



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"



Η συμβολή της Εκπαίδευσης στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Διπλωματική Εργασία η οποία υποβάλλεται για την
εκπλήρωση των απαιτήσεων του ΔΠΜΣ
«Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

**Μπουραντάς Δημήτρης
Δάσκαλος**

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Τριμελής επιτροπή
Κουτσόπουλος Κωστής, Καθηγητής (επιβλέπων)
Καλιαμπάκος Δημήτρης, Καθηγητής
Κορωναίος Χριστοφής, Αν. Καθηγητής

Αθήνα, 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν για την διεκπεραίωσή της.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κορωναίο Χριστοφή, Αναπληρωτή Καθηγητή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, που μου έδωσε την ευκαιρία και την δυνατότητα να πραγματοποιήσω την παρούσα εργασία καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής. συνδυάζοντας έτσι τις γνώσεις που απέκτησα κατά την διάρκεια των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών σπουδών μου. Η βοήθειά του ήταν ανεκτίμητη, υπήρξε απίστευτα καλός καθοδηγητής έτσι ώστε να φέρω εις πέρας την εργασία μου εντός του χρονικού ορίου που όριζε το πρόγραμμα του μεταπτυχιακού προγράμματος χωρίς κόπο, πίεση και άγχος. Απόλυτα συναινετικός, πρόθυμος και ανεκτικός προσέφερε τη βοήθειά του σε κάθε απορία μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον Καθηγητή κ. Κουτσόπουλο Κωστή (Διευθυντή του ΔΠΜΣ) και τον Καθηγητή κ. Καλιαμπάκο Δημήτριο για την τιμή που μου έκαναν να είναι στην τριμελή επιτροπή της διπλωματικής μου εργασίας .

Ευχαριστώ όλους, όσους με εμπιστεύθηκαν και με επέλεξαν στο μεταπτυχιακό «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», κυρίως όμως τον καθηγητή Δημήτρη Ρόκο για τις εκπληκτικές του διδασκαλίες, οι οποίες μου έδωσαν το έναυσμα για μεγαλύτερη εμβάθυνση σε θέματα, με τα οποία εξαιτίας της φύσης της εργασίας μου ,δεν είχα ποτέ ασχοληθεί.

Ευχαριστώ, επίσης, και τους συμφοιτητές μου που με βοήθησαν να ανταποκριθώ στις δύσκολες απαιτήσεις του μεταπτυχιακού και κυρίως τους κ.κ. Κοντάκο Ηλία ,Μαντά Βαγγέλη και Πετράκη Δημήτρη.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ από καρδιάς στην οικογένεια μου που με στήριξαν και με στηρίζουν πάντα, που μου αφήνουν ελεύθερο χρόνο για τη συνέχιση των σπουδών μου και ιδιαίτερα στη γυναίκα μου, που μου δίνει δύναμη και κουράγιο, επεμβαίνοντας συναινετικά και υπομένοντας γλυκά και στοργικά στη φροντίδα των παιδιών μας.

Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή	5
2	Η Ενέργεια και οι μορφές της	13
2.1	Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	14
2.1.1	Πετρέλαιο	14
2.1.2	Γαιάνθρακες	24
2.1.3	Φυσικό Αέριο	29
2.1.4	Πυρηνική Ενέργεια	35
2.1.5	Ενέργεια Υδρογόνου	41
2.2	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)	57
2.2.1	Αιολική Ενέργεια	59
2.2.1.1	Ανεμογεννήτριες	61
2.2.1.2	Αιολικά Πάρκα	63
2.2.1.3	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις για μονάδες παραγωγής ενέργειας με χρήση του ανέμου	69
2.2.2	Βιομάζα	70
2.2.2.1	Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας	72
2.2.2.2	Οι κύριες εφαρμογές με καύσιμο βιομάζα	74
2.2.2.3	Βιοκαύσιμα	75
2.2.2.4	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις για μονάδες παραγωγής ενέργειας με χρήση βιομάζας	78
2.2.3	Ηλιακή ενέργεια	80
2.2.3.1	Ηλιακή ακτινοβολία	84
2.2.3.2	Παθητικά ηλιακά συστήματα	85
2.2.4	Γεωθερμία	91
2.2.5	Υδραυλική Ενέργεια	96
2.2.5.1	Η ενέργεια από τη θάλασσα	98
2.2.5.2	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κυμάτων	104
3	Εξοικονόμηση Ενέργειας	105
3.1	Εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων	106
3.1.1	Εξοικονόμηση ενέργειας από τους λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης	110

3.1.2 Εξοικονόμηση ενέργειας από τις οικιακές συσκευές χαμηλής κατανάλωσης	111
3.1.3 Εξοικονόμηση ενέργειας στον κλιματισμό	113
3.1.4 Εξοικονόμηση ενέργειας από την ηλιοπροστασία του κτιρίου	114
3.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας από τις Μεταφορές	115
4 Ενεργειακή Πολιτική και Περιβαλλοντική Ευαισθησία	118
4.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και η Ευρωπαϊκή Ένωση	118
4.2 Νέο Ενεργειακό Τοπίο –Νέες Προκλήσεις για την Ευρωπαϊκή Ένωση.....	125
4.3 Ενεργειακή Πολιτική και Γεωστρατηγικές Ισορροπίες	127
4.4 Η παγκόσμια Κρίση είναι συνυφασμένη με την Κρίση του Πολιτισμού μας	131
4.5 Περιβαλλοντική Πολιτική και Πράσινη Ανάπτυξη	136
4.6 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Ελληνική Πραγματικότητα	139
4.7 Καινοτομία και Περιβάλλον.....	141
4.8 Βιώσιμες Ενεργειακά Τοπικές Κοινωνίες (ENERGY SUSTAINABLE COCIETIES).....	142
5 Εκπαίδευση	145
5.1 Παιδεία και Εκπαίδευση	146
5.2 Εκπαίδευση και Οικονομική Ανάπτυξη	150
5.3 Πολιτική και Εκπαίδευση	153
5.4 Κατανάλωση – Παιδεία και Περιβάλλον	157
5.5 Εκπαίδευση και Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη	159
5.6 Περιβαλλοντική Παιδεία και Εκπαίδευση.....	161
5.6.1 Η έννοια του Περιβάλλοντος και η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.....	162
5.6.2 Ορισμός της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.)	163
5.6.3 Η Φιλοσοφία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης	163
5.6.4 Οι Αρχές της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.....	167
5.6.5 Ιστορική Εξέλιξη της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης	168
5.6.6 Σκοποί και Στόχοι της Π.Ε	170
5.6.7 Ανάπτυξη Διδακτικών Μεθόδων στην Π.Ε	174
5.6.7.1 Η μέθοδος Project	175
5.6.7.2 Διεπιστημονική προσέγγιση.....	177
5.6.7.3 Επίλυση προβλημάτων	179
5.6.7.4 Κριτική σκέψη	180

5.6.8 Τα χαρακτηριστικά της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.....	182
5.6.9 Εφαρμογή της Περιβαλλοντικής Αγωγής στην Α/θμια Εκπαίδευση..	184
5.6.10 Η Ανεπάρκεια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στη χώρα μας ...	190
5.6.11 Επαναπροσδιορισμός της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.....	192
5.6.11.1 Η Κατάρτιση των Δασκάλων στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.....	193
5.6.11.2 Ανάπτυξη και Εκτέλεση ενός Προγράμματος Κατάρτισης Δασκάλων	194
5.6.12 Η Διδασκαλία της Ενέργειας στην Εκπαίδευση	197
5.6.12.1 Απόψεις των Μαθητών για το Περιεχόμενο της έννοιας	198
5.6.13 Παραδείγματα Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.).....	200
5.6.13.1 Ενδεικτικό Μεθοδολογικό Πλαίσιο Σχεδιασμού του Προγράμματος: «Ενέργεια, Μορφές και Εφαρμογές της Ενέργειας».....	202
5.6.13.2 Ενδεικτικό Μεθοδολογικό Πλαίσιο Υλοποίησης Μαθήματος με τίτλο: «Ενέργεια».....	205
6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	211
Α) Αποστολή Δανία.....	211
Β) Ενεργειακά Αυτόνομο Νησί στη Δανία. Ένα Παράδειγμα προς Μίμηση....	216
Γ) Το Υδρογόνο. Το Καύσιμο του Μέλλοντος. Μύθος ή Πραγματικότητα; Εννιά Μύθοι και Παρανοήσεις - Γιατί τα αυτοκίνητα με Κυψέλες Υδρογόνου δε βρίσκονται προ των πυλών	218
Δ) Η έννοια της Ενέργειας στα Σχολικά Εγχειρίδια του Δημοτικού Σχολείου.(Βιβλίο του Δασκάλου Ε' Δημοτικού)	227
Ε) Ενέργεια - Σπάταλα τα ελληνικά κτίρια. Πώς θα περιορίσουμε τα οικογενειακά έξοδα και θα προστατέψουμε το Περιβάλλον	229
ΣΤ) Κύματα.....	234
Ζ) Το μοντέλο της μεταφοράς ενέργειας.....	239
Η) Χάρτες εννοιών	244
Θ) Το πείραμα με το ποδήλατο	247
7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	248



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"



Η συμβολή της Εκπαίδευσης στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Διπλωματική Εργασία η οποία υποβάλλεται για την
εκπλήρωση των απαιτήσεων του ΔΠΜΣ
«Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

**Μπουραντάς Δημήτρης
Δάσκαλος**

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Τριμελής επιτροπή
Κουτσόπουλος Κωστής, Καθηγητής (επιβλέπων)
Καλιαμπάκος Δημήτρης, Καθηγητής
Κορωναίος Χριστοφής, Αν. Καθηγητής

Αθήνα, 2010

A) Περίληψη

Με την παρούσα εργασία επιδιώκεται να διερευνηθεί η συμβολή της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στις **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)**. Συγκεκριμένα σκοπός αυτής της μελέτης είναι να εξεταστεί, αν ο ρόλος της **Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.)** μπορεί να λειτουργήσει καταλυτικά, έτσι ώστε να συνειδητοποιήσουν όλοι τη σημασία και την αναγκαιότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) σ' όλους τους τομείς και τις εκφάνσεις της ζωής μας. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο επιδιώκεται να σκιαγραφηθεί η φυσιογνωμία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.) και διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την πραγματοποίηση των προγραμμάτων της. Επίσης γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστούν οι δυνατότητες που έχουν οι (Α.Π.Ε.) στην ανάλυση των προβλημάτων που αφορούν στο περιβάλλον και να αναλυθεί η ικανότητά τους για διεπιστημονική προσέγγιση και αναζήτηση των δυνατών λύσεων για αυτά τα προβλήματα.

Μέσα από την ανάγκη της αλλαγής αφενός της συμπεριφοράς του ανθρώπου απέναντι στο περιβάλλον, αφετέρου του συστήματος αξιών της κοινωνίας, η εκπαίδευση έχει τη δυνατότητα να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο. Το ξεπέρασμα της ανθρωποκεντρικής αντίληψης για το περιβάλλον και η νέα όψη της βιο-θεώρησης της τεχνολογίας ως αποτελεσματικού εργαλείου και μέσου για την αντιμετώπιση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων, που αναδεικνύονται καθημερινά, αποκτούν ολοένα και ιδιαίτερη αξία.

Η συγκεκριμένη εργασία που αφορά στην (Π.Ε.) και τη συμβολή της στις (Α.Π.Ε.)* αποτελεί προσπάθεια ανάδειξης προς αυτή την κατεύθυνση. Υπεισέρχεται όμως ακόμα στο μεγάλο θέμα της αλλαγής της παραδοσιακής και κατεστημένης νοοτροπίας της εκπαιδευτικής πρακτικής, που θέλει το μαθητή παθητικό δέκτη με σκοπό τη συσσώρευση γνώσεων και εστιάζεται στην ενεργητική συμμετοχή του ατόμου για την κατάκτηση και δόμηση της γνώσης, την ανάπτυξη αξιών και τη διαμόρφωση στάσεων, με το δάσκαλο βοηθό και συμπαραστάτη σε κάθε βήμα των ενεργειών του.

* Για λόγους οικονομίας θα χρησιμοποιούνται οι συντομογραφίες (Α.Π.Ε.) και (Π.Ε.) για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση αντίστοιχα.

Η εργασία αυτή δε φιλοδοξεί να αναπτύξει ή να αξιολογήσει εξειδικευμένες εφαρμογές της τεχνολογίας των (Α.Π.Ε.) ούτε να καλύψει πλήρως το θέμα της εισαγωγής των (Α.Π.Ε.) στην εκπαίδευση. Το θέμα αυτό άλλωστε θα ήταν αναγκαίο να μελετηθεί μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της ενσωμάτωσης των (Α.Π.Ε.) στα αναλυτικά προγράμματα των σχολείων και μέσα από το πρίσμα των σύγχρονων τεχνολογικών εξελίξεων και να αποτελέσει αντικείμενο μιας εκτενέστερης και βαθύτερης ερευνητικής διαδικασίας.

Σίγουρα απαιτείται παραπέρα μελέτη και εμπειρικές έρευνες, για να προσδιοριστούν και να διευκρινιστούν περισσότερο τα παραπάνω θέματα.

Η εργασία αποτελείται από “έξι μέρη”. **Το πρώτο μέρος**, η εισαγωγή, αναφέρεται στην ενέργεια, στη σχέση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και εκπαίδευσης καθώς και στη συμβολή των νέων τεχνολογιών στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.).

Το δεύτερο μέρος ασχολείται με την ενέργεια, όπου γίνεται διαχωρισμός σε δυο κατηγορίες: τις **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας** και τις **Μη-Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Συμβατικές μορφές ενέργειας)**.

Το τρίτο μέρος αναφέρεται στην **Εξοικονόμηση Ενέργειας**, θεωρώντας ότι το πρώτο βήμα για μια επανάσταση στο θέμα της ενέργειας θα πρέπει να είναι η εξοικονόμησή της.

Το τέταρτο μέρος ασχολείται με την **Περιβαλλοντική Πολιτική και την Περιβαλλοντική Ευαισθησία**.

Στο πέμπτο μέρος περιλαμβάνεται η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, που καλύπτει το θέμα μας, που είναι η Εκπαίδευση και η συμμετοχή της στην ανάδειξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ως ο κινητήριος μοχλός για την ανάπτυξη.

Τέλος, **στο έκτο μέρος** του παραρτήματος, παρατίθενται αυτούσια κομμάτια από δημοσιευμένα άρθρα ,αλλά και εργασίες που έχουν σαν σκοπό να έντρυφήσουν περισσότερο στον κόσμο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και να καταστήσουν τον αναγνώστη κοινωνό αλλά και ενεργό συμμετοχό στην προσπάθεια για την εξάπλωση των Α.Π.Ε. σ’όλες τις πτυχές της ζωής του.

Abstract

The aim of the part is to probe contribution of **Enviromental Education (E.E.)** to **Renewable Sources of Energy (R.S.E.)**. In particular the goal of thiw study is to examine whether the role of Enviromental Education (E.E.) can be catalytic, in order for everyone to realise the importance and neseccity for Renewable Sources of Energy (R.S.E.) in all sectors and manifestationsof our life.In this respect we attempt to outline the character of Enviromental Education (E.E.) and the procedures followed during materialisation of its programmes.In addition, there is an attempt to present the potentials of (R.S.E.) in the analysis of problems concerning the environment and investigate the potentiality of an inderdiscriplinary approach and the pursuit feasible salutations to these problems.

Through the need for change of human attitude towards the environment on the hand and the value system of our society on the other hand, education can play an important role.Overcoming the anthropocentric perception of the environment and the recent understanding of technology as an effective tool and means for dealing with wordwide environmental problems, rising on a daily basis, are rendered more and more significant.

This study converning **Enviromental Education (E.E.)** and its contribution to **Renewable Sources of Energy (R.S.E.)** constitutes an attempt to highlight its importance.Besides it takes uponthe major subject of the necessary change of the traditional and established mentality of educational practice, which considers students as passive receivers who aim at the accumulation of knowledge, and focuses on the active participation of the individual for mastering and constructing knowledge, developing values and forming attidudes while the teacher acts as an assistant and supporter of their every step and action.

It is not our ambition to develop or evaluate specialised applications of (R.S.E.) nor do we attempt to fully cover the issue of the introduction of (R.S.E.) to education.This issue had better be discussed in the overall framework of incorporating (R.S.E.) in the school curricula through the spectrum of the modern technological developments and become the subject of a more through and profound search.

Further study and experimental research is definitely required in order to define and further clarify the above issues.

The study consists of six parts. **The first one**, introduction, refers to energy, the relation between environmental problems and education as well the contribution of new technologies to **Environmental Education (E.E.)**.

The second part deals with two discriminated types of energy: **Renewable Sources of Energy and Non- Renewable Sources of Energy (Conventional Forms of Energy)**

The third part refers to Energy saving, considering saving to be the fundamental step to a revolutionary policy concerning Energy.

The fourth part deals with Environmental Policy and Environmental Sensitivity.

The fifth part comprises the review of international bibliography in regard to our issue, which is Education and its participation in pointing out (R.S.E.) as the driving factor for development.

Finally, **in the sixth part** of the appendix we quote original extracts from published articles as well as papers whose aim is to relish further in the word of Renewable Sources of Energy and register the reader both participant and active collaborator in the widespread of (R.S.E.) in all aspects of their lives.

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο γίνεται λόγος για την οικολογική κρίση και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας. Το περιβάλλον, ζωτικός χώρος ανάπτυξης του ανθρώπου και κάθε μορφής ζωής, παρέχει όλες τις βασικές συνθήκες, τα υλικά και την ενέργεια που είναι απαραίτητα για τη ζωή, την επιβίωση αλλά και την ικανοποίηση όλων των αναπτυξιακών σχεδίων που επεξεργάζεται η ανθρωπότητα προκειμένου να καλυτερεύσει τις συνθήκες της ζωής (Φλογαΐτη,1993)[1]. Στα πλαίσια όμως της ανάπτυξης των διαφόρων κοινωνιών οι ανάγκες που δημιουργούνται πολλαπλασιάζονται και τροποποιούνται ανάλογα με την εκάστοτε εποχή, με συνέπεια η ικανοποίηση των αναγκών να οδηγεί στην εύρεση τρόπων επιβίωσης και καλύτερευσης των συνθηκών ζωής.

Η ικανοποίηση των ολοένα αυξανόμενων αναγκών κατά τη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας προκάλεσε έντονες παρεμβάσεις στο περιβάλλον, παρεμβάσεις που οδήγησαν στην υποβάθμισή του. Έτσι ενώ η ρύπανση του περιβάλλοντος από τον άνθρωπο και τις δραστηριότητές του ξεκινάει με την εμφάνιση του πάνω στη γη, ωστόσο οι πρώτες ανθρώπινες κοινωνίες ήταν απόλυτα ενσωματωμένες στα φυσικά συστήματα.

Με την εμφάνιση της φωτιάς προκλήθηκαν οι πρώτες σημαντικές διαταραχές στις φυσικές και ζωικές κοινωνίες και διαφοροποιήθηκαν τα οικοσυστήματα. Η εύρεση νέων τρόπων αξιοποίησης της φύσης οδήγησε στην αύξηση των ανθρωπίνων κοινωνιών και κατά συνέπεια στη παρέμβαση στα φυσικά συστήματα. Οι παρεμβάσεις αυτές ήταν πλέον μεγάλες σε έκταση και ένταση και δεν μπορούσαν να αφομοιωθούν από τα φυσικά συστήματα. Από το 18ο αιώνα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας αλλάζει ριζικά η σχέση ανθρώπου περιβάλλοντος αφού οι μη ανανεώσιμες πλέον πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται αλόγιστα και τα απόβλητα που παράγονται δεν μπορούν να αφομοιωθούν και συσσωρεύονται με τη μορφή διαφόρων ειδών ρύπανσης. Τα αυξανόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν γίνονται κατανοητά ούτε κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, όπου το περιβάλλον θεωρείται ανεξάντλητος πόρος για την ικανοποίηση των ανθρωπίνων αναγκών με αποτέλεσμα τις αρνητικές για το Περιβάλλον συνέπειες και την εμφάνιση της οικολογικής κρίσης.

Σύμφωνα με τον Α. Αθανασάκη(1999)[2], βασικές αιτίες αυτής της κρίσης είναι:

- I. οι μέθοδοι της βιομηχανικής παραγωγής
- II. ο υπερκαταναλωτισμός
- III. η συσσώρευση πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα
- IV. η τεχνοκρατική αντίληψη για την ανάπτυξη στο βαθμό που εξαντλεί βάνουσα και αλόγιστα τους φυσικούς πόρους της γης στο όνομα της βιομηχανικής, οικονομικής και τουριστικής ανάπτυξης.

Επίσης ο ίδιος συγγραφέας υποστηρίζει ότι τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά οικολογικά ζητήματα που πρόσφατα ερευνώνται και σχολιάζονται είναι:

- η τρύπα του όζοντος
- το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- η όξινη βροχή
- η καταστροφή στη ζούγκλα του Αμαζονίου
- η ατμοσφαιρική ρύπανση
- η ηχορύπανση
- η καταστροφή του εδάφους
- τα οικιακά απορρίμματα
- τα ραδιενεργά κατάλοιπα
- τα φυτοφάρμακα
- η ποικιλότητα του οργανικού κόσμου στην ελληνική φύση
- η τουριστική μας ανάπτυξη.

Για όλους αυτούς τους λόγους το ενδιαφέρον των επιστημόνων, των κυβερνήσεων και των ιδιωτών έχει στραφεί στην ανάπτυξη και υιοθέτηση εφαρμογών και καινοτομιών που ενσωματώνουν πιο «φιλικές προς το περιβάλλον» πηγές ενέργειας. Καθώς οι προκλήσεις, οι οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν, αυξάνονται καθημερινά, έχει διαμορφωθεί ένα πλαίσιο πρωτοβουλιών και πολιτικών θέτοντας συγκεκριμένες προτεραιότητες προκειμένου να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα των ενεργειακών πόρων για τους πολίτες όλου του κόσμου .

Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων και Εναλλακτικών Βιώσιμων Πηγών Ενέργειας (ηλιακή, αιολική, θαλάσσια, υδραυλική, βιομάζα,

γεωθερμία) σε συνδυασμό με την προσπάθεια για την εξοικονόμηση ενέργειας, είναι κοινά αποδεκτό, ότι συνδέονται άμεσα με θετικά αποτελέσματα για το περιβάλλον, την οικονομία, τον τουρισμό, τον πολιτισμό και την ποιότητα ζωής των κατοίκων.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και οι πρακτικές Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞ.Ε.) πρέπει να συμμετέχουν, σήμερα περισσότερο από ποτέ, στον ενεργειακό σχεδιασμό όλων των χωρών (βλ. εικόνα 1) και των αναπτυσσόμενων και των αναπτυσσόμενων αλλά και του Τρίτου Κόσμου, ενώ η ανάπτυξη Βιώσιμων Ενεργειακών Σχεδίων και Μέτρων πρέπει να αποτελούν βασικό στόχο όλων των μπλεκόμενων φορέων, σε τοπικό, περιφερειακό, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο.

Και τα μέτρα αυτά δεν μπορεί να είναι άλλα από την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα τη χρήση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας (κυρίως της αιολικής και της ηλιακής) όπως επίσης και την εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 1: Φωτοβολταϊκό Πάρκο. Πηγή: <http://www.econews.gr>

Βέβαια η προσέγγιση του ενεργειακού προβλήματος συχνά περιορίζεται στην ανάλυση του ζητήματος της εξάντλησης των φυσικών πόρων και της ρύπανσης παραλείποντας την σύνδεση της ενέργειας με τον ανθρώπινο καταναλωτισμό τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο.

Όμως σύμφωνα με τον Rees (1998) [3], τα οικονομικά συστήματα είναι αυτά που κατά κανόνα δημιουργούν οικολογικά προβλήματα, αφού μέσα από τη διαδικασία της παραγωγής και της κατανάλωσης επιβάλλουν την

εκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος για την άντληση πόρων και τη χρήση της βιόσφαιρας ως επιστροφής των απόβλητων.

Φαίνεται λοιπόν ότι υπάρχει μια άμεση σχέση των προβλημάτων του περιβάλλοντος με το σύστημα αξιών, πάνω στο οποίο στηρίχτηκε η βιομηχανική και τεχνολογική επανάσταση.” (Σιγάλας, 1987, σ.25) [4].

Η συνεχής υποβάθμιση του περιβάλλοντος, παράλληλα με την αναγνώριση της πολυπλοκότητάς του, συνέβαλαν στη συνειδητοποίηση του γεγονότος ότι κανένα μέτρο περιβαλλοντικής προστασίας και καμιά νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση και προστασία του, ούτε επαρκούν για την επίτευξη της βιωσιμότητας, εάν δεν διαμορφωθούν πολίτες με υπεύθυνη περιβαλλοντική συμπεριφορά, μέσω της οποίας θα κινητοποιηθούν σε δράσεις και ενέργειες για την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος, όπως επίσης και για τη βελτίωση των συνθηκών ζωής τους στη βάση των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης.

Για να επιτευχθούν όλα όσα έχουν προαναφερθεί σήμερα, όσο ποτέ άλλοτε, είναι επιτακτική η ανάγκη για μια νέα περιβαλλοντική πολιτική, η οποία θα δίνει έμφαση στην προώθηση και αποτελεσματική ενσωμάτωση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.), τόσο μέσα από τις τυπικές όσο και μέσα από τις άτυπες μορφές εκπαίδευσης. Αναγνωρίζεται έτσι τη σημασία που η παιδεία έχει να επιτελέσει στη διαμόρφωση περιβαλλοντικά υπεύθυνων πολιτών, οι οποίοι με αίσθημα κοινωνικής ευθύνης και οικολογικής ακεραιότητας θα αναλάβουν δράσεις και θα συμμετέχουν ενεργά για την επίτευξη της βιωσιμότητας τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η παραπάνω διατύπωση, αποτελεί, από τα πρώτα κιάλας χρόνια θεμελίωσης του θεσμού, σημείο αναφοράς τόσο των παγκόσμιων και διεθνών διασκέψεων (Τιφλίδα, 1977, Μόσχα, 1987, Ρίο, 1992, Θεσσαλονίκη, 1997), όσο και των κοινοτικών προγραμμάτων πολιτικής και δράσης για το περιβάλλον (5ο κοινοτικό πρόγραμμα δράσης, και 6ο στρατηγικό σχέδιο δράσης για το περιβάλλον: 2004-2010), στα οποία επισημαίνεται η ανάγκη αλλά και υποχρέωση της κάθε χώρας να προβεί στο σχεδιασμό και εφαρμογή ολοκληρωμένων σχεδίων δράσης για την Π.Ε. τα οποία θα αφορούν όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και θα λαμβάνουν υπόψη τόσο τις κατευθυντήριες αρχές της Π.Ε. όσο και τις εθνικές ιδιαιτερότητες της κάθε χώρας, ώστε να

καταστεί δυνατή η εφαρμογή και αποτελεσματική ενσωμάτωση του θεσμού στα εκπαιδευτικά συστήματα των διαφόρων χωρών.

Ο καταρτισμός εθνικών σχεδίων δράσης για τη διάχυση της Π.Ε. στα επίσημα εκπαιδευτικά συστήματα των διαφόρων χωρών, αποτέλεσε για πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σημείο επικέντρωσης των πρωτοβουλιών τους.

Τα τελευταία χρόνια, σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην οργανωμένη ενημέρωση των μαθητών για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και την Εξοικονόμηση Ενέργειας, γιατί όπως πιστεύεται, η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των ανθρώπων από μικρή ηλικία εξασφαλίζει την ύπαρξη στο μέλλον ενεργειακά υπεύθυνων καταναλωτών. Ο ρόλος του Σχολείου και κατά συνέπεια των εκπαιδευτικών είναι καθοριστικός για την επιτυχία αυτού του εγχειρήματος.

Ο ρόλος, επίσης, της ενεργειακής εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών, καθώς και της επιμόρφωσής τους, είναι καθοριστικός καθώς έχουν τη δυνατότητα να ευαισθητοποιήσουν τους μαθητές τους και να συμβάλουν στη διαμόρφωση της κατάλληλης συνείδησης και συμπεριφοράς της νέας γενιάς απέναντι στο ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Οι προσπάθειες τους αναμένεται να έχουν πολλαπλασιαστικά οφέλη, αφού οι ευαισθητοποιημένοι μαθητές μπορούν σήμερα να επηρεάσουν καθοριστικά, με τη σειρά τους, τους ανθρώπους του περιβάλλοντός τους (γονείς, φίλους, συγγενείς, κλπ.), και στο μέλλον ν' αποτελέσουν τους αυριανούς, υπεύθυνους πολίτες.

Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι κοινή παραδοχή η ανάγκη ενίσχυσης των προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Hausbeck et al., 1992, [5] Gambro και Switcky, 1996) [6]. Όπως τονίζει ο Weilbacher (1993), [7] οραματιζόμαστε την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση ως μια συνέχεια που ξεκινά με την ενημέρωση, συνεχίζει με την απόκτηση γνώσης και τεχνικής και καταλήγει στη δράση. Τα πανεπιστημιακά προγράμματα σπουδών πρέπει να εξασφαλίζουν το δεύτερο στάδιο, δηλαδή την απόκτηση επαρκούς περιβαλλοντικής γνώσης, η οποία είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη μετάβαση στο επόμενο στάδιο τη δραστηριοποίηση, η οποία είναι και το τελικό ζητούμενο. Αυτό, όμως, δεν αφορά μόνο τους φοιτητές.

Σύμφωνα με τους Gambro και Switzky (1996) [8], το κοινό πρέπει να είναι ενημερωμένο περιβαλλοντικά με την ελπίδα ότι η αυξημένη γνώση και κατανόηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων θα οδηγήσει σε πιο υπεύθυνη συμπεριφορά απέναντι στο περιβάλλον. Ο καλύτερος και πιο ενδεδειγμένος τρόπος, όμως, για να επιμορφωθεί ένα κοινό είναι η εκπαίδευση. Και η πρωτοβάθμια εκπαίδευση αποτελεί την πρώτη ευκαιρία για να επιτευχθεί αυτό μέσα από τις επίσημες δομές της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν την ανάγκη ενίσχυσης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα σχολεία, καθώς τα περιβαλλοντικά προβλήματα συνεχώς αυξάνονται (Hausbeck et al, 1992, [9] Gambro και Switzky, 1996) [10]. Στην Ελλάδα η Π.Ε. νομοθετικά έχει αναγνωρισθεί ως μέρος του σχολικού προγράμματος της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από το 1990. Η έλλειψη όμως αποτελεσματικής ενημέρωσης και εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών στον τομέα αυτό, δυσχεραίνει την εφαρμογή της Π.Ε. στην αίθουσα διδασκαλίας (Τάρταρης, 1996) [11].

Σε ό,τι αφορά το περιεχόμενο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης έχει καταδειχθεί ότι η γνώση της οικολογίας και μόνο δεν οδηγεί σε περιβαλλοντικά υπεύθυνη συμπεριφορά, παρόλο που είναι ένας σημαντικός παράγοντας, αν σκεφτεί κανείς τη σημασία της οικολογικής σκέψης στη λήψη αποφάσεων (Hines et. al, 1986- 87) [12]. Ωστόσο, η γνώση των οικολογικών διεργασιών, σε συνδυασμό με την υιοθέτηση των απαραίτητων στάσεων μπορούν να συμβάλουν στην περιβαλλοντικά υπεύθυνη συμπεριφορά (Hungerfold και Volk, 1990) [13]. Επίσης έχει αποδειχθεί ότι η γνώση είναι προϋπόθεση στη λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος (Karlan και Monroe, 1988 [14] και Ramsey et al, 1989). [15].

Ένας τομέας που έχει μελετηθεί ιδιαίτερα είναι η συσχέτιση γνώσεων και στάσεων. Από διάφορες σχετικές έρευνες φαίνεται ότι μπορεί να “αποδειχθεί” κάθε άποψη. Έτσι η Zimmerman (1996), [16] ύστερα από μια ερευνητική ανασκόπηση 15 χρόνων, κατέληξε στο ότι άτομα με υψηλότερο επίπεδο γνώσεων σχετικά με το περιβάλλον εμφανίζουν περισσότερο θετική συμπεριφορά απέναντι σε αυτό από ό,τι άτομα με χαμηλότερο επίπεδο γνώσεων. Οι Singletary et al. (1988) [17]. υποστήριξαν ότι η γνώση δε

θεωρείται πλέον το κυρίαρχο στοιχείο που διαμορφώνει τη στάση αλλά οπωσδήποτε σχετίζεται σε κάποιο βαθμό μ' αυτή. Σε αντίθεση η έρευνα των Yount και Horton (1992) [18]. έδειξε ότι αυξάνοντας τη γνώση των ατόμων για περιβαλλοντικά θέματα, δεν αλλάζει η στάση τους απέναντι σ' αυτά. Ακόμα, έχει επισημανθεί ότι η σχέση στάσης και συμπεριφοράς δεν είναι αυτόματη ούτε δεδομένη κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες (Παρασκευόπουλος και Παντελειάδου, 1993) [19]. Για παράδειγμα τα άτομα που αναπτύσσουν μια θετική στάση προς το περιβάλλον δεν είναι βέβαιο ότι θα προστατεύσουν το περιβάλλον σε μια δεδομένη περίπτωση.

Παρόλα αυτά η περιβαλλοντική εκπαίδευση μπορεί να αλλάξει μια ελαφρώς θετική στάση των μαθητών απέναντι στο περιβάλλον σε μια αρκετά θετική (Jaus, 1982). [20].

Επίσης, η διδασκαλία περιβαλλοντικών μαθημάτων μπορεί από μόνη της να μην αλλάζει τις στάσεις των μαθητών, βελτιώνει όμως την ποιότητα των επιχειρημάτων που μπορούν να χρησιμοποιήσουν για την υποστήριξη μιας απόφασης η οποία θα οδηγήσει στη λύση ενός περιβαλλοντικού προβλήματος (Yount και Horton, 1992,[21] και Kinsey και Wheatly, 1984) [22].

Τέλος, η χρησιμότητα των αποτελεσμάτων ερευνών που δείχνουν μια θετική αλλαγή στις γνώσεις, τις στάσεις και τη συμπεριφορά μαθητών που υποβλήθηκαν σε κάποια μορφή περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, μετριάζεται εξαιτίας προβλημάτων σχετικών με το σχεδιασμό της έρευνας ή την ανάλυση των δεδομένων (Leeming et al,1993). [23].

Υπάρχει λοιπόν η ανάγκη οι εκπαιδευτικοί μέσα από την εκπαίδευση που λαμβάνουν, να κατανοήσουν την ισχυρή συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των περιβαλλοντικών προβλημάτων με το σύγχρονο τρόπο ζωής. Καθώς επίσης να αποκτήσουν οικολογική σκέψη, ώστε ως ενεργοί πολίτες να διαμορφώσουν ένα νέο μοντέλο ολοκληρωμένης ανάπτυξης Αλλά στόχος της Π.Ε. δε θα πρέπει να είναι η δημιουργία ατόμων εκπαιδευμένων για κάτι συγκεκριμένο,. Στόχος κάθε εκπαιδευτικού συστήματος πρέπει πάνω από όλα, να είναι η ανάπτυξη ελεύθερα σκεπτόμενων πολιτών, ικανών να συνθέτουν και να κρίνουν.

Όπως αναφέρεται στην Οικουμενική Διακήρυξη των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου (άρθρο 26, § 2) [24] “Η εκπαίδευση πρέπει να αποσκοπεί στην

πλήρη ανάπτυξη της προσωπικότητας του ανθρώπου και στην ενίσχυση του σεβασμού προς τα ανθρώπινα δικαιώματα και τις θεμελιώδεις ελευθερίες. Πρέπει να ευνοεί την κατανόηση, την ανεκτικότητα και τη φιλία ανάμεσα σε όλα τα έθνη και σε όλες τις φυλετικές ή θρησκευτικές ομάδες, καθώς και την επέκταση των δραστηριοτήτων των Ηνωμένων Εθνών για τη διατήρηση της Ειρήνης”.

Η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού συστήματος που θα έχει τις κατάλληλες δομές και θα παρέχει τα εφόδια εκείνα που θα καταστήσουν όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, αλλά και τους συμμετέχοντες στην εκπαιδευτική διαδικασία έτοιμους και ικανούς να ασχοληθούν αποτελεσματικά με το θεσμό, ούτως ώστε να συμβάλουν στη διαμόρφωση περιβαλλοντικά «εγγράμματων» και δημοκρατικών πολιτών, που θα είναι σε θέση να αναλάβουν δράσεις και να συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων για τη βελτίωση του περιβάλλοντος και τη διασφάλιση της ποιότητας ζωής.

Τα προαναφερθέντα θα πρέπει να αποτελούν τον απώτερο στόχο των προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

Το σχολείο μπορεί να προσφέρει στα παιδιά, στην εύπλαστη ηλικία τους, ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τον εμποτισμό σε αυτά της επιθυμητής περιβαλλοντικής ηθικής” (Bhushan et. al., 1990, σ.15). [25].

Για το λόγο αυτό, η Π.Ε. θα πρέπει να στοχεύσει στην ευαισθητοποίηση των μαθητών απέναντι σε θέματα περιβάλλοντος προκειμένου να καλλιεργήσει μελλοντικούς πολίτες που θα σκέπτονται συλλογικά, με γνώμονα το κοινό καλό και την προστασία του περιβάλλοντος τόσο για τους ίδιους όσο και για τις μελλοντικές γενιές οι οποίοι συνακόλουθα δεν θα εγκαταλείπουν τις προσπάθειες παρά τα όποια προβλήματα. Η ευαισθητοποίηση των μαθητών, πρέπει να προέλθει μέσα από προγράμματα και την προσωπική επαφή τους με τη φύση. Σε κάθε περίπτωση όμως οι εκπαιδευτικοί είναι εκείνοι που θα πρέπει να ενημερωθούν πιο λεπτομερειακά σε θέματα περιβάλλοντος και συνειδητά να ενσταλάξουν στους μαθητές τις γνώσεις τους και την αγάπη τους για το περιβάλλον.

2. Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΣ

Ενέργεια είναι η ικανότητα-δυνατότητα ενός σώματος να παράγει έργο. Παραγωγή έργου σημαίνει αυτόματα και κατανάλωση ενέργειας.

Υπάρχουν διάφορες μορφές ενέργειας: θερμική (θερμότητα), φωτεινή (ακτινοβολία), κινητική, δυναμική, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική ενέργεια. Με βάση τον 1^ο Νόμο της Θερμοδυναμικής η ενέργεια δεν προέρχεται από το πουθενά ούτε και εξαφανίζεται. Απλά συνεχώς μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη. Ο 2^{ος} Νόμος της Θερμοδυναμικής αναφέρεται στην ποιότητα της ενέργειας και βασίζεται στην εντροπία [26].

Η Γη είναι μια τεράστια αποθήκη ενέργειας και ως τέτοια, μπορεί να εξεταστεί σαν ένα αυτόνομο ενεργειακό σύστημα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αντλεί και ταυτόχρονα να παράγει ενέργεια [27].

Μπορεί κανείς να διακρίνει τις Πρωτογενείς μορφές ενέργειας, όπως τους ορυκτούς άνθρακες, το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, τη βιομάζα, τις υδατοπτώσεις, την ενέργεια των παλιρροιών, την αιολική, την ηλιακή, τη γεωθερμική και την πυρηνική ενέργεια. Οι πρωτογενείς μορφές ενέργειας είτε χρησιμοποιούνται όπως αυτές προσφέρονται στη φύση, είτε μετατρέπονται σε Δευτερογενείς μορφές ενέργειας (π.χ. ηλεκτρισμός) που μεταφέρονται ευκολότερα και χρησιμοποιούνται πιο οικονομικά και πιο εύκολα.

Πηγές Ενέργειας

Όλες οι μορφές ενέργειας βρίσκονται αποθηκευμένες με διάφορους τρόπους στη φύση. Οι ενεργειακές αυτές αποθήκες ή αλλιώς πηγές ενέργειας χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- **τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας** που ανανεώνονται συνεχώς και με φυσικό τρόπο και τις οποίες μπορούμε να τις χρησιμοποιούμε χωρίς το φόβο της εξάντλησής τους. Τέτοιες είναι ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια), ο άνεμος (αιολική ενέργεια), η βιομάζα (φυτά, απορρίμματα, αγροτικά παραπροϊόντα), το κινούμενο νερό (υδραυλική ενέργεια), οι ενέργειες της θάλασσας (κύματα, παλίρροια, θερμοκρασιακή διαφορά) και η γεωθερμία (γεωθερμική ενέργεια), [28] και
- **τις Μη-ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Συμβατικές μορφές ενέργειας)**, των οποίων τα αποθέματα εξαντλούνται με τη χρήση και

δεν υπάρχει η δυνατότητα ανανέωσης τους μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα. **Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας** είναι κυρίως τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, και άνθρακας) που αποτελούν, μαζί με τα προϊόντα τους (π.χ. βενζίνη, υγραέριο κλπ.), από το τέλος του 19^{ου} αιώνα και όλο τον 20^ο αιώνα την κύρια πηγή ενέργειας του ανθρώπου και δυστυχώς την πιο ρυπογόνα [29].

2.1 ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ-ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΠΟ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ, ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ, ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ).

Το πετρέλαιο, οι γαϊάνθρακες (κάρβουνο) και το φυσικό αέριο είναι ορυκτά καύσιμα, προέρχονται από την αποσύνθεση φυτικής και ζωικής ύλης και χρειάστηκαν εκατομμύρια χρόνια για να γίνουν. Υπολογίζεται ότι δημιουργήθηκαν πριν από εκατομμύρια χρόνια, όταν επάνω στην Γη υπήρχαν ακόμα οι δεινόσαυροι. Όταν εξαντληθούν τα κοιτάσματά τους η ανθρωπότητα θα βρεθεί σε δύσκολη θέση γιατί το μεγαλύτερο μέρος της σημερινής κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από αυτά, και συνεπώς θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί με την χρήση τους.

Η καύση των ορυκτών καυσίμων προκαλεί έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα αέριας κυρίως ρύπανσης ενώ το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα έχει συμβάλλει στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όμως αναπτύσσονται συνεχώς νέες τεχνολογίες καύσης, πιο αποδοτικές, με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ενώ βελτιώνονται και οι τεχνολογίες καθαρισμού των καυσαερίων.

2.1.1. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Το πετρέλαιο είναι ίσως το σημαντικότερο καύσιμο για την σημερινή εποχή. Αντλείται από τις πετρελαιοπηγές με την μορφή του αργού πετρελαίου που είναι ένα παχύρρευστο υγρό. Στην συνέχεια οδηγείται στα διυλιστήρια όπου παράγονται τα δύο βασικά προϊόντα, το πετρέλαιο ντίζελ και η βενζίνη, αλλά και η κηροζίνη, το φωτιστικό πετρέλαιο, το προπάνιο, η νάφθα και η άσφαλτος. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται για την παραγωγή των πλαστικών και ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών. Με την καύση του εκλύονται διάφοροι

ρύποι αλλά και διοξείδιο του άνθρακα το οποίο επιβαρύνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η εξόρυξη, η παραγωγή, η μεταφορά και η διανομή του πετρελαίου μπορεί να προκαλέσουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις αν υπάρξει διαφυγή στην ξηρά και στην θάλασσα. Για την μείωση αυτών των επιπτώσεων έχουν θεσπιστεί κανονισμοί, ενώ έχει αναπτυχθεί η κατάλληλη τεχνολογία για την ασφαλή διαχείριση του και για τον καθαρισμό σε περίπτωση ατυχήματος.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα αποδεδειγμένα κοιτάσματα πετρελαίου αναμένεται να διαρκέσουν 75-125 χρόνια, αν διατηρηθεί ο σημερινός ρυθμός κατανάλωσης. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί μέσα στους οποίους έχει βρεθεί πετρέλαιο χρονολογούνται μεταξύ 50 και 190 εκατομμύρια χρόνια παλιά. Το πρώτο πετρέλαιο σχηματίστηκε εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια πριν από τους γαιάνθρακες, πολύ πριν εμφανιστεί η βλάστηση πάνω στη γη.

Καθώς τα υπόλοιπα των φυτών και ζώων κατακάθονταν στον πυθμένα των θαλασσών, τα πρώτα στρώματα καταπλακώνονταν διαδοχικά από νεώτερα στρώματα. Αυτά τα πρώτα στρώματα συμπιέστηκαν με ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας που, σε συνδυασμό με χημική και βακτηριακή δράση, βοήθησε να μετατραπεί η οργανική ύλη σε υδρογονάνθρακες.

Στην συνέχεια το πετρέλαιο που σχηματίστηκε εγκλωβίστηκε μέσα σε διάφορα γεωλογικά στρώματα από όπου αντλείται σήμερα. Παρόλο που θεωρούμε ότι το πετρέλαιο είναι ένα σύγχρονο καύσιμο, αυτό ήταν γνωστό από την αρχαιότητα καθώς υπάρχουν οι σχετικές αναφορές στους αρχαίους συγγραφείς, όπως στον Θεόφραστο, στον Ηρόδοτο, τον Διόδωρο, τον Βιτρούβιο και άλλους. Στην Μεσοποταμία χρησιμοποιούσαν την άσφαλτο (που παράγεται από το πετρέλαιο) για υδρομονωτικό υλικό σε κτίρια και πλοία, ενώ στην αρχαία Αίγυπτο ως φαρμακευτική ουσία και για τη ταρίχευση. Στους βυζαντινούς χρόνους το χρησιμοποιούσαν ως βάση για το υγρό πυρ με το οποίο πυρπολούσαν τα εχθρικά πλοία και η σύσταση του θεωρούνταν κρατικό μυστικό.

Στην Ευρώπη το χρησιμοποίησαν από τον δέκατο ένατο αιώνα για φωτισμό και για παραγωγή κεριών, όμως η μοντέρνα χρήση του ξεκινά το 1859 όταν αρχίζει η παραγωγή από μια γεώτρηση βάθους μόλις 21.2 μέτρων στην πολιτεία της Πενσυλβάνιας στις Η.Π.Α. Σήμερα ανάμεσα στις χώρες που

παράγουν πετρέλαιο συγκαταλέγονται οι Η.Π.Α., το Μεξικό, η Βενεζουέλα, το Ιράν, το Ιράκ, το Κουβέιτ, η Σαουδική Αραβία, η Ρωσία, η Κίνα, ενώ έχουν βρεθεί κοιτάσματα και σε διάφορες θαλάσσιες περιοχές. Πιο σημαντικά θεωρούνται αυτά που βρίσκονται στην Βόρεια θάλασσα ανάμεσα στην Μεγάλη Βρετανία και την Νορβηγία. Τέλος υπάρχει και η λεγόμενη λεκάνη της Κασπίας θάλασσας. Παρόλο που η πόλη Μπακού στο Αζερμπαϊτζάν είναι γνωστή ως «πόλις του πετρελαίου» εδώ και πολλούς αιώνες, το ενδιαφέρον για αυτά τα κοιτάσματα ήρθε στο προσκήνιο μόλις την τελευταία δεκαετία, μετά την διάλυση της Σοβιετικής Ένωσης.

Τα αποδεδειγμένα κοιτάσματα της περιοχής ανέρχονται σε 15 με 30 δισεκατομμύρια βαρέλια, είναι δηλαδή ισοδύναμα με αυτά της Βορείου Θάλασσας, αντιστοιχούν δηλαδή σε ένα ποσοστό μόλις κάτω από το 3% των παγκόσμιων αποδεδειγμένων κοιτασμάτων πετρελαίου. Το ποσοστό είναι ιδιαίτερα χαμηλό συγκρινόμενο με αυτό των κοιτασμάτων στην Μέση Ανατολή, όμως είναι αρκετά σημαντικό για να αποτελεί αιτία αντεκδικήσεων ανάμεσα στα πέντε έθνη που βρίσκονται γύρω : Ρωσία, Καζακστάν, Τουρκμενιστάν, Ιράν και Αζερμπαϊτζάν, και στα συμφέροντα των Δυτικών χωρών που προωθούνται μέσα από τις μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες πετρελαίου.

Στις παρακάτω εικόνες (2 και 3) βλέπουμε την εξόρυξη και την άντληση του πετρελαίου στη στεριά και στη θάλασσα.



Εικόνες 2 & 3: Αντληση πετρελαίου. Πηγή: <http://images.google.gr/>

Μετά την εξόρυξη του το ακατέργαστο πετρέλαιο μεταφέρεται με πετρελαιαγωγούς και πετρελαιοφόρα πλοία και επεξεργάζεται στα διυλιστήρια για να πάρουμε τα διάφορα παράγωγα του όπως βενζίνη, κηροζίνη, πετρέλαιο, νάφθα, πίσσα, τα οποία και χρησιμοποιούμε. Από το πετρέλαιο

παράγονται επίσης τα πλαστικά που έχουν μεταβάλλει τον σύγχρονο πολιτισμό.

Στην Ελλάδα έχουν βρεθεί μικρά κοιτάσματα στην περιοχή του Β. Αιγαίου στα οποία έχει σταματήσει η άντληση τους για οικονομικούς λόγους. Άλλες περιοχές που πιθανώς να διαθέτουν πετρέλαιο είναι η Δυτική Ελλάδα, η περιοχή της Ζακύνθου και η περιοχή κοντά στα ελληνοαλβανικά σύνορα.

Η ιστορία του πετρελαίου

Η λέξη “πετρέλαιο” προέρχεται από την Ελληνική λέξη πέτρα και τη λατινική Oleum, που σημαίνει λάδι. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από το Γερμανό ορυκτολόγο Agricola το 1556.

Το πετρέλαιο όπως αποδείχθηκε από ανασκαφές χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα. Η χρησιμοποίησή του από αρχαίους λαούς αρχίζει πριν από 5000 χρόνια. Οι Σουμέριοι, οι Ασσύριοι και οι Βαβυλώνιοι χρησιμοποιούσαν μεγάλες διαρροές του Ευφράτη ενώ η χρήση τέτοιων διαρροών είναι γνωστή τόσο σε πολλά μέρη της Μεσοποταμίας όσο και σε περιοχές της Ανατολικής Μεσόγειου.

Είναι γνωστό ότι γινόταν χρήση του στο καλαφάτισμα των πλοίων, στην κατασκευή δρόμων, στην κατασκευή αδιάβροχης ψάθας και καλαθιών και ως συγκολλητικό στα μωσαϊκά. Επίσης το χρησιμοποιούσαν στην ιατρική σαν καθαρτικό, σαν υγρό εντριβών και σαν απολυμαντικό. Οι αρχαίοι Έλληνες ήξεραν καλά τις πολλές χρήσεις του, αλλά δεν τις μετέδωσαν στους Ρωμαίους κατακτητές.

Μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα η χρήση του πετρελαίου στις βρισκόταν στο ίδιο επίπεδο που την είχαν αφήσει οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι. Η πρώτη γεώτρηση ειδικά για την αναζήτηση πετρελαίου έγινε από τον Έντγουιν Ντρέικ στην δυτική Πενσυλβάνια τον Αύγουστο του 1859 και σε βάθος 21 μέτρων. Έτσι άνοιξε ο δρόμος για τη βιομηχανία πετρελαίου. Την ίδια περίπου περίοδο πετρελαϊκά πεδία ανακαλύφθηκαν στην Ευρώπη και την Άπω Ανατολή.

Τον 20^ο αιώνα η Βιομηχανική Επανάσταση που χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση του αυτοκινήτου, η χρήση του πετρελαίου είχε προχωρήσει τόσο πολύ ώστε το επεξεργασμένο πετρέλαιο για φωτιστική χρήση έπαυε να έχει

την πρώτη σημασία και η πετρελαϊκή βιομηχανία έγινε η πρώτη πηγή ενέργειας στον κόσμο. Έτσι ενώ το 1870 η παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου ήταν μικρότερη από 1.000.000 τόνους το χρόνο στα χρόνια έφτασε να ξεπερνά τους 3.000.000.000 τόνους.

Σήμερα το πετρέλαιο αποτελεί σημαντική πρώτη ύλη στην βιομηχανία των πετροχημικών, αλλά την μεγαλύτερη εφαρμογή βρίσκει στην παραγωγή ενέργειας, από την οποία εξαρτάται το παρόν και το μέλλον της παγκόσμιας οικονομίας [31].

Προέλευση του πετρελαίου

Η προέλευση του πετρελαίου δεν είναι εξακριβωμένη μα είναι γενικά αποδεκτό ότι το πετρέλαιο δημιουργήθηκε από την αποσύνθεση θαλάσσιων, κυρίως ζώων και φυτών που θάφτηκαν κάτω από διαδοχικές στοιβάδες λάσπης, πριν από 400-500 εκατομμύρια χρόνια.

Η αρχική προϋπόθεση για μια τέτοια γένεση πετρελαίου είναι μια ρηχή θάλασσα με νερά πλούσια σε ζώα και φυτά, από μικροσκοπικά μέχρι μεγάλα. Η δεύτερη προϋπόθεση είναι ότι πεθαίνοντας οι οργανισμοί, βουλιάζουν στο βυθό και θάβονται σε λάσπη. Το οξυγόνο στο βυθό πρέπει να είναι περιορισμένο ώστε η αποσύνθεση των οργανισμών να είναι αργή. Με το πέρασμα του χρόνου, λάσπη και πηλός, κάθονται πάνω σ' αυτές τις αποθέσεις, δημιουργώντας τεράστιες πιέσεις.

Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες χημικές διεργασίες μετατρέπουν τους οργανισμούς σε πετρέλαιο και αέριο. Το πετρέλαιο είναι υγρό ελαιώδες ή παχύρρευστο, με καστανό χρώμα, χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή, αδιάλυτο στο νερό και ελαφρότερο απ' αυτό. Αποτελείται από υδρογονάνθρακες (ενώσεις άνθρακα και υδρογόνου) που βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε διάφορα βάθη, κάτω από το έδαφος ή τη θάλασσα.

Τα κύρια συστατικά του πετρελαίου είναι οι τρεις ομάδες υδρογονανθράκων:

- οι κεκορεσμένοι με δομή απλής αλυσίδας
- οι ναφθένες με δομή κεκορεσμένου κλειστού δακτυλίου
- οι αρωματικοί ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με δομή κλειστού δακτυλίου.

Εκτός απ' αυτά το πετρέλαιο περιέχει σε μικρές ποσότητες οξυγόνο, σε μορφή ιδίως ναφθενικών οξέων, άζωτο και θείο που βρίσκεται είτε σε ελεύθερη μορφή, είτε σαν συστατικό οργανικών ενώσεων. Στα περισσότερα πετρέλαια υπάρχει επίσης και χλωριούχο νάτριο [32].

Έρευνα και εξόρυξη πετρελαίου

Η έρευνα για την ανακάλυψη πετρελαίου περιλαμβάνει:

- φωτογράφιση του χώρου, όπου φαίνονται καθαρά οι πιθανές τοποθεσίες για γεώτρηση,
- γεωλογική έρευνα, οπότε γίνεται χαρτογράφηση των πετρωμάτων και συμπληρώνεται με παρατηρήσεις παλαιότερων γεωλόγων και με ό,τι άλλα στοιχεία ενδεχομένως υπάρχουν
- γεωφυσική έρευνα, που γίνεται με κατάλληλα όργανα, με τα οποία μελετώνται ορισμένες ιδιότητες των πετρωμάτων.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι: **η σεισμική, η σταθμική, η μαγνητική, η ηλεκτρική** κ.ά. Πιο γνωστές είναι **η σεισμική και η σταθμική**. Η **σεισμική μελέτη** ενός πεδίου γίνεται με μια σειρά μικρών εκρήξεων, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Σεισμόμετρα καταγράφουν τα κύματα που φτάνουν σ' αυτά με ανάκλαση, πάνω σε ορισμένα πετρώματα. Με βάση το χρόνο που έκαναν τα κύματα να διανύσουν τις αποστάσεις και τις διαφορετικές ταχύτητες με τις οποίες διαπερνούν στρώματα με διαφορετική πυκνότητα, γίνεται χαρτογράφηση του υπεδάφους.

Όταν γίνεται **σταθμική μελέτη** μετράνε μικρές μεταβολές στην ένταση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης, η οποία επηρεάζεται από τα πετρώματα που βρίσκονται στο υπέδαφος. Γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων και συνήθως βγαίνουν συμπεράσματα αρκετά ακριβή. [33].

Σύγχρονες μέθοδοι εξόρυξης πετρελαίου.

Στις διανοίξεις ορυγμάτων για τη διαπίστωση της παρουσίας κοιτασμάτων πετρελαίου και στη συνέχεια για την άντλησή του, εφαρμόζεται κατά κανόνα η περιστροφική γεώτρηση. Βασική της αρχή είναι η διάρρηξη και ο θρυμματισμός των υπερκείμενων πετρωμάτων με τη βοήθεια ενός περιστρεφόμενου γεωτρύπανου που φέρει οδοντωτούς τροχούς ή

αδαμάντινες προσμείξεις, ώστε να αυξάνεται η σκαπτική του ικανότητα. Εξέχουσα θέση στη σύγχρονη γεωτρητική τεχνική αποτελεί η διάνοιξη οριζόντιων φρεατίων σε μεγάλα σχετικά βάθη, που επιτεύχθηκε για πρώτη φορά το 1983. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, η γεώτρηση αρχικά προχωρεί κατακόρυφα έως το σημείο που έχει επιλεγεί για να αρχίσει η εκτροπή. Εκεί τοποθετούνται ειδικές σφήνες που προκαλούν την πλαγιοδρόμηση του τρυπανιού με μικρές στην αρχή κλίσεις ως προς την κατακόρυφο, που γίνονται βαθμιαία μεγαλύτερες όσο προσεγγίζεται η νοητή γραμμή που συνδέει την κατακόρυφο με το κοίτασμα. Η πορεία του τρυπανιού ελέγχεται συνεχώς είτε με ειδικά καλωδιακά όργανα που προωθούνται μέσα στο όρυγμα είτε με Ασύρματες Συσκευές Καταγραφών.

Μόλις ολοκληρωθεί η διάνοιξη της καμπύλης, το γεωτρητικό σύστημα ανασύρεται στην επιφάνεια και στο χαμηλότερό του τμήμα προσαρμόζεται ένας σταθερός και ευθύς άξονας, ο οποίος φέρει το τρυπάνι, τους σωλήνες βάρους και τους δακτυλίους στήριξης. Η γεώτρηση συνεχίζεται σε οριζόντια πλέον διεύθυνση έως ότου το γεωτρήπανο έλθει σε επαφή με το κοίτασμα. Οι οριζόντιες γεωτρήσεις άνοιξαν νέες προοπτικές στην εξόρυξη του πετρελαίου, καθώς αξιοποιήθηκαν πολλά κοιτάσματα που θεωρούνταν μη εκμεταλλεύσιμα λόγω των ιδιόμορφων γεωλογικών και φυσικών χαρακτηριστικών τους.

Το εξαγόμενο πετρέλαιο, ανάμεικτο με χώμα και άλλες ακαθαρσίες, συλλέγεται μαζί με το νερό σε μεγάλες δεξαμενές, λάκκους ή στέρνες, όπου γίνεται το πρώτο καθάρισμα από το νερό και τα αργιλώδη ιζήματα, με μετάγγιση. Από εκεί, το ακατέργαστο πετρέλαιο διοχετεύεται στα διυλιστήρια, με σωλήνες (pipe-lines) που περιέχουν ψήκτρες. Αν τα διυλιστήρια είναι πέρα από τη θάλασσα, η μεταφορά του ακατέργαστου πετρελαίου γίνεται συνήθως με πλωτές δεξαμενές και μόνο σε ειδικές περιπτώσεις με υποθαλάσσιους πετρελαιοαγωγούς [34].

Διύλιση του πετρελαίου

Το ακάθαρτο υγρό πετρέλαιο, όπως το παίρνουμε από τις πετρελαιοπηγές από χημική άποψη είναι μείγμα υδρογονανθράκων περιέχοντας και άλλες διάφορες ουσίες όπως θείο, μερκαπτάνες, νερό, οξυγόνο, άζωτο κ.α. που το καθιστούν πρακτικά άχρηστο σε ακατέργαστη μορφή. Αρχικά το αργό

πετρέλαιο υφίσταται ειδική κατεργασία για την απομάκρυνση των προσμείξεων του θείου που περιέχει. Η κατεργασία αυτή ονομάζεται «**αποθειώση**» του πετρελαίου και διενεργείται σε ειδικές εγκαταστάσεις, τα διυλιστήρια. Τα αμερικάνικα πετρέλαια αποτελούνται βασικά από κορεσμένους υδρογονάνθρακες ενώ τα ρώσικα από κυκλικούς. Ιδιοτυπία παρουσιάζουν τα πετρέλαια της Ινδονησίας τα οποία περιέχουν ακόρεστους υδρογονάνθρακες και αρωματικούς, σε ποσοστό 40%.

Ο διαχωρισμός του πετρελαίου στα προϊόντα του επιτυγχάνεται με την εφαρμογή τριών διακεκριμένων διεργασιών: της ατμοσφαιρικής απόσταξης του αργού πετρελαίου, του διαχωρισμού των αερίων και των βενζινών και της εν κενώ απόσταξης του ατμοσφαιρικού υπολείμματος. Οι τρεις αυτές διεργασίες αποτελούν συνήθως μια παραγωγική μονάδα, τη λεγόμενη μονάδα διύλισης αργού πετρελαίου [35]. Τέτοιου είδους εργαστάσια διακρίνουμε στις παρακάτω εικόνες (Εικ.4 και εικ. 5).



Εικόνα 4 και 5: διυλιστήρια πετρελαίου

Πηγή: <http://images.google.gr/>

Στάδια διαχωρισμού

Α) Φυσικές μέθοδοι διαχωρισμού

Με τις διεργασίες, που περιγράφονται στη συνέχεια, τα μόρια των υδρογονανθράκων δεν αλλάζουν δομή: [36].

Απόσταξη. Είναι το πρώτο στάδιο του χωρισμού των συστατικών του αργού πετρελαίου σε ομάδες. Είναι η σημαντικότερη διαδικασία στη διύλιση η οποία στηρίζεται στην ικανότητα των συστατικών του πετρελαίου να εξατμίζονται. Αυτό συνδέεται με το μέγεθος των μορίων. Σε ενώσεις του ίδιου τύπου, όσο μεγαλύτερο είναι το μόριο, όσο μικρότερη είναι η εξάτμισή τους. Προϊόντα όπως η άσφαλτος χρειάζονται σχετικά ψηλή θερμοκρασία για να

υγροποιηθούν και ακόμη ψηλότερη για να εξατμιστούν. Αντίθετα η βενζίνη σε χαμηλή θερμοκρασία εξατμίζεται.

Με κατάλληλες διαδικασίες μπορούμε να χωρίσουμε τους υδρογονάνθρακες του πετρελαίου με παρόμοιο σημείο βρασμού. Αυτό γίνεται δυνατό με την εισαγωγή του αργού πετρελαίου στην βάση κατακόρυφων στηλών (υψικάμινι), όπου παρέχεται και η θέρμανση.

Το μεγαλύτερο μέρος του εξατμίζεται και οι ατμοί ανεβαίνουν και ψύχονται. Οι πιο ελαφροί υδρογονάνθρακες παραμένουν ατμοί και συνεχίζουν το ανοδικό ταξίδι τους, ενώ οι βαρύτεροι υγροποιούνται. Κατά μήκος της υψικαμίνου υπάρχουν έξοδοι απ' όπου μπορούμε να παίρνουμε τους ατμούς. Όσο ψηλότερα είναι η έξοδος, τόσο ελαφρότερα κλάσματα πετρελαίου θα πάρουμε.

Οι σύγχρονοι αποστακτήρες των διυλιστηρίων είναι συνεχούς ροής και τα προϊόντα που βγάζουν είναι αέρια, ελαφρά αποστάγματα, μεσαία και υπόλειμμα. Τα αέρια είναι μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Από αυτά τα δύο πρώτα χρησιμεύουν ως καύσιμο για την διαδικασία της διύλισης. Τα ελαφρά αποστάγματα είναι κλάσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα αεροπλάνων με σημείο βρασμού 70 – 120° C. Τα επόμενα κλάσματα είναι η λιγροΐνη με σημείο βρασμού 135 – 150° C, η βαριά βενζίνη (το γνωστό καύσιμο αυτοκινήτων) με σημείο βρασμού 135 – 150° C. Στη συνέχεια παίρνουμε φωτιστικό πετρέλαιο με σημείο βρασμού 150 – 300° C και ορυκτέλαια με σημείο βρασμού 300 – 360° C. Ό,τι απομένει στον αποστακτήρα, αφού καθαριστεί, μας δίνει τη βαζελίνη και την παραφίνη. Το υπόλειμμα είναι η άσφαλτος, σώμα στερεό ή ημίρρευστο με υψηλό σημείο βρασμού.

- **Κρυστάλλωση.** Συνίσταται στο χωρισμό, ανάλογα με το μέγεθος και τον τύπο των υδρογονανθράκων, χρησιμοποιώντας τη διαφορά στο σημείο τήξης και τη διαλυτότητα, σε συνδυασμό με διήθηση ή φυγοκέντρωση.
- **Εκχύλιση με διαλύτη.** Είναι ο διαχωρισμός ανάλογα με τον τύπο των υδρογονανθράκων. Με αυτή τη μέθοδο π.χ. χωρίζονται οι παραφίνες από τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες.

- **Προσρόφηση.** Χάρη στη διαφορετική δύναμη με την οποία προσκολλούνται πάνω σε πορώδη υλικά, μπορούμε να διαχωρίσουμε ορισμένες τάξεις υδρογονανθράκων.
- **Απορρόφηση.** Διαχωρίζονται οι υδρογονάνθρακες ανάλογα με το μέγεθος ή το σχήμα των μορίων τους, χάρη στη διαφορά που παρουσιάζουν στη διαλυτότητα σε ορισμένα υγρά.

B) Χημικές μέθοδοι διαχωρισμού

Οι διεργασίες αυτές μεταβάλλουν το μέγεθος και τη δομή των μορίων των υδρογονανθράκων και είναι σημαντικότερες γιατί μετατρέπουν προϊόντα που βρίσκονται σε μεγάλη ποσότητα στη φύση, σε άλλα που έχουν μεγάλη ζήτηση. Πιο συγκεκριμένα, η ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσης έκανε απαραίτητη την παραγωγή περισσότερων ελαφρών κλασμάτων απ' όσα ήδη υπάρχουν στο πετρέλαιο. Επιπλέον η καλή ανάφλεξη γίνεται με μόρια που περιέχουν αρωματικούς δακτυλίους ή διακλαδισμένες αλυσίδες. Η παρασκευή αυτών των υδρογονανθράκων γίνεται με την πυρόλυση. Όταν υδρογονάνθρακες υποβληθούν σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, για μια χρονική περίοδο, τα μεγάλα μόρια των βαρύτερων κλασμάτων σπάνε σε μικρότερα. Μ' αυτό τον τρόπο παράγονται υδρογονάνθρακες παρόμοιοι με της βενζίνης. Οι συνθήκες που γίνεται αυτή η διεργασία είναι θερμοκρασία 425 – 500° C και πίεση 2 - 25 kg/cm². Με συνεχείς βελτιώσεις της μεθόδου υπερδιπλασιάζεται η ποσότητα της βενζίνης που παίρνουμε από το πετρέλαιο. Παράλληλα η ποιότητά της, σ' ότι αφορά την ανάφλεξη, είναι καλύτερη από την ποιότητα της βενζίνης που παίρνουμε με απόσταξη από το πετρέλαιο.

Οι υψηλές θερμοκρασίες έχουν αντικατασταθεί από καταλύτες που διασπών τα μεγάλα μόρια των υδρογονανθράκων, με καλύτερη απόδοση προς την πλευρά των οκτανίων της βενζίνης και βελτίωση της ποιότητας. Το υπόλειμμα της πρώτης κλασματικής απόσταξης αποστάζεται στη συνέχεια υπό κενό και δίνει ως προϊόντα :το Απόσταγμα κενού και το Υπόλειμμα κενού, που είναι η άσφαλτος. [37].

Προϊόντα διύλισης

Τα τελικά προϊόντα της διύλισης διακρίνονται σε ενεργειακά (βενζίνες, καύσιμα στροβιλοαντιδραστήρων, ντίζελ και μαζούτ οικιακής χρήσης, βαρέα μαζούτ) και σε μη ενεργειακά (άσφαλτοι, λιπαντικά).

Η θεμελιώδης διεργασία της διύλισης είναι η συνεχής **κλασματική απόσταξη**, από την οποία προκύπτει μια δεκάδα βασικών πετρελαϊκών κλασμάτων με χαρακτηριστικά που βελτιώνονται κατόπιν σε άλλες εγκαταστάσεις για τον μετασχηματισμό ή τον εξευγενισμό.

Συνοπτικά παράγει κατά φθίνουσα τάξη πτητικότητας τα εξής προϊόντα:

- καύσιμα αέρια
- κλάσμα προπανίου
- κλάσμα βουτανίου
- ελαφριά βενζίνη
- βαριά βενζίνη
- κηροζίνη
- δύο ή περισσότερες ποιότητες ντίζελ
- διάφορα αποστάγματα
- ένα κατάλοιπο της εν κενώ απόσταξης

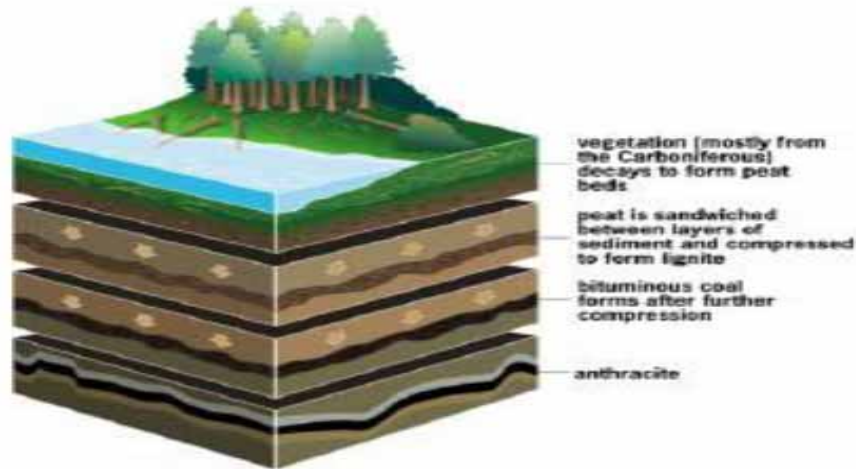
2.1.2. ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι γαιάνθρακες είναι γνωστοί ως καύσιμα από την αρχαιότητα. Ήδη στην πραγματεία του Θεοφράστου Περί Λίθων περιγράφεται ένα στερεό καύσιμο. Κλίβανοι της Ρωμαϊκής εποχής στην Βρετανία αποδεικνύουν ότι το κάρβουνο χρησιμοποιούνταν κατά την διάρκεια της Ρωμαϊκής κατάκτησης, από το 50 μέχρι το 450 μ.Χ. [38].

Δημιουργία γαιανθράκων

Ο όρος "γαιάνθρακες" χαρακτηρίζει τα οργανικά ιζήματα που προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη (αρχικό στάδιο αναθράκωσης) στον ανθρακίτη

(τελικό στάδιο ανανθράκωσης) είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης.



Εικόνα 6: Στρωμάτωση στερεού φλοιού Γης

Πηγή: <http://www.allaboutenergy.gr/Gaianthrakes.html>

Επεξήγηση Εικόνας

α) **Vegetation (mostly from the carboniferous) decays to form post beds:** Βλάστηση (κυρίως από λιθάνθρακα) ο οποίος αποσυντίθεται σχηματίζοντας στρώματα.

β) **Peat is sandwiched between layers of sediment and compressed to form lignite:** Η τύρφη συμπιέζεται ανάμεσα στα στρώματα ιζημάτων και πιέζεται σχηματίζοντας λιγνίτη.

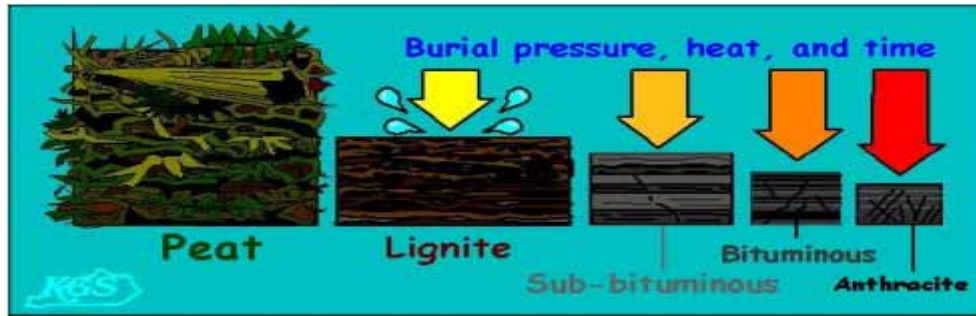
γ) **Bituminous coal form after further compression:** Πισσούχος άνθρακας σχηματίζεται μετά από έντονη πίεση.

δ) **Anthracite:** Ανθρακίτης

Η μετατροπή της φυτικής ύλης σε άνθρακα ξεκίνησε πριν 400 περίπου εκατομμύρια χρόνια και βεβαίως συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Οι ειδικοί επιστήμονες εκτιμούν ότι απαιτείται στρώμα 2,5 μέτρων φυτικής ύλης για τη δημιουργία άνθρακα στρώματος 30 εκατοστών.

Κατηγορίες γαιανθράκων

Η κατάταξη των γαιανθράκων καθορίζεται από την θερμογόνη δύναμή τους σε συνδυασμό με τη χημική ανάλυση της οργανικής ύλης. Γαιάνθρακες με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και χαμηλή περιεκτικότητα σε υδρογόνο και οξυγόνο χαρακτηρίζονται ως υψηλής ποιότητας ενώ με τη μείωση της περιεκτικότητας σε άνθρακα μειώνεται και η ποιότητα των γαιανθράκων. Ανάλογα με τον βαθμό ενανθράκωσης οι γαιάνθρακες διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτες, υποπισσούχοι γαιάνθρακες, πισσούχοι γαιάνθρακες και ανθρακίτης. Στην παρακάτω εικόνα διακρίνουμε τα είδη των γαιανθράκων (εικόνα 7).



Εικόνα 7: Σχηματισμός Γαιανθράκων

Πηγή: <http://www.allaboutenergy.gr/Gaianthrakes.html>

Επεξήγηση Εικόνας

Burial pressure: Πίεση ταφής,

Heat and time: θερμοκρασία και χρόνος,

Peat: Τύρφη, Lignite: λιγνίτης

Sub-bituminous: υποπιτσούχοι γαιάνθρακες,

Bituminous: πιτσούχοι γαιάνθρακες,

Anthracite: Ανθρακίτης

Τα "θαμμένα" φυτά μετατρέπονται σε ορυκτούς άνθρακες με τη διαδικασία της εξανθράκωσης (απομάκρυνση O, H, N με τη βοήθεια της πίεσης, της θερμοκρασίας και του γεωλογικού χρόνου).

Με την μετάβαση από την τύρφη στον ανθρακίτη αυξάνεται η θερμογόνος ικανότητα των ανθράκων και βεβαίως η ποιότητά τους ως πηγή ενέργειας. Μεσοπρόθεσμα αναμένεται σημαντική αύξηση της κατανάλωσης άνθρακα στις αναπτυσσόμενες χώρες και ιδιαίτερα στην Κίνα και την Ινδία. Μέχρι το 2030, οι δύο αυτές χώρες θα καταναλώνουν τα 2/3 της παγκόσμιας αύξησης κατανάλωσης του άνθρακα [39].

Σχηματισμός, μορφές γαιανθράκων

Οι γαιάνθρακες έχουν σχηματιστεί από δάση, τα οποία καταπλακώθηκαν από πετρώματα και υπέστησαν ενανθράκωση[36] από το αναερόβιο βακτήριο του άνθρακα. Ανάλογα με το χρόνο που το καταπλακωμένο ξύλο έμεινε στο φλοιό της Γης σχηματίστηκαν οι διάφοροι τύποι γαιανθράκων, των οποίων η περιεκτικότητα σε άνθρακα ποικίλλει. Οι κυριότερες μορφές γαιανθράκων, κατατασσόμενοι από τους παλαιότερους προς τους νεότερους, ως προς το σχηματισμό, είναι: [40]

- **Γραφίτης:** Περιέχει 96-98% καθαρό άνθρακα. Ανήκει στην κατηγορία των μεταμορφωσιγενούς προελεύσεως ορυκτών, αν και η αρχική του μορφή οφείλει τη γένεσή της στα ίδια αίτια με τους υπόλοιπους. Είναι η μοναδική κρυσταλλική μορφή γαιάνθρακα (εξαγωνικό σύστημα). Είναι

μαύρος, μαλακός, με μεταλλική λάμψη. Δεν χρησιμοποιείται ως καύσιμο, αλλά στην παραγωγή μολυβιών, μελανιών, σκόνης τόνερ (μελάνι σε σκόνη για εκτυπωτικές συσκευές λέιζερ (εκτυπωτές, φωτοτυπικά)), σε ανάμιξη με έλαια ως λιπαντικό και ως επιβραδυντής νετρονίων στους ατομικούς αντιδραστήρες.

- **Ανθρακίτης**: Περιέχει 92-96% καθαρό άνθρακα. Είναι σκληρός και λείος και έχει μαύρο χρώμα. Αφήνει ελάχιστο υπόλειμμα κατά την καύση του και χρησιμοποιείται κυρίως σε μεταλλουργικές εργασίες αλλά και ως καύσιμο σε ατμομηχανές, ατμοτουρμπίνες κτλ.
- **Λιθάνθρακας**: Περιέχει 80-92% καθαρό άνθρακα. Είναι μαύρος ή σκούρος καφέ, σκληρός και γυαλιστερός και χρησιμοποιείται κυρίως αρχικά για την παραγωγή φωταερίου με ξηρή απόσταξη και το υπόλειμά του, που ονομάζεται κωκ, χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία του σιδήρου και ως καύσιμο.
- **Λιγνίτης**: Περιέχει 50-65% καθαρό άνθρακα. Έχει σκούρο καφέ χρώμα, δεν είναι γυαλιστερός και αφήνει σημαντικό υπόλειμμα κατά την καύση του. Χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας. Τα εργοστάσια της ΔΕΗ στην Πτολεμαΐδα, τη Μεγαλόπολη και το Αλιβέρι στηρίζονται στον λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Τύρφη**: Περιέχει κάτω από 50% καθαρό άνθρακα. Έχει καφετί χρώμα και η υφή του ξύλου είναι έντονα αποτυπωμένη επάνω της. Δεν χρησιμοποιείται ως καύσιμο, αλλά ως συστατικό εμπλουτισμού καλλιεργήσιμων εδαφών. Μεγάλα κοιτάσματα τύρφης στον Ελλαδικό χώρο υπάρχουν στην Καβάλα.

Υπάρχουν πολλοί ενδιάμεσοι τύποι γαιανθράκων, οι οποίοι παίρνουν το όνομά τους ανάλογα με τη χρήση τους (fat coal, gas coal, forge coal κτλ.).

Εξόρυξη

Υπάρχουν δύο τρόποι εξόρυξης γαιανθράκων, ανάλογα με το βάθος στο οποίο απαντάται το κοίτασμα:

- **Επιφανειακή εξόρυξη**: Γίνεται με τη βοήθεια κλασικών εκσκαπτικών μηχανημάτων είτε για να απομακρυνθεί απλά το επιφανειακό λεπτό

στρώμα ασύνδετων υλικών που καλύπτουν το κοίτασμα, είτε για την απευθείας εκσκαφή του κοιτάσματος. Είναι οικονομικός τρόπος εξόρυξης, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για επιφανειακά κοιτάσματα.

- **Ανθρακωρυχεία:** Στις περιπτώσεις που το κοίτασμα βρίσκεται σε βάθος, απαιτείται η διάνοιξη στοών για την εξόρυξη των γαιανθράκων, που σχηματίζουν το ανθρακωρυχείο. Αρχικά διανοίγεται ένα κατακόρυφο φρέαρ, από το οποίο ξεκινούν παράλληλες, οριζόντιες στοές, από τις οποίες εξορύσσονται οι γαιάνθρακες. Τα περισσότερα ευρωπαϊκά κοιτάσματα, ιδιαίτερα των λιθανθράκων και των ανθρακιτών, είναι υπόγεια και απαιτούν την κατασκευή ανθρακωρυχείων για την εξόρυξή τους. Η εργασία είναι δαπανηρή αλλά και επικίνδυνη, λόγω διαρροής αερίων (αναφλέξιμων ή δηλητηριωδών) στις στοές. Συχνή είναι, επίσης, η πτώση των τοιχωμάτων των στοών (παρά το ότι κατασκευάζονται κατάλληλα υποστυλώματα), λόγω διαβρώσεων.

Όσο χρονικό διάστημα υπήρχε άφθονο ξύλο, δεν υπήρχε ανάγκη να χρησιμοποιηθεί το κάρβουνο. Όμως, με την ανάπτυξη της βιομηχανίας και την αποψίλωση των δασών, έγινε επιτακτική η στροφή προς το κάρβουνο. Η Βρετανία, που έχει μεγάλα επιφανειακά κοιτάσματα, βρέθηκε σε πλεονεκτική θέση για την εκμετάλλευση των γαιανθράκων στην βιομηχανική παραγωγή και η χρήση τους μετά τον 13^ο αιώνα εξαπλώθηκε.

Τα στρώματα των γαιανθράκων σχηματίστηκαν από τα υπολείμματα φυτικής ύλης μετά από την συνδυασμένη δράση θερμότητας και πίεσης σε απουσία αέρα. Η ανθρακοποίηση, όπως ονομάζεται αυτή η διαδικασία, προχωρά πρώτα στην δημιουργία της τύρφης, μετά του λιγνίτη, μετά των πισσούχων ανθράκων και τέλος του ανθρακίτη που είναι και ο πλέον σκληρός γαιάνθρακας. Στην Ελλάδα έχουν βρεθεί μόνον κοιτάσματα λιγνίτη (στην περιοχή της Πτολεμαΐδας και της Μεγαλόπολης) και τύρφης (στην πεδιάδα της Δράμας). Τα κοιτάσματα του λιγνίτη χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρισμού στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της ΔΕΗ, ενώ η εκμετάλλευση της τύρφης δεν έχει προχωρήσει, κυρίως για περιβαλλοντικούς λόγους. Υπολογίζεται ότι, με τους σημερινούς ρυθμούς χρησιμοποίησης σε

παγκόσμιο επίπεδο, τα κοιτάσματα γαιανθράκων επαρκούν για μια περίοδο περίπου 300 χρόνων.

Η καύση των γαιανθράκων προκαλεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς παράγονται αέριοι ρύποι και διοξείδιο του άνθρακος, αλλά υπάρχουν και τοπικά προβλήματα με την εξόρυξη τους, ιδίως στην περίπτωση των επιφανειακών ορυχείων όπως είναι η περίπτωση της Ελλάδας, στην Πτολεμαΐδα και την Μεγαλόπολη. Η εργασία στους χώρους αυτούς επιβαρύνει την ανθρώπινη υγεία για τον λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα προφύλαξης των ανθρώπων. [41].

2.1.3. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Με τον όρο **φυσικό αέριο** εννοούμε το μείγμα αερίων υδρογονανθράκων τα οποία βρίσκονται σε υπόγειους ταμιευτήρες και που μερικές φορές συνδυάζονται με την εύρεση πετρελαίου.

Προέρχεται είτε από θαλάσσιους οργανισμούς (όπως το πετρέλαιο) είτε από φυτική πρώτη ύλη και το βασικό του συστατικό είναι το μεθάνιο που αποτελεί το 85 μέχρι 95 τοις εκατό του φυσικού αερίου. Μετά την άντληση του μεταφέρεται με αγωγούς ως αέριο ή με ειδικά διαμορφωμένα τάνκερ στην κατανάλωση. Στην Ελλάδα κατασκευάστηκε πρόσφατα ένας αγωγός από τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι τα Μέγαρα, ο οποίος μεταφέρει φυσικό αέριο από την Ρωσία. Ήδη ένας θερμοηλεκτρικός σταθμός της ΔΕΗ στο Λαύριο χρησιμοποιεί φυσικό αέριο για παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ σύντομα αναμένεται να λειτουργήσουν και άλλοι, και η χρήση του θα επεκταθεί για θέρμανση και μαγείρεμα στον οικιακό τομέα. Το φυσικό αέριο είναι ένα καθαρότερο καύσιμο συγκριτικά με το πετρέλαιο και το κάρβουνο, για το λόγο αυτό προτιμάται η χρήση του.

Τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά μπορούν επίσης να κινηθούν με φυσικό αέριο, όμως πρέπει να διαθέτουν ειδικές δεξαμενές για την μεταφορά του φυσικού αερίου. Στην Ελλάδα οι ποσότητες του παραγόμενου φυσικού αερίου είναι μικρές και περιορίζονται στην περιοχή του Πρίνου στην Θάσο.

Το **Φυσικό Αέριο** είναι ένα αέριο μίγμα υδρογονανθράκων. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό καύσιμο [42].

Χημική σύσταση

Βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου, καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, ήλιο και υδρόθειο.

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται τα συστατικά επί τοις % κατά όγκο σύσταση του φυσικού αερίου.

Πίνακας 1: Επί τοις % κατά όγκο σύσταση του φυσικού αερίου.

Συστατικά	% κατά όγκο σύσταση
Μεθάνιο (CH ₄)	70-90
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	5-15
Προπάνιο (C ₃ H ₈) και Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	< 5
CO ₂ , N ₂ , H ₂ S, κτλ.	μικρότερες ποσότητες

Πηγή: http://www.natgas.gr/view_cat.php?cat_id=21

Το φυσικό αέριο που είναι απαλλαγμένο από τους υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, δηλαδή το καθαρό μεθάνιο, συχνά αποκαλείται και **ξηρό φυσικό αέριο**. Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και **υγρό φυσικό αέριο**.

Ιδιότητες

Το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα: έχει ειδικό βάρος ίσο με 0,59.

Η καύση του φυσικού αερίου, σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων όπως ο γαιάνθρακας ή το λάδι, έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον. Παράγει, για παράδειγμα, μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας [43].

Ιστορικά

Η άσφαλτος και τα βιτουμένια, τα πιο παλιά γνωστά προϊόντα του πετρελαίου, όπως και ενδείξεις για διαρροές φυσικού αερίου πρωτοβρέθηκαν μεταξύ 6000 και 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν. Η χρήση του φυσικού αερίου αναφέρεται στην Κίνα το 900 π.Χ. περίπου, όπου ανοίχθηκαν γύρω στα 900-1100 φρέατα και το αέριο μεταφερόταν με αγωγούς από μπαμπού.

Στην Ευρώπη αυτές οι επιτεύξεις ήταν άγνωστες και το φυσικό αέριο δεν ανακαλύφθηκε παρά το 1659 στην Αγγλία. Το αέριο από απόσταξη ανθράκων ανακαλύφθηκε το 1670 και άρχισε να χρησιμοποιείται το 1790, γιατί ήταν πιο εύκολη η μεταφορά, η αποθήκευση και η χρησιμοποίησή του στις μηχανές εσωτερικής καύσεως και στον φωτισμό δρόμων και σπιτιών. Το 1821 η πόλη Φριντόνια (Fredonia) στην περιφέρεια της Νέας Υόρκης φωτιζόταν με φυσικό αέριο. Αλλά η χρησιμοποίηση του φυσικού αερίου εξακολουθούσε να είναι περιορισμένη, γιατί δεν υπήρχε τρόπος μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις και επί έναν αιώνα το φυσικό αέριο παρέμεινε στο περιθώριο της βιομηχανικής εξέλιξης, που βασίστηκε στον άνθρακα, το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό.

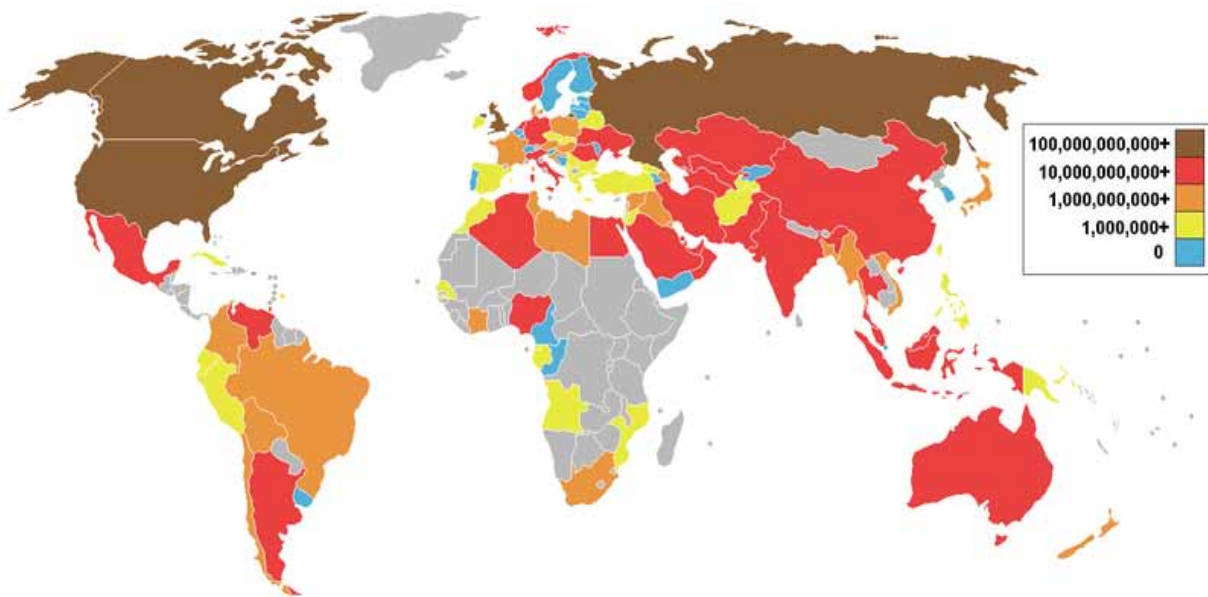
Η μέθοδος μεταφοράς φυσικού αερίου με αγωγούς αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) η κατανάλωση φυσικού αερίου θα υπερβεί την κατανάλωση άνθρακα το 2010 και το φυσικό αέριο θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών το 2030 [44].

Εξαγωγή και μεταφορά

Το φυσικό αέριο είναι καύσιμο και πρώτη ύλη της χημικής βιομηχανίας. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες στις οποίες βρίσκεται υπό υψηλή πίεση. Σε

αυτές τις κοιλότητες το φυσικό αέριο σχηματίστηκε με τρόπο παρόμοιο με τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου. Μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας.

Στην παρακάτω εικόνα διακρίνονται οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή φυσικού αερίου (με καφέ χρώμα οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή, ακολουθούν αυτές που σημειώνονται με κόκκινο χρώμα).



Εικόνα8: Παγκόσμια Παραγωγή Φυσικού Αερίου

Πηγή:<http://el.wikipedia.org/wiki/%>

Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα καταναλώσεως· συνεπώς πρέπει να μεταφερθεί, αν και οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας είναι συχνά εγκατεστημένες στην περιοχή της παραγωγής. Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται από την κατάσταση του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς υπό υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με πλοία.

Οι μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων. Παραδείγματα τέτοιων αγωγών είναι οι αγωγοί της Βόρειας Αμερικής, που εκτείνονται από το Τέξας και τη Λουιζιάνα μέχρι τη βορειοανατολική ακτή και από την Αλμπέρτα ως τον Ατλαντικό. Αγωγοί επίσης εκτείνονται από τη Σιβηρία μέχρι την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Οι έρευνες για πετρέλαιο έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη

μεγάλων κοιτασμάτων αερίου στην Αφρική, Μέση Ανατολή, Αλάσκα και αλλού. Η μεταφορά από τέτοιες περιοχές γίνεται με πλοία. Το αέριο υγροποιείται στους -160 βαθμούς Κελσίου και μεταφέρεται, όπως το πετρέλαιο, με δεξαμενόπλοια ειδικά κατασκευασμένα για τον σκοπό αυτό. Ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε 600 κυβικά μέτρα αερίου σε ατμοσφαιρική πίεση. Το ειδικό βάρος του υγρού αερίου είναι σχετικά χαμηλό (περίπου 0,55). Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από την Ρωσία και την Αλγερία [45].

Χρήσεις του Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται με αρκετούς τρόπους:

- ✓ Αποτελεί βασική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ Χρησιμοποιείται στην παραγωγή υδρογόνου.
- ✓ Ως καύσιμο οχημάτων (οικολογικά οχήματα). Το 2005, οι χώρες με τον μεγαλύτερο αριθμό οικολογικών οχημάτων ήταν η Αργεντινή, η Βραζιλία, το Πακιστάν, η Ιταλία, το Ιράν και οι Η.Π.Α.. Γίνονται, επίσης, προσπάθειες για χρήση του και στην αεροπορία.
- ✓ Οικιακή χρήση (μαγειρική, θέρμανση κ.α.)
- ✓ Άλλες χρήσεις (παραγωγή γυαλιού, υφασμάτων, ατσαλιού, πλαστικών, ειδών χρωματισμού και άλλων προϊόντων) [46].

Το φυσικό αέριο στον βιομηχανικό τομέα

- ✓ Τα χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου που ευνοούν τη χρήση του στον βιομηχανικό τομέα είναι κυρίως τα εξής: [47].
- ✓ Είναι εφικτή η συνεχής παροχή καυσίμου. Κάτι τέτοιο εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια που σε άλλες περιπτώσεις απαιτούνται για τη διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων
- ✓ Έχει μειωμένες, σε σχέση με άλλα καύσιμα, εκπομπές ρύπων. Έτσι η χρήση του συμβάλλει στο καθαρότερο περιβάλλον και στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- ✓ Έχει μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης

- ✓ Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία
- ✓ Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων
- ✓ Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου
- ✓ Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων

Το φυσικό αέριο ως εναλλακτική λύση.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί κάποια από τα πιο σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ελάττωση του στρώματος του όζοντος, η διάβρωση αρχαίων μνημείων, η καταστροφή των δασών, καθώς και μία σειρά από προβλήματα υγείας στους ανθρώπους (άσθμα, καρκίνο του δέρματος, λευχαιμία, κ.τ.λ.).

Κύρια αιτία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η χρήση καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Είναι αναγκαίο λοιπόν, οι ενεργειακές επιλογές να λαμβάνουν υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος.

Το φυσικό αέριο είναι μία σύγχρονη μορφή ενέργειας και έρχεται να αντικαταστήσει το πετρέλαιο θέρμανσης, το πετρέλαιο κίνησης, την ηλεκτρική ενέργεια και το υγραέριο. Είναι φιλικό προς το περιβάλλον γιατί υποκαθιστώντας τα συμβατικά καύσιμα συντελεί στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής.

Παράλληλα, είναι το πιο οικονομικό σε σχέση με όλα τα συμβατικά καύσιμα. Είναι ασφαλές και σε αντίθεση με το υγραέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, οπότε σε περίπτωση διαφυγής διαχέεται στα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη κεντρική θέρμανση της πολυκατοικίας, στην ατομική θέρμανση του διαμερίσματός ή της μονοκατοικίας, στο μαγείρεμα, για παροχή ζεστού νερού και στον κλιματισμό τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση.

Τα οφέλη του φυσικού αερίου

Τα οφέλη του φυσικού αερίου είναι ποικίλα.

- ✓ Κατ' αρχήν είναι η **πιο οικονομική μορφή ενέργειας** σε σχέση με όλα τα συμβατικά καύσιμα και την ηλεκτρική ενέργεια.

- ✓ Η απόσβεση της επένδυσης (π.χ. σύνδεση στο δίκτυο, αλλαγές στον καυστήρα, αλλαγή ηλεκτρικής κουζίνας) γίνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα λόγω της σημαντικής μείωσης των λογαριασμών που προκύπτουν από την κατανάλωση του.
- ✓ Η μέτρηση του γίνεται με ακρίβεια από τις ενδείξεις του μετρητή και συνεπώς τα περιθώρια λάθους ελαχιστοποιούνται.
- ✓ Ο λογαριασμός του φυσικού αερίου πληρώνεται μετά την κατανάλωση του σε αντίθεση με το πετρέλαιο που εξοφλείται με την παραλαβή.
- ✓ Για το φυσικό αέριο δεν απαιτείται αποθηκευτικός χώρος και η συνεχής ροή του στα δίκτυα διανομής απαλλάσσει από τα προβλήματα παραγγελίας, μεταφοράς, παραλαβής και αποθήκευσης, δημιουργώντας έτσι άνεση στη χρήση.
- ✓ Επιπλέον, κάνει καθαρή καύση χωρίς τις οσμές και τα υπολείμματα του πετρελαίου.

Πέρα από τα πρακτικά και οικονομικά προτερήματά του, το φυσικό αέριο είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον, καθώς **έχει τους χαμηλότερους ρύπους** σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα. Παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα επομένως όταν υποκαθιστά άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, δεν περιέχει καθόλου θείο άρα δεν προκαλεί το φαινόμενο της όξινης βροχής και τέλος η καύση του είναι καθαρή και πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια.

Εάν, λοιπόν διαμένει κανείς σε μονοκατοικία και χρησιμοποιεί 2000kWh ηλεκτρικής ενέργειας το χρόνο **για μαγείρεμα**, με φυσικό αέριο θα εξοικονομούσε 112,38 € το χρόνο (δηλαδή θα πλήρωνε 49% λιγότερο).

Εάν, διέμενε κάποιος σε μονοκατοικία και χρησιμοποιούσε 2000kWh ηλεκτρικής ενέργειας το χρόνο **για ζεστό νερό** και 1050lt πετρέλαιο **για θέρμανση**, με φυσικό αέριο θα εξοικονομούσε 174,16 € το χρόνο (δηλαδή θα πλήρωνε 30% λιγότερο). [48].

2.1.4. ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

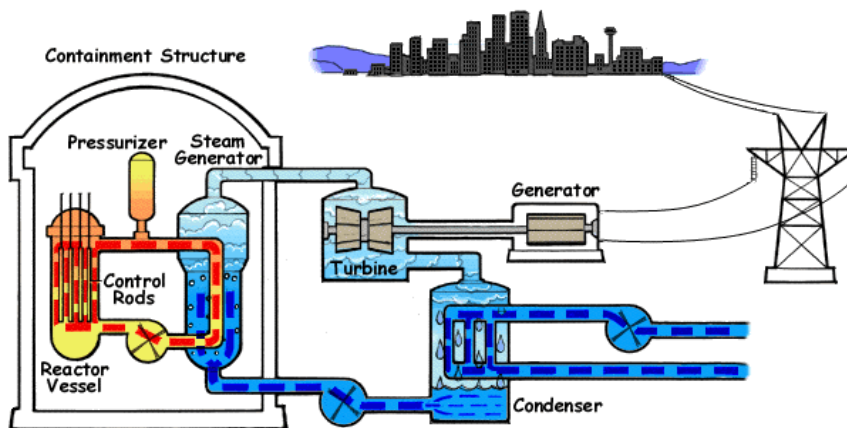
Η πυρηνική ενέργεια είναι μια σχετικά νέα μορφή ενέργειας, η οποία διαφέρει από τις προηγούμενες που στηρίζονται στους υδρογονάνθρακες.

Είναι η ενέργεια η οποία ευρίσκεται μέσα στον πυρήνα του ατόμου και μπορεί να απελευθερωθεί είτε με σχάση είτε με σύντηξη.

Πυρηνική ενέργεια ή **Ατομική ενέργεια** ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. **Η Πυρηνική ενέργεια** απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες. [49].

Η πυρηνική ενέργεια είναι η ενέργεια που είναι εγκλωβισμένη μέσα στο άτομο. Ένας από τους νόμους της φυσικής εξισώνει την μάζα με την ενέργεια μέσα από την εξίσωση του Αϊνστάιν : $E = m C^2$. Αυτή η εξίσωση δείχνει ότι η ενέργεια E μιας μάζας m ισούται με την μάζα επί το τετράγωνο της ταχύτητας του φωτός. Ο πυρήνας ενός ατόμου μπορεί να διασπαστεί, και όταν γίνει αυτό εκλύεται μια τεράστια ποσότητα ενέργειας σε μορφή θερμότητας και φωτός. Αν η διάσπαση γίνει με αργό ρυθμό τότε μπορούμε να δεσμεύσουμε την θερμότητα για να παράγουμε ατμό που στην συνέχεια στρέφει τον στρόβιλο και την γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Αν η διάσπαση γίνει βίαια (σε ελάχιστο χρόνο δηλαδή) τότε έχουμε την πυρηνική βόμβα σχάσης, παρόμοια με αυτές που έριξαν οι Η.Π.Α. στις πόλεις Ναγκασάκι και Χιροσίμα της Ιαπωνίας κατά το τέλος του Β' Παγκοσμίου πολέμου.

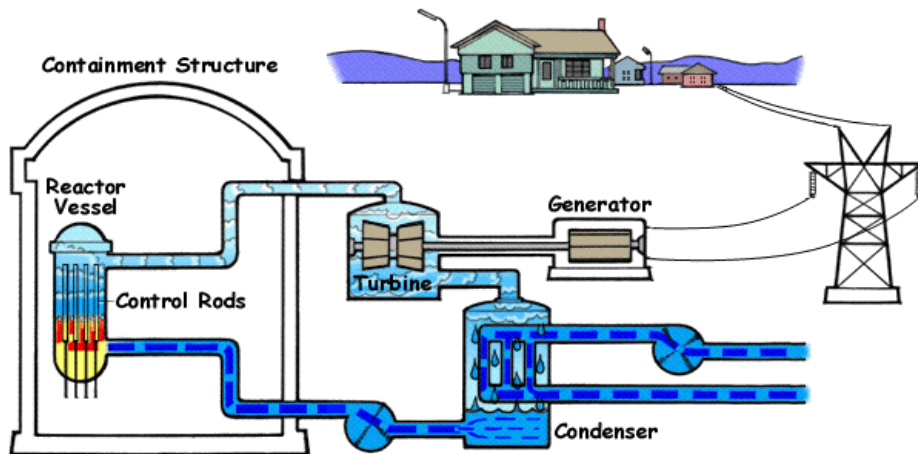
Αρχή λειτουργίας



Σχήμα 1α, Αντιδραστήρας PWR.

Πηγή:<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:PressurizedWaterReactor.gif>

Επεξήγηση Εικόνας: **Containment Structure:** Δομή Συγκράτησης, **Pressurizer:** Συμπιεστής, **Steam Generator:** Γεννήτρια ατμού, **Control Rods:** Βέργες Ελέγχου, **Reactor Vessel:** Αντιδραστήρας σκάφους, **Turbine:** Τουρμπίνα, **Generator:** Γεννήτρια, **Condenser:** Συμπυκνωτής.



Σχήμα1β, Αντιδραστήρας BWR.

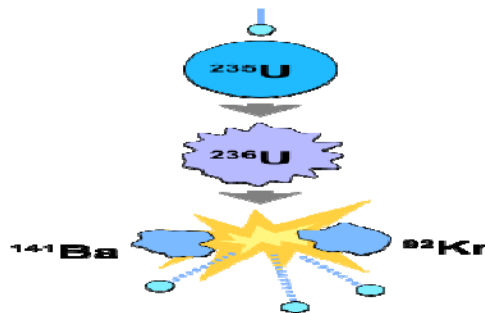
Πηγή:<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:PressurizedWaterReactor.gif>

Επεξήγηση Εικόνας: **Containment Structure:** Δομή Συγκράτησης, **Control Rods:** Βέργες Ελέγχου, **Reactor Vessel:** Αντιδραστήρας σκάφους, **Turbine:** Τουρμπίνα, **Generator:** Γεννήτρια, **Condenser:** Συμπυκνωτής.

Σε έναν τυπικό πυρηνικό αντιδραστήρα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ο πυρήνας του αποτελείται από 80 με 100 τόνους ουρανίου σε παραπάνω από 30.000 ράβδους καυσίμων. Οι ράβδοι καυσίμων αποδίδουν τη θερμότητα που παράγουν στο νερό, σε μια σειρά ατμοπαραγωγών (μπόϊλερ) (σύστημα τύπου PWR, σχήμα 1) ή άμεσα (το δοχείο του αντιδραστήρα είναι και δοχείο ατμοπαραγωγής, σύστημα τύπου BWR, σχήμα 2). Ο ατμός συνεχίζει την πορεία του για την κίνηση ατμοστροβίλων (τουρμπίνες) που συνδέονται με μια ηλεκτρική γεννήτρια. Ακολουθεί ψύξη του κορεσμένου ατμού που εξέρχεται από τους ατμοστροβίλους, ο οποίος συμπυκνώνεται και διοχετεύεται και πάλι στο σύστημα. Ο διαχωρισμός του νερού ψύξης σε δακτυλίους συμβάλει στην ελαχιστοποίηση του ρίσκου να

φτάσει το μολυσμένο νερό στο περιβάλλον. Οι μεγάλες ποσότητες ατμού που βλέπουμε να εξέρχονται από τους πύργους ψύξης προέρχονται από κύκλωμα νερού ψύξης που είναι ανεξάρτητο από το σύστημα αμοπαγωγής.

Τα πρώτα βήματα ξεκινάνε με την ανακάλυψη της ραδιενέργειας από τον Μπέκερελ το 1896 στο Παρίσι, την ανακάλυψη της ύπαρξης του ατόμου στο Κέιμπριτζ της Μ. Βρετανίας και την σχάση του ατόμου το 1932, (όπως φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 2), ενώ ο πρώτος ερευνητικός πυρηνικός αντιδραστήρας κατασκευάστηκε στο Πανεπιστήμιο του Σικάγου το 1942 [50].



Σχήμα 2: Σχάση πυρήνων
 Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki>

Σήμερα υπάρχουν πολλά πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού σε διάφορες χώρες, η λειτουργία τους όμως αντιμετωπίζει προβλήματα ασφάλειας, διαρροών, και του κινδύνου εξάπλωσης των πυρηνικών όπλων. Μετά από το ατύχημα στον πυρηνικό σταθμό του Three Mile Island (Η.Π.Α.), και κυρίως την καταστροφική έκρηξη στο Τσερνομπίλ (πρώην Ε.Σ.Σ.Δ.), η κατασκευή νέων εργοστασίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τις ΗΠΑ έχει σταματήσει λόγω αντιδράσεων της κοινής γνώμης. Η πυρηνική ενέργεια έχει δύο αντιδιαμετρικά χαρακτηριστικά.

Από τη μια μπορεί να αποδώσει ένα τρισεκατομμύριο φορές περισσότερη ενέργεια από ότι ο άνεμος και το νερό, και ένα εκατομμύριο φορές περισσότερη ενέργεια από την καύση και την ηλεκτροχημεία που έχουν συντελέσει στον μετασχηματισμό της κοινωνίας. Από την άλλη παράγει απόβλητα καθώς μεταβάλλεται η θεμελιακή μορφή των μορίων πάνω στα οποία επενεργεί.

Στην Ελλάδα υπάρχει μόνον ένας μικρός ερευνητικός πυρηνικός αντιδραστήρας στο Ερευνητικό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Δημόκριτος, στην Αθήνα.

Η Πυρηνική ενέργεια παράγει ήδη περίπου το 20% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου 50% στην δυτική Ευρώπη και 80% στη Γαλλία. Είναι όχι μόνο πιο αξιόπιστη, ασφαλέστερη και λιγότερο καταστρεπτική για το περιβάλλον από τις εναλλακτικές λύσεις, αλλά και ουσιαστικά φθηνότερη. **Η Πυρηνική ενέργεια** από την άποψη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι “καθαρή” ενέργεια, δηλ. δεν εκπέμπει τα αέρια του θερμοκηπίου, με την προϋπόθεση ότι θα γίνεται σωστή διαχείριση των αποβλήτων.

«**Η πυρηνική ενέργεια** προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την αποφυγή των εκπομπών αερίων, που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας» αναφέρει η ετήσια απολογιστική έκθεση της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας. Οι παγκόσμιες ανάγκες για ενέργεια είναι μεγάλες και συνεχώς αυξάνονται και η μοναδική πηγή ενέργειας που μπορεί να τις καλύψει είναι **η Πυρηνική ενέργεια**. Είναι καθαρή, δηλαδή δεν εκπέμπει αέρια του θερμοκηπίου, η τεχνογνωσία υπάρχει και μπορεί να βελτιωθεί, η διαχείριση των αποβλήτων, τα οποία είναι πρόβλημα, μπορεί να γίνει με ασφάλεια και επίσης είναι πιο οικονομική από άλλες μορφές ενέργειας.

Βεβαίως υπάρχουν κίνδυνοι από την πυρηνική ακτινοβολία καθώς υπάρχει πάντα η περίπτωση σφαλμάτων. Η “καθαρότερη” μορφή ενέργειας κατά τους υπέρμαχους της πυρηνικής ενέργειας, παράγει απόβλητα, τα οποία παραμένουν επικίνδυνα για χιλιάδες χρόνια. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη διαχείρισή τους είναι να θάβονται στο έδαφος, μέσα σε ειδικά βαρέλια, σε μη σεισμογενείς περιοχές, και να καλύπτονται με τσιμέντο. Έτσι τα απόβλητα “εξαφανίζονται”. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι δεν υπάρχουν και διαρροές. Σε κανονικές συνθήκες τηρούνται όλα τα μέτρα και είναι μια διαδικασία με μεγάλο οικονομικό κόστος και αμφιλεγόμενη ασφάλεια.

Όσο όμως αυξάνονται οι πυρηνικές εγκαταστάσεις, ακόμη και αν η τεχνολογία βελτιωθεί και τηρούνται οι κανόνες ασφαλείας, οι αυξημένες πιθανότητες για σοβαρό ατύχημα, οι τεράστιες εκτάσεις που απαιτούνται για

την αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων και το κόστος για τη διαχείριση αυτών των εγκαταστάσεων κάνουν την πυρηνική ενέργεια ασύμφορη και μόνο με οικονομικά κριτήρια.

Σήμερα αρκετοί επιστήμονες και περιβαλλοντολόγοι τάσσονται ανοιχτά υπέρ της χρήσης πυρηνικής ενέργειας, θεωρώντας ότι θα μπορούσε να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο στην καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Από την άλλη πλευρά, η εισαγωγή της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας εξακολουθεί να συναντά τις επιφυλάξεις του μεγαλύτερου τμήματος της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας καθώς και σθεναρές κοινωνικές αντιδράσεις, ενώ τα ερωτήματα παραμένουν. Μπορεί **η πυρηνική ενέργεια** να αποτελέσει τη λύση των ενεργειακών και περιβαλλοντικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο σύγχρονος κόσμος, ή συνιστά μια τεχνολογία ολέθρου, όπως πιστεύεται ευρέως; Πιο αναλυτικά, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

✓ **Πιο καθαρή ενέργεια - Αμελητέα ρύπανση:** Κατά τη λειτουργία μιας μονάδας πυρηνικής ενέργειας δεν εκλύονται αέριοι τύποι στην ατμόσφαιρα, όπως συμβαίνει κατά την παραγωγή συμβατικών μορφών ενέργειας και γενικότερα, η ρύπανση του περιβάλλοντος σε περίπτωση ομαλής λειτουργίας είναι αμελητέα έως μη μετρήσιμη.

✓ **Ενεργειακή ανεξαρτησία:** Το κόστος παραγωγής, ανεξάρτητα εάν είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από άλλες μορφές ενέργειας, είναι προβλέψιμο για μεγάλο χρονικό ορίζοντα, κάτι το οποίο θεωρείται πολύ σημαντικό για κάθε χώρα που επιλέγει να κάνει μια τέτοιου είδους επένδυση. Σε βάθος χρόνου, η χώρα που θα επιλέξει την πυρηνική ενέργεια θα καταστεί ανεξάρτητη από τις ενεργειακές κρίσεις που κατά καιρούς παρουσιάζονται διεθνώς.

✓ **Επάρκεια:** Η κατασκευή πυρηνικών μονάδων αφ' ενός μειώνει την εξάρτηση από συμβατικές μορφές ενέργειας αφ' ετέρου αποδεδειγμένα από προβλήματα σχετικά με τα φυσικά αποθέματα, όπως συμβαίνει με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. [51]

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

✓ **Παλιά τεχνολογία:** Οι σημερινοί αντιδραστήρες θεωρούνται γερασμένοι και σε περίπου δέκα χρόνια ένας μεγάλος αριθμός εξ αυτών θα πρέπει να διαλυθεί και να αποθηκευτεί μαζί με τα ήδη συγκεντρωμένα απόβλητα.

✓ **Πυρηνικά απόβλητα:** Θεωρείται απ' όλους το μείζον πρόβλημα καθώς σειρά κινδύνων απειλούν κάθε στιγμή κοινωνίες και περιβάλλον. Μπορούν να προκληθούν διαρροές έως πυρηνικές εκρήξεις μεγάλης ισχύος με ανυπολόγιστες καταστροφές, υπό ορισμένες συνθήκες καθώς τα κατάλοιπα από τα πυρηνικά εργοστάσια είναι τοξικά και δεν υπάρχει ασφαλής τρόπος για τη μόνιμη αποθήκευσή τους. Επίσης, μεγάλοι κίνδυνοι προκύπτουν και κατά τη μεταφορά προς τους σταθμούς αποθήκευσης, ενώ δεν θα πρέπει να παραβλέπουμε ότι για κάποια μυστηριώδη ναυάγια πλοίων, στη Μεσόγειο και αλλού, εκφράζονται σοβαρές υπόνοιες ότι μετέφεραν πυρηνικά απόβλητα. [52]

✓ **Στρατιωτική χρήση:** Δεν πρέπει να διαφεύγει από κανέναν ότι η **πυρηνική ενέργεια** συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη όπλων, που σημαίνει ότι οι χώρες που διαθέτουν αντιδραστήρες μπορούν κάλλιστα να αποκτήσουν πυρηνικό οπλοστάσιο με ότι αυτό συνεπάγεται για τη διεθνή ειρήνη.

✓ **Ατύχημα:** Το βασικό μειονέκτημα της χρήσης σχετίζεται με την ασφάλεια καθώς τεχνικά δεν υπάρχει ακόμη η δυνατότητα να αποκλειστεί πλήρως το ενδεχόμενο ενός μεγάλου ατυχήματος, που μπορεί να οφείλεται στη λειτουργία μιας μονάδας. Δεν πρέπει να συγκρίνουμε τα συμβατικά ατυχήματα με τα πυρηνικά. Οι συνέπειες ενός συμβατικού ατυχήματος μπορούν εύκολα να εκτιμηθούν, ενός πυρηνικού όμως...Οι πυρηνικές εγκαταστάσεις έχουν να επιδείξουν ένα σημαντικό ιστορικό ατυχημάτων.

2.1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο και πλεονεκτεί συγκριτικά με τα συμβατικά καύσιμα ,γιατί είναι φιλικό προς το περιβάλλον . Σήμερα το υδρογόνο χρησιμοποιείται ως καύσιμο κυρίως στους πυραύλους

και στα διαστημικά λεωφορεία. Προβλέπεται, όμως, ότι το υδρογόνο θα είναι το καύσιμο που θα χρησιμοποιείται ευρύτατα στο μέλλον.

Καθώς το υδρογόνο σε ελεύθερη μορφή υπάρχει στη γη μόνο σε ελάχιστες ποσότητες, θα απαιτηθεί η παραγωγή του από νερό ή υδρογονάνθρακες σε μεγάλες ποσότητες, αν θέλουμε να αντικαταστήσει τις σημερινές συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η ελκυστικότητα της μεθόδου οφείλεται στο γεγονός ότι το υδρογόνο μπορεί να αποθηκευτεί σε υψηλές πυκνότητες και να παράγει ενέργεια εύκολα, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, χωρίς όμως καθόλου ρύπανση. Σήμερα η παραγωγή του υδρογόνου γίνεται κυρίως από το φυσικό αέριο, αλλά μπορεί να παραχθεί και από το νερό με ηλεκτρόλυση.

Γενικά για το υδρογόνο

Το υδρογόνο αποτελεί το 90% της συνολικής μάζας του σύμπαντος και είναι το ελαφρύτερο στοιχείο που υπάρχει στη φύση. Σε καθαρή μορφή (αέρια) στο περιβάλλον της γης σπάνια συναντάται, αλλά δεσμευμένο, υπάρχει σχεδόν σε όλα τα ορυκτά της. Το υδρογόνο απαντάται και σε πολλές σημαντικές δομικές οργανικές ενώσεις των έμβιων όντων της γης, μεταξύ αυτών των οργανικών ενώσεων στην κερατίνη, στα ένζυμα που συντελούν στη πέψη και στα μόρια του DNA. Επίσης, υπάρχει άφθονο και στις διάφορες τροφές που καταναλώνει ο άνθρωπος, υπό τη μορφή των λιπών, των πρωτεϊνών και των υδρογονανθράκων. Λόγω του μικρού του βάρους, δεν αποτελεί περισσότερο από το 1% της συνολικής μάζας της γης. Καθώς το υδρογόνο συντήκεται, παράγονται διάφορα βαρύτερα στοιχεία από αυτό, με σημαντικότερο μεταξύ αυτών το Ήλιο (He). Η συγκεκριμένη διαδικασία της σύντηξης του υδρογόνου παράγει την ενέργεια που εκλύουν τα άστρα μέσα στο σύμπαν, ενώ βάσει αυτής πιστεύεται ότι δημιουργήθηκε αρχικά και το ίδιο το σύμπαν [53].

Σε συνήθη θερμοκρασία περιβάλλοντος, το υδρογόνο βρίσκεται πάντα σε αέρια φάση, στην οποία σαν υλικό είναι άχρωμο, άοσμο, και εύφλεκτο. Όταν καίγεται με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα (ή και με το καθαρό οξυγόνο), το υδρογόνο σχηματίζει νερό και παράγει θερμότητα σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{heat}$

Η ονομασία του, οφείλεται στον Γάλλο χημικό Antoine Lavoisier και προέρχεται από τη σύμπτυξη δύο αρχαιοελληνικών λέξεων: ύδωρ και γίγνομαι. ως ξεχωριστό χημικό στοιχείο αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά από τον Άγγλο χημικό Henry Cavendish το 1766.

Το υδρογόνο κατέχει την πρώτη θέση στον περιοδικό πίνακα των χημικών στοιχείων και το άτομό του συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα H. Κάθε άτομο του αποτελείται από ένα πρωτόνιο και από ένα ηλεκτρόνιο, ενώ κατά την ένωση δύο διαφορετικών ατόμων του παράγεται ένα μόριο υδρογόνου με μοριακό τύπο: H₂ (H – H). Το υδρογόνο μπορεί να συνδυαστεί χημικά με σχεδόν οποιοδήποτε άλλο χημικό στοιχείο και έτσι δίνει τις περισσότερες χημικές ενώσεις από οποιοδήποτε άλλο του περιοδικού πίνακα. Στις σημαντικότερες από τις ενώσεις του συγκαταλέγονται το νερό, οι ενώσεις του με τον άνθρακα (οργανικές ενώσεις) και οι διάφοροι φυσικοί υδρογονάνθρακες όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Το υδρογόνο ως ενεργειακό καύσιμο

Το υδρογόνο χρησιμοποιείται σαν βιομηχανικό καύσιμο εδώ και αρκετές δεκαετίες. Τεράστιες ποσότητες υδρογόνου καταναλώνονται κάθε χρόνο παγκοσμίως γι' αυτόν τον σκοπό και μάλιστα με τάση που αυξάνει από χρονιά σε χρονιά (ενδεικτικά, το 2003 καταναλώθηκαν παγκοσμίως περίπου 41,09 εκατομμύρια τόνοι υδρογόνου, ενώ το 2004 η ποσότητα αυτή ανήλθε στα 50 εκατομμύρια τόνους) [54]. Από την άλλη μεριά, η χρήση του υδρογόνου σαν ενεργειακό καύσιμο είναι προς το παρόν περιορισμένη.

Από την συνολική ποσότητα του υδρογόνου που παράγεται κάθε χρονιά σε παγκόσμια κλίμακα, η βιομηχανία της αμμωνίας καταναλώνει περίπου το 50% αυτής, ενώ τα διυλιστήρια του πετρελαίου το 37%. Το υπόλοιπο 13%, καταναλώνεται σε διάφορους άλλους βιομηχανικούς τομείς, μεταξύ των οποίων το μεγαλύτερο ποσοστό σε κατανάλωση κατέχει η βιομηχανία των τροφίμων (π.χ. χρησιμοποίηση υδρογόνου για υδρογόνωση των ελαίων). Σήμερα, υπάρχουν αρκετές μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να παραχθεί οικονομικά και σε μαζικές ποσότητες (εμπορικές μέθοδοι παραγωγής του υδρογόνου). Οι κυριότερες από αυτές είναι οι εξής [55]:

- η αναμόρφωση των υδρογονανθράκων με ατμό, μεταξύ αυτών κυρίως

του φυσικού αερίου.

- η μερική οξειδωση (ή αεριοποίηση) των βαρέων υδρογονανθράκων ή του γαιάνθρακα.

- η ηλεκτρόλυση του νερού.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι κυριότερες διατάξεις με τις οποίες παράγεται ενέργεια από το υδρογόνο είναι οι κυψέλες καυσίμου. Το υδρογόνο όμως, μπορεί να παράγει ενέργεια και μέσω της καύσης του με τον ατμοσφαιρικό αέρα μέσα σε ΜΕΚ, όπως σε καταλυτικούς καυστήρες, σε λέβητες αερίου, σε αεροστρόβιλους και σε κινητήρες εσωτερικής καύσης. Η καύση του υδρογόνου με τον ατμοσφαιρικό αέρα παράγει σαν κύριο συστατικό το νερό, αλλά λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν κατά την διαδικασία αυτή, στη πράξη παράγονται επίσης και ορισμένες ποσότητες από οξείδια του αζώτου.

Το υδρογόνο που παράγεται μέσω της χρησιμοποίησης της τεχνολογίας των διαφόρων ΑΠΕ (ιδιαίτερα της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας) θεωρείται ως ιδανικό, γιατί προκαλεί πολύ λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους παραγωγής του. Η μόνη έκλυση ρύπων που εμφανίζεται στην περίπτωση αυτή, προκύπτει κατά τις διαδικασίες κατασκευής, μεταφοράς και εγκατάστασης των διαφόρων ΑΠΕ που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του και δευτερευόντως κατά τη διαδικασία μεταφοράς του προς την κατανάλωση.

Γενικά, το υδρογόνο σαν καύσιμο δεν συμβάλλει σχεδόν καθόλου στην επιβάρυνση του παγκόσμιου κλίματος και οι ρύποι που παράγονται κατά την ενεργειακή του εκμετάλλευση είναι μηδαμινοί σε σχέση με αυτούς που παράγονται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων. Εικάζεται, ότι στις επόμενες δεκαετίες θα αρχίσει να καταλαμβάνει ολοένα και σημαντικότερο μερίδιο στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά και ότι στο απώτερο μέλλον θα αντικαταστήσει ένα μεγάλο μέρος της υπάρχουσας υποδομής σε παραγωγή, διανομή και κατανάλωση ενέργειας που βασίζεται σήμερα ως επί το πλείστον στα ορυκτά καύσιμα. Βραχυπρόθεσμα, η ενεργειακή χρήση του υδρογόνου προβλέπεται ότι θα αυξηθεί στη βιομηχανία και στον οικιακό τομέα, προκειμένου να διευκολυνθεί εκεί η παραγωγή και η αποθήκευση της ενέργειας, ενώ στη συνέχεια οι εφαρμογές του προβλέπεται ότι θα

επεκταθούν και στον τομέα των μεταφορών (αυτοκίνητα, λεωφορεία κ.τ.λ.). Η μετάβαση όμως, από το υπάρχον σύστημα παραγωγής και διανομής της ενέργειας που επί σειράς δεκαετιών βασίζεται κατά κύριο λόγο στα ορυκτά καύσιμα, σε ένα νέο το οποίο θα έχει σαν κύριο μέσο του το υδρογόνο, απαιτεί χρόνο και γενναία και δαπανηρά βήματα από κυβερνήσεις και παραγωγούς της ενέργειας σε όλη την υφήλιο.

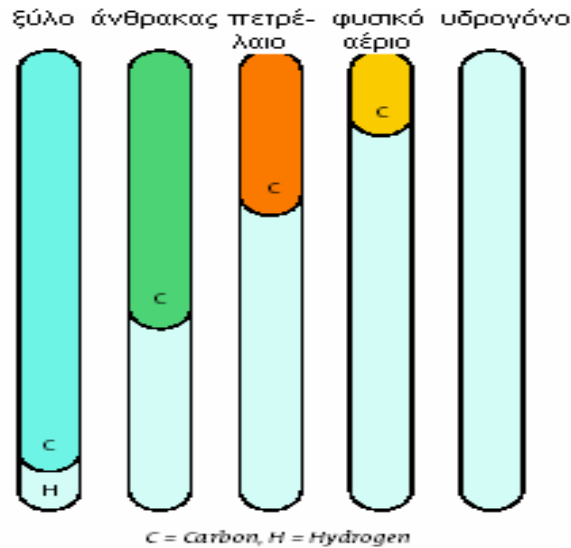
Το υδρογόνο ως ενεργειακό καύσιμο - Οικονομία του υδρογόνου

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, το υδρογόνο έχει μία σημαντική ιδιότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ωφέλιμο τρόπο: Μπορεί να αποτελέσει πρώτη ύλη, δηλαδή **καύσιμο**, για την παραγωγή ενέργειας.

Όπως έχει αποδείξει η ιστορία, ο άνθρωπος κατά την διάρκεια της εξέλιξής του, έχει χρησιμοποιήσει διάφορες πηγές ενέργειας οι οποίες περιείχαν αφενός σαν βασικό συστατικό τους τον άνθρακα, αλλά αφετέρου σε ολόένα και μικρότερες περιεκτικότητες στο εσωτερικό τους.

Από τον ξυλάνθρακα (ξύλο) για παράδειγμα που αποτέλεσε την κύρια πηγή ενέργειας της ανθρωπότητας στην Αρχαιότητα, στον γαιάνθρακα κατά την διάρκεια της Βιομηχανικής Επανάστασης και στο πετρέλαιο κατά την Σύγχρονη Εποχή, ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τον άνθρακα σαν βασικό μέσο παραγωγής της αναγκαίας του ενέργειας, με τη μορφή των διαφόρων φυσικών πηγών του που του ήταν κάθε φορά περισσότερο εύκολα προσβάσιμες σ' αυτόν. Επιπλέον, η εξέλιξη και ανάπτυξη των τεχνολογικών του εφευρέσεων, τον οδήγησαν να αναζητεί συνεχώς νέες πηγές άνθρακα, οι οποίες, όπως είπαμε, περιείχαν όλο και λιγότερο αυτόν σαν βασικό συστατικό στη μάζα τους. Ποτέ όμως, οποιοδήποτε καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο για την μαζική παραγωγή ενέργειας του δεν περιείχε στη μάζα του μηδενικές ποσότητες από άνθρακα και αυτό συνεχίζεται έως τις μέρες μας με τη μαζική χρησιμοποίηση των διαφόρων ορυκτών καυσίμων (π.χ. πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακας) από τον σύγχρονο πολιτισμό για την παραγωγή ενέργειας. Το υδρογόνο, απ' αυτή τη σκοπιά, αποτελεί πράγματι μια τομή για την ιστορική εξέλιξη της ενεργειακής παραγωγής από τον άνθρωπο, μιας και είναι ουσιαστικά το πρώτο καύσιμο που δεν βασίζεται καθόλου στον άνθρακα [56]. Στο παρακάτω σχήμα, απεικονίζεται ποσοτικά η

διαφορετική σύσταση σε περιεκτικότητα σε άνθρακα, των κυριότερων ορυκτών καυσίμων που έχουν χρησιμοποιηθεί ιστορικά από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα από τον άνθρωπο, καθώς επίσης και η διαφοροποίηση του υδρογόνου έναντι αυτών, σαν πιθανό μελλοντικό καύσιμο μαζικής παραγωγής ενέργειας.



Σχήμα 3: Περιεκτικότητες καυσίμων σε άνθρακα και υδρογόνο
 Πηγή: <http://www.hv2.gr/reference.php?item=10>

Εκτός από την μηδενική του περιεκτικότητα σε άνθρακα, ένα εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό που παρουσιάζει το υδρογόνο σαν καύσιμο, είναι ότι μπορεί να προσφέρει πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από τα αντίστοιχα ποσά των διαφόρων ορυκτών καυσίμων, τα οποία είναι ικανά να τροφοδοτήσουν τις περισσότερες από τις καθημερινές ανάγκες του νθρώπου, ξεκινώντας από την ηλεκτροδότηση των σπιτιών και των πόλεων του, την κίνηση των μεταφορικών του μέσων και την ικανοποίηση των μικρότερων καθημερινών του αναγκών (π.χ. οικιακές εργασίες, θέρμανση χώρων...) [57].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ηλεκτρομηχανολογικής / χημικής διάταξης παραγωγής ενέργειας από το υδρογόνο, αποτελούν οι λεγόμενες κυψέλες καυσίμου του (fuel cells), οι οποίες χρησιμοποιούν την αντίδραση σύντηξης του με το «καθαρό» οξυγόνο (ή με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα) και μέσω ηλεκτρόλυσης παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ή θερμότητα. Μια δεύτερη κατηγορία, θερμοχημικών κυρίως, διατάξεων παραγωγής ενέργειας από το υδρογόνο, αποτελούν οι μηχανές εσωτερικής καύσης αυτού (ΜΕΚ

υδρογόνου), οι οποίες, όσον αφορά την κατασκευή τους, δεν παρουσιάζουν κάποια ιδιαίτερη διαφοροποίηση από τις συμβατικές μηχανές εσωτερικής καύσης των ορυκτών καυσίμων.

Όπως και στις κυψέλες καυσίμου, στις ΜΕΚ υδρογόνου η πρωταρχική μορφή ενέργειας που παράγεται από αυτές είναι είτε ο ηλεκτρισμός είτε η θερμότητα, οι οποίες στη συνέχεια μετατρέπονται σε άλλες δευτερεύουσες μορφές ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.

Το υδρογόνο μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στις ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας στο μέλλον, μιας και οι δυνατότητες που υπάρχουν από αυτό για την μαζική παραγωγή ενέργειας είναι πολύ μεγάλες και μάλιστα μέσου ανανεώσιμου τρόπου. Η χρήση του υδρογόνου σαν ενεργειακό μέσο μπορεί να συνδυαστεί με την εφαρμογή των περισσοτέρων από τις υπόλοιπες ΑΠΕ (π.χ. ηλιακή και αιολική ενέργεια, υδροηλεκτρισμός κ.λπ.), μέσω των οποίων μπορεί να εξασφαλιστεί η επαρκής ποσότητα παραγωγής του, η οποία επιτυγχάνεται κατά βάση μέσω της παραγωγής του από το νερό (ηλεκτρόλυση), του οποίου και αποτελεί βασικό συστατικό. Ο τρόπος αυτός παραγωγής του υδρογόνου παρουσιάζει ιδιαίτερα ευοίωνες προοπτικές για το μέλλον, μιας και ως γνωστόν, το νερό αποτελεί το πλουσιότερο στοιχείο του πλανήτη μας και υπάρχει άφθονο στα περισσότερα μέρη της γης (είτε σαν συστατικό των ποταμών και των λιμνών, είτε πολύ περισσότερο σαν συστατικό των ωκεανών). Προς το παρόν πάντως, η κύρια μέθοδος παραγωγής του υδρογόνου πραγματοποιείται μέσω της θερμοχημικής επεξεργασίας του φυσικού αερίου, μιας και αποτελεί τον οικονομικότερο τρόπο γι' αυτό [58].

Το υδρογόνο, εκτός από υλικό παραγωγής ενέργειας, αποτελεί και ιδανική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (ΑΠΕ), μιας και η ένωσή του στη πράξη με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο με σκοπό την παραγωγή ενέργειας, είτε μέσω της ηλεκτρόλυσης είτε μέσω της καύσης του, δημιουργεί ως κύρια υποπαραγώγα της το νερό και τη θερμότητα και δευτερευόντως ορισμένα άλλα αέρια (κυρίως οξείδια του αζώτου), τα οποία όμως βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες ώστε να μην επηρεάζουν σημαντικά το περιβάλλον τους.

Έτσι το υδρογόνο, μπορεί στο μέλλον να αποτελέσει την κύρια εναλλακτική λύση για την μαζική παραγωγή ενέργειας έναντι των ορυκτών

καυσίμων, μιας και αυτή βασίζεται σήμερα κυρίως στην χρησιμοποίηση αυτών (μέσω της καύσης τους). Η πιθανή όμως υιοθέτησή του υδρογόνου ως βασικού ενεργειακού μέσου στο μέλλον, προϋποθέτει και την ριζική μεταστροφή της παγκόσμιας ενεργειακής οικονομίας σε έναν καινούργιο και διαφορετικό τρόπο λειτουργίας της, ο οποίος θα βασίζεται κατά κύριο λόγο σ' αυτό και στις διάφορες τεχνολογίες του.

Η νέα αυτή μορφή, χαρακτηρίζεται σήμερα από τους επιστήμονες που ασχολούνται με την τεχνολογία του σαν παγκόσμια «Οικονομία του υδρογόνου». Μεταξύ των άλλων, οι διάφοροι σχεδιασμοί που γίνονται σήμερα όσον αφορά την πιθανή υιοθέτηση της «Οικονομίας του υδρογόνου» στο μέλλον, αφορούν τη μετατόπιση του παρόντος ενεργειακού ενδιαφέροντος της ανθρωπότητας από τα διάφορα δίκτυα μεταφοράς του ηλεκτρισμού και των ορυκτών καυσίμων της, στα καινούργια δίκτυα μαζικής μεταφοράς υδρογόνου είτε σε υγρή είτε σε αέρια μορφή, μέσα από μεγάλους αγωγούς ή μεταφερόμενο πάνω σε δεξαμενές πλοίων (που ήδη υπάρχει).

Το μελλοντικό δίκτυο διανομής του υδρογόνου που προβλέπεται να εφαρμοστεί στο μέλλον, παρουσιάζει ορισμένα θετικά σημεία έναντι του παρόντος δικτύου διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται σήμερα (δευτερευόντως έναντι του δικτύου διανομής του πετρελαίου και του φυσικού αερίου), τα οποία μπορούν να συνοψιστούν ως εξής: Η διανομή του υδρογόνου (σε αέρια κυρίως μορφή), θεωρείται πολύ πιο αποδοτική από την διανομή του ηλεκτρισμού μέσω μετασχηματιστών και καλωδίων, ενώ το αέριο υδρογόνο μπορεί επίσης να αποθηκευτεί πιο εύκολα και πιο αποδοτικά από την ηλεκτρική ενέργεια.

Υπάρχουν πάντως και ορισμένα μειονεκτήματα, όσον αφορά τη διανομή του υδρογόνου σε αέρια ή υγρή κατάσταση, τα οποία αφορούν κυρίως την δυσκολία κατά την αποθήκευση και διανομή του σε κλειστούς χώρους, λόγω της δυνατότητάς του για εύκολη ανάφλεξη σ' αυτούς. Ένα δεύτερο, μικρότερης σημασίας μειονέκτημα, αφορά το γεγονός, ότι το υδρογόνο σε συνήθεις συνθήκες περιβάλλοντος σαν αέριο είναι άχρωμο και άοσμο, με αποτέλεσμα να είναι εύκολη η διαφυγή του από τα δίκτυα μεταφοράς του προς το περιβάλλον, χωρίς αυτό να γίνει άμεσα αντιληπτό. Το συγκεκριμένο όμως μειονέκτημα μπορεί να λυθεί σχεδόν ουσιαστικά, χρησιμοποιώντας τον

τεχνητό χρωματισμό του ή την προσδότηση σ' αυτό τεχνητής οσμής, όπως εφαρμόζεται και κατά την διανομή του φυσικού αερίου.

Θα πρέπει επίσης να τονιστεί, ότι οι νέες τεχνικές μέθοδοι αποθήκευσης του υδρογόνου που έχουν αρχίσει να εξελίσσονται τα τελευταία χρόνια, κυρίως μέσω της αποθήκευσης του μέσα σε στερεά υλικά (π.χ. μεταλλικά υδρίδια και στερεές ενώσεις του με τον άνθρακα) έχουν επίσης αρχίσει να επιφέρουν πολλές λύσεις στο εξίσου σημαντικό, σε σχέση με την διανομή του, πρόβλημα της αποθήκευσής του, με αποτέλεσμα η νέα γενιά τεχνολογιών του στα επόμενα από τώρα χρόνια να μπορεί να βασίζεται σε ασφαλή και αποτελεσματική του αποθήκευση.

Ο σχεδιασμός της μελλοντικής «οικονομίας του υδρογόνου», συνδυάζεται σήμερα κυρίως με την ιδέα της αποκεντρωμένης και τοπικής ενεργειακής μετατροπής του υδρογόνου (local hydrogen generation), η οποία μπορεί να ενταχθεί σε κάθε ενεργειακό σύστημα μιας οποιασδήποτε χώρας (ανεξάρτητα από την έκτασή της και τον πληθυσμό της). Κατά την ενεργειακή αυτή μετατροπή, η τοπικά παραγόμενη πλεονάζουσα ενέργεια υδρογόνου από διάφορες ΑΠΕ, π.χ. βιομάζα, Φ/Β κύτταρα, μικρούς υδροστρόβιλους, Α/Γ κ.ά. σε οικίες, αιολικά πάρκα, εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. τοπικών αυτοδιοικήσεων κ.λπ., προβλέπεται ότι θα διοχετεύεται έναντι αμοιβής ή μέσω ανταλλαγής μέσα στο εθνικό δίκτυο της κάθε χώρας. Με τον τρόπο αυτό, θα αποφεύγονται οι διάφορες απώλειες ισχύος που υπάρχουν σήμερα στο εθνικό δίκτυο διανομής ηλεκτρικού ρεύματος αυτών, που ως γνωστόν λειτουργεί κατά πλείστον με «κεντροποιημένο» τρόπο, δηλαδή μέσω παραγωγής και διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος από μεγάλους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς. Σε αντίθεση δηλαδή με το «κεντροποιημένο» σύστημα παραγωγής και διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος που ισχύει σήμερα, το μελλοντικό «αποκεντρωμένο» ενεργειακό σύστημα του υδρογόνου θα χαρακτηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό από την ενσωματωμένη ενεργειακή μετατροπή αυτού (embedded hydrogen generation), δηλαδή την τοπικά ασκούμενη μετατροπή του υδρογόνου σε ενέργεια από τοπικούς σταθμούς παραγωγής του.

Το «αποκεντρωμένο» αυτό σύστημα παραγωγής και διανομής του υδρογόνου, εκτός από την αποφυγή απωλειών σε εθνικό επίπεδο,

παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι αποτελεί και ένα νέο «καθαρό» σύστημα παραγωγής ενέργειας, το οποίο αξιοποιεί και διάφορες άλλες μορφές ΑΠΕ εκτός από το υδρογόνο.

Για να έχουμε μια εικόνα για τον τρόπο λειτουργίας του αποκεντρωμένου συστήματος διανομής του υδρογόνου, θα αναφέρουμε τα στάδια από τα οποία αυτό αποτελείται, ξεκινώντας από το στάδιο της παραγωγής του μέσω κυρίως διαφόρων ΑΠΕ, μέχρι το στάδιο της κατανάλωσης της ενέργειάς του από τον τελικό αποδέκτη του (τον άνθρωπο) [59]:

1. Το πρώτο στάδιο, περιλαμβάνει την παραγωγή του υδρογόνου, μέσω κατάλληλων τεχνικών, χρησιμοποιώντας γι' αυτό σαν πρώτες ύλες κυρίως το νερό (μέσω της ηλεκτρόλυσης ή της υδρόλυσής του) ή εναλλακτικά τα ορυκτά καύσιμα και εφαρμόζοντας τις διάφορες άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ για την παραγωγή του (π.χ. ηλιακή ή αιολική ενέργεια).
2. Το δεύτερο στάδιο, περιλαμβάνει την αποθήκευση του παραχθέντος υδρογόνου του πρώτου σταδίου, με τη βοήθεια διαφόρων φυσικών ή χημικών διεργασιών αποθήκευσής του (π.χ. αποθήκευσή του σε στερεά υλικά).
3. Το τρίτο και τελευταίο στάδιο του αποκεντρωμένου συστήματος παραγωγής και διανομής του υδρογόνου, περιλαμβάνει την μετατροπή της εσωτερικής χημικής ενέργειας του υδρογόνου, αρχικά σε ηλεκτρισμό ή θερμότητα και στη συνέχεια σε οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας, στο σημείο όπου γίνεται η κατανάλωσή του.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις του μέλλοντος μπορούν πράγματι να καλυφθούν από την μαζική χρησιμοποίηση του υδρογόνου ως φορέα ενέργειας, μιας και το υδρογόνο, εκτός από την δυνατότητα που έχει να παράγει σχεδόν καθαρή ενέργεια στη πράξη, αποτελεί, όπως έχουμε αναφέρει και το πιο συμφέρον, από άποψη ενεργειακών δυνατοτήτων, καύσιμο σε σχέση με όλα τα ενεργειακά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Ένας επιστημονικός τομέας του οποίου η εφαρμογή αποτελεί το βασικό κλειδί για την ανάπτυξη της τεχνολογίας του υδρογόνου, είναι η επιστήμη νανομέτρου (ή η νανοεπιστήμη). Αυτό, διότι πολλά υλικά προοριζόμενα για

την αποθήκευσή του στη μάζα τους ή και για την κατασκευή βασικών μερών διατάξεων παραγωγής ενέργειάς του (π.χ. μεμβρανών και ηλεκτροδίων από κυψέλες καυσίμου του), βελτιώνουν ριζικά τις επιδόσεις τους, όταν αποκτήσουν νανοκρυσταλλική. Ο λόγος γι' αυτό είναι, ότι όταν τα συγκεκριμένα αυτά υλικά, όταν αντιδρούν στην διάσταση του nm, παρουσιάζουν κάποιες ξεχωριστές ιδιότητες που συντελούν σημαντικά στην απόσπαση ενέργειας από το υδρογόνο. Οι ξεχωριστές αυτές ιδιότητες, προέρχονται κυρίως από τις μεγάλες επιφάνειες που έχουν οι θεμελιώδεις λίθοι τους (κόκκοι), όταν αυτοί βρίσκονται δομημένοι στη διάσταση του nm.

Εξετάζοντας, από την άλλη μεριά, τη χρησιμοποίηση του υδρογόνου σαν μαζικού φορέα ενέργειας σε μακροσκοπική κλίμακα, η μαζική του εφαρμογή, από ενεργειακή και περιβαλλοντική σκοπιά, προφανώς αποτελεί μια εξαιρετικά ελπιδοφόρα λύση για το μέλλον, όσον αφορά το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα που σήμερα αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε, ότι η τεχνολογία αξιοποίησης του υδρογόνου σαν ενεργειακό καύσιμο αποτελεί μια σχετικά καινούργια επιστήμη, η οποία μόλις τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει αρχίσει να κάνει τα πρώτα δυναμικά της βήματα.

Επομένως, είναι φυσιολογικό να υπάρχουν ακόμα πολλοί τομείς στους οποίους αυτή θα πρέπει να εξελιχτεί περαιτέρω, πριν η μαζική της χρησιμοποίηση εφαρμοστεί και στην πράξη. Υπάρχουν δηλαδή ακόμη αρκετά τεχνολογικά ζητήματα τα οποία πρέπει πρώτα να ξεπεραστούν, πριν το υδρογόνο μπορέσει να αποτελέσει μια αξιόπιστη εναλλακτική λύση έναντι των διαφόρων ορυκτών καυσίμων που κατά πλείστον χρησιμοποιούνται σήμερα για τη μαζική παραγωγή ενέργειας.

Ένας σημαντικός τομέας στον οποίο η ενέργεια του υδρογόνου θα πρέπει να κάνει ακόμα αρκετά βήματα, είναι ο τομέας της μαζικής παραγωγής των διαφόρων ενεργειακών τεχνολογιών της σε οικονομική κλίμακα, η οποία προς το παρόν δεν έχει ακόμα επιτευχθεί. Υπάρχουν αρκετά αίτια που συντελούνε σ' αυτό, μεταξύ των οποίων προφανώς βρίσκεται και η κατασκευή μηχανών της οι οποίες θα αποτελούνται από φθηνά και προσβάσιμα υλικά. Η βασικότερη όμως αιτία που συντελεί στην καθυστέρηση της ανάπτυξής της, είναι η κατασκευή ενός μαζικού δικτύου διανομής της ενέργειάς του

υδρογόνου, η οποία κατά κύριο λόγο οφείλεται στην υποσκέλιση αυτής από τη χρησιμοποίηση των ορυκτών καυσίμων σαν βασικά μέσα παραγωγής ενέργειας. Ωστόσο, σε διάφορες χώρες ανά το κόσμο έχουν ήδη γίνει βήματα προς αυτή τη κατεύθυνση, κυρίως μέσω της χρησιμοποίησης του υδρογόνου σε διάφορα μεταφορικά μέσα [60]:



Εικόνα 9: Το πρώτο αυτοκίνητο υδρογόνου παραγωγής - BMW Hydrogen 7.

Πηγή: http://dSPACE.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/1719/3/avdelidisv_piston.pdf

Πλεονεκτήματα του υδρογόνου έναντι των συμβατικών πηγών ενέργειας

Στη συνέχεια θα αναφέρουμε συνοπτικά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το υδρογόνο σαν μέσο παραγωγής ενέργειας, έναντι των συμβατικών ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται σήμερα για το σκοπό αυτό [61]:

- Σε σχέση με οποιοδήποτε συμβατικό καύσιμο, το υδρογόνο παρουσιάζει όπως έχουμε πει την μεγαλύτερη ικανότητα παραγωγής ενέργειας ανά μονάδα βάρους του, η οποία ισούται περίπου με 120.7 kJ/kg. Η ενέργεια αυτή, είναι τρεις φορές μεγαλύτερη περίπου από την ενέργεια 1 kg συμβατικής βενζίνης.
- Κατά την καύση του (ή κατά την ηλεκτρόλυσή του μέσα σε κυψέλες καυσίμου), το υδρογόνο παράγει ελάχιστους ρύπους, οι οποίοι είναι πολύ λιγότεροι από αυτούς που παράγονται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων. Όσο περισσότερο «καθαρή» είναι η ποσότητα του υδρογόνου που καίγεται με το οξυγόνο, τόσο λιγότεροι ρύποι εκλύονται κατά την καύση αυτή. Παρουσία «καθαρού» οξυγόνου, η καύση του «καθαρού» υδρογόνου παράγει μόνο νερό και θερμότητα, ενώ όταν το συμμετέχον οξυγόνο αντιδρά σαν «ατμοσφαιρικό» παράγονται και ορισμένα οξειδία του αζώτου (λόγω της παρουσίας του αζώτου στον

ατμοσφαιρικό αέρα). Οι ποσότητες όμως αυτές είναι πολύ μικρές για να επηρεάσουν σημαντικά την ατμόσφαιρα της γης, ακόμα και για μαζικής κλίμακας κατανάλωση του υδρογόνου.

Όπως αναφέραμε πριν, η καύση (ή η ηλεκτρόλυση) του υδρογόνου με τον ατμοσφαιρικό αέρα παράγει σαν κύριο προϊόν της το νερό. Οι ποσότητες όμως αυτού, όπως και οι αντίστοιχες ποσότητες των οξειδίων του αζώτου, είναι πολύ μικρές, ακόμα και για μαζική κατανάλωση του υδρογόνου, ώστε να επηρεάσουν σημαντικά το γήινο περιβάλλον. Εξάλλου, η πλεονάζουσα ποσότητα του νερού που παράγεται κατά την ένωση του υδρογόνου με το οξυγόνο μέσα σε ενεργειακές διατάξεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για περαιτέρω σκοπούς (π.χ. άρδευση γης, υδροδότηση πόλεων από σταθερές διατάξεις παραγωγής ενέργειας υδρογόνου). Εκτός από αυτό, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, μια δυνατή μέθοδος παραγωγής του υδρογόνου είναι και η παραγωγή του μέσω της ηλεκτρόλυσης του νερού, οπότε οι παραπάνω ποσότητες νερού που παράγονται από τη χρήση του μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν για την εκ νέου παραγωγή του, βάζοντας έτσι το παραγόμενο από αυτό νερό σε έναν ημιανανεώσιμο κύκλο ζωής. Η διαδικασία αυτή αναμένεται να εφαρμοστεί στη πράξη στα επόμενα χρόνια, με την αντίστοιχη ανάπτυξη των εναλλακτικών τεχνολογιών παραγωγής του μέσω ηλεκτρόλυσης (π.χ. χρήση ηλιακής ή αιολικής ενέργειας).

- Το υδρογόνο είναι το ίδιο ακίνδυνο, από πλευράς αυθόρμητης ανάφλεξης, σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα (π.χ. βενζίνη, πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.τ.λ.). Μάλιστα, κατά την απουσία ατμοσφαιρικού αέρα και υπό συνήθεις συνθήκες περιβάλλοντος ($T = 20^{\circ}\text{C}$ και $P = 1\text{atm}$), το υδρογόνο είναι λιγότερο εύφλεκτο από αυτά τα καύσιμα, έχοντας για θερμοκρασία αυθόρμητης ανάφλεξής του τους 585°C (αντίστοιχη θερμοκρασία αυθόρμητης ανάφλεξης της βενζίνης, απουσία ατμοσφαιρικού αέρα: $230^{\circ}\text{C} \div 480^{\circ}\text{C}$).
- Μπορεί να συμβάλει σταδιακά στη μείωση του ρυθμού κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων, επιφέροντας έτσι σημαντικές ωφέλειες στον περιβαλλοντικό, ενεργειακό αλλά και οικονομικό τομέα, μέσω της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας για τον τελευταίο. Αν και σε πολλές

περιπτώσεις τα διάφορα ορυκτά καύσιμα χρησιμοποιούνται και τα ίδια σαν πρώτες ύλες για την παρασκευή του υδρογόνου, το ενεργειακό και περιβαλλοντικό όφελος που προκύπτει από τη χρησιμοποίηση του υδρογόνου ως φορέα ενέργειας είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των ορυκτών καυσίμων.

Όπως έχουμε αναφέρει, η πιο αποδοτική και συμφέρουσα οικονομικά μέθοδος παρασκευής του υδρογόνου αυτή τη στιγμή, βασίζεται στην αναμόρφωση του φυσικού αερίου. Το φυσικό αέριο είναι ένα ορυκτό, το οποίο είναι αρκετά φθινό, πολύ αποδοτικό και υπάρχει ακόμα σε μεγάλες διαθέσιμες ποσότητες στη φύση. Βεβαίως η χρησιμοποίησή του δεν σημαίνει ότι δεν θα πρέπει να γίνει αξιοποίηση των διαφόρων Α.Π.Ε. για την παραγωγή του υδρογόνου, οι οποίες μάλιστα μελλοντικά θα πρέπει και να το αντικαταστήσουν σ' αυτήν τη λειτουργία.

Η χρησιμοποίησή του πάντως, αποτελεί ένα καλό προσωρινό μέτρο για την παραγωγή υδρογόνου με περιβαλλοντικά φιλικούς τρόπους, μέχρις ότου η μαζική χρησιμοποίηση των διαφόρων ΑΠΕ γι' αυτόν τον σκοπό γίνει πραγματικότητα.

- Τέλος, το υδρογόνο μπορεί να παρασκευαστεί με πολυάριθμες μεθόδους και σε οποιοδήποτε μέρος της γης και επομένως μπορεί να βοηθήσει πολλά κράτη που είναι «φτωχά» σε διαθέσιμα κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων να αναπτύξουν τα δικά τους αυτόνομα και ολοκληρωμένα ενεργειακά συστήματα. Μέσου αυτού τα συγκεκριμένα κράτη, που ως γνωστόν είναι τα πολυπληθέστερα πάνω στον πλανήτη, θα μπορέσουν να αναπτύξουν τις δικές τους αυτόνομες ενεργειακές οικονομίες, ξεφεύγοντας από τον φαύλο κύκλο της ενεργειακής τους εξάρτησης από άλλα κράτη – προμηθευτές τους σε ορυκτά καύσιμα.

Να αναφερθεί επίσης, ότι στα πλαίσια της ενεργειακής ανεξαρτησίας που προσφέρει το υδρογόνο ως καύσιμο ανήκει και η υψηλή αυτονομία και αυτοδιαχείριση που προσφέρει όταν καταναλώνεται στα πλαίσια ενός ενεργειακού συστήματος, η οποία συντελεί στο να προφυλάσσεται ικανοποιητικά το σύστημα αυτό όταν στο δίκτυό του συμβούν διάφορες καταστροφές λόγω δυσμενών γεγονότων (π.χ. πυρκαγιές, πλημμύρες, σεισμοί κ.τ.λ.), αφού η διακοπή της λειτουργίας μερικών τμημάτων του δεν

έχει οπωσδήποτε σαν αποτέλεσμα την καθολική του κατάρρευση, μιας και τα διάφορα τμήματα που το αποτελούν είναι, λίγο ή περισσότερο ανεξάρτητα το ένα με το άλλο.

Μειονεκτήματα του υδρογόνου έναντι των συμβατικών πηγών ενέργειας

Όσον αφορά τώρα τα μειονεκτήματα του υδρογόνου έναντι των υπολοίπων συμβατικών πηγών ενέργειας, τα περισσότερα από αυτά έχουν να κάνουν με την σχετικά πρόσφατη στροφή της έρευνας προς την αξιοποίηση του υδρογόνου ως καύσιμο, με αποτέλεσμα να μην έχουν ακόμα εξελιχθεί οι κατάλληλες τεχνικές, ώστε να είναι ικανό να αξιοποιηθεί σε μαζική κλίμακα στη πράξη. Συνοπτικά, τα μειονεκτήματα αυτά έχουν ως εξής [62]:

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει σήμερα το υδρογόνο σαν καύσιμο, αλλά και γενικότερα σαν βιομηχανικό προϊόν, είναι αυτό της αποτελεσματικής και ασφαλούς αποθήκευσής του. Δεδομένου ότι το υδρογόνο είναι ένα στοιχείο που σε αέρια κατάσταση είναι πολύ ελαφρύ, η συμπίεση μεγάλης ποσότητάς του σε πολύ μικρού μεγέθους δεξαμενές είναι ακόμα αρκετά δύσκολη, εξαιτίας των υψηλών πιέσεων που χρειάζονται γι' αυτό (ή αντίστοιχα εξαιτίας των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών που χρειάζονται για την αποθήκευσή του σαν υγρό). Εκτός από αυτό, οι ακραίες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που απαιτούνται για την αέρια ή την υγρή του αποθήκευση, συνεπάγονται και την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας για την επίτευξή τους, με αποτέλεσμα η αέρια ή η υγρή αποθήκευση του υδρογόνου να είναι αρκετά δαπανηρή σαν μέθοδος αποθήκευσής του.

Για τον λόγο αυτό και η έρευνα που γίνεται σήμερα πάνω στην αποθήκευση του υδρογόνου έχει στραφεί προς νέες τεχνικές μεθόδους, οι οποίες αφενός έχουν σαν πεδίο αναφοράς τους την αποθήκευσή του σε νανοδομημένα υλικά (αύξηση της ποσότητας αποθήκευσής του) και στην δέσμευσή του από στερεά υλικά τα οποία το αποθηκεύουν στη μάζα τους με τη μορφή στερεού (προσροφημένο ή απορροφημένο μεταξύ των στερεών τους μορίων).

Η στερεή αποθήκευση του υδρογόνου στα συγκεκριμένα υλικά, έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνονται δραματικά οι ακραίες συνθήκες πίεσης και

θερμοκρασίας που απαιτούνται κατά την αποθήκευσή του σαν υγρό ή σαν αέριο.

- Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει το υδρογόνο σαν καύσιμο παραγωγής ενέργειας είναι και το γεγονός, ότι το παγκόσμιο δίκτυο διανομής του προς το παρόν δεν υφίσταται, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μαζική κλίμακα και από όλες τις χώρες του κόσμου. Επιπλέον, λόγω της ανυπαρξίας του δικτύου διανομής του, το κόστος ανεφοδιασμού του υδρογόνου σε παγκόσμια κλίμακα παραμένει ακόμα υψηλό, μιας και οι διάφορες τεχνολογίες παραγωγής του μέσω ΑΠΕ δεν έχουν εξελιχθεί ακόμα σε ικανοποιητικό βαθμό. Το γεγονός όμως αυτό αναμένεται να αλλάξει στο μέλλον, όσο η κατανάλωσή του σαν καύσιμο θα αρχίσει να αυξάνεται και όσο η παραγωγή του από ΑΠΕ θα γίνεται όλο και περισσότερο φθηνότερη.
- Ένα τελευταίο πρόβλημα που αντιμετωπίζει σήμερα το υδρογόνο σαν καύσιμο μαζικής παραγωγής ενέργειας, είναι και το αυξημένο κόστος των διαφόρων ενεργειακών διατάξεων που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίησή του σαν καύσιμο (των κυψελών καυσίμου και των ΜΕΚ υδρογόνου).

Η τεχνολογία των διατάξεων αυτών, προς το παρόν, δε μπορεί ακόμα να θεωρηθεί ολοκληρωτικά αξιόπιστη, μιας και κατά την εφαρμογή τους παρουσιάζονται ορισμένα τεχνικά και οικονομικής φύσης προβλήματα που δεν καθιστούν ικανή τη μαζική χρησιμοποίησή τους.

Για παράδειγμα, διάφορες κυψέλες καυσίμου υδρογόνου (π.χ. κυψέλες καυσίμου για οικιακή ή μεταφορική χρήση), εμφανίζουν ακόμα αρκετά προβλήματα μη ανοχής σε μη καθαρά υδρογονούχα καύσιμα, δηλαδή σε υδρογονούχα καύσιμα που δεν περιέχουν το υδρογόνο σε μεγάλες περιεκτικότητες (ως γνωστόν οι κυψέλες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν και με μη καθαρό υδρογόνο π.χ. μεθανόλη, αιθανόλη κ.τ.λ.). Αυτό με τη σειρά του αυξάνει το κόστος χρήσης τους, λόγω της ανάγκης παραγωγής καθαρού υδρογόνου για μέγιστη αποδοτική λειτουργία τους, με αποτέλεσμα οι συγκεκριμένες κυψέλες καυσίμου να μην είναι ακόμα αρκετά ανταγωνιστικές σε σχέση με τις αντίστοιχες συμβατικές διατάξεις ορυκτών καυσίμων που

χρησιμοποιούνται σήμερα για την παραγωγή ενέργειας και να μην χρησιμοποιούνται ακόμα ευρέως.

Επιπλέον, ένα ακόμα αδύνατο σημείο των κυψελών αυτών είναι, ότι τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή διαφόρων μηχανικών μερών είναι σχετικά ακριβά με αποτέλεσμα το κόστος χρήσης τους να αυξάνει ακόμα περισσότερο.

Από την άλλη μεριά, τόσο στον τομέα της καθαρότητας των καυσίμων τους, όσο και στον τομέα των υλικών κατασκευής, οι ολοένα και περισσότερες ανακαλύψεις που γίνονται σήμερα από τους επιστήμονες που ασχολούνται με το συγκεκριμένο πεδίο δείχνουν, ότι στο μέλλον οι απόγονες ενεργειακές διατάξεις τους θα έχουν αντιμετωπίσει τα περισσότερα από τα προβλήματα αντιμετωπίζουν σήμερα.

2.2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Α.Π.Ε.)

Εξ ορισμού ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σημαίνει ανεξάντλητη πηγή ενέργειας σε αντίθεση με το σύνολο των συμβατικών καυσίμων, των οποίων τα βεβαιωμένα αποθέματα του πλανήτη μας αναμένεται να εξαντληθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα. [63].

Τέτοιες είναι ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια), ο άνεμος (αιολική ενέργεια), η βιομάζα (φυτά, απορρίμματα, αγροτικά παραπροϊόντα), το κινούμενο νερό (υδραυλική ενέργεια), οι ενέργειες της θάλασσας (κύματα, παλίρροια, θερμοκρασιακή διαφορά) και η γεωθερμία (γεωθερμική ενέργεια). Η χρήση και η εφαρμογή τους από τον άνθρωπο αναμφισβήτητα έχει και θετικά αλλά και αρνητικά αποτελέσματα.

Στα θετικά μπορούμε να αναφέρουμε: ότι αποτελούν μια καθαρή μορφή ενέργειας, ήπια προς το περιβάλλον. Η χρήση τους δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και παράλληλα αντικαθιστά ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια. Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα των περισσότερων ανεπτυγμένων χωρών καθιστούν τις Α.Π.Ε. ιδιαίτερα ελκυστικές σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος[64]. Αποδίδονται όμως και μειονεκτήματα στις Α.Π.Ε. όπως:

- I. Στην περίπτωση της αιολικής ενέργειας η χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου (W/m^2) η οποία την κατατάσσει στις «αραιές» μορφές ενέργειας.
- II. Η αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης της κατάστασης της ατμόσφαιρας, της ακτινοβολίας δηλαδή της ταχύτητας και της διεύθυνσης των ανέμων. Το γεγονός αυτό μας υποχρεώνει να χρησιμοποιούμε τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κυρίως σαν εφεδρικές πηγές ενέργειας σε συνδυασμό πάντοτε με κάποια άλλη πηγή ενέργειας.
- III. Σε περίπτωση διασύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο η παραγόμενη ενέργεια δεν πληροί πάντοτε τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αυτοματισμών ελέγχου, μηχανημάτων ρυθμίσεως τάσεως και συχνότητας, καθώς και ελέγχου της άεργης ισχύος.
- IV. Σε περιπτώσεις αυτόνομων μονάδων είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας σε μια προσπάθεια να έχουμε συγχρονισμό της ζήτησης και της διαθέσιμης ενέργειας. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αυξημένο αρχικό κόστος (λόγω της προσθήκης του συστήματος αποθήκευσης ενέργειας) και βέβαια επιπλέον απώλειες ενέργειας κατά τις φάσεις μετατροπής και αποθήκευσης καθώς και αυξημένες υποχρεώσεις συντήρησης και εξασφάλισης της ομαλής λειτουργίας.
- V. Το υψηλό κόστος της αρχικής επένδυσης για την εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε. Βέβαια τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια συμπίεση των τιμών λόγω του ανταγωνισμού των εταιριών αλλά και της συνεχούς εξέλιξης της τεχνολογίας. [65]

Εξάλλου δεν πρέπει να μας διαφεύγει η ποικιλομορφία των εφαρμογών των Α.Π.Ε. Οι περιφερειακές διακυμάνσεις που παρατηρούνται από περιοχή σε περιοχή «τείνουν να διαφοροποιούν γεωγραφικά τις δυνατότητες των Α.Π.Ε. Έτσι για παράδειγμα η ηλιακή ενέργεια ποικίλλει σημαντικά όσον αφορά την τιμή της ετήσιας μέσης ηλιακής ακτινοβολίας. Σε τροπικές περιοχές, η τιμή της είναι 3 φορές μεγαλύτερη από εκείνης των εύκρατων περιοχών.

Η αιολική ενέργεια είναι επίσης διαδεδομένη αλλά τα αιολικά συστήματα διαφέρουν ουσιαστικά από περιφέρεια σε περιφέρεια αλλά και εντός της ίδιας περιφέρειας, καθώς ακόμα και μικρές διακυμάνσεις στην ταχύτητα του ανέμου μπορούν να έχουν επίδραση στην ενεργειακή παραγωγή [66].

Τέλος υπάρχει ποικιλομορφία στις τεχνολογικές μεθόδους εκμετάλλευσης τους, ενώ ορισμένες τεχνολογίες είναι περισσότερο εξελιγμένες και «ώριμες» για χρήση μεγάλης κλίμακας άλλες θεωρούνται ευνοϊκές για τοπική αξιοποίηση. Επομένως η κατανόηση της προόδου και των μελλοντικών δυνατοτήτων απαιτεί μεγάλη προσοχή στις ίδιες τις τεχνολογίες. [67].

2.2.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από τον ήλιο, προκαλεί την κίνηση του ανέμου. Από παλιά οι άνθρωποι έχουν εκμεταλλευτεί αυτήν την μορφή ενέργειας για να ταξιδέψουν μεγάλες αποστάσεις αλλά και για το άλεσμα και την άντληση νερού. Θεωρείται ότι χρήση της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε στους πολιτισμούς της Κίνας, του Θιβέτ, της Ινδίας, του Αφγανιστάν και της Περσίας. Η πρώτη γραπτή μαρτυρία είναι αυτή του Ήρωνα της Αλεξάνδρειας, ο οποίος τον δεύτερο ή τρίτο αιώνα π.Χ. περιγράφει μια απλή ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα. Από την Ασία η χρήση τους μεταφέρθηκε στην Ευρώπη και στην Αγγλία υπήρχαν ανεμόμυλοι από τον 11^ο και 12^ο αιώνα. Στην Ελλάδα υπάρχει από παλιά εκτεταμένη χρήση ανεμόμυλων για την άλεση σιτηρών, ιδίως στην νησιωτική περιοχή.

Με την ανακάλυψη της ατμομηχανής τον 18^ο αιώνα παραμερίστηκε η χρήση του ανέμου και την θέση του πήραν τεχνικές και μηχανές που στηρίζονται σε θερμοδυναμικές διαδικασίες και οι οποίες με την εισαγωγή του κάρβουνου, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου κυριάρχησαν πλήρως στην παραγωγή ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μηχανές αυτές έχουν μικρό μέγεθος, προσφέρουν ενέργεια σε μεγαλύτερη κλίμακα και μπορεί να εγκατασταθούν σε μέρη που δεν εξαρτώνται από τον άνεμο ή τον ποταμό. Τέλος ήταν και πολύ πιο αξιόπιστες λειτουργικά από τις ανεμογεννήτριες.

Η σημασία του ανέμου επομένως για παραγωγή ενέργειας μειώθηκε τους τελευταίους δύο αιώνες παρόλο που σε θεωρητικό επίπεδο η έρευνα

συνεχίστηκε με αμείωτο ρυθμό. Η νέα εποχή για την αιολική ενέργεια ξεκίνησε στην δεκαετία του 1970 με την ανακάλυψη νέων υλικών για τις πτέρυγες (όπως είναι τα σύνθετα υλικά) και τεχνολογιών (όπως η ηλεκτρονική για τον έλεγχο της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας). Αυτό σε συνδυασμό και με τις δύο ενεργειακές κρίσεις του 1973 και 1979 έδωσε καινούργια ώθηση στην αιολική ενέργεια. Η χώρα που πρωτοστάτησε σε αυτή την αναγέννηση της αιολικής ενέργειας είναι η Δανία (μια χώρα χωρίς συμβατικά καύσιμα ή υδροηλεκτρικό δυναμικό).

Σήμερα έχουν κατασκευαστεί σύγχρονες ανεμογεννήτριες με προηγμένη τεχνολογία που παράγουν ηλεκτρισμό λειτουργώντας είτε αυτόνομα είτε συνδεδεμένες σε ένα ευρύτερο δίκτυο.

Στην περίπτωση των αυτόνομων ανεμογεννητριών απαιτείται κάποιας μορφής αποθήκευση της ενέργειας, συνήθως σε μπαταρίες, για τις περιόδους που η ταχύτητα του ανέμου δεν επαρκεί.

Είναι επίσης συνηθισμένο στην περίπτωση της αυτόνομης ανεμογεννήτριας να λειτουργεί σε συνδυασμό με μια συμβατική ηλεκτρογεννήτρια πετρελαίου. Η αιολική ενέργεια που είναι μια από τις πιο ελκυστικές μορφές ενέργειας, αναμένεται να αναπτυχθεί ακόμα περισσότερο με την κατασκευή νέων ανεμογεννητριών που θα μειώνουν το κόστος και θα κάνουν την αιολική ενέργεια ανταγωνιστική σε ακόμα περισσότερα μέρη.

Πολύ μικρές ανεμογεννήτριες (κάτω των 5kW) χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για απομακρυσμένους τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς, σε ιστιοπλοϊκά σκάφη κ.ά.

Οι λόγοι της μεγάλης διάδοσης της αιολικής ενέργειας σήμερα είναι : α) η οικονομικότητα στα μέρη όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι ικανοποιητική. Στην Ελλάδα π.χ. είναι οι περισσότερες νησιωτικές περιοχές και ορισμένες παραθαλάσσιες περιοχές στην ηπειρωτική χώρα, β) το γεγονός ότι είναι μια καθαρή και ασφαλής ενεργειακή μορφή χωρίς σημαντικές επιπτώσεις. Το σημαντικότερο είναι ίσως η ανάγκη να σχεδιαστούν ανεμογεννήτριες που να ταιριάζουν με το περιβάλλον, γ) είναι μια τοπική μορφή ενέργειας, δίνει συνεπώς μια ενεργειακή αυτοδυναμία, χωρίς εξαρτήσεις από ξένους παράγοντες, διακυμάνσεις τιμής κλπ., δ) μπορούν να εγκατασταθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα που φθάνει και στον ένα χρόνο.

Γενικά κατασκευάζονται δύο τύποι ανεμογεννήτριας:

- α) οριζοντίου άξονα και,
- β) κατακόρυφου άξονα, όμως η πλειοψηφία των μηχανών που εγκαθίστανται είναι οριζοντίου άξονα.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη σε εθνική κλίμακα περιλαμβάνουν την απουσία παραγωγής αέριων εκπομπών, την καλή ενεργειακή απόδοση και την περιορισμένη χρήση γης. Σε τοπικό επίπεδο τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι η παραγωγή θορύβου, οι αισθητικές επιπτώσεις στο τοπίο, η διάβρωση εδάφους από τους δρόμους υποστήριξης, οι επιπτώσεις στα πουλιά και οι παρενοχλήσεις στις τηλεπικοινωνίες [68].

2.2.1.1. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) είναι μια αποδεδειγμένη και ώριμη τεχνολογία για παροχή μηχανικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν πολλών ειδών Α/Γ, οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες: [69].

- Τις Α/Γ με οριζόντιο άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και στις οποίες ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται ώστε να βρίσκεται παράλληλα προς τον άνεμο και
- τις Α/Γ με κατακόρυφο άξονα, ο οποίος και παραμένει σταθερός.

Σήμερα στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι Α/Γ οριζόντιου άξονα και οι βασικές συνιστώσες μιας τυπικής Α/Γ οριζόντιου άξονα είναι ο δρομέας, η γεννήτρια και ο πύργος.

Αναλυτικότερα, μια ανεμογεννήτρια έχει τα εξής κύρια μέρη:

1. **Τον πύργο:** Είναι κυλινδρικής μορφής κατασκευασμένος από χάλυβα και συνήθως αποτελείται από δύο ή τρία συνδεδεμένα τμήματα. Είναι παρόμοιας κατασκευής με τους πύργους που στηρίζουν τα φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους.
2. **Τον θάλαμο** που περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα (κύριος άξονας, σύστημα πέδησης, κιβώτιο ταχυτήτων και ηλεκτρογεννήτρια):
 - Ο κύριος άξονας με το σύστημα πέδησης (φρένα) είναι παρόμοιος με τον άξονα των τροχών ενός αυτοκινήτου με υδραυλικά δισκόφρενα.

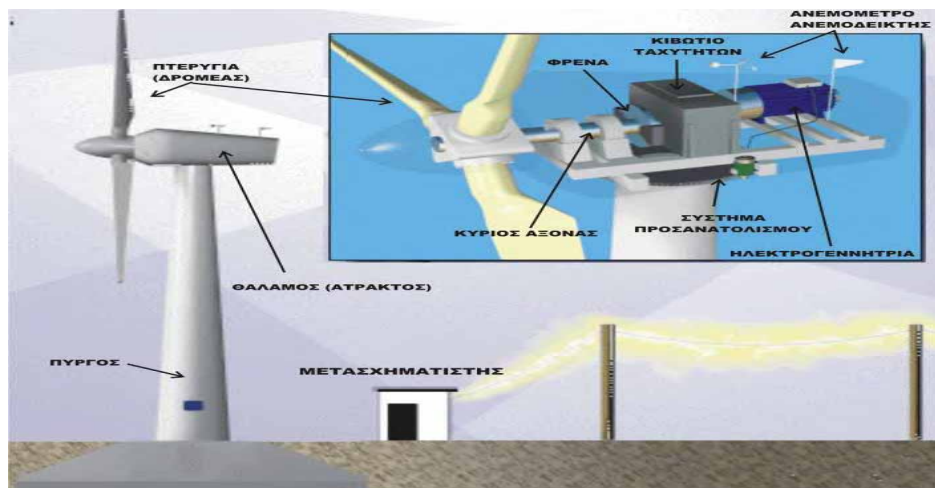
- Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι παρόμοιας κατασκευής με εκείνο του αυτοκινήτου μας με την διαφορά ότι έχει μόνον μια σχέση.
- Η ηλεκτρογεννήτρια είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται από τη ΔΕΗ στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη ή με τις γεννήτριες που έχουμε στα εξοχικά μας.

3. Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας.

Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα υποσυστήματα μικροελεγκτών και «φροντίζουν» για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε όλες τις συνθήκες.

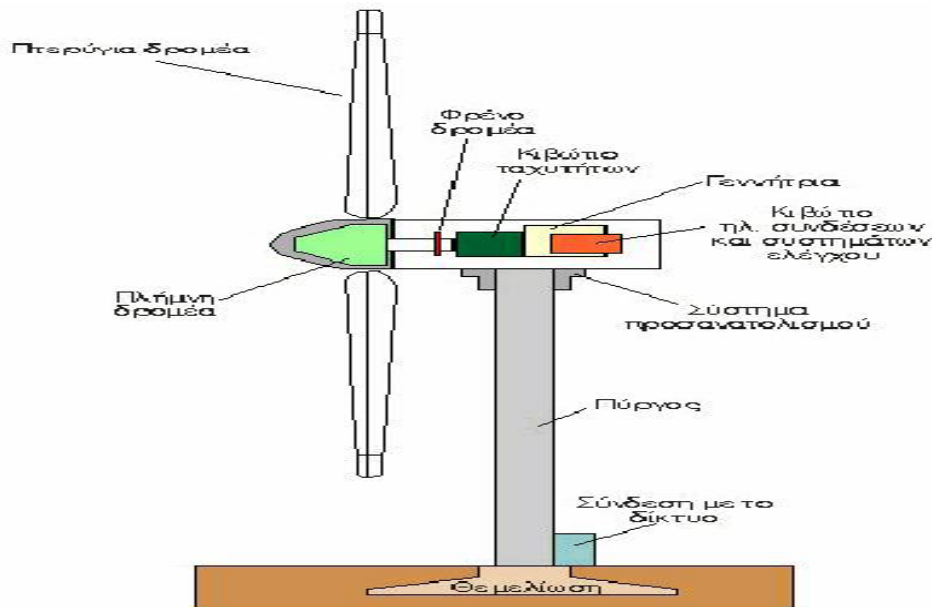
4. Τα πτερύγια είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά (υαλονήματα και ειδικές ρητίνες), παρόμοια με αυτά που κατασκευάζονται τα ιστιοπλοϊκά σκάφη. Είναι δε σχεδιασμένα για να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις.

Στα παρακάτω σχήματα μπορούμε να δούμε με λεπτομέρειες τα μέρη μιας ανεμογεννήτριας.



Σχήμα 4: Αναλυτική περιγραφή Ανεμογεννήτριας

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf



Σχήμα 5: Τα μέρη μιας Ανεμογεννήτριας

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf.

2.2.1.2. ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Το αιολικό πάρκο είναι ένας σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελούμενο από συστοιχία ανεμογεννητριών. Ένα αιολικό πάρκο αποτελείται από τα παρακάτω: [70].

Ο κύριος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός ενός αιολικού πάρκου αποτελείται από τις ανεμογεννήτριες με τους αντίστοιχους υποσταθμούς ανύψωσης Χ.Τ.-Μ.Τ., τον κεντρικό υποσταθμό Μ.Τ. και τον υποσταθμό Υ.Τ.

Όλες οι σύγχρονες εμπορικές ανεμογεννήτριες είναι οριζοντίου άξονα. Παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής τάσεως, 400 έως 1000 Volt, το οποίο με την κατάλληλη ανύψωση, διοχετεύεται στο δίκτυο μέσης ή υψηλής τάσεως της ΔΕΗ. Η ανύψωση στη Μ.Τ. γίνεται μέσω μετασχηματιστών για κάθε ανεμογεννήτρια ξεχωριστά. Οι μετασχηματιστές αυτοί βρίσκονται πλησίον των ανεμογεννητριών ή εντός του πυλώνα αυτών. Στις μεγάλες ανεμογεννήτριες συχνά τοποθετούνται στην κορυφή του πυλώνα, μαζί με τα υπόλοιπα εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας.

Το μέγεθος των σημερινών εμπορικών ανεμογεννητριών κυμαίνεται από 800 kW έως 3,0 MW. Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά μερικών εξ αυτών καθώς και των αντίστοιχων Υ/Σ ανύψωσης παρουσιάζονται παρακάτω:



Εικόνα 10: Αιολικό Πάρκο



Εικόνα 11: Αιολικό Πάρκο

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf



Εικόνα 12: Υποσταθμός

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Α/Γ No 1 .

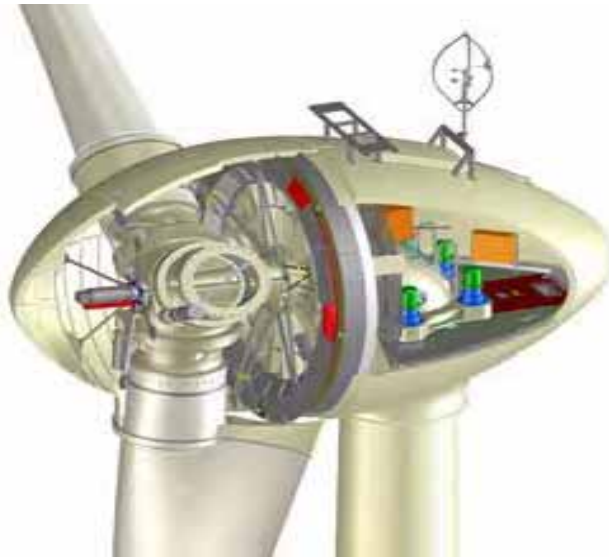
- Τύπος/κατασκευαστής: NEG-Micon 750/48 (Δανία)
- Ονομ. ισχύς: 750 kW

Υ/Σ

- Τύπος/κατασκευαστής : Ελαίου/Schneider Electric Ελλάς
- Ονομ. ισχύς: 1000 kVA

Ο παραπάνω Υ/Σ αποτελείται από τρία διαμερίσματα, στα οποία στεγάζονται αντίστοιχα οι κυψέλες Μ.Τ., ο μετασχηματιστής ισχύος (μεσαίο

τμήμα) και η διανομή της Χ.Τ. Οι διαστάσεις τους είναι 1.5X3.0 μ και ύψος 2.0 μ.



Σχήμα 6: Απεικόνιση εσωτερικού ανεμογεννήτριας

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Α/Γ Νο 2

- Τύπος/κατασκευαστής : Enercon E-48 (Γερμανία)
- Ονομ. ισχύς : 800 kW
- Διάμετρος/ύψος πύργου : 48.0 m/46.0 m
- Ταχύτητα περιστροφής : 16 έως 32 RPM
- Ύψος πτερυγίου από έδαφος : 72.0 m/24.0 m

Α/Γ Νο 3

- Τύπος/κατασκευαστής : Vestas V90 (Δανία)
- Ονομ. ισχύς : 3000 kW
- Διάμετρος/ύψος πύργου : 90.0 m/90.0 m
- Ταχύτητα περιστροφής : 10 έως 14 RPM
- Ύψος πτερυγίου από έδαφος : 135.0 m/45.0 m
- Βάρος ολικό : 290 t

Α/Γ Νο 4

- Τύπος/κατασκευαστής : Enercon E-112 (Γερμανία)
- Ονομ. ισχύς : 4.500 έως 6.000 kW

- Διάμετρος/ύψος πύργου : 114.0 m/124.0 m
- Ταχύτητα περιστροφής : 8 έως 13 RPM
- Ύψος πτερυγίου από έδαφος : 180.0 m/68.0 m
- Έλεγχος ισχύος : Μεταβλητό βήμα μεταβλητές στροφές (pitch controlled variable speed)

Κεντρικός Υποσταθμός Μ.Τ.

Ο κεντρικός υποσταθμός Μ.Τ. είναι το σημείο διασύνδεσης όλων των ανεμογεννητριών και περιλαμβάνει τον Αυτόματο Διακόπτη Διασύνδεσης (ΑΔΔ) του αιολικού πάρκου (ο οποίος είναι ένας αυτόματος διακόπτης ισχύος) με έναν αποζεύκτη και τους μετασχηματιστές τάσεως και εντάσεως, τους διακόπτες φορτίου των αναχωρήσεων προς τις ανεμογεννήτριες. Ο ΑΔΔ ελέγχεται από έναν ελεγκτή βιομηχανικού τύπου μέσω των μετασχηματιστών τάσεως και εντάσεως. Ο ελεγκτής αυτός, εκτός από την προστασία, παρέχει τη δυνατότητα τηλεχειρισμού του ΑΔΔ και ρυθμίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΔΕΗ.



Εικόνα 13: Τυπικός υποσταθμός Μ.Τ. 0,4/15 kV

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Υποσταθμός Υ.Τ.

Ο υποσταθμός Υ.Τ συνδέει το αιολικό πάρκο με το δίκτυο μεταφοράς του Συστήματος. Πρόκειται για συμβατικό υποσταθμό, ο οποίος κατασκευάζεται πλησίον ή μακράν του αιολικού πάρκου. Σε έναν τέτοιο Υ/Σ μπορούν να συνδεθούν και άλλα αιολικά πάρκα. Στην Ελλάδα, κατασκευάζονται σε υψόμετρα κάτω των 1000 μέτρων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ, ενώ για μεγαλύτερα υψόμετρα απαιτείται εξοπλισμός ειδικών προδιαγραφών.

Τα βασικά μέρη ενός υποσταθμού Υ.Τ. είναι ο Μ/Σ, ο διακόπτης ισχύος, οι Μ/Σ τάσεως και εντάσεως, διάφοροι αποζεύκτες και γειωτές, η μονάδα αντιστάθμισης αέργου ισχύος και οι πίνακες ελέγχου.



Εικόνα 14: Τυπικός υποσταθμός Υ.Τ. 50.000 KVA, 150/21 kV

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Βοηθητικός και λοιπός Η/Μ εξοπλισμός

Ο βοηθητικός ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός είναι απαραίτητος για την λειτουργία και συντήρηση του αιολικού πάρκου. Αποτελείται από τα παρακάτω:

- • Ηλεκτρικό δίκτυο Μ.Τ. και δίκτυο επικοινωνίας (υπόγεια)
- • Δίκτυο Υ.Τ.
- • Εξοπλισμός οικίσκου ελέγχου
- • Μ/Σ υπηρεσίας 50 kVA
- • Τηλεφωνικές γραμμές



Εικόνα 15: Διπλή γραμμή Μ.Τ. βαρέως τύπου

Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Γ. Χωροθέτηση Ανεμογεννητριών

Σύμφωνα με τη κείμενη νομοθεσία (ΥΑ 2000/2002), για μία γραμμική ανάπτυξη Α/Γ η ελάχιστη οριζόντια απόσταση του ακροπτερυγίου από τα όρια του οικοπέδου πρέπει να απέχει μισή ακτίνα, δηλαδή απόσταση του κέντρου της Α/Γ από τα όρια 1,5 ακτίνα.

Για μια απλή συστοιχία $N=10$ Α/Γ ισχύος 20 MW με μέση διάμετρο $D=85\text{m}$, διατεταγμένη κάθετα στις κύριες διευθύνσεις του ανέμου, απαιτείται μεταξύ τους απόσταση ίση με το τριπλάσιο της διαμέτρου αυτών. Κατόπιν αυτού η κάλυψη ανά Α/Γ είναι: $[3 \cdot D \cdot (N-1) + 1,5 \cdot D] \cdot 1,5 \cdot D / 20 = 15,44$ στρέμματα/MW.

Για ευρύτερες περιοχές με πολλές συστοιχίες Α/Γ $N \cdot M$ (γραμμική και παράλληλη διάταξη) με τις μεταξύ τους αποστάσεις 3 και 7 διαμέτρους (D), αντίστοιχα, για πλήθος τέτοιο ώστε $N \cdot M \approx (N-1) \cdot (M-1)$ και για Α/Γ με μέση διάμετρο $D=85\text{m}$ και ισχύ 2 MW η κάλυψη ανά Α/Γ: $3 \cdot 85 \cdot 7 \cdot 85 / 2 = 75,86$ στρέμματα/MW.

Τα 75,86 στρ./MW είναι ένας συντελεστής ο οποίος προκύπτει από μία τυπική Α/Γ με ρότορα διαμέτρου 85 m και θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για να προσδιοριστεί η φέρουσα ικανότητα, σε επίπεδο ισχύος (MW), μίας ευρύτερης περιοχής. Σε επίπεδο τελικής χωροθέτησης έργων όμως, η παράμετρος που θα καθορίσει την κάλυψη ανά Α/Γ είναι η διάμετρος του ρότορα. Για να γίνει κατανοητό αυτό αναφέρονται τα ακόλουθα:

Κατά τα τελευταία έτη η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών στην Ελλάδα που κυμαίνονται περί τα 0,85-0,9 MWe η κάθε μία. Ειδικά κατά την πιο πρόσφατη περίοδο έχουν εγκατασταθεί ανεμογεννήτριες ισχύος 1,3MWe και 3MWe η κάθε μία. Γενικά εκτιμάται ότι η τάση εγκατάστασης ανεμογεννητριών όλο και μεγαλύτερης ισχύος θα συνεχισθεί αλλά όχι απεριόριστα, δεδομένων και των προβλημάτων μεταφοράς και εγκατάστασής τους.

Περαιτέρω, πρέπει να σημειωθεί ότι η ονομαστική ισχύς μιας ανεμογεννήτριας δεν καθορίζεται μονοσήμαντα από τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά και ειδικότερα τη διάμετρο του ρότορα. Για παράδειγμα, ήδη υπάρχουν και προσφέρονται στην διεθνή και ελληνική αγορά ανεμογεννήτριες με διάμετρο ρότορα 90m και ονομαστική ισχύ 1,8MWe, 2MWe και 3MWe. Ο συνδυασμός της ονομαστικής ισχύος της μηχανής και του μεγέθους του

ρότορα επιλέγεται κάθε φορά ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τοπικού αιολικού δυναμικού μιας συγκεκριμένης θέσης (π.χ. μια ανεμογεννήτρια που εγκαθίσταται σε θέση χαμηλού σχετικά αιολικού δυναμικού πρέπει να καλύπτει μια μεγάλη σχετικά επιφάνεια ανέμου –swept area- και άρα απαιτεί ρότορα 58-60m, για να παράγει ονομαστική ισχύ 0,85MWe, ενώ μια ανεμογεννήτρια με ίδιου μεγέθους ρότορα 60m σε μία θέση υψηλού αιολικού δυναμικού μπορεί να αποδώσει ονομαστική ισχύ 1,2MWe. Θεωρητικά, σε θέσεις με υψηλότατο αιολικό δυναμικό μια ανεμογεννήτρια με ρότορα 60m και ιδιαίτερη διαστασιολόγηση, ώστε να αντέχει σε μεγάλα φορτία και δυνάμεις, μπορεί να αποδώσει ονομαστική ισχύ έως και 1,5MWe).

Η παρατήρηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι η επίδραση στο τοπίο και γενικότερα η επίπτωση που προκαλεί μια Α/Γ από περιβαλλοντικής και χωροταξικής άποψης, εξαρτάται από τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά τα οποία –όπως αναλύθηκε- δεν συνδυάζονται με την ονομαστική της ισχύς. Περαιτέρω, η διάμετρος του ρότορα καθορίζει σχεδόν μονοσήμαντα όλα τα υπόλοιπα γεωμετρικά [71].

2.2.1.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

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 διάκειται ευνοϊκά 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.

Τα **περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα** σε εθνικό ή παγκόσμιο επίπεδο περιλαμβάνουν :

- μηδενικές ατμοσφαιρικές εκπομπές αερίων
- μηδενικά προβλήματα μετά το τέλος λειτουργίας
- καλό ενεργειακό ισοζύγιο
- περιορισμένη χρήση γης

Τα **περιβαλλοντικά μειονεκτήματα** σε τοπικό επίπεδο είναι :

- πρόκληση θορύβου
- αισθητική επίπτωση στο τοπίο από τις Α/Γ και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού.
- κινούμενες σκιές κατά την λειτουργία
- διάβρωση του εδάφους και υποβάθμιση από την διάνοιξη δρόμων σε κορυφογραμμές
- επιπτώσεις στα πουλιά
- ηλεκτρομαγνητικές παρενοχλήσεις (τηλεπικοινωνίες, ραντάρ, τηλεόραση).
- ασφάλεια 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 [72].

2.2.2. ΒΙΟΜΑΖΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θέρμανση με ξύλα στο τζάκι είναι ένα παράδειγμα χρησιμοποίησης της βιομάζας σαν ενεργειακής πηγής. Σήμερα περίπου το 50% της Γης μαγειρεύει ακόμα με βιομάζα. Ως βιομάζα θεωρείται γενικά η οργανική ύλη που μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια. Εκτός από τα ξύλα, στην βιομάζα συγκαταλέγονται τα αγροτικά υπολείμματα (κλαδιά δένδρων, υπολείμματα ξυλείας, υπολείμματα σιτηρών, το πυρηνόξυλο της ελιάς, κλπ.) και τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά για την παραγωγή ενέργειας. Στην Βραζιλία παραδείγματος χάρη, μια χώρα που δεν έχει πετρέλαιο, τα αυτοκίνητα κινούνται σε μεγάλο βαθμό με αιθανόλη που παράγεται από το ζαχαροκάλαμο που καλλιεργείται ακριβώς για το σκοπό αυτόν. Επιπροσθέτως είναι δυνατόν να παράγουμε χρήσιμα καύσιμα από την μετατροπή των στερεών αποβλήτων, των αποβλήτων των ζώων και από τα υγρά απόβλητα. Η

βιομάζα αποτελείται κυρίως από ενώσεις που βασικά στοιχεία έχουν τον άνθρακα και το υδρογόνο. Με την χρήση της βιομάζας δεν έχουμε επιβάρυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, επειδή με την καύση εκλύεται το διοξείδιο του άνθρακα που τα φυτά είχαν προηγουμένως αποθηκεύσει με την φωτοσύνθεση [73]

Με τον όρο **Βιομάζα** εννοούμε τη ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Αυτή η οργανική ύλη περιλαμβάνει το ξύλο, τα υπολείμματα από αγροτικές και δασικές δραστηριότητες, τα υπολείμματα από τις αγροτικές βιομηχανίες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 16, τα προϊόντα ενεργειακών καλλιεργειών καθώς και κάθε άλλο υλικό που διαθέτει οργανικό φορτίο όπως είναι τα υπολείμματα κτηνοτροφικών μονάδων και η ιλύς από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού.



Εικόνα 16: Πρώτες ύλες βιομάζας

Πηγή: http://3.bp.blogspot.com/_A55yN__HnQk/SJ63ZzgZ.jpg

Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ανάλογα με την πρώτη ύλη που κάθε φορά είναι διαθέσιμη, επιλέγεται και η αντίστοιχη διεργασία για την βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Τις θερμοχημικές και τις βιοχημικές.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την αναερόβια χώνευση και

την αλκοολική ζύμωση. Από τις παραπάνω διεργασίες, οι πιο ώριμες τεχνολογικά, γι' αυτό και οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες, είναι η καύση και η αξιοποίηση του βιοαερίου που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση.

2.2.2.1.Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας: [74]

1. Η καύση. Είναι η πιο ανεπτυγμένη και διαδεδομένη τεχνολογία για ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας τόσο στον Ελληνικό χώρο όσο και διεθνώς. Η ΕΕ έχει χρηματοδοτήσει σημαντικό αριθμό προγραμμάτων που έχουν σχέση με τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας λεβήτων καύσης βιομάζας ή με τη μικτή καύση σε μεγάλες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες.

2. Η πυρόλυση. Βρίσκεται ακόμη σε ερευνητικό επίπεδο. Η βιομάζα θερμαίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες απουσία αέρα, χωρίς να καεί για παραγωγή στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων (ξυλάνθρακα, βιοαέριο και αέρια χαμηλής και μέσης θερμογόνου δύναμης). Τα προϊόντα της πυρόλυσης όπως είναι τα υγρά καύσιμα (αιθανόλη, βιοντήζελ κι άλλα) μπορούν να αντικαθιστούν εν μέρει το πετρέλαιο ή τη βενζίνη.

3. Η αεριοποίηση. Βρίσκεται ακόμη σε ερευνητικό επίπεδο. Παράγονται αέρια χαμηλής και μέσης θερμογόνου δύναμης.

4. Η αναερόβια χώνευση. Τα απορρίμματα και τα διάφορα λύματα με αναερόβιες διαδικασίες παράγουν βιοαέριο κυρίως που αποτελείται από μεθάνιο (και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως το φυσικό αέριο για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

5. Η αλκοολική ζύμωση. Ο κύριος τρόπος παραγωγής βιοαιθανόλη είναι η ζύμωση των αμυλούχων, κυταρρινούχων και σακχαρούχων συστατικών για παραγωγή βιοαιθανόλη και ο διαχωρισμό της από τα λοιπά συστατικά με απόσταξη. Σακχαρούχα και αμυλούχα φυτά με βιοχημικές μεθόδους παράγουν υγρά καύσιμα (βιοαιθανόλη).

6. Η μετεστεροποίηση. Ο κύριος τρόπος παραγωγής βιοντήζελ είναι η μετεστεροποίηση των ελαίων. Ελαιούχα φυτά, ζωϊκά λίπη, χρησιμοποιημένα λάδια και προϊόντα σφαγίων με χημικές μεθόδους παράγουν βιοντήζελ.

Ορισμένα **πλεονεκτήματα** που καθιστούν τη βιομάζα ελκυστική πηγή ενέργειας είναι:

Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) – δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.

Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κέναφ ...) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κι ά), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

Δυσκολίες στην ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.

Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.

Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

2.2.2.2. Οι κύριες εφαρμογές με καύσιμο βιομάζα

Θέρμανση θερμοκηπίων: Σε περιοχές της χώρας όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για τη θέρμανση θερμοκηπίων.

Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες: Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.

Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες: Βιομάζα για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίνε τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή/και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου: Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ξακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.

Τηλεθέρμανση: είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.

Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ): Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, και των απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες τις διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (πχ θέρμανση κτιρίων). Το βιοαέριο, παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων (λύματα από

χοιροστάσια, βουστάσια), αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων, καθώς και από αστικά οργανικά απορρίμματα. Αποτελείται από 65% μεθάνιο και 35% διοξείδιο του άνθρακα και μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά, μέσω της τροφοδοσίας του σε μηχανές εσωτερικής καύσης, σε καυστήρες αερίου ή σε αεροστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Το βιοαέριο, με την κατάλληλη επεξεργασία και αναβάθμιση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καύσιμο μεταφορών, με ιδιαίτερα ανταγωνιστική τιμή. Στη Σουηδία ήδη αρκετά οχήματα κινούνται με μεθάνιο και λειτουργούν σταθμοί διανομής βιοαερίου.

Παράλληλα, το αναβαθμισμένο βιοαέριο μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου, όπως πλέον γίνεται στην Ολλανδία, τη Σουηδία και την Ελβετία και να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Πειραματικά χρησιμοποιείται και για παραγωγή υδρογόνου, τροφοδοτώντας κυψέλες καυσίμου (fuel cells). Η ανάπτυξη και εγκατάσταση τεχνολογιών βιοαερίου, αποτελεί μία εναλλακτική λύση με σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς προσφέρει περιβαλλοντικά φιλική ενέργεια και ταυτόχρονα επιλύει το συνεχώς διογκούμενο πρόβλημα της διάθεσης των απορριμμάτων. [75]

2.2.2.3. Βιοκαύσιμα

Ο όρος βιοκαύσιμα αναφέρεται συνήθως σε υγρά καύσιμα από βιομάζα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ, μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.ά) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες και η βιοαιθανόλη η οποία παράγεται από σακχαρούχα, κυταρινούχα κι αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.ά.) και χρησιμοποιείται είτε ως έχει σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες είτε τέλος να μετατραπεί σε ETBE (πρόσθετο βενζίνης). Τα βιοκαύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα γιατί έχουν λιγότερες εκπομπές καυσαερίων και χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πρώτες ύλες [76]

Βιοντήζελ

Το βιοντήζελ είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα οχήματα ή μηχανές που καταναλώνουν πετρέλαιο. Το βιοντήζελ είναι μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.ά) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με ντίζελ σε πετρελαιοκινητήρες. Ο κύριος τρόπος παραγωγής του βιοντήζελ είναι η μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων. Χημικά το biodiesel περιγράφεται ως μονο αλκυλικός εστέρας. Μέσω μιας διαδικασίας οκαλούμενης esterification, τα έλαια και τα λίπη αντιδρούν με τη μεθανόλη και έναν καταλύτη υδροξειδίου νατρίου για να παραγάγουν τα λιπαρά οξέα μαζί με τα ομοπροϊόντα: γλυκερίνη, κατώτατα σημεία γλυκερίνης, διαλυτά ανθρακικό κάλιο και σαπούνια. Το biodiesel ανήκει σε μια οικογένεια των λιπαρών οξέων αποκαλούμενων μεθυλικούς εστέρες που καθορίζονται από το μέσο μήκος, το λιπαρό οξύ C16-18 σύνδεσε τις αλυσίδες. Το biodiesel χρησιμοποιείται σε μίγματα με diesel από 5% (B5) στη Γαλλία έως 20% στις Η.Π.Α. (B20) και αυτούσιο (B100) λστην Αυστρία, Σουηδία και Γερμανία [77].

Καθαρό φυτικό έλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές IC με μικρή προσαρμογή του κινητήρα – προσάρτηση πρόσθετων εξαρτημάτων. Μερικές μικρές εταιρίες στην Ευρώπη έχουν αναπτύξει σε εμπορική κλίμακα πρόσθετα εξαρτήματα τροποποίησης κινητήρων (Hausmann Company, Gruber GmbH, W. UHLIG – U.T.G. Austria κ.α.)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ

- ✓ Είναι προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας φυτικών ελαίων, ζωικών λιπών.
- ✓ Είναι καθαρό, μη τοξικό, βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο Έχει μετρηθεί ότι ποσοστό 10% βιοντίζελ μέσα σε πετρελαϊκό ντίζελ, επιτρέπει την βιοαποικοδόμηση 4 φορές γρηγορότερα..
- ✓ Δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις.
- ✓ Έχει πολύ χαμηλές εκπομπές SOx, CO, HC, αιθάλης και PM (Δεν περιέχει θείο και έτσι δεν παράγει διοξείδιο του θείου, που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή)

- ✓ Η καύση του δεν αυξάνει την περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε CO₂ συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα.
- ✓ Έχει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ.
- ✓ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο ή σε μίγματα με αυτό στις ήδη υπάρχουσες πετρελαιομηχανές.
- ✓ Έχει μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης, μεγαλύτερο αριθμό κετανίου και καλύτερες λιπαντικές ικανότητες από το συμβατικό ντίζελ.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης και μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων, με συνέπεια την προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας των αγροτών. Επιπλέον η ανάμιξη έως και 10% βιοντίζελ βελτιώνει τις ιδιότητες του καύσιμου χωρίς να απαιτεί καμία μετατροπή στους κινητήρες.

Βιοιθανόλη

Υγρό καύσιμο (οινόπνευμα) υψηλής ενεργειακής περιεκτικότητας, καθαρότερο περιβαλλοντικά από τη βενζίνη. Παράγεται με αλκοολική ζύμωση των σακχάρων γεωργικών και ενεργειακών φυτών στο πλαίσιο της Ενεργειακής Γεωργίας. Στην Ελλάδα οι ενεργειακές καλλιέργειες από τις οποίες μπορεί να παραχθεί βιοιθανόλη είναι οι παραδοσιακές σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτος, ζαχαρότευτλα κι η καλλιέργεια του γλυκού σόργου. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα για την παραγωγή βιοιθανόλης από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες (άχυρο, ξύλο, κ.ά.)

Τα **πλεονεκτήματα της βιοιθανόλης** μπορούμε να τα διαχωρίσουμε ως προς τις:

A. ΠΟΛΙΤΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

- Μείωση ενεργειακής εξάρτησης
- Υπεραξία αγροτικών πρώτων υλών
- Αύξηση θέσεων εργασίας και αγροτικού εισοδήματος
- Συγκράτηση αγροτικού πληθυσμού και

B. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

- Ανανεώσιμη πρώτη ύλη (βιομάζα)
- Σημαντική ελάττωση ρύπανσης (Λιγότερες εκπομπές: CO₂ , CO, υδρογονανθράκων, κλπ.)

Τα **μειονεκτήματα της βιοαιθανόλης** είναι ότι:

- Παράγεται από γεωργικά προϊόντα & υποπροϊόντα.
- Έχει υψηλό κόστος σακχαρούχων και αμυλούχων προϊόντων (τεύτλα, καλαμπόκι, κ.ά.) που χρησιμοποιούνται ανταγωνιστικά για την παραγωγή τροφίμων (καύσιμα αντί τρόφιμα)
- Τα υποπροϊόντα της αποτελούνται από λιγνοκυτταρινούχα κατάλοιπα.
- Υπάρχουν δυσκολίες υδρόλυσης λιγνοκυτταρίνης.
- Υπάρχουν δυσκολίες συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης τους (ογκώδη)
- Δημιουργείται μεγαλύτερη τάση ατμών από τη βενζίνη [78]

2.2.2.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Όσον αφορά τις σημαντικότερες επιπτώσεις από τη χρήση βιομάζας αναφέρονται παρακάτω:

Αέριοι Ρύποι. Η χρήση βιομάζας ως καύσιμο μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στη μείωση των εκπομπών κάποιων αέριων ρύπων σε σύγκριση με τους αντιστοίχους που εκπέμπονται από συμβατικά καύσιμα, αλλά παράλληλα μπορεί να παρουσιάζει αυξημένες εκπομπές σε μονοξείδιο του άνθρακα, σωματιδίων, σκόνης και οσμών. Για καθένα από αυτούς τους ρύπους πρέπει να αναφέρονται τα θεσμοθετημένα όρια εκπομπών καθώς και τα μέτρα που θα ληφθούν ώστε να επιτευχθούν αυτά τα όρια. Κατά την καύση των παραπάνω τύπων βιομάζας παράγονται τα ακόλουθα αέρια και ρύποι:

Διοξείδιο του άνθρακα, CO₂. Κατά τη διεργασία της καύσης οποιασδήποτε οργανικής ένωσης παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Το διοξείδιο του άνθρακα δεν είναι ρύπος, παρ' όλα αυτά συντελεί στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την καύση της βιομάζας θεωρείται ότι δεν συμβάλει σε αυτό το φαινόμενο διότι προέρχεται από την καύση φυτών τα οποία κατά την διάρκεια της ζωής τους είχαν δεσμεύσει το αντίστοιχο διοξείδιο από την ατμόσφαιρα, συνεπώς το συνολικό ισοζύγιο είναι ουδέτερο.

Υδρατμοί. Κατά την καύση βιομάζας παράγεται νερό (H_2O) υπό μορφή υδρατμών. Οι υδρατμοί που θα εκλύονται δεν αναμένεται να είναι ορατοί παρά μόνο στις περιπτώσεις που η ατμόσφαιρα παρουσιάζει υψηλή υγρασία. Η ποσότητα των παραγόμενων υδρατμών είναι ανάλογη της δυναμικότητας της μονάδας αλλά σε καμία περίπτωση δεν επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα.

Μονοξείδιο του άνθρακα, CO. Η εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης. και πρέπει να διατηρείται στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα. Τα ισχύοντα διεθνή όρια εκπομπών CO από μονάδες παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν σαν καύσιμο βιομάζα κυμαίνονται από 250 mg/Nm^3 για μονάδες με ισχύ $> 1 \text{ MW}$ έως 4000 mg/Nm^3 για μονάδες $< 50 \text{ kW}$.

Οξειδία του θείου (SO_x). Τα οξειδία του θείου (SO_2 , SO_3) που εκλύονται κατά την καύση προέρχονται από οξείδωση στοιχειακού θείου που παραλήφθηκε από τα φυτά υπό μορφή θειϊκών ενώσεων.

Οξειδία του αζώτου (NO_x). Τα οξειδία του αζώτου (NO , NO_2 , N_2O ή NO_x) παράγονται κατά την καύση βιομάζας. Κύρια πηγή του αζώτου που σχηματίζει τα NO_x είναι το άζωτο που υπάρχει στον αέρα καύσης.

Διάθεση στερεών αποβλήτων. Μετά την καύση της βιομάζας προκύπτει τέφρα η οποία συλλέγεται είτε από τον πυθμένα του θαλάμου καύσης είτε από τους μηχανισμούς κατακράτησης σωματιδίων στα απαέρια. Η τέφρα αυτή περιέχει όλα τα ανόργανα συστατικά που βρίσκονται στην χρησιμοποιούμενη βιομάζα. Στη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει να αναφέρεται η σύσταση της τέφρας και ο προτεινόμενος τρόπος διάθεσής της. Το ίδιο ισχύει και για το υπόλειμμα που μένει από την διεργασία της αναερόβιας χώνευση.

Θόρυβος. Μια μονάδα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα επιβαρύνει με θόρυβο το γύρω περιβάλλον εφόσον ουσιαστικά πρόκειται για βιομηχανική εγκατάσταση όπου λειτουργούν μηχανήματα με κινούμενα μέρη. Επίσης, ο εξοπλισμός παραγωγής ενέργειας παράγει θόρυβο είτε αυτός είναι ΜΕΚ είτε είναι αεριοστρόβιλος ή ατμοστρόβιλος. Στην μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει να γίνεται αναφορά στα επίπεδα θορύβου σε διάφορες αποστάσεις καθώς και στα μέτρα που θα ληφθούν για να επιτευχθούν αυτά τα όρια.

Όχληση από διέλευση οχημάτων. Η εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας από βιομάζα μπορεί να επιφέρει αύξηση στην κυκλοφορία οχημάτων στην συγκεκριμένη περιοχή λόγω της χρήσης φορτηγών αυτοκινήτων για την μεταφορά βιομάζας προς την μονάδα και τέφρας από την μονάδα. Αυτός ο κυκλοφοριακός όγκος πρέπει να υπολογιστεί και να εκτιμηθεί η αύξηση στις εκπομπές αέριων ρύπων λόγω των καυσαερίων, στα επίπεδα θορύβου λόγω των κινητήρων και στην κυκλοφορία στο τοπικό οδικό δίκτυο. Η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα πρέπει να αναφέρει πως αυτές οι επιπτώσεις θα περιοριστούν ώστε να είναι αποδεκτές στο περιβάλλον που προτείνεται να εγκατασταθεί η μονάδα. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις ανανεώσιμες πηγές είναι πολύ περιορισμένες έως μηδενικές, έχουν όμως άλλα μειονεκτήματα [79].

2.2.3. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από την ενέργεια του ήλιου και μπορεί να αξιοποιηθεί μέσω των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων (για θέρμανση νερού), των παθητικών ηλιακών συστημάτων (για φυσική θέρμανση και δροσισμό), των ηλιοθερμικών συστημάτων καθώς και των φωτοβολταϊκών συστημάτων (για παραγωγή ηλεκτρισμού).

Οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει την ενέργεια του ήλιου είτε άμεσα, για την ξήρανση τροφών, το στέγνωμα κλπ., είτε έμμεσα μέσω της γεωργίας για την παραγωγή σιτηρών κλπ.

Κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχει αρχίσει μια πιο αποδοτική χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας και αυτή η διαδικασία αναμένεται να συνεχιστεί και να επιταχυνθεί.

Η ηλιακή ενέργεια είναι πρακτικά μια ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή και αυτό είναι το βασικό προσόν της. Ταυτόχρονα δεν ρυπαίνει και δεν απαιτεί δύσκολες και δαπανηρές εγκαταστάσεις για την χρήση της, τουλάχιστον για απλές εφαρμογές. Το βασικό πρόβλημα είναι ότι ο ήλιος δεν λάμπει όλες τις ώρες, και η απαίτηση για ενέργεια θέρμανσης και φωτισμού είναι ιδιαίτερα επιτακτική ακριβώς τις ώρες που έχουμε σκοτάδι και κρύο.

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ασθενής ενεργειακή πηγή, με μικρή πυκνότητα στον χρόνο και στον χώρο. Όλη η επιφάνεια της Γης δέχεται 5.6×10^{18} MJ

ηλιακής ακτινοβολίας κάθε χρόνο, αλλά για να την αξιοποιήσουμε θα πρέπει να εξασφαλίσουμε την συλλογή της για μακρύ χρονικό διάστημα, ενώ αυτό απαιτεί και μεγάλες επιφάνειες. Για τις απαιτήσεις της σύγχρονης βιομηχανικής κοινωνίας θα πρέπει αυτή η ηλιακή ενέργεια να συγκεντρωθεί με ειδικά συστήματα ώστε να γίνει ανταγωνιστική με τα συμβατικά καύσιμα.

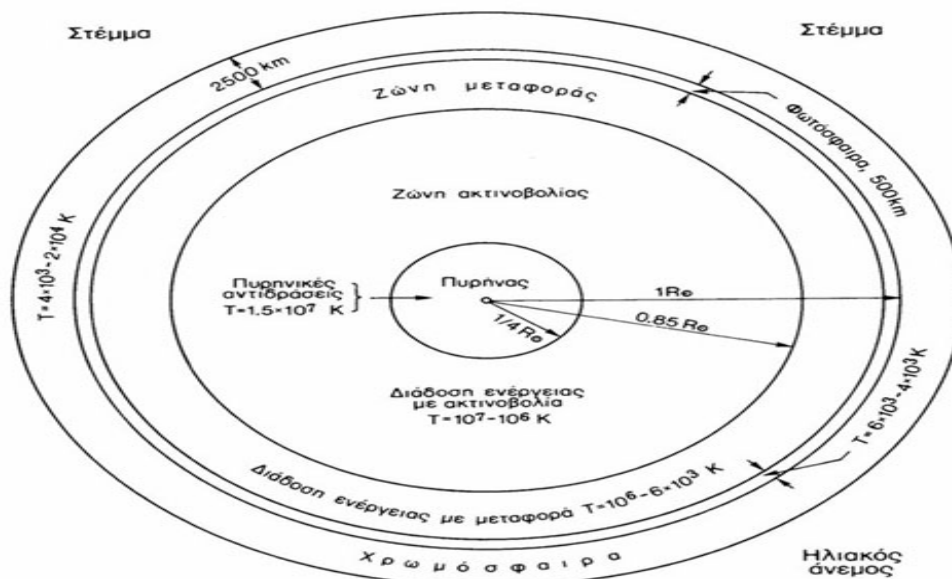
Με ελαφριές κατασκευές μπορούμε να θερμάνουμε με ηλιακή ενέργεια τα σπίτια μας και το ζεστό νερό χρήσης, αυτό όμως παρόλο που βοηθάει για να μειωθεί η κατανάλωση των συμβατικών καυσίμων, δεν είναι αρκετό για να τα υποκαταστήσει πλήρως στις καθημερινές μας ανάγκες.

Η πλέον αξιόλογη χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι με την μετατροπή της σε άλλη μορφή ενέργειας και μάλιστα η απευθείας μετατροπή σε ηλεκτρισμό με την βοήθεια φωτοβολταϊκών κυττάρων [80].

Ο ΗΛΙΟΣ

Ο ήλιος είναι ένας αστέρας αρκετά συνηθισμένος, που αποτελείται κυρίως από υδρογόνο (92.1%) και ήλιον (7.8%), με διάμετρο 1,392,000 km και μάζα 1.989×10^{30} kg, βρίσκεται δε στο γεωμετρικό και βαρυτικό κέντρο του πλανητικού συστήματος Η Γη, σε απόσταση κέντρο, και παραμένει μέχρι σήμερα ο μόνος πλανήτης στο ηλιακό σύστημα που φιλοξενεί ζωή. Η ενέργεια που εκπέμπεται από τον ήλιο είναι τελικά η πηγή κάθε μορφής ζωής, ένα γεγονός που έγινε αντιληπτό από τους πρώτους πολιτισμούς, οι περισσότεροι από τους οποίους έδωσαν στον ήλιο εξέχουσα θέση στις θρησκευτικές τους δοξασίες και πρακτικές.

Η καθημερινή πορεία του ήλιου στον ουρανό της Γης είναι από την Ανατολή προς την Δύση. Στην πραγματικότητα βέβαια αυτό οφείλεται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον (νοητό) άξονα της προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτή η φορά περιστροφής – αντίθετη με την φορά περιστροφής του ρολογιού - για έναν παρατηρητή έξω από την Γη που κοιτάει κάτω προς τον Βόρειο Πόλο - είναι η ίδια με την φορά της κίνησης της Γης γύρω από τον ήλιο, και με την περιστροφή του ήλιου γύρω από τον δικό του άξονα.



Σχήμα 7: Σχηματική Περιγραφή του Ήλιου

Πηγή: [http://www.orionas.gr/_articles/Kouloumvakos-\[21\].Sun.pdf](http://www.orionas.gr/_articles/Kouloumvakos-[21].Sun.pdf)

Στο παραπάνω σχήμα φαίνονται τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο Ήλιος, καθώς ο τρόπος και η ταχύτητα διάδοσης της ενέργειας που εκπέμπεται απ'αυτόν.

Τα $3.845 \times 10^{26} \text{ W}$ ενέργειας που εκπέμπονται από τον Ήλιο πηγάζουν από το εσωτερικό του, όπου αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης ενώνουν πυρήνες υδρογόνου (H_2) με πυρήνες ηλίου (He).

Η ενέργεια που εκλύεται με αυτές τις πυρηνικές αντιδράσεις (είναι κυρίως ακτίνες- γ) μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσα σε 107 χρόνια, πρώτα μέσω ακτινοβολίας, μέχρι περίπου το 70% της ακτίνας του Ήλιου, και στην συνέχεια προς το εξωτερικό με μεγάλης κλίμακας μεταφορά μάζας. Αυτή η εξωτερική ζώνη που αποτελεί το 30% της ακτίνας του ήλιου, ονομάζεται η ζώνη συναγωγής.

Η θερμοκρασία στο κέντρο του ήλιου πλησιάζει τα 15 εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου και πέφτει δραματικά στους 5530 βαθμούς Κελσίου στην επιφάνεια του. Λόγω αυτών των υψηλών θερμοκρασιών η μάζα του ήλιου βρίσκεται σε κατάσταση πλάσματος, δηλαδή αέριας μάζας που αποτελείται από ιονισμένα άτομα. Η πυκνότητα όμως είναι ιδιαίτερα υψηλή (70 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής πίεσης στην Γη) και το πλάσμα αυτό συμπεριφέρεται περισσότερο σαν υγρό παρά σαν ένα

συμβατικό αέριο. Η ηλιακή επιφάνεια δεν είναι μια στερεά επιφάνεια όπως εννοείται η επιφάνεια της Γης, αλλά μια φωτόσφαιρα, μια φανταστική σφαιρική επιφάνεια από την οποία κυρίως πηγάζει η ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ατμόσφαιρα αναφέρεται στην περιοχή που εκτείνεται προς τα πάνω και συμπεριλαμβάνει την φωτόσφαιρα.

Το ηλιακό φως περνώντας από ένα γυάλινο πρίσμα διασπάται στα συστατικά του χρώματα που συνθέτουν το ηλιακό φάσμα. Με πρώτη ματιά το ηλιακό φάσμα εμφανίζεται με τα χαρακτηριστικά ενός σώματος που έχει θερμανθεί σε μια θερμοκρασία 5530 βαθμών Κελσίου.

Το τμήμα του φάσματος που είναι ορατό στο ανθρώπινο μάτι αποτελείται από το συνεχές των χρωμάτων μοβ - μπλε - πράσινο - κίτρινο - κόκκινο, με εύρος μήκους κύματος από 4000 – 7000 μ ($1\mu = 10^{-8}\text{cm}$) και ονομάζεται λευκό φως. Ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία σε μικρότερα (υπεριώδεις ακτίνες-Χ) και μεγαλύτερα (υπέρουθρες) μήκη κύματος.

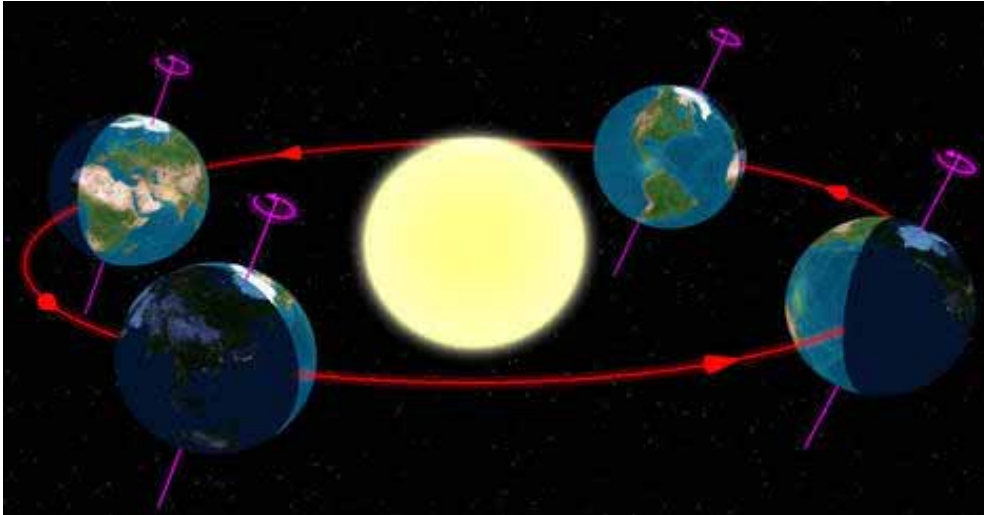
Προσεκτική εξέταση του ηλιακού φάσματος αποκαλύπτει ότι υπάρχουν στενές, σκοτεινές περιοχές όπου η ένταση του ηλιακού φωτός υφίσταται σημαντική μείωση. Αυτές ονομάζονται φασματικές γραμμές και σχετίζονται με μεταπηδήσεις ηλεκτρονίων σε άτομα που υπάρχουν μέσα στην ηλιακή ατμόσφαιρα. Το ηλιακό φως καθώς διαπερνάει την ατμόσφαιρα, απορροφάται και διαχέεται επιλεκτικά μακριά από την γραμμή οράσεως σε αυτά μήκη κύματος, πράγμα που οδηγεί σε μειωμένες εντάσεις στο υπόλοιπο (καθαρό) φάσμα που εξέρχεται.

Καθώς κάθε χημικό είδος χαρακτηρίζεται από ένα διαφορετικό σύνολο επιτρεπόμενων ηλεκτρονικών μεταπηδήσεων, ο προσδιορισμός των φασματικών γραμμών απορρόφησης στο ηλιακό φάσμα επιτρέπει τον καθορισμό της χημικής σύστασης της ατμόσφαιρας του ήλιου. Η ακτινοβολία από τον ήλιο εκπέμπεται με μια ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός δηλαδή 300,000 χιλιόμετρα ανά ώρα. Με αυτή την ταχύτητα χρειάζονται 8 λεπτά της ώρας για να φθάσει η ηλιακή ακτινοβολία στην Γη που είδαμε ότι απέχει 149,600,000 km. [81]

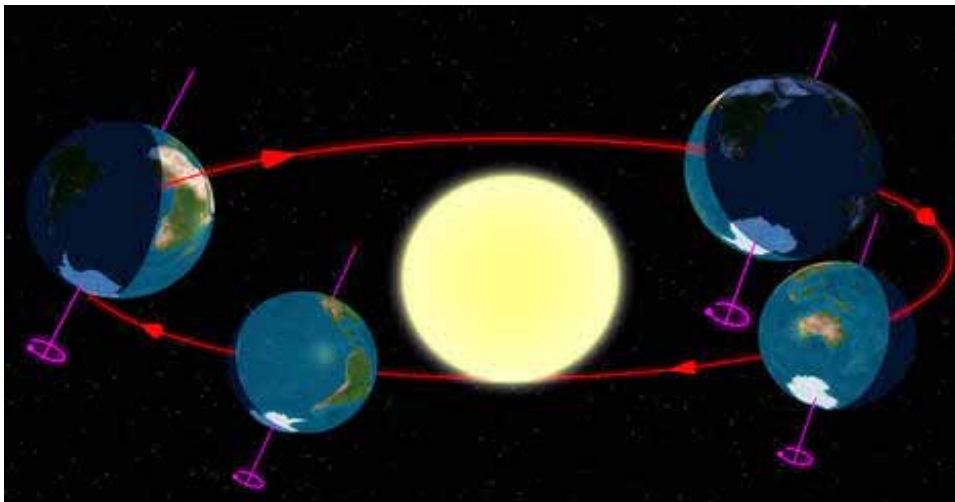
2.2.3.1. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ποσότητα ηλιακής ενέργειας που φθάνει σε κάποιο μέρος στην επιφάνεια της Γης κάποια συγκεκριμένη ώρα ονομάζεται ηλιακή ακτινοβολία και η τιμή της εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες. Αν ο ήλιος βρίσκεται κατευθείαν πάνω μας και ο ουρανός είναι καθαρός, η ακτινοβολία σε μια οριζόντια επιφάνεια είναι περίπου 1000 W/m^2 . Αυτή είναι περίπου η υψηλότερη τιμή που μπορεί να έχει η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της Γης χωρίς την χρησιμοποίηση συγκεντρωτικών φακών ή καθρεπτών. Η ακτινοβολία αυτή υφίσταται μια μείωση από την διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα καθώς απορροφάται από τα στρώματα της ατμόσφαιρας. Στην περίπτωση που υπάρχουν σύννεφα αυτά ανακλούν μέρος αυτής της ενέργειας προς το διάστημα ενώ ένα άλλο μέρος της διαχέεται προς την επιφάνεια της Γης. Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην Γη είναι συνεπώς αποτέλεσμα των εξής συνιστωσών :αυτής που προέρχεται κατευθείαν από τον ήλιο και ονομάζεται **άμεση ηλιακή ακτινοβολία**, και αυτής που προέρχεται από τα σύννεφα και την ατμόσφαιρα και ονομάζεται **διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία**. Όταν γύρω μας υπάρχουν λόφοι, κτήρια κλπ. που αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία, υπάρχει και μια τρίτη ποσότητα ενέργειας που ονομάζεται ανακλώμενη από το έδαφος ηλιακή ακτινοβολία.

Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της μια φορά κάθε 24 ώρες και γυρίζει σε μια ελλειπτική τροχιά γύρω από τον ήλιο μια φορά κάθε 365 μέρες (περίπου). Ο άξονας περιστροφής της Γης έχει μια κλίση περίπου 23.5 μοίρες από την κατακόρυφο, προς τον ήλιο στην μια άκρη της τροχιάς της και μακριά από αυτόν στην άλλη άκρη. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, λόγω ακριβώς της κλίσεως του άξονα περιστροφής της Γης, ο ήλιος ακολουθεί μια διαδρομή ψηλά στον ουρανό μεταξύ Ανατολής και Δύσης. Τον χειμώνα η διαδρομή του ήλιου είναι σε χαμηλότερο επίπεδο. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας στις διάφορες εποχές και το εκμεταλλευόμαστε στον σχεδιασμό των κτιρίων, των θερμοκηπίων, την κλίση των ηλιακών συλλεκτών κλπ. Μιά επιφάνεια που είναι κάθετη στην διεύθυνση των ακτινών του ήλιου δέχεται περισσότερη ακτινοβολία από μια άλλη που βρίσκεται σε κλίση [82]. Στα σχήματα 8 και 9 παρατηρούμε την εναλλαγή των εποχών βάση της θέσης της γης.



Σχήμα 8: Διάγραμμα των γήινων εποχών του έτους όπως φαίνονται από τον βορρά.
Πρώτο από δεξιά: νότιο ηλιοστάσιο. Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/>



Σχήμα 9: Διάγραμμα των γήινων εποχών του έτους όπως φαίνονται από τον νότο.
Πρώτο από αριστερά: Βόρειο ηλιοστάσιο. Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/>

2.2.3.2. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ένας απλός τρόπος χρησιμοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι για την άμεση θέρμανση και τον φωτισμό κτιρίων που έχουν σχεδιαστεί με τις βασικές αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Στην περίπτωση αυτή δεν απαιτούνται μηχανικά μέσα όπως αντλίες, σύρματα, διακόπτες, κλπ. Υπάρχουν κατά βάση τέσσερα διαφορετικά σχέδια παθητικού σχεδιασμού κτιρίων: άμεσου κέρδους, θερμικής μάζας, θερμοκηπίου και ηλιακού φωτισμού. Στην περίπτωση του άμεσου κέρδους η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται συνήθως από το πάτωμα και αποδίδεται αργότερα ως

θερμότητα μέσα στον χώρο. Το σύστημα της θερμικής μάζας απαιτεί την εγκατάσταση ενός ηλιακού τοίχου στο νότιο μέρος. Ο ηλιακός τοίχος έχει ένα υάλινο κάλυμμα και η απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία μεταφέρεται κατά μεγάλο ποσοστό στο εσωτερικό του κτιρίου με κάποια χρονική καθυστέρηση. Τα θερμοκήπια είναι ενσωματωμένα μέσα στην κατασκευή του κτιρίου, συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, θερμαίνουν τον αέρα, και αυτός στην συνέχεια μπορεί να προσαχθεί στους χώρους του κτιρίου για θέρμανση. Τα συστήματα ηλιακού φωτισμού εφαρμόζονται σε μεγάλα κτίρια με μεγάλες ανάγκες φωτισμού. Το φυσικό φως προσάγεται στον χώρο εργασίας και σαν συνέπεια μειώνεται η ανάγκη τεχνητού φωτός και οι ανάγκες κλιματισμού.

Οι βασικές αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής απαιτούν την σωστή διαστασιολόγηση των χώρων ώστε να επιτρέπεται στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέρχεται μέσα στους χώρους κατά την διάρκεια του χειμώνα, όταν ο ήλιος βρίσκεται σχετικά χαμηλά στον ορίζοντα, και να εμποδίζεται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού όταν ο ήλιος είναι υψηλά. [83]

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πολλά σπίτια στην Ελλάδα έχουν εγκατεστημένους στην ταράτσα ηλιακούς συλλέκτες (θερμοσίφωνες) για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Το ζεστό νερό αποθηκεύεται σε καλά μονωμένες δεξαμενές που βρίσκονται συνήθως σε υψηλότερο σημείο από τον ηλιακό συλλέκτη.

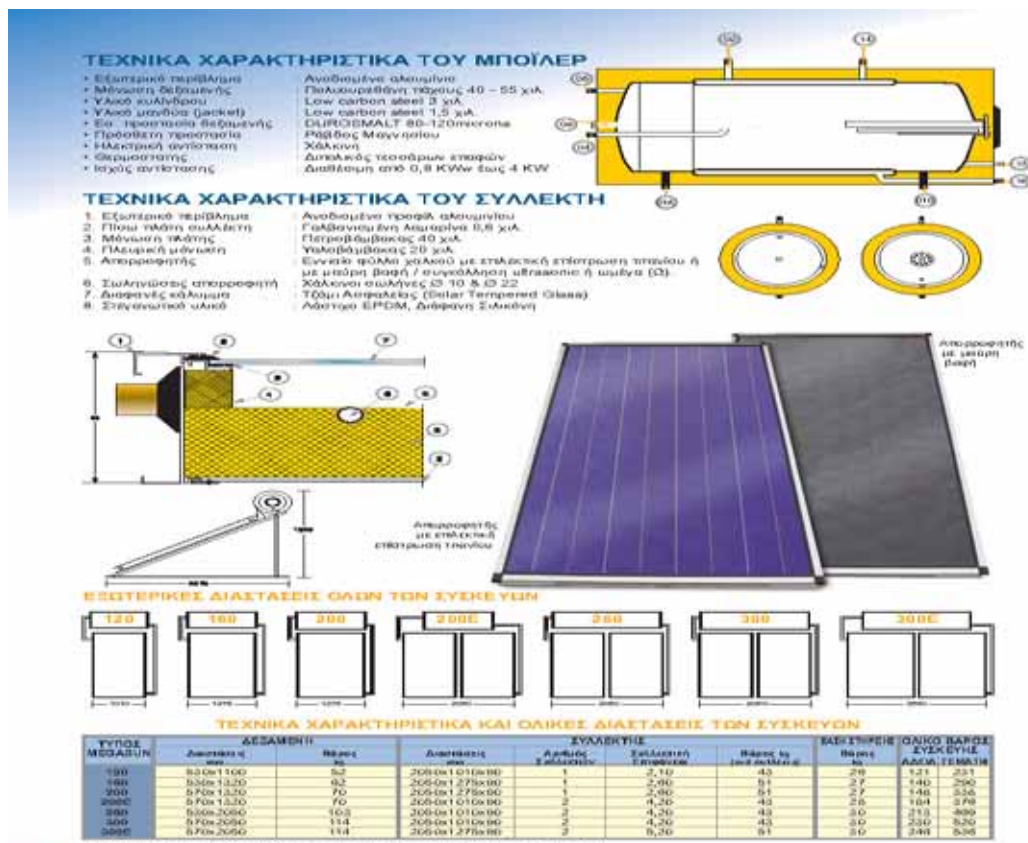
Για τις περιόδους που δεν επαρκεί η ηλιακή ενέργεια (ημέρες με συννεφιά, το βράδυ κλπ.) υπάρχει μέσα στην δεξαμενή μια ηλεκτρική αντίσταση που μπορεί να μας ζεστάνει το νερό για να το χρησιμοποιήσουμε, αν το χρειαστούμε. Το νερό στον ηλιακό συλλέκτη κυκλοφορεί μέσα σε σωλήνες, ζεσταίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και ανέρχεται μέσα στην δεξαμενή αποθήκευσης. Την θέση του καταλαμβάνει κρύο νερό από το κάτω μέρος του δοχείου και η διαδικασία επαναλαμβάνεται όσο υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία και μέχρι να θερμανθεί το νερό της δεξαμενής. Όταν ανοίξουμε την βρύση του ζεστού νερού αφαιρούμε ζεστό νερό από το επάνω μέρος της δεξαμενής που αναπληρώνεται με κρύο νερό στο κάτω μέρος. Το σύστημα είναι εντελώς απλό και δεν χρειάζεται αντλία για την κυκλοφορία του νερού.

Πιο προηγμένα ηλιακά συστήματα θέρμανσης ζεστού νερού και χώρων απαιτούν μεγάλες επιφάνειες συλλεκτών και αντλίες οι οποίες κυκλοφορούν το ζεστό νερό μέχρι τις δεξαμενές στα υπόγεια των κτιρίων. Τέτοια συστήματα απαιτούν επίσης ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, ενώ συνήθως συνδυάζονται με συμβατικούς λέβητες πετρελαίου για την πλήρη κάλυψη των αναγκών. [84]

Ο ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ

Στην Ελλάδα, οι μέρες με υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας είναι πολλές κατά τη διάρκεια του έτους. Ειδικότερα στην Αθήνα, σύμφωνα με μετεωρολογικά στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, ο ήλιος λάμπει για τουλάχιστον μία ώρα 300 – 310 μέρες ετησίως.

Η ηλιοφάνεια που χρειάζεται ένας ηλιακός θερμοσίφωνας, όπως αποτυπώνεται η διάταξη ενός θερμοσιφωνικού ηλιακού συστήματος ζεστού νερού στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα [10]),



Σχήμα 10: Σχηματική διάταξη θερμοσιφωνικού ηλιακού συστήματος ζεστού νερού.

Πηγή: <http://www.helioakmi.com/pdf/greek/helioakmi>

είναι 1-2 ώρες οι οποίες είναι αρκετές για την παραγωγή ποσότητας ζεστού νερού σε έναν ηλιακό θερμοσίφωνα ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες μίας τριμελούς οικογένειας. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να αποφευχθεί η χρήση του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα για τουλάχιστον 300 μέρες ετησίως. Μισή ώρα μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία του νερού τουλάχιστον κατά 10° C τις κρύες μέρες, συνεπώς ο θερμοσίφοντας δουλεύει για μικρότερο χρονικό διάστημα.

Στην Ελλάδα ,εξάλλου, οι θερμοσίφωνες (είτε ηλιακοί είτε ηλεκτρικοί) διαθέτουν αντίσταση 4kW συνήθως για τη θέρμανση του νερού. Για αυτό το λόγο, στην Ελλάδα η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας θα μπορούσε να μειώσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς το ζεστό νερό αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των καθημερινών μας δραστηριοτήτων.

Προκειμένου να υπολογιστεί η εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα ανά έτος, λαμβάνονται υπόψη τεχνικά (αντίσταση 4kW) και μετεωρολογικά δεδομένα (300 μέρες ηλιοφάνειας ανά έτος). Στα νοικοκυριά, ο θερμοσίφοντας παραμένει ανοικτός για τουλάχιστον μία ώρα ημερησίως για την κάλυψη των καθημερινών μας αναγκών (ντους, πλύσιμο πιάτων και ρούχων, κτλ).

Η εξοικονόμηση ενέργειας για κάθε νοικοκυριό ετησίως εκτιμάται λοιπόν ως εξής: **Εξοικονόμηση Ενέργειας σε kWh = 4kW x 1 ώρα x 300 μέρες = 1200kWh ανά έτος.**

Θεωρώντας μία αύξηση της τάξης του 25% για τις ημέρες εκείνες που οι ανάγκες σε ζεστό νερό είναι μεγαλύτερες, εξοικονομούνται 1500kWh ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό, κατά προσέγγιση.

Μετατρέποντας την εξοικονόμηση ενέργειας σε εξοικονόμηση χρημάτων το κέρδος είναι: **1500kWh x κόστος μίας 1 kWh (0,0785€) = 117.75 €**

Το κόστος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα υπολογίζεται σε περίπου 600€, που σημαίνει ότι ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι περίπου 60 μήνες (5 χρόνια). Αφενός λοιπόν η χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα είναι οικονομικότερη και αφετέρου είναι λύση φιλικότερη προς το περιβάλλον και την υγεία μας.[85]

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΗΛΙΑΚΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ

Για την παραγωγή ηλεκτρισμού χρειαζόμαστε κατ' αρχάς ατμό. Αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε με εστίαση κατόπτρων σε έναν ηλιακό πύργο ή με συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε συγκεντρωτικούς ηλιακούς συλλέκτες, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες (17 και 18). Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται είναι ιδιαίτερα υψηλή, γύρω στους 1000 βαθμούς Κελσίου, και ως αποτέλεσμα η παραγωγή ατμού είναι σχετικά εύκολη. Το μειονέκτημα με τους ηλιακούς σταθμούς είναι ότι λειτουργούν μόνον όταν υπάρχει ήλιος, συνεπώς τις ημέρες που έχει συννεφιά και κατά την διάρκεια της νύχτας η λειτουργία τους σταματά. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει συνήθως ένα συμβατικό σύστημα, π.χ. με φυσικό αέριο, που εξασφαλίζει την παραγωγή ηλεκτρισμού σε 24ώρη βάση. [86]



Εικόνα17: Ηλιακός θερμικός σταθμός με κάτοπτρα.

Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/>

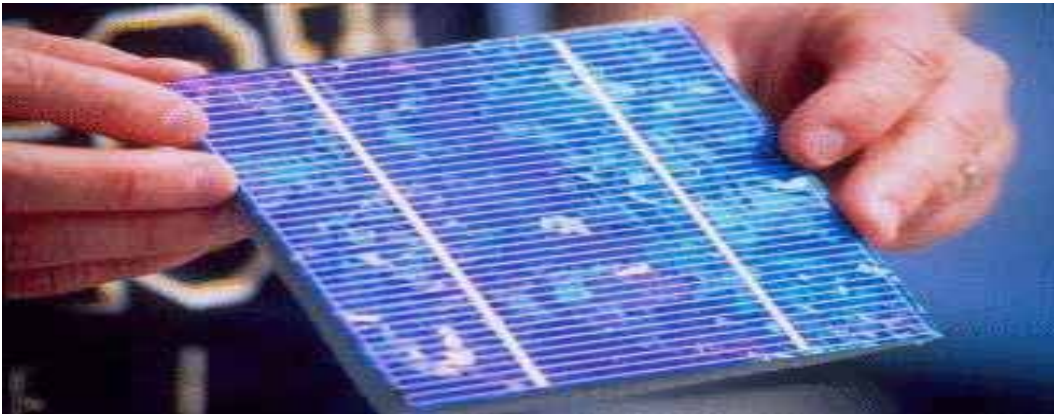


Εικόνα18: Παραβολικοί ηλιακοί συλλέκτες

Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/>

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

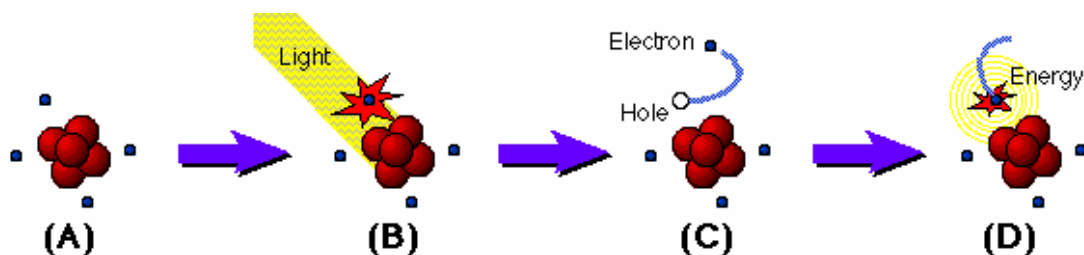
Ένας ακόμα τρόπος για να παράγουμε ηλεκτρισμό κατευθείαν από την ηλιακή ενέργεια είναι με τα φωτοβολταϊκά κύτταρα. Η ανακάλυψη τους ανάγεται στο 1839 όταν ο Μπέκερελ παρατήρησε ότι με την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από ορισμένα υλικά υπήρχε εκτός από παραγωγή θερμότητας και μικρή παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.



Εικόνα 19: φωτοβολταϊκά κύτταρα Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/>

Τέτοια κύτταρα συναντάμε στα ρολόγια, σε κομπιουτεράκια τσέπης, σε σκάφη και αλλού. Είναι κατασκευασμένα από κρυστάλλους πυριτίου, που προέρχεται από άμμο.

Όταν το φως φωτίζει έναν κρύσταλλο καθαρού πυριτίου (Α, Β), τα ηλεκτρόνια εξωθούνται από α άτομα του πυριτίου και κινούνται μέσα στον κρύσταλλο σε τυχαίες διαδρομές (C). Η θέση από την οποία βγήκε ένα ηλεκτρόνιο ονομάζεται οπή. Για να εξωθηθεί ένα ηλεκτρόνιο και να βγει από την θέση του απαιτείται ενέργεια, που την δίνει βέβαια το ηλιακό φως. Με ανάλογο τρόπο εκλύεται ενέργεια όταν ένα ηλεκτρόνιο επιστρέφει σε ένα άτομο που του λείπει ένα ηλεκτρόνιο και ξαναενώνεται με μια οπή (D). Το παρακάτω σχήμα (Σχήμα 11) αποτυπώνει όλα όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω.



Σχήμα 11. Σχηματική λειτουργία του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/Haralampopoulos>

Για την κατασκευή ενός ημιαγωγού, δύο ήμισυ ενός κρυστάλλου από καθαρό πυρίτιο μολύνονται με δύο διαφορετικά υλικά, ένα που περιέχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων και ένα που έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων. Η επιφάνεια της ένωσης ανάμεσα στα δύο ήμισυ έχει κρίσιμη σημασία για την λειτουργία του φωτοβολταϊκού κυττάρου. Όση ώρα το φως πέφτει πάνω στον κρύσταλλο και δημιουργούνται τα ζεύγη ηλεκτρόνια-οπές, τα ηλεκτρόνια ταξιδεύουν μέσα στο κύκλωμα για να ενωθούν με τις οπές. Αυτή η κίνηση των ηλεκτρονίων αποτελεί το ηλεκτρικό ρεύμα.

Η απόδοση των συμβατικών φωτοβολταϊκών κυττάρων είναι σχετικά πολύ μικρή – γύρω στο 16% για εμπορικές εφαρμογές – ενώ ταυτόχρονα το κόστος τους είναι ιδιαίτερα υψηλό που σημαίνει ότι δεν είναι εύκολη ακόμα η εξάπλωση τους σε μεγάλη κλίμακα. Σε πειραματικό στάδιο υπάρχουν κύτταρα με διπλάσια απόδοση, αλλά αυτό γίνεται μόνο σε συνθήκες εργαστηρίου, με ακριβά υλικά και με μεγάλο κόστος παραγωγής. Με την ανακάλυψη όμως νέων υλικών και νέων μεθόδων παραγωγής η απόδοση τους αυξάνει συνεχώς και υπάρχει ελπίδα ότι σύντομα οι τιμές τους να είναι ανταγωνιστικές. [87]

2.2.4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια, όπως υπονοεί και το όνομα της, είναι η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης. Η θερμότητα αυτή της Γης προέρχεται από δύο πηγές: από την θερμότητα του αρχικού σχηματισμού της Γης (πριν από 5 δισεκατομμύρια χρόνια) και από την ραδιενεργό διάσπαση ασταθών στοιχείων που υπάρχουν στον φλοιό, όπως ουράνιο, θόριο και ποτάσιο. Το εσωτερικό της Γης μοιάζει με το εσωτερικό ενός βραστού αυγού αν κόψουμε στη μέση: Ο κίτρινος κρόκος είναι ο πυρήνας της Γης, το λευκό είναι ο μανδύας και το λεπτό κέλυφος είναι σαν τον εξωτερικό φλοιό. Κάτω από τον φλοιό της Γης το επάνω τμήμα του μανδύα είναι ένα ρευστό πέτρωμα σε υψηλή θερμοκρασία που ονομάζεται μάγμα. Ο φλοιός της Γης επιπλέει πάνω σε αυτό το ρευστό μάγμα, το οποίο όταν διαφεύγει προς την επιφάνεια της Γης μέσα από κάποιο ηφαίστειο ονομάζεται λάβα. Για κάθε 100 μέτρα που κατεβαίνουμε προς το εσωτερικό αυξάνεται κατά 3 βαθμούς Κελσίου. Όταν το νερό που κυκλοφορεί μέσα στο εσωτερικό της Γης πλησιάσει καμιά φορά ένα

ζεστό πέτρωμα τότε θερμαίνεται ή και ατμοποιείται, υπάρχουν δε περιπτώσεις που η θερμοκρασία του νερού μπορεί να φθάσει και πολύ υψηλές θερμοκρασίες, πάνω από την θερμοκρασία βρασμού του νερού (100° C). Όταν το ζεστό αυτό νερό περάσει μέσα από κάποιο άνοιγμα του φλοιού της Γης και βγει προς την επιφάνεια τότε έχουμε τις θερμές πηγές ή σε περίπτωση που το νερό βγαίνει με πίεση, τους θερμούς πίδακες (geysers).

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν αυτό το ζεστό νερό για ιαματικούς σκοπούς ή για την θέρμανση διάφορων εφαρμογών, όπως σπίτια, θερμοκήπια, πισίνες κλπ. Στην Ισλανδία, μια χώρα που έχει εκτεταμένη γεωθερμία, το ζεστό νερό μεταφέρεται μεγάλες αποστάσεις και θερμαίνει πόλεις καθ' όλη την διάρκεια του κρύου χειμώνα. Η πιο σημαντική ίσως εφαρμογή της γεωθερμίας είναι όμως για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Στην Ελλάδα υπάρχουν δύο ενεργά ηφαιστεια στην Σαντορίνη και την Νίσυρο αλλά και πολλές γεωθερμικές περιοχές στην ηπειρωτική Ελλάδα (Θράκη, Σπερχειός, Αιδηψός), στα νησιά του Βορείου Αιγαίου (Λέσβος, Χίος, Ικαρία, Σάμος).

Τέλος, υπάρχει το λεγόμενο ηφαιστειακό τόξο που ξεκινάει από τα Μέθανα, περνάει από την Μήλο και την Σαντορίνη και καταλήγει στην Νίσυρο. Η γεωθερμία χρησιμοποιείται για ιαματικούς σκοπούς και για θέρμανση θερμοκηπίων κατά την διάρκεια του χειμώνα (Λέσβος, Θράκη κ.α.). Το ζεστό νερό της γεωθερμίας μπορεί μέσα από κατάλληλες μονάδες ψύξης να χρησιμοποιηθεί και για την ψύξη κτιρίων και αυτό είναι μια εφαρμογή που επίσης θα ενδιέφερε χώρες όπως η Ελλάδα. Με προσεκτικό σχεδιασμό η γεωθερμία είναι μια σχετικά καθαρή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, δεν προκαλεί δηλαδή μεγάλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. [88]

Εφαρμογές

Υπάρχουν δυο κύριες εφαρμογές της γεωθερμική ενέργειας. [89]. Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάζιερ που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από

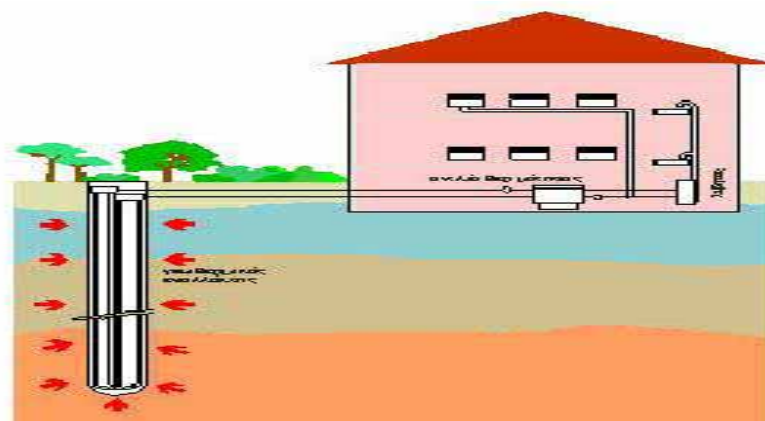
την επιφάνεια της γης. Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανση και ψύξης.

Θερμικές εφαρμογές

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκόσμια, αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στις υδατοκαλλιέργειες, δεδομένου ότι πολλά είδη υδροβίων οργανισμών, όπως χέλια, γαρίδες ή φύκια αναπτύσσονται γρηγορότερα σε αυξημένες θερμοκρασίες (25 έως 30°C). Άλλη διαδεδομένη χρήση της γεωθερμίας είναι η θέρμανση οικισμών. Η θερμική ενέργεια που δεσμεύεται από τη γεωθερμική πηγή διοχετεύεται προς τους χρήστες με την βοήθεια ενός δικτύου αγωγών (τηλεθέρμανση). Στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να είναι θερμική αφαλάτωση θαλασσινού νερού, ενώ στις περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>150°C) μπορεί να γίνει παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με την εκτόνωση ατμού.

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν:

- ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90^{\circ}\text{C}$),
- θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για $\theta > 60^{\circ}\text{C}$, με αερόθερμα για $\theta > 40^{\circ}\text{C}$, με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25^{\circ}\text{C}$),



Σχήμα 12: Θέρμανση κατοικίας με γεωθερμική ενέργεια.

Πηγή: <http://images.google.com/>

Στο παραπάνω σχήμα παρατηρούμε με ποιον τρόπο εκμεταλλευόμαστε στην γεωθερμική ενέργεια για οικιακή χρήση (σχήμα 12).

- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60$ °C, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30$ °C).
- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ($\theta > 25$ °C), ή και για αντιπαγετική προστασία (Βλ. Εικόνα 20).



Εικόνα 20: Θέρμανση θερμοκηπίου από γεωθερμική ενέργεια
Πηγή: <http://www.ypan.gr/ape/files/mythoi-geothermia.pdf>

- ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15$ °C) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
- βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ($\theta > 60$ °C), ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ
- θερμά λουτρά για $\theta = 25-40$ °C

Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμότητας ,πετρωμάτων μικρού βάθους, καθώς και υπόγειων ή και επιφανειακών υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας για θέρμανση και κλιματισμό. Η τεχνολογία αυτή περιλαμβάνει σωλήνα μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου τοποθετημένης εντός του εδάφους, είτε εντός γεωτρήσεων και η οποία αποτελεί τον υπόγειο εναλλάκτη θερμότητας, σε συνδυασμό με υδρόψυκτη αντλία θερμότητας η οποία παρέχει θέρμανση ή ψύξη στο κτήριο. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν το 1/4 του ηλεκτρικού ρεύματος από μια ηλεκτρική αντίσταση και το 1/2 από ένα κλιματιστικό. Εάν υπολογιστεί το κόστος ενέργειας καθόλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος, οι

γεωθερμικές αντλίες θερμότητας στοιχίζουν λιγότερο από ένα σύστημα που καταναλώνει πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Μελλοντικά, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας θα γίνεται από θερμά ξηρά πετρώματα, τα οποία βρίσκονται παντού σε βάθη από 3-5 km, μέσω τεχνητής κυκλοφορίας νερού θερμοκρασίας έως 150°C.

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 Άργεννο Λέσβου, Μήλο, Σαντορίνη και Νίσυρο. Η συστηματική εκμετάλλευση τους μπορεί να επιφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη.

Χρησιμότητα γεωθερμικής ενέργειας

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συμβάλει στην [90] :

- Εξοικονόμηση συναλλάγματος, με μείωση των εισαγωγών πετρελαίου.
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη.
- Καθαρότερη ατμόσφαιρα.

Τα πλεονεκτήματα της Γεωθερμίας είναι:

- **Ενέργεια σε ελάχιστο κόστος**

Λόγω της χαμηλής κατανάλωσης και της σχεδόν ανύπαρκτης συντήρησης του εξοπλισμού, τα γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού μπορούν να εξοικονομήσουν από 55% μέχρι και 70% από την ετήσια δαπάνη σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης και δροσισμού. Το μόνο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης είναι η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από τον συμπιεστή και τις αντλίες, το οποίο είναι οικονομικότερο σε σχέση με τη χρήση λέβητα πετρελαίου κατά 20-25%

- **Απόδοση.**

Ένα γεωθερμικό σύστημα είναι τρεις έως πέντε φορές αποδοτικότερο από ένα συμβατικό σύστημα. Επειδή δεν καίει ορυκτά καύσιμα για να παράγει θερμότητα, παρέχει τρεις έως πέντε μονάδες ενέργειας για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτεί το σύστημα

- **Ανεξαρτησία από το πετρέλαιο θέρμανσης**

➤ **Ευελιξία, Άνεση και Αυτονομία**

Τα γεωθερμικά συστήματα παράγουν θέρμανση και δροσισμό σε μια εγκατάσταση, με αποτέλεσμα να καταργούν το συμβατό τρόπο θέρμανσης, τους πύργους δροσισμού και τα κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου. Παρουσιάζουν ευελιξία στην αυτονομία, σε μελλοντικές επεκτάσεις και σε διαθεσιμότητα χώρου. Έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης και είναι αξιόπιστα σε ακραίες συνθήκες θέρμανσης και δροσισμού.

➤ **Ασφάλεια**

➤ Με ένα σύστημα γεωθερμίας, δεν υπάρχει καύση και φλόγα, δεν υπάρχουν καπνοί, καπναγωγοί και οσμές. Δεν υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης, φωτιάς ή ασφυξίας από το μονοξείδιο.

➤ **Φιλικό προς το περιβάλλον**

Επειδή δεν χρησιμοποιούνται καύσιμα, δεν συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, που είναι υπεύθυνο για την αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη. Δεν απαιτείται χρήση λεβητοστασίων, δεξαμενής καυσίμων, καμινάδων.

➤ **Αθόρυβη λειτουργία**

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν για να είναι σχεδόν αθόρυβες. Θα λειτουργούν πιο αθόρυβα και από το ψυγείο.

➤ **Γρήγορη απόσβεση.**

➤ **Ζεστό νερό χειμώνα και καλοκαίρι.**

➤ **Δροσιά χωρίς κόστος το καλοκαίρι.**

➤ **Δυνατότητα επιδότησης.**

➤ **Αξιοπιστία κατασκευών και απόλυτη αξιοπιστία**

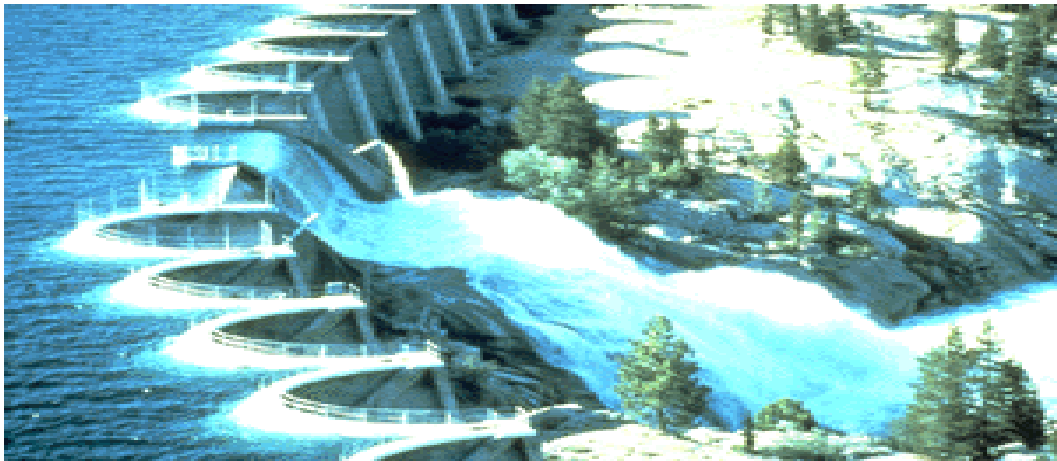
Τα συστήματα γεωθερμίας χρησιμοποιούνται παραπάνω από 20 χρόνια σε κράτη όπως Η.Π.Α., η Ιαπωνία, η Γερμανία, η Ελβετία, η Αυστρία και η Σουηδία. [91].

2.2.5. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το νερό που τρέχει στα ποτάμια και τα ρυάκια προς την θάλασσα έχει κινητική ενέργεια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί έργο. Για

χιλιάδες χρόνια το χρησιμοποιούσαν για να γυρίζουν νερόμυλους που άλεθαν σιτηρά, σήμερα το χρησιμοποιούμε για να παράγουμε ηλεκτρισμό. [92]

Για την καλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού χτίζονται φράγματα που δημιουργούν τεχνητές λίμνες και στις οποίες το νερό ανέρχεται σε μεγάλο ύψος αποκτώντας με τον τρόπο αυτό δυναμική ενέργεια. Στην συνέχεια το νερό οδηγείται μέσα από αγωγούς και αφού αποκτήσει μεγάλη κινητική ενέργεια με την πτώση από το μεγάλο ύψος προσπίπτει στα πτερύγια υδροστροβίλων που αναγκάζονται να περιστραφούν. Με την περιστροφή αυτή στρέφονται οι γεννήτριες και παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα. Στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά υδροηλεκτρικά εργοστάσια που παράγουν το 10% περίπου της ενέργειας που καταναλώνεται στην χώρα.



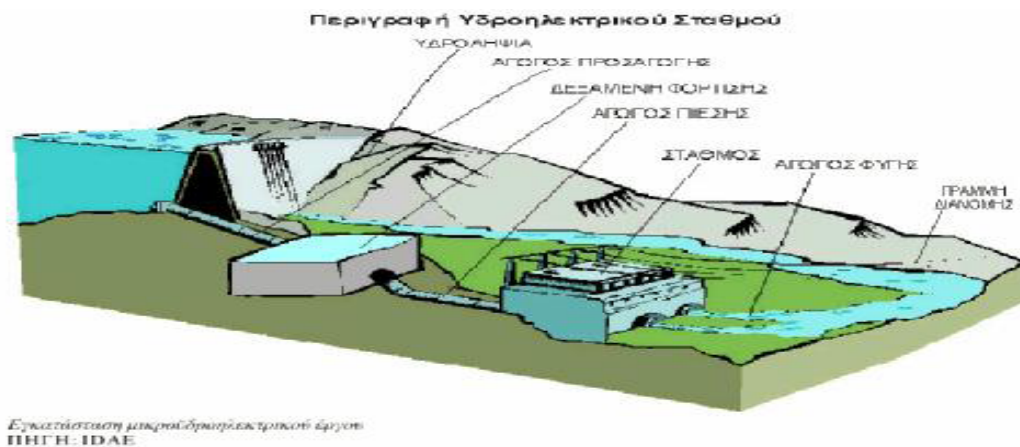
Εικόνα 21: Υδροηλεκτρικό φράγμα και τεχνητή λίμνη.

Πηγή:<http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/Haralamporouulos1.pdf>

Ένα βασικό πλεονέκτημα της υδραυλικής ενέργειας είναι ότι αποτελεί έναν έμμεσο τρόπο αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, εκμεταλλευόμενοι το γεγονός είναι δύσκολο να σταματάει η λειτουργία των μεγάλων θερμικών σταθμών. Για την περίπτωση αυτή απαιτούνται δύο ταμιευτήρες, ένας σε υψηλή στάθμη και ένας σε χαμηλή. Κατά την διάρκεια της νύκτας, όταν δεν υπάρχει μεγάλη ανάγκη ηλεκτρισμού, τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια χρησιμοποιούνται για την άντληση του νερού και την μεταφορά του από την χαμηλή δεξαμενή στην υψηλή με ηλεκτρισμό που παράγεται από τους συμβατικούς σταθμούς. Κατά την διάρκεια της ημέρας, όταν οι ανάγκες σε ηλεκτρισμό είναι μεγάλες, η ροή του νερού από την υψηλή στάθμη στην

χαμηλή, παράγει την απαιτούμενη ποσότητα ηλεκτρισμού, χωρίς να απαιτείται η καύση ακριβού καυσίμου.

Το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι η δέσμευση μεγάλων εκτάσεων γης και η αλλαγή χρήσης αυτής, ενώ η λειτουργία των σταθμών απαιτεί μεγάλη προσοχή ώστε να μην στερείται η περιοχή στα κατάντη του ποταμού του απαιτούμενου νερού για την διατήρηση της πανίδας και χλωρίδας. Παράλληλα όμως η δημιουργία των τεχνητών λιμνών επιτρέπει στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων αναψυχής, ενώ οι λίμνες μπορούν να μετατραπούν σε υδροβιότοπους. [93]



Σχήμα:13 Υδροηλεκτρικός σταθμός.

Πηγή:IDEA- <http://www.idae.es>

Στο παραπάνω σχήμα μπορούμε να δούμε με λεπτομέρειες την εγκατάσταση ενός μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού για να μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο παράγεται ρεύμα από τη ροή του νερού.

2..2.5.1 Η ενέργεια από τη θάλασσα

Η ενέργεια από τη θάλασσα είναι προφανώς αξιοπρόσεκτη, αλλά είναι αρκετά διασκορπισμένη κα επομένως πολύ δύσκολη ως προς τη συλλογή της. Επίσης βρίσκεται συνήθως μακριά από τους τόπους κατανάλωσης. Η μόνη μορφή που έχει ως τώρα αποτελέσματα και είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές της γης, είναι η ενέργεια των παλιρροιών. [94]

Άλλες μορφές οι οποίες βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη και εφαρμόζονται σήμερα σε μικρή κλίμακα, αλλά έχουν μεγάλες προοπτικές εξέλιξης είναι: η

ενέργεια των κυμάτων, η θερμική ενέργεια των ωκεανών και χωροταξικά η εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θάλασσα.

1) Η ενέργεια των παλιρροιών:

Παλίρροια ονομάζεται η ανύψωση και η πτώση της στάθμης της θάλασσας δύο φορές την ημέρα. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται στην έλξη που ασκούν στην υδρόσφαιρα η Σελήνη και ο Ήλιος – η Σελήνη λόγω μικτής απόστασης από τη Γη και ο Ήλιος λόγω της μεγάλης μάζας του. Η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας λέγεται πλημμυρίδα ενώ η πτώση της άμπωτης. Η διαφορά επιπέδων πλημμυρίδας και άμπωτης ονομάζεται πλάτος της παλίρροιας και παίζει σημαντικό ρόλο στη παραγωγή ενέργειας.

Οι πιο αξιοσημείωτες τοποθεσίες παλιρροιών στον κόσμο είναι: α) **Ο κόλπος του Fundy** (Καναδάς): με πλάτος 15,4 m, β) **Ο κόλπος του San Jose** (Αργεντινή): 14 m, γ) Ο κόλπος του Lavern (Ανατολικά της Μεγάλης Βρετανίας): 13,8m δ) **Ο κόλπος του Mont- Saint- Michel (Γαλλία)**: 12, 4 m,ε) **Η εκβολή του France** (Γαλλία): 11,4 m.

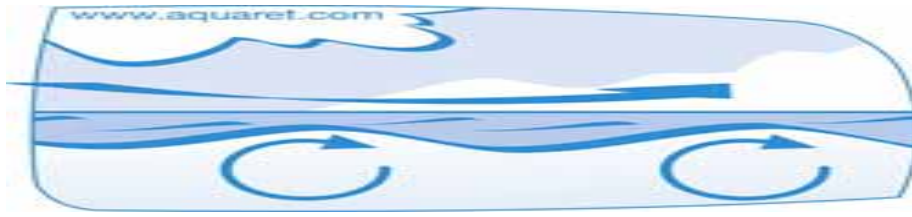
Οι παλιρροιακοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, στηρίζονται στη δυναμική ενέργεια που μπορεί να αποθηκευθεί λόγω διαφοράς ύψους του νερού, ανάμεσα σ' ένα υψηλό και ένα χαμηλό επίπεδο. Όπως συμβαίνει και στα ποτάμια, είναι αναγκαίο να τοποθετηθεί ένα φράγμα για να δημιουργεί αυτή τη διαφορά ύψους. Φράζουμε την εκβολή ή τον κόλπο, δημιουργώντας μια λεκάνη της οποίας το επίπεδο διαφέρει από αυτό της θάλασσας. Το φράγμα είναι εφοδιασμένο με “θυρίδες” (από όπου περνάει το νερό). Όταν έχουμε πλημμυρίδα οι θυρίδες είναι ανοιχτές, οπότε το νερό καταλαμβάνει τη λεκάνη και η στάθμη του νερού στη λεκάνη ανεβαίνει. Όταν η στάθμη της θάλασσας ξανακατεβαίνει, ασφαλίζουμε τις θυρίδες και το επίπεδο της λεκάνης βρίσκεται ψηλά σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας. Μόλις η διαφορά ύψους ανάμεσα στο επίπεδο της λεκάνης και το επίπεδο της θάλασσας είναι επαρκής μπορούμε να ελευθερώσουμε το νερό της λεκάνης κατευθύνοντά το στους στροβίλους, οι οποίοι περιστρεφόμενοι, παράγουν ηλεκτρισμό, όπως υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Οι υδροηλεκτρικοί παλιρροιακοί σταθμοί είναι τεχνολογικά σχετικά πρόσφατοι και χρονολογούνται από το 1960. **Το πρώτο παλιρροιακό**

εργοστάσιο στον κόσμο χτίστηκε στη Γαλλία το 1966, στην εκβολή της Rance. Η εγκατεστημένη ισχύς του είναι στα 240 MW και η σημερινή μέση παραγωγή του είναι περίπου 0,5 TWh. Ο σταθμός της Rance παραμένει έως σήμερα, ο πιο σημαντικός στον κόσμο, πριν από αυτόν είναι του κόλπου του Fundy, στον Καναδά, του οποίου η ισχύς είναι μόνο 18 MW. Το ρεκόρ όμως θα καταρριφθεί το 2009 από ένα φράγμα στα 260 MW στη Νότιο Κορέα στη λίμνη Sihwa. [95]

2) Η ενέργεια των κυμάτων

Η ενέργεια των κυμάτων παράγεται από την κίνηση των κυμάτων στη θαλάσσια επιφάνεια που προκαλείται από τους κατά τόπους ανέμους, ουσιαστικά είναι ενέργεια που προέρχεται από τον άνεμο. Οι πλέον ευνοϊκές τοποθεσίες για να συλλεχθεί η ενέργεια των κυμάτων είναι συγχρόνως οι τοποθεσίες όπου ο άνεμος είναι πολύ ισχυρός (ανάμεσα 40° και 60° γεωγραφικού πλάτους) και οι τοποθεσίες όπου η επιφάνεια του ωκεανού είναι αχανής. Οι Δυτικές ακτές των απέραντων ωκεανών Ατλαντικού και Ειρηνικού είναι σίγουρα προνομιούχες. Τα κύματα δημιουργούνται από τους ανέμους που πνέουν πάνω από το νερό και απαντώνται μόνο στα /επιφανειακά ύδατα της θάλασσας (σχήμα 14). Το μέγεθος των κυμάτων που δημιουργούνται εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, τη διάρκειά του καθώς και την έκταση την οποία καλύπτει ο άνεμος (ανεμπόδιστη διαδρομή). Η προκύπτουσα κίνηση του νερού μεταφέρει κινητική ενέργεια η οποία μπορεί να αποσπασθεί με τη βοήθεια των κυματικών διατάξεων. Οι φυσικές παράμετροι που περιγράφουν τα κύματα είναι το ύψος και η περίοδος (ή και το μήκος). Το μήκος του κύματος σχετίζεται άμεσα με την μετάδοση της ταχύτητας. Σε μια τεράστια λεκάνη, όπως είναι ο Ατλαντικός Ωκεανός (σχήμα 15), συναθροίζονται κύματα από διαφορετικές κατευθύνσεις και σχηματίζουν ομάδες οι οποίες διασχίζουν τον ωκεανό με σχεδόν καθόλου ενεργειακές απώλειες.

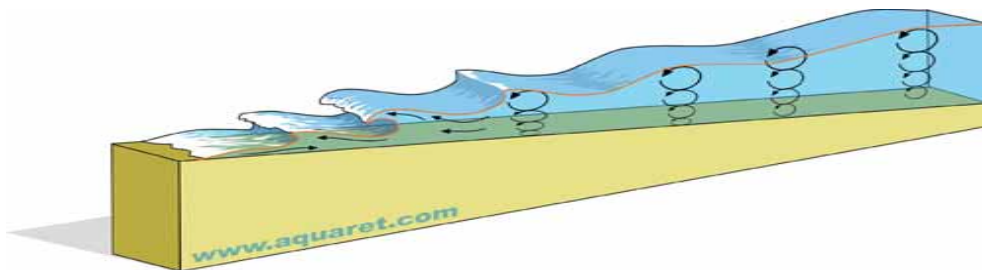


Σχήμα 14: Κινήσεις κυμάτων. Πηγή: www.aquaret.com



Σχήμα15: Πορεία κυμάτων στον Ατλαντικό Ωκεανό. Πηγή: www.aquaret.com

Οι καλύτεροι κυματικοί πόροι εμφανίζονται σε περιοχές όπου υπάρχουν ισχυροί άνεμοι οι οποίοι διέσχισαν μεγάλες αποστάσεις. Για το λόγο αυτό, οι καλύτεροι κυματικοί πόροι στην Ευρώπη εντοπίζονται κατά μήκος των δυτικών ακτών της, που βρίσκονται στο τέλος μιας μεγάλης ανεμπόδιστης διαδρομής (δηλ., τον Ατλαντικό Ωκεανό). Πλησίον της ακτής, η ενέργεια των κυμάτων εξασθενεί λόγω της τριβής στον πυθμένα της θάλασσας. Συνεπώς, τα κύματα στα βαθύτερα και εκτεθειμένα ύδατα, στα ανοιχτά της θάλασσας, μεταφέρουν περισσότερη ενέργεια. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η σταδιακή μείωση της ενέργειας των κυμάτων.



Σχήμα16: Σταδιακή μείωση της ενέργειας των κυμάτων. Πηγή: www.aquaret.com

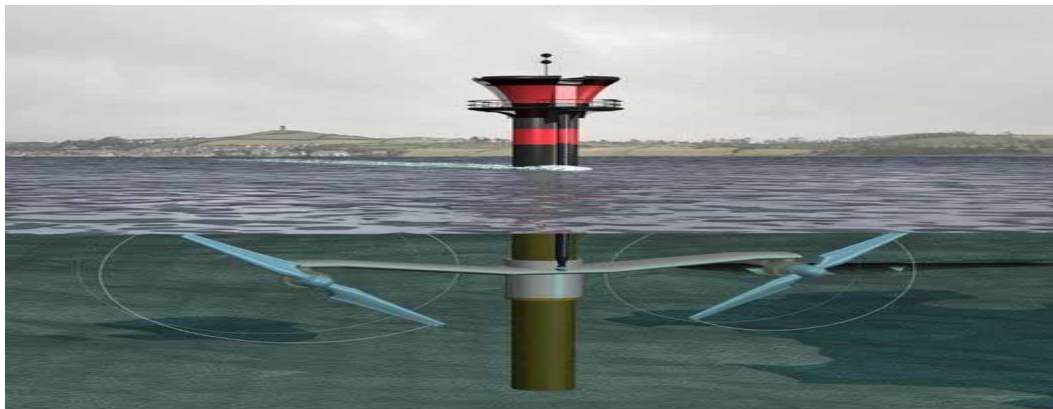
Εφόσον οι κυματικές διατάξεις λειτουργούν καλύτερα σε συντονισμό με το μήκος του κύματος, όσο πιο κανονική είναι η μορφή του κύματος (π.χ. σχεδόν ίσα και επαναλαμβανόμενα μήκη για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα) τόσο

αποτελεσματικότερη είναι η μετατροπή κυματικής ενέργειας, παρά στις μη κανονικές καταστάσεις της θάλασσας.

Η πυκνότητα ενέργειας του κύματος (δηλ. ο διαθέσιμος πόρος ανά μονάδα επιφάνειας, π.χ. 40 kW/m²) είναι δεκαπλάσια από αυτήν της αιολικής ενέργειας και εκατονταπλάσια της ηλιακής ακτινοβολίας, πράγμα που δείχνει το αναμφισβήτητο ενεργειακό δυναμικό των ωκεάνιων κυμάτων.

Ένα σύστημα κυματικής ενέργειας μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο στον ωκεανό και να παράγει ενέργεια, μπορεί να είναι αγκυροβολημένο στο πυθμένα ή πλωτό ανοιχτά της θάλασσας, ή σύστημα εγκατεστημένο στα παράλια ή στα ρηχά νερά. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί επίσης να είναι ολικά βυθισμένο στο νερό ή να είναι τοποθετημένο πάνω από τη θαλάσσια επιφάνεια σε μια πλωτή πλατφόρμα.

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα:17) παρατηρούμε ένα συστημα όπου δυο πτερύγια που είναι καταποντισμένα στο βυθό με τη βοήθεια των κυμάτων κινούνται και παράγουν ενέργεια.



Σχήμα 17: Συλλογή ενέργειας από τα κύματα. Πηγή: <http://www.gizmag.com/>

Η αισθητική επίδραση ενός συστήματος στο περιβάλλον εξαρτάται από τον τύπο που θα υιοθετηθεί, έτσι ένα σύστημα μερικώς βυθισμένο ή τοποθετημένο λίγα χιλιόμετρα μακριά δεν επηρεάζει την εναρμόνιση του συστήματος στο περιβάλλον. Αντίθετα συστήματα κυματικής ενέργειας τοποθετημένα στις ακτές μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στην όλη αισθητική και να μετατρέψουν ένα φυσικό περιβάλλον σε άκρως βιομηχανικό.

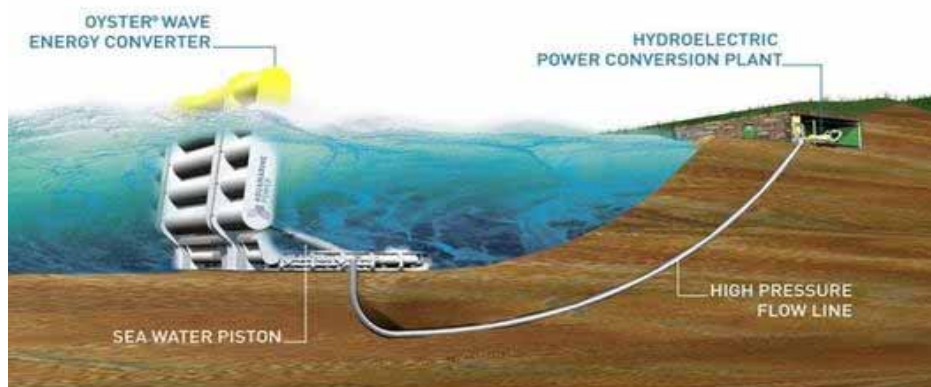
Υπάρχουν ουσιαστικά τρεις βασικοί τύποι μηχανισμών [96] που έχουν πειραματιστεί για την σύλληψη της ενέργειας των κυμάτων είναι οι ακόλουθοι:

α) Οι σημαντήρες εν κινήσει. Ένας σημαντήρας πλωτός τραντάζεται από τα κύματα ανεβοκατεβαίνοντας, σκαμπανεβάζοντας κ.λ.π. Ο σημαντήρας είναι συνδεδεμένος μ' ένα έμβολο που πηγαινοέρχεται ανάλογα με τις κινήσεις του σημαντήρα. Στη συνέχεια η κίνηση του εμβόλου μπορεί απλά είτε να απορροφήσει το νερό της θάλασσας και να του προσδώσει περιστροφική κίνηση, είτε συμπιέζοντας αέρα ή λάδι και θέτοντας σε λειτουργία έναν κινητήρα συμπιεσμένου αέρα ή συμπιεσμένου λαδιού.

β) Οι παλινδρομικές στήλες: Τα κύματα καταποντίζονται, στο τέλος της διαδρομής σε ένα θάλαμο και συμπιέζουν τον αέρα που έχει εγκλωβιστεί εκεί. Όταν το νερό ανεβαίνει, ο αέρας ωθείται προς τα έξω μέσω του ίδιου στροβίλου. Οι λεγόμενοι στρόβιλοι Wells κατέχουν την ικανότητα να περιστρέφονται μόνιμως κατά την ίδια κατεύθυνση, όποια και αν είναι η φορά του ρεύματος του αέρα μέσω του στροβίλου.

γ) Οι πλωτές εξέδρες σπασίματος κυμάτων. Οι μηχανισμοί αυτοί άρχισαν πειραματικά το 1970 και εφαρμόστηκαν συστηματικά μετά το 2000. Σε πολλές χώρες, όπως στη Σκανδιναβία,, στη Μεγάλη Βρετανία, στην Πορτογαλία, στην Ισπανία, στην Ιαπωνία, στην Αυστραλία, μερικές εγκαταστάσεις ξεπέρασαν την ισχύ του MW.

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 18) βλέπουμε ένα τέτοιο εργοστάσιο.



Σχήμα18: Απεικόνιση υδροηλεκτρικού εργοστασίου με τη συμβολή των κυμάτων

Πηγή: <http://www.gizmag.com/oyster-ocean-power-system/11180/picture/71362/>

Επεξήγηση εικόνας: **Wave energy converter:** Μετασχηματιστής κυματικής ενέργειας **Sea water piston:** Έμβολο Θαλάσσιου νερού, **High pressure flow line:** Γραμμή ροής υψηλής πίεσης **Hydroelectric power conversion plant:** η μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας από τον Υδροηλεκτρικό σταθμό.

2.2.5.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κυμάτων

Οι περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις των τεχνολογιών κυματικής ενέργειας είναι περιορισμένες, υπό την προϋπόθεση ότι η επιλογή θέσης γίνεται με σύνεση και η ανάπτυξη σε ευαίσθητες τοποθεσίες διέπεται από ελεγχόμενη πολιτική προγραμματισμού. Ο θόρυβος μπορεί να είναι μια δυνητικά αρνητική αλληλεπίδραση σε περιοχές όπου υπάρχουν κήτη, αλλά ακόμα δεν υπάρχουν αποδείξεις γι' αυτό και είναι κάτι που χρειάζεται να μελετηθεί περαιτέρω. Υπάρχουν κι άλλες επιπτώσεις που οφείλονται στη χρήση ηλεκτρικών καλωδίων και στα συστήματα λειτουργίας και αγκύρωσης, όμως η διαχείρισή τους είναι εύκολη.

Η πλέον προβληματική αλληλεπίδραση μπορεί να είναι η χρήση του ωκεάνιου χώρου, που μπορεί να ανταγωνίζεται τους τομείς αλιείας και εμπορικής ναυτιλίας. Η οπτική αλληλεπίδραση μπορεί να είναι σημαντική στην περίπτωση των επάκτιων ή παράκτιων συσκευών, αλλά αυτοί οι τύποι συσκευών αναμένεται να συμβάλλουν μόνο οριακά στην εκμετάλλευση των πόρων.

Ένα δυνητικά ισχυρό επιχείρημα υπέρ των συνεργιών της κυματικής ενέργειας και της αλιείας είναι ότι μία από τις παρενέργειες των μεγάλων πάρκων κυματικής ενέργειας, τα οποία συνήθως θα είναι κλειστά στην εμπορική ναυτιλία για αρκετά τετραγωνικά χιλιόμετρα, θα είναι καταφύγια αναπαραγωγής.

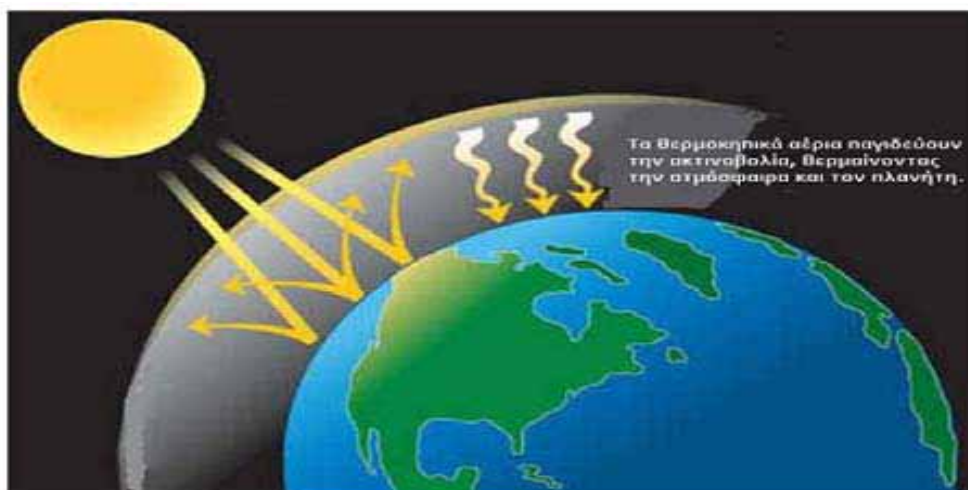
Η δυνατότητα συμμετοχής της ωκεάνιας κυματικής ενέργειας σε ένα μελλοντικό εναλλακτικό ενεργειακό μίγμα είναι σημαντική, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ιρλανδία, το ΗΒ, η Πορτογαλία και η Νορβηγία, όπου θα μπορούσαν να καλύπτονται από την κυματική ενέργεια, πιθανά μερίδια της κατανάλωσης ηλεκτρισμού της τάξης του 20-50%.

Η επίπτωση του τομέα κυματικής ενέργειας στην αγορά εργασίας μπορεί να έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε χώρες που στερούνται βιομηχανικής δραστηριότητας, αλλά και σε περιοχές με ναυπηγική παράδοση η οποία όμως αρχίζει να φθίνει. [97]

3. Εξοικονόμηση ενέργειας

Το σοβαρότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα που ο πλανήτης μας καλείται να αντιμετωπίσει, είναι η αλλαγή του κλίματος, με άμεσο αντίκτυπο στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης (φαινόμενο του θερμοκηπίου). Η θερμοκρασία της γης αυξάνεται ολοένα και περισσότερο λόγω κυρίως της καύσης ορυκτών καυσίμων. Κατά την καύση ορυκτών καυσίμων εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα αέριοι ρύποι (αέρια του θερμοκηπίου - κυριότερος ρύπος είναι το **διοξείδιο του άνθρακα** CO₂). Τα ποσά εκπομπών αέριων ρύπων αυξάνονται από α) την παραγωγή ενέργειας, β) κατά τη χρήση ενέργειας στα μέσα μεταφοράς, γ) από τη χρήση ενέργειας στις βιομηχανίες και δ) χρήση ενέργειας στα σπίτια μας.

Η θερμοκρασία της γης ήταν σταθερή επί 10.000 χρόνια μέχρι τη βιομηχανική επανάσταση. Από το 1850 και μετά, έτος από το οποίο υπάρχουν σταθερά ακριβείς μετρήσεις, η θερμοκρασία της γης έχει αυξηθεί κατά 0,76°C. Αν δεν λάβουμε μέτρα, πιθανόν να αυξηθεί περισσότερο και υπολογίζεται κατά 1,8 – 4°C. Κατά τη διάρκεια του αιώνα μας, ενδεχομένως αυτή η αύξηση να φτάσει και τους 6,4°C εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Ήδη γίνεται αγώνας για να μην φτάσουμε σε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C. Αν η θερμοκρασία της γης αυξηθεί περισσότερο από 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, η κλιματική αλλαγή πιθανόν να καταστεί μη αναστρέψιμη. [98].



Φαινόμενο θερμοκηπίου – παγίδευση ακτινοβολίας.
(πηγή: <http://www.eere.energy.gov>)

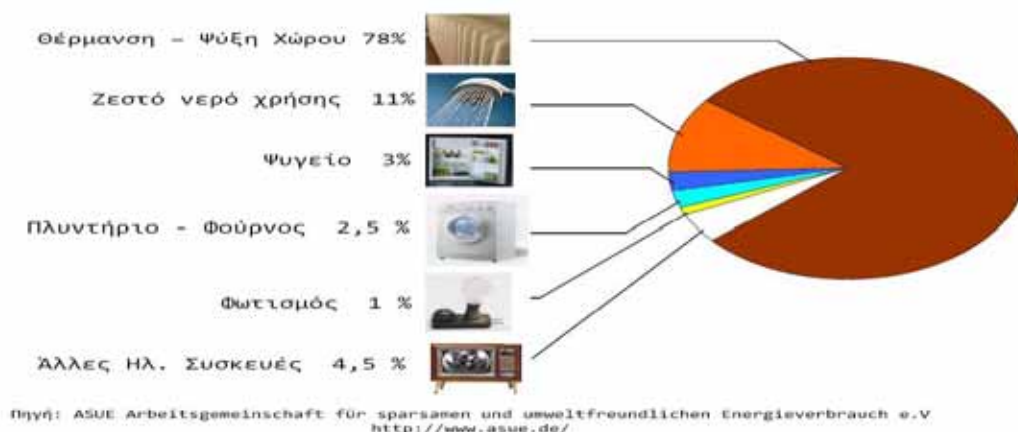
Σχήμα19: Φαινόμενο του θερμοκηπίου Πηγή:<http://www.eere.energy.gov>

Οι δύο πιο καταστροφικές συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, για τον πλανήτη είναι: (1) Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας λόγω του λιώσιματος των πάγων που είναι συγκεντρωμένοι στους πόλους της γης και (2) αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης προκαλεί ξηρασίες και μετακίνηση των ζωνών βροχόπτωσης από τον ισημερινό προς βορρά. Έτσι αρχίζει η ερημοποίηση του κατωτέρου τμήματος της εύκρατης ζώνης

Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το «περιβαλλοντικό πρόβλημα» είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το «ενεργειακό πρόβλημα». Για τον περιορισμό του περιβαλλοντικού προβλήματος απαιτείται βελτίωση στον τρόπο αξιοποίησης των ενεργειακών αποθεμάτων, ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας και η άμεση επέμβαση για την ελαχιστοποίηση των ρύπων που παράγονται στο περιβάλλον από την παραγωγή και τη χρήση της ενέργειας.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα κτίρια έχουν άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση πρωτογενών υλικών (κατασκευή, επισκευές), την κατανάλωση φυσικών πόρων (νερό, καύσιμα) καθώς και την παραγωγή ρύπων και οικιακών αποβλήτων. Μεγάλα ποσά ενέργειας καταναλώνονται για να καλύψουν τις ανάγκες θέρμανσης και δροσισμού. Υπολογίζεται ότι από το σύνολο της ενέργειας που καταναλώνεται στη χώρα μας, το 30-45% το καταναλώνουν τα κτίρια. Η τυπική κατανάλωση ενέργειας σε ένα σπίτι φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 20 :Τυπική κατανάλωση ενέργειας Πηγή:<http://www.asue.de/>

Η εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη θέρμανση των κτιρίων είναι ένας τομέας που αξίζει να εξετάσουμε καθώς μπορεί να συνεισφέρει στη **μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου** και ειδικότερα του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και των άκαυστων υδρογονανθράκων (C_x, H_y) που εκλύονται κυρίως από την καύση του πετρελαίου. Επίσης, εξοικονομώντας ενέργεια κατά τη θέρμανση των κτιρίων έχουμε άμεσα οικονομικά οφέλη.

Θα χρησιμοποιηθεί λοιπόν το άμεσο οικονομικό όφελος που επιφέρει η εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη θέρμανση των κτιρίων. Πεδίο εφαρμογής είναι η κεντρική θέρμανση, δηλαδή το γνωστό σε όλους μας καλοριφέρ με τα χίλια του προβλήματα.

Κατ' αρχήν θα πρέπει να αποσαφηνιστούν μερικές έννοιες:

1. **Η «ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία» μιας πόλεως.** Είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία που θα παρουσιαστεί στη διάρκεια του χειμώνα επί 3 τουλάχιστον συνεχόμενα 24ωρα.
2. **Η μέγιστη θερμοκρασία νερού στο καλοριφέρ.** Είναι οι 90°C όταν φεύγει από τον καυστήρα (επιστρέφει στον καυστήρα στους 70°C). Όχι πιο υψηλή, γιατί δημιουργούνται πολλαπλά προβλήματα στη ροή του νερού.
3. **Η κατώτερη θερμοκρασία νερού για την καλή λειτουργία του καλοριφέρ.** Όχι χαμηλότερη από 60°C γιατί τότε ο λέβητας υφίσταται πρόωρη οξείδωση (σκούριασμα) εξαιτίας υγροποίησης των υδρατμών (που παράγονται από την καύση του H₂ του καυσίμου) μέσα στον λέβητα.

Η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης

Το σύστημα λειτουργεί με την κυκλοφορία ζεστού νερού μέσα σε θερμαντικά σώματα, δηλαδή τα καλοριφέρ που μεταδίδουν τη θερμότητα στους χώρους:

Καυστήρας → Λέβητας → Δίκτυο + Κυκλοφορητής → Σώματα

Το σύστημα έχει μελετηθεί με βάση ορισμένους κανόνες και δεδομένα και ανταποκρίνεται σε αυτά. Αλλαγή αυτών μπορεί να φέρει ανωμαλίες στη λειτουργία του συστήματος.

Επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας

Για να επιτευχθεί μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας χρειάζεται εφαρμογή μερικών απλών μέτρων. Βασική παράμετρος αποτελεί:

- **η τακτική (ετήσια τουλάχιστον) συντήρηση του καυστήρα,**
- **η σωστή ρύθμιση του,** καθώς και
- **η μόνωση των σωληνώσεων διανομής** ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες κατά τη μεταφορά της θερμότητας στους χώρους του κτιρίου.

Το οικονομικό όφελος από τους λέβητες νέου τύπου

Στα παλαιότερα κτίρια η μελέτη για την εγκατάσταση του συστήματος θέρμανσης γινόταν με την προϋπόθεση ενιαίας θέρμανσης για όλο το κτίριο και με 16ωρη ή και λιγότερο λειτουργία του καλοριφέρ. Στις πολυκατοικίες που διαθέτουν κεντρικά συστήματα θέρμανσης, θα ήταν σκόπιμο να εξεταστεί η **αντικατάσταση των παλαιών καυστήρων** με λέβητες νέου τύπου (π.χ. λέβητες συμπύκνωσης). Οι νέου τύπου λέβητες έχουν πολύ μεγαλύτερες αποδόσεις που φτάνουν το 90%, σε σχέση με τους συμβατικούς, των οποίων η απόδοση δεν ξεπερνά το 75%. Με άλλα λόγια, η χρήση καυστήρων τέτοιου τύπου **μπορεί να μειώσει το κόστος λειτουργίας κατά 15-20%** με αντίστοιχο χρόνο απόσβεσης τα 3 χρόνια, ενώ και η συντήρησή τους είναι πιο εύκολη και πιο οικονομική.

Τα συστήματα ρύθμισης της θέρμανσης

Σε νεότερα κτίρια έχει εφαρμοσθεί η ανεξάρτητη, κατά διαμέρισμα, θέρμανση με τη λεγόμενη αυτονομία. Στην περίπτωση της αυτονομίας υπάρχει ένα κοινόχρηστο σύστημα λέβητα και καυστήρα, αλλά κάθε διαμέρισμα έχει δικό του θερμοστάτη.

Ένα μέρος της δαπάνης καυσίμου και συντήρησης κατανέμεται μεταξύ των διαμερισμάτων βάσει σταθερού κριτηρίου (π.χ. επιφάνεια, όγκος, σώματα) και ένα άλλο μέρος (το μεγαλύτερο) βάσει της κατανάλωσης θερμίδων. Αυτή η κατανάλωση θερμίδων μπορεί να μετρηθεί είτε α) απευθείας με θερμοδομετρητή, που μετρά «παροχή νερού επί τη διαφορά θερμοκρασίας εισόδου – εξόδου από τον κλάδο του δικτύου» που τροφοδοτεί αποκλειστικά

το διαμέρισμα, είτε β) εμμέσως με ωρομετρητή, που μετρά το χρόνο που μένει ανοικτή η τροφοδοτική βαλβίδα του κλάδου επί τη θερμοδοτική ικανότητα των σωμάτων.

Χρήσιμες συμβουλές για τον έλεγχο μονώσεων ταρατσών κατοικιών

Ο τομέας της κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση κτιρίων συμβάλλει σε μεγάλο ποσοστό στις αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση του πετρελαίου θέρμανσης.

Η αυξημένη κατανάλωση καυσίμου είναι πολλές φορές αποτέλεσμα κακοτεχνιών στις κατασκευές και ελλιπούς συντήρησης των παλαιών κτιρίων και των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης. Το υψηλό κόστος θέρμανσης μπορεί να μειωθεί δραστικά με καλύτερη διαχείριση στους προαναφερθέντες τομείς, συμβάλλοντας, ταυτόχρονα, στην περιβαλλοντική προστασία. Μία από τις βασικότερες παραμέτρους αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου θέρμανσης είναι η αδόκιμη μόνωση των ταρατσών των κτιρίων. Είναι αποδεδειγμένο ότι **η ορθή μόνωση της οροφής των κτιρίων μπορεί να μειώσει ακόμη και σε ποσοστό 30% το κόστος θέρμανσης.**


Γίνεται φανερό ότι ο έλεγχος της μόνωσης των ταρατσών μπορεί να εντοπίσει ένα σημαντικό μέρος της αιτίας αυξημένης κατανάλωσης πετρελαίου θέρμανσης. Όπως επίσης, σε περίπτωση αδόκιμης μόνωσης μπορούν να προταθούν λύσεις βελτίωσης, των οποίων το κόστος να αντισταθμίζεται γρήγορα από τη μείωση του κόστους θέρμανσης.

Ένας πρακτικός τρόπος εντοπισμού «κακής» μόνωσης από τον ίδιο τον κάτοικο του σπιτιού είναι η εμφάνιση των μαυρισμένων σημείων που παρατηρούνται με το πέρασ του χρόνου στην οροφή. Στα σημεία αυτά αποδεικνύεται ότι η μόνωση δεν είναι σωστή και γι' αυτό το λόγο δημιουργούνται οι σκιές από τα σταγονίδια του αέρα που ανεβαίνουν προς τα επάνω λόγω θερμοκρασίας και συγκεντρώνονται στα σημεία που είναι πιο ψυχρά. [99].

3.1.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ)

Προκειμένου να εκτιμήσουμε την εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση οικονομικών λαμπτήρων είναι σκόπιμο να τους συγκρίνουμε με τους αντίστοιχους τύπους συμβατικών λαμπτήρων. Η διαφορά των οικονομικών λαμπτήρων από τους κοινούς λαμπτήρες έγκειται σύμφωνα με τις εταιρείες κατασκευής ηλεκτρικών λαμπτήρων, ότι οι οικονομικοί λαμπτήρες αντικαθιστούν τους κοινούς ως εξής, όπως περιγράφεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 2: Σύγκριση οικονομικών λαμπτήρων με τους κοινούς λαμπτήρες

Κοινοί λαμπτήρες	Οικονομικοί λαμπτήρες 
100 W	20W & 18W
75 W	16W & 14W
60 W	12W & 11W

Πηγή: http://www.lighting.philips.com/gr_el

Άλλη σημαντική παράμετρο αποτελεί ο χρόνος λειτουργίας των λαμπτήρων. Για τους κοινούς λαμπτήρες ο χρόνος ζωής τους εκτιμάται σε περίπου 1.000 ώρες, ενώ για τους οικονομικούς σε 10.000, 12.000 και 15.000 ώρες ανάλογα με τον τύπο. Η σύγκριση πρέπει παρόλα αυτά να γίνει θεωρώντας κοινό χρόνο λειτουργίας. Για αυτό το λόγο, θεωρούμε ως χρόνο λειτουργίας το χρόνο λειτουργίας των οικονομικών λαμπτήρων. Αυτή η χρονική περίοδος θα χρησιμοποιηθεί και για τον υπολογισμό του ενεργειακού κόστους. Εδώ χρειάζεται να σημειώσουμε ότι πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ο αριθμός των κοινών λαμπτήρων που απαιτείται για να επιτύχουμε τον ίδιο χρόνο λειτουργίας (για παράδειγμα 10 κοινοί λαμπτήρες για 10.000 ώρες, 12 για 12.000 ώρες και 15 για 15.000 ώρες).

Η ενεργειακή κατανάλωση υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$E = T \times P$$

όπου E = ενεργειακή κατανάλωση, P = η ηλεκτρική ισχύς του λαμπτήρα και

T = ο χρόνος λειτουργίας. Το κόστος της ενέργειας υπολογίζεται ως εξής:

$$C = E_{kWh} \times C_{kWh}$$

όπου C = το κόστος της ενέργειας, E_{kWh} = η κατανάλωση ενέργειας σε kWh και C_{kWh} = το κόστος της 1kWh συμπεριλαμβανόμενων των φόρων.

Το συνολικό κόστος υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$TC = C + C_{lamp}$$

όπου TC είναι το συνολικό κόστος και C_{lamp} = το κόστος του λαμπτήρα ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας, ο οποίος για τους κοινούς λαμπτήρες είναι το κόστος του ενός λαμπτήρα πολλαπλασιασμένο με τον κατάλληλο αριθμό: 10, 12 ή 15 αντιστοίχως.

Είναι φανερό, ότι η χρήση συμβατικών λαμπτήρων σημαίνει κατανάλωση που είναι έως και 550% υψηλότερη από τους οικονομικούς λαμπτήρες! Αυτό φυσικά μεταφράζεται και σε αυξημένο κόστος ενέργειας καθώς και συνολικό κόστος. **Το οικονομικό όφελος από τη χρήση ενός οικονομικού λαμπτήρα 20W στις 12.000 ώρες (~1 χρόνο) λειτουργίας ανέρχεται σε €80,00!**

Γιατί λοιπόν να μην χρησιμοποιεί κανείς οικονομικούς λαμπτήρες αντί για συμβατικούς; Είναι οικονομικότερη λύση που παράλληλα σέβεται το περιβάλλον. [100].

3.1.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

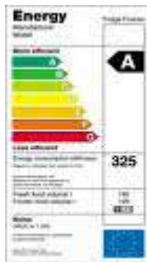
Ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται στις κατοικίες οφείλεται στην καθημερινή χρήση των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Τα τελευταία χρόνια, κυκλοφορούν στην αγορά οικιακές συσκευές νέας τεχνολογίας, οι οποίες συνδυάζουν υψηλή ποιότητα και χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση.

Μείωση του κόστους χρήσης των ηλεκτρικών συσκευών

Η ενεργειακή κατανάλωση από τη χρήση τέτοιων συσκευών μπορεί να μειωθεί έως και 30%, γεγονός που μεταφράζεται και σε αντίστοιχο οικονομικό όφελος. Όταν λοιπόν αποφασίζουμε για κάποιο λόγο να αντικαταστήσουμε μία οικιακή συσκευή παλιάς τεχνολογίας θα ήταν οικονομικότερο για εμάς να

επιλέξουμε μια συσκευή χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης έστω και αν το κόστος αγοράς είναι λίγο υψηλότερο. Μακροπρόθεσμα, η χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση θα επιφέρει και λιγότερο «φουσκωμένους» λογαριασμούς της Δ.Ε.Η. και συνεπώς εξοικονόμηση χρημάτων. Στο παρακάτω σχήμα, παρουσιάζονται τα ενεργειακά κέρδη από τη χρήση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών χαμηλής κατανάλωσης σε σχέση με τη χρήση συμβατικών συσκευών.

Η αναγραφή στις συσκευές της ενεργειακής τους κατανάλωσης



Σε πολλές οικιακές συσκευές (π.χ. ψυγεία) είναι υποχρεωτική η αναγραφή των ενεργειακών χαρακτηριστικών τους και η βαθμολόγησή τους σύμφωνα με την ενεργειακή τους κατανάλωση, έτσι ώστε να μπορούν οι καταναλωτές να επιλέγουν τις συσκευές με την καλύτερη απόδοση. Συνιστάται για αυτό το λόγο η χρήση πιστοποιημένων συσκευών που φέρουν οικολογικό σήμα, το οποίο εγγυάται τη χαμηλή ενεργειακή τους κατανάλωση.

Οικολογικά σήματα που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικές συσκευές



TCO 99: Το σήμα αυτό θεσμοθετήθηκε το 1992 από την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. Συνοδεύει προϊόντα αμερικανικής προελεύσεως, τα οποία έχουν κριθεί ότι έχουν άριστη ενεργειακή απόδοση. Με άλλα λόγια τα προϊόντα που έχουν πιστοποιηθεί με αυτό έχουν χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, που κυμαίνεται από 20% έως 75%, σε σχέση με τις συμβατικές συσκευές, χωρίς να χάνουν καθόλου σε ποιότητα. Οι περισσότερες οικιακές συσκευές δύνανται να φέρουν αυτό το σήμα.



Energy Star: Το σήμα αυτό αφορά κυρίως ηλεκτρονικές συσκευές όπως για παράδειγμα οι προσωπικοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Η πιστοποίηση αυτή δίνεται σε συσκευές οι οποίες μεταξύ άλλων τεχνικών χαρακτηριστικών έχουν και χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση.



Blauer Engel: Το διπλανό σήμα με την ονομασία «Μπλε Άγγελος» είναι γερμανικής προέλευσης. Τα κριτήρια πιστοποίησης βασίζονται στο σχεδιασμό του προϊόντος, την ενεργειακή του κατανάλωση, το θόρυβο κατά τη λειτουργία του, την ανακυκλωσιμότητά του κ.ά.

EU Flower: Είναι το σήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης που πιστοποιεί τα οικολογικά προϊόντα. Ανάμεσα στα κριτήρια επιλογής είναι και η ενεργειακή κατανάλωση αυτών. Για παράδειγμα, στις οικιακές συσκευές που μπορεί να φέρουν αυτό το σήμα ανήκουν τα πλυντήρια πιάτων και ρούχων, οι ηλεκτρικές σκούπες, τα ψυγεία, οι τηλεοράσεις και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Πιο συγκεκριμένα, ψυγεία με αυτό το σήμα έχουν έως και 60% χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τα πλυντήρια παντός τύπου κυμαίνεται στο 40- 50%. Το οικονομικό λοιπόν όφελος από τη χρήση τέτοιων συσκευών είναι άμεσο. Μπορούμε λοιπόν να κάνουμε εξοικονόμηση χρημάτων, προστατεύοντας το περιβάλλον! [101].

3.1.3 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ

Το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας με τα ζεστά καλοκαίρια του σε συνδυασμό με την έλλειψη πρασίνου, τη πυκνή δόμηση και την κυκλοφορία των οχημάτων στην Αθήνα, δημιουργεί αφόρητες συνθήκες τη θερινή περίοδο του έτους με αποτέλεσμα όλοι μας εντός των κτιρίων να καταφεύγουμε στη λύση των κλιματιστικών. Αυτή η τεράστια αύξηση ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές αυξάνει το λεγόμενο φορτίο αιχμής, που μεταφράζεται ως η μέγιστη ισχύ που πρέπει να παράγουν οι σταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας για να καλύψουν τις ανάγκες ζήτησης σε ώρες αιχμής.

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Αθήνα τα καλοκαίρια για κλιματισμό είναι πολύ μεγάλη και συχνά ακούμε από τα μέσα ενημέρωσης ότι θα πρέπει να είμαστε φειδωλοί στη χρήση των κλιματιστικών καθώς υπάρχει κίνδυνος συσκότισης (μπλακάουτ). Αυτή η αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση σημαίνει αφενός υψηλό οικονομικό κόστος και αφετέρου έχει σημαντικές

περιβαλλοντικές επιπτώσεις στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής λόγω της αυξημένης παραγωγής ρύπων που συνεισφέρουν σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η χρήση κλιματιστικών δεν μπορεί να αποφευχθεί πλήρως. Μπορούμε όμως να εφαρμόσουμε μερικά απλά μέτρα ώστε να μειώσουμε τη χρήση τους, έχοντας έτσι οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος. Σκοπός των μέτρων αυτών είναι να μειωθεί η **ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει σε ένα κτίριο** και η οποία είναι υπεύθυνη για τις συνθήκες που δημιουργούνται μέσα σε αυτό. [102].

3.1.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ο περισσότερο αποτελεσματικός τρόπος ηλιοπροστασίας ενός κτιρίου είναι η σκίαση των παραθύρων και των άλλων ανοιγμάτων του. Οι πιο συνήθεις τεχνικές σκίασης είναι η **χρήση της βλάστησης και δέντρων** – όπου αυτό είναι εφικτό – στο εξωτερικό των κτιρίων, και η **χρήση προσαρμόσιμων σκιάστρων** (τέντες, περσίδες, πέργκολες, κουρτίνες, ρολά, οριζόντιες περσίδες κτλ). Ειδικά όσον αφορά στα φυτά, πρέπει να επιμείνουμε στην επιλογή **φυλλοβόλων φυτών** ώστε να μην εμποδίζεται η θέρμανση του κτιρίου από τον ήλιο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Ο ήλιος μπορεί να θερμαίνει το κτίριο μειώνοντας τις ανάγκες θέρμανσης και συνεπώς την ενεργειακή κατανάλωση. Σε περίπτωση που τα παράθυρα είναι δύσκολο να σκιαστούν καλό θα ήταν να χρησιμοποιούνται οι ειδικοί **υαλοπίνακες** που υπάρχουν στην αγορά, που έχουν την ικανότητα να περιορίζουν την ηλιακή ακτινοβολία.

Εξωτερικές επιφάνειες κτιρίου

Όσον αφορά στην εξωτερική επιφάνεια των κτιρίων, είναι βασικό να χρησιμοποιούνται ανοιχτόχρωμες μπογιές και γενικότερα υλικά (πλακίδια, κεραμικά, κτλ) με μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία (που ανακλούν δηλαδή την ηλιακή ακτινοβολία και δεν της επιτρέπουν να εισχωρήσει σε μεγάλο ποσοστό στο εσωτερικό του κτιρίου). Στην αγορά υπάρχουν ειδικές βαφές για την επικάλυψη των προσόψεων και των οροφών

που φέρουν την ονομασία «ψυχρά» ή «χρώματα αλουμινίου». Άλλες τεχνικές για την κάλυψη των εξωτερικών επιφανειών είναι η χρήση **αναρριχητικών φυτών**, η οποία όχι μόνο παρέχει ηλιοπροστασία το καλοκαίρι μειώνοντας τη θερμοκρασία των εξωτερικών επιφανειών, αλλά παράλληλα σχηματίζει ένα θερμομονωτικό υλικό που περιορίζει τις απώλειες θερμότητας το χειμώνα, και η **φύτευση της οροφής** που προστατεύει από την ηλιακή ακτινοβολία. Με αυτά τα απλά μέτρα, μπορούμε να ελαττώσουμε τη χρήση των κλιματιστικών και συνεπώς να συνεισφέρουμε στην εξοικονόμηση ενέργειας. [103].

3.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Σιδηρόδρομος

Καταναλώνει πολύ λιγότερα καύσιμα από το αυτοκίνητο (μέχρι και 25 φορές), ενώ στις σύγχρονες μορφές του ξεπερνάει κατά πολύ την ταχύτητα του.

Αερομεταφορές

Αποτελούν μεγάλη διαφορά το πιο ενεργοβόρο μεταφορικό μέσο: το αεροπλάνο κατά τη διάρκεια της απογείωσης και της προσγείωσης καταναλώνει πολλά καύσιμα και επιβαρύνει πολύ το περιβάλλον. Έτσι η χρήση του αεροπλάνου δικαιολογείται μόνο για μεγάλες αποστάσεις (πάνω από 1000-1500χλμ.), όταν η χρήση του τρένου ή του αυτοκινήτου είναι δύσκολη.

Πλωτές μεταφορές

Οι ποτάμιες μεταφορές αποτελούν τον οικονομικότερο αλλά και πιο αργό τρόπο μεταφοράς εμπορευμάτων, καθώς εκμεταλλεύονται το ρεύμα του ποταμού. Το πλεονέκτημα αυτό χάνεται όταν παρεμβάλλονται διώρυγες που για τη διέλευσή τους απαιτείται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Θαλάσσιες μεταφορές

Έχουν τις χαμηλότερες απαιτήσεις σε ενέργεια, ενώ ήδη πάνω από τα δύο τρίτα των μεταφορών εμπορευμάτων παγκόσμια γίνεται με πλοία. Με εξαίρεση ειδικές περιπτώσεις, όπως η διακίνηση πετρελαίου, αποτελούν τον

πιο φιλικό για το περιβάλλον τρόπο μεταφοράς. Αυτό όμως έχει αρχίσει να αλλάζει στις μέρες μας αφού οι εταιρείες προσπαθούν να φτιάξουν πλοία πιο μεγάλα και πιο γρήγορα, με αποτέλεσμα να καταναλώνουν πολλή ενέργεια.

Μέσα Μαζικής Μεταφοράς

Σημαντικές πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης προέρχονται από το αυτοκίνητο, πηγές που είναι καθαρά στο χέρι μας να τις μειώσουμε, χρησιμοποιώντας λιγότερο το αυτοκίνητο μας και περισσότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Το αυτοκίνητο μας αποτελεί την πηγή πολλών αερίων ρύπων, όπως όζοντος, μονοξειδίου του άνθρακα κ.ά. και φυσικά αερίων του θερμοκηπίου.

Αν χρησιμοποιεί κάποιος αυτοκίνητο, μπορεί να μειώσει τις αρνητικές του επιπτώσεις;

- ✓ Κάνοντας συντήρηση και ρύθμιση της μηχανή του αυτοκινήτου μας μπορούμε να αυξήσουμε τα χιλιόμετρα ανά λίτρο βενζίνης μεταξύ 4 και 40%.

- ✓ Ένα καινούριο φίλτρο αέρα μπορεί να αυξήσει τα χιλιόμετρα ανά λίτρο βενζίνης κατά 10%.

- ✓ Έχοντας τα ελαστικά του αυτοκινήτου φουσκωμένα. Έρευνα στις Η.Π.Α. απέδειξε πως αν όλα τα αυτοκίνητα είχαν φουσκωμένα τα ελαστικά τους, η κατανάλωση της βενζίνης σε ολόκληρη τη χώρα θα μειωνόταν κατά 2%!

- ✓ Επιλέγωντας ένα αυτοκίνητο με πιο αποδοτικό κινητήρα. Ένα αυτοκίνητο που διανύει 8,5 χιλιόμετρα με 1 λίτρο βενζίνης εκλύει περίπου 50 τόνους διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του. Ένα αυτοκίνητο που διανύει 17 χιλιόμετρα με 1 λίτρο βενζίνης, εκλύει τη μισή ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα. Όταν έρθει η στιγμή να επιλέξετε αυτοκίνητο, προτιμήστε αυτό που ρυπαίνει το λιγότερο και που έχει πιο αποδοτικό κινητήρα. Το αυτοκίνητο του παραπάνω παραδείγματος που είναι πιο αποδοτικό, εξοικονομεί πάνω από 3,000€ σε βενζίνη κατά τη διάρκεια της ζωής του. Εκτός αυτού, η καινούρια γενιά οικολογικών αυτοκινήτων (όπως τα υβριδικά) έχει επιπλέον οφέλη, όπως πρόσβαση στο δακτύλιο της Αθήνας όλες της μέρες του μήνα και **δεν καταβάλλονται τέλη κυκλοφορίας και το ειδικό τέλος ταξινόμησης.**

Θα πρέπει να προτιμά κάποιος τα μέσα μαζικής μεταφοράς για τις μετακινήσεις του στην πόλη γιατί :

➤ Πρώτα από όλα για την υγεία μας και την υγεία των παιδιών μας! Μειώνοντας τις μετακινήσεις μας με το αυτοκίνητο, μειώνονται και οι ρύποι της ατμόσφαιρας τους οποίους και εισπνέουμε.

➤ Γιατί είναι πιο οικονομικό να μετακινούμαστε με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αν προσέξουμε πόσα λεφτά δίνουμε για καύσιμα, για στάθμευση και σέρβις μηνιαία στο αυτοκίνητο μας θα δούμε ότι είναι κατά πολύ περισσότερα από ότι μια μηνιαία κάρτα απεριορίστων διαδρομών για όλα τα μέσα μαζικής μεταφοράς που κοστίζει €35,00 (και €38,00 με το τραμ). Επιπλέον, χάνουμε πολύτιμο χρόνο στην κίνηση και στην εύρεση χώρου στάθμευσης.

➤ Γιατί καταπονούμε το αυτοκίνητο μας κινούμενοι συνεχώς με μικρές ταχύτητες. Δεν υπάρχει τίποτα χειρότερο για το αυτοκίνητο από το να δουλεύει ο κινητήρας συνεχεία σε μικρές ταχύτητες. Επιπλέον, η κατανάλωση καύσιμου σε τέτοιες περιπτώσεις είναι μέγιστη.

➤ Γιατί όσο πιο πολύ αφήνουμε τα αυτοκίνητά μας και μετακινούμαστε με μέσα μαζικής μεταφοράς, τόσο πιο γρήγορα φτάνουμε στον προορισμό μας.

➤ Τα λεωφορεία κινούνται πιο γρήγορα και φτάνουν στον προορισμό τους στην ώρα τους όσο μεγαλώνει το δίκτυο λεωφορειοδρόμων. Όσο για το μετρό... μόνο 9' χρειάζονται από την Εθνική Άμυνα μέχρι το Σύνταγμα και άλλα 9' από το Σύνταγμα μέχρι τα Σεπόλια. Αυτό σημαίνει περισσότερος ελεύθερος χρόνος και ακρίβεια στον προγραμματισμό των μετακινήσεών μας.

➤ Γιατί πάντα υπάρχει δίπλα μας κάποια στάση και κάποιο δρομολόγιο να μας εξυπηρετεί.

Οι στάσεις και η ασφάλεια στα μέσα μαζικής μεταφοράς έχουν αναβαθμιστεί. Οι στάσεις του μετρό και του ηλεκτρικού έχουν αναβαθμιστεί αισθητικά με έργα μοντέρνας τέχνης αλλά και με κλασικά αριστουργήματα που έχουν μεταμορφώσει της καθημερινές μας μετακινήσεις σε ένα ευχάριστο ταξίδι στην ιστορία της Ελλάδας και στον κόσμο της τέχνης. [104].

4. Ενεργειακή πολιτική και Περιβαλλοντική ευαισθησία.

4.1 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η Ε.Ε.

Μέχρι το τέλος του 20ού αιώνα, τα ευρωπαϊκά και τα άλλα βιομηχανικά κράτη απολάμβαναν φθινό και άφθονο ενεργειακό εφοδιασμό. Οι εύκολα διαθέσιμοι ενεργειακοί πόροι, η ανυπαρξία περιορισμών για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και οι πιέσεις των δυνάμεων της αγοράς κατέστησαν τα βιομηχανικά κράτη εξαρτημένα από τα ορυκτά καύσιμα και υποβάθμισαν το ενδιαφέρον για καινοτομία και επενδύσεις σε νέες ενεργειακές τεχνολογίες. Μόλις πρόσφατα αναγνωρίστηκε η ανάγκη προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δεδομένου ότι η εκμετάλλευσή τους συμβάλλει στον μετριασμό της αλλαγής του κλίματος μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, στη βιώσιμη ανάπτυξη, στην ασφάλεια του εφοδιασμού και στην ανάπτυξη μιας βιομηχανίας βασιζόμενης στη γνώση η οποία δημιουργεί θέσεις απασχόλησης, οικονομική μεγέθυνση, ανταγωνιστικότητα και περιφερειακή και αγροτική ανάπτυξη.

Το 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε τον στόχο να ανέλθει σε 12% το μερίδιο που καταλαμβάνουν οι ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2010, δηλαδή να διπλασιάσει το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σύγκριση με το 1997. Έκτοτε, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει αυξηθεί κατά 55% σε απόλυτα ενεργειακά μεγέθη. Παρά την πρόοδο αυτή, από τις πρόσφατες προγνώσεις προκύπτει ότι δεν θα επιτευχθεί ο στόχος του 12%. Επιπλέον η πρόοδος είναι αποτέλεσμα των προσπάθειών μερικών μόνον κρατών μελών. Προς το παρόν υπάρχουν δύο οδηγίες στον τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας.

Η οδηγία 2001/77 [105], για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζει στο 21% το ενδεικτικό μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της Κοινότητας έως το 2010. Θέτει ενδεικτικούς εθνικούς στόχους για κάθε κράτος μέλος, ενθαρρύνει τη χρήση εθνικών καθεστώτων στήριξης, την εξάλειψη των διοικητικών φραγμών και την ολοκλήρωση του διασυνδεδεμένου δικτύου, και επιβάλλει την υποχρέωση χορήγησης στους

παραγωγούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές εγγύησης προέλευσης, κατόπιν σχετικού αιτήματος. Με βάση τις υφιστάμενες πολιτικές και τις προσπάθειες που καταβάλλονται αναμένεται ότι θα επιτευχθεί μερίδιο ύψους 19% έως το 2010, αντί του επιδιωκόμενου στόχου του 21%.

Η οδηγία 2003/30[106], για την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές θέτει ως στόχο να αποτελούν τα βιοκαύσιμα ποσοστό 5,75% της συνολικής ποσότητας βενζίνης και πετρελαίου ντίζελ για σκοπούς μεταφορών που διατίθεται στην αγορά, έως τις 31 Δεκεμβρίου 2010, αλλά είναι απίθανο να επιτευχθεί ο στόχος για το 2010, οπότε το προσδοκώμενο μερίδιο αναμένεται να είναι περίπου 4,2%.

Επομένως, η Ε.Ε. φαίνεται απίθανο να φθάσει σε μια συμβολή από τις ανανεωμένες πηγές ενέργειας που να υπερβαίνει το 10% μέχρι το 2010. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για αυτό, και ιδιαίτερα: το γεγονός ότι το εξωτερικό κόστος δεν συμπεριλαμβάνεται συστηματικά στις τιμές της αγοράς προσδίδει οικονομικά αδικαιολόγητο πλεονέκτημα στα ορυκτά καύσιμα σε σύγκριση προς τις ανανεώσιμες πηγές· η απουσία δεσμευτικών νομικά στόχων για τις ανανεώσιμες ενέργειες στο επίπεδο Ε.Ε. το σχετικά αδύνατο ρυθμιστικό πλαίσιο της ΕΕ για τη χρήση των ανανεώσιμων ενεργειών στον τομέα των μεταφορών· και η πλήρης απουσία ενός νομικού πλαισίου στον τομέα της θέρμανσης και ψύξης.

Όμως **οι τιμές του πετρελαίου και του αερίου αυξήθηκαν δραματικά** από την αρχή του 2007. Επιπλέον, σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έχουν ήδη ανεβάσει τη θερμοκρασία κατά 0,6 βαθμούς παγκοσμίως. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, θα σημειωθεί αύξηση κατά 1,4 έως 5,8 βαθμούς έως τα τέλη του αιώνα [COM (2006) 105]. [107].

Όλες οι περιοχές του κόσμου - συμπεριλαμβανομένης της ΕΕ - θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους όσο και για τα οικοσυστήματά τους. Οι Ευρωπαίοι πολίτες επηρεάζονται από τις υψηλότερες τιμές, τις απειλές στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και την αλλαγή του κλίματος της Ευρώπης. Τα ευρωπαϊκά κράτη πρέπει να αντιμετωπίσουν σημαντικά ζητήματα σχετικά με την ενέργεια όπως μια αυξανόμενη εξάρτηση στις εισαγωγές ενέργειας, τις υψηλές τιμές του

πετρελαίου και του φυσικού αερίου που έχουν επιπτώσεις στις τιμές πολλών καταναλωτικών αγαθών, την αλλαγή του κλίματος, τις δασικές πυρκαγιές, τους κατακλυσμούς και την ερήμωση πολλών περιοχών.

Στα πλαίσια μιας **νέας ενεργειακής πολιτικής**, ο τομέας της ανανεώσιμης ενέργειας διακρίνεται για τη δυνατότητά του να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και τη ρύπανση, να εκμεταλλευτεί τις τοπικές και αποκεντρωμένες πηγές ενέργειας, και να παρακινήσει τις βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας. Οι **νέες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** (ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, ενέργεια από βιομάζα) δημιουργούν οικονομική δραστηριότητα, προστιθέμενη αξία και απασχόληση στην Ευρώπη, βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος και το επίπεδο ζωής και είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τις λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές της Ένωσης, οι οποίες διαθέτουν πολλούς ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους.

Ο Χάρτης Πορείας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας[108] της Επιτροπής κατέδειξε ότι ο στόχος του 20% για το συνολικό μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ο στόχος του 10% για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις μεταφορές είναι κατάλληλοι και εφικτοί στόχοι, και ότι το πλαίσιο το οποίο περιλαμβάνει υποχρεωτικούς στόχους αναμένεται να προσφέρει στην επιχειρηματική κοινότητα τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα που χρειάζεται ώστε να λαμβάνει ορθολογικές επενδυτικές αποφάσεις στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Βρυξελλών του Μαρτίου 2007 επικύρωσε αυτούς τους στόχους.

Βασιζόμενη σε αυτή την πολιτική δέσμευση, η Επιτροπή υπέβαλε, τον Ιανουάριο 2008, μια πρόταση οδηγίας σχετικά με την **προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές**. Η οδηγία αποσκοπεί στη θέσπιση ενός συνολικού δεσμευτικού στόχου 20% ως μεριδίου συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ενέργειας και ενός δεσμευτικού ελάχιστου στόχου 10% για τα βιοκαύσιμα στις μεταφορές, οι οποίοι πρέπει να επιτευχθούν από κάθε κράτος μέλος, καθώς και δεσμευτικών εθνικών στόχων έως το 2020, οι οποίοι θα ευθυγραμμίζονται με το συνολικό στόχο του 20% για την ΕΕ. Κάθε κράτος μέλος οφείλει να μεριμνά ώστε το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην τελική κατανάλωση ενέργειας το 2020 να αντιστοιχεί τουλάχιστον στον συνολικό

στόχο του όσον αφορά το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως προβλέπεται στον πίνακα 3 που αναπαράγεται παρακάτω.

Πίνακας 3: Το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις χώρες της Ε.Ε. [109].

Κράτος μέλος	Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές το 2005	Στόχος για το 2020
Αυστρία	23.3%	34%
Βέλγιο	2.2%	13%
Βουλγαρία	9.4%	16%
Κύπρος	2.9%	13%
Τσεχική Δημοκρατία	6.1%	13%
Δανία	17%	30%
Εσθονία	18%	25%
Φινλανδία	28.5%	38%
Γαλλία	10.3%	23%
Γερμανία	5.8%	18%
Ελλάδα	6.9%	18%
Ουγγαρία	4.3%	13%
Ιρλανδία	3.1%	16%
Ιταλία	5.2%	17%
Λετονία	34.9%	42%
Λιθουανία	15%	23%
Λουξεμβούργο	0.9%	11%
Μάλτα	0%	10%
Κάτω Χώρες	2.4%	14%
Πολωνία	7.2%	15%
Πορτογαλία	20.5%	31%
Ρουμανία	17.8%	24%
Σλοβακική	6.7%	14%

Δημοκρατία		
Σλοβενία	16%	25%
Ισπανία	8.7%	20%
Σουηδία	39.8%	49%
Ηνωμένο Βασίλειο	1.3%	15%

Η πρόταση οδηγίας θεσπίζει ένα **κοινό πλαίσιο** για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Θεσπίζει κανόνες σχετικά με τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες και τις συνδέσεις με το διασυνδεδεμένο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας όσον αφορά την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Καθιερώνει κριτήρια βιωσιμότητας του περιβάλλοντος για τα βιοκαύσιμα και τα άλλα βιορευστά. Ενώ μόνο ο στόχος του 2020 είναι δεσμευτικός νομικά, η Επιτροπή έχει δηλώσει ότι θα μπορούσε να ακολουθήσει προηγούμενη νομική δράση σε περίπτωση όπου η πρόοδος ενός κράτους μέλους θα είναι τόσο περιορισμένη ώστε θα είναι σαφές ότι ο τελικός στόχος δεν θα μπορεί να επιτευχθεί. Οι οδηγίες 2001/77 και το 2003/30 θα τροποποιηθούν σύμφωνα με τη νέα οδηγία, από την 1η Απριλίου 2010, και θα καταργηθούν από την 1η Ιανουαρίου 2012.

Οι χώρες της ΕΕ θα είναι ελεύθερες να αποφασίσουν το «**προτιμημένο μίγμα**» **ανανεώσιμων ενεργειών** τους προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικές δυνατότητές τους, αλλά πρέπει να παρουσιάσουν τα εθνικά σχέδια δράσης (NAP) περιγράφοντας τις στρατηγικές τους στην Επιτροπή μέχρι τις 31 Μαρτίου 2010. Η πρόταση της Επιτροπής επιτρέπει το εικονικό εμπόριο σε ανανεώσιμες ενέργειες που περιλαμβάνουν τις εγγυήσεις προέλευσης. Στο πλαίσιο του συστήματος, τα κράτη μέλη μπορούν να επενδύσουν στην παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας σε ένα άλλο κράτος μέλος σε αντάλλαγμα εγγυήσεων προέλευσης, το οποίο μπορεί να προσμετρηθεί στο στόχο ανανεώσιμων ενεργειών. Αλλά η Επιτροπή έχει συνδέσει τον όρο ότι ένα κράτος μέλος πρέπει να έχει φθάσει ήδη στον προσωρινό στόχο του πριν του δοθεί η άδεια να δεχθεί επενδύσεις και να μεταφέρει εγγυήσεις προέλευσης σε ένα άλλο κράτος μέλος.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αφορούν τρεις τομείς: ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη, μεταφορές. Η συνολική προσέγγιση προβλέπει ότι τα

κράτη μέλη έχουν τη διακριτική ευχέρεια να συνδυάσουν τους εν λόγω τομείς για την επίτευξη του εθνικού τους στόχου. Ωστόσο, προτείνεται κάθε κράτος μέλος να επιτύχει τουλάχιστον **μερίδιο 10% ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (πρωτίστως βιοκαύσιμα) στον τομέα των μεταφορών** έως το 2020.

Αυτό γίνεται για τους ακόλουθους λόγους:

1. ο τομέας των μεταφορών είναι αυτός που παρουσιάζει την ταχύτερη αύξηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε σύγκριση με όλους τους άλλους τομείς της οικονομίας·
2. τα βιοκαύσιμα αποτελούν απάντηση στο πρόβλημα της εξάρτησης από το πετρέλαιο στον τομέα των μεταφορών, που συνιστά ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η Ε.Ε. όσον αφορά την έλλειψη ασφάλειας του ενεργειακού της εφοδιασμού·
3. η παραγωγή βιοκαυσίμων είναι αυτή τη στιγμή ακριβότερη από την παραγωγή άλλων μορφών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, πράγμα που ίσως σημαίνει ότι δύσκολα θα μπορούσαν να αναπτυχθούν χωρίς ειδική απαίτηση.

Ειδικά για τα βιοκαύσιμα και τα άλλα βιορευστά, η οδηγία θεσπίζει ένα σύστημα για την εγγύηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας της πολιτικής, διασφαλίζοντας μεταξύ άλλων ότι τα βιοκαύσιμα που συνυπολογίζονται για την επίτευξη των στόχων επιτυγχάνουν ένα ελάχιστο επίπεδο μείωσης των αερίων θερμοκηπίου.

Τα βιοκαύσιμα είναι το μόνο κατάλληλο διαθέσιμο υποκατάστατο της βενζίνης και diesel στις μεταφορές. Λαμβάνοντας υπόψη την αβέβαιη ασφάλεια ανεφοδιασμού για το πετρέλαιο (και επομένως για τον τομέα των μεταφορών), η ΕΕ εξέδωσε, το 2003, την οδηγία 2003/30, με στόχο την ώθηση της παραγωγής και της κατανάλωσης βιοκαυσίμων στην ΕΕ. [Χάρτης πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας]. [110].

Από την άποψη της γεωργίας, η μεταρρύθμιση της κοινής γεωργικής πολιτικής (Κ.Γ.Π.) εισήγαγε μια πρόσθετη ενίσχυση για τις ενεργειακές παραγωγές, αλλά οι στατιστικές για τη δασονομία δείχνουν ότι περίπου 35% της ετήσιας αύξησης των δασών της ΕΕ παραμένει αχρησιμοποίητο. Για να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα, η Επιτροπή προτείνει ένα σχέδιο δράσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το ξύλο. Τα απόβλητα είναι

επίσης μια υποαπασχολούμενη πηγή ενέργειας. Γι' αυτόν τον λόγο η Επιτροπή προβλέπει μια θεματική στρατηγική για την ανακύκλωση των αποβλήτων, και ετοιμάζει μια πρόταση σχετικά με την αναθεώρηση της νομοθεσίας πλαισίου των αποβλήτων [Biomass Action Plan]. [111].

Από την άποψη της εξισορρόπησης των **ενεργειακών αναγκών και των περιβαλλοντικών περιορισμών**, η προσέγγιση της Επιτροπής είναι ότι μόνο τα βιολογικά καύσιμα ή καλλιέργεια των οποίων συμμορφώνεται με τους ελάχιστους όρους βιωσιμότητας μετρούν για την επίτευξη των στόχων της οδηγίας. Η ΕΕ θα υποστηρίξει τις αναπτυσσόμενες χώρες που επιθυμούν να παράγουν βιολογικά καύσιμα και να αναπτύξουν τις εγχώριες αγορές τους. **Τα εσωτερικά παραχθέντα και εισαγόμενα βιολογικά καύσιμα** θα μπορούσαν να συμβάλουν σε 14% της αγοράς της ΕΕ για τα καύσιμα μεταφορών. Η αύξηση θα προερχόταν τόσο από τη βιοαιθανόλη (που στη Σουηδία έχει επιτύχει ήδη ένα μερίδιο 4% της αγοράς βενζίνης και από το biodiesel, το οποίο στη Γερμανία, παγκόσμιο ηγέτη, έχει επιτύχει ήδη ένα μερίδιο 6% της αγοράς diesel. Τα εσωτερικά παραγόμενα δημητριακά και η τροπική ζαχαροκάλαμος θα ήταν τα κύρια στοιχεία της πετροχημικής βιομηχανίας αιθανόλης, που θα συμπληρώνονται αργότερα από την κυτταρινική αιθανόλη από το άχυρο και τα απόβλητα.

Η ασφάλεια του εφοδιασμού, η βιωσιμότητα και η ανταγωνιστικότητα της ενέργειας της Ευρώπης εξαρτάται κατά πολύ από την ανάπτυξη των **ενεργειακών τεχνολογιών**. Οι τεχνολογίες που θα συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων μέχρι το 2020 είναι ήδη διαθέσιμες ή βρίσκονται στα τελικά στάδια ανάπτυξης. Ο ιδιωτικός τομέας είναι στην πρώτη γραμμή αυτών των προσπαθειών. Όμως, οι τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παραμένουν εν γένει ακριβές και αντιμετωπίζουν εμπόδια διείσδυσης στην αγορά. Γι' αυτό, κατά την Επιτροπή, απαιτείται διττή προσέγγιση [COM (2007) 723] [112]: αφενός, ενίσχυση της καινοτομίας για τη μείωση του κόστους και την αύξηση της απόδοσης και, αφετέρου, δραστικά μέτρα ενίσχυσης για τη δημιουργία επιχειρηματικών ευκαιριών, την τόνωση της ανάπτυξης της αγοράς και την αντιμετώπιση των μη τεχνολογικών φραγμών που αποθαρρύνουν την καινοτομία και την εξάπλωση αποτελεσματικών τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

στην αγορά. Το έβδομο πρόγραμμα –πλαίσιο της ΕΕ για την έρευνα [113]. επιδιώκει, μεταξύ άλλων, την ανάπτυξη νέων και βιώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον, η Επιτροπή υποστηρίζει ένα «ευρωπαϊκό στρατηγικό σχέδιο τεχνολογίας (Set-plan)» για να δημιουργήσει μια νέα ευρωπαϊκή πολιτική για τις ενεργειακές τεχνολογίες.

Επιπλέον, το πρόγραμμα «Ευφυής ενέργεια για την Ευρώπη» [114]. (ALTENER III), που είναι μέρος του προγράμματος πλαισίου ανταγωνιστικότητας και καινοτομίας (CIP) (2007-2013), ενισχύει τις προσπάθειες επίτευξης των στόχων στον τομέα της βιώσιμης ενέργειας. Υποστηρίζει τις βελτιώσεις στη ενεργειακή αποδοτικότητα, την υιοθέτηση νέων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη μεγαλύτερη διείσδυση στην αγορά για αυτές τις πηγές ενέργειας, τη διαφοροποίηση της ενέργειας και των καυσίμων, την αύξηση του μεριδίου της ανανεώσιμης ενέργειας και τη μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται σε αυτό το πλαίσιο στον τομέα των μεταφορών. Το Παγκόσμιο Ταμείο Ενεργειακής Απόδοσης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (GEEREF) που προτείνεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μπορεί να κινητοποιήσει τις ιδιωτικές επενδύσεις στα προγράμματα ενεργειακής αποδοτικότητας και ανανεώσιμης ενέργειας.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η Ε.Ε. πρέπει να εκμεταλλευτεί τη θέση της ως η δεύτερη μεγαλύτερη αγορά ενέργειας και ως παγκόσμιος ηγέτης όσον αφορά τη ζήτηση, τη διαχείριση και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ΕΕ πρέπει να εντείνει τις σχέσεις της με τους ενεργειακούς εταίρους της, με σκοπό την προώθηση και τη διαφοροποίηση των πηγών και των διαδρομών, την ενίσχυση της εταιρικής σχέσης και της συνεργασίας με εστίαση στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, την αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ενεργειακής αποδοτικότητας. [115]

4.2 ΝΕΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΠΙΟ - ΝΕΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Η Ευρώπη καλείται σήμερα να αντιμετωπίσει ένα νέο ενεργειακό τοπίο: Κλιματικές αλλαγές, ασφάλεια ενεργειακών αποθεμάτων, ανταγωνιστικότητα: Η εξάρτηση από τις εισαγωγές είναι σήμερα 50% και συνεχώς αυξάνει. Τα

αποθέματα υδρογονανθράκων εξαντλούνται. Η ενέργεια γίνεται όλο και πιο ακριβή. Οι υποδομές χρειάζονται βελτίωση, 1.000 δισεκατομμύρια ευρώ απαιτούνται για τα επόμενα 20 χρόνια για να καλυφθεί η προβλεπόμενη ενεργειακή ζήτηση και για να αντικατασταθεί ο «γερασμένος» εξοπλισμός. Και, η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει κάνει το κλίμα μας 0,6°C πιο θερμό. Καθώς η ενέργεια βρίσκεται στο κέντρο της φιλοσοφίας της βιώσιμης ανάπτυξης και οι ενεργειακές επιλογές επηρεάζουν όλες τις πλευρές της κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης, οι συνήθειες πρακτικές για τη χρήση της ενέργειας πρέπει να αναδιαμορφωθούν.

Έτσι διαμορφώνονται νέες πολιτικές και πρωτοβουλίες για ασφαλή, ανταγωνιστική και βιώσιμη ενέργεια ενισχύοντας δράσεις που στοχεύουν:

- να καλλιεργήσουν την ανάγκη για ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων (εξοικονόμηση ενέργειας) και ενεργειακή αποδοτικότητα.
- να προωθήσουν νέες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να υποστηρίξουν τη διαφοροποίηση στις ενεργειακές πηγές.
- να ενισχύσουν την ενεργειακή απόδοση, καθώς και τη χρήση νέων και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τεχνολογιών «καθαρών» καυσίμων στις μεταφορές.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η βελτίωση του ενεργειακού μίγματος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο είναι πολύ σημαντικό βήμα για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, ενώ παράλληλα υποστηρίζεται πιο αποτελεσματικά η υλοποίηση των ευρωπαϊκών πολιτικών για την Ενέργεια, το Περιβάλλον και τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Στην προσπάθεια αυτή ο ρόλος των πρωτοβουλιών σε τοπικό επίπεδο για την προώθηση των Α.Π.Ε. και της ορθολογικής χρήσης ενέργειας είναι καθοριστικός.

Το 2008 στην Ε.Ε. η αιολική ενέργεια ξεπέρασε σε νέες εγκαταστάσεις όλες τις άλλες πηγές ενέργειας. Το 43% όλων των νέων εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ε.Ε. ήταν έργα αιολικής ενέργειας.

Συνολικά στην Ευρώπη το 2008 προστέθηκαν 19.651 MW ηλεκτρικής ισχύος από τα οποία τα 8.484 MW από την αιολική ενέργεια, τα 6932 MW από το φυσικό αέριο, τα 2.495 MW από το πετρέλαιο, τα 762 MW από το κάρβουνο και τα 473 MW από τα υδροηλεκτρικά. [116]

Από παράδειγμα είναι η εγκατάσταση αιολικών εγκαταστάσεων στην ΕΕ, όπου στο τέλος του 2008 ανερχόταν σε 64.949 MW και αντιστοιχεί σε αύξηση 15% από το 2007, ενώ ισοδυναμούσε με την καθημερινή εγκατάσταση 20 νέων ανεμογεννητριών. Επίσης 160.000 χιλιάδες εργαζόμενοι απασχολούνταν στην αιολική βιομηχανία ενώ οι επενδύσεις στην ΕΕ ανήλθαν σε 11δισ ευρώ.

Η ενέργεια που θα παραχθεί σε μια φυσιολογική χρονιά από τα 64.949 MW των ανεμογεννητριών στην Ευρώπη καλύπτει το 4,2% της ηλεκτρικής ζήτησης και αποτρέπει την εκπομπή 108 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως, που ισοδυναμεί με την απόσυρση 50 εκατομμυρίων αυτοκινήτων.

Η Γαλλία, η Ιταλία, και το Ηνωμένο Βασίλειο είχαν ικανοποιητική ανάπτυξη ξεπερνώντας τα 3000 MW. Υπάρχουν 10 κράτη-μέλη που ξεπέρασαν τα 1000 MW.

Στην παγκόσμια αιολική κατάταξη είχαμε μια σημαντική αλλαγή: οι ΗΠΑ ξεπέρασαν τη Γερμανία, ενώ η Κίνα διπλασίασε την εγκατεστημένη ισχύ της για 4^η συνεχόμενη χρονιά αλλά παρέμεινε στην 4^η θέση, με 3^η την Ισπανία και 5^η την Ινδία, ενώ τις επόμενες πέντε θέσεις κατέχουν η Ιταλία, η Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Δανία και η Πορτογαλία (την οποία ξεπερνούσαμε μέχρι το 2004).

Το 2008 εγκαταστάθηκαν πάνω από 27.000 MW παγκοσμίως, κυρίως στη Β. Αμερική, στην Ευρώπη, και στην Ασία ανεβάζοντας την παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύ σε 120.800 MW.

4.3 Ενεργειακή πολιτική και γεωστρατηγικές ισορροπίες.

Το παγκόσμιο σύστημα ενέργειας βρίσκεται στον πυρήνα κάποιων από τα πιο βαθιά διλήμματα της εποχής μας: το δίλημμα της ανάπτυξης – ευημερίας έναντι φτώχειας, το δίλημμα της εμπιστοσύνης – παγκοσμιοποίησης έναντι ασφάλειας και το δίλημμα της βιομηχανοποίησης – ανάπτυξης έναντι του περιβάλλοντος. Πάντοτε υπήρχαν εντάσεις στο παγκόσμιο σύστημα ενέργειας, αλλά σήμερα είναι σαφές ότι η πίεση γίνεται όλο και πιο έντονη.

Οι παγιωμένες δυνάμεις απελευθέρωσης της αγοράς, της παγκοσμιοποίησης και της τεχνολογίας είχαν δημιουργήσει μία παγκόσμια

οικονομική μηχανή που είχε ήδη αρχίσει να ενσωματώνει τεράστιους πληθυσμούς στην Ασία. Τα σενάρια που διερεύνησαν τις γεωπολιτικές κρίσεις της ασφάλειας και της εμπιστοσύνης προανήγγειλαν τα γεγονότα της 11ης Σεπτεμβρίου και του σκανδάλου της Enron, τον πόλεμο στο Ιράκ, στη νοοτροπία και στη συμπεριφορά κάθε μεγάλου έθνους που παράγει και καταναλώνει ενέργεια. Αυτό εντείνει την πίεση που ασκούν η αύξηση του πληθυσμού και η οικονομική ανάπτυξη στην παροχή ενέργειας, στη ζήτηση ενέργειας και στο περιβάλλον. Το μόνο σίγουρο είναι ότι μπαίνουμε σε θυελλώδεις εποχές για το σύστημα ενέργειας.

Μέσα σ' αυτό το γαϊτανάκι αντικρουόμενων συμφερόντων, ευκαιριακών συμμαχιών και γεωπολιτικών παιχνιδιών προβάλλει η ανάγκη των Ευρωπαίων να προμηθευτούν το μόνο οικολογικό καύσιμο, το φυσικό αέριο. Η αναμέτρηση τον τελευταίο καιρό στη διεθνή σκακιέρα των κρατών και των μεγάλων ενεργειακών εταιρειών έχει σαν στόχο τα μεγάλα αποθέματα φυσικού αερίου γύρω από την Κασπία. Διαθέσιμοι πωλητές είναι Αζέροι, Τουρκμένοι, Καζάκοι, Ρώσοι, Ιρακινοί, Ιρανοί και Αιγύπτιοι. Πιθανοί αγοραστές σχεδόν όλη η Ευρώπη. Τόσο η Ουάσιγκτον όσο και οι Βρυξέλλες έχουν προσπαθήσει να δώσουν ιδεολογικά χαρακτηριστικά στον αποκαλούμενο Νότιο Διάδρομο από όπου θα περνούν οι αγωγοί **ITGI** και **Nabucco**. Υποστηρίζουν ότι είναι στρατηγικής σημασίας για την ενεργειακή απεξάρτηση της Δύσης από το ρωσικό πετρέλαιο. Αυτό που εντέλει γίνεται ξεκάθαρο είναι πως οι ευρωπαϊκές χώρες παλεύουν να εξασφαλίσουν, εγγυημένες παραδόσεις σημαντικών ποσοτήτων αερίου σε ανταγωνιστικές τιμές. [117] (Εφημ.Κυρ. Ελευθεροτυπία 19-7-2009)

Είμαστε όλοι μάρτυρες ενός σύγχρονου πολέμου χωρίς όπλα αλλά με πυρομαχικά τους αγωγούς φυσικού αερίου και το ίδιο το φυσικό αέριο. Στόχος αυτής της «πολεμικής» αναμέτρησης είναι η απόκτηση των μεγάλων αποθεμάτων φυσικού αερίου που υπάρχουν στο Αζερμπαϊτζάν, στο Ιράκ, στο Ιράν, στο Τουρκμενιστάν αλλά και στη Ρωσία και η μεταφορά τους στη μεγάλη δυτικοευρωπαϊκή αγορά. Τα αποθέματα αυτά είναι που θα κινήσουν τις οικονομίες των κρατών –μελών της ΕΕ και της Ελλάδας φυσικά, με φθηνή ενέργεια και όλοι ελπίζουν ότι θα αποτελέσουν τη βάση για την έξοδο από τη βαθιά οικονομική κρίση. [118] (Εφημ.Βήμα 19-7-2009)

Τα αναπτυσσόμενα έθνη, συμπεριλαμβανομένων των πληθυσμιακών γιγάντων όπως η Κίνα και η Ινδία, εισέρχονται στην πιο ενεργοβόρα φάση της οικονομικής τους ανάπτυξης, καθώς εκβιομηχανίζονται, κατασκευάζουν υποδομές και χρησιμοποιούν περισσότερες μεταφορές.

Το τελευταίο διάστημα η εξέγερση των Ουιγούρων στην διαφιλονικούμενη επαρχία Ξινγιάνγκ είναι μείζονος οικονομικής και ενεργειακής σημασίας για την οικονομία της χώρας, αφού, σε αυτήν εντοπίζονται εκτός από μεγάλα κοιτάσματα πετρελαίου και τα μεγαλύτερα αποθέματα φυσικού αερίου της Κίνας. Παράλληλα, λόγω της ιδιαίτερα ανώμαλης γεωμορφολογίας της περιοχής η Ξινγιάνγκ παραμένει ο μοναδικός υπάρχων «διάδρομος» για τους υπό κατασκευή αγωγούς μήκους 4.200 χιλιομέτρων, που θα μεταφέρουν αέριο και πετρέλαιο από τις πλούσιες σε καύσιμα χώρες της Κασπίας ως τη Σαγκάη. Κοντολογίς, από ενεργειακής άποψης η Ξινγιάνγκ είναι αυτή στη στιγμή για το Πεκίνο η πλέον πολύτιμη επαρχία ολόκληρης της χώρας, μια επαρχία που σε καμία περίπτωση δεν πρόκειται να εγκαταλείψει εξαιτίας της εξτρεμιστικής δράσης μιας χούφτας ισλαμιστών. [119]

Οι πιέσεις, εξάλλου, της ζήτησης θα αποτελέσουν κίνητρο για εναλλακτική παροχή ενέργειας και πιο αποτελεσματική χρήση της ενέργειας, αλλά αυτό μπορεί να μην αρκεί για να αντισταθμίσει πλήρως τις αυξανόμενες εντάσεις της ζήτησης. Από την άλλη πλευρά, η διάψευση των προσδοκιών εκατομμυρίων ανθρώπων υιοθετώντας πολιτικές που μπορεί να επιβραδύνουν την οικονομική τους ανάπτυξη δεν αποτελεί απάντηση στο πρόβλημα, ούτε και είναι μια λύση πολιτικώς εφικτή.

Σε διεθνές επίπεδο, σενάρια, όπως διαφαίνεται, μ' έναν κόσμο διμερών κυβερνητικών συμφωνιών μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών ενέργειας, με τις εθνικές κυβερνήσεις να ανταγωνίζονται η μία την άλλη για πιο ευνοϊκούς όρους εφοδιασμού ή για καλύτερη πρόσβαση των δικών τους εταιρειών παραγωγής ενέργειας. Μεταξύ των κυβερνήσεων χωρών καταναλωτών ενέργειας ενέχεται ένα έντονο στοιχείο αντιπαλότητας, αλλά όταν τα συμφέροντά τους είναι ίδια, ευθυγραμμίζουν τη στάση τους. Σε αυτόν τον κόσμο, οι εθνικές εταιρείες παραγωγής ενέργειας παίζουν τον ρόλο του μεσάζοντα, αλλά και αναμιγνύονται όλο και πιο πολύ στις πολιτικές δολοπλοκίες. Η παγκοσμιοποίηση οξύνει τις εντάσεις εντός και μεταξύ των

εθνών και αποσπά τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής από την ανάγκη ανάληψης δράσης και οικοδόμησης διεθνών συνασπισμών για την αντιμετώπιση των ενεργειακών και κλιματικών προκλήσεων.

Οι βασικοί κάτοχοι των πόρων διαμορφώνουν ολοένα και περισσότερο τους κανόνες αντί να τους δέχονται. Χρησιμοποιούν την εξέχουσα θέση τους στον κόσμο για να επηρεάσουν τις διεθνείς πολιτικές, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά ζητήματα για τα οποία επιμένουν ότι είναι εσωτερικά, όπως τα ανθρώπινα δικαιώματα και η δημοκρατική διακυβέρνηση. Τα έθνη που έχουν καταφέρει να πετύχουν «ευνοϊκούς» όρους από τις πετρελαιοπαραγωγούς χώρες δεν θέλουν να ταρακουνήσουν το «ενεργειακό καράβι» στο οποίο μόλις κατάφεραν να επιβιβαστούν κι έτσι οδηγούμαστε σε έναν κόσμο στον οποίον οι διεθνείς σχέσεις διαμορφώνονται κυρίως σαν ένας αγώνας για την διασφάλιση της ευημερίας κι όχι για την οικοδόμηση μιας πιο βιώσιμης διεθνούς κοινότητας.

Οι αποκλίσεις μεταξύ της οικονομικής και ενεργειακής απόδοσης των διαφόρων χωρών είναι τεράστιες. Οι αναπτυσσόμενες χώρες αγωνίζονται απελπισμένα για την απόκτηση της ενέργειας που χρειάζονται για να ανέλθουν στην οικονομική κλίμακα, ενώ οι εύπορες χώρες προσπαθούν να προσαρμόσουν τις συνήθειές τους σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση, προκειμένου να διατηρήσουν τον σημερινό τρόπο ζωής τους. Ωστόσο, η αναζήτηση ενέργειας σε εθνικό επίπεδο δυσχεραίνεται διαρκώς από την αναπόφευκτη πραγματικότητα της αλληλοεξάρτησης των χωρών.

Οι περίπλοκοι οικονομικοί και πολιτικοί δεσμοί καθώς και οι κοινές υποδομές παροχής ενέργειας συνεπάγονται ότι η εξασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας της μίας χώρας προαπαιτεί συνεργασία με άλλες χώρες. Τα προβλήματα που ανακύπτουν αναπόφευκτα αντιμετωπίζονται αργά και αναποτελεσματικά λόγω της έλλειψης κατάλληλων διεθνών πλαισίων και της αδυναμίας των πολυμερών οργανισμών.

Καθώς αυξάνονται οι πιέσεις στις οποίες υπόκειται το ενεργειακό σύστημα, τα μέσα ενημέρωσης αρχίζουν να μεταδίδουν τακτικά ειδήσεις για κρίσεις σχετικές με θέματα ενέργειας σε διάφορα μέρη του κόσμου. Οι κυβερνήσεις υπόκεινται πιέσεις ενώ οι κοινωνίες μεταβάλλονται με ταχείς ρυθμούς και έτσι οι πρώτες χάνουν εύκολα τη νομιμότητά τους στα μάτια του κόσμου, με

συνέπεια δραματικές πολιτικές αλλαγές σε κάποιες χώρες. Σε μερικές από αυτές τις περιπτώσεις, αυτό προκαλείται και από άστοχες απόπειρες να μετριαστεί η ενεργειακή ζήτηση μέσω σπασμωδικής κατάργησης επιδοτήσεων κτλ. Παρόλα αυτά, παρά τις αναταραχές αυτές, η πλειονότητα των πολιτών γνωρίζει έντονη οικονομική πρόοδο κατά τα πρώτα χρόνια. Η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη στο σύνολό της συνεχίζει απτόητη κατά το πρώτο τέταρτο του αιώνα –σε μεγάλο βαθμό λόγω της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων άνθρακα.

4.4 Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΡΙΣΗ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΥΦΑΣΜΕΝΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΜΑΣ

Τους τελευταίους αιώνες στον πλανήτη μας γίναμε κοινωνοί της **αναγέννησης**, της **επιστήμης**, του **διαφωτισμού**, του **ανθρωπισμού** και της βαθύτερης κατανόησης των πραγμάτων, κυρίως (ο 20ός), οπότε ο 21ος αιώνας πρέπει να αναζητήσει τα δικά του χαρακτηριστικά, την δική του ταυτότητα. Οι αρχή του 21ου αιώνα, με πρόσχημα την παγκοσμιοποίηση, βρήκε τον νεοφιλελευθερισμό από άκρη σε άκρη της γης να κυριαρχεί με τους αγγλοσάξονες να κατέχουν τα σκήπτρα της κυριαρχίας στους δύο αιώνες της ακμής του βιομηχανικού κόσμου και τους υπόλοιπους Ευρωπαίους αλλά και Ασιάτες να ακολουθούν. Ο 20ός αιώνας ήταν ένας αιώνας υπερανάπτυξης αλλά δυστυχώς άφησε πίσω του έναν κόσμο με αυξημένη δυστυχία.

Στη διάρκεια όλων αυτών των αιώνων υπήρξαν εκπληκτικά επιστημονικά επιτεύγματα στη Γη και στο διάστημα (αεροπλάνο, διάσπαση ατόμου, υπολογιστές, βιοτεχνολογία, έκρηξη επικοινωνιών, TV και διαδίκτυο, ιατρικά «θαύματα» και γονιδιακές θεραπείες, ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας, θεαματική αύξηση της γεωργικής παραγωγής, έξοδος στο διάστημα και ένα σωρό άλλα μικρότερα ή μεγαλύτερα κατορθώματα) τέτοια που θα μας επέτρεπαν να πούμε ότι ο 20ός αιώνας είναι ο «χρυσός Αιώνας».

Όμως παρ' όλο αυτά, υπήρξε ταυτόχρονα-εκτός από τα δεινά που προκάλεσαν οι δύο παγκόσμιοι πόλεμοι της απαξίωσης του ανθρώπου- και αύξηση της δυστυχίας στο μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού της γης με τη διεύρυνση των ανισοτήτων (χάσμα πλούσιων και φτωχών) και κατά συνέπεια στρατιωτικοποίηση -για διατήρηση του status quo και για επέκταση-σε μεγάλο

βαθμό της οικονομίας μεγάλων αλλά και μικρών χωρών.

Παράλληλα η απληστία των μεγάλων επιχειρήσεων προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί εκτός από υπερμεγέθυνση των οικονομικών μεγεθών και ανεπανόρθωτες καταστροφές στο περιβάλλον και στο κλίμα.

Καταστροφές, για τις οποίες όλοι έχουμε μερίδιο ευθύνης, και οι οποίες έκαναν τον τ. γενικό γραμματέα του **(παγκόσμιου μετεωρολογικού οργανισμού)** (WMO) **Γκόντουιν Ομπάσι** (Godwin Olu Patrick Obasi) να πει: «οι καταστροφές που έχει επιφέρει ο άνθρωπος στο περιβάλλον του είναι τέτοιες που είναι βέβαιη η καταστροφή του πλανήτη ενώ το μόνο που μπορούμε πλέον να κάνουμε είναι να την καθυστερήσουμε».

Ένα πολύ σημαντικό αλλά και επικίνδυνο «επίτευγμα» είναι ο περαιτέρω κατακερματισμός, μέσω της διεύρυνσης των ανισοτήτων, της πανανθρώπινης κοινωνικής ενότητας και αλληλεγγύης σε εθνικό (δημιουργία ενός λιμοκτονούντος «**4ου κόσμου**» στις μεγαλουπόλεις ακόμη και πλούσιων χωρών) αλλά και σε διεθνές επίπεδο (π.χ. βορράς-νότος, χριστιανοί-μουσουλμάνοι) με αποτέλεσμα την εμφάνιση αντιδράσεων που μια ακραία και οδυνηρή τους μορφή ονομάστηκε «διεθνής τρομοκρατία».

Συνοψίζοντας θα λέγαμε χωρίς ιδιαίτερη υπερβολή πως η χρηματοπιστωτικού χαρακτήρα- με ορατά σημάδια ύφεσης και στην λεγόμενη «πραγματική οικονομία»- κρίση που εσχάτως βιώνουμε σε ανατολή και δύση δεν είναι παρά σύμπτωμα της κρίσης του παγκόσμιου πολιτισμού μας.

Είναι απόλυτη ανθρωπολογική κρίση στην οποία ο άνθρωπος αποτυγχάνει ως άνθρωπος. Έχει καθολικό χαρακτήρα που ξεπερνάει κατά πολύ τα όρια της οικονομίας καθώς συναντιέται με την έλλειψη ουμανιστικών αξιών (δικαιοσύνη, αλήθεια, λογική, ισότητα, αλληλεγγύη) και την πίστη του σύγχρονου ανθρώπου μόνον σε ψεύτικους θεούς (κέρδος, υλικά αγαθά, κατανάλωση, δύναμη και εξουσία).

Οι ισχυροί της Γης-σύμφωνα με τον **Κωνσταντίνο Τσουκαλά**- μετά την κατάρρευση των καθεστώτων του υπαρκτού σοσιαλισμού (αντίπαλο δέος) εμφάνισαν την τάση να ξαναγουρίσουν στην προ-φιλελεύθερη «φύση» τους και αναπετάσσοντας ανενδοίαστα το πειρατικό τους λάβαρο «δίχως θεό και δίχως αφέντη» ξεχύθηκαν στους χρυσότοκους ωκεανούς που αυτοί γνωρίζουν και ελέγχουν.

Για το διεθνοποιημένο και υπερκινητικό κεφάλαιο, μόνος κανόνας ήταν και είναι ότι δεν υπάρχουν κανόνες που να το ελέγχουν και μ' αυτή την έννοια η απορύθμιση των όρων συσσώρευσης, εκμετάλλευσης και εξαθλίωσης ήταν και είναι καθολική: δεν περιορίζεται στο οικονομικό επίπεδο αλλά είναι επιπλέον και πολιτική, πολιτιστική και κανονιστική.

Έτσι, μπήκαμε ήδη σε μια περίοδο παγκόσμιου πολέμου ανάμεσα στους αμυνόμενους φτωχούς και στους επιτιθέμενους πλουσίους.

Δεν είναι όμως εξίσου υπεύθυνοι. Διαφορετική επιλογή θα μπορούσαν να έχουν μόνο οι ισχυροί. Αν οι τελευταίοι δεν αλλάξουν τακτική, ένας πιθανός τρίτος παγκόσμιος πόλεμος θα έχει μόνο ηττημένους.

Οι ισχυροί, όμως, της Γης δεν φαίνεται να κάνουν καμιά σκέψη περί δικαιοσύνης, αλληλεγγυής, δημοκρατίας στον σημερινό κόσμο. Άλλωστε τόσο οι παλιότεροι πόλεμοι των πετρελαίων -π.χ. οι **εκστρατείες των Βρετανών στην Καλλίπολη** και στην **Κριμαία** για τον έλεγχο των πετρελαίων του **Καυκάσου** ή και οι προσπάθειες των Γερμανών επί **Χίτλερ** (Hitler) να «βάλουν πόδι» στα μεσανατολικά πετρέλαια- όσο και οι πρόσφατες **εισβολές στο Ιράκ** ή τα σχέδια των Αμερικανών για το Ιράν κ.λ.π πιστοποιούν του λόγου το αληθές.

Γι' αυτό γνωστοί Αμερικανοί δημοσιογράφοι συγγραφείς και διανοητές όπως ο **Σάμιουελ Χάντινγκτον** (Samuel Huntington) («η **σύγκρουση των πολιτισμών**», «η **αμερικανική ταυτότητα στην εποχή μας**»), ο **Φουκουγιάμα** (Fukuyama) («**το τέλος της ιστορίας**») και τόσοι άλλοι προπαγανδιστές του αμερικανικού ιδεώδους που απηχούν τις βασικές επιδιώξεις, τα οράματα και τις επεκτατικές βλέψεις της υπερδύναμης, «προετοιμάζουν» το έδαφος για τις εξελίξεις σε πλανητική κλίμακα ενώ ταυτόχρονα «αποκαλύπτουν» προθέσεις που δεν έχουν καμιά σχέση με πανανθρώπινες αξίες όπως αυτή της δικαιοσύνης ή της ισότητας. Αντίθετα, διανοούμενοι, με διαφορετικές προσεγγίσεις, όπως π.χ. ο **Νόαμ Τσόμσκι** (Noam Chomsky), μπαίνουν στο περιθώριο ενώ οι απόψεις τους θεωρούνται αιρετικές και εξοβελίζονται.

Επιπλέον σημαντικό ρόλο στο «πέρασμα» των απόψεων των ισχυρών στην κοινή γνώμη των χωρών τους αλλά και παγκοσμίως διαδραματίζουν τα ΜΜΕ που ολοένα και πιο πολύ περιέρχονται στα χέρια των πλουσιότερων -η

αλλαγή ιδιοκτησίας της «λιμπερασιόν» που την αγόρασαν οι **Ρότσιλντ** (Rothchild) εμπεριέχει και ένα **συμβολικό χαρακτήρα**, οι οποίοι εκτός από μεγαλοϊδιοκτήτες των ΜΜΕ έχουν και άλλες επιχειρήσεις κι έτσι «το ένα χέρι νίβει το άλλο».

Ο ρόλος τους λοιπόν είναι να αποπροσανατολίζουν τον πληθυσμό, να τον τρομοκρατούν και εν τέλει να τον χειραγωγούν πλήρως κάνοντάς τον πειθήνιο όργανο. Αυτό όμως δεν είναι, και δεν μπορεί να είναι δημοκρατία όπως τουλάχιστον την οραματίστηκαν εκείνοι οι επαναστάτες που υπέγραψαν πρώτοι τους καταστατικούς χάρτες και τις διακηρύξεις αρχών είτε στις ΗΠΑ, είτε σε χώρες της δυτικής Ευρώπης.

Πρόκειται αναμφίβολα για διολίσθηση σε πλανητική δικτατορία του πλούτου που εξυπηρετεί τους σχεδιασμούς και τα συμφέροντα μιας παγκόσμιας ελίτ, των πολυεθνικών εταιρειών, των εταιρειών πετρελαίου και φυσικά των βιομηχανιών όπλων.

Είναι σαφές, ότι οι καπιταλιστικές δυνάμεις δείχνουν μια τάση επέκτασης, σε πλανητικό επίπεδο χρησιμοποιώντας όλα τα μέσα που έχουν στη διάθεσή τους για τους σκοπούς τους όπως την πολιτική, την οικονομία, τα ΜΜΕ και τη στρατιωτική ισχύ.

Η σημερινή **επεκτεινόμενη οικονομική κρίση** ξεφεύγει κάθε πρόβλεψης αλλά είναι σχεδόν βέβαιο ότι μέσα από μια αλυσίδα γεγονότων θα οδηγήσει σύμφωνα με πολλούς αναλυτές σε μεγάλη αβεβαιότητα ευρέα στρώματα του παγκόσμιου πληθυσμού καθώς οι αρχές και οι κανόνες του διεθνούς οικονομικού συστήματος αμφισβητούνται πλήρως.

Κλονίζεται όμως και η παγιωμένη πεποίθηση των περισσότερων ανθρώπων σε ανατολή και δύση πως **δεν υπάρχουν και πολλά περιθώρια για ανατροπή του διεθνούς κατεστημένου** και ότι θα συνεχισθεί αμείλικτα η υπερεκμετάλλευση των φυσικών και ενεργειακών πόρων της γης από τους ισχυρούς σε βάρος των φτωχών και σε βάρος της υγείας του πλανήτη μας. Αμφισβητείται ακόμη και η κυριαρχούσα άποψη πως η θετική παραγωγική επιστήμη πρέπει να είναι χωρίς ενδοιασμούς στην υπηρεσία της οικονομικής ανάπτυξης, της τεχνολογίας και των εξοπλισμών.

Έρθε, λοιπόν, η στιγμή, η φιλοσοφία, οι κοινωνικές επιστήμες και γενικά οι ανθρωπιστικές επιστήμες να επαδραστηριοποιηθούν, επανατοποθετώντας τον άνθρωπο στο κέντρο του συστήματος.

Έρθε, λοιπόν, η στιγμή να ξανανθίσει η πολιτική τιθασεύοντας την αγορά με κανόνες που θα είναι στην υπηρεσία της κοινωνίας αντί να είναι δεκανίκι της άρχουσας τάξης, που η μόνη λέξη που γνωρίζει καλά είναι το κέρδος.

Είναι καιρός πλέον οι σημερινές κοινωνίες και κυρίως οι νέοι να συναντηθούν ξανά με τις αρχές και τα οράματα του **Μάη του '68** αλλά και με τις ιδέες των μεγάλων οραματιστών και επαναστατών των δύο τελευταίων αιώνων σε Ευρώπη και Αμερική.

Είναι καιρός οι νέοι να αμφισβητήσουν εκ θεμελίων αυτό που ονομάστηκε **δυτικός πολιτισμός**, που παρά τα επιτεύγματά οδήγησε στη σημερινή ανθρωπολογική κρίση και να χτίσουν το δικό τους καινούργιο κόσμο. Να γίνουν οι προάγγελοι του μέλλοντός τους και να κάνουν τον 21^ο αιώνα τέτοιο ώστε να ονομασθεί αιώνας του Πραγματικού Ανθρωπισμού.

Για μια ακόμη φορά την αποτυχία και την ανεπάρκεια του παγκόσμιου οικονομικού συστήματος που με τη δικαιολογία της δήθεν ελευθερίας, που έξυπνα ταυτίζει την προσωπική ελευθερία και τα ατομικά δικαιώματα με την ελευθερία οικονομικής δραστηριότητας, θα πλήξει αυτούς που έχουν τη μεγαλύτερη ανάγκη. **Την παγκόσμια οικονομική κρίση, τελικά, δεν μπορεί και δεν πρέπει να την πληρώσουν οι φτωχοί του κόσμου.**

Η υποκρισία, βέβαια, είναι διπλή. Από τη μια μεριά η κυρίαρχη οικονομική ιδεολογία που έχει επιβληθεί με όρους που εξασφαλίζουν τη συσσώρευση πλούτου και εξουσίας (ώστε το μοντέλο να μπορεί να αναπαραχθεί) έχοντας ως αποτέλεσμα να απορρίπτει από το σύστημα τους αδύναμους κρίκους, που στην προκειμένη περίπτωση είναι αδύνατοι άνθρωποι και έθνη ολόκληρα.

Από την άλλη όταν το κυρίαρχο μοντέλο αυτοαναιρείται, αυτοκαταστρέφεται από την υπερβολική πλεονεξία, διαφθορά και αισχροκέρδεια τότε μπαίνει σε λειτουργία ο κρατικός μηχανισμός, ο εποπτικός μηχανισμός που εξασφαλίζει την επιβίωση του συστήματος και (εδώ είναι η ειρωνεία) χωρίς κανένα ενδοιασμό κατασπαταλά τρισεκατομμύρια για τη σωτηρία του διαστρεβλωμένου συστήματος.

Όχι μόνο δεν υπάρχει αντίδραση για την κατάφωρη εξαπάτηση (ιδεολογική και οικονομική) αφού το μοντέλο της ελεύθερης οικονομίας κάθε άλλο παρά γιγαντιαίες κρατικές παρεμβάσεις τέτοιου είδους προβλέπει αλλά αντίθετα τα μέτρα για τη σωτηρία των πιστωτικών ιδρυμάτων παρουσιάζονται σαν μέτρα υποστήριξης του πολίτη που ωφελούν αποκλειστικά και μόνο αυτόν. Αν είναι έτσι τότε η οικονομία της ελεύθερης αγοράς έχει αποτύχει παταγωδώς.

Από την άλλη πλευρά το ερώτημα είναι ποιος θα κληθεί να πληρώσει τη νέα αυτή κρίση. Κάποιος πρέπει να πληρώσει και στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι οι χρηματιστές και τραπεζίτες που διέλυσαν εν γνώσει τους το σύστημα, αλλά οι φορολογούμενοι πολίτες των οποίων τα χρήματα, θα πρέπει να διατεθούν ,εκτός από τους γιγάντιους εξοπλισμούς, και για τη διάσωση του παγκόσμιου χρηματοπιστωτικού συστήματος.

Υπάρχει όμως και η άλλη διάσταση. Τα άδεια ταμεία σημαίνει λιγότερη αναπτυξιακή και ανθρωπιστική βοήθεια για τις φτωχές χώρες του κόσμου. Σημαίνει λιγότερα σχολεία, λιγότερα έργα για εξασφάλιση καθαρού νερού, λιγότερη ανάπτυξη, περισσότεροι θάνατοι από διάρροιες και ελονοσία, από έλλειψη τροφής, περισσότερα παιδιά έξω από τα σχολεία και περισσότεροι άνθρωποι βουτηγμένοι στη φτώχεια και την εξάρτηση.

4.5 Περιβαλλοντική πολιτική και πράσινη ανάπτυξη.

Το τελευταίο διάστημα ,όλο και πιο συχνά ακούμε αλλά και διαβάζουμε για την πράσινη ανάπτυξη. Η οικονομική κρίση των τελευταίων ετών απέδειξε την αποτυχία του νεοφιλελευθερισμού και των θεωριών του, που τόσο πολύ τα τελευταία χρόνια μας είχαν κάνει να πιστέψουμε οι οικονομολόγοι τεχνοκράτες, ότι είναι το φάρμακο για όλες τις παθήσεις της κοινωνίας μας. Αποδείχτηκε περίτρανα ότι το μόνο που επιτεύχθηκε ήταν η αύξηση των κερδών των τραπεζών, η αυξητική τάση στο να γίνονται οι πλούσιοι ,πλουσιότεροι και οι φτωχοί, φτωχότεροι, η αύξηση της ανεργίας ,το κλείσιμο βιομηχανιών και επιχειρήσεων.

Ο όρος «εκσυγχρονισμός» που την προηγούμενη δεκαετία χρησιμοποιούνταν από τους οικονομολόγους, από τους πολιτικούς και από άλλους «ειδήμονες» ως το μέσο για την βελτίωση του επιπέδου διαβίωσης

μας αποδείχτηκε τελικά ότι ήταν φρούδες ελπίδες αφού σήμερα όλοι οι οικονομικοί και κοινωνικοί δείχτες έχουν καθοδική πορεία.

Μεσούσης όμως της οικονομικής κρίσης διαβάζουμε στα Μ.Μ.Ε. ότι η μεγαλύτερη τράπεζα των ΗΠΑ Goldman Sachs είχε πάνω από εκατό εκατομμύρια δολάρια τζίρο ημερησίως επί 46 ημέρες στο β' τρίμηνο του 2009. Νωρίτερα η τράπεζα είχε ανακοινώσει ότι τα κέρδη της στο β' τρίμηνο «χτύπησαν» τα 2,7 δις. Δολάρια, ενώ τα συνολικά της έσοδα από τις χρηματιστηριακές συναλλαγές έφτασαν το ρεκόρ των 6,8 δις δολάρια. Είναι αδιανόητο να πραγματοποιεί τέτοιους τζίρους ενώ πριν λίγους μήνες προσέτρεχε στο δανεισμό από τους Αμερικανούς φορολογουμένους για να σωθεί από την καταστροφή. Δεν πρέπει να μείνει επίσης απαρατήρητο ότι κορυφαία στελέχη της Goldman μπαينوβγαίνουν εδώ και χρόνια στην κυβέρνηση των ΗΠΑ. [120] (Εφημ. Ελευθεροτυπία-Οικονομική 8-8-2009).

Ο ΟΑΣΑ στα συμπεράσματα της ετήσιας συνάντησης που έγινε στο Παρίσι, εξάλλου, έχει θέσει ως στόχο την πράσινη ανάπτυξη τονίζοντας πως η ύφεση μπορεί να προσφέρει τις ευκαιρίες αλλά και τα κίνητρα για διορθωτικές μεταρρυθμίσεις ικανές να δώσουν τόσο στην οικονομική ανάπτυξη όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος. Όπως αναφέρει, η ύφεση αποτελεί ισχυρό κίνητρο για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα στη χρήση της ενέργειας και των πρώτων υλών και προπαντός για να αναπτυχθούν καινούργιες πράσινες βιομηχανίες και επιχειρήσεις που θα βοηθήσουν τόσο την οικονομία όσο και το περιβάλλον. Ενδεικτικό παράδειγμα είναι η Κίνα που στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων για την τόνωση της οικονομίας έχει δώσει 22,3 δις ευρώ ,ποσοστό 5,25 % του συνόλου των δαπανών, σε επενδύσεις περιβαλλοντικής φύσης και ειδικότερα για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων.

Ο διεθνής οργανισμός υπογραμμίζει επίσης ότι η μετάβαση σε μια οικονομία με περιορισμένη χρήση άνθρακα μπορεί μακροπρόθεσμα να προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια σε ότι αφορά την ενεργειακή επάρκεια και να περιορίσει το βαθμό στον οποίο είναι ευάλωτες οι οικονομίες στις πετρελαϊκές κρίσεις. Βέβαια θα χρειαστούν επενδύσεις τόσο από τον δημόσιο όσο και από τον ιδιωτικό τομέα για να αντιμετωπιστούν οι πλέον πιεστικές περιβαλλοντικές προκλήσεις όπως για παράδειγμα η καινοτομία στην

ανέγερση κτιρίων και την κατασκευή μέσω μεταφοράς με αποδοτική χρήση ενέργειας, η εκμετάλλευση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι «έξυπνες» ηλεκτρικές συσκευές και ο έλεγχος της μόλυνσης.

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα χωρών που για τους παραπάνω τομείς δαπάνησαν μεγάλο μερίδιο των χρημάτων τους όπως η Αυστραλία που έχει διοχετεύσει 2,2 δις ευρώ σε επενδύσεις για την ανέγερση δημοσίων κτιρίων και κατοικιών με βελτιωμένη απόδοση στη χρήση ενέργειας, το Βέλγιο που θα δαπανήσει συνολικά 100 εκατ. ευρώ για τον ίδιο λόγο. Η Δανία έχει δώσει έμφαση στις πράσινες μεταφορές και θα δαπανήσει συνολικά 12,5 δις ευρώ για το χρονικό διάστημα 2009- 2020 για την κατασκευή νέων μεταφορών φιλικών στο περιβάλλον αλλά και την αναβάθμιση των υφιστάμενων δομών. Η Πορτογαλία, τέλος, θα δώσει έμφαση στην εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) δαπανώντας 225 εκατ. ευρώ σε φοροαπαλλαγές και δάνεια με προνομιακούς όρους για εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας σε κατοικίες και δημόσια κτίρια.

Τέλος, ο διεθνής οργανισμός (ΟΑΣΑ) επισημαίνει την ανάγκη για την τροποποίηση ή για την κατάργηση κάποιων μέτρων που είναι επιζήμια για το περιβάλλον όπως οι επιδοτήσεις των ορυκτών καυσίμων. Σε πολλές από τις αναπτυσσόμενες χώρες θα βοηθούσε στη μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 30% μέχρι το 2050 και ταυτόχρονα θα βελτίωνε την οικονομική κατάσταση των χωρών αυτών.

Συνιστά επίσης την κατάργηση των δασμών σε αγαθά και υπηρεσίες για την προστασία του περιβάλλοντος όπως τον εξοπλισμό για την αποδοτική χρήση ενέργειας από τις (Α.Π.Ε.). Εφιστά, όμως, την προσοχή των κυβερνήσεων ορισμένων χωρών στην ανάγκη να αναθεωρήσουν τα μέτρα για την ενίσχυση της αυτοκινητοβιομηχανίας καθώς αποβαίνουν εις βάρος του περιβάλλοντος. Πρέπει, λοιπόν, να εκτιμήσουν προσεκτικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μέτρων αυτών που σε ορισμένες περιπτώσεις οδηγούν σε αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αν και θα μπορούσαν να έχουν σχεδιαστεί κατά τρόπο ουδέτερο ή ακόμη και επωφελή για το περιβάλλον. Βέβαια αναγνωρίζει ότι πολλές χώρες ενίσχυσαν την

αυτοκινητοβιομηχανία με την ανάπτυξη οχημάτων φιλικών προς το περιβάλλον. [121] (Πηγή:Εφημ.Καθημερινή,4-7-2009)

Εύλογα όμως κάποιος θα ρωτήσει τι είναι πράσινη ανάπτυξη και γιατί θα πρέπει να την ενστερνιστούμε και να την ακολουθήσουμε στη χώρα μας; Η απάντηση είναι απλή. Θα πρέπει να ξαναφτιάξουμε όλα τα προϊόντα που παράγουμε με νέες τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον για να προστατεύσουμε αφενός το περιβάλλον αλλά και αφετέρου να κινηθεί ,μέσω των πράσινων επενδύσεων, η οικονομία και να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας. Αυτό είναι , ίσως το μυστικό της πράσινης ανάπτυξης. Δίπλα στο σημερινό ΑΕΠ να προσθέσουμε ένα νέο ΑΕΠ.

Καινούργιες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.),νέα κτίρια φιλικά προς το περιβάλλον, διαχείριση απορριμμάτων και αποβλήτων με σκοπό την ενεργειακή τους αξιοποίηση, διαχείριση των υδάτινων πόρων θα μπορούσαν να είναι κάποιες από τις κατευθύνσεις προς την πράσινη ανάπτυξη αφού τα κεφάλαια υπάρχουν τόσο από τις ευρωπαϊκές επιδοτήσεις, όσο και από δάνεια τραπεζών που έχουν σκοπό να βοηθήσουν προς την κατεύθυνση αυτή. Τραπεζικοί κύκλοι εκτιμούν πως θα χρειαστούν για τη χώρα μας συνολικές επενδύσεις 45 – 55 δις ευρώ ως το 2020 οι οποίες θα αποφέρουν 60.000 νέες θέσεις εργασίας.

4.6 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Ελληνική Πραγματικότητα

Η Ελλάδα αν και είναι μια χώρα πλούσια σε ηλιοφάνεια και αέριες μάζες εντούτοις η παραγωγή πράσινης ενέργειας από τις δύο αυτές πηγές είναι απογοητευτική. Είναι κοινό μυστικό ότι στη χώρα μας δυστυχώς η γραφειοκρατία (επίσημη πολιτεία), αλλά και οι παράλογες αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών (λόγω έλλειψης ενημέρωσης) λειτουργούν ανασταλτικά στην υλοποίηση επενδύσεων που θα συνεισφέρουν στη λεγόμενη πράσινη οικονομία, αν και έχουν εξασφαλισμένα τα κονδύλια από κοινοτικές επιδοτήσεις και τραπεζικά δάνεια, και βέβαια στο τεράστιο όφελος, όσον αφορά, την προστασία του περιβάλλοντος.

Με τα σημερινά δεδομένα μόνο στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) έχουν μπλοκαριστεί επενδύσεις 2,5 δις ευρώ, οι οποίες

θα μπορούσαν να αποτελέσουν ταυτόχρονα αντίβαρο στην κρίση βοηθώντας στην ενίσχυση της απασχόλησης αλλά και στην λύση του ενεργειακού προβλήματος που ταλανίζει τη χώρα μας, όπως επίσης και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος.

Μέχρι το 2050 η Ελλάδα θα μπορούσε να γίνει ενεργειακά αυτόνομη αποκλειστικά και μόνο από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), είναι το συμπέρασμα μελέτης που εκπόνησε πρόσφατα η Greenpeace με το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλους διεθνείς οργανισμούς, αποδεικνύοντας έτσι περίτρανα ότι η χώρα μας θα μπορούσε να σταματήσει τη χρήση του λιγνίτη το 2030 για ηλεκτροπαραγωγή[122]

Αν αρθούν όμως όλα τα παραπάνω εμπόδια τότε θα μπορούσε να βοηθήσει τη χώρα μας στην εκπλήρωση των υποχρεώσεων της απέναντι των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις (Α.Π.Ε.). Μέχρι το 2020 θα πρέπει να παράγουμε 8.000 MW από αιολική ενέργεια.

Η ενεργειακή πολιτική της χώρας μας, δυστυχώς, τα τελευταία χρόνια είναι η επιλογή της εισαγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τις γειτονικές χώρες , όπως επίσης και οι εισαγωγές μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου δαπανώντας τεράστια ποσά, με αποτέλεσμα να είμαστε δέσμιοι ενεργειακά ,άρα πολιτικά και οικονομικά από αυτές τις χώρες.

Όσοι ασχολούνται με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), θεωρούν εφικτό το σενάριο η Ελλάδα από χώρα εισαγωγής ρεύματος μπορεί να μετατραπεί σε χώρα εξαγωγής.

Αν και οι προοπτικές είναι μεγάλες ο τεράστιος αυτός πλούτος της χώρας μας μένει ανεκμετάλλευτος λόγω μιας σειράς προβλημάτων όπως η δυστοκία λήψης αποφάσεων από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η γραφειοκρατία σε όλα τα επίπεδα της ελληνικής διοίκησης η ανυπαρξία δικτύων μεταφοράς ενέργειας η πληθώρα εκδοθέντων αδειών παραγωγής ,η έλλειψη επαναξιολόγησης, και η εφαρμογή του νέου ειδικού χωροταξικού σχεδίου.

Τα προβλήματα θα συνεχιστούν και δεν θα λυθούν ,αν δεν υπάρξει συντονισμός μεταξύ των συναρμόδιων Υπουργείων και των Περιφερειών με αποτέλεσμα, να λειτουργήσουν ως συντεταγμένη πολιτεία και όχι ερμηνεύοντας και εφαρμόζοντας στην πράξη αποσπασματικά ,ελλιπώς και

κατά το δοκούν τη σχετική νομοθεσία, ο κάθε φορέας ξεχωριστά. Τελικό αποτέλεσμα είναι η ασυνεννοησία, η επικάλυψη αρμοδιοτήτων ,η αντιφατικότητα των αποφάσεων, η αλληλοαναίρεση.

Επίσης χρειάζεται σωστή ενημέρωση των πολιτών στις τοπικές κοινωνίες και η ενεργός συμμετοχή τους στις διαδικασίες ανάπτυξης των αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων είναι το κλειδί για τη δυναμική εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

4.7 Καινοτομία και περιβάλλον

Η καινοτομία είναι μια περίπλοκη και πολυδιάστατη διεργασία μέσω της οποίας οι ιδέες μετατρέπονται σε υπηρεσίες και προϊόντα. Τυπικά συναντάται στο μικροοικονομικό επίπεδο ως κάτι που επιδιώκουν οι επιχειρηματίες και οι πρωτοπόρες εταιρείες.

Η πρόσβαση εξάλλου στις καινοτομίες δείχνει να συνεχίζει να διευρύνεται, ιδίως κατά τους τελευταίους αιώνες της βιομηχανοποίησης. [123] (Χ.Κορωναίος). Παρ' όλα αυτά είναι αδιαμφισβήτητο ότι ένας αριθμός καινοτομιών στο μακρινό, αλλά και στο κοντινό παρελθόν, που αύξησαν τις ενεργειακές απαιτήσεις, είχαν επίσης και όφελος για τα άτομα και τις κοινωνίες. Ορισμένες από αυτές τις καινοτομίες, π.χ. στον αγροτικό τομέα, επιτεύχθηκαν στον αγώνα για την εξασφάλιση επαρκών προμηθειών τροφής για τους αυξανόμενους πληθυσμούς.

Σε άλλες περιπτώσεις, οι καινοτομίες επιτεύχθηκαν από ή για μια μικρή ομάδα ανθρώπων στην εξουσία, με συγκεκριμένο σκοπό τη διατήρηση ή τη διεύρυνση της θέσης τους. [124] (Χ.Κορωναίος). Το τελευταίο διάστημα οι κυβερνήσεις πολλών χωρών ασχολούνται όλο και περισσότερο με την καινοτομία ανακοινώνοντας καινούργια προγράμματα και διορίζοντας ανώτατα κυβερνητικά στελέχη σε σχετικές θέσεις.

Η δύναμη που ωθεί στη στροφή προς την καινοτομία κινείται σε δύο άξονες:

- Ο πρώτος άξονας είναι οι μεγάλες προκλήσεις κυρίως στους τομείς της ενέργειας και της υγείας , όπου απαιτείται η συνεργασία του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα.

- Ο δεύτερος άξονας είναι η παταγώδης αποτυχία του σημερινού οικονομικού συστήματος με τις ανεπάρκειες της παραδοσιακής οικονομικής ανάπτυξης και των επιχειρησιακών στρατηγικών, με την οικονομική κρίση να αναγκάζει πολλούς οικονομολόγους να μιλούν για «πράσινη ανάπτυξη» και «πράσινη οικονομία».

Τα μηνύματα που έρχονται καθημερινά από τους επιστήμονες, που προσπαθούν να βρουν αποδοτικότερες λύσεις και νέους τρόπους, με τους οποίους η ανθρωπότητα θα στραφεί σε νέα συστήματα μαζικής παραγωγής ήπιας ενέργειας, είναι ενθαρρυντικά.

Χώρες όπως η Γερμανία, η Ιαπωνία, οι ΗΠΑ και η Ισπανία εδώ και αρκετά χρόνια υποστηρίζουν τον αγώνα για τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως η εκμετάλλευση της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας, χορηγώντας επιδοτήσεις σε επιχειρήσεις και ιδιώτες.

Οι κυβερνήσεις βέβαια εάν θέλουν μπορούν να επιβάλλουν πολιτικές που θα παροτρύνουν τις επιχειρήσεις να ακολουθήσουν το δρόμο της καινοτομίας που θα απευθύνεται σ' όλη την ανθρωπότητα και όχι μόνο σ' ένα κομμάτι της.

«Εάν κάνεις κάτι για τους πλούσιους, οι φτωχοί δεν μπορούν να το αγοράσουν», εξηγεί ο Μάσελκαρ, διευθυντής του Εθνικού Ιδρύματός Καινοτομίας της Ινδίας. «Αλλά αν το σχεδιάσεις για τους φτωχούς θα το αγοράσουν όλοι». Γι' αυτό το λόγο και ο Λαρς Άουκραστ, υπεύθυνος για την καινοτομία στο Συμβούλιο Ερευνών της Νορβηγίας συγκρίνει μια χώρα με μια επιχείρηση. «Εάν διοικείς μια επιχείρηση», είπε, «θα τα αφήσεις όλα στην τύχη ή θα πάρεις κάποιες στρατηγικές αποφάσεις;» και πρόσθεσε «όταν σχεδιάζεις πολιτικές για την καινοτομία, παίζεις ένα παιχνίδι πιθανοτήτων προσπαθώντας να αυξήσεις τις πιθανότητες της επιτυχίας.» ([125])

4.8 ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΕΣ (ENERGY SUSTAINABLE SOCIETIES).

Σύνοδος Κορυφής του Ρίο καθιέρωσε την αρχή των τοπικών βιώσιμων σχεδίων ανάπτυξης, γνωστή ως Agenda 21. Σε συνδυασμό με την ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική και τις νομοθετικές πρωτοβουλίες, και με στόχο την επίτευξη των δεσμεύσεων για: μεγαλύτερη ασφάλεια των ενεργειακών αποθεμάτων, 22% του παραγόμενου ηλεκτρισμού από Α.Π.Ε., μείωση της

ενεργειακής έντασης κατά 18%, ευρύτερη χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές και μείωση των εκπομπών αερίων κατά 8%, η Ευρωπαϊκή Ένωση εφαρμόζει μια σειρά από πρωτοβουλίες για την υποστήριξη της δημιουργίας Βιώσιμων Ενεργειακών Κοινοτήτων, οι οποίες θα πρωτοστατήσουν στην εφαρμογή ολοκληρωμένων μέτρων και θα αποτελέσουν παράδειγμα βιώσιμης ανάπτυξης για όλη την Ευρώπη.

Ως Βιώσιμες Ενεργειακά Κοινωνίες ορίζονται οι κοινωνίες σε τοπικό επίπεδο στις οποίες όλες οι ομάδες της (οι αρχές, ο βιομηχανικός και ο εμπορικός κλάδος αλλά και οι πολίτες) συνεργάζονται για να δημιουργήσουν - αποκεντρωμένα- υψηλά ενεργειακά αποθέματα αξιοποιώντας τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, με μια παράλληλη ενσυνείδητη εφαρμογή μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης από όλες τις κατηγορίες χρηστών. Ο στόχος είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής της τοπικής κοινωνίας χωρίς την ταυτόχρονη μείωση των φυσικών αποθεμάτων. Εφαρμόζοντας το υπόδειγμα των Βιώσιμων Ενεργειακών Κοινωνιών θα πρέπει να εξετασθούν προσεκτικά δύο παράμετροι:

- Η πρώτη αφορά τη διαχείριση και την εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων. Η ορθολογική χρήση ενέργειας και η μέγιστη αξιοποίηση των Α.Π.Ε. αποτελούν προαπαιτούμενες συνισταμένες στη χάραξη μιας στρατηγικής συνυφασμένης με την αρχή της βιωσιμότητας.
- Η δεύτερη παράμετρος αφορά το γεγονός ότι η ενέργεια επηρεάζει όλες τις συνιστώσες της βιώσιμης ανάπτυξης:
 - ☐ Την κοινωνική διάσταση με στόχο να προάγει την ποιότητα ζωής και τη δημιουργία θέσεων εργασίας.
 - Την περιβαλλοντική διάσταση, καθώς τα περιβαλλοντικά θέματα αποτελούν την προτεραιότητα των βιώσιμων ενεργειακών πολιτικών.
 - ☐ Την οικονομική διάσταση, η οποία αφορά την εκμετάλλευση των εγχώριων πηγών, τη δημιουργία σταθερών αγορών για τεχνολογίες Α.Π.Ε. και ΕΞ.Ε, την προσαρμογή των τιμών, καθώς και την εξασφάλιση των αναγκαίων αποθεμάτων.
 - ☐ Την τεχνολογική καινοτομία, καθώς η συνεχής εξέλιξη των

τεχνολογιών Α.Π.Ε. και ΕΞ.Ε είναι ζωτική για την ανάπτυξη της κοινότητας.

□Τους κλάδους της οικονομίας, με στόχο να συμπεριληφθούν κριτήρια για βιώσιμη ενέργεια και μέγιστη αξιοποίηση των τεχνολογιών Α.Π.Ε. σε όσο το δυνατόν περισσότερες δραστηριότητες της κοινότητας (π.χ. βιομηχανία, γεωργία, μεταφορές, τουρισμός, κατοικία κ.λπ.).

□Την κατάρτιση, για την απόκτηση προηγμένης γνώσης ή/και τον εκσυγχρονισμό των γνώσεων σχετικά με την ενεργειακή βιωσιμότητα, τις ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας ως προτεραιότητα για την τεχνική και ακαδημαϊκή κατάρτιση των επαγγελματιών του κλάδου.

Την εκπαιδευτική και ενημερωτική διάσταση για την εύκολη πρόσβαση των πολιτών στη γνώση και την ευρύτερη διάδοση των θεμάτων αυτών.

□Την πολιτική διάσταση, για την πραγματική ενσωμάτωση της ενεργειακής βιωσιμότητας σε προγράμματα, πλάνα δράσης και τοπικές νομοθετικές κατευθύνσεις.

Οι προϋποθέσεις για την πετυχημένη υλοποίηση μιας βιώσιμης ενεργειακής στρατηγικής περιλαμβάνουν:

√ την πλήρη δέσμευση των κέντρων αποφάσεων για την υιοθέτηση εφαρμογών Α.Π.Ε. και ΕΞ.Ε.

√ την ενεργή εμπλοκή των τοπικών φορέων αλλά και των απλών πολιτών.

√ τη διαθεσιμότητα πόρων από τις τοπικές διοικητικές και οικονομικές υπηρεσίες.

Τα τελευταία χρόνια, σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην οργανωμένη ενημέρωση των μαθητών και σπουδαστών για την Εξοικονόμηση Ενέργειας και τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, καθώς η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των νέων από μικρή ηλικία εξασφαλίζει την ύπαρξη στο μέλλον ενεργειακά υπεύθυνων καταναλωτών. Ο ρόλος του Σχολείου και κατά συνέπεια των εκπαιδευτικών είναι καθοριστικός για την επιτυχία αυτού του εγχειρήματος. Στα πλαίσια αυτά η Ευρωπαϊκή Ένωση

συγχρηματοδότησε εκπαιδευτικό ενεργειακό πρόγραμμα με τίτλο: «Ενημέρωση και παρακίνηση των μαθητών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη βελτίωση της ενεργειακής συνείδησης και συμπεριφοράς».

5. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Συχνά όλοι μας έχουμε αναρωτηθεί τι είδους εκπαίδευση θέλουμε να εφαρμόσουμε στη χώρα μας και τι είδους πολίτες θέλουμε να δημιουργήσουμε, έτσι ώστε να είναι ικανοί με τη σειρά τους, να δημιουργήσουν μια βιώσιμη ολοκληρωμένη ανάπτυξη τοπική, περιφερειακή, παγκόσμια.

Οι περισσότεροι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αυτοί οι πολίτες πρέπει να αποκτήσουν το επιστημονικό και το τεχνολογικό υπόβαθρο για να προσλάβουν συνεργατικές και επικοινωνιακές ικανότητες με σκοπό πρωταρχικά να μάθουν να σέβονται τη ζωή, τον άνθρωπο, το περιβάλλον.

Μέσα από την εκπαίδευση επίσης να καλλιεργήσουν την κριτική και δημιουργική σκέψη τους συμβάλλοντας έτσι στη δίκαιη κατανομή των αγαθών, στην εξάλειψη της φτώχειας και των ανισοτήτων μεταξύ πλούσιων και φτωχών χωρών με τελικό σκοπό την ευημερία των λαών.

Η εκπαίδευση βέβαια ξεκίνησε σαν ανάγκη να μεταβιβαστούν δεξιότητες και γνώσεις που αφορούν την επιβίωση των ανθρώπινων κοινωνιών από την μια γενιά στην άλλη. Στη συνέχεια όμως η εκπαίδευση λειτούργησε ως μια σκόπιμη και συνειδητή προσπάθεια των κυριάρχων τάξεων προκειμένου να διατηρήσουν την εξουσία τους. Αυτός εξ' άλλου είναι και ο λόγος που η εκπαίδευση αποτελεί προνόμιο τους. Μπορούμε να πούμε δηλαδή ότι η εκπαίδευση αποτελεί βασική μορφή κοινωνικοποίησης των ατόμων σε μια δεδομένη κοινωνία, σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα.

Σήμερα όμως, σε επίπεδο θεωρητικών δηλώσεων προς το παρόν, δίνεται έμφαση στην προσωπική ανάπτυξη του ανθρώπου στο πλαίσιο του σχολείου. Η προσωπική ανάπτυξη του ανθρώπου θα έπρεπε να θεωρείται ανέκαθεν ο κύριος στόχος της εκπαιδευτικής λειτουργίας, αφού η παιδεία είναι κοινωνικό αγαθό και η παροχή του είναι υποχρέωση προς τον πολίτη.

Μήπως γιατί έχει γίνει πλέον συνείδηση ότι μια κοινωνία, ένα σύστημα, για να είναι υγιές πρέπει να στηρίζεται σε ανθρώπινα 'υποσυστήματα' που έχουν

υψηλό επίπεδο παιδείας και μόρφωσης; Αυτή η προβληματική θα πρέπει να απασχολήσει τόσο αυτούς που έχουν την ευθύνη για τα πολιτικά δρώμενα, όσο και τον καθένα μας.

Αυτό κυρίως που αναγνωρίζεται είναι ,ότι η παιδεία είναι κάτι πολύ ευρύτερο από την γνώση ενός αντικειμένου και συνδέεται πολύ περισσότερο με την συμπεριφορά των ατόμων μιας συγκεκριμένης κοινωνίας στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή, παρά με τις γνώσεις των ατόμων αυτής της κοινωνίας γύρω από διάφορα θέματα, όπως η φύση, το ανθρώπινο σώμα, το διάστημα, το υπέδαφος, κλπ.

Έτσι τίθεται το ερώτημα τι παιδεία θέλουμε;

«Θέλουμε την παιδεία ,λοιπόν, ως συνεχή, συστηματική και ολοκληρωμένη μορφωτική και πολιτισμική δια βίου διαδικασία, ή μόνο ως εκπαίδευση /τεχνική επαγγελματική κατάρτιση σε ειδικά και βραχύχρονα γνωστικά/τεχνολογικά πεδία και αντικείμενα;

Με άλλα λόγια θέλουμε μέσα από το σύστημα παιδείας μας να συμβάλλουμε στη διαμόρφωση ολοκληρωμένων και υπεύθυνων πολιτών με κριτική σκέψη και επαρκείς γνώσεις ή όπως θα λέγαμε παλιότερα αναμασώντας γνωστά μας συνθήματα να ετοιμάζουμε πειθήνιες και φθηνές ανθρωπομηχανές για τα μονοπώλια;» [126] (Ρόκος Δ. «Η φύση,η αποστολή και ο δημόσιος χαρακτήρας του Πανεπιστημίου σήμερα».1997,σελ.263)

5.1 ΠΑΙΔΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Από τη σύσταση του Ελληνικού κράτους οι συζητήσεις, γύρω από το σοβαρό θέμα της παιδείας, ήταν και είναι από τα κυρίαρχα στον τόπο μας. Πολλοί μιλάνε για την αναγκαιότητα μιας εκπαίδευσης, η οποία θα αντιμετωπίσει όλα τα προβλήματα που προκύπτουν, αφού στο βάθος, όλα τα προβλήματα είναι προβλήματα παιδείας.

Η παιδεία είναι η ουσία και ο βασικός κορμός ενός λαού. Ο λαός που είναι απαίδευτος, είναι έρμαιο στα βουλεύματα και τις ορέξεις όσων υποφθαλμιούν τη χώρα μας και υποκύπτει σε κάθε είδους εκβιασμούς και πιέσεις. Όσοι θέλουν να εξαφανίσουν την ιστορική εθνική μνήμη και την συνείδηση ενός λαού, χτυπούν ύπουλα και μάλιστα με έξυπνο και αποφασιστικό τρόπο την παιδεία του.

Αυτό είναι κατά τη γνώμη μας χειρότερο και από την εδαφική υποδούλωση σε άλλους λαούς. Αυτό σημαίνει ότι η ύπουλη επέμβαση στην παιδεία ενός λαού συνεπάγεται, την εξάρτησή του από εξωτερικούς και εσωτερικούς εχθρούς με αποτέλεσμα την απώλεια της ιστορικής μνήμης και της συνείδησής του.

Μιλώντας για παιδεία πρέπει να κάνουμε μια σαφή διάκριση. Υπάρχει διαφορά μεταξύ παιδείας και εκπαίδευσης. Άλλο είναι η παιδεία και άλλο η εκπαίδευση. Δεν πρόκειται για μια εννοιολογική διαφορά, αλλά για μια ουσιαστική διάκριση.

Η παιδεία είναι η διαδικασία ανάπτυξης της προσωπικότητας του ανθρώπου. Ο Πλάτων ορίζει την παιδεία ως την “παραγινομένην πρώτον παισίν αρετήν”. Και φυσικά, όταν μιλούμε για αρετή, δεν εννοούμε απλώς την αναφορά σε μια αυτόνομη ηθική δεοντολογία, αλλά την ολοκληρωμένη προσωπικότητα.

«Η παιδεία με την ευρύτερη έννοια της είναι ταυτόχρονα μόρφωση, καλλιέργεια, εκπαίδευση, πολιτισμός και ανθρωπισμός» [127] (Δημήτρης Ρόκος, Το τέλος του Πανεπιστημίου; ή το Πανεπιστήμιο στην εποχή της Λευκής Βίβλου. σελ.273)

Η παιδεία, για να είναι αληθινή, πρέπει να έχει δύο κύρια στοιχεία. Το πρώτο να παρέχει ολοκληρωμένη γνώση. Φυσικά, κάνοντας λόγο για γνώση δεν εννοούμε την συσσώρευση εγκυκλοπαιδικών γνώσεων, αλλά την υπαρξιακή γνώση, χωρίς να αποκλείεται και κάθε άλλο είδος γνώσης. Ο καλά εκπαιδευμένος άνθρωπος συμμετέχει σε όλα τα γεγονότα της ζωής και τα βιώνει κατά τρόπο αξιολογικό. Δεν αποκλείει τίποτε, ούτε απολυτοποιεί τα σχετικά, ούτε σχετικοποιεί τα μεγάλα. Για παράδειγμα, έχουν αξία τα υλικά και βιολογικά αγαθά, αλλά πρωταρχικό λόγο έχουν τα ψυχικά και πνευματικά, τα οποία δίνουν νόημα στα πρώτα.

Το δεύτερο στοιχείο της αληθινής παιδείας είναι ότι διακρίνεται για την δυναμική πορεία εξέλιξης και δεν παραμένει στην στασιμότητα. Αυτό σημαίνει ότι η παιδεία αναπτύσσεται σε ολόκληρη την ζωή του ανθρώπου και βεβαίως δεν μένει στάσιμη στην απόκτηση κάποιου πτυχίου.

Ενώ μέσα στα πλαίσια αυτά περικλείεται η παιδεία, η εκπαίδευση είναι το σύστημα, η μέθοδος, το μέσο για την απόκτηση και βίωση της γνώσης. Με

τον όρο εκπαίδευση εννοούμε και τα εκπαιδευτικά προγράμματα, τα οποία εκπονούνται για την καλύτερη προσφορά της παιδείας. Μέσα στα πλαίσια αυτά εντάσσονται και οι κτιριακές εγκαταστάσεις, όλη η απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή, και βεβαίως η κατάρτιση του εμπύχου υλικού.

Επομένως, πρέπει να δώσουμε προσοχή στην εκπαίδευση και τα εκπαιδευτικά προγράμματα, ίσως χρησιμοποιώντας προγράμματα άλλων χωρών, τα οποία απαραίτητα πρέπει να τα προσαρμόζουμε στην δική μας πραγματικότητα, και να συντονίζονται στην δική μας παιδεία. Ποτέ όμως δεν πρέπει να παραχαράσσεται η εκπαιδευτική μας παράδοση.

Εκείνο που παρατηρούμε σήμερα είναι ότι υπάρχει σύγχυση μεταξύ του όρου παιδείας και εκπαίδευσης. Η εκπαίδευση ταυτίζεται με την παιδεία, γι' αυτό δίνεται μεγάλη σημασία στα εκπαιδευτικά αναλυτικά προγράμματα και λιγότερο στον ορισμό, την κατεύθυνση και το περιεχόμενο της παιδείας. Με άλλα λόγια, σήμερα παρατηρείται **“η εμπορευματοποίηση της παιδείας”**, η οποία από διαδικασία ανάπτυξης της προσωπικότητας του ανθρώπου μετατρέπεται σε μια διαδικασία δημιουργίας «έμψυχων ρομπότ».

«Η παιδεία βέβαια και ιδιαίτερα η πανεπιστημιακή δεν είναι, δεν μπορεί να είναι δεν θα γίνει ποτέ εμπόρευμα γιατί είναι δημόσιο αγαθό αναπαραγωγής της ανθρωπιάς, θεμέλιο της ελευθερίας των ιδεών και της διακίνησης τους, της διδασκαλίας και της έρευνας και ουσιώδες συστατικό για μια αξιοβίωτη ζωή, όσο και αν μερικά αρνητικά επιφαινόμενά της κατά καιρούς την αμαυρώνουν. [128] (Ρόκος Δ. «Το τέλος του Πανεπιστημίου; ή το Πανεπιστήμιο στην εποχή της Λευκής Βίβλου».1997,σελ.284) και συνεχίζει παρακάτω ο ίδιος «Όσοι τη βάζουν στη μαύρη αγορά ακόμη και στο πλαίσιο των αρχών μιας νεοφιλελεύθερης οικονομίας, ούτε νόμους σέβονται, ούτε επενδύσεις κάνουν αλλά ούτε και προδιαγραφές ακολουθούν μια και το κίνητρο τους είναι αυτονόητα μόνο το κέρδος.»

Βέβαια, αυτό είναι συνάρτηση του όλου σύγχρονου τρόπου ζωής, που αποβλέπει στο άτομο και τα υλικά αγαθά, και όχι στο πρόσωπο και τις αληθινές διαπροσωπικές σχέσεις.

Όπως αναφέρει ο Δημήτρης Ρόκος «η κατ'ευφημισμόν κοινωνία της πληροφορίας είναι ...καταλύτης της παγκοσμιοποίησης της οικονομίας της μετατροπής του συλλογικού και του κοινοτικού σε ατομικό και ιδιωτικό,

παραγωγός ακόμη μεγαλύτερης απομόνωσης και αποξένωσης, μετατροπéας του κριτικού πολίτη σε παθητικού θεατή και δημιουργός τεράστιων κερδών»

Είναι γνωστό ότι δημοκρατία δεν είναι απλώς ένα νομικό κατασκεύασμα, ένα κοινωνικό σύστημα για τον τρόπο διαχείρισης της εξουσίας, αλλά τρόπος ζωής. Η δημοκρατία δεν είναι απλά μια θεωρία του ατομικού συμφέροντος, που δίνει στους ανθρώπους την άδεια να προωθούν τους στόχους τους εις βάρος των άλλων. Το κοινό αγαθό είναι κεντρικό χαρακτηριστικό της δημοκρατίας. (Apple. M Beane .J) [129]

Και πιστεύουμε ότι η δημοκρατία μπορεί να υπάρξει και εκφράζεται κυρίως στην ποιοτική αναβάθμιση του λαού, στην οποία αποβλέπει η **ολοκληρωμένη παιδεία**. Το να παραμένει ο λαός αποπροσανατολισμένος, στα κατώτερα στάδια της κοινωνικής και πνευματικής ζωής, είναι αντιδημοκρατικό. Οι εχθροί της δημοκρατίας επιδιώκουν να κρατούν έναν λαό αποπροσανατολισμένο, ανήμπορο να σκέπτεται και να αποφασίζει.

Έχουμε ,όμως εμείς οι άνθρωποι των γραμμάτων την ηθική υποχρέωση να επιδιώκουμε την δημιουργία ελευθέρων ανθρώπων, με δημιουργική και κριτική σκέψη, με αποφασιστικότητα και δικαιοσύνη, με αγάπη και ακεραιότητα που να έχουν ελευθερία τόσο ως δυνατότητα επιλογής, όσο και της παραδοχής του σφάλματος. Ανθρώπους, που είναι ώριμοι και ολοκληρωμένοι, δημιουργεί η αληθινή παιδεία, όταν συνδυάζεται και από άριστη εκπαίδευση.

Η Παιδεία, όπως έχει ειπωθεί από πολλούς, αποτελεί το μέσο για ένα καλύτερο κόσμο. Θα πρέπει φυσικά στο σημείο αυτό να υπογραμμίσουμε ότι με τον όρο καλύτερο δεν εννοούμε πιο παραγωγικό, αυτό είναι θέμα της γνώσης και των δεξιοτήτων των ανθρώπων.

Παιδεία σημαίνει εκείνο τον κόσμο που παρουσιάζει ελάχιστες (και γιατί όχι μηδενικές) οικονομικές ανισότητες, μηδενικές κοινωνικές διακρίσεις, κατανόηση της έννοιας των δικαιωμάτων (τα δικαιώματα αφορούν όλους και κυρίως τις μειοψηφίες) και κατοχύρωση τους, ίσες ευκαιρίες για όλους στην ζωή ανεξάρτητα, θρησκείας, χρώματος και κοινωνικής ή οικονομικής θέσης, κλπ. Βοηθώντας αποτελεσματικότερα να λύσουμε προβλήματα που ταλανίζουν την ανθρωπότητα (πολέμους, οικονομικές κρίσεις, φτώχεια, κλπ);

5.2 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Πολλοί οικονομολόγοι από την δεκαετία του 1990 μέχρι σήμερα έχουν καταβάλει προσπάθειες για να προσδιορίσουν την επίδραση της εκπαίδευσης στην οικονομική ανάπτυξη των διαφόρων χωρών και να μετρήσουν την οικονομική συνεισφορά της. Μία αναδρομή στη διεθνή βιβλιογραφία είναι αρκετή για να διαπιστώσουμε πως αποτελεί κοινή παραδοχή η άποψη, ότι ο στόχος της οικονομικής ανάπτυξης μίας χώρας συνδέεται άμεσα με την εκπαίδευση.

Η συμβολή της εκπαίδευσης στην οικονομική ανάπτυξη έχει μελετηθεί από τους οικονομολόγους τόσο σε μικρο-οικονομικό όσο και σε μακρο-οικονομικό επίπεδο. Οι περισσότερες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η βελτίωση του μορφωτικού επιπέδου μιας κοινωνίας σχετίζεται θετικά με την οικονομική ανάπτυξη, ιδιαίτερα σε χώρες με χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης ή χαμηλό επίπεδο παραγωγικότητας.

Μελέτες που εκπονήθηκαν στην Αμερική (Barro 1997) [130] απέδειξαν ότι ο ρόλος της εκπαίδευσης, και ειδικότερα σε ανώτατο επίπεδο, ως προσδιοριστικού παράγοντα για την ανάπτυξη του ΑΕΠ είναι σημαντικός όσον αφορά τον ανδρικό πληθυσμό, ενώ η εκπαίδευση των γυναικών σχετίζεται αρνητικά με την ανάπτυξη. Άλλες μελέτες (F.Caselli, G.Esquivel, F.Lefort 1996) κατέληξαν στο αντίθετο συμπέρασμα, ότι δηλαδή η εκπαίδευση των γυναικών επηρεάζει θετικά και σε σημαντικό βαθμό την ανάπτυξη, ενώ η εκπαίδευση των ανδρών έχει αρνητική επίδραση.

Παρά τα αντικρουόμενα συμπεράσματα που κατέληξαν οι διάφορες μελέτες, δεν μπορεί να αμφισβητηθεί το γεγονός ότι η κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη επιτυγχάνεται μέσα από ένα προοδευμένο, σύγχρονο και οργανωμένο εκπαιδευτικό σύστημα. Στη σύγχρονη εποχή, η εκπαίδευση και κατάρτιση του ανθρωπίνου δυναμικού έχει μεγάλη σημασία για τη διαρκή προσαρμογή του στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Η δημιουργία και η συσσώρευση του ανθρωπίνου κεφαλαίου, με την απόκτηση γνώσεων και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, πραγματοποιείται κυρίως στα πλαίσια ενός εκπαιδευτικού συστήματος. Με τα δεδομένα της σύγχρονης τεχνολογίας, υψηλότερο επίπεδο μόρφωσης σημαίνει καλύτερο επίπεδο ανθρωπίνου κεφαλαίου, καλύτερες προϋποθέσεις υποδοχής και

απορρόφησης της τεχνολογίας, συνεπώς και μεγαλύτερες δυνατότητες αύξησης του παραγομένου προϊόντος και εξυπηρέτηση του στόχου της οικονομικής ανάπτυξης.

Σύμφωνα με ορισμένους από τους σπουδαιότερους οικονομολόγους, η διαμόρφωση του ανθρωπίνου κεφαλαίου και μέσω της εκπαίδευσης είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την οικονομική ευημερία. Για άλλους, ο βασικότερος παράγοντας συμβολής στην οικονομική ανάπτυξη είναι ο ρυθμός μεγέθυνσης του υλικού κεφαλαίου.

Τι εννοούμε όμως με τον όρο **οικονομική ανάπτυξη**; Σύμφωνα με τον Denison, οικονομική ανάπτυξη είναι η αύξηση του εθνικού προϊόντος σε σταθερές τιμές. Έστω ότι υπολογίζουμε το "πραγματικό" ΑΕΠ για δύο διαφορετικά έτη και κατόπιν συγκρίνουμε τα ΑΕΠ των δύο αυτών ετών. Η εμφάνιση, ενδεχομένως, μιάς αύξησης στο ΑΕΠ δεν σημαίνει όμως και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Αυτό θα συμβεί μόνο, αν παράλληλα αυξηθεί και το κατά κεφαλή εισόδημα και γι αυτό ίσως χρειάζεται να γίνουν οι κατάλληλες προσαρμογές, ώστε να υπολογίζεται η μεταβολή στο κατά κεφαλήν εισόδημα.

Εάν, λοιπόν, υποτεθεί ότι το ΑΕΠ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας λογικός εκφραστής της οικονομικής προόδου, τότε η διαχρονική μεταβολή του ΑΕΠ μας δείχνει το ρυθμό οικονομικής ανάπτυξης. Η οικονομική ανάπτυξη, όμως, δεν συμβαίνει χωρίς λόγο. Πρέπει να υπάρχει κάτι που την ωθεί και γι' αυτό έχουν γίνει πολλές προσπάθειες, ώστε να εξηγηθεί η ανάπτυξη που συνέβη στο παρελθόν.

Ο ρυθμός της οικονομικής ανάπτυξης θα μπορούσε να αυξηθεί, επιταχύνοντας το ρυθμό συσσώρευσης του κεφαλαίου, μεγεθύνοντας το εργατικό δυναμικό ή και βελτιώνοντας τις τεχνικές δυνατότητες. Μέχρι τώρα, τη μεγαλύτερη σπουδαιότητα φαίνεται να έχει η τεχνική πρόοδος, όσον αφορά στην αύξηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Αν και πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων που βασίζονται σ'αυτή την παραδοχή, τέτοιες αναλύσεις έχουν κατανοηθεί σωστά και μπορεί να εξυπηρετήσουν τη βελτίωση της γνώσης μας σχετικά με την οικονομική ανάπτυξη.

Τα άμεσα ερωτήματα που προκύπτουν από την εξέταση του αντικειμένου είναι πώς μπορεί η εκπαίδευση να επηρεάσει την οικονομική ανάπτυξη και

επιπλέον πώς θα μπορούσε αυτή η επιρροή να πιστοποιηθεί. Ο William Miller σημειώνει ότι η προσπάθεια να προσδιοριστεί ποσοτικά η συνεισφορά της εκπαίδευσης στην ανάπτυξη απαιτεί μια εκ των προτέρων εξήγηση του γιατί θα πρέπει να περιμένουμε κάποια συνεισφορά στην ανάπτυξη από την εκπαίδευση.

Πρέπει, ακόμη, να γνωρίζουμε ότι δεν θα προωθηθεί η οικονομική ανάπτυξη από κάθε είδους εκπαίδευση. Η εκπαίδευση είναι πηγή οικονομικής ανάπτυξης, μόνο αν είναι σε τέτοιο βαθμό αντιπαραδοσιακή, ώστε να απελευθερώνει, να εμπνέει, να ενημερώνει, καθώς και να διδάσκει το άτομο γιατί και πώς να έχει απαιτήσεις από τον εαυτό του. Βέβαια, το πρόβλημα της εκτίμησης των ποσοτικών μεγεθών της συνεισφοράς παραμένει.

Έτσι προκύπτει ότι οι προοπτικές βελτίωσης του επιπέδου οικονομικής ανάπτυξης μιας κοινωνίας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό, τόσο από την ποσοτική εξέλιξη του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της κοινωνίας, όσο και από την προσδοκώμενη εξέλιξη του επιπέδου μόρφωσής του.

Στον Πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία σχετικά με το μορφωτικό επίπεδο του οικονομικά ενεργού πληθυσμού στην Ελλάδα.

ΠΙΝΑΚΑΣ4: Εκπαιδευτική σύνθεση του εργ. δυναμικού στην Ελλάδα, το 2006.

Μορφωτικό Επίπεδο	Ποσοστό (%)
Μη φοιτήσαντες και φοιτήσαντες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	5,0
Απόφοιτοι Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης	36,6
Απόφοιτοι Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	36,0
Απόφοιτοι Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης & φοιτούντες στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	22,4

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε. Στατιστική της Εκπαίδευσης

Από τον Πίνακα αυτό διαφαίνεται ότι το μορφωτικό επίπεδο του οικονομικά ενεργού πληθυσμού στην Ελλάδα είναι κυρίως απόφοιτοι της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και μόλις το 22,4% είναι απόφοιτοι ή φοιτούντες στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συνεπώς, με τα δεδομένα αυτά,

υπάρχουν αρκετά περιθώρια ποιοτικής βελτίωσης του ανθρωπίνου κεφαλαίου, ώστε να εξασφαλισθεί η καλύτερη προσαρμογή του στους διάφορους τομείς της οικονομικής μας ζωής, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε υψηλότερα επίπεδα οικονομικής ανάπτυξης.

Η ποιότητα του ανθρωπίνου δυναμικού είναι, αναμφισβήτητα, συνάρτηση πολλών άλλων μεταβλητών εκτός από την εκπαίδευση. Αποδεικνύεται όμως εύκολα, ότι η ποιότητα της εκπαίδευσης σήμερα επηρεάζει την μελλοντική ποιότητα του οικονομικά ενεργού πληθυσμού και μέσω αυτής την οικονομική ανάπτυξη.

Η αύξηση λοιπόν του μορφωτικού επιπέδου σχετίζεται άμεσα με τον στόχο της οικονομικής ανάπτυξης και δημιουργεί επιχειρήματα, ώστε να συμπεριληφθεί η εκπαίδευση στους στόχους της οικονομικής πολιτικής.

Τέλος, σύμφωνα με μελέτη των (Γ.Ψαχαρόπουλος και Α. Καζαμίας 1985) [131]. μετά από διασταύρωση πολλών στοιχείων, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εκπαίδευση βοήθησε στο παρελθόν πολύ λίγο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Το γεγονός αυτό το απέδωσαν οι συγγραφείς περισσότερο στην ποιότητα και λιγότερο στην διάρθρωση της εκπαίδευσης, η οποία παρεχόταν κατά την περίοδο που αφορούσε η μελέτη.

5.3 Πολιτική και εκπαίδευση

Η ιδέα ενός δημόσιου, δωρεάν σχολείου, προσιτού σε όλους, συνδέθηκε στενά με το αίτημα για δημοκρατία και κοινωνική δικαιοσύνη. Είναι αναπόσπαστο κομμάτι των ιδεών του Διαφωτισμού και της Γαλλικής επανάστασης, των αστικοδημοκρατικών και εθνικοαπελευθερωτικών εξεγέρσεων του 19ου αιώνα, και του 'κράτους πρόνοιας' της σοσιαλδημοκρατίας της εποχής μας. Διατρέχει δηλαδή τη σκέψη και τη δράση όλων των αριστερών-δημοκρατικών κινημάτων.

Η ιδέα της ομοιομορφίας πηγάζει από άλλα ρεύματα, φιλελεύθερα-γραφειοκρατικά ή συντηρητικά. Ιστορικά συνδέθηκε με την οργάνωση συγκεντρωτικού κράτους, που λειτουργεί μέσα σε συγκεκριμένη χωρική περιοχή, οριοθετημένη από σύνορα απαραβίαστα και στην οποία ασκείται εθνική κυριαρχία. Είναι δηλαδή η ιδέα αυτή συνδεδεμένη με την ανάδυση

‘εθνικού κράτους’, το οποίο βεβαίως προϋποθέτει ομοιογενή εθνικό πληθυσμό.

Το ομοιόμορφο εκπαιδευτικό σύστημα χρησιμοποιήθηκε ακριβώς για να πετύχει αυτή την ομοιογένεια: να διδάξει την εθνική γλώσσα, την εθνική ιστορία, τον εθνικό πολιτισμό. Για την επιτυχία αυτού του στόχου απευθύνεται σε όλους με τον ίδιο τρόπο, τα ίδια βιβλία, τα ίδια προγράμματα μαθημάτων. Δεν απαιτείται διαφοροποίηση από περιοχή σε περιοχή. Αυτό το πρότυπο ισχύει μέχρι σήμερα, παρόλο που πλάι στους εθνικούς στόχους έχουν προστεθεί και άλλοι, οικονομικοί, όπως η εκπαίδευση και κατάρτιση για τη στελέχωση θέσεων του κρατικού μηχανισμού και της διαδικασίας της παραγωγής. Η ομοιομορφία εξακολουθεί να παίζει το ρόλο της: « ένα κράτος, ένας νόμος, ένα εκπαιδευτικό σύστημα». Βρισκόμαστε μέσα στο σύστημα ιδεών και αξιών του εθνικισμού και του εθνικού κράτους όπως, το γέννησε ο 19^{ος} αιώνας και το ωρίμασε ο 20ος.

Ο 21^{ος} όμως αιώνας ξεκίνησε με άλλες απαιτήσεις Η αποκέντρωση, η πολυπολιτισμική εκπαίδευση, η δια βίου εκπαίδευση, τα διαφοροποιημένα κατά περιοχή προγράμματα στην τεχνική εκπαίδευση και πολύ περισσότερο η προετοιμαζόμενη ιδιωτικοποίηση της εκπαίδευσης, τα σχέδια για την Ευρώπη των περιφερειών και η ίδια η μείωση του εθνικού κράτους από οικονομικές και πολιτικές λειτουργίες “το κλίμα της γενικευμένης κοινωνικής, οικονομικής, πολιτικής και πολιτισμικής κρίσης και η αυξανόμενη απογοήτευση των πολιτών, των εργαζομένων των πανεπιστημιακών και των σπουδαστών, η παραίτηση τους από συλλογικότητες και δημιουργικές πολιτικές πρωτοβουλίες και οι δραστηριότητες και η επικερδής ιδιώτευση ή η ανάπτυξη ακραίων περιθωριακών και συνολικά κατεδαφιστικών κινημάτων[132] (Ρόκος Δ. Η Φύση, η Αποστολή και ο Δημόσιος Χαρακτήρας του Πανεπιστημίου,1997) βάζουν σε πορεία αμφισβήτησης το αδιαπραγμάτευτο μέχρι σήμερα ενιαίο εκπαιδευτικό σύστημα.

Στον αντίποδα αυτών των εξελίξεων η εκπαιδευτική πολιτική της εκάστοτε εξουσίας έρχεται να ενισχύσει την ομοιομορφία μέσα από την αξιολόγηση των μαθητών, και των εκπαιδευτικών μέσω του πιο συγκεντρωτικού και αυταρχικού μηχανισμού που γνώρισε η εκπαίδευση τα τελευταία χρόνια. Στόχος; Να ελαχιστοποιηθεί η απόκλιση, να καταργηθεί η ιδιαιτερότητα της

σχολικής μονάδας, να επιτευχθεί η πολυπύθνη ομοιομορφία. Τελικά το μόνο που προσπαθούν να πετύχουν είναι : την ένταση της ταξικότητας στο χώρο της εκπαίδευσης και τον αποκλεισμό των λιγότερο ευνοημένων.

Μέχρι σήμερα η ομοιομορφία περιορίζονταν στο περιεχόμενο της παρεχόμενης γνώσης. Όλοι διδάσκονταν τα ίδια πράγματα. Εκεί όμως εξαντλούνταν. Δεν τα διδάσκονταν με τον ίδιο τρόπο, γιατί παρενέβαινε ο παράγοντας άνθρωπος-δάσκαλος. Και δεν αξιολογούνταν όλοι με τον ίδιο τρόπο. Στη διαδικασία της διδασκαλίας και αξιολόγησης του μαθητή εφαρμόζονταν πάντα, από καταβολής εκπαίδευσης, μια μεγάλη ποικιλία μεθόδων και κριτηρίων, που έπαιρνε υπόψη της την προσωπικότητα του μαθητή, το γενικό μορφωτικό του επίπεδο (ή αυτό της τάξης), τα πιθανά οικογενειακά προβλήματα, τα πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα της κοινωνικής του θέσης.

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονταν η τυποποίηση και ο φορμαλισμός, που τα τελευταία χρόνια έβρισκαν πρόσφορο έδαφος μόνο στα μαθήματα που αφορούσαν τις πανελλήνιες εξετάσεις, όπως επέβαλλε η ανάγκη για αντικειμενική βαθμολόγηση. Συγχρόνως ο δάσκαλος λειτουργούσε ως παράγοντας εξισορρόπησης των ανισοτήτων (οικονομικών – κοινωνικών – μορφωτικών) μεταξύ των μαθητών. Με άλλα λόγια το εκπαιδευτικό σύστημα ζητούσε από τον καθένα αυτό που μπορούσε, προσφέροντάς του από τα αναγκαία αυτά που μπορούσε να δεχθεί.

Αυτή η κατάσταση ανατρέπεται όλο και πιο πολύ, καθώς το Λύκειο κινείται όλο και πιο πολύ στην τροχιά των πανελληνίων εξετάσεων,(παράδειγμα το εξεταστικό σύστημα του Αρσένη) χάνει το ρόλο του ως αυτόνομη μορφωτική βαθμίδα. Και θεμελιώνεται σταδιακά ένα εκπαιδευτικό σύστημα πολύ πιο συγκεντρωτικό, άνισο, άδικο, τελικά πολύ πιο ταξικό από ποτέ.

Η ταξικότητα δεν έλειπε βέβαια από κανένα προηγούμενο εκπαιδευτικό σύστημα, περιορίζονταν όμως στην εισαγωγή στο Πανεπιστήμιο και μάλιστα χωρίς ιδιαίτερα σκληρές συνέπειες, αφού ακόμη και κάποια παιδιά μη προνομιούχων κοινωνικών στρωμάτων μπορούσαν, προσπαθώντας δυο και τρεις φορές, να πετύχουν σε κάποια ανώτερη σχολή και να διεκδικήσουν με καλύτερους όρους – έστω και σε συνθήκες ανεργίας – μια θέση στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση .

Τώρα η ταξικότητα με πολύ σκληρό τρόπο μεταφέρεται χαμηλότερα, ακόμη και στην απόκτηση του απολυτηρίου του Λυκείου, αφού το Λύκειο μετατρέπεται όλο και πιο πολύ σε φροντιστήριο, σε σκαλοπάτι για την πολυπόθητη εισαγωγή στο πανεπιστήμιο. Έτσι, ακόμη και η απόκτηση του απολυτηρίου – σε μια εποχή που είναι ώριμο πια το αίτημα για δωδεκάχρονη υποχρεωτική εκπαίδευση - γίνεται μια πολύ δύσκολη διαδικασία για όσους δε διαθέτουν χρήμα, μορφωτικό κεφάλαιο, υπομονή και επιμονή – απαραίτητες για πολύωρη μελέτη διαρκείας.

Για να ολοκληρωθεί η μετατροπή της εκπαίδευσης ως κριτήριο κοινωνικής επιλογής, τα τελευταία χρόνια προωθείται συστηματικά και επίμονα από τους οπαδούς του νεοφιλελευθερισμού (και όχι μόνο δυστυχώς) ο συνειρμός της με το πλασάρισμά της στην αγορά με προϊόν. Εφόσον λοιπόν ονομάζεται η εκπαίδευση καταναλωτικό προϊόν, χρειάζεται να υπάρχουν κάποιοι δείκτες, κάποια μετρήσιμα μεγέθη για τη σύγκριση κόστους-ποιότητας. Και βεβαίως κάποιος πρέπει να βάζει και να ελέγχει τους δείκτες αυτούς.

Με αυτό συνδέεται η πρόταση του ΥΠΕΠΘ για την αξιολόγηση των εκπαιδευτικών. Στις περισσότερες χώρες που εφαρμόζονται αντίστοιχα αξιολογικά συστήματα, με εξέχοντα παραδείγματα τις ΗΠΑ και τη Μεγάλη Βρετανία, η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών και των σχολικών τους μονάδων είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις επιδόσεις των μαθητών τους σε κάποιου είδους εθνικές εξετάσεις.

Αν οι μαθητές πάνε καλά σε αυτές τις εξετάσεις, ο εκπαιδευτικός και το σχολείο κρίνονται θετικά. Αν όχι, κρίνονται αρνητικά και μάλιστα από αυτή την κρίση εξαρτώνται και οι κρατικές χρηματοδοτήσεις στο συγκεκριμένο σχολείο.

Εξαναγκάζονται οι εκπαιδευτικοί με αυτό τον τρόπο να παραμείνουν προσανατολισμένοι στην εξετασιοκεντρική διδασκαλία και στην επίτευξη ποσοτικών στόχων, χωρίς καθόλου περιθώρια διδακτικής αυτονομίας και χωρίς βεβαίως την πολυτέλεια να «καθυστερούν» με τους πιο αδύναμους μαθητές. Περισσότερο επιτηρητές και βαθμολογητές και λιγότερο επιστήμονες, δάσκαλοι, εμπνευστές, καθοδηγήτες.

Συγκεντρωτισμός, ομοιομορφία και τυποποίηση είναι, λοιπόν, χαρακτηριστικά που δεν συνάδουν με την εποχή μας κατά κοινή ομολογία. Όμως χρησιμοποιούνται προκειμένου να υλοποιηθεί ο στόχος για μια

εκπαίδευση πιο ταξική, λιγότερο προσιτή σε όλους, για ένα εκπαιδευτικό σύστημα που να βασίζεται και να αναπαράγει τον κοινωνικό αποκλεισμό. Αυτή η πολιτική επιλογή ταιριάζει μόνο σε όσους δεν απειλούνται από την κοινωνία των δυο τρίτων, που ολοταχώς βαίνει προς κοινωνία των δυο τετάρτων.

5.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ –ΠΑΙΔΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η UNESCO [93] στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών της για την ανάπτυξη μιας εκπαίδευσης η οποία θα διαμορφώνει αξίες και στάσεις για ένα βιώσιμο μέλλον της ανθρωπότητας και του πλανήτη, κάλεσε τα κράτη μέλη της UNECE να προγραμματίσουν τις δράσεις τους για τη δεκαετία 2005-2014. Το ΥΠΕΠΘ ανταποκρινόμενο στην πρόσκληση της UNESCO, διαμόρφωσε τις Περιβαλλοντικές Δράσεις για την Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη για την τρέχουσα δεκαετία, οι οποίες αφενός έχουν στόχο να καλλιεργήσουν στους μαθητές αξίες και στάσεις που χαρακτηρίζουν τον ενεργό και υπεύθυνο πολίτη και αφετέρου να προωθήσουν την αμφίδρομη σχέση σχολείου και κοινωνίας, με την πραγματοποίηση δράσεων από κοινού με κοινωνικούς φορείς.

Η δράση του 2007 είχε ως θεματικό περιβαλλοντικό περιεχόμενο: «Καταναλωτισμός και Περιβάλλον». Στο πλαίσιο αυτής της δράσης ήταν πολύ σημαντικό να αναγνωρίσουμε τις προεκτάσεις της καταναλωτικής μας συμπεριφοράς τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Ο τρόπος κατανάλωσης καθορίζει και τη στάση μας απέναντι σε θέματα που έχουν σχέση με την υγεία, τη χρήση των φυσικών πόρων, την κατανάλωση ενέργειας, τη διαχείριση των απορριμμάτων και άλλα κοινωνικά ζητήματα.

Με τον όρο κατανάλωση εννοούμε τη χρησιμοποίηση των αγαθών και των υπηρεσιών για την ικανοποίηση ανθρώπινων αναγκών. Η κατανάλωση αγαθών και η χρησιμοποίηση των υπηρεσιών, είναι απαραίτητη για την επιβίωση, την υγεία, την ασφάλεια και την εν γένει καλή ποιότητα ζωής.

Καταναλώνω, άρα υπάρχω. Θα υπάρχει όμως πάντα κάτι για κατανάλωση αν δεν διασφαλιστεί το μέλλον; Ίσως το αληθινό πρόβλημα να μην είναι η υπερβολή στην κατανάλωση αλλά ο αυξανόμενος ρυθμός εκείνων που αποκλείονται από την κατανάλωση. Σήμερα στο Δυτικό κόσμο υπάρχουν νέες ζώνες φτώχειας που προκαλούν ανησυχία. Και σε έναν κόσμο που

κυριαρχείται από τον καταναλωτισμό, όποιος αποκλείεται από αυτόν είναι σαν να μην υπάρχει. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η κατανάλωση δεν είναι μια απλή οικονομική συναλλαγή. Είναι μια συμπεριφορά, μια στάση και μια έκφραση ζωής με πολλές και σημαντικές διαστάσεις και αντιφάσεις. Διαστάσεις οικονομικές, κοινωνικές, πολιτισμικές, ηθικές, ανθρωπιστικές, περιβαλλοντικές.

Οι υποκειμενικές ανάγκες καθορίζουν την καταναλωτική συμπεριφορά η οποία έχει σχέση με τη φιλοσοφία, τις ηθικές αξίες, την παιδεία και την προσωπικότητα του ατόμου. Είναι λοιπόν εξαιρετικά σημαντικό να μάθει κανείς από πολύ νωρίς να ορίζει τις ανάγκες του, να τις εναρμονίζει με τις επιθυμίες του ώστε να μην οδηγείται στην υπερκατανάλωση. Να μπορεί να διαχειρίζεται τους οικονομικούς του πόρους και να γνωρίζει την αγοραστική του δύναμη.

Να εξασφαλίζει ένα επίπεδο διαβίωσης χωρίς να θυσιάζει το περιβάλλον, να είναι επιλεκτικό άτομο, με κριτική σκέψη απέναντι στις προκλήσεις κυρίως της διαφήμισης. Να γνωρίζει τις υποχρεώσεις του και να ασκεί τα δικαιώματά του ως υπεύθυνος πολίτης και καταναλωτής. Ο σεβασμός προς το περιβάλλον μέσα από την κατανάλωση είναι μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους των νέων καταναλωτικών προτύπων που δημιουργούνται. Εμείς οι καταναλωτές του «πολιτισμένου κόσμου» πρέπει να αντιληφθούμε ότι με τη συμπεριφορά μας και τις καθημερινές μας αγοραστικές επιλογές συμβάλλουμε αρνητικά στην καταστροφή του περιβάλλοντος.

Παγκόσμια παράγονται και καταναλώνονται περισσότερα υλικά προϊόντα από ποτέ. Σήμερα ένας βιομηχανικός εργάτης παράγει σε μια εβδομάδα όσα παράγονταν από ένα συνάδελφό του το 18ο αιώνα μέσα σε τέσσερα χρόνια.

Σε μια μέρα ο σημερινός άνθρωπος καταναλώνει τόσους φυσικούς πόρους, όσους κατανάλωνε ένας άνθρωπος μέσα σε ένα χρόνο, πριν διακόσια χρόνια.

«Η ευτυχία που μας υπόσχεται η κατανάλωση δεν έρχεται ποτέ. Τα έχουμε όλα, είμαστε ελεύθεροι, μπορούμε να προμηθευτούμε το κάθε τι σε οποιαδήποτε στιγμή. Ωστόσο αισθανόμαστε ανασφαλείς και δυστυχημένοι. Πλούσιοι και φτωχοί μέσω της τηλεόρασης και των άλλων Μ.Μ.Ε. αποκτούν όλο και περισσότερο μια υλιστική, καταναλωτική κουλτούρα. Έχουν μεν

παρόμοιες ανάγκες με τη διαφορά βέβαια πως οι πρώτοι μπορούν να τις ικανοποιήσουν ενώ οι δεύτεροι δεν μπορούν.

Οι καταναλωτικοί παράδεισοι των πλουσίων και τα καταναλωτικά όνειρα των φτωχών χαρακτηρίζουν όλο και περισσότερο τον σύγχρονο βίο». [133] (Ν.Μουζέλης-Εφημ.Βήμα /9-8-09). Αν κάποτε βγούμε απ' αυτό το σύστημα, αυτό θα συμβεί μόνο με μια ριζική πολιτισμική στροφή και πίστη σε αξίες πολύ διαφορετικές απ' αυτές που οδηγούν στην ξέφρενη κατανάλωση.

Χρέος μας είναι να δώσουμε τις κατευθύνσεις εκείνες στις νεότερες γενιές έτσι ώστε να αποκτήσουν καταναλωτική συνείδηση και να αντιληφθούν ότι όσο απερίσκεπτα και χωρίς μέτρο καταναλώνουμε τις φυσικούς πόρους της Γης τόσο οι επιπτώσεις θα είναι ανεπανόρθωτες και μη αναστρέψιμες. Θα πρέπει να κατανοήσουμε ότι σ' αυτόν τον Πλανήτη είμαστε φιλοξενούμενοι και παροδικοί όποτε οφείλουμε να έχουμε σεβασμό στον τόπο που μας προσφέρει απλόχερα τη ζεστασιά της φιλοξενίας του.

Θα πρέπει να γίνουν βίωμά μας τα παρακάτω λόγια του Καζαντζάκη:

«Ν' αγαπάς την ευθύνη.

Να λες εγώ, εγώ μονάχος μου

έχω χρέος να σώσω τη γης.

Αν δεν σωθεί, εγώ φταίω» Ν. Καζαντζάκης-Ασκητική

5.5 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Ένας παρατηρητής του κόσμου μας, θα διαπίστωνε με θλίψη ότι όλες οι προσπάθειες για ευημερία της ανθρωπότητας και της διατήρησης του βιοφυσικού περιβάλλοντος, έχουν αποτύχει. Η διαπίστωση αυτή δεν είναι καθόλου αυθαίρετη και καθόλου κολακευτική για το γένος του ανθρώπου. Αρκεί να σκεφθούμε ότι δύο δισεκατομμύρια άνθρωποι, από τα έξι και πλέον, που φιλοξενεί ο γαλάζιος πλανήτης, ζουν κάτω από το όριο της φτώχειας και όπως είναι γνωστό η φτώχεια και επιδεινώνει και προκαλεί μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Παρά την πρόοδο της ανθρωπότητας το δεύτερο μισό του εικοστού αιώνα, η ψαλίδα ανάμεσα στην ευμάρεια των ολίγων και τη στέρηση των πολλών συνεχώς μεγαλώνει, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι ανεπτυγμένες χώρες δεν έχουν περιβαλλοντικά, οικονομικά, κοινωνικά και άλλα προβλήματα.

Για τη συμπεριφορά και τις επιλογές του απέναντι στο περιβάλλον, ο άνθρωπος δεν πρέπει απλά και μόνο να ανησυχεί, αλλά είναι επιτακτική ανάγκη να αλλάξει τις συνήθειές του με στόχο μία **αξιοβίωτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη**, μία **αξιοβίωτη κοινωνία**, ένα **αξιοβίωτο μέλλον**.

Με τον όρο «**αξιοβίωτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη**» Ο Δημήτρης Ρόκος υποστηρίζει και τεκμηριώνει ότι « η ανάπτυξη είτε θα είναι ολοκληρωμένη, δηλαδή ταυτόχρονα οικονομική, κοινωνική, τεχνική/τεχνολογική, πολιτική και πολιτισμική ,σε διαλεκτική αρμονία και με σεβασμό στο συγκεκριμένο φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον του οποίου μέρος είναι ο άνθρωπος, ή δεν θα υπάρχει καθόλου.

Είναι απαραίτητο να ληφθούν δραστικά μέτρα σε πλανητικό επίπεδο, καθώς αυξάνεται η αλληλεξάρτηση μεταξύ των κρατών και η παγκοσμιοποίηση της οικονομίας είναι γεγονός. Το δικαίωμα στην ανάπτυξη και στην ευημερία το έχουν όλες οι χώρες του κόσμου.

Ποια όμως ανάπτυξη εξασφαλίζει στις κοινωνίες μια καλύτερη ποιότητα ζωής, ως προς την υγεία, την παιδεία, την απασχόληση, τη διάρκεια ζωής, την ασφάλεια, τον πολιτισμό, την αισθητική, την αλληλεγγύη μεταξύ των ανθρώπων και το σεβασμό προς το περιβάλλον;

Η απάντηση ίσως να προέρχεται από ένα νέο πρότυπο ανάπτυξης, την ολοκληρωμένη αξιοβίωτη ανάπτυξη. Πρόκειται για μια συνολική αντίληψη ανάπτυξης η οποία στο σχεδιασμό της λαμβάνει σοβαρά υπόψη οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Είναι η ανάπτυξη που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του ανθρώπου σήμερα, χωρίς να διακυβεύεται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να αντιμετωπίσουν θετικά τις δικές τους ανάγκες. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχή εφαρμογή αυτού του προτύπου ανάπτυξης και των φυσικών πόρων είναι:

- η χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων να μη γίνεται με ρυθμούς ταχύτερους απ' αυτούς με τους οποίους η φύση ανανεώνει τους πόρους αυτούς,
- να μη χρησιμοποιούνται οι μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι ταχύτερα απ' όσο η τεχνολογία τους υποκαθιστά και

να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η ικανότητα αυτοκαθαρισμού και απορρόφησης των ρύπων από τα οικοσυστήματα.

Όταν μιλάμε για φυσικούς πόρους και αναφερόμαστε κυρίως σ' αυτούς που χρησιμοποιούμε για διατροφή, το μυαλό μας οφείλει να πηγαίνει στην απάνθρωπη κατανομή αυτών των πόρων διατροφής. Σήμερα στον πλανήτη μας υπάρχουν λαοί που πετάνε τα περισσεύματα της τροφής τους στα σκουπίδια και άλλοι λαοί που λιμοκτονούν και τα παιδιά τους πεθαίνουν από την πείνα, τη δίψα και την εγκατάλειψη.

Πως θα ζήσουν τα παιδιά μας σε μια γη που εμείς λεηλατούμε και καταστρέφουμε; Οι επόμενες γενιές θα σκέφτονται με οργή και περιφρόνηση τους προγόνους τους, του εικοστού αιώνα, που έβαλαν ως στόχο να λεηλατήσουν τη ΓΗ μέσα σε 100 χρόνια και θυσίασαν τα πάντα για την «ευημερία» τους. Ζούμε σ' έναν κόσμο υλικών αγαθών και καθημερινά συμμετέχουμε στο οδυνηρό παιχνίδι της υπερκατανάλωσης. Τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος έμαθε πολλά, απέκτησε εμπειρίες και γνώσεις, όμως το μέλλον του διαγράφεται το ίδιο αβέβαιο όπως ήταν και πριν τριάντα χρόνια όταν η ανθρωπότητα συνειδητοποιούσε την όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Καλό είναι να γνωρίζουμε τις πραγματικές μας ανάγκες και να τις εξισορροπούμε με τις επιθυμίες μας. Ας σταματήσει ο φαύλος κύκλος παρέμβασης του ανθρώπου στο περιβάλλον και στους φυσικούς πόρους, που βρίσκεται πίσω από κάθε απλή και καθημερινή μας κίνηση και οπωσδήποτε πίσω από τα μικρά και μεγάλα οργανωμένα συμφέροντα. Ας πάψουμε επιτέλους να τρεφόμαστε εις βάρος των παιδιών μας.

5.6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΑΙΔΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, είτε ως αυτοτελής θεσμός είτε ενταγμένη στο ευρύτερο εννοιολογικό πλαίσιο της Εκπαίδευσης για, δίνει απαντήσεις με σαφήνεια και πληρότητα στις Περιβαλλοντικές, Εκπαιδευτικές και Παιδαγωγικές προκλήσεις του παρόντος και του μέλλοντος. Ορόσημο για την εδραίωση και ανάπτυξη του θεσμού της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην Ελλάδα είναι ο νόμος 1892/90 του ΥΠ.Ε.Π.Θ, ο οποίος ορίζει ότι «η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση αποτελεί τμήμα των προγραμμάτων των

σχολείων της δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και ότι σκοπός της είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον του, να ευαισθητοποιηθούν για τα περιβαλλοντικά προβλήματα και να δραστηριοποιηθούν με ειδικά προγράμματα ώστε να συμβάλλουν στη γενικότερη προσπάθεια αντιμετώπισής τους».

Η προσέγγιση που ακολουθεί αναφέρεται στην ιστορική εξέλιξη και κυρίως στον τρόπο εφαρμογής της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην Εκπαίδευση σύμφωνα με τη φιλοσοφία, τις αρχές, τα χαρακτηριστικά και τους στόχους της. Επίσης περιλαμβάνει θεματικές ενότητες σχετικά με τις έννοιες του Περιβάλλοντος, της Κατανάλωσης και της βιώσιμης Ανάπτυξης.

5.6.1 Η έννοια του Περιβάλλοντος και η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.

Με τον όρο **Περιβάλλον** συνήθως χαρακτηρίζουμε ότι βρίσκεται γύρω μας. Ανάλογα με τα ενδιαφέροντά του καθένας ορίζει διαφορετικά το Περιβάλλον. Έτσι, αλλιώς θεωρεί το περιβάλλον ο κοινωνιολόγος αλλιώς ο εκπαιδευτικός, ο οικονομολόγος, ο επιχειρηματίας, ο καλλιτέχνης.

Στην ευρύτερη του έννοια το περιβάλλον είναι: “Το σύνολο των συνθηκών σε κάποιο συγκεκριμένο τόπο πάνω στην επιφάνεια της γης”. [134] (Pryce , 1987, σ.99). Όταν αναφερόμαστε στο περιβάλλον ενός ατόμου, τότε ο όρος περιβάλλον δηλώνει “το φάσμα των στοιχείων που περιβάλλουν το άτομο”.

Όταν αναφερόμαστε στο περιβάλλον του ανθρώπινου γένους συνολικά αυτό μπορεί να νοηθεί με δύο τρόπους: ως το **φυσικό περιβάλλον** (σχηματισμοί εδάφους, χλωρίδα, πανίδα κτλ, που φαινομενικά υπάρχει ανεξάρτητα από τον άνθρωπο) και ως το **τεχνητό περιβάλλον**, που έχει δημιουργηθεί ύστερα από αιώνες ανθρώπινης προσπάθειας” [135] (Sarre, 1987, σ.18).

Στην Π.Ε. περιβάλλον θεωρείται “όχι μόνο το **φυσικό** (πανίδα, χλωρίδα, βιότοποι, οικοσυστήματα κτλ.), το **τεχνητό** (αρχιτεκτονική χώρων, οικισμοί, τεχνικά έργα, κτλ.) αλλά και το **ανθρώπινο** (κοινωνικοπολιτιστικό)” [136] (Αλεξοπούλου & Γκλάβας, 1989, σ.5).

5.6.2 Ορισμός της Π.Ε.

Στο συνέδριο της IUCN-NR στη Νεβάδα το 1970 δόθηκε ο παρακάτω ορισμός, τον οποίο παραθέτουμε ως τον πιο πλήρη από όσους έχουν δοθεί κατά καιρούς:

“Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.), είναι η διαδικασία αναγνώρισης αξιών και διασαφήνισης εννοιών, με σκοπό την ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων, απαραίτητων για την κατανόηση και εκτίμηση των σχέσεων μεταξύ ανθρώπου, του πολιτισμού του και του βιοφυσικού του περιγύρου. Η Π.Ε. έχει ως επακόλουθο πρακτικές για τη λήψη αποφάσεων και διαμόρφωσης από το ίδιο το άτομο ενός κώδικα συμπεριφοράς για θέματα που σχετίζονται με την ποιότητα του περιβάλλοντος” [137] (στο Sinha et. al. σ.7).

5.6.3 Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Η ολιστική αντίληψη των περιβαλλοντικών θεμάτων, που προτείνει η Π.Ε., είναι μια νέα θεώρηση. Με την ανάπτυξη των επιστημών και την αύξηση των γνώσεων επήλθε ο κατακερματισμός τους, μια και λόγοι συστηματικής το επέβαλαν. Έτσι τα διάφορα θέματα εξετάζονται στο σχολείο μέσα από μια στενή θεώρηση προσεγγίζοντάς τα επιφανειακά και καθόλου κριτικά. Αυτό σε συνδυασμό με τις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας έκανε το σχολείο να παραμένει μακριά από τα καίρια προβλήματα της εποχής μας.

Η Π.Ε. έρχεται να αντιμετωπίσει αφενός τα οξυμένα προβλήματα της εποχής μας με νέες μεθόδους, πρακτικές και διαδικασίες, προτείνοντας την αναζήτηση λύσεων των προβλημάτων με διεπιστημονική προσέγγιση αφετέρου την ενσωμάτωση του σχολείου στην κοινωνία.

Είναι πολύ βασικό να παίρνονται αυτές οι τρεις μορφές-περιπτώσεις ως σύνολο και ο τελικός στόχος να είναι εκπαίδευση ΓΙΑ το περιβάλλον και ΥΠΕΡ του περιβάλλοντος. Έτσι, όπως αναφέρουν οι Fennsham και Hunwick, [138] η ΠΕ που στοχεύει στην εκπαίδευση ΓΙΑ το περιβάλλον αποτελεί τον κύριο στόχο της, ενώ οι άλλες δύο μορφές αποτελούν χρήσιμες μορφές εκπαίδευσης όσον αφορά στο στόχο αλλά δεν είναι ο στόχος (Βασάλας, 1992). [139]

Το πρώτο συνθετικό του όρου Περιβαλλοντική Εκπαίδευση έχει δημιουργήσει πολλές φορές σύγχυση ως προς την ταυτότητα και το περιεχόμενό της. “Σιγά σιγά για πολλούς οι επιταγές των συσκέψεων της UNESCO και της Τιφλίδας ξεχνιούνται και καταλήγουν σε προγράμματα απλά για την προστασία του Περιβάλλοντος” (Γαρδέλη, 1986, σ.95) [140] ενώ ο Lucas εκφράζοντας την ανησυχία του παρατηρεί ότι “πάρα πολλοί από τους εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστημών φαίνεται να πιστεύουν ότι το αντικείμενό τους αποτελεί όχημα για την Π.Ε.” (Παπαδημητρίου, 1992, σ.129) [141]. Παραμερίζεται το εκπαιδευτικό περιεχόμενό της, που μαζί με την ενημέρωση και τη γνώση των περιβαλλοντικών προβλημάτων στο σύνολό τους (φυσικό, τεχνητό και κοινωνικό περιβάλλον) είναι και αυτό της διαμόρφωσης χαρακτήρων δημοκρατικών, ικανών να συμμετέχουν και να παίρνουν αποφάσεις, που να τρέφουν σεβασμό αφενός προς την ανθρώπινη ύπαρξη αφετέρου προς τη φύση σε παγκόσμια κλίμακα.”...έχει γίνει πλέον σαφές ότι η Π.Ε. θα πρέπει να έχει μια διάσταση από όλα τα αντικείμενα και τις περιοχές της εκπαίδευσης λαμβάνοντας υπόψη το κοινωνικό, το φυσικό και το ανθρώπινο περιβάλλον. Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στη διεπιστημονικότητα της Π.Ε. και επίσης στην ανάγκη να φθάσει σε όλες τις κατηγορίες του πληθυσμού με την τυπική και άτυπη μορφή εκπαίδευσης” (UNESCO, 1988, σ.3). [142]

Από τα πορίσματα των συνεδρίων φαίνεται ότι έμφαση δεν πρέπει να δοθεί μόνο στο γνωστικό τομέα, αλλά εξίσου στο συναισθηματικό και ψυχοκινητικό τομέα, με τελικό στόχο τη διαμόρφωση στάσεων, κατάλληλων για την αντιμετώπιση των προβλημάτων, καθώς και ατόμων υπευθύνων και ικανών να παίρνουν αποφάσεις.

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση είναι η εκπαιδευτική διαδικασία που ασχολείται με τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Περιλαμβάνει τη σχέση του πληθυσμού, της ρύπανσης, της εξεύρεσης και της διάθεσης των πόρων, της διατήρησης, της μεταφοράς, της τεχνολογίας, του οικονομικού αντίκτυπου, του αστικού και αγροτικού σχεδιασμού με το συνολικό περιβάλλον του ανθρώπου. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί, κυρίως σαν συμπεράσματα συνδιασκέψεων, μία σειρά από υποθέσεις για την περιβαλλοντική εκπαίδευση (Π.Ε.) που προέρχονται

από ένα συγκερασμό παρατηρήσεων, ενδιαφερόντων, κινήτρων, στρατηγικών και κοινωνικών στόχων. Όπως αναμενόταν οι υποθέσεις αυτές παρουσιάζουν συγχρόνως περιβαλλοντική και εκπαιδευτική διάσταση και μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- ✓ Ο βαθμός κοινωνικής και πολιτισμικής εξέλιξης είναι πιο γρήγορος από το βαθμό της βιολογικής εξέλιξης. Επομένως η βιολογική εξέλιξη δεν μπορεί να αντιμετωπίσει τις περιβαλλοντικές ανισορροπίες που δημιουργούνται από την κοινωνικοπολιτισμική εξέλιξη.
- ✓ Τα περιβαλλοντικά προβλήματα συχνά είναι πολύπλοκα και απαιτούν την εξειδίκευση διαφόρων επιστημών για τη λύση τους. Για τη γνώση του φυσικού περιβάλλοντος απαιτείται μία διεπιστημονική προσέγγιση.
- ✓ Τα περιβαλλοντικά προβλήματα πρέπει να εξετάζονται πρώτα σε τοπική διάσταση και έπειτα σε παγκόσμια κλίμακα, ώστε να γίνουν αντιληπτά τα μεγέθη και η διάχυσή τους.
- ✓ Ο άνθρωπος είναι ο κατ' εξοχήν υπαίτιος για την καταστροφή του περιβάλλοντος και γι' αυτό πρέπει να αναλάβει τις ευθύνες του για τη διάσωσή του.
- ✓ Η ευημερία και η περαιτέρω ύπαρξη του ανθρώπου στη γη εξαρτάται από τις αξίες και θεωρήσεις του ανθρώπου για την ποιότητα της ζωής και από τα μέτρα προστασίας των φυσικών πηγών.
- ✓ Η συμπεριφορά των ανθρώπων προς το φυσικό και υλικό περιβάλλον αποτελεί τη φανερή έκφραση των αξιών και των στάσεων ζωής.
- ✓ Μπορεί να αναπτυχθεί από την παιδική ηλικία μέσα από την τυπική και μη τυπική εκπαίδευση μία αρμονική ηθική σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον του που να έχει στόχο τη διατήρηση του περιβάλλοντος και την προστασία του.

Το παγκόσμιο ενδιαφέρον για το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 και του 1970 οδήγησε την UNESCO να διατυπώσει ένα σκελετό για την Π.Ε.. Αυτό το έγγραφο, που αναπτύχθηκε σε μία συνάντηση της UNESCO στο Βελιγράδι το 1976, έγινε γνωστό ως ο καταστατικός χάρτης του Βελιγραδίου και καθιστά σαφές την ανάγκη αλλαγής της ανθρώπινης στάσης και δράσης για το παγκόσμιο περιβάλλον μέσα από τα σχολεία.

Σύμφωνα με τον καταστατικό χάρτη του Βελιγραδίου η Π.Ε. πρέπει να βοηθήσει τα άτομα και τις κοινωνικές ομάδες να αναπτύξουν:

- την ενημέρωση και την ευαισθησία για το περιβάλλον και τα προβλήματα του.
- την γνώση του περιβάλλοντος, και των σχετικών προβλημάτων,
- την απαραίτητη υπεύθυνη ανθρώπινη παρουσία και το ρόλο της σε αυτό.
- την ώθηση για ενεργή συμμετοχή στην προστασία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος.
- τις ικανότητες αξιολόγησης των περιβαλλοντικών μετρήσεων και των εκπαιδευτικών προγραμμάτων όσον αφορά οικολογικούς, πολιτικούς, οικονομικούς, κοινωνικούς, αισθητικούς και εκπαιδευτικούς παράγοντες.
- την υπευθυνότητα για την επείγουσα ανάγκη επίλυσης των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Το 1977 η UNESCO διοργάνωσε μία διεθνή συνδιάσκεψη για την Π.Ε. στην Τιφλίδα της πρώην Ε.Σ.Σ.Δ. Στη συνδιάσκεψη αυτή τονίστηκε ότι η Π.Ε. δεν πρέπει να προστεθεί στα εκπαιδευτικά προγράμματα σαν ξεχωριστός επιστημονικός κλάδος ή να αποτελεί αντικείμενο ειδικής μελέτης αλλά πρέπει να λαμβάνεται σαν μία διάσταση που πρέπει να ολοκληρωθεί μέσα σε αυτά.

Στο συνέδριο της Τιφλίδας διευκρινίστηκε ότι η Π.Ε είναι εκπαίδευση:

- Από το περιβάλλον
- Μέσα στο περιβάλλον
- Για το περιβάλλον (Muthoka & Rego, 1985). [143]

Η Π.Ε. είναι εκπαίδευση :



Από το περιβάλλον, αφού παίρνει γνώσεις από αυτό.

Μέσα στο περιβάλλον, αφού το χρησιμοποιεί ως πεδίο έρευνας και μάθησης.

Για το περιβάλλον, αφού αυτό είναι ο τελικός στόχος για τη διατήρησή του, τη διάσωσή του και τη διαφύλαξή του. Όλα δηλαδή γίνονται ΜΕΣΑ, ΑΠΟ ΚΑΙ ΓΙΑ ΧΑΡΗ του περιβάλλοντος.

5.6.4 ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Οι ακόλουθες οχτώ αρχές Π.Ε. έχουν συντεθεί από μία ευρεία ποικιλία διεθνών πηγών. Οι αρχές αυτές απαρτίζουν μία "καλή πρακτική" στην Π.Ε. και μπορεί να αποτελέσουν μία βάση πάνω στην οποία τα σχολεία μπορούν να αναπτύξουν τις δικές τους τακτικές για: την Π.Ε. Οι αρχές αυτές είναι:

Σκεφτόμενοι παγκόσμια, δρώντας τοπικά, δημιουργώντας προσωπικές σχέσεις αναπτύσσοντας αξίες αναπτύσσοντας πολιτικά δικαιώματα αναπτύσσοντας μία αίσθηση τόπου αναπτύσσοντας μία αίσθηση χρόνου αναπτύσσοντας κατάλληλες πρακτικές.

Σκεφτόμενοι παγκόσμια: Αναπτύσσοντας στα νέα άτομα ενδιαφέρον για την ποιότητα του παγκόσμιου περιβάλλοντος.

Δρώντας τοπικά: Εμπλέκοντας νέα άτομα σε μελέτες για το τοπικό περιβάλλον και δραστηριοποιώντας τα για να διατηρήσουν τα τοπικά περιβάλλοντα και/ή να βελτιώσουν την ποιότητά τους.

Δημιουργώντας προσωπικές σχέσεις: Χτίζοντας πάνω στις εμπειρίες, στις αντιλήψεις, στα αισθήματα και στην υπάρχουσα γνώση των νέων ανθρώπων και βοηθώντας τους να εξερευνήσουν ερωτήσεις, θέματα και προβλήματα που προέρχονται από τις δικές τους αντιλήψεις.

Αναπτύσσοντας αξίες: Βοηθώντας τους νέους ανθρώπους να εκτιμήσουν τη φυσική τους, την πολιτιστική τους κληρονομιά και την ανεξαρτησία τους.

Αναπτύσσοντας τα πολιτικά δικαιώματα: Αναπτύσσοντας στα νεαρά άτομα την προσωπική γνώση, τις ικανότητες και τις δεσμεύσεις που τους καθιστούν ικανούς να λαμβάνουν μέρος αποτελεσματικά στην κοινωνική δράση για την προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος.

Αναπτύσσοντας μία αίσθηση τόπου: Βοηθώντας τα νέα άτομα να αναπτύξουν μία αίσθηση τόπου και ταυτότητας από τις εμπειρίες τους και τις αντιλήψεις τους για το τοπικό περιβάλλον.

Αναπτύσσοντας μία αίσθηση χρόνου: Αναπτύσσοντας μία αντίληψη ότι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπων και περιβάλλοντος αλλάζουν με τον χρόνο και ότι επηρεάζονται με την αλλαγή πολιτιστικών αξιών και από οικονομικές και πολιτικές περιστάσεις.

Αναπτύσσοντας κατάλληλες πρακτικές: Αναπτύσσοντας προσεγγίσεις με παραδείγματα στο αναλυτικό πρόγραμμα, τη διδασκαλία και τη μάθηση για την κατανόηση των επιπτώσεων του να ζουν οι άνθρωποι αρμονικά με το περιβάλλον.

5.6.5 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Κάθε άνθρωπος, είτε αυτός είναι ειδικός επιστήμονας είτε απλός πολίτης, σε οποιοδήποτε γεωγραφικό μήκος και πλάτος βρίσκεται, παρατηρεί με αγωνία και αντιλαμβάνεται καθημερινά, ότι στον πλανήτη Γη μεταβάλλονται συνεχώς οι εσωτερικές σχέσεις ισορροπίας. Μάλιστα οι μεταβολές αυτές τα τελευταία χρόνια παίρνουν επικίνδυνες διαστάσεις με δυσάρεστες και καταστρεπτικές συνέπειες. Αυτές οι σοβαρές διαταραχές των σχέσεων ισορροπίας στο «οικοσύστημα γη» δυστυχώς συνδέονται με το μύθο της κυριαρχίας του ανθρώπου πάνω στη Γη και ξεκινούν κυρίως από τη βιομηχανική επανάσταση και συνεχίζονται μέχρι σήμερα με ταχύτατους και μη ελεγχόμενους ρυθμούς.

- ✓ Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι κλιματικές αλλαγές,
- ✓ η ρύπανση του εδάφους, του νερού και της ατμόσφαιρας,
- ✓ η μείωση του όζοντος,
- ✓ η όξινη βροχή,
- ✓ η καταστροφή της βιοποικιλότητας,
- ✓ η ελάττωση των φυσικών πόρων και
- ✓ ο υπερπληθυσμός,

είναι τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα και οι καθοριστικές και αγωνιώδεις συνιστώσες, οι οποίες συνθέτουν αυτό που παγκοσμίως ονομάζεται «οικολογική κρίση».

Διεθνώς η ιδέα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, ωρίμασε και αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960. Ήταν ο καρπός των αναζητήσεων και των προβληματισμών, ευαίσθητων και συνειδητοποιημένων

πολιτών και η απάντηση στο αίτημα της παγκόσμιας κοινότητας, για την αντιμετώπιση των διαρκώς αυξανόμενων και εντεινόμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Οι ρίζες και οι καταβολές της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης μπορεί να αναζητηθούν στο οικολογικό κίνημα της δεκαετίας του '60 και στα πρόδρομα αυτού κινήματα των πρώτων δεκαετιών του 20ού αιώνα, όπως αναφέρονται τα κινήματα της «διατήρησης», της «μελέτης» και της «προστασίας» της φύσης.

Η αναγνώριση της αξίας της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και η υιοθέτησή της από Διεθνείς Οργανισμούς, υπήρξε καθοριστική για τη διάδοση και την ανάπτυξή της, σε πολλές χώρες του κόσμου. Οι διεθνείς συναντήσεις και διασκέψεις, που ακολούθησαν με την πρωτοβουλία της U.N.E.S.C.O του U.N.E.P και του I.E.E.P, διαμόρφωσαν σταδιακά και με τη συνεργασία των εθνικών επιτροπών των κρατών, τη σύγχρονη ταυτότητα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, ως προς το εννοιολογικό, θεωρητικό, μεθοδολογικό πλαίσιο και τους τρόπους εφαρμογής της στα διάφορα κράτη.

Η πρώτη διεθνής συνάντηση με θέμα την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, πραγματοποιείται στη Νεβάδα των Η.Π.Α το 1970. Στη συνάντηση αυτή καθιερώνεται διεθνώς ο όρος «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση» και διατυπώνεται ο πρώτος και ο πλέον έγκυρος ορισμός και σημείο αναφοράς στην παγκόσμια βιβλιογραφία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης ο οποίος έχει ως εξής: «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση είναι η διαδικασία αναγνώρισης αξιών και διασαφήνισης εννοιών, προκειμένου να αναπτυχθούν στους ανθρώπους και στις κοινωνικές ομάδες, οι απαραίτητες και αναγκαίες ικανότητες και στάσεις για την κατανόηση και εκτίμηση της συσχέτισης Ανθρώπου, Πολιτισμού και του Βιοφυσικού Περιβάλλοντος. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση απαιτεί πρακτική ενασχόληση στη διαδικασία λήψεως αποφάσεων και συνεπάγεται τη διαμόρφωση ενός κώδικα συμπεριφοράς κάθε ανθρώπου για θέματα και προβλήματα που αφορούν στην κοινωνία και στην ποιότητα του περιβάλλοντος».

Στην Ελλάδα η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση εμφανίζεται στα τέλη του 1976. Τη σχολική περίοδο 1980-81 με πρωτοβουλία του ΥΠ.Ε.Π.Θ και του Κ.Ε.Μ.Ε (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο) η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση εισάγεται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όχι ως νέο μάθημα στο υπάρχον αναλυτικό

πρόγραμμα, αλλά ως Προαιρετική Εκπαιδευτική Καινοτομία. Σημαντικός σταθμός για την εδραίωση και ανάπτυξη του θεσμού της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην Ελλάδα, είναι ο νόμος 1892/90 του ΥΠΕΠΘ ο οποίος ορίζει ότι: «η Περιβαλλοντική Αγωγή αποτελεί τμήμα των προγραμμάτων των σχολείων της Α/θμιας Εκπαίδευσης και ότι σκοπός της Περιβαλλοντικής Αγωγής είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον του, να ευαισθητοποιηθούν για το προβλήματα που συνδέονται με αυτό και να δραστηριοποιηθούν με ειδικά προγράμματα ώστε να συμβάλλουν στη γενικότερη προσπάθεια αντιμετώπισής τους».

Ο νόμος αυτός ισχυροποιεί το μέχρι τότε «ήπιο θεσμικό πλαίσιο» και συμβάλλει στην κατακόρυφη ανάπτυξη του θεσμού της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στη δευτεροβάθμια και πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί αρκετά προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στα σχολεία της χώρας, με τη συνεργασία κυρίως των Υπευθύνων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, των Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και των μη κυβερνητικών Περιβαλλοντικών Οργανώσεων.

5.6.6 Σκοποί και στόχοι της Π.Ε.

Στα συνέδρια που προαναφέραμε και κυρίως σε αυτό της Τιφλίδας (UNESCO 1978) προσδιορίστηκαν οι σκοποί και οι στόχοι της ΠΕ, όπως αναφέρονται παρακάτω:

"Να προκληθεί το ενδιαφέρον και ο προβληματισμός γύρω από τις οικονομικές, κοινωνικές, πολιτικές και οικολογικές αλληλεξαρτήσεις σε αστικές και αγροτικές περιοχές."

"Να δοθεί στον καθένα η ευκαιρία να αποκτήσει γνώσεις, αξίες, στάσεις, δεσμεύσεις και δεξιότητες, που χρειάζονται για την προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος"

"Να δημιουργηθεί ένα νέο πρότυπο συμπεριφοράς απέναντι στο περιβάλλον από άτομα, ομάδες και κοινότητες" (UNESCO, 1987, σ.26). [144]

Οι αντικειμενικοί στόχοι της Π.Ε. είναι η παροχή βοήθειας προς άτομα και κοινωνικές ομάδες για:

Αφύπνιση και **ευαισθητοποίηση** προς το περιβάλλον συνολικά και στα προβλήματα που σχετίζονται με αυτό.

Γνώση: Η κατάκτηση ποικίλων εμπειριών και η απόκτηση της βασικής κατανόησης για το περιβάλλον και τα προβλήματά του.

Στάσεις: Απόκτηση αξιών και συναίσθημα ευθύνης για το περιβάλλον και ικανότητα για συμμετοχή στη βελτίωση και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Δεξιότητες: Απόκτηση των βασικών δεξιοτήτων για καθορισμό και επίλυση των προβλημάτων.

Συμμετοχικότητα: Να καταστούν ικανά τα άτομα για ενεργητική συμμετοχή σε όλα τα επίπεδα, να εργαστούν και να παίρνουν αποφάσεις για το περιβάλλον.

Για να επιτευχθούν οι σκοποί και οι στόχοι της ΠΕ θα πρέπει να ακολουθηθούν μερικές βασικές αρχές, παρά την ύπαρξη διαφορών στις λεπτομέρειές τους.

Σύμφωνα με τις καθοδηγητικές αυτές αρχές η Π.Ε. πρέπει:

- Να συμπεριλάβει το περιβάλλον στο σύνολό του, φυσικό, τεχνητό, οικολογικό, πολιτικό, οικονομικό, τεχνολογικό, κοινωνικό, θεσμικό, πολιτιστικό και αισθητικό.
- Να είναι μια συνεχής διαδικασία στη ζωή, αφενός στην τυπική εκπαίδευση μέσα στο σχολείο αφετέρου στην άτυπη έξω από το σχολείο.
- Να έχει διεπιστημονική προσέγγιση και ενώ θα κινείται μέσα στο ειδικό περιεχόμενο κάθε επιστήμης να κάνει δυνατή μια ολιστική και ισοβαρή προσέγγιση.
- Να εξετάζει τα σπουδαία περιβαλλοντικά θέματα από παγκόσμια σκοπιά δίδοντας ιδιαίτερη σημασία στις τοπικές διαφορές.
- Να βοηθάει τους μαθητές να ανακαλύπτουν τα συμπτώματα και τις πραγματικές αιτίες των περιβαλλοντικών προβλημάτων δίνοντας έμφαση στην πολυπλοκότητά τους καθώς και στην ανάγκη ανάπτυξης κριτικής σκέψης και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (ό.π., σ.27).

Η ολιστική θεώρηση των περιβαλλοντικών θεμάτων, που προτείνει η Π.Ε., είναι μια νέα αντίληψη. Με τη συντηρητική αντιμετώπιση της εκπαιδευτικής

πράξης, που παραμένει στις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας, τα διάφορα θέματα εξετάζονται στο σχολείο μέσα στα στενά πλαίσια του αντικειμένου προσεγγίζοντάς τα επιφανειακά και καθόλου κριτικά, “χωρίς να δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να εμβαθύνουν και να διαμορφώσουν ‘μεταγνωστικές’ σκέψεις και στάσεις, που θα εφαρμόσουν στην καθημερινή τους ζωή” [145] (Φλουρής, 1992, σ.220). Αυτό ακριβώς είναι που έκανε το σχολείο να παραμένει μακριά από τα καίρια προβλήματα της εποχής μας. Όμως όπως οι Φλουρής και Μασσιάλας επισημαίνουν:

“Εάν επιθυμούμε να εκπαιδεύσουμε πολίτες, που να συμμετέχουν στα κοινά όταν ενηλικιωθούν, χρειάζεται να αυξήσουμε τις ευκαιρίες των μαθητών, μέσω των επίσημων και ανεπίσημων δραστηριοτήτων, ώστε να αποκτήσουν τις δεξιότητες συμμετοχής, να αναπτύξουν το ενδιαφέρον και τα ανάλογα κίνητρα για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Παράλληλα θα χρειαστεί να ενισχύσουμε το αίσθημα αυτοπεποίθησης των μαθητών, την αυτοαντίληψή τους και την πολιτική και κοινωνική τους αποτελεσματικότητα” [146] (Φλουρής & Μασσιάλας, 1988, σ.40).

Η Π.Ε. λοιπόν έρχεται να αντιμετωπίσει τα οξυμμένα προβλήματα της εποχής μας, με νέες μεθόδους, πρακτικές και διαδικασίες, προτείνοντας αφενός την αναζήτηση λύσεων των προβλημάτων με διεπιστημονική προσέγγιση αφετέρου την ενσωμάτωση του σχολείου στη κοινωνία.

Κατά το Σιγάλα (1987) [147] οι στόχοι ενός προγράμματος (project) Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης πρέπει να ανταποκρίνονται και στις τρεις κατηγορίες διδακτικών στόχων (ταξινόμια Bloom):

Απόκτηση γνώσεων	(στόχοι γνωστικής περιοχής)
Απόκτηση δεξιοτήτων και ικανοτήτων	(στόχοι ψυχοκινητικής και γνωστικής περιοχής)
Δημιουργία στάσεων και συμπεριφορών	(στόχοι συναισθηματικής περιοχής)

Η ομάδα για την Π.Ε. του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου τονίζει ότι: “η ΠΕ για να επιτύχει τους στόχους της, θα πρέπει να είναι :

- **Επιστημονική**, για να αποκτηθούν γνώσεις και διάθεση για έρευνα.

- **Τεχνική**, για να αποκτηθούν δεξιότητες και διάθεση για δημιουργικότητα.
- **Αισθητική**, για να γίνει το παιδί ικανό να αισθάνεται, να αναζητά και να απολαμβάνει τις εμπειρίες του παρελθόντος.
- **Κοινωνική**, για να κατανοήσει τη σημασία που έχει το κοινωνικό σύστημα, οι κοινωνικοί θεσμοί και διαδικασίες πάνω στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος.”

Οι διδακτικές μέθοδοι που μπορούν να ακολουθηθούν είναι:

- Μέθοδοι επίλυσης προβλημάτων.
- Μέθοδοι διευκρίνησης αξιών, αντιμετώπισης ηθικών διλημάτων. Ανάλυση και διασαφήνιση αξιών. Διερευνώνται αξίες, απόψεις και θέσεις διαφορετικών κοινωνικών ομάδων και ατόμων.
- Μέθοδος project.
- Μέθοδος ερευνών (ομαδικών ή ατομικών).
- Διαλέξεις.
- Συζητήσεις δομημένες σε μικρές ομάδες και εν συνεχεία στην ολομέλεια της περιβαλλοντικής ομάδας. με τη συμμετοχή και της ευρύτερης κοινότητας.
- Χρήση τοπικών πηγών (περιβάλλον, άνθρωποι, γραπτές πηγές).
- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση και μελέτη μιας χαρακτηριστικής περίπτωσης που έχει σχέση με ένα επίκαιρο γεγονός ή ένα συγκεκριμένο περιβαλλοντικό πρόβλημα.
- Παιχνίδια μίμησης και ανάληψης ρόλων. [148] (Muthoka & Rego, 1985, Hungerford et.al. 1989) Προκαλούν το ενδιαφέρον του μαθητή και συμβάλλουν τα μέγιστα στη συναισθηματική του ωρίμανση και κοινωνική του ανάπτυξη. Οι μαθητές κατανοούν καλύτερα τα περιβαλλοντικά προβλήματα και προσανατολίζονται ευκολότερα στην επίλυση αυτών των προβλημάτων.
- Συστημική του παρατηρητή: Αυτοδύναμη μεθοδολογική προσέγγιση που θεμελιώνεται στην κριτική θεωρία της σχολής της Φρανκφούρτης (Σχίζα Κ, 2004). [149]

- Μελέτη δράσης: Απαιτείται επαρκής προετοιμασία και προσχεδιασμένες δραστηριότητες για την εργασία στο πεδίο (εκτός ή εντός σχολείου).
- Πλημμυρίδα ιδεών: Επιτυγχάνεται η αυθόρμητη και ελεύθερη έκφραση των μαθητών και παράλληλα σχολιάζονται και αξιολογούνται οι ιδέες των μελών της περιβαλλοντικής ομάδας.
- Επισκόπηση απόψεων: Είναι μια μορφή έρευνας κατά την οποία οι μαθητές μπορούν να διαμορφώσουν και να χρησιμοποιήσουν ως όργανα έρευνας, ερωτηματολόγια, προσωπικές συνεντεύξεις, φύλλα καταγραφής κ.α, προκειμένου να συγκεντρώσουν πρωτογενείς πληροφορίες.
- Βιβλιογραφική έρευνα: Συγκέντρωση πληροφοριών από δευτερογενείς πηγές όπως βιβλία, ημερήσιο και περιοδικό τύπο, διάφορα φυλλάδια σχετικών φορέων, φωτογραφίες, χάρτες κλπ.
- Χαρτογράφηση εννοιών: Οι μαθητές με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών μαθαίνουν να οργανώνουν και να επεξεργάζονται σύνθετες και πολύπλοκες έννοιες, (πχ ένα σύνθετο και πολύπλοκο περιβαλλοντικό πρόβλημα) και να αποδίδουν έννοιες και σχέσεις σε σχηματική μορφή.
- Σχεδιασμός και πραγματοποίηση δράσης: Οι μαθητές με τα δεδομένα που έχουν σχεδιάζουν μια δράση. Με τη μέθοδο αυτή ο μαθητής ωριμάζει συναισθηματικά, ασκείται στη λήψη αποφάσεων και στην ανάληψη των ευθυνών του.

5.6.7 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΤΗΝ Π.Ε.

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση αποτελεί μια καινοτομία στην τυπική εκπαίδευση. Παρουσιάζεται ως μια ιδιαίτερη περίπτωση, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και μεθόδους, που την κάνουν να ξεχωρίζει από τις συμβατικές εκπαιδευτικές διαδικασίες και τολμά την υπέρβασή τους.

Οι διαδικασίες με μορφή project, η διεπιστημονική - διαθεματική προσέγγιση, η επιδίωξη ανάπτυξης κριτικής σκέψης και ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, σε συνδυασμό μεταξύ τους ως ένα αναπόσπαστο σύνολο, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χαρακτηρίζουν αυτή τη μορφή της εκπαίδευσης και

δίνουν τη μοναδικότητα εκείνη που τη διαφοροποιεί από τα άλλα αντικείμενα του Α.Π. του σχολείου.

Για το σχεδιασμό και την εκπόνηση των προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην τυπική εκπαίδευση, προτείνεται ο συνδυασμός των παρακάτω παιδαγωγικών προσεγγίσεων και διδακτικών στρατηγικών στο πλαίσιο της διεπιστημονικής και διαθεματικής μελέτης των θεμάτων. Αυτές οι προσεγγίσεις συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων σε πολλαπλά επίπεδα, όπως γνωστικό, συναισθηματικό και ψυχοκινητικό, στην ανάπτυξη της αυτενέργειας και της ενεργού συμμετοχής του μαθητή, στην ανάπτυξη της κοινωνικής αλληλεπίδρασής του χωρίς να περιορίζεται η ατομική του πρωτοβουλία και γενικώς ευνοούν την πολύπλευρη ανάπτυξη του μαθητή

5.6.7.1 Η μέθοδος Project

Από τη μεγάλη ποικιλία εκπαιδευτικών μεθόδων, που μπορούν να ακολουθηθούν στην Π.Ε., η πιο ολοκληρωμένη ίσως είναι η μέθοδος Project. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει ένα σύνολο απλών και σύνθετων διαδικασιών και μπορεί να ενσωματώσει και να συνδέσει αρμονικά πολλές από τις μεθόδους που ακολουθούμε στην Π.Ε. Η μέθοδος Project είναι μια ανοικτή διαδικασία χωρίς αυστηρά και καθορισμένα όρια. Για αυτό ακριβώς είναι δύσκολο να δοθεί ένας πλήρης ορισμός, που να την περιγράψει με πληρότητα. Θα μπορούσαμε όμως γενικά να πούμε ότι “ η μέθοδος Project είναι ένας τρόπος ομαδικής διδασκαλίας, στην οποία συμμετέχουν αποφασιστικά όλοι και η ίδια η διαδικασία διαμορφώνεται και διεξάγεται από όλους όσους συμμετέχουν “ (Frey, 1986, σ.9). [150]

Στο σημείο αυτό και χωρίς να επεκταθούμε θα θέλαμε να αναφέρουμε ότι συνιστάται στην οργάνωση και διεξαγωγή των προγραμμάτων Π.Ε. να συμμετέχουν όλοι οι παράγοντες της σχολικής ζωής: μαθητές, δάσκαλοι, σύλλογοι γονέων, κοινότητα ([151]Hungerford et.al., 1986, Hungerford et.al., 1988). Για αυτό άλλωστε το πλέον ενδεδειγμένο μοντέλο ανάπτυξης Αναλυτικού Προγράμματος αυτής της μορφής φαίνεται να είναι το μοντέλο της Tabá, γνωστό ως μοντέλο της λογικής της βάσης (Tabá’s grass root rational model) παίρνοντας συγχρόνως στοιχεία από το μοντέλο των Weinstein & Fantini για τη συναισθηματική εκπαίδευση (Curriculum of affect). [152]

Ο Frey περιγράφοντας τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της μεθόδου Project αναφέρει σε γενικές γραμμές: “Οι συμμετέχοντες σε ένα Project

- ✓ Υιοθετούν την πρόταση που έκανε κάποιος ...
- ✓ Συζητούν και αποφασίζουν για τις σχέσεις τους ...
- ✓ Επεξεργάζονται την αρχική πρωτοβουλία ...
- ✓ Αυτοοργανώνονται ...
- ✓ Ανταλλάσσουν πληροφορίες κατά διαστήματα ...
- ✓ Δουλεύουν πάνω σε ανοικτό πεδίο δράσης που δεν είναι προκαθορισμένο..
- ✓ Θέτουν συγκεκριμένους στόχους εργασίας ...
- ✓ Επινοούν μεθόδους σύμφωνα με τις ιδιαίτερες επιθυμίες τους ...
- ✓ Βλέπουν το έργο τους ως πείραμα που γίνεται κάτω από παιδαγωγικές συνθήκες
- ✓ Αντιμετωπίζουν επίκαιρα προβλήματα που αφορούν και τους ίδιους ...”

Η βασική δομή της μεθόδου Project, κατά τον Frey, δίνεται στο παρακάτω σχήμα:

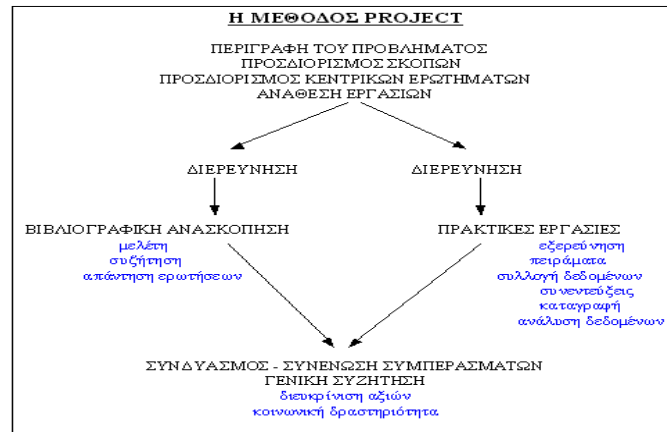
[ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΑ] → [ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΑΠΟΨΕΩΝ]



[ΠΕΡΑΤΩΣΗ PROJECT] ← [ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΔΡΑΣΗΣ]

(στο Frey, 1986, σ.17). [153]

Η μέθοδος Project επιτρέπει στους μαθητές να δουλεύουν κατά ομάδες και να αναπτύσσουν δεξιότητες συλλογής, καταγραφής και ανάλυσης στοιχείων, που προέρχονται είτε από το γραπτό είτε από τον προφορικό λόγο. Ένα ολοκληρωμένο σχήμα για την περιγραφή των διαδικασιών της μεθόδου Project είναι το παρακάτω:



Σχήμα 21

Πηγή: Στο Muthoka & Rego, 1985, σ.63. [154]

5.6.7.2 Διεπιστημονική προσέγγιση

Διεπιστημονικότητα είναι η συνεργασία των επιστημονικών κλάδων, μέσα από ένα σύστημα αλληλεπίδρασης, ανταλλαγής ιδεών και διαλόγου, που επιτρέπει στις επιστήμες να συμμετέχουν, με σκοπό την ολόπλευρη σφαιρική και πλήρη μελέτη ενός θέματος (Hubert, 1992, Hungerford & Peyton, 1986, Muthoka & Rego, 1985). “Η διαθεματική (διεπιστημονική) προσέγγιση καταργεί τα σύνορα μεταξύ των μαθημάτων ως αυτοτελών κλάδων διδασκαλίας και ενιαιοποιεί το περιεχόμενο της διδασκαλίας με μια ολόπλευρη εξέταση φαινομένων και προβλημάτων της ζωής” [155] (Θεοφιλίδης, 1987, σ.15). Στην περίπτωση δε αυτή “η μάθηση στηρίζεται στην ολιστική σύλληψη των πραγμάτων και προχωράει από το όλο προς τα επιμέρους και μετά στην ανασύνθεση. Επίσης η μάθηση στηρίζεται στο μηχανισμό της ενόρασης και στη λύση προβληματικών καταστάσεων” (ό.π. σ.40).

Η διδασκαλία με διεπιστημονική προσέγγιση απαιτεί ιδιαίτερες τεχνικές από μέρους του εκπαιδευτικού, που καλείται να συνδέσει τα επιμέρους σε ένα αρμονικό όλο. Το όλο στην περίπτωση αυτή δεν αποτελείται από ένα απλό άθροισμα των επιμέρους, αλλά έχει μια λειτουργικότητα, που δεν την έχει το κάθε μέρος ξεχωριστά ή σαν σύνολο. Η διδασκαλία γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε δύο ή περισσότερες επιστήμες να εκφράζονται με τη μορφή της διασύνδεσης. Κάθε μια φέρνει το δικό της λεξιλόγιο, τη δική της προσέγγιση

και διαδικασία ανεξάρτητα, παρόλο που πολλές φορές έρχονται σε αντίθεση. (UNESCO, 1985). Αυτό το τελευταίο δείχνει ακριβώς την ανάγκη μιας ευρύτητας αντιλήψεων και πνεύματος συνεργασίας μεταξύ των επιστημόνων/εκπαιδευτικών που εμπλέκονται σε αυτές τις διαδικασίες.

Η διεπιστημονική έρευνα στα πλαίσια του περιβάλλοντος έχει σκοπό την ανάπτυξη νέας γνώσης, που θα εφοδιάσει με τις απαραίτητες έννοιες για την επίλυση προβλημάτων. Η Π.Ε. βασίζεται στη διεπιστημονικότητα, για να εμπλουτίσει τους στόχους της. Συγχρόνως γίνεται πιο γενική και λιγότερο σχηματική και επικεντρώνεται στα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Η ιδέα της διεπιστημονικής προσέγγισης, όπως απαιτεί η Π.Ε., δεν είναι καινούρια. Το εκπαιδευτικό σύστημα των ΗΠΑ μετά την εκτόξευση του Σοβιετικού Σπούτνικ δέχτηκε πολλές αλλαγές στα αναλυτικά του προγράμματα. Τότε προτάθηκαν προγράμματα διακλαδικά με ολιστική μελέτη των θεμάτων θέτοντας ως βασική επιδίωξη να αναπτυχθούν στους μαθητές δεξιότητες έρευνας, για να αντιμετωπίζουν δημιουργικά τα διάφορα προβλήματα με την αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων. Το νεωτεριστικό στοιχείο, που μπήκε σε αυτά τα προγράμματα ήταν “η μείωση των εξειδικευμένων γνώσεων και η συσχέτιση της διδασκαλίας των θετικών επιστημών με τις πραγματικές καταστάσεις της ζωής και την αντιμετώπιση προβλημάτων, που σχετίζονται με τη μόλυνση του περιβάλλοντος, με την αύξηση του πληθυσμού της γης και άλλα σχετικά θέματα” (Φλουρής, 1983,) [156]

Ήδη από τις δεκαετίες του ‘50 και του ‘60 στις ΗΠΑ είχαν εκπονηθεί προγράμματα κυρίως για τις θετικές επιστήμες, όπως αυτά του University of Illinois Elementary School Sciences Project [157], το Sciences Process Approach και άλλα, που επιτύγχαναν συγχρόνως τη διδασκαλία πολλών θετικών επιστημών και τα παιδιά εξοπλίζονταν με τις ανάλογες δεξιότητες για να σκέπτονται επιστημονικά χωρίς να φορτίζονται με άσκοπες λεπτομέρειες. Παραπλήσια μορφή έχουν και τα προγράμματα **κοινωνικών σπουδών**, που η διδασκαλία τους δε στηρίζεται σε χωριστά μαθήματα αλλά σε θέματα πυρήνες, που δίνουν την αφορμή για συζήτηση, χωρίς να δίδεται έμφαση στη μετάδοση γνώσης αλλά στις διανοητικές δεξιότητες, στην έρευνα, στην

ανακάλυψη και τον προβληματισμό εξετάζοντας διάφορα θέματα καθώς και τέτοια του περιβάλλοντος (Γεωργόπουλος & Τσαλίκη, 1993). [158]

5.6.7.3 Επίλυση προβλημάτων

Ο προσανατολισμός προς μια εκπαίδευση με έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων έχει γίνει αντικείμενο όλο και μεγαλύτερου ενδιαφέροντος στις μέρες μας. Στην τελική αναφορά του προγράμματος του Κέντρου Εκπαιδευτικής Έρευνας και Καινοτομιών (Centre of Education Research and Innovation CERI) του ΟΟΣΑ (OECD) με τίτλο “Περιβάλλον και Σχολικές Καινοτομίες”, [159] αναφέρεται με σαφήνεια ότι “Τα σχολεία μπορούν να προωθήσουν ένα πλαίσιο, μέσα από το οποίο να αποκτηθεί η εμπειρία για διερεύνηση, που θα αντανακλά και θα έχει ως πεδίο δράσης το περιβάλλον” (OECD-CERI, 1991 σ.7). [160]. Ακόμα “υποδεικνύει την απομάκρυνση αφενός από το μοντέλο της μελέτης της φύσης (nature study model), αφετέρου από αυτό της απόκτησης γνώσης (knowledge acquisition model) και τη μεταστροφή προς το μοντέλο επίλυσης προβλημάτων” (problem solving model) (Eliot, 1991, σ. 36) [161].

Στην Π.Ε μέσα από μια ολιστική θεώρηση και συμμετοχικές διαδικασίες επιδιώκεται η επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Σύμφωνα με τον Πόρποδα (1991), [162], πρόβλημα είναι μια σχετικά ή ολοκληρωτικά πρωτότυπη κατάσταση, που παρεμβάλλεται ανάμεσα σε ένα άτομο και την επίτευξη ενός σκοπού, η δε επίλυση προβλημάτων (problem solving) περιλαμβάνει τη μεταφορά εννοιών και κινητικών δεξιοτήτων, που έχουν σχέση με μια περίπλοκη νέα κατάσταση (Stones, 1992) [163]. Η νέα αυτή κατάσταση μπορεί να αναφέρεται σε σχολικές ή εξωσχολικές περιπτώσεις και μπορεί να εκτείνεται από μια άσκηση ενός σχολικού μαθήματος έως μια κρίσιμη και αδιέξοδη περίσταση. Κατά την επίλυση των προβλημάτων, που ως διαδικασία βρίσκεται στο ανώτερο επίπεδο των νοητικών δεξιοτήτων, αφενός μεταφέρεται μάθηση που έχει αποκτηθεί από άλλους τομείς, αφετέρου ενεργοποιείται η υπάρχουσα γνώση και όταν το άτομο λύσει το πρόβλημα θα έχει προσθέσει στην προηγούμενη υποδομή του ένα νέο κανόνα, που θα μπορεί να χρησιμοποιήσει σε μελλοντικές προβληματικές καταστάσεις (Φλουρής 1984 σ.87). [164]

Σύμφωνα με τη μέθοδο του Newell and Simon που ασχολείται με την επίλυση προβλημάτων το άτομο πρώτα δομεί μια αναπαράσταση του προβλήματος που ονομάζεται “περιοχή του προβλήματος” (problem space) και μετά δίνει μια λύση μέσα από τη διερεύνηση της περιοχής αυτής. Αυτός που εμπλέκεται στις διαδικασίες επίλυσης προβλήματος μπορεί να επιμερίσει το πρόβλημα, να ενεργοποιήσει παλιές πληροφορίες από τη μνήμη ή να αναζητήσει καινούργιες. Αν η λύση αποδειχτεί επιτυχής, η εργασία τελειώνει. Αν αποτύχει, το άτομο επιστρέφει, δρα παράλληλα ή επαναπροσδιορίζει το πρόβλημα ή τη μέθοδο για τη λύση. Αυτή η μέθοδος επίλυσης προβλήματος δεν είναι γραμμική, ο λύτης μπορεί να περιφέρεται ή να υπερπηδήσει ή να συμπύξει βήματα. (Ornstein, 1990). [165]

Τα προβλήματα μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, τα “ανοικτά” και τα “κλειστά”. Τα κλειστά μπορούν να επιλυθούν με την αλγοριθμική μέθοδο, ενώ τα ανοικτά με την ευρετική ή να οδηγήσουν σε δράση. Η ευρετική προσέγγιση προσφέρεται περισσότερο για διδασκαλία και θα μπορούσε να οδηγήσει σε ενέργειες που περιλαμβάνουν ανοικτή (open-ended) διερεύνηση, συνεχή βελτίωση της δράσης και επανεκτίμηση των σκοπών (Stones, 1992, σ.167).[166]

Σύμφωνα με τον Polya (1973) [167] η επίλυση προβλημάτων μπορεί να επιτευχθεί σε τέσσερα στάδια α) κατανόηση του προβλήματος β) επινόηση του σχεδίου γ) εκτέλεση του σχεδίου και δ) επανεξέταση της λύσης. Οι Bransford & Stein [168] περιγράφουν τη μέθοδο IDEAL για την επίλυση προβλημάτων 1) Προσδιόρισε το πρόβλημα (Identify the problem), 2) οριοθέτησέ το (Define it), 3) Εξερεύνησε πιθανές στρατηγικές (Explore possible strategies, 4) ενήργησε πάνω στις στρατηγικές (Act on the strategies) και 5) Έλεγξε τα αποτελέσματα των προσπαθειών σου (Look at the effects of efforts) (στο Ornstein ό.π. σ.302). [169]

5.6.7.4 Κριτική σκέψη

Η αναφορά στην κριτική σκέψη εδώ γίνεται, επειδή υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ αυτής και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων ο Fisher τη συνδέει με τη δημιουργική και την κριτική σκέψη. Θεωρεί αλληλένδετες τις τρεις μορφές σκέψης, τη δημιουργική

(creative), την κριτική (critical) και τη διερευνητική (investigative), η οποία μπορεί να οδηγήσει στην επίλυση προβλήματος (Fisher, 1991) [170]. Η κριτική σκέψη παρέχει τη δυνατότητα να φτάσει κανείς σε σωστά συμπεράσματα βασισμένα στην παρατήρηση και στην πληροφόρηση.

Αυτοί που σκέπτονται κριτικά είναι ικανοί να κάνουν διάκριση μεταξύ της παρατήρησής τους και των συμπερασμάτων τους, μπορούν να δουν πέρα από τα γεγονότα και να αντιλαμβάνονται τι ακριβώς σημαίνουν αυτά και ξέρουν το νόημα των εννοιών που χρησιμοποιούν. Επίσης "ξεχωρίζουν τις περιπτώσεις, στις οποίες πρέπει να δώσουν πιθανές ερμηνείες από τις περιπτώσεις που πρέπει να δώσουν ασφαλή συμπεράσματα" (Paul, 1988, σ.49). [171]

Κατά το Ματσαγγούρα (1994) [172] σχεδόν συνώνυμη θεωρείται η έννοια της στοχαστοκριτικής σκέψης (reflective thinking), με βάση την οποία υπάρχει η δυνατότητα να επιλύει κανείς προβληματικές καταστάσεις, ενώ έχει τη συνείδηση ότι διαφορετικές παραδοχές οδηγούν σε διαφορετικούς τρόπους θεώρησης και επίλυσης προβλημάτων.

Ο Ennis (στο Ornstein, 1990, σ.42) [173] προσδιορίζει 13 ιδιότητες σε αυτούς που σκέπτονται κριτικά. Αυτοί, γράφει, έχουν την τάση "να 1) είναι ανοιχτά μυαλά, 2) παίρνουν θέση (ή μεταβάλλουν θέση) ανάλογα με τις περιστάσεις, 3) παίρνουν υπόψη τους τις υπάρχουσες καταστάσεις 4) αναζητούν πληροφορίες, 5) αναζητούν ακρίβεια στις πληροφορίες, 6) κατατρέβονται μεθοδολογικά με τα επιμέρους τμήματα ενός σύμπλοκου συνόλου 7) εξετάζουν τις δυνατότητες επιλογής 8) ερευνούν τα αίτια, 9) αναζητούν ξεκάθαρες αναφορές των θεμάτων 10) ενθουμούνται το αρχικό πρόβλημα 11) χρησιμοποιούν αξιόπιστες πηγές, 13) αντιλαμβάνονται τα αισθήματα και το γνωστικό επίπεδο των άλλων". Ο Sternberg (στο Ornstein, ό.π.) διακρίνει τρία χαρακτηριστικά συστατικά της κριτικής σκέψης [174]:

1. Μετα-συστατικά (meta-components), που αναφέρονται σε διαδικασίες ανώτερων νοητικών δεξιοτήτων που βοηθούν στο σχεδιασμό, παρακολούθηση και αξιολόγηση ενεργειών.
2. Συστατικά αντιμετώπισης δυσκολιών (performance components) που αναφέρονται στα στάδια δράσης.

3. Συστατικά απόκτησης γνώσης (knowledge-acquisition components), που χρησιμοποιούνται για τη συσχέτιση παλαιών και νέο-αποκτηθέντων “εργαλείων” καθώς και για την εφαρμογή τους.

5.6.8 ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Η διεθνής κοινότητα έχει αποδώσει στην Π.Ε. ορισμένα χαρακτηριστικά, τα οποία αντιστοιχούν στους παραπάνω αναφερόμενους στόχους. Αυτά τα χαρακτηριστικά την ξεχωρίζουν από την παραδοσιακή εκπαίδευση και μπορεί να συνοψισθούν ως εξής:

- i) Προσανατολισμός στην επίλυση προβλημάτων
- ii) Διεπιστημονική προσέγγιση
- iii) Ενσωμάτωση της Π.Ε. στην κοινωνία, ή άνοιγμα των σχολείων στη ζωή
- iv) Επαναληπτικός/περιοδικός χαρακτήρας της Π.Ε.

Ειδικότερα:

ί) Η Π.Ε. αποτελεί την θεμελιακή εκπαίδευση για την επίλυση των προβλημάτων. Ο στόχος δεν είναι απλά η λύση ενός προβλήματος, αλλά η πλήρης λύση του. Όχι για ένα μικρό χρονικό διάστημα, αλλά μόνιμα. Όχι απλά να γίνει μία διόρθωση και μία ανακατασκευή των ζημιών αλλά να γίνουν τα πράγματα καλύτερα.

ii) Η προσέγγιση του περιβάλλοντος και των σχετικών προβλημάτων του πρέπει να είναι διεπιστημονική, τόσο στην αντίληψη όσο και στη μεθοδολογία. Καμιά επιστήμη δεν μπορεί να διεκδικήσει την Π.Ε., ούτε σαν περιεχόμενο, ούτε σαν διαδικασία. Συνεπώς αναδύεται ένα νέο πεδίο γνώσης, το οποίο επιτρέπει την αντίληψη της πολυπλοκότητας, της συνάφειας, της σφαιρικότητας και της αναπαράστασης της πολυδιάστατης πραγματικότητας. Η Π.Ε. παίρνει μορφή μέσω του επαναπροσδιορισμού και της ανακατασκευής διαφορετικών επιστημών και διαφορετικών εκπαιδευτικών διαδικασιών, με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί η ολοκληρωμένη αντίληψη του περιβάλλοντος και η επίδραση της στο κοινωνικό επίπεδο.

iii) Η Π.Ε. αποτελεί ένα ολοκληρωμένο μέρος της κοινωνίας και σαν καινοτομική που είναι από κάθε άποψη, εμπεριέχει έναν επαναπροσδιορισμό της υπάρχουσας γνώσης για τα προβλήματα και τις ανάγκες της κοινωνίας.

Επίσης η Π.Ε. με σκοπό να γίνει αποτελεσματική πρέπει να μελετήσει κατ' αρχήν το περιβάλλον και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συναντώνται καθημερινά στη ζωή μας και δεύτερον πρέπει να χρησιμοποιήσει διαδικασίες σε συνάρτηση με τις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα και τα κίνητρα των διαφόρων ομάδων, ηλικιών και κοινωνικών τάξεων ώστε να είναι ενδιαφέρουσα στους μαθητές. Έτσι ο μαθητής θα αποκτήσει την ισχυρότερη ώθηση με αποτέλεσμα να αντιδράσει στα προβλήματα που επηρεάζουν την κοινότητα στην οποία μετέχει και επιπλέον να ενεργήσει για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του. Η μελέτη των συγκεκριμένων προβλημάτων που απασχολούν την κοινότητα, καθιστά αναγκαίο το άνοιγμα των εκπαιδευτικών δομών στη ζωή της κοινότητας, όπως και την αναζήτηση των προβλημάτων από τα οποία αμοιβαία επηρεάζεται. Πρόκειται για μία ταυτόχρονη αλληλεπίδραση της εκπαίδευσης και της κοινωνίας, που τελικά θα επιτρέψει στους μαθητές να:

- ελευθερωθούν από τις οδηγίες της εξουσίας και να πάρουν μέρος ενεργά στις κοινωνικές δραστηριότητες
- αυξήσουν την αυτοπεποίθησή τους καθώς επεξεργάζονται προβλήματα και ψάχνουν για λύσεις έξω από το προστατευτικό και οικογενειακό σχολικό περιβάλλον
- έρθουν σε επαφή με την πραγματικότητα έχοντας σαν αποτέλεσμα την γνώση τους για τα περιβαλλοντικά προβλήματα
- μειώσουν σε μεγάλο βαθμό την ημιμάθεια και την απέχθεια προς τα κοινά.

iv) Το τέταρτο χαρακτηριστικό της Π.Ε. προέρχεται από τον χαρακτήρα του περιβάλλοντος, όπως αυτό σχηματίζεται και αναπτύσσεται από τη συνδυασμένη επίδραση των βιοφυσικών παραγόντων και του κοινωνικοοικονομικού πολιτισμικού πλαισίου. Οι ποικίλες παράμετροι και απόψεις που συνθέτουν το κοινωνικό, οικονομικό, πολιτισμικό περιβάλλον αλλάζουν ραγδαία και σχηματίζουν νέες αντιλήψεις. Η γνώση, η τεχνολογία, οι αξίες, η ηθική και η φύση αυτή καθ' αυτή τροποποιούνται ραγδαία πάρα πολλές φορές. Γι' αυτό η Π.Ε. πρέπει να αναθεωρεί τις κατευθύνσεις της, το περιεχόμενό της και τις μεθόδους της αφ' ενός μεν σύμφωνα με την εκάστοτε πραγματικότητα και τις εκάστοτε ανάγκες, αφ' ετέρου δε να αντιπροσωπεύει μία δια βίου συνεχή εκπαίδευση σε όλες τις εκπαιδευτικές δομές. Μόνο έτσι η

Π.Ε. δεν θα υπερκερασθεί από τα γεγονότα αλλά θα ορίσει θέσεις για καλύτερη ποιότητα ζωής και ποιότητα περιβάλλοντος.

5.6.9 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗ Α/ΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Α. Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση εφαρμόζεται στα Σχολεία με την ενεργό συμπαράσταση των Υπευθύνων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και στα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, σύμφωνα με τις υπουργικές αποφάσεις και τις ετήσιες ερμηνευτικές εγκυκλίους του ΥΠ.Ε.Π.Θ. Τα τελευταία χρόνια η συνεχώς εμπλουτιζόμενη εμπειρία των εκπαιδευτικών, που ασχολούνται με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, οδήγησε και στην αναζήτηση μιας άλλης διαδικασίας, με σκοπό τη συνεργασία και την επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών διαφορετικών σχολικών μονάδων, που συμμετέχουν σε σχολικά προγράμματα στο πλαίσιο του θεσμού της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

Έτσι δημιουργήθηκαν τα Δίκτυα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, στα οποία συμμετέχουν σχολεία από όλη τη χώρα με τη συμμετοχή και τη συνδρομή των Υπευθύνων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης των Δ/νσεων Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης, των παιδαγωγικών ομάδων των Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, των Περιβαλλοντικών Οργανώσεων και άλλων φορέων.

Κάθε σχολικό πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση αποτελεί μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική διαδικασία πεντάμηνης τουλάχιστον χρονικής διάρκειας. Η διαδικασία αυτή με συγκεκριμένο θέμα και με την ενεργό συμμετοχή όλων των μελών της περιβαλλοντικής ομάδας, εξελίσσεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά, τους στόχους, το περιεχόμενο, τις μεθόδους και τις τεχνικές της Περιβαλ. Εκπ/σης.

Το θέμα ενός προγράμματος, οι εξορμήσεις στην ύπαιθρο και οι εργασίες στο πεδίο δεν κάνουν αυτομάτως την Εκπαίδευση Περιβαλλοντική. Εκείνο που κάνει την Εκπαίδευση Περιβαλλοντική και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση «καινοτομία» είναι ο διαφορετικός τρόπος οργάνωσης της σκέψης με την οποία προσεγγίζουμε το Περιβάλλον: της σκέψης που επιζητεί

να κατανοήσει, να ερμηνεύσει και να σταθεί κριτικά και δημιουργικά απέναντι στις σχέσεις του ανθρώπου με το οικοκοινωνικό του Περιβάλλον.

Τα σχολικά προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης ούτε υποδεικνύονται ούτε αντιγράφονται, σχεδιάζονται και διαμορφώνονται «εν τω γίνεσθαι» (διδακτικό και μαθησιακό) από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές που συμμετέχουν σ' αυτά. Η αγάπη για το Περιβάλλον ως σύστημα ζωής στο οποίο είναι ενσωματωμένος και ο άνθρωπος και η αναγνώριση της αναγκαιότητας να διαμορφωθεί ένας οικολογικός πολιτισμός στον πλανήτη μας, είναι οι μόνες αληθινές εγγυήσεις για μια σωστή και αποτελεσματική Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.

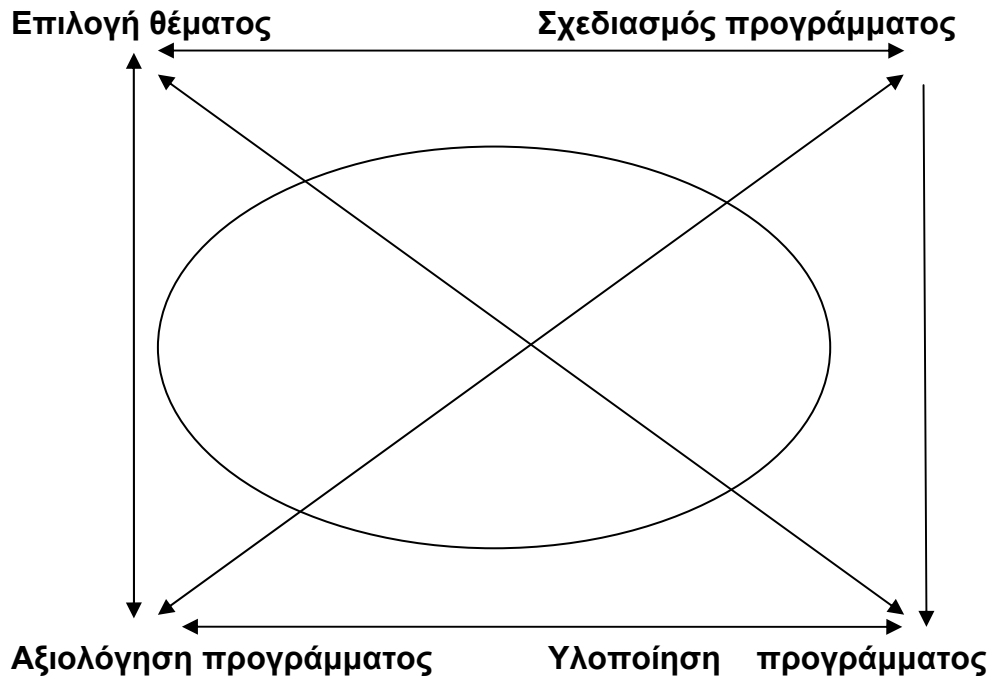
Τα προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης που πραγματοποιούνται στην Ελλάδα από το 1980, διέπονται από τις παρακάτω βασικές αρχές και χαρακτηριστικά της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση απαντά στο κοινωνικό αίτημα για την αντιμετώπιση της οικολογικής κρίσης και είναι προσανατολισμένη στη διερεύνηση και στην προσπάθεια επίλυσης των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Στηρίζεται σ' ένα διεπιστημονικό και διαθεματικό σύστημα γνώσεων και προτείνει ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης, το διεπιστημονικό, διαθεματικό και πολυεπιστημονικό μοντέλο ένταξής της στο εκπαιδευτικό μας σύστημα.

Έχει τη δυνατότητα, ως προς τον συναισθηματικό τομέα, να διαμορφώνει στα άτομα και στις κοινωνικές ομάδες νέες στάσεις, νέες αξίες και τις αναγκαίες δεσμεύσεις για την οικοδόμηση μιας βιώσιμης κοινωνίας. Συμβάλλει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων, οι οποίες επαυξάνουν τις δυνατότητες όλων των εμπλεκομένων στην καλύτερη κατανόηση και αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Δημιουργεί και διαμορφώνει συνθήκες αμφίδρομης επικοινωνίας του σχολείου με την τοπική και την ευρύτερη κοινότητα. Δίνει την δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να προσφέρουν στους μαθητές τους, νέες ενδιαφέρουσες μεθοδολογικές προσεγγίσεις και τεχνικές, που οδηγούν στην αυτενέργεια και τη βιωματική μάθηση. Είναι διαρκής και δια βίου εκπαίδευση πάντοτε προσανατολισμένη στο μέλλον.

Στο παρακάτω σχήμα αποτυπώνονται τα στάδια εφαρμογής ενός προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

Πρόγραμμα Π.Ε.



Σχήμα 22: Σχηματική αναπαράσταση των σταδίων εφαρμογής ενός προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Ένα πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης μπορεί να σχεδιασθεί και να πραγματοποιηθεί με βάση τα παρακάτω βήματα:

1^ο) Ενημέρωση – ευαισθητοποίηση - δημιουργία ενδιαφέροντος.

Στην αρχή της σχολικής χρονιάς, οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι ενδιαφέρονται να πραγματοποιήσουν πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολείο τους, ενημερώνουν το Διευθυντή, το σύλλογο των διδασκόντων, τους μαθητές, το σύλλογο γονέων και κηδεμόνων και την τοπική κοινότητα, για τη φιλοσοφία και τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα και τη μεγάλη αξία των σχολικών προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

2^ο) Συγκρότηση της Περιβαλλοντικής Ομάδας (εκπαιδευτικοί – μαθητές).

Κατά τη συγκρότηση της παιδαγωγικής ομάδας των εκπαιδευτικών επιδιώκεται να μετέχουν σε αυτή ή να την υποστηρίζουν, όποτε χρειασθεί,

εκπαιδευτικοί διαφορετικών ειδικοτήτων για να υπάρχει κατά ένα μεγάλο βαθμό η δυνατότητα της διεπιστημονικής και διαθεματικής προσέγγισης του θέματος. Με το διάλογο προκαλείται το ενδιαφέρον των μαθητών σχετικά με τα τοπικά και παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα. Παράλληλα τονίζονται και τα ποικίλα οφέλη που θα αποκομίσουν με τη συμμετοχή τους στα προγράμματα στο πλαίσιο του θεσμού της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Εν συνεχεία συγκροτείται και η ομάδα των μαθητών οι οποίοι μπορεί να προέρχονται από την ίδια ή από διαφορετικές τάξεις και διαφορετικά τμήματα.

3^ο) Επιλογή του θέματος - Ευαισθητοποίηση - Συνειδητοποίηση.

Μετά από συζήτηση με τους μαθητές, σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα και κάποια γεγονότα της συγκεκριμένης περιόδου, προκύπτει ως θέμα αυτό στο οποίο εστιάζεται το μεγαλύτερο ενδιαφέρον τους. Παρακάτω αναφέρονται τα **κριτήρια** και **οι βασικές αρχές** για την επιλογή του θέματος ενός σχολικού προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

- √ Το ενδιαφέρον των μαθητών για το συγκεκριμένο θέμα και η ειλικρινής προσπάθεια αντιμετώπισης των σχετικών περιβαλλοντικών προβλημάτων.
- √ Η λειτουργική σχέση του θέματος με τις ανάγκες, τα βιώματα και το γνωστικό επίπεδο των μαθητών.
- √ Η δυνατότητα διατύπωσης προτάσεων με νέες ιδέες, νέες στάσεις ζωής και νέους κώδικες συμπεριφοράς.
- √ Η δυνατότητα απόκτησης δεξιοτήτων και ανάπτυξης του μορφωτικού επιπέδου των μαθητών.
- √ Η άμεση σχέση του προβλήματος με το περιβάλλον στο οποίο ζει και παρατηρεί ο μαθητής.(εγγύτητα θέματος)
- √ Η ενεργή σύνδεση του συγκεκριμένου προβλήματος με τα γενικότερα προβλήματα της κοινότητας.
- √ Η επικαιρότητα του θέματος και η ανάγκη προβολής και δημοσιοποίησης του προβλήματος.
- √ Οι δυνατότητες ομαλής εξέλιξης και διεκπεραίωσης του προγράμματος π.χ επίλυση πρακτικών θεμάτων όπως: η αρμονική ένταξη στο πρόγραμμα του σχολείου, οι αναγκαίες μετακινήσεις, ο οικονομικός προϋπολογισμός κλπ.

4ο) Οργάνωση του προγράμματος - Επιλογή χώρου εργασίας.

Επιλέγεται ο κατάλληλος χώρος στο σχολείο για τις συναντήσεις των μελών της περιβαλλοντικής ομάδας, οι οποίες σύμφωνα με το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο γίνονται εκτός ωραρίου και καθορίζονται μετά από συμφωνία των μελών της ομάδας. Προγραμματίζονται οι μετακινήσεις και οι σχετικές συναντήσεις για τη συγκέντρωση πληροφοριών. Διαμορφώνεται ο προϋπολογισμός και συζητείται ο τρόπος κάλυψης των εξόδων. Η Περιβαλλοντική Ομάδα ορίζει επίσης τους υπεύθυνους αλληλογραφίας και ημερολογίου.

5ο) Ανάλυση περιεχομένου και καθορισμός στόχων.

Η Περιβαλλοντική Ομάδα προχωρεί στην ανάλυση περιεχομένου του προς έρευνα θέματος και μετά από σχετική συζήτηση καθορίζονται και διατυπώνονται οι στόχοι του προγράμματος. Οι στόχοι έχουν σχέση με το περιεχόμενο του επιλεγέντος προς έρευνα και μελέτη θέματος και φυσικά με τη φιλοσοφία, τα χαρακτηριστικά και τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Γνωστικοί – Συναισθηματικοί – Ψυχοκινητικοί). Οι στόχοι μπορεί να αναθεωρηθούν και να διαμορφωθούν εκ νέου κατά την εξέλιξη του προγράμματος.

6ο) Οργάνωση των ομάδων εργασίας.

Σημαντικό στοιχείο, για μια δημιουργική συνέχεια, είναι ο καθορισμός του τρόπου εργασίας της ομάδας . Γι' αυτό το λόγο:

- διαφοροποιείται το θέμα σε θεματικές περιοχές και δημιουργούνται οι αντίστοιχες υποομάδες,
- καθορίζονται οι επιμέρους στόχοι,
- προσδιορίζονται οι πηγές πληροφόρησης π.χ. βιβλία, περιοδικά, εφημερίδες, υπηρεσίες, φορείς, ειδικοί, απλοί άνθρωποι, χώρος έρευνας κλπ.
- προετοιμάζονται τα ερωτηματολόγια και όποια άλλη δραστηριότητα αποφασισθεί από την ομάδα.

7ο) Επιτόπια Εργασία –Συλλογή Στοιχείων.

Κατά τη διάρκεια της πρώτης επίσκεψης της ομάδας στο χώρο έρευνας, γίνεται οριοθέτηση και αναγνώριση του χώρου.

Οι μαθητές παρατηρούν και καταγράφουν χρησιμοποιώντας πολλαπλά μέσα π.χ. οπτικοακουστικά, χάρτες, πυξίδες κλπ. Η εργασία πεδίου για να είναι αποδοτική ως προς τη συγκέντρωση των διαφόρων πληροφοριών και στοιχείων, απαιτούνται:

- ✓ Ακριβής προγραμματισμός και σωστή οργάνωση των μετακινήσεων και των συναντήσεων.
- ✓ Προσεκτικός σχεδιασμός των δραστηριοτήτων.
- ✓ Εφοδιασμός με τα απαραίτητα μέσα και υλικά.

8ο) Επεξεργασία των πληροφοριών.

Οι μαθητές επεξεργάζονται, ομαδοποιούν, ταξινομούν και αξιολογούν το υλικό που συνέλεξαν. Αναλύουν, συνθέτουν, κατανοούν, συζητούν και επιχειρηματολογούν. Τους δίνεται η δυνατότητα να αξιοποιήσουν γνώσεις και εμπειρίες που αποκτήθηκαν.

9ο) Αλληλοενημέρωση των ομάδων.

Στο τέλος κάθε συνάντησης κάθε υποομάδα ενημερώνει την ολομέλεια σε σχέση με την εργασία της, τις δυσκολίες και τα προβλήματα που προέκυψαν και τους τρόπους που τα αντιμετώπισαν. Δίνεται έτσι η ευκαιρία στις υποομάδες να ενημερώσουν και να ενημερωθούν, να αξιολογήσουν και να αξιολογηθούν αλλά και να σχεδιάσουν τις επόμενες συναντήσεις τους.

10ο) Σύνθεση.

Η περιβαλλοντική ομάδα κατά τη σύνθεση συνεξετάζει όλες τις όψεις, τις διαστάσεις και τις αντιλήψεις σε σχέση με το θέμα και ανατρέχει στους γενικούς στόχους που είχε καθορίσει. Καταλήγει σε συνολικές περιγραφές και αξιολογικές κρίσεις.

11^ο) Παρουσίαση και δράση.

Η παρουσίαση της εργασίας, γίνεται συνήθως το μήνα Μάιο στο σχολείο ή σε άλλο χώρο, π.χ. στο Πνευματικό Κέντρο του Δήμου. Κάθε πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, είναι σκόπιμο να καταλήγει σε κάποια σχετική με το πρόγραμμα δράση και σε ένα προϊόν.

5.6.10 Η Ανεπάρκεια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στη χώρα μας

Σήμερα διαπιστώνουμε ένα σημαντικό κενό σε ό,τι αφορά την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην Ελλάδα. Δυστυχώς απασχολούμαστε αποσπασματικά με τα θέματα περιβάλλοντος. Αν δεν υπάρξει ένα θεσμικό πλαίσιο, το οποίο να στηρίζει με συνέπεια, συνέχεια, συστηματικότητα και συνολικότητα δράσεων την περιβαλλοντική εκπαίδευση, το θέμα περιβάλλον θα μείνει στο περιθώριο. Θα πρέπει, λοιπόν, τα θέματα του περιβάλλοντος ν' αποτελέσουν ουσιαστικό μέρος του αναλυτικού προγράμματος στα σχολεία, όπως επίσης και τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, τα οποία είναι πολύ σημαντικά, αλλά δεν μπορούν από μόνα τους να αλλάξουν την κουλτούρα.

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στηρίζεται στη δημιουργία πεπαιδευμένων πολιτών, οι οποίοι δεν θα έχουν απλώς τη γνώση ή την πληροφόρηση στα θέματα του περιβάλλοντος, αλλά θα είναι πολίτες, οι οποίοι θα είναι υπεύθυνοι για τις επιλογές τους και θα μπορούν να αποφασίζουν γι' αυτές με γνώμονα την προστασία και διατήρηση τόσο του περιβάλλοντος όσο και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Η εκπαίδευση για το περιβάλλον και την Βιώσιμη Ανάπτυξη, έχοντας τα χαρακτηριστικά της ποιοτικής εκπαίδευσης, αναγνωρίζεται ως το βασικό μέσο για τη διαμόρφωση των περιβαλλοντικά εγγράμματων και δημοκρατικών πολιτών. Το ζητούμενο στην περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι οι πολίτες να μη γνωρίζουν απλώς τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, αλλά και να συμβάλλουν αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση των κοινωνικών, πολιτικών, οικονομικών και πολιτιστικών επιπτώσεων της περιβαλλοντικής υποβάθμισης.

Ουσιαστικά η περιβαλλοντική εκπαίδευση στοχεύει στην εκπαίδευση των ζητημάτων του περιβάλλοντος και της Βιώσιμης Ανάπτυξης, στη βάση μιας ενιαίας, ολιστικής και συστηματικής αντιμετώπισης που θα καλύπτει όλες τις

εκπαιδευτικές βαθμίδες. Επιδιώκει να στηρίξει και να ενισχύσει όλες εκείνες τις δράσεις, στο πλαίσιο της σύζευξης τυπικής και της μη τυπικής εκπαίδευσης, που παιδαγωγικά μπορούν να διαμορφώσουν τον πολίτη του αύριο. Τον πολίτη που θα έχει τις δεξιότητες που θα του επιτρέπουν να αναζητεί, μέσα από την προσωπική βίωση και ενασχόληση με τα πράγματα, την καλύτερη εναλλακτική λύση που θα του διασφαλίσει ποιότητα ζωής. Που θα του διασφαλίζει το δικαίωμα να αναπτύσσεται, να εξελίσσεται, να δημιουργεί, στο πλαίσιο της διασφάλισης της κοινωνικής αλληλεγγύης, κοινωνικής συνοχής και οικολογικής ακεραιότητας.

Γενικότερα, η Ελλάδα δεν έχει να επιδείξει σημαντικές δράσεις ή πρωτοβουλίες σε εθνικό επίπεδο. Τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι πολύ σημαντικά, αλλά δεν μπορούν από μόνα τους να αλλάξουν την κουλτούρα. Εμείς πρέπει να αλλάξουμε την κουλτούρα, να αλλάξουμε συμπεριφορές των αυριανών πολιτών. Γίνονται έρευνες και διάφορες ενέργειες γενικά (δημιουργία δικτύου Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, παραγωγή εκπαιδευτικού περιβαλλοντικού υλικού, συμμετοχή σε ευρωπαϊκά προγράμματα και έρευνες, ενίσχυση της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών και των στελεχών εκπαίδευσης στα θέματα της διδακτικής και της θεωρίας της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης).

Παρ' όλα αυτά, άποψή μας είναι, ότι ασχολούμαστε με αποσπασματικότητα.. Αν δεν γίνει ένα θεσμικό πλαίσιο για να στηρίξει με συνέπεια, συνέχεια, συστηματικότητα και συνολικότητα τις διάφορες δράσεις, το θέμα «περιβάλλον» θα μείνει στο περιθώριο. Πρέπει τα θέματα του περιβάλλοντος να αποτελέσουν ουσιαστικό μέρος του αναλυτικού προγράμματος.

Η διαμόρφωση περιβαλλοντικής κουλτούρας και η αλλαγή συμπεριφοράς συνιστά μια μακροχρόνια διαδικασία, η οποία, μέσα από συνέπεια, μπορεί να έχει αποτέλεσμα. Το ότι δεν αποτελεί υπό έμφαση στόχο της φετινής χρονιάς, αυτό δεν σημαίνει ότι τα περιβαλλοντικά θέματα δεν πρέπει να αποτελούν συνεχή επιδίωξη. Έτσι δεν κάνουμε τίποτε. Χρειαζόμαστε ένα θεσμικό πλαίσιο. Αν δεν μπουν κάτω από μία ομπρέλα, μέρος της επίσημης εκπαιδευτικής πολιτικής που μεταφράζεται μέσα από το αναλυτικό πρόγραμμα, στο τέλος της ημέρας δεν μπορούμε να λέμε ότι χτίζουμε για το

μέλλον. Πάντως, ό,τι έγινε μέχρι στιγμής και αφορά στο περιβάλλον, είναι δημιούργημα των εκπαιδευτικών που έχουν όραμα.

Τα θέματα του περιβάλλοντος δεν θα πρέπει να εξετάζονται μόνο από έναν τομέα. Είναι ενότητες θεμάτων, που χρήζουν ακριβώς κοινωνικοπολιτισμικής, πολιτιστικής, πολιτικής και οικονομικής μελέτης και έρευνας. Συνεπώς, σημαντικός είναι ο ρόλος του κοινωνικών επιστημών, των φυσικών επιστημών, των τεχνικών/τεχνολογικών μαθημάτων, των ανθρωπιστικών επιστημών. Όλοι μας έχουμε ευθύνη, ρόλο και λόγο. Ακριβώς γιατί, για τα περιβαλλοντικά συστήματα, ένα είναι βέβαιο· η πολυπλοκότητα και η πολυσυνθετότητά τους.

Το μεγάλο στοίχημά μας είναι να μπορέσουμε να εντάξουμε τα θέματα του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης μέσα στο αναλυτικό πρόγραμμα και μάλιστα να συμπέσουν και να συνδυαστούν με τις δυνατότητες που μπορεί ο τόπος μας να προσφέρει, για να προσεγγίσουν τα ζητήματα αυτά. Το περιβάλλον ξεκινά από τον άνθρωπο και καταλήγει στον άνθρωπο.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια πρόοδος όσον αφορά στην ενσωμάτωση κάποιων κεφαλαίων μέσα στα υφιστάμενα μαθήματα, όπως στη Μελέτη του Περιβάλλοντος και στις Φυσικές Επιστήμες. Όμως, δεν υπάρχει ένα καθαρό μάθημα περιβάλλοντος. Εμάς η πρότασή μας ήταν να ενσωματωθεί στην εκπαίδευση ένα μάθημα που ν' αφορά στο περιβάλλον και την ποιότητα ζωής. Αν θέλουμε να καταλάβουν οι μαθητές ότι όλα συνδέονται με μian αλυσίδα, και να αρχίσουν να το σκέφτονται μέσα από τη βιωσιμότητα, δεν πρέπει να το βλέπουμε αποσπασματικά. Να το δούμε να υπάρχει μία προσέγγιση, που να είναι ολιστική».

5.6.11.ΕΠΑΝΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Τριάντα δύο χρόνια μετά την παγκόσμια διακυβερνητική Διάσκεψη της Τιφλίδας, με πρωτοβουλία της UNESCO, προκύπτει, η ανάγκη επαναπροσδιορισμού της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης σε παγκόσμιο επίπεδο, με τη βιώσιμη ανάπτυξη να εντάσσεται στο φιλοσοφικό πλαίσιο και τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Είκοσι πέντε χρόνια μετά τα πρώτα δειλά βήματα, η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Ελλάδα αναμφιβόλως έχει διαγράψει μία αξιόλογη ιστορική τροχιά.

Σήμερα η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, είτε ως αυθύπαρκτη οντότητα είτε κάτω από την ομπρέλα της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, απαντά με σαφήνεια και πληρότητα στις Περιβαλλοντικές, Εκπαιδευτικές και Παιδαγωγικές προοπτικές και προκλήσεις του μέλλοντος.

Αποχαιρετά το παρελθόν και προετοιμάζει το νέο σχεδιασμό των μελλοντικών γενεών.

Ασπαζόμενοι την άποψη που διατύπωσε ο Καθηγητής Δημήτρης Ρόκος για την έννοια της **Αξιοβίωτης Ολοκληρωμένης Ανάπτυξης**, δηλαδή της ταυτόχρονα και διαχρονικά σε πλανητικό, υπερεθνικό, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο οικονομικής, κοινωνικής, πολιτικής, πολιτιστικής και τεχνολογικής ανάπτυξης, η οποία μπορεί να υπάρξει μόνο όταν τελείται σε διαλεκτική αρμονία και με σεβασμό στον άνθρωπο τις προαιώνιες ευγενείς του αξίες και το «όλο» φυσικό και πολιτιστικό του περιβάλλον, στο οποίο αυτός εντάσσεται ειρηνικά και δημιουργικά ως αναπόσπαστο και όχι κυρίαρχο μέρος του, πιστεύουμε ακράδαντα ότι θα πρέπει να γίνει μια αναθεώρηση πολλών από τα υπάρχοντα προγράμματα σπουδών και την ανάπτυξη στόχων και θεματικών περιεχομένων, καθώς και διαδικασιών διδασκαλίας, μάθησης και αξιολόγησης που θα πρέπει να δίνουν έμφαση στις ηθικές αρετές, τα ηθικά κίνητρα και την ικανότητα συνεργασίας, με στόχο να οικοδομηθεί ένα αξιοβίωτο μέλλον”.

Έτσι λέξεις όπως: ειρήνη, αλληλεγγύη, δικαιοσύνη, δημοκρατία, ηθική, σεβασμός, αξιοκρατία, αγάπη για το περιβάλλον θα γίνουν πρότυπα για μίμηση και θα συμβάλλουν στη δημιουργία ενός καλύτερου κόσμου.

5.6.11.1 Η ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΚΑΛΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η κατάρτιση των δασκάλων ήταν η πιο έντονη ανάγκη και πρώτης προτεραιότητας που εκδηλώθηκε από τα έθνη κάθε ηπείρου στο ερωτηματολόγιο της UNESCO το 1977. Επιπρόσθετα οι Υπουργοί στη συνδιάσκεψη της Τιφλίδας συμφώνησαν ότι η περιβαλλοντική εκπαίδευση πρέπει να γίνει αναπόσπαστο κομμάτι του προγράμματος σπουδών της κατάρτισης των δασκάλων.

Ένας πρόσθετος λόγος για την κατάρτιση των δασκάλων είναι ακόμη ότι, αφού οι δάσκαλοι είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή του αναλυτικού

προγράμματος στην τάξη αφ' ενός και παράδειγμα για τους μαθητές τους αφ' ετέρου, θα πρέπει να είναι καλά εκπαιδευμένοι ως προς τους σκοπούς, τους στόχους, τις αρχές και τις μεθοδολογίες της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Μόνο με αυτόν τον τρόπο η συμπεριφορά τους μπορεί να αντανακλά θετικές αξίες για το περιβάλλον, που με τη σειρά τους θα ενθαρρύνουν παρόμοιες συμπεριφορές στάσεις των μαθητών.

Οι περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν αναγνωρίσει την κατάρτιση των δασκάλων ως ουσιώδη για αποτελεσματική περιβαλλοντική εκπαίδευση. Όμως έχουν γίνει λίγες προσπάθειες για συμπλήρωση της παραδοσιακής εκπαίδευσης των δασκάλων.

Υπάρχουν δυσκολίες στο να ενσωματωθεί η περιβαλλοντική εκπαίδευση στην επίσημη εκπαίδευση, που απορρέουν από τον χαρακτήρα των σημερινών προγραμμάτων κατάρτισης, τα ανεπαρκή εργαλεία Π.Ε. για δασκάλους, την έλλειψη εκπαιδευτών για δασκάλους, την έλλειψη κεφαλαίων κλπ.

Όσον αφορά το ρόλο των δασκάλων αναγνωρίζεται στους δασκάλους ο παράγοντας κλειδί στην εκπαίδευση ανθρώπων για μία κατανόηση και γνώση του περιβάλλοντος και των προβλημάτων του. Ένας δάσκαλος είναι ένα πρότυπο σε κάθε κατάσταση διδασκαλίας. Στην Π.Ε. ειδικά είναι ακόμη πιο σημαντικό το ότι αντανακλά θετικά ηθικές αξίες για το περιβάλλον. Δεν πρέπει να είναι αμελής, επειδή σαν πρότυπο ρόλου η συμπεριφορά του έχει αντίκτυπο στην συμπεριφορά των μαθητών στην τάξη. Είναι πιθανό η επιρροή του δασκάλου να μην περιοριστεί μόνο στην τάξη αλλά και στην τοπική κοινωνία .

5.6.11.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΔΑΣΚΑΛΩΝ

Η κατάρτιση των δασκάλων στις αρχές και μεθόδους της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης πρέπει να δημιουργεί δασκάλους με προσωπικές και καθηγητικές ικανότητες. Έτσι η κατάρτιση των δασκάλων πρέπει να στοχεύει στα ακόλουθα:

- ✓ στην απόκτηση γνώσης του περιβάλλοντος και των προβλημάτων του

- ✓ στην ανάπτυξη των απαραίτητων ικανοτήτων για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης στη διδασκαλία τους
- ✓ στη κατανόηση της σπουδαιότητας της δραστηριοποίησης των πολιτών, έτσι ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν μία αίσθηση προσωπικής ευθύνης και ενεργούς ανάμιξης καθώς και μίας προθυμίας να αφιερώσουν τους εαυτούς τους στην επίλυση των περιβαλλοντικών ζητημάτων στο μέλλον.

Τα προβλήματα που απορρέουν από την ενσωμάτωση της Π.Ε. στα αναλυτικά προγράμματα κατάρτισης των δασκάλων είναι μεγάλα εξαιτίας:

- Έλλειψης εκτίμησης της φύσης και του περιεχόμενου της Π.Ε.
- Έλλειψης ενδιαφέροντος των δασκάλων για Π.Ε. που οδηγεί επίσης σε έλλειψη συμμετοχής σε προγράμματα Π.Ε.
- Έλλειψης περιβαλλοντικής δέσμευσης μεταξύ του ίδιων των δασκάλων.
- Έλλειψη πληροφόρησης μικρού αριθμού κατάλληλα εκπαιδευμένων εκπαιδευτών των δασκάλων με αποτέλεσμα την ανεπαρκή κατάρτιση των δασκάλων: η επιστημονική προσέγγιση στην Π.Ε. παραμένει μία σχετικά νέα εκπαιδευτική πρακτική και υπάρχει μία έλλειψη καθηγητών στα πανεπιστήμια που να διευθύνουν προγράμματα Π.Ε. Αυτό οδηγεί σε μία έλλειψη καλά εκπαιδευμένων δασκάλων που είναι ικανοί να εκτελέσουν προγράμματα Π.Ε.
- Ανεπάρκειας υλικών Π.Ε για χρήση από δασκάλους.
- Έλλειψης χρηματοδότησης που οδηγεί σε έλλειψη ευκολιών. Για μερικές χώρες θα είναι ακριβά αρκετά να προωθήσουν εκτενή προγράμματα εκπαίδευσης. Αυτό εξηγεί γιατί πολλές χώρες οργανώνουν μικρά σεμινάρια μόνο για μερικές ημέρες, σε μακρά χρονικά διαστήματα και για μικρό αριθμό δασκάλων.
- Έλλειψης διοικητικού ενδιαφέροντος.
- Πολύ λίγου χρόνου σχεδιασμού σε εντατικά προγράμματα.
- Του χαρακτήρα των υπάρχοντων προγραμμάτων κατάρτισης των δασκάλων: οι περισσότερες χώρες έχουν ελλείψεις προγραμμάτων κατάρτισης των εκπαιδευτικών.

- Του έντονου επιστημονικού χαρακτήρα των αναλυτικών προγραμμάτων. Αυτός ίσως είναι ο κύριος περιορισμός στις παρούσες προσπάθειες για Π.Ε. Στα περισσότερα πανεπιστήμια τα περιβαλλοντικά ζητήματα διδάσκονται με διαφορετικούς τρόπους παρά με έναν ολοκληρωμένο τρόπο αφήνοντας στους φοιτητές να ολοκληρώσουν την γνώση από διαφορετικά πεδία. Μερικά πανεπιστήμια πάντως διαπραγματεύονται με περιβαλλοντικά ζητήματα με έναν πιο ολοκληρωμένο τρόπο με ειδικά μαθήματα ή διαλέξεις.

Υπάρχουν αρκετές προσεγγίσεις για την εκτέλεση προγραμμάτων για την κατάρτιση δασκάλων στις μεθόδους και ιδέες της Π.Ε. Θα υπογραμμίσουμε τις διάφορες προσεγγίσεις που έχουν παρουσιαστεί:

- Μικρά και εντατικά συνεχή εκπαιδευτικά μαθήματα που ακολουθούνται ή όχι από πρακτική εργασία η οποία λαμβάνει χώρα τακτικά σε ένα ανεπτυγμένο ινστιτούτο κατάρτισης δασκάλων.
- Περισσότερο εκτενή μαθήματα που διαρκούν τρεις μήνες ή και περισσότερο μη έχοντας τον εντατικό χαρακτήρα των προηγούμενων, αλλά με μία αρκετά ολοκληρωμένη και επιστημονική κατασκευή.
- Μία σειρά από εκπαιδευτικά σεμινάρια που λαμβάνουν χώρα σποραδικά ανάλογα με τις ανάγκες.
- Ενσωμάτωση των θεμάτων της Π.Ε. στα υπάρχοντα γενικά εκπαιδευτικά προγράμματα οδηγούμενα από παιδαγωγικά ινστιτούτα.
- Διαλέξεις, ατομικές εργασίες, ταξίδια, επισκέψεις σε μέρη με ενδιαφέρον, μελέτες υποθέσεων, πειράματα, βιντεοταινίες, ταινίες, σλαϊτς ή εικόνες και γενικά κάθε οπτικοακουστικός τρόπος.
- Συναντήσεις προσωπικού και ανταλλαγές, συζητήσεις, ανάλυση καταστάσεων.
- Βιβλία με οδηγίες ή φυλλάδια για δασκάλους
- Εκδόσεις, περιοδικά.

Επειδή το περιβάλλον είναι δυναμικό και αλλάζει συνεχώς, και ο τρόπος που διδάσκεται πρέπει να είναι και αυτός δυναμικός. Επίσης τα εκπαιδευτικά εργαλεία πρέπει να είναι έτοιμα να δεχτούν νέες ιδέες. Με σκοπό να επιτύχουμε τους στόχους μας πρέπει να προμηθεύσουμε τους δασκάλους με τα κατάλληλα εργαλεία. Αυτά μπορούν να συνίστανται σε ειδική κατάρτιση

που οριοθετείται σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, επιλεγμένο σε εθνική κλίμακα και τέλος ειδικευμένο σε τοπικό στάδιο. Αυτά τα πακέτα πρέπει να είναι ευέλικτα επειδή πρέπει να χρησιμοποιηθούν από πολλούς διαφορετικούς τύπους δασκάλων σε πολλά διαφορετικά σχολεία, που βρίσκονται σε εντελώς διαφορετικές ηπείρους ή περιοχές της ίδιας χώρας.

5.6.12 Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η ενέργεια είναι μια θεμελιώδης, αφηρημένη αλλά και πολυσήμαντη επιστημονική έννοια που υπεισέρχεται σε όλα τα επιμέρους αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας και κατά συνέπεια η διδασκαλία της καθίσταται απαραίτητη. Ενώ είναι από τις δυσκολότερες έννοιες για τους μαθητές, η γνώση της είναι απαραίτητη, αφού σχετίζεται όχι μόνο με πολλά φαινόμενα της καθημερινής ζωής, αλλά και με έντονα κοινωνικά προβλήματα όπως, για παράδειγμα, τα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας, των ανανεώσιμων πηγών, με το επίκαιρο θέμα του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω της ενεργειακής υπερκατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων, της φτώχειας των αναπτυσσόμενων χωρών κ.λ.π.

Σύμφωνα με το πρόγραμμα PISA [175] (PISA 2000) που ανέπτυξε ο ΟΟΣΑ για την εξαετία 2000-06, στο πλαίσιο της καταπολέμησης του επιστημονικού και τεχνολογικού αναλφαριθμητισμού, η επιστημονική μόρφωση περιλαμβάνει ένα σύνολο επιστημονικής γνώσης και δεξιοτήτων, όπως είναι η κατανόηση βασικών επιστημονικών εννοιών όπως η διατήρηση της ενέργειας κ.λ.π. Μάλιστα οι ενεργειακοί μετασχηματισμοί θεωρούνται ένα από τα 13 κύρια επιστημονικά θέματα, τα οποία με τη σειρά τους αποτελούν μία από τις τρεις συνιστώσες που καθορίζουν το περιεχόμενο και το πλαίσιο αξιολόγησης των μαθητών, πλαίσιο που έχει αποδεχθεί και η χώρα μας.

Τα περισσότερα βιβλία Φυσικής αναφέρουν στην εισαγωγή τους ότι είναι δύσκολο να ορισθεί με σαφήνεια η έννοια της Ενέργειας. Δεν υπάρχει δηλαδή ένας ορισμός καθολικά αποδεκτός για την ενέργεια στην τριτοβάθμια ή δευτεροβάθμια εκπαίδευση [176] (Κολιόπουλος 1997, Σπύρτου 2002) αν και όλοι συμφωνούν ότι οι ορισμοί αυτής της αφηρημένης έννοιας, θα πρέπει να ξεκινούν από την βασική ιδιότητα της να διατηρείται. Πάντως στα περισσότερα εγχειρίδια της Φυσικής αναφέρεται ως “η ικανότητα παραγωγής έργου”, [177]

(Millar 1996, ITEA 2000), ενώ σε ένα άλλο σημαντικό αριθμό προσεγγίσεων η ενέργεια ορίζεται ως «η ικανότητα για πρόκληση αλλαγών» (Stylianidou & Ogborn 1999). [178]

Σε πολλά αναλυτικά προγράμματα και οδηγίες διδασκαλίας για τις δύο πρώτες βαθμίδες της εκπαίδευσης (AAAS 1993, ITEA 2000, DfEE/QCA 2000) η προσέγγιση της φύσης της ενέργειας γίνεται με τρεις τουλάχιστον τρόπους ή συνδυασμούς αυτών.

Στην πρώτη, η **Ενέργεια** θεωρείται μια μετρήσιμη ποσότητα. Στην λογιστική αυτή προσέγγιση η **Ενέργεια** θεωρείται απλά μια ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί πριν, κατά την διάρκεια αλλά και στο τέλος κάθε μιας από τις πολλές και διαφορετικές αλλαγές που συμβαίνουν στην φύση.

Μια δεύτερη προσέγγιση θεωρεί **την Ενέργεια** όχι τόσο μια αφηρημένη έννοια όσο μια υπαρκτή οντότητα που μπορεί να αλλάζει μορφή με πολλούς τρόπους (πολυμορφική οντότητα).

Τέλος η τρίτη προσέγγιση αντιμετωπίζει **την Ενέργεια** σαν ένα είδος ρευστού η φύση του οποίου είναι αμετάβλητη είτε αυτό υπάρχει σε ένα θερμό αντικείμενο είτε σε ένα κινούμενο. Στις διάφορες διαδικασίες η **Ενέργεια** μεταφέρεται από το ένα μέρος στο άλλο, χωρίς να αλλάζει η φύση της. Αυτό που αλλάζει είναι ο τρόπος που μεταφέρεται και η **Ενέργεια** παραμένει απλά ...**Ενέργεια**.

5.6.12.1 ΑΠΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ « ΕΝΕΡΓΕΙΑ»

Σύμφωνα με τα πορίσματα και έρευνες της Διδακτικής των Φ.Ε που αναφέρει η διεθνής και η ελληνική βιβλιογραφία (Watts 1983, Bliss & Ogborn 1985, Solomon 1992, Trumper 1996, Nurulazam & Sulaiman 1998, Σπύρτου 2002, Andersson, Bach & Zetterqvist 2002, Liu & Tang 2004) οι εναλλακτικές απόψεις και οι σημαντικότερες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης, αλλά και οι εκπαιδευτικοί, τουλάχιστον της πρώτης βαθμίδας με την έννοια της Ενέργειας είναι ότι:

- Αναγνωρίζουν την Ενέργεια μάλλον σαν μια ιδιότητα παρά σαν μετρήσιμη ποσότητα.

- Συγχέουν τις έννοιες μετατροπή και μεταφορά ή αλλιώς τις μορφές ενέργειας με τις διαδικασίες μεταφοράς της.
- Συγχέουν και δεν κατανοούν τις έννοιες έργο, θερμότητα και ισχύ.
- Ταυτίζουν την ενέργεια με την κίνηση ή με μια φανερή δραστηριότητα.
- Δεν κατανοούν την αποθήκευση της ενέργειας σε μηχανικά φαινόμενα.
- Θεωρούν ότι η ενέργεια εξαντλείται και δε διατηρείται (εφ' όσον χρησιμοποιηθεί) ή αφού διατηρείται μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Ενώ μπορούν να διατυπώνουν την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας (Α.Δ.Ε), δεν μπορούν να την εφαρμόσουν σε απλά προβλήματα και δε την χρησιμοποιούν σαν εξηγητικό εργαλείο ή σαν τρόπο ανάλυσης των φυσικών συστημάτων.
- Δεν κατανοούν την ροή ενέργειας και την ενεργειακή αλυσίδα.

Φαίνεται όμως ότι παρά την οργανωμένη και συστηματική διδασκαλία των εννοιών και νόμων της ενέργειας στους μαθητές κάθε επιπέδου οι εναλλακτικές απόψεις παραμένουν ισχυρές και ανθεκτικές στις προσπάθειες αλλαγής τους [179] (Wandersee, J.H., Mintzes, J., & Novak, J. 1994). Ίσως αυτό να οφείλεται εν μέρει και στην γνωστική ανάπτυξη τους. Τα συμπεράσματα μιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε από τους Liu και McKeough (2005) [180] έδειξαν ότι η γνωστική ανάπτυξη των μαθητών φαίνεται να βάζει ένα όριο στην εκμάθηση και στο σχηματισμό των ενεργειακών εννοιών, ενώ σημαντικό ρόλο ακόμη παίζει η διδακτική προσέγγιση και διδασκαλία.

Εξάλλου οι απόψεις των μαθητών για την ενέργεια συγκροτούν διάφορα μοντέλα: (Watts, 1983, Warren, 1983, Driver, 1993, Driver, 1998) [181]

- **Το ανθρωπομορφικό ή ανιμιστικό μοντέλο.** Στο μοντέλο αυτό η ενέργεια θεωρείται ότι είναι κάτι απαραίτητο για τη ζωή, συνδέεται δηλαδή με έμβια όντα ή με την απόδοση ανθρώπινων χαρακτηριστικών σε αντικείμενα.
- **Η ενέργεια ως «προφανής δραστηριότητα»,** η οποία ταυτίζεται με την παρατηρήσιμη από τον εξωτερικό παρατηρητή δραστηριότητα κάποιων σωμάτων.
- **Το αποθηκευτικό μοντέλο.** Ορισμένα αντικείμενα θεωρούνται ότι έχουν ενέργεια και ότι μπορούν να επαναποθηκεύουν ενέργεια. Η

ενέργεια θεωρείται ως ο αιτιώδης παράγοντας που είναι αποθηκευμένος σε συγκεκριμένα αντικείμενα.

- **Η ενέργεια ως συστατικό.** Η ενέργεια είναι μια λανθάνουσα ιδιότητα ή συστατικό των σωμάτων και χρειάζεται κάποιο αίτιο ή έναυσμα, ώστε να απελευθερωθεί.
- **Η ενέργεια ως υπο-προϊόν μιας κατάστασης.** Η ενέργεια θεωρείται ότι παράγεται, ότι συνδέεται με τη δράση και εξαφανίζεται.
- **Το «λειτουργικό μοντέλο»** σύμφωνα με το οποίο η ενέργεια είναι ένα πολύ γενικό είδος καυσίμου.
- **Το μοντέλο της «μεταφοράς με ροή»,** στο οποίο η ενέργεια θεωρείται ως ένα υγρό, ή ουσία που ρέει από το ένα στο άλλο.

Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών κατανόησης των παιδιών σχετικά με την έννοια της ενέργειας έχουν προταθεί διάφορες διδακτικές προσεγγίσεις. Θεωρείται ως πιο κατάλληλος, η εισαγωγή της ενέργειας μέσα από τη μελέτη παραδειγμάτων ενεργειακής αλυσίδας [182] (Παπαδούρης κ.α 2006). Στην προσέγγιση αυτή όμως, υπάρχουν προβλήματα όσον αφορά στη συστηματική περιγραφή πολλών και ποικίλων φαινομένων.

Εμείς για την καλύτερη αντιμετώπιση των σχετικών προβλημάτων θεωρήθηκε αναγκαίο να γίνει μοντελοποίηση των φαινομένων που εμπλέκεται η ενέργεια σε δυο επίπεδα:

1. Με το μοντέλο της μεταφοράς ενέργειας
2. Με την οπτικοποίηση της ενέργειας σε ποιοτικό και ποσοτικό επίπεδο με την βοήθεια κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού.

* Στο παράρτημα Ζ περιγράφεται το μοντέλο της μεταφοράς ενέργειας, καθώς και η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση του μοντέλου αυτού.

5.6.13 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΩΝ Π.Ε.

Ενδεικτικό Σχέδιο Εργασίας στη Α/θμια Εκπαίδευση

Το Πρόγραμμα αναφέρεται στην Ενέργεια και τις μορφές της, καθώς και τις εφαρμογές της σε τοπική, εθνική και παγκόσμια κλίμακα.

Η επεξεργασία του θέματος χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο, οι δράσεις των μαθητών εστιάζονται στη μελέτη και καταγραφή των ανανεώσιμων και συμβατικών πηγών της ενέργειας. Μελετούν τις εναλλακτικές μορφές

ενέργειας, καταγράφουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης κάθε μορφής, ερευνούν την εφαρμογή τους στον Ελλαδικό χώρο και παγκόσμια. Αξιολογούν τις συμβατικές πηγές της ενέργειας και μελετούν το πρόβλημα της εξάντλησης των φυσικών πόρων.

Στο δεύτερο, με τη βοήθεια ερωτηματολογίου, διεξάγουν έρευνα με θέμα την κατανάλωση ενέργειας στην καθημερινή τους ζωή. Πιο συγκεκριμένα: υπολογίζουν την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν καθημερινά στο σπίτι τους ενημερώνονται για την χρησιμότητα της μόνωσης των κατοικιών υπολογίζουν την απώλεια θερμικής ενέργειας από τα μέρη των κατοικιών ευαισθητοποιούνται στο ζήτημα της εξοικονόμησης της ενέργειας.

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας είναι ενδεικτικό και συναποφασίζεται από τους μαθητές και τον δάσκαλό τους. Στο τέλος, οι μαθητές, συγκρίνουν τα αποτελέσματά τους, αξιολογούν τα συμπεράσματά τους και συνθέτουν την τελική έκθεση της εργασίας.

Κριτήρια επιλογής του θέματος

Το θέμα της ενέργειας είναι πάντα επίκαιρο και ενδιαφέρον. Παρουσιάζει το πλεονέκτημα της διεπιστημονικής αντιμετώπισης και επομένως δίνει ευκαιρία για εμπλοκή σε αυτό πολλών παραγόντων, τόσο του σχολείου όσο και της τοπικής κοινωνίας. Η υλοποίηση του Προγράμματος έχει πλούσια επικοινωνιακή διάσταση.

Η έννοια της ενέργειας, εμπεριέχεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα του Δημοτικού Σχολείου, αλλά και άλλων γνωστικών αντικειμένων. Επίσης έχει μόνιμο χαρακτήρα στα Αναλυτικά Προγράμματα εξαιτίας του ενδιαφέροντος που παρουσιάζει σε πολλά γνωστικά αντικείμενα.

Το θέμα έχει τοπική, εθνική και παγκόσμια διάσταση. Προσφέρεται για συλλογή και ανταλλαγή πληροφοριών, επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων. Έχει πλούσιο εννοιολογικό πλαίσιο.

Τόσο η ελληνική όσο και η διεθνής έρευνα προσφέρουν σημαντικά ευρήματα αναφορικά με τα νοητικά σχήματα των μαθητών για την έννοια της ενέργειας. (Bliss and Morrison, 1990, [183])

5.6.13.1 Ενδεικτικό Μεθοδολογικό Πλαίσιο σχεδιασμού του Προγράμματος: «Ενέργεια, μορφές και εφαρμογές της ενέργειας»

Επισήμανση του θέματος Συγκέντρωση υλικού από τον τύπο, την τηλεόραση και τα περιοδικά, σχετικό με την ενέργεια στην κοινωνία μας, τη θέρμανση, την ηλεκτρική ενέργεια, την κατανάλωση της ενέργειας.

Ενημέρωση των μαθητών για το ενεργειακό πρόβλημα, συζήτηση μέσα στην τάξη με την βοήθεια και το συντονισμό του δασκάλου τους.

Με ερωτηματολόγιο ανιχνεύονται οι απόψεις των μαθητών σχετικά με το θέμα που θα διαπραγματευθούν, καθώς και η εξοικείωσή τους με τους επιστημονικούς όρους που θα συναντήσουν.

Διατύπωση στόχων

Οι μαθητές θα πρέπει:

- ✓ Να αναγνωρίζουν τις ενεργειακές πηγές.
- ✓ Να διαχωρίζουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από τις συμβατικές.
- ✓ Να διαπιστώσουν ότι ο ήλιος είναι η πρωταρχική πηγή ενέργειας.
- ✓ Να αναγνωρίζουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των εναλλακτικών μορφών της ενέργειας.
- ✓ Να αναφέρουν γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας όπου μπορεί να γίνει εκμετάλλευση εναλλακτικών μορφών ενέργειας.
- ✓ Να ευαισθητοποιηθούν στην κατανάλωση της ενέργειας.
- ✓ Να αποκτήσουν θετική στάση και συμπεριφορά στο πρόβλημα/ζήτημα της εξοικονόμησης της ενέργειας.
- ✓ Να υπολογίζουν την απώλεια της θερμικής ενέργειας στο σπίτι τους.
- ✓ Να καταγράφουν τους παράγοντες που επιδρούν στην απώλεια της θερμικής ενέργειας.
- ✓ Να υπολογίζουν την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν στην καθημερινή τους ζωή.
- ✓ Να συσχετίζουν τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών με την καθημερινή ζωή.
- ✓ Να ευαισθητοποιηθούν στα ενεργειακά προβλήματα της τοπικής κοινωνίας.
- ✓ Να καταγράψουν τις αρνητικές επιπτώσεις της υπερκατανάλωσης της ενέργειας.

- ✓ Να αναγνωρίζουν τη συμβολή της Ιστορίας των Επιστημών στο πρόβλημα που μελετούν.
- ✓ Να συσχετίζουν λογοτεχνικά κείμενα με το ενεργειακό ζήτημα.
- ✓ Να καλλιεργήσουν πνεύμα συνεργασίας και υπευθυνότητας.
- ✓ Να ασκηθούν στη μεθοδολογία της έρευνας.

Μέθοδος: Μαθητοκεντρική - Ομαδοκεντρική, Διαθεματική – Διεπιστημονική.

Πηγές: Εγκυκλοπαίδειες, ΜΜΕ, Διαδίκτυο, έντυπο υλικό, φωτογραφικό υλικό, CD-ROMs, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Επιστημονικά άρθρα.

Διδακτικές Ενέργειες:

- ✓ Χωρισμός των μαθητών σε ομάδες.
- ✓ Καταγραφή των μορφών ενέργειας και επιλογή από τις ομάδες των ανανεώσιμων και συμβατικών πηγών που θα μελετήσουν.
- ✓ Άντληση πληροφοριών από βιβλία, περιοδικά, και διαδίκτυο.
- ✓ Διερεύνηση από τη βιολογία και τη λογοτεχνία, της άποψης ότι ο ήλιος είναι πρωταρχική πηγή ενέργειας. Χωρίς τον ήλιο δεν θα υπήρχε ζωή.
- ✓ Επίσκεψη σε εργοστάσιο παραγωγής εναλλακτικών μορφών ενέργειας, εφόσον υπάρχει.
- ✓ Φωτογράφιση και κατασκευή άλμπουμ από τους μαθητές με αντίστοιχο θέμα.
- ✓ Διεξαγωγή έρευνας με θέμα την κατανάλωση της ενέργειας.
- ✓ Κατασκευή ερωτηματολογίου έρευνας για την κατανάλωση ενέργειας στο σπίτι.
- ✓ Διεξαγωγή της έρευνας από τις ομάδες με την βοήθεια της τοπικής κοινωνίας, της οικογένειας των μαθητών, των δασκάλων.
- ✓ Σύγκριση ατομικών και ομαδικών αποτελεσμάτων της έρευνας.
- ✓ Σύνταξη έκθεσης με τα αποτελέσματα κάθε ομάδας.
- ✓ Συγγραφή συνολικής κοινής έκθεσης όλων των μαθητών.
- ✓ Καταγραφή των αποτελεσμάτων με τη βοήθεια Η/Υ.

Σύνθεση της εργασίας:

- ✓ Συγκέντρωση και επεξεργασία του υλικού της πρώτης φάσης από όλες τις ομάδες.

- ✓ Επεξεργασία των αποτελεσμάτων της έρευνας κάθε ομάδας και σύνθεση εργασίας ανά ομάδα.
- ✓ Επεξεργασία των ερευνητικών αποτελεσμάτων που αφορούν στην κατανάλωση ενέργειας στην καθημερινή ζωή από όλες τις ομάδες.
- ✓ Παραγωγή έντυπου και ηλεκτρονικού υλικού με τα συμπεράσματα και τα ερευνητικά αποτελέσματα.
- ✓ Επισημάνσεις και προτάσεις για την επίλυση του προβλήματος της υπερκατανάλωσης της ενέργειας.

Παρουσίαση της εργασίας: Καθορισμός ημέρας που θα γίνει η παρουσίαση τόσο του πληροφοριακού και φωτογραφικού υλικού, όσο και των ερευνητικών αποτελεσμάτων

Ηλεκτρονική παρουσίαση της εργασίας

Κριτήρια αξιολόγησης: Η σύνθεση και παρουσίαση της εργασίας, ο βαθμός επίτευξης των στόχων, η μεθοδολογική και διαθεματική προσέγγιση, το πλήθος των πηγών που επιλέχθηκαν αυτοδιοίκηση.

Κοινοποίηση: Με πρωτοβουλία των μαθητών γίνεται κοινοποίηση των τελικών αποτελεσμάτων της εργασίας στην τοπική κοινωνία



Ας δώσουμε τον κόσμο στα παιδιά

Ας δώσουμε τον κόσμο στα παιδιά έστω και για μια μέρα
ας τον δώσουμε να παίξουν σαν ένα πολύχρωμο μπαλόνι
να παίξουν τραγουδώντας ανάμεσα στ' αστέρια
ας δώσουμε τον κόσμο στα παιδιά
σαν ένα τεράστιο μήλο, σαν ψίχα ολόζεστου ψωμιού
να χορτάσουν μια μέρα τουλάχιστον
ας δώσουμε τον κόσμο στα παιδιά
να μάθει έστω και για μια μέρα ο κόσμος τη φιλία
τα παιδιά θα πάρουν απ' τα χέρια μας τον κόσμο
θα φυτέψουν αθάνατα δέντρα.

5.6.13.2 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΙΤΛΟ «ΕΝΕΡΓΕΙΑ»

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑ» (από το σχολικό εγχειρίδιο του Ο.Ε.Δ.Β. για τη ΣΤ΄ τάξη του δημοτικού).

Στα πλαίσια της διδασκαλίας του μαθήματος των φυσικών επιστημών με σκοπό την εκπαίδευση εγγράμματων πολιτών μέσω της καλλιέργειας γνωστικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων και τη δημιουργία θετικών, κριτικών και αποδεκτικών στάσεων απέναντι σ' αυτές, επιλέξαμε τον ακόλουθο διαθεματικό τρόπο διδασκαλίας του σχετικού κεφαλαίου, σε μια ΣΤ΄ τάξη μαθητών, χωρισμένων σε μεικτές ομάδες και σε χρόνο 10 διδακτικών ωρών (περίπου ενός μήνα).

Ως στόχοι, πέρα από τους καθαρά γνωστικούς, ορίστηκαν η ευαισθητοποίηση των μαθητών στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος μέσα από την υποστήριξη ήπιων και ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Αυτό προϋποθέτει, βέβαια, τη γνωριμία των μαθητών με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑ»

1^η και 2^η διδακτική ώρα: Η αφορμή για την εισαγωγή των μαθητών στο σχετικό κεφάλαιο γίνεται από δημοσιεύματα εφημερίδων σχετικά με την άνοδο της τιμής του πετρελαίου καθώς και την ανησυχία που έχει επέλθει τα τελευταία χρόνια σε ολόκληρο τον κόσμο από την απειλή του. Ακολουθεί συζήτηση και απόφαση για γενικότερη διερεύνηση του ζητήματος που λέγεται ενέργεια.

Ακολούθως γίνεται εισαγωγή στο σχετικό κεφάλαιο του εγχειριδίου. Διδάσκονται η πρώτη διδακτική ενότητα του κεφαλαίου (σελ.12-13) [184] με τίτλο: «Ενέργεια (Εισαγωγή)» καθώς και η δεύτερη (σελ.14-15) με τίτλο: «Πηγές Ενέργειας-Μορφές Ενέργειας». Επίσης θα διδάξουμε την προέλευση της Ενέργειας (σελ.16-17).Εκτός από τις πληροφορίες και τη συμπλήρωση των Φύλλων Εργασίας (ΦΕ1 και ΦΕ2) (σελ.20 -25) [185] του τετραδίου

εργασιών, μπορούμε να προβάλλουμε διαφάνειες, DVD ή να εξερευνήσουμε το διαδίκτυο. Μετά τις προβολές η κάθε ομάδα μαθητών διαλέγει μια μορφή ενέργειας και αναλαμβάνει να βρει πληροφορίες γι' αυτήν και να τις παρουσιάσει στην τάξη είτε σε μορφή ηλεκτρονική (pp-word) είτε σε συμβατική (ανάγνωση-εικόνες). Ακολουθεί από τις ομάδες η κατασκευή κολλάζ (1^η δραστηριότητα). Δίνονται στα παιδιά εικόνες και χαρτόνια, εκείνα επιλέγουν ένα θέμα, σχετικό πάντα με το είδος της ενέργειας που επέλεξαν, και εργάζονται πάνω σ' αυτό για να το παρουσιάσουν στο τέλος σε όλη την τάξη. (π.χ. Χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, Τα υπέρ και τα κατά της θερμικής ενέργειας, κ.ά.).

3^η και 4^η διδακτική ώρα: Διδάσκεται η τρίτη κατά σειρά ενότητα από το βιβλίο του μαθητή: «Το πετρέλαιο» (σελ.18-25). Εκτός από τις πληροφορίες και τη συμπλήρωση των Φύλλων Εργασίας (ΦΕ3, ΦΕ4, ΦΕ5 και ΦΕ6) του τετραδίου εργασιών (σελ.26-34)., μπορούμε να προβάλλουμε διαφάνειες, DVD ή να εξερευνήσουμε το διαδίκτυο.

5^η διδακτική ώρα: Διδάσκεται η τέταρτη κατά σειρά ενότητα: «Ορυκτοί Άνθρακες» (σελ.26-29). Εκτός από τις πληροφορίες και τη συμπλήρωση των Φύλλων Εργασίας (ΦΕ7, και ΦΕ8) του τετραδίου εργασιών (σελ.35-38), μπορούμε να προβάλλουμε διαφάνειες, DVD ή να εξερευνήσουμε το διαδίκτυο.

6^η διδακτική ώρα: Διδάσκεται η πέμπτη κατά σειρά ενότητα: «Φυσικό Αέριο» (σελ.30-33). Εκτός από τις πληροφορίες και τη συμπλήρωση των Φύλλων Εργασίας (ΦΕ9, και ΦΕ10) του τετραδίου εργασιών (σελ.39-44), μπορούμε να προβάλλουμε διαφάνειες, DVD ή να εξερευνήσουμε το διαδίκτυο. Επίσης καλούνται οι μαθητές να αντιστοιχίσουν (σε χαρτόνια) μορφές ενέργειας με τις πηγές τους.

7^η διδακτική ώρα: Διδάσκεται η έκτη κατά σειρά ενότητα: «Ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας» (σελ.34-37). Εκτός από τις πληροφορίες και τη συμπλήρωση του Φύλλου Εργασίας (ΦΕ12) του τετραδίου εργασιών (σελ.39-44), μπορούμε να προβάλλουμε διαφάνειες, DVD ή να εξερευνήσουμε το διαδίκτυο. Διαβάζεται ένα σχετικό άρθρο εφημερίδας, ακολουθεί συζήτηση για το ποιες είναι οι ήπιες και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και δίνεται άφθονο πληροφοριακό υλικό στα παιδιά με σκοπό τη διοργάνωση (από τα ίδια)

μιας ημερίδας (2^η δραστηριότητα) με θέμα: «Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας-Σωτηρία για τον πλανήτη μας». Η κάθε ομάδα επιλέγει ένα είδος ενέργειας, προετοιμάζεται κατάλληλα και κάποια άλλη μέρα γίνεται η διοργάνωση της ημερίδας όπου οι μαθητές παρουσιάζουν την εργασία τους που μπορεί να γίνει με συνοδεία εικόνων, διαφανειών, ιστοσελίδων, κ.ά.

8^η διδακτική ώρα: «Διοργάνωση ντημπέιτ» (3^η δραστηριότητα)

Με την υποστήριξη πληροφοριακού υλικού τα παιδιά γίνονται κάτοικοι μιας περιοχής της Κρήτης που αντιμετωπίζουν ενεργειακό πρόβλημα. Χωρίζονται σε τρεις ομάδες: η 1^η που υποστηρίζει την κατασκευή πυρηνικού εργοστασίου, η 2^η που υποστηρίζει την κατασκευή ατμοηλεκτρικού εργοστασίου και η 3^η που υποστηρίζει τη χρήση ήπιων μορφών ενέργειας. Ακολουθεί αντιπαράθεση απόψεων με συντονιστή το δάσκαλο.

9^η διδακτική ώρα: Διδασκαλία της έβδομης ενότητας «Οικονομία Ενέργειας» (σελ. 38-43). Με αφορμή ένα υπέρογο λογαριασμό της ΔΕΗ γίνεται συζήτηση για την εξοικονόμηση ενέργειας. Γίνονται οι σχετικές εργασίες του Φύλλου Εργασίας (ΦΕ12) του τετραδίου εργασιών (σελ.39-44), και προβάλλεται μια ιστοσελίδα με το δωδεκάλογο της εξοικονόμησης ενέργειας. Έπειτα τα παιδιά παίζουν το παιχνίδι της Ενέργειας (σελ.42-43). Στη συνέχεια τα παιδιά, με τη συνδρομή του δασκάλου τους, όλα μαζί γράφουν ένα μικρό θεατρικό δρώμενο το οποίο αναλαμβάνουν να παρουσιάσουν σε όλα τα παιδιά του σχολείου. (4^η δραστηριότητα)

10^η διδακτική ώρα: Τα παιδιά με τη βοήθεια του δασκάλου τους και τη χρήση όλου του υλικού που επεξεργάστηκαν στις προηγούμενες διδακτικές ώρες κατασκευάζουν ηλεκτρονική εφημερίδα την οποία προβάλλουν στο site του σχολείου τους και μετά την εκτυπώνουν και τη μοιράζουν στο προσωπικό του σχολείου καθώς και σε όλους τους μαθητές. (5^η δραστηριότητα).

ΠΕΝΤΕ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΒΟΗΘΗΣΟΥΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ « ΕΝΕΡΓΕΙΑ»

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Κατασκευή κολλάζ

Περιγραφή: Η κατασκευή ομαδικών κολλάζ με θέματα που επιλέγουν οι μαθητές που έχουν σχέση με τη μορφή της ενέργειας που επέλεξαν.(π.χ.

Η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, τα υπέρ και τα κατά της θερμικής ενέργειας, η ηλιακή ενέργεια στο μέλλον, η αιολική ενέργεια και τα νησιά μας...)

Χρονική Διάρκεια: Τα 15 τελευταία λεπτά της 1^{ης} διδακτική ώρας.

Διδακτικό Υλικό: Φωτογραφίες από εφημερίδες, βιβλία, περιοδικά ή το internet που δίνει στα παιδιά ο-η εκπαιδευτικός, χαρτόνια, κόλλες, ψαλίδια.

Χάρτης Εννοιών :Ανάλογος με το κάθε θέμα (βλέπε παράρτημα).

Διαφορετικές θεματικές περιοχές που εμπλέκονται : Μάθημα αισθητικής αγωγής.

Δεξιότητες ή στάσεις που καλλιεργούνται και συμβάλλουν στην εκπαίδευση του πολίτη: Έκφραση των προβληματισμών των μαθητών στο θέμα της ενέργειας και στο πώς αυτή επηρεάζει την ποιότητα ζωής μας. Εκπαίδευση των παιδιών στο σχεδιασμό και στην παρουσίαση ενός σύντομου οπτικού και προφορικού μηνύματος (αφίσα).

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Διοργάνωση-παρουσίαση Ημερίδας

Περιγραφή: Τα παιδιά αναλαμβάνουν να βρουν πληροφορίες, ανακοινώσεις, δηλώσεις κ.ά. ή να αναδιοργανώσουν σχετικό πληροφοριακό υλικό που τους δίνει ο-η εκπαιδευτικός , πάνω στη μορφή ενέργειας που επέλεξαν, και να τα παρουσιάσουν σε σχετική ημερίδα που θα διοργανώσει το σχολείο με καλεσμένους μαθητές, γονείς, τοπικούς φορείς, κ.ά.

Χρονική Διάρκεια: Δύο (2) ώρες εκτός διδακτικού ωραρίου (προφανώς κάποιο πρωινό Σαββάτου). Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να γίνει και μες στην τάξη από τα παιδιά προς τα ίδια τα παιδιά.

Διδακτικό Υλικό: Πληροφορίες, εικόνες, δηλώσεις, ανακοινώσεις, άρθρα εφημερίδων...διαφάνειες, Η/Υ, προβολέας...χάρτες ,σχεδιαγράμματα....

Χάρτης Εννοιών: Ανάλογος με τη μορφή ενέργειας (βλέπε παραδείγματα στο παράρτημα).

Διαφορετικές θεματικές περιοχές που εμπλέκονται: Γεωγραφία, Προφορική έκφραση (παρουσίαση)

Δεξιότητες ή στάσεις που καλλιεργούνται... Συνεργασία σε ομάδες, ανάληψη πρωτοβουλιών, παρουσίαση πληροφοριών και μηνυμάτων.

3^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:

Διοργάνωση Ντημπέιτ (αντιπαράθεση επιχειρημάτων)

Περιγραφή: Τα παιδιά φαντάζονται τους εαυτούς τους κατοίκους μιας περιοχής της Ελλάδας (πχ της Κρήτης) που αντιμετωπίζουν ενεργειακό πρόβλημα.. Διοργανώνουν για το λόγο αυτό μια συζήτηση με αντιπαράθεση επιχειρημάτων. Χωρίζονται σε τρεις ομάδες ανάλογα με το τι υποστηρίζουν. Η 1^η ομάδα υποστηρίζει την κατασκευή πυρηνικού εργοστασίου στην περιοχή τους, η 2^η ομάδα υποστηρίζει την κατασκευή ατμοηλεκτρικού εργοστασίου και η 3^η ομάδα τη χρησιμοποίηση ήπιων μορφών ενέργειας (ηλιακή, αιολική, γεωθερμική...)

Συντονιστής στο ντημπέιτ αυτό μπορεί να γίνει ένας μαθητής ή καλύτερα ο-η εκπαιδευτικός. Τα παιδιά-κάτοικοι υποστηρίζουν κάθε φορά τις απόψεις τους με επιχειρήματα και στοιχεία που πρέπει να έχουν μπροστά τους. Μπορεί να γίνει και μαγνητοσκόπηση ή βιντεοσκόπηση της όλης συζήτησης.

Χρονική Διάρκεια: Μια (1) ολόκληρη διδακτική ώρα.

Διδακτικό Υλικό: Πληροφορίες, άρθρα, δηλώσεις, κ.ά. Μαγνητόφωνο ή βιντεοκάμερα.

Χάρτης εννοιών: (βλ. στο παράρτημα)

Εμπλεκόμενες Περιοχές: Προφορική έκφραση, διάλογος.

Δεξιότητες και στάσεις... Να μάθουν οι μαθητές να εκφράζουν ελεύθερα τις απόψεις τους αλλά και να τις υποστηρίζουν με επιχειρήματα και να σέβονται και τις απόψεις των άλλων συνομιλητών τους. Με λίγα λόγια να μάθουν πώς γίνεται ένας σωστός διάλογος.

4^Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Θεατρικό Δρώμενο

Περιγραφή: Εκπαιδευτικός και μαθητές, σε ομαδική βάση, γράφουν ένα μικρό θεατρικό δρώμενο με θέμα που τα ίδια τα παιδιά θα επιλέξουν. Μέσα απ' αυτό πρέπει να παρουσιάζονται προσπάθειες ή τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας σε ατομικό, οικογενειακό και κατ' επέκταση εθνικό επίπεδο. Μετά τη συγγραφή τα παιδιά μοιράζονται τους ρόλους και το παρουσιάζουν στην τάξη ή στην αίθουσα εκδηλώσεων του σχολείου για όλους τους μαθητές.

Χρονική Διάρκεια: 20-25 τελευταία λεπτά της 6^{ης} διδακτικής ώρας για τη συγγραφή, αρκετός χρόνος για την προετοιμασία της παράστασης και μία (1) ώρα περίπου για την παρουσίαση.

Διδακτικό Υλικό: Ιδέες όλων, κοστούμια, σκηνικά, κ.ά.

Χάρτης Εννοιών: (βλ. στο παράρτημα)

Εμπλεκόμενες Περιοχές: Γραπτή έκφραση (Γλώσσα)-θεατρική έκφραση

Δεξιότητες και στάσεις... Να μάθουν οι μαθητές να συνεργάζονται σε ομαδική βάση, να εκφράζονται γραπτά και προφορικά και να αναπτύσσουν τις καλλιτεχνικές τους ικανότητες.

5^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Κατασκευή και δημοσίευση σχολικής εφημερίδας

Περιγραφή: Με όλο το υλικό που χρησιμοποιήθηκε τα παιδιά γράφουν μια σχολική εφημερίδα με θέμα την ενέργεια. Η συγγραφή μπορεί να γίνει είτε σε ηλεκτρονική μορφή είτε χειρόγραφα. Στο τέλος μπορεί να γίνει παρουσίαση της σχολικής εφημερίδας, δημοσίευσή της στο site του σχολείου (αν υπάρχει) ή εκτύπωση και διανομή της.

Χρονική Διάρκεια: Μία (1) ολόκληρη διδακτική ώρα.

Διδακτικό Υλικό: Όλο το πληροφοριακό υλικό των προηγούμενων διδακτικών ωρών, «σκέφτομαι και γράφω» των μαθητών, κ.ά.

Χάρτης Εννοιών: (βλ. στο παράρτημα)

Εμπλεκόμενες Περιοχές: Γλώσσα (γραπτή έκφραση), εξοικείωση ή εκμάθηση Η/Υ σε συνεργασία πάντα με τον καθηγητή πληροφορικής του σχολείου.

Δεξιότητες και στάσεις... Όλες εκείνες που συνοδεύουν έναν καλό δημοσιογράφο.

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α) ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΔΑΝΙΑ

Πως κατάφερε να γίνει η πιο «πράσινη» της Ευρώπης



Το 1973 ήταν απόλυτα εξαρτημένη από εισαγόμενο πετρέλαιο και άνθρακα. Σήμερα, παράγει το 1/3 του ηλεκτρισμού της από εγχώριες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το ενεργειακό παράδειγμα της Δανίας δείχνει ότι η προσπάθεια για ένα «πράσινο μέλλον» δεν είναι σαν να κυνηγάς ανεμόμυλους, αλλά ένας ρεαλιστικός δρόμος.

Το 1973, η Δανία ήταν η πιο εξαρτημένη ενεργειακά χώρα του κόσμου, αφού κάλυπτε το 99% των ενεργειακών αναγκών της με εισαγόμενο πετρέλαιο και άνθρακα. Τα δημόσια κονδύλια ξοδεύονταν στις εισαγωγές, ενώ στη χώρα έμενε η μεγάλη ρύπανση. Η πετρελαϊκή κρίση της διετίας 73 - 74 αποτέλεσε ένα καταστροφικό σοκ για τη χώρα. «Εταιρείες έκλεισαν, πολλά αυτοκίνητα είχαν ακινητοποιηθεί», είπε στο ΟΙΚΟ ο Ολε Οντγκαρντ, ειδικός σύμβουλος της Υπηρεσίας Ενέργειας της Δανίας. Τότε αποφασίστηκε η χάραξη μιας διαφορετικής εθνικής πολιτικής για την ενέργεια.

Τι γίνεται σήμερα

Τριάντα πέντε χρόνια μετά, η Δανία:

- Παίρνει το 29,5% του ηλεκτρικού ρεύματος και το 17% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό στον κόσμο. Στο ηλεκτρικό ρεύμα η αιολική ενέργεια συμμετέχει με 20%, η βιομάζα (κυρίως προερχόμενη από ξύλο και άχυρο) με 6% και η αξιοποίηση οργανικών απορριμμάτων με 4%
- Είναι από τις πρώτες χώρες στην εξοικονόμηση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο (πρώτη στην Ε.Ε.). Ενώ το ΑΕΠ παρουσίασε μεγέθυνση κατά 45% από το 1990, η κατανάλωση

ενέργειας αυξήθηκε μόνο κατά 7% (δηλαδή αναλογικά μειώθηκε πάνω από 33%), ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκαν (σε απόλυτα νούμερα) κατά 13%, λόγω της ολοένα και μεγαλύτερης συμβολής της «καθαρής ενέργειας».

- Έχει αναδειχθεί στην πρωτοπορία της τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών. Η μία στις τρεις ανεμογεννήτριες που τοποθετούνται παγκόσμια είναι «made in Denmark»(!), ενώ εξάγει και λογισμικό για τη διαχείριση αιολικών πάρκων. Πρωτοποριακά συστήματα έχουν δημιουργηθεί και σε άλλους τομείς (π.χ. βιομάζα).

Πώς τα κατάφερε;

Πώς κατάφερε η Δανία να διπλασιάσει μέσα σε δέκα χρόνια τη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση και να την τριπλασιάσει στον ηλεκτρισμό;

- Υπάρχει σαφέστατη πολιτική βούληση, η οποία εκφράζεται και στη δομή της κυβέρνησης. Δεν υπάρχει μόνο υπουργείο Περιβάλλοντος, αλλά και υπουργείο Κλιματικής Αλλαγής και Ενέργειας. «Υπάρχει δημόσια διαβούλευση και επιδίωξη συναίνεσης για τα θέματα ενέργειας, που θεωρούνται πολιτικά και πρώτης γραμμής», τονίζει ο κ. Οντγκαρντ. «Κυβέρνηση και αντιπολίτευση καταλήγουν σε μια εθνική πολιτική ενέργειας, η οποία παραμένει σταθερή για 15 - 20 χρόνια».
- Προωθήθηκε η αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας και η ενεργητική συμμετοχή της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και των τοπικών κοινοτήτων. Σε αντίθεση με το συγκεντρωτικό μοντέλο παραγωγής ενέργειας, που χαρακτήριζε τη χώρα μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '80 (και την Ελλάδα έως σήμερα), μετατράπηκε όλη η χώρα σε παραγωγό ενέργειας, με τοπικά αιολικά πάρκα (πολλά είναι ιδιοκτησίας ή συνιδιοκτησίας δήμων), με μονάδες συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας κ.λπ. Έτσι, μειώνονται οι απώλειες ενέργειας στη μεταφορά, ενώ έγινε καλύτερος σχεδιασμός στη χωροθέτηση αιολικών πάρκων. «Τα πρώτα χρόνια, πολλές ανεμογεννήτριες μπήκαν σε λάθος

τοποθεσίες, ενοχλούσαν κοινότητες, προκλήθηκαν αντιδράσεις. Σήμερα, επιδοτούμε τη μετεγκατάσταση ή την αποσυναρμολόγησή τους», λέει ο κ. Όντγκαρντ. «Πολλοί δήμοι συναγωνίζονται για το ποιος θα είναι πιο φιλικός στο περιβάλλον, έτσι ώστε να γίνουν πόλος έλξης ανθρώπων και επενδύσεων», σημειώνει ο κ. Μάριους Σιλβερστένσεν, μάνατζερ της Συνεργασίας για το Κλίμα.

- Δόθηκαν κίνητρα στις Α.Π.Ε., ενώ επιβλήθηκαν φόροι διοξειδίου του άνθρακα σε ρυπογόνες δραστηριότητες. Η ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες στη στεριά πωλείται με επιδότηση 0,02 ευρώ/κιλοβατώρα επιπλέον της τιμής αγοράς, ενώ τα θαλάσσια αιολικά πάρκα πωλούν σε εξασφαλισμένες τιμές. Χιλιάδες ανεμογεννήτριες σήμερα παρέχουν ισχύ 3.124 MW στο δίκτυο. Αναπτύσσεται η τεχνολογία των αιολικών πάρκων μέσα στη θάλασσα, που σήμερα παρέχουν 423 MW.
- Απάντησαν στην κρίση με συνολικό σχεδιασμό. Η θέρμανση στη Δανία είναι εξαιρετικά ενεργοβόρα. Γι' αυτό αποφασίστηκε τη δεκαετία του '80 στροφή στην θέρμανση ανά περιφέρεια, αντί για θέρμανση ανά οικοδομή. Δημιουργήθηκαν πάνω από 200 περιφερειακές μονάδες, με καύση βιομάζας, ενώ αργότερα θεσπίστηκε η ακόμα πιο αποδοτική μέθοδος της συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ενέργειας. Απαγορεύθηκε η χρήση ηλεκτρικού για θέρμανση (όπου υπάρχει περιφερειακό δίκτυο), καθώς και η δημιουργία οποιασδήποτε μονάδας δεν είναι συμπαραγωγής. Ηδη σήμερα υπάρχουν πάνω από 63 μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρικού και θέρμανσης. Το αποτέλεσμα: το 1980 το 64% της οικιακής θέρμανσης προερχόταν από πετρέλαιο, το 17% από άνθρακα και από ΑΠΕ μόλις το 16%. Το 2006, το πετρέλαιο συμμετείχε με 4%, ο άνθρακας με 24%, ενώ η βιομάζα (που δεν πληρώνει φόρο ρύπων) με 43%. Το υπόλοιπο καλύπτεται από φυσικό αέριο. Η θέρμανση από κεντρικό περιφερειακό σύστημα είναι οκτώ στις δέκα φορές φθηνότερη για τον καταναλωτή.

- Θεσπίστηκαν εγκαίρως συγκεκριμένες προδιαγραφές για την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Τα παλιότερα κτίρια στη Δανία απαιτούσαν για τη θέρμανσή τους, κατά μέσον όρο, 14 λίτρα πετρέλαιο ανά τετραγωνικό μέτρο. Οι οικοδομές από το 1982 και μετά έπρεπε να περιοριστούν σε 10 λίτρα. Η ποσότητα αυτή διαρκώς μειωνόταν με νέους κανονισμούς. Ο πιο πρόσφατος, του 2006, υποχρεώνει σε λιγότερα από 6 λίτρα (μιλάμε πάντα για άλλη μορφή ενέργειας, που θα ισοδυναμεί με έξι λίτρα πετρελαίου), ενώ το 2010 θα πέσει στα 4, το 2015 στα 3, με στόχο το «παθητικό σπίτι» που θα χρειάζεται μόλις ένα λίτρο!

Οι Δανοί δεν σταματούν. Από τις αρχές του χρόνου, και συγκεκριμένα από τον Φεβρουάριο του 2008, εφαρμόζεται η νέα πολιτική συμφωνία για την μακρόχρονη ενεργειακή στρατηγική. Στόχος, η ολοκληρωτική απεξάρτηση της Δανίας από τα ορυκτά καύσιμα μέχρι το 2075. Μέχρι το 2025 πρέπει να έχει μειωθεί η χρήση τους κατά 15% και να έχουν φτάσει οι ανανεώσιμες πηγές στο 30% της συνολικής ενέργειας. Έχουν πρόβλημα στις μεταφορές, όπου η κατανάλωση αυξάνεται 4% το χρόνο, αλλά πιστεύουν ότι θα τα καταφέρουν!

Η μεγαλύτερη γειτονιά «πράσινων» σπιτιών στην Ευρώπη



ΤΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΟΥΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΠΙΤΙΟΥ	kWh/m ²
Σύμφωνα με τον κώδικα του 1995	84
Σύμφωνα με το νέο κώδικα	68
Κατηγορία 2 στο Ν.Στενλέσε	46
Κατηγορία 1 στο Ν.Στενλέσε	38
«Παθητικό σπίτι»	27

Ένα «ταξίδι στο μέλλον» αυτής της αναζήτησης για τη «βιώσιμη κατοικία» στην εποχή της κλιματικής αλλαγής, πραγματοποιήσαμε στην περιοχή Νότιο Στενλέσε, του Δήμου Έγκενταλ, κοντά στην Κοπεγχάγη. Δεν επισκεφθήκαμε μερικές πειραματικές κατοικίες, κατάλληλες για επίδειξη, αλλά πραγματικά

σπίτια για πραγματικούς ανθρώπους. Δεν μας ενθουσίασαν όλες οι εφαρμογές, αλλά στο Εγκενταλ προσπαθούν να ανοίξουν δρόμο. Εκεί οικοδομείται η μεγαλύτερη γειτονιά ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων στην Ευρώπη.

«Πουλήσαμε σε εταιρείες ή ιδιώτες μια αδόμητη μέχρι τώρα έκταση 760 στρεμμάτων, με σκοπό να κτιστούν 750 σπίτια, για όλες τις κοινωνικές κατηγορίες, με τις πιο διαφορετικές αρχιτεκτονικές προσεγγίσεις», εξηγεί στο ΟΙΚΟ ο αντιδήμαρχος κ. Βίλι Ελίασεν. «Πίσω από την ποικιλία όμως υπάρχουν ισχυρότατες περιβαλλοντικές δεσμεύσεις»:

- Όλα τα σπίτια πρέπει να καταναλώνουν τουλάχιστον 35% λιγότερη ενέργεια για θέρμανση απ' όση προβλέπει ο πρόσφατα αναθεωρημένος και πιο αυστηρός Οικοδομικός Κώδικας. Τα σπίτια χωρίζονται ενεργειακά σε τρεις κατηγορίες: Ένα, Δύο και «παθητικά σπίτια». Υπολογίζεται ότι θα εξοικονομούνται 4,5 εκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο (το ισοδύναμο 500.000 λίτρων πετρελαίου) και θα αποφεύγονται εκπομπές 630 τόνων διοξειδίου του άνθρακα.
- Το βρόχινο νερό θα μαζεύεται σε υπόγειες δεξαμενές και θα χρησιμοποιείται για το καζανάκι και την καθαριότητα. Περίπου 22.000 κυβικά μέτρα νερού θα κερδίζονται ετησίως.
- Απαγορεύεται η χρήση πλαστικού PVC, καθώς και πετρελαίου ξύλου, που βλάπτει το περιβάλλον. Θα καταναλωθούν 58 τόνοι λιγότεροι PVC και 200 τόνοι ξυλείας.

Επιστροφή στο μέλλον

«Βελτιώθηκε σημαντικά η ζωή μας. Απολαμβάνουμε τον ήλιο που μπαίνει από τα μεγάλα παράθυρα του καθιστικού, που προστατεύονται όμως με τριπλό τζάμι εξαιρετικής θερμομόνωσης», μας λένε ο Ινγκε και η Κελ, που μετακόμισαν πριν από μερικούς μήνες στο «πράσινο προάστιο». «Πληρώνουμε τα μισά για θέρμανση, ενώ σημαντικό είναι το όφελος από το βρόχινο νερό». Μας δείχνουν με ικανοποίηση τους πολύ φαρδείς τοίχους (θυμίζουν τους παλιούς πέτρινους στα ελληνικά χωριά), την αυτοματοποιημένη θέρμανση στο πάτωμα, το σύστημα εξαερισμού.

Αν η επίσκεψη στο συγκεκριμένο σπίτι έμοιαζε με βήμα στο άμεσο μέλλον, το πέρασμα από τη γειτονιά των λεγόμενων παθητικών σπιτιών, με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας, είχε το άρωμα του φουτουρισμού.

Παραλληλόγραμμα «κουτιά», που έρχονται προκατασκευασμένα, με ιδιαίτερα παχιά μόνωση από φυσικά υλικά (προερχόμενα από ξυλεία), αλλά εξαιρετικά μικρά παράθυρα. «Τα παράθυρα προκαλούν απώλειες ενέργειας», εξηγεί ο κ. Ελίασεν. Αλλά με παράθυρα κουκέτας πώς να ζήσεις; Τα «παθητικά σπίτια» θα είναι συνδεδεμένα και με μικρό «πάρκο» ηλιακών πάνελ για να εξασφαλίζουν το ζεστό νερό. Ας ελπίσουμε ότι η τεχνολογία θα βρει τρόπους συνδυασμού της εξοικονόμησης ενέργειας με την άνετη διαβίωση (του ΓΙΑΝΝΗ ΕΛΑΦΡΟΥ).

B) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΗΣΙ ΣΤΗ ΔΑΝΙΑ. ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣ ΜΙΜΗΣΗ

Το νησί Σάμσο στη Δανία κατάφερε μέσα σε 7 χρόνια να καλύπτει τις ενεργειακές του ανάγκες εξ ολοκλήρου από ανανεώσιμες πηγές.

«Μένω επτά χρόνια στο Σάμσο, ένα νησάκι της Δανίας. Είχα την τύχη να δω από την αρχή τη μετατροπή του από συμβατικό νησί στην πρώτη ενεργειακά αυτόνομη περιοχή του πλανήτη μας», λέει ο κ. Χριστόδουλος Χαμπής, ο μοναδικός Έλληνας κάτοικος του πράσινου νησιού. «Έζησα από κοντά τη λαϊκή συμμετοχή σε όλες τις αποφάσεις και μετανιώνω που δεν αγόρασα, όταν έπρεπε, μετοχές των εταιρειών που σήμερα διαχειρίζονται τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας του νησιού», επισημαίνει ο κ. Χαμπής.

Σήμερα το 100% της ενέργειας στο Σάμσο προέρχεται από τον άνεμο, τον ήλιο και τη βιομάζα και γίνονται προσπάθειες να αντικατασταθεί και η βενζίνη στα αυτοκίνητα. Μάλιστα τα τρακτέρ και τα φέρι-μπόουτ, που εξυπηρετούν το νησί, χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα από βιομάζα. Το πρόγραμμα αλλαγής του τρόπου ηλεκτροδότησης και θέρμανσης στο Σάμσο άρχισε το 1998. Ύστερα από επτά χρόνια το νησί είχε ρεύμα και θέρμανση αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το αυτόνομο σύστημα παραγωγής ενέργειας στο Σάμσο στηρίζεται σε αιολικά πάρκα και σε 4 μονάδες παραγωγής θερμότητας.

Τα εργοστάσια παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιούν βιομάζα ως καύσιμο, κυρίως υπολείμματα ξυλείας, και διαθέτουν τεράστιους ηλιακούς συλλέκτες, όπως αυτός του Νόρμπαϊ που εκτείνεται σε 2.500 τετραγωνικά μέτρα. Περίπου 900 κατοικίες είναι συνδεδεμένες με τα εργοστάσια παραγωγής θερμότητας, με το σύστημα της τηλεθέρμανσης.

Το κόστος της θέρμανσης είναι περίπου 90 ευρώ το μήνα για κατοικία 100 τ.μ. Υπάρχουν τρεις περιοχές όπου έχουν εγκατασταθεί συνολικά 11 ιδιόκτητες ανεμογεννήτριες στο εσωτερικό του νησιού και άλλες 10 υπεράκτιες πλωτές ανεμογεννήτριες στα νότια του νησιού. «Αγόρασα το σπίτι μου πριν από δυόμισι χρόνια και έχω ρεύμα από ανεμογεννήτριες και θέρμανση από ηλιακούς συλλέκτες. Η πρώην σύζυγός μου και μητέρα των δύο παιδιών μου είναι από εδώ και διαθέτει δύο ανεμογεννήτριες στην περιοχή, οι οποίες της παρέχουν σημαντικό επιπλέον εισόδημα», επισημαίνει ο κ. Χαμπής. Το κόστος της κιλοβατώρας είναι 25 λεπτά για τους κατοίκους του Σάμσο, ενώ η κιλοβατώρα από την ανεμογεννήτρια πληρώνεται προς 9 λεπτά στον ιδιοκτήτη της.

«Το καλοκαίρι το Σάμσο είναι επίγειος παράδεισος», λέει ο κ. Χαμπής. «Διοργανώνονται φεστιβάλ και προσέρχονται εκατοντάδες χιλιάδες τουρίστες, για να δουν κυρίως την απεξάρτησή μας από το πετρέλαιο. Τους ονομάζουμε οικο-τουρίστες», τονίζει ο ίδιος. «Περισσότεροι από 3.000 κάτοικοι σε σύνολο 4.000 διαθέτουν μετοχές στις εταιρείες που παρέχουν ρεύμα και θέρμανση στο νησί», τονίζει ο γενικός διευθυντής της Ενεργειακής Ακαδημίας του Σάμσο κ. Σόρεν Χέρμανσεν.

Ο ίδιος γεννήθηκε στο Σάμσο και επέστρεψε πριν από 10 χρόνια για να πρωτοστατήσει στις προσπάθειες μετατροπής του σε απόλυτα πράσινο και ενεργειακά αυτόνομο νησί.

«Όταν πριν από 35 χρόνια αποφασίσαμε στη Δανία ότι δεν πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε ποτέ πυρηνική ενέργεια, στραφήκαμε κυρίως στην αιολική, καλύπτοντας για χρόνια περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής ανεμογεννητριών», λέει ο κ. Χέρμανσεν. Η Δανία καλύπτει το 20% της ηλεκτρικής της κατανάλωσης από την αιολική ενέργεια, ενώ οι βιομηχανίες ανεμογεννητριών της εξάγουν το 90% των προϊόντων τους κυρίως στη Γερμανία και την Ισπανία. Σήμερα κατέχει το 40% της παγκόσμιας

αγοράς, καθιστώντας τον άνεμο το ισχυρότερο επιχειρηματικό όπλο της χώρας. «Πετύχαμε πολλά, αλλά αποτύχαμε στο να πείσουμε τους κατοίκους να αλλάξουν τα αυτοκίνητά τους με ηλεκτροκίνητα. Ο πληθυσμός είναι ίδιος σε αριθμό με αυτόν του 1998, παρά τις αλλαγές και μάλιστα ο μέσος όρος ηλικίας είναι κοντά στα 60 χρόνια. Οι περισσότεροι συνταξιούχοι της χώρας προτιμούν να έρθουν εδώ, αλλά δεν έχουμε ανάλογη προσέλευση νέων ανθρώπων και επιστημόνων», επισημαίνει ο κ. Χέρμανσεν.

Ο ίδιος συνέβαλε στο σχεδιασμό και τελικώς απέκτησε δική του ανεμογεννήτρια το 1984, ισχύος 55 κιλοβάτ. Ήταν από τους πρώτους ανθρώπους στον κόσμο με ιδιωτική ανεμογεννήτρια. Το 1999 εγκατέστησε 11 ανεμογεννήτριες στο Σάμσο ισχύος 1 μεγαβάτ η καθεμία. Στη συνέχεια ήταν υπεύθυνος για την εγκατάσταση των άλλων 10 πλωτών ανεμογεννητριών-ισχύος 2,3 μεγαβάτ η καθεμία- και συμμετείχε στο σχεδιασμό της τηλεθέρμανσης στο Σάμσο. Από το 2006 είναι ο γενικός διευθυντής της Ενεργειακής Ακαδημίας του Σάμσο, που εποπτεύει όλο το πρόγραμμα ενεργειακής αυτονόμησης του νησιού.

(ΠΗΓΕΣ: The New York Times, Auto Express, The Times, Τα Νέα)

Γ) Το υδρογόνο. Το καύσιμο του μέλλοντος. Μύθος ή πραγματικότητα; Εννιά μύθοι και παρανοήσεις - Γιατί τα αυτοκίνητα με κυψέλες υδρογόνου δε βρίσκονται προ των πυλών.

1. Το υδρογόνο είναι καύσιμο εν αφθονία

Πράγματι, το υδρογόνο είναι το πλέον κοινό στοιχείο του σύμπαντος — βρίσκεται σε τέτοια αφθονία που ο ήλιος καταναλώνει 600 εκατομ. τόνους υδρογόνου το δευτερόλεπτο. Αλλά, αντίθετα με το πετρέλαιο, στη Γη δεν υπάρχουν ανάλογες πηγές καθαρού υδρογόνου. Αντίθετα, τα άτομα του υδρογόνου δημιουργούν χημικούς δεσμούς με άλλα στοιχεία της φύσης, με αποτέλεσμα να πρέπει να ξοδέσουμε ενέργεια για το διαχωρισμό του υδρογόνου που θα χρησιμοποιηθεί στις κυψέλες καυσίμου. Δεν μπορούμε να κερδίσουμε από το υδρογόνο περισσότερη ενέργεια από αυτήν που θα ξοδέσουμε για την παραγωγή του.

«Το υδρογόνο είναι νόμισμα και όχι πηγή ενέργειας», εξηγεί ο Geoffrey Ballard, πατέρας των συγχρόνων κυψελών καυσίμου και συνιδρυτής της Ballard Power Systems, της κορυφαίας εταιρείας στον τομέα ανάπτυξης κυψελών καυσίμου. «Είναι το μέσο για να μεταφέρεις ενέργεια από την πηγή της εκεί που χρειάζεται».

2. Οι κυψέλες υδρογόνου θα περιορίσουν την παγκόσμια ρύπανση

Εν αντιθέσει με τους κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι κυψέλες καυσίμου υδρογόνου δεν εκλύουν διοξείδιο του άνθρακα. Αλλά ο διαχωρισμός του υδρογόνου από το φυσικό αέριο, την κύρια πηγή παραγωγής του σήμερα, εκλύει διοξείδιο του άνθρακα. Από την άλλη πλευρά, η παραγωγή υδρογόνου με ηλεκτρόλυση του νερού (που δεν εκλύει CO₂) απαιτεί τρομερές ποσότητες ενέργειας. Και αν η ενέργεια αυτή προέρχεται από εργοστάσια που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα, το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι καθαρό υδρογόνο, αλλά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την παραγωγή του εξακολουθεί να είναι «βρόμικη».

Μόλις εξαχθεί το υδρογόνο, πρέπει να συμπιεστεί και να μεταφερθεί με οχήματα και μηχανήματα, τα οποία, σ' αυτά τα πρώιμα τουλάχιστον στάδια της οικονομίας υδρογόνου, λειτουργούν με συμβατικά καύσιμα. Αποτέλεσμα: Περισσότερη εκπομπή CO₂. Στην πραγματικότητα, η χρήση αυτοκινήτων με κυψέλες καυσίμου που χρησιμοποιούν υδρογόνο το οποίο έχει εξαχθεί από φυσικό αέριο ή νερό, θα συμβάλει σε περαιτέρω αύξηση των επιπέδων CO₂ της ατμόσφαιρας.

"Οι άνθρωποι πιστεύουν ότι τα αυτοκίνητα υδρογόνου δε θα μολύνουν το περιβάλλον", εξηγεί ο David Keith, καθηγητής μηχανικής του Πανεπιστημίου του Κάλγκαρι. "Και οι λαμπτήρες φωτισμού δε μολύνουν, μολύνουν όμως τα εργοστάσια που παράγουν την ενέργεια για τη λειτουργία τους". Βραχυπρόθεσμα, η πυρηνική ενέργεια ίσως αποδειχθεί η καταλληλότερη μέθοδος παραγωγής υδρογόνου χωρίς την εκπομπή πρόσθετου CO₂. Η ηλεκτρική ενέργεια των πυρηνικών εργοστασίων θα χρησιμοποιείται για την ηλεκτρόλυση του νερού — διαχωρίζοντας το H₂O σε υδρογόνο και οξυγόνο. Ο Ballard επικροτεί την ιδέα, θεωρώντας την "εξαιρετικά σημαντική, εκτός αν βρεθεί κάποιος άλλος πιο επαναστατικός τρόπος".

Οι επικριτές της ιδέας πιστεύουν ότι με τον τρόπο αυτό θα δημιουργηθούν στο μέλλον τεράστια προβλήματα με τα πυρηνικά απόβλητα, ενώ δεν τη θεωρούν και οικονομικά ανταγωνιστική. Μία εμπειριστατωμένη ανάλυση με τον τίτλο «Το μέλλον της πυρηνικής ενέργειας», που παρουσιάστηκε πέρυσι από 10 καθηγητές του MIT και του Πανεπιστημίου Harvard, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι «το υδρογόνο που θα παράγεται με ηλεκτρόλυση του νερού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από μία χαμηλού κόστους πυρηνική ενέργεια».

Εφόσον η ηλεκτρική ενέργεια των πυρηνικών εργοστασίων κοστίζει περισσότερο από αυτήν που παράγεται από άλλες πηγές, η χρήση της ενέργειας αυτής για την παραγωγή υδρογόνου δε θα έχει κανένα νόημα.

3. Η Οικονομία υδρογόνου μπορεί να βασιστεί στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η ηλεκτρόλυση του νερού με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική, θα μπορούσε να εξαλείψει τα θέματα μόλυνσης που εγείρουν τα συμβατικά καύσιμα και η πυρηνική ενέργεια. Όμως το πρόβλημα είναι ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να μας δώσουν ένα μικρό μόνο μέρος της συνολικής ενέργειας που απαιτείται για μία οικονομία βασισμένη στο υδρογόνο.

Στο διάστημα 1998-2003, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ αυξήθηκε κατά 28%, φτάνοντας τα 6.374 megawatt, καλύπτοντας τις ανάγκες 1,6 εκατομ. σπιτιών. Έως το 2006, η αιολική βιομηχανία αναμένεται να καλύπτει το 6% των συνολικών αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια. Αλλά ο οικονομολόγος Andrew Oswald του Πανεπιστημίου του Γουόργουικ στην Αγγλία υπολογίζει ότι η μετατροπή κάθε αυτοκινήτου που κυκλοφορεί στις ΗΠΑ σε υδρογονοκινούμενο θ' απαιτήσει την ηλεκτρική ισχύ που παράγουν περίπου 1 εκατομ. ανεμογεννήτριες -αρκετές για να καλύψουν τη μισή Καλιφόρνια. Ομοίως, μεγάλες εκτάσεις απαιτεί και η εγκατάσταση ανάλογων ηλιακών κυψελών.

Το νερό είναι ένας ακόμη περιοριστικός παράγοντας για την παραγωγή υδρογόνου, ειδικά σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια, οι οποίες είναι ιδανικές για εγκατάσταση ηλιακών κυψελών. Σύμφωνα με μελέτες του Ινστιτούτου Παγκόσμιων Πόρων, ενός μη κερδοσκοπικού οργανισμού με έδρα την

Ουάσιγκτον, η στήριξη της οικονομίας υδρογόνου στην ηλεκτρόλυση του νερού θ' απαιτεί 4,2 τρις γαλιόνια νερού ετησίως -την ποσότητα νερού δηλαδή που πέφτει από τους Καταράκτες του Νιαγάρα σε ένα τρίμηνο. Σε γενικές γραμμές, η κατανάλωση του νερού στις ΗΠΑ θ' αυξηθεί περίπου κατά 10%.

4. Η διαρροή αερίου υδρογόνου δεν εμπνέει ανησυχία

Το αέριο υδρογόνο είναι άχρωμο, άοσμο και η καύση του είναι σχεδόν αόρατη. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί ν' ανιχνευτεί μικρή φλόγα σε μία διαρροή, έως ότου βέβαια η φωτιά επεκταθεί σε ολόκληρο το συμπιεσμένο υδρογόνο. «Ένα κινητό τηλέφωνο ή μία αστραπή δημιουργεί αρκετό στατικό ηλεκτρισμό για την ανάφλεξη του υδρογόνου», ισχυρίζεται ο Joseph Romm, συγγραφέας του Η απάτη του υδρογόνου: Στοιχεία και μύθοι στον αγώνα για τη διάσωση του κλίματος, και ιδρυτής του Κέντρου Επίλυσης για την Ενέργεια και το Κλίμα, στο Άρλιγκτον της Βιρτζίνια.

Έκρηξη στο χώρο των δεξαμενών αποθήκευσης του υδρογόνου είναι απίθανο να συμβεί επειδή οι ενισχυμένες με ανθρακονήματα δεξαμενές είναι σχεδόν άφθαρτες. Αυτό όμως δεν εξαλείφει τον κίνδυνο διαρροών στα υπόλοιπα τμήματα του δικτύου, όπως σε διυλιστήρια, αγωγούς και σταθμούς ανεφοδιασμού. «Το μεγάλο πρόβλημα είναι ότι το υδρογόνο είναι αέριο, ενώ η πλειονότητα των υπαρχουσών πετροχημικών πηγών ενέργειας είναι σε υγρή μορφή», λέει ο Robert Uhrig, ομότιμος καθηγητής πυρηνικής μηχανικής στο Πανεπιστήμιο του Τενεσί και πρώην αντιπρόεδρος της εταιρείας Florida Power & Light. «Η υποδομή που χρειάζεται για τη μεταφορά υδρογόνου σε αέρια μορφή υψηλής πίεσης ή σε κρυογονική υγρή μορφή είναι πολύπλοκη. Το υδρογόνο είναι ένα από τα στοιχεία που δύσκολα περιορίζονται. Έχει την τάση να διαφεύγει μέσα από τις μικρότερες οπές που θα συναντήσει».

Για την αποτίμηση των συνεπειών που θα είχε στην ατμόσφαιρα η διαρροή υδρογόνου, μία ομάδα ερευνητών από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Καλιφόρνια (Caltech) και του Εργαστηρίου Αεριο-προώθησης (JPL) της Πασαντένα, ανέλυσαν τις στατιστικές εργοστασιακών ατυχημάτων λόγω διαρροής υδρογόνου και φυσικού αερίου και προέβλεψαν την ποσότητα της διαρροής που θα υπήρχε σε μία οικονομία που θα βασιζόταν αποκλειστικά στη χρήση του υδρογόνου. Αποτέλεσμα: Η ποσότητα υδρογόνου στην

ατμόσφαιρα θα πολλαπλασιαζόταν κατά 4-8 φορές συγκριτικά με τα σημερινά επίπεδα. Η μελέτη αυτή υπερέβαλε στα στοιχεία ενδεχόμενης διαρροής υδρογόνου, συμφωνά με τον David Garrman, βοηθό γραμματέα του Γραφείου Απόδοσης Ενέργειας και Ανανεώσιμων Πόρων του υπουργείου Ενέργειας. Όποια όμως κι αν είναι η πραγματικότητα, η προσθήκη υδρογόνου στην ατμόσφαιρα και η ένωση του με το οξυγόνο θα οδηγήσει στη δημιουργία υδρατμών και φωτεινών νυχτερινών νεφών - σαν αυτά που συνήθως βλέπουμε το χάραμα και το σούρουπο. Η αυξημένη αυτή νέφωση θα επιτάχυνε τη θέρμανση του πλανήτη.

5. Τα αυτοκίνητα είναι η πρώτη φυσική εφαρμογή των κυψελών καυσίμου υδρογόνου

«Μια οικονομικά λογική και αποτελεσματική επίθεση στο περιβαλλοντολογικό πρόβλημα δεν πρέπει να ξεκινήσει από τα αυτοκίνητα», λέει ο David Keith. Τα αυτοκίνητα και τα ελαφρά φορτηγά συμβάλλουν στο 20% περίπου της εκπομπής CO₂ στις ΗΠΑ, ενώ τα εργοστάσια που λειτουργούν με συμβατικά καύσιμα είναι υπεύθυνα για το 40%. Οι κυψέλες καυσίμου που σχεδιάζονται για οχήματα θα πρέπει να ξεπεράσουν με επιτυχία σημαντικούς περιορισμούς διαστάσεων και βάρους.

Μία πολύ καλύτερη λύση για το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι να διακόψουμε την εξέλιξη αυτοκινήτων υδρογόνου και ν' αναπτύξουμε κυψέλες καυσίμου που θα παρέχουν ηλεκτρισμό σε σπίτια και επιχειρήσεις. Οι εταιρείες Plug Power, UTC, FuelCell Energy και Bollard Power Systems έχουν ήδη ξεκινήσει την εμπορία γεννητριών με κυψέλες καυσίμου. Μόνο η Plug Power έχει εξοπλίσει 161 επιχειρήσεις στις ΗΠΑ - όπως και το πρώτο κατάστημα McDonald's που λειτουργεί με υδρογόνο. Παρ' όλα αυτά, η παραγωγική ικανότητα των συστημάτων και των τεσσάρων εταιρειών φτάνει μόλις τα 69 megawatt, λιγότερο δηλαδή από το 0,01% της συνολικής παραγωγικής ικανότητας των ΗΠΑ, που φτάνει τα 944.000 megawatt.

6. Οι ΗΠΑ εμπιστεύονται το υδρογόνο, ξοδεύοντας δις στην Έρευνα

Σκεφτείτε: Ο πρόεδρος Τζορτζ Μπους υποσχέθηκε να ξοδέψει 1,2 δις δολ. για το υδρογόνο. Έως τώρα, όμως, έχει σπαταλήσει 1,5 δις για προπαγάνδα υπέρ των «υγιών γάμων». Τα μηνιαία έξοδα για τον πόλεμο του Ιράκ αγγίζουν τα 3,9 δις δολ. - από τον περασμένο Σεπτέμβριο έχουν ξοδευτεί συνολικά 121 δις δολ. Το 2004, το υπουργείο Ενέργειας ξόδεψε περισσότερα χρήματα για έρευνες σε πυρηνικά και συμβατικά καύσιμα παρά για το υδρογόνο. Το κυβερνητικό πρόγραμμα FreedomCAR, που χρηματοδοτεί τις έρευνες στο υδρογόνο σε συνεργασία με τις τρεις μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες των ΗΠΑ, έχει θέσει ως στόχο την παρουσίαση ενός αυτοκινήτου παραγωγής με υδρογονοκίνηση έως το 2008 - δε λέει τίποτε, όμως, για την εμπορική αξιοποίηση του.

«Εάν πραγματικά ενδιαφερόμαστε για το υδρογόνο, θα πρέπει να ξοδέψουμε περισσότερα χρήματα», ισχυρίζεται ο Guenter Conzelmann, διευθυντής του Κέντρου Ενέργειας, Περιβάλλοντος και Ανάλυσης Οικονομικών Συστημάτων του Εθνικού Εργαστηρίου Argonne. Ο Conzelmann ανέπτυξε διάφορα πρότυπα στον υπολογιστή για να κάνει προβλέψεις για το κόστος υλοποίησης της νέας τεχνολογίας. Οι εκτιμήσεις του για την οικονομία υδρογόνου: πάνω από 500 δις δολ., και αυτά μόνο στην περίπτωση που το 60% των Αμερικανών συνεχίσουν να κυκλοφορούν με συμβατικά αυτοκίνητα κινητήρων εσωτερικής καύσης.

Οι εταιρείες πετρελαιοειδών Shell, Exxon, Mobil, όπως και άλλες μικρότερες εταιρείες πετρελαιοειδών δείχνουν απρόθυμες να επενδύσουν στην παραγωγή, διανομή και εγκαταστάσεις αποθήκευσης του υδρογόνου εάν στους δρόμους πρόκειται να κυκλοφορούν ελάχιστα αυτοκίνητα υδρογόνου. Αλλά ούτε και οι αυτοκινητοβιομηχανίες προτίθενται ν' αναλάβουν το ρίσκο παραγωγής χιλιάδων αυτοκινήτων υδρογόνου εάν οι οδηγοί τους δεν έχουν στη διάθεση τους αρκετούς σταθμούς ανεφοδιασμού. Ο Peter Devlin, επικεφαλής του ερευνητικού τομέα υδρογόνου του υπουργείου Ενέργειας λέει: «Οι βιομηχανικοί μας εταίροι έχουν επισημάνει ότι εάν δε διασφαλιστεί ότι το 1/3 έως το 1/4 των σταθμών ανεφοδιασμού των ΗΠΑ θα παρέχει υδρογόνο, δεν επιθυμούν να εμπλακούν στη χρηματοδότηση του τομέα των κυψελών καυσίμου».

Για τη δημιουργία σταθμών ανεφοδιασμού υδρογόνου, ο κυβερνήτης της Καλιφόρνια Arnold Schwarzenegger ξεκίνησε το πρόγραμμα Hydrogen Highway Project. Το σχέδιο του είναι η κατασκευή 150-200 σταθμών-με κόστος τουλάχιστον 500.000 δολ. ο καθένας- κατά μήκος των κυρίων αυτοκινητόδρομων της Πολιτείας έως το τέλος της δεκαετίας. Τι θα γίνει όμως με τους υπόλοιπους 100.775 σταθμούς ανεφοδιασμού στις υπόλοιπες Πολιτείες των ΗΠΑ; Η αναδιαμόρφωση του 25% αυτών των σταθμών με συστήματα παροχής υδρογόνου θα κοστίσει πάνω από 13 δις δολ.

7. Αφού μπορεί η Ισλανδία μπορούμε κι εμείς

Ο πρώτος Ισλανδικός σταθμός παροχής υδρογόνου λειτουργεί ήδη στα περίχωρα του Ρέικιαβικ. Το υδρογόνο, που τροφοδοτεί ένα μικρό στόλο λεωφορείων, παράγεται με τη μέθοδο της ηλεκτρόλυσης του νερού. Στο μεταξύ, η Ισλανδική Νέα Ενέργεια -μία κοινοπραξία που περιλαμβάνει αυτοκινητοβιομηχανίες, τη Royal Dutch/Shell και την ισλανδική εταιρεία παραγωγής ενέργειας Norsk Hydro-σχεδιάζει να μετατρέψει ολόκληρο το ενεργειακό σύστημα της χώρας σε «υδρογονοκινούμενο».

Πράγματι εντυπωσιακό. Αλλά το 72% της ηλεκτρικής ενέργειας της Ισλανδίας προέρχεται από γεωθερμικές και υδροηλεκτρικές πηγές. Με τόση διαθέσιμη καθαρή ενέργεια, η Ισλανδία μπορεί να ηλεκτρολύει το νερό με «καθαρή» ηλεκτρική ενέργεια, που παίρνει από το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτή η διαδικασία είναι αδύνατον ν' ακολουθηθεί στις ΗΠΑ, όπου μόνο το 15% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας του δικτύου της προέρχεται από γεωθερμικές και υδροηλεκτρικές πηγές, ενώ το 71% παράγεται μέσω της καύσης συμβατικών καυσίμων.

Εξάλλου, για να εξυπηρετηθούν όλα τα αυτοκίνητα της Ισλανδίας απαιτούνται μόλις 16 σταθμοί εφοδιασμού υδρογόνου σε ολόκληρη τη χώρα. Έχοντας σχεδόν 90 φορές μεγαλύτερο μέγεθος από την Ισλανδία, οι ΗΠΑ χρειάζονται το λιγότερο 1.440 σταθμούς ανεφοδιασμού, οι οποίοι θα πρέπει να κατανεμηθούν με στρατηγικό τρόπο για να καλύψουν όλη τη χώρα.

8. Η μαζική παραγωγή υδρογόνου θα μειώσει το κόστος των αυτοκινήτων υδρογόνου

Η μαζική παραγωγή αυτοκινήτων με κυψέλες καυσίμου δε θα μειώσει απαραίτητα και το κόστος τους. Σύμφωνα με τον Patrick Davis, τον πρώην υπεύθυνο του Τμήματος Έρευνας Κυψελών Καυσίμου του υπουργείου Ενέργειας, «εάν προωθούσαμε τη σημερινή τεχνολογία κυψελών καυσίμου σε μαζική παραγωγή κατασκευάζοντας περίπου 500.000 οχήματα το χρόνο, το κόστος τους θα ήταν 6 φορές μεγαλύτερο των συμβατικών».

Ο Raj Choudhury, διευθυντής του προγράμματος κυψελών καυσίμου της General Motors, ισχυρίζεται ότι έως το 2010 η GM θα διαθέτει ένα εμπορικό αυτοκίνητο υδρογόνου. Κάποιοι άλλοι αμφιβάλλουν. Ο Bollard θεωρεί ότι πρώτο μέλημα είναι η «θεμελιώδης αναθεώρηση» της κυψέλης καυσίμου με μεμβράνες ανταλλαγής πρωτονίων (PEM), τον τύπο δηλαδή που έχει αναπτυχθεί για τα αυτοκίνητα, ο οποίος δεν έχει κατορθώσει ακόμη ν' ανταγωνιστεί τις επιδόσεις των κινητήρων εσωτερικής καύσης -έχει διάρκεια ζωής 15 ετών ή 270.000 χλμ. Λόγω της συνεχούς φθοράς της μεμβράνης, οι σύγχρονες κυψέλες καυσίμου τύπου PEM καθίστανται ανενεργές μετά από τις πρώτες 2.000 ώρες λειτουργίας τους.

Ο Bollard λέει ότι το αρχικό σχέδιο μεμβρανών PEM δεν ήταν τίποτε περισσότερο από ένα πρότυπο. «Πριν από 10 χρόνια είχα πει ότι θ' αποτελούσε αλαζονεία να σκεφτούμε ότι η αρχιτεκτονική και η γεωμετρία που επιλέξαμε για να προσαρμόσουμε την κυψέλη καυσίμου στ' αυτοκίνητα θα είναι και η καταλληλότερη για τα αυτοκίνητα παραγωγής», επισημαίνει. «Ελάχιστοι έδωσαν σημασία σ' αυτή τη δήλωσή μου. Η αλήθεια είναι ότι η σημερινή διαμόρφωση δεν μπορεί να μειώσει το κόστος της ώστε να γίνει εμπορική».

Βραχυπρόθεσμα, τα συμβατικά βενζινοκίνητα οχήματα θ' αντικατασταθούν με υβριδικά, που θα κινούνται με ηλεκτρισμό και βενζίνη, ή με οχήματα που θα καίνε καθαρό πετρέλαιο, φυσικό αέριο, μεθανόλη ή αιθανόλη. «Οι περισσότεροι αναλυτές πιστεύουν ότι θα χρειαστούν πολλές δεκαετίες για να γίνει το μεγάλο άλμα στο υδρογόνο, αλλά τελικά ο στόχος θα επιτευχθεί», σημειώνει ο Joan Ogden, καθηγητής επιστημονικής και πολιτικής

προσέγγισης περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια και ένας από τους κορυφαίους στον κόσμο ερευνητές για την ενέργεια υδρογόνου.

9. Τα αυτοκίνητα με κυψέλες υδρογόνου θα διανύουν εκατοντάδες χιλιόμετρα χωρίς ανεφοδιασμό

Ένα γαλόνι βενζίνης περιέχει περίπου 2.600 φορές την ενέργεια ενός γαλονιού υδρογόνου. Εάν οι μηχανικοί θέλουν τα αυτοκίνητα υδρογόνου να διανύουν τουλάχιστον 500 χλμ. πριν ανεφοδιαστούν —μία απόσταση ορόσημο για την αυτοκινητοβιομηχανία-, θα πρέπει ν' αποθηκεύουν το υδρογόνο σε εξαιρετικά υψηλές πιέσεις: έως 10.000 psi (680 ατμόσφαιρες). Ακόμη και σε αυτές τις πιέσεις, όμως, τα αυτοκίνητα θα χρειάζονται τεράστιες δεξαμενές. «Το υδρογόνο υψηλής πίεσης μπορεί να καταλάβει έως 4 φορές τον όγκο της βενζίνης», λέει η JoAnn Milliken, αρχιμηχανικός του Γραφείου Υδρογόνου, Κυψελών Καυσίμου και Τεχνολογιών Υποδομής του υπουργείου Ενέργειας. Το υγρό υδρογόνο, αντίθετα, λειτουργεί καλύτερα. Το εξοπλισμένο με υγρό υδρογόνο HydroGen3 της GM διανύει 400 χλμ. έχοντας διπλάσια δεξαμενή σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο. Αλλά το αυτοκίνητο αυτό θα πρέπει να κινείται κάθε μέρα ώστε να διατηρεί ψυχρό το υγρό υδρογόνο - στους μείον 253 βαθμούς Κελσίου, δηλαδή μόλις 20 βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν-, αλλιώς θ' αρχίσει να βράζει και να εξατμίζεται. «Εάν αφήσετε το αυτοκίνητο για μία βδομάδα σε κάποιο αεροδρόμιο, όταν επιστρέψετε σίγουρα θα βρείτε τη δεξαμενή του άδεια», λέει η Milliken.

Αν όχι υδρογόνο, τότε τι ;

Προβλέψεις, για το εγγύς μέλλον της οικονομίας υδρογόνου είναι δυσοίωνες, συμπεραίνεται στη μελέτη Οικονομία υδρογόνου: Δυνατότητες, κόστος, εμπόδια και απαιτήσεις, η οποία χρηματοδοτήθηκε από κυβερνητικές πηγές και δημοσιεύθηκε τον περασμένο Φεβρουάριο από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας. Αντιπρόσωποι από τις ExxonMobil, Ford, DuPont, το Συμβούλιο Προστασίας Εθνικών Πόρων και πολλοί άλλοι συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα, που ώθησε τους νομοθέτες να ψηφίσουν σκληρότερα μέτρα για τη μείωση της εκπομπής ρύπων και την υιοθέτηση μεγαλύτερων οικονομικών πόρων στην Έρευνα και την Ανάπτυξη για τις ανανεώσιμες

πηγές ενέργειας και τα εναλλακτικά καύσιμα. Η μελέτη προβλέπει «μεγάλα εμπόδια στο δρόμο της οικονομίας υδρογόνου» και συνιστά στο υπουργείο Ενέργειας τη διερεύνηση εναλλακτικών λύσεων που να μη βασίζονται στο υδρογόνο».

Φυσικά, για κάθε σημείο όπου η μελέτη καταδεικνύει την πιθανότητα αποτυχίας της οικονομίας υδρογόνου, υπάρχουν πλήθος υποστηρικτών της που αποδεικνύουν, με ανάλογα στοιχεία, ότι μπορεί να πετύχει. Ο φυσικός Amory Lovins, του Ινστιτούτου Rocky Mountain στο Κολοράντο, αντικρούει τις περισσότερες κριτικές για το υδρογόνο, παραθέτοντας έναν καταγιισμό στοιχείων και αριθμών στο βιβλίο του Είκοσι μύθοι για το υδρογόνο.

Αλλά, αν και ένθερμος υποστηρικτής του υδρογόνου, ο Lovins είναι πραγματιστής. «Έχουν γραφτεί πολλές ανοησίες, τόσο υπέρ όσο και κατά του υδρογόνου», υποστηρίζει. «Η αίσθηση της πραγματικότητας λείπει και από τις δύο πλευρές». Πιστεύει ότι είτε η οικονομία υδρογόνου εμφανιστεί στο τέλος της δεκαετίας είτε στα μέσα του 21ου αιώνα, οι παράπλευρες τεχνολογίες θα παίξουν σημαντικό ρόλο σ' αυτή τη μεταστροφή. Η πιο πολλά υποσχόμενη από αυτές τις τεχνολογίες είναι το υβριδικό ηλεκτρο-βενζινοκίνητο όχημα, που χρησιμοποιεί τόσο κινητήρα εσωτερικής καύσης όσο και ένα ηλεκτρικό μοτέρ, εναλλάσσοντας το μέσο κίνησης του με γνώμονα τη βέλτιστη κατανάλωση ανά χιλιόμετρο και την απόδοση του κινητήρα.

Δ) Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΣΧΟΛΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ.(ΒΙΒΛΙΟ ΔΑΣΚΑΛΟΥ Ε' ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ)

Η έννοια της ενέργειας είναι μία από τις πιο βασικές στη Φυσική. Το σύμπαν αποτελείται από ύλη και ενέργεια, που αποτελούν διαφορετικές εκφάνσεις του ίδιου μεγέθους. Την ενέργεια είναι δύσκολο να την αντιληφθούμε, γιατί η ύλη έχει μάζα, καταλαμβάνει κάποιον όγκο και μπορούμε συνεπώς τις περισσότερες φορές να τη δούμε. Αντίθετα η έννοια της ενέργειας είναι αφηρημένη.

Ανάλογα με την προέλευση της ενέργειας και τον τρόπο με τον οποίο τη χρησιμοποιούμε, διακρίνουμε διάφορες μορφές ενέργειας: **τη θερμότητα, την**

ηλεκτρική ενέργεια, την κινητική και τη δυναμική ενέργεια, την πυρηνική ενέργεια, τη χημική ενέργεια, και τη φωτεινή ενέργεια.

Μία από τις κυριότερες μορφές ενέργειας είναι η **κινητική ενέργεια**. Η **κινητική ενέργεια** ενός σώματος εξαρτάται από την ταχύτητά του και τη μάζα του. Η ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω της θέσης του ή λόγω της παραμόρφωσής του ονομάζεται δυναμική. **Δυναμική** για παράδειγμα είναι η ενέργεια σε ένα τεντωμένο τόξο. Όταν αφήνουμε το τόξο ελεύθερο, η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του βέλους. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό παράδειγμα διαρκούς μετατροπής **κινητικής ενέργειας σε δυναμική** και αντίστροφα αποτελεί η κίνηση του «τρένου του τρόμου» στο λούνα παρκ. Στα ψηλότερα σημεία της διαδρομής το τρένο έχει τη μέγιστη δυναμική ενέργεια λόγω της θέσης του, ενώ η κινητική του ενέργεια είναι ελάχιστη, αφού η ταχύτητά του είναι πολύ μικρή. Καθώς το τρένο επιταχύνει κινούμενο στην απότομη κάθοδο, η δυναμική του ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και η ταχύτητά του αυξάνεται. Στα χαμηλότερα σημεία της διαδρομής η ταχύτητα είναι μεγάλη, συνεπώς και η κινητική ενέργεια είναι μέγιστη, ενώ η δυναμική ενέργεια είναι ελάχιστη. Αν δεν υπήρχαν τριβές κατά την κίνηση του τρένου στις ράγες και κατά συνέπεια μετατροπή μέρους της ενέργειας σε θερμότητα, το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας του τρένου θα παρέμενε σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής. **Το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας ενός σώματος ονομάζεται μηχανική ενέργεια του σώματος.**

Η ενέργεια η οποία αποθηκεύεται σε χημικές ουσίες και απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια χημικών αντιδράσεων όπως για παράδειγμα κατά την καύση, ονομάζεται χημική. Όταν καίγεται ένα ξύλο, η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σε αυτό, μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια και θερμότητα.

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι μορφή ενέργειας που αξιοποιούμε με τις ηλεκτρικές συσκευές μετατρέποντάς την σε άλλες μορφές. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται μέσω των ηλεκτρικών κυκλωμάτων από τις ηλεκτρικές πηγές στις

διάφορες συσκευές.

Θερμότητα ονομάζουμε την ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας. Η θερμότητα συνήθως

«εμφανίζεται» παράλληλα με μια άλλη μορφή ενέργειας, τη φωτεινή ενέργεια. Πολλές φορές η διάκριση των δύο αυτών μορφών ενέργειας δεν είναι εύκολη.

Πυρηνική ενέργεια, ονομάζουμε την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη σχάση πυρήνων. Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους. Η μορφή αυτή της ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική σε πυρηνικά εργοστάσια ή χρησιμοποιείται για την κίνηση μεγάλων, συνήθως πολεμικών, πλοίων και υποβρυχίων.

Η συνολική ενέργεια διατηρείται. Η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε εξαφανίζεται, μετατρέπεται όμως διαρκώς, σε κάθε αλλαγή στη φύση, από μια μορφή σε μία άλλη. Πολλές φορές προκαλούμε εμείς οι ίδιοι τη μετατροπή της ενέργειας στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη. Κάποιες μορφές ενέργειας μπορούμε να τις αξιοποιήσουμε εύκολα και αποτελεσματικά μετατρέποντάς τες σε άλλες μορφές, ενώ κάποιες άλλες μορφές ενέργειας δεν μπορούμε να τις αξιοποιήσουμε.

Οι μορφές ενέργειας που δεν μπορούμε να αξιοποιήσουμε ονομάζονται υποβαθμισμένες μορφές ενέργειας. Σε κάθε ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται λόγω των τριβών σε θερμότητα, που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί περαιτέρω. Σε κάθε λοιπόν ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας υποβαθμίζεται. Καθώς δεν μπορούμε σε κάθε ενεργειακή μετατροπή να αντιληφθούμε εύκολα τη μετατροπή μέρους της ενέργειας σε θερμότητα, έχουμε πολλές φορές τη λανθασμένη αντίληψη ότι μέρος της ενέργειας «χάνεται».

Ε) Ενέργεια - Σπάταλα τα ελληνικά κτίρια. Πώς θα περιορίσουμε τα οικογενειακά έξοδα και θα προστατέψουμε το περιβάλλον

Εξαιρετικά σπάταλα από πλευράς κατανάλωσης ενέργειας είναι τα ελληνικά κτίρια, τα οποία απορροφούν το ένα τρίτο της ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα και εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα το 45% του συνολικού διοξειδίου του άνθρακα. Το γεγονός έχει σοβαρές συνέπειες στην οικονομία των νοικοκυριών, δηλαδή στην τσέπη των πολιτών. Η εξοικονόμηση στα παλιά κτίρια μπορεί να φθάσει το 30% - 40% και στα νέα κτίρια ως και 90% συνολικά, σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει. Την ίδια ώρα, στη Βρετανία και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, δομούνται όλο και

περισσότερα οικολογικά σπίτια, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Στη χώρα μας, από το 1998 έχει υπογραφεί η κοινή υπουργική απόφαση που προβλέπει τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η οποία δεν φαίνεται να απέδωσε καρπούς, γιατί δεν συνοδεύτηκε από σημαντικά οικονομικά κίνητρα και, ως εκ τούτου, ουσιαστικά δεν εφαρμόστηκε. Από τις 4 Ιανουαρίου 2006 θα τεθεί σε εφαρμογή η νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια και η χώρα μας οφείλει να προσαρμοστεί. Ηδη το ΥΠΕΧΩΔΕ προετοιμάζεται προς αυτή την κατεύθυνση. Ωστόσο οι ίδιοι οι πολίτες, με τα υπάρχοντα δεδομένα, μπορούν να προχωρήσουν μόνοι τους ή με τη βοήθεια μηχανικών σε παρεμβάσεις στις κατοικίες τους, οι οποίες θα αποσβεστούν σύντομα, προς όφελος της τσέπης τους και του περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Μπορούν παράλληλα να κάνουν και απλές κινήσεις, όπως να αλλάξουν τις λάμπες που χρησιμοποιούν, για να περιορίσουν την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, τα περίπου 3.800.000 κτίρια της χώρας καταναλώνουν περίπου το 35% της παραγόμενης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και λειτουργία των οικιακών συσκευών. Τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 73% του συνόλου στην Ελλάδα. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στον οικιακό τομέα αντιπροσωπεύει πάνω από το 30% του συνόλου, λίγο πιο κάτω από τη βιομηχανία. Η θέρμανση αντιπροσωπεύει πάνω από το μισό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατοικίας. Με τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, η αυξανόμενη χρήση κλιματιστικών επιδεινώνει τα φορτία αιχμής και το κόστος λειτουργίας των κτιρίων. Περίπου το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα προέρχονται από τα κτίρια. Το διοξείδιο του άνθρακα επιδρά στη δημιουργία του «φαινομένου του θερμοκηπίου», στην αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος και φυσικά επιδρά στην υγεία των πολιτών, όπως προκύπτει από μελέτη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και της Διεύθυνσης Οικιστικής Πολιτικής Κατοικίας του ΥΠΕΧΩΔΕ. Στη μελέτη δίδονται χρήσιμες οδηγίες για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια κατοικίας, με παράλληλα εξοικονόμηση χρημάτων των πολιτών.

Θέρμανση

Η θέρμανση αντιπροσωπεύει το 60% του συνόλου της ενέργειας που καταναλώνουν τα κτίρια και η θέρμανση νερού το 10%. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης αρχίζουν από την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για ζεστό νερό, θέρμανση χώρων, φυσικό φωτισμό και ψύξη και φθάνουν ως τη βέλτιστη απόδοση των καλοριφέρ. Η συντήρηση και ρύθμιση του συστήματος παραγωγής θερμότητας βελτιώνει την απόδοση θερμότητας. Η χρήση αυτοματισμών μειώνει επίσης την κατανάλωση ενέργειας.

Κατά την ανακαίνιση κτιρίων μπορούν να γίνουν επεμβάσεις για μείωση των απωλειών θερμότητας από τους τοίχους, τα παράθυρα και τις πόρτες, με την αεροστεγάνωση ανοιγμάτων, στην ανεμοπροστασία των ανοιγμάτων, αλλά και με τη συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης, τον περιοδικό έλεγχο των καλοριφέρ και την εξαέρωσή τους. Οι ειδικοί τονίζουν ότι δεν πρέπει να καλύπτονται τα καλοριφέρ.

Στα νέα μπορούν να επιβληθούν θερμομονώσεις και στεγανώσεις, αλλά και χρήση υλικών που να συγκρατούν τη θερμότητα τον χειμώνα και να προσφέρουν δροσισμό το καλοκαίρι.

Η δαπάνη για την αγορά και εγκατάσταση συστημάτων χρήσης φυσικού αερίου εκπίπτει κατά 75% από το φορολογητέο εισόδημα. Το φυσικό αέριο θεωρείται φιλικότερο προς το περιβάλλον, βελτιώνει την απόδοση της καύσης και μειώνει το κόστος συντήρησης. Ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την κεντρική θέρμανση, τουλάχιστον στα υφιστάμενα κτίρια. Στα νέα κτίρια μπορούν να γίνουν εγκαταστάσεις και για ζεστό νερό και για μαγείρεμα.

Είτε χρησιμοποιείται πετρέλαιο, είτε ηλεκτρική ενέργεια, είτε φυσικό αέριο, στόχος είναι να μην υπάρχουν διαρροές θερμότητας στα σπίτια. Τα διπλά τζάμια, η θερμομόνωση, τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι μερικά μόνο μέτρα που μπορούν να λάβουν οι ιδιοκτήτες κατοικιών για καλύτερη απόδοση των συστημάτων θέρμανσης που έχουν.

Ζεστό νερό

Εκτός από το δωρεάν ζεστό νερό που μπορεί να προσφέρει ο ηλιακός θερμοσίφωνας, υπάρχουν τρόποι να μην καταξοδεύονται τα νοικοκυριά αν καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια. Ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας θεωρείται

από τις πλέον ενεργοβόρες συσκευές του νοικοκυριού. Ρυθμίστε τον θερμοστάτη του θερμοσίφωνα ως τους 60 βαθμούς Κελσίου. Τοποθετήστε ταχυθερμαντήρες ροής. Επιλέξτε θερμοσίφωνα μικρής σχετικά χωρητικότητας. Χρησιμοποιήστε χρονοδιακόπτη. Περιορίστε την κατανάλωση ζεστού νερού στο πλύσιμο πιάτων και ρούχων. Εκμεταλλευθείτε τις περιόδους μειωμένου τιμολογίου της ΔΕΗ στη διάρκεια του 24ώρου.

Ψύξη

Τα κλιματιστικά μηχανήματα είναι ενεργοβόρα. Τα νέας τεχνολογίας συστήματα έχουν μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν και κλιματιστικά που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια. Και βέβαια υπάρχουν οι ανεμιστήρες οροφής, που μέχρι κάποια θερμοκρασία βελτιώνουν σημαντικά τις συνθήκες άνεσης. Η εξωτερική ηλιοπροστασία με φυλλοβόλα δένδρα ή τέντες θεωρείται αποτελεσματικός τρόπος περιορισμού της εισόδου της ηλιακής θερμότητας στο κτίριο. Οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες απορροφούν λιγότερη θερμότητα. Ο διαμπερής αερισμός θεωρείται αποτελεσματικός για δροσισμό, αλλά και για τη βελτίωση του εσωτερικού περιβάλλοντος της κατοικίας.

Φωτισμός

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό εξαρτάται από την ισχύ των λαμπτήρων και του χρόνου λειτουργίας τους. Για λιγότερη κατανάλωση υπάρχουν οι νέοι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες, που καταναλώνουν μόνο το 25% της αντίστοιχης ηλεκτρικής ενέργειας των κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως και έχουν δέκα φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Καθοριστικής σημασίας για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού, όποτε είναι διαθέσιμος. Ακόμη υπάρχουν χρονοδιακόπτες, φωτιστικά με αισθητήρια κίνησης, που ανάβουν όταν χρειάζεται, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, αλλά χρειάζονται ειδική εγκατάσταση.

Συσκευές

Η χρήση συνεχώς αυξανόμενου αριθμού ηλεκτρικών συσκευών στα κτίρια επιβαρύνει το ενεργειακό ισοζύγιο και αυξάνει την κατανάλωση. Ωστόσο οι νέες συσκευές είναι πιο αποδοτικές. Πρόκειται για τις συσκευές που φέρουν την ετικέτα ενεργειακής σήμανσης, η οποία δείχνει την ενεργειακή αποδοτικότητα ψυγείων, καταψυκτών, πλυντηρίων και στεγνωτηρίων ρούχων, πλυντηρίων πιάτων. Πολλές ηλεκτρικές συσκευές, όπως τηλεοράσεις, βίντεο, ηχοσυστήματα, ασύρματα τηλέφωνα, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και γενικά όσες έχουν τηλεχειριστήριο ή ρολόι καταναλώνουν ενέργεια ακόμη και όταν δεν λειτουργούν, δηλαδή όταν νομίζουμε ότι τις έχουμε κλείσει. Όταν δεν χρειάζεστε τη συσκευή, διακόψτε πλήρως την παροχή ρεύματος.

Ενεργειακή ταυτότητα κτιρίων.

Ως τώρα λίγα έχουν γίνει στην κατεύθυνση της κατασκευής βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα. Η Κοινή Υπουργική Απόφαση του 1998 για τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα εκδόθηκε μεν, αλλά δεν συνοδεύθηκε από τους μηχανισμούς ελέγχου για την εφαρμογή της, ούτε από τα αναμενόμενα οικονομικά κίνητρα, κυρίως για τα υφιστάμενα κτίρια. Ο νέος Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (ΓΟΚ) περιλαμβάνει θεσμικά κίνητρα για την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, σε υφιστάμενα και καινούργια κτίρια, όπως η θερμομόνωση και η χρήση σκιάστρων και ηλιακών συστημάτων. Προβλέπεται επίσης η καθιέρωση της ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων και της ενεργειακής και περιβαλλοντικής κατηγοριοποίησής τους, κάτι που δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη. Με την εφαρμογή του μέτρου θα δημιουργηθεί νέο πλαίσιο στην αγορά ακινήτων, καθώς θα προσθέτει αξία στο κτίριο.

Σχεδιάζεται η παροχή δανείων ενεργειακής απόδοσης για την εφαρμογή συνολικών επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε υπάρχοντα κτίρια και σειρά μέτρων για φορολογικές απαλλαγές για την αγορά συστημάτων που εξοικονομούν ενέργεια. Ως τώρα τα κίνητρα που υπάρχουν είναι οι εκπτώσεις από το φορολογητέο εισόδημα για τα έξοδα αγοράς και εγκατάστασης

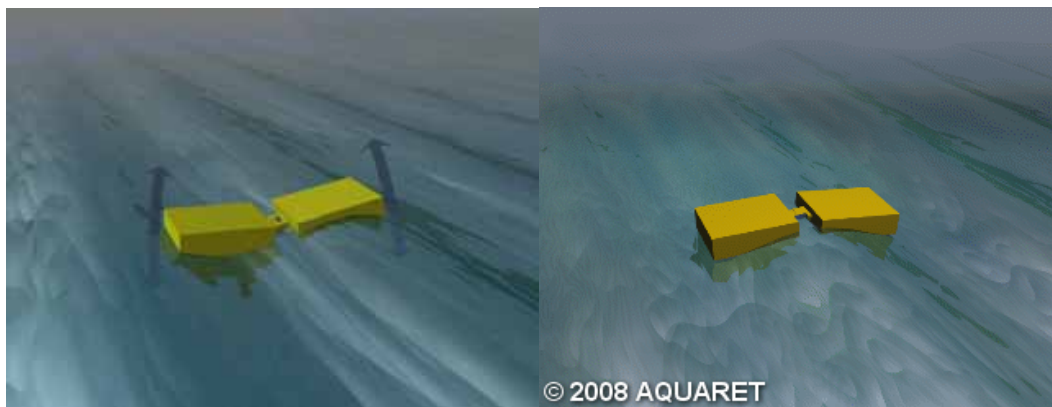
συστημάτων φυσικού αερίου και ηλιακών συστημάτων. (ΒΑΣΩ ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΟΥ Το ΒΗΜΑ, 08/01/2006)

ΣΤ). Κύματα

Μορφές τεχνολογίας

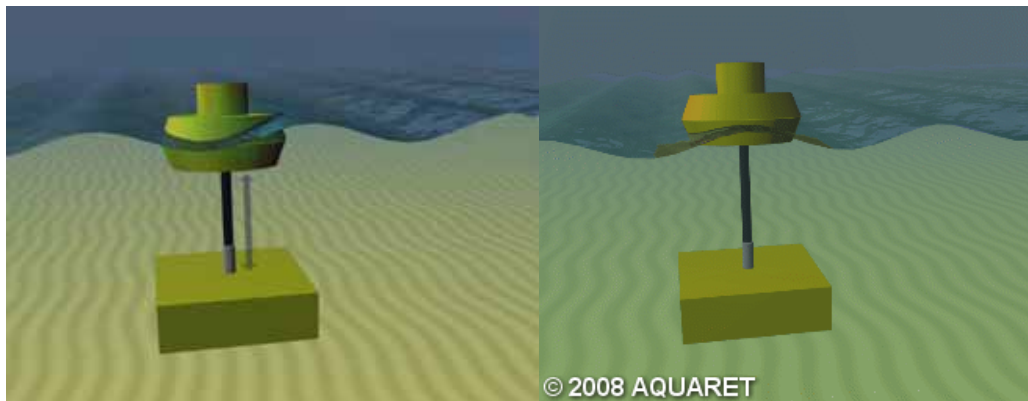
Οι φορείς ανάπτυξης ακολουθούν διάφορους σχεδιασμούς για την απόσπαση της ενέργειας που περικλείεται στα κύματα. Οι κυματικές συσκευές κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τη θέση και το βάθος στο οποίο κατασκευάζονται για να λειτουργήσουν (επάκτια, παράκτια ή υπεράκτια) ή με τη μέθοδο που εφαρμόζεται για την απόσπαση της κυματικής ενέργειας. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται η τελευταία μέθοδος για την κατηγοριοποίηση των συσκευών ως ακολούθως:

Εξασθενητής κυματισμών – Είναι μακρόστενη πλωτή συσκευή ευθυγραμμισμένη κάθετα προς το μέτωπο του κύματος. Η συσκευή ουσιαστικά επιπλέει επί των διερχόμενων κυμάτων και αποσπά την ενέργεια τους με την επιλεκτική δέσμευση των κινήσεων καθ' όλο της το μήκος. Ένα σημερινό παράδειγμα εξασθενητή κυματισμών είναι η συσκευή Pelamis. Προηγούμενα σχέδια ήταν η Κυματική Αντλία McCabe (θαλάσσιες δοκιμές) και η Σχεδία Cockerel (στο στάδιο ανάπτυξης της ιδέας).

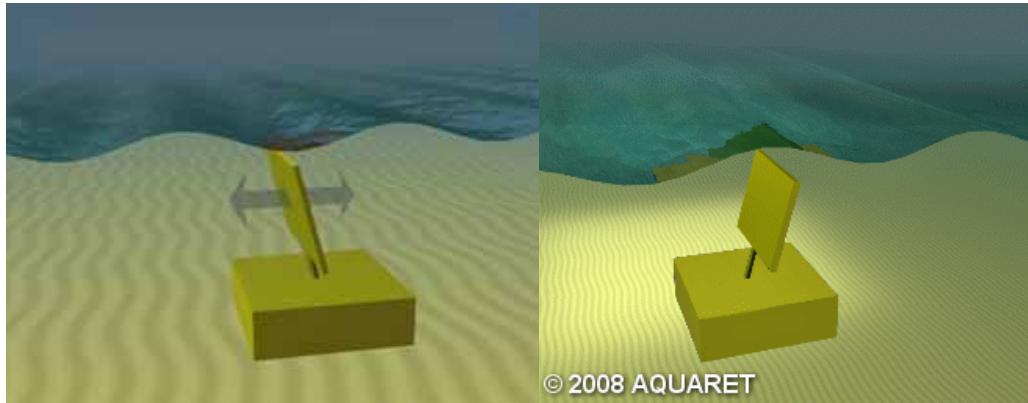


(Αξονοσυμμετρικός) Σημειακός Απορροφητής – Πλωτή κατασκευή η οποία απορροφά την κυματική ενέργεια από κάθε διεύθυνση μέσω των κινήσεων της στην επιφάνεια των υδάτων ή κοντά σε αυτή. Έχει μικρές διαστάσεις σε σχέση με το τυπικό μήκος κύματος, με διάμετρο συνήθως της

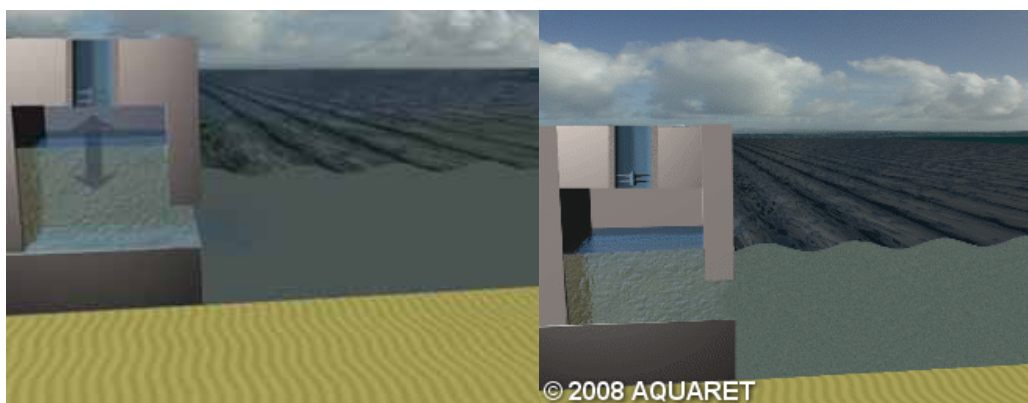
τάξης των λίγων μέτρων. Το χαρακτηριστικό της σημειακής απορρόφησης σημαίνει βασικά την ικανότητα απορρόφησης της ενέργειας μιας θαλάσσιας περιοχής μεγαλύτερης από τις διαστάσεις της συσκευής. Σε σχέση με το ουσιαστικά ίδιο φαινόμενο που παρουσιάζεται στα ραδιοκύματα (π.χ. ακουστικά), το φαινόμενο αυτό καλείται «φαινόμενο κεραίας». Οι σχεδιασμοί τύπου σημαδούρας, για παράδειγμα, ενεργούν ως σημειακοί απορροφητές. Τυπικά, όχι όμως κι απαραίτητα, οι πλωτοί αυτοί σχεδιασμοί είναι αξονοσυμμετρικοί. Σημερινά παραδείγματα στην κατηγορία αυτή είναι οι συσκευές Wavebob, OPT PowerBuoy και Aquabuoy. Ωστόσο, παράδειγμα μη αξονοσυμμετρικού σημειακού απορροφητή, με σχεδόν παρόμοια χαρακτηριστικά, είναι και η SeaREV. Οι πλωτές κατασκευές OWC (OEBuoy, Spermboy, MRC) έχουν κι αυτές χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης, αλλά εξετάζονται συνήθως στην κατηγορία των OWC.



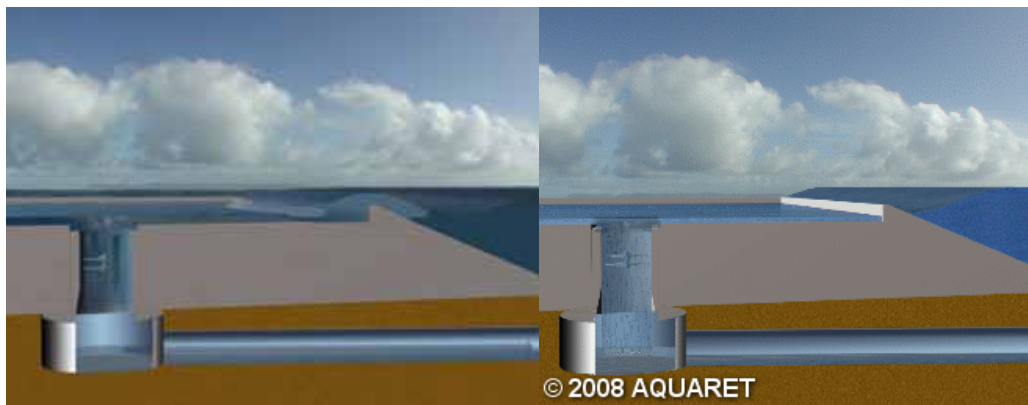
Παλλόμενοι μετατροπείς των κυματικών κλυδωνισμών (OWSC) – Συλλέκτης κοντά στην επιφάνεια, ο οποίος εδράζεται πάνω σε περιστρεφόμενο βραχίονα που είναι αγκυρωμένος κοντά στον πυθμένα. Ο βραχίονας ταλαντεύεται ως ανάστροφο εκκρεμές λόγω της κίνησης των σωματιδίων νερού των κυμάτων. Σημερινά παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι η υποβρύχια συσκευή Waveroller και το διατρητικό επιφάνειας Oyster. Ένας προηγούμενος τύπος της συσκευής αυτής, το Ιαπωνικό Εκκρεμές, είχε το αγκυρωμένο κοντά στην επιφάνεια πτερύγιο να κρέμεται προς τα κάτω και να εισέρχεται μέσα στον υδατοστεγή θάλαμο.



Παλλόμενη υδάτινη στήλη (ΠΥΣ) – Μερικώς υποβρύχια κοίλη κατασκευή η οποία έχει ένα άνοιγμα στη θάλασσα κάτω από την επιφάνεια των υδάτων ώστε να εγκλωβίζει αέρα πάνω από την υδάτινη στήλη. Τα κύματα προκαλούν το σκαμπανέβασμα της στήλης, που ενεργεί ως έμβολο που συμπιέζει και αποσυμπιέζει τον αέρα. Ο αέρας διέρχεται μέσα από αεροστρόβιλο για την παραγωγή ενέργειας. Όταν σχεδιάζονται σωστά για την επικρατούσα κατάσταση θαλάσσης, οι OWC ρυθμίζονται κατάλληλα για το επικείμενο μήκος κύματος ώστε να υπάρχει συντονισμός τους. Με τον τρόπο αυτό, οι συσκευές OWC μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικοί και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. Ειδική περίπτωση της κατηγορίας αυτής είναι η πλωτή OWC. Μεταξύ των προτεινόμενων σήμερα συσκευών είναι η Spenbooy, η MRC και η τύπου αγωγού Οπίσθιας Κλίσης OE Buoy. Οι κλασσικές OWC είναι επάκτιες συσκευές που κατασκευάζονται επί της ακτής (Pico OWC, Limpet OWC) ή ενσωματώνονται σε κυματοθραύστες (Mutriko OWC).

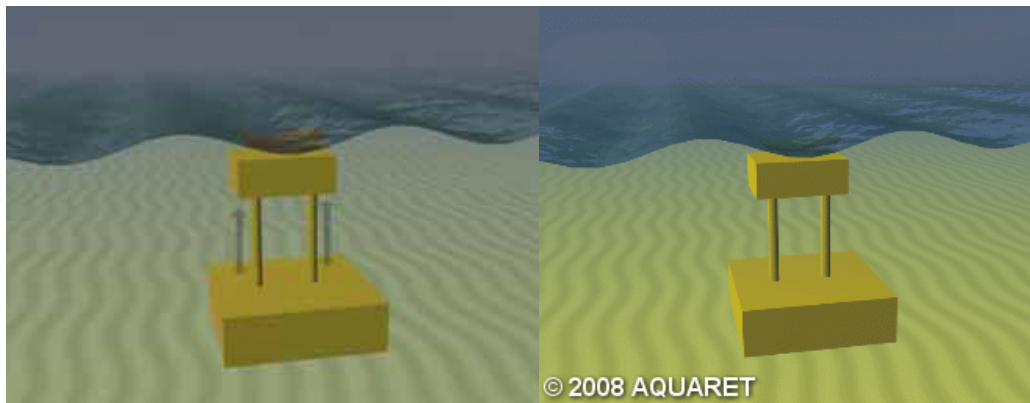
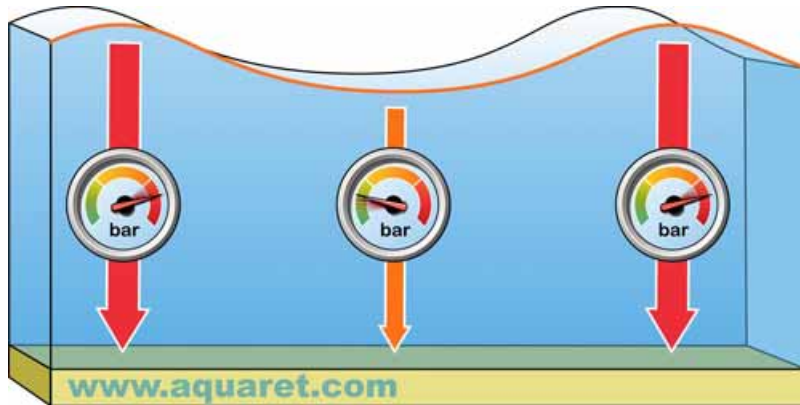


Συσκευή υπερακόντισης– Η συσκευή αποτελείται από ένα τοίχωμα επάνω στο οποίο σπάνε τα κύματα και το νερό συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης. Τα προσκρούοντα κύματα δημιουργούν ένα ύψος πτώσης το οποίο ελευθερώνεται πίσω στη θάλασσα μέσω συμβατικών στροβίλων χαμηλής πίεσης που είναι εγκατεστημένοι στον πυθμένα της δεξαμενής. Η συσκευή υπερακόντισης μπορεί να κάνει χρήση συλλεκτών για την συγκέντρωση της κυματικής ενέργειας. Οι συσκευές υπερακόντισης είναι συνήθως μεγάλες κατασκευές λόγω του απαιτούμενου χώρου για τη δεξαμενή, η οποία χρειάζεται να εξασφαλίζει μια ελάχιστη χωρητικότητα αποθήκευσης. Οι συσκευές μπορεί να είναι πλωτές, όπως η Wave Dragon, που επί του παρόντος είναι ο μεγαλύτερος μετατροπέας κυματικής ενέργειας που αναπτύσσεται, ή σταθερές κατασκευές στη στεριά όπως η SSG (ενσωματώνεται σε κυματοθραύστη). Παράδειγμα πρώιμης συσκευής υπερακόντισης είναι η συσκευή TAPChan στο Toftestallen της Νορβηγίας, όπου ένας αγωγός με σταδιακή μείωση της διαμέτρου του προκαλούσε την υπερχειλίση του νερού σε μία επίγεια δεξαμενή.



Βυθιζόμενη συσκευή διαφορικής πίεσης – Βυθιζόμενη συσκευή που συνήθως εγκαθίσταται κοντά στην ακτή και προσαρτάται στον πυθμένα. Η κίνηση των κυμάτων προκαλεί την άνοδο και την πτώση της στάθμης της θάλασσας πάνω από τη συσκευή, πράγμα που δημιουργεί μια διαφορά πίεσης η οποία αναγκάζει τη συσκευή να ανεβοκατεβαίνει με τα κύματα. Όταν σχεδιαστεί σωστά για την συγκεκριμένη κατάσταση της θάλασσας, η κατηγορία αυτή διαθέτει και αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. Ένα καλό παράδειγμα υλοποίησης της σχεδίασης αυτής μέχρι

σήμερα είναι η AWS (Archimedes Wave Swing), η οποία έχει και αυτή καλά χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. Μια ακόμα συσκευή που μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει στην κατηγορία αυτή είναι η Waverotor.



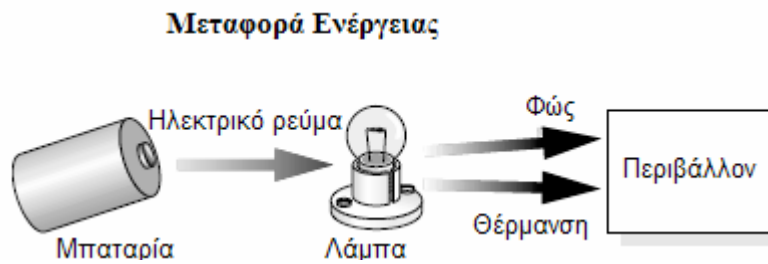
Όπως φαίνεται, υπάρχουν αρκετές κατηγορίες διατάξεων κυματικής ενέργειας βάσει των μηχανισμών απόσπασης της ενέργειας και οι διακρίσεις είναι δύσκολες. Συχνά, διακρίνονται μόνο τρεις στοιχειωδώς διαφορετικές κατηγορίες, ήτοι η παλλόμενη υδάτινη στήλη, η διάταξη υπερχειλίσης και σώματα με προκαλούμενη από τα κύματα (σχετική) κίνηση. Τυπικά, όλες οι διατάξεις πλην αυτής της υπερχειλίσης διαθέτουν και χαρακτηριστικά σημειακού απορροφητή. Σημειακή απορρόφηση είναι η ικανότητα απορρόφησης της ενέργειας από μια μεγάλη περιοχή σε σχέση με τις φυσικές διαστάσεις της διάταξης – επίσης γνωστό και ως φαινόμενο «κεραίας». Δεν υπάρχει μία κοινή και ευρέως αποδεκτή από τη διεθνή κοινότητα έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης (E&TA) κατηγοριοποίηση, λόγω της διαφορετικής οπτικής γωνίας. Η παραπάνω λίστα έγινε με σκοπό τη διάκριση των

σχεδιάσεων που είναι σήμερα οι πλέον δημοφιλείς, βάσει της αρχής λειτουργίας τους.

Ζ. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, το οποίο συστηματοποιήθηκε για τις αναγκαίες της εργασίας αυτής, η Ενέργεια είναι εντοπισμένη «κάπου» και όταν συμβαίνει “κάτι” η ενέργεια μεταφέρεται με κάποια διαδικασία από το ένα μέρος στο άλλο. Η προσέγγιση της “μεταφοράς ενέργειας” εστιάζει σε ερωτήσεις όπως που ήταν η ενέργεια στην αρχή και στο τέλος; Πώς πήγε εκεί; Τυπικό παράδειγμα είναι η έκφραση:

“Η ενέργεια της μπαταρίας μεταφέρεται στην λάμπα με το ηλεκτρικό ρεύμα και από την λάμπα στο περιβάλλον με το φως και με την θέρμανση”.



Σχήμα 1. Παράδειγμα μεταφοράς ενέργειας

Στην ορολογία της “μεταφοράς” Ενέργειας τρεις είναι οι βασικές έννοιες κλειδιά :

- Οι αποθήκες ή πηγές Ενέργειας

- Οι μεταφορείς Ενέργειας
- Οι μετατροπείς ή μετασχηματιστές Ενέργειας

Στις **αποθήκες ενέργειας** η ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί και έχει την δυνατότητα, κάτω από ορισμένες συνθήκες, να μεταφερθεί κάπου αλλού. Αποθήκες ενέργειας είναι π.χ η μπαταρία, ένα συμπιεσμένο ελατήριο, ένα κινούμενο σώμα ή μια ποσότητα πετρελαίου. Στη περίπτωση ενός κρεμασμένου αντικειμένου μπορούμε να θεωρήσουμε ότι υπάρχει αποθηκευμένη ενέργεια, η ενέργεια όμως αυτή αφορά το σύστημα γη-κρεμασμένο σώμα.

Οι αποθήκες ενέργειας που υπάρχουν στη φύση ονομάζονται πηγές ενέργειας και χωρίζονται σε ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες.

Για την αποθηκευμένη ενέργεια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τον όρο δυναμική ενέργεια, ο οποίος όρος στα σχολικά εγχειρίδια αναφέρεται σαν την ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω θέσης ή κατάστασης. Η έννοια της δυναμικής ενέργειας (λόγω θέσης ή κατάστασης) δεν είναι απαραίτητη, αλλά αν κανείς θέλει να την χρησιμοποιήσει τότε θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν πέντε μορφές δυναμικής ενέργειας, η βαρυτική, η ελαστική, η ηλεκτρομαγνητική, η χημική και η πυρηνική. Η ονομασία τους δεν έχει να κάνει με το διαφορετικό είδος ενέργειας που κατέχει το αντικείμενο ή σύστημα αλλά με τον διαφορετικό τρόπο μεταφοράς ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε. Π.χ η ενέργεια μιας μπαταρίας είναι χημική ή χημικά αποθηκευμένη ενέργεια γιατί χρησιμοποιήθηκε χημική αντίδραση για να “φορτιστεί”.

Η **ενεργειακή μεταφορά** είναι μια διαδικασία κατά την οποία μεταφέρεται ενέργεια από ένα μέρος σε ένα άλλο. Συνδέει δηλαδή τις αποθήκες ενέργειας, τους μετατροπείς ενέργειας και το περιβάλλον μεταξύ τους. Η σύνδεση αυτή μπορεί να γίνει με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους :

1. Μηχανικά μέσω του έργου δύναμης ($W=F\Delta x$)
2. Ηλεκτρικά με το ηλεκτρικό ρεύμα ($W=It\Delta V$)
3. Με Θέρμανση ($Q=mc\Delta\theta$)
4. Ακτινοβολία (φως) ($E=\Delta E_i$)

Η διαφορά ενός φυσικού μεγέθους (θέσης Δx , δυναμικού ΔV , θερμοκρασίας $\Delta\theta$ και ενεργειακών ατομικών σταθμών ΔE_i) μεταξύ δυο θέσεων είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να υπάρξει ενεργειακή μεταφορά από τη μία θέση στην άλλη.

Σήμερα το κοινωνικό πρόβλημα της ενεργειακής κρίσης αναδεικνύει την ανάγκη της ουσιαστικής διδασκαλίας της έννοιας διασπορά ή “υποβάθμιση” της ενέργειας, η οποία ως έννοια είναι οικεία στους μαθητές, αφού όλες οι διαδικασίες που συμβαίνουν γύρω μας είναι μη αντιστρεπτές. Η έμφαση που δίνεται στο χαρακτήρα της υποβάθμισης θα βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν την σημασία της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος, της διαχείρισης των φυσικών πόρων και της εξοικονόμησης ενέργειας. Επίσης τα χαρακτηριστικά της διατήρησης και της υποβάθμισης, θεωρείται σήμερα ότι είναι στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους (Ben-Zvi 1999, Pinto 2004) και φαίνεται μάλιστα ότι η εκμάθηση της υποβάθμισης συμβάλλει ουσιαστικά στην

εκμάθηση του νόμου της διατήρησης, η εφαρμογή του οποίου στην επίλυση προβλημάτων και στη προσπάθεια για μια βαθύτερη κατανόηση είναι θεμελιώδες ζήτημα των Φυσικών Επιστημών.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια προσεγγίζεται μέσω της ορολογίας της μεταφοράς ενέργειας (μοντέλο μεταφοράς) και εισάγεται η ενεργειακή αλυσίδα, που αποτελεί μια συμβολική αναπαράσταση των ενεργειακών μεταβολών ενός φαινομένου. Η ενέργεια είναι κάτι που υπάρχει, δεν δημιουργείται και δεν καταστρέφεται, αλλά μεταφέρεται από το ένα μέρος στο άλλο, διασπείρεται κατά την μεταφορά και αποθηκεύεται. Η Ενέργεια θεωρείται ως μια οντότητα, που μπορεί να ρέει από ένα σύστημα ή σώμα σε ένα άλλο, όταν τα δύο συστήματα ή σώματα αλληλεπιδρούν. Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι το γεγονός ότι η ενέργεια έχει ένα ενοποιητικό χαρακτήρα και εισάγεται ως ενιαία ενότητα και δεν διδάσκεται κατακερματισμένα κάθε φορά στο αντίστοιχο κεφάλαιο ως μηχανική ενέργεια, ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα κ.τ.λ.

Ένα άλλο πρόβλημα που παρουσιάζεται στα αναλυτικά προγράμματα και διάφορα εγχειρίδια Φυσικής ακόμη και στο νέο ΔΕΠΠΣ, κυρίως για ιστορικούς λόγους, είναι ότι δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην ονοματοδοσία των διαφόρων μορφών ενέργειας χρησιμοποιώντας την έννοια της μετατροπής ή μετασχηματισμού. Αυτή όμως η ονοματοδοσία των διαφόρων “μορφών” της ενέργειας φαίνεται να καταλήγει σε ένα παιχνίδι λέξεων για την περιγραφή των διαφόρων αλλαγών που συμβαίνουν σε ένα φυσικό ή τεχνολογικό σύστημα, με αμφίβολα αποτελέσματα όσον αφορά την βαθύτερη κατανόηση των φαινομένων. Οπότε αντί να λέγεται π.χ ότι όταν ανάβουμε το φως γίνεται μια αλλαγή (που ακριβώς;) της ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτεινή και θερμική, είναι προτιμότερο να λέγεται ότι το ηλεκτρικό ρεύμα κάνει την λάμπα να παράγει φως. Η κατάχρηση ακόμη της ονοματολογίας δυσκολεύει τους μαθητές να βρουν την σωστή ονομασία για τις διάφορες ενεργειακές αλλαγές και πολλές φορές επινοούν δικές τους. Δυσκολεύονται π.χ να πουν αν μια μπαταρία “κρύβει” ηλεκτρική ή χημική ενέργεια.

Σύμφωνα με την προσέγγιση του μοντέλου της μεταφοράς της ενέργειας η φύση της ενέργειας παραμένει η ίδια στις διάφορες ενεργειακές αλλαγές ενώ η προσοχή των μαθητών εστιάζεται στα μέρη που μπορεί να βρίσκεται αποθηκευμένη και στους τρόπους που μεταφέρεται από το ένα μέρος στο άλλο.

Η “μεταφορά ενέργειας” από ένα σύστημα σε άλλο σαν έννοια θεωρείται μάλλον απλούστερη αλλά και επιστημονικά ορθότερη από την έννοια “μετατροπή” και προσφέρει μια συνεπέστερη κατανόηση της Ενέργειας. Μάλιστα η λέξη μεταφορά γενικότερα υπονοεί κίνηση προς μια κατεύθυνση και διατήρηση ή και “απώλειες” κατά την διάρκεια της διαδικασίας αυτού που μεταφέρεται, γεγονός που μπορεί να αξιοποιηθεί για την κατανόηση της υποβάθμισης της ενέργειας και της διάχυσης της στο περιβάλλον.

Αντίθετα η χρήση της λέξης μετατροπή δεν εξασφαλίζει ότι το μέγεθος που υφίσταται μετατροπή διατηρεί τα ποσοτικά χαρακτηριστικά του (π.χ μετ/στής τάσης), ούτε υπονοείται “απώλεια”, δεδομένου ότι π.χ όταν λέγεται ότι μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική δεν υπονοείται ότι παράλληλα μέρος της αρχικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα και μεταφέρεται στο περιβάλλον. Δηλαδή η χρήση της ενεργειακής μεταφοράς βοηθά και λεκτικά στην κατανόηση της ποσοτικής διατήρησης της ενέργειας περισσότερο από την ενεργειακή μετατροπή.

Μάλιστα στα αναλυτικά προγράμματα της Αγγλίας – Ουαλίας για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (11-16) η έννοια της μετατροπής αντικαταστάθηκε από την έννοια της μεταφοράς ήδη από το 1989 και μετά. (Ellse 1988, Stylianidou 1997).

Η μοντελοποίηση των ενεργειακών φαινομένων με την μορφή ενεργειακής αλυσίδας, κρίθηκε αναγκαίο να συμπληρωθεί με την οπτικοποίηση της έννοιας της ενέργειας με την βοήθεια κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού, ώστε να διευκολυνθεί η κατανόηση τόσο σε ποιοτικό επίπεδο, όσο και η μετάβαση σε ποσοτικό επίπεδο μελέτης των σχετικών φαινομένων.

Συγκεκριμένα Στόχοι της εφαρμογής είναι να κατανοήσουν οι μαθητές ότι:

1. Η ενέργεια δεν είναι απλά μια ιδιότητα αλλά μια μετρήσιμη ποσότητα.

2. Κατά την μεταφορά ενέργειας από το ένα μέρος στο άλλο πάντα ένα ποσό ενέργειας θα μεταφέρεται στο περιβάλλον και δεν θα μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Κατά συνέπεια η απόδοση μιας οποιασδήποτε συσκευής (μετατροπέα) είναι μικρότερη από την μονάδα.
3. Το σύνολο της αποθηκευμένης ενέργειας (χρήσιμη ενέργεια) στην αρχή του φαινομένου είναι μεγαλύτερο από αυτό στο τέλος του φαινομένου.
4. Το σύνολο όμως της αποθηκευμένης ενέργειας και της ενέργειας που διασπείρεται παραμένει σταθερό (αρχή διατήρησης της ενέργειας).
5. Το ηλεκτρικό ρεύμα και το μηχανικό έργο είναι τρόποι μεταφοράς ενέργειας.
6. Η ισχύς είναι έννοια διαφορετική από την ενέργεια.
7. Η ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί σε ακίνητα σώματα (δυναμική ενέργεια βαρύτητας).

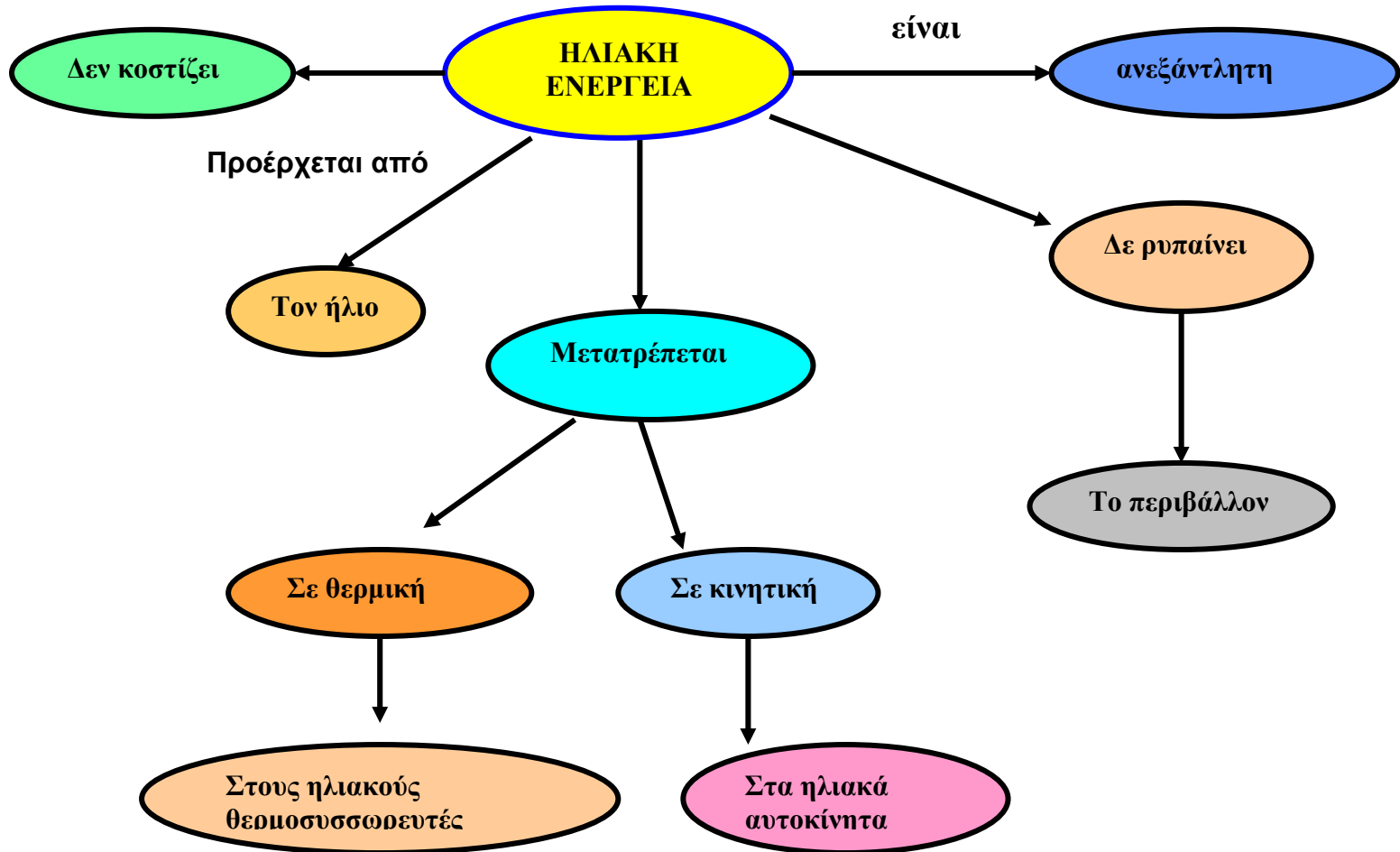
Συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί μας στόχοι ήταν οι εξής:

- Γνωριμία με τις μορφές ενέργειας
- Διάκριση αυτών σε ανανεώσιμες και μη
- Προβληματισμός για την τεχνολογία και τα ενεργειακά προβλήματα
- Σφαιρική γνώση για τις χρήσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω ιστορικής αναδρομής
- Αποσαφήνιση του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων ΑΠΕ (ανεμογεννητριών και των αιολικών πάρκων, των φωτοβολταϊκών κλπ.)
- Απόκτηση τεκμηριωμένης άποψης για την ανάγκη λειτουργίας αυτών
- Δημιουργία οικολογικών στάσεων για μια καλύτερη ποιότητα ζωής.

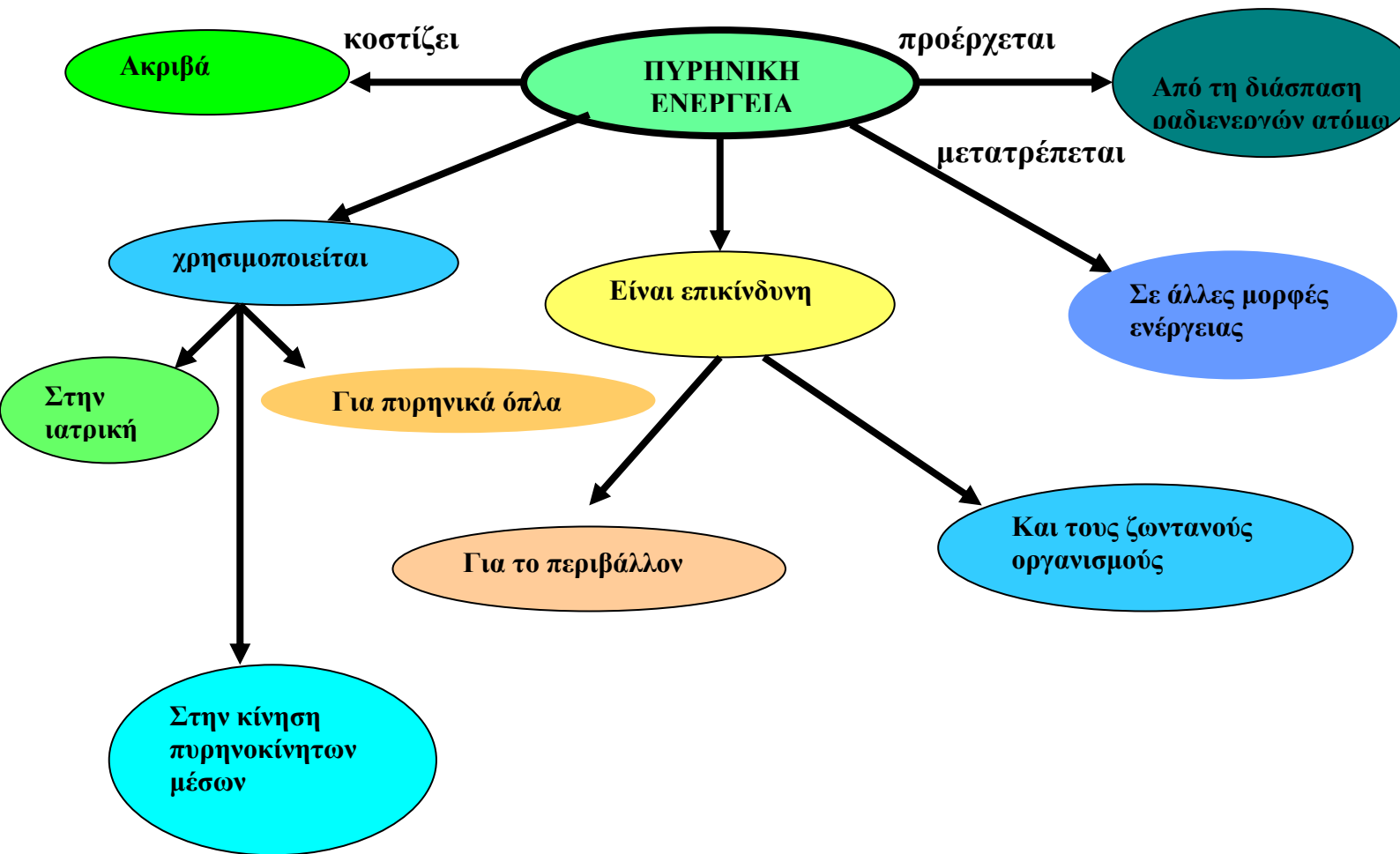
http://www.epyna.gr/~agialama/synedrio_syros_4/fysikoi/417_pallas_Stauridou_TriantafOK.pdf

Η) ΧΑΡΤΕΣ ΕΝΝΟΙΩΝ

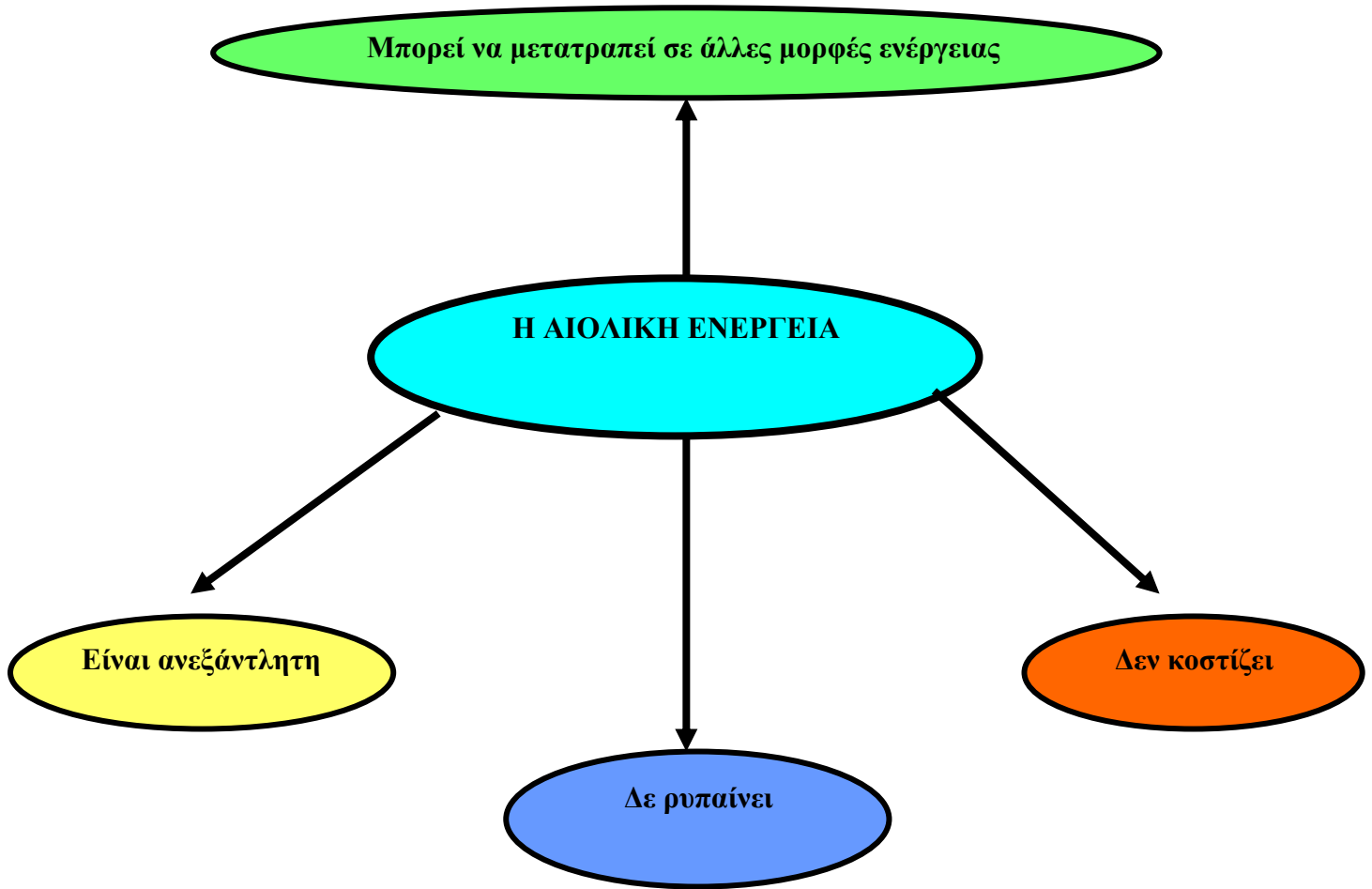
1. (παράδειγμα χάρτη 1^{ης} δραστηριότητας)



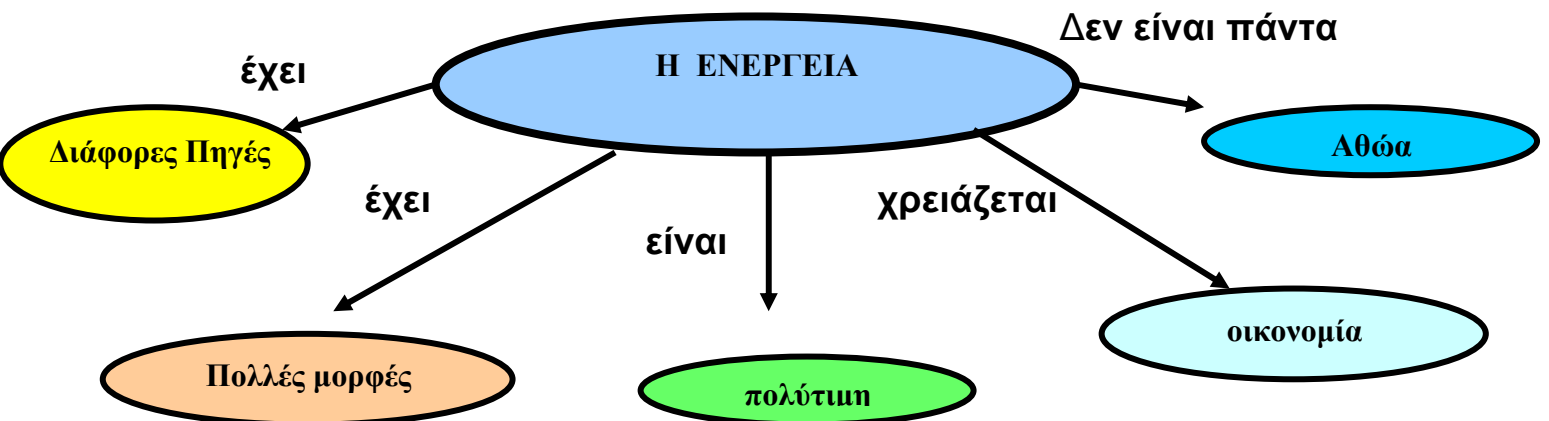
2. (παράδειγμα χάρτη 2^{ης} δραστηριότητας)



3. (παράδειγμα χάρτη 3^{ης} δραστηριότητας)



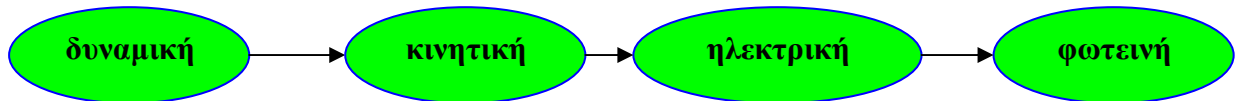
4. (παράδειγμα χάρτη 5^{ης} δραστηριότητας)



Θ) ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΠΟΔΗΛΑΤΟ

Φέρνουμε στην τάξη ένα ποδήλατο το οποίο να διαθέτει φανάρι που να ηλεκτροδοτείται από δυναμό. Τα αναποδογυρίζουμε και ζητάμε από τα παιδιά να στριφογυρίσουν τα πεντάλ του ποδηλάτου. Παρατηρούμε πως το φανάρι ανάβει εφ' όσον το δυναμό ακουμπά πάνω στον τροχό του ποδηλάτου. Ζητάμε από τα παιδιά εξήγηση του φαινομένου. Να εξηγήσουν πώς συμβαίνει και ανάβει το φανάρι και τι είδους μετατροπές ενέργειας έχουμε.

Φυσικά τα παιδιά ερευνούν και μόνα τους ή με μια σχετική βοήθεια ανακαλύπτουν πως η δική μας δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική (στα πεντάλ) και στη συνέχεια η κινητική σε ηλεκτρική (στο δυναμό) για να καταλήξει στο φανάρι και να μετατραπεί σε φωτεινή.



(σχηματική αναπαράσταση του πειράματος υπάρχει και στο σχολικό εγχειρίδιο της φυσικής της ΣΤ΄τάξης σελ. 275)

Μετά το πείραμα μπορούν να ακολουθήσουν εργασίες, όπως συμπλήρωση του παραπάνω σχεδιαγράμματος ή περιγραφή του πειράματος και καταγραφή των συμπερασμάτων υπό μορφή «σκέφτομαι και γράφω».

Βιβλιογραφικές και Διαδικτυακές Αναφορές

- [1] **Φλογαΐτη Ε, 1993** Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ελληνικές Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Αθήνα
- [2] **Αθανασάκης, Α. και Κουσουύρης, Θ. 1999.** *Περιβάλλον και οικολογία στην εκπαίδευση.* Εκδόσεις Δαρδάνος, Χ. Αθήνα.
- [3] **Ress W.(1998).**Sustainable Development: Economic Myths and Ecological Realities.Trumpeter,vol.(5)4.
- [4] **Σιγάλας Χ.** “Φιλοσοφία και στόχοι της Π.Ε.”ΝΕοελληνική Παιδεία τ.11,1987,σελ.25-34
- [5] **Hausbeck, K.W., Milbrath, L.W., & Enright S.M. (1992).** Environmental knowledge, awareness and concern among 11th-grade students: New York State. *The Journal of Environmental Education*, 24(1), 27-34.
- [6] **Gampo J.S.&Switzky H.N. (1996).** A national Survey of High School Students,Environmental Knowledge, the journal of Environmental Education,Vol.27.No.3.
- ibacher, W. M., 1993, Brand Marketing, Lincolnwood, IL: NTC Business Books.
- [9] **Hausbeck, K.W., Milbrath, L.W., & Enright S.M. (1992).** Environmental knowledge, awareness and concern among 11th-grade students: New York State. *The Journal of Environmental Education*, 24(1), 27-34
- [10] **Gampo J.S.&Switzky H.N. (1996).** A national Survey of High School Students,Environmental Knowledge, the journal of Environmental Education,Vol.27.No.3.
- [11] **Τάρταρης, Χ., (1996).** Διδακτική προσέγγιση επί μέρους ενοτήτων των βιολογικών επιστημών με έμφαση στην κατανόηση των λειτουργιών φυσικών οικοσυστημάτων. Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- [12] **Hines, J., M., Hungerford, H., P., & Tomera, A., N. (1986/1987).** Analysis and Synthesis of Research on responsible environmentally behavior: A meta-analysis. *The Journal of Environmental Education*, 18(2), 1-8.
- [13] **Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990).** Changing learner behavior through environmental education.*The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-21.
- [14] **MONROE, M. C., KAPLAN, S. 1988:** When Words Speak Louder Than Actions: Environmental Problem Solving in the Classroom. *Journ. of Environmental Education*, 19(3): 38- 40.
- [15] **Ramsey, J., Hungerford, H. and Tomera, A. (1981).** "The Effects of Environmental Action and Environmental Case Study instruction on the Overt Environmental Behavior of Eighth-Grade Students". *Journal of Environmental Education*, Vol. 13, No. 1, pp. 24-29.
- [16] **Zimmerman, M.,(1995).** Science, nonscience and nonsense: Approaching environmental literacy.Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- [17] **Singletary, J. T. 1992.** Case studies of selected high school environmental education classes. *The Journal of Environmental Education*, 23(4): 35-40.
- [18] **YOUNT, R. J., HORTON, B. F., 1992:** Factors Influencing Environmental Attitude: The Relationship level. *Journ. of Research in Science Teaching*, 29(10): 1059-1078.

- [19] **Παρασκευόπουλος Στ., Παντελειάδου Σ.** 1993. Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης: Μαθητεία στην Προστασία του Περιβάλλοντος. *Πρακτικά 3ου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας*, Μυτιλήνη.
- [20] **Jaus, H. H.**, 1982: The Effect of Environmental Education Instruction on Children's Attitudes toward the Environment. *Science Education*, 66(5): 689-692.
- [21] **Yount, R. J., Horton, B. F.**, 1992: Factors Influencing Environmental Attitude: The Relationship level. *Journ. of Research in Science Teaching*, 29(10): 1059-1078.
- [22] **Kinsey, T. G. and Wheatly, J. H.** 1984. The effects of an environmental studies course on the defensibility of environmental attitudes. *Journal of research in Science Teaching*, 21(7): 675- 683.
- [23] **Leeming, F. C., Bracken, B. A., & Dwyer, W. O. (1995)**. Children's environmental attitude and knowledge scale: Construction and validation. *The Journal of Environmental Education*, 26(3), 22—33.
- [25] **Bhushan S. et.al.**, "E.E. Handbook for Educational Planners", NIEPA & UNESCO, New Delhi, 1990.
- [26] www.physics4u.gr/.../secondlaw1.html
http://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/corpora/pi/content.html?t=3,5105
- [27] <http://www.energolab.gr/>
- [28] kpe-kastor.kas.sch.gr/.../ecological_crisis.htm
www.energolab.gr/index.asp?c...
- [29] www.physics4u.gr/.../ape.html
www.allaboutenergy.gr/Piges22.html
- [30] <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>
- [31] http://wapedia.mobi/el/%CE%93%CE%B1%CE%B9%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82_%28%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF%29#1.
- [32] <http://www.livopedia.gr/index.php/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>
- [33] <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>
- [34] <http://wapedia.mobi/el/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>
- [35] <http://www.livopedia.gr/index.php/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>
- [36]. <http://www.neo.gr/website/ergasiamathiti/96.htm>
- [37] <http://www.neo.gr/website/ergasiamathiti/96.htm>
- [38] <http://www.allaboutenergy.gr/Gaianthrakes.html>
- [39] <http://www.allaboutenergy.gr/>
- [40] [http://wapedia.mobi/el/%CE%93%CE%B1%CE%B9%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82_\(%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF\)](http://wapedia.mobi/el/%CE%93%CE%B1%CE%B9%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82_(%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF))
- [41] http://wapedia.mobi/el/%CE%93%CE%B1%CE%B9%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82_%28%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF%29#3.

<http://www.cea.org.cy/kids%20corner/teachers/Secondary%20Education/Teacher%20Secondary.pdf>

[42]http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#.CE.99.CE.B4.CE.B9.CF.8C.CF.84.CE.B7.CF.84.CE.B5.CF.82

[43]http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#.CE.99.CE.B4.CE.B9.CF.8C.CF.84.CE.B7.CF.84.CE.B5.CF.82

[44]http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#.CE.99.CE.B4.CE.B9.CF.8C.CF.84.CE.B7.CF.84.CE.B5.CF.82

[45]http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#.CE.99.CE.B4.CE.B9.CF.8C.CF.84.CE.B7.CF.84.CE.B5.CF.82

[46]http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#.CE.99.CE.B4.CE.B9.CF.8C.CF.84.CE.B7.CF.84.CE.B5.CF.82

[47]http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF#.CE.99.CE.B4.CE.B9.CF.8C.CF.84.CE.B7.CF.84.CE.B5.CF.82

[48].<http://www.aerioattikis.gr>

[49].http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1

[50].<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:PressurizedWaterReactor.gif>

[51].<http://www.tovima.gr/default.asp?pid=2&artid=188687&ct=86&dt=11/05/2008>

[52] http://www.haef.gr/libraries/vskills/skills/learn_mat-p8.html

[53] Wikipedia, Υδρογόνο, διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση:
<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%BF>

[54] Argonne National Laboratory, Center for Energy, Environmental, and Economic Systems Analysis, "Assessing Current, Near-term, and Longterm U.S. Hydrogen Markets", διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση:
http://www.dis.anl.gov/ceeesa/programs/hydrogen_markets.html

[55] ΕΚΠΑΑ, Νοέμβριος 2003, Ενέργεια, περιβάλλον και επιχειρηματικότητα. Προτάσεις για τον ενεργειακό τομέα στον ελληνικό χώρο, διαθέσιμο στο διαδίκτυο

www.envirohelp.net/greece/processes/documents/Energy_Environment.pdf

[56] Περιεκτικότητα καυσίμων σε άνθρακα και υδρογόνο, διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση:
http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/740/1/PhD_E_Koutrouli

[57] **Νικόλαος Ρωμανός**, Το Αυτοκίνητο του Μέλλοντος κινούμενο με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση:http://library.tee.gr/digital/m2102/m2102_romanos.pdf

[58] **J. Rifkin**, "Η οικονομία του Υδρογόνου (Η Δημιουργία του Παγκόσμιου Ενεργειακού Ιστού και η Ανακατανομή της Εξουσίας στη Γη, Η επόμενη Μεγάλη Οικονομική Επανάσταση)", Αθήνα 2003, Εκδόσεις Λιβάνη

- [59] hySolutions, " Hamburgs Antrieb Wasserstoff - Projekte", διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση : <http://www.hysolutions-hamburg.de/index.php?id=20>
- [60]http://dSPACE.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/1719/3/avdelidivn_piston.pdf
- [61] hy2.gr, πλεονεκτήματα έναντι συμβατικών πηγών ενέργειας διαθέσιμο στο διαδίκτυο στις διευθύνσεις:
<http://www.hy2.gr/reference.php?item=11>
<http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi34.html>
- [62] hy2.gr, Μειονεκτήματα έναντι συμβατικών πηγών ενέργειας, διαθέσιμο στο διαδίκτυο στις διευθύνσεις:
<http://www.hy2.gr/reference.php?item=12>
<http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi34.html>
- [63] **Κορωναίος Ι. Χριστοφής** "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας". Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» σελ.8
- [64] **Κορωναίος Ι. Χριστοφής** "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας". Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» σελ.8
- [65] **Κορωναίος Ι. Χριστοφής** "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας". Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» σελ.8
- [66] **Κορωναίος Ι. Χριστοφής** "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας". Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» σελ.9
- [67] **Κορωναίος Ι. Χριστοφής** "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας". Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» σελ.9
- [68] http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf
- [69] http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf
- [70] http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf
- [71] http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf
- [72] http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf
- [73] <http://www.crete-region.gr/greek/energy/>
- [74] <http://www.energypoint.gr/index.php?option=content&task=view&id=97&>
- [75] http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_biomass.htm
- [76] http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_biomass.htm
- [77] www.biofuels.gr
- [78] http://bioenergynews.blogspot.com/2008/03/blog-post_21.html
- [79] <http://www.ypan.gr/ape/files/biomaza.pdf>
- [80] <http://www.physics4u.gr/energy/sunenergy.html>
- [81] <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%89%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%8>
- [82] <http://www.mar.aegean.gr/greek/student%20notes/%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%98%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%83%CE%B1%CF%82>
- [83] <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/pathitika.htm>
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive
- [84] <http://www.evonymos.org/files1/330odigos%20b%20meros%20a.pdf>
- [85] <http://13tee-thess.thess.sch.gr/SOLAR/thermansia%20nerou.htm>
- [86] [http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/\[56\].](http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/[56].)

- [87] <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/>[56].
- [88] http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_geothermal.htm
- [89] <http://www.physics4u.gr/energy/geotherme.html>
- [90] http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/chrisimotita_geothermiki.htm
- [91] http://climate.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=114
- http://library.tee.gr/digital/m2351/m2351_fitikas.pdf
- [92] <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/hydrauliki.htm>
- <http://www.cres.gr/kape/kidsol/hydravlic/36.htm>
- [93] http://www.energytraining4europe.org/greek/training/guide_res/shp_04.
- [94] http://www.daskaloi.com/perivallon/kumatiki_energeia.htm
- [95] <http://www.greekmoney.gr/index.php?news=4606>
- [96] http://www.ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=
- [97] <http://nautilus.cres.gr/cc9/sites/cres-liaison/istos.chtm?prnbr=24917&locale=el>
- [98] http://kapodistriako.uoa.gr/stories/print.php?id=101_th_01
- [99] http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm
- http://www.cres.gr/kape/pdf/download/03_esinbuildings_gr.pdf
- [100] http://www.medclima.gr/documents/guidance_docs_citizens.pdf
- [101] http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_exikonomisis_ener.htm
- http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_
- [102] http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_simansi.
- [103] http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_
- [104] http://www.cres.gr/energy_saving/metafores/metafores_intro.htm
- <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/efficient/transportation.htm>
- [105] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0077:EL:HTML>
- [106] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0030:EL:HTML>
- [107] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006DC0105:EL:HTML>
- [108] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:EL:PDF>
- [109] <http://europedia.moussis.eu/discus/>
- [110] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:EL:PDF>
- [111] <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l27014.htm>
- [112] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0723:EL:HTML>
- [113] <http://europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/i23022.htm>
- [114] http://ec.europa.eu/energy/intelligent/index_en.html
- [115] <http://europedia.moussis.eu/discus/>
- [116] Πηγή: Εφημ. Βήμα-Ανάπτυξη- 19/7/2009
- [117] Πηγή: Εφημ. Κυρ. Ελευθεροτυπία 19-7-2009
- [118] Πηγή: Εφημ. Βήμα 19-7-2009
- [119] (Εφημ. Βήμα 12-7-2009).
- [120] (Εφημ. Ελευθεροτυπία-Οικονομική 8-8-2009
- [121] Πηγή: Εφημ. Καθημερινή, 4-7-2009)
- [122] (ΟΙΚΟ της Καθημερινής-τεύχος 82)

- [123] . **Κορωναίος Ι. Χριστοφής** “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”.Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» σελ.3)
- [124] **Κορωναίος Ι. Χριστοφής** “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”.Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» σελ.3).
- [125] Εφημ. Ελευθεροτυπία-New York Times-Steve Lohr 5 / 7/ 2009)
- [126] **Ρόκος Δ.** «Η φύση,η αποστολή και ο δημόσιος χαρακτήρας του Πανεπιστημίου σήμερα».1997,σελ.263
- [127] **Δημήτρης Ρόκος**,Το τέλος του Πανεπιστημίου; ή το Πανεπιστήμιο στην εποχή της Λευκής Βίβλου. σελ.273)
- [128] **Ρόκος Δ.** «Το τέλος του Πανεπιστημίου; ή το Πανεπιστήμιο στην εποχή της Λευκής Βίβλου».1997,σελ.284
- [129] **Apple. M Beane .J** (edit) , Democratic schools. Lessons from the chalk face .Open university press 1999).
- [130] **Robert J. Barro** “Education and Economic Growth” 1997
- [131] **Ψαχαρόπουλος, Γ., Καζαμίας, Α., (1985).** *Παιδεία και Ανάπτυξη στην Ελλάδα :Κοινωνική και Οικονομική Μελέτη της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης*, Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών, Αθήνα
- [132] **Ρόκος Δ.** Η Φύση, η Αποστολή και ο Δημόσιος Χαρακτήρας του Πανεπιστημίου,1997
- [133] (**N.Μουζέλης**-Εφημ.Βήμα /9-8-09).
- [134] **Pryce R.**, "Προσεγγίσεις στο θέμα Ανθρωπος και Περιβάλλον", σσ.96-188, στο "Ανθρωπος και περιβάλλον", τ.1, (μετ. Ευθυμιάτου Χ.), εκδ. Κουτσούμπος, Αθήνα, 1987.
- [135] **Sarre Ph.**, "Η Κατανόηση του Περιβάλλοντος", σσ. 15-92, στο "Ανθρωπος και περιβάλλον", τ.1, (μετ. Ευθυμιάτου Χ.), εκδ. Κουτσούμπος, Αθήνα, 1987.
- [136] **Αλεξοπούλου Ι, Γκλαβάς Σ., "Σχολείο και Περιβάλλον"**,εκδ. ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1989.
- [137] **Sinha S. et. al.**, "*Environmental Education: Module for Pre-Service Training of Social Teachers and Supervisors for Secondary Schools*", EE series 9, UNESCO-UNEP, 1985
- [138] **P. J. Fensham-J. Hunwick**, Education environnementale: Module pour la formation initiale, des professeurs et inspecteurs de sciences de l'enseignement secondaire, W. J. Jacobson (ed), Serie EE 7, (UNESCO-UNEP-PIEE), UNESCO 1985, ED 83/WS/89, σ. 215.
- [139] **Βασάλα Π.**, "*Παρουσίαση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης όπως αυτή Οριοθετήθηκε στη Διακυβερνητική Συνδιάσκεψη του Tbilisi*", Σύγχρονη Εκπαίδευση, τ.67, 1992, σσ.59-65.
- [140]**Γαρδέλλη Σ.**, "*Περιβαλλοντική Κοινωνική Εκπαίδευση*", Λόγος και Πράξη, Χειμώνας 1986, σσ 92-102.
- [141] **Παπαδημητρίου Β.**, "*Φυσικές Επιστήμες του Σχολείου και η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*", Νέα Παιδεία, τ.61, 1992, σσ.129-140.
- [142] **UNESCO-UNEP CONGRESS**, "*Environmental Education and Training, Mockba, 1987*", UNESCO, Paris, 1988.
- [143] **Muthoka M.& Rego A.**, "*Environmental Educational: Module for In-Service Training of Social Science Teachers and Supervisors for Secondary Schools*", UNESCO-UNEP, EE Series 10,Unesco, Paris, 1985.

- [144] **UNESCO-UNEP CONGRESS**, "*Environmental Education and Training, Mockba, 1987*", UNESCO, Paris, 1988.
- [145] **Φλουρής Γ.**, "Δυσαρμονία Εκπαιδευτικών Νόμων, Σχολικού Προγράμματος, Διδακτικών Βιβλίων και Διδακτικής Πράξης: Μια πτυχή της κρίσης της Ελληνικής εκπαίδευσης", σσ.206-239. στο "*Παγκόσμια Κρίση στην Εκπαίδευση*", εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα, 1992.
- [146] **Φλουρής Γ., Μασσιάλας Β.**, "*Στάσεις Μαθητών για Συμμετοχή στη Λήψη Αποφάσεων: Μια πανελλήνια Έρευνα*", Νέα Παιδεία, τ.46 1988, σσ. 30-48.
- [147] **Σιγάλας Χ.**, "*Φιλοσοφία και στόχοι της Π.Ε.*", Νεοελληνική Παιδεία, τ. 11, 1987, σσ. 25-34.
Υπ. Απόφαση Γ2/857/19-2-87 του ΥΠΕΠΘ.
- [148] **Muthoka M.& Rego A.**, "*Environmental Educational: Module for In-Service Training of Social Science Teachers and Supervisors for Secondary Schools*", UNESCO-UNEP, EE Series 10, Unesco, Paris, 1985.
- Hungerford H.R., et.al.**, "*An Environmental Education Approach to the Training of Elementary Teachers: A Teacher Education Program*", *UNESCO-UNEP Environmental Education Series 27, Paris, 1988*
- [149] **Σχίζα,Κ.**(2004). Η συστημική προσέγγιση στα προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Διδακτορική διατριβή, Φιλοσοφική Σχολή τμήμα Φ.Π.Ψ, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- [150] **Frey K**, 1986: Η μέθοδος project, μετάφραση Κλ. Μάλλιου, Κυριακίδης, Θεσσαλονίκη
- [151] **Hungerford H.R., et.al.**, "*A Prototype Environmental Education Curriculum for the Middle School*", UNESCO-UNEP Environmental Education Series 29, Paris, 1989.
- Hungerford H.R., et.al.**, "*An Environmental Education Approach to the Training of Elementary Teachers: A Teacher Education Program*", UNESCO-UNEP Environmental Education Series 27, Paris, 1988.
- Hungerford H.R., Peyton R.B.**, "*Procedures for Developing a Environmental Education Curriculum* ", UNESCO-UNEP Environmental Education Series 22, Paris, 1986.
- [152] **Mario D. Fantini, Gerald Weinstein** The Disadvantaged: Challenge to Education
- [153] **Frey K**, 1986: Η μέθοδος project, μετάφραση Κλ. Μάλλιου, Κυριακίδης, Θεσσαλονίκη
- [154] **Muthoka M.& Rego A.**, "*Environmental Educational: Module for In-Service Training of Social Science Teachers and Supervisors for Secondary Schools*", UNESCO-UNEP, EE Series 10, Unesco, Paris, 1985.
- [155] **Θεοφιλίδης Χ.**, "*Διαθεματική προσέγγιση της Διδασκαλίας*", εκδ. ιδίου, Λευκωσία, 1987.
- [156] **Φλουρής Γ.**, "*Αναλυτικά Προγράμματα για μια Νέα Εποχή στην Εκπαίδευση*", εκδ.Γρηγόρη, Αθήνα, 1983.
- [157] <http://www.library.illinois.edu/archives/archon/?p=>
- [158] **Γεωργόπουλος Α. & Τσαλίκη Ε.**, "*Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*", εκδ. Guttemberg, Αθήνα, 1993.
- [159] www.oecd.org/edu/cei
- [160] http://www.oecd.org/document/33/0,3343,en_2649_35845581_3898160

- [161] **Eliot J.**, "EE in Europe: Innovation, Marginalisation, or Assimilation", στο OECD-CERI, "*Environment, Schools and Active Learning*", OECD, Paris, 1991, pp.19-36.
- [162] **Πόρποδας Κ.Δ.**, "*Γνωστική Ψυχολογία, Θέματα Ψυχολογίας της Γλώσσας, Λύση Προβλημάτων*", τ.2, Αθήνα, 1991.
- [163] **Stones, E.** (1978), Εισαγωγή στην Παιδαγωγική ψυχολογία (μτφρ. Α. Δανασσής-Αφεντάκη. Αθήνα: Γρηγόρης
- [164] **Φλουρής Γ.**, "*Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης*", Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 1984.
- [165] **Ornstein A.C.** "Problem Solving" in: "*Strategies for effective Teaching*", Harper & Row Pbl, 1990, NY.
- [166] **Stones, E.** (1978), Εισαγωγή στην Παιδαγωγική ψυχολογία (μτφρ. Α. Δανασσής-Αφεντάκη. Αθήνα: Γρηγόρης
- [167] **Polya, G. (1973).** *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press.
- [168] **Bransford, J.D. & Stein, B.S. (1984).** The IDEAL problem solver, New York: Freeman
- [169] **Ornstein A.C.** "Problem Solving" in: "*Strategies for effective Teaching*", Harper & Row Pbl, 1990, NY
- [170] **Naomi D. Fisher, Harvey B. Keynes, Philip D Wagreich,** "Mathematicians and education reform", 1990-1991.
- [171] **Paul R.**, "*Critical Thinking in the Classroom*", Teaching K-8, April 1988, pp.49-51.
- [172] **Ματσαγγούρας Η.**, "*Στρατηγικές Διδασκαλίας*", εκδ. ιδίου, Αθήνα, 1994.
- [173] **Ennis RH.** Critical thinking and subject specificity: clarification and needed research. *Educ Researcher* 1989; 18: 4-10.
- [174] **Sternberg RJ.** Thinking styles: Keys to understanding performance. *Phi Delta Kappan* 1990; 71: 366-371.
- [175] http://www.kee.gr/attachments/file/pisa_faq.htm
- [176] **Κολιόπουλος (1997)**, Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού της έννοιας Ενέργεια, Διδακτορική διατριβή, Πάτρα.
Σπύρτου Α. (2002), Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες, Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ
- [177] **Arnold, M., Millar, R. (1996).** Learning the scientific "story": a case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80 (3), 249-281.
- [178] **Stylianidou, F. and Ogborn, J. (1999)** Teaching about energy in secondary schools: teachers' transformations of a curriculum innovation (paper presented at the second international conference of ESERA, August 31–September 4, 1999, Kiel, Germany).
- [179] **(Wandersee, J.H., Mintzes, J., & Novak, J. 1994)**
- [180] **Liu, X., & McKeough, A. (2005).** Developmental growth in students' concept of energy: An analysis of selected items from the TIMSS database. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 493-517.
- [181] - **Watts, D. M., Gilbert, J.K. (1985).** *Appraising the understanding of science concepts: heat*, Department of Educational Studies, University of Surrey, Guildford.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1985).** *Children's ideas in science*. Milton Keynes. Open University Press.

-**D. H. D. Warren.** The runtime environment for a prolog compiler using a copy algorithm. Technical Report 83/052, SUNY and Stone Brook, New York, 1983. Major revision March 1984.

[182] **Παπαδούρης Ν., Κωνσταντίνου Κ., Κυράτση Θ.** (2006). Μια Επιστημολογικά Ενημερωμένη Πρόταση για τη Διδασκαλία της Ενέργειας σε Μαθητές Ηλικίας 11 ως 15 ετών: το σκεπτικό της Πρότασης και η θεμελίωση της με Εμπειρικά Δεδομένα. Έρευνα & Πράξη, 18, 53-62.

[183] **Bliss, J. 1994.** Αναπαραστάσεις του Φυσικού κόσμου. Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική προσέγγιση (Κεφάλαιο 2). Επιμέλεια Κουλαϊδής Β., Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα

[184] Βιβλίο Φυσικών Επιστημών ΣΤ' Δημοτικού

[185] Τετράδιο Εργασιών Φυσικών Επιστημών ΣΤ' Δημοτικού

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αθανασούλα – Ρέππα Α., Κουτούζης Μ., Μαυρογιώργος Γ., Νισσόπουλος Β. και Χαλκιώτης Δ. (1999). *Διοίκηση Εκπαιδευτικών Μονάδων – Εκπαιδευτική Διοίκηση και Πολιτική – Τόμος Α΄*. Πάτρα: ΕΑΠ.

Ανδρέου, Α. (1992). Επιμόρφωση: Πολυτυπία και Πολυμορφία. Στο Ανδρέου, Α. (επιμ.) Αξιολόγηση του Εκπαιδευτικού Έργου, Βασική κατάρτιση και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Αθήνα: Όμιλος Συγγραφέων Καθηγητών.

Αντωνίου, Ν., κ.ά. 2001 Φυσική Γ΄ Γυμνασίου, ΟΕΔΒ, Αθήνα

Αράπογλου, Α., Μαβόγλου, Χ., Οικονομάκος, Η. και Φύτρος, Κ. (2006). *Πληροφορική Α΄, Β΄, Γ΄ Γυμνασίου*. Αθήνα: ΟΕΔΒ. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου: <http://zeus.pi-schools.gr/gymnasio> (14/01/2007).

Apple, M. (2001). Εκσυγχρονισμός και συντηρητισμός στην εκπαίδευση, μτφρ. Δεληγιάννη, Μ. Αθήνα: Μεταίχμιο.

.Apple M – S. Jungck : Δε χρειάζεται να είσαι εκπαιδευτικός για να διδάξεις αυτή την ενότητα : Διδασκαλία , τεχνολογία και έλεγχος στην τάξη
.Apple M: Εκπαίδευση και Εξουσία , εκδ. ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ , Θεσσαλονίκη 1993

Βαλαβανίδης, Ν. (1992). Ενδοϋπηρεσιακή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, προβλήματα και προοπτικές. Γλώσσα, 29: 57-69.

Banks Olive “Η Κοινωνιολογία της εκπαίδευσης” Εκδ. Παρατηρητής
Βεργίδης, Δ. (1998). Προϋποθέσεις της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών. *Εκπαιδευτική Κοινότητα*, 45.

Βασάλα, Π., Ηλιάδης, Α. και Γεωργαντή, Α. (2005). Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Το βίντεο ως τελικό προϊόν προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Δυνατότητες αξιοποίησης στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στο: *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνέδριου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ. «Αξιοποίηση των*

Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη».
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα της ΕΤΠΕ:
http://www.etpe.gr/modules.php?name=Downloads&d_or=getit&lid=948
(12/02/2007).

Blackledge D.-Hunt B.(1995) “ Κοινωνιολογία της εκπαίδευσης”
Εκδ. Έκφραση

Bliss, J. 1994. Αναπαραστάσεις του Φυσικού κόσμου. Γνωστική,
Επιστημολογική και Διδακτική προσέγγιση (Κεφάλαιο 2). Επιμέλεια Κουλαϊδής
B., Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα

Carr W.- Kemmis St. “ Για μια κριτική εκπαιδευτική θεωρία”(1997)
Εκδ. Κώδικας

Γεωργόπουλος, Α. και Τσαλίκη, Ε. (1993). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση Αρχές
– Φιλοσοφία Μεθοδολογία Παιχνίδια & Ασκήσεις*. Αθήνα: Gutenberg.

Γκότοβος, Θ. (1982). Η αναγκαιότητα της επιμόρφωσης και ο ρόλος της στην
αποτελεσματικότητα των αλλαγών της εκπαίδευσης. Σύγχ. Εκπαίδευση. 9: 28-
33.

Γκότοβος, Θ. (1984). Κριτική Παιδαγωγική και Εκπαιδευτική Πράξη. Αθήνα:
Ελληνικά Γράμματα.

Γκράμσι Α: Οι Διανοούμενοι , εκδ. ΣΤΟΧΑΣΤΗΣ , Αθήνα

Darling-Hammond., (1990). ‘Teacher professionalism: why and how?’ in: A.
Lieberman (ed.), *Schools as collaborative cultures: creating the future now*,
London: Falmer Press, pp.25-50.

Day, C. (2003). Η εξέλιξη των εκπαιδευτικών, μτφρ. Βαϊκάλη, Α., pp. 27-29.
Αθήνα: Δαρδανός.

Δαπόντες, Ν., Μαρνέλη, Λ. 1998. Μικρόκοσμοι Φυσικής, μια πρόκληση για τη
διδασκαλία της Φυσικής - Η Ενέργεια, Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου
Διδακτικής, Θεσσαλονίκη,

Δασκολιά, Μ. (2005). *Θεωρία και πράξη στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση –
Οι προσωπικές θεωρίες των εκπαιδευτικών*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Δεδούλη, Μ. (1998). Η επαγγελματική ανάπτυξη του εκπαιδευτικού. Ένα
πρόγραμμα βιωματικής στοχαστικής διαδικασίας. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Επισκόπηση του εκπ/κού συστήματος της Ελλάδας, Εκθεση
εμπειρογνομώνων(1996) ΥΠ.Ε.Π.Θ.

Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος – Λαρούς – Μπριτάννικα ,
Αθήνα 1992 Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη & Ζωή, Θεσσαλονίκη 1985

Εγκυκλοπαίδεια Ελευθερουδάκη, Αθήνα

ΕΚΦΕ Ν. Αιτωλοακαρνανίας, Παράρτημα ΕΕΦ Αγρινίου 1994. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Ν. Αιτωλοακαρνανίας

Everard K.B. και Morris G., (1999). *Αποτελεσματική Εκπαιδευτική Διοίκηση*. Πάτρα: ΕΑΠ.

Ζαμπέτα Ε. : Η Εκπαιδευτική πολιτική στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση 1974 – 1990, εκδ. ΘΕΜΕΛΙΟ , Αθήνα 1994.

Ζαφάρης, Αντ. (1993). Η ευρωπαϊκή διάσταση στην αρχική κατάρτιση και συνεχή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 68.

Hargreaves, A. & Fullan, M.G. (1995). Η εξέλιξη των εκπαιδευτικών, μτφρ. Χατζηπαντελή, Π. Αθήνα: Πατάκης.

Ηλιού Μαρία (1990), Εκπαιδευτική και Κοινωνική Δυναμική . Αθήνα: Πορεία

Ηλιού Μαρία (1991), Βήματα εμπρός, βήματα πίσω. Αθήνα: Πορεία .
Κανάκης, Ι. (2001). *Η οργάνωση της διδασκαλίας – μάθησης με ομάδες εργασίας. Θεωρητική θεμελίωση και πρακτική εφαρμογή*. Αθήνα: Τυπωθήτω – Γιώργος Δαρδανός.

Κασσωτάκης, Μ.: Ελληνική Εκπαίδευση: προοπτικές ανασυγκρότησης και εκσυγχρονισμού. Αθήνα: Σείριος, σ. 459-476.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), τηλ. 210 - 6039900

Kennedy Paul “ Προετοιμασία για τον 21^ο Αιώνα” Εκδ. Νέα Σύνορα – Α.Α.Λιβάνη.

Κόκκος, Α., Λιοναράκης, Α., Ματραλής, Χ. και Παναγιωτακόπουλος, Χ. (1998, 1999).

Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση – Το εκπαιδευτικό υλικό και οι νέες τεχνολογίες – Τόμος Γ΄. Πάτρα: ΕΑΠ.

Κολιόπουλος (1997), Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού της έννοιας Ενέργεια, Διδακτορική διατριβή, Πάτρα

Κόμης, Β. (2001). *Διδακτική της Πληροφορικής – Τόμος Α΄*. Πάτρα: ΕΑΠ.

Κορωναίος Ι. Χριστοφής “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”. Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

Κούσουλας, Γ. και Τσακίρης, Κ. (1997). *Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.)*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του ΕΚΚΕ
[http://www.ekke.gr/estia/Grenved/enveduc1.htm_\(03/10/2006\)](http://www.ekke.gr/estia/Grenved/enveduc1.htm_(03/10/2006)).

Λούκατς Γκ. “Αστική και Σοσιαλιστική Δημοκρατία”. Εκδ. Κριτική.

- MacBeath, J., Schratz, M., Meuret, D. και Jacobsen, L. (2005). *Η αυτοαξιολόγηση στο ευρωπαϊκό σχολείο – Πώς άλλαξαν όλα*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Ματσαγγούρας, Η. (1995). 'Στοχαστικοκριτικός δάσκαλος', Καζαμιάς, Α. & Μπαγάκης, Γ. (1997). Εναλλακτικές μορφές επιμόρφωσης στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα. *Εκπαιδευτική Κοινότητα*, 43, 46-54.
- Μπαγάκης, Γ. (επιμ) *Ο ρόλος του επόπτη καθηγητή*, Ο εκπαιδευτικός ως ερευνητής. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Μαυρογιώργος Γ.: *Εκπαίδευση και όροι εργασίας των εκπαιδευτικών. Τάσεις και αντιφάσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση*, περ. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ, τευχ. 73
- Μαυρογιώργος Γ.: *Εκπαιδευτικοί και Διδασκαλία*, εκδ. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ, Αθήνα 1992.
- Μαυρογιώργος Γ.: *Εκπαιδευτικοί και Αξιολόγηση*, εκδ. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ, Αθήνα 1993.
- Μαυρογιώργος, Γ. (1994). *Επιτέλους Επιμόρφωση σε Πανεπιστημιακά Επιμορφωτικά Κέντρα (Π.Ε.Κ.). Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 72.
- Μαυρογιώργος, Γ. (1998) 'Τους εκπαιδευτικούς και τα μάτια σας.' *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 100, 41-45.
- Μαυρογιώργος, Γ. (1999). 'Επιμόρφωση εκπαιδευτικών και επιμορφωτική πολιτική στην Ελλάδα', στο Ρέππα, Α., Ανθόπουλου, Σ., Κατσουλάκη, Σ., Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού, τ. Β', pp.142-143. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Μαυροσκούφης Δ.: *Το Μεταπολεμικό κράτος πρόνοιας και οι εκπαιδευτικοί*, περ. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ, τευχ. 40.
- Μηλιός Γ.: *Η εκπαίδευση ως λειτουργία του κράτους*, περ. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ, τευχ. 40.
- Μηλιός Γ.: *Εκπαίδευση και Εξουσία. Κριτική της καπιταλιστικής εκπαίδευσης*, εκδ. ΘΕΩΡΙΑ, Αθήνα 1996.
- Μπαλάσκας Κ. "Η κοινωνική θεώρηση της Παιδείας". Εκδ. Γρηγόρης.
- Neave G: *Οι εκπαιδευτικοί. Οι προοπτικές για το εκπαιδευτικό επάγγελμα στην Ευρώπη*, εκδ. έκφραση, Αθήνα 1998.
- Νούτσος Χαράλαμπος (1990), Συγκυρία και εκπαίδευση, Αθήνα: ο Πολίτης. Ν. 1268/82, Ν. 1566/85, αριθμ. 28, 29, Ν.1824/88, αριθμ.12. Π.Δ. 130/90, Π.Δ.250/92, Π.Δ. 140/98, Π.Δ.45.
- Ντιούι Τζων "Εμπειρία και εκπαίδευση". Εκδ. Γλάρος.

Ξωχέλλης, Π. (1984). Το εκπαιδευτικό έργο ως κοινωνικός ρόλος: μια έρευνα για την αυτοαντίληψη και τις στάσεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών. Θεσσαλονίκη: Κυριακίδης.

Ξωχέλλης, Π. (1990). Το εκπαιδευτικό έργο ως κοινωνικός ρόλος: μια έρευνα για την αυτοαντίληψη και τις στάσεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών. Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη.

Ο Έλληνας Εκπαιδευτικός και η Ευρωπαϊκή του διάσταση(Ευρωπαϊκό Εκπ/κό Συνέδριο) Αθήνα (1993) Εκπαιδευτήρια Κωστέα-Γείτονα.

ΟΛΜΕ. (1997). Η επιμόρφωση και η σημερινή εικόνα της. *Πληροφοριακό Δελτίο*, 654.

ΟΛΜΕ. (2000). Επιμόρφωση εκπαιδευτικών. *Πληροφοριακό Δελτίο*, 663. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2000, Ιούλιος). Τμ. Επιμόρφωσης. Στατ.στοιχεία.

Παπαδημητρίου, Β. (1998). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Σχολείο – Μια Διαχρονική Θεώρη-ση*. Αθήνα: Τυπωθήτω – Γιώργος Δαρδανός.

Παπαδούρης Ν., Κωνσταντίνου Κ., Κυράτση Θ. (2006). Μια Επιστημολογικά Ενημερωμένη Πρόταση για τη Διδασκαλία της Ενέργειας σε Μαθητές Ηλικίας 11 ως 15 ετών: το σκεπτικό της Πρότασης και η θεμελίωση της με Εμπειρικά Δεδομένα. Έρευνα & Πράξη, 18, 53-62.

Παπακώστας, Ι. (1999, 14 Μαρτίου). Πώς θα αναστηλώσουμε το εκπαιδευτικό οικοδόμημα. *Βήμα: Νέες Εποχές, Παιδεία*.

Παπαναούμ, Ζ. (2003). Το επάγγελμα του εκπαιδευτικού. Αθήνα: Δαρδανός.

Παπανούτσος Ε. (1976) Η παιδεία το μεγάλο μας πρόβλημα. Αθήνα : εκδ.Δωδώνη.

Παπανούτσος Ε. (1985) Η κρίση του πολιτισμού μας. Αθήνα : εκδ.Φιλιππούτης.

Παπαπροκοπίου, Ν. (2002). Άλληλεπιδράσεις μεταξύ ακαδημαϊκής κοινότητας και εκπαιδευτικών θεσμών.

Παπασταματίου, Ν., κ.ά. 1999. Φυσική Β΄ Γυμνασίου, ΟΕΔΔΒ, Αθήνα

Πουλανζάς Νίκος “ Το Κράτος, η Εξουσία, ο Σοσιαλισμός ”. εκδ. Θεμέλιο.

Prior J.(2008) “ Εκπαίδευση και ανάπτυξη”. εκδ.Ελλην

Rifkin jeremy “Το τέλος της εργασίας και το μέλλον της” Εκδ.Νέα Σύνορα – Α.Α.Λιβάνη.

Ρόκος Δ. «Η φύση, η αποστολή και ο δημόσιος χαρακτήρας του Πανεπιστημίου σήμερα». Αθήνα (1997).

Ρόκος Δ, Το τέλος του Πανεπιστημίου; ή το Πανεπιστήμιο στην εποχή της Λευκής Βίβλου. Αθήνα (1997)

Ρόκος Δ. « Θεμελιώδεις Προϋποθέσεις για το σχέδιο Αξιοβίωτης Ολοκληρωμένης Ανάπτυξης. Η περίπτωση μιας Ελληνικής Περιφέρειας. Από τη θεωρία στη πράξη. Αθήνα (2000)

Ρόκος Δ. Από τη «Βιώσιμη ή Αειφόρο» στην Αξιοβίωτη Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη. Αθήνα (2001).

Ρόκος Δ. Η συμβολή της Τηλεπισκόπησης στην παρατήρηση, παρακολούθηση και προστασία του Περιβάλλοντος. Αθήνα (1993).

Σπύρτου Α. (2002), Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες, Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ

Τρούλης, Γ.(1985). Η διαρκής επιμόρφωση των Ελλήνων Εκπαιδευτικών: κίνητρα, προσδοκίες, σχέδια. Αθήνα. Δίπτυχο.

Τριλιανός Α., Η παρώθηση. Αθήνα: Λύχνος, 1988

Τσουκαλάς Κ. Είδωλα Πολιτισμού (1991) Αθήνα :Θεμέλιο.

Φραγκουδάκη, Α. (1994). Η ελλιπής εκπαίδευση και η απουσία μετεκπαίδευσης των εκπαιδευτικών. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 71.

Χατζηπαναγιώτου, Π. (2001). Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών: Ζητήματα Οργάνωσης, Σχεδιασμού και Αξιολόγησης. Αθήνα: Δαρδανός.

Χελντ Ντ. "Μοντέλα Δημοκρατίας" Εκδ.Στάχυ

Χρονοπούλου, Α. (1982). Απόψεις για συνεχή και ουσιαστική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 9, 59-62.

Jardine, J. 1996. *Physics Through Applications*, Oxford University Press
Lemeigman G. - Weil-Barais A. 1997. Η οικοδόμηση των εννοιών στη Φυσική. Η διδασκαλία της Μηχανικής. Επιμέλεια Δαπόντες, Ν. Δημητρακοπούλου, Α., Εκδόσεις Τυπωθήτω, Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα

UNESCO (1999α). Σειρά: Βασικά κείμενα για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση - Τεύχος 2: Η διακήρυξη της Τιφλίδας. Αθήνα: ΠΕΕΚΠΕ - Ελληνική Εταιρία Για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του ΕΚΚΕ:
[http://www.ekke.gr/estia/Inteduc/Ba_Keim_PEEKPE/Teux_2.pdf_\(03/10/2006\)](http://www.ekke.gr/estia/Inteduc/Ba_Keim_PEEKPE/Teux_2.pdf_(03/10/2006)).

UNESCO (1999β). Σειρά: Βασικά κείμενα για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση – Τεύχος 3: Η διάσκεψη της Μόσχας. Αθήνα: ΠΕΕΚΠΕ - Ελληνική Εταιρία Για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του ΕΚΚΕ:

[http://www.ekke.gr/estia/Inteduc/Ba_Keim_PEEKPE/Teux_3.pdf_\(03/10/2006\)](http://www.ekke.gr/estia/Inteduc/Ba_Keim_PEEKPE/Teux_3.pdf_(03/10/2006)).

UNESCO (1999γ). Σειρά: Βασικά κείμενα για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση - Τεύχος 4: Το Κεφάλαιο 36 της Ημερήσιας διάταξης 21 (Agenda 21). Αθήνα: ΠΕΕΚΠΕ Ελληνική Εταιρεία Για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Ξενόγλωση βιβλιογραφία

American Association for the Advancement of Science. (1990). Science for all Americans. New York: Oxford University Press.

Andersson B, Bach F & Zetterqvist A, (2002), Journal of Baltic Science Education, 1 (2), pp. 4-18

Barro Robert J. (1997), "Determinants of Economic Growth: A Cross — Country Empirical

Barro Robert J., Lee Jong-Wha (1993), "International Comparisons of Educational Attainment",

Belfield R. Clive (2000), "Economic Principles for Education", Edward Elgar, U.S.A.

Ben-Zvi R. (1999). Non-science oriented students and the second law of thermodynamics, International Journal Science Education 21, 1251-1267

Bits M., Klenow P. (1998), "Does Schooling Cause Growth or the Other Way Around?",

Blaug Mark (1992), "The Economic Value of Education: Studies in the Economics of Education", International Library of Critical Writings in Economics, no. 17.

Bliss J. & Ogborn J. (1985). Children's choices of uses of energy. European Journal of Science Education, vol. 7, No. 2, pp. 195

Carnoy Martin (1977), "Education and Economic Development: The First Generation",

Caselli Francesco, Esquivel Gerardo, Lefort Fernando (1996), "Reopening the Convergence

Cohn Elchanan, Johnes Geraint (1994), "Recent Developments in the Economics of Education",

"Comparisons", in John W. Kendrick (ed.) "International Comparisons for Productivity

Debate: A New Look at Cross-Country Growth Empirics", Journal of Economic

DfEE/QCA (2000) Curriculum Guidance for the Foundation Stage London: DfEE/QCA.

Growth, vol. 1(3), pp. 363-89.

Economic Development and Cultural Change", Supplement, vol. 25, pp. 428-48.

Ellse M. (1988). Transferring not transforming energy. School Science Review, 69, (248), 427-437.

Europe", Edward Elgar, U.S.A
Journal of Monetary Economics, vol. 32(3), pp. 363-94.

Journal of Economic Literature, vol. XXXIX, pp. 1101-1136.

Hadjidema S. (1998), "Rates of Return on Higher Education in Greece", Spoudai, vol. 48, no. 1-4.

Hargreaves, A. (1997). 'Revisiting voice'. Educational Researcher, 25, 1, Jan/Feb 1996, pp. 12-19.

International Library of Critical Writings in Economics, no. 40.

International Technology Education Association. (2000). Standards for Technological Literacy. Reston, VA: ITEA

Kirschner P, Sweller J, Clark R (2006), Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, 41(2), 75–86

Krueger Alan B., Lindahl Mikael (1998), "Education for Growth: Why and For Whom?", mimeo, Princeton University.

Krueger Alan B., Lindahl Mikael (1999), "Education for Growth in Sweden and the World",

Krueger Alan (2000), "Education Matters", Edward Elgar, U.S.A.

Krueger Alan B., Lindahl Mikael (2001), "Education for Growth: Why and For Whom?",

Liu X. & Tang L. (2004). The Progression of Students' Conceptions of Energy: A Cross-Grade, Cross-Cultural Study, Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology, 43-57

Millar, R. (1996), Teaching Secondary Physics (Publisher John Murray).

Mincer Jacob (1974), "Schooling, Earnings, and Experience", Columbia University Press, NY.

National Bureau of Economic Research, Working Paper no. 6393, Cambridge.

Pinto R. (2004). Using Research on Teachers' Transformations of Innovations to Inform Teacher Education. The Case of Energy Degradation, (www.interscience.wiley.com).

PISA 2000, "Student Knowledge and Skills" THE PISA 2000 ASSESSMENT OF READING, MATHEMATICAL AND SCIENTIFIC LITERACY, OECD
Psacharopoulos G. (1984), "The Contribution of Education to Economic Growth: International

Solomon J. (1992). Getting to know about energy – in school and society. The Falmer press

Study", Lionel Robbins Lectures, MIT Press, Cambridge, MA.

Stylianidou F. (1997). Children's learning about energy and processes of change. *School Science Review*, 79, 91-97..

Stylianidou, F. and Ogborn, J. (1999) Teaching about energy in secondary schools: teachers' transformations of a curriculum innovation (paper presented at the second international conference of ESERA, August 31–September 4, 1999, Kiel, Germany).
Swedish Economic Policy Review, vol. 6, pp. 289-339.

Trumper R. (1996). A survey of Israeli Physics students' conceptions of energy in pre-service training for high school teachers. *Research in Science and Technological Education*, 14(2), 179-192

Wandersee J.H., Mintzes J. & Novak J. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan.

Watts M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education* 18, 213-217

Διαδικτυακοί τόποι

- United Nations Sustainable Development Web Site
<http://www.un.org/esa/sustdev/>
- European Environmental Education Newsletter
<http://www.projekte.org/eeen>
- Foundation for Environmental Education in Europe
<http://www.feee.org/>
- Green Schools Initiative
<http://homepage.eircom.net/~mcs/green%20schools.html>
- Environmental Education Links on the Internet
<http://www.eelink.net/>

- Education for a Sustainable Future Project
<http://csf.concord.org/esf/index.php>
- Sustainability Education Project
<http://www.iwla.org/sep/>
- Learning for a Sustainable Future – a nonprofit organization
<http://www.lsf-1st.ca/>
- Education for Sustainability: an agenda for action: National Forum on Partnerships Supporting Education about the Environment
<http://www.k12.hi.us/~elake/TLCF2/Sustainability.html>
- National Forum on Partnerships Supporting Education about Sustainability
<http://www.gcrio.org/edu/pcsd/toc.html>
- Indicators of Sustainability
<http://www.sustainablemeasures.com/Indicators/index.html>
- Environmental Literacy Council
<http://www.enviroliteracy.org/>
- Environmental Education Network
<http://www.envirolink.org/enviroed/content.html>
- GreenCOM
<http://www.info.usaid.gov/environment/greencom/>
- Legambiente O.N.L.U.S.
<http://www.inegsee.gr/pdxb/Aktiv/Erevna/keramidoy/text6.html>
http://www.inegsee.gr/pdxb/Them/Them2/Petr/2a1.____

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Φωτοβολταϊκό Πάρκο. Πηγή: <http://www.econews.gr>

Εικόνα 2 & 3: Άντληση πετρελαίου. Πηγή: <http://images.google.gr/>

Εικόνα 4 & 5: Διυλιστήριο πετρελαίου. Πηγή: <http://images.google.gr/>

Εικόνα 6: Στρωματοποίηση στερεού φλοιού της Γης. Πηγή: <http://www.allaboutenergy.gr/Gaianthrakes.html>

Εικόνα 7: Σχηματισμός γαιανθράκων. Πηγή: <http://www.allaboutenergy.gr/Gaianthrakes.html>

Εικόνα 8: Παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου. Πηγή: <http://images.google.gr/>

Εικόνα 9: Πρώτο αυτοκίνητο υδρογόνου παραγωγής. Πηγή: http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/1719/3/avdelidiv_piston.pdf

Εικόνα 10: Αιολικό Πάρκο. Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Εικόνα 11: Αιολικό Πάρκο. Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Εικόνα 12: Υποσταθμός. Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Εικόνα 13: Τυπικός υποσταθμός Μ.Τ. 0,4/15 kV. Πηγή:

http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Εικόνα 14: Τυπικός υποσταθμός Υ.Τ. 50.000 KVA, 150/21 kV. Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Εικόνα 15: Διπλή γραμμή Μ.Τ. βαρέως τύπου. Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Εικόνα 16: Είδη βιομάζας. Πηγή: www.scholika-nea.gr

Εικόνα 17: Ηλιακός θερμικός σταθμός με κάτοπτρα. Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/Haralampopoulos1>

Εικόνα 18: Παραβολικοί ηλιακοί συλλέκτες. Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/Haralampopoulos1>

Εικόνα 19: Φωτοβολταϊκά κύτταρα. Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/Haralampopoulos1>

Εικόνα 20: Θέρμανση θερμοκηπίου. Πηγή: <http://www.ypan.gr/ape/files/mythoi-geothermia.pdf>

Εικόνα 21: Υδροηλεκτρικό φράγμα και τεχνητή λίμνη. Πηγή: <http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/Haralampopoulos1>

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1α: Αντιδραστήρας PWR. Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:PressurizedWaterReactor.gif>

Σχήμα 1β: Αντιδραστήρας BWR. Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:PressurizedWaterReactor.gif>

Σχήμα 2: Σχάση πυρήνων. Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki>

Σχήμα 3: Περιεκτικότητες καυσίμων σε άνθρακα και υδρογόνο. Πηγή: <http://www.hy2.gr/reference.php?item=10>

Σχήμα 4: Αναλυτική περιγραφή ανεμογεννήτριας. Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Σχήμα 5: Τα μέρη της ανεμογεννήτριας. Πηγή: http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Σχήμα 6: Απεικόνιση εσωτερικού ανεμογεννήτριας. Πηγή:

http://www.minenv.gr/4/42/00/Meleth_APE/Meros_A.pdf

Σχήμα 7: Σχηματική περιγραφή του Ήλιου. Πηγή: http://www.orionas.gr/_articles/Kouloumvakos-Sun.pdf

Σχήμα 8: Διάγραμμα των γήινων εποχών του έτους όπως φαίνονται από τον βορρά.

Πρώτο από δεξιά: νότιο ηλιοστάσιο. Πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:North_season.jpg

Σχήμα 9: Διάγραμμα των γήινων εποχών του έτους όπως φαίνονται από τον νότο.

Πρώτο από αριστερά: Βόρειο ηλιοστάσιο. Πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:South_season.jpg

Σχήμα 10: Σχηματική διάταξη θερμοσιφωνικού ηλιακού συστήματος ζεστού νερού.

Πηγή: http://www.helioakmi.com/pdf/greek/helioakmi_TS_01.pdf

Σχήμα 11: Σχηματική λειτουργία του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Πηγή:

<http://alkaios.aegean.gr/epesppe/plan/planning/documents/step2/Haralampopoulos1>

Σχήμα 12: Θέρμανση κατοικίας. Πηγή: <http://images.google.com/>

Σχήμα 13: Υδροηλεκτρικός σταθμός. Πηγή:IDEA- <http://www.idae.es>

Σχήμα 14: Κινήσεις κυμάτων. Πηγή: www.aquaret.com

Σχήμα 15: Πορεία κυμάτων στον Ατλαντικό Ωκεανό. Πηγή: www.aquaret.com

Σχήμα 16: Σταδιακή μείωση της ενέργειας ων κυμάτων. Πηγή: www.aquaret.com

Σχήμα 17: Συλλογή ενέργειας από τα κύματα. Πηγή:<http://www.gizmag.com/oyster-ocean-power-system/11180/picture/71362/>

Σχήμα 18: Απεικόνιση υδροηλεκτρικού εργοστασίου με τη συμβολή των κυμάτων.

Πηγή:<http://www.gizmag.com/oyster-ocean-power-system/11180/picture/71362/>.

Σχήμα 19: Φαινόμενο θερμοκηπίου. Πηγή:<http://www.eere.energy.gov>

Σχήμα 20: Τυπική κατανάλωση ενέργειας. Πηγή: <http://asue.de/>

Σχήμα 21: Μέθοδος Project. Πηγή: Στο Muthoca & Rego, 1985, σ.63

Σχήμα 22: Σχηματική αναπαράσταση των σταδίων εφαρμογής ενός προγράμματος Π.Ε..

Πίνακες

Πίνακας 1^{ος} : Τα συστατικά του Φυσικού Αερίου

Πίνακας 2^{ος} : Η σχέση ισχύος των απλών με τους οικονομικούς λαμπτήρες

Πίνακας 3^{ος} : Κράτος μέλος της Ε.Ε και μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Πίνακας 4^{ος} : Εκπαιδευτική σύνθεση του εργατικού δυναμικού στην Ελλάδα, 2006.