδικασίας και η εύρεση νέας λύσης, η αλλαγή ορισμένων παραμέτρων έτσι ώστε να διαφοροποιηθεί το πρόβλημα,

διατύπωση άλλου προβλήματος που ενδέχεται να μπορεί να λυθεί με παρόμοιο τρόπο και τέλος να κάνουν ένα απολογισμό με τη μορφή αυτό-αξιολόγησης. Τι έμαθαν οι μαθητές με τη λύση του προβλήματος; Πως πιστεύουν ότι τους βοήθησε αυτές οι γνώσεις;

### **Συμπεράσματα Κεφαλαίου**

Χωρίς αμφιβολία, τα παραδείγματα εκπαίδευσης που μόλις παρουσιάσαμε, από τη στιγμή που εμπλέκουν τους εκπαιδευόμενους στην εκπαιδευτική διαδικασία, χωρίς να είναι παθητικοί αποδέκτες της γνώσης που προσφέρει ο καθηγητής/εκπαιδευτικός, είναι παραδείγματα ενεργητικής μάθησης. Ο εκπαιδευτικός, μπορεί να προσαρμόσει τα προγράμματα που μόλις παρουσιάσαμε ανάλογα με τον αριθμό των εκπαιδευομένων, την ηλικία τους την θεματολογία που θέλει να καλύψει κτλ. Μπορεί επίσης να κάνει συνδυασμό των παραπάνω δραστηριοτήτων για ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης. Μέσα από τις συγκεκριμένες δραστηριότητες οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν δεξιότητες όπως είναι η συνεργασία, το ομαδικό πνεύμα, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης κτλ. Τέλος αξίζει να αναφέρουμε ότι τα παραπάνω παραδείγματα διδασκαλίας προωθούν τη δια βίου μάθηση, από τη στιγμή που δείχνουν τρόπους στους μαθητές πώς να μαθαίνουν αυτά που χρειάζονται μόνοι τους.

## Κεφάλαιο 5

### Συμπερασματικές Κρίσεις

Στην εργασία αυτή αρχικά, μπορέσαμε να δούμε κάποιες βασικές πληροφορίες πάνω σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και αναλύσαμε την κάθε μια χωριστά. Μάθαμε για τα γνωρίσματα της κάθε μιας, τα βασικά χαρακτηριστικά της, τους τρόπους εκμετάλλευσης της και τις μορφές ενέργειας που μπορούν να παραχθούν από την κάθε μορφή ξεχωριστά.

Δυστυχώς όμως, στις μέρες μας αν και υπάρχει ενδιαφέρον και πληροφόρηση του κοινού σε θέματα περιβάλλοντος γενικά καθώς και σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ειδικότερα, τις περισσότερες φορές η γνώση αυτή είναι ελλιπής. Συνήθως οι εκπαιδευτικοί που επιχειρούν να μεταδώσουν τις γνώσεις τους χρησιμοποιούν ως κύρια πηγή για την ενημέρωσή τους τα ΜΜΕ. Αν και υπάρχει βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των εκπαιδευτικών σε θέματα περιβάλλοντος, το αποτέλεσμα δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό δεδομένου ότι σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, δεν γνωρίζουν βασικές αρχές της περιβαλλοντικής επιστήμης. Οι ελλείψεις βασικών γνώσεων σε θέματα περιβάλλοντος είναι ένα σημαντικό σημείο εφ' όσον μιλάμε για εκπαιδευτικούς που καλούνται να προωθήσουν βασικές περιβαλλοντικές γνώσεις στους μαθητές.

Για αυτό το λόγο, αλλά και για την ενημέρωση του κοινού, στη συνέχεια της εργασίας, παραθέσαμε ένα ερωτηματολόγιο χωρισμένο σε ομάδες ερωτήσεων, με κάποιες συγκεκριμένες υποθέσεις, για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Κάποιες από τις ερωτήσεις ήταν σωστές και κάποιες λάθος. Με αυτόν τον τρόπο καταφέραμε να δούμε ακόμα πιο αναλυτικά και να μάθουμε ακόμα περισσότερες πληροφορίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και διαχωρίσαμε το μύθο από την πραγματικότητα. Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως αυτούσιο με όσους θα ήθελαν να ασχοληθούν με το συγκεκριμένο θέμα είτε

με παραλλαγές ανάλογα με την ηλικία των εκπαιδευομένων και το θέμα, ενώ παράλληλα εκτός από εκπαιδευτικό εργαλείο είναι και εργαλείο αξιολόγησης των μαθητών από τους εκπαιδευτικούς.

Εν συνεχεία, δίνονται πληροφορίες σχετικά με την ενεργητική μάθηση, τη σημασία της, και παραθέτονται τα πλεονεκτήματα που έχει συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.

Τέλος, παρουσιάζονται πέντε εντελώς διαφορετικά παραδείγματα ενεργητικής μάθησης, ένα για κάθε μια μορφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, (ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, αιολική ενέργεια , γεωθερμία, υδραυλική ενέργεια), τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε αυτούσια, είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους είτε με παραλλαγές, ανάλογα με τον αριθμό και την ηλικία των μαθητών.

Η εργασία αυτή, λοιπόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εγχειρίδιο από καθηγητές και δασκάλους, που είναι ευαισθητοποιημένοι σε θέματα περιβάλλοντος και που θα θέλουν να διδάξουν τους μαθητές τους θέματα που να έχουν σχέση με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά και από οποιονδήποτε που θα θέλει να δώσει πληροφορίες στο κοινό, για ενεργειακά θέματα, και θα θέλει να το πραγματοποιήσει με επιτυχία.

Σε αυτό το σημείο, μπορούμε να προτείνουμε στους επιστήμονες που θα ήθελαν να συνεχίσουν τη συγκεκριμένη εργασία , να κάνουν πράξη τις συγκεκριμένες δραστηριότητες έτσι ώστε να μπορούμε να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα για την αποτελεσματικότητα των όσων έχουν προταθεί σε αυτή την εργασία με αποδεδειγμένα στοιχεία.

Η προστασία και η σωστή διαχείριση του περιβάλλοντος είναι η μεγαλύτερη πρόκληση που καλούνται να ανταποκριθούν οι σημερινές, αλλά και οι επερχόμενες γενιές. Αποτελεί μια πρόκληση, στην οποία δεν έχουμε άλλη επιλογή, από το να αντιμετωπίσουμε με σοβαρότητα και υπευθυνότητα. Διότι, θα πρέπει να έχουμε πάντοτε κατά νου ότι το περιβάλλον δεν το κληρονομούμε από τους προγόνους

μας, αλλά το δανειζόμαστε από τα παιδιά μας. Χωρίς αμφιβολία η παιδεία είναι η μοναδική δύναμη που μπορεί να αλλάξει τη ροή των πραγμάτων. Το κλειδί για την αντιμετώπιση του προβλήματος βρίσκεται στην ενεργοποίηση και στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των νέων ανθρώπων, που με τη σειρά τους θα είναι οι ηγέτες του αύριο.





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

1. **Αθανασάκης, Α., Κουσουρής, Θ.** (1999) Περιβάλλον - Οικολογία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, εκδ. Gutenberg Χρ. Δαρδανός, Αθήνα
2. **Αλεξάκης Α. Σ.** (2001) Αιολική Ενέργεια, εκδ. ΣΙΔΕΡΗ ΜΙΧΑΛΗ, Αθήνα
3. **Αλεξάκης Α. Σ.** (2003) Ηλιακή Ενέργεια, εκδ. ΣΙΔΕΡΗ ΜΙΧΑΛΗ, Αθήνα
4. **Αρβανίτης Α., Τσεκούρα Α.** (2007), «Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας για οικιακές εγκαταστάσεις», Περιοδικό «ENERGY point», Τεύχος 5 ,Οκτώβριος, Αθήνα, σελ. 43-51
5. **Βασάλα Π.** (2007) Μελέτες πεδίου στην Περιβαλλοντική εκπαίδευση στο πλαίσιο των σχολικών περιπάτων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Εκπαίδευση για την Αειφορία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Κοινωνία – Οικονομία – Περιβάλλον – Πολιτισμός (3η Συνεδρία- Έρευνες 2007/10-11-07, σελ. 1-5), Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε., Αθήνα 2007
6. **Βερεσόγλου, Δ. Σ.** (1996). Σημειώσεις γενικής οικολογίας. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη
7. **Βουρδουμπάς, Γ.** (1998). Χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας. ΤΕΙ Χανίων , διαθέσιμο στο: <http://ape.chania.teicrete.gr/gr/files/enebio.DOC>
8. **Γελεγένης, Ι. Ι.**, (2005) Πηγές Ενέργειας Συμβατικές και Ανανεώσιμες Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα
9. **Γεωργόπουλος Α., Τσαλίκη, Ε.**, (1998), Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, εκδ. Gutenberg, Αθήνα
10. **Γεωργόπουλος, Α. Τσαλίκη, Ε.**, (1993) Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, εκδ. Gutenberg, Αθήνα



11. **Δημητρίου, Α.**(2004) Αρχές και φιλοσοφία σχεδιασμού προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης: μια πρόταση για την ανάπτυξη προγράμματος με την προοπτική της διαθεματικότητας για την προσχολική ηλικία και τις πρώτες τάξεις του δημοτικού, εκδ. Ατραπός, Αθήνα
12. **ΕΛΚΕΠΑ** (1986) Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων - έρευνα στον ελληνικό χώρο. Μ. Αποστολάκη, Σ. Κυρίτσης και Χ. Σούτερ. Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, Αθήνα
13. **Ελληνική Ορθολογική Εταιρεία** (2006) Αιολικά Πάρκα και Ορνιθοπανίδα, εκδ. Οιωνός, Αθήνα
14. **Ζερβάκης Β. (2009)** Σημειώσεις Διαλέξεων με θέμα: Παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές και επιπτώσεις στο περιβάλλον Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα επιστημών της θάλασσας , Μυτιλήνη
15. **Κανελλόπουλος, Δ. Β.** (2008) Αιολική ενέργεια Σχεδιάζοντας στις αυλές των ανέμων, εκδ. ΙΩΝ, Αθήνα
16. **ΚΑΠΕ** (2006) Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για μαθητές Γυμνασίου, διαθέσιμο στο: <http://www.certh.gr/28369037.el.aspx>
17. **Καπλάνης, Σ. Ν.** (2003) Περιβάλλον και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. εκδ. ΙΩΝ, Αθήνα
18. **Κάπος, Μ.** (2009) Φωτοβολταϊκά, αιολικά, υδροηλεκτρικά Ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκδ. Κάπος Μιλτ. Μ, Αθήνα
19. **Κασσωτάκης, Μ., Φλουρής, Γ.** (2006) Μάθηση και Διδασκαλία- Θεωρία, Πράξη και αξιολόγηση της διδασκαλίας. Τόμος Β', Ιδιωτική Έκδοση, Αθήνα
20. **Κορκής, Α.** (2008) Ήλιος και Ενέργεια, 4<sup>ο</sup> Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ Ναύπλιο 12-14/12/2008, διαθέσιμο στο: <http://81.186.166.197/peekpe4/proceedings/synedria2/%CE%9A%CE%9F%CE%A1%CE%9A%CE%97% pdf>
21. **Κουζέλης, Γ.** (2005) Ενάντια στα Φαινόμενα, εκδ. νήσος

22. **Κουσουρή, Θ., Παπαδογιαννάκη, Κ.** (2005) Περιβαλλοντική Αγωγή με Διαδραστικά Παιχνίδια, εκδ Gutenberg, Αθήνα
23. **Λαμπροπούλου, Β., Καραγεωργόπουλος, Α., Κορνάρος, Μ., Τσούτσος, Θ.** (2004) Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς – Η Ελληνική Εμπειρία .Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, ΙΙΙ, τεύχ. 1-2, σελ. 24-32
24. **Λιάκου, Ε., Γκούσια-Ρίζου, Μ., Δέτσης, Β., Αμπελιώτης, Κ.** (2004) Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση από τη σκοπιά εκπαιδευτικών και μαθητών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση του Νομού Κορινθίας, Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Πανελληνίας Ένωσης Εκπαιδευτικών για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, 15-17 Οκτωβρίου 2004, Χαλκιδική.
25. **Μαλαμής, Β.** (1999) Αυτόνομες εφαρμογές ηλιακής ενέργειας μικρού και μεσαίου μεγέθους εκδ. ΙΩΝ
26. **Μανωλάς, Ε.** (1998) Η Χρήση της Φωτογραφίας στη Δασική Εκπαίδευση: Η Περίπτωση της Τροπικής Αποδάσωσης-Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Τόμος ΜΑ/2 , σελ. 1165-1171
27. **Μανωλάς, Ε.** (2001) Διδασκαλία και Μάθηση της Κοινωνιολογίας για το Φυσικό Περιβάλλον, εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα
28. **Μαρτζόπουλος, Γ.Γ.,** (1996) Βιομάζα - μια πρόκληση για εξοικονόμηση ενέργειας. Πρακτικά διημερίδας "Δυνατότητες συμβολής της βιομάζας στη γεωργική και βιομηχανική ανάπτυξη της χώρας". Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ιούνιος 1996, Θεσσαλονίκη, 22-30
29. **Ματσαγγούρας, Η.** (2002) Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση. Εννοιοκεντρική αναπλαισίωση και σχέδια εργασίας. Γρηγόρης, Αθήνα
30. **Ματσαγγούρας, Η.** (2003) Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση Εννοιοκεντρική αναπλαισίωση και σχέδια εργασίας, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα

31. **Ντούσκας, Ν.** (2007) Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στο σύγχρονο σχολείο. Επιστημονικό Βήμα , τόμος 6, Εισήγηση στο 1ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο, που διοργανώθηκε στα Ιωάννινα (12-15 Μαΐου 2006) από την Περιφερειακή Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με θέμα: «Το ελληνικό σχολείο και οι προκλήσεις της σύγχρονης κοινωνίας»
32. **Παπαδημητρίου, Β.**,(2000) Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, εκδ. Gutenberg, Αθήνα
33. **Παπαδοπούλου, Γ.** (2008) Η πολύπλευρη αξιοποίηση των οπτικών μέσων (εικόνα και φωτογράφιση) στην εκπαίδευση των ενηλίκων, διαθέσιμο στο: [http://www.gpseminars.gr/LH2Uploads/ItemsContent/68/13012008\\_eisigisi.pdf](http://www.gpseminars.gr/LH2Uploads/ItemsContent/68/13012008_eisigisi.pdf)
34. **Παπακωνσταντίνου, Π.** (1983), Παιδαγωγική Σχέση και Αυτονομία, Σύγχρονη Εκπαίδευση, Αθήνα
35. **Παπανικολάου, Δ. Ι.** (2007) Γεωλογία: Η επιστήμη της Γης εκδ. Πατάκη, Αθήνα
36. **Περάκη, Β.** (2004) Φυσική των Φωτοβολταϊκών Στοιχείων. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα
37. **Πολυχρόνου, Ζ.** (2008) «ΧΑΛΚΙΔΑ, Η ΔΙΚΗ ΜΑΣ ΠΟΛΗ» Πιλοτικό πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης Ν. Εύβοιας «Οικο-περίπατοι» 4ο Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ, Ναύπλιο, διαθέσιμο στο: [http://81.186.166.197/peekpe4/proceedings/synedria\\_poster/%CE%A0%CE%9F%CE%9B%CE%A5%CE%A7%CE%A1%CE%9F%CE%9D%CE%9F%CE%A5.pdf](http://81.186.166.197/peekpe4/proceedings/synedria_poster/%CE%A0%CE%9F%CE%9B%CE%A5%CE%A7%CE%A1%CE%9F%CE%9D%CE%9F%CE%A5.pdf)
38. **Ράπτης, Α.** (2003) Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας τ. Α' Ολική Προσέγγιση, εκδ. Ατραπός, Αθήνα
39. **Ράπτης, Ν.** (2000), Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Αγωγή: Το Θεωρητικό Πλαίσιο των Επιλογών, εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα
40. **Σκαναβή, Κ.** (2004) Περιβάλλον και Κοινωνία Μία σχέση σε αδιάκοπη εξέλιξη, εκδ. Καλειδοσκόπιο, Αθήνα

41. **Σκαναβή, Κ., Πετρενίτη, Β. Γιαννοπούλου, Κ.** (2005) Αφοσίωση Εκπαιδευτικών στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Heleco'05, Διεθνές Επιστημονικό Συνέδριο
42. **Σολομωνίδου, Χ.** (2006) Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης, εκδ. Μεταίχιμο, Αθήνα
43. **Σούλτης, Δ. Χ.** (2007) Αύριο τι; Ενέργεια - περιβάλλον - άνθρωπος: Σύγχρονες τάσεις και κάποιες σκέψεις: Μια πρώτη προσέγγιση, εκδ. Δίαυλος, Αθήνα
44. **Τσατήρης, Μ. Ν.** (2002) Ενέργεια και περιβάλλον, εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα
45. **Φιλιππόπουλος, Ν.** (2006) Εφαρμογές Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας και Ζωικών υποπροϊόντων-τεχνολογικές εξελίξεις και προοπτικές ηλεκτροπαραγωγής, διαθέσιμο στο: [http://www.nphilipropoulos.gr/uploads/files/omilia\\_112006.pdf](http://www.nphilipropoulos.gr/uploads/files/omilia_112006.pdf)
46. **Φλογαΐτη, Ε., Ζαχαρίου, Α., Κορφιάτης, Κ.** (2010) Περιβαλλοντική Εκπαίδευση- Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου-Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, διαθέσιμο στο: [http://www.paideia.org.cy/upload/analytika\\_programmata.pdf](http://www.paideia.org.cy/upload/analytika_programmata.pdf)
47. **Φράγκος, Χ.** (1977), Ψυχοπαιδαγωγική, εκδ. Gutenberg, Αθήνα
48. **Φυτίκας Μ., Κολιός, Ν., Παλαμπάκης, Π.**, (1996) «Γεωθερμία: Η Θερμική Ενέργεια της Γης», Περιοδικό «ΕΝΕΡΓΕΙΑ», τεύχος 18, σελ. 32-34
49. **Φυτίκας, Μ., Ανδρίτσος, Ν.**, (2004) «Γεωθερμία», Εκδ. Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
50. **Χαραλαμπόπουλος, Δ.** (2003 α) Σημειώσεις Υδροηλεκτρικής Ενέργειας. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα περιβάλλοντος, Μυτιλήνη
51. **Χαραλαμπόπουλος, Δ.** (2003 β) Σημειώσεις Αιολικής Ενέργειας. Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα περιβάλλοντος, Μυτιλήνη

1. **Alemanno, G., Bidini, G., Desideri, U.** (2004) Biomass economy for energy use. Proceedings of the 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, Italy, pp.36-43
2. **Athman, J., Monroe. M.**, (2000) Elements of Effective EE Programs. School of Forest Resources and Conservation University of Florida, pp.37-48,  
[http://general.utpb.edu/FAC/keast\\_d/Tunebooks/pdf/Athman%20and%20Monroe%20Article.pdf](http://general.utpb.edu/FAC/keast_d/Tunebooks/pdf/Athman%20and%20Monroe%20Article.pdf)
3. Bassam, E.I.N. (1998) C3 and C4 plant species as energy sources and their potential impact on environment and climate. Renewable Energy, Vol. 15, No 1, pp. 205-210(6)
4. **Bonwell, C.C.**, (2000) "Active Learning: Creating Excitement in the classroom" pp.3-16  
[www.ydae.purdue.edu/.../Active\\_Learning\\_Creating\\_Excitement\\_in\\_the\\_Classroom.pdf](http://www.ydae.purdue.edu/.../Active_Learning_Creating_Excitement_in_the_Classroom.pdf)  
-
5. **Broclawik, K., Malak-Minkewicz, B., Simlat, M., Zahorska-Bugaj, M., Zushowska- Czwartosz, E.**, (1994) Auxiliary Materials, The Mershon Center pp.110-152,  
<http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=E D380>
6. **Brookes, A.**, (1994) Reading between the Lines - Outdoor Experience as Environmental Text. J. The Journal of Physical Education. Recreation & Dance 65, No 8.
7. **Cronin-Jones, L.**, (2000) The Effectiveness of Schoolyards as Sites for Elementary Science Instruction. School Science and Mathematics Vol 100, Issue 4, pp.203-211
8. **Demirbas, A.**, (2004) Bioenergy, global warming, and environmental impacts. Energy Sources. Vol. 26, pp. 127-143

9. **EEA**, (2004) Ενεργειακές επιδοτήσεις και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. EEA Briefing No 2/2004. European Environment Agency. Διαθέσιμο στον διαδικτυακό τόπο: [http://reports.el.eea.europa.eu/briefing\\_2004\\_2/el/index\\_html\\_local](http://reports.el.eea.europa.eu/briefing_2004_2/el/index_html_local)
10. **Exo, K.-M., Hüppop, O., Garthe, S.**, (2003) Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. Wader Study Group Bull pp.: 50-53, [http://www.offshorewindenergy.org/reports/report\\_009.pdf](http://www.offshorewindenergy.org/reports/report_009.pdf)
11. **Hartley, J., Davies, I.**, (1978) "Note Taking: A Critical Review," Programmed Learning and Educational Technology, Vol. 15 No 3 pp.207-24
12. **Johansson, B.T., Kelly, H., Reddy, K.N.A., Williams, H.R.**, (1998) Renewable energy sources for fuels and electricity. Island Press, Washington.
13. **Klass, D. L.**, (1998) Biomass for renewable energy, fuels and chemicals. Academic Press, San Diego, California.
14. **Klass, D. L.**, (2004) Biomass for renewable energy and fuels. Encyclopedia of Energy, Vol.1 pp. 193-212, [http://beraonline.org/yahoo\\_site\\_admin/assets/docs/cyclopediaofEnergy.pdf](http://beraonline.org/yahoo_site_admin/assets/docs/cyclopediaofEnergy.pdf)
15. **Luger, E.**, (2002) Energy crops-conclusions and recommendations. BLT Wieselburg, Austria. [http://www.blt.bmlf.gv.at/vero/veroeff/0733\\_Energy\\_crops\\_conclusion\\_e.pdf](http://www.blt.bmlf.gv.at/vero/veroeff/0733_Energy_crops_conclusion_e.pdf)
16. **Manolas, E.**, (2006) Designing a sustainable society: An Application of the Richard E. Gross Problem-Solving Model, Proceedings of the 2006 Naxos International Conference on Sustainable Management and Development of Mountainous and Island Areas, E. I. Manolas (Ed.), Vol. 1, pp. 292-296.
17. **Manolas, E., Leal Filho, W.** (2004) The use of cartoons in environmental education: A case study of a learning approach, *Discursos*, Special Issue, 2004, pp. 399-405.
18. **Martin, S.** (2003) The Influence of Outdoor Schoolyard Experiences on Students' Environmental Knowledge, Attitudes Behaviors, and Comfort Levels. Journal of Elementary Science Education, Vol 15, No.2, pp. 51-63

19. **Martyn, M.** (2008) Clickers in the Classroom: An Active Learning Approach , Vol. 30, No 2, pp. 113-117 <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/EQM0729.pdf>.
20. **McKendry, P.** (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*. Vol. 83, Issue 1, pp.37-46
21. **Minnesota Department of Health Environmental Health Division** (2009) Public Health Impacts of Wind Turbines  
<http://energyfacilities.puc.state.mn.us/documents/Public%20Health%20Impacts%20of%20Wind%20Turbines,%205.22.09%20Revised.pdf>
22. **Mucchielli, R.** (2002) Les methodes actives dans la pedagogie des adultes
23. **Pedersen , E., Halmstad, H.** (2003)Noise annoyance from wind turbinesa review  
Naturvårdsverket Swedish Environmental Protection Agency pp.15-20  
[www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5308-6.pdf](http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5308-6.pdf)
24. **Prince, M.** (2004) Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education* 91(3), 323-231
25. **Romero-González, J., Peralta-Videa, J.R. , Rodríguez, E., Delgado, M., Gardea-Torresdey, J.L.,** (2006) Potential of Agave lechuguilla biomass for Cr(III) removal from aqueous solutions: Thermodynamic studies. *Biorecourse Technology*. Vol. 97 , No 1, pp. 178-182
26. **Scurlock, J.,** (2001) Bioenergy feedstock characteristics. BFIN - Bioenergy Feedstock Information Network. [http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/biochar\\_factsheet.html](http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/biochar_factsheet.html)
27. **Simmons, D. A.,** (1991). Are we meeting the goal of responsible environmental behavior? An examination of nature and environmental education center goals. *Journal of Environmental Education* Vol22 , No 3, pp.16-21
28. **Simmons, D.,** (1998) Education Reform, Setting Standards, and Environmental Education. In H. Hungerford, W. Bluhm, T.Volk, & J. Ramsey (Eds.), *Essential readings in environmental education* (pp. 65–72). Champaign, IL: Stipes

29. **Spitzer, J., Ahamer, G., Weiss, C., Fankhauser, G.** (1994) Consequences of an enhanced use of biomass fuels on the CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere
30. **Stacy, W. E.** (2003) Active Learning Strategies to Promote Critical Thinking- Journal of Athletic Training Vol 38 (3) pp.263-267
31. **Stratigea A., Giaoutzi, M.** (2006) Renewable Energy as a mean towards Sustainable Tourist Development, Paper presented at the Napoli Workshop, 3-5 April, National Technical University Athens
32. **Ture, S., Uzun, D., Ture, I.E.** (1997) The potential use of sweet sorghum as a nonpolluting source of energy. Energy. Vol. 22 No 1, pp. 17-19 (3)
33. **UNEP** (2003), Switched On: Renewable Energy Opportunities in the Tourism Industry, UNEP Report, United Nations Environment Programme, United Nations Publication <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/3258-SwitchedOn.pdf>
34. **UNEP,** (2004). World Energy Assessment : Overview 2004 Update. United Nations Environment, [http://www.unep.org/labour\\_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-Green-%20Jobs-E-Bookp313-352-Endnotes.pdf](http://www.unep.org/labour_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-Green-%20Jobs-E-Bookp313-352-Endnotes.pdf)
35. **Usher, A.** (2010) Keeping it Interesting: Characteristics of Students' Best and Worst Classroom Experiences Higher Education Strategy Associates Intelligence Brief 1 <http://www.higheredstrategy.com/publications/2010/2010Aug%20%20HESAIntelligence1%20-%20Keep%20it%20interesting.pdf>
36. **Voss, A.** (2004). Bio-fuels: biomass based blending components for transport fuels. Proceedings of the 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, Italy (in press).
37. **Walker, J. F.** (2008) Αιολική ενέργεια και ανεμογεννήτριες εκδ ΙΩΝ, Περιστέρι
38. **Wankat, P.** (2002), The Effective Efficient Professor: Teaching, Scholarship and Service, Allyn and Bacon: Boston, MA.



39. **Woodford, C.** (2005) Πηγές ενέργειας και μηχανές Από τον κοχλία του Αρχιμήδη, τους νερόμυλους και τις ατμομηχανές στους πυρηνικούς αντιδραστήρες και τα αιολικά πάρκα. εκδ. Σαββάλα, Αθήνα

## Διαδίκτυο

1. <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
2. <http://www.hellasres.gr/>
3. <http://icarus.ubetc.buffalo.edu/etc/tlr/whatis.html>
4. <http://northonline.sccd.ctc.edu/eceprog/bstprac.html#active>
5. <http://www.energolab.gr/index.asp?c=1>
6. [http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/biochar\\_factsheet.html](http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/biochar_factsheet.html)
7. <http://www.lignite.gr/en/index.htm>
8. <http://www.seppo.net/e/blog-action-day-cartoons>

