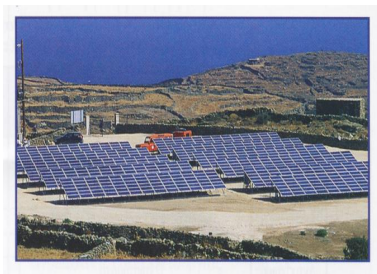


ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Η ΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΩΝ ΤΟΥ Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Κ. ΑΜΠΕΛΙΩΤΗΣ

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: Π. ΧΡΥΣΙΚΟΠΟΥΛΟΥ
Μ.
ΒΑΜΒΑΚΑΡΗ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ:
ΚΟΝΙΑΡΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ Α.Μ. 20020

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2004
ΑΘΗΝΑ

“Οι φυσικοί πόροι του πλανήτη επαρκούν για να καλύψουν
τις ανάγκες ολονών, αλλά την πλεονεξία κανενός”

Μαχάτμα Γκάντι

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εντάσσεται στα πλαίσια της πτυχιακής μελέτης του τμήματος Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

Το αντικείμενο της μελέτης της εργασίας είναι η στάση των κατοίκων του Νομού Αττικής έναντι των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Το παρόν πόνημα δεν θα ήταν εφικτό χωρίς τη συμβολή κάποιων προσώπων τα οποία θα ήταν αμέλεια να μην ευχαριστήσω. Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μελέτης κ. Κ. Αμπελιώτη, που μου ανέθεσε το θέμα και για τις πολύτιμες συμβουλές του. Επιπρόσθετα ευχαριστώ τα μέλη της επιτροπής κα. Π. Χρυσικοπούλου και κα. Μ. Βαμβακάρη για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους κατοίκους του Νομού Αττικής προθυμοποιήθηκαν να απαντήσουν στα ερωτηματολόγια που τους μοίρασα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ενέργεια και φυσικοί πόροι

1.1 Ταξινόμηση των Φυσικών Πόρων	3
1.2 Ορισμός της ενέργειας	4
1.3 Μορφές ενέργειας	5
1.4 Ενέργεια και Νόμοι της Θερμοδυναμικής	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Ενεργειακή κατάσταση

2.1 Ενεργειακή εξέλιξη	7
2.1.1. Ο Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Εξαγωγικών Κρατών (Ο.Π.Ε.Κ.) και η πετρελαϊκή κρίση	8
2.2 Παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση	9
2.2.1 Παγκόσμια Αποθέματα Ενέργειας	10
2.2.2 Ενεργειακή κατάσταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση	12
2.3 Ελληνική ενεργειακή κατάσταση	13
2.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ενεργειακών πηγών	13
2.4.1 Η ατμοσφαιρική ρύπανση	14
2.4.2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	16
2.4.3 Η όξινη βροχή	18
2.4.4 Η τρύπα του όζοντος	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

3.1 Ορισμός και μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.)	20
3.2 Η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	21
3.3 Η πορεία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	22
3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.	22
3.5 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρώπη	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Ηλιακή ενέργεια

4.1 Ορισμός και μορφές της ηλιακής ενέργειας	32
4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας	33
4.3 Παθητικά συστήματα θέρμανσης	34
4.4 Ενεργητικά συστήματα θέρμανσης	36
4.4.1 Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης	36
4.4.2 Ηλιακά συστήματα για κεντρική θέρμανση	38
4.4.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	39
4.5 Θερμικές ηλιακές εγκαταστάσεις	39
4.6 Φωτοβολταϊκά συστήματα	40
4.6.1 Περιγραφή της τεχνολογίας των Φ/Β	41
4.6.2 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας	41
4.6.3 Εφαρμογές Φ/Β σε κτίρια	45
4.6.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Φ/Β	46
4.6.5 Αγορά και εφαρμογές Φ/Β συστημάτων	46
4.6.6 Αγορά και εφαρμογές Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Αιολική ενέργεια

5.1 Ορισμός και ιστορική εξέλιξη της αιολικής ενέργειας	50
5.2 Αιολικό Δυναμικό	51
5.3 Αιολικές μηχανές – Ανεμογεννήτριες	52
5.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας	55
5.4.1 Σύνδρομο NIMBY	58
5.5 Αιολικά πάρκα εδραζόμενα στη θάλασσα	58
5.6 Η αιολική ενέργεια στον κόσμο	60
5.6.1 Η κατάσταση στην Ελλάδα	62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Υδροηλεκτρική ενέργεια

6.1 Ορισμός και ιστορική εξέλιξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας	66
6.2 Στάδια μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο	66
6.3 Υδροηλεκτρικές Μονάδες – Τεχνολογία	67
6.3.1 Εκτίμηση υδροδυναμικού περιοχής και επιλογή θέσεων εγκατάστασης	69

6.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας	70
6.4.1 Μικρά υδροηλεκτρικά έργα	72
6.5 Παγκόσμια κατάσταση	72
6.5.1 Η υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

Γεωθερμική ενέργεια

7.1 Ορισμός και ιστορική εξέλιξη	74
7.2 Διαδικασία εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας	75
7.2.1 Γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις χαμηλής ενθαλπίας	76
7.2.2 Γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις μέσης ενθαλπίας	79
7.2.3 Γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις υψηλής ενθαλπίας	81
7.3 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα της γεωθερμικής ενέργειας	82
7.4 Παγκόσμια κατάσταση	83
7.5 Η κατάσταση στην Ελλάδα	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

Ενέργεια από βιομάζα

8.1 Ορισμός και μορφές βιομάζας	86
8.2 Σχηματισμός της βιομάζας	87
8.3 Διεργασίες μετατροπής της βιομάζας	87
8.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της βιομάζας	88
8.5 Εφαρμογές βιομάζας	89
8.6 Παγκόσμια κατάσταση	89
8.7 Η κατάσταση στην Ελλάδα	90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

Ενέργεια από τους ωκεανούς

9.1 Ενέργεια των κυμάτων	91
9.1.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ενέργεια των κυμάτων	92
9.1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ενέργειας των κυμάτων	92
9.1.3 Παγκόσμια κατάσταση	93
9.2 Παλιρροιακή ενέργεια	93
9.2.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την παλιρροιακή ενέργεια	94
9.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της παλιρροιακής ενέργειας	95
9.2.3 Παγκόσμια κατάσταση	95

Β' ΜΕΡΟΣ**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο****Μεθοδολογία της έρευνας πεδίου για την αποτύπωση της στάσης των κατοίκων του νομού Αττικής απέναντι στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Περιγραφική ανάλυση δεδομένων**

10.1 Εισαγωγικά	97
10.2 Δημογραφικά στοιχεία	97
10.3 Στοιχεία σχετικά με την ενημέρωση σε θέματα περιβαλλοντικά / ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11^ο**Έλεγχοι ανεξαρτησίας**

11.1 Περί Ελέγχου Υποθέσεων και Πινάκων Διπλής Εισόδου	125
11.2 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με το φύλο των ερωτώμενων	125
11.3 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με την ηλικία των ερωτώμενων	130
11.4 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με το εκπαιδευτικό επίπεδο των ερωτώμενων	134
11.5 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με την ενημέρωση των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος	138

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12^ο**Συμπεράσματα**

12.1 Γενικά συμπεράσματα	144
12.2 Συμπεράσματα της έρευνας πεδίου	145

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

147

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

153

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση της ενέργειας και της τεχνολογίας σηματοδότησε τη μετάβαση του ανθρώπου στη βιομηχανική εποχή. Οι άψυχες ενεργειακές πηγές αντικατέστησαν τις ανθρώπινες ή τις ζωικές, και επέτρεψαν τη χρήση μηχανών για τη διεξαγωγή των εργασιών.

Πλέον όμως οι βιομηχανικές χώρες είναι τόσο βαθιά εξαρτώμενες από τα ορυκτά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια που δεν είναι δυνατόν κανείς να διανοηθεί μια οικονομία απαλλαγμένη από την αυξανόμενη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Η κατανάλωση ανθρώπινης εργασίας τώρα είναι ελάχιστη στις βιομηχανικές χώρες, όπου τα μηχανήματα και οι συσκευές, που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα, αντικαθιστούν την ανθρώπινη εργασία και παρέχουν τη δυνατότητα μετατροπής των πρώτων υλών σε κατασκευασμένα προϊόντα. Οι αναπτυσσόμενες χώρες ακολουθούν και αυτές το ίδιο παράδειγμα, ελπίζοντας ότι θα ανεβάσουν το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων τους.

Η αυξανόμενη αυτή χρήση των ορυκτών καυσίμων παρουσιάζει πολλά μειονεκτήματα με παγκόσμιο αντίκτυπο. Καθώς τα ορυκτά καύσιμα δεν ανανεώνονται αφού για την παραγωγή τους απαιτούνται πολλά εκατομμύρια χρόνια, ελλοχεύει ο κίνδυνος να εξαντληθούν. Το γεγονός αυτό θα οδηγούσε σε μεγάλες αυξήσεις των τιμών του πετρελαίου, σε παγκόσμια πετρελαϊκή κρίση και ενδεχόμενους πολέμους. Επίσης η μεγάλη χρήση τους οδηγεί και σε σοβαρή υποβάθμιση του περιβάλλοντος με καταστροφικές συνέπειες στο κλίμα του πλανήτη και πολύ περισσότερο στην υγεία των πολιτών.

Για την αποφυγή όλων των παραπάνω μειονεκτημάτων τα τελευταία χρόνια γίνονται συνεχείς προσπάθειες για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων από εναλλακτικές πηγές ενέργειας τις γνωστές και ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πιστεύεται πλέον ότι η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμική, η ενέργεια από βιομάζα, η υδροηλεκτρική και η κυματική ενέργεια θα συνεισφέρουν σημαντικά στο μέλλον στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έρχονται να προσφέρουν λύσεις, δείχνοντας το δρόμο προς ένα μέλλον βιώσιμο όχι μόνο από περιβαλλοντική αλλά και από κοινωνική και οικονομική άποψη.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη των μορφών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η παρουσία τους στον παγκόσμιο και ελληνικό χώρο και οι αντιδράσεις των κατοίκων απέναντι σε αυτές μέσω έρευνας που διενεργήθηκε.

Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη, το θεωρητικό που περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία που προκύπτουν από τη βιβλιογραφική μελέτη και το ερευνητικό όπου παραθέτονται τα στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα πεδίου.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός της ενέργειας και παρουσιάζονται οι διάφορες μορφές φυσικών πόρων που υπάρχουν διαθέσιμοι στη γη. Πρόκειται για έννοιες οι οποίες έπρεπε να αναλυθούν προκειμένου να γίνει κατανοητός ο όρος της εναλλακτικής ενέργειας και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η ενεργειακή κατάσταση του πλανήτη και ειδικότερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, αποτελούν αντικείμενο εκτενέστερης μελέτης του δεύτερου κεφαλαίου της εργασίας. Αναλύονται επίσης οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τη χρήση των διαφόρων ενεργειακών πηγών.

Το τρίτο κεφάλαιο πραγματεύεται πέραν του ορισμού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τις χρησιμοποιούμενες σε Ευρώπη και Ελλάδα μορφές. Παραθέτονται επίσης τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών και παράλληλα επισημαίνονται οι αιτίες που οδήγησαν στη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στα κεφάλαια τέσσερα έως εννιά γίνεται εκτενής αναφορά σε όλες τις μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Συγκεκριμένα παραθέτονται αναλυτικά ο ορισμός, οι τύποι, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση της κάθε πηγής. Η

εργασία θα ήταν ελλιπής χωρίς την αναφορά στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις στον Ευρωπαϊκό και Ελλαδικό χώρο.

Αντικείμενο μελέτης του τετάρτου κεφαλαίου αποτελεί η ηλιακή ενέργεια, του πέμπτου η αιολική ενέργεια, του έκτου η υδροηλεκτρική, του έβδομου η γεωθερμική, του όγδου η ενέργεια από βιομάζα και τέλος στο ένατο κεφάλαιο αναλύεται η ενέργεια που παραλαμβάνεται από τους ωκεανούς.

Τα κεφάλαια δέκα και έντεκα αποτελούν το ερευνητικό μέρος της εργασίας. Προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τη στάση και την άποψη που παρουσιάζουν οι κάτοικοι μιας περιοχής απέναντι στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συλλέχθηκαν εκατό (100) ερωτηματολόγια από κατοίκους του Νομού Αττικής. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από το Νοέμβριο του 2003 έως και τον Ιανουάριο του 2004. Οι ερωτηθέντες προέρχονταν από όλες τις ηλικιακές ομάδες και από όλα τα εκπαιδευτικά επίπεδα.

Στο δέκατο κεφάλαιο αναλύονται και σχολιάζονται οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και παρουσιάζονται διαγραμματικά τα αποτελέσματα των απαντήσεων των συμμετεχόντων στην έρευνα. Οι έλεγχοι ανεξαρτησίας και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτούς περιλαμβάνονται στο ενδέκατο κεφάλαιο.

Τέλος στο δωδέκατο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει από τη μελέτη των βιβλιογραφικών πηγών και την έρευνα πεδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

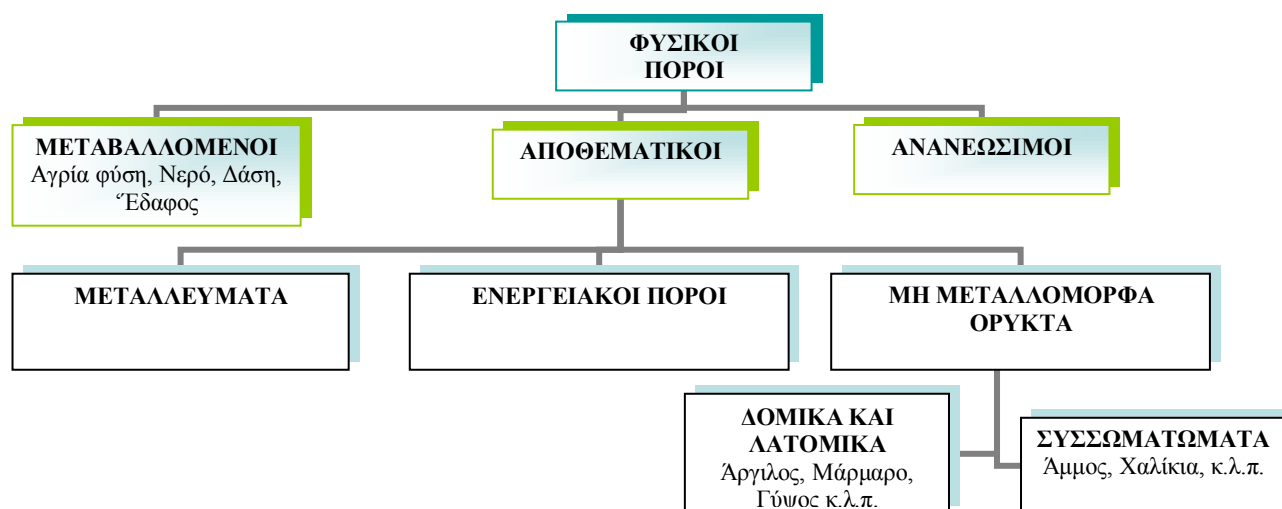
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

1.1 Ταξινόμηση των Φυσικών Πόρων

Η σπουδαιότητα των φυσικών πόρων στην ανθρώπινη ανάπτυξη είναι αναμφισβήτητη. Φυσικός πόρος είναι οτιδήποτε παραλαμβάνεται από το περιβάλλον για να χρησιμοποιηθεί στις ανάγκες και τις επιθυμίες των ανθρώπων (Tyler Miller G. Jr., 1999²). Είναι δηλαδή όλα τα υλικά πράγματα, έμβια ή άβια, αλλά και τα συστήματα όπως το περιβάλλον, που έχουν κάποια αξία ή χρησιμότητα για τον άνθρωπο (Κοδοσάκης Δ. Ε., 1992). Η αξία των πόρων κρίνεται από τους ανθρώπους με οικονομικά, κοινωνικά και τεχνολογικά κριτήρια. Η ανθρωπότητα αναγνωρίζει πολυάριθμους φυσικούς πόρους και ποικίλες ταξινομήσεις τους. Ένας διαχωρισμός μπορεί να είναι σε “πρωτογενείς” και “δευτερογενείς” πόρους. Οι περισσότεροι από τους πόρους που χρησιμοποιούνται είναι δευτερογενείς με τη λογική ότι έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία προτού φθάσουν στη κατανάλωση.

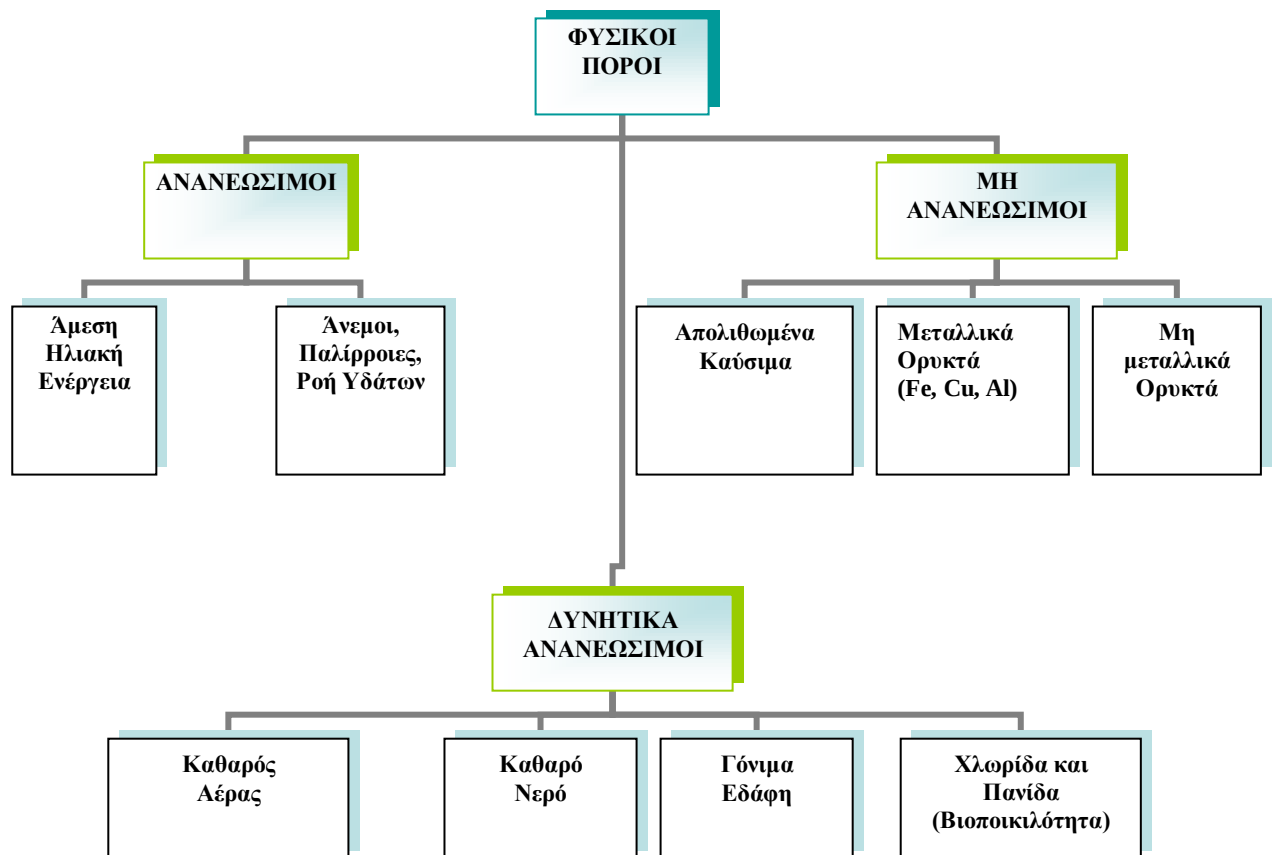
Άλλος ένας σημαντικός διαχωρισμός είναι σε “εμπορικούς” και “μη εμπορικούς”. Οι εμπορικοί μπορούν να αγοράζονται και να πωλούνται, ενώ οι μη εμπορικοί δεν εισέρχονται ποτέ στην αγορά. Για παράδειγμα η ξυλεία που συλλέγεται και χρησιμοποιείται άμεσα από μια οικογένεια θεωρείται μη εμπορικός φυσικός πόρος (Mather A. S. / Chapman K.). Έχει βρεθεί επίσης ταξινόμηση των πηγών ενέργειας σε “θερμικές” και “μη θερμικές” (Χρυσικοπούλου Παν.). Στις θερμικές πηγές περιλαμβάνονται ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, η πυρηνική σχάση, η ηλιακή ενέργεια, η πυρηνική σύντηξη, η γεωθερμία, η βιομάζα και τα απορρίμματα και λύματα πόλεων. Στις μη θερμικές πηγές ανήκουν το υδροδυναμικό, η παλίρροια, η αιολική ενέργεια, η ενέργεια των κυμάτων και η απευθείας μετατροπή της ηλιακής ενέργειας.

Η πιο συνηθισμένη όμως ταξινόμηση διακρίνει τους φυσικούς πόρους ανάλογα με την προσφορά τους. Στο διαχωρισμό αυτό διακρίνονται τρεις κατηγορίες (Τσατήρης Μ., 2002): οι “μεταβαλλόμενοι”, οι “αποθεματικοί” και οι “ανανεώσιμοι” (Σχήμα 1.1).



Σχήμα 1.1: Ταξινόμηση φυσικών πόρων σε μεταβαλλόμενους, αποθεματικούς, και ανανεώσιμους

Ανάλογα με την προσφορά διαχωρίζονται και στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες (Παυλόπουλος Κ., 1997): στους “ανανεώσιμους”, στους “μη ανανεώσιμους” και στους “δυσνητικά ανανεώσιμους” (Σχήμα 1.2).



Σχήμα 1.2: Ταξινόμηση φυσικών πόρων σε ανανεώσιμους, δυσνητικά ανανεώσιμους και μη ανανεώσιμους

1.2 Ορισμός της ενέργειας

Η ενέργεια είναι ένας από τους θεμελιώδεις λίθους της μοντέρνας κοινωνίας. Χρειάζεται για να δημιουργηθούν αγαθά από τους φυσικούς πόρους και για να παρέχονται πολλές από τις υπηρεσίες που θεωρούνται σήμερα δεδομένες.

Ο ορισμός της ενέργειας δεν είναι τόσο απλός όσο κανείς θα φανταζόταν. Η ενέργεια είναι μια φυσική οντότητα “αόρατη” και “ανέγγιχτη”. Γι’ αυτό ο άνθρωπος, ενώ από πολύ νωρίς είχε αποκτήσει συγκεκριμένη αντίληψη για την ύλη, άργησε πολύ να συνειδητοποιήσει τι είναι ενέργεια. Όπως συμβαίνει με όλες τις θεμελιώδεις και βασικές έννοιες, οι οποίες δεν μπορούν να καθοριστούν παρά μόνο από τις ιδιότητές τους, έτσι και η ενέργεια – σε μια πρώτη προσέγγιση – μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα ενός συστήματος να παράγει ωφέλιμο έργο (Προμπονάς Μ., 1996). Ορίζεται επίσης ως η δυνατότητα δημιουργίας και μετάδοσης της θερμότητας ενώ είναι συνώνυμη με τη δράση, την κίνηση, τη ζωή και διαπιστώνεται από τα αποτελέσματά της (Tyler Miller G. Jr., 1999¹).

1.3 Μορφές ενέργειας

Οι επιστήμονες έχουν ταξινομήσει την ενέργεια σε διάφορες μορφές. Η ταξινόμηση ποικίλλει, ανάλογα με τα κριτήρια με τα οποία γίνεται.

Από τις πρώτες μορφές ενέργειας που αναγνωρίστηκαν είναι η κινητική ενέργεια. Είναι το είδος ενέργειας που διαθέτει ύλη λόγω της μάζας και της ταχύτητας ή της κίνησής της. Είναι ενέργεια σε δράση ή κίνηση (Tyler Miller G. Jr., 1999¹). Το κινούμενο νερό που θέτει σε κίνηση έναν υδραυλικό τροχό ή ο άνεμος που περιστρέφει τη φτερωτή του ανεμόμυλου ή η κίνηση των αυτοκινήτων, όλα χαρακτηρίζονται από κινητική ενέργεια.

Άλλη ενεργειακή μορφή είναι η δυναμική. Πρόκειται για αποθηκευμένη ενέργεια, η οποία μπορεί να διατεθεί για χρήση. Είναι η ενέργεια που διαθέτει ένα αντικείμενο λόγω της θέσης στην οποία βρίσκεται. Το στάσιμο νερό πίσω από το φράγμα, ένα αντικείμενο πάνω στο ράφι, διαθέτουν δυναμική ενέργεια. Η δυναμική μαζί με την κινητική ενέργεια συνθέτουν τη μηχανική ενέργεια (Τσατήρης Μ., 2002).

Μια από τις συνηθισμένες μορφές ενέργειας είναι η θερμική. Η θερμότητα αναφέρεται στη συνολική κινητική ενέργεια κάθε κινούμενου ατόμου, ιόντων ή μορίων, μέσα σε μια δεδομένη ύλη ή ουσία. Η θερμότητα μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα να αυξηθεί η θερμοκρασία ή να μετατραπεί η κατάσταση ενός σώματος (Κοδοσάκης Δ. Ε., 1992).

Η χημική ενέργεια είναι η ενέργεια που αποθηκεύεται σε διάφορα υλικά συστήματα κατά το σχηματισμό τους. Στην πραγματικότητα πρόκειται για την ενέργεια που έχει συσσωρευτεί στην ουσία κατά την δημιουργία της από τα συστατικά της και που ελευθερώνεται κατά τη μετατροπή της ύλης.

Η πιο εύχρηστη μορφή ενέργειας είναι η ηλεκτρική, καθώς εύκολα μετατρέπεται σε όλες τις άλλες μορφές. Δημιουργείται με οποιονδήποτε τρόπο όταν δημιουργηθεί ροή ηλεκτρονίων.

Μια άλλη χρησιμοποιούμενη μορφή ενέργειας είναι η πυρηνική. Δημιουργείται κατά δύο τρόπους, με πυρηνική σχάση και πυρηνική σύντηξη. Η πυρηνική σχάση προκύπτει όταν πυρήνες βαρέων ατόμων (μεγάλος αριθμός πρωτονίων και νετρονίων στον πυρήνα και εκπέμπουν ραδιενέργεια) διασπώνται προς άλλα άτομα, ενώ συγχρόνως πολύ μικρό μέρος της μάζας τους μετατρέπεται σε ενέργεια. Η πυρηνική σύντηξη συμβαίνει όταν άτομα ελαφρών στοιχείων συντήκονται προς άτομα του αερίου στοιχείου ήλιο με μετατροπή ελάχιστου ποσού μάζας σε ενέργεια (Τσατήρης Μ., 2002). Τέλος υπάρχει και η ακτινοβολία ενέργεια. Πρόκειται κυρίως για το φως και τις διάφορες ακτινοβολίες που έρχονται από το σύμπαν. Είναι από τις πιο άφθονες μορφές ενέργειας αλλά και από τις πιο δύσκολα αξιοποιήσιμες αφού δεν είναι εύκολο να αποθηκευθούν και να χρησιμοποιηθούν.

1.4 Ενέργεια και Νόμοι της Θερμοδυναμικής

Η ενέργεια όπως και η ύλη είναι άφθαρτη και δεν μπορεί να παραχθεί από το μηδέν. Με άλλα λόγια δεν μπορεί να δημιουργηθεί από το τίποτα, ούτε όμως και να χαθεί τελείως. Το παραπάνω βασίζεται στους δύο θεμελιώδεις φυσικούς νόμους, στην αφθαρσία της ύλης και στην αφθαρσία της ενέργειας στους οποίους βασίζονται όλα τα φυσικά και χημικά φαινόμενα.

Το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα εκφράζει την αρχή της διατήρησης της ενέργειας, δηλαδή την αφθαρσία της ενέργειας, όταν μεταξύ των θεωρούμενων μορφών ενέργειας υπάρχει και η θερμότητα. Σύμφωνα με το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα, όταν εξαφανίζεται ένα ποσό ενέργειας μιας μορφής, εμφανίζεται ίσο ποσό ενέργειας άλλης μορφής

(Χρυσικοπούλου Παν., 1995). Το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα χαρακτηρίζεται και ως "αξίωμα του αδύνατου της πραγματοποίησης του αεικίνητου". Το αεικίνητο θα ήταν μια μηχανή που μπαίνοντας μια φορά σε κίνηση, θα εξακολουθούσε να κινείται έπ' άπειρον και συγχρόνως θα παρήγαγε έργο εκ του μηδενός. Κατά την αρχή της διατήρησης της ενέργειας, ποσό ενέργειας μια μορφής μπορεί να μετατραπεί σε ισοδύναμο ποσό ενέργειας μιας άλλης μορφής, χωρίς όμως να μπορεί να μηδενισθεί ή να παραχθεί ενέργεια από το μηδέν. Το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα έχει άμεση εφαρμογή στις διαδικασίες παραγωγής, ως ισοζύγια υλικών και ενέργειας. Σε οποιαδήποτε διαδικασία παραγωγής, τα υλικά και η ενέργεια (εξερχόμενα), πρέπει να είναι ακριβώς τα ίδια με τα εισερχόμενα. Σε περίπτωση που υπάρχει κάποια διαφορά αυτή πρέπει να εντοπιστεί σε διάφορα υποπροϊόντα της διαδικασίας παραγωγής.

Σύμφωνα με το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα, όταν η ενέργεια μεταβάλλεται από τη μία μορφή στην άλλη, κάποια χρήσιμη ενέργεια πάντα υποβαθμίζεται σε χαμηλότερη ποιότητα, περισσότερο διασκορπισμένη και λιγότερο χρήσιμη. Στην ουσία ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος ασχολείται με την ποιότητα της ενέργειας και αναφέρεται στους περιορισμούς που συμβαίνουν κατά τη μετατροπή της θερμότητας σε μηχανικό έργο. Η ποιότητα της ενέργειας αφορά τη μέτρηση της ικανότητας ενός ενεργειακού πόρου να δίνει σωστή παραγωγή. Η ενέργεια υψηλής ποιότητας συγκεντρώνεται ή οργανώνεται και μπορεί να παρέχει περισσότερο ωφέλιμη παραγωγή. Αντίθετα, η ενέργεια χαμηλής ποιότητας αποδιοργανώνεται ή διαδίδεται και έχει ελάχιστη ικανότητα να αποδώσει χρήσιμα αποτελέσματα. Διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες ποιοτήτων ενέργειας, η πολύ υψηλή, η υψηλή, η μέτρια, και η χαμηλή. Σε κάθε κατηγορία ανήκουν διάφορες πηγές ενέργειας.

Στην πολύ υψηλή ανήκει ο ηλεκτρισμός, η πυρηνική διάσπαση, η πυρηνική σύντηξη, η συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας και οι άνεμοι υψηλής εμβέλειας. Οι πηγές αυτές ενέργειας δίνουν θερμοκρασία άνω των 2500 °C και χρησιμοποιούνται για βιομηχανική χρήση και παραγωγή ηλεκτρισμού.

Στην υψηλή ποιότητα ενέργειας ανήκουν η υψηλή θερμοκρασία, το αέριο υδρογόνου, το φυσικό αέριο, η βενζίνη, ο άνθρακας και η τροφή. Οι συγκεκριμένες πηγές με τη σειρά τους δίνουν θερμότητα υψηλής θερμοκρασίας 1000 – 2500 °C στη βιομηχανία και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς επίσης και στη μηχανική κίνηση (π.χ. για οχήματα).

Η μέτρια ποιότητα ενέργειας περιλαμβάνει τη φυσική ακτινοβολία, τους μέτριους ανέμους, τη ροή του νερού υψηλής ταχύτητας, τη συγκεντρωμένη γεωθερμική ενέργεια, τη μέτρια θερμότητα και τα οργανικά απόβλητα. Δίνουν μέτρια θερμοκρασία (100 – 1000 °C) για βιομηχανική χρήση, ηλεκτρισμό και οικιακή χρήση.

Τέλος στην τέταρτη ποιότητα ενέργειας, τη χαμηλή ποιότητα, ανήκουν η διάχυτη γεωθερμική ενέργεια και η θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας. Παρέχουν χαμηλή θερμότητα (χαμηλότερη των 100 °C) για θέρμανση χώρου (Tyler Miller G. Jr., 1999¹).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.1 Ενεργειακή εξέλιξη

Κατά την ανθρώπινη ιστορία, η άνοδος του τεχνολογικού πολιτισμού είναι στενά συνδεδεμένη με την ανάπτυξη των ενεργειακών πόρων. Τα απολιθώματα υποστηρίζουν ότι η παρούσα μορφή του είδους μας, ο *homo sapiens*, περπάτησε στη γη για 40.000 χρόνια μόνο, δηλαδή 1 μόνο δευτερόλεπτο, εάν υποθέσουμε ότι η ζωή του πλανήτη μας διήρκεσε 24 ώρες. Περίπου κατά τα 3/4 των 40.000 χρόνων ο άνθρωπος ήταν κυρίως κυνηγός και συλλέκτης τροφίμων. Αυτός ο τρόπος ζωής δεν επηρέαζε το ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη. Οι άνθρωποι αυτοί διέθεταν μόνο τρεις πόρους ενέργειας: α) την ηλιακή ακτινοβολία που απορροφούσαν τα φυτά, για να τραφούν στη συνέχεια τα ζώα που κυνηγούσαν οι άνθρωποι, β) τη φωτιά και γ) τη μυϊκή τους δύναμη (Tyler Miller G. Jr., 1999²).

Με την καλλιέργεια της γης έγινε η πρώτη προσπάθεια για συστηματική αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και με την εξημέρωση των ζώων η πρώτη απόπειρα πολλαπλασιασμού των ανθρώπινων δυνάμεων (Τσατήρης Μ., 2002). Η χρήση της φωτιάς και η ανακάλυψη του τροχού αποτέλεσαν απόπειρες διαταραχής των φυσικών ισοζυγίων.

Κατά το πέρασμα των αιώνων σημειώθηκαν δύο πολύ σημαντικά γεγονότα που επηρέασαν άμεσα τον άνθρωπο και τη σχέση του με την ενέργεια. Πρόκειται για την Αγροτική Επανάσταση και τη Βιομηχανική Επανάσταση. Η πρώτη έλαβε χώρα πριν από 10.000 με 12.000 χρόνια σε διάφορα μέρη του κόσμου και περιελάμβανε την αλλαγή από έναν τρόπο ζωής που βασιζόταν στο νομαδικό κυνήγι, προς μια κοινωνία αγροκαλλιεργητική, όπου οι άνθρωποι πλέον δε μετακινούνταν από περιοχή σε περιοχή. Μέσα από αυτές τις αγροτικές κοινωνίες εμφανίστηκαν σταδιακά οι αστικές κοινωνίες.

Η δεύτερη επανάσταση συνέβη στα μέσα του 1700. Ήδη από τις αρχές του 1700, οι εφευρέτες είχαν ήδη σχεδιάσει πολλά είδη μηχανών. Ο μόνος ανασταλτικός παράγοντας για την ευρύτερη χρησιμοποίησή τους ήταν η έλλειψη μια συνεχούς πηγής δύναμης για τη λειτουργία τους. Το αποφασιστικό βήμα για την απαρχή της Βιομηχανικής Επανάστασης ήταν η ανάπτυξη της ατμομηχανής (Nebel Bernard J. / Wright Richard T.). Οι ατμομηχανές έγιναν ραγδαία η πηγή δύναμης για ατμόπλοια, για τρένα και για κάθε άλλη μορφή μηχανής.

Αρχικά το κύριο καύσιμο για τις ατμομηχανές ήταν τα ξύλα. Αργότερα, καθώς η ζήτηση για ενέργεια αυξάνονταν και η ξυλεία γύρω από τις πόλεις ήταν σπάνια, το κάρβουνο την αντικατέστησε. Το κάρβουνο ήταν το κυρίαρχο καύσιμο από τα τέλη του 1800 έως και το 1940. Εκτός από τις ατμομηχανές το κάρβουνο χρησιμοποιούνταν ευρέως στη θέρμανση, στο μαγείρεμα και σε βιομηχανικές διαδικασίες.

Η ανακάλυψη της ατμομηχανής πολλαπλασίασε την κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας και συνεπώς τη δύναμη των ανθρώπων να ικανοποιούν τις επιθυμίες και ανάγκες τους και να πυροδοτήσουν την οικονομική ανάπτυξη. Η βιομηχανική επανάσταση σήμανε την απαρχή για την εξάρτηση των ανθρώπων από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι πόλεις άρχισαν να αναπτύσσονται ραγδαία καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι μετακινούνταν προς αυτές. Σ' αυτές τις πόλεις ο καπνός του άνθρακα που έβγαινε από τις καμινάδες ήταν τόσο ρυπασμένος ώστε πολλοί πέθαιναν κυρίως από ασθένειες των πνευμόνων (Tyler Miller G. Jr., 1999²).

Στα τέλη του 1800, η ταυτόχρονη ανάπτυξη τριών νέων τεχνολογιών – της μηχανής εσωτερικής καύσης, των γεωτρήσεων για πετρέλαιο και της διύλισης αργού πετρελαίου σε βενζίνη – οδήγησε στην παροχή μιας εναλλακτικής λύσης των ατμομηχανών. Αυτές

αντικαταστάθηκαν από μηχανές που χρησιμοποιούσαν για καύσιμο πετρέλαιο. Από το 1940 και μετά το πετρέλαιο ήταν αυτό που κυριάρχησε στη βιομηχανία.

Η συνεχής αύξηση της ζήτησης για ενέργεια, οδήγησε τις χώρες που χρησιμοποιούσαν το πετρέλαιο, να καταφύγουν σε εισαγωγές από άλλες χώρες προκειμένου να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Κατ' αυτό τον τρόπο στις αρχές του 1970, χώρες όπως οι Η.Π.Α. και άλλες υψηλά βιομηχανοποιημένες βασίζονταν ιδιαίτερα στις εισαγωγές πετρελαίου.

2.1.1. Ο Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Εξαγωγικών Κρατών (Ο.Π.Ε.Κ.) και η πετρελαϊκή κρίση

Η αυξημένη ζήτηση πετρελαίου οδήγησε στη δημιουργία συνασπισμών μεταξύ των πετρελαιοπαραγωγικών χωρών. Ο Ο.Π.Ε.Κ. (Organisation of Petroleum Exporting Countries, O.P.E.C.), αποτελεί ένα τέτοιο συνασπισμό, που ιδρύθηκε το 1960 από το Ιράν, Ιράκ, Κουβέιτ, τη Σαουδική Αραβία και τη Βενεζουέλα (Greenpeace, 1992). Λίγο αργότερα προστέθηκαν άλλες οκτώ χώρες: Κατάρ, Λιβύη, Ινδονησία, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Αλγερία, Νιγηρία, Ισημερινός και Γκαμπόν. Ο Οργανισμός είχε ως στόχο την υπεράσπιση των εσόδων των μελών του, έσοδα που περιορίζονταν σημαντικά από τη στρατηγική που εφαρμόζαν μέχρι εκείνη τη στιγμή οι μεγάλες εταιρείες πετρελαίου. Ο Ο.Π.Ε.Κ. αποφάσισε πως για την αύξηση των κερδών του έπρεπε να συγκρατηθεί η παραγωγή του πετρελαίου χαμηλή και να αυξηθούν οι τιμές του (Kahn James R., 1998). Το εισαγόμενο πετρέλαιο άρχισε να κοστίζει περισσότερο στις αρχές του 1970 και σε συνδυασμό με τον Αραβο – Ισραηλινό πόλεμο του 1973 (πόλεμος Yom Kippur), ο Ο.Π.Ε.Κ. μποϊκοτάρισε τις πωλήσεις πετρελαίου σε περιοχές όπως οι Η.Π.Α., που παρείχαν στρατιωτική και οικονομική κάλυψη στο Ισραήλ. Με αυτό τον τρόπο έφθασε στο απόγειο της οικονομικής του δύναμης.

Ο τετραπλασιασμός της τιμής του αργού πετρελαίου το 1973 – 1974 (πέρασε τότε από 3 δολάρια στα 12 δολάρια το βαρέλι των 159 λίτρων) εγκαίνιασε αυτό που συνηθίζεται να ονομάζεται "ενεργειακή κρίση". Ο Ο.Π.Ε.Κ. συνέχιζε να περιορίζει την πετρελαϊκή παραγωγή κατά τη διάρκεια του 1970 και έτσι ήταν ικανός να διατηρεί τις προμήθειες χαμηλά και να ανεβάζει τις τιμές όλο και ψηλότερα (Klass D. L., 2003).

Ξαφνικά οι βιομηχανικές χώρες διαπίστωσαν πως η οικονομική τους δύναμη ήταν χτισμένη εν μέρει στην "κινούμενη άμμο" της Μέσης Ανατολής. Όλες οι ανεπτυγμένες χώρες της Δυτικής Ευρώπης (με εξαίρεση τη Μ. Βρετανία) εξαρτούνταν το 1974 από τις εισαγωγές πετρελαίου για πάνω από το 50% του εφοδιασμού τους σε ενέργεια. Η Δυτ. Γερμανία εισήγαγε το 50% της ενέργειάς της και το Βέλγιο το 86%. Η θέση των Η.Π.Α., μιας από τις χώρες του κόσμου που διέθεταν επιπλέον ενεργειακούς πόρους, δεν ήταν καλύτερη (Μπαρμπέ Φ.).

Από το 1978 έως το 1981 έξι διαδοχικές αυξήσεις οδήγησαν την τιμή του πετρελαίου από τα 12,75 \$ το βαρέλι στα 34 \$.

Μετά το 1981 οι τιμές άρχισαν να πέφτουν κυρίως εξαιτίας της συρρίκνωσης της ζήτησης που ακολούθησε την παγκόσμια οικονομική ύφεση και της διαφοροποίησης της ενεργειακής πολιτικής πολλών κρατών. Επιπλέον η πτώση των τιμών οφείλεται και στην αύξηση της προσφοράς από χώρες που δεν ανήκαν στον Ο.Π.Ε.Κ. (Η.Π.Α., Βραζιλία, Ινδία), καθώς και στη δημιουργία νέων εξαγωγέων ή αυξήσεων των εξαγωγών (Μ. Βρετανία, Νορβηγία, Αίγυπτος, Μαλαισία).

Ο Ο.Π.Ε.Κ. άρχισε σταδιακά να αποδυναμώνεται τόσο από την ύπαρξη πλέον και άλλων πετρελαιοπαραγωγικών χωρών, όσο και από τις κοινωνικές και οικονομικές διαφορές μεταξύ των χωρών – μελών του που οφείλονται σε διαφορετικές στρατηγικές των κυβερνήσεών τους.

Με την πετρελαϊκή κρίση του 1973 άρχισαν διεθνώς προσπάθειες για την αποδέσμευση της παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και στροφή προς άλλες ενεργειακές πηγές καθώς και σημαντική προώθηση της έρευνας γύρω από αυτές, της τεχνολογίας για την αξιοποίησή τους και την ορθολογική τους διαχείριση.

2.2 Παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση

Τον Ιούνιο του 1972 στη Στοκχόλμη, ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε.) ανέλαβε για πρώτη φορά την πρωτοβουλία να οργανώσει ειδική σύνοδο για το περιβάλλον, καθώς τα πρώτα σημάδια της υποβάθμισης αλλά και της διασυννοριακής ρύπανσης είχαν ήδη αρχίσει να γίνονται φανερά. Στη σύνοδο εκείνη το παρόν είχαν δώσει 113 χώρες και 19 οργανισμοί οι οποίοι θέσπισαν ειδικό πρόγραμμα για το περιβάλλον, σύμβαση για το διεθνές εμπόριο, σύμβαση για τα απειλούμενα είδη, καθώς και καθιέρωση της 5^{ης} Ιουνίου ως παγκόσμιας ημέρας για το περιβάλλον.

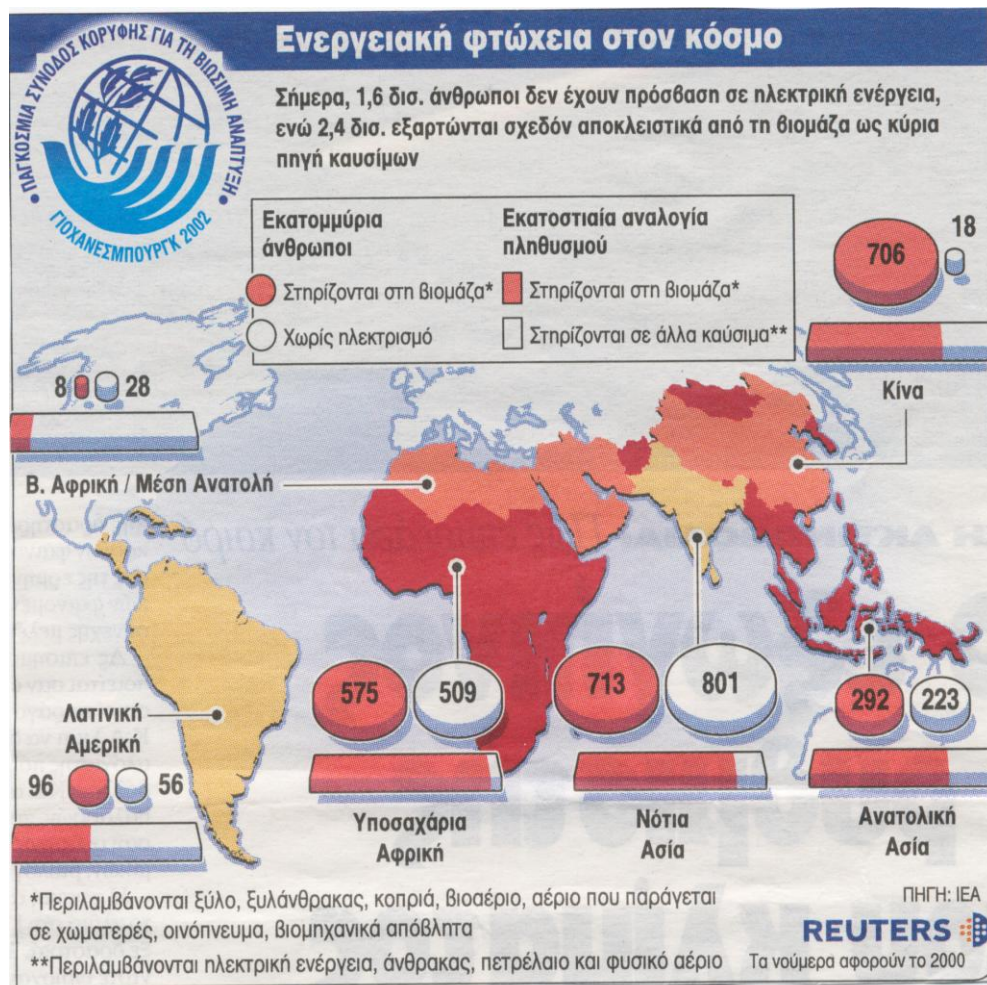
Μερικές δεκαετίες αργότερα, η παγκόσμια κοινότητα έκανε διασκέψεις στο Ρίο (Ιούνιος 1992), στο Κιότο (Δεκέμβριος 1997) και στο Γιοχάνεσμπουργκ (2002) για την προστασία του περιβάλλοντος.

Με τη διάσκεψη στο Κιότο έγινε σημαντική προσπάθεια μείωσης της εκπομπής καυσαερίων των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών. Στο Κιότο θεσπίστηκε ένα πρωτόκολλο το οποίο προέκυψε από τη Σύμβαση – Πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές που υπογράφηκε στη Διάσκεψη του Ρίο. Συγκεκριμένα κεντρικός άξονας του πρωτοκόλλου ήταν οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών για μείωση των εκπομπών έξι αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008 – 2012, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (Λαζαρέτου Θ., 2002).

Στη επόμενη διάσκεψη του περιβάλλοντος (Γιοχάνεσμπουργκ) επισημάνθηκαν οι δέκα μεγαλύτερες πηγές του πλανήτη, με την υπερεκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων να θεωρείται μια από αυτές. Συγκεκριμένα τονίστηκε ότι κάθε χρόνο, η άντληση των φυσικών πόρων ξεπερνά το 20% της δυνατότητας του πλανήτη για την αναπλήρωσή τους.

Στη διάσκεψη του Γιοχάνεσμπουργκ τονίστηκε ότι περίπου τα 2,4 δις κατοίκων των αναπτυσσόμενων χωρών για την κάλυψη των αναγκών τους στρέφονται σε άλλες μορφές ενέργειας εκτός του πετρελαίου, όπως ο άνθρακας και η ανεξέλεγκτη κοπή δέντρων από τα τροπικά δάση. Από την καύση τους προκαλούνται σημαντικές μεταβολές στο κλίμα, αφού θεωρούνται σημαντικές πηγές των λεγόμενων αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον η υπερκατανάλωση των ενεργειακών πόρων στις ανεπτυγμένες χώρες σε συνδυασμό με την έλλειψη στις υπανάπτυκτες έχουν οδηγήσει σε αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κατά 31% την τελευταία εικοσαετία. Οι συγκεντρώσεις μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου έχουν φθάσει σε υψηλά επίπεδα και έχουν παρουσιάσει αύξηση στις τιμές τους κατά 151% και 17% αντίστοιχα.

Τέλος υπολογίστηκε ότι αν συνεχιστούν αυτά τα ενεργειακά πρότυπα, ακόμη και με ετήσιους ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης άνθρακα κατά 2%, σε 30 χρόνια θα έχει κατασπαταληθεί το 25% των παγκόσμιων αποθεμάτων, ενώ η ατμόσφαιρα θα έχει βομβαρδιστεί με εκατοντάδες χιλιάδες τόνους μονοξειδίου του άνθρακα, του πιο επικίνδυνου από τα αέρια του "θερμοκηπίου" (Τζαναβάρα Χ., 2002).



Εικόνα 2.1: Ενεργειακή φτώχεια στον κόσμο (Ελευθεροτυπία, 24/08/02)

Η σημερινή παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση χαρακτηρίζεται συνοπτικά από (Τσατήρης Μ., 2002):

α) Τη συνεχιζόμενη αύξηση της ζήτησης ενέργειας. Οι ρυθμοί αύξησης της ζήτησης κυμαίνονται σε ευρεία όρια και συνδέονται άμεσα με το ρυθμό της οικονομικής ανάπτυξης, το οικονομικό επίπεδο, τις κλιματικές συνθήκες της χώρας και την ανά κάτοικο κατανάλωση. Η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνει με πολύ μεγαλύτερο ρυθμό από όσο η ζήτηση στον υπόλοιπο ενεργειακό τομέα.

β) Την αναζήτηση νέων ενεργειακών πηγών και νέων, πλέον αποδοτικών, μεθόδων μετατροπής της ενέργειας, ιδιαίτερα λόγω της αυξήσεως του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (λόγω της καύσεως των ορυκτών καυσίμων), που προκαλεί θέρμανση του πλανήτη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου.

γ) Την ανησυχία για την εξάντληση στα επόμενα πενήντα έτη των αποθεμάτων πετρελαίου και σε εξήντα έτη των αποθεμάτων φυσικού αερίου, αφού ο λιθάνθρακας και η πυρηνική ενέργεια δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως.

2.2.1 Παγκόσμια Αποθέματα Ενέργειας

Η τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων αιώνων συνδέεται άμεσα με τη χρησιμοποίηση διαφόρων μορφών ενέργειας. Τα τελευταία κυρίως χρόνια η συνεχής

αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας έχει οδηγήσει στη χρησιμοποίηση ως επί το πλείστον μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το πετρέλαιο συνεπώς παραμένει η βασική πηγή ενέργειας καλύπτοντας το 38% περίπου των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών, ακολουθούμενο από τον άνθρακα (26%) και το φυσικό αέριο (21%). Τα προϊόντα διύλισης του πετρελαίου αποτελούν τα βασικά καύσιμα που διατίθενται και στις αναπτυγμένες και στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Παρά τις πετρελαϊκές κρίσεις και τις συνέπειες αυτών, οι περισσότερες από τις μισές χώρες του κόσμου εξαρτώνται σε πολύ μεγάλο ποσοστό (πάνω από το 75%) στις εισαγωγές πετρελαίου για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Με τα υπάρχοντα αποθέματα και τη ζήτηση, το υπάρχον πετρέλαιο επαρκεί για ακόμη 43 χρόνια. Τα βεβαιωμένα αποθέματα των κυριότερων πηγών ενέργειας παγκόσμια και κατά περιοχή παρουσιάζονται αναλυτικότερα στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Γεωγραφική κατανομή και αποθέματα ενεργειακών πόρων σε δις τόνους ισοδύναμου πετρελαίου 1990 (πηγή: Κοδοσάκης Δ., 1992)

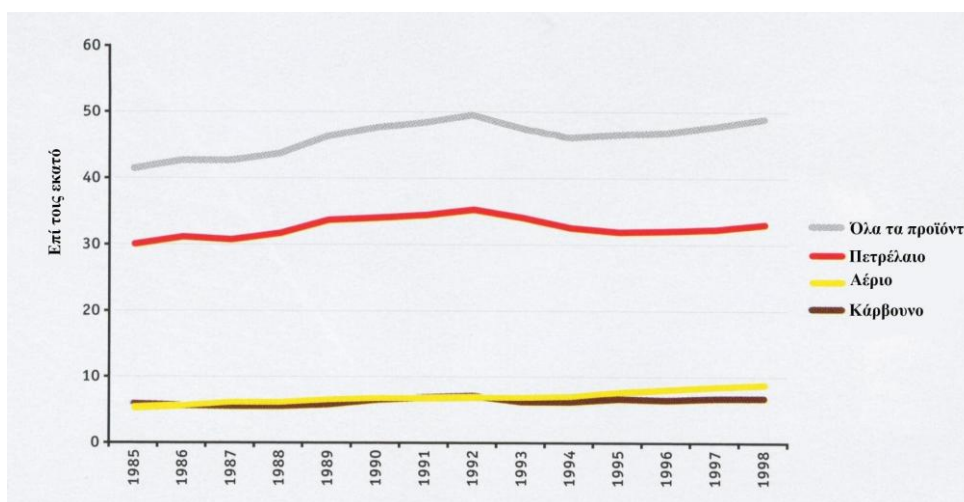
Περιοχή	Πετρέλαιο %		Φυσ. Αέριο %		Κάρβουνο %	
Βόρεια Αμερική	5.3	4.2	6.8	7.5	133.3	24.7
Λατινική Αμερική	17.1	11.9	6.3	7.0	10.9	1.7
Δυτική Ευρώπη	1.9	1.5	4.5	5.0	44.1	9.2
Ρωσία και Κεντρική Αμερική	8.1	5.8	41.2	45.8	146.9	28.5
Μέση Ανατολή	89.5	65.6	33.8	37.6	41.7	5.8
Αφρική	7.9	6.0	7.3	8.1		
Ασία & Αυστραλία	6.7	5.0	7.6	8.4	194.8	30.1
Σύνολο κόσμου	136.5	100	107.5	100	571.7	100

Ορισμένα στατιστικά στοιχεία φανερώνουν τη χρήση των ενεργειακών πηγών σε διάφορες περιοχές στον κόσμο (Μπάτρα Ε., 2002). Συγκεκριμένα:

- Το 1/3 του παγκόσμιου πληθυσμού δεν έχει πρόσβαση σε σύγχρονες παροχές και υπηρεσίες ενέργειας για να αντεπεξέλθει στις καθημερινές του ανάγκες.
- Ο ηλεκτρισμός είναι άγνωστος στην καθημερινή ζωή 2 δισεκατομμυρίων ανθρώπων.
- Πάνω από 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι χρησιμοποιούν υπολείμματα ξύλου, κοπριάς και βιομάζας για θέρμανση και μαγείρεμα.
- Η Νότια Αφρική παράγει το 60% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Αφρική, αλλά το 60% των Νοτιοαφρικανών, 80% των οποίων είναι μαύροι, δεν έχουν πρόσβαση σε αυτήν.
- Η βιομάζα αποτελεί το 73% της συνολικής ενέργειας στις χώρες της Υπό – Σαχαρικής Αφρικής.
- Το καύσιμο ξύλο αποτελεί το 90% της οικιακής κατανάλωσης ενέργειας στην Ονδούρα και τη Νικαράγουα και το 60% της συνολικής ενέργειας, καθώς τα περισσότερα από τα μισά νοικοκυριά το χρησιμοποιούν ως βασικό καύσιμο για το μαγείρεμα.
- Οι αναπτυσσόμενες χώρες, αν και τα τελευταία 30 χρόνια έχουν τετραπλασιάσει την κατανάλωση ενέργειας, δεν έχουν επιτύχει αντίστοιχη βελτίωση της οικονομικής τους θέσης.

2.2.2 Ενεργειακή κατάσταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) η κατανάλωση ενέργειας άρχισε να υπερβαίνει το 1% έως 2% το χρόνο, ενώ η εξάρτηση από τρίτες χώρες υπερέβη το 59%. Οι χαμηλοί ενεργειακοί ενδογενείς πόροι της Ε.Ε. έχουν αρχίσει να εξαντλούνται και το κόστος εξόρυξης του άνθρακα είναι αρκετά υψηλό και δεν βοηθά στην εκμετάλλευσή του. Συνεπώς το πετρέλαιο εξακολουθεί να είναι πρώτο στις προτιμήσεις στα νοικοκυριά, τον τριτογενή τομέα και τις μεταφορές. Οι μεταφορές απορροφούν το 67% της τελικής ζήτησης πετρελαίου, από το οποία εξαρτώνται ολοκληρωτικά (σε ποσοστό 98%). Η ενεργειακή ένταση αυξήθηκε 10% από το 1985 έως το 1998. Οι προβλέψεις αύξησης έως το 2010 είναι θεαματικές: + 16% για το αυτοκίνητο, +90% για τα αεροπλάνα, +50% επιπλέον για τις οδικές μεταφορές.



Σχήμα 2.1: Ενεργειακή εξάρτηση στην Ευρώπη από το 1985 – 1998
(Eurostat & European Commission, 2001)

Στο Σχήμα 2.1 παρουσιάζεται η εξάρτηση της Ευρώπης από τις διάφορες ενεργειακές πηγές (πετρέλαιο, αέριο, κάρβουνο). Η ενεργειακή εξάρτηση μετρά την έκταση στην οποία μια χώρα βασίζεται στις εισαγωγές έτσι ώστε να καλύπτει τις ενεργειακές τις ανάγκες. Στο Σχήμα παρουσιάζεται η σημασία των εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων στην Ευρώπη των 15 με το πετρέλαιο να βρίσκεται στην κορυφή όλων των καυσίμων. Περίπου το ένα τρίτο της κατανάλωσης του αργού πετρελαίου και των παραπροϊόντων του προέρχονται από εισαγωγές (Eurostat & European Commission, 2001). Καθώς η Ε.Ε. δεν είναι πολύ πλούσια σε ενδογενείς φυσικούς πόρους, η εξόρυξή τους στοιχίζει περισσότερο απ' ότι σε άλλα μέρη. Η διευρυμένη Ευρώπη δεν διορθώνει την κατάσταση παρά μόνο στην περίπτωση του άνθρακα.

Το πετρέλαιο της Βόρειας Θάλασσας δεν είναι παντοτινό και καθώς η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων είναι δαπανηρή και τα αποθέματα περιορισμένα, υπολογίζονται ακόμη 25 χρόνια παραγωγής ή οκτώ ακόμη χρόνια κατανάλωσης με τα σημερινά επίπεδα.

Το φυσικό αέριο της Βόρειας Θάλασσας ακολουθεί το ίδιο σχέδιο με το πετρέλαιο. Ο κοινοτικός άνθρακας στοιχίζει τρεις με τέσσερις φορές περισσότερο από την παγκόσμια τιμή. Τα αποθέματα είναι πολύ μεγάλα, όμως το πρόβλημα της ανταγωνιστικότητας θα οδηγήσει την Ε.Ε. να μειώσει δραστικά την παραγωγή της.

Τέλος το ευρωπαϊκό ουράνιο αποτελεί το 2% των παγκόσμιων αποθεμάτων. Με βάση τις τιμές τα ευρωπαϊκά κοιτάσματα είναι όλο και λιγότερο ανταγωνιστικά (Υπηρεσία επίσημων εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2002).

Με την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, οι εισαγωγές θα αυξηθούν προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες. Σε 20 με 30 χρόνια, η εξάρτηση από το πετρέλαιο θα αυξηθεί κατά 90%, από το φυσικό αέριο κατά 70% και κατά 100% από τον άνθρακα. Οι σημερινοί προμηθευτές της Ε.Ε. είναι κυρίως η Μέση Ανατολή για το πετρέλαιο και η Ρωσία και Βόρεια Αφρική για το φυσικό αέριο.

Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος που προκύπτει από την αλόγιστη χρήση ενέργειας, το μέλλον της Ευρωπαϊκής Ένωσης κρίνεται μάλλον δυσόιωνα στον ενεργειακό τομέα. Συνεπώς η στροφή προς νέες πηγές ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και τη μείωση μόλυνσης του περιβάλλοντος κρίνεται απαραίτητη.

2.3 Ελληνική ενεργειακή κατάσταση

Ξεκινώντας από τις αρχές του αιώνα και μέχρι το 1950, περίπου το 15% της συνολικής ενέργειας που χρειαζόταν για να καλύψει τις ενεργειακές τις ανάγκες η Ελλάδα το κάλυπτε με εγχώριες πηγές ενέργειας όπως καυσόξυλα και ξυλάνθρακες (Κάλφας Μ.). Το υπόλοιπο 85% αποτελούσαν οι εισαγωγές, που μπορούσαν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες: γαιάνθρακες κυρίως Αγγλικής προέλευσης (85%) και πετρέλαιο από διάφορες χώρες (15%).

Μετά το 1950 η κατάσταση ανατράπηκε και οι εισαγωγές που κάλυπταν το 80% των αναγκών αφορούσαν πετρέλαιο σε ποσοστό 86% και γαιάνθρακες 14%. Το 1995 σημειώθηκε πως οι εισαγωγές από άλλες χώρες έφθασαν το 65% των αναγκών μας και σε αυτές το πετρέλαιο αποτελεί το 95% περίπου.

Το κοιτάσμα πετρελαίου που ανακαλύφθηκε στον Πρίνο Θάσου, είναι κατά διάφορες εκτιμήσεις της τάξης των 70 εκατομμυρίων τόνων, ενώ υπάρχουν ενδείξεις για παρόμοια κοιτάσματα και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας.

Σήμερα από το σύνολο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, το 74,8% παράγεται από λιγνιτικές μονάδες, το 14,2% από θερμικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν υγρά καύσιμα (ντίζελ και μαζούτ) και το υπόλοιπο από υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Το παραγόμενο πετρέλαιο στον Πρίνο μόλις καλύπτει το 3,2% της συνολικής ποσότητας αργού πετρελαίου που επεξεργάζονται όλα τα ελληνικά διυλιστήρια (Τσατήρης Μ., 2002).

Το ποσοστό του ενεργειακού ισοζυγίου που καλύπτεται από εγχώριες ενεργειακές πηγές είναι της τάξης του 43,3%, που σε συντριπτικό ποσοστό οφείλεται στην εκμετάλλευση του λιγνίτη.

Ουσιαστικά η ενεργειακή κατάσταση της χώρας μας χαρακτηρίζεται από σπατάλη ενέργειας με συνέπεια το υψηλό ενεργειακό κόστος και τη μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση του υπόλοιπου τομέα πλην της ηλεκτροπαραγωγής από τις εισαγωγές.

2.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ενεργειακών πηγών

Η παραγωγή, η μεταφορά και η κατανάλωση ενέργειας έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Η εκτεταμένη χρήση των ενεργειακών πόρων και κυρίως των ορυκτών καυσίμων προκάλεσε συγκεκριμένα πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα στον πλανήτη. Η ατμοσφαιρική ρύπανση, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η τρύπα του όζοντος και η όξινη βροχή είναι τα κυριότερα προβλήματα που προκύπτουν από τις ενεργειακές πηγές (Καραβασίλη Μ., 1998).

2.4.1 Η ατμοσφαιρική ρύπανση

Όταν η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα μετατραπεί ποιοτικά και ποσοτικά δηλαδή εάν αλλάξουν οι ποσότητες του αζώτου (78%), του οξυγόνου (21%), του διοξειδίου του άνθρακα (0,03%), των ευγενών αερίων (0,9%) και πολλών άλλων στοιχείων και ενώσεων που περιέχονται στον ατμοσφαιρικό αέρα τότε γίνεται λόγος για ατμοσφαιρική ρύπανση του αέρα. Η ρύπανση του αέρα μπορεί να έχει βλαπτικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς, καθώς και στο υλικό και πολιτισμικό περιβάλλον.

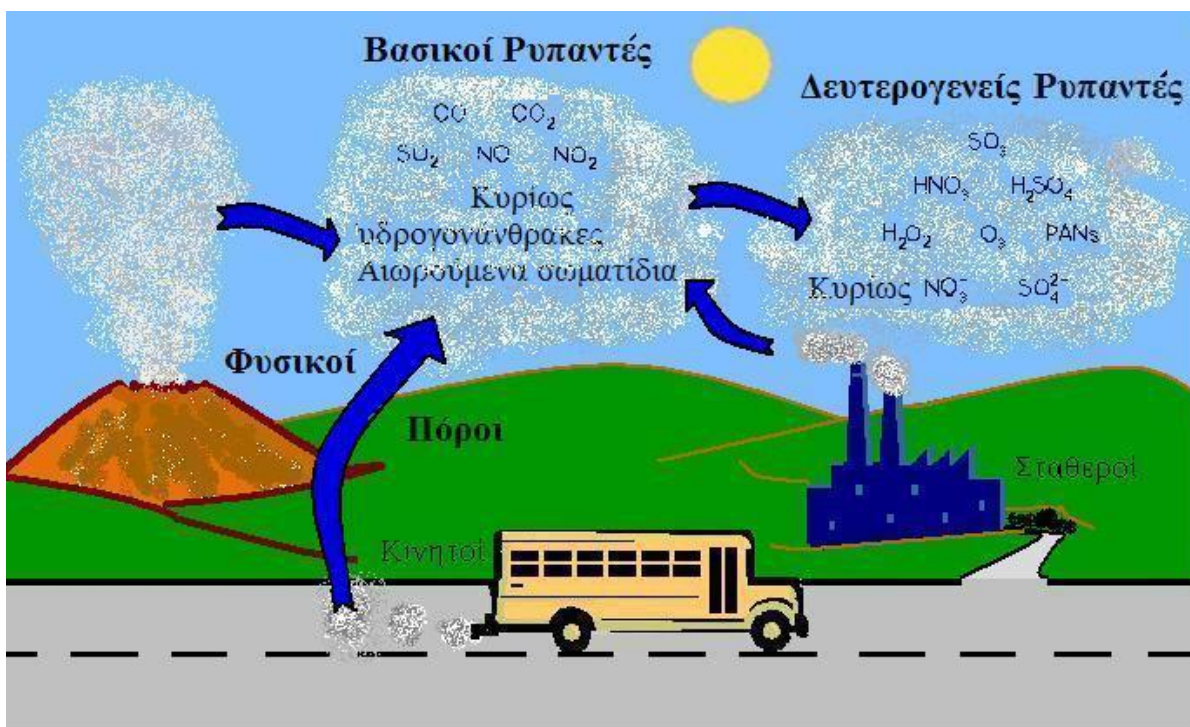
Πίνακας 2.2 Οι βασικές κατηγορίες των ρυπαντών (Tyler Miller G. Jr., 1999¹)

Οι βασικές κατηγορίες των ρυπαντών	
Οξείδια του άνθρακα	Μονοξείδιο (CO), διοξείδιο (CO ₂)
Οξείδια του Θείου	Διοξείδιο του θείου (SO ₂), τριοξείδιο του θείου (SO ₃)
Οξείδια του Αζώτου	Μονοξείδιο (NO), διοξείδιο (NO ₂), υποξείδιο (N ₂ O) και NO _x συνδυασμός NO _y
Πτητικά οργανικά συστατικά (VOC)	Μεθάνιο (CH ₄), Προπάνιο (C ₃ H ₈), Βενζένιο (C ₆ H ₆), Χλωροφθοράνθρακες (CFC)
Αιωρούμενα σωματίδια	Στερεά σωματίδια (σκόνη, αμίαντος, μόλυβδος άλατα θείου και αζώτου), υγρά σωματίδια (θειικό οξύ, PCB, διοξίνες, ζιζανιοκτόνα)
Φωτοχημικά οξειδωτικά	Όζον O ₃ , Υπεροξείδια Νιτρικών PAN, Υπεροξείδιο του υδρογόνου H ₂ O ₂ , αλδεΐδες
Ραδιενεργές ουσίες	Ραδόνιο 222, Ιώδιο -131, Στρόντιο -90, Πλουτώνιο -239
Τοξικά συστατικά	Ιχνοστοιχεία 600 τουλάχιστον τοξικών ουσιών (τα περισσότερα πτητικά χημικά συστατικά) 60 εξ αυτών γνωστά καρκινογόνα

Οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στους πρωτογενείς και στους δευτερογενείς ρυπαντές. Οι πρωτογενείς (βασικοί ρυπαντές) προέρχονται κυρίως από την καύση των υγρών και στερεών ορυκτών καυσίμων. Περιλαμβάνουν αιωρούμενα σωματίδια, το μονοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου, το μόλυβδο, τον άνθρακα. Κάποιοι από τους πρωτογενείς μπορεί να αντιδράσουν μεταξύ τους ή με βασικά συστατικά του αέρα και να σχηματίσουν νέα ρυπογόνα στοιχεία που αποτελούν τους δευτερογενείς ρυπαντές (Tyler Miller G. Jr., 1999¹). Στους δευτερογενείς ρυπαντές περιλαμβάνονται το όζον, το νιτρικό υπεροξυακετύλιο, το θειικό αμμώνιο και μια σειρά από δευτερογενή προϊόντα (Τσατήρης Μ., 2002).

Ανάλογα με το είδος του ρυπαντή διακρίνονται και διαφορετικοί τύποι ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Όταν σε μια περιοχή επικρατούν το διοξείδιο του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια που εκπέμπονται από τη βιομηχανία και τις κεντρικές θερμάνσεις, τότε γίνεται λόγος για καπνομίχλη ή αιθαλομίχλη. Οι πρωτογενείς αέριοι ρυπαντές σε

παρουσία του ηλιακού φωτός δημιουργούν τη φωτοχημική ρύπανση που συνίσταται από δευτερογενείς ατμοσφαιρικούς ρύπους. Αυτό που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι συνήθως οι δύο τύποι νέφους το φωτοχημικό και το νέφος αιθαλομίχλης, μπορούν να συνυπάρχουν για κάποιο χρονικό διάστημα ή το ένα από τα δύο να βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία.

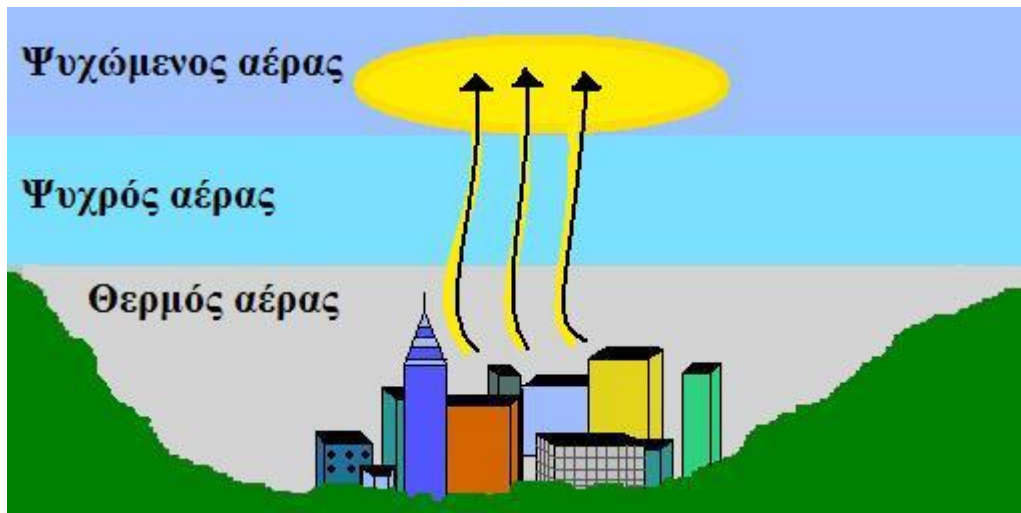


Εικόνα 2.2: Πηγές και Είδη ρυπαντών του αέρα

Νέφος καπνομίχλης: Συναντάται και με τα ονόματα αιθαλομίχλη (smog) και καπνομίχλη τύπου Λονδίνου. Τα νέφη αυτά χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις SO_2 και καπνού. Η άπνοια και ταυτόχρονη θερμοκρασιακή αναστροφή¹ καθώς και η εκπομπή SO_2 και καπνού δημιουργούν νέφος καπνομίχλης. Ένα ιδιαίτερα σοβαρό επεισόδιο καπνομίχλης έπληξε το Λονδίνο το Δεκέμβριο του 1952 (Τσατήρης Μ., 2002). Μια θερμοκρασιακή αναστροφή διάρκειας πέντε ημερών προκάλεσε τη συσσώρευση SO_2 και καπνού με αποτέλεσμα το θάνατο 3900 ατόμων, περισσότερων από το συνήθη αριθμό για το μήνα αυτό.

Φωτοχημικό Νέφος: Προκύπτει από το φωτοχημικό σχηματισμό δευτερογενών ατμοσφαιρικών ρύπων με οξειδωτικές ιδιότητες, όπως είναι το O_3 , το NO_2 , το νιτρικό υπεροξυ - ακετύλιο (PAN). Στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους συμβάλλουν η άπνοια και ταυτόχρονη θερμοκρασιακή αναστροφή, η εκπομπή πρωτογενών ρύπων, όπως υδρογονάνθρακες, οξείδια του αζώτου και η ηλιακή ακτινοβολία μεγάλης έντασης. Τα συστατικά του φωτοχημικού νέφους έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, τη βλάστηση, τα διάφορα υλικά και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας.

¹ Θερμοκρασιακή αναστροφή: Συντελείται κάτω από ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες, συσσώρευσης ρύπων στο ψυχρό στρώμα αέρα πάνω από το έδαφος (Τσατήρης Μ., 2002). Ως αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού το στρώμα του θερμού αέρα που καλύπτει την περιοχή, εμποδίζει το σχηματισμό ανερχόμενων ρευμάτων αέρα (Tyler Miller G. Jr., 1999¹).



Φυσιολογικό πρότυπο



Θερμοκρασιακή αναστροφή

Εικόνα 2.3: Παράδειγμα θερμοκρασιακής αναστροφής

2.4.2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας δημοσίευσε το 1987 μία ετήσια αναφορά, που για πρώτη φορά αναφερόταν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Makofske William J.& Karlin Eric F.). Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί την τελευταία δεκαετία αντικείμενο έντονου προβληματισμού, τόσο στο επιστημονικό, όσο και στο πολιτικό επίπεδο.

Στο φαινόμενο αυτό ορισμένοι ρύποι όπως το διοξείδιο του άνθρακα, ενεργούν όπως τα τζάμια σε ένα θερμοκήπιο. Επιτρέπουν δηλαδή την είσοδο των ηλιακών ακτινών στη γη, αλλά εμποδίζουν την έξοδο της θερμότητας. Το θερμικό αυτό φράγμα θεωρείται ότι έχει αλλάξει το κλίμα της γης. Ανέκαθεν, εξαιτίας των ιδιοτήτων ορισμένων συστατικών της γήινης ατμόσφαιρας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου λάμβανε χώρα σε φυσιολογικά επίπεδα. Σήμερα όμως εμφανίζεται οξυμένο λόγω της εντατικοποίησης διαφόρων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Τα βιομηχανικά και γεωργικά αέρια και κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα, που προέρχονται από καύσεις ορυκτών καυσίμων, έχουν

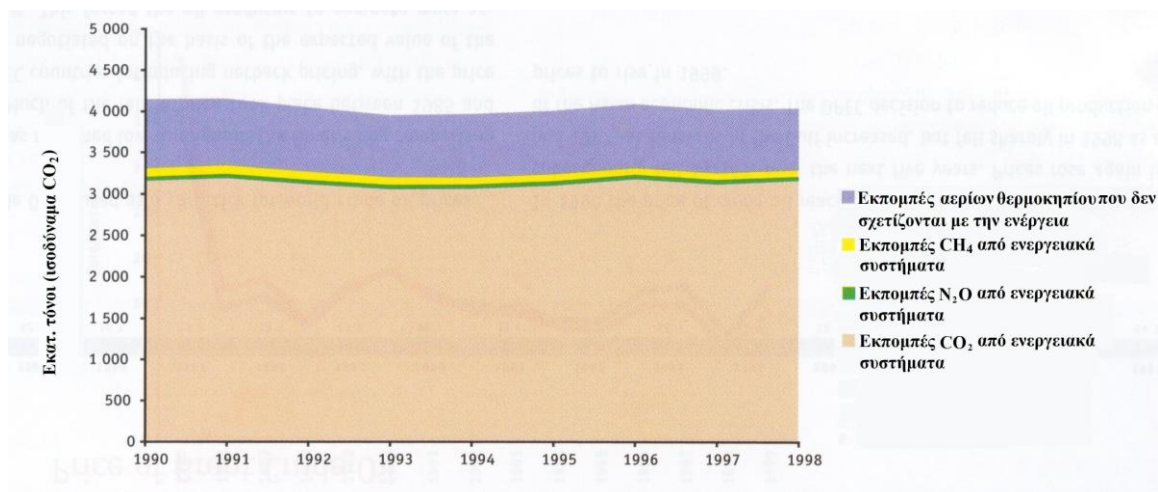
δημιουργήσει στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας ένα πυκνό κάλυμμα, το οποίο επιτρέπει τη διέλευση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας (μικρού μήκους κύματος) (Τσατήρης Μ., 2002). Το αποτέλεσμα αυτής της δράσης, κάτω από φυσικές συνθήκες και χωρίς την έκλυση των αερίων ρύπων ανθρώπινης προέλευσης, ήταν ευεργετικό αφού κατακρατούσε θερμότητα η οποία αλλιώς θα έφευγε προς το διάστημα, διατηρώντας έτσι τη θερμοκρασία της γης κατά 30 °C μεγαλύτερη από ότι θα ήταν.

Σήμερα με την αύξηση των συγκεντρώσεων των "θερμοκηπικών αερίων" στην ατμόσφαιρα το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει ενισχυθεί, με αποτέλεσμα τη συνεχή αύξηση θερμότητας. Υπολογίζεται ότι ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας που προκαλείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου κυμαίνεται στους 0,2 και 0,5 βαθμούς ανά δεκαετία. Γύρω στο 2100, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 2° έως και 5 °C, ίση με εκείνη που χρειάστηκε 18.000 χρόνια στη φύση για να συμβεί (Τσατήρης Μ., 2002).

Το 88% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας. Ειδικότερα για το CO₂ αυτό το ποσοστό ανέρχεται στο 98% (Παπαγιαννάκης Ελ., 1998). Υπολογίζεται ότι πάνω από έξι δισεκατομμύρια τόνοι CO₂ εκλύονται ετήσια στην ατμόσφαιρα της γης, πράγμα που αύξησε τη συγκέντρωση του αερίου αυτού κατά 30% περίπου σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή (Ευθυμίουπουλος Ηλ., 1996). Εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα άλλα ιδιαίτερα σημαντικά αέρια που συμμετέχουν στο φαινόμενο αυτό είναι το μεθάνιο, οι χλωροφθοράνθρακες, το όζον της τροπόσφαιρας, το μονοξείδιο του άνθρακα, τα οξείδια του αζώτου, οι πτητικές οργανικές ενώσεις και τα ιχναέρια του θείου.

Στο Σχήμα 2.2 τα συστήματα ενέργειας αναφέρονται στη βιομηχανία ενέργειας και στην κατανάλωση ενέργειας από τους τελικούς καταναλωτές. Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα, το διοξείδιο του άνθρακα είναι το κυριότερο από τα τρία αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η αυξανόμενη θερμοκρασία θα έχει επιπτώσεις στο επίπεδο των θαλασσών, στη δημόσια υγεία, στις βροχοπτώσεις και στα φυσικά οικοσυστήματα. Είναι πολύ πιθανόν λόγω αύξησης της θερμοκρασίας οι πάγοι στους πόλους να λιώσουν (Παπαϊωάννου Δ., 1996).



Σχήμα 2.2: Συνεισφορά των συστημάτων ενέργειας στις συνολικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (Eurostat & European Commission, 2001)

Η αύξηση της θερμοκρασίας προς τα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη θα μετακινήσει τη ζώνη των βροχοπτώσεων προς τα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, τα οποία θα παραμένουν ακόμη ψυχρά. Αυτό θα έχει δραματικές συνέπειες για τις περιοχές μεταξύ 40^{ου} και του 50^{ου} παράλληλου, πολλές από τις οποίες θα μεταβληθούν σε ζώνες σχετικής ξηρασίας. Θα

επέλθει συνεπώς μια επέκταση των ερήμων, με μεταφορά βορειότερα της “ζώνης του σταριού” (Νικολέτου Χ., 1995).

2.4.3 Η όξινη βροχή

Οι βιομηχανικές καύσεις και οι καύσεις των κινητήρων του αυτοκινήτου εκλύουν ποσότητες αέριων ρύπων οι οποίοι ενώνονται με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας και μετατρέπονται σε θειικό και νιτρικό οξύ (Τσατήρης Μ., 2002). Κυρίως από τις καύσεις του μαζούτ και του ντήζελ πετρελαίου που έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε θείο, σχηματίζεται το διοξείδιο του θείου, το οποίο είναι χημικά πολύ ενεργό. Το διοξείδιο του θείου και το οξείδιο του αζώτου μεταφέρονται μέχρι και σε 1000 χιλιόμετρα με τους ανέμους που επικρατούν και σχηματίζουν δευτερογενείς ρυπαντές, σταγονίδια θειικού οξέος και σωματίδια θειικών και νιτρικών αλάτων. Αυτά τα χημικά κατέρχονται στην επιφάνεια της γης με δύο μορφές: ως υγρή (όξινη βροχή, χιόνι, ομίχλη και νεφώσεις) και ως ξηρή (όξινα σωματίδια). Το αποτέλεσμα είναι ένα μείγμα που ονομάζεται απόθεση οξέων ή όξινη βροχή.

Με τον όρο όξινη βροχή εννοούμε τη βροχή με pH χαμηλότερο από του φυσιολογικού. Ως φυσιολογικό pH για την καθαρή βροχή θεωρείται η τιμή 5,6 (Τσατήρης Μ., 2002).

Οι πηγές της όξινης βροχής μπορεί να βρίσκονται σε μια χώρα και οι αποδέκτες της σε μια άλλη. Η όξινη βροχή αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Άγγλο χημικό R. A. Smith κατά τη μελέτη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Manchester της Αγγλίας το 1852.

Η απόθεση οξέων ενέχει διάφορες επιβλαβείς επιπτώσεις, ιδιαίτερα όταν το pH πέφτει κάτω του 5,1 σε χειρσαία οικοσυστήματα και κάτω του 5,5 σε υδρόβια. Η όξινη βροχή είναι άμεσα τοξική για τα φυτά, έμμεσα αποδυναμώνει τους μηχανισμούς άμυνας απέναντι στις ξηρασίες, στους παγετούς, στα παράσιτα και στα έντομα. Ευθύνεται κατά ένα μέρος σε ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου, όπως βρογχίτιδα και άσθμα, που προκαλούν πρόωρο θάνατο. Η όξινη βροχή αποτελεί το μεγαλύτερο εχθρό των ιστορικών μνημείων, μαζί με το νέφος.

2.4.4 Η τρύπα του όζοντος

Χάρη στην εξέλιξη των φωτοσυνθετικών βακτηριδίων που παράγουν οξυγόνο, η γη διαθέτει ένα στρατοσφαιρικό αντηλιακό φίλτρο, το στρώμα του όζοντος, τουλάχιστον εδώ και 400 εκατομμύρια χρόνια (Tyler Miller G. Jr., 1999¹). Η ανάπτυξη της ζωής και η επέκτασή της στην ξηρά και σε στρώματα των υδροφόρων οικοσυστημάτων οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στην παρουσία του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Στη στρατόσφαιρα σε 20 – 30 χιλιόμετρα υψόμετρο από την επιφάνεια της γης, βρίσκεται το όζον που παίζει προστατευτικό ρόλο, λειτουργώντας ως προστατευτικό φίλτρο του πλανήτη απέναντι στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Το μοριακό οξυγόνο που υπάρχει στη στρατόσφαιρα, όταν βομβαρδιστεί με υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, διασπάται σε δύο ελεύθερα άτομα. Εάν ένα από αυτά ενωθεί με ένα μόριο οξυγόνου τότε προκύπτει το όζον, το οποίο είναι ασταθές. Το αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός ενός λεπτού υμένα προστατευτικού όζοντος σε εξαιρετικά χαμηλές περιεκτικότητες. Κατά αυτόν τον τρόπο στη διάρκεια των συνεχών χημικών μεταβολών, απορροφάται υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία, άρα στην επιφάνεια της γης οι ακτίνες του ήλιου φθάνουν φιλτραρισμένες.

Η έλλειψη της στοιβάδας του όζοντος θα προκαλούσε ιδιαίτερα σοβαρές συνέπειες, καθώς οι υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία και την παραγωγικότητα τόσο των χερσαίων όσο και των υδρόβιων οικοσυστημάτων.

Η ολοένα αυξανόμενη χρήση των ορυκτών καυσίμων σε συνεργασία με άλλα χημικά υλικά του τεχνολογικά αναπτυγμένου κόσμου όπως χλωροφθοράνθρακες (CFC) και ψυκτικά υγρά συντελούν στην καταστροφή του στρώματος όζοντος της ατμόσφαιρας. Η έκταση που έχει πάρει το πρόβλημα αυτό γίνεται αντιληπτό από τα ποσοστά μείωσης του στρώματος του όζοντος. Στη Βόρεια Ευρώπη έχει μειωθεί κατά 2,3%, στη Μεσόγειο κατά 3% την περίοδο 1979 – 1991. Εντονότερη δε παρατηρείται να είναι η μείωση κατά το χειμώνα και την άνοιξη. Στην Ανταρκτική η μείωση του όζοντος φθάνει το 40% στα έτη 1957 – 1991 (Δρακάτος Π. / Καλαβρουζιώτης Ι. Κ., 2002).

Πίνακας 2.3: Διαστάσεις ρύπανσης και επιπτώσεις της στο περιβάλλον (Δρακάτος Π. / Καλαβρουζιώτης Ι. Κ., 2002)

Διαστάσεις Ρύπανσης	Εκδήλωση ενδιαφέροντος	Επιπτώσεις
Παγκόσμιες	Καταστροφή όζοντος	Αύξηση μέσης θερμοκρασίας της γης
	Φαινόμενο του θερμοκηπίου	Αύξηση επικίνδυνων ακτινοβολιών Αλλοίωση οικοσυστημάτων
Διακρατικές	Όξινη βροχή, ρύπανση θαλασσών, ποταμών και λιμνών	Καταστροφή δασών και λιμνών, αλλοίωση
Περιφερειακές	Καπνομίχλες, φωτοχημικά νέφη	οικοσυστημάτων, κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Ορισμός και μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Ο όρος "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" χρησιμοποιείται για ροές ενέργειας οι οποίες ανανεώνονται με τον ίδιο ρυθμό με τον οποίο χρησιμοποιούνται (Sørensen B., 2000). Είναι δηλαδή οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται, αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια. (Λεξικό όρων: <http://www.spitia.gr/greek/greek.htm>). Πολλές φορές οι Α.Π.Ε. συναντώνται με τον όρο "ήπιες μορφές ενέργειας" καθώς είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που υπάρχουν είναι η ηλιακή ενέργεια, η αιολική, η υδροηλεκτρική (ή υδραυλική ή υδροδυναμική μεγάλης και μικρής κλίμακας), η γεωθερμική (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας)², η ενέργεια από βιομάζα (ξύλα, ενεργειοφυτείες, κατάλοιπα φυτικών προϊόντων, σκουπίδια), η ενέργεια των κυμάτων, η ενέργεια που προσλαμβάνεται από τη θερμότητα των ωκεανών και η παλιρροιακή ενέργεια.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προέρχονται από τις κοσμικές δυνάμεις με κυριότερες την ηλιακή ενέργεια και τη βαρύτητα π.χ. οι δυνάμεις της βαρύτητας μαζί με την ηλιακή ενέργεια δημιουργούν τον υδρολογικό κύκλο, δηλαδή την εξάτμιση του νερού, τις βροχοπτώσεις και τις παλίρροιες. Η περιστροφή της γης και η ηλιακή δημιουργούν τα θαλάσσια ρεύματα, τους ανέμους και τα κύματα. Η φωτοσύνθεση που πραγματοποιούν τα φυτά και αποτελούν τη βιομάζα οφείλεται στην ηλιακή ενέργεια (Κοδοσάκης, 1992).

Οι μορφές των Α.Π.Ε. μπορούν να καταταχθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους (Μπαρμπέ Φ.):

- Ενέργεια που προέρχεται από ανανέωση της θερμότητας:
 - ηλιακή ενέργεια (ηλιακή θερμότητα)
 - γεωθερμική ενέργεια (θερμότητα της γης)
 - θερμική βαθμίδωση των ωκεανών (θερμότητα των ωκεανών)
- Ενέργεια που προέρχεται από ανανέωση της κίνησης:
 - αιολική ενέργεια (κίνηση των ανέμων)
 - παλιρροιακή ενέργεια και ενέργεια των κυμάτων (κίνηση των ωκεανών)
 - υδραυλική ενέργεια (κίνηση των ποταμών)
- Ενέργεια που προέρχεται από ανανέωση της ύλης:
 - βιομάζα (γεωργικές ύλες)

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (ΔΟΕ) κατατάσσει τις τεχνολογίες των Α.Π.Ε. σε τέσσερις κατηγορίες (Κοδοσάκης, 1992):

- Τις βιώσιμες τεχνολογίες, δηλαδή αυτές που είναι ήδη σήμερα ανταγωνιστικές, π.χ. αιολικά συστήματα μικρού και μεγάλου μεγέθους, θέρμανση νερού με ηλιακούς συλλέκτες.
- Τις βιώσιμες τεχνολογίες με κίνητρα, π.χ. μεγάλες ανεμογεννήτριες
- Υπό ανάπτυξη τεχνολογίες, π.χ. τεχνολογία παραγωγής αιθανόλης
- Τις μελλοντικές, π.χ. παραγωγή υδρογόνου από ηλιακή ενέργεια.

² Πολλοί επιστήμονες δεν συνηθίζουν να κατατάσσουν την γεωθερμική ενέργεια στις ανανεώσιμες. Γενικότερα όμως περιλαμβάνεται στις μορφές ανανεώσιμης ενέργειας λόγω της ηπιότητας που παρουσιάζει απέναντι στο περιβάλλον.

Οι δυνατότητες ανάπτυξης που παρουσιάζουν οι διάφορες μορφές των Α.Π.Ε. είναι άλλοτε μεγάλης και άλλοτε μικρής κλίμακας.

Πίνακας 3.1: Μορφές Α.Π.Ε. σε εφαρμογές μεγάλης και μικρής κλίμακας (Σωτηρόπουλος Βλ. Α., 2002)

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
Μεγάλη κλίμακα	Μικρή κλίμακα	
Κεντρική παραγωγή ηλ/σμού	Αιολική	
Κεντρική παραγωγή ηλ/σμού	Υδροηλεκτρική	τοπική παραγωγή ηλ/σμού
	Φωτοβολταϊκά	τοπική παραγωγή ηλ/σμού
Κεντρική παραγωγή ηλ/σμού	Γεωθερμία	τοπική παραγωγή θερμότητας
	Βιομάζα	τοπική συμπαραγωγή
	Ηλιακή	θερμό νερό χρήσης

3.2 Η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ως απάντηση του αυξανόμενου ενδιαφέροντος για την αλλαγή κλίματος, την απόθεση οξέων, τη ρύπανση του αέρα στις αστικές περιοχές, του φόβου για πυρηνικές καταστροφές ανάλογες της δεκαετίας του '80 και του ενδιαφέροντος για ασφαλείς και οικονομικά ανεκτές προμήθειες ενέργειας για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, τα τελευταία χρόνια άρχισε να δίνεται προσοχή στην ανάπτυξη και χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Δύο παγκόσμια γεγονότα, η πετρελαϊκή κρίση στη δεκαετία του '70 και η εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου στη δεκαετία του '80 ευθύνονται κατά κύριο λόγο για την αλλαγή στις αντιλήψεις σχετικά με την ενέργεια. Καθώς λοιπόν η συνεχής εκμετάλλευση των ορυκτών καυσίμων προκαλεί τα γνωστά περιβαλλοντικά προβλήματα της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, που απειλούν την ποιότητα ζωής του ανθρώπου, αν όχι την ίδια του την ύπαρξη στο μέλλον, η στροφή προς πιο φιλικές πηγές ενέργειας κρίνεται συνεπώς επιτακτική.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζονται πλέον ως μια αποτελεσματική εναλλακτική λύση των ορυκτών καυσίμων ώστε να προληφθεί η εξάντληση των αποθεμάτων και να μειωθεί η ρύπανση του αέρα. Συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με τη δημοσίευση της Λευκής Βίβλου για τις Α.Π.Ε. έθεσε ως στόχο τον διπλασιασμό της συνεισφοράς των Α.Π.Ε. μέχρι το 2010. Ένας στόχος που χαρακτηρίστηκε ως αισιόδοξος αλλά ρεαλιστικός (Ζερβός Αρ., 1998).

Σύμφωνα με τη Λευκή Βίβλο, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα θα καταβάλλει κάθε προσπάθεια να εκμεταλλευθεί το δυναμικό των Α.Π.Ε. Οι πηγές αυτές θα αποτελέσουν μακροπρόθεσμα τα κύρια διαρκή αποθέματα ενέργειας (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1996). Μια εκτίμηση για την πιθανή συνεισφορά των Α.Π.Ε. καταλήγει στο συμπέρασμα ότι, δίνοντάς τους την επαρκή υποστήριξη, οι τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μπορούσαν να αντεπεξέλθουν στην αυξανόμενη ζήτηση σε τιμές χαμηλότερες από αυτές των συμβατικών καυσίμων. Η ανάπτυξη των Α.Π.Ε. τα τελευταία χρόνια έχει ωφεληθεί από την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών, της βιοτεχνολογίας, της επιστήμης των υλικών και της ανάπτυξης άλλων τομέων ενέργειας (Johansson Th. B.). Στα μέσα του εικοστού πρώτου αιώνα, οι Α.Π.Ε. θα καλύπτουν τα 3/5 της παγκόσμιας αγοράς ηλεκτρισμού και τα 2/5 των καυσίμων που ζητούνται για άμεση χρήση. Επιπλέον με τη χρήση των Α.Π.Ε. υπολογίζεται ότι στο έτος 2050 η παγκόσμια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα θα έχει μειωθεί κατά 75% των επιπέδων του 1985 (Yoichi Kaya & Keiichi Yokobori).

3.3 Η πορεία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Δεν είναι εύκολο να υπολογιστεί η ακριβής περίοδος κατά την οποία το ενδιαφέρον για την “παγίδευση” και χρήση των φυσικών δυνάμεων άρχισε. Οι φυσικές δυνάμεις, όπως η ηλιακή θερμότητα, η δύναμη του αέρα, οι δυνάμεις της παλίρροιας και των κυμάτων ήταν γνωστές από τα πρώτα χρόνια της ιστορίας της ανθρωπότητας είτε για τη χρήσιμη, είτε για την καταστροφική τους δύναμη (Delyannis E. & Belessiotis V., 1996). Η χρήση των Α.Π.Ε. στη χώρα μας, όπως άλλωστε και στον υπόλοιπο κόσμο, δεν είναι συνεπώς κάτι καινούργιο.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος αποτελούν την παλαιότερη ίσως μορφή ενέργειας στον πλανήτη μας. Από την αρχαιότητα η ενέργεια του ήλιου παρείχε ζεστασιά, τροφή και φαγητό σε όλη την ανθρωπότητα. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιούνταν ως κινητήρια δύναμη των πλοίων της εποχής και των ανεμόμυλων, για την άντληση νερού. Η υδροηλεκτρική ενέργεια έβρισκε εφαρμογή στην κίνηση των μύλων της εποχής. Ακόμη και η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιούνταν για τη θέρμανση των χώρων, όπως άλλωστε και η βιομάζα (καύση ξύλου) (Η αγορά ενέργειας στην Ελλάδα ICAP / Δήλος: http://www.energia.gr/Meleti_icap/kef7.pdf).

Η ανάπτυξη όμως της ανθρωπότητας και η τεράστια ενεργειακή ζήτηση από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση τον 19^ο αιώνα, παράλληλα με τη βελτίωση και επέκταση των συμβατικών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ατόνησαν το ενδιαφέρον για τις Α.Π.Ε. Σιγά σιγά οι χώρες πέρασαν στη χρήση των ορυκτών καυσίμων (λιθάνθρακα και πετρελαίου), με αποτέλεσμα από την πλήρη ενεργειακή αυτάρκεια που επικρατούσε μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, να φτάσουν σήμερα σε μεγάλο βαθμό εξάρτησης.

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.

Το σημαντικότερο από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι φυσικά η ελάχιστη έως μηδενική εκπομπή ρύπων (κυρίως CO₂). Ελαχιστοποιείται επίσης η εκπομπή άλλων ρύπων όπως (NO_x, SO_x), ενώ μειώνεται η παραγωγή παραπροϊόντων και ρύπων εδάφους και υδάτων που επικάθονται στο έδαφος ή εισχωρούν στους υδροφόρους ορίζοντες, χωρίς να είναι δυνατόν να διασπασθούν βιολογικά πριν το πέρασμα κάποιων δεκαετιών. Η απειλή της παγκόσμια αύξησης της θερμοκρασίας συνεπώς ελαχιστοποιείται (Τατσιόπουλος Η., Τόλης Αθ., 2002).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προωθούν τη οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη και συνοχή (European Commission, 1994). Η παραγωγή των Α.Π.Ε. και κυρίως της βιομάζας, μπορεί να παρέχει ευκαιρίες εργασίας κυρίως σε αγροτικές περιοχές, οι οποίες γενικά δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένες. Συμβάλλουν δηλαδή και στην περιφερειακή ανάπτυξη. Η δημιουργία θέσεων απασχόλησης αναμένεται να είναι σημαντική. Η εφαρμογή των Α.Π.Ε. έχει πέντε φορές μεγαλύτερη επίδραση στην απασχόληση από ότι η αντίστοιχη ανάπτυξη συμβατικών καυσίμων (Σημαντώνη Μ., 1998).

Οι Α.Π.Ε. μπορεί να μη συνεισφέρουν ακόμη πολύ σε μεγάλα διασυνδεδεμένα συστήματα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγάλης όμως σημασίας σε απομονωμένους και μακρινούς τόπους για τοπικές εφαρμογές, όπως θέρμανση, ψύξη, άντληση και αφαλάτωση νερού, γεωργικές εφαρμογές. Η σημασία αυτών των εφαρμογών για τον ελλαδικό χώρο με τα πολλά νησιά και τους πολλούς ορεινούς όγκους είναι προφανής. Μπορούν να βοηθήσουν και στην ανάπτυξη των αναπτυσσόμενων περιοχών, ώστε αυτές να μην εξαρτώνται από τρίτες χώρες στις εισαγωγές συμβατικών καυσίμων.

Μετά από έρευνες έχει προκύψει ότι το κύριο εμπόδιο των Α.Π.Ε. είναι ο ρυθμός απόδοσης του επενδυμένου κόστους. Το αρχικό κόστος καταβάλλεται σε μικρό χρονικό διάστημα, αλλά επιστρέφεται μακροπρόθεσμα. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να επιτευχθεί μια

μεγαλύτερη χρήση αυτών των ενεργειακών πηγών, ώστε να μειωθεί το κόστος εγκατάστασής τους (Cosmi C., Macchiato M., Mangiamale L., Marmo G., Pietrapertosa F., Salvia M., 2003). Η πυκνότητά τους είναι γενικά μικρή και απαιτούν συνήθως σημαντικές εκτάσεις για την παραγωγή και τη μετατροπή τους. Πολλές φορές η περιοχή που είναι κατάλληλη για την εγκατάστασή τους ώστε να δίνει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα βρίσκεται μακριά από τον τόπο που θα εξυπηρετούσε τον καταναλωτή με αποτέλεσμα πολλές φορές να αυξάνεται το κόστος (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.).

Οι Α.Π.Ε. δεν έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν συνεχή ποσά ηλεκτρικής ενέργειας όπως τα συμβατικά καύσιμα, καθώς εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες που υπάρχουν στην περιοχή στην οποία είναι εγκατεστημένες.

3.5 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρώπη

Το 80% των κατοίκων της Ευρώπης ζουν σε πόλεις και μόνο για την κάλυψη των αναγκών τους για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης χρειάζεται περίπου το 30% της παραγόμενης ενέργειας, ποσοστό που συμβάλλει στην παραγωγή του 40% του διοξειδίου του άνθρακα, που εκλύεται στην ατμόσφαιρα.

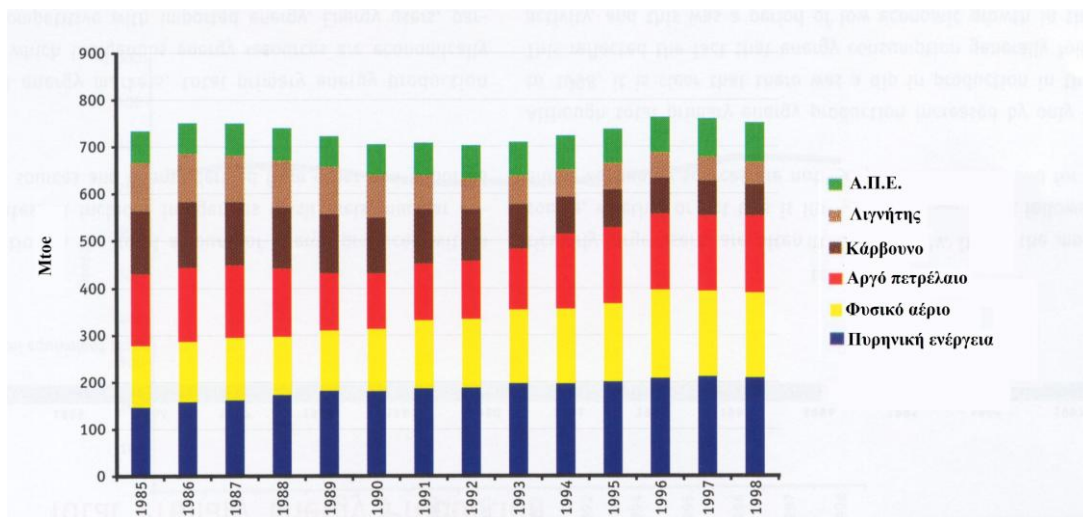
Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στα τέλη του 1989 συνόψισε στις παρακάτω δύο κατηγορίες, τα πλέον πιεστικά περιβαλλοντικά προβλήματα, τα οποία σχετίζονται άμεσα με τις λειτουργίες του ενεργειακού τομέα (Γκούμας Θ. & Καραλής Γ., 1993):

- Ρύπανση της ατμόσφαιρας λόγω εκπομπών SO_2 και NO_x
- Εκπομπές CO_2 και "θερμοκηπιακές" συνέπειες.

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα συγκεκριμένα προβλήματα κρίθηκε επιτακτικός ο περιορισμός της ενεργειακής κατανάλωσης, μέσω της χρήσης νέων ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών.

Το Νοέμβριο του 1997 η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε τη Λευκή Βίβλο για τις Α.Π.Ε., στην οποία καθορίζεται μια κοινή στρατηγική και ένα κοινό σχέδιο δράσης των κρατών μελών της Ένωσης με στόχο την αύξηση του μεριδίου των Α.Π.Ε. στη συνολική κατανάλωση της Ένωσης (Μητούλα Ρ., 2003).

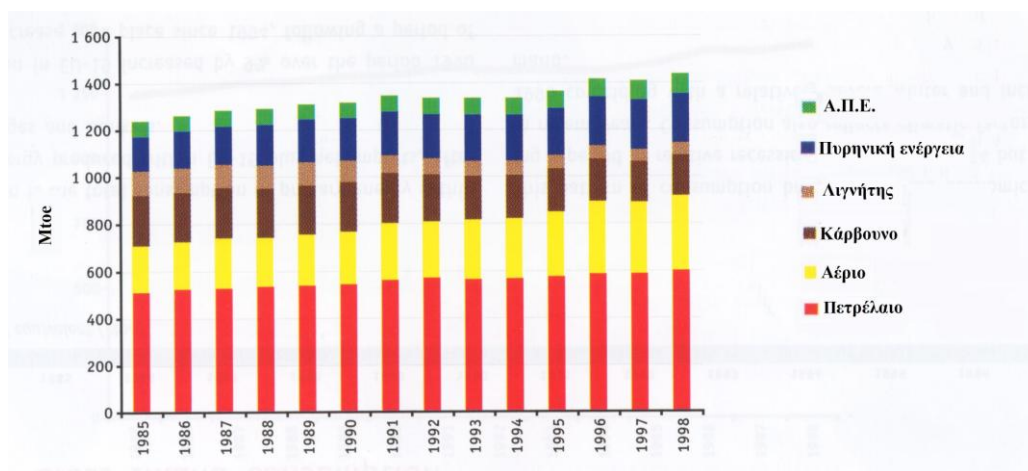
Η ανάγκη για μείωση εκπομπής των επικίνδυνων αερίων οδήγησε την Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 στη μείωση της παραγωγής κάρβουνου και λιγνίτη τα τελευταία χρόνια, απεικονίζοντας συνεπώς και μειωμένη βιομηχανική ζήτηση, αλλαγή χρήσης καυσίμου (κυρίως για χάρη χρήσης φυσικού αερίου) και αύξησης εισαγωγών φθηνότερων στερεών καυσίμων. Αντιθέτως η χρήση του αργού πετρελαίου και του φυσικού αερίου αυξήθηκε, απεικονίζοντας αύξηση της παραγόμενης και της ζητούμενης ποσότητας (Σχήμα 3.1).



Σχήμα 3.1: Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας³,
ανά καύσιμο (Eurostat & European Commission, 2001)

Η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξήθηκε επίσης, κυρίως τα τελευταία τέσσερα χρόνια, αλλά παραμένει χαμηλή (11% του συνόλου) συγκρινόμενη με τα ποσοστά των άλλων πηγών ενέργειας.

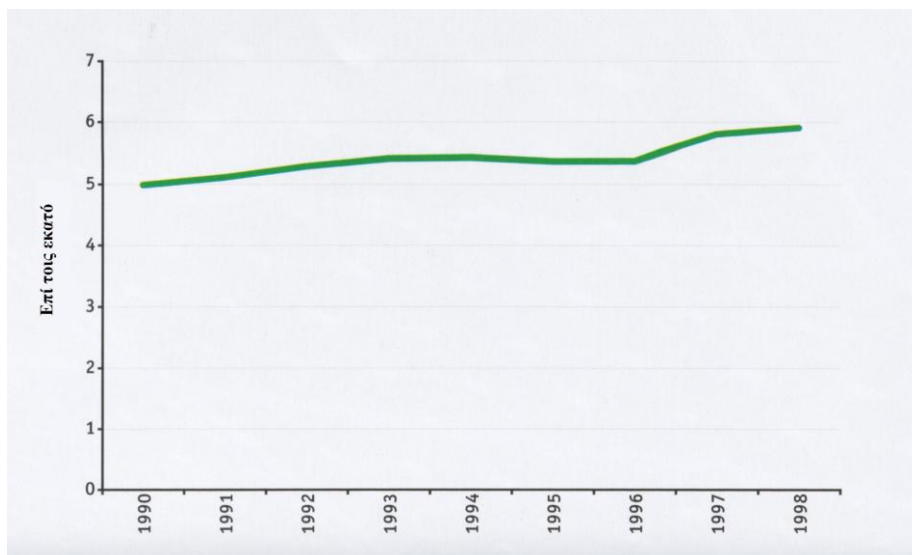
Ανάλογα και η ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξήθηκε στο 29%, αλλά το μερίδιό τους στη συνολική αύξηση της κατανάλωσης σε όλα τα καύσιμα είναι μόλις 1% (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2: Ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση,
ανά καύσιμο (Eurostat & European Commission, 2001)

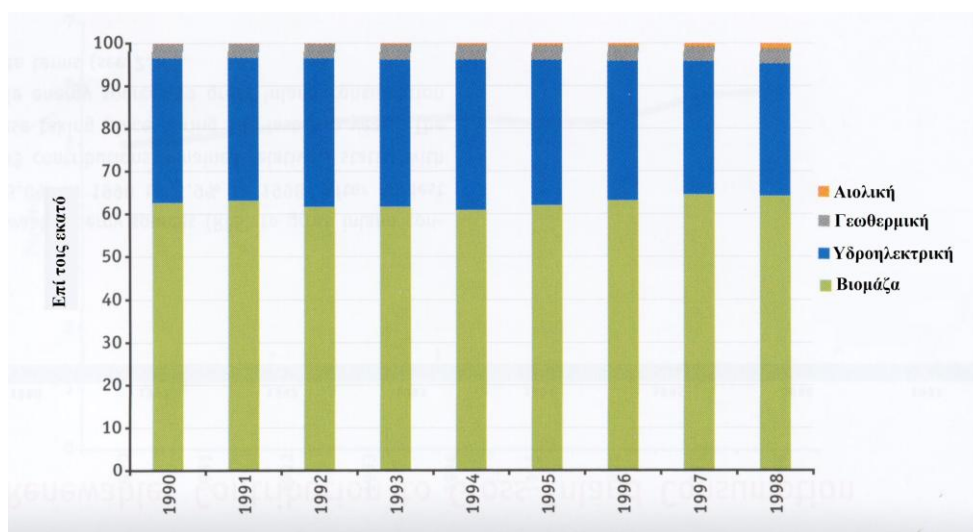
Η συνεισφορά των Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση κατά την περίοδο 1990 – 1998 παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.3.

³ Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας: Η συνολική ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας



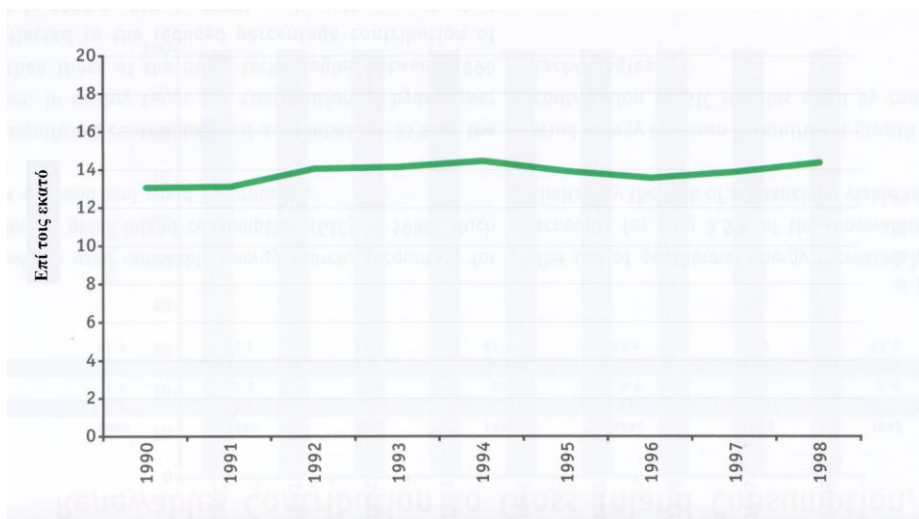
Σχήμα 3.3: Συνεισφορά Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση 1990 – 1998 (Eurostat & European Commission, 2001)

Από το 5,0% το 1990 η συνεισφορά τους αυξήθηκε στο 5,9% το 1998. Πιο αναλυτικά κατά ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, στο Σχήμα 3.4 παρατηρείται ότι η ενέργεια από βιομάζα είναι ο κυριότερος συνεισφέρων στην κατανάλωση με ποσοστό 64%, ενώ ακολουθεί η υδροηλεκτρική ενέργεια με 31% (έναντι 34% το 1990).



Σχήμα 3.4: Συνεισφορά στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση 1990 – 1998 κατά Α.Π.Ε. (Eurostat & European Commission, 2001)

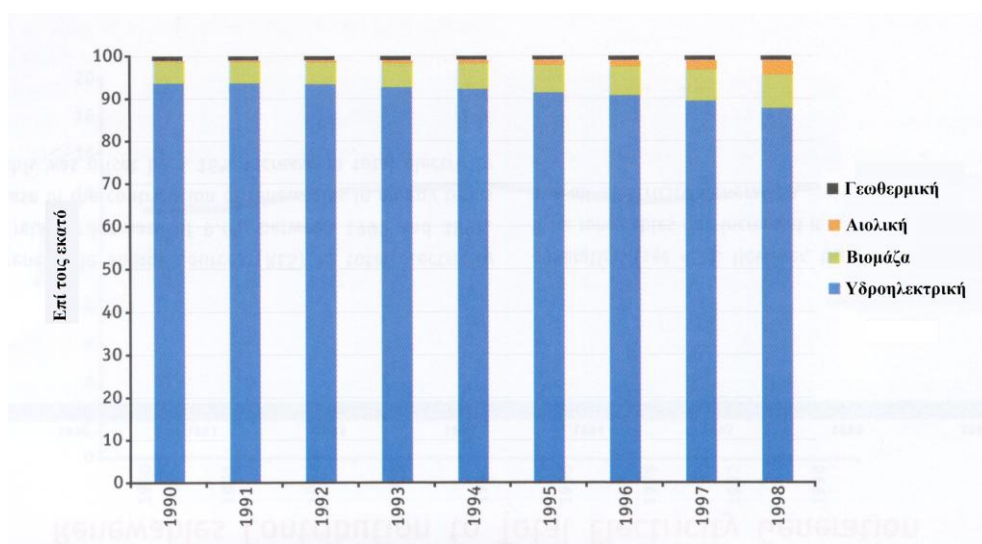
Καθώς μια από τις κυριότερες εφαρμογές των Α.Π.Ε. είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η συνεισφορά τους στον ενεργειακό αυτό τομέα παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.5.



Σχήμα 3.5: Συνεισφορά των Α.Π.Ε. στη συνολική παραγωγή ενέργειας κατά την περίοδο 1990 – 1998 (Eurostat & European Commission, 2001)

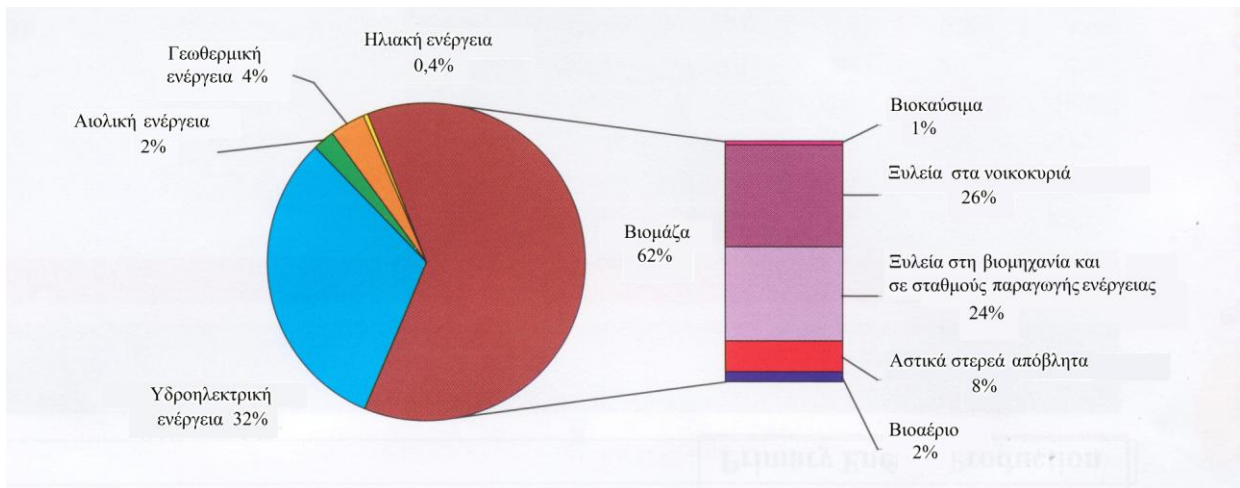
Μεταξύ των ετών 1990 και 1998 εντοπίζεται μια σχετική αύξηση της τάξης του 9,6% στη συνεισφορά των Α.Π.Ε. στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα τελευταία δύο χρόνια (1997 και 1998) σύμφωνα με το Σχήμα 3.5, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις πηγές αυτές αυξήθηκε πιο ραγδαία.

Στην Ευρώπη η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ως επί το πλείστον από την υδροηλεκτρική ενέργεια σε ποσοστό 87%, ακολουθεί η παραγωγή από βιομάζα, από τον άνεμο και τέλος από τη γεωθερμία, ενώ δεν εμφανίζεται παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο (Σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6: Συνεισφορά στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά την περίοδο 1990 – 1998 κατά πηγή ενέργειας (Eurostat & European Commission, 2001)

Στο παρακάτω Σχήμα παρουσιάζονται όλες οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα ποσοστά που κατέχουν στην πρωτογενή παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη των 15 κατά το έτος 2000. Η βιομάζα κυριαρχεί σε ποσοστό 62%, ενώ το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας φθάνει μόλις το 0,4%.



Σχήμα 3.7: Ευρώπη των 15, πρωτογενής παραγωγή ενέργειας το έτος 2000 (Eurostat, 2002)

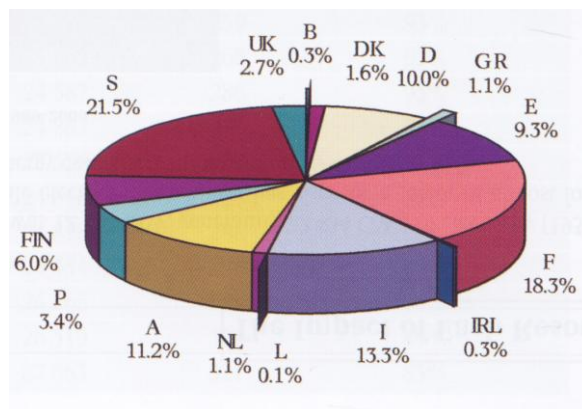
Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά ανανεώσιμη παραγωγή ενέργειας το έτος 2000 παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.8.



Σχήμα 3.8: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2000 κατά μορφή Α.Π.Ε. (Eurostat, 2002)

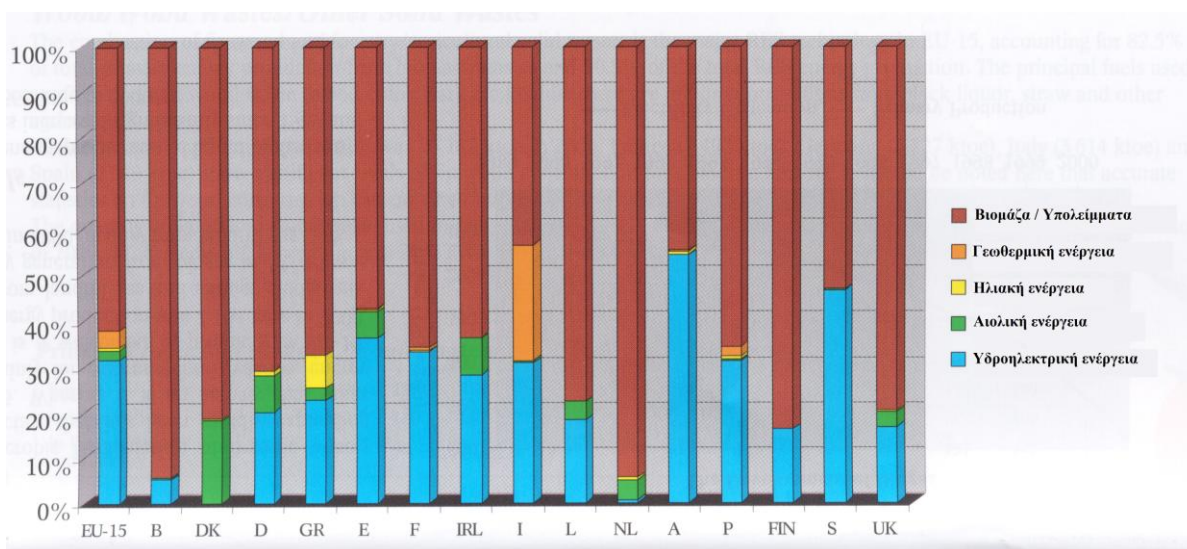
Σε σύγκριση με το 1998, το ποσοστό της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έπεσε από το 87% στο 82,6%, ενώ πρωτοεμφανίζεται κι ένα πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 0,02% από φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Η συνεισφορά των χωρών – μελών της Ε.Ε. στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.9. Παρατηρείται ότι η Ελλάδα (GR) κατέχει μόλις το 1,1% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση Α.Π.Ε., ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό (21,5%) το κατέχει η Ισπανία (S).



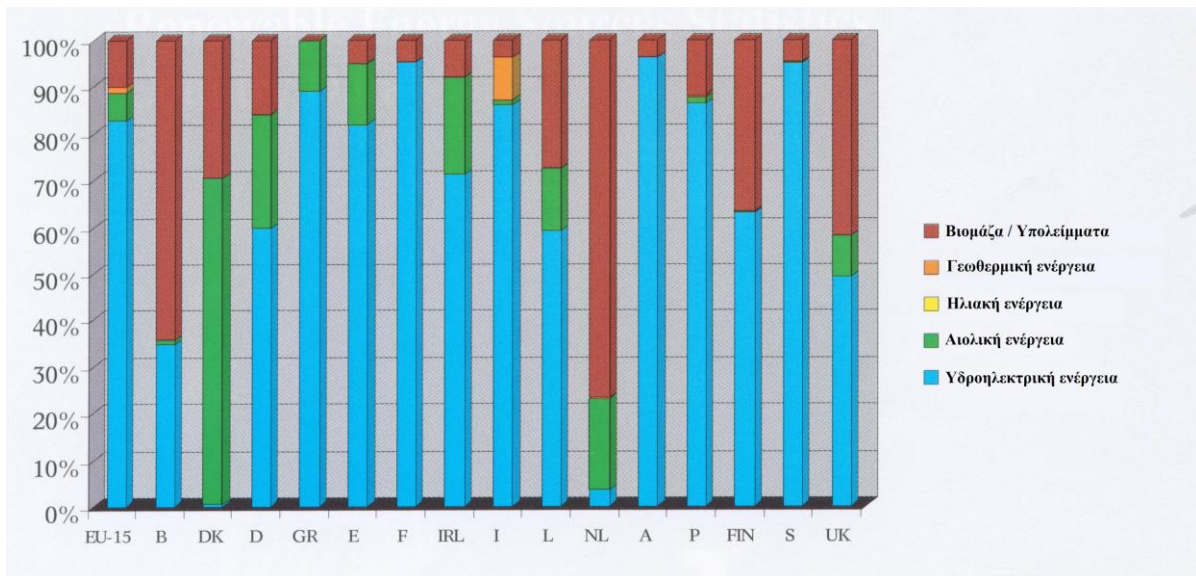
Σχήμα 3.9: Συνεισφορά των Α.Π.Ε. των χωρών – μελών της Ε.Ε. των 15 στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Eurostat, 2002)

Στα Σχήματα 3.10 και 3.11 παρουσιάζονται τα ποσοστά που κατέχει η κάθε χώρα μέλος της Ε.Ε. τόσο στην πρωτογενή παραγωγή ενέργειας, όσο και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση των Α.Π.Ε.



Σχήμα 3.10: Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας κατά πηγή το 2000 σε κάθε χώρα – μέλος (Eurostat, 2002)

Η ενέργεια από βιομάζα φαίνεται να επικρατεί σχεδόν σε όλα τα κράτη, ενώ ακολουθεί η υδροηλεκτρική μαζί με την αιολική. Στην Ελλάδα η πρωτογενής παραγωγή ενέργειας προέρχεται από τη βιομάζα, στη συνέχεια ακολουθεί η υδροηλεκτρική ενέργεια, ενώ υπάρχει και παραγωγή από ηλιακή ενέργεια. Η Ελλάδα, όπως φαίνεται από το Σχήμα 3.11 είναι από τις λίγες χώρες της Ε.Ε. που διαθέτουν πρωτογενή παραγωγή ενέργειας προερχόμενη από ηλιακή ενέργεια.



Σχήμα 3.11: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά πηγή το 2000 σε κάθε χώρα – μέλος (Eurostat, 2002)

Σε αντίθεση με την πρωτογενή παραγωγή ενέργειας, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υπερισχύει η υδροηλεκτρική ενέργεια, με εξαίρεση τη Δανία (υπερισχύει η αιολική ενέργεια) και την Ολλανδία (υπερισχύει η βιομάζα). Στην Ελλάδα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ως επί το πλείστον από την υδροηλεκτρική ενέργεια, ακολουθεί η αιολική και σε πολύ μικρό ποσοστό η ενέργεια από βιομάζα. Είναι χαρακτηριστικό ότι σχεδόν σε καμία χώρα δεν παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα από την ηλιακή ενέργεια. Τέλος στην περίπτωση της Ιταλίας ένα ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τη γεωθερμική ενέργεια.

3.6 Οι Α.Π.Ε. στην Ελλάδα

Η Ελλάδα, στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μπορεί να θεωρηθεί χώρα ιδιαίτερος ευνοημένη από τη φύση. Το κλίμα είναι μεσογειακό, με πολλές ημέρες ηλιοφάνειας και οι άνεμοι που επικρατούν, ιδίως στα νησιά του Αιγαίου, έχουν και διάρκεια και ένταση. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους σε πολλά σημεία της ενδοχώρας, κυρίως στη Δυτική Ελλάδα, υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες, που ευνοούν τη δημιουργία μικρών αλλά και μεγάλων φραγμάτων, τα οποία μέσω των υδάτινων ταμιευτήρων που δημιουργούν, επιτρέπουν την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω των υδατοπτώσεων. Παράλληλα η Ελλάδα ως χώρα κυρίως γεωργική, διαθέτει αρκετά αποθέματα βιομάζας κατάλληλα για την παραγωγή ενέργειας. Επιπλέον είναι προικισμένη και με την ενέργεια του υπεδάφους, τη γεωθερμία, εφόσον σε πολλές περιοχές της χώρας υπάρχουν εξακριβωμένα πεδία υψηλής αλλά και χαμηλής ενθαλπίας.

Η συμμετοχή του τομέα των ανανεώσιμων πηγών (ηλιακή, αιολική, βιομάζα, μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί και γεωθερμική ενέργεια) στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας ανέρχεται γύρω στο 4% της συνολικής ζήτησης. Υπάρχει άρα, σημαντικό πεδίο ανάπτυξης σε όλους τους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της Ελλάδας. Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζεται σε κτοε η συμμετοχή των διαφόρων μορφών Α.Π.Ε. στη Ελλάδα για το έτος 1998.

Πίνακας 3.2: Η συμμετοχή των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα (Η αγορά ενέργειας στην Ελλάδα ICAP / Δήλος: http://www.energia.gr/Meleti_icap/kef1.pdf)

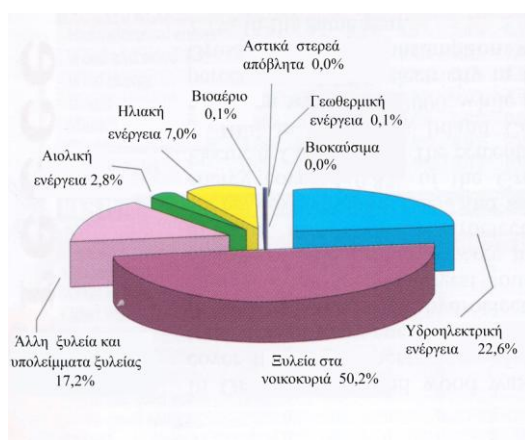
Παραγωγή Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, 1998 Production of Energy from Renewable Energy Sources, 1998	
Πηγή/Source	ktoe
Βιομάζα/Biomass	907.000
Αιολική/Wind	6.300
Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (<10MW) Small Hydro plants	12.500
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Έργα* (> 10MW) Large Hydro plants*	308.500
Φωτοβολταϊκά/Photovoltaics**	0.013
Ηλιακή Θερμικά/Solar thermal	119.000
Γεωθερμική Ενέργεια/Geothermal energy***	2.500
Σύνολο/Total	1,355.813

*Δεν περιλαμβάνεται παραγωγή μέσω άντλησης, 11,7 ktoe

**Διασυνδεδεμένο σύστημα και αυτόματα συστήματα των νησιών

***Περιοχές με νόμιμες άδειες

Στο Σχήμα 3.12 δίνεται η πρωτογενής παραγωγή ενέργειας που προέρχεται από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κατά το έτος 2000.



Σχήμα 3.12: Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας κατά πηγή το 2000 στην Ελλάδα με χρήση των Α.Π.Ε. (Eurostat, 2002)

Το μεγαλύτερο ποσοστό το κατέχει η ενέργεια που προέρχεται από τη χρήση ξύλου στα νοικοκυριά (50,2%), ενώ ακολουθεί με ποσοστό 22,6% η υδροηλεκτρική ενέργεια. Η αιολική ενέργεια κατέχει το 2,8%, η ηλιακή το 7%, ενώ η γεωθερμική μόλις το 0,1%.

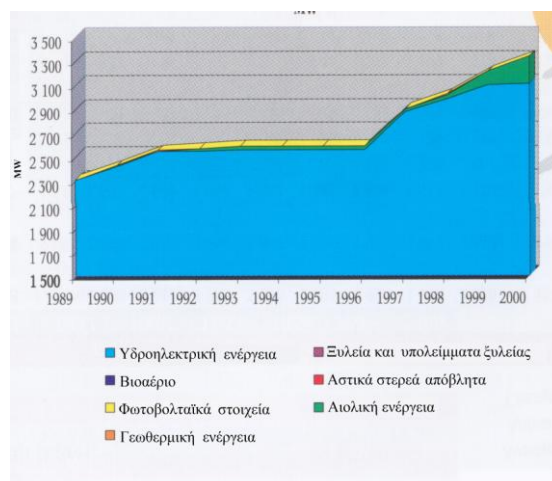
Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα ετήσια ποσοστά παραγωγής ενέργειας από τις Α.Π.Ε. από το 1989 έως το 2000 (δίνεται και η ποσοστιαία μεταβολή κατά τα έτη 1995 – 2000).

Πίνακας 3.3: Ετήσια ποσοστά παραγωγής ενέργειας από τις Α.Π.Ε. (Eurostat, 2002)

Μέση ετήσια αλλαγή													
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	95-00
Υδροηλεκτρική ενέργεια	163	152	266	189	196	223	303	374	334	320	416	318	1%
Ξυλεία στα νοικοκυριά	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	0%
Άλλη ξυλεία και υπολείμματα ξυλείας	183	191	195	196	197	191	195	206	208	205	209	241	4%
Αιολική ενέργεια	0	0	0	1	4	3	3	3	3	6	14	39	68%
Ηλιακή ενέργεια	51	57	63	70	75	79	82	86	89	93	97	99	4%
Βιοαέριο	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*
Αστικά στερεά απόβλητα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*
Γεωθερμική ενέργεια	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	2	2	*
Βιοκαύσιμα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*
Σύνολο	1102	1104	1230	1161	1178	1203	1289	1374	1339	1329	1442	1403	2%

*: όχι διαθέσιμη

Παρατηρείται ότι τη μεγαλύτερη μεταβολή παρουσίασε η αιολική ενέργεια σε ποσοστό 68%. Η μεταβολή αυτή μπορεί να διακριθεί και στο παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα 3.13: Εγκαταστημένη ισχύς των Α.Π.Ε. από το 1989 – 2000 (Eurostat, 2002)

Από το Σχήμα 3.13 παρατηρείται ότι τα τελευταία χρόνια 1997 – 2000, οι εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας αυξήθηκαν ραγδαία στην Ελλάδα, ενώ παρουσιάζεται για ακόμη μια φορά η επικράτηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας έναντι των άλλων πηγών ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.1 Ορισμός και μορφές της ηλιακής ενέργειας

Σύμφωνα με την τεχνική χρήση του όρου, ηλιακή ενέργεια είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που παράγεται στον ήλιο και εκπέμπεται σε 149.637.000 χλμ., με ταχύτητα 299.274 χλμ. το δευτερόλεπτο, προς τη γη (Ewers W. L., 1977).

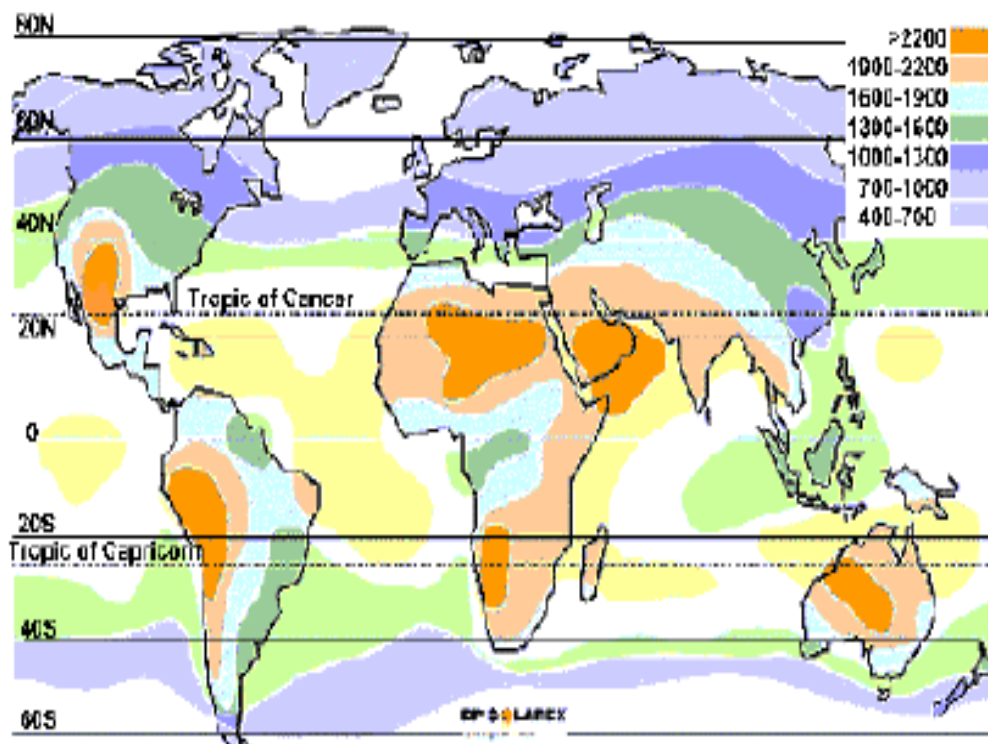
Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η παλαιότερη μορφή ενέργειας, η πρώτη φυσική δύναμη που χρησιμοποίησε η ανθρωπότητα. Η παλαιότερη γνωστή μεγάλης κλίμακας συσκευή που σχετίζεται με την ηλιακή ενέργεια, είναι η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για τον εμπρησμό του Ρωμαϊκού στόλου στις ακτές των Συρακουσών από τον Αρχιμήδη, τον Έλληνα μαθηματικό και φιλόσοφο (287 – 212 π.Χ.). Ο Αρχιμήδης χρησιμοποίησε επίπεδα κάτοπτρα για να συγκεντρώσει τις ακτίνες του ήλιου σε ένα κοινό σημείο πάνω στα πλοία. Το πείραμά του απέδειξε ότι η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να είναι πηγή μεγάλης θερμότητας και ενέργειας. Το 1615 μ.Χ. εφευρέθηκε η πρώτη ηλιακή αντλία, από το Γάλλο Solomon de Caux (Delyannis E. & Belessiotis V., 1996). Επόμενη σημαντική ανακάλυψη για την ηλιακή ενέργεια ήταν η ανακάλυψη της βάσης των ηλιακών κυψελών το 1839, στη Γαλλία, από τον A. C. Becquerel (1788 - 1878), ο οποίος εξήγησε και το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Παρατήρησε ότι αν φωτιστούν υπό ειδικές συνθήκες δύο ηλεκτρόδια, παράγεται μεταξύ τους μια ηλεκτροκινητική δύναμη. Στη συνέχεια, ο Verner von Siemens, ο ιδρυτής της εταιρείας Siemens, αντιλήφθηκε τη σημασία του φαινομένου που είχε επισημάνει ο Becquerel και παρακίνησε την επιστημονική κοινότητα να μελετήσει τις εφαρμογές του. Η πρώτη θεωρητική επεξήγηση του φαινομένου αυτού διατυπώθηκε από τον Άλμπερτ Αϊνστάιν το 1905. Το 1921 πήρε το βραβείο Νομπέλ Φυσικής ακριβώς για τη μελέτη του φωτοηλεκτρισμού. Το πυρίτιο, το υλικό που χρησιμοποιήθηκε στα φωτοβολταϊκά συστήματα, μελετήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1950 από τους Κάλβιν Φούλερ και Τζέραλντ Πίρσον, των Εργαστηρίων Bell (Focus, 2004).

Μέσα από το πέρασμα των αιώνων, από τις έρευνες και τις ανακαλύψεις που έγιναν, παρατηρείται ότι η ανθρωπότητα αναγνωρίζει τη μεγάλη σημασία της ηλιακής ενέργειας. Ο ήλιος παρέχει, άμεσα και έμμεσα, κυριολεκτικά, όλη την ενέργεια που χρησιμοποιείται στον πλανήτη. Όλες οι μορφές της ζωής βασίζονται στον ήλιο και στις ακτίνες του. Ο ήλιος επηρεάζει τις κλιματικές αλλαγές και τα ρεύματα των ωκεανών, ενώ με τον ήλιο το νερό εξατμίζεται και επιστρέφει στη γη με τη μορφή της βροχής. Εκατομμύρια χρόνια πριν, χημικές αντιδράσεις που έγιναν με την επίδραση της ηλιακής ενέργειας σχημάτισαν το ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα. Χωρίς αυτή τη διαδικασία δεν θα υπήρχε συνεπώς το κάρβουνο, το φυσικό αέριο ή το πετρέλαιο. Χαρακτηριστικό είναι ότι η ηλιακή ενέργεια που απορροφάται από τη γη και την ατμόσφαιρά της σε ένα χρόνο, είναι 10 – 15 φορές περισσότερη από την ενέργεια που περιέχεται σε όλα τα ορυκτά καύσιμα στο υπέδαφος της γης (Greenpeace, 1994).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από τον ήλιο. Κατά αυτό τον τρόπο η υδροηλεκτρική ενέργεια, η αιολική αλλά και η ενέργεια από βιομάζα υφίστανται εξαιτίας του ήλιου.

Η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις τήξης που συμβαίνουν στον ήλιο (σημαντικό είναι το γεγονός ότι όλα τα χημικά και ραδιενεργά παραπροϊόντα των αντιδράσεων μένουν στον ήλιο). Κάθε δευτερόλεπτο 4 εκατομμύρια τόνοι υδρογόνου (ύλης) μετατρέπονται σε ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια που φθάνει στη γη

είναι ακτινοβόλος ενέργεια, που εκτείνεται από την υπεριώδη ακτινοβολία, η οποία κατά κύριο λόγο ανακλάται από το όζον της στρατόσφαιρας, μέχρι ορατή ακτινοβολία και υπέρυθρη. Η συνολική ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που φθάνει στη γη είναι πάνω από κάθε προσδοκία. Εάν λιγότερο από το ένα δέκατο του 1% της επιφάνειας της γης αφιερωνόταν στη συλλογή ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες για ηλεκτρισμό ολόκληρου του πλανήτη.



Εικόνα 4.1: Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία kWh/m^2

Η διάρκεια της ηλιακής ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της ημέρας, του χρόνου και του τόπου, λόγω της τροχιάς της γης γύρω από τον ήλιο. Επομένως, η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια εξαρτάται από τον συγκεκριμένο τόπο και μεταβάλλεται στη διάρκεια του χρόνου, ενώ επηρεάζεται και από τις καιρικές συνθήκες. Οι πιο ευνοϊκές περιοχές από την άποψη της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η ηλιακή ζώνη πάνω και κάτω από τον ισημερινό στα δύο ημισφαίρια που παρουσιάζεται η μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού. Περιοχή με πολύ καλές συνθήκες ηλιακής ακτινοβολίας είναι οι χώρες της Μεσογείου. Στα νότια της Ελλάδας η συνολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντια επιφάνεια ξεπερνά τις 1.700 kWh/m^2 το χρόνο, ενώ η Ρόδος, γνωστή και από τη μυθολογία, είναι το πιο ηλιόλουστο μέρος της Μεσογείου με πάνω από 3.000 ώρες ηλιοφάνειας το χρόνο (Χατζηβασιλειάδης Ι., 2002).

4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας

Ως πηγή, η ηλιακή ενέργεια είναι ανανεώσιμη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις χωρίς να υπάρχει ο φόβος για καταστροφή των αποθεμάτων της. Από τη χρήση της προκύπτουν ελάχιστα έως μηδαμινά περιβαλλοντικά προβλήματα. Δεν δημιουργούνται εκπομπές επικίνδυνων αερίων για την υγεία του ανθρώπου και το

περιβάλλον. Επίσης η ηλιακή ενέργεια δίνει ελπίδα στις αναπτυσσόμενες χώρες, των οποίων οι ρυθμοί οικονομικής ανάπτυξης εμποδίζονται από τα υψηλά ποσοστά εξάρτησης από τρίτες χώρες και τα μεγάλα ενεργειακά κόστη των συμβατικών πηγών (Hinrichs R. A.). Δημιουργεί νέες θέσεις απασχόλησης με την ανάπτυξη και δημιουργία εργοστασίων παραγωγής τεχνολογιών για την ηλιακή ενέργεια.

Το κυριότερο μειονέκτημα είναι πως οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας έχουν ακόμη υψηλό κόστος σε σχέση με τις συμβατικές πηγές, γεγονός που εμποδίζει την εξάπλωσή τους. Επίσης συχνά γίνεται λόγος πως η ηλιακή ενέργεια προκειμένου να αξιοποιηθεί απαιτείται μεγάλη επιφάνεια γης. Αν κανείς όμως αναλογισθεί την επιφάνεια γης που καλύπτουν τα μεταλλεία για το κάρβουνο, τότε θα αντιληφθεί πως στην ουσία η παραπάνω άποψη δεν είναι μειονέκτημα μόνο της ηλιακής ενέργειας (Λιβιεράτος Α. Δ., 1983). Το γεγονός ότι δεν διατίθεται επί 24ώρου βάσεως ή όταν είναι συννεφιασμένος ο ουρανός θεωρείται επίσης ένα από τα κυριότερα προβλήματα της ηλιακής ενέργειας. Τους χειμερινούς μήνες η διαθέσιμη ενέργεια είναι μειωμένη, επειδή οι ημέρες είναι μικρότερες, οπότε έχουμε λιγότερες ώρες ηλιοφάνειας, περισσότερες νεφώσεις, οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν λοξότερα στην επιφάνεια της γης και έτσι μειώνεται η απόδοσή της. Η ζήτηση της ενέργειας είναι αντίθετη με τη διαθεσιμότητα της ηλιακής. Τη νύχτα και όταν υπάρχει συννεφιά είναι αναγκαίος περισσότερος φωτισμός και το χειμώνα περισσότερη θέρμανση και πιο πολλές ώρες φωτισμό από το καλοκαίρι.

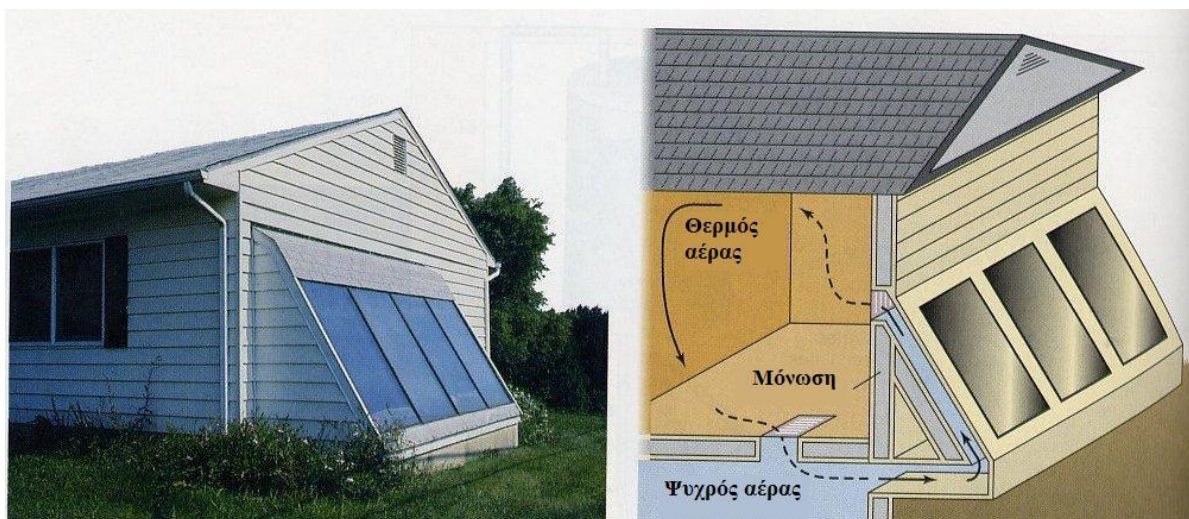
Καθώς η ηλιακή είναι μια διάχυτη πηγή ενέργειας πρέπει να συγκεντρωθεί σε μια ποσότητα και σε μια μορφή, όπως καύσιμο ή ηλεκτρική ενέργεια, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Το πρόβλημα της αξιοποίησης συνεπώς είναι και οικονομικό και τεχνολογικό, αφού για να αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό πρέπει να συγκεντρωθεί κατά οικονομικό τρόπο, ενώ πρέπει και να αποθηκευθεί την ώρα που προσφέρεται άφθονη για να χρησιμοποιηθεί όταν χρειάζεται.

Προκειμένου η ηλιακή ενέργεια να αξιοποιηθεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό, υπάρχουν δυνατότητες εφαρμογής της στις παρακάτω περιπτώσεις:

1. *Παθητική χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας – ενέργειας*
2. *Ενεργητική χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας – ενέργειας*

4.3 Παθητικά συστήματα θέρμανσης

Από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να βελτιώνει το βιοτικό του επίπεδο και να ζει σε κατοικίες, εφάρμοσε ενσυνείδητα την παθητική χρήση της ηλιακής ενέργειας. Χρησιμοποίησε το σωστό προσανατολισμό των χώρων και έφτιαξε στις κατάλληλες θέσεις τα ανοίγματα (πόρτες και παράθυρα), εκμεταλλεύθηκε τον ήλιο και απέφυγε τους ενοχλητικούς ανέμους της περιοχής του. Δημιουργήθηκε με τον τρόπο αυτό ένας τομέας που έχει τις ρίζες του στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική και αναπτύχθηκε ιδιαίτερα στις τελευταίες δεκαετίες στον κτιριακό τομέα ως ηλιακή αρχιτεκτονική. Πρόκειται δηλαδή για απλές τεχνικές και αρχές βιοκλιματικής σχεδίασης που εξασφαλίζουν άνετες συνθήκες διαβίωσης στο εσωτερικό των κτιρίων με φυσικό φωτισμό και με θέρμανση από τον ήλιο, καθώς και με τεχνικές αερισμού και δροσισμού για το καλοκαίρι. Στα ηλιακά αυτά συστήματα η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται άμεσα σε θερμότητα στο μέρος στο οποίο συλλέγεται.

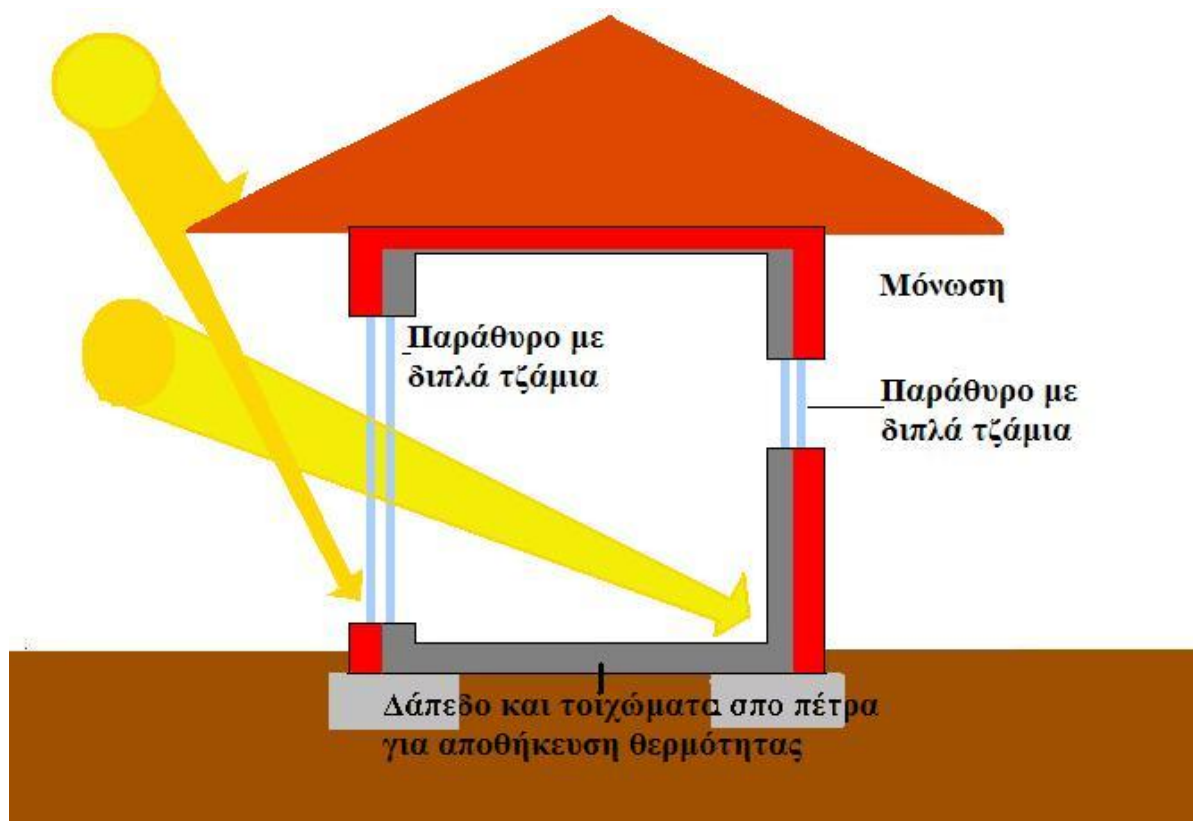


Εικόνα 4.2: Παθητικό σύστημα θέρμανσης (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.)

Αυτός ο τρόπος οικοδόμησης κατοικιών, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα, δεν έχει σημαντικό κόστος, δεν επηρεάζει αρνητικά την αισθητική του σπιτιού και περιορίζει την κατανάλωση συμβατικών μορφών ενέργειας.

Το μόνο αρνητικό που παρουσιάζουν είναι ότι δεν έχουν μεγάλη εφαρμοσιμότητα στα κτίρια των μεγάλων αστικών κέντρων με την πυκνή και σε ύψος δόμηση. Σε μικρούς όμως οικισμούς, η ηλιακή αρχιτεκτονική έχει πολλά να προσφέρει (Κοδοσάκης Δ. Ε., 1992).

Παθητική χρήση της ηλιακής ενέργειας γίνεται και στα θερμοκήπια για γεωργικές καλλιέργειες.



Εικόνα 4.3: Σύστημα παθητικής ηλιακής θέρμανσης

4.4 Ενεργητικά συστήματα θέρμανσης

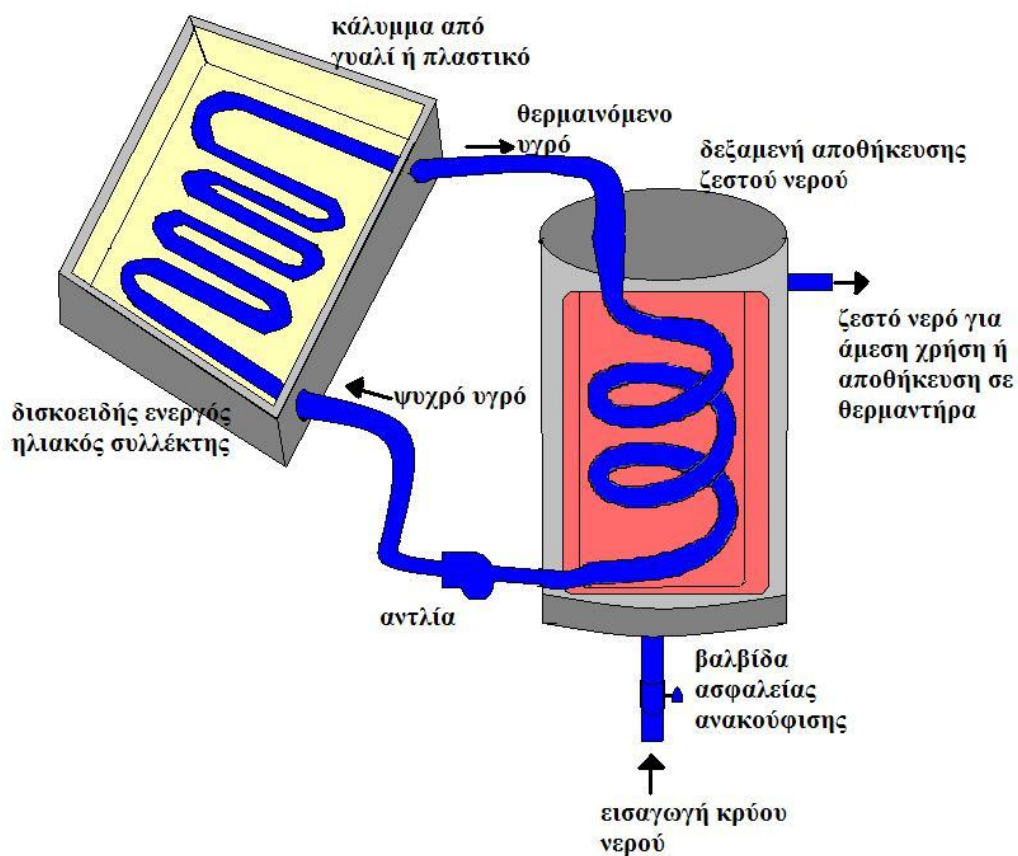
Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι στοιχεία που συλλέγουν ηλιακή ενέργεια, αλλά είναι ξένα προς την οικοδομή στην οποία εγκαθίστανται (Γεωργόπουλος Α., 1996).

4.4.1 Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Με την ενεργητική χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας – ενέργειας είναι δυνατή η παραγωγή ζεστού νερού. Η διαδικασία θέρμανσης του νερού επιτυγχάνεται με τη χρήση δύο βασικών τύπων ηλιακών συλλεκτών: των επίπεδων συλλεκτών και των συλλεκτών με σωλήνες κενού.

Κατά βάση πρόκειται για μια σχεδίαση με μέταλλο (αλουμίνιο, χαλκός) και γυαλί χαμηλής περιεκτικότητας σιδήρου, καλή θερμική μόνωση και ανθεκτική κατασκευή. Στους επίπεδους συλλέκτες η επιφάνεια που απορροφά περιλαμβάνει ένα μαύρο επιλεκτικό στρώμα που αναπτύχθηκε ειδικά για να μεγιστοποιεί την απορροφούμενη θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία. Παράλληλα, η όλη κατασκευή περιορίζει τις θερμικές απώλειες και την θερμική ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα (Η ηλιακή ενέργεια στην Ευρώπη, http://www.ebhe.gr/library/ESIF_Leaflet_gr.pdf).

Οι συλλέκτες με σωλήνες κενού έχουν μικρότερες απώλειες και επιτυγχάνουν υψηλότερες θερμοκρασίες και υψηλότερες αποδόσεις.



Εικόνα 4.4: Σύστημα θέρμανσης νερού με ενεργητική ηλιακή ενέργεια

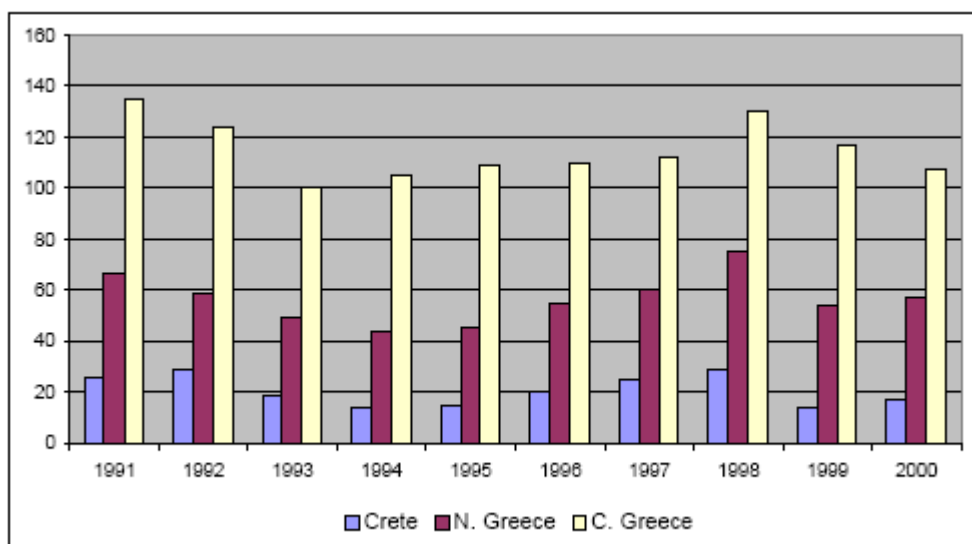
Οι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση νερού χρήσεως στον οικιακό και γενικά στον κτιριακό τομέα, στα κολυμβητήρια, ενώ κατάλληλα συστήματα σχεδιάζονται και χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων, για τη βιομηχανία και για γεωργικές εφαρμογές. Σωλήνες κενού καθώς και ορισμένοι επίπεδοι συλλέκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποδοτικά για παραγωγή θερμότητας μέχρι 1300 ° C. Αυτή η θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ψύξη και κλιματισμό με διατάξεις απορρόφησης ή προσρόφησης, ή για βιομηχανικές διεργασίες.

Ο απλούστερος τύπος που έχει σχεδιαστεί και χρησιμοποιείται με χαμηλό κόστος είναι ο θερμοσιφωνικός τύπος (κοινός ηλιακός θερμοσίφοντας).

Η Ελλάδα είναι μια από τις επιτυχημένες χώρες παγκοσμίως στη χρήση ενεργητικών θερμικών συστημάτων. Για πολλά χρόνια, ο αριθμός των εγκατεστημένων ηλιακών θερμοσιφώνων ήταν ο μεγαλύτερος της Ευρώπης. Η αγορά ηλιακών θερμικών συστημάτων ξεκίνησε πριν περίπου 30 χρόνια. Τα χρόνια εκείνα, σχεδόν όλα τα ελληνικά νοικοκυριά χρησιμοποιούσαν ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες. Η αύξηση όμως της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος βοήθησε στην ανάπτυξη της αγοράς ηλιακών θερμοσιφώνων. Ο ηλεκτρικός θερμοσίφοντας εξακολουθεί να είναι ο βασικός ανταγωνιστής του ηλιακού θερμοσίφωνα (Argiriou A. A., Mirasgedis S.)

Πολλές εταιρείες δημιουργήθηκαν όλα αυτά τα χρόνια. Η Ελληνική Βιομηχανία Ηλιακής Ενέργειας (ΕΒΗΕ) ιδρύθηκε το 1978. Η αγορά αναπτύσσονταν σταθερά, όπως σε πολλές χώρες, ως αποτέλεσμα κυρίως της πετρελαϊκής κρίσης. Το 1984 – 86 μια μεγάλη διαφημιστική εκστρατεία που υποστηρίχθηκε από την ελληνική κυβέρνηση ανέβασε τις πωλήσεις στα 218.000 m² (European Solar Thermal Industry Federation²).

Σήμερα υπολογίζεται ότι γύρω στα 800.000 ελληνικά νοικοκυριά χρησιμοποιούν ηλιακό θερμοσίφωνα. Στα τέλη του 2000, η επιφάνεια που καλύπτουν οι εν λειτουργία ηλιακοί συλλέκτες ανήλθε στα 2,96 εκατ. m², 61,8% των οποίων βρίσκονται στην Κεντρική Ελλάδα, 27,6% στη Βόρεια Ελλάδα και 10,6% στην Κρήτη η οποία έχει τη μεγαλύτερη επιφάνεια εγκατεστημένων ηλιακών θερμοσιφώνων ανά κάτοικο (European Commission & Eurostat).



Σχήμα 4.1: Γεωγραφική διασπορά των πωλήσεων (1000 m²) (European Commission & Eurostat)

Σύμφωνα με την Ε.Σ.Υ.Ε., υπάρχουν περισσότερα από 4.000.000 νοικοκυριά στην Ελλάδα, άρα το 20% από αυτά χρησιμοποιούν ηλιακό σύστημα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Το 1997 με τη Λευκή Βίβλο τέθηκε ως στόχος για το 2010 να έχουν εγκατασταθεί 100.000.000 m² θερμικών ηλιακών συλλεκτών. Μέχρι σήμερα έχουν εγκατασταθεί μόλις 9.000.000 m². Για την Ελλάδα προβλέπεται μέχρι το 2010 η κάλυψη να είναι της τάξης του 70% της δυνητικής αγοράς με την προσθήκη 2.000.000 συστημάτων. Η Ελλάδα έχει τη δεύτερη θέση στην Ευρώπη, στην παραγωγή ηλιακών συστημάτων (Παραδεισιάδης Ιορ., 2002), ενώ κατέχει την πρώτη θέση σε εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες στην Ευρώπη (European Solar Thermal Industry Federation¹).



Σχήμα 4.2: Πωλήσεις ηλιακών συλλεκτών στην Ελλάδα
(Ο ρόλος της EBHE - <http://www.ebhe.gr/pages/greek/r>)

Η Ελλάδα έχει άμεσα οφέλη στην εθνική οικονομία από την εγκατάσταση ηλιακών θερμοσίφωνων στα νοικοκυριά, αφού εξοικονομεί ένα σημαντικό ποσοστό στην τελική κατανάλωση ενέργειας. Τα 2,7 εκατ. m² που εκτιμάται ότι είναι εγκατεστημένα στην Ελλάδα παράγουν 1.400 MWh το χρόνο το οποίο ισοδυναμεί σε μείωση 1.700.000 τόνων εκπομπών CO₂ το έτος. Επιπλέον, σύμφωνα με τα τελευταία στατιστικά στοιχεία, η αγορά των ηλιακών θερμοσίφωνων παρέχει 3000 θέσεις εργασίας από τις οποίες 1200 στην παραγωγή και τις πωλήσεις, 200 στα προϊόντα και τις υπηρεσίες δραστηριοτήτων υπεργολαβίας και 500 θέσεις στην εγκατάσταση και συντήρηση (Solar Thermal Barometer).

4.4.2 Ηλιακά συστήματα για κεντρική θέρμανση

Με τα συνεχώς αυξανόμενα προβλήματα του κλίματος και προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές των ιχναερίων, έχουν αναπτυχθεί υποβοηθητικά ηλιακά συστήματα κεντρικής θέρμανσης, τα οποία συνεισφέρουν στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων της κεντρικής θέρμανσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ηλιακών συλλεκτών. Η θέρμανση με ηλιακή ενέργεια είναι αποδοτικότερη όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία που θέλουμε να επιτύχουμε.



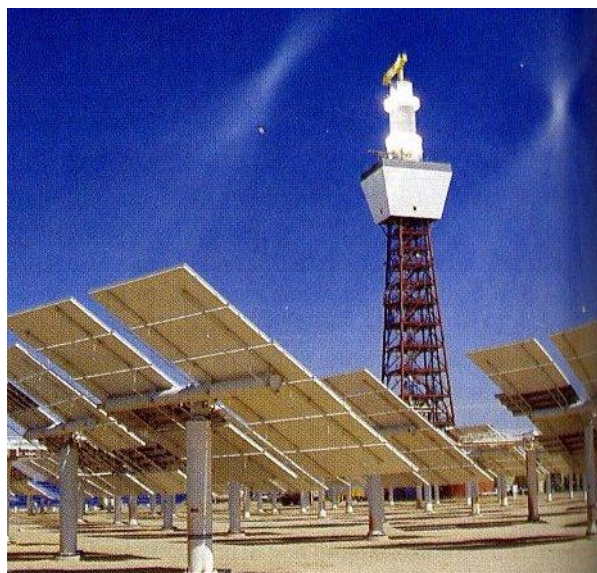
Εικόνα 4.5: Ηλιοθερμικό σύστημα για τηλεθέρμανση στη Σουηδία (EBHE)

4.4.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία, οι εκπομπές ιχναερίων είναι μηδενικές. Ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο μπορεί να παραχθεί με δύο κυρίως τρόπους, α) με θερμικές ηλιακές εγκαταστάσεις και β) με φωτοβολταϊκή τεχνική.

4.5 Θερμικές ηλιακές εγκαταστάσεις

Η παραγωγή ρευστών υψηλών θερμοκρασιών με συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας και εν συνεχεία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με θερμικό κύκλο παρουσιάζει καλές προοπτικές μακροπρόθεσμα, αφού δεν είναι ακόμη ανταγωνιστική. Η πιο αποδοτική τεχνολογία είναι η χρήση κατόπτρων παραβολικής διατομής σε μεγάλη έκταση με δυνατότητα αποθήκευσης θερμότητας, ή σε υβριδική μορφή με χρήση καυσίμου.



Εικόνα 4.6: Φ/Β πλαίσια σε σύστημα κεντρικού πύργου

Πρόκειται για συστήματα που αποτελούνται από κοίλους ηλιακούς συλλέκτες, των οποίων το όνομα οφείλεται στο μακρύ, κοίλο Σχήμα των κατόπτρων που είναι στραμμένα

προς τον ήλιο. Η κυρτότητα των συλλεκτών είναι τέτοια, ώστε η ακτινοβολία του ήλιου που προσπίπτει σ' αυτούς, αντανακλάται εξ ολοκλήρου σε έναν αγωγό (σωλήνα) που βρίσκεται στο κέντρο.

Άλλες τεχνολογίες είναι το σύστημα κεντρικού πύργου και οι παραβολικοί δίσκοι. Μόνο περιοχές με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία προσφέρονται για τέτοιες εφαρμογές. Μεγάλης έκτασης εμπορικές εφαρμογές ισχύος 354 MWe έγιναν στην Καλιφόρνια (ΗΠΑ) με κάτοπτρα παραβολικής διατομής που κατασκευάστηκαν στη Γερμανία.



Εικόνα 4.7: Σύστημα παραβολικών ηλιακών δίσκων (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.)

Το σύστημα κεντρικού πύργου αποτελείται από ηλιακά κάτοπτρα παρατεταγμένα ώστε να εστιάζουν την ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει σε μια περιοχή έκτασης μερικών στρεμμάτων, σε έναν αποδέκτη τοποθετημένο στην κορυφή ενός πύργου. Ο ήλιος θερμαίνει το υγρό που βρίσκεται στον αποδέκτη σε θερμοκρασίες έως και 650°C . Το ζεστό υγρό ενεργοποιεί μια γεννήτρια που παράγει με τη σειρά της ηλεκτρική ενέργεια (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.).

4.6 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Πιθανώς η πλέον υποσχόμενη πηγή ενέργειας είναι η μετατροπή της ηλιακής σε ηλεκτρική μέσω φωτοβολταϊκών (Φ/Β) στοιχείων. Η χρήση Φ/Β για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο, η οποία θεωρείται αξιόλογη από περιβαλλοντική πλευρά αλλά όχι πάντα οικονομική, έχει αρχίσει πλέον να καθιερώνεται ως βιώσιμη εναλλακτική λύση με ραγδαία αυξανόμενες εμπορικές δυνατότητες.



Εικόνα 4.8: Σύστημα ηλιακού κεντρικού πύργου

4.6.1 Περιγραφή της τεχνολογίας των Φ/Β

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (ή ηλιακά κύτταρα) έχουν τη δυνατότητα της απευθείας μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο πρωτοανακαλύφθηκε το 1839 (*Αντουάν Σεζάρ Μπεκερέλ*). Χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές αποστολές με υψηλό κόστος. Σήμερα τα Φ/Β εφαρμόζονται σε μια πληθώρα περιπτώσεων με ποικίλες ενεργειακές απαιτήσεις.

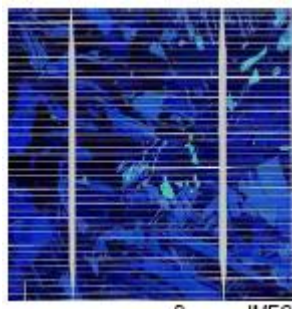
4.6.2 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας

Με τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ισχύς της ηλιακής ενέργειας, σε μια επιφάνεια 1m^2 μια ηλιόλουστη μέρα μπορεί να φτάσει το 1kW .

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία αποτελείται από δύο συνιστώσες, την άμεση, που προέρχεται από τον ηλιακό δίσκο, και τη διάχυτη, που προέρχεται από τον ουράνιο θόλο. Μια συννεφιασμένη ημέρα η ολική ακτινοβολία είναι μικρότερη και αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τη διάχυτη ακτινοβολία.

Η ενέργεια η οποία προσπίπτει συνολικά κατά τη διάρκεια ενός έτους σε μια επιφάνεια, εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Για την περιοχή της Αθήνας, η τιμή της ετήσιας ενέργειας που προσπίπτει σε μια οριζόντια επιφάνεια 1m^2 κυμαίνεται περίπου στις 1.500 kWh (ΚΑΠΕ, 2001).

Η φωτοβολταϊκή τεχνική στηρίζεται στη βασική μονάδα του Φ/Β συστήματος που είναι το πυρίτιο.



Εικόνα 4.9: Κυψέλη πολυκρυσταλλικού πυριτίου που χρησιμοποιείται στα Φ/Β πλαίσια

Τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται σε διάφορες τροχιές γύρω από τους πυρήνες των ατόμων του υλικού αυτού, απορροφώντας την ηλιακή ενέργεια απελευθερώνονται από τις ελκτικές δυνάμεις του πυρήνα και κινούνται ελεύθερα σχηματίζοντας έτσι στοιχειώδη ηλεκτρικά ρεύματα (Κάλφας Μ.). Ομάδες Φ/Β στοιχείων ηλεκτρικά συνδεδεμένων σε σειρά και παράλληλα διαμορφώνουν το Φ/Β πλαίσιο.



Εικόνα 4.10: Τυπικά Φ/Β πλαίσια (ΚΑΠΕ, 2001)

Σε ένα Φ/Β πλαίσιο τα στοιχεία είναι τοποθετημένα ανάμεσα από ανθεκτική διαφανή πλαστική ύλη και στην εμπρός πλευρά τοποθετείται γυαλί ειδικών προδιαγραφών. Το πάχος της κατασκευής δεν ξεπερνά τα 5 χιλιοστά, ενώ οι άλλες διαστάσεις διαφέρουν ανάλογα με την ονομαστική ισχύ και τον κατασκευαστή.

Το σημαντικότερο από τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του Φ/Β πλαισίου είναι η ισχύς αιχμής του (W_p), που εκφράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ όταν το Φ/Β εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία 1 kW/m^2 και σε θερμοκρασία λειτουργίας 25°C .

Με δεδομένο ότι τα Φ/Β πλαίσια που κυκλοφορούν στην αγορά μετατρέπουν περίπου το 11% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφάνειας 1 m^2 παράγει περίπου 110 Wp .

Για την κάλυψη φορτίων μεγαλύτερης ισχύος, υπάρχει τεχνική δυνατότητα δημιουργίας Φ/Β συστοιχιών, οι οποίες προκύπτουν από τη σύνδεση αριθμού Φ/Β πλαισίων σε σειρά και παράλληλα.

Στην Αθήνα η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε επιφάνεια νότιου προσανατολισμού και κλίσης 30° κυμαίνεται στις 1.700 Kwh/m^2 . Ένα Φ/Β σύστημα ονομαστικής ισχύος 3kW έχει τη δυνατότητα παραγωγής περίπου 4.200 kWh/έτος , λαμβανομένων υπόψιν και των απωλειών. Αυτή η ενέργεια είναι ικανή να καλύψει τις βασικές ηλεκτρικές ανάγκες μιας τετραμελούς οικογένειας. Ένα τυπικό αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται κυρίως από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (συσσωρευτές) και το σύστημα μετατροπής ισχύος.

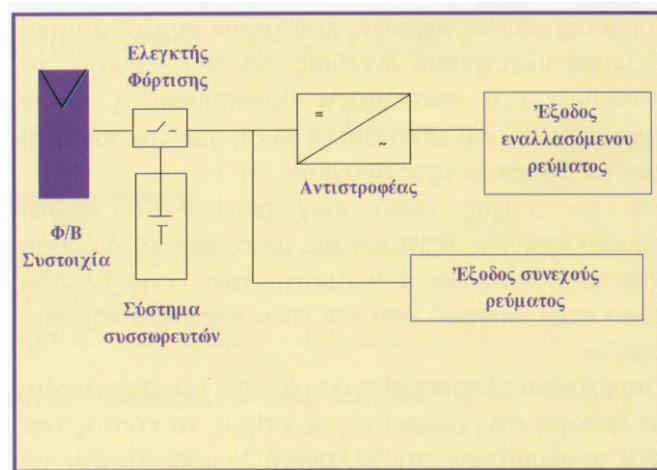
Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα Φ/Β αποθηκεύεται στο σύστημα των συσσωρευτών για να αντιμετωπιστούν οι αυξομειώσεις του παραγόμενου ρεύματος που οφείλονται στην αλλαγή της ημέρας και της νύχτας και στις καιρικές συνθήκες. Οι αντιπροσωπευτικότεροι συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι τύπου οξέως μολύβδου ή κλειστού τύπου, ειδικά σχεδιασμένοι για ηλιακές εγκαταστάσεις.

Για τη μετατροπή της ισχύος στα Φ/Β συστήματα χρησιμοποιούνται μετατροπείς ισχύος ή αντιστροφείς συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα (Σ.Ρ/Ε.Ρ), μετατροπείς (Σ.Ρ/Σ.Ρ), και ρυθμιστές φόρτισης.

Η εμπειρία από τη λειτουργία Φ/Β συστημάτων έχει δείξει ότι η ελαχιστοποίηση των ηλεκτρικών απωλειών σε μικρό φορτίο λειτουργίας, η βελτίωση της ονομαστικής ισχύος του αντιστροφέα και η σωστή διαχείριση της διαδικασίας φόρτισης και εκφόρτισης των συσσωρευτών μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τη συνολική απόδοση και τη διάρκεια ζωής ενός συστήματος.

Ανάλογα με τη διάταξη υπάρχουν 3 βασικοί τύποι Φ/Β συστημάτων:

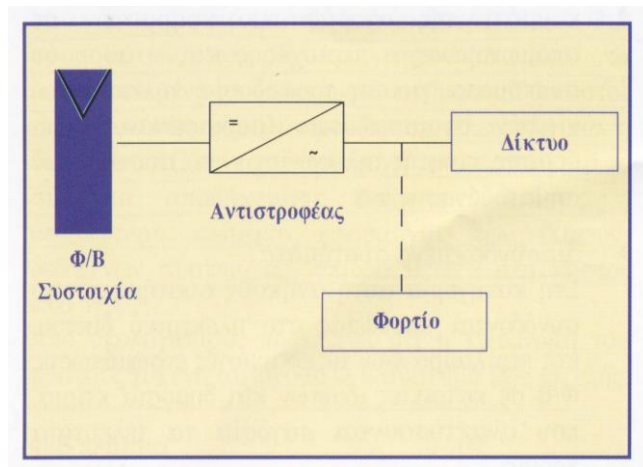
- **Αυτόνομο ή μη διασυνδεδεμένο με το δίκτυο Φ/Β σύστημα** - Στο σύστημα αυτό το ηλεκτρικό φορτίο καλύπτεται αποκλειστικά από το Φ/Β σύστημα, και συνήθως απαιτείται αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας σε συσσωρευτές. Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα παροχής συνεχούς ρεύματος ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος. Στο Σχήμα 4.3 απεικονίζεται ένα τυπικό αυτόνομο Φ/Β σύστημα.



Σχήμα 4.3: Τυπικό αυτόνομο Φ/Β σύστημα (ΚΑΠΕ, 2001)

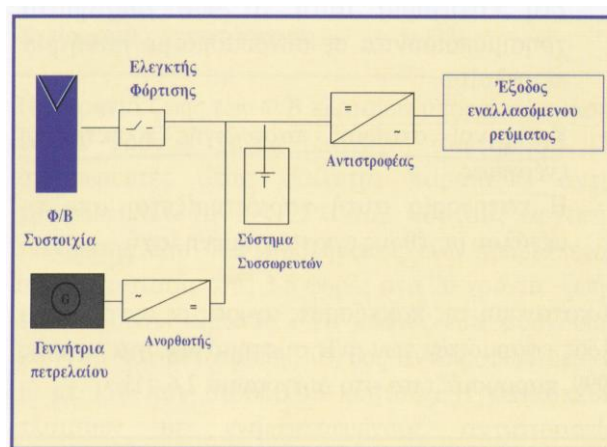
- **Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα με το δίκτυο** - Αποτελείται από τη Φ/Β συστοιχία η οποία μέσω ενός μετατροπέα ισχύος δικτύου είναι διασυνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο. Συνήθως σε εφαρμογές μικρής εγκαταστημένης ισχύος όπου τα Φ/Β πρέπει να καλύψουν ένα συγκεκριμένο τοπικό φορτίο το δίκτυο χρησιμοποιείται αντί για μέσο αποθήκευσης και καλύπτει τις ανάγκες όταν η ενέργεια που παράγεται από τα Φ/Β είναι ελλιπής. Σε περίπτωση περίσσειας της παραγόμενης ενέργειας, αυτή μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο. Σε κεντρικά συστήματα μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος, η παραγόμενη από τα Φ/Β

ενέργεια παρέχεται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο. Στο Σχήμα 4.4 παρουσιάζεται Φ/Β σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο.



Σχήμα 4.4: Σχήμα τυπικού Φ/Β συστήματος διασυνδεδεμένου με το δίκτυο (ΚΑΠΕ, 2001)

- **Υβριδικό Φ/Β σύστημα** - Πρόκειται για αυτόνομο σύστημα που αποτελείται από τη Φ/Β συστοιχία σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας, όπως μια γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη μορφή Α.Π.Ε. (π.χ. ανεμογεννήτρια) (ΚΑΠΕ, 2001). Ένα διάγραμμα τυπικού υβριδικού συστήματος δίνεται στο Σχήμα 4.5.



Σχήμα 4.5: Τυπικό υβριδικό σύστημα (Φ/Β – γεννήτρια πετρελαίου) (ΚΑΠΕ, 2001)

Ανάλογα με τον τύπο Φ/Β συστήματος διαμορφώνεται και το κόστος της εγκατάστασης. Μια γενική διάκριση στο κόστος των Φ/Β συστημάτων, αφορά τα αυτόνομα και τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο συστήματα. Το κόστος είναι συνήθως χαμηλότερο για τα τελευταία και η διαφορά έγκειται στην αποφυγή του κόστους για το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας. Επίσης η μεγαλύτερη κλίμακα εφαρμογής των διασυνδεδεμένων συστημάτων επιδρά θετικά στο κόστος. Από υπολογισμούς προκύπτει ότι η κατανομή του κόστους για ένα αυτόνομο Φ/Β σύστημα έχει ως εξής:

- Φ/Β πλαίσια 50 – 70%
- Σύστημα συσσωρευτών 15 – 25%
- Αντιτροφείς 10 – 15%

- Υποδομή στήριξης 10 – 15%
- Σχεδιασμός, εγκατάσταση 8 – 12%

Η διάρκεια ζωής των Φ/Β πλαισίων μπορεί να φθάσει τα 20 χρόνια, χωρίς ιδιαίτερη συντήρηση. Οι συσσωρευτές αντιπροσωπεύουν το 15% - 25% του κόστους αρχικής επένδυσης του Φ/Β συστήματος ενώ προβλέπεται αντικατάστασή τους 3-5 φορές στα 20 χρόνια ζωής του όλου συστήματος (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.). Το κόστος των συσκευών ελέγχου και μετατροπής ισχύος αντιπροσωπεύει το 10% - 15% του συνολικού κόστους. Η κατασκευή πλαισίων με ενσωματωμένους αντιστροφείς προβλέπεται να έχει θετικές επιπτώσεις στο συνολικό κόστος ενός Φ/Β συστήματος.

4.6.3 Εφαρμογές Φ/Β σε κτίρια

Τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί έντονο ενδιαφέρον για εφαρμογές Φ/Β συστημάτων ενσωματωμένων σε κτίρια.



Εικόνα 4.11: Φ/Β σε πρόσοψη κτιρίου (ΚΑΠΕ, 2001)

Στις εφαρμογές αυτές τα Φ/Β συστήματα εγκαθίστανται σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ συγχρόνως τα Φ/Β πλαίσια χρησιμοποιούνται και σαν δομικά στοιχεία για την κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου, όπως π.χ. σε στέγες, προσόψεις και σκιάστρα.



Εικόνα 4.12: Φ/Β σε στέγαστρο (ΚΑΠΕ, 2001)

Τα οφέλη από τη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή των Φ/Β σε κτίρια είναι πολλαπλά καθώς η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοστεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση. Στην Ελλάδα η συνολική εκμεταλλεύσιμη επιφάνεια στις στέγες κτιρίων εκτιμάται στα 81 τ.χλμ.

Η παραγωγή από Φ/Β προκύπτει κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης, υποστηρίζοντας το σύστημα παραγωγής ενέργειας σε περιόδους υψηλού κόστους παραγωγής. Λόγω δε της κατανεμημένης παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα σημεία ζήτησης μειώνονται οι απώλειες στο σύστημα μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

4.6.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Φ/Β

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία θεωρούνται σήμερα ως η πιο αξιόπιστη τεχνολογία. Είναι τελείως αθόρυβα και δεν προκαλούν προβλήματα στο περιβάλλον. Δίνουν τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο σημείο χρήσης τους, πλεονέκτημα ιδιαίτερα σημαντικό αν αναλογιστεί κανείς τις απώλειες που προκαλούνται κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής στους καταναλωτές. Τα Φ/Β στοιχεία έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (πάνω από 20 χρόνια), γεγονός που εξοικονομεί μεγάλο κόστος χρημάτων από τυχόν επισκευές συντήρησης και λειτουργίας. Δίνουν τη δυνατότητα ενσωμάτωσής τους σε οροφές, προσόψεις κτιρίων, ως κύρια δομικά στοιχεία σε περίπτωση έλλειψης χώρου. Ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις των καταναλωτών έχουν τη δυνατότητα επέκτασης. Τέλος, τα Φ/Β αποτελούν την πλέον ενδεδειγμένη τεχνικά αξιόπιστη και οικονομικά αποδεκτή λύση για απομακρυσμένες περιοχές ή περιοχές όπου το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές είναι υψηλό.

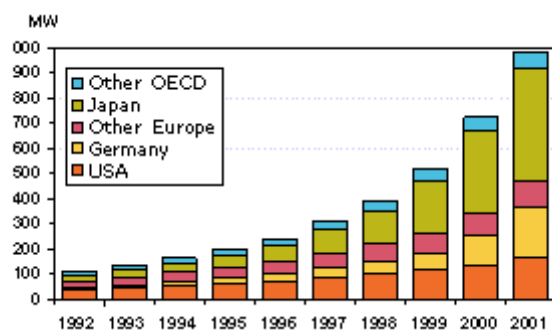
Το μεγαλύτερο μειονέκτημα για την ευρεία εξάπλωση της Φ/Β τεχνολογίας αυτή τη στιγμή είναι το υψηλό κόστος των Φ/Β πλασίων. Η απαίτηση χρήσης συσσωρευτών για την αποθήκευση ενέργειας σε αυτόνομα συστήματα είναι ένας επιπλέον λόγος που αυξάνει το κόστος του συστήματος.

4.6.5 Αγορά και εφαρμογές Φ/Β συστημάτων

Τα τελευταία χρόνια η παγκόσμια αγορά των Φ/Β παρουσιάζει συνεχή αύξηση. Παρόλα αυτά η δυνατότητα παραγωγής τέτοιων συστημάτων εξακολουθεί να υπερκαλύπτει την ζήτηση αγοράς.

Η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β κατά το 2000 ανήλθε στα 280 MWp. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του 1998, ποσοστό πάνω από 80% της παραγωγής αφορά την τεχνολογία κρυσταλλικού πυριτίου, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό αφορά άλλες τεχνολογίες όπως άμορφου πυριτίου (a-Si), CIS (χαλκός – ίνδιο – δισελήνιο), CdTe (κάδμιο τελλούριο). Το 1998 οι ΗΠΑ παρήγαγαν το 37% (58MWp) της παγκόσμιας παραγωγής Φ/Β, η Ιαπωνία το 30% (48 MWp) ενώ η Ευρώπη το 23% (36 MWp) (ΚΑΠΕ, 2001).

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα απευθύνονται σε περιοχές εφαρμογών όπου το σχετικά υψηλό κόστος τους δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο. Οι εφαρμογές συνήθως χαρακτηρίζονται από χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις, έλλειψη ή υψηλό κόστος εναλλακτικών μεθόδων παροχής ενέργειας, ανάγκη αξιοπιστίας και απαίτηση χαμηλού κόστους συντήρησης.

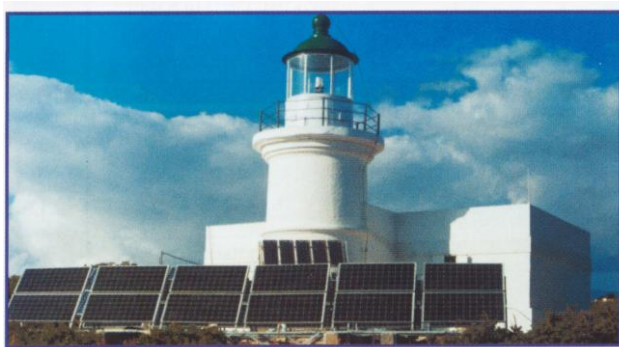


Σχήμα 4.6: Συνολική ισχύς εγκατεστημένων Φ/Β στοιχείων παγκοσμίως (Solar Energy - http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/T/T_able_of_cumulative_installed_photovoltaiic_power.pdf)

Οι κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών των Φ/Β είναι οι παρακάτω:

Καταναλωτικά προϊόντα: Οι εφαρμογές αυτές χαρακτηρίζονται από μικρή ισχύ και αφορούν προϊόντα ευρείας κατανάλωσης, όπως αριθμητικούς υπολογιστές, φακούς, αλλά και μικρά αυτόνομα συστήματα όπως τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής.

Εφαρμογές εκτός δικτύου: Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεσαίου μεγέθους, για κατοικίες και μικρούς οικισμούς, σε απομονωμένες περιοχές εκτός δικτύου. Άλλες πιθανές εφαρμογές είναι η χρήση τους για άντληση, αφαλάτωση νερού, φωτισμό δρόμων, καθοδική προστασία μεταλλικών κατασκευών και φάρους.



Εικόνα 4.13: Φωτοβολταϊκός σταθμός σε φάρο στη νήσο Στρογγύλλη (ΚΑΠΕ, 2001)

Τηλεπικοινωνίες: Τα συστήματα αυτά αποτελούν σημαντικό κομμάτι της αγοράς των εφαρμογών σε απομονωμένες περιοχές και αφορούν συστήματα για την τροφοδοσία τηλεπικοινωνιακών αναμεταδοτών (ραδιοφώνου, τηλεόρασης, κινητής τηλεφωνίας) και συστημάτων σηματοδότησης.

Διασυνδεδεμένα συστήματα: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν συστήματα που συνδέονται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο και περιλαμβάνουν τις εφαρμογές ενσωμάτωσης Φ/Β σε κατοικίες ιδιωτών και δημόσια κτίρια, που αναπτύσσονται ραγδαία τα τελευταία χρόνια.



*Εικόνα 4.14: Φ/Β σε τηλεφωνικό θάλαμο
(Ηλιακή ενέργεια <http://lgym-ag-parask.att.sch.gr/environment/iliako/energy/iliaki/index.htm>)*

Υβριδικά Συστήματα: Στην κατηγορία αυτή τα Φ/Β συστήματα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με γεννήτρια πετρελαίου

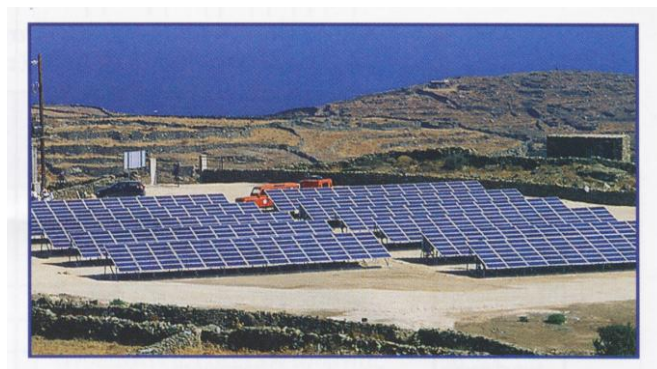
Κεντρικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας: Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη μεγέθους εγκατεστημένη ισχύ.

4.6.6 Αγορά και εφαρμογές Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις σχετικά με την ανάπτυξη και εφαρμογή Φ/Β συστημάτων για τους εξής λόγους:

- Διαθέτει υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ιδιαίτερα σε νησιωτικές περιοχές με μέση ημερήσια τιμή $4,9 - 5,2 \text{ kWp/m}^2$, στη διάρκεια του έτους
- Αυξημένη χρήση συμβατικών μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (πετρελαιογεννήτριες) σε νησιωτικές περιοχές με υψηλό κόστος συντήρησης, μόλυνση του περιβάλλοντος και ηχορύπανση
- Ύπαρξη πολλών νησιωτικών ή άλλων απομακρυσμένων περιοχών που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ηλεκτρικού δικτύου ή ως περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές (αρχαιολογικοί χώροι)
- Αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας την περίοδο με τη μεγαλύτερη ζήτηση (καλοκαίρι).

Παρόλα αυτά η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μικρό αριθμό εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος της τάξεως των 1000 kWp . Στην Ελλάδα, σήμερα, οι περισσότερες εφαρμογές αφορούν μικρά αυτόνομα συστήματα για την ηλεκτροδότηση απομονωμένων περιοχών.



Εικόνα 4.15: Φ/Β σταθμός στη Σίφνο (ΚΑΠΕ, 2001)

Οι εφαρμογές των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι κυρίως (ΚΑΠΕ, 2001): αυτόνομες αγροτικές εφαρμογές σε ποσοστό 13% του συνόλου (άντληση, ψύξη, ιχθυοκαλλιέργειες), αυτόνομες εφαρμογές κατοικιών 45% (απομακρυσμένες κατοικίες, μοναστήρια, βιομηχανίες, τροχόσπιτα), τηλεπικοινωνίες 8% (εγκαταστάσεις ΟΤΕ, ραδιοτηλεοπτικοί σταθμοί, κινητή τηλεφωνία), συνδεδεμένες με το δίκτυο εφαρμογές 24%, λοιπές εφαρμογές 10% (φάρoi Πολεμικού Ναυτικού, εξωτερικός φωτισμός και διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα, επιδεικτικά έργα, ερευνητικά προγράμματα και χρήσεις ναυσιπλοΐας).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

5.1 Ορισμός και ιστορική εξέλιξη της αιολικής ενέργειας

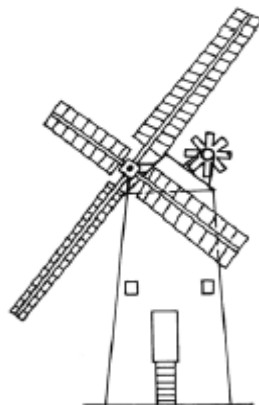
Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που περιέχει ο άνεμος. Οι άνεμοι είναι κινούμενες αέριες μάζες η ενέργεια των οποίων είναι τόσο μεγάλη όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητά τους. Η αιολική ενέργεια έχει πάρει το όνομά της από το θεό των ανέμων, τον Αίολο, που λάτρευαν οι αρχαίοι Έλληνες. Στην πραγματικότητα είναι μια δευτερεύουσα μορφή της ηλιακής ενέργειας, επειδή για να υπάρξει κίνηση του αέρα και δημιουργία ανέμου πρέπει κάποιες αέριες μάζες να ζεσταθούν, να γίνουν έτσι ελαφρύτερες οπότε και να κινηθούν ανοδικά.

Η κίνηση του ανέμου στην επιφάνεια της γης παράγεται από την άνιση θερμοκρασία που κατανέμεται στις διάφορες περιοχές από την ηλιακή ακτινοβολία. Έχει υπολογιστεί ότι μόλις το 2% της ακτινοβολίας αυτής που προσπίπτει στον πλανήτη μας, μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια. Οι ουσιαστικές διαφορές της θερμοκρασίας οι οποίες προκαλούν τις κινήσεις στις αέριες μάζες, είναι αυτές που έχει ο αέρας όταν βρίσκεται πάνω από τη θάλασσα και τη στεριά. Το υγρό στοιχείο, λίμνες, θάλασσες, απορροφά μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα το νερό να εξατμίζεται πάνω από την επιφάνειά του. Ο αέρας που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια των υδάτων είναι ψυχρός, λόγω του ότι η θερμοκρασία από τον ήλιο έχει απορροφηθεί και διασκορπιστεί από το υγρό στοιχείο (Αλεξάκης Αλ.).

Αντιθέτως, όταν η ξηρά δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνεται και κατά συνέπεια ο αέρας που βρίσκεται πάνω απ' αυτήν. Οι αέριες αυτές μάζες με τις διαφορετικές θερμοκρασίες προκαλούν ένα μηχανισμό κίνησης σ' αυτές κατά τον ακόλουθο τρόπο: ο θερμός αέρας πάνω από την ξηρά διαστέλλεται και ελαττώνεται η πυκνότητά του με αποτέλεσμα να ανέρχεται προς τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Ο αέρας που βρίσκεται πάνω από τη θάλασσα είναι ψυχρός και κινείται προς το μέρος της ξηράς όπου ο θερμός αέρας έχει ανυψωθεί, για να καταλάβει τη θέση του. Το ίδιο συμβαίνει με το θερμό αέρα, ο οποίος αφού ανυψωθεί και στη συνέχεια ψυχθεί, η πυκνότητά του μεγαλώνει, γίνεται βαρύτερος και κατέρχεται προς τα κάτω (Αλεξάκης Αλ.).

Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία παρέχει δυναμικό για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ανεμογεννητριών.

Ιστορικά δεν είναι εξακριβωμένο πότε ήρθε στον άνθρωπο η ιδέα να αξιοποιήσει τη δύναμη του ανέμου, για τη δημιουργία περιστροφικής κίνησης και την παραγωγή μηχανικού έργου. Φαίνεται πως πολλά χρόνια πριν, στα βάθη της 3^{ης} χιλιετηρίδας π.Χ. υπήρχαν ανεμόμυλοι στην Αίγυπτο. Κατόπιν, προσεγγίζοντας τα ιστορικά χρόνια, έχουν βρεθεί ερείπια κτιρίων που χρησιμοποιήθηκαν ως ανεμόμυλοι στην Περσία, στη Μεσοποταμία αλλά και στο Αιγαίο.



Εικόνα 5.1: Τύπος κλασσικού ανεμόμυλου

Μαζί με τους νερόμυλους, οι ανεμόμυλοι αντικατέστησαν την ανθρώπινη και ζωική μυϊκή δύναμη στην κοπή ξύλων και την άντληση υδάτων. Στην περίοδο του 1200 μ.Χ. οι ανεμόμυλοι διαδίδονταν στην Ευρώπη για το άλεσμα του σίτου. Το 1500 εμφανίζονται στην Ολλανδία οι γνωστοί τύποι ανεμόμυλων οι οποίοι πέρασαν στην τοπική παράδοση. Το 1600 η τεχνική κατασκευή τους γίνεται γνωστή στην Αμερική, ενώ το 1860 παρουσιάζονται οι πρώτοι αμερικανικού τύπου ανεμόμυλοι με τα πολλά πτερύγια αλουμινίου ή ξύλου και οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την άντληση των υδάτων. Το 1880 διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον περίφημο φυσικό Γουίλιαμ Τόμσον, γνωστό ως λόρδο Κέλβιν, η ιδέα ότι ο άνεμος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να παραγάγει ρεύμα (Λοβέρδου Σ., 2002). Στη Δανία το 1900 κατασκευάζεται η πρώτη συσκευή που παράγει ηλεκτρικό ρεύμα από τον άνεμο. Το 1920 στην Αμερική, επιτυγχάνεται η πρώτη βιομηχανική παραγωγή ανεμοκινητήρων που παράγουν ηλεκτρισμό και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μικρή κατανάλωση, κατάλληλες για περιοχές όπου δεν φθάνει το ηλεκτρικό δίκτυο. Στη συνέχεια το 1941 στο Βερμόντ έγινε γεγονός η πρώτη σύνδεση με δίκτυο εναλλασσόμενου ρεύματος. Στη δεκαετία του '60 οι χαμηλές τιμές των συμβατικών καυσίμων μείωσαν το ενδιαφέρον για τη χρήση της αιολικής ενέργειας. Ήταν μόνο μετά τις πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70 και της διαπίστωσης της μεγάλης εξάρτησης στα καύσιμα αυτά, που η αιολική ενέργεια βρέθηκε ξανά στο προσκήνιο.

Σήμερα, οι αιολικές μηχανές χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Λειτουργούν διασυνδεδεμένες με τα τοπικά ή εθνικά ηλεκτρικά δίκτυα. Είναι όμως δυνατή η λειτουργία τους και σε συνεργασία με μηχανές ντίζελ, μικρά υδροηλεκτρικά ή φωτοβολταϊκά συστήματα. Μερικοί μάλιστα τύποι μικρών ανεμογεννητριών είναι κατασκευασμένοι για να λειτουργούν τελείως ανεξάρτητα τροφοδοτώντας τις καταναλώσεις, π.χ. μιας απομακρυσμένης κατοικίας. Πρέπει όμως στην εγκατάσταση να υπάρχουν συσσωρευτές (μπαταρίες) που φορτίζονται για να τροφοδοτούν την εγκατάσταση όταν υπάρχει άπνοια.

5.2 Αιολικό Δυναμικό

Αιολικό δυναμικό είναι η ποσότητα ενέργειας που λαμβάνεται από τον άνεμο σε μια περιοχή. Το χαρακτηριστικό μέγεθος για το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής είναι η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec) μετρούμενη σε ύψος 10 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους. Το μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό το διαθέτουν οι χώρες που είναι πλούσιες σε ακτές. Η χώρα μας πληρεί την προϋπόθεση αυτή και διαθέτει σημαντικό αιολικό δυναμικό (Τσατήρης Μ., 2002).

Το αιολικό δυναμικό μιας θέσης εκφράζεται μέσω της ποσότητας ενέργειας ανά μονάδα χρόνου και ανά μονάδα επιφάνειας που προσβάλλεται από τον άνεμο. Ο προσδιορισμός του αιολικού δυναμικού μια θέσης γίνεται από την ετήσια κατανομή της ταχύτητας (εντάσεως) του ανέμου, η οποία καθορίζεται πλήρως όταν είναι δεδομένες οι ωριαίες τιμές έντασης του ανέμου καθώς και η συχνότητα εμφάνισής του, στη διάρκεια του έτους. Η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας θέσης γίνεται μέσω της μέτρησης και καταγραφής της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου με τη χρήση μετεωρολογικών ιστών ανεμομέτρων, ανεμοδεικτών και καταγραφικών οργάνων (Αγόρης Δ., Τίγκας Κ., Κίλιας Κ., Μορφιαδάκης Ε., Χαβιαρόπουλος Π., 2002).

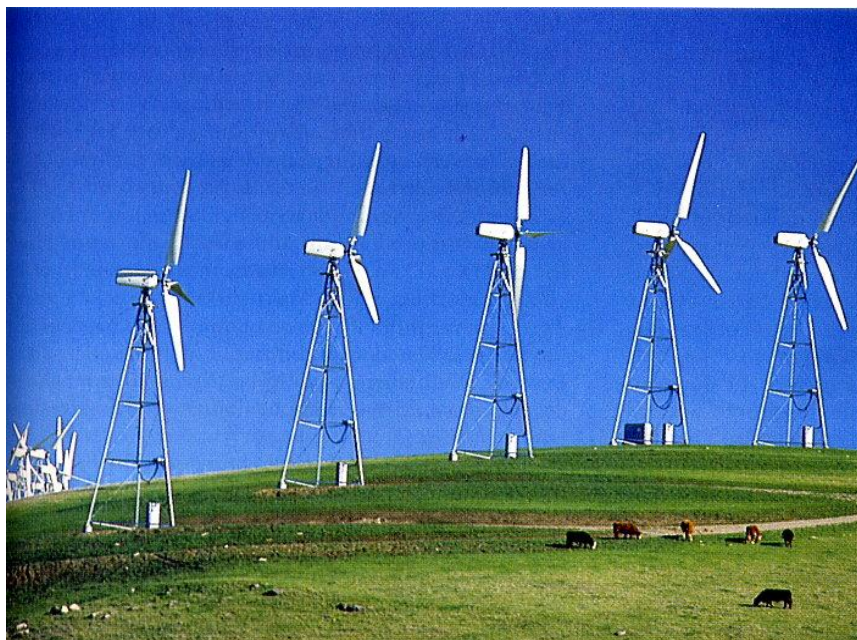
Η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής γίνεται με τη χρήση αναλυτικών και αριθμητικών μοντέλων με την επίλυση εξισώσεων που περιγράφουν το μελετούμενο πεδίο ροής. Ως δεδομένα αναφοράς χρησιμοποιούνται μετρήσεις σε επίγειους σταθμούς καθώς και μετρήσεις ανώτερης ατμόσφαιρας. Η επίλυση των εξισώσεων έχει ως αποτέλεσμα την πρόβλεψη της ταχύτητας του ανέμου σε ετήσια βάση καλύπτοντας ολόκληρη την υπό μελέτη περιοχή.

5.3 Αιολικές μηχανές – Ανεμογεννήτριες

Οι αιολικές μηχανές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για τις οποίες χρησιμοποιείται ο όρος ανεμογεννήτριες (Α/Γ), ταξινομούνται στις δύο βασικές κατηγορίες:

- ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα περιστροφής και
- ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα περιστροφής.

Η περισσότερο εξελιγμένη τεχνολογικά και εμπορικά κατηγορία είναι οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα, που διακρίνονται για την υψηλή τους αεροδυναμική απόδοση. Από αυτές, ο τύπος της οριζοντίου ανεμογεννήτριας με τρία πτερύγια έχει κυριαρχήσει παγκοσμίως στην αγορά.



Εικόνα 5.2: Αιολικό πάρκο με Α/Γ δύο πτερυγίων

Όσον αφορά τα μεγέθη των ανεμογεννητριών, διαπιστώνεται ότι σήμερα στην αιολική τεχνολογία επικρατούν τα μεγέθη ανεμογεννητριών που κυμαίνονται από 450 KW

έως 750 KW, με κέντρο βάρους τις ανεμογεννήτριες των 600 KW που είναι και οι πλέον διαδεδομένες στη σημερινή αγορά.

Για τα μεγέθη άνω των 750 KW, στην αγορά έχουν ήδη κάνει την εμφάνισή τους οι πρώτες ανεμογεννήτριες τέτοιων μεγεθών σε εμπορική κλίμακα (1000, 1500, 1600 KW) και ίσως αποτελέσουν τη μελλοντική τεχνολογική γενιά που θα επικρατήσει, λόγω οικονομικών κλίμακας, για μεγάλα αιολικά πάρκα (Νομίδης Δ., 1998).

Ένα άλλο στοιχείο που παρουσιάζει αυξητικές τάσεις στην αιολική τεχνολογία και το οποίο μαρτυρά την ωριμότητα και αξιοπιστία της, είναι η διάρκεια ζωής (κύκλος οικονομικής ζωής) των ανεμογεννητριών, η οποία εκτιμάται ότι σήμερα κυμαίνεται από 15-25 (και σε ακραίες περιπτώσεις 30) χρόνια με συνεχώς αυξητικές τάσεις.



Εικόνα 5.3: Αιολικό πάρκο με Α/Γ τριών πτερυγίων

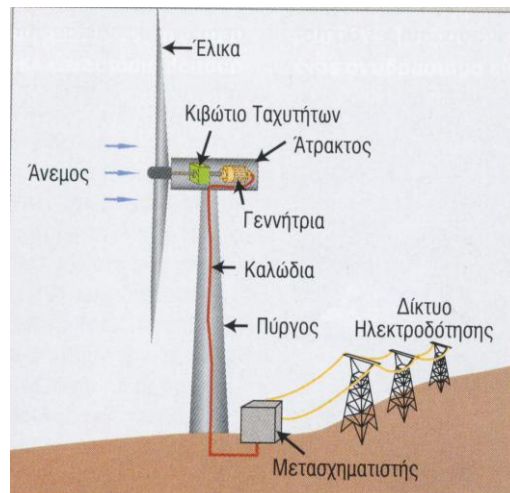
Τα κύρια εξαρτήματα σε μια ανεμογεννήτρια είναι:

- Τα πτερύγια
- Η ηλεκτρική γεννήτρια
- Τα φρένα
- Το σύστημα προσανατολισμού
- Το κιβώτιο ταχυτήτων
- Ο πύργος με τη θεμελίωσή του
- Το σύστημα ελέγχου ανεμογεννήτριας

Η Α/Γ μετατρέπει την ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό. Το ανώτατο τμήμα της ανεμογεννήτριας καλείται άτρακτος και περιέχει το κιβώτιο ταχυτήτων, τη γεννήτρια και το σύστημα φρένων. Η πτερωτή της Α/Γ αποτελείται από τα πτερύγια και τον άξονα στον οποίο είναι στηριγμένη. Τα πτερύγια είναι συνήθως φτιαγμένα από συνθετικά υλικά. Η ηλεκτρική ισχύς που παράγεται με την κίνηση της Α/Γ εξαρτάται από την επιφάνεια της πτερωτής. Τα άκρα των πτερυγίων περιστρέφονται με υψηλές ταχύτητες που προσεγγίζουν τα 200 χλμ./ώρα. Μία πτερωτή με δύο πτερύγια μπορεί θεωρητικά να εκμεταλλευτεί την ενέργεια του ανέμου εξίσου καλά, όσο και μία πτερωτή με τρία πτερύγια. Η πρώτη είναι απλούστερη και

φθηνότερη στην κατασκευή ενώ η δεύτερη παρουσιάζει λιγότερα προβλήματα δονήσεων. Επιπλέον η περωτή με δύο περύγια απαιτεί μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής κατά τη λειτουργία της Α/Γ κάτι που προκαλεί περισσότερο θόρυβο. Η ανεμογεννήτρια πρέπει να σταματάει την λειτουργία της για ταχύτητες ανέμου πάνω από 25 m/s για την προστασία των διαφόρων υποσυστημάτων της.

Ο πιο συνηθισμένος τύπος γεννήτριας που παράγει ηλεκτρισμό από αιολική ενέργεια είναι η ασύγχρονη γεννήτρια, η οποία λειτουργεί συνήθως πρακτικά με σταθερή ταχύτητα άσχετα από την ταχύτητα του ανέμου. Ένας άλλος τύπος γεννήτριας είναι η σύγχρονη (Καράγγελος Ι., Γκίνης Α., Κανελλόπουλος Δ., Δέλλιου Ε., Καλαγκιά Ε., 1993).



Εικόνα 5.4: Τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας (Μαρινόπουλος Ν., 2002)

Σε μια ανεμογεννήτρια συνήθως υπάρχουν δύο ανεξάρτητα συστήματα φρένου για λόγους ασφάλειας, ένα μηχανικό φρένο (δισκόφρενο) και ένα αεροδυναμικό (αερόφρενο). Η ανεμογεννήτρια παρακολουθεί τις αλλαγές στην κατεύθυνση του ανέμου με ένα ανεμοδείκτη που καθοδηγεί το σύστημα προσανατολισμού. Το κιβώτιο ταχυτήτων χρησιμοποιείται για να αυξήσει την ταχύτητα περιστροφής της περωτής στις σύγχρονες στροφές της γεννήτριας. Το κιβώτιο ταχυτήτων πρέπει να μπορεί να αντέξει σημαντικά μηχανικά φορτία κατά τη διάρκεια ισχυρών ρύπων του ανέμου.

Ο άνεμος ασκεί μεγάλη πίεση και στη δομή της ανεμογεννήτριας. Ο πύργος ως εκ τούτου πρέπει να αντέχει στις ισχυρές καταπονήσεις του. Η θεμελίωσή του συνεπώς κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Εικόνα 5.5: Το εσωτερικό της ατράκτου μιας Α/Γ

Για να καθοριστεί το αιολικό δυναμικό σε μια δεδομένη τοποθεσία, χρησιμοποιούνται οι κατηγορίες τραχύτητας, οι κατευθύνσεις του ανέμου και η στατιστική

κατανομή της ταχύτητας αυτού. Η μορφολογία του εδάφους είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς μπορεί να έχει σημασία ακόμα και σε μια απόσταση 20 χιλιομέτρων και να επηρεάζεται η λειτουργία της Α/Γ.

Αρχικά επιλέγεται ο χώρος εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Πραγματοποιούνται μετρήσεις αιολικού δυναμικού και αρχικές εκτιμήσεις της ενεργειακής παραγωγής. Η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου επηρεάζονται από την μορφολογία του εδάφους (κατηγορίες τραχύτητας).

Οι κατηγορίες τραχύτητας χωρίζουν το τοπίο σε 4 κατηγορίες.

- Κατηγορία τραχύτητας 0: θάλασσες και ωκεανοί.
- Κατηγορία τραχύτητας 1: ανοιχτές επιφάνειες υπαίθρου.
- Κατηγορία τραχύτητας 2: αγροτικές περιοχές με λίγα δέντρα.
- Κατηγορία τραχύτητας 3: περιοχές με πολλούς φράχτες και άλλα εμπόδια.

5.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντικά καθώς, αν και μορφή ενέργειας, έχει μηδενικές εκπομπές ρυπογόνων αερίων. Αλλά και όποιες εκπομπές προκαλούνται κατά την κατασκευή των ανεμογεννητριών αντισταθμίζονται μετά από μερικούς μήνες εξαιτίας των μηδενικών εκπομπών κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Ανάλογα η ενέργεια που ξοδεύεται για την κατασκευή τους "επιστρέφεται" με ένα χρόνο λειτουργίας των Α/Γ (World Energy Council, 1994). Η λειτουργία ενός αιολικού πάρκου των 10 MW σημαίνει για τα ελληνικά δεδομένα, σε ετήσια βάση έως και 40.000 τόνους λιγότερο CO₂ και σε σύγκριση με ένα πυρηνικό εργοστάσιο, το πάρκο αυτό εξοικονομεί 72 κιλά πυρηνικών αποβλήτων (Μπούσιος Αιμ., 2002).

Η αιολική ενέργεια είναι ανανεώσιμη δηλαδή αστείρευτη. Είναι εθνική, δεν εξαρτάται δηλαδή από οποιαδήποτε εμπορική σχέση ή οικονομική συμφωνία μεταξύ κρατών. Συνεπώς δεν εμφανίζονται φαινόμενα εξάρτησης των κρατών από τρίτους. Επίσης η αιολική ενέργεια λαμβάνεται ως μηχανική ενέργεια, δηλαδή είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμη. Όσον αφορά τη μετατροπή της σε ηλεκτρική έχει πολύ καλή απόδοση, χωρίς να υφίσταται η παρεμβολή θερμοδυναμικών φαινομένων που εμφανίζει ως μειονεκτήματα την πτώση της απόδοσής της.

Η ίδρυση και λειτουργία των αιολικών πάρκων δημιουργεί ισχυρούς πόλους τοπικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής αναβάθμισης και φέρνει πολλαπλά, μετρήσιμα και ουσιαστικά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες όπου εγκαθίστανται τα αιολικά πάρκα (Μαντέλης Τ., Παπαστεφανάκης Δ., 2002). Συγκεκριμένα η αιολική ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στην τοπική απασχόληση αφού ένα τυπικό αιολικό πάρκο των 10 MW απαιτεί: 250 ανθρωπομήνες απασχόλησης στη φάση της κατασκευής του, το 30 – 60% αυτής της απασχόλησης προέρχεται από το ντόπιο εργατικό δυναμικό, ενώ υπάρχουν 5-10 μόνιμοι εργαζόμενοι κατά τη φάση λειτουργίας του από τους οποίους οι μισοί είναι ντόπιοι. Η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου μπορεί να δημιουργήσει σημαντικές χρηματοροές σε τοπικό επίπεδο. Συγκεκριμένα ένα τυπικό αιολικό πάρκο των 10 MW, έχει ως αποτέλεσμα: τη διάχυση τοπικών δαπανών, σε εργολαβίες, προμήθειες, μισθούς στη φάση κατασκευής και την απολαβή μικτών κερδών από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει. Υλοποιούνται παράλληλα σημαντικά έργα υποδομής και προωθούνται νέες, εναλλακτικές μορφές τουρισμού στην περιοχή, όπως π.χ. ο οικοτουρισμός.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα της αιολικής ενέργειας περιλαμβάνουν κυρίως την οπτική ενόχληση, την έκταση γης που καταλαμβάνουν τα πάρκα, τον αντίκτυπο στην τοπική οικολογία, το θόρυβο και τη δημιουργία ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών. Παρόλα αυτά, στις περισσότερες των περιπτώσεων τα μειονεκτήματα μπορούν να αποφευχθούν με

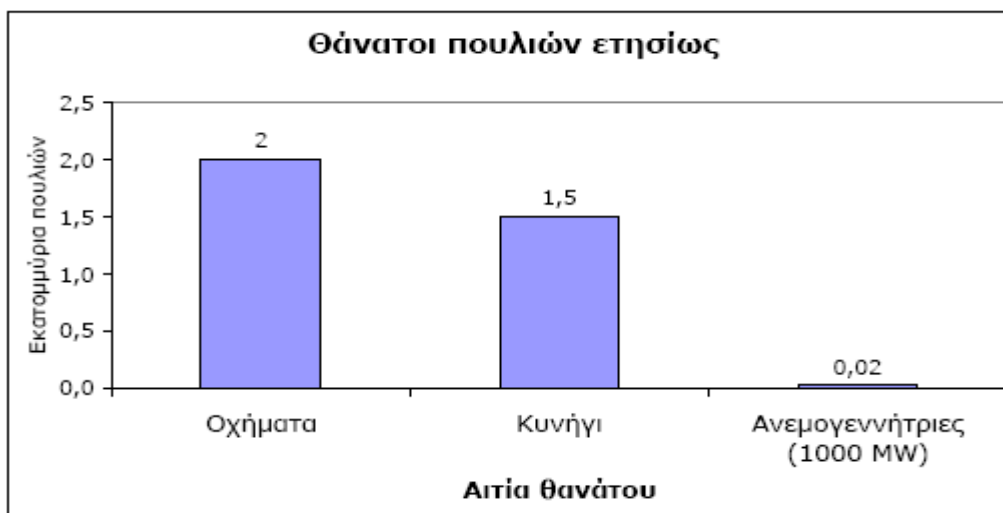
προσεκτική εγκατάσταση και σχεδιασμό του αιολικού πάρκου και με πολιτικές προστασίας σχεδιασμένες ώστε να διασφαλίζουν στο μέγιστο την αποδοχή της αιολικής ενέργειας από τους πολίτες.

Οι πιο συνηθισμένες αντιδράσεις των πολιτών αναφέρονται στα αισθητικά προβλήματα που δημιουργούνται στο τοπίο από τις ανεμογεννήτριες. Οι αλλοιώσεις στην εικόνα του φυσικού περιβάλλοντος είναι ένα φαινόμενο που ακολουθούσε και θα ακολουθεί πάντα τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η άναρχη και χωρίς σχεδιασμό τοποθέτηση των Α/Γ όταν γίνεται είναι ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα. Ο καλύτερος τρόπος για να αποφευχθούν τυχόν αντιδράσεις είναι οι Α/Γ να έχουν σχεδιαστεί σωστά με το κατάλληλο σχήμα, ύψος, χρώμα και υλικό.

Αν και από πολλούς θεωρείται ότι τα αιολικά πάρκα καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις γης, η άποψη αυτή μπορεί να αντιστραφεί εάν ληφθεί υπόψη η διπλή χρήση της γης που καταλαμβάνεται από τα πάρκα. Ένα αιολικό πάρκο χρησιμοποιεί ποσοστό μόνο 1% από τη συνολική περιοχή που καταλαμβάνει, ενώ οι Α/Γ μαζί με τη βάση τους μόλις το 0,2%. Η εναπομείνουσα έκταση γης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γεωργικές χρήσεις από τους κατοίκους των γύρω περιοχών χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Υποστηρίζεται επίσης ότι πολλά από τα αιολικά πάρκα επηρεάζουν δυσμενώς τη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής στην οποία είναι εγκατεστημένα. Το θέμα της προστασίας των πουλιών της περιοχής πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό των αιολικών πάρκων. Έτσι, πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε περιοχές προστασίας πουλιών, περιοχές RAMSAR ή περιοχές ευαίσθητες οικολογικά. Κύρια αιτία ανησυχίας είναι οι πιθανές θανατώσεις πουλιών από πρόσκρουση στις ανεμογεννήτριες, αλλά και σε εναέρια καλώδια και άλλες εγκαταστάσεις που πλαισιώνουν τα αιολικά πάρκα. Ως δευτερεύοντα προβλήματα αναφέρονται η ενόχληση των πουλιών από την κατασκευή και λειτουργία των αιολικών πάρκων.

Στην πλειονότητα των αιολικών πάρκων οι αρνητικές επιπτώσεις στους πληθυσμούς των πουλιών είναι από πολύ μικρές έως αμελητέες. Μελέτες που έγιναν στην Δανία δείχνουν ότι τα πουλιά τείνουν να αλλάζουν την τροχιά πτήσης τους 100-200 μέτρα πριν από τις ανεμογεννήτριες και να πετάνε σε ασφαλή απόσταση από αυτές. Σε μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Βρετανία, εκτιμήθηκε ότι οι σπάνιες συγκρούσεις πουλιών με ανεμογεννήτριες είχαν άμεση σχέση με συνθήκες κακοκαιρίας και κακής ορατότητας (Ψωμάς Στ., 2003). Υπολογίζεται πάντως ότι πολύ περισσότερα πουλιά πεθαίνουν από σύγκρουση με οχήματα παρά με ανεμογεννήτριες. Στο παρακάτω Σχήμα παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις για τα αίτια θανάτου πουλιών από οχήματα, κυνήγι και ανεμογεννήτριες στην Ολλανδία.



Σχήμα 5.1: Θάνατοι πουλιών ετησίως (Ψωμάς Στ., 2003)

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι πολύ ήσυχες και γίνονται όλο και πιο αθόρυβες. Το επίπεδο του ήχου σε απόσταση 40 μέτρων από μία ανεμογεννήτρια είναι 50-60 dB(A), που είναι αντίστοιχο με την ένταση μίας συζήτησης (Ψωμάς Στ., 2003). Σε απόσταση 200 μέτρων, η στάθμη του θορύβου πέφτει στα 44 dB(A), για ταχύτητα ανέμου 8 m/s. Σημειώνεται ότι για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες των 8 m/s, ο θόρυβος που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες καλύπτεται από το φυσικό θόρυβο. Το συγκεκριμένο επίπεδο θορύβου που αναφέρθηκε (44 dB) αντιστοιχεί σε αυτό μίας ήσυχης μικρής πόλης, και δεν αποτελεί βέβαια πηγή ενόχλησης. Δεδομένης δε της απαιτούμενης ελάχιστης απόστασης των ανεμογεννητριών από γειτονικούς οικισμούς (500m), το επίπεδο αυτό είναι ακόμη χαμηλότερο, της τάξης των 30-35 dB, που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου ενός ήσυχου καθιστικού, και που καλύπτεται πλήρως από φυσικές και τεχνικές πηγές θορύβου εγγύτερες προς τους οικισμούς. Στην επόμενη σελίδα παρατίθεται ένας πίνακας (Πίνακας 5.1) με τις μέσες τιμές θορύβου. Παρατηρείται ότι ο θόρυβος μιας ανεμογεννήτριας βρίσκεται κάτω από το μέσο θόρυβο που υπάρχει σε ένα γραφείο.

Τέλος ως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων διατυπώνεται η άποψη ότι οι Α/Γ προκαλούν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στις τηλεοράσεις και στα ραδιόφωνα των κατοίκων που μένουν κοντά στα αιολικά πάρκα. Μελέτες που έγιναν για το πρόβλημα αυτό έδειξαν ότι οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές που προκαλούνται είναι όμοιες με αυτές που προκαλούν στατικές δομές (π.χ. κτίρια). Πάντως για την αποφυγή οποιουδήποτε προβλήματος και ενόχλησης των κατοίκων θα πρέπει να γίνονται μελέτες και σωστός σχεδιασμός πριν από την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου.

Η αιολική ενέργεια είναι γενικά δημοφιλής στο ευρύ κοινό. Δημοσκοπήσεις που έγιναν σε πολλές χώρες δείχνουν ότι ένα ποσοστό της τάξης του 80% του πληθυσμού είναι υπέρ της αύξησης της χρήσης αιολικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή. Στον Καναδά π.χ. το ποσοστό αυτό είναι 79%, στην Ολλανδία 80%, στη Δανία 82% (Ψωμάς Στ., 2003). Αυτοί που κατοικούν κοντά σε αιολικά πάρκα είναι κατά μέσο όρο περισσότερο θετικοί στην αιολική ενέργεια, με ένα ποσοστό άνω του 80%. Είναι μάλιστα ενδεικτικό ότι κοινότητες που αρχικά αντιδρούσαν στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην περιοχή τους, μετά την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών άλλαξαν γνώμη.

Πίνακας 5.1: (Ψωμάς Στ., 2003)

ΜΕΣΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΕ ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ	
Αεροσκάφος	140
Κομπρεσέρ	120
Βιομηχανικός θόρυβος	100
Στερεοφωνικό	90
Εσωτερικό αυτοκινήτου	80
Γραφείο	60
Ανεμογεννήτρια	45-60
Σπίτι	50
Υπνοδωμάτιο	30
Ψίθυρος	20
Πτώση φύλλων	10

5.4.1 Σύνδρομο NIMBY

Υπάρχει μια μεγάλη διαφορά μεταξύ της ιδέας της αιολικής ενέργειας και των ανεμογεννητριών ως επιθυμητών εγκαταστάσεων σε μια περιοχή. Έχει παρουσιαστεί σε μελέτες πως οι πολίτες συμφωνούν γενικά με την ιδέα των Α.Π.Ε. και της αιολικής ενέργειας (Wolsink Maarten, 2000). Αλλά όταν φθάνει η στιγμή της εγκατάστασης του αιολικού πάρκου στην περιοχή τους η ιδέα της αιολικής ενέργειας φαίνεται να εξαφανίζεται. Πρόκειται για το σύνδρομο Not In My Back Yard (NIMBY) που ελληνικά κατά λέξη μεταφράζεται "Όχι στην πίσω αυλή μου". Η βασική θεωρία είναι ότι οι πολίτες υποστηρίζουν την αιολική ενέργεια σε ένα αφηρημένο επίπεδο, αλλά αντιτίθενται σε συγκεκριμένα τοπικά σχέδια εγκατάστασης αιολικού πάρκου εξαιτίας των αναμενόμενων επιδράσεων στην περιοχή. Το σύνδρομο NIMBY δεν αφορά αποκλειστικά την αιολική ενέργεια αλλά μπορεί να εμφανιστεί και σε άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες (Soren Krohn & Steffen Damborg).

5.5 Αιολικά πάρκα εδραζόμενα στη θάλασσα

Το καλοκαίρι του 1999 το Υπουργείο Ενέργειας της Δανίας καθόρισε πέντε περιοχές ανοικτής θαλάσσης για την κατασκευή αιολικών πάρκων εγκατεστημένης ισχύος λίγο μεγαλύτερης από 2 MW το καθένα. Η προοπτική είναι το έτος 2030 η αιολική ενέργεια από ανεμογεννήτριες που εδράζονται στη θάλασσα να ξεπεράσει τα 4.000 MW εγκατεστημένης ισχύος. Το πρόγραμμα αυτό δίνει τεράστιες δυνατότητες στη δανέζικη βιομηχανία ανεμογεννητριών καθώς το υψηλό κόστος των οικοπέδων επέβαλλε περιορισμούς στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Η εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού στα πάρκα αυτά γίνεται από ανεμογεννήτριες μεγάλου μεγέθους, της τάξης των 2 MW, με έλικες διαμέτρου 70 m, 10% περισσότερο από το άνοιγμα των φτερών ενός Jumbo Boeing 747. Οι ανεμογεννήτριες που εδράζονται στη θάλασσα αποτελούν επαναστατική καινοτομία για την ανάπτυξη πάρκων μεγάλης ισχύος (Λοβέρδου Σ., 2002).

Για τις υποβρύχιες θεμελιώσεις του συστήματος των Α/Γ έχουν αναπτυχθεί νέες μηχανικές τεχνικές, ενώ τα επιπλέον έξοδα μπορούν να αντισταθμιστούν από την τάση για μεγαλύτερες μηχανές της τάξης των 2-3 MW κατά Α/Γ και των 60 MW (αρκετή ποσότητα για να εξυπηρετεί περίπου 50.000 κατοικίες) για το σύνολο του αιολικού πάρκου που εδράζεται στη θάλασσα.

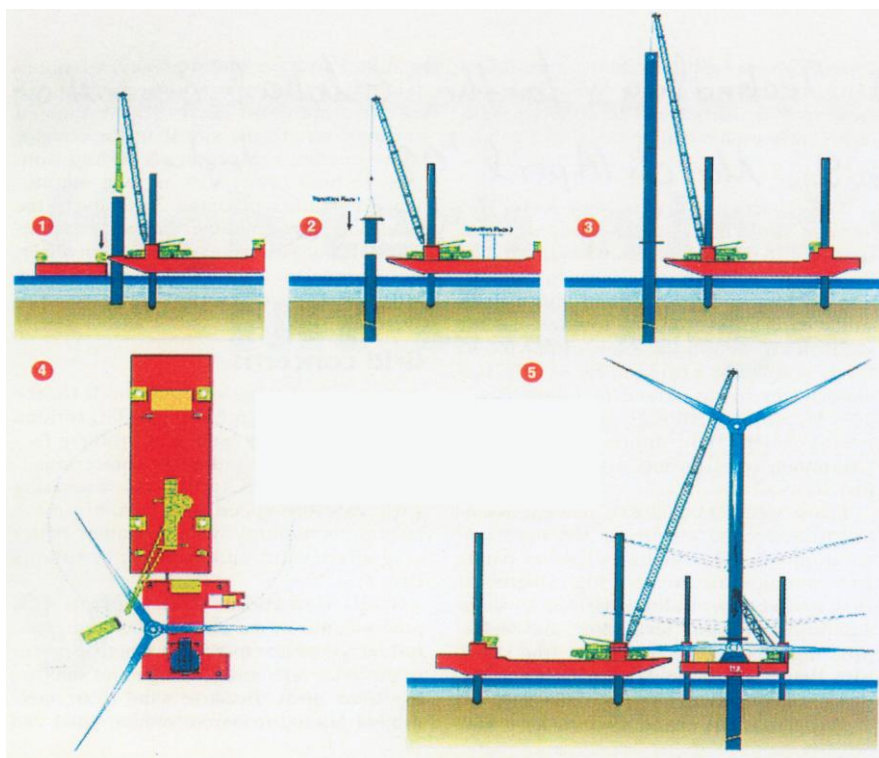
Στα αιολικά πάρκα που εδράζονται στη θάλασσα δεν υπάρχουν αντιδράσεις σχετικά με την οπτική ενόχληση και το θόρυβο, αλλά ανακύπτουν προβλήματα όπως παρεμβολές στα ραντάρ και τα στρατιωτικά αεροπλάνα.



Εικόνα 5.6: Το αιολικό πάρκο 10 MW του Utgrunden που βρίσκεται στην ακτή της Σουηδίας και αποτελείται από 7 Α/Γ του 1,5 MW η καθεμία (Power, March/April 2002)



Εικόνα 5.7: Μεταφορά των πτερυγίων μιας Α/Γ που πρόκειται να εγκατασταθεί στη θάλασσα (Power, March/April 2002)



Εικόνα 5.8: Στάδια εγκατάστασης μιας Α/Γ που εδράζεται στη θάλασσα (Power, March/April 2002)

5.6 Η αιολική ενέργεια στον κόσμο

Μια σειρά από επιστημονικές μελέτες οδηγούν στην εκτίμηση ότι τα ενεργειακά αποθέματα της αιολικής ενέργειας είναι εξαιρετικά μεγάλα και κατανεμημένα στις πέντε ηπείρους του πλανήτη. Η συνολική ενέργεια των ανέμων που είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί τεχνικά, υπολογίζεται σε 25.000 – 53.000 TWh/έτος. Η ποσότητα αυτή είναι 2-4 φορές περίπου μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώθηκε στον κόσμο το 1998.

Σήμερα η αιολική ενέργεια είναι, με απόσταση, η πλέον αναπτυσσόμενη Α.Π.Ε. Με τη συνεχή τεχνολογική βελτίωση των Α/Γ, συγκαταλέγεται πλέον στις ώριμες τεχνολογίες. Το κόστος της παραγόμενης ενέργειας μειώνεται διαρκώς και σε τοποθεσίες με καλό αιολικό δυναμικό μπορεί να σταθεί ανταγωνιστικά απέναντι σε άλλες συμβατικές μορφές ενέργειας. Για το μέλλον, οι κατασκευάστριες εταιρείες στηρίζουν πολλές ελπίδες στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων στη θάλασσα (offshore wind parks).



Εικόνα 5.9: Αιολικό πάρκο

Η τεχνολογική ωρίμανση της πηγής αυτής, η ένταξή της στους εθνικούς ενεργειακούς πόρους και η θετική περιβαλλοντική της διάσταση, οδηγούν πολλές κυβερνήσεις να ενισχύουν οικονομικά αυτή τη μορφή ενέργειας, με διάφορες επιδοτήσεις ή φορολογικές ελαφρύνσεις.

Μέχρι το τέλος του 1998 η συνολική ηλεκτρική ισχύς των ανεμογεννητριών που ήταν εγκατεστημένες σε περισσότερες από 50 χώρες του πλανήτη, κυμαίνονταν γύρω στα 10.000 MW. Κατά τα τελευταία έξι χρόνια οι πωλήσεις ανεμογεννητριών αυξάνονται με ετήσιο μέσο αριθμό της τάξης του 40%. Το 2000, μόνο στην Ευρώπη, η ισχύς αυτών που λειτουργούσαν ήταν πάνω από 13.000 MW.

Την ίδια χρονιά, σε παγκόσμιο επίπεδο, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ήταν 17.000 MW, η δε παραγωγή τους σε ενέργεια γύρω στις 37.000 GWh, ποσότητα που αντιστοιχούσε στο 0,15% περίπου της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι μεγαλύτερες αγορές, εκτός Ε.Ε., ήταν των ΗΠΑ με 2.554 MW, της Ινδίας με 1.167 MW και της Κίνας με 265 MW. Η Ρωσία διέθετε 5 MW μόνο και ανεπτυγμένη τεχνολογικά Ελβετία μόλις 3 MW (European Commission, 2002).

Είναι φανερό ότι, οι χώρες της Ε.Ε. κατέχουν, με μεγάλη απόσταση, την πρώτη θέση στην αιολική ενέργεια. Από τα 15 GW του παγκόσμιου δυναμικού των ανεμογεννητριών τα 13 GW παράγονται στην Ευρώπη. Διαθέτει δηλαδή το 75% της ισχύος των εγκατεστημένων ανεμογεννητριών (Μαρινόπουλος Ν., 2002). Το έτος 2000 οι πιο δραστήριες αγορές παραγωγής αιολικής ενέργειας ήταν, της Δανίας, της Γερμανίας και της Ισπανίας. Η IEA (International Energy Agency) υπολογίζει ότι, με τα σημερινά δεδομένα το 2020 η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο κόσμο θα διπλασιαστεί.

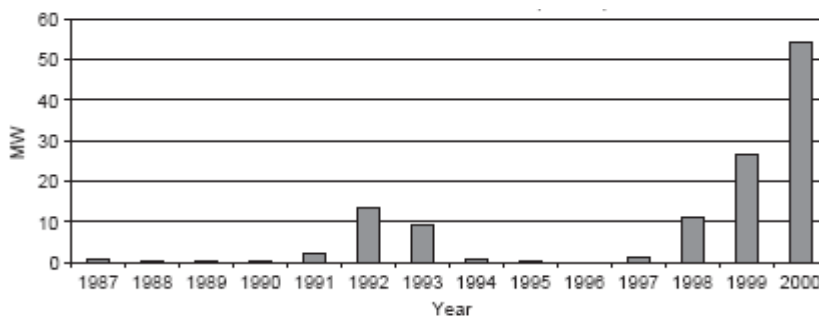
Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία (European Commission, 1999), το 1995 η αιολική ενέργεια είχε εγκατεστημένη ισχύ 0,3 Mtoe, ενώ υπολογίζεται ότι το 2010 θα αυξηθεί στα 5,2 Mtoe και το 2020 στα 10,5 Mtoe. Δηλαδή από το 1995 – 2010 το ετήσιο ποσοστό αύξησης θα είναι 19,8%.

Πίνακας 5.2: Η εξέλιξη της αιολικής ενέργειας στην Ε.Ε. (MW) (Μπούσιος Αιμ., 2002)

Η εξέλιξη της αιολικής ενέργειας στην Ε.Ε. Εγκατεστημένη ισχύς σε MW						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Γερμανία	1.132	1.545	2.080	2.874	4.443	6.113
Ισπανία	133	249	515	834	1225	2.538
Δανία	637	857	1.116	1.450	1.761	2.364
Ολλανδία	249	299	325	363	411	449
Ιταλία	33	71	100	180	283	427
Ενωμένο Βασίλειο	200	270	320	334	353	406
Σουηδία	69	105	117	150	215	241
Ελλάδα	28	29	29	39	82	226
Ιρλανδία	7	11	51	63	73	129
Πορτογαλία	9	20	38	60	60	99
Αυστρία		3	20	30	42	79
Γαλλία	3	10	10	19	22	62
Φινλανδία	6	8	12	17	38	38
Λουξεμβούργο		2	2	5	10	15
Βέλγιο		7	7	8	9	13
Σύνολο	2.506	3.486	4.739	6.426	9.028	13.199

5.6.1 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Η Ελλάδα λόγω του αξιόλογου αιολικού δυναμικού που διαθέτει, είναι μια από τις πιο ενδιαφέρουσες περιοχές της Ευρώπης για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Με την αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού, οι Κυκλάδες, η Κρήτη, η Εύβοια και η Ηπειρωτική Ελλάδα έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν το 15% των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Εάν αξιοποιηθεί έστω και το 80% του ελληνικού αιολικού δυναμικού θα γίνει μεγάλη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου και μείωση των εκπομπών CO₂.



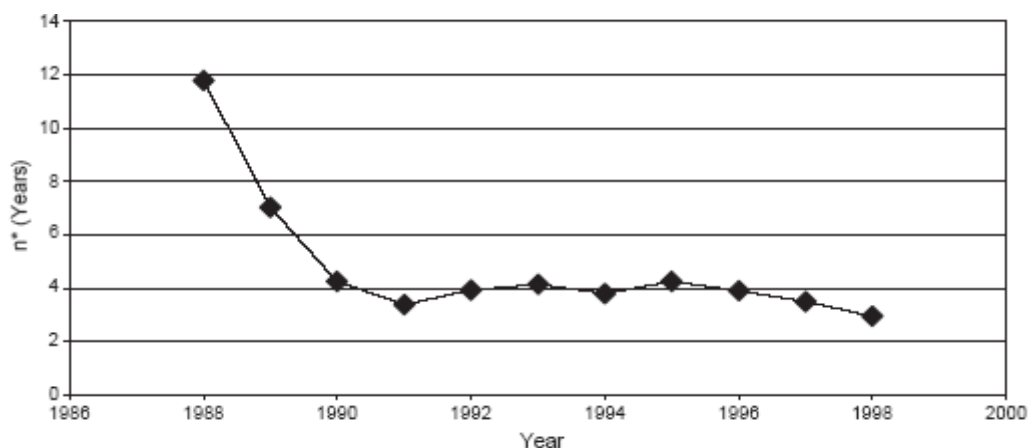
Σχήμα 5.2: Ετήσια αύξηση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα από το 1987 – 2000 (Kaldellis J. K., 2004)

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα επίσημα στοιχεία στο τέλος του 2000, ήταν εγκατεστημένες στην Ελλάδα 350 ανεμογεννήτριες, 156 από τις οποίες ανήκαν στη ΔΕΗ και οι υπόλοιπες ανήκουν σε ιδιωτικούς επενδυτές. Η ονομαστική ισχύς των πάρκων της ΔΕΗ ήταν 36,6 MW, ενώ η αντίστοιχη των επενδυτών έφθανε τα 94,7 MW. Το συνολικό κόστος των έργων αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα το έτος 2001 κυμαίνεται από 970.000 €/kW μέχρι 1.170.000 €/kW και διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο, το μέγεθος της Α/Γ (International Energy Association, 2001).



Εικόνα 5.10: Αιολικά πάρκα στην Ελλάδα το 2000 (Kaldellis J.K., 2004)
 PPC Wind Parks: Αιολικά πάρκα ΔΕΗ, Private Wind Parks: Αιολικά πάρκα ιδιωτικών επενδυτών

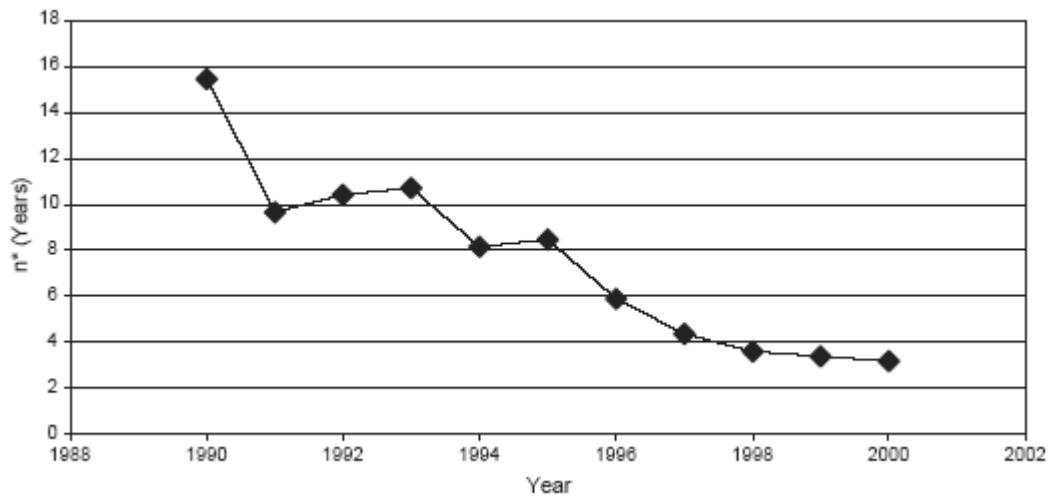
Μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα της αιολικής ενέργειας παρουσιάζουν τα νησιά του Αιγαίου και η Κρήτη. Στα παρακάτω σχήματα δίνεται η περίοδος απόδοσης του επενδυμένου κόστους για αιολικά πάρκα σε μικρά νησιά καθώς και στην Κρήτη.



Σχήμα 5.3: Περίοδος απόδοσης επενδεδυμένου κόστους για αιολικά πάρκα μικρών νησιών (Kaldellis J.K., 2004)

Στα Σχήματα 5.3 και 5.4 παρατηρείται ότι από το 1988 - 2002 η περίοδος απόδοσης του επενδεδυμένου κόστους που καταβλήθηκε για την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου

μειώνεται. Αυτό οφείλεται στην καλύτερη τεχνολογία των σημερινών ανεμογεννητριών που έχουν πολύ καλή απόδοση.

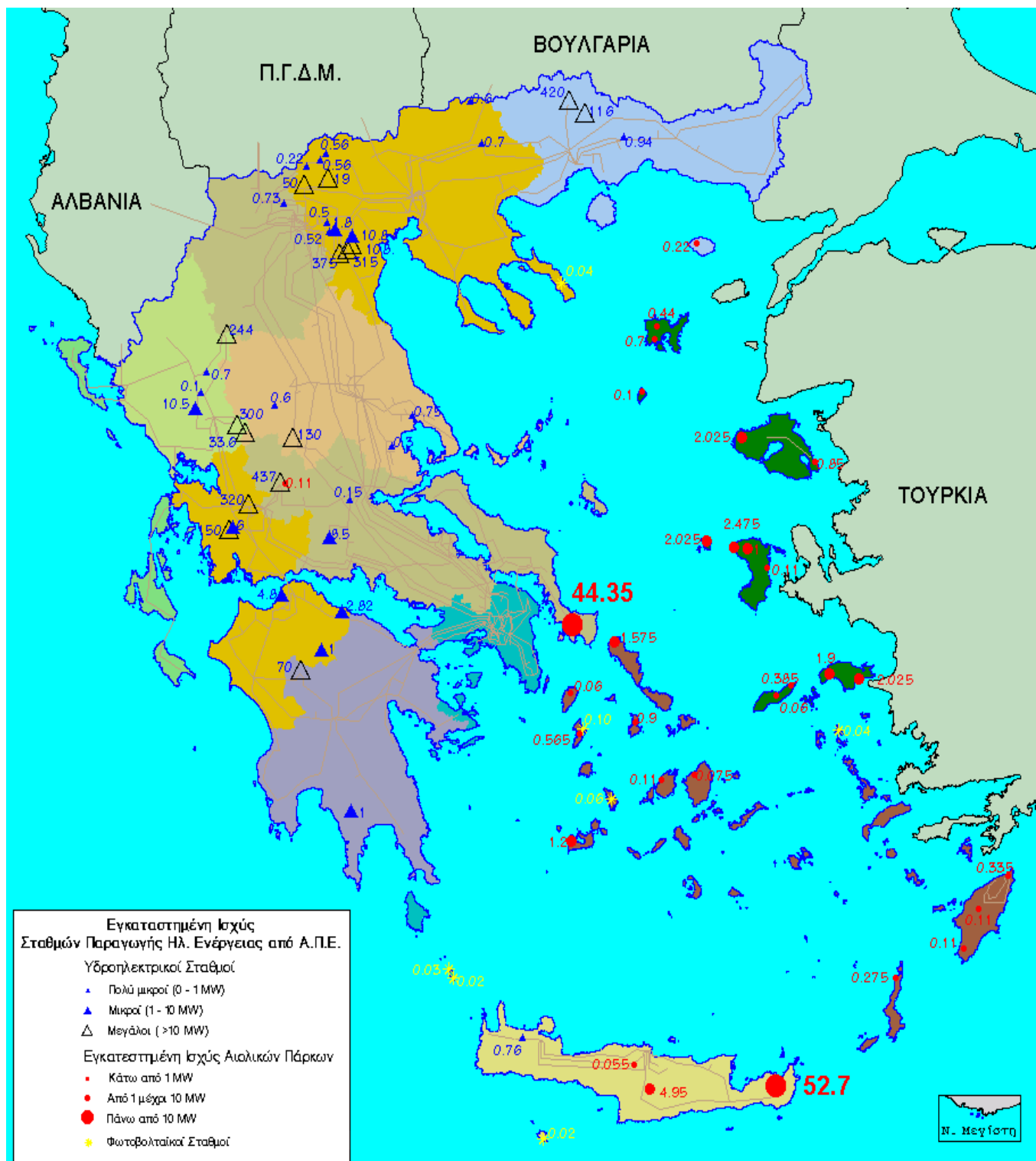


Σχήμα 5.4: Περίοδος απόδοσης επενδεδυμένου κόστους για αιολικά πάρκα της Κρήτης (Kaldellis J.K., 2004)



Εικόνα 5.11: Επιδεικτικό αιολικό πάρκο στην Αγ. Μαρίνα Λαυρίου (Νομός Αττικής), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 3 MW (ΚΑΠΕ)

Στον επόμενο χάρτη δίνεται η εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών πάρκων στην Ελλάδα. Μπορεί να παρατηρηθεί πως στην Κρήτη υπάρχει η μεγαλύτερη ποσότητα εγκατεστημένης ισχύος στην Ελλάδα, ενώ ακολουθεί η Ν. Εύβοια και μετά τα νησιά του Αιγαίου (Εικόνα 5.12).



Εικόνα 5.12: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικών πάρκων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

6.1 Ορισμός και ιστορική εξέλιξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας

Ο άνεμος δεν είναι η μοναδική φυσική πηγή σε κίνηση η οποία μπορεί να παράγει έργο που να μετατρέπεται σε ενέργεια, αλλά και το νερό μπορεί να δίνει τις ίδιες υπηρεσίες με μεγαλύτερη απόδοση. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από το νερό, όταν αφηθεί να τρέξει από μια υψηλότερη θέση σε μια άλλη θέση που βρίσκεται χαμηλότερα λέγεται υδροηλεκτρική ή υδραυλική ή υδροδυναμική (Τσατήρης Μ., 2002). Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας σε πολλές χώρες και προβλέπεται ότι θα συνεχίσει να παίζει σημαντικό ρόλο στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη μελλοντικών ενεργειακών αναγκών.

Η φυσική κίνηση του νερού των ποταμών, που τρέχει από την πηγή του προς τη θάλασσα, χρησιμοποιήθηκε από την αρχαιότητα. Οι νερόμυλοι, που προμήθευαν την αναγκαία κινητήρια δύναμη για τον μετασχηματισμό των γεωργικών πρώτων υλών (άλεσμα του σιταριού), συχνά μετατρέπανε τη ροή του νερού όχι μονάχα σε δρόμο επικοινωνίας, αλλά ακόμα σε άξονες που στη βάση τους αναπτύχθηκαν μεγάλες πόλεις. Η δυνατότητα μετατροπής της κίνησης σε ηλεκτρισμό έφερε όμως στα τέλη του 19^{ου} αιώνα μια ριζική αλλαγή στην ενεργειακή χρησιμοποίηση της κίνησης των νερών (Μπαρμπέ Φιλίπ).

6.2 Στάδια μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο

1) Οι ωκεανοί απορροφούν την ενέργεια ακτινοβολίας του ήλιου η οποία μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του νερού. Η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει την απαραίτητη θερμότητα για να εξατμιστεί το νερό και να παραχθούν οι υδρατμοί. Στη συνέχεια οι υδρατμοί μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα όπου σχηματίζονται τα σύννεφα.

2) Το νερό λοιπόν βρίσκεται σε κάποιο ύψος και έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια. Η ενέργεια ακτινοβολίας του ήλιου μετασχηματίστηκε σε βαρυτική δυναμική ενέργεια του νερού.

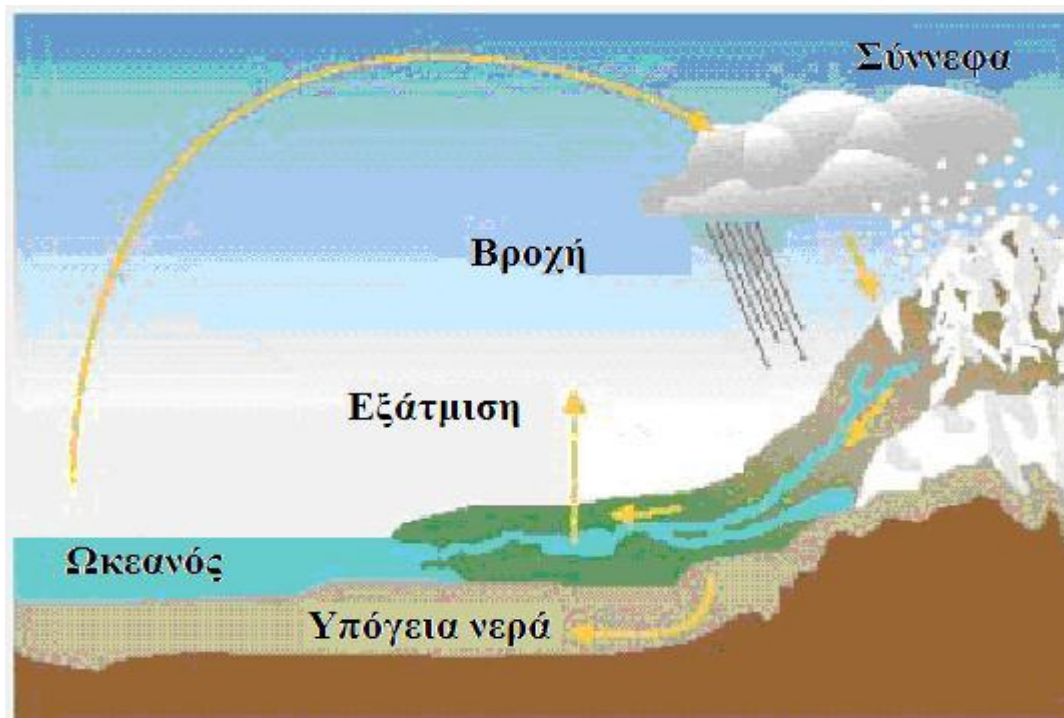
3) Στη συνέχεια πέφτει στο έδαφος με μορφή βροχής ή χιονιού.

4) Το νερό ρέει από τα υψηλότερα σημεία της ξηράς προς τη θάλασσα σχηματίζοντας ποταμούς, οπότε η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική. Η ροή αυτή ελέγχεται με την κατασκευή ενός φράγματος και τη δημιουργία τεχνητής λίμνης (υδατοταμιευτήρας).

5) Η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε περιστροφική κινητική ενέργεια του υδατοστροβίλου στον υδροηλεκτρικό σταθμό.

6) Στις στροβιλογεννήτριες η κινητική ενέργεια του στροβίλου μετατρέπεται σε ηλεκτρική (Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π., Καμπούρης Κ., Παπαμιχάλης Κ., Παπατσίμπα Λ., Χατζητσομπάνης Θ., 2003). Η παραπάνω διαδικασία θεωρείται ιδιαίτερα αξιόπιστη μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι από τις πιο προνομιούχες μορφές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 6.1).

Οι πτώσεις νερού δημιουργούνται τεχνητά είτε με εκτροπή κάποιου υδάτινου ρεύματος είτε κυρίως με την κατασκευή φραγμάτων πίσω από τα οποία δημιουργούνται τεχνητές λίμνες (Πολίτης Γ., 1996).

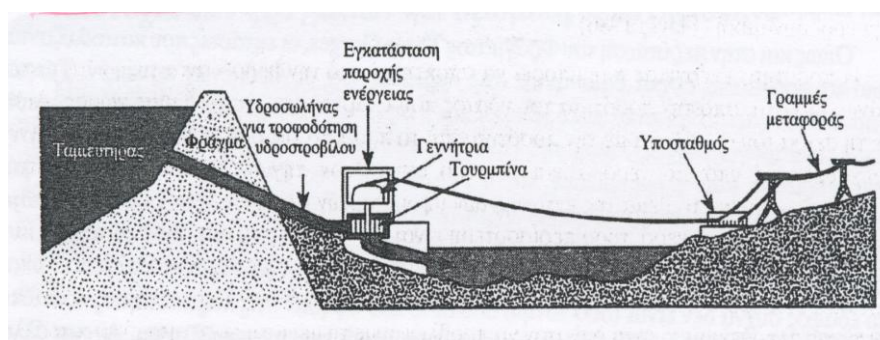


Εικόνα 6.1: Ο υδρολογικός κύκλος του νερού

6.3 Υδροηλεκτρικές Μονάδες – Τεχνολογία

Επειδή τα ποτάμια δεν έχουν σταθερή ποσότητα ροής σ' όλη τη διάρκεια του έτους και το ύψος είναι πολύ σημαντικό, είναι απαραίτητο να χτιστούν ένα φράγμα και ένας ταμιευτήρας. Εξίσου σημαντικά μέρη που απαρτίζουν ένα υδροηλεκτρικό έργο είναι οι υπερχειλιστές και οι υδροστρόβιλοι.

Τα φράγματα είναι κατασκευές με διπλό προορισμό: την διαμόρφωση τεχνητής δεξαμενής και τη δημιουργία υψομετρικής διαφοράς σε σχέση με τη θέση του σταθμού παραγωγής. Το ύψος του φράγματος εξαρτάται από την ποσότητα του νερού που χρειάζεται να αποθηκευθεί, το ύψος του νερού που είναι απαραίτητο και την περιβάλλουσα τοπογραφία. Στις σχετικά επίπεδες περιοχές, το πλάτος του φράγματος και το μέγεθος της περιοχής που τίθεται υπό περιορισμό είναι σημαντικά, καθώς οδηγούν σε αυξημένη δαπάνη και μεγαλύτερες επιπτώσεις από τη χρήση γης (Karlin Eric F., Makofske William J. & Horowitz Howard). Από τη φύση του προορισμού τους και τις συνθήκες λειτουργίας τους συνάγεται ότι τα φράγματα πρέπει να εμφανίζουν στερεότητα και στεγανότητα, σε συνδυασμό πάντοτε με τις εδαφολογικές συνθήκες στο χώρο ανέγερσής τους.



Εικόνα 6.2: Παρουσίαση υδροηλεκτρικής εγκατάστασης

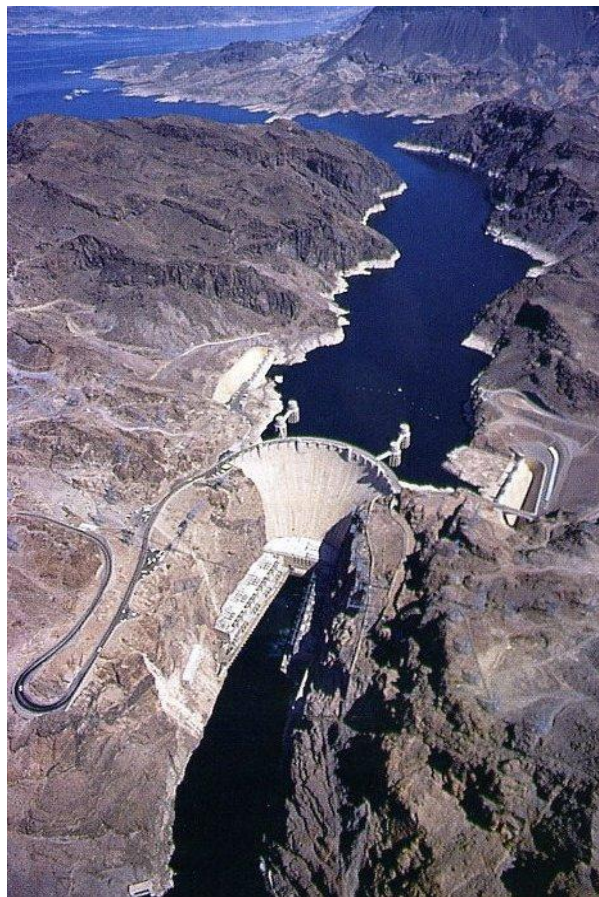
Για τη στερεότητα, υπάρχουν τρεις βασικοί κίνδυνοι που την απειλούν: η θραύση, η υπερχειλίση και η ολίσθηση. Η στεγανότητα εξαρτάται από την διαπερατότητα των υλικών κατασκευής, τη σωστή διάταξη των αρμών και την ποιότητα του υπεδάφους. Για τη σωστή μελέτη του τελευταίου, απαιτούνται εκτεταμένες γεωτρήσεις και σχολαστική ανάλυση των αντίστοιχων στοιχείων.

Τα φράγματα ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τα υλικά κατασκευής τους, το Σχήμα τους και τον τρόπο λειτουργίας τους. Οι κατηγορίες φραγμάτων που συναντώνται είναι: φράγματα βαρύτητας, τοξωτά φράγματα, γαιοφράγματα.

Για όλες τις κατηγορίες φραγμάτων, είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει προστασία σε κάθε περίπτωση μεγάλων παροχών νερού που οδηγούν σε ανύψωση της στάθμης με κίνδυνο την υπερκάλυψη και καταστροφή τους. Τέτοια προστασία εξασφαλίζεται με ειδικές κατασκευές που επιτρέπουν το πέρασμα μεγάλων ποσοτήτων νερού και λέγονται "υπερχειλιστές". Υπάρχουν διάφοροι τύποι υπερχειλιστών, με βασική διάκριση τους απλούς και ρυθμιζόμενους. Οι τελευταίοι διαθέτουν κινητά διαφράγματα, που ελέγχονται ανάλογα με τις ποσότητες νερού που πρέπει να διαφύγουν.

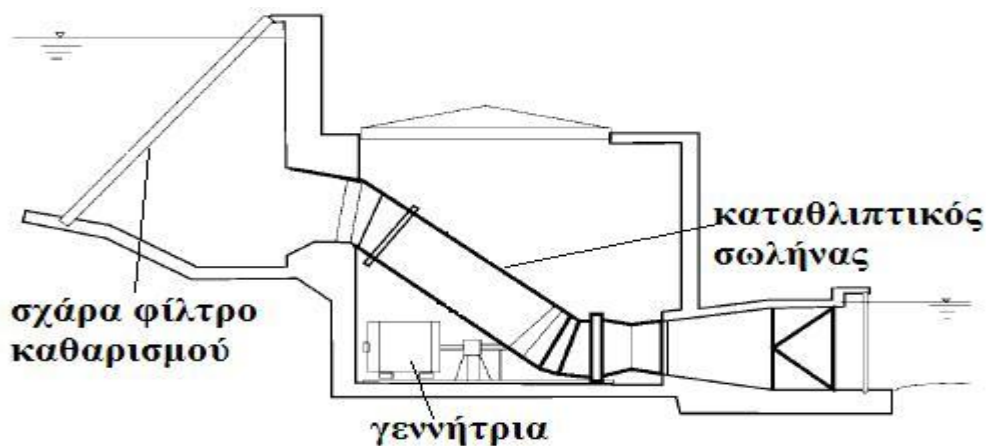
Οι υδροστροβίλοι που αποτελούν το βασικότερο μέρος του μηχανολογικού εξοπλισμού ενός υδροηλεκτρικού σταθμού, είναι οι διατάξεις όπου η δυναμική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε κινητική και προκαλεί την περιστροφή του άξονα που, τελικά στρέφει τη γεννήτρια.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδροστροβίλων. Η επιλογή, σε κάθε περίπτωση βασίζεται στα δύο πιο σημαντικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν τις ενεργειακές δυνατότητες του υδροηλεκτρικού έργου: τη διαθέσιμη υψομετρική διαφορά και την παροχή στη θέση του υδροστροβίλου (Κάλφας Μ.).



Εικόνα 6.3: Το φράγμα του Hoover, ΗΠΑ (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.)

Όταν η κατανάλωση είναι χαμηλή, συνήθως τη νύχτα, οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για επιπλέον ηλεκτροδότηση από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, αντλούν το νερό από μια λίμνη ή ταμιευτήρα σ' έναν άλλο χώρο αποθήκευσης με μεγαλύτερο υψόμετρο. Όταν η εταιρεία παραγωγής ενέργειας χρειάζεται περισσότερο ηλεκτρισμό απ' ό,τι μπορούν να παράγουν οι λοιπές εγκαταστάσεις, το νερό του ταμιευτήρα που βρίσκεται υψηλότερα απελευθερώνεται και ρέει μέσα από τις γεννήτριες και παράγει ηλεκτρισμό καθώς επιστρέφει στο χαμηλότερο ταμιευτήρα νερού (Miller Tyler G. Jr.,² 1999).



Εικόνα 6.4: Εσωτερικό υδροηλεκτρικής εγκατάστασης, όπου φαίνεται η γεννήτρια

6.3.1 Εκτίμηση υδροδυναμικού περιοχής και επιλογή θέσεων εγκατάστασης

Πριν προχωρήσει η κατασκευή ενός φράγματος, πρέπει να μελετηθούν αρχικά με πολύ μεγάλη προσοχή τα υδρολογικά στοιχεία, η αναμενόμενη παραγωγή, το κόστος του φράγματος και του εξοπλισμού, προκειμένου να εξαχθούν σωστά συμπεράσματα ως προς την αποδοτικότητα της επένδυσης.

Η εκτίμηση του υδροηλεκτρικού δυναμικού μιας περιοχής είναι το πρωταρχικό και το κρίσιμότερο στάδιο για την ανάπτυξη υδροηλεκτρικών εφαρμογών. Ο προσδιορισμός των υδρολογικών χαρακτηριστικών, σε συνδυασμό με την αναγνώριση της περιοχής, έχει ως στόχο την περιγραφή της διακύμανσης της συγκεκριμένης παροχής και την επιλογή πιθανών θέσεων για εγκατάσταση υδροηλεκτρικών έργων.

Λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία, τη γεωλογία, τις κατακρημνίσεις και τυχόν υπάρχουσες μετρήσεις παροχής, γίνεται υπολογισμός του θεωρητικού υδροδυναμικού της περιοχής. Για τις θέσεις που συγκεντρώνουν τον υψηλότερο δείκτη πυκνότητας υδροηλεκτρικού δυναμικού, γίνεται εκτίμηση της καμπύλης διάρκειας της παροχής με χρήση διαφόρων υδρολογικών μοντέλων σε συνδυασμό με μια ελάχιστη σειρά μετρήσεων παροχής (Μιχαηλίδη Χρ., Λυκάκη – Σιάνου Α., Σταυρίδη Ν., 1993). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και της υδρολογικής ανάλυσης συνοδεύονται από καμπύλες διάρκειας παροχής για τις εξεταζόμενες θέσεις και καταλήγουν σε μια αρχική λύση και διάταξη των έργων που προτείνονται, εξετάζοντας διάφορες εναλλακτικές λύσεις και λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους που υπεισέρχονται, όπως χρήσεις ύδατος, δίκτυο ΔΕΗ, χρήσεις γης. Για κάθε μία από τις προτεινόμενες λύσεις εξετάζεται το κόστος και η οικονομική βιωσιμότητα.

6.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας

Η υδροδυναμική δίνει μια μέτρια έως υψηλή καθαρή παραγωγή ενέργειας και ιδιαίτερα χαμηλές δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης ενώ σπάνια χρειάζεται να παύσει η λειτουργία της εγκατάστασης.

Ιδιαίτερα σημαντικό κρίνεται το γεγονός πως η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν εκπέμπει διοξείδιο του άνθρακα και άλλες εκπομπές που ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έχει διάρκεια ζωής 2 -10 φορές μεγαλύτερη συγκριτικά με τις εγκαταστάσεις καύσης άνθρακα ή πυρηνικής ενέργειας (Miller Tyler G. Jr.,² 1999) και συνεπώς είναι οικονομικά πιο αποδοτική.

Οι λίμνες που δημιουργούνται από την εγκατάσταση του υδροηλεκτρικού σταθμού βελτιώνουν το τοπίο και τις μικροκλιματικές συνθήκες και δίνουν την δυνατότητα ανάπτυξης ιχθυοκαλλιέργειας, περιοχών αναψυχής και ναυταθλητισμού (Μιχαηλίδη Χρ., Λυκάκη – Σιάνου Α., Σταυρίδη Ν., 1993).

Δυνατό επίσης επιχείρημα των υπέρμαχων της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι ο έλεγχος των πλημμυρών που εξασφαλίζεται με την εγκατάσταση του υδροηλεκτρικού σταθμού σε μια περιοχή αλλά και η παροχή σημαντικών αποθεμάτων νερού για άρδευση της περιοχής.

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα που συγκεντρώνουν οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, φαίνεται πως δεν τους λείπουν και οι σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ενώ το νερό είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν μολύνει το περιβάλλον, χρησιμοποιώντας το για την κίνηση ενός υδροηλεκτρικού σταθμού παρουσιάζονται αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα στη γύρω περιοχή. Προβλήματα που περιλαμβάνουν την απώλεια της γης, της ζωής των αγρίων ζώων και των δασών, την απώλεια της βιοποικιλότητας, την αυξημένη καθίζηση, τη μείωση των αλιευμάτων και πιθανή πρόκληση σεισμών. Μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις οι επιπτώσεις αυτές αλληλοσχετίζονται.

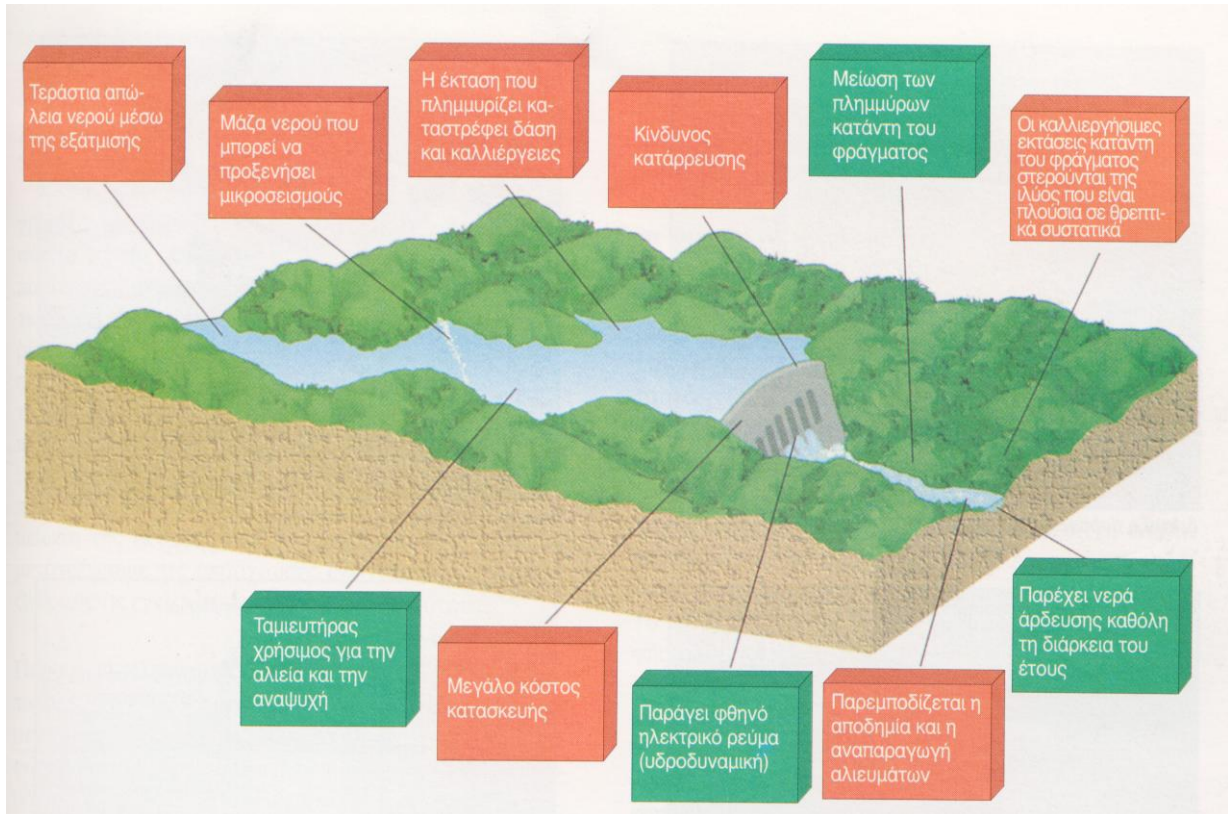
Η ανάπτυξη των υδροηλεκτρικών έργων είναι δυνατό να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στη γεωργία, κυρίως με την κατασκευή των φραγμάτων και την πλήρωση του ταμιευτήρα όπου δεσμεύονται σημαντικές εκτάσεις γεωργικής γης. Επιπρόσθετοι παράγοντες ενδεχόμενης υποβάθμισης της γεωργικής παραγωγής αποτελούν η δέσμευση γης από την κατασκευή έργων υποδομής, η αύξηση της αέριας ρύπανσης σε τοπική κλίμακα και η μεταβολή του υδρολογικού ισοζυγίου από τη λειτουργία των φραγμάτων. Στο φράγμα του Νείλου στο Ασσουάν η πλήρωση του ταμιευτήρα έπνιξε 4 εκ. στρέμματα γης. Παράλληλα με την απώλεια γης οι κάτοικοι των περιοχών που πλημμυρίζονται αναγκάζονται να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους και όλη την πολιτιστική τους κληρονομιά. Το υδροηλεκτρικό έργο στη Πα Μονγκ (Βιετνάμ) έδιωξε 450.000 ανθρώπους από τους τόπους κατοικίας τους.

Συνήθως τα υδροηλεκτρικά έργα κατασκευάζονται σε ορεινές περιοχές που εξασφαλίζουν την καλύτερη ροή του νερού. Όμως οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό δασοκάλυψης, η οποία όμως καταστρέφεται με την πλήρωση του ταμιευτήρα (Μοιφασγέντης Σεβ., Κόλλας Γ., 1996).

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών έργων συνοδεύεται επίσης από εκπομπές θορύβου που είναι δυνατόν να προκαλέσουν σημαντικές ενοχλήσεις στις γειτονικές περιοχές και στους κατοίκους τους. Η δημιουργία των φραγμάτων σε μια περιοχή επιφέρει επίσης σημαντικές διαφοροποιήσεις στον υδρολογικό ορίζοντα.

Επιπλέον τα φράγματα είναι δυνατόν κάτω από ορισμένες συνθήκες να προκαλέσουν σεισμική δραστηριότητα στη γεωλογική δομή πάνω στην οποία είναι θεμελιωμένα. Το βάρος του νερού ασκεί τεράστια επιπλέον πίεση στον φλοιό της γης. Υπάρχουν περιοχές οι οποίες αν και δε παρουσίαζαν σεισμική δραστηριότητα πριν από τη δημιουργία του φράγματος μετά άρχισαν να έχουν σεισμικές δονήσεις. Για παράδειγμα στο φράγμα του Κουνα στην Ινδία προκλήθηκε σεισμός της τάξης των 6,5 βαθμών Ρίχτερ.

Τα φράγματα παρεμβάλλονται επίσης στη ροή των ιζημάτων που μεταφέρουν τα ποτάμια. Φυσιολογικά τα ποτάμια μεταφέρουν ίζημα κατά μήκος της πορείας τους προς τον ωκεανό γεγονός που παίζει σημαντικό ρόλο σε ολόκληρο το οικοσύστημα. Η γονιμότητα του πυθμένα μεταφέρει θρεπτικά συστατικά στις εκβολές των ποταμών. Με την κατασκευή όμως του φράγματος δημιουργούνται στάσιμα νερά και όλη η ποσότητα του ιζήματος εγκλωβίζεται στον ταμιευτήρα.



Εικόνα 6.5: Τα πλεονεκτήματα (πράσινο) και τα μειονεκτήματα των μεγάλων φραγμάτων στην περιοχή όπου το καθένα εμφανίζεται

Προκαλείται επίσης απώλεια των αλιευμάτων και μείωση της ευφορίας της γης κατά το μήκος των ποταμών. Για παράδειγμα, στο φράγμα του Βόλτα παρουσιάστηκε μεγάλη ανάπτυξη της αλιευτικής βιομηχανίας αμέσως μετά την κατάκλιση, ενώ μετά σημειώθηκε ταχεία παρακμή. Στην Καρίμπα 5 χρόνια μετά το σχηματισμό της λίμνης υπήρχαν 3.700 τόνοι αλιευτικών, ενώ 10 χρόνια μετά το σχηματισμό μόλις 907 τόνοι.

Ο περιορισμός των ποταμών με φράγματα εμφάνισε και επιπτώσεις στη υγεία των κατοίκων των γύρω περιοχών. Ιδιαίτερα η ελονοσία και η σχιστοσωμίαση αυξήθηκαν σημαντικά σε πολλές περιοχές. Στη Victoria Lake (Κένυα) 100% των παιδιών που ζουν σε αρδευόμενες περιοχές κοντά στη λίμνη πάσχουν από ελονοσία.

Λόγω της αυξημένης ανησυχίας για τις περιβαλλοντικές αλλά και κοινωνικές επιπτώσεις από την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων, η Παγκόσμια Τράπεζα και άλλες υπηρεσίες ανάπτυξης ζητούν να διακοπεί η οικονομική ενίσχυση των νέων έργων υδροδυναμικής ευρείας κλίμακας. Ακόμη και τα μικρά υδροηλεκτρικά προγράμματα μπορεί να απειλήσουν τις ψυχαγωγικές δραστηριότητες και την υδρόβια ζωή, να παρεμβάλλονται στη ροή των αδάμαστων ποταμών και να καταστρέψουν τους υδροβιότοπους (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.).

Η λύση που προτείνεται ώστε να μειωθούν οι αρνητικές επιδράσεις αλλά και να χρησιμοποιηθεί το δυναμικό του νερού είναι η κατασκευή μικρών υδροηλεκτρικών έργων σε περιοχές που ενδείκνυνται.

6.4.1 Μικρά υδροηλεκτρικά έργα

Σε ένα υδροδυναμικό πρόγραμμα μικρής κλίμακας, ένα χαμηλό και μικρό φράγμα, με μικρό έως ανύπαρκτο ταμιευτήρα νερού, χτίζεται κατά πλάτος ενός μικρού ποταμού. Επειδή η φυσική ροή του νερού παράγει τον ηλεκτρισμό, η παραγωγή στα μικρά συστήματα μπορεί να διαφοροποιηθεί, ανάλογα με τις εποχιακές μεταβολές στη ροή (Miller Tyler G. Jr.,² 1999).

Μόνο τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα (με δυναμικό λιγότερο των 40MW) θεωρούνται "πράσινα", ενώ τα μεγάλης κλίμακας θεωρούνται απλώς "καθαρά".

6.5 Παγκόσμια κατάσταση

Σήμερα η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει περίπου το 1/5 του ηλεκτρισμού παγκοσμίως (Greenpeace, 1994).

Η υδροδυναμική ενέργεια τροφοδοτεί τη Νορβηγία με 95 % του ηλεκτρισμού της, την Ελβετία με 74%, την Αυστρία με 67% και τις αναπτυσσόμενες χώρες με 50%. Έχει ήδη αναπτυχθεί μεγάλο μέρος του υδροδυναμικού της Β. Αμερικής. Αντιθέτως η Αφρική χρησιμοποιεί μόνο το 5% της υδροδυναμικής της ενέργειας, η Λατινική Αμερική το 8% και η Ασία το 9% (Miller Tyler G. Jr.,² 1999).

Το παγκόσμιο ποσοστό υδροηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε το 2003 μόλις 0,4%, σε ένα επίπεδο χαμηλότερο από αυτό του 2000.

Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η δεύτερη μεγαλύτερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην Ευρώπη των 15 στα πλαίσια της παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, με ποσοστά 31,6% (27.663 ktoe) της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από τις Α.Π.Ε. Στο τέλος του 2000, η εγκατεστημένη ισχύς ήταν 94.620 MW, παρουσιάζοντας μια αύξηση της τάξης του 11,2% για την περίοδο 1989 – 2000. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι το υδροδυναμικό της Ευρώπης έχει σχεδόν εκμεταλλευθεί στο σύνολό του (Eurostat, 2002).

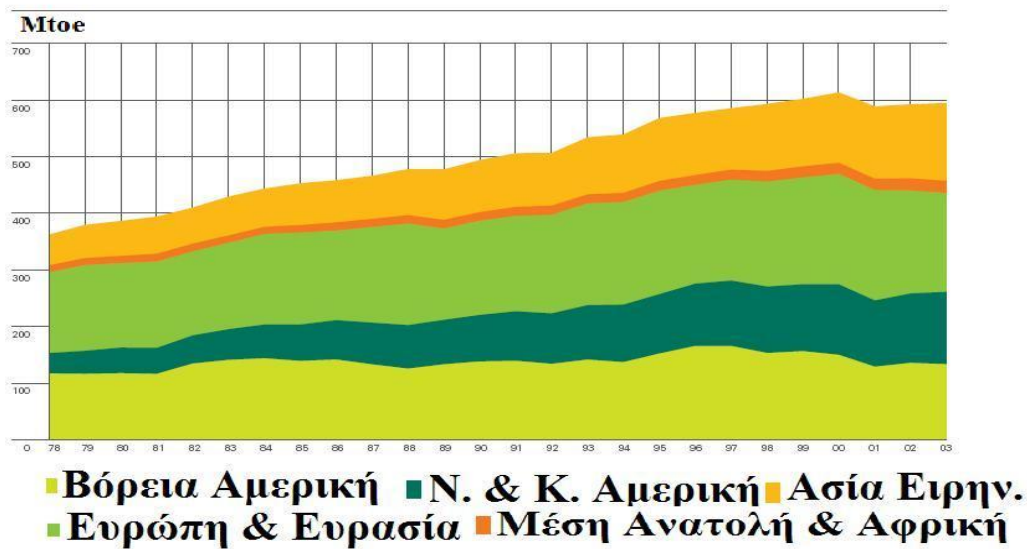
6.5.1 Η υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα

Η Ελλάδα διαιρείται σε 14 υδατικά διαμερίσματα, κατά τρόπο εντελώς ανεξάρτητο από τη γεωγραφική διαίρεση και διοικητική διαίρεση, αλλά με βάση καθαρά υδρολογικά και υδρογεωλογικά κριτήρια. Μελέτες του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) αποδεικνύουν τη μεγάλη δυνατότητα εγκατάστασης εκατοντάδων μικρών υδροηλεκτρικών έργων σε μικρά ή μεγάλα υδατορεύματα (Στεργιόπουλος Β., 1996).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η πλέον διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα. Υλοποιώντας μια πολιτική αξιοποίησης των εγχώριων ενεργειακών πόρων, η ΔΕΗ κατασκεύασε αρκετά υδροηλεκτρικά έργα (ΥΗΕ) σε διάφορους ποταμούς της χώρας, τα οποία ποικίλουν ως προς το μέγεθος και την εγκατεστημένη ισχύ και κατηγοριοποιούνται σε μικρά με εγκατεστημένη ισχύ μέχρι 25 – 30 MW και μεγάλα ΥΗΕ με εγκατεστημένη ισχύ άνω των 30 MW (Μοιρασγέντης Σεβ., Κόλλας Γ., 1996).

Σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν διαπιστώθηκε ότι η Ήπειρος υπερέχει αισθητά (38% του συνολικού θεωρητικού υδροδυναμικού της χώρας) έναντι των άλλων γεωγραφικών διαμερισμάτων από πλευράς αδέσμευτου υδροδυναμικού. Η παρουσία της οροσειράς της Πίνδου επηρεάζει αισθητά τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι) και τις δυνατότητες για εγκατάσταση μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Στη συνέχεια ακολουθεί η Κ. Ελλάδα, η Μακεδονία, η Πελοπόννησος (Στεργιόπουλος Β., 1996).

Το 1999 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανήλθε στις 44.777 kWh από τις οποίες 39.978 kWh προέρχονταν από θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ μόλις τα 4.799 kWh προέρχονταν από την υδροηλεκτρική ενέργεια (Στατιστική Υπηρεσία, 2002).



Σχήμα 6.1: Κατανάλωση υδροηλεκτρικής ενέργειας σε ισοδύναμα πετρελαίου κατά περιοχή (BP Statistical Review Of World Energy June 2004)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

7.1 Ορισμός και ιστορική εξέλιξη

Ο διεθνής όρος γεωθερμία έχει ελληνική προέλευση (γη - θερμή) και πρακτικά αναφέρεται στη θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη πηγή θερμικής ενέργειας. Καθώς η θερμική ενέργεια απελευθερώνεται μέσω των εκρήξεων ηφαιστειών, φυσικών ατμών, θερμών νερών και ξηρών πετρωμάτων αποτελεί συνεπώς και μια εγχώρια πηγή ενέργειας για κάθε χώρα ή για κάθε περιοχή (Ψυλόγλου Β, Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998).

Η παρουσία των υπόγειων πηγών ζεστού νερού στη γη είναι κυρίως συνέπεια της απελευθέρωσης θερμότητας που παράγεται στο κέντρο της γης που είναι σε διαρκή τήξη. Η θερμοκρασία που επικρατεί στη διάπυρη μάζα του εσωτερικού της γης είναι μερικές χιλιάδες °C. Αυτή η θερμότητα διαμοιράζεται ανώμαλα μέσα στα εδάφη. Συνεπώς η γεωθερμική ενέργεια υπάρχει προφανώς παντού αλλά η χρησιμότητάς της είναι οικονομικά συμφέρουσα μόνο όταν υπάρχουν φυσικές δεξαμενές θερμού νερού ή ατμού πολύ κοντά στην επιφάνεια.

Η πυκνότητα της γεωθερμικής ενέργειας στην επιφάνεια της γης είναι ελάχιστη. Η θερμοκρασία της γης αυξάνεται σε συνάρτηση με το βάθος, είναι συνήθως σταθερή και ονομάζεται "γεωθερμική βαθμίδα". Η φυσιολογική τιμή της γεωθερμικής βαθμίδας είναι 30 – 33 °C/km, δηλαδή περίπου 1 °C ανά 33 μέτρα. Η γεωθερμική βαθμίδα μιας περιοχής μπορεί να υπολογιστεί εάν μετρηθεί η θερμοκρασία του εδάφους σε δύο συγκεκριμένα βάθη (1 και 20 μέτρα).

Το σύνολο των γηγενών φυσικών ατμών, των θερμών νερών, επιφανειακών ή υπογείων και της θερμότητας που σχηματίζονται γεωλογικά σε μια περιοχή αποτελούν το γεωθερμικό δυναμικό της περιοχής.

Οι περιοχές οι οποίες εμφανίζουν γεωθερμικό δυναμικό αποτελούν τα γεωθερμικά πεδία, τα οποία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες (Ψυλόγλου Β, Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998):

- *Ξηρά θερμά πετρώματα*, τα οποία ορίζονται ως θερμικές εκτάσεις με μικρή ή καθόλου διαπερατότητα. Η θερμική έκταση οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλων μαζών θερμών ξερών πετρωμάτων σε διάφορα βάθη.
- *Υγρά πορώδη πετρώματα*, τα οποία εμπεριέχονται σε πετρώματα με μεγάλη υδροδιαπερατότητα.

Η διαθέσιμη γεωθερμική ενέργεια που περιέχεται σε υγρά πορώδη πετρώματα, ανάλογα με τη θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες: υψηλής (για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 150 °C), μέσης (για θερμοκρασίες από 100 °C έως 150 °C), και χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες από 25 °C έως 100 °C).

Τα γεωθερμικά πεδία αξιολογούνται τεχνικοοικονομικά ανάλογα με τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά των γεωθερμικών ρευστών τους (πίεση, θερμοκρασία, ενθαλπία), τη χημική τους σύσταση (αλατοπεριεκτικότητα), την ποσότητα του γεωθερμικού ρευστού και το βάθος στο οποίο βρίσκεται. Μικρότερη επίδραση έχει η θέση (πρόσβαση) του γεωθερμικού πεδίου (Δέλιου Ε., 2002).

Οι αναφορές για την πρακτική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας (πλύσιμο και μαγείρεμα) φτάνουν στην προϊστορία. Φυσικά φαινόμενα όπως οι θερμές πηγές, οι

ηφαιστειακές εκρήξεις και οι θερμοπίδακες νερού, ατμών ή και αερίων πρόδιδαν την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της επιφάνειας και του εσωτερικού της γης. Οι αρχαίοι σε πολλές περιπτώσεις είχαν θεοποιήσει τις δυνάμεις αυτές, αλλά και τις εκμεταλλεύονταν. Σύμφωνα με γραπτές μαρτυρίες οι Ετρούσκοι, οι Ρωμαίοι, οι Αρχαίοι Έλληνες, οι Κινέζοι, οι Μεξικάνοι και οι Ιάπωνες χρησιμοποιούσαν τα θερμά νερά κατά την αρχαία εποχή, για τις θεραπευτικές τους ιδιότητες.

Όμως τα γεωθερμικά ρευστά, εκτός από τις θεραπευτικές τους ιδιότητες μπορούν να αξιοποιηθούν και για ενεργειακούς σκοπούς. Για πρώτη φορά οι Ρωμαίοι και οι Κινέζοι χρησιμοποίησαν πρωτόγονους αγωγούς για τη μεταφορά θερμού γεωθερμικού ρευστού με σκοπό τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων των κτιρίων τους.

Όμως μέχρι το 19^ο αιώνα χρησιμοποιούνταν μόνο οι πηγές που ανάβλυζαν, γιατί η προσπέλαση σε υπόγεια υδάτινα στρώματα ήταν δύσκολη εξαιτίας της έλλειψης εργαλείων διάτρησης. Η ανάπτυξη της ανθρακοβιομηχανίας και μετά η τεχνική πετρελαϊκής διάτρησης θα καλύψουν το κενό αυτό και το πρώτο γαλλικό γεωθερμικό πηγάδι θα πραγματοποιηθεί το 1841 στο Παρίσι (Μπαρμπέ Φιλίπ).

Το πρώτο πείραμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση φυσικού ατμού χρονολογείται το 1904, όταν ο πρίγκιπας Piero Ginori Conti σύνδεσε σε μια τουρμπίνα ατμού μια γεννήτρια ρεύματος ανάβοντας πέντε ηλεκτρικούς λαμπτήρες στο εργοστάσιό του στο Lardello της Ιταλίας. Το παράδειγμα της Ιταλίας ακολούθησε μισό αιώνα αργότερα η Νέα Ζηλανδία το 1958, με την εγκατάσταση μιας μονάδας ισχύος 47 MW. Οι πρώτες προσπάθειες στις ΗΠΑ έγιναν με την εγκατάσταση δύο μονάδων.

7.2 Διαδικασία εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας

Για την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας πρέπει να υπάρχουν ενδείξεις ότι είναι οικονομικά συμφέρουσα. Αρχικές ενδείξεις πιθανής ύπαρξης γεωθερμικού κοιτάσματος είναι οι ατμίδες, οι θερμές πηγές που τυχόν υπάρχουν και η γεωμορφολογία της περιοχής. Η αναζήτηση του γεωθερμικού ταμιευτήρα ξεκινά με επιφανειακές έρευνες (γεωλογία, τεκτονική, γεωχημεία, γεωφυσική). Η συνθετική ερμηνεία των αποτελεσμάτων των παραπάνω ερευνών προσδιορίζει την πιθανότητα ύπαρξης γεωθερμικών ρευστών και υποδεικνύει θέσεις για ερευνητικές γεωτρήσεις (Δέλιου Ε., 2002).

Εφόσον τα συμπεράσματα από τις παραπάνω έρευνες είναι ενθαρρυντικά, ακολουθεί η προμελέτη σκοπιμότητας, η οποία περιλαμβάνει την κριτική μελέτη και συνθετική ερμηνεία όλων των διαθέσιμων πληροφοριών που αφορούν την ευρύτερη περιοχή του γεωθερμικού πεδίου. Στη φάση αυτή εγκαθίσταται και μια πειραματική μονάδα, μέσω της οποίας διερευνάται αφενός η βέλτιστη τεχνικοοικονομικά αξιοποίηση του πεδίου και αφετέρου η συμπεριφορά του ταμιευτήρα. Στη συνέχεια γίνεται πιστοποίηση, περιχάραξη και συστηματική μελέτη του γεωθερμικού ταμιευτήρα και συντάσσεται τεχνικοοικονομική μελέτη σκοπιμότητας.

Τα βήματα συνεπώς που απαιτούνται μέχρι την πλήρη αξιοποίηση του γεωθερμικού πεδίου είναι συνοπτικά: η αξιολόγηση, η ανακάλυψη, η πιστοποίηση και η ανάπτυξη.

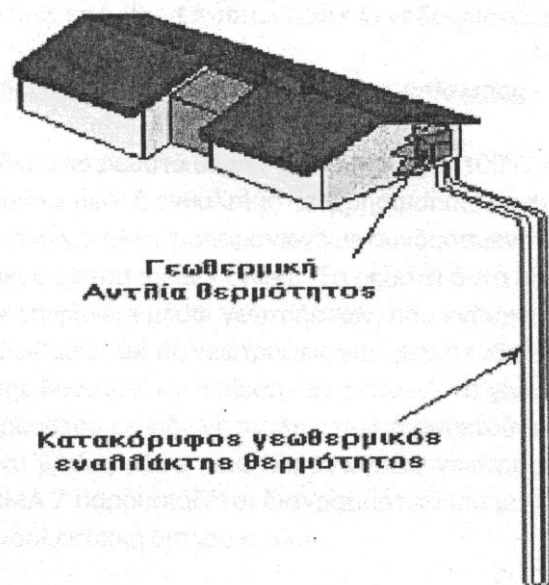
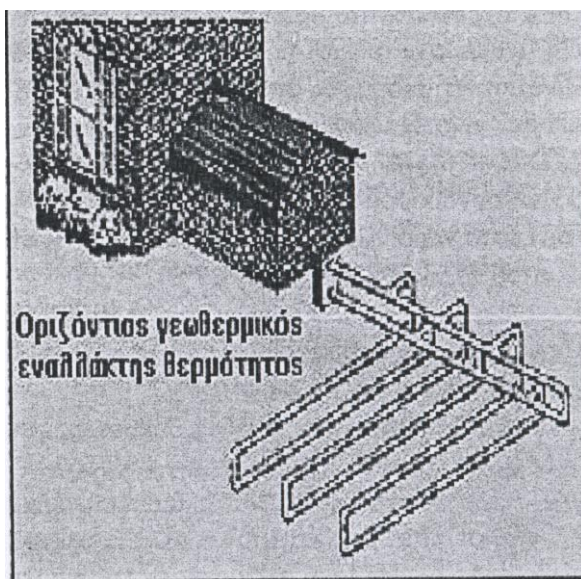
Τα ποσά που παράγονται και αποθηκεύονται στο εσωτερικό της γης είναι τεράστια, αρκετές χιλιάδες φορές μεγαλύτερα από την παγκόσμια ζήτηση. Στη θεωρία θα μπορούσαν να καλύψουν όλες τις ενεργειακές ανάγκες, στην πράξη όμως, το μεγαλύτερο μέρος της γήινης θερμότητας βρίσκεται πολύ βαθιά, πράγμα που σημαίνει πως είναι αρκετά δύσκολο, ίσως και αδύνατο να ανακτηθεί στο σύνολό της. Στην πραγματικότητα η θερμική ενέργεια από το εσωτερικό της γης είναι εκμεταλλεύσιμη μόνο σε βάθη μικρότερα των 3 χιλιομέτρων (Καναβάκης Γ., 2002).

Η γεωθερμική ενέργεια φθάνει από το υπέδαφος στην επιφάνεια είτε μέσω φυσικών διεργασιών (θερμές πηγές και θερμοπίδακες - geysers), είτε μέσω τεχνητών (γεωτρήσεις). Ανάλογα με το θερμικό περιεχόμενο που παρουσιάζουν τα γεωθερμικά ρευστά οι εκμεταλλεύσεις της γεωθερμικής ενέργειας διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες.

7.2.1 Γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις χαμηλής ενθαλπίας

Οι πιο συνηθισμένες και τεχνικοοικονομικά συμφέρουσες χρήσεις που εφαρμόζονται κατά την αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας είναι η τηλεθέρμανση, η αφαλάτωση θαλασσινού νερού, η θέρμανση θερμοκηπίων, η ιχθυοκαλλιέργεια και η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σε βιομηχανικές δραστηριότητες (παστερίωση, τυροκομία, ξήρανση αγροτικών προϊόντων, βιομηχανία χάρτου).

Τηλεθέρμανση: Η γεωθερμική ενέργεια έχει χρησιμοποιηθεί για μεγάλης κλίμακας θερμάνσεις σπιτιών εδώ και πολλά χρόνια σε πολλές χώρες, όπως η Ισλανδία, η Ουγγαρία, η Ιαπωνία κ.α. Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για τηλεθέρμανση δημιουργεί ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες εκμετάλλευσης, καθώς η παραγωγή θερμικής ενέργειας εξασφαλίζεται από εγκαταστάσεις χαμηλού κόστους κατασκευής, συντηρήσεως και κυρίως λειτουργίας. Οι γεωθερμικοί εναλλάκτες θερμότητας είναι δύο τύπων, οριζόντιοι (όταν πρόκειται για θερμά εδάφη σε χαμηλό βάθος, όπου το νερό του κλειστού κυκλώματος θέρμανσης επανακτά τη θερμότητα που χάνει στον κύκλο εργασίας του από τα θερμά πετρώματα ή νερά μέσω του εναλλάκτη) και κατακόρυφοι, όταν η θερμική ενέργεια βρίσκεται σε αρκετό βάθος.



Εικόνα 7.1: Οριζόντιος και κατακόρυφος γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας (Δέλιου Ε., 2002)

Αφαλάτωση θαλασσινού νερού: Αφαλάτωση θαλασσινού νερού μπορεί να γίνει με τη μέθοδο της πολυσταδιακής εξάτμισης εν κενώ, και για θερμοκρασία ρευστού τουλάχιστον 60 °C. Η γεωθερμία δίνει τη δυνατότητα αντιμετώπισης του προβλήματος της λειψυδρίας που αντιμετωπίζουν αρκετές παράκτιες περιοχές. Το προϊόν που προκύπτει μπορεί να είναι

είτε πόσιμο νερό είτε απλά αρδευτικό (Μιχαλακάκος Γ., Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998).

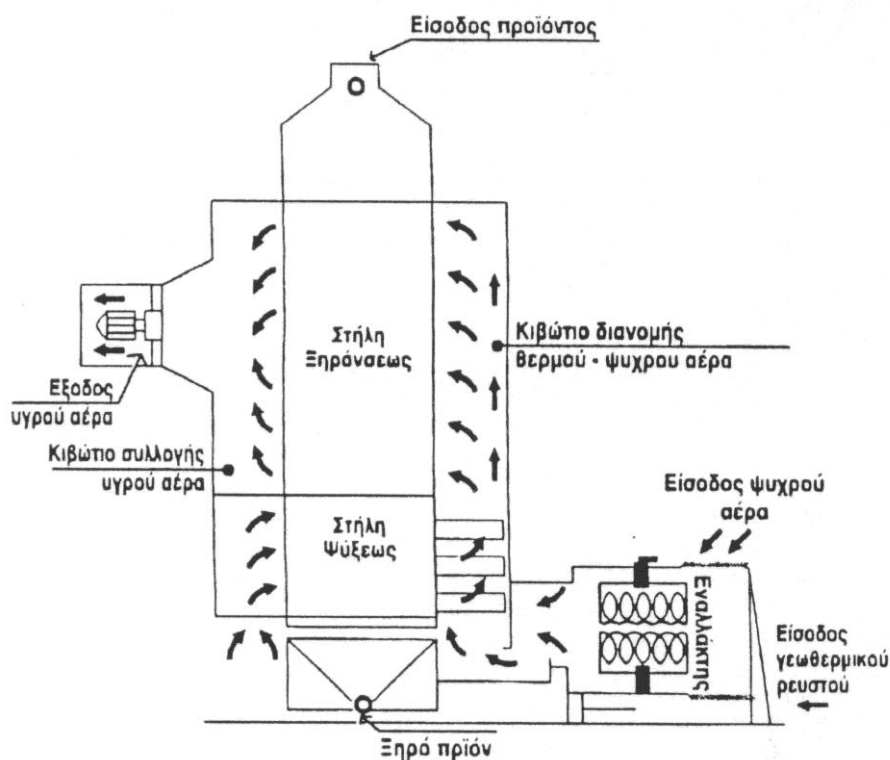
Θέρμανση θερμοκηπίων: Η ανάγκη απεξάρτησης της παραγωγής κηπευτικών και ανθοκομικών προϊόντων από τους κλιματολογικούς παράγοντες, αλλά κυρίως το πολύ χαμηλό κόστος θέρμανσης από τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας οδήγησε στην ανάπτυξη της γεωθερμικής θέρμανσης θερμοκηπίων τόσο στην Ελλάδα, όσο και διεθνώς. Στατιστικές έρευνες έδειξαν ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με τα γεωθερμικά θερμοκήπια φθάνει στο 40%. Για μια εγκατάσταση 20 στρεμμάτων κηπευτικών και ανθοκομικών, μπορεί η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας να φθάσει και τους 4000 ΤΠΠ (Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου) (Ψυλόγλου Β, Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998).

Θέρμανση εδάφους: Γεωθερμικό νερό χρησιμοποιείται και για τη θέρμανση του εδάφους καθώς μελέτες έχουν δείξει ότι η διαδικασία αυτή ωφελεί σε μεγάλο βαθμό την αγροτική παραγωγή.

Ιχθυοκαλλιέργεια: Στις μονάδες ιχθυοκαλλιεργειών, αν και απαιτείται υψηλό αρχικό κεφάλαιο για την εγκατάσταση, ο χρόνος απόσβεσης είναι πολύ μικρός και η δυνατότητα της εν σειρά ανάπτυξης με τη θέρμανση θερμοκηπίων αξιοποιώντας το απορριπτόμενο ζεστό νερό ή γεωθερμικό ρευστό καθιστά ακόμα πιο συμφέρουσα οικονομικά την επένδυση σε τέτοιου είδους σχήματα. Η χρήση στις υδατοκαλλιέργειες αναπτύσσεται σημαντικά σε διεθνές επίπεδο και περιλαμβάνει τη χρήση ζεστού νερού για την αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης υδρόβιων ειδών, όπως είναι τα ψάρια, τα οστρακόδερμα, τα ερπετά και τα αμφίβια. Στην Κίνα οι γεωθερμικές ιχθυοκαλλιέργειες πλησιάζουν τα 2000 στρέμματα. Στην Ιαπωνία καλλιεργούνται χέλια και αλιγάτορες και στις ΗΠΑ καλλιεργούνται γατόψαρα, κυπρίνοι, γαστερόποδα (θαλάσσια σαλιγκάρια), τίλαπια (ψάρια του γλυκού νερού), γαρίδες, αλιγάτορες, και τροπικά ψάρια για ενυδρεία.

Βιομηχανικές δραστηριότητες: Γεωθερμικά ρευστά χαμηλής ενθαλπίας με θερμοκρασία πάνω από 70 °C μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ξήρανση αγροτικών προϊόντων. Η ξήρανση γεωργικών προϊόντων εφαρμόζεται ώστε το τελικό προϊόν να φθάσει σε τιμές περιεχόμενης υγρασίας κατάλληλες για την άνευ προβλημάτων συντήρηση της πρώτης ύλης. Με τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι δυνατή η αντικατάσταση του συμβατικού καυστήρα με ένα εναλλάκτη νερού – αέρα πετυχαίνοντας το ίδιο αποτέλεσμα και συγχρόνως εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων και υψηλή ποιότητα τελικού προϊόντος (Ψυλόγλου Β, Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998). Η γεωθερμία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση δερμάτων. Άλλες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας στη βιομηχανία είναι: προθέρμανση χαρτοπολτού, παστερίωση γάλακτος, προθέρμανση προϊόντων, ξήρανση ξυλείας, ζύμωση υγρών αστικών λυμάτων, πλυντήρια μαλλιού και μάλλινων υφασμάτων, παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, παραγωγή τσιμεντόλιθων, κατεργασία ιχθύων, παραγωγή αλατιού, βαφεία, εξαγωγή χρυσού και αργύρου από το αντίστοιχο μετάλλευμα.

Επίσης γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασίες 30 – 40 °C μπορούν να θερμάνουν πισίνες σε μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες. Το γεωθερμικό νερό μπορεί να διοχετευτεί ακόμη κάτω από το οδόστρωμα σε δρόμους ή αεροδρόμια, προκειμένου να παρέχει αντιπαγετική προστασία. Για αντιπαγετική προστασία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν και γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Στον Καναδά χρησιμοποιείται και για αντιπαγετική προστασία του δικτύου ύδρευσης



Εικόνα 7.2: Σχηματικό διάγραμμα ξηραντηρίου δημητριακών με εκμετάλλευση της ενέργειας γεωθερμικού ρευστού

Τα συστήματα αξιοποίησης της θερμότητας από τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας απαιτούν ειδικό σχεδιασμό και εξειδικευμένη τεχνολογία σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας. Επειδή τα γεωθερμικά συστήματα, όπως και των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, χαρακτηρίζονται από μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης και μικρό κόστος λειτουργίας, συμφέρει τόσο από οικονομικής πλευράς, όσο και από ορθολογικής χρήσης της ενέργειας να σχεδιάζονται εφαρμογές σε σειρά. Με αυτό τον τρόπο από την ίδια ποσότητα ζεστού νερού εξάγουμε πολλαπλάσιο ποσό θερμικής ενέργειας, επειδή αξιοποιούμε πολλαπλάσια διαφορά θερμοκρασίας. Ένας τέτοιος σχεδιασμός μπορεί να περιλαμβάνει σε σειρά: βιομηχανική ψύξη, ή/και ηλεκτροπαραγωγή με κύκλο οργανικής ουσίας για θερμοκρασίες πάνω από 90 °C, αφαλάτωση θαλασσινού νερού ή/και ξήρανση αγροτικών προϊόντων για θερμοκρασίες πάνω από 60 °C, σύστημα θέρμανσης από ειδικούς σωλήνες (μεταλλικούς με πτερύγια, είτε πλαστικούς σπύρες) ή αερόθερμα για θερμοκρασίες πάνω από 40 °C, ενδοδαπέδιο ή επιδαπέδιο σύστημα θέρμανσης για θερμοκρασίες 30 °C – 40 °C, αερόθερμα ειδικού τύπου για θερμοκρασίες 25 °C – 40 °C, αντλίες θερμότητας κύκλου νερού για θέρμανση και κλιματισμό, για θερμοκρασίες 20 °C – 30 °C, αντλίες θερμότητας υπόγειου νερού για θέρμανση και κλιματισμό, για θερμοκρασίες 10 °C – 20 °C, αντλίες θερμότητας εδάφους για θέρμανση και κλιματισμό, για θερμοκρασίες 5 °C – 20 °C (Εικόνα 7.4).

Επίσης όταν η γεωθερμική ενέργεια βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από 30°C, τότε συμφέρει η χρήση αντλιών θερμότητας, οι οποίες παρέχουν τόσο θέρμανση το χειμώνα, όσο και ψύξη το καλοκαίρι. Το βασικό πλεονέκτημά τους είναι οι μειωμένες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τις ηλεκτρικές θερμάστρες και τα κλιματιστικά. Συγκεκριμένα οι αντλίες θερμότητας κύκλου νερού, υπόγειου νερού και εδάφους καταναλώνουν τη μισή ή ακόμη λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα κοινά κλιματιστικά και μέχρι 4-6 φορές λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τις ηλεκτρικές

θερμάστρες. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αυξάνονται με ραγδαίους ρυθμούς στη Γερμανία, ενώ είναι πολύ διαδεδομένες στις ΗΠΑ, την Ελβετία και αλλού.



Εικόνα 7.3: Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικά κοιτάσματα (<http://1gym-ag-parask.att.sch.gr/environment/iliako/energy/iliaki/index.htm>)

7.2.2 Γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις μέσης ενθαλπίας

Γεωθερμικά ρευστά θερμοκρασίας μεταξύ 100 °C – 150 °C θεωρούνται μέσης ενθαλπίας και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για ηλεκτροπαραγωγή με συνδυασμένο κύκλο οργανικού μέσου (binary cycle). Τα ρευστά μέσης ενθαλπίας μπορεί να είναι είτε επιφανειακά με τη μορφή θερμών πηγών, είτε υπόγεια. Τα ρευστά αυτά ανέρχονται στην επιφάνεια μέσω γεωτρήσεων, που είναι το ίδιο βαθιές με τις γεωτρήσεις για υψηλή ενθαλπία. Στην περίπτωση που η πίεση δεν επαρκεί, μπορεί να γίνει άντληση του ρευστού με ειδικές αντλίες που τοποθετούνται σε ορισμένο βάθος μέσα στις παραγωγικές γεωτρήσεις.

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή αλκοόλης (μεθανόλης, αιθανόλης), για λουτροθεραπεία, στις βιομηχανίες τροφίμων, ζυθοποιίας, ποτοποιίας, ορυκτών, στη φαρμακευτική, στη χαρτοποιία (Ψυλόγλου Β, Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998).

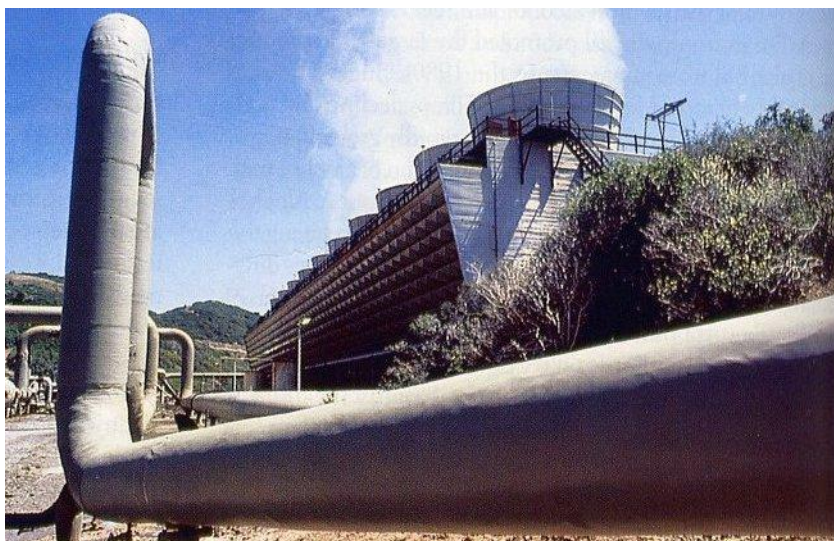
Στην περίπτωση παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τη γεωθερμική ενέργεια σε γεωθερμοηλεκτρική μονάδα διπλού κύκλου, το παραγόμενο γεωθερμικό ρευστό μεταφέρεται σε εναλλάκτη όπου αποδίδεται μέρος της ενέργειάς του και στη συνέχεια διοχετεύεται μέσω γεωτρήσεων επανεισαγωγής ξανά στον υπόγειο ταμιευτήρα (Δέλιου Ε., 2002).

7.2.3 Γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις υψηλής ενθαλπίας

Γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασία άνω των 150 °C θεωρούνται υψηλής ενθαλπίας και αξιοποιούνται είτε αποκλειστικά για ηλεκτροπαραγωγή, είτε σε συνδυασμένες εκμεταλλεύσεις με παράλληλες θερμικές χρήσεις του απομένοντος θερμικού περιεχομένου του ρευστού.

Τα πεδία υψηλής ενθαλπίας διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: ξηρού ατμού, υγρού ατμού (κορεσμένος ατμός), διφασικού ρευστού (ατμός - νερό).

Τα πλέον εύκολα αξιοποιήσιμα, από τεχνική άποψη, είναι τα πεδία ξηρού ή άνυδρου ατμού. Πρόκειται για τους καλύτερους γεωθερμικούς πόρους που προτιμούνται περισσότερο αλλά είναι και πιο σπάνιοι. Σημαντικό πεδίο ξηρού ατμού βρίσκεται στο Larderello της Ιταλίας, όπου είναι εγκατεστημένες γεωθερμοηλεκτρικές μονάδες μεγάλης ισχύος (Miller Tyler G. Jr.,² 1999). Δύο άλλες σημαντικές πηγές βρίσκονται στη Matsukawa στην Ιαπωνία, και τα Geysers βορειοδυτικά του Σαν Φρανσίσκο.



Εικόνα 7.5: Μία από τις 11 γεωθερμικές μονάδες στην περιοχή της Καλιφόρνια (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.)

Ο παραγόμενος στα πεδία αυτά ατμός είναι υπέρθερμος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατ' ευθείαν στο στρόβιλο. Ο ξηρός ατμός αναβλύζει από το έδαφος σαν μια μεγάλη "χύτρα ταχύτητας" και μπορεί να ανακτηθεί άμεσα για να δώσει ηλεκτρική ενέργεια. Το θαυματικό αυτό φυσικό φαινόμενο είναι γνωστό με την ονομασία θερμοπίδακας (geyser).

Οι ταμειυτήρες υγρού ατμού είναι περισσότεροι από τους προηγούμενους αλλά η μετατροπή τους σε ηλεκτρισμό είναι περισσότερο δύσκολη και δαπανηρή. Η μεγαλύτερη εγκατάσταση υγρού ατμού στον κόσμο βρίσκεται στη Νέα Ζηλανδία. Υπάρχουν και άλλες στο Μεξικό, στην Ιαπωνία, στο Ελ Σαλβαδόρ, στη Νικαράγουα.

Το γεωθερμικό ρευστό που παράγεται στα πεδία διφασικού ρευστού είναι μίγμα νερού ατμού σε ποσοστό που ποικίλει ανάλογα με το πεδίο. Η αξιοποίηση γεωθερμικών πεδίων διφασικού γεωθερμικού ρευστού έχει επιτευχθεί την τελευταία δεκαετία με συνδυασμένους γεωθερμικούς κύκλους.



Εικόνα 7.6: Geyser στην περιοχή Yellowstone των ΗΠΑ

7.3 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα της γεωθερμικής ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια εναλλακτική μορφή ενέργειας, συνεπώς με τη χρήση της βοηθά στην εξοικονόμηση καυσίμων αλλά και στην αποφυγή εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα αφού είναι πηγή ενέργειας που αξιοποιείται στη χώρα στην οποία εμφανίζεται το γεωθερμικό πεδίο.

Εκτός από το γεγονός ότι με τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας γίνεται εξοικονόμηση των συμβατικών καυσίμων, η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται μια από τις καθαρές πηγές ενέργειας με τη χρήση της οποίας υπολογίζεται ότι αποφεύγεται η εκπομπή περίπου 25 εκατομμυρίων τόνων CO₂ στην Ευρώπη (Carella Roberto, 2001).

Το μικρό κόστος λειτουργίας των γεωθερμικών σταθμών αντισταθμίζει το υψηλό κόστος κατασκευής του και συνεπώς μειώνεται με αυτό τον τρόπο η περίοδος απόδοσης του επενδεδυμένου κόστους.

Η γεωθερμία αν και δεν είναι ανανεώσιμη μορφή ενέργειας συμπεριλαμβάνεται σ' αυτές και κυρίως στις εναλλακτικές μορφές ενέργειας, επειδή το γεωθερμικό δυναμικό θεωρείται ανεξάντλητο λόγω των τεράστιων αποθεμάτων θερμότητας που περιέχει το εσωτερικό της γης.

Ένα σημαντικό προτέρημά της είναι η μεγάλη ποικιλία εφαρμογών της σε διάφορους τομείς της καθημερινής ζωής των ανθρώπων.

Παρουσιάζει όμως κι αυτή με τη σειρά της ορισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα, τα οποία όμως με σωστή μελέτη και προσοχή είναι αντιμετωπίσιμα.

Ο ατμός και το νερό του γεωθερμικού πεδίου μετά την εκμετάλλευση της θερμότητάς τους στις εγκαταστάσεις, όταν ελευθερώνονται χωρίς επεξεργασία στην ατμόσφαιρα ή τους υγρούς αποδέκτες, επιβαρύνουν το περιβάλλον, επειδή περιέχουν προσμειξίες που ρυπαίνουν και βλάπτουν. Στις περιπτώσεις όμως που το νερό επιστρέφει πίσω στη γη για να θερμανθεί και να μεταφέρει νέα ποσότητα θερμότητας στην εγκατάσταση δεν ελευθερώνει τίποτα βλαβερό στην ατμόσφαιρα.

Συγκεκριμένα κατά την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας είναι δυνατό να ελευθερωθούν αέριοι ρύποι. Το υδρόθειο (H_2S) αποτελεί βασικό συστατικό των γεωθερμικών ρευστών σε κάθε γεωθερμικό πεδίο, αποτελώντας με τον τρόπο αυτό τη βασική πηγή μόλυνσης του αέρα στην ευρύτερη περιοχή της γεώτρησης. Σε μια γεωθερμική μονάδα μπορούν να απελευθερωθούν και μικρές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Βέβαια το ποσοστό των αέριων ρύπων που εκλύονται σε μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος με χρήση γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας, ανά εγκατεστημένο kW, είναι πολλαπλάσια μικρότερη από αυτή που παράγεται σε μονάδες παραγωγής ενέργειας με χρήση συμβατικών καυσίμων.

Κατά τη διαδικασία παραγωγής προκύπτουν επίσης τόσο στερεά όσο και υγρά απόβλητα τα οποία όμως δεν εμφανίζονται σε ανησυχητικές ποσότητες.

Καθώς υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ γεωθερμικών και σεισμικών φαινομένων, διότι τα δημιουργούν οι ίδιες ασταθείς καταστάσεις που υπάρχουν στο φλοιό της γης, διατυπώνεται η ανησυχία για καθίζηση του εδάφους και σεισμικότητα στην περιοχή της γεωθερμικής μονάδας. Κάτι τέτοιο όμως δε φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τους επιστήμονες (Ψυλόγλου Β, Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998).

Προβλήματα μπορεί να προκαλέσουν ακόμη η οσμή (εξαιτίας του υδρόθειου), ο θόρυβος και οι αλλαγές στο τοπικό κλίμα που προκαλούνται με την εγκατάσταση μιας γεωθερμικής μονάδας στην περιοχή.

7.4 Παγκόσμια κατάσταση

Σε περίπου 80 χώρες έχουν ανακαλυφθεί γεωθερμικά ρευστά και σε περίπου 50 από αυτές έχουν αναπτυχθεί γεωθερμικές εφαρμογές. Ηλεκτρική ενέργεια από τη γεωθερμική παράγεται σε 21 χώρες.

Η εγκατεστημένη ισχύς από τις εφαρμογές αυτές σε ολόκληρο τον κόσμο υπερβαίνει τα 7.000 MW. Η ετήσια παραγόμενη ενέργεια ανέρχεται σε περίπου 34.000 GWh (Καναβάκης Γ., 2002).

Το Ελ Σαλβαδόρ παράγει το 40% του ηλεκτρισμού του από τη γεωθερμία, η Νικαράγουα 28% και η Κένυα 11%. Η Ισλανδία, η Ινδονησία και η Ιαπωνία είναι επίσης χώρες με τεράστια γεωθερμικά δυναμικά (Γεωργόπουλος Α., 1996). Στην πόλη Reykjavík της Ισλανδίας σχεδόν ολόκληρη η θερμική ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση προέρχεται από τη γεωθερμία.

Η γεωθερμία είναι ανεπτυγμένη στην Ευρώπη αλλά σε κάθε χώρα παρατηρούνται και διαφορετικές άμεσες χρήσεις. Στη Γαλλία τα γεωθερμικά ρευστά χρησιμοποιούνται στη θέρμανση χώρων (τηλεθέρμανση οικισμών), ενώ στην Ιταλία επικρατούν οι αγροτικές χρήσεις και η λουτροθεραπεία, με τάση αύξησης των χρήσεων θέρμανσης χώρων (Ανδρίτσος Ν., Καραμπελας Α. Ι., Φυτίκας Μ., 1999). Το 2000 η πρωτογενής παραγωγή γεωθερμικής ενέργειας ήταν 3.335 ktoe και αντιπροσώπευε το 3,8% της συνολικής πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε. στην Ευρώπη των 15. Η χώρα με τη μεγαλύτερη συνεισφορά είναι η Ιταλία με 3.103 ktoe δηλαδή ποσοστό 93% επί του συνόλου. Η ηλεκτρική ενέργεια και η εγκατεστημένη ισχύς γεωθερμικών μονάδων το 2000 ήταν 4.785 GWh και 644 MWe αντίστοιχα, σημειώνοντας μια αύξηση 51,4% στον ηλεκτρισμό και 21,6% σε χωρητικότητα από το 1989. Στην Ευρώπη χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερο ποσοστό κοιτάσματα χαμηλής ενθαλπίας τα οποία βρίσκουν εφαρμογή κυρίως σε αγροτικές εκμεταλλεύσεις και στη θέρμανση χώρων (Eurostat, 2002).

7.5 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Η έρευνα για τον εντοπισμό γεωθερμικών πεδίων στην Ελλάδα άρχισε σχετικά πρόσφατα, το 1970, με βασικό φορέα το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) και χρηματοδότη τη ΔΕΗ. Μέχρι το 1980 αφορούσε μόνο περιοχές που είχαν πιθανότητα να δώσουν υψηλή ενθαλπία. Από το 1980, με την εκδήλωση ενδιαφέροντος από πολλούς φορείς του Δημοσίου αλλά και ιδιώτες για εκμετάλλευση της γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας, οι έρευνες του ΙΓΜΕ επεκτάθηκαν και στο χώρο αυτό και έδωσαν μάλιστα πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα (Κοδοσάκης Δ. Ε., 1992).

Στην Ελλάδα υπάρχει ένα από τα ισχυρότερα γεωθερμικά πεδία του κόσμου, ισχύος 750 MW. Η Μήλος και η Νίσυρος εμφανίζουν γεωθερμικά ρευστά σε βάθος 1.100 – 1.500 μέτρων που φθάνουν τους 400 °C. Από το 1987 έως και το 1990 λειτούργησε γεωθερμικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Μήλου ισχύος 2 MW, ο οποίος όμως αργότερα σταμάτησε λόγω αντιδράσεων των κατοίκων για περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή. Από τότε ο σταθμός δεν ξαναλειτούργησε και δεν έγινε εφικτή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα γεωθερμικά πεδία στην Ελλάδα.

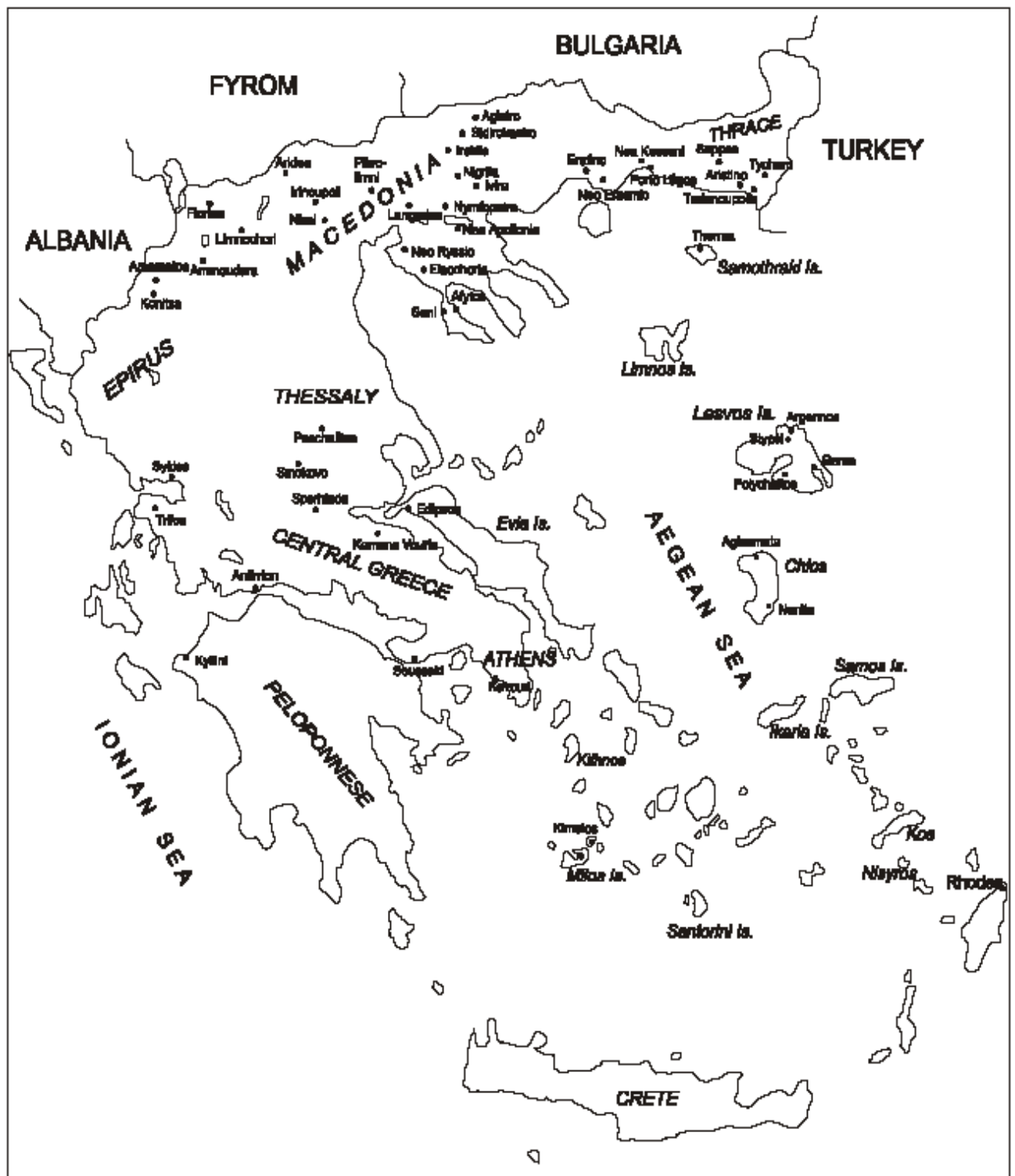
Τα χαμηλής ενθαλπίας γεωθερμικά πεδία ($\Theta < 100^{\circ}\text{C}$) αφθονούν στην Ελλάδα, κυρίως στα ανατολικά και βόρεια τμήματα της χώρας, καθώς επίσης και σε πολλά νησιά του Αιγαίου. Η Ελλάδα είναι πλούσια σε γεωθερμικά νερά, αφού το μεγαλύτερο τμήμα της χώρας βρίσκεται γεωδυναμικά πάνω σε μια πολύ ενεργή περιοχή.

Παρά το αξιόλογο γεωθερμικό πλούτο που διαθέτει, η ανάπτυξη της γεωθερμίας στην Ελλάδα και η χρήση της σε διάφορες δραστηριότητες δε κρίνεται ικανοποιητική. Άλλωστε η γεωθερμία κατέχει μόλις το 0,1% στην παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα.

Οι γεωθερμικές έρευνες για τη χαμηλή ενθαλπία προχώρησαν πολύ κατά το 1995 – 1999. Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, αποκαλύφθηκαν νέα γεωθερμικά πεδία (κυρίως χαμηλής ενθαλπίας, περισσότερα από τα οποία τοποθετούνται στη Β. Ελλάδα), ή επεκτάθηκαν περιοχές γνωστών πεδίων. Ακόμη και στη Δυτική Ελλάδα, η οποία είναι η λιγότερο ευνοημένη περιοχή σε επίπεδο γεωθερμίας και συγκεκριμένα στην περιοχή του Αντιρρίου, βρέθηκαν υποσχόμενα στοιχεία για το δυναμικό.

Παρόλα αυτά οι γεωθερμικές χρήσεις της χαμηλής ενθαλπίας παραμένουν σχετικά λίγες και περιορίζονται κυρίως στον αγροτικό τομέα. Η θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί σήμερα την κύρια χρήση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα με εφαρμογές κατά κύριο λόγο στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και κατά δεύτερο λόγο στη Νήσο Λέσβο.

Άλλες δραστηριότητες που βρίσκει εφαρμογή η γεωθερμία είναι η θέρμανση χώρων, εδάφους, οι ιχθυοκαλλιέργειες, τα λουτρά, η αφαλάτωση και η αντιπαγετική προστασία καλλιεργειών.



Εικόνα 7.7: Περιοχές με γεωθερμικό δυναμικό στην Ελλάδα (Fytikas M., Andritsos N., Karydakis G., Kolios N., Mendrinou D., Papachristou M., 2000)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ

8.1 Ορισμός και μορφές βιομάζας

Ο όρος βιομάζα δεν είναι ακριβής χημικός όρος. Με τον όρο αυτό εννοείται κάθε συγκέντρωση οργανικής ουσίας, μέρη ή απορριπτέα τμήματα ζωντανών ή φυτικών οργανισμών που έχουν τελειώσει τον κύκλο ζωής τους ή τον κύκλο συνεισφοράς τους στην επιβίωση κάποιου οργανισμού. Περιλαμβάνει όλα τα οργανικά συστατικά των φυτών και περιέχει κυρίως τα στοιχεία άνθρακα (C), στην αναλογία που βρίσκονται στους υδατάνθρακες (κυριότερος εκπρόσωπος η γλυκόζη $C_6H_{12}O_6$). Φυσικά, υπάρχουν και άλλα χημικά στοιχεία στη βιομάζα, σε μικρότερες όμως ποσότητες (Μιχαλακάκος Γ., Νομίδης Δ., Ψυλόγλου Β., Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, 1998).

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται συνεπώς για να δηλώνει:

- α) τα υλικά ή καλύτερα τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής
- β) τα υποπροϊόντα που προέρχονται από την βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών
- γ) τα αστικά λύματα και απορρίμματα (υγρά και στερεά οργανικά απόβλητα)
- δ) τις φυσικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα (π.χ. αυτοφυή δάση, φυτά), είτε από τεχνητές φυτείες αγροτικού ή δασικού τύπου.

Πρόκειται δηλαδή για υλικά φυτικής ή ζωικής προέλευσης που αντιμετωπίζονται ως ενεργειακοί πόροι. Σημαντική ιδιομορφία της βιομάζας είναι ότι οι περισσότερες μορφές της είναι κατάλοιπα – παραπροϊόντα, απόβλητα της δραστηριότητας του ανθρώπου. Η αντιμετώπισή τους ως ενεργειακός πόρος εντάσσεται σε ένα ευρύτερο και από πολλές πλευρές σημαντικότερο πεδίο, αυτό της προστασίας του περιβάλλοντος.

Στη παραγωγή βιομάζας σε όλες τις ηπείρους, τα δάση συνεισφέρουν το 68%, οι σαβάνες και τα λιβάδια 16% και τα καλλιεργούμενα εδάφη 8%. Το μέγιστο της βιομάζας παρατηρείται στα τροπικά δάση και το ελάχιστο στους ωκεανούς. Ο μέσος ρυθμός παραγωγής βιομάζας στην ξηρά είναι $0,51 \text{ W/m}^2$.

Με βάση την πηγή προέλευσης, οι βασικότερες κατηγορίες βιομάζας είναι οι παρακάτω;

- Γεωργικά υπολείμματα – προϊόντα
- Δασικά υποπροϊόντα
- Κτηνοτροφικά απόβλητα
- Αστικά απόβλητα

Η ενεργειακή χρήση της φυτικής βιομάζας άρχισε από τότε που ανακαλύφθηκε η φωτιά. Εδώ και χιλιάδες χρόνια χρησιμοποιούνταν οι κορμοί, οι κώνοι, τα κλαδιά, οι θάμνοι ως πηγή ενέργειας για θέρμανση, κατεργασία και τήξη μετάλλων. Η μαζική χρησιμοποίηση του "καυσόξυλου" οδήγησε στην πρώτη ενεργειακή κρίση της Ευρώπης στον 16^ο και 17^ο αιώνα, εξαιτίας της ταχύτατης μείωσης των δασικών επιφανειών (Μπαρμπέ Φιλίπ). Μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα έδειξε ότι αποτελεί μια σπουδαία πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει στην ενεργειακή επάρκεια.

Σήμερα η καύση του ξύλου είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. Ένας άλλος τρόπος μετατροπής της βιομάζας προς προϊόντα που μπορούν να

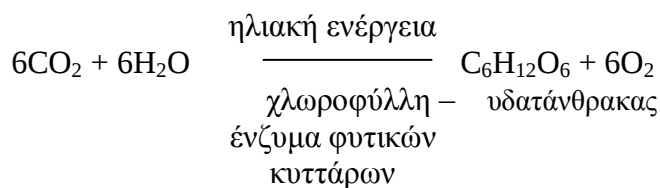
αποδώσουν ενέργεια, αρκετά διαδεδομένος, είναι η αεριοποίησή της προς μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο.

8.2 Σχηματισμός της βιομάζας

Η παραγωγική διαδικασία αρχίζει με τη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια. Η βιομάζα παράγεται από τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε βασικές πρώτες ύλες (νερό και άνθρακας) κατά τη διεργασία της φωτοσύνθεσης. Παρά το γεγονός ότι η απόδοση της φωτοσύνθεσης μπορεί να φτάσει το 30% σε μεμονωμένα φυτά, στο σύνολο των φυτών η απόδοση κατά μέσο όρο δεν υπερβαίνει το 5% (κυρίως λόγω της ανάκλασης του φωτός και της αναπνοής του φυτού).

Έχει υπολογιστεί ότι η συνολική ενέργεια που δεσμεύεται με τη φωτοσύνθεση, αν και δεν είναι κατά ένα πολύ μικρό ποσοστό της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια του πλανήτη μας, είναι περίπου δεκαπλάσια της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στο ίδιο χρονικό διάστημα. Φυσικά είναι αδύνατο να συλλεχθεί το τεράστιο αυτό ποσό της βιομάζας. Εντούτοις, ακόμα και ένα πολύ μικρό ποσοστό της είναι αρκετό για να ικανοποιήσει ένα υπολογίσιμο μέρος των ενεργειακών αναγκών του πλανήτη.

Τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε σάκχαρα με πρώτη ύλη το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό, δηλαδή μετατρέπουν τη φωτεινή και ηλιακή σε χημική ενέργεια:



Κατά την πορεία της φωτοσύνθεσης σχηματίζονται πιο πολύπλοκα μόρια, όπως πρωτεΐνες και λιπίδια, τα οποία μαζί με τους υδατάνθρακες παρέχουν στο φυτό το απαραίτητο υλικό για το σχηματισμό και την ανάπτυξη των διαφόρων οργάνων του και οδηγούν στην παραγωγή της βιομάζας (Κοδοσάκης Δ. Ε., 1992).

8.3 Διεργασίες μετατροπής της βιομάζας

Η βιομάζα είτε προέρχεται από γεωργικά ή δασοπονικά υπολείμματα, είτε από καλλιεργούμενα φυτά, πρέπει στη συνέχεια να μετασχηματιστεί με ένα μετατροπέα σε αέρια, στερεά ή υγρά καύσιμα, σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό, πριν από την τελική χρησιμοποίησή της.

Η μετατροπή της βιομάζας σε χρήσιμη μορφή ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Η επιλογή του πλέον κατάλληλου τρόπου, εξαρτάται από τη σύνθεση της βιομάζας, το επιθυμητό προϊόν (ηλεκτρισμός, αέριο, θερμότητα υγρό καύσιμο) και τη διαθεσιμότητα και αποτελεσματικότητα της επιλεγμένης τεχνολογίας (Γεωργόπουλος Α., 1996).

Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας είναι διάφορες και διακρίνονται σε θερμοχημικές (ξηρές) και σε βιοχημικές (υγρές). Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τα βασικά στοιχεία, που είναι η σχέση άνθρακα προς άζωτο (C/N) και η περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής.

Οι θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις, οι οποίες εξαρτώνται από τη θερμοκρασία για διαφορετικές συνθήκες οξείδωσης. Οι διεργασίες αυτές χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας με σχέση $C/N > 30$ και υγρασία $< 50\%$, δηλαδή για τα προϊόντα και τα υπολείμματα της κυτταρίνης. Στις θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνονται:

- α) Η πυρόλυση (θέρμανση χωρίς την παρουσία αέρα)
- β) Η απευθείας καύση
- γ) Η αεριοποίηση και
- δ) Η υδρογονοδιάσπαση

Οι βιοχημικές διεργασίες, που ονομάζονται έτσι επειδή είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, χρησιμοποιούνται για προϊόντα και υπολείμματα κυρίως λαχανικών. Οι βιοχημικές διεργασίες διακρίνονται στην αερόβια ζύμωση, αναερόβια ζύμωση και αλκοολική ζύμωση.

8.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της βιομάζας

Η βιομάζα αποτελεί ανανεώσιμη μορφή ενέργειας και παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Όμως, όπως όλα τα ενεργειακά συστήματα έτσι και η βιομάζα παρουσιάζει και αυτή πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κατά τη χρήση της.

Με τη χρήση της βιομάζας επιτυγχάνεται η αποφυγή του φαινομένου του θερμοκηπίου, που προέρχονται από τα CO_2 και SO_2 που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Δηλαδή η παραγωγή και μετατροπή της δε δημιουργούν προβλήματα οικολογικά και περιβαλλοντικά

Τα περιβαλλοντικά οφέλη επί του εδάφους είναι κυρίως τοπικά. Η συγκέντρωση των υπολειμμάτων των αγροτικών καλλιεργειών δημιουργεί με τον καιρό εστίες παρασίτων για τους αγρούς, οι οποίες είναι βλαβερές για την αποδοτικότητά τους και κατ' επέκταση για την οικονομία των αγροτών. Έτσι οι αγρότες αναγκάζονται να αφιερώνουν επιπλέον χρόνο και κόπο για το διασκορπισμό ή το θάψιμο όσο το δυνατόν μεγαλύτερων ποσοτήτων. Αξιοποιώντας την αγροτική βιομάζα απαλλάσσεται ο αγρότης από αυτές τις εστίες των παρασίτων.

Όχι μόνο οι αγροτικές αλλά και οι υπόλοιπες μορφές (οργανικές , βιομηχανικές) αποτελούν εστία χημικής και αισθητικής μόλυνσης.

Μειώνεται επίσης η ενεργειακή εξάρτηση που συνεπάγεται την εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες και συνεπώς εξοικονομείται συνάλλαγμα.

Σημαντικά είναι τα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Ένας πολύ μεγάλος αριθμός αγροτών θα μπορούσε να εμπλακεί στη διαδικασία αξιοποίησης της βιομάζας. Επιπλέον ,η ευκαιρία αυτή για απασχόληση δίνεται σε μια "νεκρά" για τον αγρότη περίοδο, όπου μετά τη συλλογή καρπού και την κοπή των στελεχών, δεν απασχολείται για πολύ καιρό σε αγροτικές εργασίες. Με την οικονομική ενίσχυση από μονάδες συμπαραγωγής ενέργειας ο αγρότης μπορεί να εξασφαλίσει ένα νέο εισόδημα.

Η βιομάζα είναι υψηλής ποιότητας μετατροπέας της ηλιακής ενέργειας που αποθηκεύεται σε χημική μορφή. Η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους μετατροπής, μερικές μάλιστα από τις οποίες χρησιμοποιούν σχετικά απλές τεχνολογίες. Τέλος κατά την αξιοποίησή της δίνει μια μεγάλη ποικιλία παράλληλων χρήσιμων προϊόντων.

Η απόδοση μετατροπής της είναι χαμηλή, μέχρι μέτρια. Απαιτούνται εδαφικές εκτάσεις για την παραγωγή της. Παρουσιάζει δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευση έναντι των ορυκτών καυσίμων, καθώς επίσης και μεγάλη διασπορά. Ακολουθεί το εποχιακό της περιοχής.

Η βιομάζα δεν είναι ακόμη ανεπτυγμένη καθώς η έρευνα γύρω από την αξιοποίησής της βρίσκεται σε πρωταρχικά στάδια.

Συνεπώς το κόστος της παραμένει σχετικά υψηλό (αφού πρέπει να μετατραπεί σε πιο εύχρηστη μορφή ενέργειας).

Επειδή λοιπόν η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει τα παραπάνω προβλήματα (μεγάλη διασπορά, μεγάλος όγκος, δυσχέρεια συλλογής – μετατόπισης – αποθήκευσης), επιβάλλεται η αξιοποίησή της να γίνεται στον τόπο παραγωγής της.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η βιομάζα θα πρέπει να χρησιμοποιείται με βιώσιμο τρόπο, χωρίς να γίνεται εκμετάλλευση των παρθένων δασών. Η βιομάζα θα πρέπει να προέρχεται από πρώτες ύλες που έχουν φυτευτεί ειδικά για να χρησιμοποιηθούν στη μετατροπή της βιομάζας σε καύσιμο.

8.5 Εφαρμογές βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολύ εύκολα στη:

- Θέρμανση θερμοκηπίων.
- Θέρμανση κτηνοτροφικών μονάδων.
- Ξήρανση γεωργικών προϊόντων.
- Κάλυψη αναγκών θερμότητας και ηλεκτρισμού σε γεωργικές ή και άλλες βιομηχανίες, που βρίσκονται κοντά σε πηγές παραγωγής βιομάζας.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στους τόπους παραγωγής βιομάζας, για κάλυψη τοπικών αναγκών ή για τροφοδοσία του εθνικού ηλεκτρικού δικτύου.
- Κάλυψη αναγκών τηλεθέρμανσης χωριών και πόλεων, που βρίσκονται κοντά σε τόπους παραγωγής βιομάζας.

Οι δύο τελευταίες χρήσεις φαίνεται ότι μελλοντικά θα αποτελέσουν τους κύριους τομείς αξιοποίησης των τεράστιων ποσοτήτων βιομάζας από γεωργικά και δασικά υπολείμματα, καθώς και ενός σημαντικού μέρους της βιομάζας των ενεργειακών καλλιεργειών, στη χώρα μας.

8.6 Παγκόσμια κατάσταση

Περίπου το 1/6 της ενέργειας παγκοσμίως παράγεται από την καύση βιομάζας. Κάθε χρόνο στη γη μέσω της φωτοσύνθεσης παράγονται 200 δις τόνοι βιομάζας, που αντιστοιχούν σε 100 δις ισοδύναμους τόνους πετρελαίου. Η ποσότητα αυτή είναι δεκαπλάσια από την παγκόσμια ετήσια κατανάλωση. Μόνο το 3% αυτού του δυναμικού αξιοποιείται.

Οι χώρες που καταναλώνουν τη βιομάζα σε σημαντικές αναλογίες, είναι οι χώρες που βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης, όπως για παράδειγμα στην Αφρική που τη χρησιμοποιεί σε 65%, στην Ινδία με ποσοστό 50% και στη Λατινική Αμερική με 45%.

Στην Ευρώπη των 15 η βιομάζα και τα απόβλητα είναι οι κυριότερες μορφές ενέργειας των Α.Π.Ε. Η βιομάζα συνείσφερε με 53.690 κτοε πρωτογενούς ενέργειας το 2000, αντιπροσωπεύοντας το 61,3% (62% συμπεριλαμβάνοντας τα βιοκαύσιμα) της συνολικής παραγωγής ενέργειας των Α.Π.Ε.

Σύμφωνα με μια έρευνα του 1992 των Ηνωμένων Εθνών , μέχρι το 2050 η βιομάζα θα μπορεί να εξυπηρετεί περίπου το 55% της σημερινής παγκόσμιας ενεργειακής χρήσης (Miller Tyler G. Jr.,² 1999).

8.7 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Η κυριότερη ενεργειακή μορφή βιομάζας στην Ελλάδα είναι το ξύλο. Χρησιμοποιείται ως καύσιμο ως έχει ή μετασχηματισμένο σε ξυλάνθρακα (ξυλοκάρβουνο).

Η Ελλάδα ως χώρα κατ' εξοχήν γεωργοδασοπονική, διαθέτει μεγάλες ποσότητες βιομάζας που προέρχονται κυρίως από γεωργικά και δασικά προϊόντα.

Το 1996, η βιομάζα που καταναλώθηκε κυρίως στα νοικοκυριά και στις βιομηχανίες επεξεργασίας ανήλθε σε 890.000 ΤΠΠ. Το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας αυτής, 700.000 ΤΠΠ, αφορά στην κατανάλωση καυσόξυλων στον οικιακό τομέα, καθώς και στην κατανάλωση υπολειμμάτων επεξεργασίας ξύλου από τη βιομηχανία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΩΚΕΑΝΟΥΣ

Το ενεργειακό δυναμικό στους ωκεανούς του πλανήτη μας θεωρείται τεράστιο. Η εκμετάλλευση ενός μικρού μόνο ποσοστού του δυναμικού αυτού θα μπορούσε θεωρητικά να υπερκαλύψει τις ενεργειακές ανάγκες παγκοσμίως. Η ενέργεια που παραλαμβάνεται από τους ωκεανούς μπορεί να διακριθεί στην ενέργεια των κυμάτων, στην παλιρροιακή ενέργεια και στην ενέργεια που πηγάζει από τις διαφορές θερμοκρασίας των ωκεανών.

9.1 Ενέργεια των κυμάτων

Είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Η ενέργεια αυτή μεταφέρει ποσά ενέργειας τα οποία θα μπορούσαν να μετασχηματιστούν σε χρήσιμη μηχανική κίνηση ή υδραυλική πίεση, καθεμιά από τις οποίες θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο θαλάσσιος κυματισμός είναι, όπως όλες οι μορφές Α.Π.Ε., μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, ενώ παρουσιάζει μεταξύ των Α.Π.Ε. την υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα που μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 1000 kW/m μετώπου κύματος. Υπολογίζεται ότι η αξιοποίηση του 1% του κυματικού δυναμικού του πλανήτη θα κάλυπτε περίπου στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση.

Πρώτοι οι Κινέζοι χρησιμοποίησαν την ενέργεια των κυμάτων σε μια μηχανή που χρησιμοποιούνταν για τη θραύση ορυκτών και η οποία τροφοδοτούνταν από την ενέργεια των κυμάτων.

Οι ερευνητές Leishman και Scobie διαπίστωσαν ότι στην Αγγλία είχαν κατατεθεί από το 1855, όπου ήταν η πρώτη πατέντα, έως το 1973, 340 πατέντες με θέμα την παραλαβή ενέργειας από τα κύματα. Παρόλο το μεγάλο αριθμό των εφευρέσεων αυτών, οι διατάξεις και οι μηχανισμοί που μπορούν να δώσουν ένα αξιόλογο έργο από την ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων είναι πολύ λίγες (Αλεξάκης Αλ.).

Πριν από 30 χρόνια ο βρετανός μηχανικός Στίβεν Σόλτερ κατασκεύασε τον πρόγονο των γεννητριών που χρησιμοποιούνται σήμερα, τη μηχανή με το όνομα "η πάπια του Εδιμβούργου" (Salter's Duck) (Knott Miscelle, 2003).

Όπως και οι άλλες ανανεώσιμες πηγές έτσι και η ενέργεια των κυμάτων αποτελεί στην ουσία προέκταση της ηλιακής ενέργειας. Η επιφάνεια της γης θερμαίνεται από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της διαφορετικής γωνίας πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών (ισημερινός - πόλοι) είτε λόγω πεδίων σύννεφων που προκαλούν σκίαση, είτε λόγω διαφορετικής επανεκπομπής. Αποτέλεσμα αυτών των φαινομένων είναι οι αέριες μάζες που βρίσκονται αντίστοιχα σε επαφή να θερμαίνονται άνισα και επομένως να προκαλούνται αέρια ρεύματα λόγω του διαφορετικού ειδικού βάρους των αερίων αυτών ρευμάτων. Δημιουργούνται κατόπιν περιοχές χαμηλών και υψηλών βαρομετρικών πιέσεων. Η εξισορρόπηση των διαφορετικών πιέσεων γίνεται με ρεύματα του αέρα στην ατμόσφαιρα (Αλεξάκης Αλ.). Τα ρεύματα του αέρα (άνεμου) δίνουν ένα μέρος της ενέργειάς τους στην διεπιφάνεια του αέρα με τη γη. Με βάση ένα πολύπλοκο μηχανισμό ανταλλαγής, δημιουργούνται στην επιφάνεια του νερού τα κύματα. Κατά αυτό τον τρόπο τα κύματα που προκαλούνται από τον άνεμο μπορούν να θεωρηθούν ότι περιέχουν κινητική ενέργεια που προέρχεται από την ηλιακή. Επίσης τα κύματα μπορούν να θεωρηθούν και σαν μια αποθηκευμένη ενέργεια ανέμου, γιατί μπορούν να παρατηρηθούν και όταν ακόμη ο άνεμος που τα παρήγαγε έχει κοπάσει.

Οι σημαντικότερες παράμετροι των κυμάτων είναι το ύψος του κύματος, το μήκος του κύματος, η γραμμική ταχύτητα και η περίοδος κύματος. Τα επιμέρους ύψη κυμάτων και οι περίοδοι ποικίλλουν. Επίσης, η διεύθυνση των κυμάτων σε ένα σταθερό σημείο μπορεί να είναι διαφορετική, ακόμη και όταν η διεύθυνση του ανέμου παραμένει η ίδια. Η ανάπτυξη των κυμάτων πάνω στο νερό εξαρτάται από δύο παράγοντες: την ταχύτητα του ανέμου και τη διάρκεια του ανέμου.

9.1.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ενέργεια των κυμάτων

Υπάρχουν μερικές φυσικές αρχές πάνω στις οποίες βασίζονται οι μετατροπές της κυματικής ενέργειας σε άλλες μορφές: μέσω της κίνησης του νερού (πάνω / κάτω) κάνοντας χρήση υδραυλικών πιστονιών πίεσης, μέσω της "θραύσης" των κυμάτων και μέσω υποθαλάσσιων αλλαγών πίεσης (Cassedy Edward S.).

Μια μέθοδος μετατροπής συνίσταται στη συγκράτηση σε μια μικρή λεκάνη του νερού που φέρνεται στις ακτές από τα κύματα που ξεσπούν. Το νερό αφήνεται στη συνέχεια να ξεφύγει περνώντας μέσα σε ένα στρόβιλο που συνδέεται με έναν εναλλάκτη. Το ενδιαφέρον της μεθόδου αυτής είναι πως δίνει μια παραγωγή κατά μήκος των ακτών εύκολη να συλλεχθεί, αλλά πολύ ακανόνιστη γιατί υπόκειται στην ένταση των κυμάτων (Μπαρμπέ Φιλίπ).

Άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται στην κυματική ενέργεια είναι η ρυμούλκηση στους ωκεανούς, στις ζώνες όπου οι κινήσεις των κυμάτων είναι μεγάλες, τεράστιων σχεδίων που αποτελούνται από δύο μέρη αρθρωμένα μεταξύ τους (Κάλφας Μ.). Η μηχανική κίνηση που δημιουργείται με τον τρόπο αυτό, μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό από έναν εναλλάκτη. Η τεχνική αυτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα πως παρέχει μια κανονική ενέργεια, αλλά η απομάκρυνση από τις ακτές απαιτεί μια μεταφορά μέσα από τη θάλασσα της ηλεκτρικής ενέργειας, που είναι αρκετά δαπανηρή και όχι αποδοτική.

9.1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ενέργειας των κυμάτων

Ο θαλάσσιος κυματισμός είναι από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που συγκεντρώνουν τα περισσότερα ίσως πλεονεκτήματα.

Η κυματική ενέργεια είναι μια πηγή ενέργειας ανεξάντλητη, αφού ο πρωτογενής ενεργειακός φορέας της (κύματα) διατίθεται συνεχώς και χωρίς να υπάρχει φόβος εξάντλησής του. Οι δείκτες ρύπανσης της εγκατάστασης σε επίπεδου κύκλου ζωής είναι ιδιαίτερα χαμηλοί και άρα δεν υπάρχουν εκπομπές ρυπογόνων ουσιών.

Με την κυματική ενέργεια προκαλείται αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας εξαιτίας του χώρου στον οποίο διατίθεται το κυματικό δυναμικό. Η χρήση της κυματικής ενέργειας οδηγεί σε απεξάρτηση από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων και παρέχει προοπτικές οικονομικής ανάπτυξης σε απομακρυσμένες και υποβαθμισμένες περιοχές, ενώ τονώνει παράλληλα τη βιομηχανική παραγωγή και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Επίσης όταν οι εγκαταστάσεις μετατροπής της κυματικής ενέργειας βρίσκονται σε παράκτιες περιοχές μπορεί να λειτουργούν ως κυματοθραύστες για προστασία της ακτής αλλά και ως λιμενοβραχίονες (Λεμονής Γ., 2002).

Ανάλογα με τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας και η κυματική παρουσιάζει αρνητικά αποτελέσματα τα οποία όμως είναι ήπια. Στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση τεχνολογιών κυματικής ενέργειας συμπεριλαμβάνονται η ακουστική ή οπτική ενόχληση, οι επιπτώσεις στην πανίδα της περιοχής και η παρενόχληση της ναυσιπλοΐας.

Από τα κυριότερα μειονεκτήματα της κυματικής ενέργειας είναι η αξιοπιστία της και το κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος των εγκαταστάσεων. Η υψηλή ενεργειακή πυκνότητα των κυμάτων συνεπάγεται μεγάλες καταπονήσεις στην περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων, οι οποίες μπορούν να υπερβούν το 100-πλάσιο των μέσων καταπονήσεων. Αυτό απαιτεί υψηλό βαθμό μηχανικής αντοχής των κατασκευών, με αποτέλεσμα μεγάλο κατασκευαστικό κόστος. Επιπλέον η δυσπροσιτότητα υπεράκτιων ή υποβρύχιων εγκαταστάσεων δυσχεραίνει τον έλεγχο, τη συντήρηση ή την επισκευή τους και αυξάνει το λειτουργικό κόστος τους.

Το υψηλό κόστος των τεχνολογιών μπορεί να αντισταθμιστεί μόνο με βέλτιστη εκμετάλλευση της υψηλής ενεργειακή πυκνότητας των κυμάτων, δηλαδή υψηλούς δείκτες απόδοσης.

Τέλος η διαθεσιμότητα των κυμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τύχη και τις καιρικές συνθήκες που θα υπάρχουν στην περιοχή μια δεδομένη στιγμή. Η πρόβλεψη του κυματισμού δεν είναι καθόλου ακριβής.

9.1.3 Παγκόσμια κατάσταση

Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον πλανήτη μας εμφανίζονται στην περιοχή του ανατολικού Ατλαντικού και του νότιου Ειρηνικού. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, το υπεράκτιο κυματικό δυναμικό για τις χώρες τις Ε.Ε., συμπεριλαμβανομένης της Νορβηγίας, εκτιμάται σε 320 GW, από τα οποία περίπου 30 GW αφορούν τη Μεσόγειο θάλασσα. Σε ετήσια βάση, ο μέσος όρος κυματικής ισχύος ανά μέτρο μετώπου κύματος κυμαίνεται στον ανατολικό Ατλαντικό σε 25-70 kW/m, στη βόρεια θάλασσα 10 – 25 kW/m και στο Αιγαίο, όπου σημειωτέων παρουσιάζονται οι υψηλότερες τιμές κυματικής ισχύος στη Μεσόγειο, 4 – 11 kW/m. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο κυματικό δυναμικό για τα κράτη μέλη της Ε.Ε. υπολογίζεται συνολικά σε 150 -230 TWh/έτος, από τα οποία 5-9 TWh/έτος αντιστοιχούν στις ελληνικές θάλασσες. Σε χώρες όπως η Ιρλανδία (Εϊρε), Μ. Βρετανία, Νορβηγία, Πορτογαλία, Δανία, Σουηδία διεξάγονται ερευνητικά προγράμματα για την εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας.

Η Ελλάδα καθώς έχει μια μεγάλη ακτογραμμή μήκους περίπου 16 χιλ. χλμ., το υψηλό αιολικό δυναμικό πάνω από το Αιγαίου πέλαγος προκαλεί σχετικά έντονη κυματική δραστηριότητα στην περιοχή αυτή, με μέσες ετήσιες τιμές κυματικής ισχύος ανά μέτρο μετώπου κύματος της τάξης των 4-11 kWh/m. Εντοπίζονται επίσης θαλάσσιες περιοχές “εστιασμού” κυματικής ενέργειας (hot spots), λόγω φαινομένων ανάκλασης και περίθλασης των κυμάτων. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο κυματικό δυναμικό της Ελλάδας θεωρείται το υψηλότερο της Μεσογείου της τάξης των 5-9 TWh/έτος. Το δυναμικό αυτό θα μπορούσε να συνεισφέρει σημαντικά στην ηλεκτροδότηση μεγάλου αριθμού νησιών στο Αιγαίο.

9.2 Παλιρροιακή ενέργεια

Είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την βαρυτική έλξη της σελήνης και της γης και η οποία είναι εκμεταλλεύσιμη κατά την διαφορά του ύψους της επιφάνειας της στάθμης των νερών – άμπωτη και πλημμυρίδα.

Από πολύ παλιές εποχές είχε παρατηρηθεί ότι η θάλασσα κινείται από και προς την ξηρά, σε πολλές περιοχές της γης, με ένα σχεδόν κανονικό ρυθμό, πράγμα που οδήγησε σε σκέψεις για την άντληση ενέργειας. Έχει διαπιστωθεί ότι μπορεί να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια από την άμπωτη και την πλημμυρίδα.



Εικόνα 9.1: Μονάδα παλιρροιακής ενέργειας σε εκβολή ποταμού

Η ιστορία της παλιρροιακής ενέργειας ξεκινά περίπου το 1000 μ.Χ. Από τότε υπάρχουν ορισμένες αναφορές σχετικά με αυτή τη μορφή ενέργειας. Αναφορές που προέρχονται από τη Βρετανία, τη Γαλλία και την Ισπανία. Περίπου 700 χρόνια πριν, στην Αγγλία λειτουργούσε ένας μύλος που τροφοδοτούνταν από τις παλίρροιες, για να αλέθει σιτάρι. Δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν λεπτομέρειες για την ακριβή λειτουργία του (Delyannis E. & Belessiotis V., 1996).

Στην ουσία όμως η ιστορία της παλιρροιακής ενέργειας ξεκινά στη δεκαετία του '60 με την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων. Ο παλαιότερος και μεγαλύτερος σταθμός παλιρροιακής ενέργειας χτίστηκε στον La Rance, στη Βρετανία της Γαλλίας το 1996.



Εικόνα 9.2: Η μονάδα παλιρροιακής ενέργειας στον ποταμό La Rance, στη Βρετανία της Γαλλίας (<http://www.iclei.org/EFACTS/TIDAL.HTM>)

Υπάρχουν κι άλλοι σταθμοί παλιρροιακής ενέργειας όπως αυτός στη Kislaya της Κούβας, στη Ρωσία, στον Καναδά.

9.2.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την παλιρροιακή ενέργεια

Αν και πολλές ιδέες αναπτύχθηκαν για τη μετατροπή της παλιρροιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, επικράτησε κυρίως η παρακάτω εφαρμογή. Κατασκευάζεται ένα φράγμα στην εκβολή ενός ποταμού και τοποθετούνται στην παραπάνω δομή στρόβιλοι. Η εισερχόμενη παλίρροια που διατρέχει τους στρόβιλους θα παράγει την ενέργεια. Καθώς η παλίρροια

μετατοπίζεται, οι λεπίδες θα αντιστρέφονται, έτσι ώστε το εξερχόμενο νερό να συνεχίζει να παράγει ενέργεια.

Αν και η παραπάνω εφαρμογή υπόσχεται θετικά αποτελέσματα, εμφανίζεται ένα θεμελιώδες πρόβλημα. Στις περισσότερες περιοχές του κόσμου, η μέγιστη διαφορά μεταξύ άμπωτης και πλημμυρίδας είναι μόλις 40 – 50 εκ. Μια πίεση που προκαλείται από αυτή τη διαφορά ύψους δεν θα επιτρέπει στις τουρμπίνες τη μέγιστη απόδοσή τους. Για το λόγο αυτό έχει προταθεί μια νέα μονάδα μετατροπής στην οποία η παλιρροιακή γεννήτρια τοποθετείται μακριά από τη στεριά, σε αντίθεση με την προηγούμενη εφαρμογή. Αυτή η μονάδα βρίσκεται στα ανοιχτά της θάλασσας, στον πυθμένα του ωκεανού. Δύο τέτοιες μονάδες έχουν τοποθετηθεί πειραματικά στην Αλάσκα και στην Ινδία (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.).

9.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της παλιρροιακής ενέργειας

Η παλιρροιακή ενέργεια είναι ανανεώσιμη και δεν προκαλεί επιβλαβείς εκπομπές στο περιβάλλον. Προκαλείται αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας εξαιτίας του χώρου στον οποίο διατίθεται και οδηγεί σε απεξάρτηση από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων.

Τα φράγματα όμως που κατασκευάζονται για να υποστηρίξουν τις μονάδες θα παγίδευαν τα ιζήματα, θα εμπόδιζαν τη μετανάστευση των ψαριών και άλλων οργανισμών, θα απέτρεπαν τη ναυσιπλοΐα, και θα άλλαζαν την κυκλοφορία και τη μίξη του αλμυρού και γλυκού νερού στις εκβολές.

Βέβαια σύμφωνα με έρευνες που διενεργήθηκαν διαπιστώθηκε ότι κάθε μονάδα μετατροπής παλιρροιακής ενέργειας πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μοναδική περίπτωση, αφού οι συνέπειες που θα προκύψουν από τη λειτουργία τους θα εξαρτώνται άμεσα από τα χαρακτηριστικά της περιοχής (Tidal Energy: <http://www.iclei.org/EFACTS/TIDAL.HTM>)

9.2.3 Παγκόσμια κατάσταση

Παγκοσμίως υπάρχουν πολύ λίγες μονάδες παλιρροιακής ενέργειας που λειτουργούν σήμερα. Η μεγαλύτερη από αυτές τις μονάδες έχει μέγιστη παραγόμενη ισχύ 240 GWe. Η μονάδα αυτή βρίσκεται στον ποταμό La Rance στη Γαλλία και παρουσιάζει μέγιστη διακύμανση παλίρροιας 8 m. Πιθανές παλιρροιακές παραγωγικές περιοχές έχουν αναγνωριστεί στη Δυτική Ευρώπη, στη Ρωσία, την Ινδία, την Αυστραλία και την Αμερική.

Στην Ελλάδα δεν έχουν αναφερθεί ακόμη προσπάθειες χρησιμοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας προκειμένου να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια.

9.3 Ωκεάνια θερμική ενεργειακή μετατροπή

Αυτή η τεχνική ενεργειακής αξιοποίησης των θαλασσών δεν χρησιμοποιεί την κίνηση των νερών, αλλά τη διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει ανάμεσα στην επιφάνεια και στο βάθος των ζεστών θαλασσών. Σε μερικές περιπτώσεις (τροπικές ζώνες), η διαφορά αυτή μπορεί φθάνει τους 22 ° C και επιτρέπει τη χρησιμοποίηση ενός θερμοδυναμικού κύκλου, που η απόδοσή του όμως παραμένει πολύ μικρή.

Οι πρώτες μελέτες που αφιερώθηκαν σ' αυτό τον τρόπο μετατροπής χρονολογούνται από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Ο D' Arsonval το 1881 και ο G. Claude το 1936 κατασκεύασαν τους πρώτους κινητήρες χρησιμοποιώντας τα νερά ψύξης των υψικαμίνων των εργοστασίων της σιδηροβιομηχανίας. Το 1928 ο G. Claude έθεσε σε λειτουργία τον πρώτο

ηλεκτροσταθμό χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο στη θάλασσα της Κούβας. Δυστυχώς όμως καταστράφηκε από μια θαλασσοταραχή ύστερα από έντεκα μέρες (Μπαρμπέ Φιλίπ).

Στην ωκεάνια θερμική ενεργειακή μετατροπή το ζεστό νερό της επιφάνειας χρησιμοποιείται για τη θέρμανση νερού και την ατμοποίηση ενός υγρού με χαμηλό σημείου βρασμού, όπως η αμμωνία. Η αύξησης της πίεση οδηγεί το ατμοποιημένο υγρό τις στροβιλογεννήτριες. Ο ατμός αμμωνίας αφήνει τους στροβίλους με τη βοήθεια κρύου νερού που αντλείται από τουλάχιστον 100 μ βάθος και συνεπώς επιστρέφει στην έναρξη του κύκλου (Nebel Bernard J. & Wright Richard T.).

Έρευνες απέδειξαν ότι αυτή η μορφή ενέργειας δεν είναι οικονομικά υποσχόμενη, εκτός και αν συνδυαστεί με άλλες μορφές ενέργειας, πιο αποδοτικές.

Προσπάθειες χρησιμοποίησης αυτής της μορφής ενέργειας έχουν αναφερθεί για χώρες όπως η Γαλλία, η Μεγάλη Βρετανία, η Ινδία, η Ιαπωνία, η Σουηδία και οι ΗΠΑ.

Β' ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

10.1 Εισαγωγικά

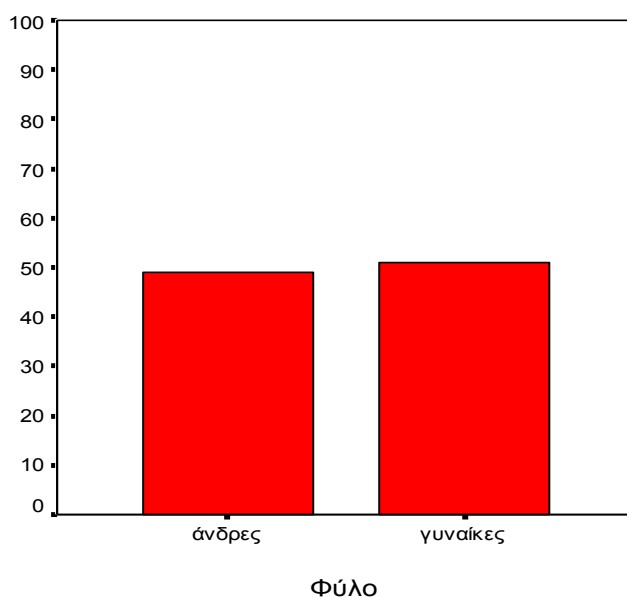
Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι μετά από τη μελέτη των μορφών των Α.Π.Ε. και της παρουσίας τους στον παγκόσμιο και ειδικότερα στον ελληνικό χώρο, να μελετηθεί και να αναλυθεί η ενημέρωση που διαθέτουν οι κάτοικοι του Ν. Αττικής, η αποδοχή αλλά και οι αντιδράσεις που παρουσιάζουν απέναντι στις πηγές αυτές. Προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός διενεργήθηκε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το Νοέμβριο του 2003 έως και τον Ιανουάριο του 2004 με τη διανομή ερωτηματολογίων σε 100 κατοίκους του νομού Αττικής.

Μέσω της έρευνας αυτής εξάγονται συμπεράσματα για τη στάση των κατοίκων σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Στο ερωτηματολόγιο ζητείται από τους κατοίκους να επιλέξουν απαντήσεις σε συγκεκριμένες ερωτήσεις που τους τίθενται

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου και την εξαγωγή των συμπερασμάτων είναι το SPSS (το ερωτηματολόγιο της έρευνας παρατίθεται στο παράρτημα).

10.2 Δημογραφικά Στοιχεία

Στην έρευνα συμμετείχαν εκατό (100) κάτοικοι από τους οποίους οι σαράντα εννιά (49) είναι άνδρες και οι πενήντα μία (51) είναι γυναίκες (Σχήμα 10.1).

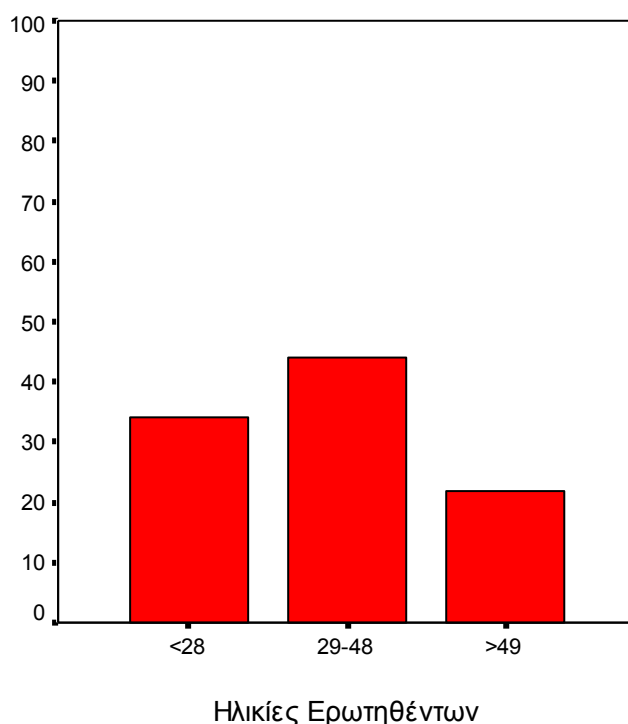


Σχήμα 10.1: Φύλο

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας απευθύνονταν σε άτομα διαφόρων ηλικιών και επιπέδου εκπαίδευσης. Οι ηλικίες των ερωτηθέντων διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Ο αριθμός των ερωτηθέντων που ανήκει σε κάθε κατηγορία παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα και στο Σχήμα 10.2.

Πίνακας 10.1

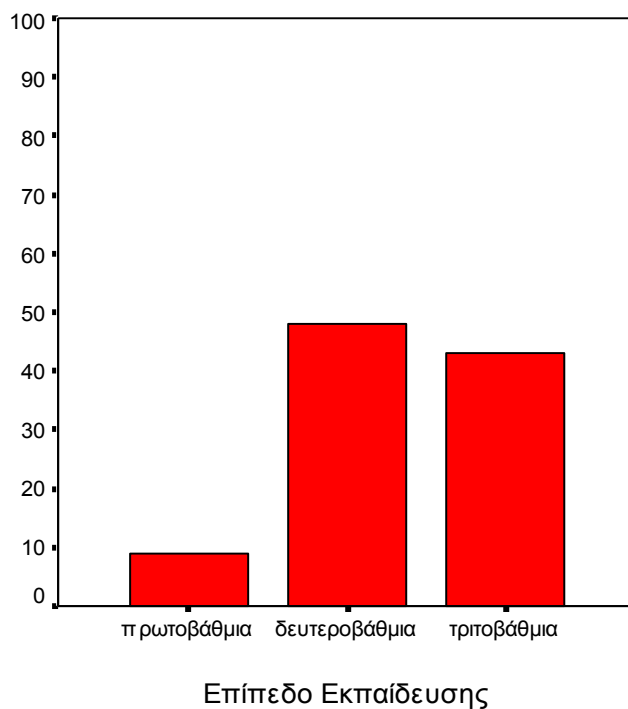
Ηλικίες	Αριθμός Ατόμων
<28	34
29-48	44
>49	22
Σύνολο	100



Σχήμα 10.2

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων ανήκει στη δεύτερη ηλικιακή ομάδα που περιλαμβάνονται άτομα ηλικίας 29 - 48 ετών.

Προκειμένου να εξεταστούν οι γνώσεις των κατοίκων για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) σε σχέση με τη μόρφωσή τους, οι ερωτηθέντες κατανεμήθηκαν στις εξής ομάδες – κατηγορίες εκπαίδευσης: απόφοιτοι πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στο Σχήμα 10.3 παρουσιάζεται η κατανομή των ερωτηθέντων στα διάφορα επίπεδα εκπαίδευσης. Στο Σχήμα 10.3 το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων που απάντησαν ανήκει στην κατηγορία των αποφοίτων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (48%). Ακολουθούν οι απόφοιτοι της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (43%) και τέλος οι απόφοιτοι της πρωτοβάθμιας (9%).



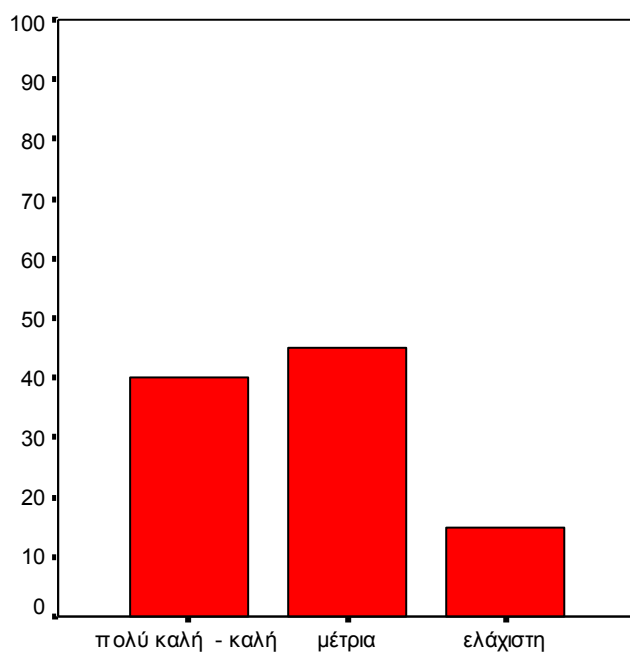
Σχήμα 10.3 Επίπεδο Εκπαίδευσης

10.3 Στοιχεία σχετικά με την ενημέρωση σε θέματα περιβαλλοντικά / ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Σε ερώτηση που τους έγινε σχετικά με την ενημέρωσή τους σε θέματα περιβάλλοντος οι επιλογές των ερωτηθέντων ήταν οι εξής: “πολύ καλή” - “μέτρια” - “ελάχιστη”.

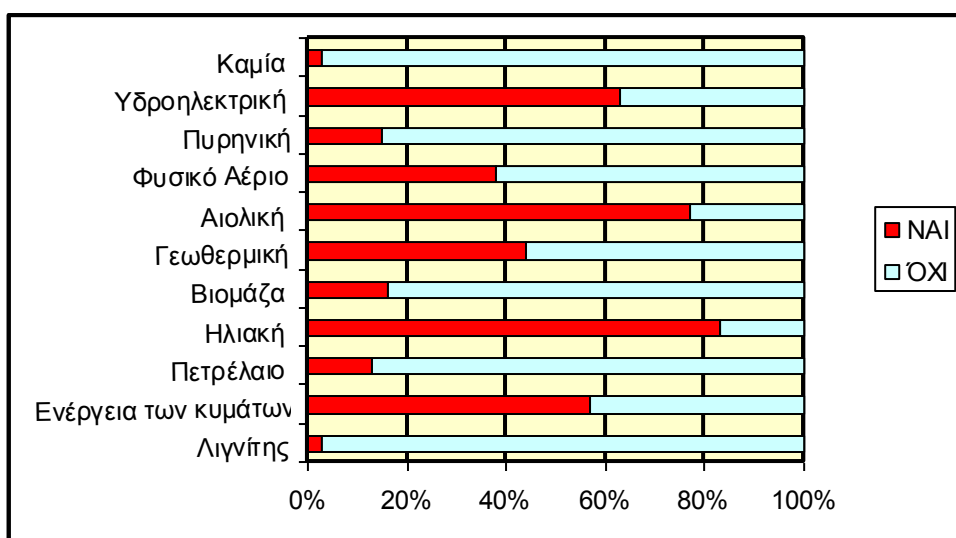
Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων δηλώνει ότι η ενημέρωσή του σε θέματα περιβάλλοντος είναι μέτρια (45%). Εξίσου μεγάλο ποσοστό των κατοίκων θεωρεί την ενημέρωσή του πολύ καλή – καλή (40%), ενώ ένα μικρό ποσοστό πιστεύει πως γνωρίζει ελάχιστα για το περιβάλλον (15%) (Σχήμα 10.4).

Η επόμενη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην οποία κλήθηκαν να απαντήσουν, αφορά τα είδη των Α.Π.Ε. που υπάρχουν. Συγκεκριμένα ζητήθηκε να σημειώσουν ποιες από τις παρακάτω πηγές ενέργειας γνωρίζουν να είναι ανανεώσιμες. Οι ενέργειες που δόθηκαν είναι: “λιγνίτης”, “ενέργεια των κυμάτων”, “πετρέλαιο”, “ηλιακή”, “βιομάζα”, “γεωθερμική”, “αιολική”, “φυσικό αέριο”, “πυρηνική”, “υδροηλεκτρική”, ενώ τους δόθηκε η δυνατότητα να μην επιλέξουν καμία από τις παραπάνω. Συγκεκριμένα στα εκατό άτομα που συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια, στην ερώτηση αυτή δεν έδωσαν καμία απάντηση τρία άτομα, δύο άνδρες και μία γυναίκα. Στο Σχήμα 10.5 δίνονται οι επιλογές των ερωτώμενων.



Ενημέρωση σε θέματα περιβάλλοντος

Σχήμα 10.4: Ενημέρωση σε θέματα περιβάλλοντος



Σχήμα 10.5: Πηγές ενέργειας

Από το πρώτο μέρος της εργασίας είναι γνωστό ότι ο λιγνίτης δεν ανήκει στις Α.Π.Ε. Στο Σχήμα, σχεδόν το σύνολο των κατοίκων που απάντησαν στην ερώτηση φαίνεται να γνωρίζει ότι ο λιγνίτης δεν ανήκει στις Α.Π.Ε. καθώς δεν τον έχουν επιλέξει. Στο σύνολο των ατόμων μόλις τρία επέλεξαν το λιγνίτη ως Α.Π.Ε.

Η ενέργεια των κυμάτων παρόλο που δεν χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, θα περίμενε κανείς πως δεν θα επιλεγόταν από τους κατοίκους ως ένα είδος Α.Π.Ε. Αντιθέτως παρατηρούμε από το Σχήμα πως σχεδόν πάνω από τους μισούς κατοίκους επέλεξαν σωστά

την ενέργεια των κυμάτων ως Α.Π.Ε. Πιο συγκεκριμένα πενήντα επτά άτομα επέλεξαν την ενέργεια των κυμάτων, ενώ σαράντα τρία δεν την γνωρίζουν.

Όσον αφορά το πετρέλαιο, ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό κατοίκων φαίνεται να γνωρίζει πως δεν ανήκει στις Α.Π.Ε., καθώς δεν το έχουν επιλέξει. Συγκεκριμένα μόνο το 13% των ατόμων δήλωσαν λανθασμένα ότι το πετρέλαιο είναι Α.Π.Ε., ενώ το υπόλοιπο 87% γνωρίζει ότι δεν είναι.

Όσον αφορά την ηλιακή ενέργεια, την πιο γνωστή ίσως από τις Α.Π.Ε., οι απαντήσεις που έδωσαν οι κάτοικοι δείχνει ότι ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των κατοίκων (87%) γνωρίζει πως η ηλιακή ενέργεια είναι ανανεώσιμη, ενώ μόλις το 17% των ερωτηθέντων δεν έχει επιλέξει την ηλιακή ενέργεια.

Επόμενη πηγή ενέργειας που δόθηκε στους ερωτηθέντες για να επιλέξουν εάν ανήκει στις Α.Π.Ε. είναι η βιομάζα. Η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη και γνωστή στην Ελλάδα και αυτό φαίνεται και από τις επιλογές των κατοίκων. Στο σύνολο των κατοίκων μόλις το 16% γνωρίζει ότι η βιομάζα είναι ανανεώσιμη πηγή, ενώ η πλειοψηφία (84%) πιστεύει ότι δεν είναι.

Στην περίπτωση της γεωθερμίας οι επιλογές των κατοίκων είναι ισοκαταναμημένες. Το ποσοστό των κατοίκων που επέλεξαν τη γεωθερμία για Α.Π.Ε. είναι μικρότερο από αυτό που δεν την επέλεξε. Πιο συγκεκριμένα το 44% δήλωσε πως είναι ανανεώσιμη, ενώ το 56% δήλωσε όχι.

Στη συνέχεια δίνεται η αιολική ενέργεια. Αν και είναι μια από τις πιο γνωστές και διαδεδομένες ανανεώσιμες πηγές, μαζί με την ηλιακή ενέργεια, το ένα τέταρτο των ερωτηθέντων (23%) δεν την γνωρίζει.

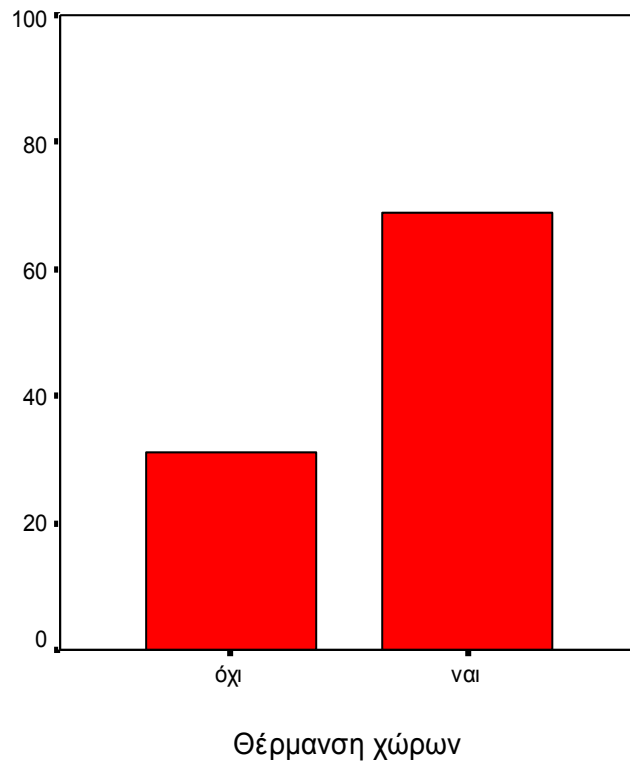
Οι απαντήσεις που αφορούν το φυσικό αέριο δείχνουν ότι πρόκειται για μια πηγή ενέργειας που ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των ατόμων το θεωρεί ανανεώσιμη. Ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια το φυσικό αέριο προωθείται ως μια "καθαρή" πηγή ενέργειας και ως μια λύση στο ενεργειακό πρόβλημα. Σύμφωνα με τις επιλογές των ερωτηθέντων το 38% των κατοίκων του Νομού Αττικής έχουν επιλέξει λανθασμένα το φυσικό αέριο ως Α.Π.Ε., ενώ το 62% δεν το έχει επιλέξει.

Η επόμενη πηγή ενέργειας που δόθηκε στο ερωτηματολόγιο είναι η πυρηνική ενέργεια. Μόλις το 15% επέλεξε την πυρηνική ενέργεια, ενώ το 85% δεν την επέλεξε ως ανανεώσιμη.

Τελευταία πηγή ενέργειας που δόθηκε στο ερωτηματολόγιο είναι η υδροηλεκτρική ενέργεια. Παρόλο που η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ανανεώσιμη, ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού δεν την έχει επιλέξει. Το 37% των ατόμων δεν γνωρίζουν ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια ανήκει στις Α.Π.Ε., ενώ το 63% την επέλεξε.

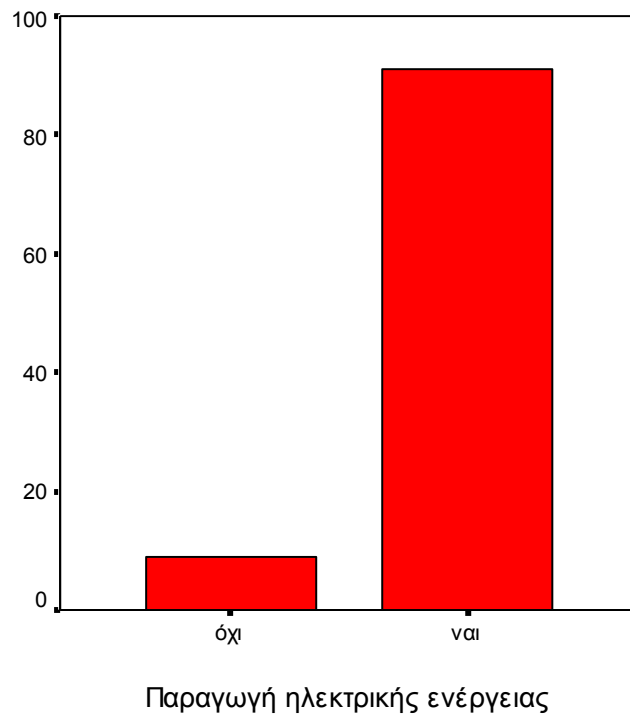
Η ερώτηση έξι του ερωτηματολογίου δίνει τη δυνατότητα πολλαπλής επιλογής απαντήσεων στους ερωτηθέντες και αναφέρεται στις χρήσεις των Α.Π.Ε. Η συγκεκριμένη ερώτηση αποτελείται από επτά επιλογές συμπεριλαμβανομένης και της απάντησης "δεν γνωρίζω καμία χρήση".

Η θέρμανση των χώρων είναι η πρώτη χρήση που καλούνται να επιλέξουν. Στο Σχήμα 10.6 παρουσιάζονται οι απαντήσεις που δόθηκαν. Το ποσοστό που επέλεξε σωστά τη θέρμανση χώρων ως χρήση των Α.Π.Ε. είναι μεγαλύτερο (69%) από αυτό που δεν την επέλεξαν (31%).



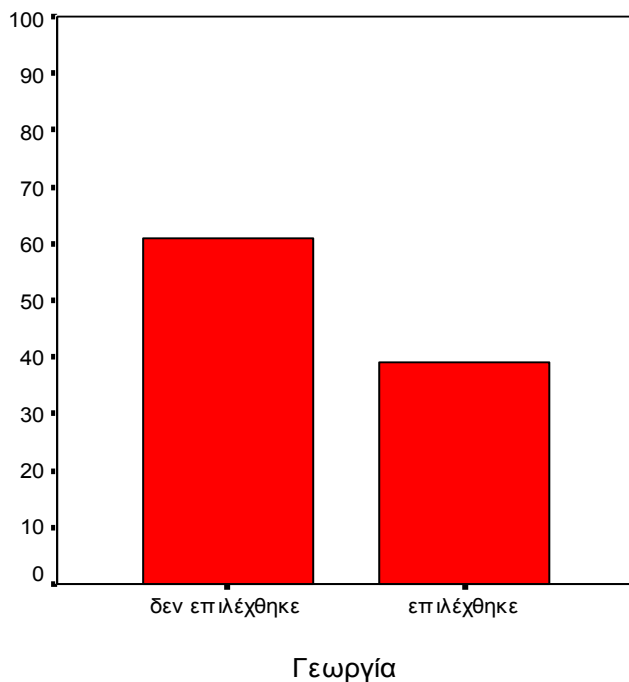
Σχήμα 10.6: Η θέρμανση χώρων ως χρήση των Α.Π.Ε.

Η δεύτερη επιλογή που δίνεται στους κατοίκους είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως χρήση των Α.Π.Ε. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει επιλεγεί ως χρήση των Α.Π.Ε. σχεδόν από το σύνολο των ερωτηθέντων (91%), (Σχήμα 10.7).



Σχήμα 10.7: Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας ως χρήση των Α.Π.Ε.

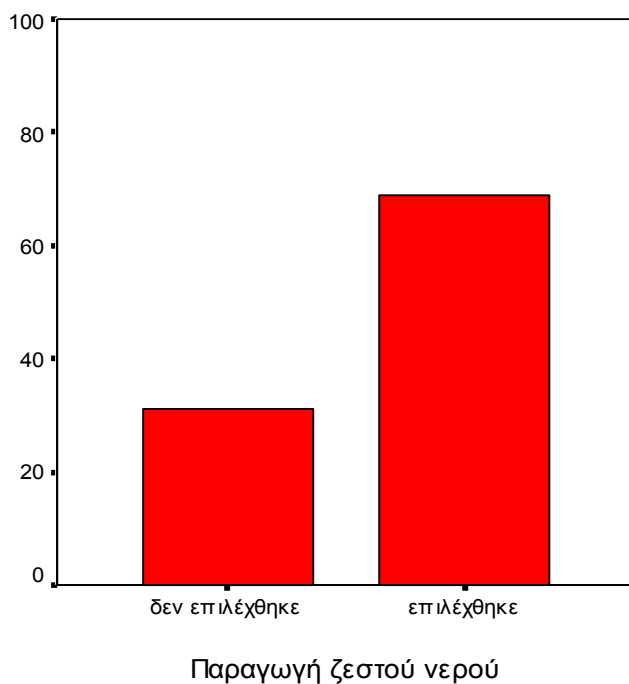
Η γεωργία, μια από τις χρήσεις των Α.Π.Ε., είναι η επόμενη επιλογή των ερωτηθέντων. Παρόλο που οι ανανεώσιμες πηγές βρίσκουν χρήση στη γεωργία, οι κάτοικοι βάσει του Σχήματος 10.8 φαίνεται να μην τη γνωρίζουν.



Σχήμα 10.8: Η γεωργία ως χρήση των Α.Π.Ε.

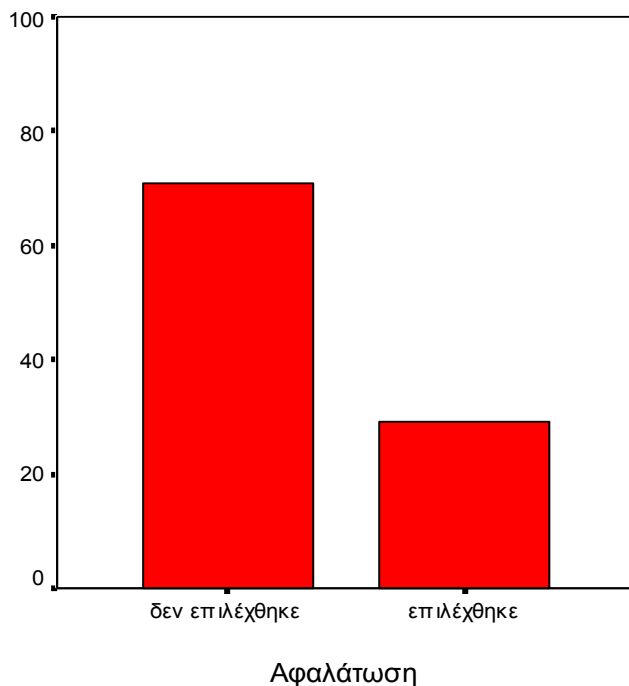
Το 61% δεν γνωρίζει τη χρησιμότητα των Α.Π.Ε. στη γεωργία, ενώ μόλις το 39% την έχει επιλέξει.

Παρόλο που η παραγωγή ζεστού νερού είναι μια γνωστή εφαρμογή του ηλιακού θερμοσίφωνα, ποσοστό μεγαλύτερο του ενός τετάρτου φαίνεται από το Σχήμα 10.9 ότι δεν το γνωρίζει. Συγκεκριμένα το 31% των ατόμων δεν την έχουν επιλέξει ως χρήση των Α.Π.Ε.



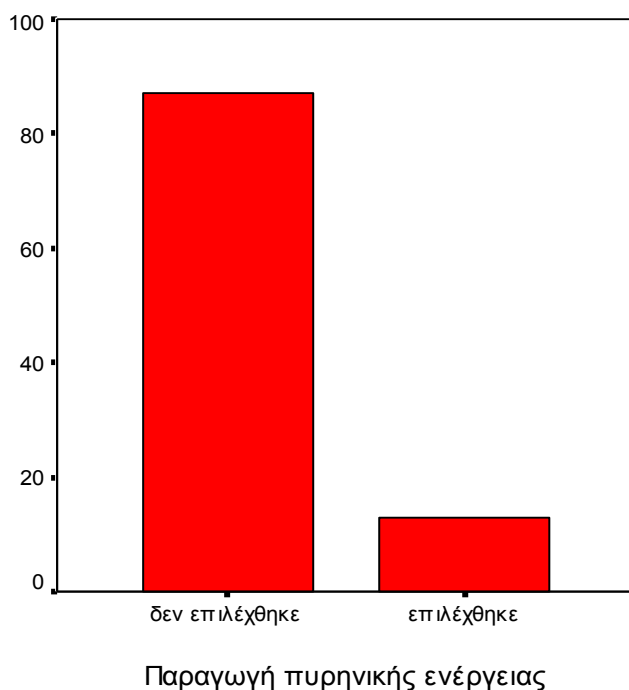
Σχήμα 10.9: Η παραγωγή ζεστού νερού ως χρήση των Α.Π.Ε.

Η αφαλάτωση είναι μια από τις εφαρμογές των Α.Π.Ε. που δεν είναι γνωστή στους ερωτηθέντες. Μόλις το 29% γνωρίζει γι' αυτή ενώ το υπόλοιπο 71% δεν ξέρει ότι είναι μια από τις χρήσεις (Σχήμα 10.10).



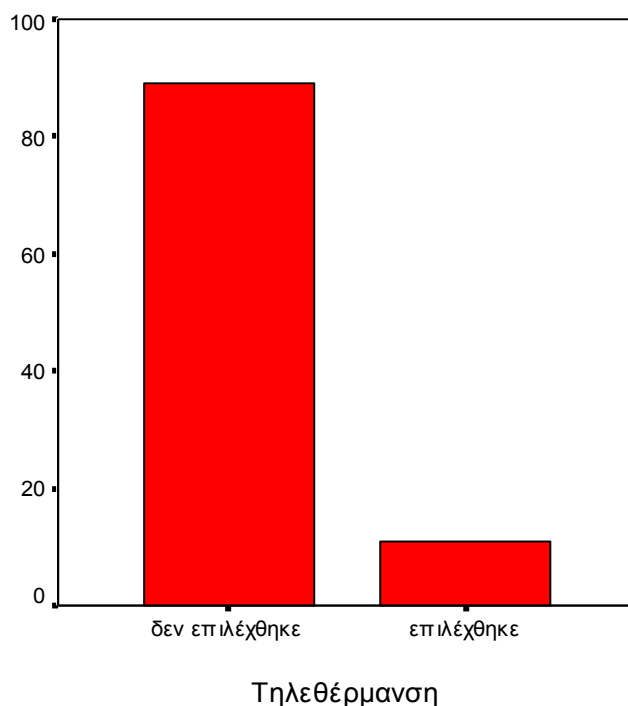
Σχήμα 10.10: Η αφαλάτωση ως χρήση των Α.Π.Ε.

Στην ερώτηση έξι του ερωτηματολογίου δίνεται η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας, η οποία δεν είναι χρήση των Α.Π.Ε. Οι ερωτηθέντες φαίνεται να γνωρίζουν ότι η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας δεν είναι χρήση των Α.Π.Ε. και αυτό φαίνεται στο Σχήμα 10.11 όπου μόνο το 13% την έχει επιλέξει.



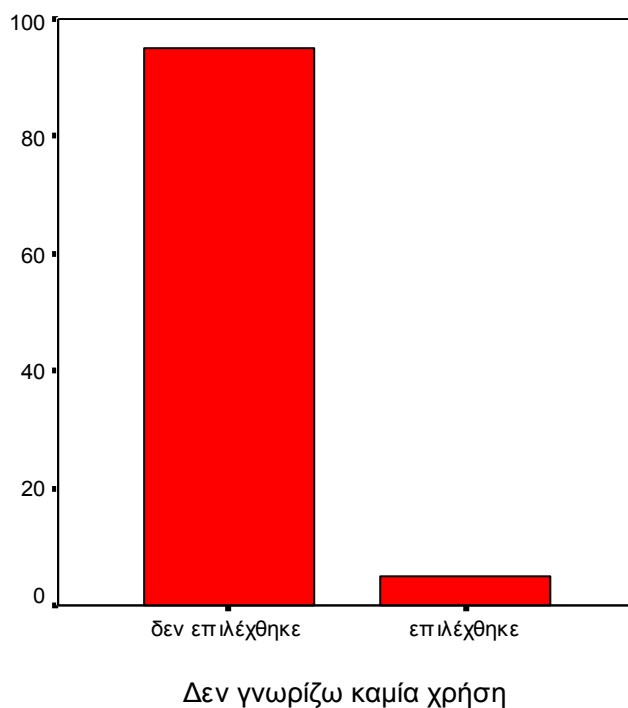
Σχήμα 10.11: Η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας ως χρήση των Α.Π.Ε.

Τελευταία επιλογή που δίνεται στη συγκεκριμένη ερώτηση είναι η τηλεθέρμανση. Καθώς προκύπτει από το Σχήμα 10.12, η τηλεθέρμανση είναι ίσως η λιγότερο γνωστή χρήση των Α.Π.Ε. αφού μόνο το 11% του πληθυσμού τη γνωρίζει.



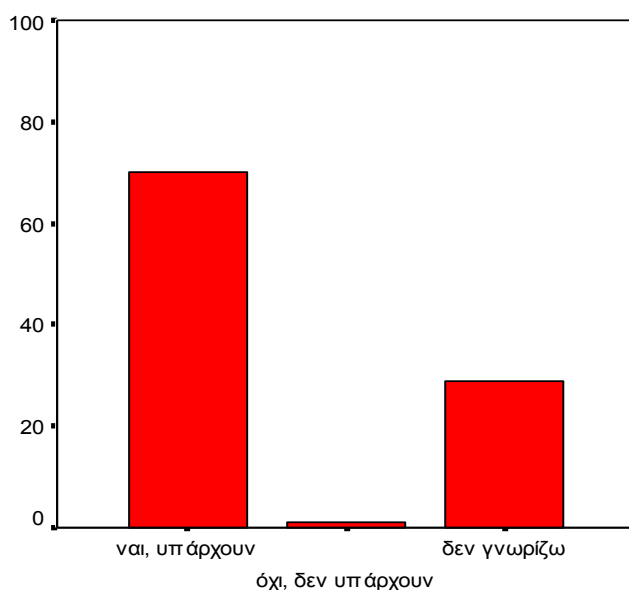
Σχήμα 10.12: Η τηλεθέρμανση ως χρήση των Α.Π.Ε.

Στην ερώτηση έξι, το 5% των ερωτηθέντων δεν επέλεξε καμία χρήση λόγω άγνοιας (Σχήμα 10.13).



Σχήμα 10.13: Άγνοια για χρήσεις των Α.Π.Ε.

Στη συνέχεια διατυπώνεται η ερώτηση σχετικά με την ύπαρξη εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα. Δίνονται τρεις επιλογές: ‘‘Ναι, υπάρχουν’’ – ‘‘Όχι, δεν υπάρχουν’’ και ‘‘δεν γνωρίζω’’, από τις οποίες μόνο μία μπορεί να επιλεγεί. Το Σχήμα 10.14 παρουσιάζει τις απαντήσεις.

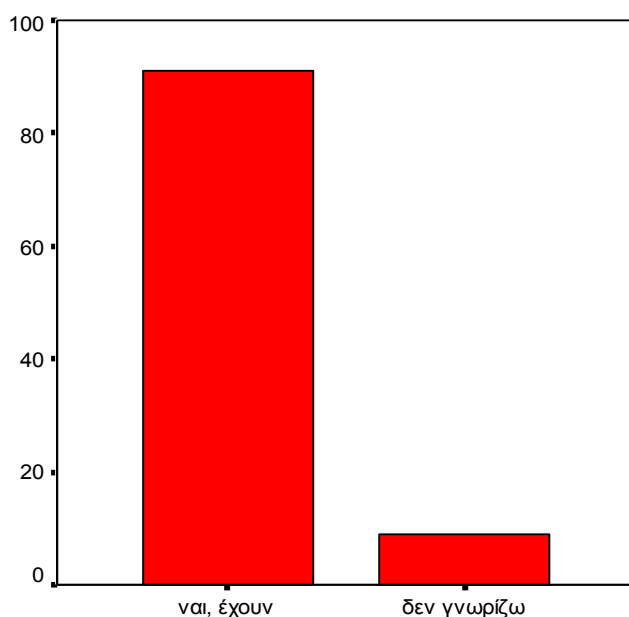


Ύπαρξη εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. στην Ελλάδα

Σχήμα 10.14: Ύπαρξη εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. στην Ελλάδα

Το 70% του πληθυσμού δηλώνει ότι υπάρχουν Α.Π.Ε. στην Ελλάδα. Το αξιοσημείωτο στην ερώτηση αυτή είναι ότι το 29% δήλωσε πως δεν γνωρίζει για την ύπαρξη Α.Π.Ε. στη χώρα μας ενώ το 1% απάντησε πως δεν υπάρχουν.

Σε ερώτηση εάν τα ορυκτά καύσιμα παρουσιάζουν μειονεκτήματα, τα ποσοστά των απαντήσεων παρουσιάζονται στο παρακάτω Σχήμα.



Έχουν μειονεκτήματα τα ορυκτά καύσιμα;

Σχήμα 10.15: Ορυκτά καύσιμα και μειονεκτήματα

Οι επιλογές που δίνονται είναι τρεις. Παρόλα αυτά στο Σχήμα 10.15 παρουσιάζονται μόνο δύο. Η απάντηση "όχι, δεν έχουν" δεν επιλέχθηκε από κανένα ερωτώμενο. Από τα ποσοστά (91%) φαίνεται ότι οι κάτοικοι γνωρίζουν πως τα ορυκτά καύσιμα παρουσιάζουν μειονεκτήματα.

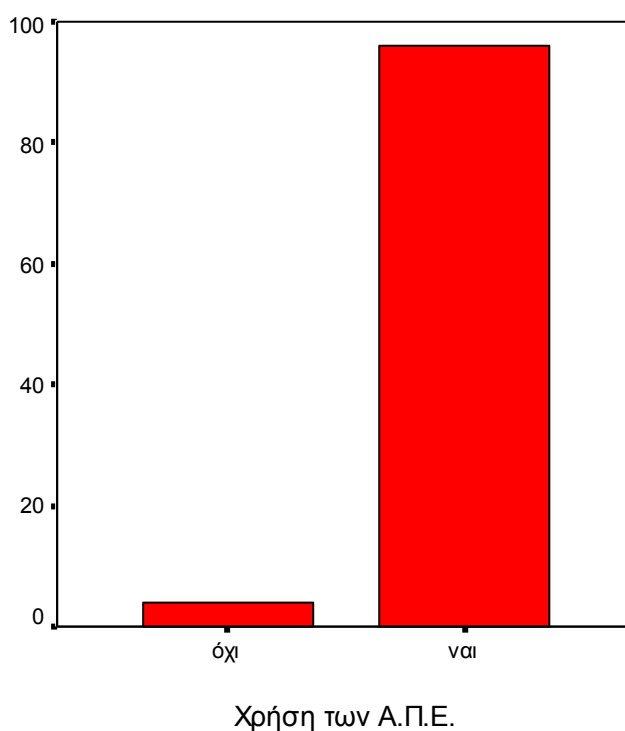
Η επόμενη ερώτηση απαντήθηκε από όσους κατοίκους επέλεξαν στην προηγούμενη ερώτηση την απάντηση "ναι, έχουν". Η συγκεκριμένη παραθέτει μερικά μειονεκτήματα των ορυκτών και οι ερωτώμενοι καλούνται να επιλέξουν όλα όσα γνωρίζουν. Στον πίνακα 10.2 παρουσιάζονται τα ποσοστά που συγκέντρωσε το κάθε μειονέκτημα.

Πίνακας 10.2

Μειονεκτήματα	Ποσοστά
Αυξημένο κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις Α.Π.Ε.	40%
Υψηλά επίπεδα ρύπανσης περιβάλλοντος	86%
Εξάλειψη φυσικών πόρων	58%
Εξάρτηση της χώρας από εισαγωγές	67%

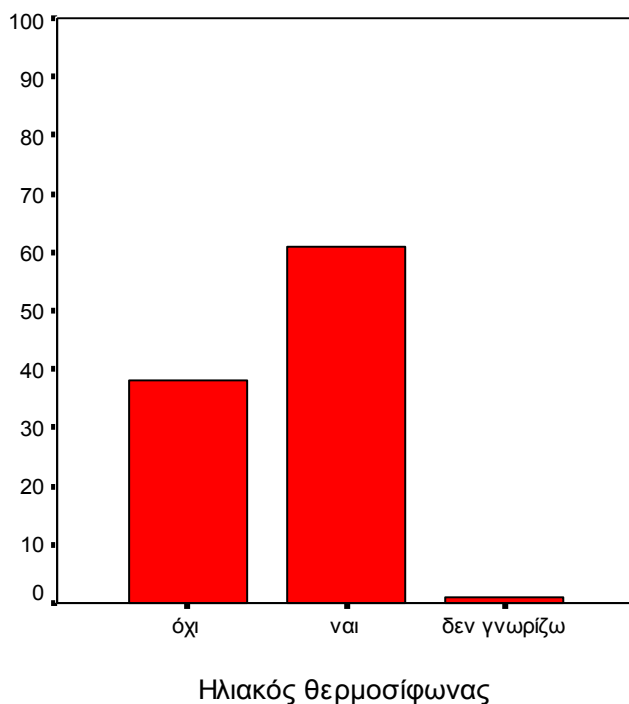
Τα υψηλά επίπεδα ρύπανσης του περιβάλλοντος φαίνεται να θεωρούνται το σημαντικότερο μειονέκτημα που παρουσιάζουν τα ορυκτά καύσιμα, σύμφωνα με τους ερωτώμενους, ενώ το αυξημένο κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις Α.Π.Ε. συγκεντρώνει το μικρότερο ποσοστό επιλογής (40%).

Στην ερώτηση εάν θα χρησιμοποιούσαν τις εφαρμογές των Α.Π.Ε. προκειμένου να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν τα ορυκτά καύσιμα, οι κάτοικοι έδωσαν τις εξής απαντήσεις: "ναι" - 96% και "όχι" - 4% (Σχήμα 10.16).



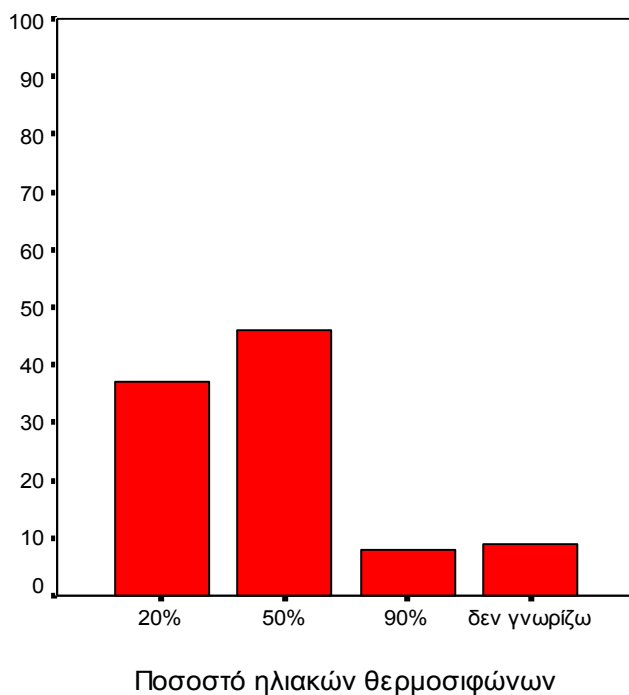
Σχήμα 10.16: Χρήση των Α.Π.Ε.

Προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο γίνεται χρήση των εφαρμογών των Α.Π.Ε., οι κάτοικοι ρωτήθηκαν εάν έχουν εγκατεστημένο ηλιακό θερμοσίφωνα στην κατοικία τους. Το 61% έχει εγκατεστημένο ηλιακό θερμοσίφωνα, το 38% δεν έχει, ενώ το 1% δεν γνωρίζει (Σχήμα 10.17).



Σχήμα 10.17: Ύπαρξη ηλιακού θερμοσίφωνα στις κατοικίες

Παράλληλα ρωτήθηκαν εάν γνωρίζουν το ποσοστό των ελληνικών νοικοκυριών που διαθέτουν ηλιακό θερμοσίφωνα. Τους δόθηκαν τέσσερις επιλογές: 20%, 50%, 90% και 'δεν γνωρίζω'. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω Σχήμα.

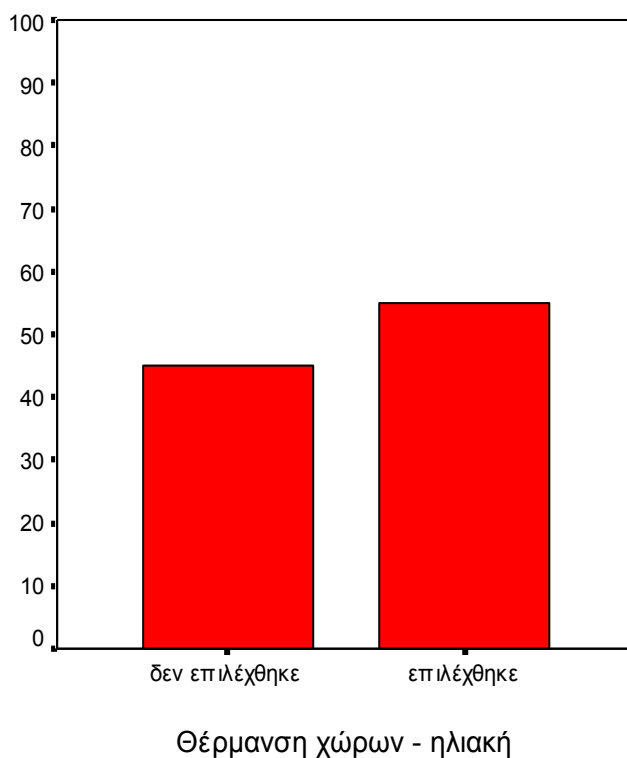


Σχήμα 10.18 Ποσοστό εγκατεστημένων ηλ. θερμοσιφώνων στην Ελλάδα

Το 37% δήλωσε σωστά πως το ποσοστό των εγκατεστημένων ηλιακών θερμοσιφώνων είναι 20%. Το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων (46%) πιστεύει πως το ποσοστό είναι 50%, ενώ το 8% των ατόμων επέλεξε το 90%. Την επιλογή του "δεν γνωρίζω" διάλεξε το 9% των κατοίκων.

Με την ερώτηση 13 του ερωτηματολογίου ξεκινούν οι ερωτήσεις που αναφέρονται ειδικότερα στα είδη των Α.Π.Ε. Η συγκεκριμένη ερώτηση ζητά από τους ερωτώμενους να επιλέξουν όσες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας γνωρίζουν. Δίνονται επτά εφαρμογές συν της επιλογής του "δεν γνωρίζω".

Η πρώτη εφαρμογή έχει να κάνει με τη θέρμανση χώρων και οι απαντήσεις γι' αυτή παρουσιάζονται στο Σχήμα 10.19.

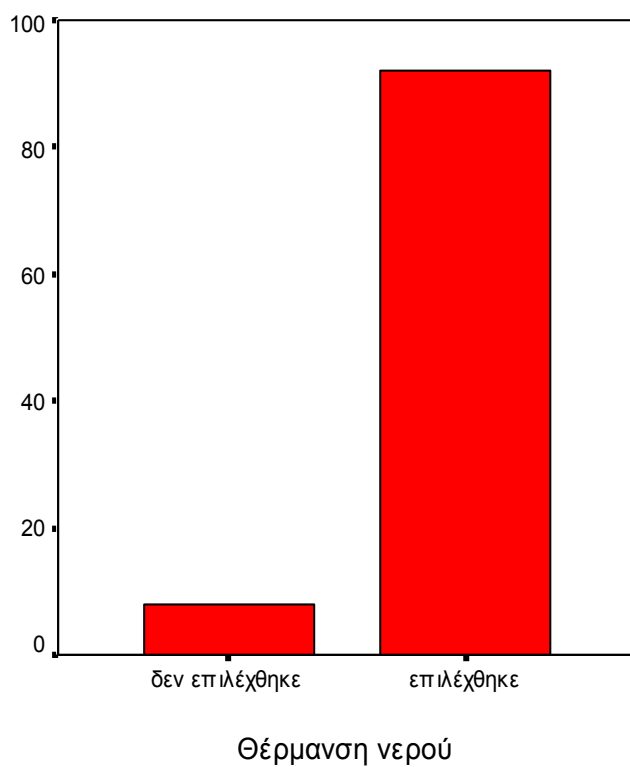


Σχήμα 10.19: Η θέρμανση χώρων ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

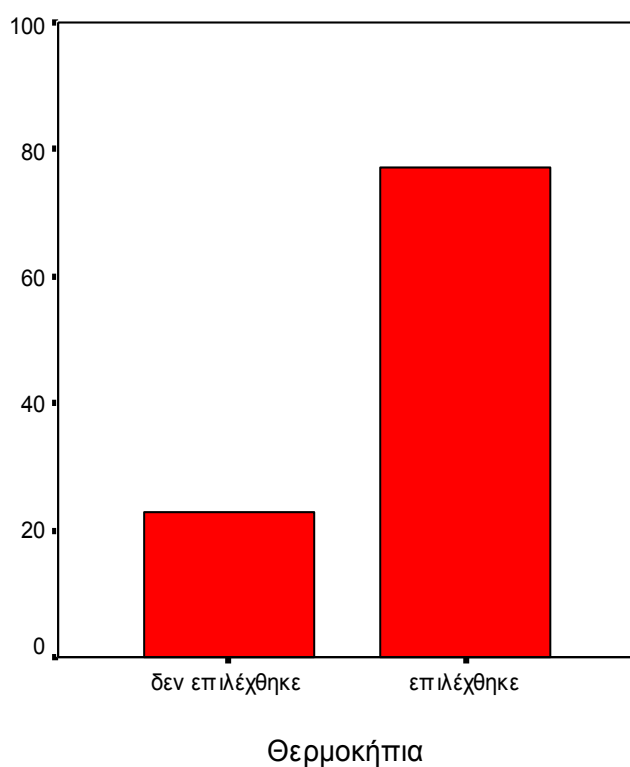
Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι επιλογές των ατόμων είναι σχεδόν μοιρασμένες στη μέση καθώς το 55% επέλεξε σωστά ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να θερμάνει χώρους, ενώ το 45%, ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό, δεν την επέλεξε λανθασμένα.

Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και με τη θέρμανση του νερού ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας. Το 92% την επέλεξε σωστά ως εφαρμογή (Σχήμα 10.20), η οποία φαίνεται πως έχει γίνει γνωστή κυρίως μέσω της χρήσης των ηλιακών θερμοσιφώνων στα νοικοκυριά.

Στη συνέχεια δίνονται ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας τα θερμοκήπια. Η πλειοψηφία των ερωτώμενων (77%) έχει δηλώσει ότι γνωρίζει τα θερμοκήπια ως εφαρμογή της εν λόγω ενέργειας.



Σχήμα 10.20 Η θέρμανση νερού ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

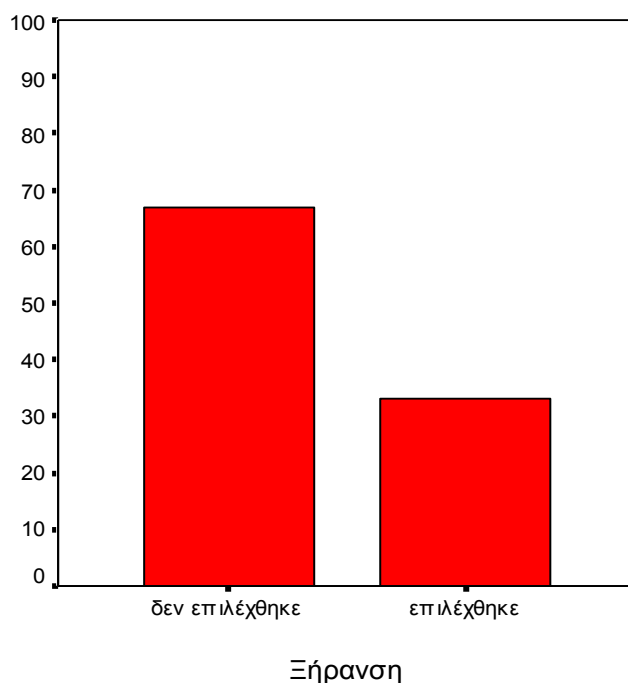


Σχήμα 10.21: Τα θερμοκήπια ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στην ερώτηση έξι του ερωτηματολογίου, όταν ρωτήθηκαν για τις εφαρμογές των Α.Π.Ε., μόνο το 39% απάντησε τότε ότι η γεωργία είναι

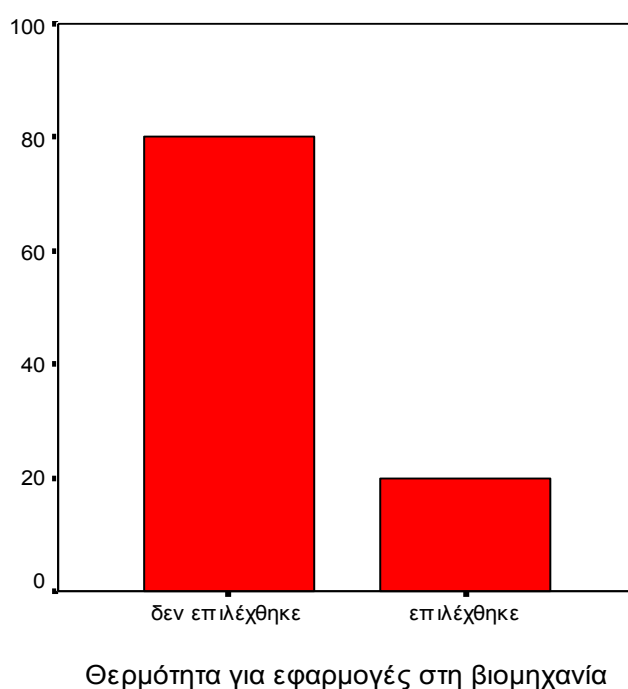
μια από τις εφαρμογές αυτές, παρόλο που τα θερμοκήπια, τα οποία αποτελούν τμήμα της γεωργίας, επιλέχθηκαν από τους κατοίκους με ποσοστό 77%.

Μια ακόμη εφαρμογή που δίνεται είναι η ξήρανση, η οποία είναι χρήση της ηλιακής ενέργειας. Η πλειοψηφία των ατόμων (67%) κακώς δεν επέλεξε την ξήρανση ως χρήση της ηλιακής ενέργειας (Σχήμα 10.22).



Σχήμα 10.22: Η ξήρανση ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

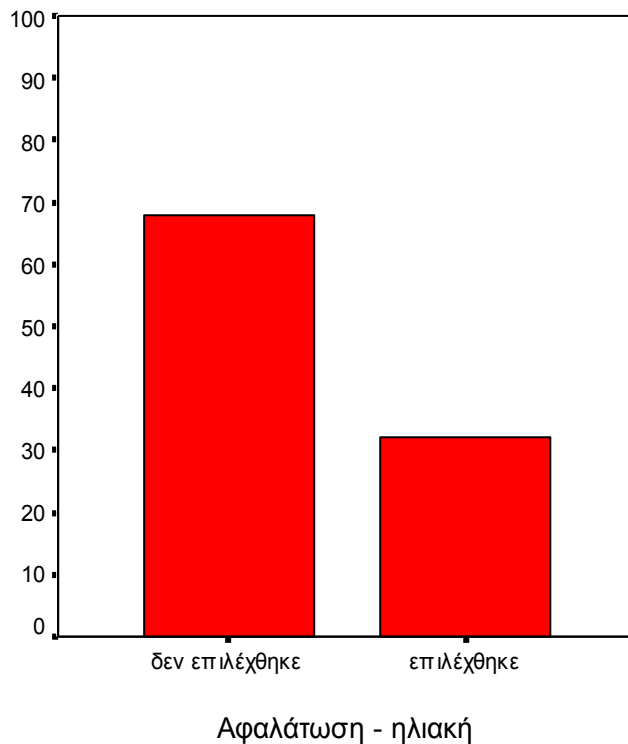
Μία ακόμη εφαρμογή που δίνεται είναι η θερμότητα που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, η οποία είναι μια εφαρμογή της γεωθεμίας και όχι της ηλιακής ενέργειας.



Σχήμα 10.23: Παραγωγή θερμότητας για εφαρμογές στη βιομηχανία ως μια εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

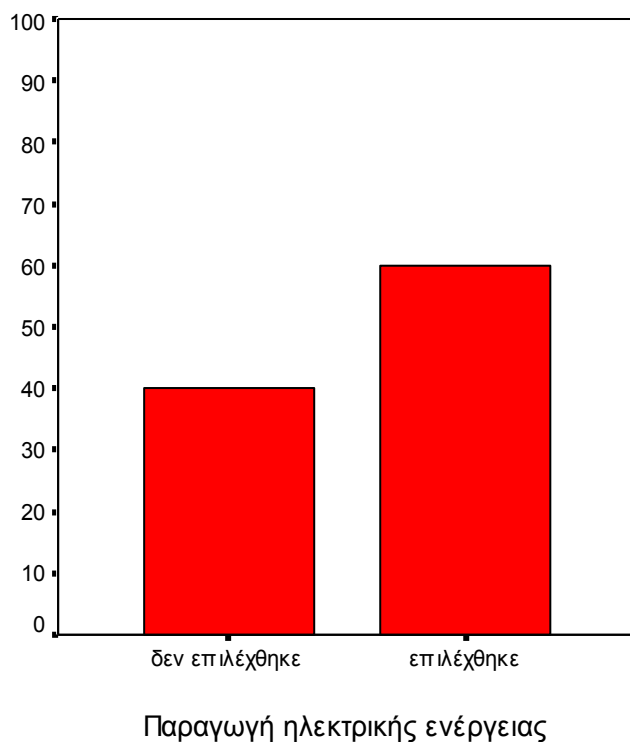
Οι απαντήσεις που έδωσαν οι ερωτώμενοι διαμορφώνονται και παρουσιάζονται στο Σχήμα 10.23. Σύμφωνα με αυτό φαίνεται ότι το 80% του πληθυσμού έκανε σωστή επιλογή, καθώς δεν τη διάλεξε ως εφαρμογή των Α.Π.Ε.

Εσκεμμένα δόθηκε ακόμη μια εφαρμογή, η οποία είναι χρήση της γεωθερμικής ενέργειας και όχι της ηλιακής, έτσι ώστε να ελεγχθεί κατά πόσο οι ερωτώμενοι γνωρίζουν τις εφαρμογές της συγκεκριμένης ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Πρόκειται για την αφαλάτωση και οι απαντήσεις που δόθηκαν παρουσιάζονται στο Σχήμα 10.24. Πάνω από το ένα τέταρτο (32%) φαίνεται να μη γνωρίζει για την αφαλάτωση, καθώς την έχει επιλέξει.



Σχήμα 10.24: Η αφαλάτωση ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

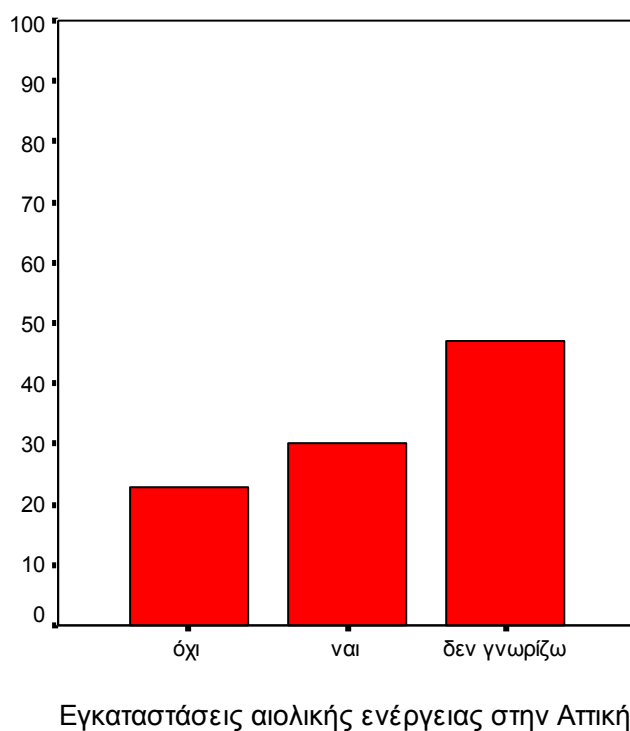
Όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία είναι εφαρμογή της ηλιακής, οι απαντήσεις των ερωτώμενων φανερώνουν πως τη γνωρίζουν, καθώς πάνω από το 60% του πληθυσμού την έχει επιλέξει. Το ποσοστό όμως θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο καθώς πρόκειται για μια από τις κυριότερες ίσως εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας, η οποία είναι πιο ανεπτυγμένη στην Ελλάδα σε σύγκριση με άλλες εφαρμογές των Α.Π.Ε.



Σχήμα 10.25: Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

Την επιλογή "δεν γνωρίζω" της ερώτησης, την επέλεξε μόνο το 1% των ατόμων.

Στη συνέχεια ελέγχεται η γνώση των κατοίκων σχετικά με τις εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας στην περιοχή της Αττικής. Τους δίνονται τρεις επιλογές: "Ναι", "Όχι" και "Δεν γνωρίζω". Οι απαντήσεις που δώσανε παρουσιάζονται στο Σχήμα 10.26.

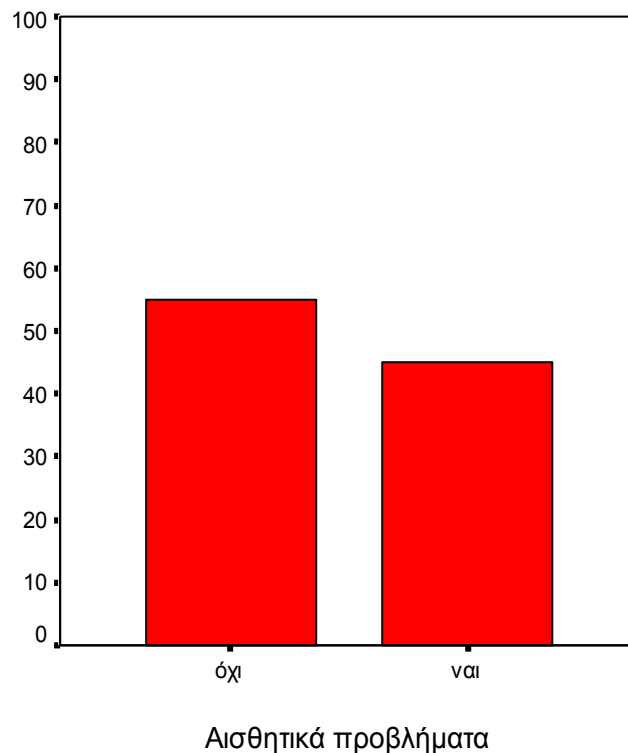


Σχήμα 10.26: Γνώση σχετικά με εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας στην Αττική

Παρατηρώντας το σχήμα, αντιλαμβάνεται κανείς ότι το μεγαλύτερο μέρος των κατοίκων (47%) δεν γνωρίζουν εάν στην περιοχή στην οποία κατοικούν υπάρχουν εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. Συγκεκριμένα μόνο το 30% απαντά καταφατικά στην ερώτηση, ενώ το 23% δηλώνει πως δεν υπάρχουν τέτοιου είδους εγκαταστάσεις.

Μια από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου εξετάζει την ύπαρξη μειονεκτημάτων που μπορούν να προκύψουν από τις ανεμογεννήτριες των αιολικών πάρκων. Δίνονται έξι από τα οποία δύο δεν αποτελούν μειονεκτήματα των ανεμογεννητριών, ενώ όπως πάντα δίνεται η επιλογή "δεν γνωρίζω".

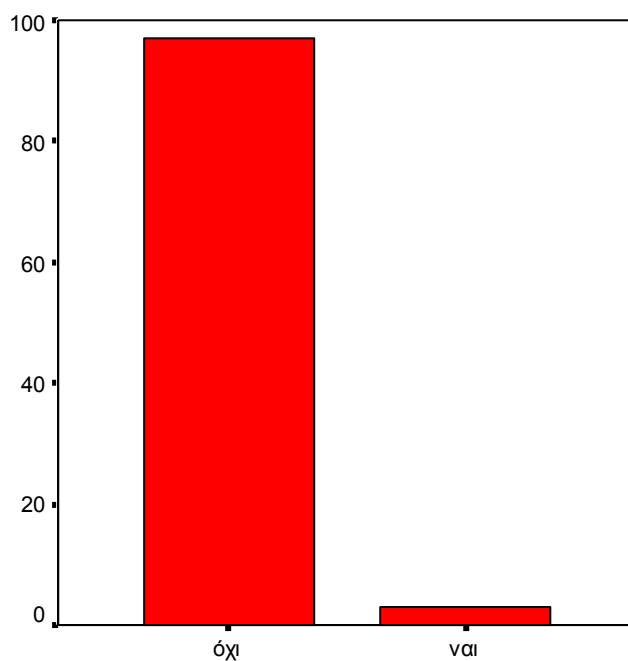
Το πρώτο μειονέκτημα των ανεμογεννητριών που δίνεται είναι τα αισθητικά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από την εγκατάστασή τους σε μια περιοχή. Με το Σχήμα 10.27 παρουσιάζεται πόσα άτομα τα έχουν επιλέξει ως μειονέκτημα.



Σχήμα 10.27: Τα αισθητικά προβλήματα ως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων

Οι απαντήσεις φαίνεται να είναι κατανομημένες σχεδόν στη μέση αν και το μεγαλύτερο ποσοστό (55%) δεν τα θεωρεί ότι αποτελούν μειονεκτήματα των ανεμογεννητριών γι' αυτό και δεν τα επιλέγει, ενώ το 45% τα θεωρεί ότι είναι.

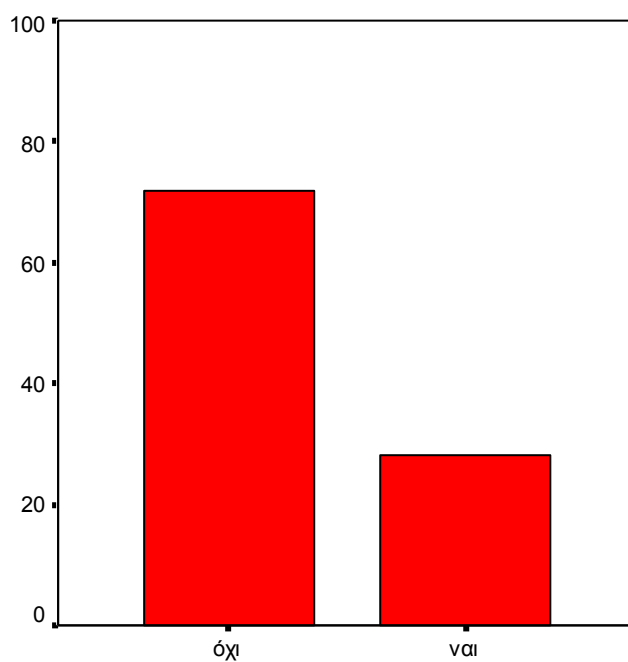
Το επόμενο που δίνεται δεν ανήκει στα μειονεκτήματα των ανεμογεννητριών. Πρόκειται για τη "μεγάλη παραγωγή στερεών αποβλήτων" που δεν θα μπορούσε να έχει σχέση με τις ανεμογεννήτριες. Σύμφωνα με το Σχήμα 10.28 το 97% των κατοίκων έδωσε σωστή απάντηση, με μόλις το 3% τα θεωρεί μειονέκτημα.



Μεγάλη παραγωγή στερεών αποβλήτων

Σχήμα 10.28: Η μεγάλη παραγωγή στερεών αποβλήτων ως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων

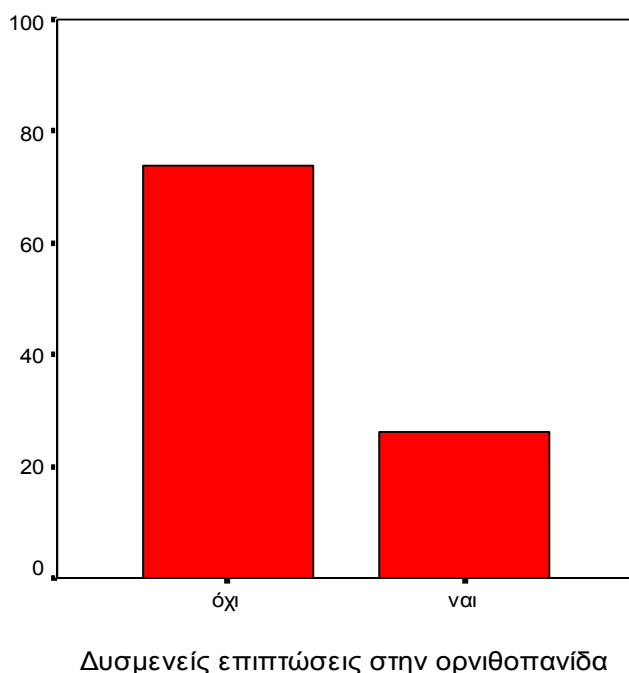
Τα προβλήματα ηχορύπανσης που προκαλούνται από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών αποτελούν πραγματικό τους μειονέκτημα. Παρόλα αυτά μόνο το ένα τέταρτο του πληθυσμού (28%) τα έχει επιλέξει, σύμφωνα με το Σχήμα 10.29.



Προβλήματα ηχορύπανσης

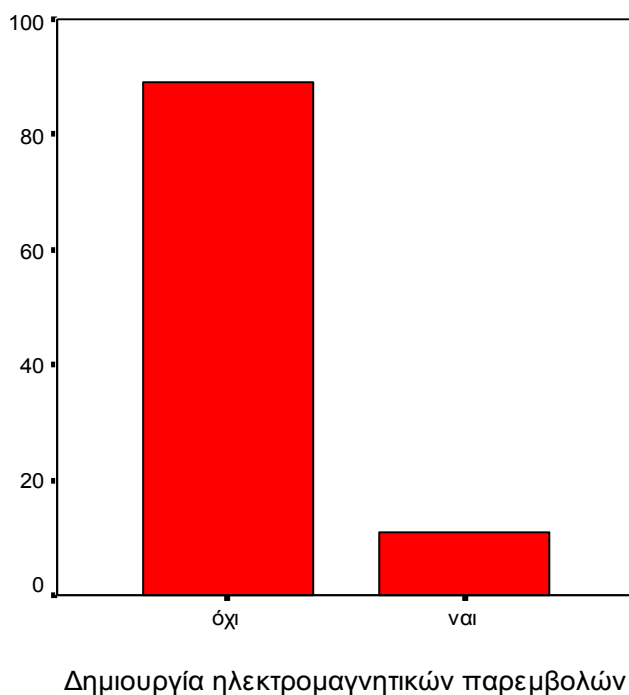
Σχήμα 10.29: Τα προβλήματα ηχορύπανσης ως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων

Μειονέκτημα επίσης των ανεμογεννητριών αποτελούν και οι επιπτώσεις που μπορεί να παρουσιαστούν στην ορνιθοπανίδα της περιοχής. Πρόκειται όμως για ένα ακόμη μειονέκτημα που δε φαίνεται να το γνωρίζουν οι κάτοικοι του νομού Αττικής. Και εδώ μόνο το ένα τέταρτο (26%) το έχει επιλέξει (Σχήμα 10.30).



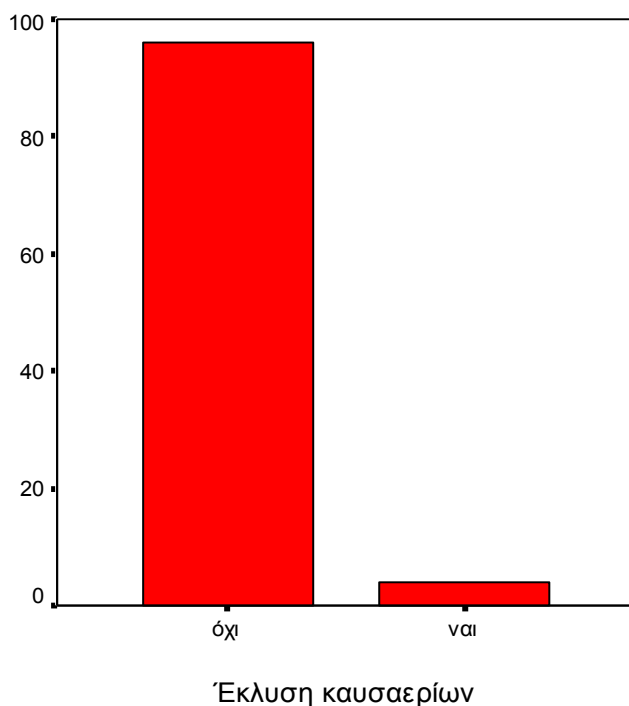
Σχήμα 10.30: Οι δυσμενείς επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα ως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων

Μόλις 11% των ατόμων επέλεξε σωστά τη δημιουργία ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών ως ένα από τα μειονεκτήματα που προκύπτουν με την εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Στο Σχήμα 10.31 παρατηρούμε τις διαφορές στις επιλογές των ατόμων.



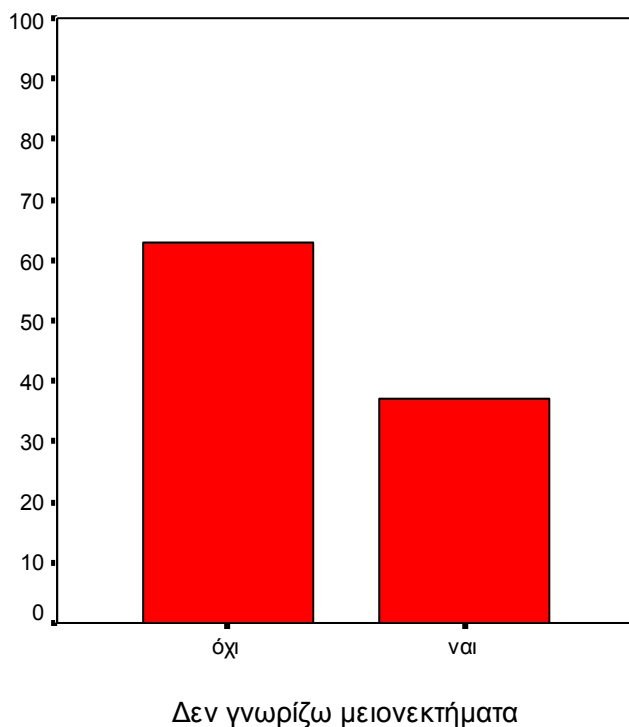
Σχήμα 10.31: Η δημιουργία ηλεκτρ. παρεμβολών ως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων

Η έκλυση καυσαερίων δεν αποτελεί μειονέκτημα των ανεμογεννητριών. Από το Σχήμα 10.32 παρατηρούμε ότι το σύνολο σχεδόν των ατόμων (96%) έχουν απαντήσει σωστά, ενώ μόλις το 4% την επέλεξε.



Σχήμα 10.32: Η έκλυση καυσαερίων ως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων

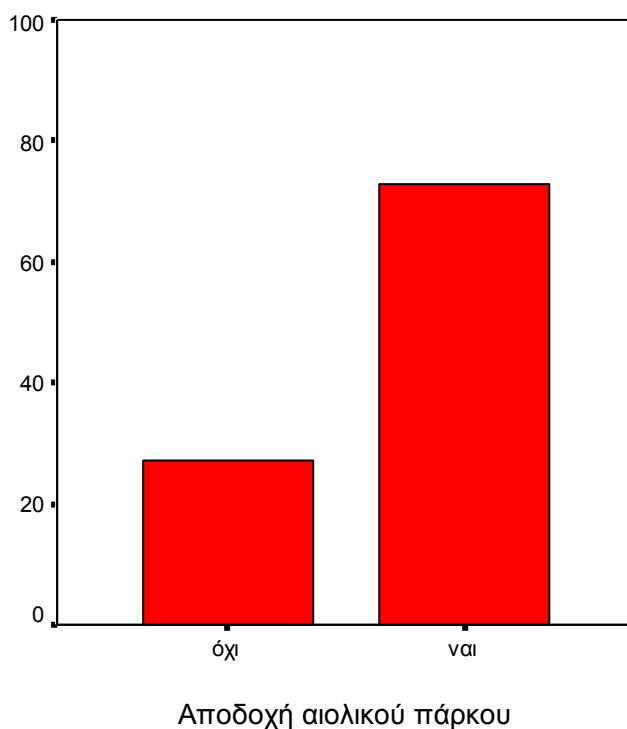
Ένα μεγάλο ποσοστό (37%) διάλεξε στη συγκεκριμένη ερώτηση την επιλογή του '‘δεν γνωρίζω’’. Στο Σχήμα 10.33 παρουσιάζονται τα ποσοστά των επιλογών του πληθυσμού.



Σχήμα 10.33: Άγνοια για ύπαρξη μειονεκτημάτων σχετικά με τα αιολικά πάρκα

Συνοψίζοντας στη συγκεκριμένη ερώτηση, τα αισθητικά προβλήματα που προκαλούνται από την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών ενός αιολικού πάρκου είναι το μειονέκτημα που συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό επιλογής των ερωτώμενων (45%), ενώ η δημιουργία ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών κατέχει το μικρότερο ποσοστό (11%) μεταξύ των μειονεκτημάτων.

Η επόμενη ερώτηση στηρίζεται σε ένα από τα μειονεκτήματα των αιολικών πάρκων. Συγκεκριμένα ζητά από τους ερωτώμενους να απαντήσουν εάν θα δέχονταν να εγκατασταθεί αιολικό πάρκο στην περιοχή τους παρόλα τα αισθητικά προβλήματα που ίσως προκύψουν. Στο Σχήμα 10.34 δίνονται οι απαντήσεις τους.

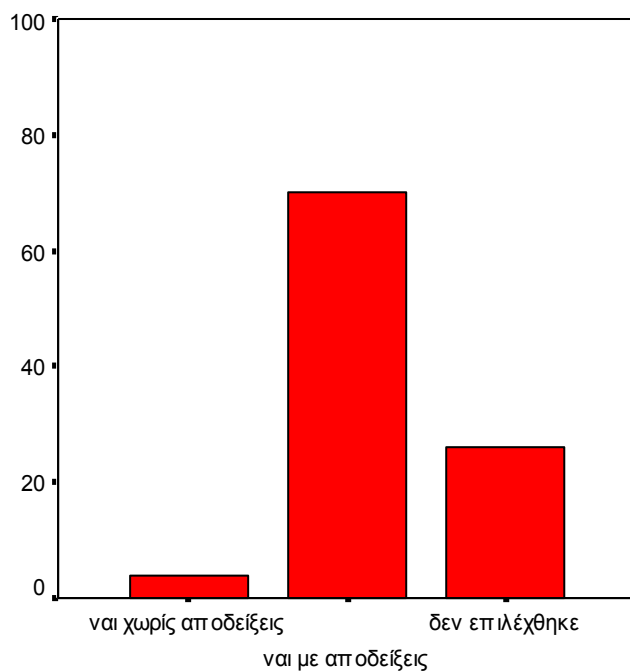


Σχήμα 10.34: Αποδοχή αιολικού πάρκου

Αν και το 47% των ατόμων γνωρίζει για τα αισθητικά προβλήματα σύμφωνα με την προηγούμενη ερώτηση, αυτό δε φαίνεται να αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων για τους κατοίκους του νομού Αττικής. Συγκεκριμένα το 74% δέχεται την εγκατάσταση ενώ μόνο το ένα τέταρτο (26%) την απορρίπτει.

Η επόμενη ερώτηση απαντάται μόνο από όσους δέχτηκαν την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου στην προηγούμενη. Τους ζητείται να διαλέξουν εάν θα δέχονταν την εγκατάσταση του πάρκου έχοντας αποδείξεις για τη χρησιμότητά του, ή εάν θα τη δέχονταν και χωρίς αποδείξεις.

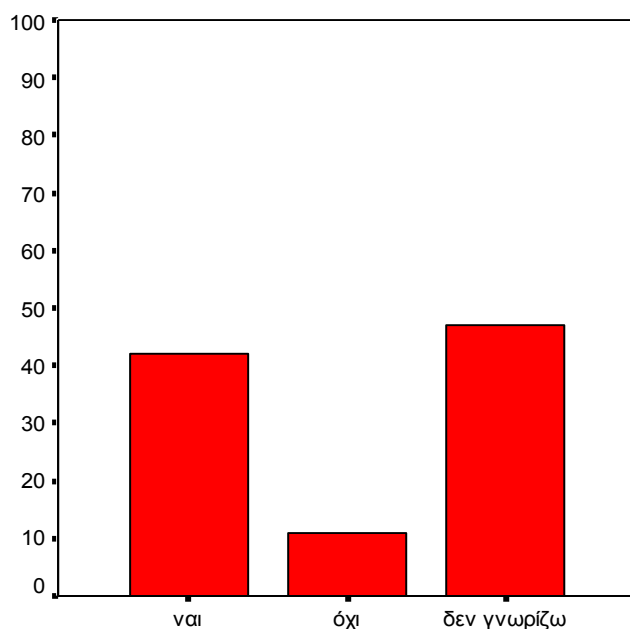
Στο Σχήμα 10.35 παρουσιάζονται τρεις στήλες με τις επιλογές των ατόμων. Από τις τρεις μόνο οι δύο αφορούν τις επιλογές της ερώτησης, ενώ η τρίτη με την ονομασία "δεν επιλέχθηκε" περιλαμβάνει απλά τα άτομα που απάντησαν αρνητικά στην προηγούμενη ερώτηση. Η πλειοψηφία (70%) συμφωνεί με την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν αποδείξεις για τη χρησιμότητά του στην περιοχή, ενώ το 4% θα δέχονταν το πάρκο και χωρίς αποδείξεις.



Αποδοχή αιολικού πάρκου και χρησιμότητά του

Σχήμα 10.35: Αποδοχή αιολικού πάρκου και χρησιμότητά του

Στη συνέχεια εξετάζεται κατά πόσο οι ερωτώμενοι γνωρίζουν εάν οι Α.Π.Ε. διαθέτουν μειονεκτήματα. Οι επιλογές τους παρουσιάζονται στο Σχήμα 10.36.



Γνώση σχετικά με τα μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.

Σχήμα 10.36: Γνώση σχετικά με τα μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.

Στην παρούσα ερώτηση παρατηρείται από το Σχήμα 10.36 ότι ο μεγαλύτερος αριθμός των ατόμων (47%) έχει δηλώσει ότι δεν γνωρίζει εάν οι Α.Π.Ε. διαθέτουν μειονεκτήματα. Πολύ κοντά σ' αυτό το ποσοστό είναι και η επιλογή ότι οι Α.Π.Ε. εμφανίζουν να έχουν

μειονεκτήματα (42%), ενώ μόλις το 11% δηλώνει ότι δεν έχουν. Και στην ερώτηση για τα προβλήματα των ανεμογεννητριών ένα μεγάλο ποσοστό δήλωσε ότι δεν είχε γνώση για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Παρατηρείται συνεπώς ότι δεν υπάρχει γνώση σχετικά με τα προβλήματα που μπορεί να ανακύπτουν από τις εγκαταστάσεις των Α.Π.Ε.

Όσοι απάντησαν θετικά στην προηγούμενη ερώτηση, ότι δηλαδή οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν μειονεκτήματα, καλούνται να απαντήσουν και στην επόμενη ερώτηση και συγκεκριμένα να επιλέξουν όλα όσα μειονεκτήματα γνωρίζουν. Τα μειονεκτήματα που δίνονται στην ερώτηση παραθέτονται στον παρακάτω πίνακα μαζί με τα ποσοστά που συγκέντρωσαν από τις επιλογές των ερωτώμενων.

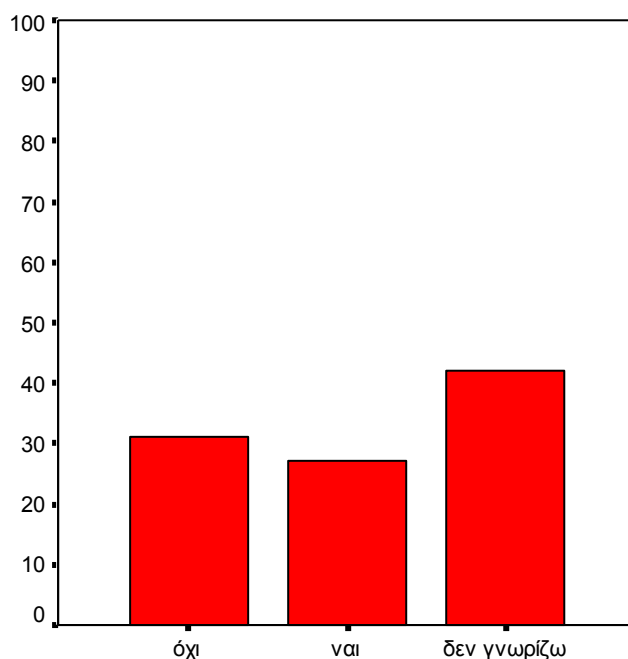
Πίνακας 10.3

Μειονεκτήματα Α.Π.Ε.	Ποσοστά
Απαιτούν πολύ χώρο σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας	23%
Δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστικές	19%
Δεν είναι δυνατόν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες από μόνες τους	33%
Σε μεγάλο βαθμό εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες	37%
Κατά περίπτωση, παρουσιάζουν παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (μεταφορά ραδιοϊσοτόπων από το εσωτερικό της γης στην επιφάνεια, υποβάθμιση οικοσυστημάτων)	18%

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων (37%) γνωρίζει ότι οι Α.Π.Ε. εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα καιρικά φαινόμενα, ενώ το μικρότερο ποσοστό των ατόμων (18%) έχει επιλέξει τις παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργούνται από την εγκατάσταση των Α.Π.Ε.

Οι ερωτώμενοι φαίνεται να μη γνωρίζουν εάν η ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έχει απελευθερωθεί. Σε σχετική ερώτηση που τους έγινε το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων (42%) δήλωσε ότι δεν το γνωρίζει, ενώ το 31% επέλεξε λανθασμένα ότι δεν έχει απελευθερωθεί (Σχήμα 10.37).

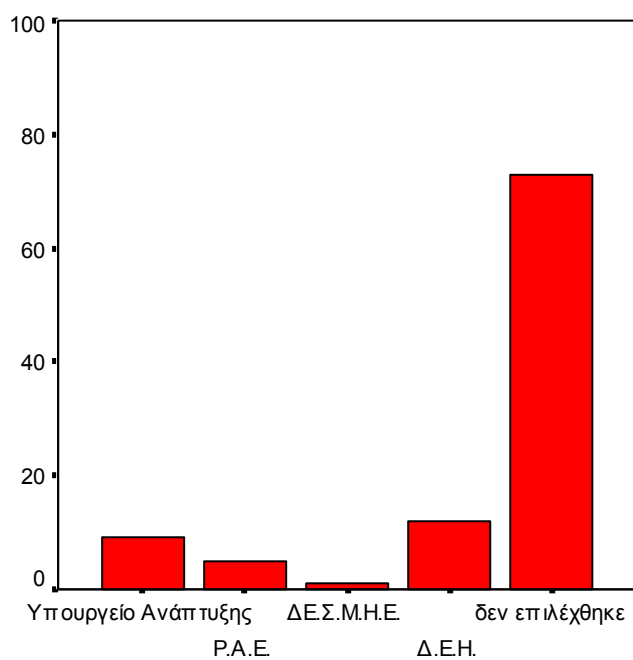
Το ποσοστό των ατόμων (27%) που απάντησε θετικά στην προηγούμενη ερώτηση καλείται να διαλέξει ποιος είναι ο αρμόδιος πλέον φορέας για την ελληνική αγορά ενέργειας (Σχήμα 10.38).



Απελευθέρωση της ελληνικής αγοράς ηλ. ενέργειας

Σχήμα 10.37: Απελευθέρωση της ελληνικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Στο σχήμα παρουσιάζονται διάφοροι φορείς που είναι σχετικοί με την αγορά ενέργειας στην Ελλάδα και είναι οι Ρ.Α.Ε.: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, ΔΕ.Σ.Μ.Η.Ε.: Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και η Δ.Ε.Η.: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού.

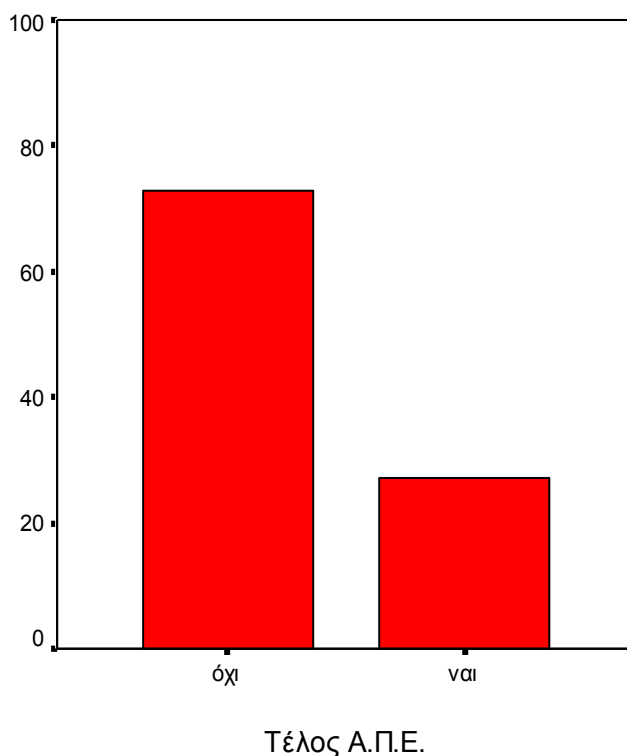


Φορέας για την ελληνική αγορά ενέργειας

Σχήμα 10.38: Φορείς που σχετίζονται με την ελληνική αγορά ενέργειας

Ο αρμόδιος φορέας για την ελληνική αγορά ενέργειας είναι η Ρ.Α.Ε. Από το Σχήμα παρατηρείται ότι μόνο το 5% του πληθυσμού έχει απαντήσει σωστά. Η στήλη “δεν επιλέχθηκε” αφορά τα άτομα που στην προηγούμενη ερώτηση δεν έδωσαν θετική απάντηση. Αρκετά άτομα (12%) δήλωσαν ότι η Δ.Ε.Η. είναι αρμόδιος φορέας, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό επέλεξε και το Υπουργείο Ανάπτυξης (9%). Τέλος μόνο το 1% επέλεξε τη ΔΕ.Σ.Μ.Η.Ε.

Τέλος ζητείται από τους ερωτώμενους να απαντήσουν εάν γνωρίζουν για το τέλος Α.Π.Ε. που έχει καταβληθεί από τη Δ.Ε.Η. στους καταναλωτές της τα τελευταία χρόνια (Σχήμα 10.39).

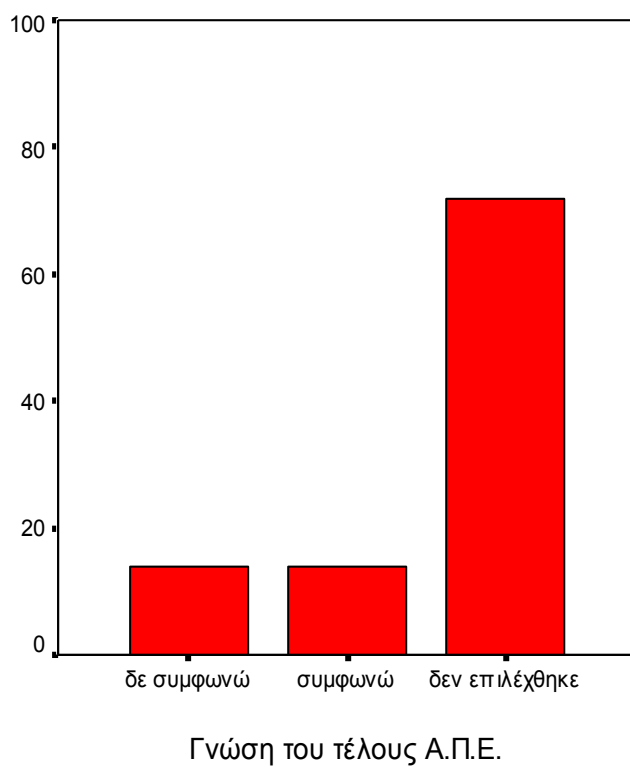


Σχήμα 10.39

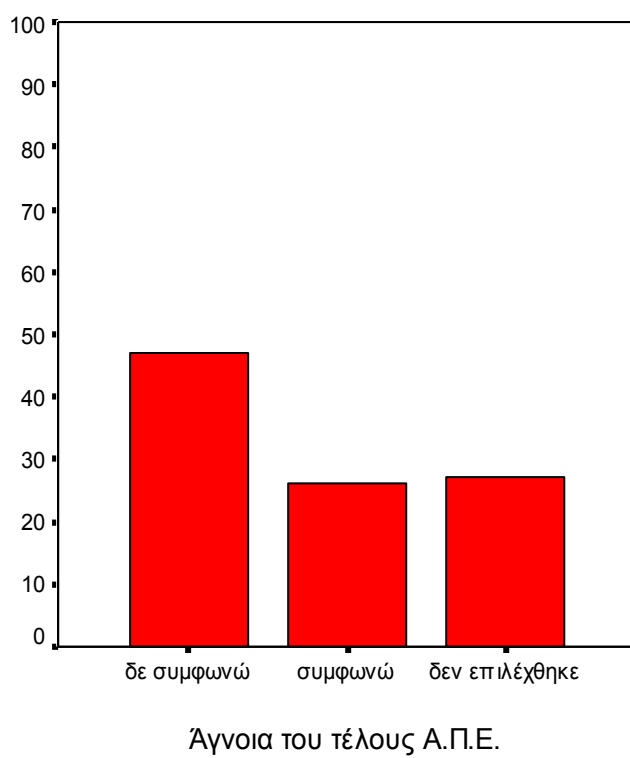
Η διαφορά στα ποσοστά των απαντήσεων που δόθηκαν γίνεται ιδιαίτερα εμφανής από το παραπάνω σχήμα. Συγκεκριμένα μόλις το 27% γνωρίζει για το τέλος που επιβλήθηκε, ενώ το υπόλοιπο του πληθυσμού δηλώνει άγνοια.

Στη συνέχεια ακολουθούν δύο ερωτήσεις από τις οποίες στην πρώτη απαντούν όσοι δήλωσαν ότι γνωρίζουν για το τέλος των Α.Π.Ε. και στη δεύτερη όσοι δεν το γνωρίζουν. Και οι δύο ερωτήσεις έχουν να κάνουν με το αν οι κάτοικοι συμφωνούν ή όχι με την επιβολή του τέλους.

Στα Σχήματα 10.40 και 10.41 παρουσιάζονται οι απαντήσεις που δόθηκαν για τις δύο ερωτήσεις.



Σχήμα 10.40: Γνώση του τέλους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας



Σχήμα 10.41: Άγνοια του τέλους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Και στα δύο διαγράμματα η στήλη “δεν επιλέχθηκε” περιλαμβάνει όσους απάντησαν αρνητικά (Σχήμα 10.40 και όσους απάντησαν θετικά (Σχήμα 10.41) στην ερώτηση για το εάν γνωρίζουν το τέλος. Στο Σχήμα 10.40 παρατηρείται ότι το ποσοστό των ατόμων (14%) που συμφωνούν με την επιβολή του τέλους συμπίπτει με το ποσοστό (14%) όσων διαφωνούν. Αντίθετα στο Σχήμα 10.41, το οποίο αναφέρεται σε όσους δεν γνωρίζουν για το τέλος, το ποσοστό όσων δε συμφωνούν με την επιβολή (47%) είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό των ατόμων (26%) που είναι σύμφωνοι με αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11^ο

ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ

11.1 Περί Ελέγχου Υποθέσεων και Πινάκων Διπλής Εισόδου

Προκειμένου να μετρηθεί ο βαθμός εξάρτησης μεταξύ δύο μεταβλητών X , Y , δηλαδή να εξακριβωθεί η ένταση της συνάφειάς τους, χρησιμοποιείται ο έλεγχος ανεξαρτησίας X^2 . Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται έλεγχος υποθέσεων για να καθοριστεί αν οι μεταβλητές X και Y είναι ανεξάρτητες. Η διατύπωση κάθε ελέγχου υποθέσεων περιλαμβάνει τη μηδενική (H_0) και την εναλλακτική υπόθεση (H_A) και έχει την ακόλουθη μορφή:

(H_0): Τα χαρακτηριστικά X και Y του δείγματος κατανέμονται ανεξάρτητα στον πληθυσμό.

Έναντι της

(H_A): Τα χαρακτηριστικά X και Y του δείγματος δεν κατανέμονται ανεξάρτητα στον πληθυσμό.

Η τιμή της στατιστικής X^2 συγκρίνεται με την πιθανότητα παρατήρησης της τιμής αυτής (P - value) και οδηγεί στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- **P - value $> 0,10 \rightarrow$** αποδεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση (H_0), δηλαδή, οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 10\%$.

- **P - value $< 0,10 \rightarrow$** αποδεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση (H_A), δηλαδή, οι μεταβλητές είναι εξαρτημένες σε επίπεδο σημαντικότητας 10% .

- **P - value $< 0,05 \rightarrow$** αποδεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση (H_A), δηλαδή, οι μεταβλητές είναι εξαρτημένες σε επίπεδο σημαντικότητας 5% .

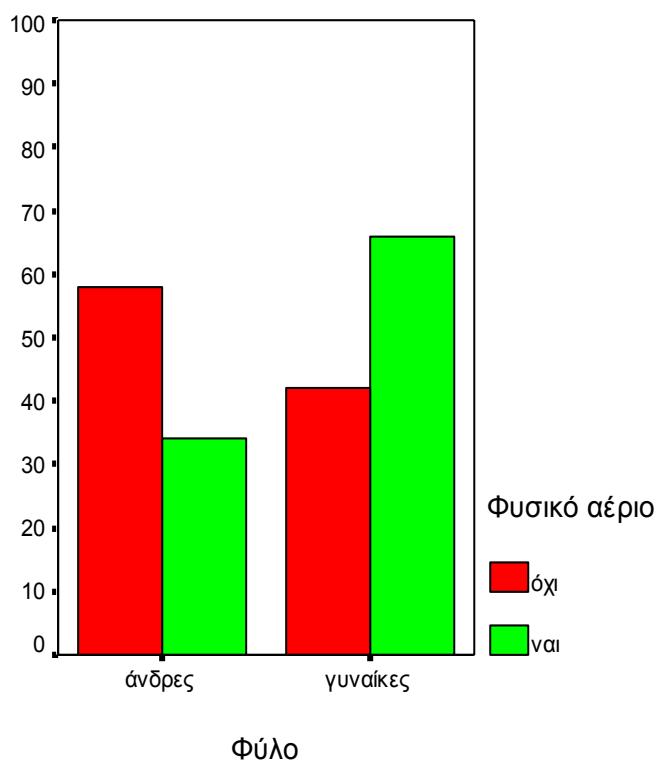
- **P - value $< 0,01 \rightarrow$** αποδεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση (H_A), δηλαδή, οι μεταβλητές είναι εξαρτημένες σε επίπεδο σημαντικότητας 1% .

Η σύμπτωση της συχνότητας εμφάνισης των δύο εξεταζόμενων μεταβλητών εμφανίζεται σε ένα πίνακα διπλής εισόδου. Στη συνέχεια παρατίθεται η ανάλυση των ελέγχων υποθέσεων και των πινάκων διπλής εισόδου της έρευνας.

Με τη χρήση του προγράμματος SPSS, βρέθηκαν συσχετίσεις διαφόρων μεταβλητών του ερωτηματολογίου. Οι κυριότερες παρουσιάζονται παρακάτω.

11.2 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με το φύλο των ερωτώμενων

Από τις επιλογές των ερωτηθέντων φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση του φύλου με την επιλογή του φυσικού αερίου ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην ερώτηση 5 του ερωτηματολογίου. Συγκεκριμένα επειδή το p - value $< \alpha$ (p - value = 0,025 και $\alpha = 0,05$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% .

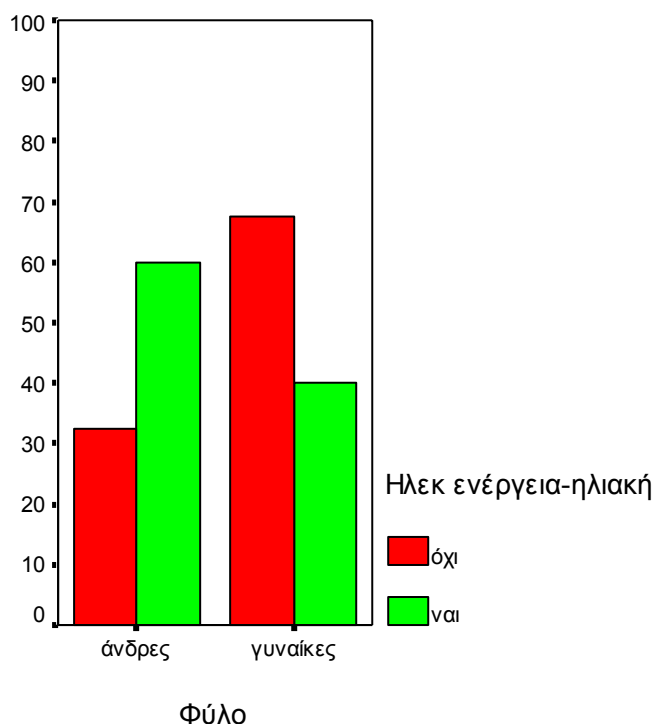


Σχήμα 11.1: Συσχέτιση φύλου με το φυσικό αέριο ως μορφή των Α.Π.Ε.

Στην ερώτηση αυτή ζητείται από τους κατοίκους να επιλέξουν μεταξύ ορισμένων πηγών ενέργειας ποιες από αυτές γνωρίζουν να είναι ανανεώσιμες. Στο Σχήμα 11.1 η στήλη "όχι" αναφέρεται στο ποσοστό των ατόμων που δεν επέλεξαν το φυσικό αέριο για ανανεώσιμη πηγή, ενώ το "ναι" αντιστοιχεί σε όσους το επέλεξαν. Το φυσικό αέριο όπως γνωρίζουμε δεν είναι Α.Π.Ε. και παρατηρώντας το Σχήμα 11.1 οι άντρες φαίνεται να είναι αυτοί που διάλεξαν σε μεγαλύτερο ποσοστό τη σωστή απάντηση. Συγκεκριμένα το 73% των ανδρών απάντησε σωστά. Αντιθέτως το 49% των γυναικών επέλεξαν λανθασμένα το φυσικό αέριο ως Α.Π.Ε. Οι γυναίκες φαίνεται να είναι λιγότερο σωστά ενημερωμένες όσον αφορά τα είδη των Α.Π.Ε. Ίσως να έχουν επηρεαστεί από την προώθηση του φυσικού αερίου τον τελευταίο καιρό, το οποίο παρουσιάζεται ως μια εναλλακτική πηγή ενέργειας και να θεώρησαν λανθασμένα ότι είναι και ανανεώσιμη πηγή.

Στην ερώτηση 13, στην οποία ζητείται από τους ερωτώμενους να επιλέξουν τις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας, μία από αυτές που δίνεται είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία. Παρουσιάζεται και σε αυτήν συσχέτιση του φύλου με τη συγκεκριμένη επιλογή της ερώτησης. Αφού το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,008$ και $\alpha = 0,01$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 1%.

Ειδικότερα, παρατηρώντας το Σχήμα 11.2 διακρίνονται δύο στήλες που αντιστοιχούν σε κάθε φύλο. Η στήλη "δεν επιλέχθηκε" αναφέρεται στο ποσοστό των ατόμων που δεν επέλεξαν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως εφαρμογή της ηλιακής, ενώ η στήλη "επιλέχθηκε" σε όσους τη διάλεξαν. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι εφαρμογή, συνεπώς από το Σχήμα φαίνεται ότι οι γυναίκες έκαναν λανθασμένη επιλογή. Το 67,5% των ατόμων που λανθασμένα δεν επέλεξε την εφαρμογή είναι γυναίκες.



Σχήμα 11.2: Συσχέτιση φύλου με την παραγωγή ηλεκ. ενέργειας ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

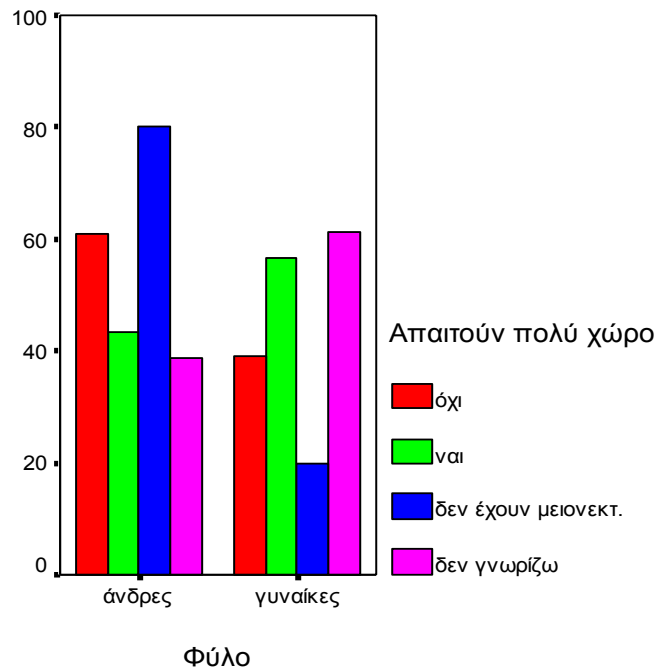
Στην ερώτηση 19 παρατηρούνται οι περισσότερες συσχετίσεις των επιλογών των ερωτώμενων με το φύλο τους. Η συγκεκριμένη ερώτηση περιλαμβάνει μειονεκτήματα των Α.Π.Ε. τα οποία καλούνται να επιλέξουν μόνο οι ερωτώμενοι που απάντησαν θετικά στην ερώτηση εάν οι ανανεώσιμες πηγές παρουσιάζουν μειονεκτήματα (ερώτηση 18). Δίνονται πέντε μειονεκτήματα από τα οποία μόνο το ένα δεν παρουσιάζει συσχέτιση με το φύλο.

Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν συσχέτιση με το φύλο είναι τα εξής:

- οι Α.Π.Ε. απαιτούν πολύ χώρο σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας,
- οι Α.Π.Ε. δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστικές,
- οι Α.Π.Ε. δεν είναι δυνατόν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες από μόνες τους και τέλος
- οι Α.Π.Ε. εμφανίζουν παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

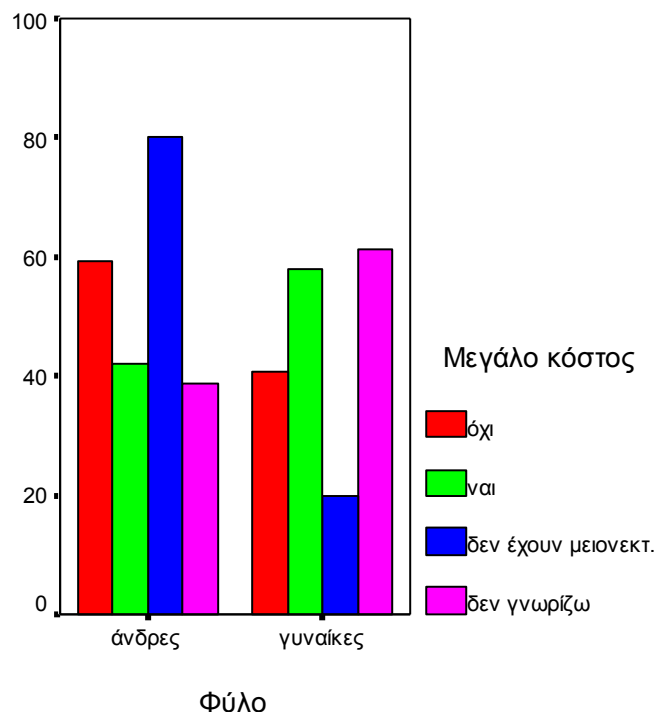
Το Σχήμα 11.3 αναφέρεται στην πρώτη συσχέτιση που παρουσιάζει η ερώτηση 19. Με το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,063$ και $\alpha = 0,10$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 10%.

Στο παραπάνω Σχήμα σε κάθε φύλο αντιστοιχούν τέσσερις στήλες από τις οποίες μόνο οι στήλες "όχι" και "ναι" αναφέρονται στην παρούσα ερώτηση. Παρατηρείται ότι ένα μεγάλο ποσοστό ανδρών (60,9%) δεν έχουν επιλέξει το συγκεκριμένο μειονέκτημα των Α.Π.Ε., θεωρώντας το ίσως λιγότερο σημαντικό μειονέκτημα σε σύγκριση με τα άλλα. Οι γυναίκες αντιθέτως το έχουν επιλέξει σε ποσοστό 56,5%.



Σχήμα 11.3: Συσχέτιση φύλου με το μειονέκτημα ότι οι Α.Π.Ε. απαιτούν πολύ χώρο σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας

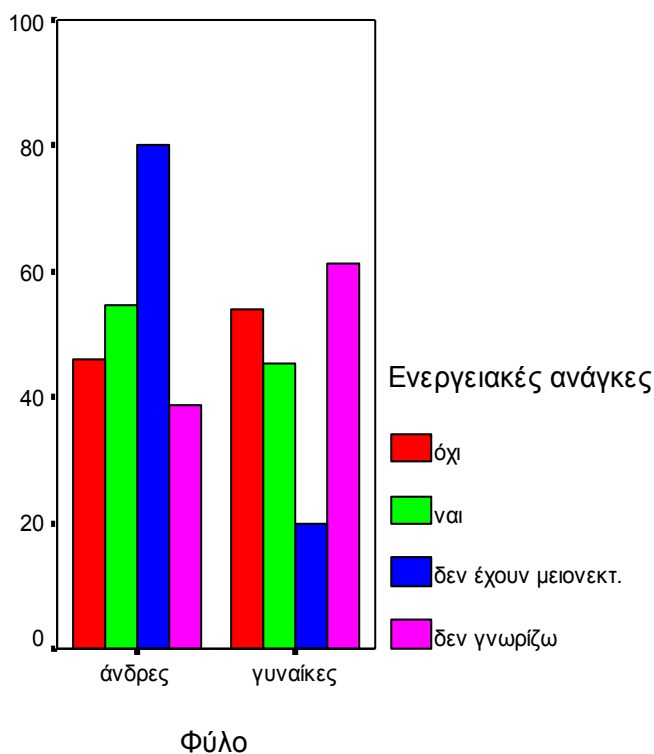
Το επόμενο μειονέκτημα που δίνεται στην ερώτηση παρουσιάζει συσχέτιση με το φύλο και συγκεκριμένα το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,065$ και $\alpha = 0,10$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 10%.



Σχήμα 11.4: Συσχέτιση φύλου με το μειονέκτημα ότι οι Α.Π.Ε. δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστικές

Στο Σχήμα 11.4, που σχετίζεται με τις επιλογές των ερωτώμενων σχετικά με το κόστος των Α.Π.Ε., οι στήλες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον είναι και πάλι οι "όχι" και "ναι". Το μειονέκτημα αυτό θεωρείται μάλλον πιο σημαντικό από τις γυναίκες, καθώς έχει ως επί το πλείστον επιλεγεί από αυτές σε ποσοστό 57,9% και λιγότερο από τους άνδρες με ποσοστό 42,1%.

Στο Σχήμα 11.5 φαίνονται οι συσχετίσεις που αφορούν το μειονέκτημα για τη μη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από τις Α.Π.Ε. Αφού το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,103$ και $\alpha = 0,10$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 10%.

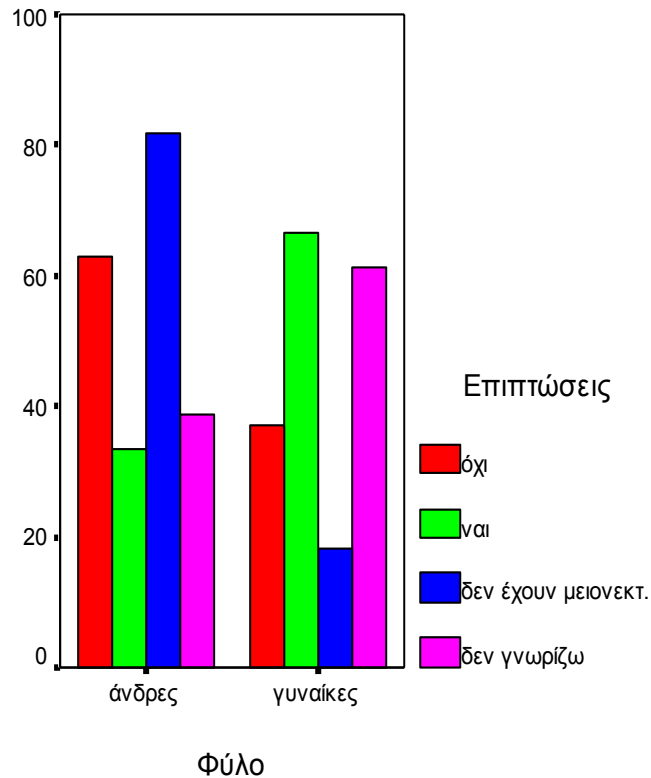


Σχήμα 11.5: Συσχέτιση φύλου με το μειονέκτημα ότι οι Α.Π.Ε. δεν καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες από μόνες τους

Οι επιλογές των ερωτώμενων για το συγκεκριμένο μειονέκτημα φαίνεται να είναι σχεδόν κατανομημένες, αφού οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται μεταξύ των φύλων είναι μικρές. Συγκεκριμένα από τα άτομα που επέλεξαν το μειονέκτημα αυτό, το 54,5% είναι άνδρες ενώ το 45,5% είναι γυναίκες.

Στο Σχήμα 11.6 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις που αναφέρονται στις παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να εμφανίσουν διάφορες εγκαταστάσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με βάση το γεγονός ότι $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,015$ και $\alpha = 0,05$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 5%.

Από το παρακάτω Σχήμα φαίνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό των ανδρών (63%) δεν επέλεξε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ως μειονέκτημα των Α.Π.Ε., ενώ το 66,7% των γυναικών το έχει επιλέξει. Παρατηρείται δηλαδή μια μεγάλη διαφορά στις επιλογές που έχουν κάνει τα δύο φύλα στο εν λόγω μειονέκτημα.



Σχήμα 11.6: Συσχέτιση φύλου με το μειονέκτημα ότι οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις

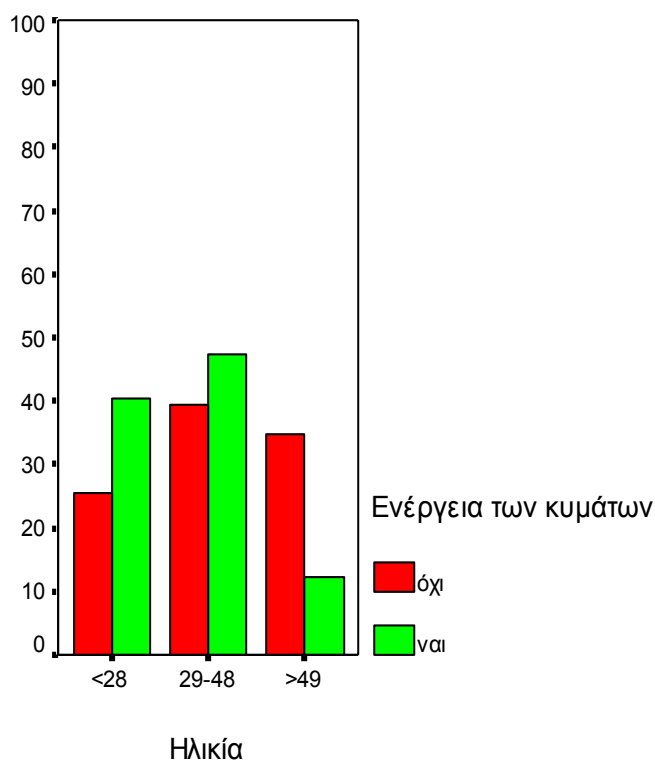
Από τα παραπάνω μειονεκτήματα που παρουσιάζουν συσχέτιση με το φύλο, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις φαίνεται να θεωρείται το πιο γνωστό και σημαντικό μειονέκτημα για τις γυναίκες, καθώς το έχουν επιλέξει οι περισσότερες από αυτές. Ίσως οι γυναίκες να γνωρίζουν λιγότερα πράγματα για τις Α.Π.Ε. και οι επιπτώσεις που μπορεί αυτές να παρουσιάζουν να τις παρακινούν ώστε να το θεωρούν ένα αναμενόμενο μειονέκτημα. Οι άντρες έχοντας μάλλον περισσότερες γνώσεις για τεχνικά θέματα επιλέγουν σε μεγαλύτερο ποσοστό ως μειονέκτημα την αδυναμία κάλυψης των ενεργειακών αναγκών αποκλειστικά από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Από τη συσχέτιση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου με το φύλο των ερωτώμενων παρατηρείται ότι οι γυναίκες έδωσαν τις περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις και συνεπώς συμπεραίνεται ότι έχουν λιγότερες γνώσεις όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

11.3 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με την ηλικία των ερωτώμενων

Βρέθηκαν τέσσερις συσχετίσεις του ηλικιακού επιπέδου των ερωτώμενων με τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Στην ερώτηση για το ποιες γνωρίζουν οι ερωτώμενοι να είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρουσιάζεται συσχέτιση της ηλικίας με την επιλογή για την ενέργεια των κυμάτων (Σχήμα 11.7). Στην ερώτηση αυτή δίνεται το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,022$ και $\alpha = 0,05$) και συνεπώς απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 5%.

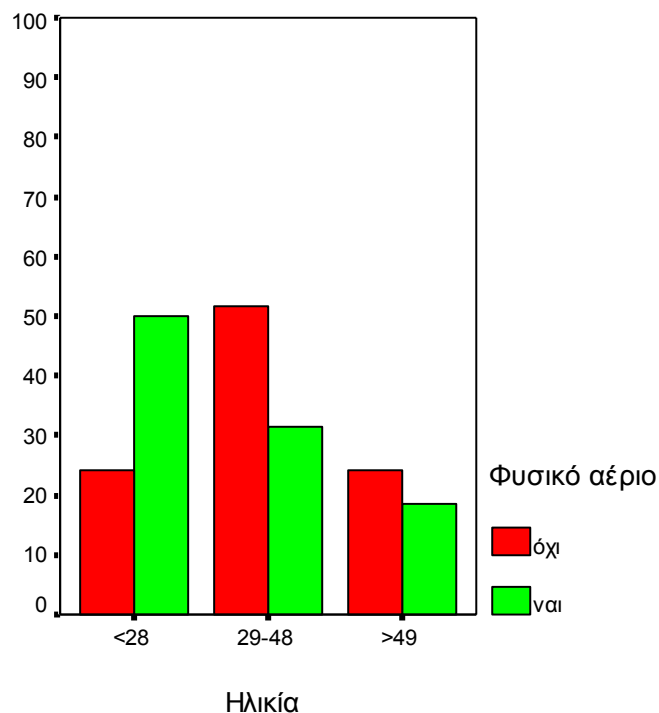


Σχήμα 11.7: Συσχέτιση ηλικίας με την ενέργεια των κυμάτων ως μορφή των Α.Π.Ε.

Από το Σχήμα φαίνεται ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό (12,8%) των ατόμων ηλικίας > 49 έχει επιλέξει την ενέργεια των κυμάτων ως ανανεώσιμη πηγή. Όσον αφορά τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες τα ποσοστά των επιλογών τους φανερώνουν ότι γνωρίζουν στην πλειοψηφία τους για την ενέργεια των κυμάτων. Το μικρό ποσοστό των μεγαλύτερων σε ηλικίας ατόμων ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας δεν είναι καθόλου ανεπτυγμένη και διαδεδομένη στην Ελλάδα αλλά και στην Ευρώπη γενικότερα, αφού δεν χρησιμοποιείται παρά σε πειραματικό μόνο στάδιο και συνεπώς άτομα αυτής της ηλικίας είναι πιο δύσκολο να την γνωρίζουν.

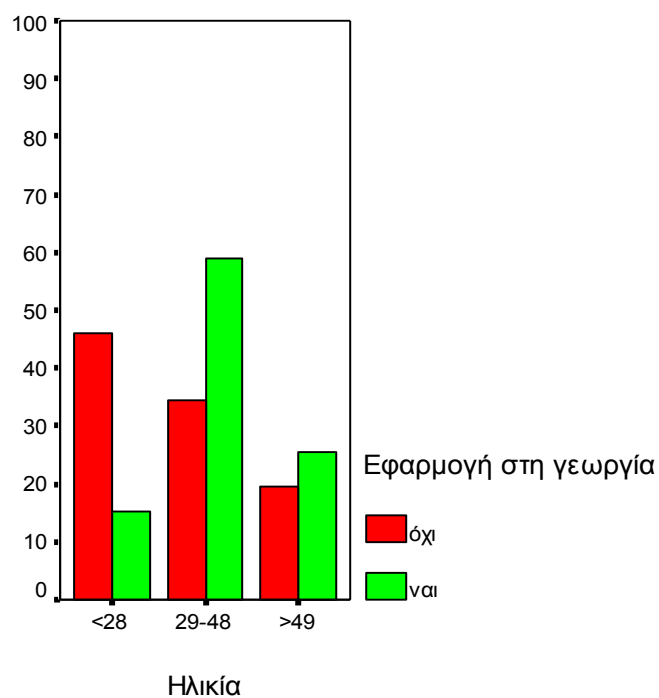
Στην ίδια ερώτηση βρέθηκε συσχέτιση της ηλικίας των ερωτώμενων με την επιλογή για το φυσικό αέριο. Έχοντας $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,028$ και $\alpha = 0,05$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 5%.

Από το Σχήμα 11.8 επισημαίνεται ότι το 50% των ατόμων που επέλεξαν το φυσικό αέριο ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι άτομα ηλικίας <28. Γνωρίζοντας όμως ότι το φυσικό αέριο δεν ανήκει στις Α.Π.Ε., αντιλαμβανόμαστε ότι αυτή η ηλικιακή ομάδα έκανε κατά το μεγαλύτερο μέρος της λανθασμένη επιλογή. Η επιλογή της ομάδας αυτής δεν είναι η αναμενόμενη, καθώς θα περίμενε κανείς ότι άτομα αυτής της ηλικίας θα είχαν καλύτερες γνώσεις από τις άλλες ηλικιακές ομάδες. Η λανθασμένη αυτή επιλογή ίσως να οφείλεται στην ιδιαίτερη προώθηση, όπως έχει ήδη αναφερθεί, του φυσικού αερίου που λαμβάνει χώρα τον τελευταίο καιρό στα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Το φυσικό αέριο παρουσιάζεται ως καλύτερη πηγή ενέργειας από τις ήδη υπάρχουσες. Οι ηλικίες αυτές καθώς έχουν καθημερινή επαφή με τα μέσα μαζικής ενημέρωσης είναι πιο πιθανό να παρασυρθούν από τις διαφημίσεις αυτές



Σχήμα 11.8: Συσχέτιση ηλικίας με το φυσικό αέριο ως μορφή των Α.Π.Ε.

Η επόμενη ερώτηση η οποία βρέθηκε να έχει συσχέτιση με το ηλικιακό επίπεδο είναι η ερώτηση 6 του ερωτηματολογίου και συγκεκριμένα η εφαρμογή των Α.Π.Ε. στη γεωργία. Η ερώτηση αυτή ζητά από τους ερωτώμενους να επιλέξουν όσες από τις εφαρμογές των Α.Π.Ε. γνωρίζουν. Το $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,006$ και $\alpha = 0,01$) και απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο μόλις 1%.

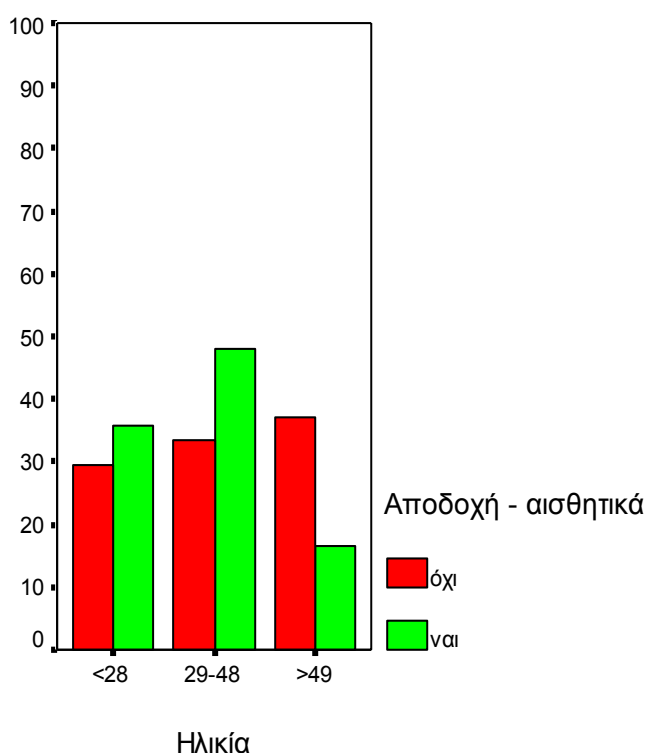


Σχήμα 11.9: Συσχέτιση ηλικίας με την εφαρμογή των Α.Π.Ε. στη γεωργία

Τα άτομα ηλικίας 29 – 48 φαίνεται από το Σχήμα ότι γνωρίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό πως οι Α.Π.Ε. βρίσκουν εφαρμογή και στη γεωργία. Το ποσοστό που εμφανίζουν (59%) είναι αρκετά υψηλό και δικαιολογεί την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ αυτής της εφαρμογής και του ηλικιακού επιπέδου των ερωτώμενων. Επίσης παρατηρείται ότι άτομα της πρώτης ηλικιακής ομάδας έχουν επιλέξει σε μικρό ποσοστό (15,4%) την εφαρμογή αυτή και συνεπώς συμπεραίνεται ότι δε τη γνωρίζουν.

Η τελευταία συσχέτιση που βρέθηκε με την ηλικία είναι η ερώτηση που αναφέρεται στην αποδοχή αιολικού πάρκου, παρά τα αισθητικά προβλήματα που ενδεχομένως να παρατηρηθούν από την εγκατάστασή του σε κάποια περιοχή (ερώτηση 16).

Η συσχέτιση που εμφανίζεται δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη αφού το $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,084$ και $\alpha = 0,10$) και άρα απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 10%.



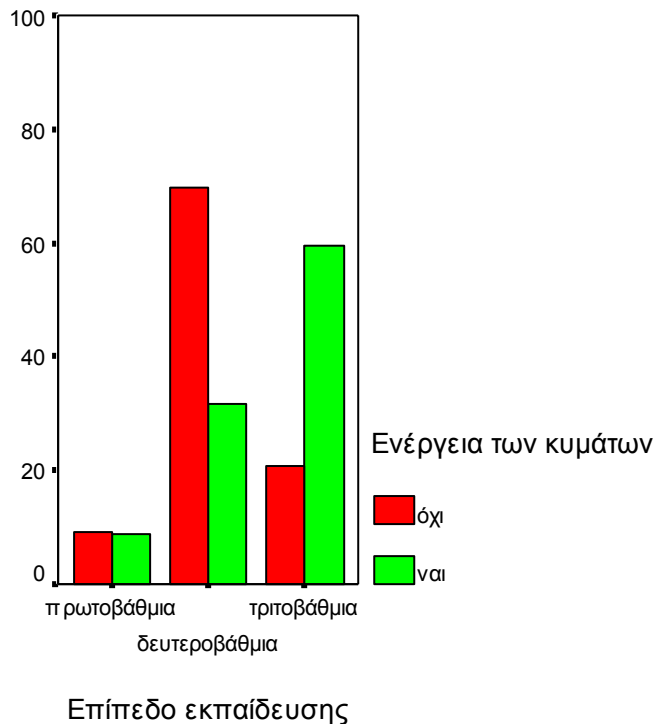
Σχήμα 11.10: Συσχέτιση ηλικίας με την αποδοχή αιολικού πάρκου παρά τα αισθητικά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν

Στο Σχήμα 11.10 παρατηρείται ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό των ατόμων ηλικίας > 49 θα δέχονταν την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου παρά τα αισθητικά προβλήματα. Ο λόγος της μικρής αποδοχής που φαίνεται να παρουσιάζει αυτή η ηλικιακή ομάδα οφείλεται πιθανώς στο γεγονός ότι τα άτομα αυτά δεν γνωρίζουν ακριβώς τις εγκαταστάσεις των αιολικών πάρκων και τις ταυτίζουν με εγκαταστάσεις συνηθισμένων βιομηχανιών ή και άλλων σταθμών παραγωγής ενέργειας.

11.4 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με το εκπαιδευτικό επίπεδο των ερωτώμενων

Από τις επιλογές των ερωτώμενων φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση και του εκπαιδευτικού επιπέδου των ερωτώμενων με διάφορες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Πιο συγκεκριμένα βρέθηκε συσχέτιση με την επιλογή της ερώτησης 5 για την ενέργεια των κυμάτων (Σχήμα 11.11).

Η συσχέτιση που παρουσιάζεται μεταξύ του εκπαιδευτικού επιπέδου και της γνώσης ότι η ενέργεια των κυμάτων είναι Α.Π.Ε., είναι ιδιαίτερα καλή αφού $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,000$ και $\alpha = 0,01$) και απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο μόλις 1%.

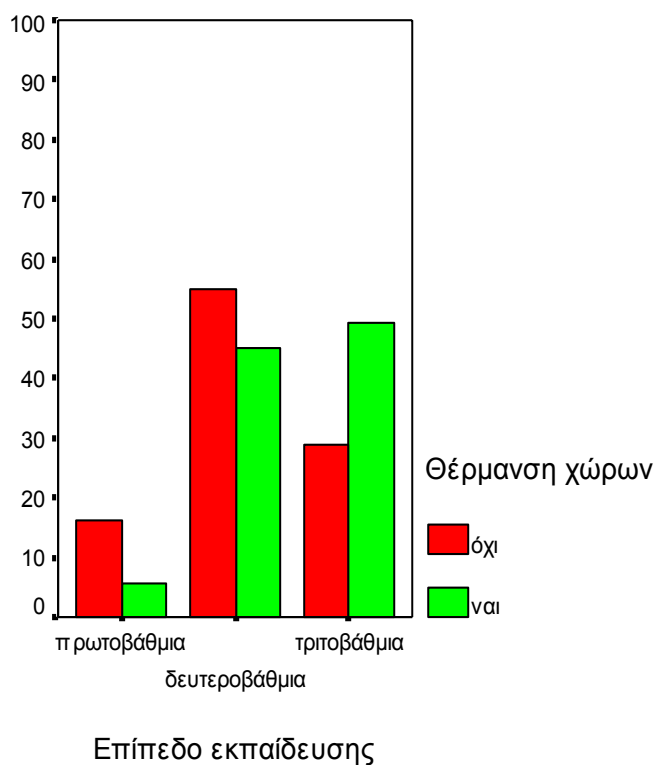


Σχήμα 11.11: Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης με την ενέργεια των κυμάτων ως μορφή των Α.Π.Ε.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η ενέργεια των κυμάτων είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας όχι ιδιαίτερα γνωστή και διαδεδομένη στη Ελλάδα. Συνεπώς μόνο όσοι έχουν ανώτερη εκπαίδευση είναι αναμενόμενο να τη γνωρίζουν. Το γεγονός αυτό φαίνεται και στο Σχήμα 11.11, καθώς η επιλογή της συγκεκριμένης πηγής ενέργειας ως ανανεώσιμη έχει γίνει ως επί το πλείστον από άτομα που ανήκουν στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα το 59,6% των ατόμων που την επέλεξαν ανήκουν σε αυτήν την ομάδα. Παράλληλα παρατηρείται ότι ένα ιδιαίτερα μεγάλο ποσοστό ατόμων που έχουν δευτεροβάθμια εκπαίδευση, δεν γνωρίζουν την ενέργεια των κυμάτων, καθώς δεν την έχουν επιλέξει.

Η θέρμανση των χώρων είναι μια από τις εφαρμογές που δίνονται στην ερώτηση 6 του ερωτηματολογίου, για την οποία προκύπτει ότι παρουσιάζει συσχέτιση με το επίπεδο εκπαίδευσης (Σχήμα 11.12).

Η συσχέτιση που εμφανίζεται καθορίζεται από το $p - \text{value}$. Συγκεκριμένα το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,082$ και $\alpha = 0,10$) οπότε απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 10%.

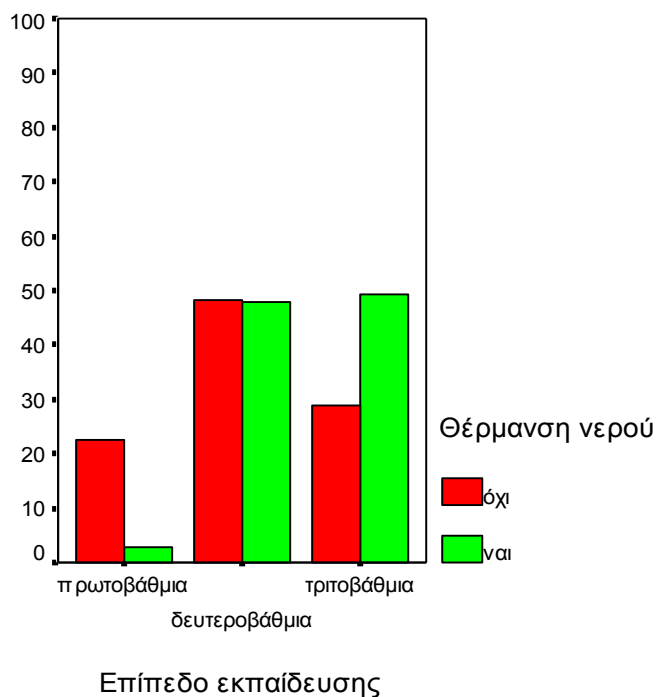


Σχήμα 11.12: Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης με τη θέρμανση των χώρων ως εφαρμογή των Α.Π.Ε.

Σύμφωνα με το Σχήμα 11.12 τα άτομα με πρωτοβάθμια εκπαίδευση δεν γνωρίζουν ότι η θέρμανση χώρων μπορεί να είναι μια από τις εφαρμογές που έχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς αποτελούν μόλις το 5,8% των ατόμων που την επέλεξαν. Αντιθέτως άτομα με δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση έχουν επιλέξει σε μεγάλο ποσοστό τη θέρμανση χώρων ως εφαρμογή των Α.Π.Ε. Από το Σχήμα αλλά και από την τιμή που παίρνει το p – value διαπιστώνεται ότι η συσχέτιση δεν είναι μεγάλη.

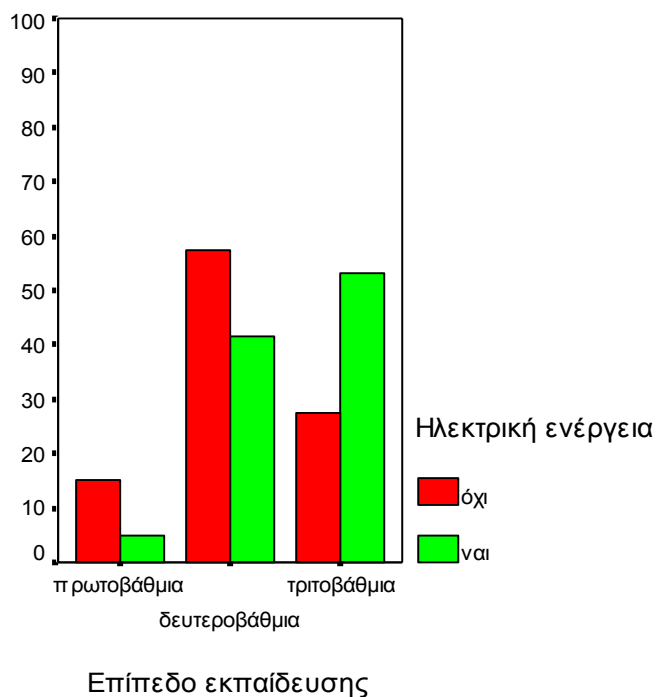
Ακόμη μία εφαρμογή που βρίσκεται σε συσχέτιση με το επίπεδο εκπαίδευσης είναι η παραγωγή ζεστού νερού (Σχήμα 11.13). Το p – value < α (p – value = 0,004 και α = 0,01) και απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο μόλις 1%. Συμπεραίνεται δηλαδή ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του εκπαιδευτικού επιπέδου και της γνώσης ότι η θέρμανση του νερού είναι εφαρμογή των Α.Π.Ε.

Όμοια και με την παραπάνω συσχέτιση και σ' αυτή καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όσοι έχουν δηλώσει ότι βρίσκονται στο πρωτοβάθμιο επίπεδο εκπαίδευσης, παρατηρείται από τις επιλογές τους ότι δε γνωρίζουν για τις εφαρμογές που έχουν οι Α.Π.Ε. Πιο συγκεκριμένα από τα άτομα που επέλεξαν την εν λόγω εφαρμογή μόνο το 2,9% ανήκει στην ομάδα με το εκπαιδευτικό αυτό επίπεδο. Στις άλλες δύο ομάδες σημειώνεται ένας διαχωρισμός των επιλογών.



Σχήμα 11.13: Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης με τη θέρμανση του νερού ως εφαρμογή των Α.Π.Ε.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βρέθηκε και αυτή να παρουσιάζει συσχέτιση με το επίπεδο εκπαίδευσης. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια από τις εφαρμογές που δίνονται στην ερώτηση που ζητά από τους ερωτώμενους να επιλέξουν όσες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας γνωρίζουν. Οι συσχετίσεις και τα ποσοστά των απαντήσεων των ερωτώμενων φαίνονται στο Σχήμα 11.14.



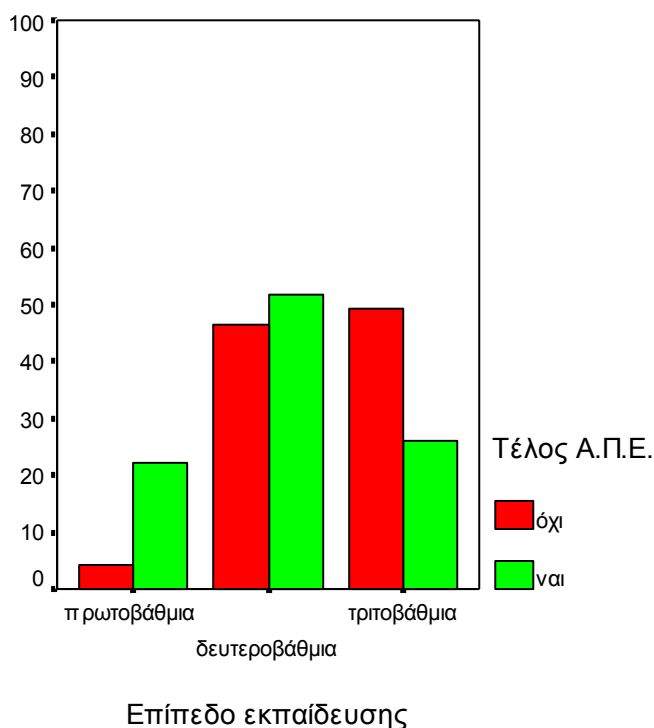
Σχήμα 11.14: Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα υπάρχει μια καλή συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών αφού το $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,022$ και $\alpha = 0,05$) και άρα απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 5%.

Σύμφωνα και με το Σχήμα 11.14 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας που δεν είναι γνωστή σε άτομα με ελλιπή εκπαίδευση. Αν και πρόκειται ίσως για μια από τις διαδεδομένες χρήσεις της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα, παρόλα αυτά τα άτομα αυτής της ομάδας δε φαίνεται να τη γνωρίζουν, καθώς δεν την έχουν επιλέξει. Συνεπώς προκύπτει ότι οι πιο καλά μορφωμένοι από τους ερωτώμενους γνωρίζουν καλύτερα τις εφαρμογές των Α.Π.Ε.

Τελευταία συσχέτιση που βρέθηκε με το εκπαιδευτικό επίπεδο είναι η ερώτηση που αναφέρεται στη γνώση του τέλους των ανανεώσιμων πηγών από τους ερωτώμενους (Σχήμα 11.15).

Από το Σχήμα αλλά και από το γεγονός ότι το $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,007$ και $\alpha = 0,01$) υπάρχει μεγάλη συσχέτιση και η υπόθεση της ανεξαρτησίας απορρίπτεται σε επίπεδο 1%.



Σχήμα 11.15: Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης με τη γνώση του τέλους για τις Α.Π.Ε.

Η ερώτηση ζητά από τους ερωτώμενους να επιλέξουν εάν γνωρίζουν ή όχι για το τέλος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που επιβλήθηκε από τη Δ.Ε.Η. Σύμφωνα με το Σχήμα 11.15 το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων που απάντησαν θετικά ανήκει στη δεύτερη ομάδα. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα άτομα που ανήκουν στο τριτοβάθμιο επίπεδο εκπαίδευσης δήλωσαν στο μεγαλύτερο μέρος τους ότι δεν γνωρίζουν για το τέλος, αν και κανείς θα περίμενε να είναι οι πιο ενημερωμένοι. Τα άτομα με χαμηλό επίπεδο μόρφωσης δήλωσαν στην πλειοψηφία τους ότι γνωρίζουν για το τέλος. Συνήθως άτομα με χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης (πρωτοβάθμια εκπαίδευση), ανήκουν και στα χαμηλότερα κοινωνικά στρώματα. Αυτό έχει πολλές φορές ως αποτέλεσμα λόγω του χαμηλού οικονομικού επιπέδου τα άτομα αυτά να είναι πιο προσεκτικά με τους λογαριασμούς τους

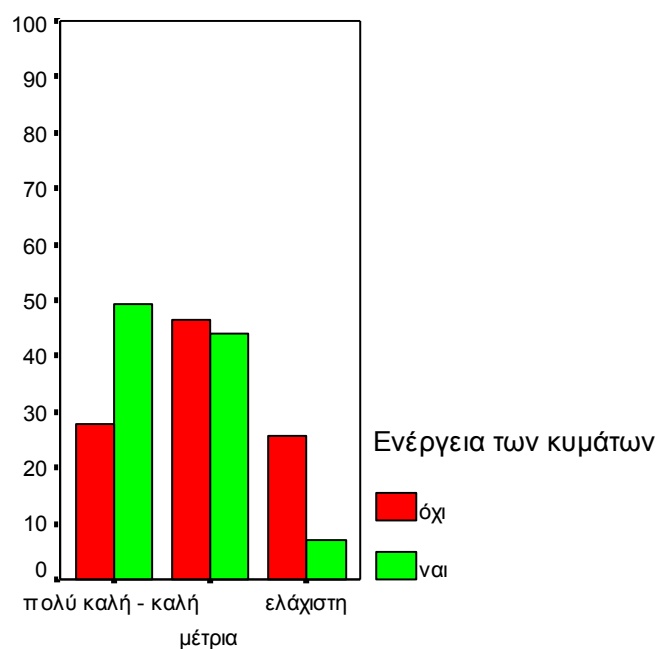
οποίους καλούνται να πληρώσουν. Κατ' αυτό τον τρόπο φαίνεται να είναι πιο καλά πληροφορημένοι για το τέλος Α.Π.Ε. που καλούνται να πληρώσουν στο λογαριασμό της Δ.Ε.Η.

Από τις παραπάνω συσχετίσεις που παρουσιάστηκαν, συμπεραίνεται ότι το επίπεδο εκπαίδευσης στις περισσότερες περιπτώσεις παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη γνώση των εφαρμογών και των προβλημάτων που εμφανίζουν οι Α.Π.Ε.

11.5 Έλεγχοι ανεξαρτησίας σε σχέση με την ενημέρωση των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος

Η ερώτηση που αναφέρεται στην ενημέρωση των ερωτώμενων για θέματα περιβάλλοντος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς εμφανίζει τις περισσότερες συσχετίσεις σε σύγκριση με τις προηγούμενες κατηγορίες.

Πρώτη από τις μεταβλητές που βρίσκεται σε συσχέτιση με την ενημέρωση των πολιτών είναι για ακόμη μία φορά η ενέργεια των κυμάτων ως μια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Σχήμα 11.16). Επειδή το $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,015$ και $\alpha = 0,05$) απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 5%.



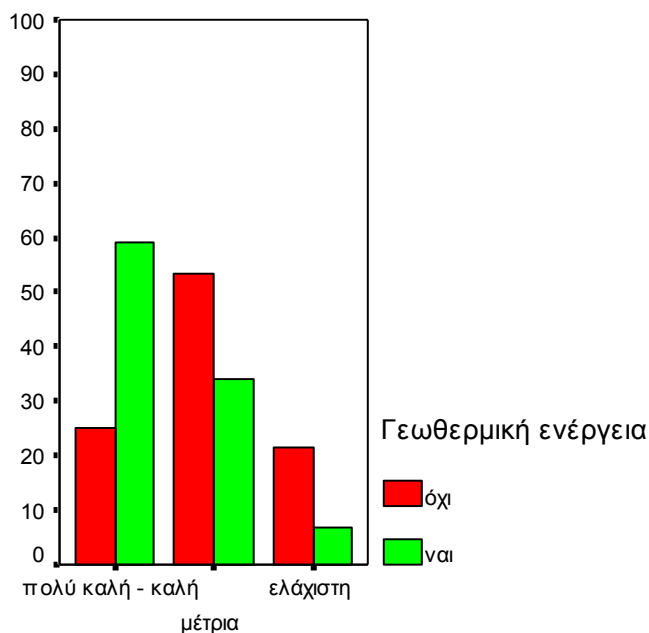
Ενημέρωση για θέματα περιβάλλοντος

Σχήμα 11.16: Συσχέτιση της ενημέρωσης των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος με την ενέργεια των κυμάτων ως μορφή των Α.Π.Ε.

Από το Σχήμα 11.16 παρατηρείται ότι τα άτομα που δήλωσαν ότι είναι πολύ καλά ή καλά ενημερωμένα σε θέματα περιβάλλοντος, έχουν επιλέξει σε μεγαλύτερο ποσοστό την ενέργεια των κυμάτων ως μορφή των Α.Π.Ε. Αλλά και τα άτομα με μέτρια ενημέρωση την έχουν επιλέξει σωστά. Η πλειοψηφία όμως εκείνων που έκριναν ως "ελάχιστη" την ενημέρωσή τους, δεν γνωρίζει την ενέργεια των κυμάτων. Φαίνεται συνεπώς ότι η γνώση

πως η ενέργεια των κυμάτων είναι ανανεώσιμη, είναι συνάρτηση της ενημέρωσης των ερωτώμενων. Όσο καλύτερη είναι αυτή, τόσο περισσότερα γνωρίζουν οι ερωτώμενοι για τις μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η επιλογή μιας ακόμη πηγής ενέργειας βρίσκεται σε συσχέτιση με την ενημέρωση των ερωτηθέντων. Πρόκειται για τη γεωθερμική ενέργεια και την επιλογή της από τους ερωτώμενους ως ανανεώσιμη (Σχήμα 11.17). Το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,002$ και $\alpha = 0,01$) άρα απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 1% και μάλιστα προκύπτει ότι η συσχέτιση των μεταβλητών είναι πολύ καλή.



Ενημέρωση για θέματα περιβάλλοντος

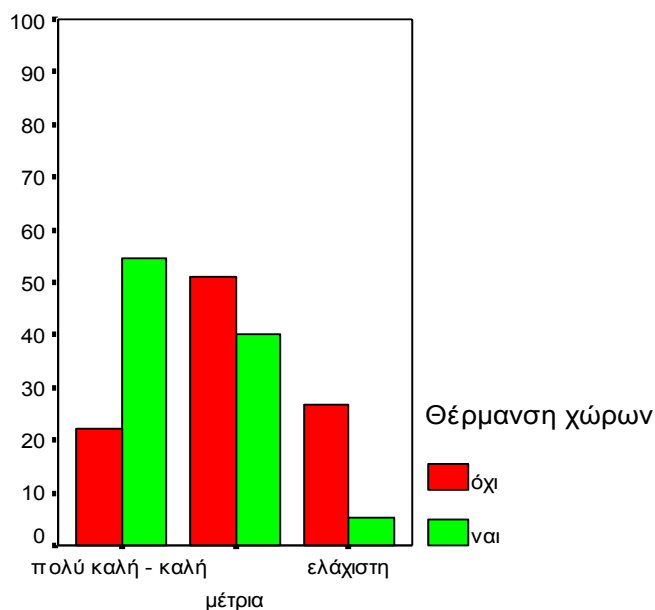
Σχήμα 11.17: Συσχέτιση της ενημέρωσης των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος με τη γεωθερμία ως μορφή των Α.Π.Ε.

Και στην περίπτωση της γεωθερμικής ενέργειας παρατηρείται η διαβάθμιση των επιλογών των ερωτώμενων ανάλογα με το επίπεδο ενημέρωσής τους, γεγονός που δικαιολογεί την ύπαρξη της συσχέτισης. Όμοια με την περίπτωση της ενέργειας των κυμάτων, όσοι πιστεύουν ότι είναι πολύ καλά ενημερωμένοι, γνωρίζουν πως η γεωθερμική ενέργεια είναι ανανεώσιμη, αφού το μεγαλύτερο ποσοστό τους την έχει επιλέξει. Στα άτομα όμως με μέτρια ενημέρωση παρατηρείται μια μικρή απόκλιση, καθώς το ποσοστό όσων δεν την έχουν επιλέξει είναι αρκετά μεγάλο έναντι εκείνων που γνωρίζουν ότι η γεωθερμία είναι ανανεώσιμη πηγή. Συνεπώς τα άτομα με πολύ καλή ενημέρωση κάνουν τις πιο σωστές επιλογές.

Για μια ακόμη φορά η εφαρμογή των Α.Π.Ε. στη θέρμανση χώρων εμφανίζει συσχέτιση με μια μεταβλητή και συγκεκριμένα με την ενημέρωση των πολιτών για θέματα περιβάλλοντος. Η συσχέτιση που έχει βρεθεί διακρίνεται στο Σχήμα 11.18.

Συγκεκριμένα το $p - \text{value} < \alpha$ ($p - \text{value} = 0,018$ και $\alpha = 0,05$) και απορρίπτεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας σε επίπεδο 5%.

Από το Σχήμα 11.18 φαίνεται ότι τα άτομα με πολύ καλή ή καλή ενημέρωση έχουν επιλέξει στο μεγαλύτερο ποσοστό τους τη θέρμανση χώρων ως εφαρμογή των Α.Π.Ε. Στις υπόλοιπες ομάδες ατόμων οι απαντήσεις που αυτοί έχουν δώσει ποικίλουν. Προκύπτει συνεπώς ότι πάλι οι ερωτώμενοι με την καλύτερη ενημέρωση έχουν και τις καλύτερες γνώσεις.

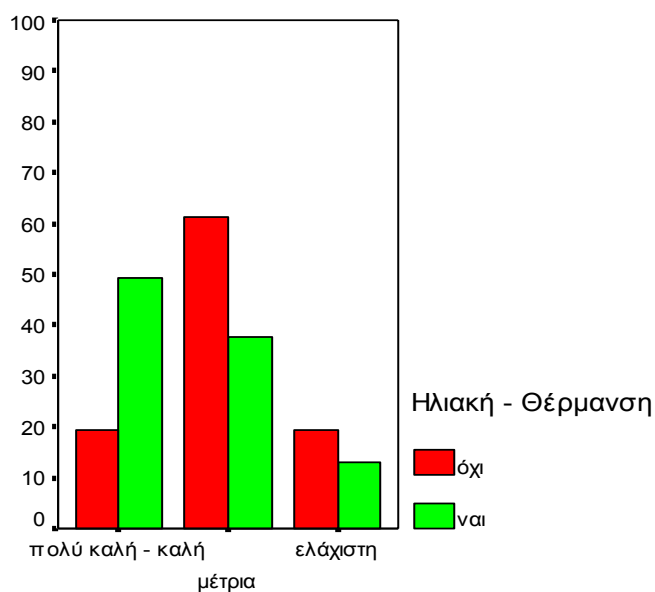


Ενημέρωση για θέματα περιβάλλοντος

Σχήμα 11.18: Συσχέτιση της ενημέρωσης των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος με τη θέρμανση των χώρων ως εφαρμογή των Α.Π.Ε.

Η επόμενη μεταβλητή που βρέθηκε να βρίσκεται σε συσχέτιση με το επίπεδο ενημέρωσης των ερωτώμενων είναι η θέρμανση χώρων αλλά ως εφαρμογή τώρα της ηλιακής ενέργειας. Για μια ακόμη φορά η συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των μεταβλητών είναι πολύ καλή αφού το $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,001$ και $\alpha = 0,001$) και συνεπώς απορρίπτεται η υπόθεση ανεξαρτησίας των μεταβλητών σε επίπεδο 1%.

Από το Σχήμα 11.19 παρατηρείται για ακόμη μια φορά ο σημαντικός ρόλος που παίζει η ενημέρωση που έχουν οι ερωτώμενοι για θέματα περιβάλλοντος.



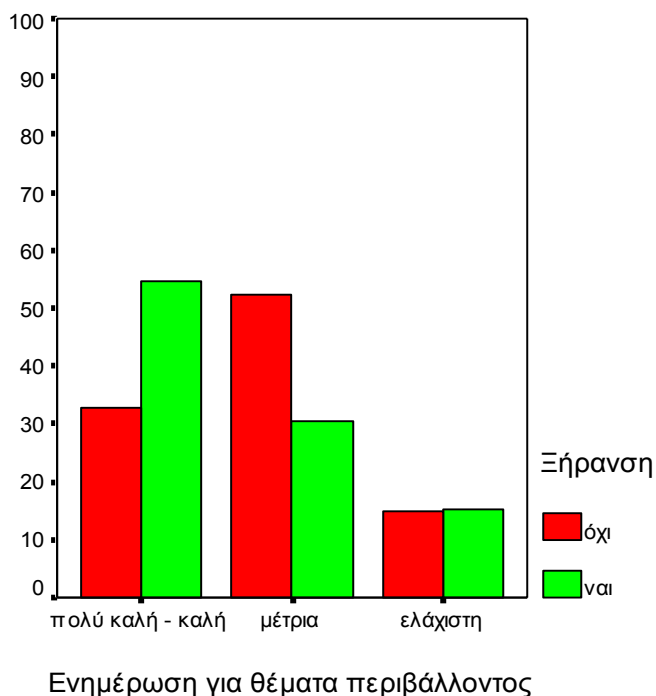
Ενημέρωση για θέματα περιβάλλοντος

Σχήμα 11.19: Συσχέτιση της ενημέρωσης των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος με τη θέρμανση των χώρων ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

Τα άτομα με πολύ καλή ή καλή ενημέρωση έδωσαν για ακόμη μια φορά τις περισσότερες σωστές απαντήσεις στη συγκεκριμένη ερώτηση του ερωτηματολογίου. Στην εφαρμογή αυτή οι άλλες δύο κατηγορίες δεν έκαναν στην πλειοψηφία τους σωστές επιλογές.

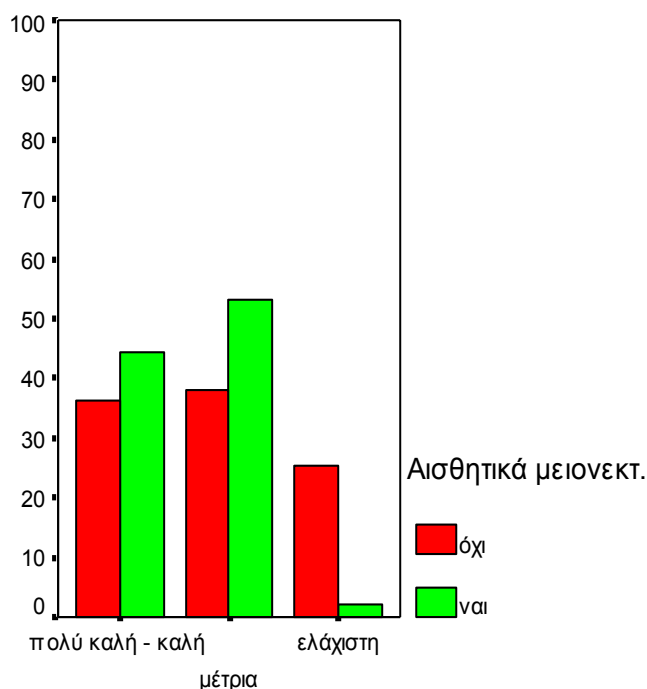
Ακόμη μια εφαρμογή της ερώτησης 13 παρουσιάζει συσχέτιση με το επίπεδο ενημέρωσης των ερωτώμενων. Πρόκειται για την ξήρανση αγροτικών προϊόντων η οποία είναι μια εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας. Το Σχήμα 11.20 παρουσιάζει τη συσχέτιση που βρέθηκε μεταξύ της ξήρανσης ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας και του επιπέδου ενημέρωσης. Καθώς το $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,083$ και $\alpha = 0,10$) απορρίπτεται η υπόθεση ανεξαρτησίας σε επίπεδο 10% και παρατηρείται ότι η συσχέτιση των μεταβλητών δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη.

Στο Σχήμα 11.20 δίνονται τα ποσοστά που συγκέντρωσε κάθε ομάδα από τις επιλογές της. Έτσι παρατηρείται για ακόμη μια φορά το μεγάλο ποσοστό των σωστών απαντήσεων που έδωσε η ομάδα των ατόμων με την πολύ καλή και καλή ενημέρωση σε θέματα περιβάλλοντος. Άρα και οι εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας καθώς και των Α.Π.Ε. είναι πιο γνωστές σε όσους δηλώνουν πιο ευαισθητοποιημένοι για το περιβάλλον.



Σχήμα 11.20: Συσχέτιση της ενημέρωσης των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος με την ξήρανση ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας

Η επόμενη συσχέτιση που παρατηρήθηκε δίνεται στο Σχήμα 11.21. Έχοντας $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,005$ και $\alpha = 0,01$) η υπόθεση της ανεξαρτησίας απορρίπτεται σε επίπεδο μόλις 1%.



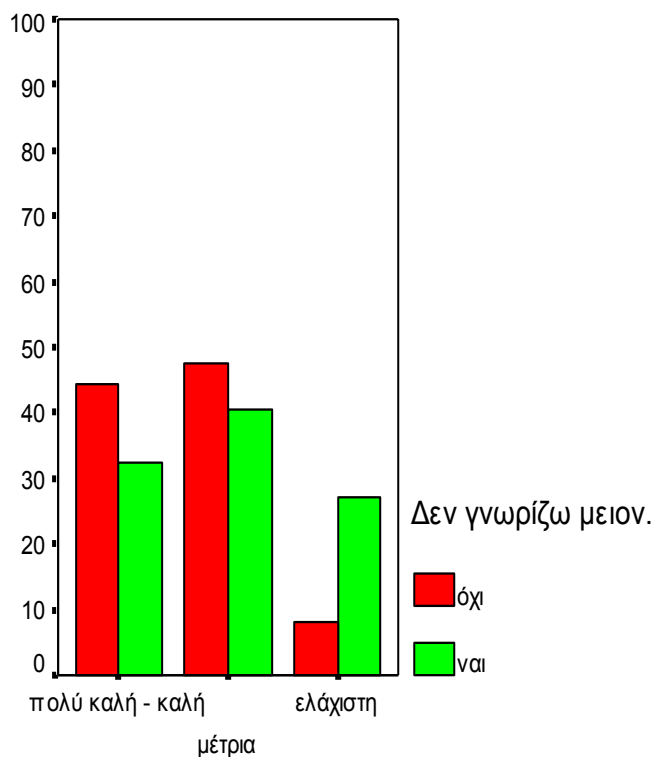
Ενημέρωση για θέματα περιβάλλοντος

Σχήμα 11.21: Συσχέτιση της ενημέρωσης των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος με το μειονέκτημα ότι οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν αισθητικά προβλήματα

Η παραπάνω συσχέτιση αφορά τη σχέση που παρουσιάζει το ποσοστό ενημέρωσης των ερωτώμενων σχετικά με τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι Α.Π.Ε. και συγκεκριμένα με την εμφάνιση αισθητικών προβλημάτων στην περιοχή όπου υπάρχουν εγκαταστάσεις τους. Στην ερώτηση αυτή παρατηρείται από το Σχήμα 11.21 ότι τις πιο πολλές επιλογές στο μειονέκτημα αυτό τις έχουν κάνει τα άτομα με μέτρια ενημέρωση. Φαίνεται συνεπώς από το γεγονός αυτό ότι τα άτομα αυτά θεωρούν πιο σημαντικά τα αισθητικά προβλήματα που εμφανίζονται από ότι οι άλλες ομάδες ατόμων.

Η τελευταία συσχέτιση με το επίπεδο ενημέρωσης προκύπτει με την επιλογή των ερωτώμενων στην ερώτηση 15. Πρόκειται για την επιλογή του "δεν γνωρίζω" τα μειονεκτήματα των Α.Π.Ε. Με $p - value < \alpha$ ($p - value = 0,034$ και $\alpha = 0,05$) η υπόθεση ανεξαρτησίας των μεταβλητών απορρίπτεται σε επίπεδο 5%.

Από το Σχήμα 11.22 και την τιμή του $p - value$ προκύπτει ότι υπάρχει μέτρια συσχέτιση της άγνοιας για την ύπαρξη μειονεκτημάτων με την ομάδα ατόμων που έχουν ελάχιστη ενημέρωση. Συνεπώς συμπεραίνεται ότι όσοι έχουν καλή ενημέρωση γνωρίζουν ότι οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν κάποια μειονεκτήματα.



Ενημέρωση για θέματα περιβάλλοντος

Σχήμα 11.22: Συσχέτιση της ενημέρωσης των ερωτώμενων σε θέματα περιβάλλοντος με την επιλογή "δεν γνωρίζω μειονεκτήματα των Α.Π.Ε."

Από τη μελέτη των συσχετίσεων που βρέθηκαν με το επίπεδο εκπαίδευσης συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των σωστών επιλογών και απαντήσεων τις έδωσαν τα άτομα με πολύ καλό ή καλό επίπεδο ενημέρωσης σε θέματα περιβάλλοντος. Συνεπώς το επίπεδο ενημέρωσης για το περιβάλλον παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη γνώση θεμάτων σχετικών με τις ανανεώσιμες πηγές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

12.1 Γενικά συμπεράσματα

Από τη μελέτη των βιβλιογραφικών πηγών και την έρευνα πεδίου που διενεργήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα που βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση του ρόλου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αττική.

Μέσα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει πως η χρήση των ορυκτών καυσίμων οδήγησε σε ιδιαίτερα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η ρύπανση του περιβάλλοντος αλλά και η κατασπατάληση των πηγών ενέργειας αποτέλεσαν συνεπώς την κυριότερη αιτία της στροφής προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπάρχουν σε αφθονία στο περιβάλλον, ενώ παρουσιάζουν τις λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις υπόλοιπες συμβατικές πηγές ενέργειας. Αποτελούν δηλαδή μια αποτελεσματική εναλλακτική λύση στο περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Διαπιστώνεται πως οι εφαρμογές των Α.Π.Ε. βρίσκουν χρήση σε μεγάλο φάσμα τομέων, όπως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στη θέρμανση χώρων, στη γεωργία, στη παραγωγή ζεστού νερού. Σύμφωνα με τις προβλέψεις στα μέσα του εικοστού αιώνα οι Α.Π.Ε. θα καλύπτουν τα 3/5 της παγκόσμιας αγοράς ηλεκτρισμού και τα 2/5 των καυσίμων που ζητούνται για άμεση χρήση. Επιπλέον, κατά το έτος 2050, οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα έχουν μειωθεί κατά 75% των επιπέδων του 1985.

Εκτός από τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της κατασπατάλησης των ορυκτών αποθεμάτων ενέργειας, οι Α.Π.Ε. προωθούν την οικονομική ανάπτυξη και την απασχόληση ιδίως στις περιφέρειες, βοηθώντας παράλληλα και στην αποκέντρωση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όμως δεν είναι πανάκεια. Εμφανίζουν και αρνητικές επιπτώσεις. Συγκεκριμένα μια εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να προκαλέσει ακόμη και περιβαλλοντικά προβλήματα όταν δεν έχει σχεδιαστεί σωστά (για παράδειγμα εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρισμού από τη γεωθερμική και την υδροηλεκτρική ενέργεια). Επίσης σημαντικό μειονέκτημα των Α.Π.Ε. αποτελεί και ο μικρός ρυθμός απόδοσης του αρχικού επενδεδυμένου κεφαλαίου.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ως προτεραιότητα την αυξανόμενη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η συνεισφορά τους στη συνολική παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει άνοδο. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεραίνεται ότι γίνεται ως επί το πλείστον από την υδροηλεκτρική ενέργεια και την ακολουθεί η βιομάζα, η αιολική και η γεωθερμία. Συνεπώς η πιο διαδεδομένη και ανεπτυγμένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην Ε.Ε. είναι η υδροηλεκτρική.

Στην περίπτωση της Ελλάδας, χώρας ιδιαίτερα ευνοημένης για χρήση Α.Π.Ε. εξαιτίας του κλίματος, η συμμετοχή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας ανέρχεται γύρω στο 4% της συνολικής ζήτησης.

Με βάση τις έρευνες που έχουν διενεργηθεί διαπιστώνεται ότι η ηλιακή ενέργεια οδηγεί στις λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ακολουθούν η αιολική ενέργεια, η ενέργεια των κυμάτων, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η βιομάζα και η γεωθερμία.

12.2 Συμπεράσματα της έρευνας πεδίου

Λαμβάνοντας υπόψη τις απαντήσεις των ερωτηθέντων συμπεραίνεται πως η πιο γνωστή Α.Π.Ε. μεταξύ των κατοίκων του νομού Αττικής είναι η ηλιακή ενέργεια, καθώς πάνω από το 80% του πληθυσμού τη γνωρίζει και τη συμπεριλαμβάνει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Άλλωστε και από τη βιβλιογραφική μελέτη αποδεικνύεται ότι η ηλιακή ενέργεια στην Ελλάδα είναι ευρέως γνωστή και χρησιμοποιούμενη. Συγκεκριμένα σημειώνεται ότι η Ελλάδα είναι μια από τις επιτυχημένες χώρες παγκοσμίως στη χρήση ενεργητικών θερμικών συστημάτων.

Παρά το γεγονός ότι η αγορά ηλιακών θερμικών συστημάτων ξεκίνησε να αναπτύσσεται εδώ και τριάντα χρόνια και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζεστού νερού, τα αποτελέσματα της στατιστικής έρευνας έδειξαν ότι μόλις το 69% του δείγματος γνωρίζει ότι η παραγωγή ζεστού νερού αποτελεί χρήση των ανανεώσιμων πηγών και ειδικότερα εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας.

Η πιο διαδεδομένη χρήση των Α.Π.Ε. συμπεραίνεται πως είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το 91% των ατόμων την επέλεξε μεταξύ των υπολοίπων χρήσεων που δίνονται, παρόλο που στην Ελλάδα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις Α.Π.Ε. δεν είναι χρήση τόσο ανεπτυγμένη όσο η παραγωγή ζεστού νερού από τους ηλιακούς θερμοσίφωνες.

Οι κάτοικοι του νομού Αττικής φαίνεται πως είναι ενήμεροι σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις που εμφανίζουν τα ορυκτά καύσιμα, αφού το 91% των ερωτηθέντων δήλωσε πως τα ορυκτά καύσιμα εμφανίζουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις με κυριότερη τα υψηλά επίπεδα ρύπανσης που προκαλούν και την εξάρτηση της χώρας από εισαγωγές να ακολουθεί.

Το σύνολο σχεδόν των κατοίκων αυτού του νομού θα χρησιμοποιούσε τις Α.Π.Ε. προκειμένου να μειωθούν οι αρνητικές επιδράσεις από τη χρήση των υπολοίπων μορφών ενέργειας.

Μέσα από τα στοιχεία της βιβλιογραφίας φαίνεται πως η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια αύξηση της τάξης του 68% (Eurostat, 2002). Παρά το γεγονός όμως ότι στην περιοχή της Αττικής υπάρχει αιολικό πάρκο, με βάση τις απαντήσεις των κατοίκων συμπεραίνεται ότι μόνο το 30% αυτών δήλωσε πως το γνωρίζει. Παρά όμως το ποσοστό αυτό, το σύνολο των κατοίκων υποστηρίζει πως οι ανεμογεννήτριες παρουσιάζουν μειονεκτήματα με κυριότερο τα αισθητικά προβλήματα που μπορεί να προκληθούν από την εγκατάσταση. Όμως αν και γνωρίζουν την ύπαρξη αρνητικών επιπτώσεων, το 74% του πληθυσμού θα δεχόταν την εγκατάσταση αιολικού πάρκου στην περιοχή του.

Στο συμπέρασμα αυτό έχουν καταλήξει και έρευνες που έχουν γίνει σε χώρες με ιδιαίτερη ανάπτυξη του τομέα της αιολικής ενέργειας (Δανία). Έχει διαπιστωθεί ότι οι κάτοικοι εμφανίζουν το σύνδρομο N.I.M.B.Y. (Not In My Back Yard), φοβούμενοι τα αρνητικά αποτελέσματα της αιολικής ενέργειας (οπτική και ηχητική ρύπανση, δυσμενής επιρροή στη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής). Όπως όμως συμβαίνει και στην περίπτωση της Αττικής, οι κάτοικοι συμφωνούν τελικά με την αιολική εγκατάσταση και διαπιστώνουν μετά την εγκατάσταση πως τα αρνητικά αποτελέσματα δεν είναι τόσο μεγάλης έκτασης.

Από τη συσχέτιση του φύλου των ερωτηθέντων με τις απαντήσεις που δόθηκαν από αυτούς συμπεραίνεται γενικότερα πως οι γυναίκες δεν διαθέτουν αρκετές γνώσεις για τις Α.Π.Ε. σε σύγκριση με τους άντρες. Πιο συγκεκριμένα θεωρούν λανθασμένα πως το φυσικό αέριο ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτών επιλέγει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας.

Στην ερώτηση όμως εάν οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι θετικές απαντήσεις των γυναικών είναι περισσότερες από αυτές των ανδρών.

Στη συσχέτιση με την ηλικία παρατηρείται ότι άτομα με ηλικία 29 - 48 ετών επιλέγουν το φυσικό αέριο ως μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Το μορφωτικό επίπεδο των κατοίκων συμπεραίνεται πως επηρεάζει σε κάποιο βαθμό τις επιλογές τους. Συγκεκριμένα σημειώνεται πως άτομα με τριτοβάθμια εκπαίδευση έδωσαν τις περισσότερες σωστές απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Όπως ήταν αναμενόμενο τα άτομα με πολύ καλή ενημέρωση στα περιβαλλοντικά θέματα συμπεραίνεται από τα ποσοστά πως έκαναν τις σωστές επιλογές στο ερωτηματολόγιο.

Από τα παραπάνω συμπεράσματα προκύπτει ότι η διάδοση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βασίζεται αρχικά στην αποδοχή τους από τους ίδιους τους πολίτες. Για να πραγματοποιηθεί όμως κάτι τέτοιο θα πρέπει να γίνουν γνωστές τόσο οι θετικές όσο και οι αρνητικές επιπτώσεις που παρουσιάζουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η παροχή αυτών των πληροφοριών είναι δυνατόν να γίνει μέσω διαφημιστικής καμπάνιας στα μέσα μαζικής ενημέρωσης αλλά κυρίως μέσω της εκπαίδευσης ώστε να γίνει βίωμα των παιδιών η σπουδαιότητα της φροντίδας του περιβάλλοντος που μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Για τη βελτίωση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν οι Α.Π.Ε. τα κράτη θα πρέπει να χρηματοδοτούν προγράμματα για την έρευνα στις Α.Π.Ε. Ενώ τέλος με τη χορήγηση επιδοτήσεων στους καταναλωτές θα κάνουν την εγκατάσταση και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πιο προσιτή σε μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. Αγόρης Δ., Τίγκας Κ., Κίλιας Κ., Μορφιαδάκης Ε., Χαβιαρόπουλος Π., (2002), Αιολικό και μικρό – υδροηλεκτρικό δυναμικό στην Ελλάδα – Δυνατότητες οικονομικής εκμετάλλευσης, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου “Ενέργεια 2002”.
2. Αλεξάκης Αλ., Αιολική ενέργεια – Φύση και πολιτισμός, εκδόσεις Μιχάλη Σιδέρη.
3. Αλεξανδρίδης Αντώνης Θ., Παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
4. Ανδρίτσος Ν., Καράμπελας Α. Ι., Φυτίκας Μ., (1999), Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση, τεχνικά προβλήματα, προοπτικές, Πρακτικά 6^{ου} Εθνικού Συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Βελτιστοποίηση ενεργειακών διεργασιών 3-5/11/99, τόμος Α’, εκδόσεις Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, Βόλος.
5. Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π., Καμπούρης Κ., Παπαμιχάλης Κ., Παπατσίμπα Λ., Χατζητσομπάνης Θ., (2003), Φυσική Γ’ Γυμνασίου, ΟΕΔΒ, ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
6. Γεωργόπουλος Α., (1996), Γη, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα
7. Γκούμας Θ. & Καραλής Γ., (1993), Νέες ενεργειακές τεχνολογίες και περιβαλλοντικές επιπτώσεις – Η συμβολή του προγράμματος THERMIE και των οργανισμών ΟΠΕΤ, Πρακτικά 1^{ης} Διεθνούς Έκθεσης και Συνεδρίου για την τεχνολογία περιβάλλοντος 1-4/04/93, Heleco, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
8. Δέλιου Ε., (2002), Γεωθερμία, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου “Ενέργεια 2002”.
9. Δρακάτος Π. / Καλαβρουζιώτης Ι. Κ., (2002), Ρύπανση περιβάλλοντος: κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις, Πρακτικά Προσυνεδρίου Κοζάνης του παγκόσμιου συνεδρίου Ενέργεια 2002.
10. Ευθυμίουπουλος Ηλ., (1996), Φόρος στην ενέργεια: οι αδικαιολόγητοι δισταγμοί της Ελλάδας, Ενέργεια και Περιβάλλον στη Βιομηχανική και Μεταβιομηχανική Κοινωνία, Κύκλος Δημοσίων Συζητήσεων, Επιμέλεια Μοδινός Μ., Έκδοση “Νέα Οικολογία” - Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς με την υποστήριξη της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Αθήνα.
11. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (1996), Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρωπαϊκή Ένωση – Λευκή Βίβλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.
12. Ζερβός Αρ., (1998), Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα, Πρακτικά εθνικού συνεδρίου “Η Εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Εθνικές Προτεραιότητες και Ευρωπαϊκή Στρατηγική 30/11 – 2/12/1998”, Επιμέλεια έκδοσης Ζέρβος Αρ., Ταμπάκη Κλ., ΕΜΠ, RENES, Αθήνα.
13. Κάλαφας Μ., Παραγωγή – Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας, 4^η έκδοση, εκδόσεις ΙΩΝ.
14. ΚΑΠΕ, (2001), Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία & Εφαρμογές στην Ελλάδα
15. Καράγγελος Ι., Γκίνης Α., Κανελλόπουλος Δ., Δέλιου Ε., Καλαγκιά Ε., (1993), Η συμβολή των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος – ελληνική πραγματικότητα, Πρακτικά 1^{ης} Διεθνούς Έκθεσης και Συνεδρίου για την τεχνολογία περιβάλλοντος 1-4/04/93, Heleco, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
16. Κοδοσάκης Δ. Ε., (1992), Διαχείριση Φυσικών Πόρων και Ενέργειας, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Πειραιάς.

17. Λαζαρέτου Θ., (2002), Περιβαλλοντικά προβλήματα και δίκαιο, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών, Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς, Αθήνα.
18. Λεμονής Γ., (2002), Κυματική ενέργεια στην Ευρώπη, Εθνικές δραστηριότητες και προοπτικές αξιοποίησης, Πρακτικά 7^{ου} εθνικού συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας Πάτρα 6-8/11/02, τόμος Β΄, Επιμέλεια Τσιλιγκιρίδης Γ. – Καούρης Ι, εκδόσεις Ινστιτούτου Ηλιακής Τεχνικής.
19. Λιβιεράτος Α. Δ., (1983), Το ενεργειακό πρόβλημα, απογραφή και ανάλυση, εκδόσεις Λάμδα, Αθήνα.
20. Μαντέλης Τ., Παπαστεφανάκης Δ., (2002), Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τοπικές κοινωνίες, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου "Ενέργεια 2002".
21. Μητούλα Ρ., (2003), Πολιτικές για εξοικονόμηση ενέργειας με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιφέρειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Πρακτικά 4^{ης} Διεθνούς Έκθεσης και Συνεδρίου για την τεχνολογία περιβάλλοντος, τόμος Γ΄, Heleco, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
22. Μιχαηλίδης Χρ., Λυκάκη – Σιάνου Α., Σταυρίδης Ν., (1993), Εισήγηση για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μεγάλων ΥΗΕ και τα απαιτούμενα επανορθωτικά μέτρα, Πρακτικά 1^{ης} Διεθνούς Έκθεσης και Συνεδρίου για την τεχνολογία περιβάλλοντος 1-4/04/93, Heleco, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
23. Μιχαλακάκος Γ., Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, (1998), Έρευνα για την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Ν. Αιγαίο: ασφαλάτωση, Αθήνα.
24. Μιχαλακάκος Γ., Νομίδης Δ., Ψυλόγλου Β., Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, (1998), Έρευνα για την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Ν. Αιγαίο: περιλήψεις, Αθήνα.
25. Μοιρασγέντης Σεβ., Κόλλας Γ., (1996), Οι επιπτώσεις των μικρών υδροηλεκτρικών έργων στο περιβάλλον, Πρακτικά 5^{ου} εθνικού συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας 6-8/11/96, Τόμος Β΄, Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, Εργαστήριο Ηλιακών και άλλων ενεργειακών συστημάτων ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", Αθήνα.
26. Μπαρμπέ Φιλίπ. Νέες Μορφές Ενέργειας, Εκδόσεις Α΄.
27. Μπάτρα Εύη, (2002), Γυναίκες και Ενέργεια, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου "Ενέργεια 2002".
28. Μπούσιος Αμ., (2002), Η αιολική ενέργεια, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου "Ενέργεια 2002".
29. Νικολέτου Χ., (1995), Η ατμοσφαιρική ρύπανση, Η μαύρη οικολογική βίβλος των ελληνικών οικοσυστημάτων, Ελληνικό Κέντρο Οικολογίας, Έκδοση Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς, Αθήνα.
30. Νομίδης Δ., Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, (1998), Έρευνα για την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Ν. Αιγαίο: Αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στα νησιά του Ν. Αιγαίου, Αθήνα.
31. Παπαγιαννάκης Λευτέρης, (1998), Ενέργεια και περιβάλλον: Προοπτικές για τη μείωση των εκπομπών CO₂ στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα, Αφιέρωμα στην Ενέργεια, Πολιτική, Τεχνολογία, Εκπαίδευση. Τιμητική έκδοση για τον ομότιμο καθηγητή του Ε.Μ.Π. Νίκο Κουμούτσο, εκδόσεις Μαυρομάτη, Αθήνα.
32. Παπαϊωάννου Δ., (1996), Πολιτικές αντιμετώπισης του "φαινομένου του θερμοκηπίου", Ενέργεια και Περιβάλλον στη Βιομηχανική και Μεταβιομηχανική Κοινωνία, Κύκλος Δημοσίων Συζητήσεων, Επιμέλεια Μοδινός Μ., Έκδοση "Νέα Οικολογία" - Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς με την υποστήριξη της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Αθήνα.

33. Παραδεισιάδης Ιορ., (2002), Η ηλιακή ενέργεια και η ελληνική βιομηχανία, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου "Ενέργεια 2002".
34. Παυλόπουλος Κ., (1997), Εφαρμοσμένη Οικολογία, Σημειώσεις Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, Αθήνα.
35. Πολίτης Γ., (1996), Είναι ο υδροηλεκτρισμός ήπια και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, Ενέργεια και Περιβάλλον στη Βιομηχανική και Μεταβιομηχανική Κοινωνία, Κύκλος Δημοσίων Συζητήσεων, Επιμέλεια Μοδινός Μ., Έκδοση "Νέα Οικολογία" - Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς με την υποστήριξη της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Αθήνα.
36. Προμπονάς Μ., (1996), Η έννοια της εντροπίας, η θερμική ρύπανση και τα όρια της ανάπτυξης, Ενέργεια και Περιβάλλον στη Βιομηχανική και Μεταβιομηχανική Κοινωνία, Κύκλος Δημοσίων Συζητήσεων, Επιμέλεια Μοδινός Μ., Έκδοση "Νέα Οικολογία" - Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς με την υποστήριξη της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Αθήνα.
37. Στατιστική Υπηρεσία, (2002), Στατιστική Επετηρίδα της Ελλάδας, Ενέργεια – ηλεκτρισμός – Φυσικό αέριο – νερό, Αθήνα.
38. Στεργιόπουλος Β., (1996), Μια ρεαλιστική ενεργειακή πολιτική: η μικροϋδροηλεκτρική αναπτυξιακή φάλαγγα, Πρακτικά 5^{ου} εθνικού συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας 6-8/11/96, Τόμος Β', Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, Εργαστήριο Ηλιακών και άλλων ενεργειακών συστημάτων ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", Αθήνα.
39. Σωτηρόπουλος Βλ. Α., (2002), Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μικρής και μεγάλης κλίμακας – σημερινή κατάσταση, προβλήματα, προοπτικές, Πρακτικά 7^{ου} εθνικού συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας Πάτρα 6-8/11/02, τόμος Α', Επιμέλεια Τσίλγκιριδής Γ. – Καούρης Ι, εκδόσεις Ινστιτούτου Ηλιακής Τεχνικής.
40. Τατσιόπουλος Η., Τόλης Αθ., (2002), Η ανάγκη και η οικονομία της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου "Ενέργεια 2002".
41. Τσατήρης Μ., (2002), Ενέργεια και Περιβάλλον, Εκδόσεις Τυπωθήτω / Γιώργος Δάρδανος, Αθήνα.
42. Υπηρεσία επίσημων εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, (2002), Ενέργεια: να ελέγξουμε την εξάρτησή μας.
43. Χατζηβασιλειάδης Ι., (2002), Ηλιακά συστήματα ενέργειας, Πρακτικά Προσυνεδρίου Εύβοιας του παγκόσμιου συνεδρίου "Ενέργεια 2002".
44. Χρυσικοπούλου Παν., (1995), Εισαγωγή στη Φυσική, Β' Μέρος, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
45. Ψυλόγλου Β, Ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Υπουργείο Αιγαίου, (1998), Έρευνα για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο Νότιο Αιγαίο: γεωθερμική ενέργεια, Αθήνα.
46. Ψωμάς Στ., (2003), Αιολική ενέργεια ή κλιματικές αλλαγές, έκδοση του ελληνικού γραφείου της Greenpeace.

B. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

1. Delyannis E. & Belessiotis V., (1996), A historical overview of renewable energies, Proceedings of the international Mediterranean Conference on Renewable Energy Sources for water production held on Santorini 10-12/06/96, Supported by the E.C.
2. European Commission, (1994), Η διακήρυξη της Μαδρίτης: Πρόγραμμα δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρώπη.

3. European Commission, (1999), Energy in Europe, European Union energy outlook to 2020, Directorate – General for energy, Special issue November 1999.
4. European Commission, (2002), Energy, Yearly Statistics Eurostat, Detailed Tables, Edition 2002.
5. European Commission & Eurostat, (2001), Collection of statistical data on Solar Energy Applications in Greece” Final Report by C.R.E.S - Department of Energy Information Systems
6. European Solar Thermal Industry Federation¹, (2003), Sun in Action II, A Solar Thermal Strategy for Europe, Volume 1, Market Overview, Perspectives and Strategy for Growth.
7. European Solar Thermal Industry Federation², (2003), Sun in Action II –A Solar Thermal Strategy for Europe, Volume 2, The Solar Thermal Sector Country by Country, 21 National Reports
8. Eurostat, (2002), Renewable energy sources statistics in the EU, Iceland and Norway, Data 1989 – 2000, Edition 2002.
9. Eurostat & European Commission, (2001), Integration – indicators for energy, Data 1985 – 1998, Edition 2001.
10. Ewers W. L., (1977), A biased guide by William L. Ewers, All about solar energy systems, water heaters, space heating and cooling swimming pool heating and other applications. Revised 2nd edition, Damns Books, Chicago.
11. Fytikas M., Andritsos N., Karydakis G., Kolios N., Mendrinou D., Papachristou M., (2000), Geothermal Exploration and Development Activities in Greece during 1995-1999, Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu - Tohoku, Japan, 28/05 – 10/06/2000.
12. Greenpeace, (1992), Η Οικονομία του Πετρελαίου: Η Παγκόσμια Αγορά του Πετρελαίου, Αθήνα.
13. Greenpeace, (1994), Ενέργεια, η μεγάλη στροφή: εξοικονόμηση και ήπιες πηγές ενέργειας, Αθήνα.
14. Hinrichs R. A., Energy, its use and the environment, Saunders College Publishing.
15. International Energy Association, (2001), Wind Energy Annual Report for 2001.
16. Johansson Th. B., Global warming and renewable energy: Potential and Policy approaches, Yoichi Kaya & Keiichi Yokobori, Environment, Energy and Economy, Strategies for Sustainability, United Nations, University Press.
17. Kahn James R., (1998), The Economic Approach to Environmental and Natural Resources, The Dryden Press.
18. Karlin Eric F., Makofske William J. & Horowitz Howard, Υδροανάπτυξη στο Τεχνολογία και Παγκόσμια Περιβαλλοντικά Προβλήματα των Makofske William J. & Karlin Eric F., Εκδόσεις Ιών, Ramapo College of New Jersey
19. Mather A. S. & Chapman K., Environmental Resources, Longman.
20. Makofske William J. & Karlin Eric F., Τεχνολογία και Παγκόσμια Περιβαλλοντικά Προβλήματα, Εκδόσεις Ιών, Ramapo College of New Jersey.
21. Miller Tyler G. Jr.,¹ (1999), Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών, Τόμος Α', Εκδόσεις "Ιών".
22. Miller Tyler G. Jr.,² (1999), Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών, Τόμος Β', Εκδόσεις "Ιών".
23. Nebel Bernard J. & Wright Richard T., Environmental Science, The way the world works, 7th edition, Prentice Hall.
24. Sørensen B., (2000), Renewable Energy Sources, Its physics, engineering, environmental impacts, economics & planning, Second Edition, Academic Press
25. World Energy Council, (1994), New renewable energy sources, Kogan Page

26. Yoichi Kaya & Keiichi Yokobori, Environment, Energy and Economy, Strategies for Sustainability, United Nations, University Press.

Γ. ΑΡΘΡΑ

1. Καναβάκης Γ., (2002), Τι είναι γεωθερμική ενέργεια, Περιοδικό "Δαίμων της οικολογίας", Έκδοση της κυριακάτικης Αυγής, τεύχος 15, Μάιος 2002.
2. Καραβασίλη Μ., (1998), Ενέργεια και Περιβάλλον, Στρατηγικές και μέσα για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης, Αφιέρωμα Ενέργεια, Περιοδικό "Νέα Οικολογία", Απρίλιος 1998, Τεύχος 162.
3. Λοβέρδου Σ., (2002), Ο Αίολος φυσούσε υπέροχα, Περιοδικό Ενέργεια Τεύχος 72, Δεκέμβριος – Ιανουάριος 2002.
4. Μαρινόπουλος Ν., (2002), Ουδείς αναντικατάστατος, περιοδικό RAM, τεύχος 183, Αύγουστος – Σεπτέμβριος 2004.
5. Σημαντώνη Μ., (1998), Ο ρόλος του ΚΑΠΕ στην ένταξη των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα, Αφιέρωμα Ενέργεια, Περιοδικό "Νέα Οικολογία", Απρίλιος 1998, Τεύχος 162.
6. Τζαναβάρα Χ., (2002), Κραυγή, Απειλείται με ερημοποίηση το 70% της γης, Ελευθεροτυπία, Σάββατο 24 Αυγούστου 2002.
7. Focus, (2004), Ας εστιάσουμε στην ηλιακή ενέργεια, 04/2004.
8. Knott Miscelle, (2003), Δαμάζοντας τα κύματα, Τεχνολογία – Βήμα Science, 28/09/2003.
9. Argiriou A. A., Mirasgedis S., (2003), The solar thermal market in Greece - review and perspectives, Renewable and Sustainable Energy Reviews 7.
10. Carella Roberto, (2001), The future of European geothermal energy: EGEC and the Ferrara Declaration, Renewable Energy, volume 24, number 3-4, November – December 2001.
11. Cosmi C., Macchiato M., Mangiamele L., Marmo G., Pietrapertosa F., Salvia M., (2003), Environmental and economic effects of renewable energy sources use on a local case study, Energy Policy 31, Number 5, April 2003.
12. Kaldellis J.K., (2004), Investigation of Greek wind energy market time-evolution, Energy Policy 32
13. Klass D. L., (2003), A critical assessment of renewable energy usage in the USA, Energy Policy 31, 2003.
14. Krohn Soren & Damborg Steffen, (1999), On Public Attitudes Towards Wind Power, Renewable Energy 16.
15. Power, (2002), High – tech wind turbines hit the high seas, Power March/April 2002.
16. Solar Thermal Barometer, (2003), 34 m² for 1000 Europeans, n°155, June 2003
17. Wolsink Maarten, (2000), Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support, Renewable Energy 21

Δ. ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. Γεωθερμική Ενέργεια:
<http://1gym-ag-parask.att.sch.gr/environment/iliako/energy/iliaki/index.htm>
2. Η αγορά ενέργειας στην Ελλάδα ICAP / Δήλος:
http://www.energia.gr/Meleti_icap/kef1.pdf

3. Η αγορά ενέργειας στην Ελλάδα ICAP / Δήλος:
http://www.energia.gr/Meleti_icap/kef7.pdf
4. Η ηλιακή ενέργεια στην Ευρώπη:
http://www.ebhe.gr/library/ESIF_Leaflet_gr.pdf
5. Ηλιακή Ενέργεια:
<http://1gym-ag.prask.att.sch.gr/environment/iliako/energy/iliaki/index.htm>
6. Λεξικό όρων:
<http://www.spitia.gr/greek/greek.htm>
7. Ρόλος της EBHE:
<http://www.ebhe.gr/pages/greek/r>
8. BP Statistical Review Of World Energy June 2004
http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/publications/energy_reviews/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_rview_of_world_energy_full_report_2004.pdf
9. Solar Energy:
http://www.bp.com/lineassets/bp_internet/globabp/STAGING/global_assets/downloads/T/Table_of_cumulative_installed_photovoltaic_power.pdf
10. Tidal Energy:
<http://www.iclei.org/EFACTS/TIDAL.HTM>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός ερωτηματολογίου

1) Φύλλο:

Ανδρας ☐

Γυναίκα ☐

2) Ηλικία:

<18 ☐

18 – 28 ☐

28 – 38 ☐

38 – 48 ☐

48 – 58 ☐

>58 ☐

3) Επίπεδο εκπαίδευσης:

Απόφοιτος Δημοτικού ☐

Απόφοιτος Γυμνασίου ☐

Απόφοιτος Λυκείου ☐

Απόφοιτος Α.Ε.Ι. / Τ.Ε.Ι. ☐

4) Πως χαρακτηρίζετε την ενημέρωσή σας για θέματα περιβάλλοντος;

Πολύ καλή ☐

Καλή ☐

Μέτρια ☐

Ελάχιστη ☐

Ανύπαρκτη ☐

**5) Ποιες από τις παρακάτω πηγές ενέργειας γνωρίζετε να είναι ανανεώσιμες;
(επιλέξτε όλες όσες γνωρίζετε)**

Λιγνίτης ☐

Ενέργεια των κυμάτων ☐

Πετρέλαιο ☐

Ηλιακή ☐

Βιομάζα ☐

Γεωθερμική ☐

Αιολική	☐	Φυσικό Αέριο	☐
Πυρηνική	☐	Υδροηλεκτρική	☐
Καμία	☐		

6) Που χρησιμοποιούνται οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.);
(επιλέξτε όλες τις χρήσεις που γνωρίζετε)

Θέρμανση χώρων	☐
Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	☐
Γεωργία	☐
Παραγωγή ζεστού νερού	☐
Αφαλάτωση	☐
Παραγωγή πυρηνικής ενέργειας	☐
Τηλεθέρμανση	☐
Δεν γνωρίζω καμία χρήση	☐

7) Γνωρίζετε εάν υπάρχουν εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. στην Ελλάδα;

Ναι, υπάρχουν	☐
Όχι, δεν υπάρχουν	☐
Δεν γνωρίζω	☐

8) Γνωρίζετε αν τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο, ουράνιο) παρουσιάζουν μειονεκτήματα;

Ναι, έχουν	☐
Όχι, δεν έχουν	☐
Δεν γνωρίζω	☐

9) Εάν ναι, γνωρίζετε τα μειονεκτήματα των ορυκτών καυσίμων;
(επιλέξτε όλα όσα γνωρίζετε)

Αυξημένο κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές	☐
Υψηλά επίπεδα ρύπανσης περιβάλλοντος	☐
Εξάλειψη φυσικών πόρων	☐
Εξάρτηση της χώρας από εισαγωγές	☐

10) Θα χρησιμοποιούσατε τις εφαρμογές των Α.Π.Ε. προκειμένου να μειώσετε τα αρνητικά αποτελέσματα που έχουν τα ορυκτά καύσιμα;

Ναι	☐
-----	--------------------------

Όχι ☐

11) Έχετε εγκατεστημένο ηλιακό θερμοσίφωνα;

Ναι ☐

Όχι ☐

Δεν γνωρίζω ☐

12) Τι ποσοστό των ελληνικών νοικοκυριών πιστεύετε ότι διαθέτουν ηλιακό θερμοσίφωνα;

(επιλέξτε την απάντηση που θεωρείτε σωστή)

20% ☐

50% ☐

90% ☐

Δεν γνωρίζω ☐

13) Γνωρίζετε τις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας;

(επιλέξτε όσες γνωρίζετε)

Θέρμανση χώρων ☐

Θέρμανση νερού ☐

Θερμοκήπια ☐

Ξήρανση ☐

Θερμότητα για εφαρμογές στη βιομηχανία ☐

Αφαλάτωση ☐

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ☐

Δεν γνωρίζω ☐

14) Γνωρίζετε εάν υπάρχουν εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας στην περιοχή της Αττικής;

Ναι ☐

Όχι ☐

Δεν γνωρίζω ☐

15) Γνωρίζετε ποια είναι τα μειονεκτήματα που μπορεί να προκύψουν από τις ανεμογεννήτριες ενός αιολικού πάρκου;

(επιλέξτε όσα γνωρίζετε)

Αισθητικά προβλήματα

☐

Μεγάλη παραγωγή στερεών αποβλήτων

☐

Προβλήματα ηχορύπανσης από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών

☐

Δυσμενείς επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα της περιοχής

☐

Δημιουργία ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών

☐

Έκλυση καυσαερίων

☐

Δεν γνωρίζω

☐

16) Θα δεχόσασταν να εγκατασταθεί αιολικό πάρκο στην περιοχή σας παρόλα τα αισθητικά προβλήματα που θα μπορούσαν να συνεπάγονται της δημιουργίας του;

Ναι ☐

Όχι ☐

17) Εάν ναι, τότε:

Εάν είχα αποδείξεις ότι είναι πραγματικά χρήσιμο

☐

Εάν δεν είχα αποδείξεις ότι είναι πραγματικά χρήσιμο

☐

18) Γνωρίζετε εάν οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν μειονεκτήματα;

Ναι, έχουν ☐

Όχι, δεν έχουν ☐

Δεν γνωρίζω ☐

19) Εάν ναι, γνωρίζετε τα μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.;

(επιλέξτε όλα όσα γνωρίζετε)

Απαιτούν πολύ χώρο σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας

☐

Δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστικές

☐

Δεν είναι δυνατόν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες από μόνες τους

☐

Σε μεγάλο βαθμό εξαρτούνται από τις καιρικές συνθήκες

☐

Κατά περίπτωση, παρουσιάζουν παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (μεταφορά ραδιοϊσοτόπων από το εσωτερικό της γης στην επιφάνεια, υποβάθμιση οικοσυστημάτων κλπ)

☐

20) Γνωρίζετε εάν έχει απελευθερωθεί η ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας;

Ναι, έχει απελευθερωθεί ☐

Όχι, δεν έχει απελευθερωθεί ☐

Δεν γνωρίζω ☐

21) Εάν ναι, ποιος φορέας είναι αρμόδιος για την ελληνική αγορά ενέργειας;

Υπουργείο Ανάπτυξης ☐

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) ☐

Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ) ☐

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε. (ΔΕΗ) ☐

22) Γνωρίζετε για το τέλος Α.Π.Ε. που επιβλήθηκε από τη Δ.Ε.Η.;

Ναι, το γνωρίζω ☐

Όχι, δε το γνωρίζω ☐

23) Εάν ναι, τότε:

Συμφωνώ με την επιβολή του ☐

Δεν συμφωνώ με τη επιβολή του ☐

24) Εάν όχι, τότε

Συμφωνώ με την επιβολή του ☐

Δεν συμφωνώ με την επιβολή του ☐

Ευχαριστώ πολύ