



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ:** ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

**ΤΜΗΜΑ:** ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

**“Ανανεώσιμη τεχνολογία και εφαρμογές στην Ελλάδα”**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:** ΦΡΑΓΚΟΠΟΥΛΟΣ ΦΩΤΗΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:** ΒΕΡΝΑΡΔΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ



Ιούνιος 2011

**Θερμά ευχαριστώ**

*Στην Κυρία Βερνάρδου που μου ανέθεσε την πτυχιακή εργασία, σε όλους τους καθηγητές που συνεργάστηκα μέχρι τώρα, στην οικογένεια μου και στους φίλους μου.*

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η στενότητα στα αποθέματα ορυκτών καυσίμων και τα μεγάλα ενεργειακά προβλήματα που εμφανίζονται κατά καιρούς, έχουν οδηγήσει σε νέες στρατηγικές στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής οι οποίες πλέον δίνουν έμφαση σε αποδοτικές τεχνολογίες όπως εκείνες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τέτοιες τεχνολογίες θα μπορούσαν να παρέχουν όχι μόνο υποστήριξη στους μεγάλους σταθμούς παραγωγής ενέργειας αλλά και να τους αντικαταστήσουν.

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι **α)** η παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης εικόνας γύρω από το θέμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην χώρα μας, **β)** η ανάλυση της τεχνολογίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα οφέλη από τη χρήση της, **γ)** η ανάδειξη της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με ιδιαίτερη έμφαση στην αντιμετώπιση των μεγάλων σύγχρονων κρίσεων που εντοπίζονται σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο και τέλος **δ)** η ανάδειξη της ανάγκης να εισχωρήσουν αυτές οι τεχνολογίες στην χώρα μας.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΤΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ- ΑΜΕΣΗ ΣΤΡΟΦΗ ΠΡΟΣ Α.Π.Ε.

---

1.1	Η κλιματική αλλαγή.....	1
1.2	Το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα.....	2
1.3	Νέα εποχή στην ηλεκτρική ενέργεια.....	5
1.4	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.....	6
1.5	Οφέλη από την χρήση Α.Π.Ε.....	9
1.6	Παγκόσμιο δυναμικό.....	10
1.7	Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις.....	12

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

---

2.1	Ηλιακή ενέργεια.....	14
2.2	Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.....	15
2.3	Αιολική ενέργεια.....	17
2.4	Αξιοποίηση αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	19
2.5	Υδροηλεκτρική ενέργεια.....	21
2.6	Αξιοποίηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας.....	23
2.7	Γεωθερμική ενέργεια.....	24
2.8	Οικιακές χρήσεις της γεωθερμιάς.....	26
2.9	Αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	27
2.10	Ενέργεια από βιομάζα.....	28
2.11	Εφαρμογές βιομάζας στην Ελλάδα.....	29

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

#### **ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ**

---

<b>3.1</b> Τα οφέλη υπέρ της τοπικής κοινωνίας.....	33
<b>3.2</b> Παράδειγμα εφαρμογών: Σητεία Κρήτης.....	35
<b>3.3</b> Απαραίτητη λύση για τα Ελληνικά νησιά.....	36
<b>3.4</b> Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Α.Π.Ε.....	37

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΙΚΟΝΑ.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b> Η συνεισφορά της ανανεώσιμης ενέργειας στο σύνολο της κατανάλωσης.....	<b>45</b>
<b>4.2</b> Το μέλλον της ενέργειας και της ανανεώσιμης τεχνολογίας στην Ελλάδα.....	<b>47</b>
<b>4.3</b> Χρήσιμα συμπεράσματα και λύσεις.....	<b>49</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

## ΤΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ- ΑΜΕΣΗ ΣΤΡΟΦΗ ΠΡΟΣ Α.Π.Ε.

### 1.1 Η κλιματική αλλαγή

Κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων (**πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο**) καθώς και άλλων αερίων όπως το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα αλλάζοντας τη σύσταση των αερίων που παρέμενε σταθερή για δεκάδες χιλιάδες χρόνια. Η ανατροπή αυτή αναμένεται να αλλάξει δραστικά το κλίμα τις ερχόμενες δεκαετίες. Το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται υπεύθυνο για το 50 % της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Σε λιγότερο από 2 αιώνες αυξήθηκε κατά 25 % η συνολική ποσότητα  $\text{CO}_2$  της ατμόσφαιρας συνεχίζοντας την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με 6 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο. Έτσι, υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της γης θα ανέβει τα επόμενα 100 χρόνια από 2 έως και 6 βαθμούς Κελσίου .

Οι συνέπειες της υπερθέρμανσης της γης δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένες σε όλα τα μήκη και πλάτη. Πρόσφατες έρευνες σε Αμερική και Ευρώπη δείχνουν ότι κάτω από τις συνθήκες αυτές προβληματικά κλιματολογικά φαινόμενα όπως οι ξηρασίες, οι πλημμύρες και άλλα, αναμένεται να εμφανίζονται πιο συχνά. Οι σίγουρες συνέπειες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης είναι:

- Η μείωση στα αποθέματα του νερού.
- Οι απότομες μεταβολές στη θερμοκρασία του πλανήτη.
- Οι υψηλές θερμοκρασίες στη θερινή περίοδο.
- Η είσοδος των θαλάσσιων υδάτων στον παράκτιο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και η υποβάθμιση του.
- Οι σημαντικές μετακινήσεις πληθυσμού και αγαθών.
- Η δραματική μείωση του αριθμού των ειδών.

Η αλλαγή του κλίματος αμφισβητήθηκε στο παρελθόν και σε οποιασδήποτε προσπάθειες για την έγκαιρη αντιμετώπιση του φαινομένου

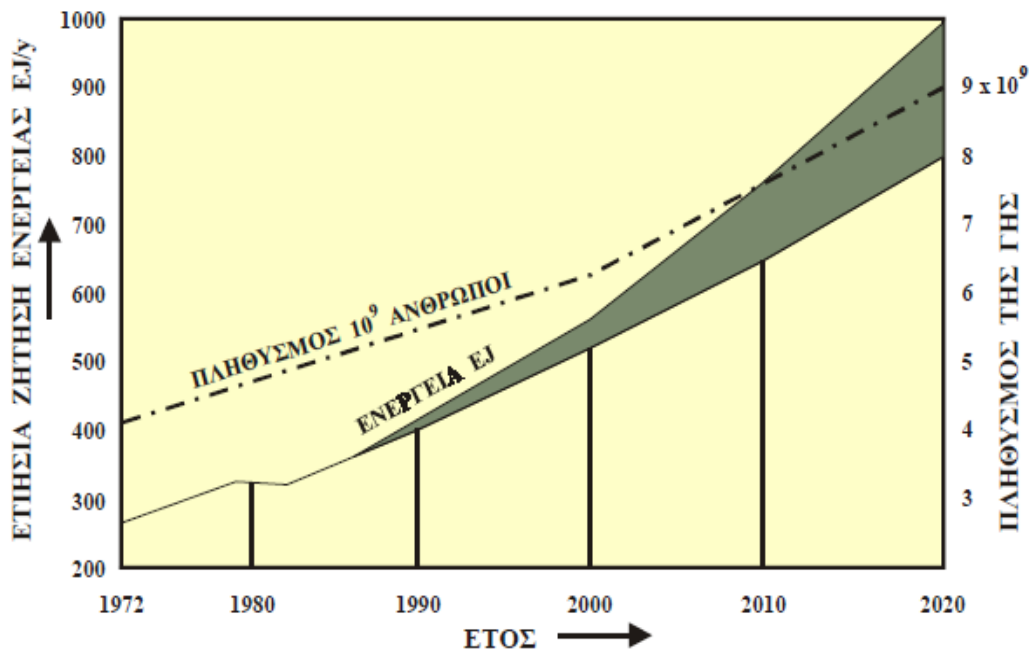
αυτού αντέδρασαν lobby ισχυρών συμφερόντων. Πλέον όμως αυτή η πραγματικότητα είναι αδιαμφισβήτητη καθώς οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι ήδη πραγματικότητα. Την τελευταία δεκαετία, εκδηλώθηκαν τρεις φορές περισσότερες φυσικές καταστροφές-κυρίως πλημμύρες και τυφώνες στον κόσμο από ότι στην δεκαετία του '60, ενώ τετραπλασιάστηκε το κόστος των καταστροφών από παρόμοια φαινόμενα.

Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργούν με την καύση λιγνίτη, λιθάνθρακα, πετρελαίου και άλλων ορυκτών καύσιμων, ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος της περιβαλλοντικής κρίσης προκαλώντας αλόγιστη ρύπανση στον αέρα, το έδαφος, το υπέδαφος, τον υδροφόρο ορίζοντα άλλα και την υγεία των πολιτών.

Στην Ευρώπη, οι πιο ρυπογόνοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν στην Ελλάδα, στην Γερμανία, στην Πολωνία και στην Ισπανία. Σύμφωνα με έκθεση της WWF, η ελληνική ΔΕΗ είναι η 5<sup>η</sup> μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής λιγνίτη στον κόσμο, και οι πιο ρυπογόνοι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί στην Ευρώπη είναι αυτοί του Άγιου Δημητρίου και της Καρδίας στην Κοζάνη. Οι σταθμοί της ΔΕΗ εκλύουν κάθε χρόνο 43 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, πόσο που αποτελεί το 40 % των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της χώρας.

## **1.2 Το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα**

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι ενεργειακοί πόροι έχουν εξελιχθεί σε πόρους στρατηγικής σημασίας για την λειτουργία του οικονομικού συστήματος. Όμως, η ενεργοβόρα δομή παραγωγής, η αυξανόμενη κατανάλωση (εικόνα 1.1) και ταυτόχρονα η ανορθολογική χρήση της ενέργειας έχουν οδηγήσει σε μείωση των αποθεμάτων των ενεργειακών πόρων και άρα αύξηση του κόστους παραγωγής τους. Η στενότητα των φυσικών πόρων και η επίπτωση της στην οικονομική ανάπτυξη έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την οικονομική σκέψη. Στοχαστές όπως ο Malthus και ο Marx διερευνούσαν ήδη από το 19<sup>ο</sup> αιώνα κατά πόσο η φύση θέτει φραγμούς στην οικονομική ανάπτυξη, ώστε η οικονομία να οδηγηθεί μακροχρόνια σε μια στάσιμη κατάσταση.



**Εικόνα 1.1:** Η ετήσια ζήτηση ενέργειας μέχρι το 2020.

Μετά το 2<sup>ο</sup> παγκόσμιο πόλεμο, αρκετοί οικονομολόγοι ασχολήθηκαν με την μέτρηση της στενότητας συγκεκριμένων φυσικών πόρων. Ειδικότερα το ενδιαφέρον για την στενότητα των ορυκτών καυσίμων υπήρξε αρκετά έντονο λόγω των δυο μεγάλων ενεργειακών κρίσεων. Ο προβληματισμός στρεφόταν πάντα γύρω από το πώς θα μπορέσει να συμβαδίσει η κοινωνική ευημερία σε συνάρτηση με την στενότητα των φυσικών πόρων.

Οι ενεργειακοί πόροι που κατέχουν σήμερα δεσπόζουσα θέση στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας είναι κυρίως το πετρέλαιο και τα προϊόντα του ενώ ακολουθεί ο άνθρακας και το φυσικό αέριο. Το πετρέλαιο και τα άλλα ορυκτά καύσιμα είναι προς εξάντληση και σπάνιοι πόροι, επομένως υπό την πίεση της αυξανόμενης ζήτησης θα αυξάνονται ολοένα και οι τιμές τους. Πριν λίγο καιρό οι διεθνείς τιμές του πετρελαίου έφτασαν σε πρωτόγνωρα υψηλά επίπεδα φθάνοντας στο υψηλότερο επίπεδο σε πραγματικούς όρους, από το τέλος της δεκαετίας του '70. Να σημειωθεί ότι η πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 είχε προκληθεί από τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν στην πρόσφορα από τις χώρες παραγωγής (εικόνα 1.2). Στα τέλη Μαΐου του 2008, η τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Μπρεντ κινήθηκε γύρω στα 132 USD το βαρέλι, ήταν δηλαδή υπερδιπλάσια σε σχέση με τα επίπεδα του 2007. Η μέση τιμή του πετρελαίου για τους πέντε πρώτους



μήνες του 2008 ανερχόταν σε 105 USD έναντι μέσου όρου της τάξης των 73 USD το βαρέλι κατά το 2007, ενώ οι τιμές είχαν ήδη τριπλασιαστεί σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2002. Οι τιμές του άνθρακα και του φυσικού αερίου ακολούθησαν, αυξανόμενες με τον ίδιο ρυθμό ή και με ακόμα ταχύτερο σε σχέση με τις τιμές του πετρελαίου, κατά τους τελευταίους 12 μήνες του 2008.

Τούτο σημαίνει ότι οι υψηλές τιμές του πετρελαίου είχαν ως αποτέλεσμα τις αυξημένες τιμές των ενεργειακών προϊόντων, πιέζοντας τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στην Ευρώπη να αυξήσουν τις τιμές τους.



**Εικόνα 1.2:** Χαρακτηριστική εικόνα από την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70.

Στην προκείμενη περίπτωση η σταθερή ή ακόμη και ελαφρά μειούμενη πρόσφορα πετρελαίου αγωνίζεται να ανταποκριθεί σε μια αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση. Το συμπέρασμα είναι πως η αύξηση των τιμών του πετρελαίου δεν οφείλεται πια σε προσωρινούς παράγοντες όπως γινόταν κατά το παρελθόν αλλά σε μια διαρθρωτική μεταβολή της ισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης πετρελαίου στην παγκόσμια οικονομία και ως εκ τούτου είναι πιθανόν μακροπρόθεσμα να παραμείνουν υψηλές οι τιμές.

Η κυριότερη πολιτική αντιμετώπιση του προβλήματος πρέπει να συνίσταται στο να καταστούν οι χώρες περισσότερο αποτελεσματικές όσον αφορά την παραγωγή και την χρήση ενέργειας και λιγότερο εξαρτημένες από τα ορυκτά καύσιμα. Δυστυχώς σήμερα η εξάρτηση των χωρών ειδικά της

ευρωπαϊκής ένωσης παραμένει μεγάλη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει σήμερα το 50 % της ενέργειας που χρειάζεται και η πρόβλεψη είναι να φθάσει το 70 % έως το 2030 με ανάλογη αύξηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ενέργειας. Μόνο το ρωσικό φυσικό αέριο καλύπτει το 20 % των αναγκών της γεγονός που δίνει την ευκαιρία στην Ρωσία να χρησιμοποιήσει την ενέργεια σαν πολιτικό όπλο τα επόμενα χρόνια.

Για τις χώρες που είναι εισαγωγείς πετρελαίου, φυσικού αερίου και άλλων ορυκτών καυσίμων μια αύξηση στις τιμές των εν λόγω καυσίμων θα αποτελούσε, πηγή πληθωρισμού αυξάνοντας τις τιμές των προϊόντων και συρρικνώνοντας την αγοραστική δύναμη των πολιτών. Πρόσφατα στην Ευρώπη ο πληθωρισμός των τιμών ενέργειας συνέβαλε κατά 0.8 % περίπου στην αύξηση του εναρμονισμένου δείκτη τιμών καταναλωτή κατά το τέταρτο τρίμηνο του 2007. Ομοίως οι τιμές πολλών γεωργικών προϊόντων, όπως σίτου, των γαλακτοκομικών προϊόντων και του κρέατος παρουσίασαν κατακόρυφη αύξηση.

### **1.3 Νέα εποχή στην ηλεκτρική ενέργεια**

Γίνεται σαφές πως ο ηλεκτρικός τομέας αποτελεί σήμερα την πιο κρίσιμη υποδομή των σύγχρονων κοινωνιών. Έτσι, η αξιοπιστία και η αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας που δεν θα είναι εκτεθειμένη σε διακοπές εφοδιασμού και απότομες αυξήσεις των τιμών γίνεται πλέον επιτακτική ανάγκη.

Η στενότητα στα αποθέματα ορυκτών καυσίμων και τα μεγάλα ενεργειακά προβλήματα που εμφανίζονται κατά καιρούς, έχουν οδηγήσει σε νέες στρατηγικές στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής οι οποίες πλέον θα δίνουν έμφαση σε αποκεντρωμένες μονάδες με αποδοτικές τεχνολογίες όπως οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών. Τέτοιες αποκεντρωμένες τεχνολογίες θα μπορούσαν να παρέχουν όχι μόνο υποστήριξη στους μεγάλους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής αλλά και να αντικαταστήσουν ένα μεγάλο μέρος.

Στο νέο περιβάλλον της ενέργειας, η αποκεντρωμένη παραγωγή μπορεί να καλύπτει μεγάλο εύρος νέων τεχνολογιών με μικρές μονάδες εγκατεστημένες κοντά στην κατανάλωση. Η μεγάλη διείσδυση ανανεώσιμων πηγών και άλλων νέων και αποδοτικών τεχνολογιών αποτελεί τη νέα πρόκληση στον ενεργειακό τομέα με τις ανάλογες παρεμβάσεις στο δίκτυο.

Η ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας, αιολικής ενέργειας, βιομάζας, μικρών υδροηλεκτρικών, συστημάτων αποθήκευσης, συμπεριλαμβάνονται στους μεσοπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στόχους κάθε χώρας. Στην Ευρώπη, η διείσδυση και η συμμετοχή των αποκεντρωμένων μονάδων στην κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για το 2030 εκτιμάται για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο 35 % - 40 %. Αυτό θεωρείται μεγάλη συμβολή στην ασφάλεια και στην αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης και στη βιώσιμη ανάπτυξη.

#### **1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε)**

Η ευρύτερη έννοια των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναφέρεται σε κάθε πηγή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ανανεώνεται μέσω φυσικών φαινομένων μόνιμου κύκλου. Πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Ενώ για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση και καύση αλλά απλώς η εκμετάλλευσή της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στην φύση. Αυτό σημαίνει πως πρόκειται για ανεξάντλητες πηγές ενέργειας που βασίζονται σε διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως: **ο ήλιος, ο άνεμος, οι υδατοπτώσεις, η ενέργεια των κυμάτων, ρευμάτων, ωκεανών, η βιομάζα, η γεωθερμία (εικόνα 1.3).**

		Συγκροτήματα μετατροπής	Μέσος ολικός η	Μορφή ενέργειας τελικής χρήσης
ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ	⇒	ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ	≈ 20-40% ⇒	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ
ΗΛΙΑΚΗ ΦΩΤΕΙΝΗ	⇒	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	≈ 10-20% ⇒	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ	⇒	ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ	≈ % ⇒	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
ΒΙΟΜΑΖΑ	⇒	ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ή ΑΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	≈ % ⇒	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ή και ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ	⇒	ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ή ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	≈ % ⇒	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ή και ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗ	⇒	ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	≈ % ⇒	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ή και ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗ	⇒	ΠΑΛΙΠΡΟΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ κ.λπ.	≈ % ⇒	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ	⇒	ΥΗΣ (ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΟΙ)	≈ % ⇒	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

**Εικόνα 1.3:** Ενεργειακές μετατροπές Α.Π.Ε

Οι Α.Π.Ε. μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση), είτε μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις Α.Π.Ε. είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα, τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής, καθώς και οι πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που συνδέονται με τη διατήρηση του παρόντος επιπέδου ανάπτυξης στον ενεργειακό τομέα, εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των Α.Π.Ε., καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους, παρουσιάσθηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή χρήση του 1979 ως αποτέλεσμα κυρίως των απαντών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων από

την χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές.

Σήμερα λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια, λόγω της εξέλιξης των τεχνολογιών τους και της διεύρυνσης της παραγωγικής βάσης τεχνολογίας σε αναπτυσσόμενες χώρες, με αντίστοιχη μείωση του κόστους επένδυσης και παραγωγής. Αποτελούν επίσης για τα κράτη στρατηγική επιλογή, αφού έχουν ωριμάσει και είναι ασφαλείς, ανταγωνιστικές και ελκυστικές σε ιδιώτες και επενδυτές.

Η εφαρμογή τους συμβάλλει στη βελτίωση των περιβαλλοντικών δεικτών και ειδικότερα στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και στην απεξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Μπορούν δηλαδή να απαντήσουν αποτελεσματικά στο τρίπτυχο των προβλημάτων που απασχολούν τον τομέα της ενέργειας: α) επάρκεια αποθεμάτων, β) ασφάλεια ανεφοδιασμού, γ) προστασία του περιβάλλοντος. Εξάλλου, στην προώθηση των Α.Π.Ε. στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά συνέβαλε το γεγονός ότι μπορούν να συμβάλλουν στην ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, αποτελώντας την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.

Ωστόσο, χώρες με μεγάλα αποθέματα στις πρωταρχικές μορφές ενέργειας έχουν συνήθως την τάση να χρησιμοποιούν αυτό το πλεονέκτημα ως μέσο για πολιτικό και οικονομικό έλεγχο των υπολοίπων. Παράδειγμα τέτοιων συνεπειών είναι η πολιτική και οικονομική κατάσταση που έχει εδραιωθεί στη Μέση Ανατολή. Οι Α.Π.Ε. όμως, αποτελούν ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας παράλληλα την ανάγκη για τεράστιες μονάδες ενεργειακής παραγωγής, αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις. Ταυτόχρονα, υποβοηθείται η αποκέντρωση και η ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας σε κάθε περιοχή όπου εγκαθίστανται τέτοιου είδους μονάδες.

## **1.5 Οφέλη από τη χρήση Α.Π.Ε.**

Το πιο σημαντικό όφελος που μπορούν να προσφέρουν σε μια οικονομία σχετίζεται με την βελτίωση της απασχόλησης. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν καταπληκτικό δυναμικό ως προς την δημιουργία και διαφύλαξη θέσεων εργασίας. Μελέτη του WWF για τη Βιομάζα «Biomass Study» εντοπίζει ένα δυναμικό απασχόλησης της τάξεως των 170.000-290.000 θέσεων εργασίας πλήρους απασχόλησης στις χώρες του ΟΟΣΑ μόνο και μόνο από αυτή την συγκεκριμένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Οι εν λόγω θέσεις εργασίας υπολογίζεται ότι θα δημιουργηθούν κυρίως σε αγροτικές, αδύναμες από πλευράς υποδομών περιοχές και θα είναι ως εκ τούτου εξαιρετικά σημαντικές.

Ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα είναι ο απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση εξοπλισμός τους. Εξάλλου, το μηδενικό κόστος πρώτης ύλης, σε συνδυασμό με τις μικρές έως ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης που εμφανίζουν, συνεπάγεται περιορισμένο κόστος λειτουργίας. Έτσι, αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό το μέχρι σήμερα μειονέκτημα του αυξημένου κόστους που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων εκμετάλλευσής τους. Επίσης, στα τεχνικά πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνονται: α) Η δυνατότητα διαφοροποίησης των ενεργειακών φορέων, β) τεχνολογιών και υποδομών παραγωγής θερμότητας, καυσίμων και ηλεκτρισμού και γ) η αύξηση της ευελιξίας των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής, ώστε να ανταποκρίνονται στη μεταβαλλόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Για κάθε χώρα η επιλογή μεταξύ των διάφορων διαθέσιμων ενεργειακών πόρων εξαρτάται έντονα από τους φυσικούς περιορισμούς που τίθενται για κάθε τύπο πόρου (υδατικό δυναμικό, αιολικό δυναμικό ανά περιοχή, μέγιστη μέση ηλιακή έκθεση ανά μονάδα επιφάνειας κλπ) . Για κάθε πόρο λοιπόν υπάρχει ένα κατώφλι της βέλτιστης απόδοσης. Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά τα οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια τα οποία είναι αναγκαία προκειμένου να πραγματοποιηθούν τεχνικά οι ανανεώσιμες πηγές σε μια χώρα.:

- Οικονομικός ανταγωνισμός (κόστος σε KWh).

- Επιπτώσεις στην απασχόληση.
- Ευαισθησία στις τιμές των πρώτων υλών (πετρέλαιο, και άλλα ορυκτά).
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Κοινωνική αποδοχή.

### **1.6 Παγκόσμιο δυναμικό**

Από το 1997 που επεγράφη το Πρωτόκολλο του Κιότο, οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές αυξάνονται διαρκώς με ταχείς ρυθμούς. Η εγκατεστημένη ισχύς σε ανεμογεννήτριες αυξάνεται κατά 25-30 % ετησίως, τα φωτοβολταϊκά κατά 50-60 % ετησίως, οι ηλιακοί συλλέκτες για θέρμανση νερού κατά 15-20 % ετησίως (εγκατεστημένοι σε 50 εκατομμύρια νοικοκυριά παγκοσμίως το 2007) και η παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων κατά 15-20 % ετησίως.

Παγκοσμίως ολοένα και περισσότερες χώρες στοχεύουν να αυξήσουν την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, διαμορφώνοντας τα θεσμικά πλαίσια για την προσέλκυση επενδύσεων. Πενήντα οκτώ χώρες έχουν σήμερα θέσει στόχους για την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό τους ισοζύγιο συμπεριλαμβανομένων και αναπτυσσόμενων χωρών αλλά και πολιτειών των ΗΠΑ και του Καναδά όπου η πλειοψηφία αυτών έχει διαμορφώσει συγκεκριμένες πολιτικές και κίνητρα για την χρήση Α.Π.Ε. Την πρωτοπορία όμως στον κλάδο διαθέτει η Ευρώπη, έχοντας άνω του 35 % του παγκόσμιου δυναμικού σε παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες.

Σήμερα πάνω από 70 χώρες έχουν αιολική ενέργεια, μεταξύ τους και αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα, η Αίγυπτος, το Μεξικό, το Ιράν, η Βραζιλία κ.α. Η Ινδία και η Κίνα έχουν πολύ μεγάλη ισχύ σε αιολική ενέργεια, κατέχοντας 4<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> θέση αντίστοιχα (με τη Γερμανία και την Ισπανία να κατέχουν την 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup>) στη παγκόσμια κατάταξη το 2006 όσο αφορά εγκατεστημένη ισχύ αιολικών πάρκων.

Χώρες όπως η Γερμανία κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν με τέτοιο τρόπο τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας ώστε εκτός από τα πρωτεύοντα αποτελέσματα να αποκτήσουν οφέλη σε επίπεδο τεχνολογίας και κατασκευαστικής δραστηριότητας. Ο εξοπλισμός και οι κατασκευές στον

τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν μεγάλο κομμάτι της βιομηχανικής παραγωγής της Γερμανίας, μαζί με τη βιομηχανική παραγωγή σε αυτοκίνητα και μηχανικά εργαλεία.

Ο μεγαλύτερος κατασκευαστής φωτοβολταϊκών κυψέλων στον κόσμο που χρησιμοποιούνται στους ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η εταιρία Q-CELLS και βρίσκεται στο wolfen της Γερμανίας σε μια χώρα που δεν φημίζεται για την ηλιοφάνεια της. Παρόλα αυτά είναι η πρώτη στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και είναι η τρίτη μεγαλύτερη παραγωγός ηλιακών συλλεκτών μετά την Κινά και την Ιαπωνία.

Σε μια άλλη περιοχή της Ευρώπης, στην Σκοτία οι σημαντικότερες οικονομικές δραστηριότητες τα τελευταία χρόνια προέρχονται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εκεί έχει πραγματοποιηθεί ένα σπουδαίο επίτευγμα με 1,5 εκατομμύριο νοικοκυριά να έχουν ρεύμα από ανανεώσιμες πηγές. Το 2007 στην γιορτή της Πράσινης Ενέργειας ανακοίνωσαν ότι ήταν η ημέρα κατά την οποία οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ξεπέρασαν σε ικανότητα παραγωγής την πυρηνική ενέργεια. Ακόμη και σε αυτήν την περίοδο της οικονομικής κρίσης η Σκοτία διαθέτει ανεβασμένους οικονομικούς δείκτες πράγμα που αποδεικνύει την σημαντική συμβολή των ανανεώσιμων πηγών στην οικονομία της χώρας.

Ανάλογα οικονομικά οφέλη απολαμβάνει και η Δανία όπου περισσότεροι από 15.000 άνθρωποι ζουν από την αιολική ενέργεια, σχεδιάζοντας και κατασκευάζοντας ανεμογεννήτριες ή τμήματα εξοπλισμού ή προσφέροντας συμβουλευτικές υπηρεσίες καθώς και υπηρεσίες κατασκευών έργων. Σήμερα, η απασχόληση ανθρωπίνου δυναμικού στη Δανέζικη βιομηχανία αιολικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από ότι π.χ. η αντίστοιχη απασχόληση στην ιχθυοβιομηχανία. Η παραγωγή ανεμογεννητριών στη χώρα αυτή συνδυάζεται με την πρόσφορα 5.000 επιπλέον θέσεων εργασίας σε άλλες χώρες όπου ανεγείρονται ή κατασκευάζονται μέρη του εξοπλισμού των ανεμογεννητριών όπως οι γεννήτριες και τα κιβώτια ταχυτήτων.

Αναλυτικά, τα κυριότερα είδη των Α.Π.Ε. είναι τα ακόλουθα:

- **Ηλιακή ενέργεια**



- **Αιολική ενέργεια**
- **Υδροηλεκτρική ενέργεια**
- **Γεωθερμική ενέργεια**
- **Βιομάζα**

### **1.7 Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις**

Το 2007, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια διεξοδική δέσμη μέτρων για την χάραξη μιας νέας ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι κλιματικές αλλαγές και να ενισχυθεί η ενεργειακή ασφάλεια και η ανταγωνιστικότητα της Ε.Ε. Η Επιτροπή έθεσε τρεις φιλόδοξους στόχους με χρονικό ορίζοντα το 2020:

- 1) Βελτίωση της απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων κατά 20 %.
- 2) Αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στην τελική κατανάλωση στο επίπεδο του 20 %.
- 3) Αύξηση του ποσοστού βιοκαυσίμων στις μεταφορές στο 10 %. Σημειώνεται ότι ο στόχος για 20 % διείσδυση των Α.Π.Ε. αφορά το σύνολο των ενεργειακών χρήσεων (ηλεκτρισμός, θερμότητα και μεταφορές).

Τα κράτη μέλη παρακολουθούν τις οικείες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και υποβάλλουν σχετική έκθεση κάθε χρόνο. Αν μια έκθεση παρακολούθησης δείξει ότι ένα κράτος δεν τήρησε τις επιτρεπόμενες ποσότητες που καθορίζονται στην απόφαση για επιμερισμό της προσπάθειας, η κοινότητα μπορεί να κινήσει διαδικασίες για παράβαση κατά του υπόψη κράτους μέλους βάσει του άρθρου 226 της συνθήκης ΕΚ. Το άρθρο αυτό εξουσιοδοτεί την Επιτροπή να προσφύγει στο Δικαστήριο κατά των κρατών μελών που δεν τηρούν τις υποχρεώσεις τους. Αυτό σημαίνει πως επιβάλλεται κάποιο χρηματικό πρόστιμο για κάθε μη συμμόρφωση των κρατών στις επιταγές της Επιτροπής.

Οι προτάσεις της Ευρωπαϊκής επιτροπής γεννούν για την Ελλάδα μια μεγάλη πρόκληση προκειμένου να εκπληρωθεί ο στόχος της Κοινοτικής Οδηγίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού από Α.Π.Ε. Σύμφωνα με αυτήν η Ελλάδα καλείται να αυξήσει τη συμβολή των Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο επίπεδο του 20,1 % το 2010 (συμπεριλαμβανομένης της συμβολής των μεγάλων υδροηλεκτρικών

σταθμών). Ωστόσο, ο στόχος αυτός είναι μάλλον πολύ υψηλός για τα Ελληνικά δεδομένα αφού οι γραφειοκρατικές και πολιτικές δυσκολίες δεν επιτρέπουν επιτάχυνση στους ρυθμούς επένδυσης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:

### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

#### 2.1 Ηλιακή Ενέργεια

Ηλιακή είναι η ενέργεια που παίρνουμε από τον ήλιο με την μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (H/M). Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να δεσμεύσουν την ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέψουν σε κατάλληλη ενέργεια για να αξιοποιηθεί είτε σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής είτε στον οικιακό τομέα για παραγωγή ηλεκτρισμού ή απλά για θέρμανση νερού και άλλες οικιακές χρήσεις. Ανάλογα με την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας για τελική χρήση της, τα συστήματα αξιοποίησης της διακρίνονται στα:

- **Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα (ηλιακός θερμοσίφωνας), και ενσωματώνονται κυρίως στις κατασκευές κτιρίων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε οικιακές χρήσεις όσο και σε βιομηχανικές χρήσεις για την εξυπηρέτηση των θερμικών φορτίων του χειμώνα.
- **Παθητικά ηλιακά και υβριδικά συστήματα**, που αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις. Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιούνται κατάλληλα δομικά υλικά για την μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό στα κτίρια.
- **Φωτοβολταϊκά συστήματα**, που χρησιμοποιούνται για την άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (εικόνα 2.1), αποκλειστικά σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής. Η χρήση τους βασίζεται στο φαινόμενο που παρουσιάζεται κατά την επαφή δύο ημιαγωγών p-n (positive-negative) και αποτελούν το φωτοβολταϊκό στοιχείο, το οποίο εμφανίζει στα άκρα του συνεχή ηλεκτρική τάση όταν φωτίζεται. Το υλικό που χρησιμοποιείται ευρύτατα στη βιομηχανία Φ/Β κυψελίδων είναι το πυρίτιο.



**Εικόνα 2.1:** Τυπική διάταξη Φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Σήμερα η χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας συνεισφέρει μόνο κατά ένα μικρό ποσοστό στις συνολικές απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση. Παρά την αυξανόμενη ανάπτυξη της τα τελευταία χρόνια, το ποσοστό που της αναλογεί είναι χαμηλότερο του 0.01 %. Ο λόγος είναι το υψηλό κόστος που χαρακτηρίζει αυτήν την μορφή ενέργειας καθώς και ο σχετικά μικρός βαθμός απόδοσης που κυμαίνεται στο 15 %. Ωστόσο, γίνεται αξιολογή έρευνα για την εξεύρεση νέων υλικών που θα μειώσουν το κόστος μιας επένδυσης ώστε να αυξηθεί η παραγωγή φωτοβολταϊκής ενέργειας.

## **2.2 Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα**

Στην χώρα μας, ο πιο ευρέως διαδεδομένος τρόπος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σύμφωνα με έρευνα της Greenpeace, η Ελλάδα είναι η δεύτερη χώρα στην Ευρώπη μετά τη Γερμανία σε συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών(πίνακας 2.1). Περίπου το 30 % των νοικοκυριών (1.000.0000 νοικοκυριά) χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες.

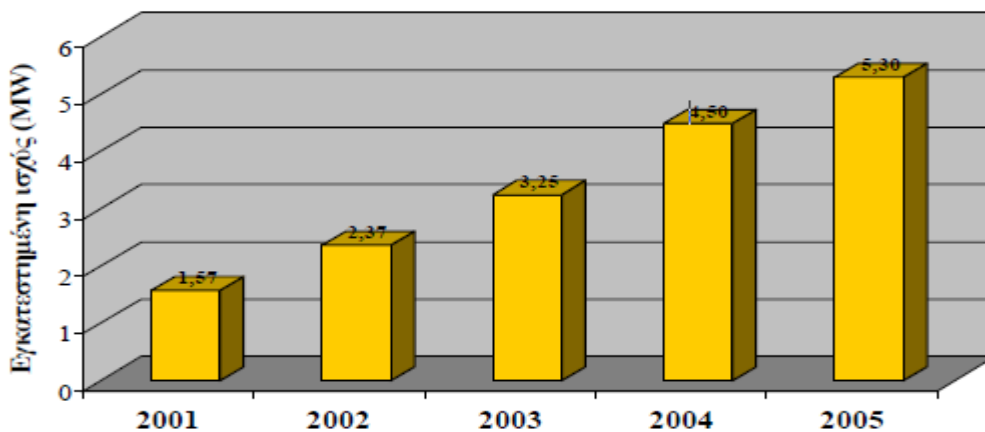
**Πίνακας 2.1:** Οι χώρες με τα περισσότερα εγκατεστημένα ηλιακά θερμικά.

ΧΩΡΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ Τ.Μ.	ΕΤΗΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Τ.Μ.(2001)	ΣΤΟΧΟΣ 2010 Τ.Μ. (κατ' έτος)
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	3,700,000 (2001)	900,000	10,000,000
ΕΛΛΑΔΑ	2,960,000 (2000)	150,000	800,000
ΑΥΣΤΡΙΑ	2,371,000(2001)	170,000	
ΓΑΛΛΙΑ	554,500 (2001)	35,000	
ΙΣΠΑΝΙΑ	400,000 (2000)	40,000	

Ωστόσο, το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να είναι πολύ πιο υψηλό στην χώρα με την υψηλότερη ηλιοφάνεια από όλη την Ευρώπη. Το κόστος μιας τέτοιας εγκατάστασης λειτουργεί αποτρεπτικά σε συνδυασμό με τα ανύπαρκτα φορολογικά κίνητρα παρά το γεγονός ότι η προσφερόμενη οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να προσφέρει η εγκατάσταση, εξασφαλίζει απόσβεση του κόστους τα επόμενα 5 έως 10 χρόνια .

Όσον αφορά την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή άμεσης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών, αυτή δεν αξιοποιείται αρκετά στην χώρα μας (εικόνα 2.2). Ο λόγος είναι ο ίδιος με την περίπτωση των ηλιακών συλλεκτών. Κατά κανόνα τα φωτοβολταϊκά συστήματα που έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα εξυπηρετούν απομονωμένες χρήσεις σε σημεία όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, επειδή στις περιπτώσεις αυτές η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος είναι πολύ περισσότερο εμφανής .

**Εξέλιξη αγοράς Φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα**



**Εικόνα 2.2:** Εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα μέχρι το 2005.

### **2.3 Αιολική Ενέργεια**

Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις που εκθέτουν έναν δρομέα (πτερωτή τύπου έλικα με ένα ή περισσότερα πτερύγια, συνήθως τρία) στο ρεύμα του ανέμου, λαμβάνοντας έτσι μέρος της κινητικής ενεργείας του με αποτέλεσμα την περιστροφική κίνηση του δρομέα (εικόνα 2.3). Οι διατάξεις αυτές λέγονται αεροκινητήρες ή ανεμογεννήτριες όταν ο άξονας τους κινεί ηλεκτρογεννήτρια παράγωγης ρεύματος. Με την χρήση αεροκινητήρων, η αιολική ενέργεια μετατρέπεται σε περιστροφική κίνηση του δρομέα του αεροκινητήρα και του άξονα του.



**Εικόνα 2.3:** *Σύνδεση του δρομέα με την γεννήτρια.*

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα να λειτουργούν αυτόνομα οι ανεμογεννήτριες, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία.

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται συνηθέστερα :

**1)** Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές συνδεδεμένες στο δίκτυο είτε i) για την κάλυψη ίδιων αναγκών είτε ii) για την πώληση του ρεύματος στην εταιρεία εκμετάλλευσης του δικτύου (ανεξάρτητη παραγωγή).

2) Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, για λειτουργία είτε i) μόνες τους με συσσωρευτές είτε ii) σε συνδυασμό με σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με ντίζελ.

3) Για θέρμανση π.χ. σε θερμοκήπια, με διαδοχική μετατροπή της σε ηλεκτρισμό και ακολούθως σε θερμότητα με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης ή με την κίνηση αντλιών θερμότητας.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε μικρές, μεσαίες ή μεγάλες ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν (πίνακας 2.2). Μια μεγάλη ανεμογεννήτρια μπορεί να έχει ισχύ έως και 4000 kW. Τα πτερύγια μιας τέτοιας ανεμογεννήτριας έχουν μήκος περίπου 40 μέτρα και έτσι η επιφάνεια που καλύπτεται από την περιστροφή είναι περίπου όσο ένα ποδοσφαιρικό γήπεδο. Ο πύργος μιας μεγάλης εγκατάστασης έχει ύψος άνω των 90 μέτρων πράγμα που σημαίνει ότι μαζί με τα πτερύγια η εγκατάσταση ξεπερνά τα 130 μέτρα.

**Πίνακας 2.2:** Κατηγοριοποίηση ανεμογεννητριών.

Κατηγορία	Ισχύς (KW)	Διάμετρος (m)	Περίοδος(sec)
Μικρές	10	6,4	0,3
	25	10	0,4
Μεσαίες	50	14	0,6
	100	20	0,9
	150	25	1,1
Μεγάλες	250	32	1,4
	500	49	2,1
	1000	64	3,1
Πολύ μεγάλες	2000	90	3,9
	3000	110	4,8
	4000	130	5,7

Τα τελευταία 20 χρόνια υπάρχει μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη που στοχεύει στην ανάπτυξη νέων υλικών, στην βελτίωση της αεροδυναμικής των πτερύγιων ώστε να επιτυγχάνονται καλύτεροι βαθμοί απόδοσης και στην μείωση των θορύβων. Ειδικά ο θόρυβος που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες έχει ελαττωθεί δραστικά. Σε απόσταση 500 μέτρων που είναι η ελάχιστη επιτρεπτή απόσταση από κατοικημένες περιοχές ο θόρυβος δεν γίνεται καν αντιληπτός και αυτό χάρις την βελτίωση του μηχανολογικού τους εξοπλισμού που δίνει έμφαση στην αποφυγή κραδασμών.

Μάλιστα το κόστος της σχετικής τεχνολογίας είναι πολύ κοντά σε εκείνο της παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, γεγονός που ανοίγει το δρόμο για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας παγκοσμίως. Χάρης στην πρόοδο της τεχνολογίας το ειδικό κόστος παραγωγής αιολικής ενέργειας έχει ήδη πέσει στο ήμισυ από το 1990 και αναμένεται ότι η απόκλιση μεταξύ του κόστους παραγωγής αιολικής ενέργειας και του κόστους ενέργειας από ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσει να μειώνεται.

Επίσης, το περιβαλλοντικό όφελος είναι τεράστιο καθώς μια ανεμογεννήτρια ισχύος 1500 kW που λειτουργεί επί 20 χρόνια απαλλάσσει την ατμόσφαιρα από 64000 τόνους CO<sub>2</sub> που θα εκλύονταν κατά την καύση λιγνίτη προκείμενου να παραχθεί ισοδύναμη ενέργεια. Να σημειωθεί ότι η χρήση 8000 τόνων λιγνίτη αποφεύγεται με μια ανεμογεννήτρια αυτής της ισχύος. Αν αυτήν την ποσότητα τη συσσωρεύαμε θα δημιουργούσαμε ένα βουνό που η κορυφή του θα είχε περίπου το ύψος της ανεμογεννήτριας.

Σήμερα η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας είναι η πλέον ταχύτατα αναπτυσσόμενη βιομηχανία ανανεώσιμων πηγών παγκοσμίως. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2002 εγκαταστάθηκαν 6.868 MW νέας αιολικής ισχύος που αντιστοιχεί σε επενδύσεις 6,8 δισεκ. ευρώ φθάνοντας τη διεθνή εγκατεστημένη αιολική ισχύ στα 31.000 MW. Ήδη, η αιολική ενέργεια καλύπτει το 2 % της Ευρωπαϊκής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο την κάλυψη του 10 % μέσα στα επόμενα 10 χρόνια και το 12 % των ηλεκτρικών αναγκών του πλανήτη μέχρι το 2020.

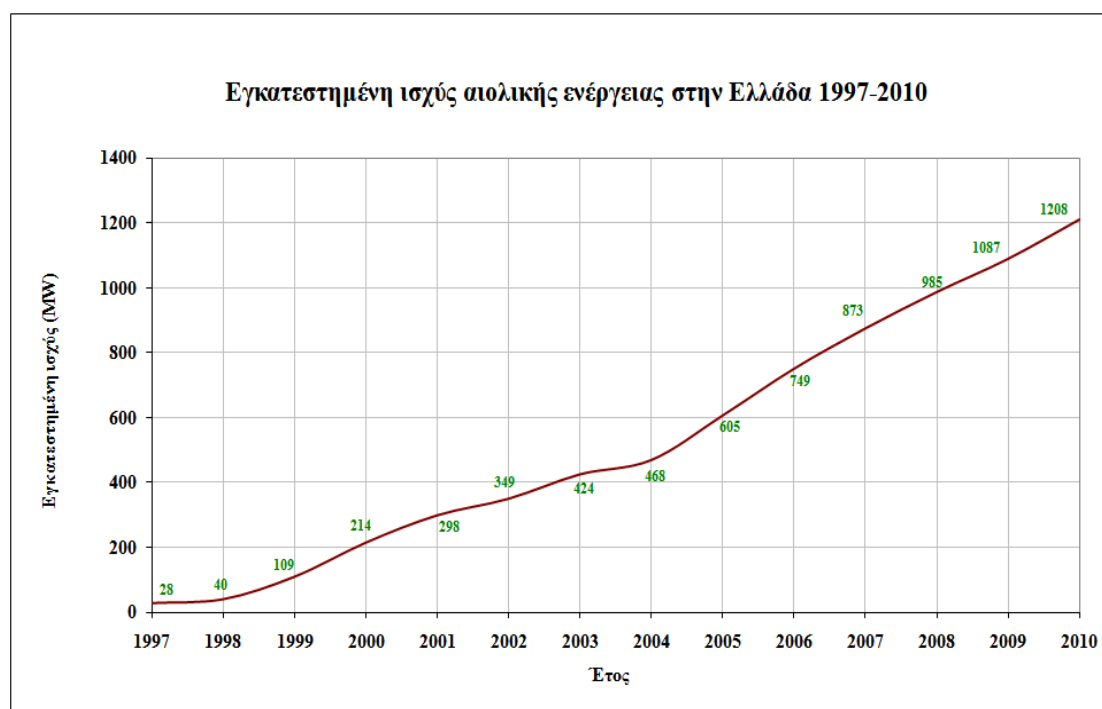
#### **2.4 Αξιοποίηση Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα**

Στην χώρα μας, οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 80 από τη ΔΕΗ όπου εγκατέστησε (συγκεκριμένα το 1982) το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο. Συνέχεια δόθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1990 με τη διευκόλυνση επενδύσεων από ιδιώτες (Ν 2244/94) (εικόνα 2.4).. Από τότε δεκάδες αιολικά έχουν εγκατασταθεί σε περιοχές όπως: η Άνδρος, η Εύβοια, η Λήμνος, η Λέσβος, η Χίος, η Σάμος, και η Κρήτη .

Σήμερα, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φθάνει τα 331 MW στα οποία έχει προστεθεί και η ισχύς των τεσσάρων νέων αιολικών πάρκων (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 55 MW) στη Θράκη που τέθηκαν σε λειτουργία το



2003. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας (ΕΠΕ) είχε πολύ μεγάλη συμβολή σε αυτήν την αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, με τη χρηματοδότηση για τη δημιουργία 17 αιολικών πάρκων, με επενδύσεις ύψους 44,7 δις. δρχ. Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη λειτουργία των 17 αιολικών πάρκων ανέρχεται σε 360 GWh ανά έτος.



**Εικόνα 2.4:** Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα 1997-2010.

Οι μελλοντικές προοπτικές για την ελληνική αγορά αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα ευοίωνες καθώς η κατασκευή ανεμογεννητριών αποτελεί αντικείμενο τεχνολογικά και οικονομικά προσιτό στη μεταλλοβιομηχανία μας χωρίς πρόσθετες επενδύσεις σε τεχνικό εξοπλισμό. Ταυτόχρονα το αιολικό δυναμικό είναι ιδιαίτερα προικισμένο στην χώρα μας και αν το εκμεταλλευτούμε σωστά μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά στο ενεργειακό μας ισοζύγιο. Σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις υπάρχει η δυνατότητα για εγκατάσταση και λειτουργία αιολικών μονάδων συνολικής ισχύος 3.000 MW τόσο στην ενδοχώρα, για άμεση ενίσχυση του διασυνδεδεμένου δικτύου, όσο και στο νησιωτικό σύμπλεγμα, με δυνατότητα να καλυφθεί το 25 - 35 % των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι πιο ευνοημένες, από πλευράς αιολικού δυναμικού, περιοχές στην Ελλάδα βρίσκονται στο Αιγαίο, κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων, της

Κρήτης (βόρειο τμήμα του νησιού) στην ανατολική και νοτιανατολική Πελοπόννησο, στην Εύβοια και στην ανατολική Θράκη όπου επικεντρώνονται οι προσπάθειες ανάπτυξης τους. Από πλευράς οικονομικών συνθηκών όμως το πρόβλημα των νησιών είναι η μη ύπαρξη διασύνδεσης με το εθνικό δίκτυο, ώστε να υπάρχει απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας κατά την εποχή χαμηλής ζήτησης αυτής (εκτός τουριστικής περιόδου).

Πρέπει επιπλέον να αναφερθεί ότι σε πολλά ελληνικά νησιά οι κάτοικοι αντιδρούν στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων φοβούμενοι μήπως οι ανεμογεννήτριες χαλάσουν την τουριστική εικόνα του νησιού. Σε αυτήν την περίπτωση έρχεται να δώσει λύση μια νέα πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που αναπτύσσεται στην Βόρεια Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Σκανδιναβία και στην Γερμανία. Είναι τα ονομαζόμενα «Αιολικά πάρκα off shore» τα οποία κατασκευάζονται μέσα στην θάλασσα σε περιοχές με ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες ανέμου. Το Αιγαίο πέλαγος προσφέρεται ιδιαίτερα για τέτοια χρήση και υπολογίζεται ότι ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο μπορεί να παράγει ετησίως μέχρι 40 % περισσότερο ηλεκτρικό ρεύμα από ότι ένα ηπειρώτικο. Έτσι λοιπόν, το μέλλον της αιολικής ενέργειας φαίνεται να βρίσκεται στα θαλάσσια αιολικά πάρκα .

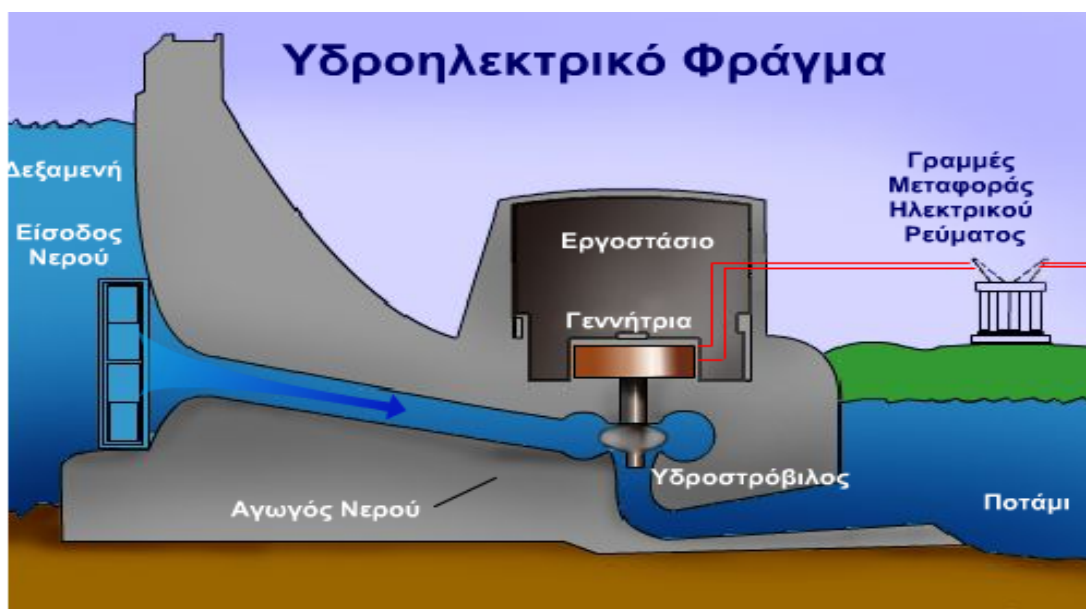
## **2.5 Υδροηλεκτρική Ενέργεια**

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του νερού των ποταμών και της μετατροπής της σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών.

Ένα πλήρες υδροηλεκτρικό σύστημα συμπεριλαμβάνει την πηγή ύδατος, τη σωλήνωση όδευσης του ύδατος από την πηγή στον υδροστρόβιλο, το σύστημα ελέγχου ρύθμισης της ροής, τον υδροστρόβιλο, τη γεννήτρια ρεύματος, το ρυθμιστή της γεννήτριας και τέλος τις καλωδιώσεις για τη μεταφορά διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμη μπορούμε να διακρίνουμε δυο συστήματα: τα ελευθéra συστήματα δίχως αποθήκευση και τα μεγαλύτερα συστήματα όπου εφαρμόζεται αποθήκευση με φράγμα.

Τα εργοστάσια παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι εγκατεστημένα σε περιοχές με τρεχούμενο νερό (φράγματα κοιλάδων, λίμνες, ποτάμια κ.α.) και εκμεταλλεύονται τη ροή ενός ποταμού ή καναλιού για την

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η κινητική και δυναμική ενέργεια της ροής του νερού μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια περιστροφής και στη συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια (εικόνα 2.5). Από την συνολική εκάστοτε ροή, ένα σταθερό τμήμα δεν αξιοποιείται αλλά παρακάμπτει το στρόβιλο ώστε να διασώζεται σε αυτό ο ιχθυοπληθυσμός του υδατορεύματος.



**Εικόνα 2.5:** Παράδειγμα λειτουργίας μιας υδροηλεκτρικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κόστος του συστήματος ενός υδροηλεκτρικού σταθμού ποικίλλει ανάλογα με την υδατόπτωση (μεγάλη ή μικρή) και τη δυναμικότητα του. Το κόστος ανά kW μειώνεται με την αύξηση του ύψους της υδατόπτωσης και με τη δυναμικότητα της μονάδας. Όσον αφορά στην ανάλυση του κόστους, τα έργα πολιτικού μηχανικού συνιστούν κατά μέσο όρο το 60 % του προϋπολογισμού ενώ το υπόλοιπο 40 % αντιστοιχεί στο μηχανολογικό εξοπλισμό.

Η υδροηλεκτρική τεχνολογία είναι μια από τις κύριες ενεργειακές τεχνολογίες καθώς καλύπτει περί το 20 % των παγκόσμιων αναγκών σε ηλεκτρισμό, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες φθάνει το 40 %. Η δυναμικότητα των μεγάλων υδροηλεκτρικών σχημάτων μπορεί να είναι πολλαπλάσια αυτής των συμβατικών σταθμών. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί, αξιόπιστοι και με μεγάλο χρόνο ζωής. Είναι

ρυθμιζόμενοι και εισάγουν ένα στοιχείο αποθήκευσης στο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Εξ' ορισμού, ένας υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, που μπορεί να συμβάλει ακόμη και στη δημιουργία νέων υδροβιοτόπων μικρής κλίμακας. 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 το γύρω χώρο. Άλλωστε το κύριο κριτήριο για την κατασκευή ή όχι ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου δεν είναι μόνο η δυνατότητα παραγωγής φτηνής και καθαρής για το περιβάλλον ενέργειας, αλλά η σωστότερη, οικολογική επέμβαση στη φύση για διατήρηση της φύσης της περιοχής και τη σωστή περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Τα υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - απόζευξης στο δίκτυο ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους, η παραγωγή ενέργειας αρίστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις, η άριστη διαχρονική συμπεριφορά τους, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων που οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας και στην ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης. Πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι ενώ η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται τη στιγμή που απαιτείται από τους καταναλωτές, το νερό το οποίο αποταμιεύεται για μελλοντική χρήση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων, σαν απόθεμα νερού.

## **2.6 Αξιοποίηση της υδροηλεκτρικής ενεργείας στην Ελλάδα**

Στην χώρα μας έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα, τουλάχιστον για τις περιοχές που εμφανίζουν υψηλό δυναμικό. Η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει υδροηλεκτρικές μονάδες συνολικής ισχύος 3.052,4 MW ώστε πλέον σημαντικό ενδιαφέρον και δυναμική εμφανίζουν τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα. Έτσι, η πρόσφατη νομοθεσία παρέχει την δυνατότητα και στον ιδιωτικό τομέα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια για την ενίσχυση του ενδιαφέροντος επενδυτών στον τομέα των υδροηλεκτρικών. Πολλές κοινότητες αλλά και ιδιώτες έχουν εκφράσει το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή και εκμετάλλευση μικρών υδροηλεκτρικών εργοστασίων.

Επιπρόσθετα, συνήθως τέτοιες επενδύσεις επιχορηγούνται και συγχρηματοδοτούνται από το Ελληνικό Κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ ο αναπτυξιακός νόμος 2601 του 1998 επιχορηγεί με 40 % του συνολικού κόστους του έργου.

Παρόλα αυτά ένα μεγάλο μέρος του υδροηλεκτρικού δυναμικού της χώρας παραμένει αναξιοποίητο, το οποίο εντοπίζεται κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα. Σε αυτήν την περιοχή βρίσκεται σύμφωνα με εκτιμήσεις το 30 % του συνολικού δυναμικού της χώρας. Αυτό το δυναμικό θα μπορούσε να καλύψει σημαντικό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Όλοι οι ποταμοί της Ηπείρου έχουν τις πηγές τους στην οροσειρά της Πίνδου. Η οροσειρά της Πίνδου παρουσιάζει σημαντικές βροχοπτώσεις και εδαφολογία τέτοια που να είναι εκμεταλλεύσιμο το υδάτινο δυναμικό από μεγάλες υψομετρικές διαφορές. Επιπλέον, το έδαφος της οροσειράς ευνοεί τη δημιουργία τεχνητών λιμνών και δεξαμενών ύδατος.

## **2.7 Γεωθερμική Ενέργεια**

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού (εικόνα 2.6). Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών.



**Εικόνα 2.6:** Γεωθερμική πηγή.

Την γεωθερμική ενέργεια μπορούμε να την πάρουμε με δυο τρόπους:

- 1) Χρησιμοποιούμε ένα μέσον μεταφοράς το οποίο υπάρχει στο υπέδαφος με μορφή ατμού ή ζεστού νερού.
- 2) Στην συνέχεια προωθείται στην επιφάνεια του, ψύχεται και υπό φυσιολογικές συνθήκες επιστρέφει πάλι πίσω στο υπέδαφος. Στη δεύτερη περίπτωση στέλνεται αρχικά νερό με πίεση στο βάθος και κατόπιν θερμαινόμενο μεταφέρεται προς τα πάνω.

Οι δυνατές χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών. Πρώτης επιλογής είναι η ηλεκτροπαραγωγή ως η πλέον πρόσφορη μορφή ενέργειας για μεταφορά και χρήση και εφαρμόζεται πάντα για πεδία υψηλής ενθαλπίας. Για θερμοκρασίες όμως χαμηλότερες των 150 βαθμών κελσίου είναι οριακά οικονομική όποτε μπορούν να εφαρμόζονται μη ηλεκτρικές χρήσεις.

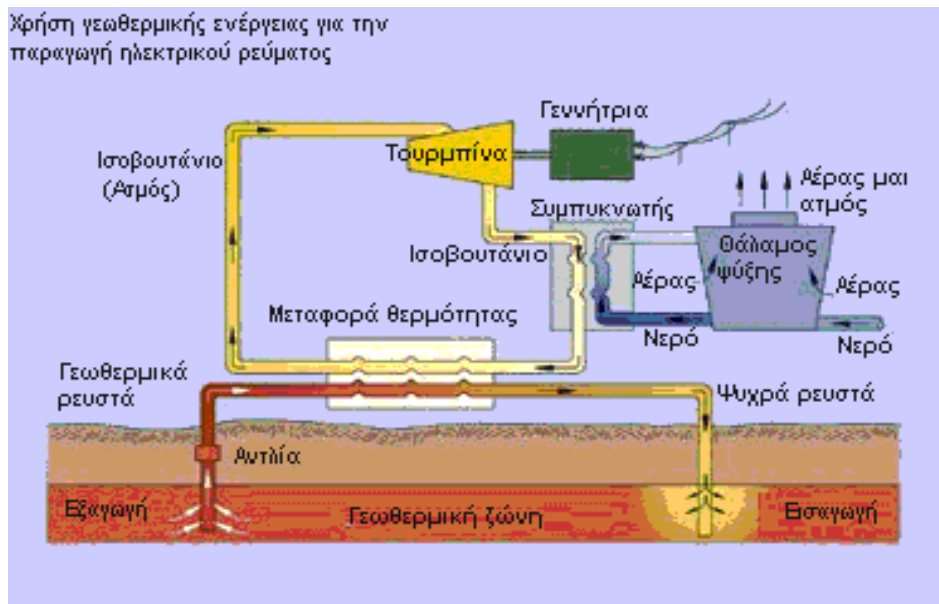
Στις μη ηλεκτρικές χρήσεις της γεωθερμίας συγκαταλέγονται: η θέρμανση οικιών, η θέρμανση θερμοκηπίων, η θέρμανση σε μονάδα αναερόβιας διάσπασης απορριμμάτων, η παράγωγη ψύχους κ.α. Όταν χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας για την παροχή θέρμανσης σε οικία, η εξοικονόμηση χρημάτων για ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να υπερβεί το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος. Ενώ όταν εφαρμόζεται στη γεωργία (π.χ. σε θερμοκήπια), το κόστος θέρμανσης μπορεί να περικοπεί μέχρι και κατά 80 %.

Όταν χρησιμοποιείται η γεωθερμία για ηλεκτροπαραγωγή παρουσιάζονται απίστευτα πλεονεκτήματα καθώς η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι μονάχα ανεξάντλητη αλλά και πιο «διαθέσιμη». Αυτό συμβαίνει καθώς οι συμβατικοί σταθμοί παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατά το 65 - 75 % του έτους, σε αντιδιαστολή με το 90 % του έτους που την παράγουν οι σταθμοί παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας. Επιπλέον, οι αντλίες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε. Εξαιτίας των προχωρημένων τεχνικών άντλησης μπορούν να καταλάβουν περιορισμένη επιφάνεια γης σε σχέση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ορυκτών καύσιμων και να έχουν ελάχιστες επιπτώσεις κατά την διάνοιξη πηγαδιών.

## **2.8 Οικιακές χρήσεις της Γεωθερμίας**

Ένα ενδιαφέρον πεδίο εφαρμογών της γεωθερμίας είναι η ψύξη – θέρμανση χώρων και η παροχή ζεστού νερού σε οικία χρησιμοποιώντας γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι αντλίες θερμότητας αφαιρούν θερμότητα από το έδαφος, την οποία την τοποθετούν στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου (εικόνα 2.7). Ενώ το καλοκαίρι η διαδικασία αυτή αντιστρέφεται έτσι ώστε η αντλία θερμότητας να παρέχει κλιματισμό στο κτίριο (εικόνα 2.7). Η εφαρμογή αυτή μπορεί να λάβει χώρα σε οποιοδήποτε κτίριο αξιοποιώντας το ενεργειακό δυναμικό του εδάφους σε βάθος λιγότερο από 100 μέτρα.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας συνδυάζονται με συστήματα θέρμανσης- κλιματισμού του κτιρίου χαμηλής θερμοκρασίας. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να καταναλώνουν 40-60% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα κλιματιστικά τελευταίας τεχνολογίας. Παράλληλα μπορούν να παρέχουν ζεστό νερό χρήσης ανά πάσα στιγμή καθώς η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σταθερή σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες.



**Εικόνα 2.7:** Διάταξη αντλίας θερμότητας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Η αγορά των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας παρουσιάζει ιδιαίτερη ανάπτυξη στην Ελλάδα με ρυθμό μεγαλύτερο από 50 % ετησίως. Σήμερα περισσότερα από 120 κτίρια (κατοικίες, γραφεία, ξενοδοχεία κ.λ.π.) θερμαίνονται ή κλιματίζονται με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Το κόστος δε μιας εγκατάστασης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας είναι αρκετά μικρό σε σχέση με τα πλεονεκτήματα που αποφέρει και ανέρχεται σε 600 -1100 ευρώ/KW(th).

## **2.9 Αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα**

Παρά το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, η χρήση γεωθερμικών πηγών για σκοπούς ηλεκτροπαραγωγής είναι αμελητέα στην Ελλάδα. Οι ελάχιστες εφαρμογές της γεωθερμίας περιορίζονται στη χρήση ζεστού νερού. Η χρήση ζεστού νερού μέχρι 90 °C γίνεται κυρίως σε αγροτικές εφαρμογές (θερμοκήπια, υδατοκαλλιέργειες, ξηραντήρια κ.λ.π.) ή για λουτροθεραπευτικό τουρισμό.

Στην Ελλάδα, γεωθερμία κατάλληλη για ηλεκτροπαραγωγή βρίσκεται σε προσιτά βάθη στα νησιά του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου: Μήλο -Κίμωλο, Σαντορίνη, Νίσυρο, αλλά και Λέσβο, Χίο, Σαμοθράκη, Αλεξανδρούπολη και αλλού. Τα νησιά Μήλος-Κίμωλος, Σαντορίνη και Νίσυρος αντιστοιχούν σε



περιοχές γεωλογικά πρόσφατης ηφαιστειακής δράσης και περιλαμβάνουν γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες 120 - 350 °C και συνολικό γεωθερμικό δυναμικό τουλάχιστον 300 MW(e), το οποίο όμως μέχρι σήμερα παραμένει παντελώς ανεκμετάλλευτο. Στις υπόλοιπες περιοχές υπάρχουν γεωθερμικά πεδία χαμηλής - μέσης ενθαλπίας με θερμοκρασίες 90-120 °C και δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής της τάξεως των 20-30 MW(e).

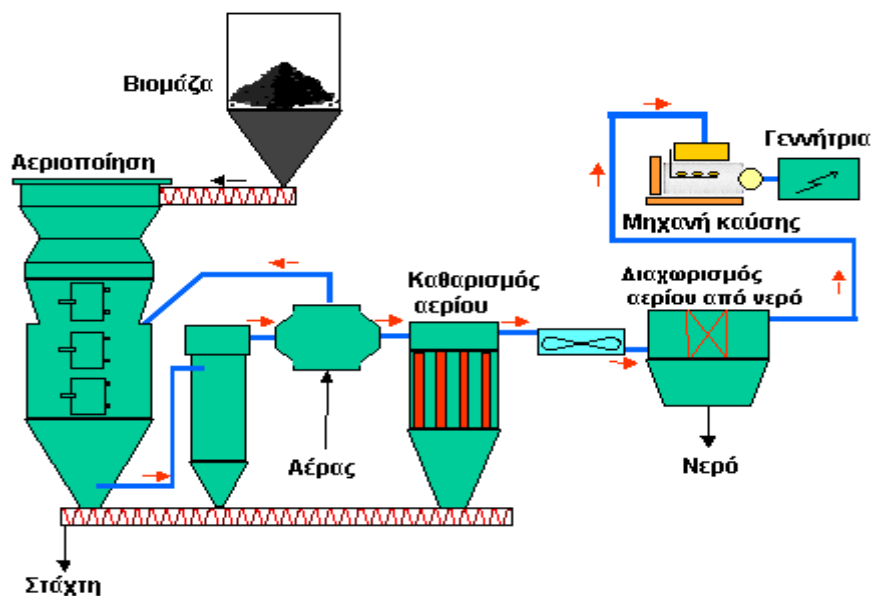
Ενώ, η γεωθερμία είναι κατάλληλη για θέρμανση, στις αγροτικές εφαρμογές υπάρχει σε μικρά βάθη σε πολλές περιοχές στις πεδιάδες της Μακεδονίας και της Θράκης, αλλά και στη γειτονιά κάθε μιας από τις 56 θερμές πηγές της χώρας μας. Εκεί βρίσκονται γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες 25 – 100 °C. Τέτοια είναι: Θερμά Σαμοθράκης, Πολυχνίτος-Άργενος Λέσβου, Νένητα Χίου, Αριστινό Αλεξανδρούπολης, Αιδηψός και Σουσακι Κορινθίας (80 – 100 °C), Νέο Εράσμιο, Νέα Κεσσάνη Ξάνθης, Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο και Ηράκλεια Σερρών, Λαγκαδάς, Νέα Απολλωνία, Θέρμη Θεσσαλονίκης, Νέα Τρίγλια Χαλκιδικής (30 – 60 °C) και πολλά άλλα. Οι αντίστοιχες γεωθερμικές εφαρμογές έχουν συνολική θερμική ισχύ μόλις 70 MW(th) και περιλαμβάνουν κυρίως θερμά και ιαματικά λουτρά (45 %) όπως επίσης θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών (55 %).

## **2.10 Ενέργεια από Βιομάζα**

Ως βιομάζα νοείται η ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Αυτή η οργανική ύλη περιλαμβάνει το ξύλο, τα υπολείμματα από αγροτικές και δασικές δραστηριότητες, τα υπολείμματα από τις αγροτικές βιομηχανίες, τα προϊόντα ενεργειακών καλλιεργειών, καθώς και κάθε άλλο υλικό που διαθέτει οργανικό φορτίο, όπως είναι τα υπολείμματα κτηνοτροφικών ομάδων και ιλύς από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού.

Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (εικόνα 2.8). Ανάλογα με την εκάστοτε διαθέσιμη πρώτη ύλη επιλέγεται και η κατάλληλη διεργασία για τη βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: τις θερμοχημικές και τις βιοχημικές. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την καύση, την αεριοποίηση

και την πυρόλυση. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την αναερόβια χώνευση και την αλκοολική ζύμωση.



**Εικόνα 2.8:** Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα.

Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατόν να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων. Η χρήση της ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Σ' αυτήν εξάλλου συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα κάλυπταν το 97 % των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας.

## 2.11 Εφαρμογές βιομάζας στην Ελλάδα

Η βιομάζα στην χώρα μας έχει μια πληθώρα εφαρμογών που αφορούν: (α) την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης – ψύξης ή και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες, (β) την τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών (γ) την θέρμανση θερμοκηπίων και (δ) την παραγωγή υγρών καυσίμων με διάφορες διαδικασίες (θερμοχημικές, βιοχημικές). Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, πυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.α. (πίνακας 2.3)

**Πίνακας 2.3:** Κατηγορίες βιομάζας

Είδος βιομάζας	Κατανάλωση (τόνοι)	Θερμότητα (TJ)	Εξοικονόμηση CO <sub>2</sub> (τόνοι)
Καυσόξυλα	2.036.000	29.393	2.177.042
Πυρηνόξυλο	400.000	6.698	496.099
Υπολείμματα βιομηχανιών ξύλου	113.154	1.563	155.766
Υπολείμματα εκκοκκισμού	29.050	413	30.590
Πυρήνες	610	11	815
Άχυρο	100	2	148
Σύνολο	2.580.094	38.098	2.821.792

Όμως το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας στην χώρα μας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο. Από πρόσφατη απογραφή έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβοσίτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κληματίδων, πυρηνόξυλου) και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.α.).

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας το ποσοστό εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί δηλαδή η εκμετάλλευση του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.

Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατόν να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Σε κάποιες περιοχές της Ελλάδας όπου υπάρχουν μονοκαλλιέργειες (π.χ. βαμβακιού) εμφανίζεται το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων. Εξαιτίας της εξειδίκευσης αυτής της περιοχής στην παραγωγή ενός μόνο προϊόντος αυξάνεται το γεωργικό πλεόνασμα με αποτέλεσμα να μειώνεται η τιμή του γεωργικού προϊόντος που βρίσκεται σε αφθονία και να υποβαθμίζεται το περιβάλλον λόγω της εκτεταμένης χρήσης χημικών και φυτοφαρμάκων και της συνεχούς άρδευσης.

Όμως η αντικατάσταση ενός μέρους της καλλιεργήσιμης γης με ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή βιομάζας μπορεί να λύσει το οικονομικό πρόβλημα λόγω των πλεονασμάτων και να παρέχει δυνατότητες για την αύξηση της χρήσης της βιομάζας στην χώρα μας. Η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό κατάλληλο για ενεργειακή αξιοποίηση το οποίο προσαρμόζεται θαυμάσια στις ελληνικές συνθήκες, αναπτύσσεται μονάχα με το νερό των βροχοπτώσεων συνεπώς δεν απαιτείται άρδευση άλλα ούτε και φυτοφάρμακα οπότε βελτιώνεται η παραγωγική δυναμικότητα του εδάφους της περιοχής.

Παρακάτω συνοψίζονται οι εγκαταστάσεις που λειτουργούν για την παροχή ενέργειας από βιομάζα

**α)Κάλυψη των αναγκών θέρμανσης – ψύξης ή και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες:** Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον. Με την συμπαραγωγή όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς. Συμπαραγωγή από βιομάζα εφαρμόζεται και στην Ελλάδα και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αστικό - περιφερειακό επίπεδο. Ένα παράδειγμα βιομηχανίας όπου με την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής υποκαταστάθηκαν πολύ επιτυχώς, συμβατικά καύσιμα από βιομάζα είναι ένα εκκοκκιστήριο στην περιοχή της Βοιωτίας. Σ' αυτό κάθε χρόνο χρησιμοποιούνται 4.000 - 5.000 τόνοι υπολειμμάτων βαμβακιού για την παραγωγή θερμότητας από βιομάζα.

**β)Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών:** Η εξασφάλιση ζεστού νερού για την θέρμανση χώρων και για την απευθείας χρήση σε μια πόλη ή χωρίο μπορεί να γίνει και από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας που λειτουργεί με βιομάζα. Στην Ελλάδα έχει ήδη εγκατασταθεί η πρώτη μονάδα τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Η μονάδα αυτή που βρίσκεται στην κοινότητα Νυμφασίας του νομού Αρκαδίας καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοίκων και 600 τετραγωνικών μέτρων κοινοτικών χωριών.

Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούνται τρίμματα ξύλου τα οποία προέρχονται από τεμαχισμό σε ειδικό μηχάνημα υπολειμμάτων υλοτομίας από γειτονικό δάσος ελάτων. Το έργο αυτό αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της χώρας

δεδομένου ότι εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων και αξιοποιεί τους τοπικούς ενεργειακούς πόρους.

γ)Θέρμανση θερμοκηπίων: Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μια ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ένα παράδειγμα αυτού του είδους χρήσης της βιομάζας αποτελεί μια θερμοκηπιακή μονάδα έκτασης 2 στεμμάτων, στο Νομό Σερρών, στην οποία καλλιεργούνται οπωροκηπευτικά. Σε αυτή τη μονάδα έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο άχυρο σιτηρών. Η ετήσια εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται φθάνει τους 40 τόνους πετρελαίου.

δ)Παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική ή θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας: Ένα παράδειγμα υγρού καυσίμου που μπορεί να παραχθεί στην χώρα μας είναι το βιοαέριο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό το αέριο είναι ποιοτικότερο από τα συμβατικά καύσιμα και έχει μικρότερες εκπομπές επικίνδυνων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Το βιοαέριο παράγεται στην Ελλάδα στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Σήμερα λειτουργούν 4 μονάδες βιοαερίου που μετατρέπουν το αέριο που προκύπτει από τη ζύμωση των σκουπιδιών στις χωματερές σε ηλεκτρική ενέργεια.

Παράλληλα η Θεσσαλονίκη συμβάλλει και αυτή σε μεγάλο βαθμό στη μαζική βιομηχανική παραγωγή βιοκαυσίμων του μέλλοντος, φιλοξενώντας ένα επαρκώς εξοπλισμένο κέντρο έρευνας για την ανάπτυξη και τις προοπτικές των βιοδιυλιστηρίων στη χώρα μας. Στο Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) στη Θέρμη στεγάζεται το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων και Υδρογονανθράκων (ΕΠΚΥ) του Ινστιτούτου Τεχνικής Χημικών Διεργασιών. Το ΕΚΕΤΑ ασχολείται εκτός από τη μελέτη διεργασιών παραγωγής βιοκαυσίμων από βιομάζα και με την εναλλακτική παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

### **ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ**

#### **3.1 Τα οφέλη υπέρ της τοπικής κοινωνίας**

Τα οφέλη που προκύπτουν από την λειτουργία μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν αφορούν μόνο το κοινωνικοοικονομικό γίνεσθαι σε επίπεδο χώρας αλλά και σε επίπεδο τοπικής κοινωνίας. Η ίδρυση και λειτουργία έργων Α.Π.Ε. εμπορικής κλίμακας δημιουργεί ισχυρούς πόλους τοπικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής αναβάθμισης και προσφέρει πολλαπλά, μετρήσιμα και ουσιαστικά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες, στις περιοχές των οποίων εγκαθίστανται τα έργα αυτά. Πιο συγκεκριμένα, και με βάση τα καταγεγραμμένα απολογιστικά στοιχεία των εν λειτουργία έργων Α.Π.Ε. στην Ελλάδα, τα έργα αυτά συμβάλλουν σημαντικά στην **τοπική απασχόληση**. Έτσι π.χ. για ένα τυπικό αιολικό πάρκο των 10 MW απαιτούνται:

1) 120 ανθρωπομήνες απασχόλησης στη φάση της κατασκευής του. Το 30 - 40 % αυτής της απασχόλησης προέρχεται από το ντόπιο εργατικό δυναμικό.

2) 3-5 μόνιμοι εργαζόμενοι στη φάση λειτουργίας του, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι ντόπιοι.

Αλλά και τα αντίστοιχα απολογιστικά στοιχεία απασχόλησης στην κατασκευή και λειτουργία μικρών υδροηλεκτρικών έργων στη χώρα μας, είναι και αυτά σημαντικά. Συγκεκριμένα, στη μεν φάση κατασκευής ενός τυπικού μικρού υδροηλεκτρικού ισχύος 5 MW, απασχολούνται περίπου 50 άτομα. Στη δε φάση λειτουργίας/συντήρησής του απασχολούνται μόνιμα περίπου 6-10 άτομα. Η συμβολή των έργων Α.Π.Ε. στην απασχόληση, τόσο την τοπική όσο και αυτήν σε εθνικό επίπεδο, γίνεται πραγματικά εντυπωσιακή εάν συμπεριληφθούν οι προοπτικές εγχώριας κατασκευής-συναρμολόγησης μεγάλων τμημάτων του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού των έργων αυτών, όπως είναι οι πυλώνες των ανεμογεννητριών, οι μετασχηματιστές, κ.α.

Οι προοπτικές αυτές, οι οποίες έχουν ήδη αρχίσει να υλοποιούνται στην Ελλάδα (εργοστάσιο ΡΟΚΑΣ στην Τρίπολη, εργοστάσιο ΒΙΟΜΕΚ στο

Αλιβέρι), μπορούν να εκτοξεύσουν τη σχετιζόμενη με τις Α.Π.Ε. απασχόληση, ιδιαίτερα την τοπική, στα ύψη: σύμφωνα με τα έγκυρα και απόλυτα τεκμηριωμένα απολογιστικά στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής ("Wind Energy: The Facts", 1999), κάθε 10 MW αιολικής ενέργειας που εγκαθίστανται δημιουργούν σήμερα 150-190 νέες θέσεις εργασίας, κυρίως στη βιομηχανική παραγωγή του απαιτούμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Η λειτουργία έργων Α.Π.Ε. προσφέρει ένα μόνιμο και σημαντικό ετήσιο έσοδο στους τοπικούς Δήμους (2 % επί του τζίρου τους), αλλά και στην τοπική οικονομία γενικότερα. Έτσι π.χ., ένα τυπικό αιολικό πάρκο των 10 MW:

- Έχει κόστος κατασκευής 11 εκατ. ευρώ περίπου (3,7 δισ. δρχ.), από τα οποία το 1,8 εκατ. ευρώ (600 εκατ. δρχ.) δαπανάται τοπικά, σε εργολαβίες, προμήθειες, μισθούς στη φάση κατασκευής, κ.λ.π.
- Έχει τζίρο, από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει, περίπου 2 εκατ. ευρώ (680 εκατ. δρχ.) το χρόνο, από τα οποία τα 40.000 ευρώ (14 εκατ. δρχ.) το χρόνο (το 2 %) εισφέρονται δια νόμου ως έσοδο στους τοπικούς Δήμους, για όλη τη διάρκεια ζωής του αιολικού πάρκου, δηλ. για τουλάχιστον 20 χρόνια (περίπου διπλάσιο είναι το σχετικό έσοδο των Δήμων από τη λειτουργία στην περιοχή τους ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου ισχύος 10 MW).
- Απαιτεί, για τις ανάγκες λειτουργίας του, 35.000 - 50.000 ευρώ (12-17 εκατ. δρχ.) το χρόνο σε τοπικές δαπάνες (μισθούς τοπικού μόνιμου προσωπικού, τοπικές εργολαβίες συντήρησης και επισκευών, κ.α.).

Η κατασκευή έργων Α.Π.Ε. σε μία περιοχή συνοδεύεται από την παράλληλη υλοποίηση σειράς αντισταθμιστικών οφελών, πέραν των άμεσων και μετρήσιμων οικονομικών εισροών και των δημιουργούμενων θέσεων απασχόλησης. Έτσι :

- Κατασκευάζονται ή και βελτιώνονται, χωρίς κόστος για τους δημότες, σημαντικά έργα υποδομής στην ευρύτερη περιοχή (οδικό δίκτυο, τηλεπικοινωνίες, ηλεκτρικό δίκτυο).
- Κατασκευάζονται, ως αντισταθμιστικά οφέλη (χωρίς κόστος) για τους τοπικούς Δήμους, διάφορα κοινωφελή έργα όπως κοινοτικοί δρόμοι, σχολεία, παιδικοί σταθμοί κ.α., ενώ προσφέρονται από τους επενδυτές και ανάλογες χορηγίες.

- Προωθούνται νέες, εναλλακτικές και ιδιαίτερα κερδοφόρες μορφές τουρισμού στην περιοχή, όπως π.χ. ο οικοτουρισμός (επισκέψεις σε εγκαταστάσεις οικολογικών μορφών ενέργειας, όπως είναι τα αιολικά πάρκα).

Συντελούν αποφασιστικά στην προστασία του περιβάλλοντος μιας περιοχής, αφού περιορίζουν σε σημαντικό βαθμό τις εκπομπές επιβλαβών για την υγεία ρυπαντικών ουσιών, που προκαλούνται από την καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακα, πετρελαίου, αερίου). Έτσι, η κατασκευή και λειτουργία ενός αιολικού πάρκου 10 MW στη χώρα μας, έχει ως αποτέλεσμα την αποτροπή έκλυσης στην ατμόσφαιρα περίπου 465 τόνων το χρόνο διοξειδίου του θείου, 36 τόνων το χρόνο οξειδίων του αζώτου, 24 τόνων το χρόνο αιωρούμενων σωματιδίων και 25.500 τόνων το χρόνο διοξειδίου του άνθρακα (αερίου που είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου).

Έγκυρες μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έδειξαν ότι μία σημαντική υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και κυρίως με αιολικά πάρκα που βρίσκονται ήδη στο στάδιο σχεδιασμού ή υλοποίησης, θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και επομένως να περιορίσει αντίστοιχα και τις δυσμενείς επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

### **3.2 Παράδειγμα εφαρμογών: Σητεία Κρήτης**

Η Σητεία της Κρήτης έχει καταστεί το πρώτο επίκεντρο ανάπτυξης των αιολικών πάρκων στην Ελλάδα και ολόκληρη την Ανατολική Μεσόγειο. Από το 1988 η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανήκει στις προτεραιότητες του δήμου της Σητείας με πολλαπλά και σημαντικά οφέλη για την εθνική, περιφερειακή και την τοπική ανάπτυξη. Το 1989 εγκαταστάθηκε στην Ζήρο της Σητείας η πρώτη μεγάλη Ανεμογεννήτρια στην Ελλάδα με εγκατεστημένη ισχύ 500 MW και λειτούργησε με εξαιρετικά αποτελέσματα.

Η ανεμογεννήτρια αυτή μαζί με τις 2 όμοιες ανεμογεννήτριες της ΔΕΗ που έγιναν αμέσως μετά ενθάρρυναν την ανάπτυξη μιας πληθώρας έργων που ακολούθησαν και αφορούσαν εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Μέσο αυτών των πρώτων επενδύσεων αποκτήθηκε πολύτιμη εμπειρία που βοήθησε στην καλύτερη επίλυση των τεχνικών προβλημάτων και επιπλέον δοκιμάστηκαν



στην πράξη οι τοπικές συνθήκες παραγωγής ηλεκτρισμού από τον άνεμο σε εμπορική βάση. Τα οφέλη του τόπου από τα έργα αυτά είναι πολύ μεγάλα:

- 1) Δημιουργήθηκαν 20 μόνιμες νέες θέσεις εργασίας και 200 προσωρινές κατά την κατασκευή των έργων.
- 2) Δημιουργήθηκαν πολλά νέα εισοδήματα στον τόπο σε ιδιοκτήτες γης, μηχανικούς, εργολάβους, τεχνίτες, εργάτες, συμβολαιογράφους, δικηγόρους, ξενοδόχους, εστιατορές, εμπόρους κ.α.
- 3) Επιτεύχθηκε σοβαρή βελτίωση του ενεργειακού ισοζυγίου της Κρήτης και τώρα αποφεύγονται οι διακοπές ρεύματος που είχαν ολέθριες συνέπειες στον τουρισμό και την οικονομία.
- 4) Επήλθε τεχνολογικός εκσυγχρονισμός και αναβάθμιση της περιοχής, αφού εδώ εκπαιδεύτηκαν κοντά στους Έλληνες και ξένους μηχανικούς πολλοί ντόπιοι μηχανικοί και τεχνίτες.
- 5) Υπήρξε επίσης ανάπτυξη της τοπικής επιχειρηματικότητας και οικονομικής ζωής.
- 6) Δημιουργήθηκαν σοβαρά έσοδα στους Δήμους της περιοχής (ύψους άνω των 100.000.000 δρχ. ετησίως) αφού το 2 % των ακαθάριστων εσόδων των εταιριών Αιολικών Πάρκων αποδίδεται σ' αυτούς.

### **3.3 Απαραίτητη λύση για τα Ελληνικά νησιά**

Είναι γνωστό ότι τα Ελληνικά νησιά αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα και ελλείψεις όσο αφορά την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτά. Η χρήση όμως των Α.Π.Ε. για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα Ελληνικά νησιά εξασφαλίζει άφθονη και φθηνή ενέργεια για τους κάτοικους, και απαραίτητη εισροή για την οικονομική και κοινωνική ευημερία. Παράλληλα το κόστος λειτουργίας των τοπικών δικτύων της ΔΕΗ θα μειωθεί σημαντικά, ενώ η ίδια η ΔΕΗ θα απαλλαγεί σε σημαντικό βαθμό από την ευθύνη της αποκλειστικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και των νέων επενδύσεων για την ίδρυση θερμικής βάσης σταθμών παραγωγής. Επιπλέον, η μείωση στις εισαγωγές πετρελαίου αλλά και η ενίσχυση των τοπικών οικονομιών των νησιών με επαναδραστηριοποίηση των εγκαταλελειμμένων παραγωγικών τους δραστηριοτήτων θα ενισχύσει τη θέση της χώρας μας και θα αποδώσει άμεσα εθνικά οφέλη.

Ωστόσο πριν την εγκατάσταση τους πρέπει να γίνει η απαραίτητη μελέτη ώστε να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες πηγές ενέργειας που δεν θα προκαλέσουν προβλήματα και αλλοιώσεις στο τοπίο. Για παράδειγμα σε πολύ μικρά νησιά δεν είναι δυνατόν να εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες τεραστίων διαστάσεων γιατί σ' αυτήν την περίπτωση οι αντιδράσεις των κατοίκων θα είναι δικαιολογημένες. Άλλωστε αυτό είναι και το πιο ουσιαστικό πλεονέκτημα της ανανεώσιμης τεχνολογίας ότι δηλαδή διαθέτει πολλές μορφές και σε κάθε περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη.

### **3.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.**

Με βάση τα προαναφερθέντα, κύρια πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. έναντι των συμβατικών πηγών είναι ότι ανανεώνονται από τη φύση και δεν προκαλούν μόλυνση της ατμόσφαιρας. Όμως ο ρυθμός με τον οποίο παρέχεται η ενέργεια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι ελεγχόμενος, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να παρέχεται όταν το απαιτούν οι ανθρώπινες ανάγκες. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι η ηλεκτρική ενέργεια δύσκολα αποθηκεύεται σε μεγάλες ποσότητες, θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα εισόδου στην αγορά των ανανεώσιμων. Αντίθετα οι συμβατικές μέθοδοι παραγωγής υπερέχουν στο ζήτημα της ελεγχιμότητας αλλά και του χαμηλότερου κόστους διαθέτοντας με αυτόν τρόπο μεγαλύτερη ευελιξία εισόδου στην αγορά.

Ωστόσο παγκοσμίως, πολλές κυβερνήσεις έχουν την τάση να αξιολογούν καλύτερα τα οφέλη των Α.Π.Ε. καθώς αποδεικνύεται ότι μπορούν να σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την οικονομική ευημερία, παρόλο που οι απολαβές των οφελών δεν είναι άμεσες αλλά μελλοντικές και μακροχρόνιες. Έτσι ολοένα και περισσότερο εφαρμόζονται πολιτικές που υποστηρίζουν την αύξηση του μεριδίου των εναλλακτικών πηγών ενέργειας στην κάλυψη της ζήτησης με διάφορους τρόπους, οι οποίοι αποσκοπούν κυρίως στη μείωση του κόστους και την επίτευξη αυξημένου ελέγχου.

Το μειονέκτημα του κόστους περιορίζεται τις περισσότερες φορές με κάποια μορφή κρατικής επιχορήγησης, όπως για παράδειγμα η πίεση που ασκείται στις ηλεκτρικές εταιρείες να αγοράζουν από Α.Π.Ε. σε μία εγγυημένη τιμή που δε βασίζεται στην πραγματική τιμή της ενέργειας, αλλά η οποία υπολογίζεται έτσι ώστε η παραγωγική διαδικασία του σταθμού ανανεώσιμης

πηγής ενέργειας να είναι κερδοφόρα. Διακανονισμοί σαν αυτόν θα οδηγήσουν σε μία γενική αύξηση της τιμής του ηλεκτρισμού, σαν αποτέλεσμα του οποίου όλοι οι καταναλωτές θα πληρώνουν το πρόσθετο κόστος του ηλεκτρισμού που παράγεται από Α.Π.Ε., εκτός εάν οι ηλεκτρικές εταιρείες είναι σε θέση να πουλήσουν αυτήν την ενέργεια σαν πράσινη ενέργεια σε μια έξτρα τιμή.

Άλλο παράδειγμα είναι οι επιχορηγήσεις που δίνονται στους παραγωγούς, οι οποίες διαμοιράζουν την επιβάρυνση που σχετίζεται με τις Α.Π.Ε. σε όλους τους φορολογούμενους. Μια ακόμη προσέγγιση του προβλήματος αυτού είναι μέσω της αυξημένης φορολογίας των συμβατικών μεθόδων παραγωγής ηλεκτρισμού, αυξάνοντας έτσι το κόστος παραγωγής τους, και άρα κάνοντας πιο εύκολο το πεδίο ανταγωνισμού για τις Α.Π.Ε. Ειδικότερα για την Ευρώπη τα μέτρα στήριξης που έχουν χρησιμοποιηθεί από τα κράτη - μέλη περιλαμβάνουν επιδότηση των επενδύσεων ή φοροαπαλλαγές, αλλά η κύρια ενίσχυση προέρχεται από την άμεση στήριξη της τιμής της ενέργειας που καταβάλλεται στους παραγωγούς Α.Π.Ε. Τα μέτρα στήριξης των τιμών που εφαρμόζονται μπορούν να διακριθούν σε δυο κατηγορίες.

**A) Τα συστήματα σταθερών τιμών** που εφαρμόζονται ιδίως στην Γερμανία και στην Ισπανία αλλά και στην Ελλάδα, τα οποία συνέβαλαν σημαντικά στη ραγδαία προώθηση των Α.Π.Ε.. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από τη συγκεκριμένη τιμή της ενέργειας που καταβάλλεται από τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στους παραγωγούς Α.Π.Ε.

**B) Τα συστήματα ποσοστώσεων**, τα οποία εφαρμόζονται ιδίως στην Αγγλία, στην Ιρλανδία και στις Κάτω χώρες, με μικρή συμβολή στην ανάπτυξη των Α.Π.Ε. και βασίζονται στον καθορισμό της τιμής της ενέργειας μέσω του ανταγωνισμού μεταξύ των παραγωγών Α.Π.Ε. για τη στήριξη που θα γίνει αφού προηγουμένως το κράτος αποφασίσει για το επιθυμητό ποσό ενέργειας από Α.Π.Ε. Υλοποιούνται με δυο κυρίως μηχανισμού

**α. Τα πράσινα πιστοποιητικά**, τα οποία είναι εμπορεύσιμα πιστοποιητικά που εγγυώνται ότι η αναγραφόμενη σε αυτά ηλεκτρική ενέργεια έχει παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές.

Τα πράσινα πιστοποιητικά εκδίδονται ξεχωριστά από κάθε χώρα μέλος της Ε.Ε, και ο συνολικός αριθμός τους αντιστοιχεί στην συνολική ηλεκτρική ενέργεια που έχει παραχθεί στην συγκεκριμένη χώρα από Α.Π.Ε.

Εκδίδονται και παραχωρούνται δωρεάν στους παραγωγούς ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας, με αναλογία ένα πιστοποιητικό για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που έχει αποδεδειγμένα παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι παραγωγοί Α.Π.Ε. μπορούν να διαθέτουν τα πιστοποιητικά τους προς πώληση στα συγκεκριμένα κράτη μέλη της Ε.Ε. στα οποία δραστηριοποιούνται, και μελλοντικά σε όλη την επικράτεια της Ε.Ε.

Ένα σημαντικό στοιχείο που τα κάνει ενδιαφέροντα για την μελλοντική αγορά των Α.Π.Ε. είναι ότι η ζήτηση για τα π.π ξεκινά με μια πολιτική απόφαση, όπως την επίτευξη εθνικού στόχου ή ποσοστού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και για συγκεκριμένους παίκτες που συμμετέχουν στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι υποψήφιοι παίκτες που θα είναι νομικά υπόλογοι για την επίτευξη του στόχου είναι οι καταναλωτές, οι συμβατικοί παραγωγοί, οι ιδιοκτήτες των συστημάτων μεταφοράς και διανομής, οι διαχειριστές του δικτύου και οι προμηθευτές. Ουσιαστικά, οι πιο πάνω ομάδες θα καλούνται να προσκομίζουν αποδείξεις ότι καταναλώνουν ή παράγουν ένα συγκεκριμένο ποσοστό ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας, ούτως ώστε να επιτευχθεί το τελικό ποσοστό του εθνικού στόχου.

**β. Τα διαγωνιστικά συστήματα** συμφώνα με τα οποία προκηρύσσονται από το κράτος διαγωνισμοί για την προμήθεια ενέργειας Α.Π.Ε., η οποία διοχετεύεται στην τοπική κατανάλωση στην τιμή του διαγωνισμού. Το επιπλέον κόστος της ενέργειας Α.Π.Ε. μεταφέρεται στους καταναλωτές μέσω ειδικού τέλους.

Το θέμα της επιλογής του κατάλληλου συστήματος στήριξης των Α.Π.Ε., έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή αύξηση της παραγωγής από Α.Π.Ε. στα πλαίσια μιας ανταγωνιστικής απελευθερωμένης αγοράς ενέργειας, χωρίς όμως σημαντική επιβάρυνση των καταναλωτών απασχολεί έντονα όλα τα κράτη μέλη. Η πολυπλοκότητα του θέματος αυξάνεται από το γεγονός ότι οι Α.Π.Ε. αποτελούν Διανεμημένη Παραγωγή σε πολλά επίπεδα του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας και με διαφορετική, η κάθε μορφή Α.Π.Ε., συμπεριφορά κάνει τον καθορισμό της συνεισφοράς τους καθώς και την εκτίμηση των επιβαρύνσεων που συνεπάγεται η σύνδεση τους στο δίκτυο δύσκολη.

Τέλος, βασικής σημασίας είναι και το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται σε κάθε χώρα η ανάπτυξη των Α.Π.Ε. Από τη μέχρι σήμερα πρακτική προκύπτει

ότι συστήματα που βασίζονται στον ανταγωνισμό προσφέρονται όταν οι Α.Π.Ε. έχουν ήδη αναπτυχθεί σε αρκετό βαθμό και όχι κατά το στάδιο ανάπτυξης τους. Αυτό δε διότι οι συνθήκες που δημιουργούνται στα πλαίσια του ανταγωνισμού μπορεί να αποτελέσουν εμπόδιο στην «απογείωση» τους.

Όσον αφορά το μειονέκτημα της μη ελεγκσιμότητας, αυτό αντιμετωπίζεται με την εξαίρεση αυτών των σταθμών παραγωγής από τη διαδικασία ελέγχου της ισορροπίας του συστήματος. Όλοι οι παραγωγοί που θέλουν να συνδεθούν στο δίκτυο πρέπει να πληρούν τα λεγόμενα «κριτήρια σύνδεσης» της εταιρείας που ελέγχει το δίκτυο. Αυτά περιλαμβάνουν απαιτήσεις σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ γεννήτριας και δικτύου. Για να εξασφαλίζεται η ισορροπία μεταξύ παραγωγής και ζήτησης, η οποία είναι απαραίτητη για την ισορροπία του συστήματος, μεταξύ άλλων στα παραπάνω κριτήρια περιλαμβάνεται και η δυνατότητα ελέγχου των γεννητριών. Παρ' όλα αυτά, κάποιες φορές οι Α.Π.Ε. εξαιρούνται από αυτόν τον περιορισμό που έχει να κάνει με τον έλεγχο της παραγόμενης ενέργειας.

Με αυτόν τον τρόπο, το μειονέκτημα της μη ελεγκσιμότητας ακυρώνεται, τουλάχιστον από την πλευρά του παραγωγού, ο οποίος δεν είναι υποχρεωμένος να λάβει πρόσθετα μέτρα για τον έλεγχο της παραγωγής προκειμένου να συνδεθεί στο δίκτυο, π.χ. μέσω συστήματος αποθήκευσης ή εφεδρικής γεννήτριας. Στην πραγματικότητα, το πρόβλημα μεταφέρεται στους διαχειριστές των ελεγχόμενων μονάδων, καθώς η τεχνική προαπαιτήτηση για ισορροπία μεταξύ ζήτησης και παραγωγής δεν επηρεάζεται από την αλλαγή των απαιτήσεων σύνδεσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Το τελευταίο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα έχει παρατηρηθεί μια δραματική αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια η κατανάλωση έχει τριπλασιασθεί, ενώ το πετρέλαιο αποτελεί την κύρια πηγή πρωτογενούς ενέργειας. Σημαντική συμβολή στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο έχει και η πυρηνική ενέργεια. Ωστόσο οι ανανεώσιμες έχουν την μικρότερη σχετικά με τις άλλες πηγές ενέργειας συμμετοχή, η οποία κυρίως στηρίζεται στην υδροηλεκτρική παραγωγή και στην αξιοποίηση της βιομάζας. Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια η μέση ετήσια παγκόσμια αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 4 % και 5 % το οποίο μεταφράζεται σε διπλασιασμό της κατανάλωσης ενέργειας κάθε δέκα ή δώδεκα χρόνια. Το γεγονός αυτό από μόνο του είναι αρκετά ανησυχητικό, ιδίως εάν συνδυασθεί με την αναμενόμενη εξάντληση των βεβαιωμένων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων (πίνακας 4.1).

**Πίνακας 4.1:** Τα αποθέματα καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας.

<b>Καύσιμο</b>	<b>Χρόνια</b>
Λιγνίτες	510
Γαιάνθρακες	130
Φυσικό αέριο	65
Πετρέλαιο	43

Στην Ελλάδα, το πρόβλημα της αυξανόμενης ζήτησης ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερο από τις λοιπές Ευρωπαϊκές χώρες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην έλλειψη συστηματικής εφαρμογής προγραμμάτων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Ενώ στη χώρα μας η κατά κεφαλήν καταναλισκόμενη ενέργεια είναι σαφώς μικρότερη από το μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ταυτόχρονα η ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα παραγόμενων προϊόντων είναι πολύ μεγαλύτερη των υπολοίπων

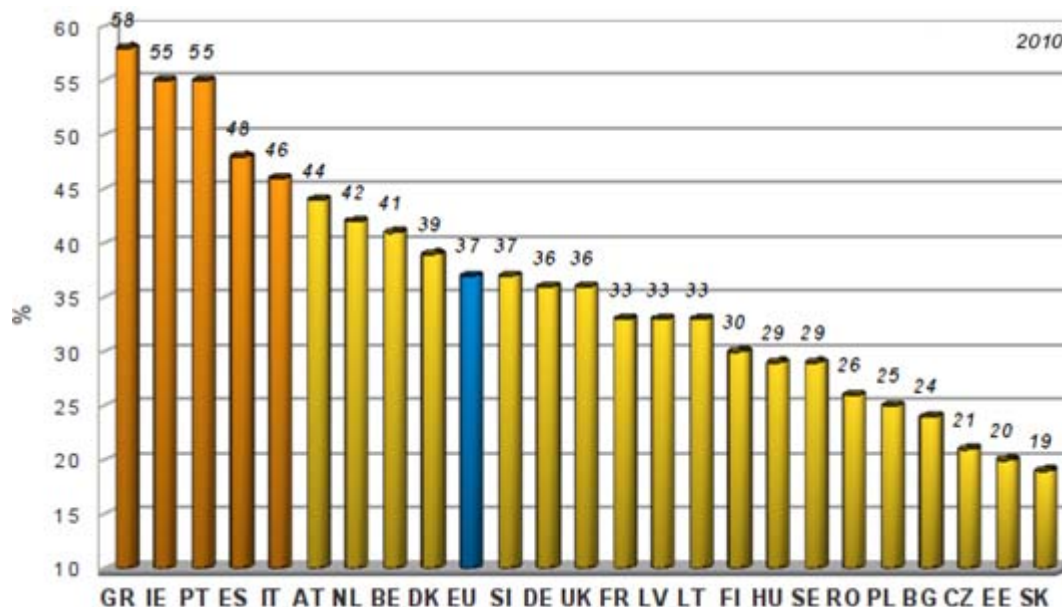
αναπτυγμένων χωρών. Για κάθε μονάδα αύξησης του Α.Ε.Π. η χώρα μας χρειάζεται σχεδόν διπλάσια κατανάλωση ενέργειας από τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, πράγμα που οφείλεται στην αντισοικονομική χρήση της ενέργειας (εικόνα 4.1). Η υστέρηση αυτή της Ελληνικής οικονομίας επιφέρει, μεταξύ άλλων, μείωση της ανταγωνιστικότητας των ελληνικών επιχειρήσεων και βεβαίως προσθετή επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Από το 1990 η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε με γρήγορους ρυθμούς. Ειδικά ο οικιακός τομέας ήταν το 2006 (σύμφωνα με στοιχεία του ΚΑΠΕ) ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατανάλωση αυξήθηκε στον τομέα αυτό κατά 94 % σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Είναι αξιοπερίεργο το γεγονός ότι ο οικιακός τομέας έχει ξεπεράσει σε ενεργειακή ζήτηση ακόμη και την βιομηχανία. Η σπατάλη αυτή προκύπτει εξαιτίας του ότι χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών ή για οικιακή χρήση ηλεκτρική ενέργεια υψηλής ποιότητας, τη στιγμή που ακόμη και χαμηλής ποιότητας θερμότητα (π.χ. θερμοκρασίες 40 –90 βαθμούς Κελσίου) καλύπτει πλήρως τις απαιτήσεις μας. Τέτοια χαμηλής ποιότητας θερμότητα θα μπορούσαν να παρέχουν τα ηλιακά συστήματα τοποθετημένα σε οικίες ή οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

Ένα επιπλέον πρόβλημα είναι ότι η Ελλάδα δεν φαίνεται ιδιαίτερα ευνοημένη σε αποθέματα συμβατικών καυσίμων και χαρακτηρίζεται από χαμηλό συντελεστή ενεργειακής αυτάρκειας. Τα αποθέματα λιγνίτη που υπάρχουν κυρίως στη Μακεδονία και στη Μεγαλόπολη παρόλη την εξαντλητική εκμετάλλευση δεν φαίνεται να καλύπτουν την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας λόγω της παντελούς εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων. Σύμφωνα με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης λιγνίτη τα εναπομείναντα αποθέματα φαίνεται να διαρκούν έως το 2035 στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, και έως το 2025 στην περιοχή της Μεγαλόπολης. Όσο για τα συνολικά διαθέσιμα αποθέματα λιγνίτη στην χώρα μας συνολικά μετά βίας επαρκούν για ακόμη 40 χρόνια.

Παρά τον πλούτο ενεργειακών πόρων στον τομέα των Α.Π.Ε., η εμμονή στη χρήση ορυκτών καυσίμων μεταφράζεται σε ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από εισαγόμενα καύσιμα σε ποσοστό 70 % των πόρων που καταναλώνουμε. Με βάση το σενάριο αναμενόμενης εξέλιξης της ΡΑΕ μάλιστα, η εξάρτηση αυτή αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα 25 χρόνια

αγγίζοντας το 76 %. Έτσι, η οικονομία και η γενική πολιτική της χώρας θα συνεχίσουν να εξαρτώνται από τις εισαγωγές πετρελαίου φυσικού αερίου και λιθάνθρακα.



**Εικόνα 4.1:** Εξάρτηση πετρελαίου της Ελλάδας από την ευρωπαϊκή ένωση.

Η προβλεπόμενη συνέχιση της κυριαρχίας των ορυκτών καυσίμων στο ενεργειακό σύστημα της χώρας θα συνεχίσει να συντηρεί τρία μείζονα διαρθρωτικά προβλήματα της εθνικής μας οικονομίας:

1) Την πολύ μεγάλη εξάρτηση ( $\geq 70\%$  της συνολικής ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας), πράγμα που προκαλεί τεράστια συναλλαγματική εκροή για αγορές πετρελαιοειδών (αργό, προϊόντα) αλλά και φυσικού αερίου.

2) Την δημιουργία λόγω της συνεχώς αυξανόμενης ενεργειακής εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές ιδιαίτερα δε από πολιτικά ασταθείς (πετρέλαιο) ή και ολιγοπωλιακούς (φυσικό αέριο) προμηθευτές, αυξημένων κινδύνων για την ασφάλεια και την εν γένει κοινωνικοοικονομική αποδοτικότητα του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας.

3) Την διαιώνιση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Σήμερα για κάθε MWh (=100KWh) ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην Ελλάδα στο ηπειρώτικο σύστημα, εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα 850 kg διοξειδίου του άνθρακα, 15,5 kg διοξείδιο του θείου, 1,2 kg οξειδίου του αζώτου και μικρότερες (αλλά πολύ σημαντικές συνολικά) ποσότητες άλλων αερίων



ρύπων όπως το μονοξείδιου του άνθρακα, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και τα αιωρούμενα σωματίδια.

Η κατάσταση είναι ακόμη χειρότερη στα μη διασυνδεδεμένα νησιά στα οποία η παραγωγή ηλεκτρισμού γίνεται με πετρελαϊκούς σταθμούς χαμηλής απόδοσης και υψηλών ρυπαντικών εκπομπών. Το περιβαλλοντικό κόστος που δημιουργείται αναμφισβήτητα επιβαρύνει την εθνική οικονομία.

Η διείσδυση μέσα στα επόμενα χρόνια του φυσικού αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, μερικώς μονό θα μειώσει την περιβαλλοντική επιβάρυνση από την καύση στερεών και υγρών καυσίμων, κυρίως όσον αφορά το διοξείδιο του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια. Και αυτό αφ' ενός λόγω της σχετικά περιορισμένης συμμετοχής του αερίου στην κάλυψη της συνολικής ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας (θα φτάσει το 20 % περίπου το έτος 2020) αφ' ετέρου λόγω του γεγονότος ότι και το φυσικό αέριο εκπέμπει κατά την καύση του σημαντικές ποσότητες αερίων ρύπων, ιδίως διοξειδίου του άνθρακα και οξειδίου του αζώτου (αλλά και μονοξειδίου του άνθρακα και αρωματικών υδρογονανθράκων).

Τα διαθρωπικά προβλήματα της οικονομίας δημιουργούν μια σειρά από προκλήσεις για την χώρα, η οποία καλείται να περιορίσει την εξάρτηση της από τα ορυκτά καύσιμα, να ενθαρρύνει ουσιαστικά την εισαγωγή των Α.Π.Ε., να προωθήσει τα βιοκαύσιμα, να ενισχύσει με κίνητρα ειδικές δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας με έμφαση στο κτιριακό περιβάλλον και να εφαρμόσει στην πράξη τις Κοινοτικές οδηγίες για την ενέργεια και το περιβάλλον. Ουσιαστικά η Ελλάδα αντί να είναι δέσμια μιας συγκεντρωτικής και μονοπωλιακής λογικής που στηρίζεται στην παραγωγή ενέργειας ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες τις περιόδους αιχμής, μπορεί να στραφεί σε μέτρα και πολιτικές για τη μείωση της ζήτησης αλλά και τη χρήση – αντί ορυκτών καυσίμων- προϊόντων υψηλών περιβαλλοντικών προδιαγραφών για την κάλυψη της ζήτησης. Να στραφεί δηλαδή κυρίως στην εξοικονόμηση ενέργειας και στις ανανεώσιμες πηγές.

#### **4.1 Η συνεισφορά της ανανεώσιμης ενέργειας στο σύνολο της κατανάλωσης**

Η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο είναι περιορισμένη σχετικά με άλλες ανεπτυγμένες χώρες. Αν και η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό, υψηλή ηλιοφάνεια, πολλά διαθέσιμα γεωθερμικά πεδία και σημαντικούς υδάτινους πόρους(εικόνα 4.2), κατέχει μια από τις τελευταίες θέσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο σε ό,τι αφορά την αξιοποίησή τους. Έτσι το ποσοστό συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας μας απέχει πολύ από τον ευρωπαϊκό στόχο.



**Εικόνα 4.2:** Συνεισφορά των διαφόρων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα.

Η συμβολή των Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας είναι σταθερή και κυμαίνεται σε ποσοστό της τάξης του 5,5 - 6,5 %. Ο λόγος είναι ότι η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Α.Π.Ε. οφείλεται κατά 70 % στη βιομάζα που καταναλώνεται στον οικιακό τομέα και στα μεγάλα υδροηλεκτρικά που παραμένουν σε σταθερά ποσοστά και που δεν επηρεάζονται από τα χρηματοδοτικά εργαλεία πολιτικής.

Η συνεισφορά των Α.Π.Ε. αν αφαιρέσει κανείς τη βιομάζα στον οικιακό τομέα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, παρουσιάζει μια σταθερά ανοδική πορεία λόγω των μέτρων οικονομικής υποστήριξης. Ωστόσο η πορεία αυτή εξελίσσεται με αργούς ρυθμούς σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη.

Η ανανεώσιμη ενέργεια, στην οποία οφείλεται αυτή η ανοδική τάση προέρχεται από τα αιολικά πάρκα, τα μικρά υδροηλεκτρικά, σε μικρό βαθμό από την βιομάζα (πίνακας 4.2). Ειδικότερα από το 1990 όπου η εγκατεστημένη ισχύς στα αιολικά ήταν μόλις 1 MW, σημειώθηκε ικανοποιητική

αύξηση, φθάνοντας στις αρχές του 2007 να λειτουργούν αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 745 MW. Τα μικρά υδροηλεκτρικά την ίδια περίοδο έφταναν σε ισχύ τα 108 MW από τα 43 MW της ΔΕΗ το 1997. Τέλος οι εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής μονάδων επεξεργασίας από βιοαέριο ΧΥΤΑ που λειτουργούν αυτή τη στιγμή φτάνουν σε ηλεκτρική ισχύ τα 14 MW.

**Πίνακας 4.2:** Εγκατεστημένες Α.Π.Ε ανά περιφέρεια.

Περιφέρεια	Αιολικά	Μικρά υδρο-ηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά	Βιομάζα	ΣΥΝΟΛΟ
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	162.2	1.00			163.2
Αττικής	2.6		0.2	20.70	23.5
Βορείου Αιγαίου	28.7				28.7
Δυτικής Ελλάδας	36.1	17.62			53.72
Κεντρικής Μακεδονίας	17.0	23.90	0.15	2.50	43.55
Ηπείρου		28.7			28.7
Ιονίων Νήσων	10.2				10.2
Θεσσαλίας		4.94		0.35	5.29
Κρήτης	104.5	0.60	0.80	0.17	106.07
Νοτίου Αιγαίου	20.1				20.1
Πελοποννήσου	36.0	2.00			38
Στερεάς Ελλάδας	204.3	22.0			226.3
Σύνολο	621.7	99.86	1.15	23.72	746.43

Παράλληλα η παραγωγή θερμικής ενέργειας από Α.Π.Ε. προέρχεται κυρίως από ενεργητικά ηλιακά συστήματα, θερμικές χρήσεις της βιομάζας και γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Η μεγάλη ανάπτυξη της βιομηχανίας ηλιακών συλλεκτών κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει οδηγήσει την Ελλάδα στην δεύτερη θέση σε εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η κύρια παραγωγή θερμότητας από βιομάζα προέρχεται είτε από την καύση βιομάζας στον οικιακό τομέα είτε από υπολείμματα βιομάζας σε βιομηχανικές μονάδες κατεργασίας ξύλου τροφίμων, βάμβακος κ.λ.π. όπου και χρησιμοποιείται για ίδιες ανάγκες. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι η ελληνική αγορά θερμότητας από Α.Π.Ε. είναι σε στάδιο εκκίνησης. Ένα προνομιακό πεδίο για τη θερμική διείσδυση των Α.Π.Ε. φαίνεται να είναι ο κτιριακός τομέας, σε συνδυασμό πάντοτε με την αναθεώρηση της εθνικής νομοθεσίας για τα κτίρια αυξημένης ενεργειακής αποδοτικότητας.

Ωστόσο όπως προαναφέρθηκε η διείδυση των Α.Π.Ε. στο ενεργειακό ισοζύγιο παραμένει η πιο χαμηλή σε σχέση με πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Το γεγονός αυτό αποτελεί ευθύνη της ελληνικής πολιτείας, η οποία συχνά δεν αφουγκράζεται την αναπτυσσόμενη αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο όταν σχεδιάζει τις πολιτικές για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. ή για τον εξορθολογισμό της χρήσης ενέργειας. Αντίθετα πολλές φορές δημιουργεί η ίδια ανυπέρβλητα εμπόδια στην ανάπτυξη αυτής της αγοράς.

Η ελληνική πολιτεία δεν στάθηκε όσο ευέλικτη θα έπρεπε προκειμένου να υιοθετήσει νέα εργαλεία για την προώθηση του ενός βιώσιμου και φιλικού προς το περιβάλλον ενεργειακού μοντέλου. Το θεσμικό πλαίσιο παραμένει ακόμη ανεπαρκές ή ασαφές, ενώ η χρηματοδότηση των Α.Π.Ε. σκοντάφτει στις αγκυλώσεις του παρελθόντος. Πολλές εμπλεκόμενες υπηρεσίες σκέφτονται ακόμη με όρους της τελευταίας τριακονταετίας, ενώ κάποιες καινοτόμες τεχνολογίες και εργαλεία αντιμετωπίζονται ως εξωτερικά ή και εχθρικά στο σημερινό status quo .

Τη στιγμή που το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας καταναλώνεται τελικά στον κτιριακό τομέα δεν υπάρχουν ακόμη επαρκή κίνητρα για εξοικονόμηση και χρήση Α.Π.Ε. στα κτίρια. Ταυτόχρονα οι διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες αντιμετωπίζονται σχεδόν πάντα με τα ίδια κριτήρια, ξεχνώντας ότι κάποιες απ' αυτές αφορούν μεγάλες ενεργειακές επενδύσεις (αιολικά) και κάποιες άλλες από τη φύση τους ευνοούν πιο αποκεντρωμένες και μικρές εφαρμογές (φωτοβολταϊκά, ηλιοθερμικά) .

#### **4.2 Το μέλλον της ενέργειας και της ανανεώσιμης τεχνολογίας στην Ελλάδα**

Στην προσπάθεια χάραξης μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής, αρκετοί φορείς έχουν εκπονήσει σενάρια για το προδιαγραφόμενο ενεργειακό μέλλον της χώρας. Τα κυριότερα από τα αποτελέσματα στηρίζονται στην βασική υπόθεση ότι η ενεργειακή πολιτική που ακολουθείται σήμερα θα συνεχίσει και στο μέλλον χωρίς σημαντικές μεταβολές και παρεκκλίσεις. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα οι προβλέψεις είναι δυσοίωνες και αφορούν άμεσα την ικανότητα των Α.Π.Ε. να διεισδύσουν στην μελλοντική ενεργειακή

αγορά. Τα κυριότερα συμπεράσματα που αφορούν την εικοσαετία που διανύουμε συνοψίζονται ως εξής:

- Η συνολική ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας θα αυξάνει συνεχώς μακροπρόθεσμα ως άμεσο αποτέλεσμα της αύξησης του ΑΕΠ και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού, με ένα μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης πάνω από 2 % στην εικοσαετία 2000-2020 .
- Ωστόσο αυτό δεν θα ευνοήσει όσο θα έπρεπε τις Α.Π.Ε. καθώς αναμένεται ότι το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα θα εξακολουθήσει να κυριαρχείται από τα ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) τα οποία θα συνεχίσουν να καλύπτουν περίπου το 95 % των συνολικών αναγκών της χώρας σε πρωτογενή ενέργεια.
- Λόγω της σημαντικής αύξησης των συνολικών αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια και της εξέλιξης της διάρθρωσης τους, η χώρα θα αντιμετωπίσει στο μέλλον συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες εισαγωγών ενέργειας. Ο βαθμός ενεργειακής εξάρτησης της χώρας μας από εισαγωγές θα κυμανθεί σταθερά πάνω από 70 % σε όλη τη διάρκεια της εικοσαετίας.
- Ο οικιακός και ο τριτογενής τομέας θα εξακολουθήσουν να παρουσιάζουν την ταχύτερα αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση ως αποτέλεσμα αφ' ενός του εντονότερου προσανατολισμού της οικονομίας προς τις υπηρεσίες, αφ' ετέρου της εν γένει βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού.
- Παρά την αυξημένη ζήτηση σε ενέργεια οι μελλοντικές επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές δεν αναμένεται να αυξηθούν εντυπωσιακά. Οι επενδύσεις της εικοσαετίας σε Α.Π.Ε. θα επικεντρωθούν κυρίως στην ανάπτυξη των αιολικών πάρκων.

Περίπου 1.500 - 1.200 MW αιολικών αναμένεται να εγκατασταθούν ως αποτέλεσμα του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας. Οι προβλέψεις αυτές οδηγούν σε απαισιόδοξα συμπεράσματα σχετικά με το κατά πόσο θα μπορέσει να τηρηθεί η Ευρωπαϊκή Οδηγία για 20,1 % συμμετοχή των Α.Π.Ε. στην ηλεκτροπαραγωγή έως το 2010. Συγκεκριμένα ο στόχος αυτός απαιτεί την εγκατάσταση 3.000 MW έργων Α.Π.Ε. μέχρι το 2010 (χωρίς τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) εκ των οποίων περίπου 2.500 MW αιολικών πάρκων. Ακόμη

και με τις πιο αισιόδοξες εκτιμήσεις η συμμετοχή των Α.Π.Ε. και των μεγάλων υδροηλεκτρικών στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας δεν προβλέπεται να ξεπεράσει το 11-13 % επίπεδο που υπολείπεται δραστικά του αντίστοιχου στόχου της Κοινοτικής Οδηγίας για την Ελλάδα δηλαδή του 20,1 % .

#### **4.3 Χρήσιμα Συμπεράσματα Και Λύσεις**

Οι τεχνολογίες που μπορούν να προσφέρουν λύσεις σε οικονομικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα αποτελούν το κυρίαρχο δομικό στοιχείο της μελλοντικής οικονομικής ανάπτυξης του κόσμου. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι απλά τεχνολογίες με θετικές προσδοκίες για το μέλλον, αλλά είναι το ίδιο το μέλλον της επιχειρηματικότητας. Τα οφέλη από την χρήση τους είναι πολλαπλά: Εκτός από τα σταθερά και μακροχρόνια κέρδη που προσφέρουν στους επενδυτές, μπορούν επιπλέον να παρέχουν και υψηλές ευκαιρίες για απασχόληση, όχι μόνο στις περιοχές όπου εγκαθίστανται ενισχύοντας την περιφερειακή ανάπτυξη, αλλά και στις βιομηχανίες και τα μεγάλα εργοστάσια όπου συναρμολογούνται και κατασκευάζονται, απασχολώντας χιλιάδες εργαζομένους.

Για αυτά ακριβώς τα ελκυστικά κίνητρα που προσφέρουν οι σύγχρονες τεχνολογίες Α.Π.Ε., η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επιδοθεί σε έναν αγώνα δρόμου προκειμένου να κερδίσει το στοίχημα του μέλλοντος αυξάνοντας το ποσοστό διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών κατά 20 %, στην τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2020. Δεν πρέπει να παραβλέψουμε πως μέσα από την επίτευξη αυτού του στόχου θα υπάρξει σημαντική μείωση στα αέρια του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια στα υψηλά κόστη που προκύπτουν από την περιβαλλοντική καταστροφή.

Όμως η Ελλάδα παραμένει ουραγός σε αυτόν τον αγώνα καθώς διάφορα εμπόδια παρακωλύουν την ταχεία ανάπτυξη των τεχνολογιών Α.Π.Ε. Εμπόδια που προέρχονται από διοικητικούς φορείς και γραφειοκρατικές διαδικασίες, χωρίς να έχει ληφθεί ακόμη δράση εκ μέρους των κυβερνήσεων, του ιδιωτικού τομέα και των μεμονωμένων καταναλωτών ενέργειας. Δυστυχώς εμμένει στην χρήση συμβατικών καυσίμων με διαρκώς υψηλά πρόστιμα για τις υπερβάσεις στις εκλύσεις αερίων του θερμοκηπίου.

Απαιτούνται λοιπόν κάποιες ριζικές ανατροπές σε θεσμικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο ώστε να προωθηθούν αυτές οι τεχνολογίες στην χώρα μας. Αναλυτικά λοιπόν:

**Σε θεσμικό επίπεδο:** Δημιουργώντας ένα οργανωμένο κέντρο συντονισμού της προσπάθειας όπου θα ασχολούνται αποκλειστικά με το ενεργειακό πρόβλημα και τις Α.Π.Ε. Έτσι, θα περιορίζονταν τα προβλήματα συνεννόησης των αρμόδιων φορέων στα θέματα που αφορούν την προώθηση της ανανεώσιμης τεχνολογίας. Ταυτόχρονα μια θεσμικά ισχυρή τοπική αυτοδιοίκηση, που στηρίζεται στην αρχή της διαρκούς κοινωνικής λογοδοσίας και έχει πλήρη ενημέρωση πάνω σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

**Το νομικό πλαίσιο:** που προσδιορίζει την εικόνα της αγοράς των ανανεώσιμων πηγών, είναι πλέον αναγκαίο να σταθεροποιηθεί χωρίς συνεχείς μεταβολές των νόμων και ασάφειες. Ενώ μπορεί να δώσει την ευκαιρία για μια πιο απελευθερωμένη αγορά, με καταναλωτές που θα μπορούν να επιλέγουν εναλλακτικά τη ΔΕΗ ή την επιχείρηση από την οποία επιθυμούν να αγοράσουν ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

**Σε οικονομικό επίπεδο:** μπορεί να δοθεί έμφαση σε φορολογικές ελαφρύνσεις που διευκολύνουν τις επενδύσεις στην πράσινη τεχνολογία. Επιπλέον, είναι απαραίτητη η στήριξη μέσα από χαμηλά επιτόκια δανεισμού και επιβολή αντικειμενικά υψηλών προστίμων σε εκείνες τις επιχειρήσεις που επιβαρύνουν με τις δραστηριότητες τους το περιβάλλον. Έτσι θα γίνεται περισσότερο αισθητή η υπεροχή της ανανεώσιμης τεχνολογίας σε οικονομικό επίπεδο με διαμόρφωση καθαρότερων κανόνων ανταγωνισμού.

**Σε κοινωνικό επίπεδο:** η γνώση του πολίτη για τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές από τις οποίες μπορεί να επωφεληθεί, ξεκινά από την διοχέτευση αυτής της γνώσης στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά κέντρα μέσω της αύξησης των απαραίτητων κονδυλίων για έρευνα και καινοτομία.

Χωρίς γνώση για τις τεχνολογίες του μέλλοντος που μπορούν να λύσουν τα σοβαρότερα προβλήματα της ανθρωπότητας και να εκτοξεύσουν τις επιχειρηματικές δραστηριότητες είναι σαν να συμβιβάζομαστε με το σκοτάδι.