



**Τ.Ε.Ι. Κρήτης**  
Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος



---

**ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΟΙ  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ**

---



**ΦΩΤΙΑΣ ΑΝΤΩΝΗΣ**

*Επιβλέπων Καθηγητής  
Εμμανουήλ Καραπιδάκης*

Χαγιά 2008

*Με την εκπόνηση της παρούσας  
διπλωματικής εργασίας ολοκληρώνονται  
οι σπουδές μου στο Τμήμα Φυσικών Πόρων  
& Περιβάλλοντος του ΤΕΙ Κρήτης .*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον  
επίκουρο καθηγητή κ. Εμμανουήλ  
Καραλιδάκη, για την αμέριστη βοήθεια  
και συμπαράσταση που μου έδειξε  
σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της  
παρούσας εργασίας, καθώς και τους  
υπόλοιπους καθηγητές που γνωρίσα  
και συνεργαστήκα μαζί τους στα  
πλαίσια των σπουδών μου .*

*Με εκτίμηση*

**ΦΩΤΙΑΣ ΑΝΤΩΝΗΣ**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εξετάστηκε ο τρόπος και η διαχείριση της παραγόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη. Η επιλογή του συγκεκριμένου τοπικού Ελληνικού νησιού έγινε καθώς είναι ενεργειακά Αυτόνομο Σύστημα.

Η παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη γίνεται κατά κύριο λόγο από συμβατικά καύσιμα με μηχανές παλιάς τεχνολογίας και χαμηλού βαθμού απόδοσης, με αποτέλεσμα τη σημαντική ρύπανση του περιβάλλοντος και το υψηλό κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ΔΕΗ.

Οι Μελέτες που έχουν γίνει στην Κρήτη για την δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων και ηλιοθερμικών σταθμών βαίνουν σε στο τελικό τους στάδιο, γεγονός είναι ότι σε ορισμένα φωτοβολταϊκά πάρκα έχει ξεκινήσει η υλοποίηση τους.

Η εισαγωγή των συστημάτων Α.Π.Ε. στο ενεργειακό δίκτυο της Κρήτης θα οδηγήσει σε σημαντική περιφερειακή ανάπτυξη, καθώς τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται σε απομακρυσμένες περιοχές, που συνήθως δεν έχουν ή έχουν λίγους άλλους πλουτοπαραγωγικούς πόρους.

## **ABSTRACT**

This thesis examines the implementation and the management of the power system in the island of Crete. The specific island was chosen because it comprises an autonomous power system.

Electricity production in Crete is primarily coming from non modern conventional generators that present low efficiency, resulting in significant environmental pollution and high cost of produced electricity.

Several studies aiming to install photovoltaic parks and solar thermal plants in Crete are going into their final stages, while the implementation for a significant number of photovoltaic parks has already begun.

The introduction of Renewable Energy Sources (RES) technologies in the power system of Crete will lead to a significant development, since these systems are installed in remote areas, which usually have few other resources to exploit.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ.....</b>	<b>12</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>12</b>
Περί ενέργειας.....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας.....</b>	<b>16</b>
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Ηλιακή Ενέργεια.....</b>	<b>19</b>
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	19
2.2 Ο Ήλιος .....	18
2.3 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα .....	20
2.3.1 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα στην Κρήτη.....	21
2.3.2 Περιβαλλοντικά και Χωροταξικά Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων.....	23
2.3.3 Κόστος Εγκατάστασης - Λειτουργίας Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων.....	23
2.4 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.....	23
2.4.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα στην Κρήτη.....	25
2.5 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα.....	26
2.5.1 Λειτουργία οικιακών συσκευών από φωτοβολταϊκά στοιχεία Πλεονεκτήματα -- Μειονεκτήματα .....	29
2.5.2 Προϋποθέσεις κτηρίων για την εγκατάσταση Φ/Β.....	30
2.5.3 Παραδείγματα ενδεικτικών εφαρμογών.....	30
2.5.4 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα στην Κρήτη.....	31

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Αιολική Ενέργεια.....33**

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	33
3.2 Εφαρμογές - Ωφέλειες .....	33
3.3 Αιολικά Πάρκα .....	37
3.3.1 Κριτήρια για την κατάλληλη θέση ενός Αιολικού Πάρκου .....	40
3.4 Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα .....	40

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Βιομάζα.....43**

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	43
4.2 Καύσιμα Βιομάζας.....	42
4.3 Παραγωγή Βιομάζας.....	43
4.4 Χρήση Βιοκαυσίμων στις Μεταφορές.....	44
4.5 Γενική Χρήση Βιοκαυσίμων .....	45
4.6 Μετατροπή Βιομάζας σε Ενέργεια .....	46
4.7 Συμπαράγωγή.....	47
4.8 Συστήματα Παραγωγής Ενέργειας από Απορρίμματα .....	48
4.8.1 Υπολείμματα Συγκομιδής και Ξήρανση Δημητριακών	48
4.9 Πηγές Βιομάζας.....	50
4.10 Ενεργειακά Αγροκτήματα.....	50
4.10.1 Κόστος Καλλιέργειας Βιομάζας.....	51
4.10.2 Πλεονεκτήματα Ενεργειακής Καλλιέργειας Βιομάζας.....	52
4.10.3 Μειονεκτήματα Ενεργειακής Καλλιέργειας Βιομάζας.....	52

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Γεωθερμική Ενέργεια 54**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	53
5.2 Συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων .....	53
5.3 Φυσικά Γεωθερμικά πεδία .....	55
5.4 Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας.....	56
5.5 Η Γεωθερμία στην Ελλάδα .....	58
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Υδροηλεκτρική ενέργεια.....</b>	<b>62</b>
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	62
6.2 Υδροηλεκτρικά φράγματα και υπόδειγμα συστήματος. ....	62
6.2.1 Τμήματα ενός υδροηλεκτρικού φράγματος.....	64
6.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια .....	63
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Ενέργεια Ωκεανών 66Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί</b> <b>σελιδοδείκτης.</b>	
7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	66
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Υγραέριο .....</b>	<b>68</b>
8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	68
8.2 Ενεργειακές Ανάγκες.....	68
8.3 Χρήση Υγραερίου.....	70
8.4 Εφαρμογές Υγραερίου .....	70
8.5 Το μέλλον του Υγραερίου.....	71
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Μια εφαρμογή των Α.Π.Ε. στο σύγχρονο</b> <b>περιβάλλον Σχεδιασμός – μελέτη λειτουργίας αυτόνομου</b> <b>νησιωτικού φωτοβολταϊκού σταθμού .....</b>	<b>74</b>

9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	74
9.2 Υπάρχουσα κατάσταση στη νήσο Γαύδο .....	75
9.3 Μελέτη εγκατάστασης Φ/Β στη νήσο Γαύδο.....	76
9.4 Προτεινόμενη λύση.....	76
9.5 Περιγραφή του νέου Φ/Β Σταθμού .....	77
9.6 Συμπεράσματα .....	78
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : Εφαρμογές Α.Π.Ε. στην Κρήτη .....</b>	<b>81</b>
10.1 Παραγωγή Βιοαιθανολης-Βιοντήζελ- Βιοαερίου στην Κρήτη...81	
10.1.1 Δυνατότητες Παραγωγής Βιοαιθανόλης στην Κρήτη.....	80
10.1.2 Δυνατότητες Παραγωγής Βιοντήζελ στην Κρήτη.....	80
10.1.3 Δυνατότητες Παραγωγής Βιοαερίου στην Κρήτη.....	81
10.1.4 Υποκατάσταση Συμβατικών Καυσίμων με Βιοκαύσιμα στην Κρήτη.....	83
10.1.5 Παραγωγή Βιοαερίου από Απόβλητα ελαιουργείων.....	84
10.1.6 Παραγωγή Πυρηνόξυλου στα Πυρηνελαιουργεία.....	84
10.2 Φ/Β Πάρκο Ν.Ηρακλείου.....	85
10.3 Αιολική ενέργεια στην Κρήτη.....	88
10.3.1 Εργαστήριο Αιολικής ενέργειας στα ΤΕΙ Ηρακλείου.....	89
10.4 Γεωθερμία στην Κρήτη.....	90
10.4.1 Γεωθερμικά Ρευστά στην θέση Καπίστρι Ιεράπετρας .....	91
10.5 Μικρά Ηδροηλεκτρικά στην Κρήτη.....	92
10.6 Η Ενεργειακή αξιοποίηση των αστικών απορριμάτων στην Κρήτη.....	94

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 : ΟΙ Α.Π.Ε. ΚΑΙ Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ**

### **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....96**

#### 11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

11.2 Το φαινόμενο της Όξινης βροχής .....96

11.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....97

11.4 Θερμική ρύπανση.....99

11.5 Αέρια ρύπανση από τους πετρελαϊκούς σταθμούς της Δ.Ε.Η  
στην Κρήτη.....100

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 : ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΩΝ Α.Π.Ε .....102**

12.1 Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις από την εισαγωγή των  
Α.Π.Ε. στο ενεργειακό δίκτυο της Κρήτης .....102

12.2 Τα κοινοτικά προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης σχετικά  
με την εξοικονόμηση ενέργειας και τις Α.Π.Ε.....103

12.3 Το θεσμικό πλαίσιο για την προώθηση των συστημάτων  
εξοικονόμησης ενέργειας και των Α.Π.Ε.....104

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 : .....107**

13.1 ΕΠΙΛΟΓΟΣ .....107

13.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....110

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....111**

## **ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ.....112**

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΥΜΗΣΕΩΝ

Α/Γ	Ανεμογεννήτριες
Α/Π	Αιολικό Πάρκο
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΣΠ	Αυτόνομος Σταθμός Παραγωγής
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΔΕΣΜΗΕ	Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΣΑ	Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης
Η/Ζ	Ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
Κ.Α.Π.Ε.	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΚΠΑ	Καθαρή Παρούσα Αξία
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΗΘ	Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβέρνησης.

## **ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ**

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εξετάστηκε ο τρόπος και η διαχείριση της παραγόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη. Η επιλογή του συγκεκριμένου τοπικού Ελληνικού νησιού έγινε καθώς είναι ενεργειακά Αυτόνομο Σύστημα.

Η παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη γίνεται κατά κύριο λόγο από συμβατικά καύσιμα με μηχανές παλιάς τεχνολογίας και χαμηλού βαθμού απόδοσης, με αποτέλεσμα τη σημαντική ρύπανση του περιβάλλοντος και το υψηλό κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ΔΕΗ.

Οι Μελέτες που έχουν γίνει στην Κρήτη για την δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων και ηλιοθερμικών σταθμών βαίνουν σε στο τελικό τους στάδιο, γεγονός είναι ότι σε ορισμένα φωτοβολταϊκά πάρκα έχει ξεκινήσει η υλοποίηση τους.

Η εισαγωγή των συστημάτων Α.Π.Ε. στο ενεργειακό δίκτυο της Κρήτης θα οδηγήσει σε σημαντική περιφερειακή ανάπτυξη, καθώς τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται σε απομακρυσμένες περιοχές, που συνήθως δεν έχουν ή έχουν λίγους άλλους πλουτοπαραγωγικούς πόρου.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Γεγονός είναι πως τα τελευταία χρόνια το λεγόμενο ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη είναι το θέμα που απασχολεί τις ηγεσίες πολλών κρατών και τείνει να πάρει παγκόσμιες διαστάσεις. Η εξελισσόμενη τεχνολογία, η ικανοποίηση της αυξανόμενης ζήτησης με αυξανόμενες παραγωγικές διαδικασίες, καθώς και η πληθυσμιακή αύξηση του πλανήτη δημιουργούν μια έκρηξη στην κατανάλωση της παγκόσμιας ενέργειας. Αυτό σημαίνει πως αρχίζουν και δημιουργούνται τάσεις εξάντλησης των παραδοσιακών μορφών ενέργειας, διεθνή οικονομική κρίση σε αγορές που είναι εξαρτημένες ενεργειακά και σίγουρα μια αλόγιστη καταστροφή των φυσικών οικοσυστημάτων και γενικά του περιβάλλοντος.

Η εντατική χρήση των ορυκτών καυσίμων (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και της πυρηνικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια, ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας και τα οποία έχουν άμεσο αντίκτυπο στις κλιματικές συνθήκες και γενικά στις συνθήκες ζωής πάνω στον πλανήτη.

Είναι φανερό ότι οι ενεργειακές ανάγκες συνεχώς θα αυξάνονται, αφού ο πληθυσμός της γης αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς αλλά και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου πολλαπλασιάζει τις δραστηριότητές του, οι οποίες τελικά απαιτούν κατανάλωση ενέργειας.

Η ανθρωπότητα καλείται να απαντήσει στο βασικό ερώτημα, αν θα συνεχίσει να καλύπτει τις ενεργειακές της ανάγκες κυρίως με τα ορυκτά καύσιμα (μέχρι αυτά να εξαντληθούν) με την επακόλουθη περιβαλλοντική επιβάρυνση ή θα αναζητήσει σύντομα άλλες λύσεις. Οι παγκόσμιες συνδιασκέψεις του Ρίο, του Κιότο και της Χάγης δυστυχώς δεν κατάφεραν να δώσουν ουσιαστική λύση στο πρόβλημα αυτό. Η μόνη απάντηση που προς το παρόν διαφαίνεται ότι θα περιορίσει δραστικά τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε). Αν και η τεχνολογία έχει κάνει σημαντικά βήματα προς τον τομέα αυτό, η εφαρμογή των Α.Π.Ε βρίσκεται σε αρχικό ακόμη στάδιο.

Η εκμετάλλευση του ήλιου, του ανέμου, του νερού, της γεωθερμίας και της βιομάζας, που αποτελούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, μπορούν και πρέπει να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες ώστε να συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη, εφόσον είναι ανανεώσιμες και ρυπαίνουν ελάχιστα ή καθόλου. Στη χώρα μας υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης αυτών των πηγών ενέργειας, γιατί και σημαντική ηλιοφάνεια έχουμε και αιολικό δυναμικό υπάρχει, ιδιαίτερα στα νησιά, αλλά και υδάτινο δυναμικό στις ορεινές περιοχές.

Πριν όμως επεκταθούμε θα πρέπει να αναλύσουμε την υπάρχουσα κατάσταση ενεργειακής εκμετάλλευσης και τα είδη της ενέργειας που κατά κύριο λόγο συναντώνται.

Οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε **αυτογενείς** (πυρήνες ατόμων, ήλιος, γαιάνθρακες ή πετρέλαιο) και **τεχνητές** (ταμειυτήρες, ηλεκτρικοί συσσωρευτές). Επίσης διακρίνονται σε **πρωτογενείς πηγές** που περιλαμβάνουν τη δυναμική ενέργεια των πυρήνων και **δευτερογενείς** που είναι όλες οι άλλες πηγές/ μορφές ενέργειας.

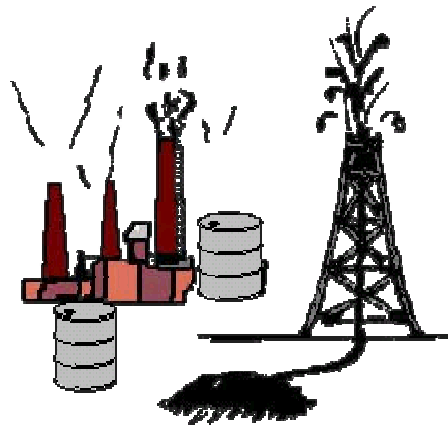
Όσον αφορά όμως τα αποθέματα ενέργειας (ενεργειακό δυναμικό), οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε **συμβατικές ή μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**. Οι **αυτογενείς ή πρωταρχικές** πηγές ενέργειας είναι αποθηκευμένες ή υπάρχουν στη φύση. Ο ήλιος είναι η πρωταρχική και η βασική πηγή ενέργειας της γης. Η ενέργειά του είναι αποθηκευμένη και σε άλλες πρωταρχικές πηγές, όπως στο κάρβουνο, στο πετρέλαιο, στο φυσικό αέριο στη βιομάζα και προκαλεί τον υδρολογικό κύκλο και την ενέργεια του ανέμου. Άλλες πρωταρχικές πηγές ενέργειας που υπάρχουν στη γη είναι η πυρηνική ενέργεια των ραδιενεργών στοιχείων, η θερμική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο εσωτερικό της γης και βέβαια η δυναμική ενέργεια.



Για να είναι χρήσιμη μια πηγή ενέργειας είναι αναγκαίες ορισμένες προϋποθέσεις:

- ✓ Η ενέργεια αυτή να είναι άφθονη και η πρόσβαση στην ενεργειακή πηγή εύκολη
- ✓ Να μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα σύγχρονα μηχανήματα
- ✓ Να μεταφέρεται εύκολα
- ✓ Να αποθηκεύεται εύκολα

### Μη ανανεώσιμες πηγές

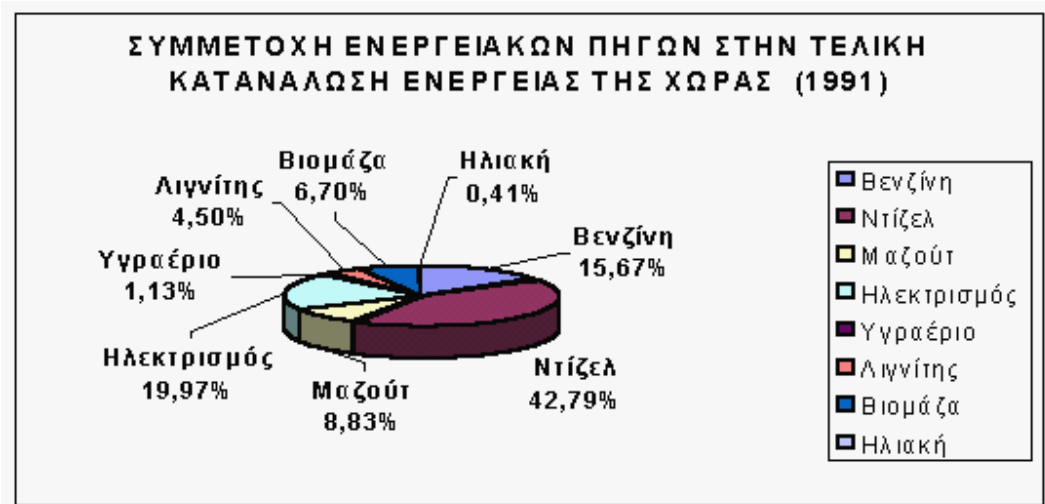


Σχήμα 1. Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ονομάζονται έτσι γιατί δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια. Η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια. Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν:

1. Τα στερεά καύσιμα των γαιανθράκων, όπως λιγνίτη, ανθρακίτη, τύρφη
2. Τα υγρά καύσιμα που παίρνουμε με κατεργασία, όπως μαζούτ, πετρέλαιο, βενζίνη, κηροζίνη κλπ.
3. Τα αέρια καύσιμα όπως το φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ. και
4. Την πυρηνική ενέργεια που παίρνουμε από τη σχάση ραδιενεργών υλικών.

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως τα τελευταία χρόνια και που έχουν οδηγήσει σε ενεργειακές κρίσεις, αλλά και στη δημιουργία σειράς προβλημάτων, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Και όπως δείχνει το παρακάτω διάγραμμα οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλύπτουν το 93% των αναγκών του πλανήτη.



Σχήμα 2.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα περιβαλλοντικής διαταραχής που προέρχεται από την ενεργειακή εξάρτηση συμβατικών και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι οι πρόσφατες καταστροφικές πλημμύρες σε ολόκληρη την Ευρώπη, γεγονός που καταμαρτυρεί την παγκόσμια διαταραχή του κλίματος.

Έτσι μέλημα πλέον των κρατών και κυρίως της ευρωπαϊκής ένωσης είναι η στροφή σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που σίγουρα δημιουργούν και παγκόσμιο ανταγωνισμό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

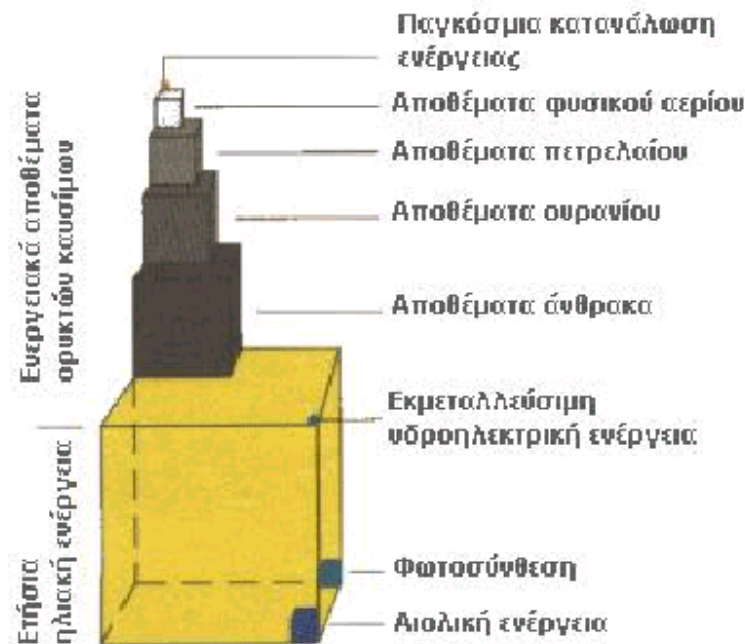
#### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Χαρακτηρίζουμε ως εναλλακτικές ή ανανεώσιμες τις πηγές που θα συνεχίζουν να μας παρέχουν ενέργεια σε βάθος χρόνου και έχουν σαφώς μικρότερο χρόνο ανανέωσης. Είναι οι πηγές ενέργειας που τροφοδοτούνται συνεχώς με ενέργεια από τον ήλιο, όπως:

1. Ο ίδιος ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια),
2. Ο άνεμος (αιολική ενέργεια),
3. Οι υδατοπτώσεις (υδροηλεκτρική ενέργεια),
4. Η ενέργεια των κυμάτων, ρευμάτων, ωκεανών
5. Η ενέργεια βιομάζας
6. Βιοαέριο

Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανήκει και η **γεωθερμική ενέργεια** που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Η χρήση των ανανεώσιμων ή εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι ακόμη πολύ περιορισμένη σε παγκόσμια κλίμακα, εξυπηρετεί όμως το στόχο της προστασίας του περιβάλλοντος, γιατί είναι «καθαρές» και φιλικές προς το περιβάλλον. Έτσι το μεγάλο στοίχημα είναι να καθιερωθούν δημιουργώντας μεγαλύτερη οικονομική ευστάθεια σε κράτη εξαρτημένα ενεργειακά και να μειώσουν τις κλιματολογικές διαταραχές που παρατηρούμε πλέον σε παγκόσμια κλίμακα όλο και πιο έντονα. φιλικές προς το περιβάλλον.

Στο διάγραμμα βλέπουμε σχηματικά την κατανομή των ενεργειακών πόρων και συμπεραίνουμε πως αφήνουμε τεράστια ποσά ενέργειας ανεκμετάλλευτα, προσπαθώντας να καλύψουμε τις ανάγκες μας με μικρότερες σε ποσά μορφές ενέργειας προκαλώντας και περιβαλλοντικές διαταραχές λόγω της φύσης τους.



Σχήμα 1.1. Σχηματική απεικόνιση των ενεργειακών αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων και των χρησιμοποιούμενων ποσών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Πηγή: Η Ενέργεια κι εμείς (Εκπαιδευτικό CD, Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών)

Στην Ελλάδα μια χώρα περιβαλλοντικά προικισμένη και σίγουρα ενεργειακά εξαρτημένη καταβάλλονται προσπάθειες ώστε να ενισχυθούν τα αποθέματα χρησιμοποιούμενης ενέργειας και με άλλες πηγές. Πηγές εναλλακτικών μορφών ενέργειας που είναι φθηνές και φιλικές προς το περιβάλλον, ανανεώσιμες και η συστηματική αξιοποίησή τους θα δημιουργήσει και νέες θέσεις εργασίας. Μια από αυτές είναι και η αιολική ενέργεια η οποία υπάρχει άφθονη στη χώρα μας και γίνονται τα πρώτα βήματα συστηματοποίησης. Η αξιοποίησή της πραγματοποιείται με ειδικές διατάξεις ( ανεμογεννήτριες που ποικίλουν οι τύποι τους) και μέσα πλέον σε πιο οργανωμένους χώρους τα αιολικά πάρκα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την «πρώτη» περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, αιολική, γεωθερμική και ενέργεια βιομάζας έχουν τη μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον. Αυτές οι "φιλικές προς το περιβάλλον" πηγές ενέργειας δίνουν στον καταναλωτή ένα εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόν με τη χρήση άνθρακα, πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου, πετρελαίου και μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων. Σήμερα οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με άνθρακα παράγουν το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Όμως αυτή η φθηνή μέθοδος προκαλεί τη μεγαλύτερη

καταστροφή στο περιβάλλον με την εκπομπή τοξικών αερίων. Αυτά τα τοξικά αέρια, διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου, σε συνδυασμό με το νερό της βροχής δημιουργούν την όξινη βροχή και συμβάλλουν στη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Ηλιακή Ενέργεια

#### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας ημερησίως. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους. Θερμικές και φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Η πρώτη είναι η συλλογή της ηλιακής ενέργειας για να παραχθεί θερμότητα, κυρίως για τη θέρμανση του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση τουρμπίνων.

Στη δεύτερη εφαρμογή τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών. Αυτή η τεχνολογία εμφανίστηκε στις αρχές του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή. Αν και όλη η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική θέση, την ημέρα, την εποχή και τη νεφοκάλυψη. Η έρημος δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές.

#### 2.2 Ο Ήλιος

Όπως ξέρουμε ο ήλιος είναι η βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Ο Ήλιος (εκ του *αβέλιος - αέλιος - ηέλιος = ο ακτινοβολών, ο πυρπολόν*) είναι απλανής αστέρας μέσου μεγέθους που λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών των στοιχείων που τον συνθέτουν, μεταξύ των οποίων και το υδρογόνο, τα μόρια αλλά και τα άτομά τους βρίσκονται σε μια κατάσταση " νέφους " θετικών και αρνητικών φορτίων ή *κατάσταση πλάσματος*, όπως ονομάστηκε.

Σ' αυτές τις θερμοκρασίες, μερικών εκατομμυρίων °C, οι ταχύτατα κινούμενοι πυρήνες υδρογόνου (H) συσσωματώνονται, υπερνικώντας τις μεταξύ τους απωστικές ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις και δημιουργούν πυρήνες του στοιχείου ηλίου (He). Η πυρηνική αυτή αντίδραση -σύντηξη πυρήνων- είναι εξώθερμη και χαρακτηρίζεται από τη γνωστή μας έκλυση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας ή θερμότητας ή όπως συνηθίζεται να λέγεται, ηλιακής ενέργειας, που ακτινοβολείται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα.

Αν και αυτό συμβαίνει συνεχώς εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, ο ήλιος

διαθέτει τεράστιες ποσότητες υδρογόνου και δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας που ακτινοβολείται από αυτόν. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως.

Σήμερα αξιοποιούμε με πολλούς τρόπους την ευεργετική δράση της ηλιακής ακτινοβολίας:

1. Με τη χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα σε κάποια θερμομονωμένη δεξαμενή, όπου την αποθηκεύουν και ονομάζονται **ενεργητικά ηλιακά συστήματα**.
2. Με τα **παθητικά ηλιακά συστήματα**, (δηλαδή όλα τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα δομικά στοιχεία των οικοδομικών κατασκευών (κτηρίων) που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είτε για τη θέρμανση των κτηρίων το χειμώνα είτε για το δρόσισμα τους το καλοκαίρι.
3. Με την κατευθείαν μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική με τη χρήση των **φωτοβολταϊκών συστημάτων**.

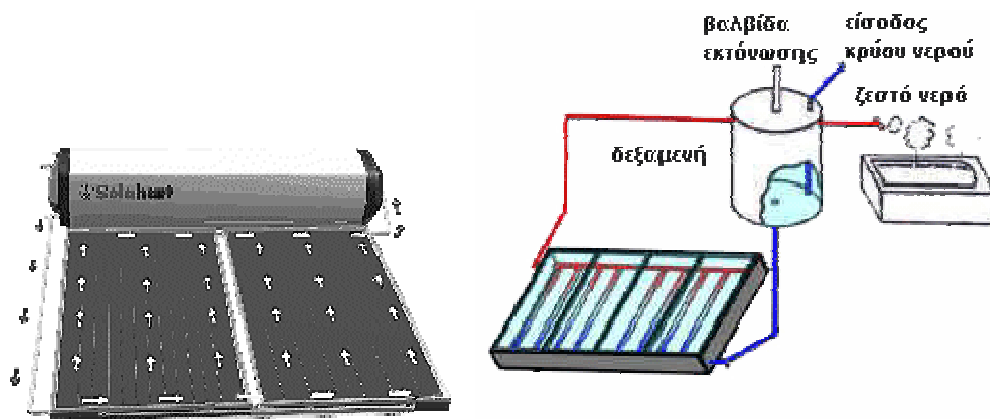
### 2.3 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

Η «καρδιά» ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού.



Σχήμα 2.1. Ηλιακός συλλέκτης

Ο συλλέκτης αυτός περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό) που παγιδεύει τη θερμότητα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που απάγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης. Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφωνας.



Σχήμα 2.2. Ηλιακός θερμοσίφωνας

Με τη βοήθεια παραβολικών ανακλαστικών δίσκων, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να συγκεντρωθεί στο εστιακό σημείο 600 ως 2000 φορές περισσότερο από τη συνήθη και η θερμοκρασία να ανέλθει στους 800 ως 1500 °C. Η θερμότητα που συλλέγεται με τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιείται για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού, ο οποίος κινεί μια ηλεκτρογεννήτρια. Έτσι με τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούμε να παράγουμε και ηλεκτρική ενέργεια.

### 2.3.1 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα στην Κρήτη

Η Κρήτη λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας είναι ιδανικός τόπος για την εφαρμογή ενεργητικών ηλιακών συστημάτων. Εδώ και αρκετά χρόνια οι ηλιακή θερμοσίφωνες αποτελούν τμήμα του εξοπλισμού πολλών κατοικιών, ξενοδοχείων, ενοικιαζομένων διαμερισμάτων και κάποιων τουριστικών και αθλητικών εγκαταστάσεων για θέρμανση νερού. Ας σημειωθεί ότι πριν αρκετά χρόνια είχε εγκατασταθεί στο κολυμβητήριο Ηρακλείου ένα κεντρικό ηλιακό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού που κάλυπτε το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών θέρμανσης του νερού για τις πισίνες του κολυμβητηρίου. Το συγκεκριμένο σύστημα δεν βρίσκεται πλέον σε λειτουργία λόγω κακής συντήρησης και εγκατάλειψης.

Το 20-25% των κατοικιών της Κρήτης χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες για ζεστό νερό (μόνο σε ορισμένες περιοχές το ποσοστό φτάνει το 40%). Με δεδομένο



ότι για κάθε πολίτη στην Ελλάδα αντιστοιχούν 0,2 m<sup>2</sup> ηλιακού συλλέκτη συμπεραίνεται ότι αυτή την στιγμή στην Κρήτη είναι εγκατεστημένα περίπου 110000 m<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών αν θεωρήσουμε διείσδυση των συστημάτων αυτών 20% ( χωρίς να λάβουμε υπ' όψη μας τα ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα διαμερίσματα, όπου το ποσοστό φτάνει, μόνο σε ορισμένες περιοχές το 85%). Αυτό σημαίνει ότι η εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή ηλιακής θερμικής ενέργειας υπερβαίνει τις 64.800mwh/έτος και η αντίστοιχη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 76.500 τόνους /έτος.

Το περιθώριο διείσδυσης των ηλιακών θερμοσιφωνικών συστημάτων παραμένει μεγάλο στον οικιακό τομέα. Ιδιαίτερα στον ξενοδοχειακό τομέα, στις βιοτεχνίες / βιομηχανίες και σε μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα ( φυλακές, στρατώνες, αθλητικές εγκαταστάσεις, κ.λ.π. ) υπάρχουν μεγάλα περιθώρια περαιτέρω εγκατάστασης κεντρικών ηλιακών συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Η έντονη διείσδυση των ηλιακών συστημάτων παροχής ζεστού νερού χρήσης στην Κρήτη αποτελεί μια από τις προτεραιότητες του ενεργειακού προγραμματισμού της περιφέρειας Κρήτης και του Ενεργειακού της Κέντρου.

Το ΚΑΠΕ έχει εγκαταστήσει και λειτουργεί σύστημα τηλεπαρακολούθησης σε ξενοδοχειακές μονάδες διαφόρων μεγεθών στο Ν. Ηρακλείου και Ν. Λασιθίου που έχουν κεντρικά ηλιακά συστήματα. Ο σκοπός είναι η αξιολόγηση της απόδοσής τους ανάλογα με διάφορα κριτήρια ( ηλιοφάνεια, τρόπος χρήσης ζεστού νερού, μέγεθος της ξενοδοχειακής μονάδας κ.λ.π.).

Στην Κρήτη επίσης σήμερα λειτουργεί δραστήριος και αξιόλογος τομέας κατασκευής κυρίως οικιακών ηλιακών θερμοσιφώνων. Συγκεκριμένα υπάρχουν 14 συνολικά ( 11 στο Ν. Ηρακλείου και 3 στο Ν. Χανίων ) κατασκευαστικές εταιρίες που καταλαμβάνουν σημαντικό μερίδιο της κρητικής αγοράς. Η μεταφορά τεχνολογίας και τεχνογνωσίας, η πιστοποίηση και βελτίωση των παραγόμενων προϊόντων ( στα πρότυπα της Ένωσης Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας ), κ.λ.π. μπορούν να αυξήσουν το ποσοστό διείσδυσης στην τοπική κρητική αγορά και να βοηθήσουν στην πραγματοποίηση εξαγωγών στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ( ή τα κεντρικά ηλιακά συστήματα ) μπορούν να εφαρμοστούν και στην κρητική βιοτεχνία - βιομηχανία, στην οποία αντιστοιχεί το 10,6% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στη βιομηχανική περιοχή Ηρακλείου π.χ. λειτουργεί υφαντήριο το οποίο χρησιμοποιεί ηλιακούς συλλέκτες για την προθέρμανση του νερού που χρησιμοποιείται για φινίρισμα και βαφές νημάτων και για την προθέρμανση του νερού τροφοδοσίας του ατμολέβητα του εργοστασίου. Η εγκατάσταση έγινε τόσο για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας όσο και για την μείωση της θερμικής καταπόνησης του ατμολέβητα λόγω τροφοδοσίας του με κρύο νερό. Παράλληλα έχει γίνει μελέτη για αξιοποίηση του ζεστού νερού στην θέρμανση των χώρων του εργοστασίου. Εκτός των κεντρικών ηλιακών συστημάτων η Κρήτη προσφέρεται για την εφαρμογή και άλλων προηγμένων

ενεργητικών ηλιακών τεχνολογιών, στον κλιματισμό, την ψύξη, την θέρμανση κατοικιών ( π.χ. με χρήση σωλήνων «κενού» για πολύ μεγαλύτερη θερμική απόδοση).

Επίσης πρέπει να σημειωθεί η συνεργασία του Οργανισμού Ανάπτυξης Σητείας με την Αγγλική εταιρεία, στα πλαίσια κοινοτικού καινοτομισμού προγράμματος, για την εγκατάσταση πιλοτικού συστήματος ισχύος 35 KW κοίλων κυκλικών κατόπτρων στην περιοχή της Σητείας για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

### **2.3.2 Περιβαλλοντικά και Χωροταξικά Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων**

Η καταλληλότητα της θέσης των Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων καθορίζεται από την θέση του κτιρίου στην οποία βρίσκονται. Τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και η θέση του έχουν σχέση με τον σχεδιασμό του συστήματος ( π.χ. διαθεσιμότητα στην οροφή με ορθό προσανατολισμό ). Επίσης η αισθητική επιβάρυνση του κτιρίου είναι σημαντικός παράγοντας που πρέπει να εξετάζεται.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι ασφαλής και δεν δημιουργεί πρόβλημα εκπομπών, απορριμμάτων, θορύβου και ιονισμού. Για την κατασκευή του συστήματος προκαλούνται οι συνηθισμένες επιβάρυνσεις που προκύπτουν από την κατασκευή και επεξεργασία υλικών όπως ο χάλυβας, χαλκός, γυαλί.

Με την σημερινή χρήση Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων στην Ελλάδα, αποφεύγεται η εκπομπή περισσότερων από 1,5 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο, ενώ τα οφέλη για την εθνική οικονομία και όλους μας είναι τεράστια.

### **2.3.3 Κόστος Εγκατάστασης- Λειτουργίας Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων**

Ένας τυπικός ηλιακός θερμοσίφωνας ελληνικής κατασκευής αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες 3 τ.μ., δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού 150 λίτρων και εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση. Ένας τέτοιος θερμοσίφωνας, κοστίζει 600-1000 EURO και μπορεί να καλύψει σχεδόν εξ' ολοκλήρου ( πάνω από 80% ετησίως ) τις ανάγκες μιας τετραμελούς οικογένειας σε ζεστό νερό χρήσης για 10-15 χρόνια.

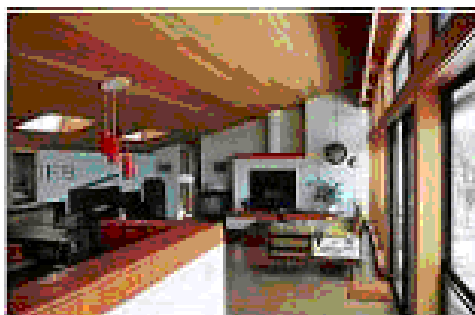
## **2.4 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα**

Είναι τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση ή το δρόσισμα .

Προϋπόθεση για την εφαρμογή σ' ένα κτήριο παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι η θερμομόνωσή του, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες (χρήση κατάλληλων υλικών και διπλών τζαμιών, στεγανοποίηση, κ.ά.). Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου" ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτηρίου, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων κατά τη θερινή περίοδο ακτινών του ήλιου στο κτήριο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκίαστρων (πρόβολοι, τέντες, περσίδες, κληματαριές κ.ά.) που τοποθετούνται κατάλληλα, καθώς και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτηρίων.

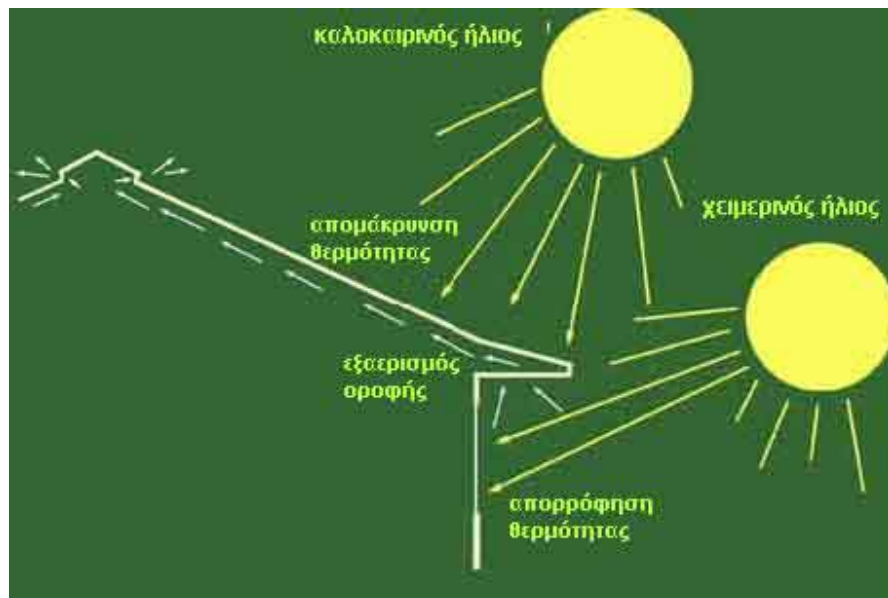


Σχήμα 2.3. Τα μεγάλα παράθυρα και ο νότιος προσανατολισμός του κτηρίου εκμεταλλεύονται καλύτερα την ηλιακή ενέργεια.



Σχήμα 2.4. Φωτισμός κτιρίου από τον ήλιο.

Ένα κτήριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ αρχής ή τροποποιημένο, ονομάζεται «βιοκλιματικό κτήριο» και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.



Σχήμα 2.5. Βιοκλιματική θέρμανση και ψύξη

### 2.4.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα στην Κρήτη

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα έχουν αρχίσει να εισχωρούν στο σχεδιασμό και κατασκευή κτιρίων στην Κρήτη.

Πρέπει να τονιστεί ότι η παραδοσιακή Κρητική αρχιτεκτονική συμπεριλάμβανε τέτοια συστήματα, χωρίς βέβαια οι τότε κατασκευαστές και χρήστες να το γνωρίζουν. Πολλά από αυτά δεν αποτελούν «ξένες» τεχνολογίες για το νησί. Η πιο συχνή εφαρμογή τους είναι μικρές βιοκλιματικές παρεμβάσεις σε νεοαναγειρόμενες οικοδομές. Ωστόσο, υπάρχουν και εξολοκλήρου βιοκλιματικά κτήρια.



Σχήμα 2.6. Βιοκλιματικό κτήριο

Στην περιοχή των Χανίων και Ρεθύμνου, κυρίως έχουν κατασκευαστεί 11 κατοικίες με βάση τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής όπου εκτός από κατάλληλο προσανατολισμό και τη σωστή θέση των ανοιγμάτων, έχουν χρησιμοποιηθεί κατάλληλα σκίαστρα και ηλιακά θερμοκήπια. Μικρότερος αριθμός ιδιωτικών κατοικιών υπάρχει στο Ηράκλειο.

Τρία σχολεία ( δύο νηπιαγωγεία - δημοτικά και ένα γυμνάσιο ) στο Ρέθυμνο σχεδιάστηκαν με βιοκλιματικό τρόπο και έτσι καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών τους σε φωτισμό, θέρμανση και δροσισμό. Επίσης δύο κέντρα υγείας ( στα Χανιά και στο Ρέθυμνο ) έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με βιοκλιματικό τρόπο.

Στα ΤΕΙ Ηρακλείου - πρωτοπόρα στην εφαρμογή ΑΠΕ - τα εργαστήρια του φωτοβολταϊκού και Αιολικού πάρκου εφαρμόζουν σε μεγάλη έκταση παθητικά ηλιακά συστήματα, ενώ τελευταία έχει κατασκευαστεί μικρός οικίσκος ο οποίος χρησιμοποιείται ως γραφεία- με εφαρμογή προηγμένων συστημάτων βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και με τροφοδοσία ηλεκτρισμού από υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκών και ανεμογεννήτριας.

Τα Ενεργειακό Κέντρο της Περιφέρειας Κρήτης σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ συνένταξε και απέστειλε σε όλες τις δημόσιες υπηρεσίες της Κρήτης, σχετική εγκύκλιο για την ενσωμάτωση βιοκλιματικών προδιαγραφών και ορθολογικής χρήσης ενέργειας, στην μελέτη και κατασκευή δημοσίων κτιρίων. Επίσης το Ενεργειακό Κέντρο Περιφέρειας Κρήτης σε συνεργασία με τα τμήματα του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας και το ΥΠΕΧΩΔΕ έχουν διοργανώσει επιστημονικές ημερίδες πληροφόρησης για την αρχιτεκτονική βιοκλιματική δόμηση. Πολλά επίσης σχετικά επιμορφωτικά σεμινάρια για μηχανικούς και αρχιτέκτονες έχουν πραγματοποιηθεί στο νησί.

Μια χαρακτηριστική εφαρμογή της βιοκλιματικής εφαρμογής από φορέα τοπικής αυτοδιοίκησης βρίσκεται στο 7<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο και στο 8<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο στο Ρέθυμνο της Κρήτης. Η ιδιοκτησία του οικοπέδου ανήκει στο Νομαρχιακό Ταμείο Ρεθύμνης. Το κτίριο έκτασης 1852m<sup>2</sup>, κατασκευάστηκε το 1986, έπειτα μελέτη που ανατέθηκε σε Κρητικό αρχιτέκτονα.

Ο σχεδιασμός του κτιρίου συμπεριλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης και παθητικά συστήματα δροσισμού. Τα συστήματα θέρμανσης παρέχουν άμεσο ηλιακό κέρδος και επίδραση θερμοκηπίου. Τα συστήματα δροσισμού παρέχουν φυσικό αερισμό και ηλιοπροστασία. Η εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών έχει ως αποτέλεσμα, να καλύπτονται 87-100% των θερμαντικών αναγκών του κτιρίου.

## Εργαστήριο Αιολικού Πάρκου ΤΕΙ Ηρακλείου



Σχήμα 2.7. Αυτόνομη ενεργειακά οικία στο ΤΕΙ Ηρακλείου

Το εργαστήριο έχει κατασκευαστεί σε οικόπεδο 10 στρεμμάτων. Το παθητικό που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του κτιρίου είναι το άμεσο ηλιακό κέρδος από νότια ανοίγματα (55 m<sup>2</sup> κατακόρυφα υαλοστάσια και φεγγίτες ), ενώ η ηλιοπροστασία το καλοκαίρι επιτυγχάνεται με εξωτερικά ρολά των οποίων οι περισίδες μονωμένες με πολυουρεθάνη.

Η φυσική ψύξη επιτυγχάνεται με το σύστημα του αερισμού. Το κτίριο είναι μονωμένο ( τοίχοι, δώμα, υποστυλώματα και δοκοί).

Τα δάπεδα είναι επιστρωμένα με κεραμικά πλακίδια σκούρου χρώματος. Τα υπολογιστικά αποτελέσματα της απόδοσης του παθητικού ηλιακού συστήματος δίνουν κάλυψη των ενεργειακών αναγκών κατά ποσοστό 88%.

## 2.5 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα

Η σύγχρονη τεχνολογία μάς έδωσε τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β), που η λειτουργία τους στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα.

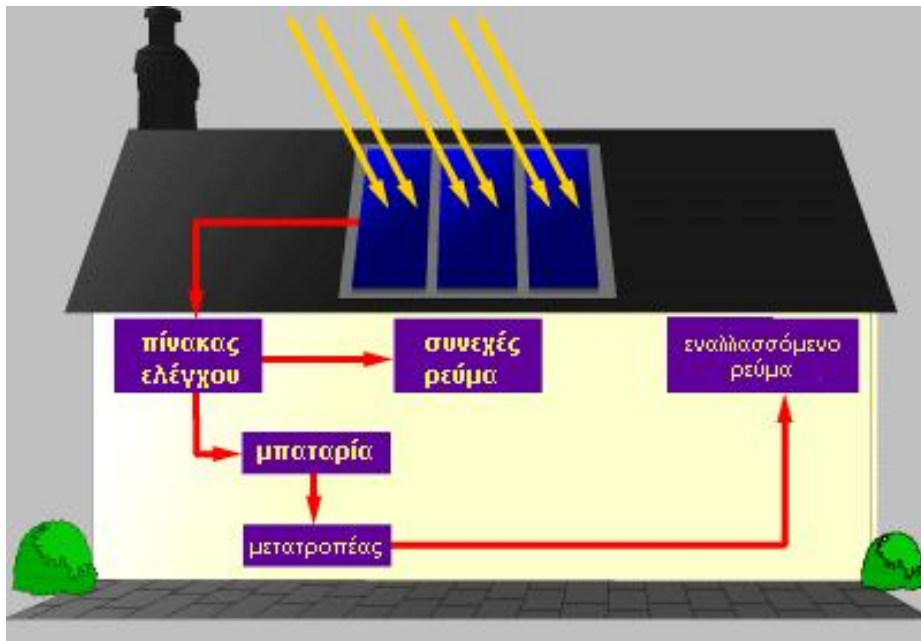




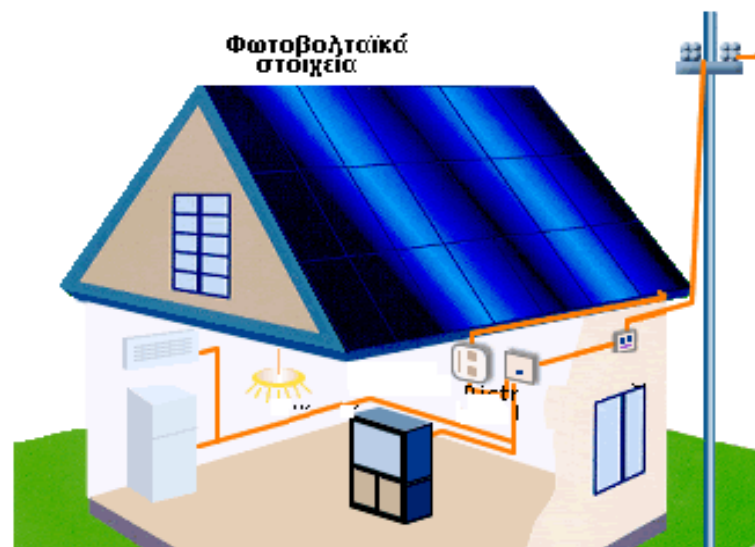
Σχήμα 2.8. Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

Μερικά υλικά, όπως το πυρίτιο με πρόσμιξη άλλων στοιχείων γίνονται ημιαγωγοί (άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα προς μια μόνο διεύθυνση), έχουν δηλαδή τη δυνατότητα να δημιουργούν διαφορά δυναμικού όταν φωτίζονται και κατά συνέπεια να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Συνδέοντας μεταξύ τους πολλά μικρά κομμάτια τέτοιων υλικών (φωτοβολταϊκές κυψέλες ή στοιχεία), τοποθετώντας τα σε μία επίπεδη επιφάνεια (φωτοβολταϊκό σύστημα) και στρέφοντάς τα προς τον ήλιο είναι δυνατό να πάρουμε ηλεκτρικό ρεύμα αρκετό για να καλύψουμε τις ανάγκες για τη λειτουργία:

- ✓ επιστημονικών συσκευών (όπως δορυφόρων),
- ✓ για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα)
- ✓ για τη λειτουργία φάρων, για την κάλυψη έστω και μέρους των ενεργειακών αναγκών μικρών απομονωμένων κατοικιών, όπως φωτισμός, τηλεπικοινωνίες, ψύξη, ηχητική κάλυψη, (όχι κουζίνες, θερμοσίφωνες, ηλεκτρικά καλοριφέρ).



Σχήμα 2.9.



Σχήμα 2.10.

### 2.5.1 Λειτουργία οικιακών συσκευών από φωτοβολταϊκά στοιχεία Πλεονεκτήματα -- Μειονεκτήματα .

Η μέγιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων ( $\Phi/B$ ), ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους κυμαίνεται από 7% (ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου) έως 12-15% (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). (Μαλαμής Β, 1999). Το σημαντικό είναι ότι η ενέργεια που παράγεται με αυτό τον τρόπο, είναι δυνατό να



αποθηκευτεί σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές (μπαταρίες). Έτσι έχουμε ενέργεια ανεξάντλητη, ανανεώσιμη, φθηνή και κυρίως «καθαρή». Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση των φωτοβολταϊκών είναι :

### Πλεονεκτήματα

1. Μηδενική ρύπανση
2. Αθόρυβη λειτουργία
3. Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής
4. Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων της ενέργειας (μπαταρίες)
5. Δυνατότητα επέκτασης
6. Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας - ελάχιστη συντήρηση

### Μειονεκτήματα

1. Υψηλό κόστος κατασκευής
2. Έλλειψη επιδοτήσεων
3. Προβλήματα στην αποθήκευση

Τα Φ/Β παράγουν συνεχές ρεύμα που το μετατρέπουμε σε εναλλασσόμενο **220 V** στη χώρα μας (ρεύμα ίδιο με της ΔΕΗ) με ηλεκτρονικές συσκευές (αντιστροφείς συνεχούς - εναλλασσόμενου).

## **2.5.2 Προϋποθέσεις κτηρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών**

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος
- Νότιος προσανατολισμός
- Σωστή κλίση ( γεωγραφικό πλάτος του τόπου  $\pm 10^\circ$  )
- Κατάλληλος χώρος για ηλεκτρονικά συστήματα και μπαταρίες

### 2.5.3 Παραδείγματα ενδεικτικών εφαρμογών.

- Ηλιακό σχολείο Γούδουρα Κρήτης,
- Φωτοβολταϊκά του ΚΠΕ Καστοριάς ( πιλοτική εγκατάσταση ενσωμάτωσης στη στέγη του ΚΠΕ),
- Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών του «Αρκτούρου» στον Αετό Φλώρινας

### 2.5.4 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα στην Κρήτη

Στην Κρήτη λειτουργούν αρκετές μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού από φωτοβολταϊκά. Εκτός από το φωτοβολταϊκό σταθμό στην Γαύδο, τους φάρους του πολεμικού ναυτικού και τις τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις που βρίσκονται διάσπαρτες στα βουνά της Κρήτης, Φ/Β συστήματα έχουν εγκατασταθεί σε δύο συγκροτήματα παραδοσιακών ενοικιαζόμενων διαμερισμάτων. Επίσης στον Άσπρος Ποταμός στο Ν. Λασιθίου και Μηλιά στο Ν. Χανίων , σε ένα ξενοδοχείο 50 κλινών ( Elounda Island Villas ) και σε ένα ορειβατικό καταφύγιο ( Καλλέργη ), όπου καλύπτουν ( με την χρήση μπαταριών ) όλες τις ανάγκες τους σε ηλεκτρισμό.



Σχήμα 2.11. Elounda Island Villas

Παράλληλα ένα σχολείο ( στο Γούδουρα , Ν. Λασιθίου ) καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών του Φ/Β. επίσης στον Πρασό Χανίων λειτουργεί ηλιακό ψυγείο εγκατεστημένης ισχύος 8 Kw.

Στα ΤΕΙ Ηρακλείου έχει οργανωθεί φ/β Πάρκο. Επίσης μια κατοικία στο ηράκλειο στην περιοχή Αθανάτων και μια ταβέρνα στο Μπαλί ,Ν. Ρεθύμνου ( σύστημα ισχύος

880 w ) χρησιμοποιούν Φ/Β σε συνδυασμό με άλλες ανανεώσιμες τεχνολογίες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους.

Στα πλαίσια εφαρμοσμένης έρευνας από το πολυτεχνείο Κρήτης και τα ΤΕΙ/Παράρτημα Χανίων με χρηματοδότηση από την Περιφέρεια Κρήτης ( στα πλαίσια του ΠΕΠ Κρήτης ) αναπτύχθηκε και λειτουργεί αυτόνομο υβριδικό σύστημα 1,5Kw ( φωτοβολταϊκά στοιχεία, ανεμογεννήτρια και συσσωρευτές ) για την ενεργειακή υποστήριξη τηλεοπτικού αναμεταδότη. Το σύστημα είναι εγκατεστημένο στα Ανώγεια Ν. Ρεθύμνης ενώ φορέας / χρήστης του συστήματος είναι οι Ραδιοτηλεοπτικές Επιχειρήσεις « ΙΚΑΡΟΣ Α.Ε».

Τέλος άλλες μικρότερες εγκαταστάσεις ( π.χ. φωτιστικά δρομών, ανεμόμετρα, μονάδες ελέγχου αντλιοστασίων κ.λ.π. ) εγκατεστημένες από ιδιώτες, την τοπική αυτοδιοίκηση, τις δημοτικές Επιχειρήσεις Υδρεύσεις και Αποχετεύσεις 9 Ηρακλείου και Χανίων ) και Εκπαιδευτικά Ιδρύματα λειτουργούν ήδη στην Κρήτη διαμορφώνοντας ένα καλό υπόβαθρο για την περαιτέρω ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών στο νησί.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Αιολική Ενέργεια

#### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνεμος είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μπορεί να αξιοποιηθεί στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι άνθρωποι έχουν ανακαλύψει την αιολική ενέργεια εδώ και χιλιάδες χρόνια. Οι ανεμόμυλοι έδιναν κάποτε κίνηση στις τεράστιες μύλοπετρες, που άλεθαν το σιτάρι μετατρέποντάς το σε αλεύρι. Μικρές αντλίες χρησιμοποιούσαν τη δύναμη του ανέμου για να ανεβάσουν το νερό από τα πηγάδια. Πριν 25 χρόνια περίπου οι πρώτες σύγχρονες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιήθηκαν στις Η.Π.Α. Από τότε πολλές ακόμη έχουν μπει σε λειτουργία σε ολόκληρο τον κόσμο.

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους ανέμους εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Το πρώτο μεταφορικό μέσο χωρίς μυϊκή δύναμη ήταν τα ιστιοφόρα. Το επόμενο στάδιο εκμετάλλευσης ήταν οι ανεμόμυλοι. Οι αγρότες χρησιμοποιούν ανεμόμυλους για να αλέθουν το σιτάρι και για να αποστραγγίζουν ή να αρδεύουν τις καλλιέργειές τους. Με την ανάπτυξη νέων πηγών ενέργειας οι άνθρωποι σταμάτησαν να χρησιμοποιούν τους ανεμόμυλους. Αλλά με την ενεργειακή κρίση, οι μηχανικοί χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες και υλικά, αξιοποιούν και πάλι την ενέργεια των ανέμων, με νέα είδη ανεμόμυλων.

Για την εκμετάλλευση των ανέμων και παλιά και σήμερα, χρησιμοποιούνται ανεμόμυλοι. Οι ανεμόμυλοι όμως σήμερα δεν χρησιμοποιούνται για να αλέθουν σιτάρι ή να αρδεύουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις, αλλά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όλοι οι ανεμόμυλοι έχουν έλικες με πτερύγια που κινούνται με τον άνεμο που φυσά. Η κατασκευή τους είναι τέτοια, ώστε το σύστημα των πτερυγίων να περιστρέφεται και να είναι πάντοτε αντίθετο στη φορά του ανέμου. Η ταχύτητα του ανέμου είναι συνήθως μικρή και γι' αυτό είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί όλη η ενέργεια που μεταφέρει ο άνεμος. Ακόμα και οι σημερινοί μοντέρνοι και τεράστιοι ανεμόμυλοι παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αρκετή μόνο για λίγα σπίτια. Για να παραχθεί η ενέργεια που παράγεται σε έναν απλό σταθμό χρειάζονται περίπου 1.000 μεγάλοι ανεμόμυλοι.

Μια διάταξη ανεμογεννητριών ονομάζεται αιολικό πάρκο. Στο πάρκο στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. επικρατούν δυνατοί άνεμοι, και έτσι η περιοχή είναι ιδανική για ανεμογεννήτριες. Σε ένα αιολικό πάρκο κάθε ανεμογεννήτρια έχει τρία

μακριά πτερύγια. Καθώς τα πτερύγια στρέφονται με τον άνεμο, δίνουν κίνηση στη γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό.

Οι προγονοί μας χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους και νερόμυλους, για να αλέθουν το σιτάρι τους. Οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνται και σήμερα. Για παράδειγμα, κινούν αντλίες που ανυψώνουν το νερό πάνω από το έδαφος ή τροφοδοτούν γεννήτριες για τον φωτισμό απόμακρων περιοχών.

Ο άνεμος όμως είναι πολύ ευμετάβλητος. Οι αλλαγές στην κατεύθυνση πάντως αντιμετωπίζονται εύκολα. Το μόνο που χρειάζεται είναι κάποιο σύστημα που κρατάει τα πτερύγια των ανεμόμυλων στη σωστή θέση.

Οι αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου είναι ένα άλλο θέμα. Προκαλούν μεταβολές στην παροχή ενέργειας στις γεννήτριες. Κι ακόμη χειρότερα, ο άνεμος σταματάει τελείως για πολλές μέρες ή φυσάει τόσο δυνατά ώστε καταστρέφει τα πτερύγια των ανεμόμυλων. Σε αντίθεση με το νερό, ο άνεμος επίσης δεν μπορεί να περιοριστεί σε φράγματα ώστε να ρυθμίζεται η ροή του. Το ηλεκτρικό ρεύμα, που παράγεται κατά την διάρκεια μεγάλων περιόδων ανέμων, μπορεί να αποθηκεύεται σε μπαταρίες αλλά αυτές είναι ακόμη ακριβές και αναποτελεσματικές

Ο παραδοσιακός ανεμόμυλος μετατρέπει λιγότερη από τη μισή ενέργεια του ανέμου σε ισχύ. Επειδή ο αέρας είναι πολύ αραιότερος από το νερό, τα πτερύγια του ανεμόμυλου πρέπει να είναι 800 φορές μεγαλύτερα από αυτά ενός νερόμυλου, για να κινηθούν με την ίδια ταχύτητα. Γι αυτό το λόγο σχεδιάζονται νέα μοντέλα αερογεννητριών. Ο ανεμοκινητήρας μοιάζει με έλικα. Αυτός που στηρίζεται σε κάθετο άξονα περιστρέφεται όποια κι αν είναι η κατεύθυνση του ανέμου. Υπάρχει ένας ακόμη τρόπος για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, τα κύματα της θάλασσας που σχηματίζονται και αυτά από τον άνεμο.

### 3.2 Εφαρμογές - Ωφέλειες

Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.

Συνοψίζουμε παρακάτω κάποια από τα πλεονεκτήματα που παρέχει η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας:

- ✚ Ο άνεμος είναι μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν
- ✚ Η αιολική ενέργεια προστατεύει τον πλανήτη, καθώς αποφεύγονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που αποσταθεροποιούν το παγκόσμιο κλίμα. Κάθε εγκατεστημένο μεγαβάτ (MW) αιολικής ενέργειας στην χώρα μας αποσοβεί την έκλυση περίπου 3 χιλιάδων τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Η λειτουργία ενός τυπικού αιολικού πάρκου, ισχύος 10 MW, προσφέρει ετήσια την ηλεκτρική

ενέργεια που χρειάζονται 7.250 νοικοκυριά (με βάση τη μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2002) και εξοικονομεί περίπου 2.580 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Στα σημεία υψηλού αιολικού δυναμικού (εκεί δηλαδή όπου κατά προτεραιότητα εγκαθίστανται αιολικά πάρκα), τα οφέλη αυτά μπορεί να είναι αυξημένα κατά 15% περίπου.

#### ΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

##### Μια συνηθισμένη ανεμογεννήτρια ισοδυναμεί με 150.000 δέντρα!

Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από αιολικά πάρκα, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός κιλού διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μίγμα στην Ελλάδα). Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

Μία συνηθισμένη ανεμογεννήτρια των 750 kW παράγει κατά μέσο όρο στην Ελλάδα 2,25 εκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο και, έτσι, αποτρέπεται η έκλυση 2.250 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή απορροφούν ετησίως 3.000 στρέμματα δάσους ή αλλιώς 150.000 δέντρα.

**Σημείωση:** Προφανώς η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που απορροφά ένα δάσος εξαρτάται από τη βιοοικολογία του, τις φυτοκοινωνίες που το απαρτίζουν, το είδος, την ηλικία και την πυκνότητα των δέντρων και μια σειρά άλλους παράγοντες. Για τους υπολογισμούς λάβαμε υπ' όψη μας πλήθος βιβλιογραφικών πηγών από διάφορες χώρες, θεωρώντας ένα δάσος με δέντρα μέσης ηλικίας και πυκνότητα 50 δέντρων ανά στρέμμα.

- ✚ Η αιολική ενέργεια δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους. Κατά την παραγωγή ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής εκλύονται τεράστιες ποσότητες ρύπων, μεταξύ των οποίων τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, το δηλητηριώδες μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου που προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής.
- ✚ Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που παράγεται από τον άνεμο, σημαίνει μία λιγότερη κιλοβατώρα που θα είχε παραχθεί πιθανά με κάποιον άλλο ρυπογόνο τρόπο. Κατά μέσο όρο, κάθε κιλοβατώρα που παράγεται καίγοντας άνθρακα ή πετρέλαιο, εκλύει στην ατμόσφαιρα ένα περίπου κιλό διοξειδίου του άνθρακα, 4-20 γραμμάρια διοξειδίου του θείου, 1,5-15 γραμμάρια οξειδίων του αζώτου, 0,3-5 γραμμάρια μικροσωματιδίων και πολλούς ακόμη επικίνδυνους αέριους ρύπους.
- ✚ Για κάθε μεγαβάτ εγκατεστημένης ισχύος αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 15 με 22 θέσεις εργασίας, εκ των οποίων 0,5-1 είναι μόνιμες και αφορούν την λειτουργία και διαχείριση του αιολικού πάρκου. Για σύγκριση αναφέρουμε ότι, για κάθε μεγαβάτ εγκατεστημένης ισχύος σε ένα ανθρακικό σταθμό, δημιουργούνται 0,2 μόνιμες θέσεις εργασίας, δηλαδή έως και 5 φορές λιγότερες

των αιολικών (στοιχεία ΔΕΗ, με βάση την εμπειρία της από τους λιγνιτικούς σταθμούς στη βόρεια Ελλάδα).

- ✚ Η αιολική ενέργεια ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια.
- ✚ Η αιολική ενέργεια είναι μία ώριμη τεχνολογία. Η αιολική βιομηχανία είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία, με εντυπωσιακούς ρυθμούς ανάπτυξης τα τελευταία χρόνια. Στα τέλη του 2002, η εγκατεστημένη ισχύς διεθνώς ξεπέρασε τα 31.000 MW, με την Ευρωπαϊκή Ένωση να κατέχει το 75% της συνολικής ισχύος. Η Γερμανία, στα τέλη του 2002, είχε εγκαταστήσει 12.000 MW (περισσότερο δηλαδή από τη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ της ΔΕΗ), η Ισπανία 4.830 MW και η Δανία 2.880 MW. Η Δανία καλύπτει σήμερα σχεδόν το 20% των αναγκών της σε ηλεκτρισμό με αιολική ενέργεια, ενώ ο εθνικός στόχος της χώρας αυτής είναι να καλύπτει το 50% των αναγκών της με αιολική ενέργεια ως το 2030.
- ✚ Η τιμή της κιλοβατώρας (KWh) που παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων δεν περιλαμβάνει το πραγματικό κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή και χρήση της και παραμένει χαμηλή μόνο επειδή τα ορυκτά καύσιμα επιδοτήθηκαν, άμεσα ή έμμεσα, για δεκαετίες. Η ενσωμάτωση του περιβαλλοντικού-κοινωνικού κόστους θα καθιστούσε την αιολική ενέργεια, αλλά και όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πολύ πιο ανταγωνιστικές σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα και τελικά πιο ελκυστικές για τους καταναλωτές. Μία σχετική έρευνα στη Δανία, η οποία συνέκρινε τα αιολικά πάρκα με σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που καίνε άνθρακα ή φυσικό αέριο, προσπάθησε να αποτιμήσει σε χρήμα τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας. Με κριτήρια τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου, αλλά λαμβάνοντας επίσης υπό όψιν της την πιθανή απαξίωση της περιουσίας κοντά σε αιολικά πάρκα ή συμβατικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, η έρευνα αυτή κατέληξε ότι τα περιβαλλοντικά-κοινωνικά οφέλη από την επιλογή της αιολικής ενέργειας ανέρχονται σε 0,2-0,28 DKK (0,027-0,037 €) ανά παραγόμενη κιλοβατώρα όταν η σύγκριση γίνεται με ανθρακικούς σταθμούς ή 0,1-0,15 DKK (0,013-0,02 €) ανά παραγόμενη κιλοβατώρα όταν η σύγκριση αφορά σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που καίνε φυσικό αέριο (Munksgaard J. et al, 1996). Τα κόστη αυτά είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με αυτά που έδειξαν πολυάριθμες μελέτες, οι οποίες προσπάθησαν τα τελευταία χρόνια να “εσωτερικεύσουν” το λεγόμενο “εξωτερικό” περιβαλλοντικό-κοινωνικό κόστος. Σύμφωνα με μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (πρόγραμμα EXTERNE), το κόστος αυτό (περιβαλλοντικό και κοινωνικό) για την περίπτωση της Ελλάδας φτάνει έως και 0,084 €/kWh. Η ίδια μελέτη το ανεβάζει και στα 0,15 €/kWh για άλλες χώρες (NTUA, 1997 - European Commission, 2001). Ειδικότερα, η μελέτη αυτή προσδιορίζει το εξωτερικό κόστος για τους λιγνιτικούς σταθμούς στην Ελλάδα σε 4,6-8,4 λεπτά/kWh, ενώ για τα αιολικά πάρκα σε 0,24-0,26 λεπτά/kWh (18-35 φορές λιγότερο από τους λιγνιτικούς σταθμούς). Για να το πούμε πιο απλά, αν συνυπολογίζαμε τη ζημιά που κάνουν τα ορυκτά καύσιμα στο περιβάλλον και την υγεία, η ηλεκτρική



ενέργεια από συμβατικούς σταθμούς θα υ941 έπρεπε να χρεώνεται τουλάχιστον 50-100% παραπάνω απ' ότι σήμερα. Ακόμη όμως και χωρίς να συμπεριλάβουμε το περιβαλλοντικό κόστος, η αιολική ενέργεια είναι σήμερα μια οικονομικά ανταγωνιστική εναλλακτική λύση απέναντι στα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα και την επικίνδυνη πυρηνική ενέργεια. Αν αφαιρέσει κανείς το κόστος της αρχικής επένδυσης, το πραγματικό κόστος εκμετάλλευσης των αιολικών πάρκων της ΔΕΗ στην Κρήτη εκτιμάται ότι είναι κάτω από 0,6 λεπτά ανά κιλοβατώρα. Αναφέρουμε χαρακτηριστικά ότι μόνο το κόστος καυσίμου των πετρελαϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής για κάλυψη αιχμών της ζήτησης στην Κρήτη κυμαίνεται από 11,7 έως 22,3 λεπτά ανά κιλοβατώρα και σε άλλα μικρότερα νησιά είναι μεγαλύτερο. Στα Αντικύθηρα π.χ. το 1998, το κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού με καύσιμο πετρέλαιο έφτασε στην απίστευτη τιμή των 2,24 € ανά κιλοβατώρα! Επειδή για κοινωνικούς λόγους η ΔΕΗ πουλάει την κιλοβατώρα στην ίδια τιμή με το εθνικό δίκτυο, η επιχείρηση έχει στα νησιά του Αιγαίου παθητικό γύρω στα 200 εκατ. € ετησίως λόγω της εξάρτησης από ρυπογόνους πετρελαϊκούς σταθμούς (Μπέτζιος, 2001).

- ✚ Το κόστος της παραγωγής αιολικής ενέργειας δεν είναι απαγορευτικό για μικρές εφαρμογές, σε αντίθεση με τους συμβατικούς τρόπους ηλεκτροπαραγωγής. Κάθε νοικοκυριό ή βιοτεχνία θα μπορούσε θεωρητικά να παράγει τη δική του ενέργεια από τον άνεμο. Η αιολική ενέργεια αποτελεί, εκτός των άλλων, και μία βιώσιμη λύση για περιοχές χωρίς πρόσβαση σε δίκτυο. Όπως και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ. τα φωτοβολταϊκά), μικρές ανεμογεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτόνομα ή υβριδικά συστήματα για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.
- ✚ Το αιολικό δυναμικό της χώρας μας είναι γεωγραφικά διεσπαρμένο, οδηγώντας στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- ✚ Η αιολική ενέργεια δεν εμποδίζει τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Περίπου το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις. Διάφορες αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται μέχρι τις βάσεις των ανεμογεννητριών, αφού τα θεμέλιά τους είναι κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία. Ενδεικτικά και για λόγους σύγκρισης, αναφέρουμε ότι για την παραγωγή ενέργειας από έναν σταθμό ηλεκτροπαραγωγής που καίει άνθρακα απαιτείται έως και 4,5 φορές μεγαλύτερη έκταση απ' αυτή που απαιτείται για να καλυφθούν οι ίδιες ενεργειακές ανάγκες με αιολική ενέργεια (European Commission, 1999). Ο υπολογισμός αυτός έγινε λαμβάνοντας υπ' όψιν και τις τεράστιες εκτάσεις γης που δεσμεύονται κατά την εξόρυξη άνθρακα και αφορά τον κύκλο ζωής μιας τοπικής μονάδας παραγωγής ενέργειας που είναι περίπου 30 χρόνια. Όσον αφορά τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα, πρέπει να τονίσουμε ότι στη μεγάλη τους πλειοψηφία εγκαθίστανται σε ορεινές θέσεις με αραιή θαμνώδη βλάστηση, η οποία οφείλεται, ως ένα βαθμό,



ακριβώς στις επικρατούσες ανεμολογικές συνθήκες (δηλαδή στις υψηλές ταχύτητες του ανέμου). Η παρουσία υψηλής βλάστησης σε μία περιοχή (συστάδες δένδρων και δασώδεις εκτάσεις) δεν προσφέρεται για εκμετάλλευση αιολικού δυναμικού, δεδομένου ότι επιβραδύνει τη ροή του ανέμου στα συνήθη ύψη του ρότορα της ανεμογεννήτριας, πράγμα που καθιστά τις θέσεις αυτές μη ελκυστικές για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Η συνήθης χρήση γης στις θέσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων είναι η βοσκή αιγοπροβάτων. Σπανιότερα, στις θέσεις αυτές εντοπίζονται ίχνη εγκαταλελειμμένων καλλιεργειών μικρής απόδοσης. Επειδή δεν απαιτείται η περιφραγή της έκτασης εγκατάστασης των ανεμογεννητριών, αφού το σύνολο του εξοπλισμού τους είναι απροσπέλαστο και προστατευόμενο, όλες οι υφιστάμενες χρήσεις γης μπορούν να συνεχιστούν χωρίς εμπόδια.

- ✚ Η αιολική ενέργεια, παρά τους φόβους περί του αντιθέτου, ενισχύει τον τουρισμό, καθώς αντικαθιστά τις ρυπογόνες μορφές ενέργειας και διαφυλάσσει το φυσικό περιβάλλον. Στη Σητεία, όπως και σ' άλλες περιοχές σε όλο τον κόσμο, ανθίζει τελευταία ο "περιβαλλοντικός τουρισμός", καθώς η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων ελκύει πολλούς επισκέπτες.
- ✚ Η αιολική ενέργεια συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη. Στην Εύβοια για παράδειγμα, μέχρι τα μέσα του 2001 είχαν εγκατασταθεί 150 MW περίπου αιολικών πάρκων, συνολικού κόστους 170,2 εκατ. €. Για την κατασκευή κάθε πάρκου της τάξης των 10 MW απασχολήθηκαν 45-65 εργαζόμενοι για 4-5 μήνες ανά έργο, οι μισοί εκ των οποίων, κατά μέσο όρο, προέρχονταν από το τοπικό ανθρώπινο δυναμικό. Το προσωπικό που συμμετείχε στην φάση κατασκευής διανυκτέρευε σε τοπικά καταλύματα. Στην φάση λειτουργίας των αιολικών πάρκων οι μισοί περίπου εργαζόμενοι προέρχονται από το τοπικό ανθρώπινο δυναμικό. Στην Εύβοια, επίσης, δαπανώνται τοπικά 4.800-5.870 € τον χρόνο ανά εγκατεστημένο MW (μισθοί, εργολαβίες, κλπ.). Τέλος, έχουν ήδη υλοποιηθεί από τους επενδυτές παράπλευρα έργα κοινωνικού οφέλους (σχολεία, πολιτιστικά κέντρα, παιδικοί σταθμοί), καθώς και χορηγίες, της τάξης των 15.000-30.000 € ανά εγκατεστημένο MW (Περιστέρης, 2001).

### 3.3 Αιολικά Πάρκα

Τα αιολικά πάρκα (ΑΠ) αποτελούνται από σειρές ανεμογεννητριών (ΑΓ) που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική. Έτσι γίνεται η εκμετάλλευση του τοπικού αιολικού δυναμικού που αποτελεί ανεξάντλητη φυσική πηγή. Τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από πολλές ανεμογεννήτριες, συνήθως από 15 μέχρι και 40. Αυτά τα πάρκα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και αφού την μετασχηματίσουν σε ρεύμα μεγάλης τάσης 20.000 V, ώστε να είναι ευκολότερη η μεταφορά του, φτάνει σε ένα υποσταθμό όπου πάλι μετασχηματίζεται στην τάση που χρησιμοποιούν ο αστικός και ο βιομηχανικός τομέας. Το ρεύμα αυτό πωλείται στην Δημόσια

Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), όπου και στη συνέχεια διοχετεύεται στα κεντρικά δίκτυα της χώρας.

Οι ανεμογεννήτριες στα αιολικά πάρκα, επικοινωνούν με υπόγεια χοντρά και μονωμένα καλώδια, καθώς και από μια δέσμη οπτικών ινών. Οι οπτικές ίνες βοηθούν στο να συλλέγονται οι πληροφορίες από όλες τις ανεμογεννήτριες, όπως η θερμοκρασία των τμημάτων της ανεμογεννήτριας, τα ALARMS, η ποσότητα της ενέργειας που παράγεται, η ταχύτητα του ανέμου και η φορά του ανέμου. Τέλος, η λειτουργία των ανεμογεννητριών δεν απαιτεί πρώτες ύλες, εκτός από τον άνεμο και βέβαια δεν εκπέμπει καμία μορφή ρύπου ή αποβλήτων.



Σχήμα 3.1. Α/Π στα ΖΑΡΚΑ ΕΥΒΟΙΑΣ



Σχήμα 3.2. Φωτορεαλιστικό Αιολικού Πάρκου



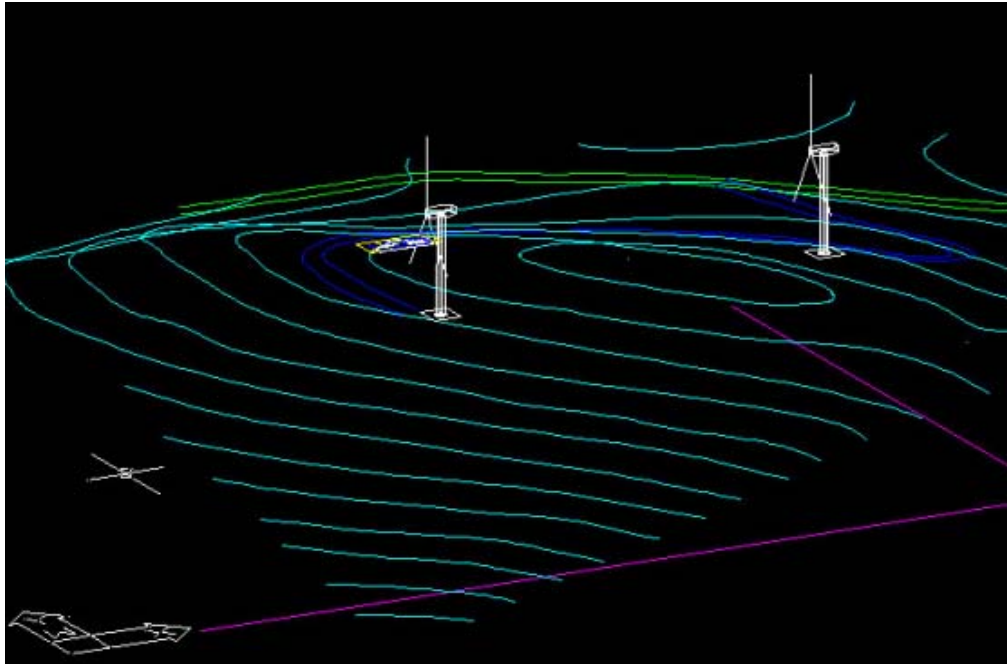
Σχήμα 3.3. A/G E-70 ENERCON

### 3.3.1 Κριτήρια για την κατάλληλη θέση ενός Αιολικού Πάρκου

Φυσικά, αν και το υψηλό αιολικό δυναμικό της εξεταζόμενης περιοχής αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου, δεν είναι το μόνο. Άλλοι εξίσου σημαντικοί παράμετροι που θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να ληφθούν υπόψη στη εξέταση είναι :

- ✓ Τα γειτονικά δίκτυα με τη ΔΕΗ ανάλογης ισχύος και η ύπαρξη δρόμων πρόσβασης
- ✓ Οι αποστάσεις από τις κοντινότερες κοινότητες
- ✓ Το αρχαιολογικό ενδιαφέρον για την εξεταζόμενη περιοχή
- ✓ Η θέση της ανεμογεννήτριας σε σχέση με τους αναμεταδότες της ΕΡΤ και του ΟΤΕ
- ✓ Οι αποστάσεις από τα αεροδρόμια
- ✓ Τα ειδικά προγράμματα περιβαλλοντικής προστασίας (NATURA, RAMSAR, κλπ.)

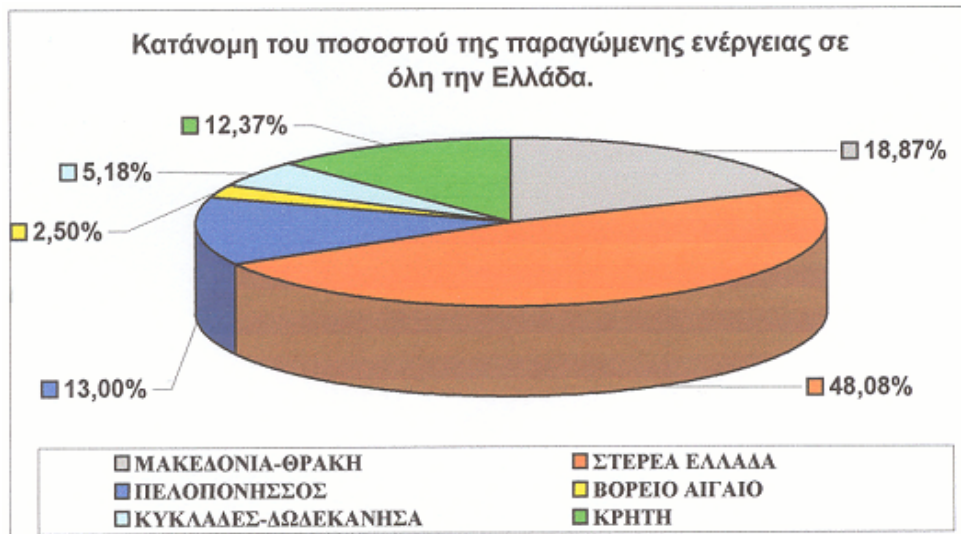
Παρατηρούμε λοιπόν πως η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου μόνο μια απλή διαδικασία δεν είναι, αφού απαιτείται ο συνεπής έλεγχος ενός αριθμού κριτηρίων με σημαντικότερο βέβαια το αιολικό δυναμικό της υπό εξέταση περιοχής.



Σχήμα 3.4. Σχεδιασμός Αιολικού Πάρκου

### 3.4 Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα

Στη χώρα μας, όπως και στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, έγινε σύντομα αντιληπτός ο κίνδυνος εξάντλησης των συμβατικών καυσίμων, καθώς και η όξυνση των προβλημάτων ρύπανσης από την καύση των παραγώγων του πετρελαίου και του άνθρακα. Παρόλα αυτά παρατηρήθηκε σημαντική καθυστέρηση στα προγράμματα αξιοποίησης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, κατά συνέπεια και στο αιολικό πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα μακρόχρονων μετρήσεων κατέδειξαν την υψηλή ποιότητα του αιολικού δυναμικού στα περισσότερα νησιά του Αιγαίου, καθώς και σε αρκετά παραθαλάσσια μέρη της ηπειρωτικής χώρας.



Σχήμα 3.5. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η κατανομή της παραγόμενης ενέργειας στις περιφέρειες της Ελλάδας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Βιομάζα

#### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιομάζα είναι ζωντανή οργανική ύλη, όπως τα δέντρα, οι καλλιέργειες, τα φύκια ή τα άλγη. Επίσης, ως βιομάζα νοούνται άχρηστα υλικά, όπως η κοπριά, τα απορρίμματα, οι ακαθαρσίες των υπονόμων (ιλύς) και τα οργανικά απορρίμματα (ζωικά και φυτικά). Η ενέργεια της βιομάζας είναι ένα είδος έμμεσης ηλιακής ενέργειας. Είναι ύλη που κάποτε αναπτύχθηκε ως οργανισμός και άρα δέσμευσε ηλιακή ενέργεια. Η διαδικασία κατά την οποία τα φυτά αποθηκεύουν ενέργεια λέγεται φωτοσύνθεση.

Ο όρος βιομάζα έχει γίνει κοινός στη γλώσσα τη σχετική με την ενέργεια. Προέρχεται από τις λέξεις βίος (που σημαίνει ζωή) και μάζα και αναφέρεται εδώ στην ποσότητα οργανικής ύλης που υπάρχει σε κάποια περιοχή, χώρα ή όλο τον κόσμο.

Η μείωση της εξάρτησης από τα πετρελαϊκά καύσιμα και η στροφή σε ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους αποτελεί σήμερα ένα στρατηγικό στόχο για την Ε.Ε. αλλά και για άλλες βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες. Η διαφαινόμενη μελλοντική έλλειψη επαρκών συμβατικών καυσίμων και η αυξανόμενη ρύπανση του περιβάλλοντος κάνει επιτακτική την στροφή σε ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους. Στην Ε.Ε. ο τομέας των μεταφορών αντιστοιχεί περίπου στο 30% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και χρησιμοποιεί σήμερα τα πετρελαϊκά καύσιμα σε ποσοστό 96-98%. Η βιομάζα αποτελεί ένα ανανεώσιμο φυσικό πόρο και με τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών μπορούν να παραχθούν από γεωργικές πρώτες ύλες διάφορα υγρά και αέρια καύσιμα υποκατάστατα του πετρελαίου και της βενζίνης.

#### 4.2 Καύσιμα Βιομάζας

Η μετατροπή της βιομάζας οδηγεί σε πολλές μορφές καυσίμων:

1. **Βιοαέριο** (ονομαζόμενο επίσης συνθετικό φυσικό αέριο), που είναι κυρίως μεθάνιο, μια εύφλεκτη αέρια μορφή υδρογονάνθρακα.
2. **Αιθανόλη** και **μεθανόλη**, πτητικά, εύφλεκτα υγρά.
3. **Πετρέλαιο**.

#### 4. Στερεά καύσιμα, όπως το κάρβουνο και τα θρύμματα.

Σε αυτά περιλαμβάνονται τα ξυλοκάρβουνα, που φτιάχνονται από ξύλο και το καύσιμο υπόλειμμα που μένει μετά την καταστροφική δύλιση του κάρβουνου.

Πιο συγκεκριμένα, βιοκαύσιμα θεωρούνται :

α) η βιοαιθανόλη

β) το βιοντήζελ [μεθυλεστέρες των τριγλυκεριδίων]

γ) το βιαέριο

δ) η βιομεθανόλη

ε) το βιοϋδρογόνο [υδρογόνο παραγόμενο από βιομάζα]

στ) καθαρά φυτικά έλαια

ζ) διάφορα παράγωγα αυτών.

Η Ε.Ε. καλεί τα κράτη μέλη να εξασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη ποσότητα βιοκαυσίμων θα διατίθεται στις αγορές τους ως εξής:

α) το 2% του συνολικού πετρελαίου και βενζίνης στις 31/12/2005

β) το 5,75% του συνολικού πετρελαίου και βενζίνης στις 31/12/2010

### 4.3 Παραγωγή Βιομάζας

Η χλωρίδα (το φυτικό βασίλειο) είναι μια μορφή δυναμικής ενέργειας. Η ενέργεια είναι αποθηκευμένη στα κύτταρα των φυτών.

Τα φυτά χρησιμοποιούν ενέργεια ακτινοβολίας για να μετατρέψουν διοξείδιο του άνθρακα, το νερό και τις τροφές από το χώμα σε σάκχαρο και οξυγόνο. Η διαδικασία αυτή υποβοηθείται από ορισμένα ένζυμα μέσα στα φύλλα του φυτού (το ένζυμο είναι ένα είδος πρωτεΐνης, που βοηθάει, ώστε να γίνει χημική δράση μέσα στα φυτικά και στα ζωικά κύτταρα). Το σχήμα 2 παρουσιάζει τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης σε ένα φυτό.

Ο άνθρακας είναι ένα σημαντικό στοιχείο, που βρίσκεται στον αέρα και σε όλα τα είδη οργανισμών ζωντανών ή νεκρών. Η ποσότητα του άνθρακα ως στοιχείου των καύσεων οι οποίες συντελούνται κατά τη φωτοσύνθεση κάθε χρόνο είναι περίπου 10

φορές μεγαλύτερη από τη συνολική παγκόσμια ενέργεια που καταναλώνεται ετησίως. Μόνο μισό τοις εκατό αυτού του άνθρακα καταναλώνεται ως τροφή ή χρησιμοποιείται για την κατασκευή ινών για βιομηχανικά προϊόντα. Το υπόλοιπο είναι διαθέσιμο ως , που ως επί το πλείστον δεν αξιοποιήθηκε.

Λέγοντας βιομάζα εννοούμε κάθε φυτικό οργανισμό. Τα δάση είναι σημαντική πηγή ξυλείας για θέρμανση και για κατασκευές. Οι ίνες διαφόρων καλλιεργούμενων φυτών χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας

#### 4.4 Χρήση Βιοκαυσίμων στις Μεταφορές

Τα βιολογικά καύσιμα μπορούν να υποκαταστήσουν τα συμβατικά καύσιμα στις μεταφορές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε αυτούσια είτε κατόπιν ανάμιξής τους με συμβατικά καύσιμα.

Τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα σήμερα είναι:

- α) η βιοαιθανόλη και
- β) το βιοντήζελ

Η βιοαιθανόλη υποκαθιστά την βενζίνη και παράγεται από γεωργικές πρώτες ύλες πλούσιες σε σάκχαρα [σακχαροκάλαμο, τεύτλα] ή σε άμυλο [καλαμπόκι, διάφορα σιτηρά]. Παράγεται σήμερα στην Βραζιλία [σάκχαροκάλαμο], στις ΗΠΑ [καλαμπόκι] και στην Ε.Ε. [τεύτλα, σιτηρά]. Μπορεί να αναμιχθεί με την βενζίνη σε διάφορες αναλογίες ή να χρησιμοποιηθεί αυτούσια για την κίνηση οχημάτων. Παρουσιάζει πολύ καλές ιδιότητες σαν καύσιμο και εκπέμπει λίγους ρύπους κατά την καύση της.

Το βιοντήζελ υποκαθιστά το ντήζελ κίνησης και παράγεται από την αντίδραση διαφόρων ελαίων με μεθανόλη, οπότε παράγεται ο μεθυλεστέρας των τριγλυκεριδίων και γλυκερίνη. Σαν πρώτη ύλη μπορούν να χρησιμοποιηθούν το κραιβέλαιο [rape seed oil], ένα φθινό βιομηχανικό λάδι [όμως η ελαιοκράμβη δεν καλλιεργείται στη χώρα μας] τα μεταχειρισμένα τηγανόλαδα ή τα ζωϊκά λίπη. Η μεγαλύτερη παραγωγή βιοντήζελ παγκοσμίως παρατηρείται σήμερα στην Ε.Ε.

Το βιοαέριο που παράγεται από βιομάζα μετά από το καθαρισμό του μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο. Σαν αέριο μπορεί να υποκαταστήσει το υγραέριο ή το φυσικό αέριο στην κίνηση οχημάτων, αλλά δεν βρίσκει πολλές εφαρμογές παγκοσμίως.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης των βιοκαυσίμων [δεδομένου ότι παράγονται από βιομάζα] είναι οι μηδενικές επιπτώσεις τους στο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Θα πρέπει να τονισθεί ότι με τις τρέχουσες τιμές τα βιολογικά καύσιμα δεν είναι στην Ε.Ε. ανταγωνιστικά των πετρελαϊκών καυσίμων.



Όμως εφόσον μειωθεί η φορολογία τους (σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα) τότε μπορούν να γίνουν ανταγωνιστικά.

Η πολιτεία σήμερα προσφέρει κίνητρα για επενδύσεις σε συστήματα παραγωγής βιοκαυσίμων μέσω του Επιχειρησιακού προγράμματος ενέργειας που φθάνουν το 40% του κόστους της επένδυσης και μέχρι του ποσού 500€ ανά ΤΝ βιοαιθανόλης ή βιοντήζελ.

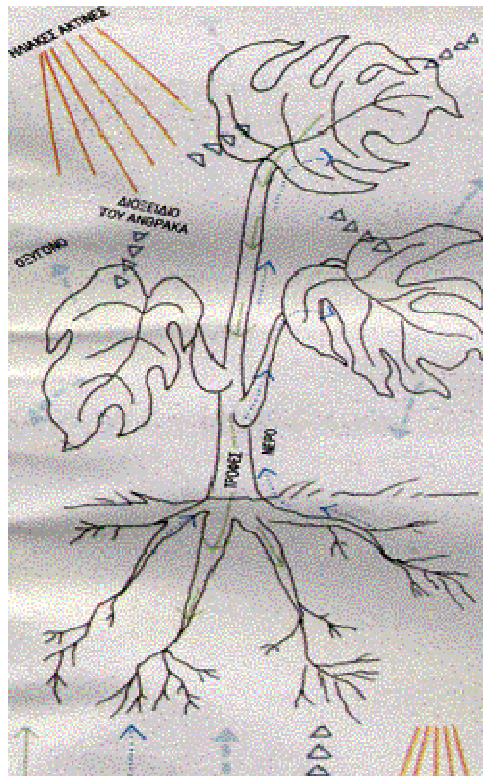
**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ**

	Μοριακός τύπος	Μ.Β.	Λόγος C:H	Ενεργειακή πυκνότητα (MJ/m <sup>3</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (g/MJ)
Φυσικό αέριο	CH <sub>4</sub>	18	1:4	-	51,3
LPG	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	1:2,6	25,7	60,2
Βενζίνη	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	84	1:2	35,2	65,8
Ντήζελ	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202	1:1,9	38,6	65,8
Βιοαιθανόλη	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	1:3	23,4	64,3
Βιοντήζελ (μεθυλεστέρες κραμβελαιίου)	C <sub>13</sub> H <sub>29</sub> O	201	1:2,3	33,3	85,0

## 4.5 Γενική Χρήση Βιοκαυσίμων

Το ξύλο και άλλες πηγές βιομάζας παρέχουν περίπου το 5 τοις εκατό όλης της ενέργειας που καταναλώνεται στις ΗΠΑ. Η ενέργεια από το ξύλο ήταν συνολικά 2.6 πεντάκις εκατομμύρια (2,6 x 10<sup>15</sup>) joule το 1989. Η ενέργεια που παρήχθη από άλλα βιοκαύσιμα, όπως αγροτικά απόβλητα, στερεά κατάλοιπα πόλεων και καύσιμα από αλκοόλες, ήταν 422 τετράκις εκατομμύρια (422 x 10<sup>12</sup>) joule.

Διεθνώς, το ενδιαφέρον για τα βιοκαύσιμα ως πηγή ενέργειας μεγαλώνει. Η χρήση βιομάζας ως πηγής ενέργειας σήμερα ανέρχεται στο 12% της συνολικής παραγωγής ενέργειας. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες η βιομάζα αποτελεί το 50% της συνολικής ενέργειας που αυτές παράγουν. Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενθαρρύνει την αύξηση της χρήσεως ανανεώσιμων πηγών. Η Σουηδία σχεδιάζει να αρχίσει την καλλιέργεια υβριδίων για σκληρό ξύλο γρήγορης αναπτύξεως με σκοπό αυτό να αποτελέσει καύσιμο σε μελλοντικά εργοστάσια ισχύος.



Σχήμα 4.1. Φωτοσύνθεση στα φυτά.

Το φυτό παίρνει φως, νερό, διοξείδιο του άνθρακα και τροφές (από το έδαφος). Συνδυάζει τον άνθρακα με το υδρογόνο από το νερό και τα αποθηκεύει ως φυτική ύλη. Καθώς συντελείται η φωτοσύνθεση, ελευθερώνεται στον αέρα οξυγόνο.

#### 4.6 Μετατροπή Βιομάζας σε Ενέργεια

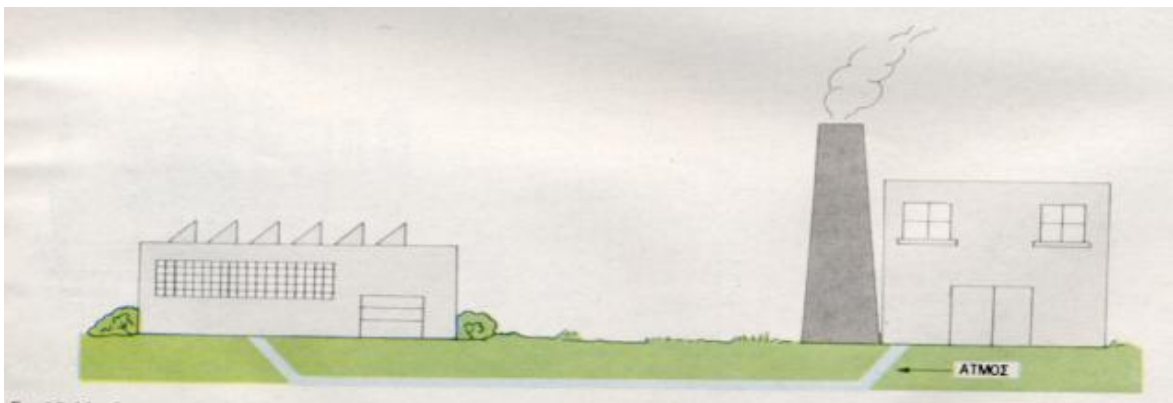
Πριν χρησιμοποιηθεί ως πηγή οποιασδήποτε μορφής ενέργειας ή τροφής, η βιομάζα πρέπει να μετατραπεί σε κάποια πιο εύχρηστη μορφή. Η φυτική βιομάζα μπορεί να μετατραπεί με πολλούς τρόπους:

- **Μεταβολική μετατροπή.** Στην περίπτωση αυτή φυτά (ή άλλες τροφές) τρώγονταν από ζώα ή από ανθρώπους. Ο μεταβολισμός (πέψη) της ενέργειας από το σώμα του ζώου ή του ανθρώπου είναι λειτουργία που αντιστρέφει τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Θερμότητα, σε πολύ μικρή ποσότητα, οξυγόνο και δράση ενζύμων διασπούν τα κύτταρα του φυτού και παράγουν ουσίες για να εφοδιασθεί με ενέργεια και να αναπτυχθεί ο οργανισμός. Τα παραπροϊόντα είναι διοξείδιο του άνθρακα και κοπροειδή απόβλητα.
- **Θερμοχημική μετατροπή.** Αυτή είναι μια βιομηχανική διαδικασία, η οποία απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες θερμότητας για την καύση της βιομάζας ή για τη μετατροπή της σε καύσιμο, αέριο ή υγρό.

- **Βιολογική μετατροπή.** Πρόκειται επίσης για μία βιομηχανική διαδικασία. Χρησιμοποιούνται ένζυμα, μύκητες ή μικροοργανισμοί (βακτήρια), για να προκαλέσουν χημικές μεταβολές που παράγουν αέρια ή υγρά καύσιμα.

#### 4.7 Συμπαγωγή

Η διαδικασία μετατροπής της βιομάζας μπορεί να εφαρμοσθεί από τη βιομηχανία για την παραγωγή ηλεκτρισμού και συγχρόνως εκμεταλλεύσιμης (βιομηχανικής) θερμότητας.



Σχήμα 4.2 Εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής με ατμό.

Ο χρησιμοποιούμενος ατμός από το στρόβιλο εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να οδηγηθεί με σωληνώσεις σε εργοστάσιο και να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανική θερμότητα.

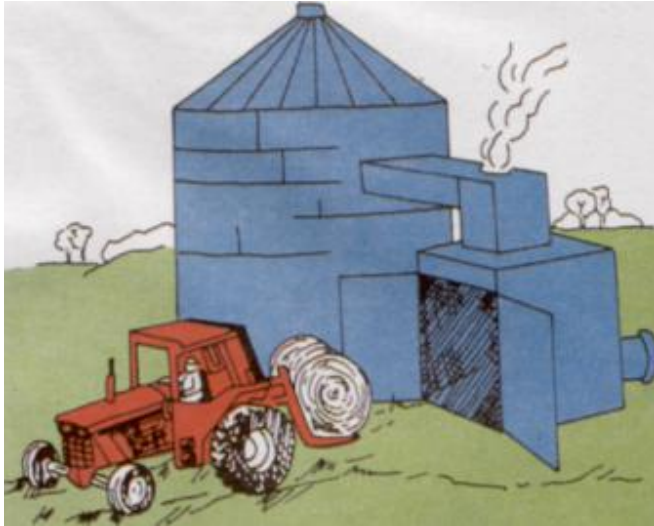
Εκμεταλλεύσιμη (βιομηχανική) θερμότητα είναι η θερμότητα που χρησιμοποιείται από μια βιομηχανία για την κατεργασία πρώτων υλών και την παραγωγή κάποιου προϊόντος. Για παράδειγμα, ένα εργοστάσιο παραγωγής ζάχαρης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δικά του απορρίμματα, ώστε να παράγει ηλεκτρισμό για τα μηχανήματα του καθώς και ατμό για θέρμανση και για τις διαδικασίες εξατμίσεως.

Υπήρξαν στο παρελθόν πιλοτικά (δοκιμαστικά) προγράμματα για το διαχωρισμό και την αποτέφρωση των υλικών από οργανικά απορρίμματα.

Η θερμότητα που μεταφέρονταν με το δημιουργούμενο ατμό χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή ηλεκτρισμού, που διοχετεύονταν στο τοπικό δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας,

## 4.8 Συστήματα Παραγωγής Ενέργειας από Απορρίμματα

Ίσως να μην είναι μακριά η μέρα που πολλές πόλεις θα μπορούν να μειώσουν τα



προβλήματα διαθέσεως των σκουπιδιών τους ενώ συγχρόνως θα έχουν και κέρδος από πλευράς ενέργειας καίγοντας τα απορρίμματα τους. Τα σκουπίδια των πόλεων μπορούν να τεμαχισθούν, να αναμιχθούν με άλλα καύσιμα, όπως το κάρβουνο ή το πετρέλαιο, και να καούν. Η θερμότητα που εκλύεται μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό ή να θερμαίνει τα κτήρια. Ευρωπαϊκές πόλεις καρπώνονται την ενέργεια από σκουπίδια και απορρίμματα επί πολλά χρόνια. Το κάψιμο των

σκουπιδιών και των απορριμμάτων απαιτεί ειδικούς καυστήρες, εφοδιασμένους με κινούμενους τρίφτες. Μερικές πόλεις στη Βόρεια Αμερική, όπως το Σικάγο, η ναυτική βάση Norfolk (στην πολιτεία Βιρτζίνια) και πολλές канаδικές πόλεις, έχουν ήδη προγράμματα καύσεως.

### 4.8.1 Υπολείμματα Συγκομιδής και Ξήρανση Δημητριακών

Οι γεωργοί πειραματίζονται από καιρό στη χρήση υπολειμμάτων της συγκομιδής ως καυσίμου για την ξήρανση δημητριακών. Μια βιομηχανία κατασκευής αποθηκών ξηράνσεως ασχολείται με τις δοκιμές ενός κλίβανου για βιομάζα. Ο κλίβανος μπορεί να κάψει σχεδόν οποιοδήποτε τύπου καύσιμο υλικό.

Μια λογική πηγή καυσίμου είναι τα υπολείμματα από τη σοδειά του καλαμποκιού. Σύμφωνα με τη βιομηχανία, μια σοδειά 24 bushel (τρία γαλόνια, περίπου 12 λίτρα) ανά στρέμμα δίνει 625 κιλά στάχυα, φύλλα και κοτσάνια καλαμποκιού ανά στρέμμα. Αυτά δίνουν ενέργεια όση περίπου 1280 λίτρα προπανίου.

Ο κλίβανος είναι σχεδιασμένος για να θερμαίνει αέρα που στη συνέχεια διοχετεύεται μέσα στις αποθήκες με τα δημητριακά. Με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας, οι φλόγες από την καύση δεν έρχονται ποτέ σε επαφή με τους σπόρους (ο εναλλακτήρας θερμότητας είναι συσκευή που παίρνει θερμότητα από ένα μέρος και τη στέλνει σε κάποιο άλλο χωρίς να αναμιγνύονται οι δύο πηγές αέρα).

Μια εταιρεία χρησιμοποιεί τα στάχυα του καρπού του καλαμποκιού που έχουν συλλεχθεί από τις δικές της φυτείες για να ξηραίνει τους σπόρους της. Τα στάχυα τοποθετούνται σε ένα θάλαμο αεριοποίησης, όπου καίγονται με περιορισμένη παροχή οξυγόνου. Κατ' αυτόν τον τρόπο παράγονται καύσιμα αέρια, τα οποία χρησιμοποιούνται ως καύσιμο για τη λειτουργία του ξηραντήρα των σπόρων.

## 4.9 Πηγές Βιομάζας

Κάθε χρόνο οι ΗΠΑ παράγουν περίπου ένα δισεκατομμύριο τόνους σκουπίδια με όλους τους τρόπους. Δεν μπορεί να αξιοποιηθεί όλη αυτή η ποσότητα, να γίνει δηλαδή καύσιμο. Μερικά απορρίμματα δεν είναι οργανικά και δεν καίγονται. Πολλά είναι πολύ διασκορπισμένα και δεν αξίζει να συλλεγούν.

Με τα οργανικά απορρίμματα των πόλεων είναι αναμεμιγμένα πολλά ανόργανα υλικά. Αυτά είναι:

- **Ορυκτά.** Μεταξύ αυτών είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο μπρούτζος, ο χαλκός και ο κασσίτερος.
- **Μη καιόμενα βιομηχανικά υλικά.** Το γυαλί, οι πέτρες, τα τσιμέντα και τα τούβλα είναι τα πιο κοινά.

Πολλά από αυτά τα υλικά μπορούν να διαχωρισθούν και να ανακυκλωθούν. Άλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μπάζα για γέμισμα ή ως οικοδομικό μίγμα.

Η ανακύκλωση μετάλλων ισοδυναμεί επίσης με εξοικονόμηση ενέργειας. Για παράδειγμα, για την ανακύκλωση αλουμινίου απαιτείται μόνο το 5% της ενέργειας που καταναλώνεται για την παραγωγή του από ορυκτές πρώτες ύλες.

Μέχρι σήμερα, λίγα από αυτά τα υλικά ανακυκλώνονται. Συνέπεια αυτού είναι το τεράστιο πρόβλημα διαθέσεως (απορρίψεως). Εμφανίζονται όλο και περισσότερες ανακοινώσεις που λένε ότι σε διάφορες περιοχές έχουν εξαντληθεί τα μέρη που μπορούν να λειτουργήσουν ως σκουπιδότοποι και χαβούζες. Το κόστος συλλογής και διαθέσεως των σκουπιδιών είναι σημαντικό. Το 1964 το κόστος για τις ΗΠΑ ήταν περίπου 26 δολάρια ο τόνος, αλλά το 1984 έφτασε κοντά στα 50 δολάρια και θα συνεχίσει να αυξάνεται.

Η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από τα απορρίμματα των πόλεων θα αντιστοιχούσε χονδρικά σε 150 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου το χρόνο (1 βαρέλι είναι περίπου 158 λίτρα). Αυτό θα αντιστοιχούσε εξοικονόμηση σε ενέργεια 7,2 δισεκατομμυρίων δολαρίων, αν το (αργό) πετρέλαιο πωλούνταν 48 δολάρια το βαρέλι.

## 4.10 Ενεργειακά Αγροκτήματα

Οι επιστήμονες από τις αρχές της δεκαετίας του 1950 πειραματίζονται για την παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα φυτών που θα χρησιμεύσουν ως καύσιμα. Διεξάγονται πειράματα, ώστε να αυξηθεί η παραγωγή ορισμένων τέτοιων φυτών.

Ένα ενεργειακό αγρόκτημα λειτουργεί αποκλειστικά για την παραγωγή ενέργειας. Είναι μια από τις εναλλακτικές λύσεις για την αντικατάσταση των καυσίμων από απολιθώματα, που συνεχώς ελαττώνονται.

Όμως, είναι αμφίβολο αν μπορεί κάποιος να στηριχθεί σε τέτοιες καλλιέργειες προς το παρόν, για πολλούς λόγους:

- Η καλλιέργεια βιομάζας θα απαιτούσε μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Αυτό ισχύει για τις περισσότερες διαδικασίες μετατροπής ενέργειας βιομάζας σε άλλες μορφές καυσίμου και χημικές πρώτες ύλες.
- Για την καλλιέργεια βιομάζας χρειάζεται εύφορο έδαφος, υψηλής ποιότητας. Αυτό όμως σημαίνει ότι μερικές από τις πιο εύφορες περιοχές δεν θα καλλιεργούνται πλέον για την παραγωγή φρούτων, λαχανικών και δημητριακών (μείωση της παραγωγής, έλλειψη στην αγορά).
- Οι ανάγκες για ενέργεια θα συναγωνίζονταν με της αυξανόμενες απαιτήσεις σε τρόφιμα, για να τραφεί ο συνεχώς ογκούμενος πληθυσμός της γης.

Από την άλλη μεριά υπάρχουν 880 εκατομμύρια στρέμματα βοσκοτόπων και αγροκτημάτων για καλλιέργειες φυτών για βιομάζα. Επιπλέον, 640 εκατομμύρια στρέμματα δασικών εκτάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για βιοενεργειακές καλλιέργειες. Παρ' όλα αυτά, η καλλιέργεια αστών των εκτάσεων για βιομάζα δεν θα επέτρεπε να χρησιμοποιούνται για την κτηνοτροφία και τη δασοκομία.

### 4.10.1 Κόστος Καλλιέργειας Βιομάζας

Σήμερα, η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα καλλιεργούμενη σε ενεργειακά αγροκτήματα είναι ακριβή. Τέτοια ενέργεια κοστίζει πολύ περισσότερο απ' ό,τι η ενέργεια από ακατέργαστο πετρέλαιο και κάρβουνο. Το γεγονός ότι σημειώνονται μεγάλες αυξήσεις στο κόστος των καυσίμων από απολιθώματα και της πυρηνικής ενέργειας δεν σημαίνει ότι η ενέργεια βιομάζας έχει συγκριτικά μικρότερο κόστος, γιατί η ίδια η παραγωγή της, η μεταφορά της και η επεξεργασία της απαιτεί αρκετή ενέργεια.

Δύο πράγματα θα μπορούσαν να συμβούν, για να γίνουν οι ενεργειακές καλλιέργειες ανταγωνιστικές:

- Να αυξηθεί πολύ η παραγωγικότητα αυτών των καλλιεργειών.
- Να βελτιωθεί πάρα πολύ η απόδοση της διαδικασίας μετατροπής.

Όσο καλύτερο είναι το χώμα όπου καλλιεργείται η βιομάζα, τόσο υψηλότερη είναι η απόδοση.

#### 4.10.2 Πλεονεκτήματα Ενεργειακής Καλλιέργειας Βιομάζας

Υπάρχουν μερικοί λόγοι για τους οποίους αξίζει κανείς να λάβει σοβαρά υπόψη τη δυνατότητα χρήσεως ενέργειας βιομάζας. Αυτή προκαλεί λιγότερη μόλυνση, άρα λιγότερους κινδύνους για την υγεία από ό,τι η πυρηνική ενέργεια ή η ενέργεια από καύσιμα και απολιθώματα. Σε αντίθεση με τα καύσιμα από απολιθώματα, τα βιοκαύσιμα είναι ανανεώσιμα και υφίστανται γρήγορα την όλη διαδικασία κατά την οποία παρήχθησαν τα καύσιμα από απολιθώματα.

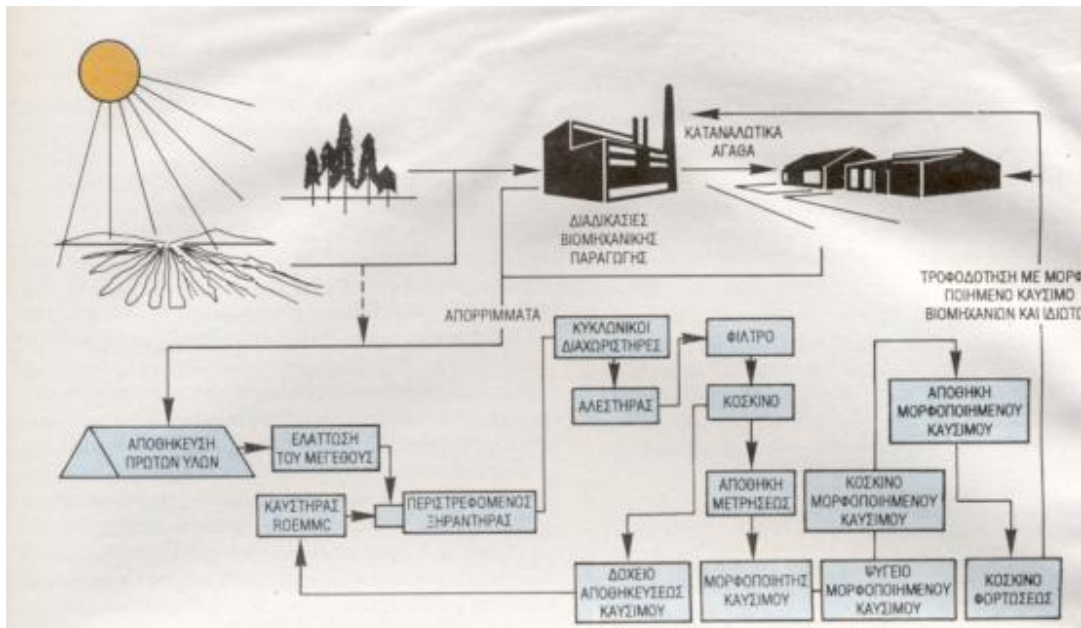
Με δεδομένο ότι οι ποσότητες θείου και στάχτης στη βιομάζα είναι μικρότερες, θα μειωνόταν η περιβαλλοντική μόλυνση λόγω των διαδικασιών καύσεως που παράγουν θερμότητα. Το κάρβουνο περιέχει 2500 τοις εκατό περισσότερο θείο απ' ό,τι η βιομάζα.

Η βιομάζα αποθηκεύεται εύκολα. Ενεργειακά συστήματα που χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια, για παράδειγμα, απαιτούν ξεχωριστά και ακριβά συστήματα αποθήκευσης.

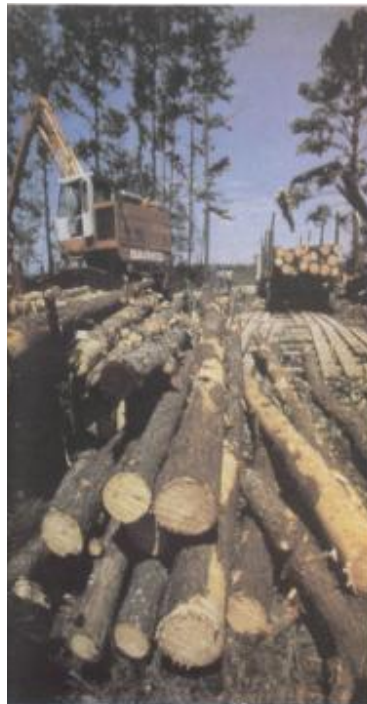
#### 4.10.3 Μειονεκτήματα Ενεργειακής Καλλιέργειας Βιομάζας

Η βιομάζα όμως έχει και πολλά μειονεκτήματα, που κάνουν λιγότερο εφικτή τη χρήση της για παραγωγή ενέργειας:

- ✓ Είναι μικρής αποδόσεως ως μετατροπείας ηλιακής ενέργειας. Η φωτοσύνθεση γενικά μετατρέπει λιγότερο από το 1% της λαμβανόμενης ηλιακής ενέργειας σε χημική ενέργεια. Ακόμη και υπό τις πιο ευνοϊκές συνθήκες η απόδοση δεν υπερβαίνει το 4%.
- ✓ Τα καύσιμα βιομάζας είναι διασκορπισμένα σε μεγάλη έκταση και είναι ακριβή η συλλογή και η επεξεργασία τους.
- ✓ Με το να είναι αλλοιώσιμες και ογκώδεις οι πρώτες ύλες παρουσιάζουν προβλήματα στη μεταφορά και αποθήκευση μέχρι να χρησιμοποιηθούν.
- ✓ Το ενεργειακό περιεχόμενο ενός τόνου βιομάζας είναι πολύ μικρότερο από αυτό ίσης μάζας καυσίμου απολιθωμάτων ή πυρηνικού καυσίμου.
- ✓ Η ξηρή βιομάζα, για παράδειγμα, έχει λιγότερο από το μισό περιεχόμενο σε ενέργεια από ό,τι το πετρέλαιο.



Σχήμα 4.3. Διάγραμμα ροής ενός χαρακτηριστικού κύκλου βιομάζας από την πηγή μέχρι την τελική κατανάλωση.



Σχήμα 3.9. Τα δασικά υπολείμματα, αλλά και οι κορμοί δένδρων, θεωρούνται μορφή βιομάζας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Γεωθερμική Ενέργεια

#### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από το εσωτερικό της γης είτε μέσω ηφαιστειακών εκροών είτε μέσω ρηγμάτων του υπεδάφους, που αναβλύζουν ατμούς και θερμό νερό. Ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως υψηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες πάνω από 150 °C), μέσης ενθαλπίας (για θερμοκρασίες 100 - 150 °C), και χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες μικρότερες από 100 °C). Η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού σ' όλο τον κόσμο.

Η προέλευση της θερμότητας της γης δεν είναι με ακρίβεια γνωστή. Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που αναφέρονται στους μηχανισμούς που συμμετέχουν στην παραγωγή της. Επικρατέστερη θεωρείται αυτή που αναφέρεται στη διάσπαση των ραδιενεργών ισότοπων του ουρανίου, του θορίου, του καλίου και άλλων στοιχείων. Η μάζα της γης είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την επιφάνειά της και καλύπτεται από υλικά χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας, με αποτέλεσμα η θερμότητά της να συγκρατείται στο εσωτερικό της. Ο ρυθμός θερμικών απωλειών από την επιφάνεια του πλανήτη μας είναι πολύ μικρός, περίπου  $8 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$ . Η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος, η μέση δε γεωθερμική βαθμίδα στις ηπείρους για μάζες που βρίσκονται σχετικά κοντά στην επιφάνεια είναι 300 C/km, δηλαδή για κάθε χιλιόμετρο βάθους η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 300 C. Σε πολύ μεγάλα βάθη, η θερμοκρασία δεν είναι με ακρίβεια γνωστή.

Στα όρια μεταξύ μανδύα και φλοιού, στην ασυνέχεια Mohorovicic, πιστεύεται ότι η θερμοκρασία φτάνει στους 6000 C, ενώ στο κέντρο της γης στους 6.0000 C. Φαίνεται ότι η παραγωγή θερμότητας από ραδιενεργά ισότοπα είναι συγκεντρωμένη περισσότερο στο φλοιό παρά στον πυρήνα, με αποτέλεσμα η γεωθερμική βαθμίδα να μειώνεται με το βάθος.

#### 5.2 Συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων

Η συγκεντρωμένη στο εσωτερικό της γης θερμότητα μεταφέρεται κοντά στην επιφάνειά της μέσω γεωλογικών φαινομένων, δημιουργώντας έτσι υπέρθερμες περιοχές με γεωθερμική βαθμίδα μεγαλύτερη από 700 C/km. Το σημαντικότερο από

αυτά τα γεωλογικά φαινόμενα είναι αυτό των λιθοσφαιρικών πλακών: Το εξωτερικό κέλυφος της γης, η λιθόσφαιρα, δεν είναι ενιαίο αλλά αποτελείται από πολλά κομμάτια, τις λιθοσφαιρικές πλάκες. Οι πλάκες αυτές βρίσκονται σε μια διαρκή κίνηση που πραγματοποιείται με πολύ μικρή ταχύτητα, μερικά μόλις εκατοστά το χρόνο.

Ανάλογα με τη σχετική κίνηση των πλακών, στα όριά τους παρατηρούνται τρία διαφορετικά φαινόμενα:

1. Οι δύο πλάκες αποκλίνουν , δηλαδή κινούνται έτσι που να απομακρύνονται η μια από την άλλη. Στο κενό που αφήνουν, αναβλύζει μάγμα που στερεοποιείται, γεμίζει το κενό και δημιουργεί καινούργια λιθόσφαιρα, Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι λεγόμενες «ράχες».
2. Οι δύο πλάκες συγκλίνουν έτσι που η μια να βυθίζεται κάτω από την άλλη και τελικά να απορροφάται από το μανδύα ή να καταστρέφεται. Φαινόμενα τριβής στα όρια των πλακών έχουν σαν αποτέλεσμα, μέρος της μηχανικής ενέργειας να μετατρέπεται σε θερμότητα. Αυτή η θερμότητα εκτονώνεται με τη μορφή ηφαιστειακής δράσης. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι "τάφροι". Στις τάφρους η λιθόσφαιρα καταστρέφεται με το ρυθμό που δημιουργείται στις ράχες.
3. Οι δύο πλάκες «γλιστρούν» η μια παράλληλα στην άλλη με τρόπο που ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται λιθόσφαιρα.

Τόσο οι «τάφροι» όσο και οι «ράχες» συνδέονται με ηφαιστειακή δράση και κατά συνέπεια με υπέρθερμες περιοχές. Γι' αυτό και τα σημαντικότερα γεωθερμικά πεδία εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, δηλαδή στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών , τις λεγόμενες "ζώνες σεισμικών εστιών". Περιοχές με μικρότερο γεωθερμικό ενδιαφέρον , δηλαδή με γεωθερμική βαθμίδα λίγο υψηλότερη από τη μέση, μπορεί να βρεθούν και εκτός των εν λόγω ζωνών .

Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κάποιον από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Τοπικά υψηλή θερμική ροή από το μανδύα και τη βάση του φλοιού προς την επιφάνεια, σε μεγάλες περιοχές.
2. Αυξημένες συγκεντρώσεις των ραδιενεργών στοιχείων ουρανίου, θορίου και καλίου σε ορισμένες περιοχές στο φλοιό της γης, που συντελούν στην παραγωγή θερμότητας και κατά συνέπεια στην αύξηση της γεωθερμικής βαθμίδας. Πετρώματα με αυξημένες αυτές τις συγκεντρώσεις είναι τα γρανιτικά με 5-10 ppm σε ουράνιο και 80 ppm σε θόριο.
3. Φαινόμενα συναγωγής που προκαλούνται από κυκλοφορία νερού διαμέσου πορωδών σχηματισμών ή μέσα από συστήματα ρηγμάτων. Με αυτό τον τρόπο

μεταφέρεται η θερμότητα σε μικρότερα βάθη και αυξάνεται η γεωθερμική βαθμίδα.

4. Σε μια περιοχή με δεδομένη θερμική ροή στη βάση του φλοιού και απουσία άλλης θερμής πηγής μέσα στο φλοιό, η γεωθερμική βαθμίδα ποικίλλει ανάλογα με τη θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων που αποτελούν το φλοιό. Τα αργιλικά πετρώματα έχουν τη χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα, ενώ τα κρυσταλλικά χαρακτηρίζονται από υψηλή θερμική αγωγιμότητα (περίπου 6 φορές αυτή των αργίλων).

Οι παραπάνω μηχανισμοί μπορεί να δημιουργήσουν δευτερεύουσας σημασίας γεωθερμικές ανωμαλίες μακριά από τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Έτσι, ενώ σημαντικές θερμικές ανωμαλίες εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, περιοχές με ελαφρά αυξημένη γεωθερμική βαθμίδα απαντώνται σε όλη τη γη. Δεδομένου ότι η θερμότητα του πλανήτη μας βρίσκεται στο εσωτερικό του, πρέπει να γίνουν γεωτρήσεις προκειμένου να προσπελαστεί στις ζώνες σεισμικών εστιών, θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να βρεθούν σε βάθη 2-3 km, ενώ σ' αυτά τα βάθη, σε περιοχές με μέση γεωθερμική βαθμίδα, οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλότερες, ικανές μόνο για κάλυψη θερμικών αναγκών. Σ' αυτές τις περιοχές χρειάζονται γεωτρήσεις βάθους 6- 7 km για να βρεθούν θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά είναι και τα μέγιστα βάθη γεωτρήσεων που πραγματοποιούνται επειδή οι βαθιές γεωτρήσεις κοστίζουν πολύ, δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλείς και επιπλέον σ' αυτά τα βάθη είναι πιθανόν να μη υπάρχει υδροφορία.

### 5.3 Φυσικά Γεωθερμικά πεδία

Η ύπαρξη υψηλής γεωθερμικής βαθμίδας σε κάποια περιοχή δεν είναι η μοναδική συνθήκη-προϋπόθεση για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι πρωτογενώς αποθηκευμένη μέσα στα πετρώματα, είναι διασκορπισμένη μέσα στη μάζα τους και πρέπει να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια της γης προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το μεταλλικό νερό (σε υγρή ή αέρια φάση) που περιέχεται μέσα σε πορώδη πετρώματα ή σε συστήματα ρηγμάτων αποτελεί το μέσο που μεταφέρει τη θερμότητα από τα πετρώματα αυτά στην επιφάνεια της γης. Έτσι, η παραγωγικότητα μιας θερμικής περιοχής προσδιορίζεται και συχνά καθορίζεται από την υδρολογία των γεωλογικών σχηματισμών. Δεν έχουν όμως όλες οι θερμικές περιοχές κατάλληλη υδρολογία που αποτελεί τη δεύτερη συνθήκη για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Κατά συνέπεια, ένα φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και ύπαρξης νερού που να κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά.

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δύο ομάδες: στα πεδία "υψηλής ενθαλπίας", όπου το ρευστό (άνω των 1500 C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και/ή για θέρμανση, και στα πεδία "χαμηλής ενθαλπίας" όπου το ρευστό (κάτω των 150 C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση. Στις

ζώνες σεισμικών εστιών, υπάρχουν πεδία χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας που σχετίζονται μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η Ισλανδία, που βρίσκεται πάνω στη μεσο-ωκεάνια ράχη του Ατλαντικού.

Το γεωθερμικό ρευστό έχει μετεωρική προέλευση, δηλαδή προέρχεται από τις κατακρημνίσεις. Το νερό από τις βροχές και τα χιόνια εισχωρεί στο έδαφος και σιγά-σιγά προχωρεί στο εσωτερικό της γης φτάνοντας σε βάθη μέχρι και 5 km. Στην πορεία του θερμαίνεται λόγω της υψηλής θερμικής ροής και στη συνέχεια βρίσκεται διόδους μέσα από ρήγματα και ρωγμές και επιστρέφει στην επιφάνεια. Από αναλύσεις βασισμένες σε ραδιοϊσότοπα βρέθηκε ότι ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα διαρκεί περίπου 500 χρόνια. Η περιοχή τροφοδοσίας του συστήματος μπορεί να βρίσκεται πολύ κοντά στο πεδίο ή σε μεγάλη από αυτό απόσταση μέχρι και 200 km, οπότε και η διαδρομή του ρευστού ποικίλλει ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Το νερό, λόγω της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας, λειτουργεί και σαν "συμπυκνωτής" θερμότητας. Η μέση θερμοχωρητικότητα των πετρωμάτων που βρίσκονται στα πρώτα 10 km από την επιφάνεια της γης είναι 85 kJ/kg, ενώ του νερού στην ίδια μέση θερμοκρασία (1300 C) είναι 420 kJ/kg, δηλαδή πενταπλάσια. Η θερμοχωρητικότητα του κορεσμένου ατμού στους 2360 C είναι 2.790 kJ/kg δηλαδή τριακονταπλάσια αυτής των πετρωμάτων. Για να απορροφήσει το νερό αυτή τη θερμότητα, είτε πρέπει να έρθει σε επαφή με πολύ μεγάλες μάζες πετρωμάτων που βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία είτε να διανύσει πολύ μεγάλη διαδρομή μέχρι να φτάσει στις γεωτρήσεις. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μάζες των πετρωμάτων που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης των εκατοντάδων κυβικών χιλιομέτρων.

## 5.4 Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη θέρμανση.

Οι πιο σημαντικές θερμικές εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας είναι η θέρμανση κτιρίων και θερμοκηπίων. Πολλοί επιστήμονες συζητούν την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας και στο βιομηχανικό τομέα. Ο B. Lindal προτείνει τη χρήση της στη διαδικασία παραγωγής χαρτιού στο Kawerau στη Ν. Ζηλανδία καθώς και στην αποξήρανση της γης διατόμων στη λίμνη M~atn στην Ισλανδία. Οι κλάδοι της βιομηχανίας στους οποίους η γεωθερμία έχει ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία είναι η βιομηχανία τροφίμων και οι ιχθυοκαλλιέργειες. Παρόλο που είναι κοινός τόπος ότι οι βιομηχανικές εφαρμογές αποτελούν το πεδίο μελλοντικής ανάπτυξης της γεωθερμίας, τα βήματα παραμένουν πολύ αργά, ενώ παρατηρείται σημαντική αύξηση στις εφαρμογές που αφορούν τη θέρμανση οικιών, δημόσιων και εμπορικών κτιρίων.

Στη δεκαετία του 1970, λόγω της πετρελαϊκής κρίσης, δόθηκε σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της γεωθερμίας, ακόμα και σε περιοχές με σχετικά χαμηλή γεωθερμική

βαθμίδα, όπως είναι η λεκάνη του Παρισιού. Η παρουσία θερμού νερού στους γεωλογικούς σχηματισμούς της λεκάνης του Παρισιού είχε ανακαλυφθεί ήδη από τη δεκαετία του 1950 ενώ διεξάγονταν έρευνες για πετρέλαιο, αλλά η πρώτη γεωθερμική γεώτρηση έγινε μόλις το 1962 στο Carriers-sur-seine.

Το πρόβλημα που ανέκυψε και έπρεπε να λυθεί ήταν αυτό της διάθεσης του γεωθερμικού ρευστού μετά τη χρήση του λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε άλατα. Αυτό αντιμετωπίστηκε με τη διάνοιξη και δεύτερης γεώτρησης. Το νερό εξέρχεται από τη μια γεώτρηση (production well) και, αφού αφαιρεθεί από αυτό η περιεχόμενη θερμότητα, επιστρέφει στο έδαφος μέσω της άλλης γεώτρησης (injection well). Αφού λύθηκε το πρόβλημα, ο δρόμος ήταν ανοικτός για την αξιοποίηση της λεκάνης του Παρισιού. Σημαντική ανάπτυξη σημειώθηκε στα επόμενα χρόνια, με αποτέλεσμα σε 200.000 κατοικίες που καλύπτουν τις θερμικές τους ανάγκες από τη γεωθερμική ενέργεια να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 200.000 τόννων ισοδύναμου πετρελαίου ετησίως.

Ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, για τηλεθέρμανση κτιρίων. Η παραγωγή ζεστού νερού για θέρμανση κατοικιών με την εκμετάλλευση της κανονικής γεωθερμικής βαθμίδας (70 °C στα 2.000 μέτρα) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στο Παρίσι. Στην Ισλανδία το 50% των κτιρίων θερμαίνεται με τη χρήση ζεστού νερού. Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία ποικίλλει από 0,024 έως 0,064 ECU/KWh.

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορούμε να έχουμε αν μεταδώσουμε ένα μέρος της θερμότητας των ρευστών, που έχουν μικρή σχετικά ενθαλπία, σε ειδικά υγρά με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού, όπως είναι πχ το φρέον, το ισοβουτάνιο, το προπάνιο και το χλωριούχο αιθύλιο. Στη Ρωσία λειτουργεί πειραματικός σταθμός 680 KW με φρέον και στις ΗΠΑ σταθμός με. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορούμε να έχουμε αν μεταδώσουμε ένα μέρος της θερμότητας των ρευστών, που έχουν μικρή σχετικά ενθαλπία, σε ειδικά υγρά με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού, όπως είναι πχ το φρέον, το ισοβουτάνιο, το προπάνιο και το χλωριούχο αιθύλιο. Στη Ρωσία λειτουργεί πειραματικός σταθμός 680 KW με φρέον και στις ΗΠΑ σταθμός με ισοβουτάνιο, που θερμαίνεται με νερό θερμοκρασίας 81,5 °C. Οι δυνατότητες που προσφέρει ο τρόπος αυτός της εκμετάλλευσης είναι τεράστιες και οι προοπτικές για το μέλλον θα είναι ακόμη μεγαλύτερες με την ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας. Η ολική εγκατεστημένη ισχύς με εκμετάλλευση γεωθερμικής ενέργειας στον κόσμο για παραγωγή ηλεκτρισμού πλησιάζει σήμερα τα 3000 MW με πρόβλεψη να αυξηθεί σε 5000 MW το 2000. ισοβουτάνιο, που θερμαίνεται με νερό θερμοκρασίας 81,5 °C. Οι δυνατότητες που προσφέρει ο τρόπος αυτός της εκμετάλλευσης είναι τεράστιες και οι προοπτικές για το μέλλον θα είναι ακόμη μεγαλύτερες με την ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας.

Η εκμεταλλευσσιμότητα ενός γεωθερμικού πεδίου δεν εξαρτάται μόνο από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, αλλά και από την οικονομικότητα της επένδυσης που πρέπει να γίνει. Η οικονομικότητα αυτή σχετίζεται με το "περιβάλλον" μέσα στο οποίο θα

πραγματοποιηθεί η επένδυση. Για παράδειγμα, οι τιμές των ορυκτών καυσίμων καθώς και οι δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν αυτά τα καύσιμα στο περιβάλλον καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την οικονομικότητα μιας τέτοιας επένδυσης. Η αξιοποίηση ενός γεωθερμικού πεδίου που σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή θεωρείται αντικοινωνική, ενδέχεται στο μέλλον να αποδειχθεί συμφέρουσα. Ένας παράγοντας που ενισχύει αυτή την άποψη είναι το γεγονός ότι η γεωθερμία έχει το πλεονέκτημα ότι δεν μολύνει το περιβάλλον και δεν συμμετέχει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Άρα, όταν κάποτε το κοινωνικό κόστος της μόλυνσης του περιβάλλοντος ενσωματωθεί στο κόστος των ορυκτών καυσίμων, θα δοθεί σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της γεωθερμίας, ακόμα και σε περιοχές με μέση γεωθερμική βαθμίδα.

Το πρόβλημα επάρκειας νερού για οικιακή, γεωργική και βιομηχανική χρήση γίνεται καθημερινά οξύτερο. Τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν οικονομικά να συμβάλλουν στη λύση του προβλήματος, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου άλλες λύσεις είτε είναι ουσιαστικά ανεφάρμοστες, είτε υπερβολικά δαπανηρές. Η αφαλάτωση μπορεί να γίνει με συμπύκνωση του παραγόμενου ρευστού (ξερού ή υγρού ατμού) ή χρησιμοποιώντας την ενέργεια για την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού.

Τα γεωθερμικά πεδία περιέχουν μερικές φορές, χρήσιμα άλατα, ή αέρια. Μεταξύ των πρώτων σημειώνουμε τη χρησιμοποίηση των αλάτων του Καλίου και Μαγνησίου όπου παράγονται από γεωθερμικές ενέργειες. Παρόμοια ρευστά, πολύ πλούσια σε θειικό κάλιο βρέθηκαν τελευταία στο καινούργιο γεωθερμικό πεδίο Cesano Ιταλίας.

Ένα αέριο που έχει τεράστια σημασία για τα θερμοκήπια είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) που παράγεται συνήθως σε αφθονία στα γεωθερμικά πεδία. Είναι γνωστό ότι με τη θερμότητα καλυτερεύουμε την απόδοση στις καλλιέργειες, γι' αυτό κατασκευάζουμε τα θερμοκήπια. Είναι επίσης γνωστό ότι το ( $\text{CO}_2$ ) έχει ζωτική σημασία στη δημιουργία των οργανικών ουσιών και επομένως στην ανάπτυξη των φυτών. Λίγοι όμως γνωρίζουν ότι η τεχνητή αύξηση της περιεκτικότητας σε  $\text{CO}_2$  σε κλειστούς χώρους, όπως τα θερμοκήπια, αποτελεί το καλύτερο χημικό λίπασμα και μπορεί ακόμα να διπλασιάσει την παραγωγή.

Σε μερικές περιπτώσεις τα γεωθερμικά ρευστά περιέχουν σε ελάχιστες ποσότητες, πολύτιμα ορυκτά που μπορούν να αξιοποιηθούν σαν υποπροϊόντα της όλης εκμετάλλευσης.

## 5.5 Η Γεωθερμία στην Ελλάδα

Οι γεωλογικές συνθήκες στην Ελλάδα ευνόησαν γενικά τη δημιουργία ενός πολύ σημαντικού γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας. Η έρευνα για τον εντοπισμό αξιοποιήσιμων γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας άρχισε από το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) το 1980 και εντατικοποιείται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Από αυτήν την έρευνα

προκύπτει ότι το γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα είναι σίγουρα πολύ σημαντικό. Τα περισσότερα από τα γεωθερμικά πεδία που ερευνήθηκαν βρίσκονται σε περιοχές με ευνοϊκές αναπτυξιακές συνθήκες, ενώ οι προοπτικές άμεσης εκμετάλλευσης των ρευστών είναι πολύ ευοίωνες. Τα γεωθερμικά ρευστά φαίνεται ότι έχουν συνήθως μικρή έως μηδαμινή περιεκτικότητα σε διαβρωτικά άλατα και αέρια και δεν δημιουργούν σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμετάλλευσης ούτε βέβαια περιβαλλοντικά προβλήματα.

Σε κάποιες περιοχές η έρευνα προχώρησε αρκετά έτσι ώστε σήμερα να έχουν αναπτυχθεί αξιολογές εφαρμογές. Στο Σιδηρόκαστρο, η Συνεταιριστική Επιχείρηση του Δήμου Σιδηρόκαστρου προχώρησε στην κατασκευή ενός θερμοκηπίου 5 στρεμμάτων που χρησιμοποιεί νερά μιας γεώτρησης του ΙΓΜΕ. Στη Ν. Κεσσάνη βρίσκεται σε εξέλιξη ένα μεγάλο πρόγραμμα ανάπτυξης του πεδίου που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα VALOREN της ΕΕ. Στο Λαγκαδά, στη Νυμφόπετρα και στη Νέα Απολλωνία λειτουργούν ήδη δεκάδες στρέμματα πλαστικών "γεωθερμικών" θερμοκηπίων, ενώ στο Λαγκαδά λειτούργησε για δύο χρόνια μικρή πειραματική μονάδα εκτροφής χελιών. Στα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής λειτουργούν 6 μικρά πειραματικά θερμοκήπια. Τα αποτελέσματα από αυτές τις εφαρμογές είναι αισιόδοξα και δίνουν ώθηση για παραπέρα έρευνα σε γεωθερμικά πεδία που έχουν εντοπιστεί αλλά δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά.



Σχήμα 5.1. Εφαρμογές Γεωθερμίας

Το Κ.Α.Π.Ε. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ελλάδος) συμβάλλει στην προσπάθεια αξιοποίησής τους. Η προσπάθεια εκμετάλλευσης γεωθερμικών πεδίων στη Μήλο και στη Νίσυρο δεν ευδοκίμησε, λόγω έκλυσης στο περιβάλλον δύσσομων αερίων, γεγονός που προκάλεσε την αντίδραση των κατοίκων.

Η γεωθερμική ενέργεια έχει και αγροτικές εφαρμογές. Ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας, π.χ. θερμοκρασίας 20 - 25 °C απαιτείται για τις ιχθυοκαλλιέργειες, 40 - 60 °C για

θέρμανση εδάφους και περίπου 80 °C για θέρμανση θερμοκηπίων. Τέτοια πεδία χαμηλής ενθαλπίας αξιοποιούνται στην Κεντρική Μακεδονία, Θράκη και Λέσβο. Με δεδομένο την ύπαρξη πλούσιου γεωθερμικού δυναμικού στη χώρα μας, θετική θα ήταν η ενημέρωση με σκοπό την ευρύτερη αποδοχή και την αξιοποίησή του.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### Υδροηλεκτρική ενέργεια

#### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. Αυτό σημαίνει ότι όσο υπάρχει βροχή με ποικιλόμορφους καιρικούς σχηματισμούς, η υδροηλεκτρική ενέργεια θα εξακολουθεί να υφίσταται. Συστήματα υδροηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν εδώ και πολλά χρόνια. Στην πραγματικότητα, τα υδροηλεκτρικά φράγματα παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια εδώ και 60 χρόνια περίπου. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα χαρακτηριστικό υδροηλεκτρικό φράγμα σε λειτουργία.



Σχήμα 6.1. Υδροηλεκτρικό φράγμα.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια ορίζεται ως η εκμετάλλευση της ροής του νερού με τη βοήθεια ενός φράγματος, για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Συνήθως το νερό χρησιμοποιείται για την περιστροφή ενός στροβίλου. Ο στρόβιλος περιστρέφει μια γεννήτρια και έτσι παράγεται ηλεκτρισμός. Περίπου 4-5% της συνολικής ενέργειας που παρέχεται στην κοινωνία μας προέρχεται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Η ποσότητα αυτή έχει αυξηθεί ελάχιστα τα τελευταία χρόνια. Οι περισσότερες από τις ενδεικνυόμενες περιοχές έχουν αξιοποιηθεί και ήδη φράγματα και υδροηλεκτρικά εργοστάσια βρίσκονται σε λειτουργία. Μόνο τα τελευταία χρόνια κατασκευάζονται μικρότερα φράγματα ή ανακαινίζονται υπάρχοντα για βελτίωση της λειτουργίας και της αποδοσίας.

## 6.2 Υδροηλεκτρικά φράγματα.

Όπως και όλες οι άλλες τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν, ένα υδροηλεκτρικό φράγμα μπορεί επίσης να μελετηθεί σε σχέση με το υπόδειγμα συστήματος της τεχνολογίας. «Είσοδος» ή στόχος ενός υδροηλεκτρικού φράγματος είναι η μετατροπή της πτώσεως του νερού σε ηλεκτρισμό. Οι "διαδικασίες" (το πραγματικό εργοστάσιο) απαιτούν διάφορα υλικά, εργαλεία, μηχανήματα, ανθρώπους, κεφάλαιο κλπ. για την επεξεργασία της ενέργειας. Η "έξοδος" είναι ο ηλεκτρισμός που παράγεται από τις γεννήτριες. Η "ανάδραση" περιλαμβάνει τους ελέγχους για τις πύλες του νερού, τη γεννήτρια και τους ελέγχους της ταχύτητας του στροβίλου. Οι "επιπτώσεις" είναι το χαμηλό κόστος του ηλεκτρισμού, η αδυναμία εκμεταλλεύσεως της γης εξαιτίας της τεχνητής λίμνης που δημιουργεί το φράγμα, καθώς και η αυξημένη χρήση του νερού για αναψυχή.

### *Μέγεθος του φράγματος*

Τα υδροηλεκτρικά φράγματα δουλεύουν με βάση ορισμένες πολύ απλές αρχές. Το αποστραγγιζόμενο νερό με φυσικό τρόπο συγκρατείται σε μια τεχνητή λίμνη. Καθώς το νερό πέφτει μέσα από ένα φράγμα σε αυτήν, η δύναμη της βαρύτητας του νερού προκαλεί την περιστροφή διαφόρων ειδών στροβίλων. Είναι σημαντικό το νερό να πέφτει από μία προκαθορισμένη απόσταση. Αυτή η απόσταση, που ονομάζεται ύψος, καθορίζει τη δυνατότητα εκμεταλλεύσεως του φράγματος. Στο σχήμα 2 συγκρίνονται φράγματα με μεγάλο και μικρό ύψος.

### *Συσχετισμός*

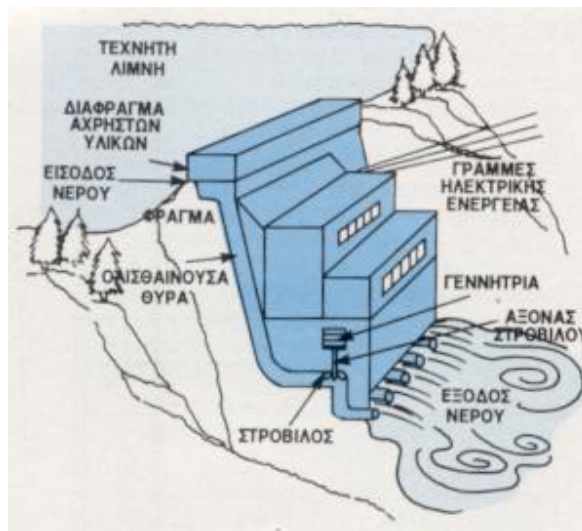
Η ενέργεια παράγεται από ένα υδροηλεκτρικό φράγμα εξαιτίας των βαρυτητικών δυνάμεων. Η ποσότητα ενέργειας του νερού που πέφτει εξαιτίας βαρυτητικών δυνάμεων εξαρτάται από δύο παράγοντες. Πρώτον, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα (περισσότερο νερό), τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα ενέργειας. Δεύτερον, όσο γρηγορότερα πέφτει το νερό (ταχύτητα), τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα σχεδιάζονται και κατασκευάζονται έτσι, ώστε να εκμεταλλεύονται στο έπακρον τόσο τη μάζα όσο και την ταχύτητα του υδάτινου όγκου.

Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος, τόσο περισσότερη είναι η διαθέσιμη ενέργεια. Όσο μικρότερο είναι το ύψος, τόσο λιγότερη είναι η διαθέσιμη ενέργεια. Στις αρχές της δεκαετίας του 70 η τιμή των καυσίμων ήταν τόσο χαμηλή, που κατασκευάζονταν μόνο φράγματα με ύψη πάνω από 50 πόδια. Σήμερα όμως κατασκευάζονται πολλά υδροηλεκτρικά φράγματα με μικρότερα ύψη. Η τιμή άλλων καυσίμων έχει αυξηθεί σε τέτοιο σημείο, που τα φράγματα χαμηλού ύψους και χρησιμοποιούνται και είναι πλέον συμφέρον να κατασκευασθούν και να λειτουργήσουν.

### 6.2.1 Τμήματα ενός υδροηλεκτρικού φράγματος

Τα κύρια τμήματα ενός χαρακτηριστικού υδροηλεκτρικού φράγματος φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.

Το νερό σε μια τεχνητή λίμνη συγκρατείται από ένα φράγμα. Καθώς το νερό περνά από ένα διάφραγμα, συγκρατείται από αυτό κάθε τι άχρηστο. Το νερό τότε ρέει μέσα από ολισθαίνουσες θύρες (penstocks). Οι ολισθαίνουσες θύρες (υπάρχουν αρκετές, ανάλογα με το μέγεθος του εργοστασίου) κατευθύνουν το νερό στο σημείο όπου είναι ο στρόβιλος. Εκεί το νερό περιστρέφει το στρόβιλο και έτσι η γεννήτρια παράγει ηλεκτρισμό.



Σχήμα 6.2. Στο σχήμα αυτό φαίνονται τα κύρια μέρη ενός τυπικού υδροηλεκτρικού φράγματος

### Υδροηλεκτρικός στρόβιλος

Ο στρόβιλος σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της πτώσεως του νερού σε δυνάμεις περιστροφής (ροπή), οι οποίες περιστρέφουν μια γεννήτρια. Στρόβιλοι κατασκευάζονται με διάφορες τεχνικές και σε διαφόρους τύπους.

### 6.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Μια από τις παλαιότερες μεθόδους χρησιμοποίησης ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, είναι ο υδροτροχός. Σήμερα, όταν ομιλούμε περί εκμεταλλεύσεως της ενέργειας του νερού, εννοούμε κυρίως την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Υπάρχουν πολλές μορφές ενέργειας που έχουν σχέση με το νερό:

- Υδροηλεκτρική ισχύς, που παράγεται από νερό που πέφτει
- Παλιρροϊκή ισχύς, που παράγεται από παλίρροιες, οι οποίες σημειώνονται λόγω της βαρυτικής έλξεως της σελήνης και του ηλίου (συζητήθηκε προηγουμένως)
- Ισχύς από κύματα, που προκαλούνται από την κίνηση νερού προς τις ακτές λόγω του ανέμου.

Σήμερα, σχεδόν όλη η ισχύς που λαμβάνεται από το νερό, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, που βρίσκονται σε καταρράκτες ή φράγματα. Η συνήθης μέθοδος είναι η κατασκευή φραγμάτων σε ποτάμια, όπου η μορφολογία του εδάφους βοηθά για τη δημιουργία μιας φυσικής αποθήκης.

### **ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Περίπου το 16% όλης της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται στις ΗΠΑ προέρχεται από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Αυτό είναι μόνο το 30% αυτού που θα ήταν αν αναπτύσσονταν όλες οι προσφερόμενες δυνατότητες. Πιστεύεται ότι η υδροηλεκτρική παραγωγή μπορεί με το χρόνο να διπλασιασθεί.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

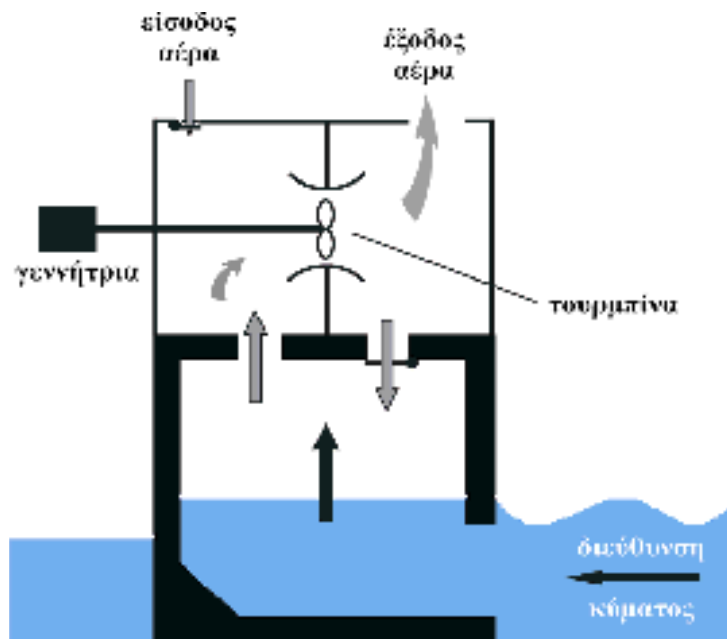
### Ενέργεια Ωκεανών

(κομάτων, παλίρροιας, θερμοκρασιακών διαφορών)

#### 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- ✓ Από τα κύματα,
- ✓ Από τις παλίρροιας (μικρές και μεγάλες),
- ✓ Από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού



Σχήμα 7.1. Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κοματισμό της θάλασσας.

**Η κινητική ενέργεια των κυμάτων** μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πνέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λ.π.

**Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας** χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.

**Η θερμική ενέργεια των ωκεανών** μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### Υγραέριο

#### 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υγραέριο (Liquified Petroleum Gas - LPG) είναι το καύσιμο που μπορεί να καλύψει όλες τις ενεργειακές ανάγκες και συγχρόνως με τον καλύτερο τρόπο ικανοποιεί όλους τους κύριους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στην επιλογή της ενεργειακής πηγής. Είναι μάλιστα το μόνο καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε.

Το υγραέριο είναι πράγματι η Πρακτική Ενέργεια. Το τελευταίο ήταν και ο τίτλος του συνεδρίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης Εταιρειών Υγραερίου (AEGPL) που διεξήχθη την άνοιξη στην Βαρκελώνη στην οποία συμμετείχε η Ελληνική Ένωση Εταιρειών Υγραερίου (ΕΕΕΥ) με περίπου ανάλογη με την παρούσα εισήγηση.

Το υγραέριο, όπως και το Φυσικό Αέριο, είναι το μόνο καύσιμο, που επειδή είναι αέριο, εξυπηρετεί όλες τις ακόλουθες ανάγκες για οικιακή και για εμπορική χρήση χωρίς κανένα συνδυασμό με άλλη πηγή ενέργειας.

- ✓ Θέρμανση εσωτερικού και εξωτερικού χώρου
- ✓ Ψύξη χώρου
- ✓ Παραγωγή ζεστού νερού
- ✓ Μαγείρεμα
- ✓ Φωτισμός
- ✓ Ατμοπαραγωγή και/ ή Ηλεκτροπαραγωγή
- ✓ Συμπαγωγή

Όλα τα παραπάνω μπορούν να προσφερθούν και εκεί που το δίκτυο του Φυσικού Αερίου δεν μπορεί να προσεγγίσει για διάφορους λόγους.

Αυτή η κοινή πορεία με το Φυσικό Αέριο συνιστά μια συνέργια καθόσον αφ' ενός οι πρώτοι πελάτες που πέρασαν στο Φυσικό Αέριο ήταν εκείνοι που χρησιμοποιούσαν Υγραέριο και αυτό συνεχίζεται όπου φτάνει το δίκτυο. Αφετέρου το ισχυρό λόμπυ

του Φυσικού Αερίου και η παρεμφερής διαφήμισή του προωθεί και το Υγραέριο αυξάνοντας την εμβέλεια του σε όλη την Ελλάδα.

Στην προσπάθεια διάδοσης των αερίων καυσίμων θεωρούμε το Φυσικό Αέριο, Φυσικό σύμμαχο του Υγραερίου.

Η μόνη διαφορά του Φυσικού Αερίου με το Υγραέριο είναι αυτή του τρόπου εφοδιασμού. Αυτή η διαφορά είναι μειονέκτημα ή πλεονέκτημα ανάλογα από τον τρόπο που προσεγγίζεται.

Για παράδειγμα στην Ελλάδα όπου υπάρχουν εκατοντάδες κατοικημένα νησιά και πολλές ορεινές περιοχές, το Υγραέριο έχει το πλεονέκτημα. Πράγματι το υγραέριο, αποθηκεύεται σε δοχεία πίεσης που μπορεί να είναι δεξαμενές ή μεταφερόμενες φιάλες ακόμη και μη επαναπληρούμενα φιαλίδια.

Το Υγραέριο μπορεί να προσεγγίσει οπουδήποτε αυτό χρειάζεται με μέσα όπως βυτιοφόρα, φορτηγά, υγραεριοφόρα - δεξαμενοπλοία, οχηματαγωγά πλοία, σιδηροδρομικά βαγόνια κλπ.

## 8.2 Ενεργειακές Ανάγκες

Οι ενεργειακές ανάγκες που θα πρέπει να καλυφθούν με τη χρήση υγραερίου είναι οι εξής:

- ✓ Θέρμανση εσωτερικού και εξωτερικού χώρου
- ✓ Ψύξη χώρου
- ✓ Παραγωγή ζεστού νερού
- ✓ Μαγείρεμα
- ✓ Ατμοπαραγωγή / Ηλεκτροπαραγωγή / Συμπαραγωγή
- ✓ Αυτοκίνηση
- ✓ Ειδικές αγροτικές και Βιομηχανικές χρήσεις
- ✓ Φωτισμός, κοπή μετάλλων, συγκολλήσεις κλπ.



### 8.3 Χρήση Υγραερίου

Η χρήση του υγραερίου σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης κτιρίων απαγορευόταν μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2003. Αυτό όμως δεν συνέβαινε με το Πετρέλαιο και το Φυσικό Αέριο!! Η Ελληνική Ένωση Εταιρειών Υγραερίων (ΕΕΕΥ) αποφάσισε να υποβάλλει μια καταγγελία κατ' ευθείαν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και η Ευρωπαϊκή Ένωση Εταιρειών Υγραερίων παρείχε γενική υποστήριξη βασιζόμενη στην εμπειρία των άλλων Ευρωπαϊκών χωρών. Τελικά μετά από συνδυασμένες προσπάθειες 3 χρόνων (Οκτώβριος 2000 - Σεπτέμβριος 2003), η Ελληνική Διοίκηση αναγκάστηκε να άρει την σχετική απαγόρευση, εκδίδοντας ταυτόχρονα ένα νέο Τεχνικό Κανονισμό που αφορά τις "μη βιομηχανικές / βιοτεχνικές εγκαταστάσεις υγραερίου", η οποία ήταν σε εκκρεμότητα για τουλάχιστον μια δεκαετία (στην πραγματικότητα είναι ο πρώτος σχετικός κανονισμός).

Επίσης στον νέο νόμο "Βιώσιμη Ανάπτυξη της Αττικής" (Νοέμβριος 2001), η Ελληνική Διοίκηση έχει την ίδια προσέγγιση σε βάρος του υγραερίου στην Αττική. Πιο συγκεκριμένα με τον νέο Νόμο όλες οι βιομηχανίες στην Αττική που τώρα χρησιμοποιούν υγρά καύσιμα και έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με το δίκτυο, υποχρεούνται να τροφοδοτηθούν με φυσικό αέριο εντός ενός έτους, για να συμβάλλουν στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Αυτή η διάκριση όμως έναντι των υπολοίπων συμβατικών καυσίμων, που μπορεί να επιβληθεί μόνο για περιβαλλοντικούς λόγους, θα έπρεπε να περιλαμβάνει και το υγραέριο. Η περίπτωση χαρακτηρίστηκε σαν περιορισμός στην ελεύθερη διακίνηση εμπορευμάτων από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η οποία ζήτησε ήδη την συμμόρφωση της Ελληνικής Διοίκησης.

Γενικά όποτε το λόμπυ του φυσικού αερίου κερδίζει μια διακριτική μεταχείριση, αυτή είναι διεκδικίσιμη και από εμάς καθότι η περιβαλλοντική υπεροχή που είναι η μόνη αιτιολογία για διάκριση έναντι των υπολοίπων καυσίμων, είναι επίσης το βασικό χαρακτηριστικό του υγραερίου. Είναι άλλωστε προφανές ότι το υγραέριο είναι καλύτερα να καταναλώνεται σε διάφορες χρήσεις με υψηλή απόδοση παρά να καίγεται στους πυρσούς των διωλιστηρίων.

Στο σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι το 40% της παγκόσμιας παραγωγής LPG προέρχεται από την διύλιση του Αργού Πετρελαίου. (Περίπου 3% ενός τυπικού βαρελιού Αργού μετατρέπεται σε LPG). Το υπόλοιπο 60% παράγεται κατά την επεξεργασία του φυσικού αερίου. Αρα το LPG παράγεται ούτως ή άλλως (derivative) κατά την παραγωγή των υπολοίπων υγρών καυσίμων και Φυσικού Αερίου. Στην Ελλάδα το LPG προέρχεται κυρίως από τα τέσσερα (4) ελληνικά διωλιστήρια Αργού Πετρελαίου.

## 8.4 Εφαρμογές Υγραερίου

Κάποιες εφαρμογές του Υγραερίου είναι οι παρακάτω:

- ❖ Βιομηχανίες Ειδών Διατροφής - Αγροτικές Επιχειρήσεις (Γάλα, Τυροκομικά, Πτηνοτροφεία, Αλλαντοποιία, Ζυμαρικά, Ξήρανση Δημητριακών, Μεγάλοι Φούρνοι, Παγωτά, Λάδια, Ζάχαρη)
- ❖ Βιομηχανίες ποτών ( Χυμοί, Αεριούχα ποτά, Κρασιά, Οινοπνευματώδη γενικά)
- ❖ Βιομηχανίες τσιγάρων ( Διαλογή, Ξήρανση, Ανάμιξη, Συσκευασία)
- ❖ Βιομηχανίες υφασμάτων-Κλωστοϋφαντουργίες ( Πλεκτήρια, Νήματα υφαντουργίας και πλεκτικής, Κουβέρτες, Μοκέτες, Τυποβαφία υφασμάτων, Κάλτσες-καλσόν, Εκκόκκιση βαμβακιού, Βαφεία, Φινιστήρια)
- ❖ Βιομηχανίες ξύλου και φελλού - Επιπλοποιία ( Καπλαμάδες και Πλάκες για έπιπλα, Μορισσανίδες, Πριστή ξυλεία, Εύλινες επενδύσεις, Κόντρα πλακέ, Πλακάτ, Μελαμίνη, Παρκέτα, Εύλινα κιβώτια )
- ❖ Βιομηχανίες χάρτου και ειδών από χαρτί ( Χαρτοκιβώτια, Χαρτομάζα, Κυτιοποιία, Χαρτοπετσέτες, Βρεφικές πάνες, Τετράδια, Φάκελοι)
- ❖ Βιομηχανίες Εκτυπώσεων και Εκδόσεων - Γραφικές Τέχνες (Λιθογραφικές εκτυπώσεις, Βαθυτυπία, Offset, Μεταξοτυπικές εκτυπώσεις)
- ❖ Βιομηχανίες Δέρματος και Γούνας (Βυρσοδεψεία, Δέρματα και Γούνες, Γάντια, Είδη υπόδησης και ένδυσης)
- ❖ Βιομηχανίες Πλαστικών και Ελαστικού ( Πλαστικά είδη οικιακής χρήσης, Πολυεστερικές κατασκευές, είδη από PVC, πολυπροπυλένιο, Ελαστικά). Το προπάνιο βέβαια ( προπάνιο ή προπυλένιο) είναι η Α' ύλη για την παραγωγή πολυπροπυλενίου στην Χημική Βιομηχανία
- ❖ Χημικές Βιομηχανίες ( Φαρμακευτικά, Καλλυντικά, Απορρυπαντικά, Μπιογίες, Λιπάσματα, Βιομηχανικά αέρια, Σαπούνια, Ειδικές χημικές ουσίες).
- ❖ Βιομηχανίες μη μεταλλικών Ορυκτών ( Τούβλα, Κεραμίδια, Πυρότουβλα, Πλάκες)

- ❖ Βιομηχανίες Αντικειμένων από Μέταλλο ( Χαλυβουργίες ,Χυτήρια αλουμινίου και Ορείχαλκου, Γαλβανιστήρια, μεταλλικά σκεύη κουζίνας κλπ)
- ❖ Νοσοκομεία
- ❖ Ξενοδοχεία
- ❖ Αρτοποιεία, Εργαστήρια αρτοσκευασμάτων και ζαχαροπλαστικής.
- ❖ Εκπαιδευτικά Ιδρύματα
- ❖ Μεγάλα Κτίρια, Χώροι αναψυχής
- ❖ Καθαριστήρια, Πλυντήρια, Στεγνωτήρια
- ❖ Αθλητικά Κέντρα
- ❖ Βαφεία Αυτοκινήτων
- ❖ Θερμοκήπια

## 8.5 Το μέλλον του Υγραερίου

Η Κοινή Γνώμη τελευταία έχει ευαισθητοποιηθεί και απαιτεί οι μελλοντικοί ενεργειακοί σχεδιασμοί να βασίζονται στις αρχές της αειφορίας (sustainability) και της ανανεωσιμότητας (renewability). Στο θέμα αυτό οι εταιρείες που ασχολούνται με τα αέρια καύσιμα (Υγραέριο και Φυσικό Αέριο) προσπαθούν να μετέχουν σε έργα που έχουν την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου οι ΑΠΕ θα συμπληρώνονται με μονάδες τροφοδοτούμενες με αέριο καύσιμο για πιο αξιόπιστα και ελέγξιμα αποτελέσματα. Προσπάθειες επίσης γίνονται στην εξέλιξη των κυψελών καυσίμων (Fuel cells) που συνδυάζονται με μετατροπείς (reformers) ώστε η τροφοδοσία τους να γίνεται με μεθάνιο ή προπάνιο. Το τελευταίο έχει ιδιαίτερη σημασία όχι μόνο σε στατικές εφαρμογές αλλά και στην κίνηση οχημάτων.

Το υγραέριο είναι ένα ανταγωνιστικό εναλλακτικό (alternative) καύσιμο για βελτιωμένη ποιότητα της ατμόσφαιρας όταν χρησιμοποιείται σε κινητήρες αυτοκινήτων.

Μια τελευταία μελέτη σε Ευρωπαϊκό επίπεδο (European Emmission Test Program), αποδεικνύει ότι η αντικατάσταση του diesel ή της βενζίνης με υγραέριο, μπορεί να

γίνει σε ανταγωνιστικό κόστος με ευνοϊκότετη επίδραση στην ποιότητα του αέρα και στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Τα όρια εκπομπών σύμφωνα με EURO 4 και EURO 5, μαζί με την έρευνα για καθαρότερα συμβατικά καύσιμα, θα μειώσει σημαντικά την ρύπανση από τα οχήματα στα επόμενα χρόνια, αλλά η έρευνα αυτή θα πάρει κάποιο χρόνο.

Συνεπώς, σε κάποιες περιοχές όπως τα αστικά κέντρα όπου υπάρχει άμεσο και σημαντικό πρόβλημα, το υγραέριο είναι μια λύση, που συμβάλλει στην μείωση της ρύπανσης. Το υγραέριο στην κίνηση προσφέρει παρόμοια οφέλη με το Φ.Α., με την διαφορά όμως ότι διαθέτει ήδη δίκτυο σταθμών στην Ελλάδα ανεφοδιασμού οχημάτων με προοπτική άμεσης επέκτασης του, εφόσον υπάρξουν κίνητρα και αυξηθεί το ενδιαφέρον.

Το υγραέριο επίσης, βελτιώνεται ως προς την ασφαλή εξασφάλιση αποθεμάτων και συναντά την πρόκληση EU 20/20 όρος που σημαίνει ότι το 20% της ενεργειακής αγοράς καυσίμων οχημάτων θα καλύπτεται από εναλλακτικά καύσιμα το 2020. Πληροφοριακά αναφέρω ότι διεθνώς το 40% του υγραερίου παράγεται κατά την διύλιση του αργού πετρελαίου και το 60% από φυσικό αέριο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

### Μια εφαρμογή των Α.Π.Ε. στο σύγχρονο περιβάλλον Σχεδιασμός - μελέτη λειτουργίας αυτόνομου νησιωτικού φωτοβολταϊκού σταθμού

#### 9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας μέσα στα πλαίσια της Ενωμένης Ευρώπης αναμένεται να επανακαθορίσει πλήρως τους οικονομικούς και τεχνολογικούς όρους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα κράτη μέλη της Ε.Ε. και συνεπώς και στη χώρα μας. Σε αντίθεση όμως με τις περισσότερες χώρες της Ε.Ε., η χώρα μας αποτελείται και από ένα μεγάλο αριθμό νησιών, κυρίως στην περιοχή του Αιγαίου, τα οποία απέχουν σημαντικές αποστάσεις από την ηπειρωτική χώρα, καθιστώντας προβληματική τη διασύνδεσή τους με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο.

Οι νησιωτικές αυτές περιοχές καλύπτουν τις ανάγκες τους σε ηλεκτρική ενέργεια με χρήση μεσαίας και μικρής κλίμακας Α.Σ.Π., οι οποίοι συνήθως συγκροτούνται από Μ.Ε.Κ. που τροφοδοτούνται με καύσιμο "Diesel" ή "Mazut". Λόγω του περιορισμένου μεγέθους των υπό μελέτη Α.Σ.Π. και των δυσκολιών μεταφοράς υγρών καυσίμων, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα υψηλό, σε σύγκριση με το οριακό κόστος λειτουργίας της ΔΕΗ. Αν μάλιστα επικεντρώσουμε το ενδιαφέρον μας στα μικρά νησιά του Αιγαίου, παρατηρούμε ότι το κόστος της παραγόμενης kWh είναι ιδιαίτερα υψηλό, πλησιάζοντας σε ορισμένες περιπτώσεις και τις 1.65 ευρώ/kWh.

Δεδομένης της εθνικής σπουδαιότητας αλλά και της κοινωνικής σημασίας του θέματος, είναι υποχρέωση όλων μας η ενίσχυση των τοπικών οικονομιών και η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των απομονωμένων νησιών του Αιγαίου. Για το σκοπό αυτό, διερευνάται στις περιοχές αυτές η δυνατότητα ίδρυσης και λειτουργίας Αυτόνομων Φωτοβολταϊκών Σταθμών παραγωγής ενέργειας με στόχο:

1. Την επάρκεια ενέργειας και την κάλυψη ζήτησης ισχύος των νησιωτικών κοινωνιών.
2. Την ενίσχυση του επιπέδου ζωής των κατοίκων.

### 3. Την ελαχιστοποίηση του αρχικού κόστους της επένδυσης και του διαχρονικού κόστους συντήρησης και λειτουργίας

Η προσπάθεια αυτή έχει και στο παρελθόν απασχολήσει την Ελληνική Πολιτεία, η οποία μέσω Κοινοτικής χρηματοδότησης ανέθεσε στη ΔΕΗ να εγκαταστήσει ορισμένες αυτόνομες Φ/Β μονάδες σε μικρά νησιωτικά συμπλέγματα, όπως π.χ. στα Αντικύθηρα, στη Γαύδο, στους Αρκούς κ.λπ.

Δυστυχώς, η πρώτη αυτή προσπάθεια δεν θεωρήθηκε επιτυχής, κυρίως λόγω του υψηλού της κόστους και της έλλειψης υποστήριξης των Φ/Β σταθμών, με αποτέλεσμα οι περισσότεροι σταθμοί σήμερα να υπολειπονταν (Γαύδος, Κύθνος) ή να έχουν εγκαταλειφθεί (Αντικύθηρα, Αγ. Ρούμελη).

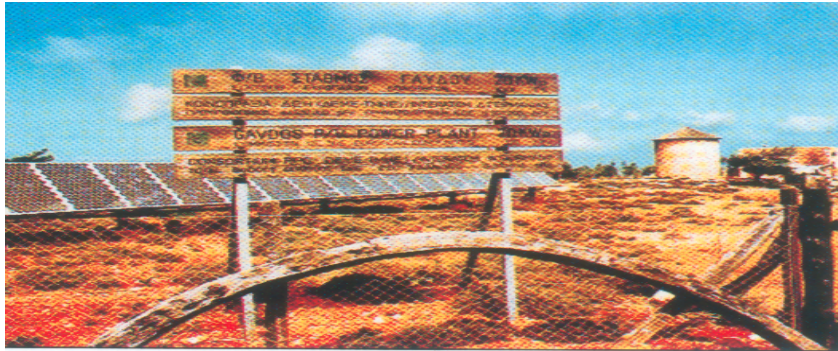
Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται το ενδεχόμενο οι ενεργειακές ανάγκες ενός μικρού και απομονωμένου νησιού να καλυφθούν από μία ανανεώσιμη, φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή πηγή, όπως η Φ/Β ενέργεια. Παρά το γεγονός ότι η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της προτεινόμενης εγκατάστασης θα είναι ιδιαίτερα μικρή, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας αποδεικνύεται ότι είναι σημαντικά χαμηλότερο από το αντίστοιχο ενός συμβατικού Α.Σ.Π. ανάλογου μεγέθους. Το γεγονός αυτό, καθιστά την εν λόγω επένδυση ελκυστική και τη Φ/Β τεχνολογία ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας. Εκτός της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του νησιού, που εγγυάται το Φ/Β σύστημα, παρέχεται η δυνατότητα παραγωγής σημαντικής ποσότητας πόσιμου νερού, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, με την αξιοποίηση της περίσσειας ενέργειας σε μονάδα αφαλάτωσης.

Είναι γνωστό ότι τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου αντιμετωπίζουν έντονο πρόβλημα λειψυδρίας που συνήθως καλύπτεται με τη μεταφορά νερού. Δεν πρέπει να αγνοείται ότι το κόστος μεταφοράς είναι ιδιαίτερα υψηλό και φθάνει τις 1780 δρχ/m<sup>3</sup> για τις Κυκλάδες και τις 775 δρχ/m<sup>3</sup> για τα Δωδεκάνησα. Επομένως, το πρόβλημα που δημιουργείται είναι σημαντικό και αφορά την ποιότητα ζωής των κατοίκων των νησιών του Αρχιπελάγους, που υποβαθμίζεται από την έλλειψη ηλεκτρικής ενέργειας και πόσιμου νερού.

## 9.2 Υπάρχουσα κατάσταση στη νήσο Γαύδο

Η Γαύδος βρίσκεται 24 ναυτικά μίλια νότια από την χώρα των Σφακιών στο Ν. Χανίων.

Ο σταθμός, ιδιοκτησίας ΔΕΗ, είναι σε λειτουργία από το 1987. πρόσφατα έγινε ριζική ανανέωσή του και αντικαταστάθηκε ένα μεγάλο μέρος του εξοπλισμού του ώστε να αντιμετωπισθεί η φυσική φθορά του και η λειτουργία του γίνεται πλέον χωρίς πρόβλημα.



Σχήμα 9.1. Φ/Β εγκατάσταση στη νήσο Γαύδο

Στο νησί, λόγω της μικρής ενεργειακής κατανάλωσης, δεν υπάρχει συμβατικός Α.Σ.Π. Για την εξυπηρέτηση των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια, έχει ήδη από το 1987 εγκατασταθεί από τη ΔΕΗ Φ/Β μονάδα ισχύος 20 kWp, με σημαντική ευρωπαϊκή χρηματοδότηση. Η υπάρχουσα Φ/Β γεννήτρια του συστήματος αποτελείται από 160 Φ/Β πλαίσια ονομαστικής ισχύος 125 W της εταιρίας "SIEMENS" και διαιρείται σε τέσσερις παράλληλες μονάδες των 5 Kw. Η καθαρή παραγωγή του φτάνει ετησίως τις 15.000kwh.

Ο ρυθμιστής φόρτισης της εγκατάστασης και ο αναστροφέας συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα είναι ισχύος 25 kW και 30 kVA αντίστοιχα, ενώ η ονομαστική χωρητικότητα των συσσωρευτών του συστήματος ισούται με 1000 Ah. Το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του συστήματος ανήλθε σε 94 εκατ. δρχ., με βάση τα ιστορικά στοιχεία. Η επένδυση χαρακτηρίζεται δαπανηρή, καθώς το αρχικό κόστος εγκατάστασης θεωρείται υψηλό.

Παράλληλα με το σταθμό που εξυπηρετεί τις ανάγκες δύο χωριών έχουν επιπλέον εγκατασταθεί 22 αυτόνομες Φ/Β μονάδες των 700 wh η κάθε μια. Στους κατοίκους έχουν διανεμηθεί ειδικές ηλεκτρικές συσκευές χαμηλής κατανάλωσης.

### 9.3 Μελέτη εγκατάστασης Φ/Β στη νήσο Γαύδο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της Φ/Β εγκατάστασης στη νήσο Γαύδο. Η Γαύδος είναι νησί του Λιβυκού Πελάγους και βρίσκεται 20 ναυτικά μίλια νότια της Κρήτης. Πρόκειται για το νοτιότερο άκρο της Ελλάδος, αλλά και ολόκληρης της Ευρώπης. Η έκτασή της είναι 30 τ.χλμ. και ο πληθυσμός της το χειμώνα περιορίζεται σε 50 περίπου κατοίκους, ενώ κατά τη θερινή περίοδο, λόγω της αξιόλογης τουριστικής κίνησης, πλησιάζει τους 200.

Για την ολοκληρωμένη παρουσίαση της μελέτης ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα. Αρχικά περιγράφεται το υπάρχον ενεργειακό πρόβλημα του νησιού και η λύση που σήμερα έχει επιλεγεί για την αντιμετώπισή του.

Ακολουθεί νέος υπολογισμός της κατανάλωσης και της απαιτούμενης εγκατεστημένης ισχύος του νησιού, ώστε να δημιουργηθούν τα δεδομένα βάσει των οποίων θα διατυπωθεί νέα πρόταση για βέλτιστο σχεδιασμό Φ/Β εγκατάστασης για την κάλυψη και των πρόσθετων ενεργειακών αναγκών. Στη συνέχεια γίνεται σύγκριση της παραγόμενης από το Φ/Β σύστημα ενέργειας με την απαιτούμενη από την τοπική κοινωνία. Με δεδομένη την περίσσεια ενέργειας, προτείνεται η εκμετάλλευσή της για την παραγωγή πόσιμου νερού από αφαλάτωση. Τέλος, γίνεται οικονομική αξιολόγηση της προτεινόμενης λύσης, που καταλήγει σε ιδιαίτερα ενδιαφέροντα και χρήσιμα συμπεράσματα.

## 9.4 Προτεινόμενη λύση

Σήμερα, λόγω των φθορών και της έλλειψης συντήρησης, η μονάδα υπολειτουργεί. Άλλωστε, η αρχική μελέτη στηρίχθηκε σε έναν ιδιαίτερα λιτό υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος, που προήλθε από μία συντηρητική εκτίμηση της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης του νησιού. Επιπλέον, ο υπολογισμός της παραγόμενης από το σύστημα ενέργειας, έγινε βάσει της μέσης ημερήσιας ακτινοβολίας για μία τοπική ημέρα κάθε μήνα. Για το λόγο αυτό γίνεται αντιληπτό ότι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων είναι περιορισμένη. Κρίνεται επομένως σκόπιμο, αφενός να γίνει μία περισσότερο ρεαλιστική προσέγγιση του ενεργειακού φορτίου του νησιού, που να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής, αφετέρου να χρησιμοποιηθούν λεπτομερέστερα στοιχεία ηλιακής ακτινοβολίας για το νησί.

**Πίνακας Ι:** Εγκατεστημένες Φ/Β μονάδες  
ΔΕΗ

Τοποθεσία	Ισχύς (kWp)	Χρονολογία Εγκατάστασης
Κύθνος	100	1983
Γαύδος	20	1987
Αντικύθηρα	25	1987
Αρκοί	25	1988

**Πίνακας ΙΙ:** Μέση Ημερήσια Κατανάλωση  
– Εγκατεστημένη Ισχύς

	Χειμώνας	Καλοκαίρι
<b>Κατανάλωση</b>	35.9 kWh	60.4 kWh
<b>Εγκατ. Ισχύς</b>	46.4 kW	57.6 kW



**Πίνακας III:** Κόστος παραγόμενης ενέργειας (δρχ/kWh) του προτεινόμενου Φ/Β σταθμού

Απόσβεση	Κόστος ενέργειας (δρχ/kWh)											
	15 έτη				20 έτη				30 έτη			
Εκπτώση %	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
Επδότηση												
40 %	217	195	174	152	187	168	149	131	151	136	121	106
60 %	171	154	137	120	151	136	121	105	125	113	100	88

Πιο συγκεκριμένα, γίνεται πρόβλεψη της αναμενόμενης μελλοντικής αύξησης της ζήτησης ενέργειας, ενώ χρησιμοποιείται η πειραματική μέση ημερήσια ακτινοβολία κάθε ημέρας ενός τυπικού έτους [4], ώστε να εξετασθεί η συμπεριφορά του Φ/Β συστήματος σε ημερήσια βάση. Λαμβάνοντας υπόψιν τα ανωτέρω, οδηγούμαστε στη διαστασιολόγηση ενός νέου Φ/Β συστήματος-απάντηση στον οικονομικό, κοινωνικό και πολιτισμικό μαρασμό του νησιού.

## 9.5 Περιγραφή του νέου Φ/Β Σταθμού

Βάσει των παραπάνω, η απαιτούμενη ισχύς αιχμής της Φ/Β εγκατάστασης προσδιορίστηκε στα 22.5 kWp. Η Φ/Β γεννήτρια θα αποτελείται από 440 πλαίσια ισχύος 51 W. Για λόγους μεγαλύτερης ενεργειακής ασφάλειας, η Φ/Β εγκατάσταση συγκροτείται από 2 κύριες μονάδες, σε κάθε μία από τις οποίες τα πλαίσια τοποθετούνται σε 11 παράλληλες συστοιχίες των 20 πλαισίων εν σειρά. Η ονομαστική τάση εξόδου της Φ/Β γεννήτριας είναι 240 V συνεχούς 20 kW, η οποία μέσω δύο ρυθμιστών φόρτισης ισχύος για τη φόρτιση των συσσωρευτών. Οι συσσωρευτές είναι χωρητικότητας 1200 Ah, που αντιστοιχεί σε ενεργειακό περιεχόμενο 290 kWh και παρέχουν αυτονομία τριών ημερών στο νησί. Το συνεχές ρεύμα, προερχόμενο από τη Φ/Β γεννήτρια ή από τους συσσωρευτές, μετατρέπεται σε τριφασικό εναλλασσόμενο μέσω δύο παράλληλων αντιστροφέων συνολικής δυναμικότητας 60 kVA, μέγεθος που καθορίζεται από την εγκατεστημένη ισχύ του νησιού.

Η επιλογή δύο ανεξάρτητων διατάξεων στηρίζεται στην προσπάθεια μέγιστης ενεργειακής αυτονομίας ενός απομονωμένου νησιού, καθώς η επιλογή μοναδικής διάταξης ίδιας συνολικής ισχύος περιορίζει μεν το κόστος εγκατάστασης, όμως σε περίπτωση βλάβης ή συντήρησης θα έθετε εκτός λειτουργίας όλο το ηλεκτρικό σύστημα, με αποτέλεσμα να διακόπτεται πλήρως η τροφοδοσία του νησιού. Η επιλογή αυτή γίνεται επιτακτικότερη δεδομένου ότι η μελέτη αναφέρεται σε απομονωμένο νησί, όπου δεν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποδομή ούτε και το αρμόδιο προσωπικό για την άμεση αποκατάσταση οποιουδήποτε προβλήματος παρουσιαστεί. Συνεπώς, για να αποφευχθούν παρόμοιες καταστάσεις, οδηγούμαστε

στην εγκατάσταση δύο ρυθμιστών φόρτισης και δύο αντιστροφών, με σκοπό την εναλλαξιμότητα αυτών, δηλαδή σε κάθε περίπτωση τη μερική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κατοίκων.

## 9.6 Συμπεράσματα

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αναλυτική παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης μελέτης δημιουργίας ενός αυτόνομου Φ/Β σταθμού, που θα μπορούσε να αποτελέσει πρότυπο για το σχεδιασμό ανάλογων επενδύσεων σε αρκετά νησιά του Αιγαίου. Έχοντας ως βάση αναφοράς προηγούμενη μελέτη για το υπάρχον Φ/Β σύστημα της νήσου Γαύδου, προτάθηκαν αξιόλογες βελτιώσεις και ελήφθησαν υπόψιν σημαντικές δυνατότητες, που είχαν αρχικά αγνοηθεί. Η προτεινόμενη ισχύς αιχμής της νέας Φ/Β εγκατάστασης δεν διαφέρει πολύ από αυτήν της αρχικής μελέτης, καθώς αυξήθηκε από 20 σε 22 kWp. Αντιθέτως, η διαθέσιμη ενέργεια προκύπτει σαφώς μεγαλύτερη, ιδίως κατά τους θερινούς μήνες.

Παράλληλα, εκτιμήθηκε ότι απαιτούνται περισσότερες διατάξεις διαχείρισης, με διπλάσια δυναμικότητα και μεγαλύτερες δυνατότητες αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας. Συνεπώς, η αναθεωρημένη εγκατάσταση καλύπτει πλέον με απόλυτη αξιοπιστία τις ενεργειακές ανάγκες του νησιού. Τέλος, ιδιαίτερη σημασία δόθηκε και στην προοπτική εκμετάλλευσης της περίσσειας ενέργειας για παραγωγή πόσιμου νερού με τη μέθοδο της αφαλάτωσης.

Ο προϋπολογισμός του κόστους της επένδυσης θεωρείται αρκετά υψηλός, κάτι που χαρακτηρίζει γενικότερα τη Φ/Β τεχνολογία, αλλά και τη γεωγραφική ιδιομορφία της νήσου Γαύδου. Εκτιμάται, βέβαια, ότι το αρχικό κόστος είναι δυνατό να περιοριστεί. Επιπλέον, ανάλογα έργα είναι επιδοτούμενα από τους αρμόδιους φορείς. Πιστεύεται, λοιπόν, ότι η συγκεκριμένη επένδυση είναι απόλυτα προσιτή από πλευράς κόστους και τεχνολογίας. Το αναμενόμενο κόστος ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας από το Φ/Β σταθμό είναι σημαντικά χαμηλότερο από το αντίστοιχο των συμβατικών αυτόνομων σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού, που λειτουργούν σε παρόμοιες της νήσου Γαύδου συνθήκες. Βασικό πλεονέκτημα της λειτουργίας της αυτόνομης Φ/Β μονάδος είναι η ενεργειακή αυτάρκεια του νησιού με σεβασμό στο περιβάλλον. Το γεγονός αυτό εξασφαλίζει μεγαλύτερη άνεση στη ζωή των κατοίκων και συντελεί στη δημιουργία υποδομής για επιπλέον αναπτυξιακά έργα, που θα αναδείξουν την περιοχή και θα την οδηγήσουν στην εξέλιξη και στην ευημερία.

Συνοψίζοντας, μέσα από τη μελέτη της συγκεκριμένης Φ/Β μονάδος αποδεικνύεται ότι η Φ/Β μετατροπή αποτελεί μία αξιόπιστη και αποτελεσματική μέθοδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς υπερβολικό κόστος για αντίστοιχες περιοχές της χώρας μας. Η υιοθέτησή της επομένως για την αντιμετώπιση της έλλειψης

ενέργειας σε ευαίσθητες και απομονωμένες περιοχές θα συμβάλλει αποφασιστικά στη σταδιακή αντικατάσταση της χρήσης των συμβατικών καυσίμων, των οποίων τα αποθέματα είναι περιορισμένα, από αστείρευτες πηγές ενέργειας, χωρίς σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

### Εφαρμογές Α.Π.Ε. στην Κρήτη

#### 10.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ - ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ - ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

##### 10.1.1 Δυνατότητες Παραγωγής Βιοαιθανόλης στην Κρήτη

Στην Κρήτη μέχρι σήμερα έχει διερευνηθεί η δυνατότητα παραγωγής βιοιθανόλης από το χαρούπι το οποίο περιέχει σημαντική ποσότητα σακχάρων, περίπου 40% κ.β. Η χαρουπιά είναι ένα δένδρο που απαιτεί ελάχιστες καλλιεργητικές φροντίδες καθώς και ελάχιστο νερό για την άρδευσή της. Η καλλιέργεια της φθίνει τις τελευταίες δεκαετίες καθώς οι καλλιεργητές στρέφονται σε νέες δυναμικές καλλιέργειες. Όμως η φύτευση δένδρων χαρουπιάς σε μη καλλιεργούμενα και ερημοποιούμενα εδάφη στην Κρήτη, σε συνδυασμό με την ελάχιστη φροντίδα που απαιτεί, θα μπορούσε να προσφέρει πολλά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

Η παραγωγή αιθανόλης από το χαρούπι περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- α) άλεση του καρπού και διαχωρισμό των σπόρων από τη ψύχα
- β) εκχύλιση των σακχάρων της ψύχας με νερό
- γ) ζύμωση του υδατικού διαλύματος με τις ζύμες *Saccharomyces Cerevisiae*
- δ) διαχωρισμό της αιθανόλης από το προκύπτον διάλυμα.

Σήμερα το συλλεγόμενο χαρούπι στην Κρήτη αλέθεται σε μικρούς τοπικούς μύλους και διαχωρίζονται οι σπόροι από την ψύχα. Οι σπόροι έχουν περισσότερο οικονομικό ενδιαφέρον και μεταφέρονται σε ειδικά εργοστάσια για επεξεργασία ενώ η ψύχα που είναι πλούσια σε σάκχαρα χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για ζωοτροφή.

##### 10.1.2 Δυνατότητες Παραγωγής Βιοντήζελ στην Κρήτη

Δεδομένου ότι στην Κρήτη παράγονται το ελαιόλαδο και το πυρηνέλαιο, λάδια υψηλής διατροφικής αξίας, είναι προφανές ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντιζέλ. Όμως τα μεταχειρισμένα τηγανόλαδα που παράγονται

από νοικοκυριά, εστιατόρια, χώρους μαζικής εστίασης και ξενοδοχεία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντίζελ. Οι ποσότητες αυτές είναι στην Κρήτη ελαφρά αυξημένες λόγω του μεγάλου αριθμού των επισκεπτών στο νησί. Η μετατροπή των μεταχειρισμένων τηγανόλαδων σε βιοντίζελ γίνεται στα εξής στάδια:

- α) αντίδραση των ελαίων με μεθανόλη σε ήπιες συνθήκες
- β) διαχωρισμό των παραγόμενων εστέρων από τη συμπαραγόμενη γλυκερίνη
- γ) καθαρισμό των εστέρων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μελέτης οι ποσότητες των μεταχειρισμένων τηγανόλαδων που θα μπορούσαν να συλλέγουν στην Κρήτη και να μετατραπούν σε βιοντίζελ ανέρχονται σε 2000 ΤΝ ετησίως. Μέχρι σήμερα εργοστάσια παραγωγής βιοντίζελ από μεταχειρισμένα τηγανόλαδα δεν υπάρχουν στην Ελλάδα, ενώ υπάρχουν διεθνώς. Δεδομένου ότι η ελαιοκράμβη δεν καλλιεργείται στην Κρήτη δεν φαίνεται πιθανό στο μέλλον να προωθηθεί στο νησί η παραγωγή βιοντίζελ από ελαιούχους σπόρους.

### 10.1.3 Δυνατότητες Παραγωγής Βιοαερίου στην Κρήτη

Το βιοαέριο παράγεται με την αναερόβια χώνευση βιομάζας και αποτελείται κυρίως από  $CH_4$  και  $CO_2$ , και το οποίο μετά από κατάλληλο καθαρισμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο οχημάτων σαν υποκατάστατο του υγραερίου ή του φυσικού αερίου. Δεν βρίσκεται σήμερα εφαρμογές στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς οι εφαρμογές του είναι λιγοστές. Παράγεται σήμερα κυρίως [με αναερόβια χώνευση] από:

- α) λάσπη εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων (ΕΕΑΛ)
- β) χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)
- γ) κτηνοτροφικά απόβλητα
- δ) βιομηχανικά απόβλητα πλούσια σε οργανικό φορτίο.

Στην Ελλάδα παράγεται σήμερα από ΕΕΑΛ και ΧΥΤΑ και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Κρήτη παράγεται σήμερα στις ΕΕΑΛ των Χανίων και του Ηρακλείου και χρησιμοποιείται εντός των εγκαταστάσεων αυτών για την παραγωγή ενέργειας. Στο παρελθόν είχε κατασκευαστεί μια πιλοτική εγκατάσταση αναερόβιας χώνευσης των ελαιουργικών

αποβλήτων με ταυτόχρονη παραγωγή βιοαερίου στην Κρήτη, (Κάνδανος Χανίων) που όμως δεν έτυχε ευρείας αποδοχής από τους ελαιουργούς λόγω του υψηλού αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης και του υψηλού λειτουργικού της κόστους.

#### 10.1.4 Υποκατάσταση Συμβατικών Καυσίμων με Βιοκαύσιμα στην Κρήτη

Η κατανάλωση συμβατικών καυσίμων στην Κρήτη και συγκεκριμένα βενζίνης κοινής, βενζίνης σούπερ, βενζίνης αμόλυβδη και ντίζελ κίνησης παρουσιάζεται στον πίνακα 10.1. Στον πίνακα 10.2 παρουσιάζεται η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> που θα προκύψει από την υποκατάσταση μέρους των συμβατικών καυσίμων με βιοκαύσιμα στην Κρήτη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1 ΧΡΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΕ ΟΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

ΕΤΟΣ	Βενζίνη κοινή (TN)	Βενζίνη σούπερ (TN)	Βενζίνη αμόλυβδη (TN)	Ντίζελ κίνησης (TN)	Σύνολο (TN)
1997	915	114410	67587	106577	289489
1998	610	107196	77233	112708	297747
1999	92	98322	90151	121176	309741
2000	0	85175	104946	127486	317607

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.2 ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΡΟΥΣ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ΜΕ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO<sub>2</sub> (ΕΤΟΣ 2000)

ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΣΟΣΤΟΥ 2% ΤΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ 6352TN	ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO <sub>2</sub>  22324 TN
ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΣΟΣΤΟΥ 5,75% ΤΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ 18262 TN	ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO <sub>2</sub>  64181TN

### **10.1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ**

Τα απόβλητα των ελαιουργείων έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο, είναι δύσκολα επεξεργάσιμα με συμβατικά συστήματα αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας, περιέχουν πολλές οργανικές ουσίες και είναι κατάλληλα για παραγωγή βιοαερίου με αναερόβια χώνευση. Σε μια πιλοτική εγκατάσταση ελαιουργικών αποβλήτων στην Κάνδαο Χανίων τα απόβλητα καθιζάνουν με την παραμονή τους σε μεγάλες δεξαμενές για ορισμένο χρονικό διάστημα. Το υπερκείμενο υγρό και το υπόλειμμα υφίστανται αναερόβια χώνευση σε διαφορετικούς χωνευτές με διαφορετικούς χρόνους παραμονής. Το παραγόμενο βιοαέριο οδηγείται σε αεριοφυλάκιο, από όπου στην συγκεκριμένη εγκατάσταση καίγεται ελεύθερα. Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε από το ΜΟΠ Κρήτης και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά το διάστημα της πειραματικής λειτουργίας του.

Τα υγρά απόβλητα από τους χωνευτήρες μετά την επεξεργασία τους και αφού έχει μειωθεί σημαντικά το ρυπαντικό τους φορτίο μπορούν να διατεθούν σε κάποιο αποδέκτη. Σαν σοβαρό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής επεξεργασίας των ελαιουργικών αποβλήτων, θα πρέπει να θεωρηθεί το μεγάλο κόστος κατασκευής των αρχικών εγκαταστάσεων, που είναι δυσβάστακτο για ένα μέσο ελαιουργείο, καθώς και η ανάγκη ύπαρξης εξειδικευμένου προσωπικού για την λειτουργία του συστήματος.

### **10.1.6 Παραγωγή του Πυρηνόξυλου στα Πυρηνελαιουργεία**

Η ελαιοπυρήνα από το ελαιουργείο μεταφέρεται στο πυρηνελαιουργείο για την παραλαβή του εναπομείναντος ελαίου. Εκεί, αρχικά, ξηραίνεται σε κατάλληλα ξηραντήρια, όπου μειώνεται η υγρασία της σε 10% περίπου. Στην συνέχεια, εκχειλίζονται τα έλαια με την χρήση του εξανίου σαν διαλυτικού.

Ο διαχωρισμός του ελαίου από το εξάνιο γίνεται κατόπιν με απόσταξη σε κατάλληλες, στήλες όπου λαμβάνεται το πυρηνέλαιο και ανακτάται το εξάνιο. Η ελαιοπυρήνα, μετά την ξήρανση και την εκχύλιση του ελαίου, έχει υγρασία περίπου 10% και είναι κατάλληλη για καύσιμο ( πυρινόξυλο).

Σε ορισμένα πυρηνελαιουργεία όπως προαναφέρθηκε ακολουθεί ένας διαχωρισμός του πυρινόξυλου σε ένα τμήμα πλούσιο σε κυταρίνες και σε ένα πλούσιο σε πρωτεΐνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ( ΕΤΗΣΙΩΣ )

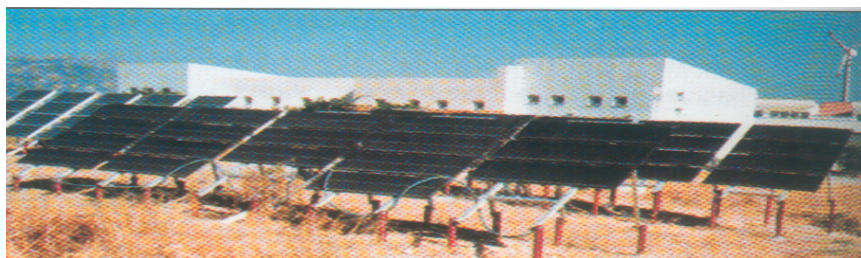
ΤΥΠΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ( ΤΝ )	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΥΣΕΩΣ (ΚCAL)
ΑΧΥΡΟ	22.012	8 X 10 *10
ΑΓΚΙΝΑΡΑ	19.771	2,17 X 10*10
ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ	39.319	9,9 X 10*10
ΡΟΔΑΚΙΝΟ-ΒΕΡΙΚΟΚΟ	3.445	9,6 X 10*9
ΜΗΛΑ-ΑΧΛΑΔΙΑ	22.745	5,9 X 10*10
ΑΜΥΓΔΑΛΑ	23.624	6,14 X 10*10
ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟ	109.038	1,64 X 10*11
ΕΛΑΙΟΚΛΑΔΕΜΑΤΑ	368.857	1,03 X 10*12
ΚΛΗΜΑΤΙΔΕΣ	173.544	6,7 X 10 *11
ΔΑΣΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ	742.000	2,34 X 10* 12
ΚΑΥΣΟΞΥΛΑ	167.965	6,4 X 10*11
ΣΥΝΟΛΟ	1.693.317	5,17 X 10 *12

Το πυρηνέλαιο που παράγεται στο πυρηνελαιουργείο, για να μετατραπεί σε βρώσιμο, υφίσταται ραφινάρισμα, ακολουθεί δηλαδή τις διαδικασίες της εξουδετέρωσης των οξέων του, του αποχρωματισμού του και της απόσμησής του.

Η παραγωγή του πυρηνόξυλου στην Κρήτη υπολογίζεται σε 120.000ΤΝ ετησίως περίπου, με ενέργεια καύσεως περίπου 4,2X10 στην11 ΚCAL/ΕΤΟΣ, που αντιστοιχεί περίπου στο ένα τρίτο της καταναλισκόμενης σήμερα ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί.

## 10.2 Φ/Β ΠΑΡΚΟ ΝΟΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Τα Φ.Β συστήματα καλύπτουν τις ανάγκες φωτισμού του εργαστηρίου και καλύπτουν μέρος των ενεργειακών αναγκών επί μέρους εργαστηρίων του πάρκου ( Ηλεκτρονικών κατασκευών, Ηλεκτρολογείου, Οπτικών μετρήσεων ) και λοιπών χώρων. Επίσης κάλυψη περιμετρικού φωτισμού ασφαλείας. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 4,3 kw.



Σχήμα 10.1. Φ/Β Πάρκο ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ



Στο Φ/Β Πάρκο έχει εγκατασταθεί με την υποστήριξη του Δήμου Ηρακλείου αυτόνομο φωτιστικό δημοσίων χώρων 220w ( στύλος δημοτικού φωτισμού με δύο λάμπες νατρίου των 75w κάθε μια ). Το συγκεκριμένο φωτιστικό χρησιμοποιείται για τον φωτισμό του χώρου εισόδου του Φ/Β Πάρκου και του απέναντι χώρου της στάσης αστικών λεοφορειών που εξυπηρετεί το ΙΕΚ και το Γυμνάσιο που λειτουργούν στα κτήρια της πρώην Ακαδημίας.

Υπό εγκατάσταση βρίσκεται σύστημα άντλησης νερού για της ανάγκες του Πάρκου με τροφοδοσία από Φ/Β ( ισχύος 1 kw ). Η εγκατάσταση αυτή αφορά υλοποιήσει ερευνητικού προγράμματος στα πλαίσια του ΕΠΕΤ II, με χρηματοδότηση από την Περιφέρεια Κρήτης.

Πιλοτικό Πρόγραμμα του Φ/Β Πάρκου Ν. Ηρακλείου, η οποία καλύπτει τις ανάγκες φωτισμού καθώς και την λειτουργία τηλεόρασης και μικρού ψυγείου με Φ/Β (300 w ). Το αρχικό συστημα διαθέτε Inverter 600 w, κατασκευής Φ/Β Πάρκου. Το αρχικό υπό έλεγχο σύστημα λειτούργησε εξαιρετικά ικανοποιητικά, ώστε μετά την λήξη του νέου διαστήματος δοκιμής προμηθεύτηκε νέο σύστημα με το οποίο συνεχίζεται σήμερα η λειτουργία της κατοικίας.



Σχήμα 10.2. Φ.Β. Εγκατάσταση για δημοτικό φωτισμό στο ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

## Περιβαλλοντικά και χωροταξικά θέματα Φ/Β συστημάτων

Όσον αφορά περιβαλλοντικά και χωροταξικά θέματα, τα κύρια πλεονεκτήματα των Φ/Β συστημάτων είναι:

1. μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους
2. αθόρυβη λειτουργία
3. αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής
4. απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
5. αποφυγή δυσμενών συνεπειών από πιθανές απότομες αυξήσεις των τιμών των καυσίμων
6. δυνατότητα επέκτασης του σταθμού ενέργειας σύμφωνα με τις ανάγκες των κατοίκων

Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή Φ/Β πλαισίων κρυσταλλικού πυριτίου, σε μικρή κλίμακα, με την τεχνολογία του 1990 ήταν 235 kWh/m<sup>2</sup>. οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα υπολογίζονται σε 45 τόνους ανά GWh παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β, ενώ για το ίδιο ποσό ενέργειας ο τελειότερος και αποδοτικότερος σταθμός που καίει άνθρακα, εκπέμπει 1000 τόνους διοξείδιο του άνθρακα

### Κόστος Εγκατάστασης Λειτουργίας

Το κόστος ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος, με αποθήκευση σε μπαταρίες, κυμαίνεται μεταξύ 11.500 και 12.500 ΕΥΡΟ ανά εγκατεστημένο kWp, συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ.

### 10.3. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ



Σχήμα 10.3. Α.Π της ΔΕΗ 6,6MW στη Σητεία και δεξιά Α.Π. της εταιρεία « ΡΟΚΑΣ Αιολική Α.Β.Ε.Ε.», ισχύος 10,2MW στη Σητεία.

Η αιολική ενέργεια τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ικανοποιητική ανάπτυξη στην Κρήτη τόσο από άποψη μελετών όσο και από άποψη εφαρμογής. Ήδη έχουν εκπονηθεί αρκετές αιολικές μελέτες ( Μελέτες ΣΤΕΔΕΚ, Πολυτεχνείου, ΔΕΗ, ΚΑΠΕ, ιδιωτών) που ερευνούν το αιολικό δυναμικό και τις δυνατότητες εφαρμογής των αιολικών τεχνολογιών για παραγωγή ενέργειας στην Κρήτη.

Παράλληλα προχωρά η εγκατάσταση και λειτουργία αιολικών πάρκων στο νησί η συνολική καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα εγκατεστημένα αιολικά συστήματα - σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΗ - ανήλθε στα 5.122 MWh το 1997. στην Κρήτη υπάρχουν ήδη σε λειτουργία δύο αιολικά πάρκα. Το πρώτο ανήκει στην ΔΕΗ και βρίσκεται στην περιοχή της Μονής Τοπλού ,στην Σητεία. Μετά την επισκευή των ανεμογεννητριών του έχει τεθεί ξανά σε λειτουργία. Αποτελείται από 17 ανεμογεννήτριες των 300 kw και 3 των 500 kw ( συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6,6 Mw ). Το δεύτερο αιολικό πάρκο βρίσκεται και αυτό στην περιοχή της Σητείας ( περιοχή Πλακοκερατιάς ) και ανήκει στην εταιρεία « ΡΟΚΑΣ Αιολική Α.Β.Ε.Ε.».είναι εγκατεστημένης ισχύος 10,2MW και αποτελείται από 17 ανεμογεννήτριες ισχύος 600 kw η κάθε μια. Θεωρητικά θα μπορεί να καλύψει τις ανάγκες 10.000 κατοίκων και να μειώσει κατά 15.000 τόνους ετησίως τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Εκτός από τα δύο Πάρκα, σε λειτουργία βρίσκεται μι ανεμογεννήτρια ισχύος 500kiwi , εγκατεστημένη στο Ζήρο Ν. Λασιθίου από τον Οργανισμό Ανάπτυξης Σητείας ( ΟΑΣ ). Ο ΟΑΣ πρωτοπορεί στις εφαρμογές των ΑΠΕ στον χώρο της τοπικής αυτοδιοίκησης. Επίσης υπάρχει μια ανεμογεννήτρια 150 kw στα Ανώγεια Ρεθύμνου η οποία είναι συνδεδεμένη με ένα σταθμό άντλησης.

Παράλληλα έχει εγκριθεί η άδεια εγκατάστασης στο Ν. Λασιθίου 6 ακόμα αιολικών Πάρκων συνολικής ισχύος 40 MW και τα οποία βρίσκονται ήδη στην φάση κατασκευής. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι με την τροποποιημένη διαδικασία χορήγησης αδειών ΑΠΕ από τις οικείες Περιφέρειες πρόκειται να προκηρυχθεί το αδιάθετο υπόλοιπο ισχύος ΑΠΕ για την εγκατάσταση επιπλέον Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.

### **10.3.1 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

Το εργαστήριο ιδρύθηκε το 1992. ήδη το ΤΕΙ Ηρακλείου είχε δραστηριοποιηθεί στην έρευνα του αιολικού δυναμικού εκπονώντας μελέτες και δημιουργώντας λογισμικά προγράμματα, έτσι ώστε για πολλές περιοχές της Κρήτης να υπάρχουν σήμερα « Αιολικοί Άτλαντες». Παράλληλα πέραν από τη λειτουργία μικρών ανεμογεννητριών, το Εργαστήριο προχώρησε στο σχεδιασμό και κατασκευή πτερυγίων ανεμογεννητριών.

### **Περιβαλλοντικά και Χωροταξικά Θέματα αιολικής ενέργειας**

Φυσικά πέρα από τα οικονομικά οφέλη, υπάρχουν πάντα η άμεση ανάγκη της προστασίας του περιβάλλοντος και η σημαντική απεξάρτηση από τα εισαγόμενα καύσιμα. Η αιολική ενέργεια είναι καθαρή ενέργεια, απεριόριστη, άμεσα εκμεταλλεύσιμη και φιλική προς το περιβάλλον. Εάν αξιοποιηθεί όλο το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας, η ετήσια μείωση εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα θα είναι της τάξης των 8.700.000 τόνων, δηλαδή 8,4% των συνολικών εκπομπών. Ακόμα, η αξιοποίηση του εθνικού αιολικού δυναμικού θα οδηγήσει στην αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας και θα συμβάλλει στην ανάπτυξη της Ελληνικής βιομηχανίας και στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας είναι η απλούστατη σύνδεση των μονάδων παραγωγής με το ήδη υπάρχον δίκτυο της ΔΕΗ και επομένως η άμεση αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της χώρας.

Γενικά η στάση της κοινής γνώμης είναι σαφώς θετική. Άλλωστε η οπτική ενόχληση δεν είναι προφανής και οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες δένουν αρμονικά με το περιβάλλον. Προσεκτική αντιμετώπιση της επιλογής της θέσης εγκατάστασης χρειάζεται, ιδίως σε μικρά νησιά με παραδοσιακή αρχιτεκτονική.

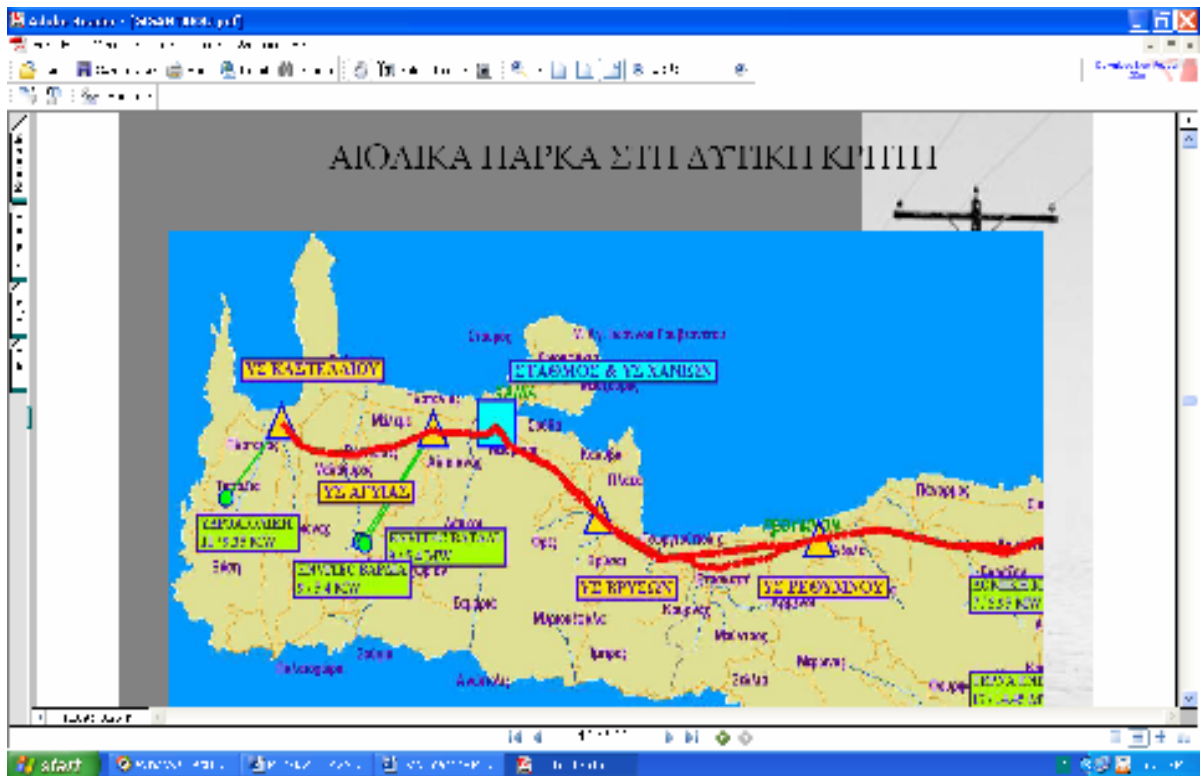
**Κόστος Εγκατάστασης Λειτουργίας**

Το κόστος της αιολικής ενέργειας εξαρτάται κυρίως από τρεις βασικούς παράγοντες:

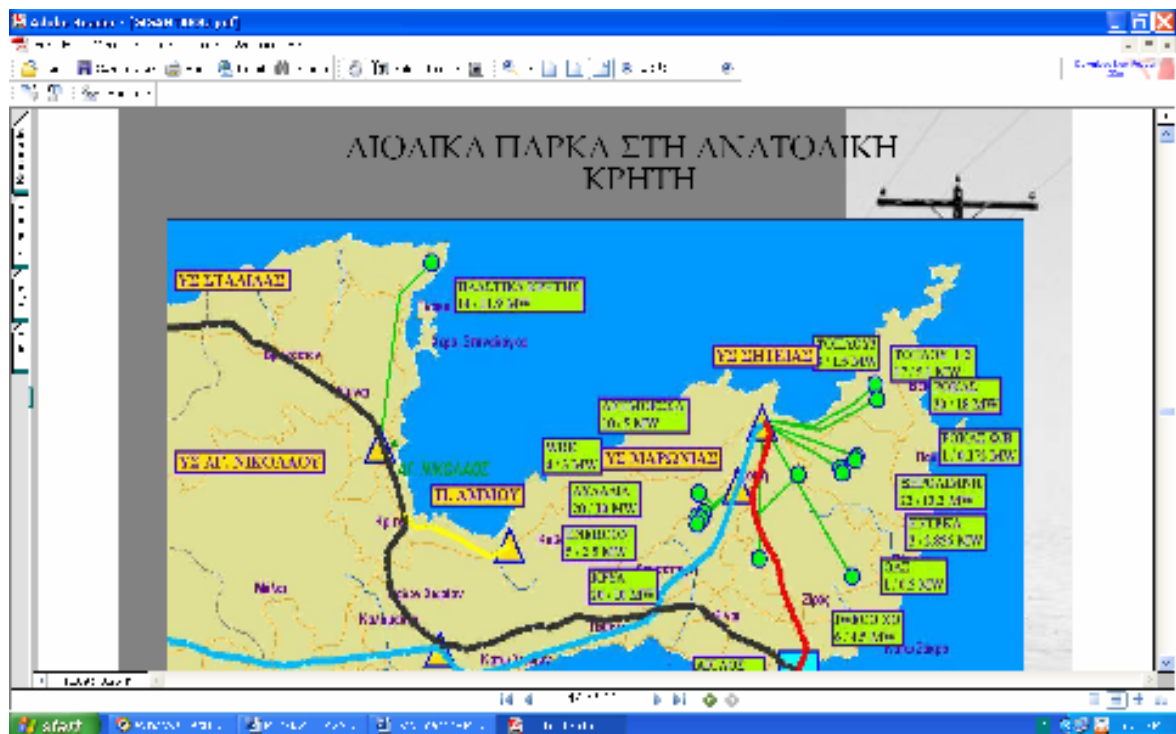
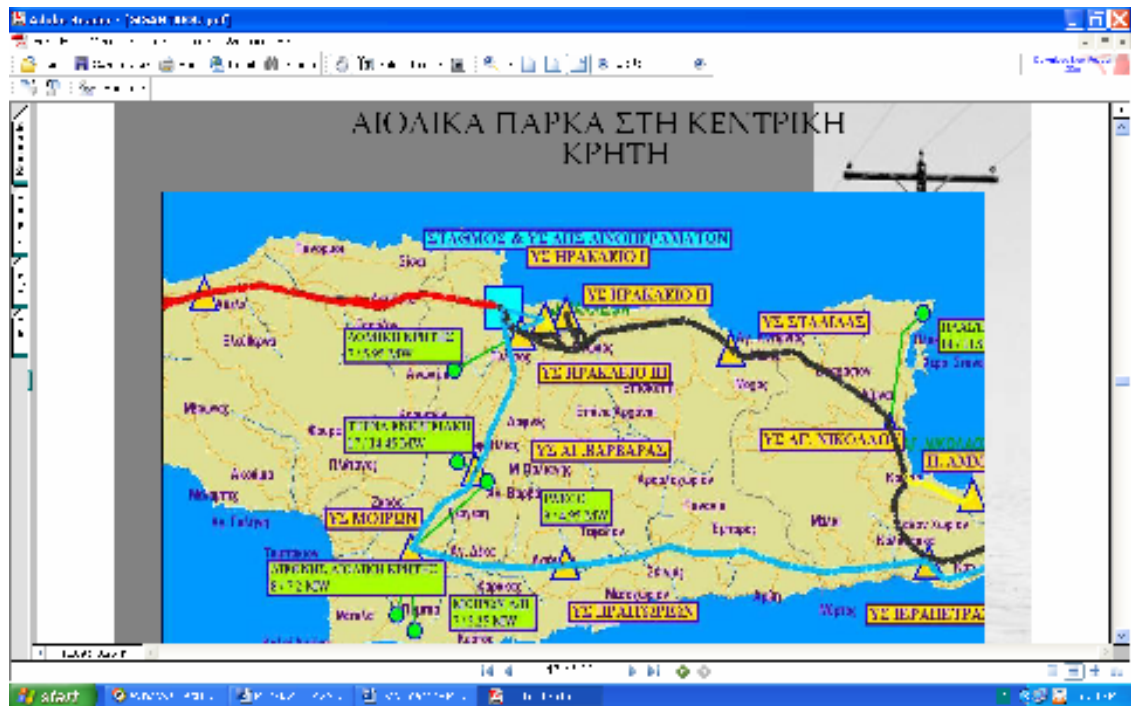
- το συνολικό κόστος του έργου
- το κόστος λειτουργίας και συντήρησης

- την ετήσια παραγόμενη ενέργεια

Για τα ελληνικά δεδομένα, το μοναδιαίο κόστος είναι περίπου 1200-1500 ΕΥΡΟ/ΚW και ο συντελεστής φορτίου 25%-40%. Το κόστος αιολικής ενέργειας αναμένεται να μειωθεί στα επόμενα δέκα χρόνια.







## 10.4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Αν και η Κρήτη δεν είναι από τις περιοχές με πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, ωστόσο υπάρχουν περιοχές με παρουσία γεωθερμικών ρευστών χαμηλής κυρίως ενθαλπίας. το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) έχει κάνει αναγνωριστικές έρευνες σε διάφορες θέσεις, για μερικές από τις οποίες τα συμπεράσματα τεκμηριώνουν κατ' αρχην την ύπαρξη γεωθερμικού ενδιαφέροντος ( π.χ. Περιοχή Ιεράπετρας, Ν. Λασιθίου).

Παράλληλα ευρεία εφαρμογή μπορεί να βρει στην Κρήτη η **αβαθής Γεωθερμία**. Λόγω του κλίματος και της γεωγραφικής θέσεως της Κρήτης η ποσότητα ηλιακής θερμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στο υπέδαφος είναι αυξημένη σε σχέση με άλλες περιοχές της Ελλάδος και πολύ μεγαλύτερη από άλλες βορειότερες χώρες η πηγή αυτή είναι άφθονη και διαθέσιμη παντού και κάθε στιγμή, μπορεί να προσφέρει θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης και είναι από τις πιο καθαρές μορφές ενέργειας για το περιβάλλον. Η εκμετάλλευση της θερμικής αυτής ενέργειας γίνεται με την χρήση αντλιών θερμότητας ( θερμαντλία ή γεωθερμαντλία ) και θα μπορούσε να βρει αρκετές εφαρμογές στην κάλυψη ενεργειακών αναγκών στον κτιριακό τομέα. Το Πολυτεχνείο Κρήτης έχει κάνει σχετικές εκτιμήσεις και μελέτες για την αξιοποίηση της αβαθούς γεωθερμίας στην Κρήτη.

### 10.4.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΚΑΠΙΣΤΡΙ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ Ν.ΛΑΣΙΘΙΟΥ.

Μετά από πληροφορίες σχετικά με την ύπαρξη θερμής υδροφορίας στην περιοχή, το ΙΓΜΕ πραγματοποίησε αναγνωριστική γεωθερμική έρευνα. Η περιοχή βρίσκεται 7-8 χλμ. Βόρεια της Ιεράπετρας, σε υψόμετρο 150 μέτρων. Μετά από θερμομετρήσεις που έγιναν σε γεωτρήσεις της περιοχής προέκυψαν τα αποτελέσματα που δείχνουν μια θερμική ανωμαλία σε βάθος 100-150 μέτρων που αποδίδει στην περιοχή μια γεωθερμική βαθμίδα σχεδόν διπλάσια της κανονικής και κατά συνέπεια γεωθερμικό ενδιαφέρον. Συγκεκριμένα, και με βάση τη γεωλογία της περιοχής, προκύπτουν στοιχεία που μπορούν να τεκμηριώσουν το γεωθερμικό ενδιαφέρον για αναζήτηση γεωθερμικών ρευστών με θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 25 °C.

Τα γεωθερμικά ρευστά θα μπορούσαν να αποτελέσουν άριστη πηγή θέρμανσης για τα θερμοκήπια, τα οποία φθονούν στην περιοχή.

### Περιβαλλοντικά και Χωροταξικά θέματα γεωθερμικής ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί καθαρή μορφή ενέργειας, εφόσον η τελική διάθεση των γεωθερμικών αποβλήτων πραγματοποιείται κατάλληλα. Ήδη έχει αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμη η σχετική τεχνολογία για την προστασία του περιβάλλοντος.

Ειδικότερα σε περιπτώσεις που τα χαρακτηριστικά των γεωθερμικών ρευστών το επιβάλλουν, επιλέγεται η λύση της επιστροφής των ρευστών μετά την χρήση τους στον υδροφόρο ορίζοντα, μέσα από μια δεύτερη γεώτρηση ( γεώτρηση επανεισαγωγής ). Η λύση αυτή παρουσιάζει επιπλέον το πλεονέκτημα της ανανέωσης των γεωθερμικών ρευστών αυξάνει τον χρόνο ζωής και την δυναμικότητα του γεωθερμικού πεδίου.

Οι γεωτρήσεις και το αντλιοστάσιο επεμβαίνουν ελάχιστα στην αισθητική του τοπίου δεδομένου ότι αποτελούν κατασκευές μικρού όγκου.

## 10.5. ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ



Σχήμα 10.4. Σχέδιο λειτουργίας εγκατάστασης μικρού υδροηλεκτρικού συστήματος

Στο παρελθόν αρκετές περιοχές στην Κρήτη ( π.χ. Ζάρος και Γέργεγενη στο Ν. Ηρακλείου - Κοιλάδα Ποταμών, Ν. Ρεθύμνου κ.λ.π. ) χρησιμοποιούσαν τα μικρά υδροηλεκτρικά κυρίως για την άλεση γεωργικών προϊόντων. Η Κρήτη είναι διάσπαρτη από περιοχές οπότε θα μπορούσαν να εγκατασταθούν μικρά υδροηλεκτρικά. Ήδη η ΔΕΗ εκμεταλλεύεται δύο τέτοια έργα στην Αγιά ( Χανιά ) και στον Αλμυρό ( Ηρακλείου ) συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 0,6 MW ( Παραγωγής 1,32GWh το 1997 ).





Σχήμα 10.5. Μικρό Υδροηλεκτρικό της ΔΕΗ (Γεωργιούπολη Ν. Χανίων)

Μια μελέτη που εκπονήθηκε για τον σύνδεσμο Τοπικών Ενώσεων και Κοινοτήτων Κρήτης εξέτασε 55 πιθανές θέσεις μικρών Υδροηλεκτρικών και τις αξιολόγησε βάσει κάποιων κριτηρίων:

- παραγωγή ενέργειας
- κόστος κεφαλαίου
- ονομαστική παροχή
- ονομαστική εγκατεστημένη ισχύς

Από αυτή την μελέτη προκύπτει ένας αριθμός θέσεων που αποτελούν ιδανικές θέσεις για τέτοιες εγκαταστάσεις :

- ΖΑΚΡΟΣ-Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ
- ΚΟΥΡΤΑΛΙΩΤΗΣ-ΡΕΘΥΜΝΟ
- ΝΙΚΟΛΙΑΝΑ-ΗΡΑΚΛΕΙΟ
- ΑΛΜΥΡΟΣ- ΗΡΑΚΛΕΙΟ
- ΑΚΟΥΜΙΑΝΟΣ- ΡΕΘΥΜΝΟ

Η ίδια μελέτη εκτίμησε το δυναμικό της Κρήτης σε Μικρά Ηδροηλεκτρικά Έργα σε 6 MW συνολική εγκατεστημένη ισχύς .

### **Περιβαλλοντικά και Χωροταξικά Θέματα μικρών υδροηλεκτρικών**

Ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο περιλαμβάνει:

- το σύστημα υδροληψίας- υδρομάστευσης
- έναν απλό υδροφράχτη που θα μπορούσε να συμβάλει και στην αύξηση του διαθέσιμου ύψους πτώσης ή στην ρύθμιση της παροχής
- το σύστημα προσαγωγής αποτελούμενο από έναν ανοιχτό ή κλειστό αγωγό
- δεξαμενή φόρτισης
- τον καταθλιπτικό αγωγό
- τον κύριο σταθμό παραγωγής που μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους υδροστρόβιλους
- μια σύγχρονη ή επαγωγική ηλεκτρογεννήτρια
- ένα κατάλληλο σύστημα ρυθμίσεως - ελέγχου - προστασίας - παρακολούθησης
- την δώρυγα φυγής από το σταθμό παραγωγής προς το υδατορευμα
- το σύστημα διασύνδεσης με τις γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας

Εξ ορισμού ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, που μπορεί να συμβάλει ακόμη και στην δημιουργία νέων υδροβιότοπων μικρής κλίμακας στα ανάντι των μικροταμιευτήρων. Το σύνολο των επί μέρους συνιστωσών του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τα τοπικά υλικά με παραδοσιακό τρόπο και αναβαθμίζοντας περιβαλλοντικά το γύρω χώρο.

Δεδομένου ότι το ζεύγος της στροβιλογεννήτριας στεγάζεται στο κτίριο του σταθμού, δεν υπάρχει καμία απολύτως διαταραχή της στάθμης του θορύβου του φυσικού περιβάλλοντος.

Η πλήρης αυτοματοποίηση των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών οδηγεί στην ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων και περιορίζει τις ανάγκες σε προσωπικό σε απλές περιοδικές επισκέψεις ελέγχου.

## **10.6 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ**

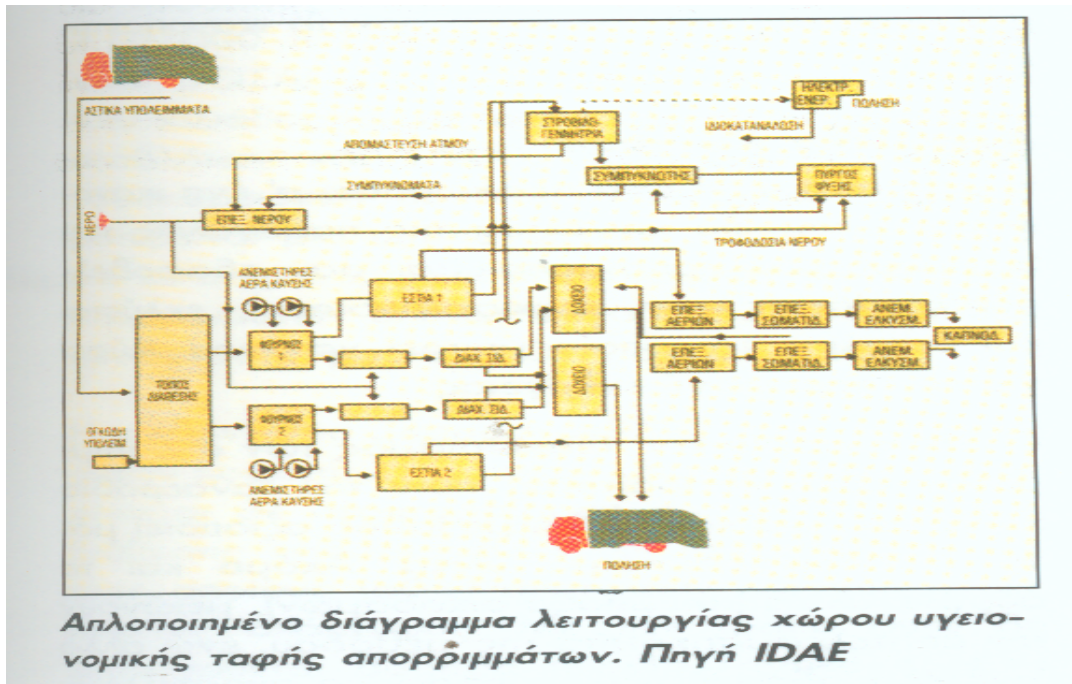
Στην Κρήτη η ανάπτυξη των αστικών κέντρων, η συνεχής αύξηση του τουριστικού ρεύματος αλλά κυρίως η άνοδος του βιοτικού επιπέδου και η αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων και συνθηκών, θέτουν σοβαρό πρόβλημα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης του ζητήματος της διαχείρισης των αστικών

απορριμμάτων. Στην Κρήτη παράγονται ετησίως 230.000 τόνοι αστικών απορριμμάτων. (Χανιά: 50.000, Ρέθυμνο: 25.000, Ηράκλειο: 130.000, Λασιθι: 25000 ).

Το διάστημα 1995-2005 προωθούνται έργα ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων και των τοξικών αποβλήτων. Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλοντος χρηματοδοτεί 6 έργα διαχείρισης απορριμμάτων ( ΧΥΤΑ ) στις μεγάλες πόλεις της Κρήτης συνολικού προϋπολογισμού 10 περίπου δις δρχ. ενώ από το Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Κρήτης χρηματοδοτεί την κατασκευή 5 ( ΧΥΤΑ ) στην ενδοχώρα του Ηρακλείου, καθώς και 36 άλλα έργα τοπικού επιπέδου σε όλη την Κρήτη ( προμήθεια απορριμματοφόρων, διαμόρφωση χώρων ΧΥΤΑ ) συνολικού προϋπολογισμού 2,62 δις δρχ.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η συνένωση των ΟΤΑ για δημιουργία βιώσιμων δήμων, οι διευρυμένες αρμοδιότητες της νομαρχιακής αυτοδιοίκησης και της Περιφερειακής διοίκησης « Σχέδιο Καποδίστριας», θέτουν το πρόβλημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων στην Κρήτη σε νέα υγιέστερη βάση. Οι βιώσιμοι όμοροι δήμοι πρέπει να συνενώσουν τις δραστηριότητες τους για κοινή δημιουργία αποδοτικών και σύγχρονων υποδομών διαχείρισης και τελικής διάθεσης των αστικών απορριμμάτων.

Η Κρήτη λόγω του νησιωτικού χαρακτήρα της αντιμετωπίζει ειδικά προβλήματα διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων ( π.χ. οικονομίες κλίμακας για την οικονομική αποδοτικότητα της ανακύκλωσης ). Επιπλέον ορισμένες τεχνολογίες διαχείρισης των απορριμμάτων ( π.χ. ενεργειακή αξιοποίηση ) απαιτούν ορισμένες «ελάχιστες» ποσότητες απορριμμάτων για να γίνουν οικονομικά βιώσιμες. Αυτή η απαίτηση μπορεί να ικανοποιηθεί μόνο με κοινή δραστηριότητα και τον κοινό σχεδιασμό πολλών δήμων της Κρήτης. Για αυτό είναι ίσως σκόπιμο να ιδρυθεί Ενιαίος Σύνδεσμος Διαχείρισης Αστικών Απορριμμάτων.



Σχήμα 10.6.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

### ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

#### 11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας με την χρήση στερεών, υγρών ή αέριων συμβατικών καυσίμων εκλύουν μεγάλες ποσότητες αερίων, που προκαλούν σημαντική ρύπανση της ατμόσφαιρας. Τα αέρια είναι κυρίως διοξείδιο του άνθρακος, διοξείδιο του αζώτου, αλλά και μονοξείδιο του άνθρακος και αέριοι υδρογονάνθρακες. Εκλύονται επίσης αέρια σωματίδια.

Δύο από τις σημαντικότερες σήμερα παγκόσμιες περιβαλλοντικές προκλήσεις είναι η πιθανολογούμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου και τα φαινόμενα της όξινης βροχής. Στα φαινόμενα αυτά σημαντική είναι η συμβολή των αερίων ρύπων, που προαναφέρθηκαν και που εκλύονται από τις συμβατικές ενεργειακές μονάδες.

Όπως θα δούμε στην συνέχεια, η χρήση των Α.Π.Ε. δεν δημιουργεί αέριους ρύπαντες, εκτός της βιομάζας, της οποίας όμως η συνολική επίπτωση (στο φαινόμενο του θερμοκηπίου) είναι μηδενική.

#### 11.2 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

Η αυξημένη συγκέντρωση διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα και η μετατροπή του σε Θεϊκό οξύ με την βροχή έχει σοβαρές επιπτώσεις στην βιόσφαιρα. Έτσι, παρατηρούνται φαινόμενα καταστροφής των φυτών και των δέντρων, όπως και μείωση της γονιμότητας του εδάφους, καθώς το χαμηλό pH επηρεάζει δυσμενώς διάφορες βιολογικές διεργασίες.

Η κύρια πηγή εκπομπών διοξειδίου του Θείου στην ατμόσφαιρα είναι η βιομηχανία παραγωγής ενέργειας, αλλά σημαντική συμβολή έχουν και άλλες βιομηχανίες.

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού διάφορα καύσιμα πριν χρησιμοποιηθούν αποθειώνονται, με στόχο να μειωθούν κατά την καύση οι εκπομπές διοξειδίου του θείου.

Το φαινόμενο της όξινης βροχής παρατηρείται κυρίως σε βιομηχανικές περιοχές ή εστίες συγκέντρωσης πολλών βιομηχανιών στις ανεπτυγμένες χώρες. Έτσι, σε πολλές περιοχές του Καναδά και των ΗΠΑ όπως και στην βόρεια Ευρώπη το φαινόμενο της όξινης βροχής έχει ανησυχητικές διαστάσεις με καταστροφή των δασών και υποβάθμιση των εδαφών.

### 11.3 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Ένα τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην γη, αντανακλάται στην επιφάνεια της και οδεύει προς το διάστημα. Λόγω όμως της ύπαρξης της ατμόσφαιρας μια ποσότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας παγιδεύεται και επιστρέφει στη γη. Έτσι η θερμοκρασία της γης διατηρείται στα σημερινά ευνοϊκά για την ζωή επίπεδα, διαφορετικά θα ήταν πολύ χαμηλότερη. Η σύσταση των αερίων της ατμόσφαιρας επηρεάζει το ποσό της ανακλώμενης υπέρυθρης ηλιακής ακτινοβολίας και συνεπώς την μέση θερμοκρασία της γης. Επομένως μια αλλαγή της σύστασης της ατμόσφαιρας θα επηρεάσει τη θερμοκρασία του πλανήτη.

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αξιόλογη αύξηση της συγκέντρωσης διαφόρων αερίων στην ατμόσφαιρα, όπως διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου, υποξειδίου του αζώτου, χλωροφθορανθράκων, που επηρεάζουν με τον τρόπο που προαναφέρθηκε, την θερμοκρασία της γης.

Δεδομένου ότι η λειτουργία αυτή είναι ανάλογη ενός αγροτικού θερμοκηπίου, το φαινόμενο αυτό ονομάστηκε Φαινόμενο του Θερμοκηπίου.

Στον πίνακα 11.1 φαίνεται η συμβολή διαφόρων αερίων της ατμόσφαιρας στο φαινόμενο αυτό. Ενώ το διοξείδιο του άνθρακα έχει την χαμηλότερη δραστικότητα, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης του, η παρούσα συμβολή του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι περίπου 50%.

Στον πίνακα 11.2 παρουσιάζονται οι ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Ελλάδα, στην Ε. Ένωση και στις Η.Π.Α.

Παρατηρούμε, ότι στην Ελλάδα ο ηλεκτροπαραγωγικός τομέας (λόγω της χρήσεως λιγνίτη) έχει ποσοστιαία περισσότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα απ' ό,τι στο σύνολο της Ε.Ε. και της Η.Π.Α. από τον πίνακα αυτό φαίνεται επίσης, ότι οι κατά κεφαλή ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις Η.Π.Α. είναι αρκετά μεγαλύτερες απ' ό,τι στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Στον πίνακα 11.3 παρουσιάζονται οι ποσότητες των εκπεμπόμενων αερίων ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για διάφορα καύσιμα.

Ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, προκαλούνται διαφορετικές εκπομπές διοξειδίων του άνθρακα. Έτσι, οι

εκπομπές CO<sub>2</sub> στην περίπτωση του λιγνίτη είναι περισσότερες από του πετρελαίου, και του πετρελαίου περισσότερες από του φυσικού αερίου.

Ενδεικτικά αναφέρουμε, ότι η μέση συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα το 1800 ήταν περίπου 280 μέρη στο εκατομμύριο, το 1900 300 μέρη στο εκατομμύριο και το 2000 ήταν περίπου 335 μέρη στο εκατομμύριο.

Η συμμετοχή των διαφόρων αερίων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου υπολογίζεται σήμερα σε :

- διοξείδιο του άνθρακα 50%
- χλωροφθοράνθρακες 18%
- μεθάνιο 15%
- υποξείδιο του αζώτου 6%
- όζον και άλλα αέρια 11%

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1 ΣΥΜΒΟΛΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΕΡΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΑΕΡΙΟ	ΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΗΜΙΖΩΗ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ	Παρούσα συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
CO <sub>2</sub>	1	50-200	1	50%
CH <sub>4</sub>	32	10	63	15%
N <sub>2</sub> O	160	150	270	6%

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.2 ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO<sub>2</sub> ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΩΡΕΣ ( 1990 )

ΤΟΜΕΑΣ	ΕΛΛΑΔΑ	Ε.ΕΝΩΣΗ	ΗΠΑ
Παραγωγή Η/Ε	35.5	867	1750
Ενεργειακός	2.1	123	1750

Βιομηχανία	9.5	531	
Μεταφορές	17.7	690	1070
Λοιποί	8.0	550	560
ΣΥΝΟΛΟ	73.1	2761	5200
tco <sub>2</sub> /άτομο.yr	7.3	8.4	20.8

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

<b>ΚΑΥΣΙΜΟ</b>	<b>NO<sub>x</sub> (Kg/MWH)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (Kg/MWH)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (Kg/MWH)</b>	<b>Αιωρούμενα Σωματίδια (Kg/MWH)</b>
Λιγνίτης	1,6	1300	1,8	1,4
Μαζούτ νησιών	1,5	1062,5	19,4	1,0

#### 11.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι συμβατικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποβάλλουν θερμά απόβλητα υγρά ή αέρια στο περιβάλλον. Οι αεροστρόβιλοι αποβάλλουν θερμά καυσαέρια στην ατμόσφαιρα μετά τη εκτόνωσή τους και οι ατμοστρόβιλοι θερμά υγρά και αέρια απόβλητα.

Εφόσον ο βαθμός απόδοσης των αεροστροβίλων και ατμοστροβίλων των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων στην Κρήτη κυμαίνεται μεταξύ 20-40% περίπου, η αποβαλλόμενη θερμική ενέργεια στο περιβάλλον είναι περισσότερη από την λαμβανόμενη χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

Για την μείωση της προκαλούμενης θερμικής ρύπανσης του περιβάλλοντος από τις μονάδες αυτές πρέπει να βελτιωθεί ο βαθμός απόδοσης τους είτε με την αλλαγή του καυσίμου π.χ. φυσικό αέριο αντί για ντίζελ ή μαζούτ, είτε με την ανάκτηση θερμότητας, είτε τέλος με την χρήση συστημάτων συμπαραγωγής.



Πάντως με τις υπάρχουσες τεχνολογίες σήμερα δεν μπορούμε να υπερβούμε κατά πολύ ένα συνολικό βαθμό απόδοσης 50%, όταν γίνεται χρήση συμβατικών καυσίμων στις ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες.

### 11.5 ΑΕΡΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΤΗΣ ΔΕΗ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Η αέρια ρύπανση από τις ενεργειακές της ΔΕΗ στα Χανιά και το Ηράκλειο μπορεί να υπολογιστεί αφ' ενός από τους συντελεστές εκπομπών αερίων ρύπων, αφ' αφετέρου από την συνολικά παραγόμενη ενέργεια.

Στον πίνακα 11.4 παρουσιάζονται οι αναμενόμενες εκπομπές αερίων ρύπων στην Κρήτη από τις θερμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ το έτος 2000. βέβαια, αέριοι ρύποι παράγονται και από διάφορες άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, έτσι που οι συνολικά εκπεμπόμενοι αέριοι ρύποι στην Κρήτη είναι περισσότεροι από τους αναφερόμενους στον πίνακα αυτό.

Στον πίνακα 11.5 παρουσιάζεται για διάφορα είδη βλάστησης η καθαρή απορρόφηση CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα λόγω της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης.

Στον πίνακα 11.6 παρουσιάζονται τα ενδεικνύμενα μέτρα αντιρύπανσης για τις θερμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ στην Κρήτη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.4. ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΗΣ ΔΕΗ ΤΟ ΕΤΟΣ 2000

<i>Ρυπαντής</i>	<i>NOX</i>	<i>CO2</i>	<i>SO2</i>	<i>ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ</i>
Ποσότητα ρύπων ετησίως	3000TN	2.12 Χ 10*6TN	38.8 Χ 10*3TN	2000TN
Ποσότητα ρύπων ανά κάτοικο ετησίως	6kg	4,2 TN (1,13 TN άνθρακα)	0,78 TN	4 Kg

\*Δεχόμενοι τον πληθυσμό της Κρήτης 500.000 άτομα, αλλά βεβαίως πρέπει να θεωρήσουμε ότι μέρος των εκπεμπόμενων ρύπων οφείλεται στην κατανάλωση ενέργειας από τους τουρίστες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.5 ΚΑΘΑΡΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ CO<sub>2</sub> ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

<b>ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ</b>	<b>ΑΠΟΡΟΦΟΥΜΕΝΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ (Kg/στρέμμα.ετος )</b>
Ορθολογικής διαχείρισης δαση εύκρατων ζωνών	360
Φυσικές δασώδεις εκτάσεις εύκρατων ζωνών	120
Αγροδασικά τροπικά οικοσυστήματα	100
Τροπικές φυτείες βιομηχανικής εκμετάλλευσης	700
Φυσικές τροπικές δασώδεις εκτάσεις	200
Τροπικά δάση ορθολογικής διαχείρισης	500

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.6 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΡΥΠΑΝΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΗΣ ΔΕΗ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

<b>ΜΕΤΡΟ</b>	<b>ΜΕΘΟΔΟΣ</b>
Μείωση θερμικής ρύπανσης	Συμπαγωγή θερμότητας
Μείωση εκπεμπόμενου CO <sub>2</sub>	Αναδασώσεις με παραγωγή βιομάζας
Μείωση εκπεμπόμενου SO <sub>2</sub>	Φίλτρα- φυσική απορρόφηση από το έδαφος και τη φυτική βλάστηση
Μείωση εκπεμπόμενου NO <sub>x</sub>	Πλυντήρια αερίων. Φυσική απορρόφηση από το έδαφος και την φυτική βλάστηση
Μείωση εκπεμπόμενων αιωρούμενων σωματιδίων	Φίλτρα. Φυσική απορρόφηση από το έδαφος και τη φυτική βλάστηση

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

### ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 12.1 ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε. ΣΤ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Η εισαγωγή των Α.Π.Ε. στο ενεργειακό δίκτυο της Κρήτης έχει πολλαπλά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Έτσι οι επιπτώσεις στην απασχόληση θα είναι θετικές, εφόσον θα αυξηθεί ο αριθμός των εξειδικευμένων τεχνικών, που θα εργασθούν στις εγκαταστάσεις παραγωγής λειτουργίας και συντήρησης των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Πολλά από τα συστήματα αξιοποίησης των Α.Π.Ε. παράγονται συνήθως από μικρές κυρίως βιοτεχνικές μονάδες, η λειτουργία των οποίων συνεπάγεται την απασχόληση του τοπικού εργατικού δυναμικού.

Η ανάπτυξη Ελληνικής τεχνογνωσίας είναι ένας σημαντικός παράγοντας, που ευνοείται από την προώθηση των Α.Π.Ε. Αν εξαιρεθούν ορισμένα πολύ σύνθετα συστήματα, τα άλλα μπορούν να παραχθούν στην Ελλάδα με παράλληλη ανάπτυξη εγχώριας τεχνογνωσίας, ενώ διάφορες καινοτομικές εφαρμογές θα μπορούσαν να επινοηθούν και να υλοποιηθούν. Η αποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές θα οδηγήσει στην μείωση των εισαγωγών τους με θετικές επιπτώσεις στο ισοζύγιο πληρωμών.

Η παραγωγή ενέργειας από Ανανεώσιμες πηγές δεν δημιουργεί επίταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και φαινόμενα όξινης βροχής, όπως οι πετρελαϊκοί και οι λιγνιτικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας.

Η δημιουργία συστημάτων αξιοποίησης των Α.Π.Ε. θα σημάνει την υλοποίηση νέων επενδύσεων στους τομείς αυτούς. Έτσι, αντί να δαπανώνται κεφάλαια της ΔΕΗ για τη δημιουργία συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, θα επενδύονται κεφάλαια ( της ΔΕΗ, αλλά και ιδιωτών) στη δημιουργία αιολικών, ηλιακών ή άλλων συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής με τη χρήση των Α.Π.Ε.

Η εισαγωγή των συστημάτων Α.Π.Ε. στο ενεργειακό δίκτυο της Κρήτης θα οδηγήσει σε σημαντική περιφερειακή ανάπτυξη, καθώς τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται σε απομακρυσμένες περιοχές, που συνήθως δεν έχουν ή έχουν λίγους άλλους πλουτοπαραγωγικούς πόρους.

Συνήθως ένα αιολικό πάρκο, ένας φωτοβολταϊκός σταθμός ή ένα ηδρ ηλεκτρικό εργοστάσιο δημιουργούνται σε απομακρυσμένες περιοχές ή αραιοκατοικημένες περιοχές, μακριά από αστικά κέντρα.

Η έλλειψη πολλών πλουτοπαραγωγικών πόρων, που παρατηρείται συνήθως στις περιοχές αυτές, σημαίνει και την ύπαρξη διαθέσιμου εργατικού δυναμικού, που μπορεί να απασχοληθεί στις δραστηριότητες αξιοποίησης των Α.Π.Ε.

Ταυτόχρονα, με την προώθηση των Α.Π.Ε., αναμένεται να δημιουργηθούν νέες επιχειρήσεις στους τομείς αυτούς, είτε πρόκειται για εταιρίες κατασκευής ηλιόθερμων και συστημάτων αξιοποίησης της βιομάζας, είτε επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικούς σταθμούς.

Η ανάπτυξη των συστημάτων αξιοποίησης των Α.Π.Ε. θα σημάνει και την εισαγωγή συστημάτων υψηλής τεχνολογίας που δεν κατασκευάζονται στην χώρα μας, όπως φωτοβολταϊκά στοιχεία, μεγάλες ανεμογεννήτριες κ.α.

Μεσοπρόθεσμα, αυτό θα δώσει την δυνατότητα σε ελληνικές εταιρίες να αποκτήσουν και να αφομοιώσουν το απαραίτητο know-how και την εμπειρία, και πιθανώς να κατασκευάσουν στο μέλλον νέα και βελτιωμένα συστήματα.

## **12.2 ΤΑ ΚΟΙΝΟΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων και προγραμμάτων εφαρμογής, που χρηματοδοτούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, περιλαμβάνονται δράσης και ενέργειες, που στοχεύουν στην ανάπτυξη τεχνολογίας και καινοτόμων τεχνικών στους τομείς της εξοικονόμησης ενέργειας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως επίσης και δράσεις για την διάδοση, ενημέρωση, ευαισθητοποίηση των κατοίκων, κρατικών ή άλλων φορέων, επιστημόνων, τεχνικών κ.ά. για τη σημασία της προώθησης των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας.

Μεταξύ των προγραμμάτων έρευνας, ανάπτυξης και εφαρμογών τα κυριότερα είναι:

- VALOREN

- JOULE - THERMIE
- ALTENER
- SAVE
- SYNERGY

Παράλληλα, τα προγράμματα της Γενικής Έρευνας και Τεχνολογίας στην χώρα μας ( ΠΑΒΕ, ΠΕΝΕΔ, κ.ά. ) δίδουν τη δυνατότητα της χρηματοδότησης προγραμμάτων και ανάπτυξης τεχνογνωσίας σε ερευνητικό επίπεδο στους τομείς αυτούς και αποτελούν ουσιαστικά μια δυνατότητα, που έχουν οι Πανεπιστημιακοί και Ερευνητικοί Οργανισμοί, αλλά και διάφορες βιομηχανίες για μια στήριξη σε ανάλογες προσπάθειες τους. Μέσω των προγραμμάτων αυτών, Εθνικών και Κοινοτικών, έχουν υλοποιηθεί διάφορες δράσεις για την προώθηση των τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας και εφαρμογής των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κρήτη.

### **12.3 ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ Α.Π.Ε.**

Το θεσμικό πλαίσιο είναι μάλλον ευνοϊκό για την προώθηση των συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και των Α.Π.Ε. Αυτό σήμερα περιλαμβάνει:

- A. Τον Νόμο 1892/90
- B. Τον Νόμο 2244/94
- Γ. Το Επιχειρησιακό πρόγραμμα Ενέργειας

Ο Νόμος 1892/90 αναφέρεται στις ενισχύσεις παραγωγικών επενδύσεων που λαμβάνει ο κάθε επενδυτής, ενώ για ενεργειακές επενδύσεις προβλέπονται ειδικές αυξημένες επιχορηγήσεις. Με βάση τον Νόμο αυτό, το ΥΠΕΘΟ χορηγεί επιδοτήσεις σε επενδύσεις αιολικών πάρκων στην Κρήτη.

Ο Νόμος 2244/94 αναφέρεται στους όρους και τις προϋποθέσεις για την ιδιοπαραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας. Προβλέπεται ότι η ΔΕΗ διατηρεί το μονοπώλιο διάθεσης της Ηλεκτρικής ενέργειας , ενώ ο παραγωγός υποχρεούνται στην πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΔΕΗ. Η τιμή αγοράς της Ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ ποικίλει και καθορίζεται για κάθε περίπτωση με διάφορους μαθηματικούς τύπους, και ανάλογα ( χαμηλή ή μέση τάση, ηπειρωτική ή

νησιωτική χώρα). Η ΔΕΗ υποχρεούνται στην αγορά της παραγόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας από τον παραγωγό με τις προαναφερόμενες τιμές. Ο Νόμος αυτός αντικατέστησε τον Ν. 1559/85, που ίσχυε παλαιότερα.

Το επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας στα πλαίσια του 2<sup>ου</sup> πακέτου Ντελορ χορηγεί σειρά επιδοτήσεων σε διάφορες επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης των Α.Π.Ε.

Οι επιχορηγήσεις αυτές κυμαίνονται από 30-35% του ύψους της επένδυσης. Αναλυτικές πληροφορίες για το πρόγραμμα αυτό χορηγούνται από το Υπουργείο Ανάπτυξης, που έχει τη διαχείριση του Ε.Π.Ε.

Οι άδειες για την εγκατάσταση και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων αξιοποίησης των Α.Π.Ε. καθορίζονται με Υπουργικές αποφάσεις, όπως προβλέπεται και στον Ν. 2244/94, ενώ απαιτείται η εκπόνηση οικονομικών και τεχνικών μελετών. Το ποσοστό των επιχορηγήσεων στα πλαίσια του 1892/90 για ενεργειακές επενδύσεις στην Κρήτη ανέρχεται σε 40%.

Εκτός από τους προαναφερθέντες νόμους υπάρχουν και άλλα κίνητρα για την προώθηση και εφαρμογή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αγροτικές εκμεταλλεύσεις, όπως θερμοκήπια, κτηνοτροφικές μονάδες κ.ά., που καθορίζονται με αποφάσεις του Υπουργείου Γεωργίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1 ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

<b>A/A</b>	<b>ΕΠΕΝΔΥΣΗ</b>	<b>%</b>
<b>A1</b>	Εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενες επιχειρήσεις	45%
<b>A2</b>	Συμπαγωγή ηλεκτρισμού- θερμότητας (ψύξης)	35%
<b>A3</b>	Υποκατάσταση Ηλεκτρικής Ενέργειας ή άλλων συμβατικών καυσίμων με φυσικό αέριο σε υφιστάμενες επιχειρήσεις	30%
<b>B1</b>	Αιολικά συστήματα Ηλεκτροπαραγωγής	40%
<b>B2</b>	Γεωθερμικές εφαρμογές	45%
<b>B3</b>	Μικρά υδροηλεκτρικά έργα	45%
<b>B4</b>	Κεντρικά ενεργητικά ηλιακά συστήματα	35%-50%
<b>B5</b>	Αξιοποίησης βιομάζας	50%

<b>B6</b>	Φωτοβολταϊκά συστήματα	55%
<b>B7</b>	Παθητικά συστήματα	40%
<b>B8</b>	Χρήση αιολικών και γεωθερμίας σε αφαλάτωση	45%
<b>B9</b>	Αυτοματισμοί υβριδικών συστημάτων ΑΠΕ (τα επί μέρους συστήματα επιχορηγούνται σύμφωνα με την κατηγορία τους)	55%

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

### 13.1 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη γίνεται κατά κύριο λόγο από συμβατικά καύσιμα με μηχανές παλιάς τεχνολογίας και χαμηλού βαθμού απόδοσης, με αποτέλεσμα τη σημαντική ρύπανση του περιβάλλοντος και το υψηλό κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ΔΕΗ.

Μόλις πρόσφατα η ΔΕΗ άρχισε τον εκσυγχρονισμό των ενεργειακών της μονάδων στην Κρήτη. Σήμερα, με την ευκαιρία κατασκευής των έργων του φυσικού αερίου στην Ηπειρωτική χώρα γίνεται διερεύνηση της δυνατότητας αντικατάστασης των χρησιμοποιούμενων συμβατικών καυσίμων στα Ενεργειακές μονάδες φυσικό αέριο. Μια τέτοια προοπτική συνεπάγεται σημαντική μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Με την αλλαγή του θεσμικού πλαισίου για την παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα και την χορήγηση αρκετών κινήτρων σε ανεξάρτητους παραγωγούς υπάρχει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον ιδιωτών επενδυτών για την κατασκευή αιολικών πάρκων στην Κρήτη. Όμως, για λόγους ισορροπίας του ηλεκτρικού δικτύου, η ΔΕΗ δεν επιτρέπει την εγκατάσταση αιολικών σταθμών συνολικής ονομαστικής ισχύος άνω των μερικών δεκάδων MW. Έτσι, δεν είναι δυνατόν να κατασκευασθούν όλα τα αιολικά πάρκα στην Κρήτη, για τα οποία υπάρχει σήμερα ενδιαφέρον. Έντονο προβληματισμό έχει δημιουργήσει εξ άλλου η δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης από Α.Π.Ε. ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη και μη δυνάμενης να χρησιμοποιηθεί άμεσα, με υδροδυναμικά συστήματα.

Μελέτες έχουν γίνει στην Κρήτη για την δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων και ηλιοθερμικών σταθμών, εκ των οποίων ίσως να κατασκευασθεί ο φωτοβολταϊκός σταθμός ( ισχύος 5 MW ).

Πιθανότατα, μετά το 2012, που αναμένεται πτώση του κόστους κατασκευής των φωτοβολταϊκών σταθμών, να κατασκευασθούν πολλές τέτοιες μονάδες στην Κρήτη, είτε αυτόνομες είτε διασυνδεδεμένες με το δίκτυο της ΔΕΗ. Αρκετές μελέτες υπάρχουν για υδροηλεκτρικούς σταθμούς, όμως το συνολικό ενεργειακό δυναμικό της υδροδυναμικής ενέργειας στην Κρήτη δεν είναι υψηλό. Η παραγωγή της Ηλεκτρικής ενέργειας από την βιομάζα έχει το πλεονέκτημα ότι δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, αέρας ), όπως στην περίπτωση των ηλιακών και αιολικών σταθμών. Όμως, δεν υπάρχουν σήμερα αναλυτικές μελέτες για την παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα στην Κρήτη, όπως συμβαίνει με την ηλιακή, αιολική και υδροδυναμική ενέργεια. Πάντως, εάν στο μέλλον γίνει η διασύνδεση του ενεργειακού δικτύου της Κρήτης με την Ηπειρωτική χώρα, αυτό θα αποτελέσει ώθηση



για την μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στο νησί. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στην Κρήτη είναι μεγάλες. Στις κατοικίες και στη βιομηχανία η κύρια μορφή καταναλισκόμενης ενέργειας είναι η βιομάζα.

Όμως στις κατοικίες υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας, όπως:

A) αντικατάσταση ηλεκτρικών θερμοσιφώνων με ηλιακά.

B) αντικατάσταση συμβατικών λαμπτήρων με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας.

Γ) Χρήση ηλεκτρικών συσκευών με υψηλούς βαθμούς απόδοσης.

Τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας στην Κρήτη καταναλώνονται στις μεταφορές, και κυρίως στις οδικές. Για την εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων θα πρέπει:

A) να χρησιμοποιούνται αυτοκίνητα με μικρότερη χιλιομετρική κατανάλωση καυσίμου.

B) να χρησιμοποιούνται στο μέλλον ηλεκτρικά ή αυτοκίνητα κινούμενα με στοιχεία καυσίμου.

Γ) να χρησιμοποιούνται βιολογικά καύσιμα αντί συμβατικά.

Πάντως στον τομέα των μεταφορών, εκτός από την υψηλή φορολόγηση των καυσίμων, δεν έχουν εφαρμοσθεί άλλες πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας.

Στα πλαίσια εξ άλλου της δεύτερης προκήρυξης του επιχειρησιακού προγράμματος ενέργειας από το Υπουργείο Ανάπτυξης, στους τομείς της εξοικονόμησης ενέργειας και των εφαρμογών των Α.Π.Ε. υπάρχει έντονο ενδιαφέρον στην Κρήτη.

Η τεχνολογία καλπάζει με γοργούς ρυθμούς, το μέλλον είναι εδώ, η λύση στο ενεργειακό πρόβλημα έχει δοθεί. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν το εναλλακτικό μέλλον για έναν κόσμο καλύτερο και καθαρότερο.

## 13.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία εξετάζει τον τρόπο και τη διαχείριση της παραγόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη, με στόχο να αυξηθεί το ποσοστό διείσδυσης από Α.Π.Ε. ώστε να μειωθεί η κατανάλωση των συμβατικών καυσίμων. Η επιλογή του συγκεκριμένου τυπικού Ελληνικού νησιού έγινε καθώς είναι ενεργειακά Αυτόνομο Σύστημα.

Στην Κρήτη συναντάμε πολλές εφαρμογές των Α.Π.Ε για αυτό η αύξηση του ποσοστού διείσδυσης από Α.Π.Ε στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να επιτευχθεί ευκολα ξεπερνώντας πρώτα οικονομικά, χωροταξικά και γραφειοκρατικά προβλήματα που προκύπτουν.

Η πράσινη ενέργεια προσφέρει, όχι μόνο θέσεις εργασίας και φθηνή ενέργεια αλλά μπορεί να φέρει ανάπτυξη και καινούργια τεχνολογία στην χώρα, καθώς και την εξοδό από την παγκοσμια οικονομική κρίση.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Υπουργείο Ανάπτυξης, 2005, «3<sup>η</sup> Εθνική Έκθεση για το Επίπεδο Διεύθυνσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το Έτος 2010 (ΑΡΘΡΟ 3 ΟΔΗΓΙΑΣ 2001/77/ΕΚ)».
2. Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης, 2003, «Περιβαλλοντικά Σήματα: Σχέδιο Έκθεσης Δεικτών Αειφορίας Ελλάδα 2003».

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. European Environment Agency: <http://www.eea.eu.int>
2. European Wind Energy Association: <http://www.ewea.gr>
3. Greenpeace: <http://www.greenpeace.org.uk>
4. National Climatic Data Center: <http://www.ncdc.noaa.gov>
5. World Wide Fund for Nature <http://www.yes2wind.com>
6. World Wide Fund for Nature: <http://www.wwf.org.uk>
7. Διαδικτυακή πύλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης: <http://www.europa.eu.int>
8. Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης  
<http://www.ekpaa.gr>
9. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: <http://www.cres.gr>
10. Οδηγός Αναζήτησης στο Διαδίκτυο: <http://www.google.com.gr>
11. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας: <http://www.rae.gr>
12. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος: <http://www.tee.gr>
13. ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. <http://www.environment.gov.gr>
14. Υπουργείο Ανάπτυξης: <http://www.ypan.gr>

