



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – ΟΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ (ΜΒΑ – ΤΩΜ)**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ  
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ  
- ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**



**ΜΥΡΤΩ ΛΕΙΒΑΔΙΩΤΗ**

**Επιβλέπων : Καθηγ. Μιχάλης Σφακιανάκης**

**Αθήνα, Νοέμβριος 2012**

*Αφιερώνεται στους γονείς μου  
και στο σύζυγό μου*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Μιχάλη Σφακιανάκη, για την ανάθεση αυτού του θέματος, καθώς και για τη συνεργασία και τη βοήθειά του στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	iii
<b>Εισαγωγή</b>	6
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: ΑΠΕ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ</b>	7
1.1 Κλιματική Αλλαγή	7
1.1.1 Το Πρωτόκολλο του Κιότο	8
1.1.2 Ευρωπαϊκές Δεσμεύσεις	10
1.1.3 Το Παγκόσμιο Ενεργειακό Πρόβλημα	11
1.1.4 Νέα Εποχή στην ηλεκτρική Ενέργεια	13
1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	15
1.2.1 Μορφές ΑΠΕ	17
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	21
2.1 Γενικά Στοιχεία	21
2.2 Μετατροπή Αιολικής Ενέργειας	25
2.3 Αιολικό Δυναμικό	29
2.3.1 Αιολικό Δυναμικό στην Ευρωπαϊκή Ένωση	29
2.3.2 Αιολικό Δυναμικό στην Ελλάδα	34
2.3.3 Αδειοδοτική Διαδικασία	39
2.3.4 Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικού Ρεύματος	40
2.3.5 Άδεια Εγκατάστασης	43
2.3.6 Διαδικασία Περάτωσης Έργου	44
2.4 Επενδυτικά Κριτήρια	44
2.4.1 Κόστος	44
2.4.2 Τοποθεσία	49
2.4.3 Έσοδα	53
2.5 Συμπεράσματα	54
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	56
3.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα	56
3.1.1 Δομή, λειτουργία και απόδοση των Φωτοβολταϊκών Στοιχείων	56
3.1.2 Τεχνολογίες Φωτοβολταϊκών Στοιχείων	59
3.1.3 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	61
3.1.4 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	63
3.1.4.1 Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα	63
3.1.4.2 Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Συστήματα	64
3.1.5 Υπολογισμός πλήθους Φωτοβολταϊκών Πλαισίων	65
3.1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	67
3.1.7 Προϋποθέσεις κτιρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών	68
3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα	70
3.3 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	71

3.4 Αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα	72
3.5 Κόστος επένδυσης και όφελος αυτής	77
3.5.1 Λειτουργικά έξοδα και έσοδα	80
3.5.2 Νομικό Πλαίσιο	80
<b>4° Κεφάλαιο: ΑΠΕ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ</b>	82
4.1.1 Το οφέλη υπέρ της τοπικής κοινωνίας	82
4.1.2 Τα Αιολικά πάρκα της Σητείας	85
4.1.3 Η λύση για τα ελληνικά νησιά	86
4.2 Η αντιμετώπιση των μειονεκτημάτων των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	87
<b>5° Κεφάλαιο: Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΧΑΡΤΗ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ</b>	89
5.1 Ενεργειακή εικόνα	89
5.2 Η αύξηση της ανεργίας από τη χρήση συμβατικών καυσίμων στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας και της Μεγαλόπολης	93
5.3 Η συνεισφορά της ανανεώσιμης ενέργειας στο σύνολο της κατανάλωσης	94
5.4 Το μέλλον της ενέργειας και της ανανεώσιμης τεχνολογίας στην Ελλάδα	98
<b>6° Κεφάλαιο: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ</b>	100
6.1 Εξέλικη ενεργειακών μεγεθών	100
6.1.1 Αιολική ενέργεια	100
6.1.2 Φωτοβολταϊκή ενέργεια	103
6.1.3 Συνολική ενέργεια από ΑΠΕ	105
6.2 Στατιστική Ανάλυση – Προβλέψεις στη Συνολική Παραγόμενη Ενέργεια από ΑΠΕ	108
6.2.1 Στατιστική Ανάλυση	108
6.2.2 Προβλέψεις για τη Συνολικά Παραγόμενη Ενέργεια στον Ελλαδικό χώρο	108
Παράρτημα	114
Βιβλιογραφία	121

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχής αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, σε συνδυασμό με την εξάντληση των κοιτασμάτων των συμβατικών καυσίμων και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας, για τα οποία ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό τα συμβατικά καύσιμα, επιβάλλει την αναζήτηση άλλων πηγών ενέργειας, οι οποίες να είναι ανανεώσιμες και ανεξάντλητες.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται, αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις και η θαλάσσια κίνηση.

Τα οφέλη από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σημαντικά. Από περιβαλλοντική άποψη είναι όλες ενεργειακές πηγές με μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub> σε αντίθεση με τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναλυτική περιγραφή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με στόχο την ανάδειξή τους σε τεχνολογίες με υψηλές προοπτικές στην μελλοντική επιχειρηματική ζωή και με ιδιαίτερη συμβολή στην αντιμετώπιση των μεγάλων σύγχρονων κρίσεων που εντοπίζονται σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Επιπλέον, παρουσιάζεται η αξιοποίηση τους στην Ελλάδα και αναδεικνύεται η ανάγκη να διεισδύσουν περισσότερο αυτές οι τεχνολογίες στην χώρα μας. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται αποτελέσματα που προέκυψαν από στατιστική ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών στην Ελλάδα, καθώς και Πρόβλεψη σχετικά με την Συνολικά Παραγόμενη Ενέργεια από ΑΠΕ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

### ΑΠΕ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

#### 1.1 Κλιματική Αλλαγή

Κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) κυρίως από την καύση ορυκτών καύσιμων (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 επρχόμενες δεκαετίες. Το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται υπεύθυνο για το 50% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Σε λιγότερο από 2 αιώνες οι άνθρωποι αυξήσαμε κατά 25% την συνολική ποσότητα CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας. Κάθε χρόνο επιβαρύνουμε την ατμόσφαιρα με 6 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. 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 κατανεμημένες 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 πλημύρες, το el nino 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 λόμπυ 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 παρομοια 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, την Γερμανία, την Πολωνία και την Ισπανία.

Συμφώνα 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.

### **1.1.1 Το Πρωτόκολλο του Κιότο**

Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης των κλιματικών αλλαγών η διεθνής κοινότητα συμφώνησε στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου υπογράφοντας την σύμβαση πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή γνωστό ως το πρωτόκολλο του Κιότο. Η συμφωνία αυτή επικυρώθηκε πάνω από 100 χώρες στο Κιότο της Ιαπωνίας το 1997. Εκεί οι ανεπτυγμένες χώρες δεσμευτήκαν να μειώσουν συνολικά τις εκπομπές των 6 κύριων αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου και διάφορα βιομηχανικά φθοριούχα αέρια κατά 5,2% με βάση τις εκπομπές του 1990 ως



το 2012.

Το πρωτόκολλο είναι ένα θετικό βήμα αλλά ατελές, για την σωτηρία του πλανήτη και για την προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς αποτελεί την πρώτη συμφωνία που έθεσε συγκεκριμένο στόχο μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και αναγνώρισε την κοινή αλλά διαφοροποιημένη ευθύνη των διαφόρων χωρών. Ο κοινός στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 5,2%, αλλά η ευθύνη είναι διαφοροποιημένη με βάση τις ανάγκες ανάπτυξης τους και την ιστορική τους ευθύνη στη δημιουργία του φαινομένου. Έτσι ενώ ο Καναδάς έχει στοχεύσει σε μείωση 6% των εκπομπών του, η Γερμανία σε μείωση κατά 21%. Η Ελλάδα διεκδίκησε και 'πέτυχε' να της επιτραπεί η αύξηση κατά 25%.

Μαζί με το πρωτόκολλο του Κιότο γεννήθηκε μια σειρά πολύπλοκων εννοιών. Οι έννοιες αυτές ονομάζονται «ευέλικτοι μηχανισμοί» ή πιο απλά παραθυράκια για την αποφυγή της πραγματικής μείωσης των εκπομπών. Οι ευέλικτοι αυτοί μηχανισμοί δίνουν το δικαίωμα στις ανεπτυγμένες χώρες να πωλούν και να αγοράζουν πιστώσεις μεταξύ τους. Δηλαδή όταν μια χώρα έχει καταφέρει να μειώσει σε μεγαλύτερο ποσοστό τα αέρια του θερμοκηπίου από αυτό για το οποίο δεσμεύτηκε, έχει τη δυνατότητα να εμπορευτεί την επιπλέον αυτή ποσότητα με κάποια χώρα η οποία δεν κατάφερε να φτάσει στο στόχο της.

Όπως φαίνεται τα περιθώρια που προσφέρει το πρωτόκολλο του Κιότο στην ανάπτυξη της αγοράς του άνθρακα το καθιστά ανεπαρκές για την προστασία του παγκόσμιου κλίματος. Όμως οι περιβαλλοντικές οργανώσεις φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης, αλλά και ορισμένες κυβερνήσεις πιέζουν για νέους πιο φιλόδοξους αλλά αναγκαίους στόχους, για σοβαρότερη προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το μέλλον των έργων φαίνεται πως βλάπτει τα συμφέροντα των επιχειρήσεων που δε θέλουν να δουν να πηγαίνουν χαμένα τα σχέδια που προσφέρουν σε όσους χρειάζονται τις πιστώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά και έσοδα στα ταμεία τους.

### 1.1.2. Ευρωπαϊκές Δευσμεύσεις

Μέχρι τώρα το πλέον αποτελεσματικό ρυθμιστικό πλαίσιο για των περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την ανάπτυξη των ΑΠΕ έχει πραγματοποιηθεί από την Ευρωπαϊκή ένωση. 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 ΕΕ. Η Επιτροπή έθεσε τρεις φιλόδοξους στόχους με χρονικό ορίζοντα το 2020 :

- Βελτίωση της απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων κατά 20%
- Αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στην τελική κατανάλωση στο επίπεδο το 20%.
- Αύξηση του ποσοστού βιοκαυσίμων στις μεταφορές στο 10% .

Σημειώνεται ότι ο στόχος για 20% διείσδυση των ΑΠΕ 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 προσφεύγει 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 ΑΠΕ. Σύμφωνα με αυτήν η Ελλάδα καλείται να αυξήσει τη συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής

ενέργειας στο επίπεδο του 20,1% (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.

### 1.1.3 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 και ταυτόχρονα ανορθολογική χρήση της ενέργειας έχουν οδηγήσει σε μείωση των αποθεμάτων των ενεργειακών πόρων και αρά αύξηση του κόστους εξόρυξης και 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 Marx διερευνούσαν 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.

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 παγκοσμία κατανάλωση ενέργειας είναι κυρίως το πετρέλαιο και τα προϊόντα του ενώ ακολουθεί ο άνθρακας και το φυσικό αέριο. Το πετρέλαιο και τα λοιπά ορυκτά καύσιμα είναι εξαντλησιμοι και σπάνιοι πόροι και επομένως υπό την πίεση της αυξανόμενης ζήτησης θα αυξάνονται ολοένα και οι τιμές τους.

Πρόσφατα οι διεθνείς τιμές του πετρελαίου έφτασαν σε πρωτόγνωρα υψηλά επίπεδα φθάνοντας στο υψηλότερο επίπεδο σε πραγματικούς όρους, από το τέλος της δεκαετίας του 70. Στα τέλη του 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 η και με 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.

Οι προηγούμενες πετρελαϊκές κρίσεις όπως εκείνη της δεκαετίας του 70 είχαν προκληθεί από τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν στην πρόσφορα από τις χώρες παραγωγής. Στην προκείμενη περίπτωση η σταθερή η 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 όσο αναφορά 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 του κρέατος παρουσίασαν κατακόρυφη αύξηση.

#### **1.1.4 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 τους αντιστατησουν.

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 και θα απαιτηθούν 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.

Ο σημερινός πολιτισμός βασίζεται στην ενέργεια, την οποία η ανθρωπότητα προσπαθεί να αντλήσει από όλες τις διαθέσιμες πηγές. Βασίζεται στην ενέργεια γιατί όλες οι δραστηριότητες- από την παραγωγή βασικών προϊόντων μέχρι και το μεταφορικό τομέα- χρειάζονται τη χορήγηση ενέργειας ώστε να πραγματοποιηθούν.

Η ενέργεια υπάρχει στη φύση υπό διάφορες μορφές(θερμική, χημική, κινητική, ηλεκτρική ενέργεια), που διέπονται από την Αρχή της Αφθαρσίας της ενέργειας. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, η ενέργεια ούτε δημιουργείται, ούτε καταστρέφεται, μπορεί όμως να μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη. Με την καύση π.χ. η χημική ενέργεια των καυσίμων μετατρέπεται σε θερμική και η θερμική με μία θερμική μηχανή σε κινητική κ.ο.κ. Μπορεί συνεπώς κάποιος να πει ότι ο κόσμος είναι προικισμένος με μια ορισμένη ποσότητα ενέργειας, η οποία παραμένει σταθερή ανά τους αιώνες και που μπορεί να αλλάζει μόνο μορφή κατά τις διάφορες διεργασίες.

Οι διεργασίες αυτές συντελούνται είτε μόνες τους(φύση), είτε με τη βοήθεια των μηχανών, τις οποίες ο άνθρωπος έχει επινοήσει. Με αυτή όμως την αλλαγή έχουμε υποβάθμιση της ενέργειας, δηλαδή ενέργεια υψηλής στάθμης μετατρέπεται σε ενέργεια χαμηλής στάθμης. Ακόμη, νεότερες θεωρίες συνδυάζουν την αρχή της αφθαρσίας της ενέργειας με την αρχή της αφθαρσίας της ύλης και αναφέρουν ότι: το άθροισμα της ύλης και της ενέργειας, που αποτελεί την ουσία του κόσμου είναι σταθερό.

Όλες οι μορφές ενέργειας, που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, είτε τις βρίσκει στη φύση(ηλιακή, αιολική κ.ο.κ) είτε μετατρέποντάς τις με τη βοήθεια μηχανών (θερμική ενέργεια, ηλεκτρική ενέργεια) χρησιμοποιούνται με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών του, οι οποίες συνεχώς αυξάνονται. Οι αναπτυσσόμενες αλλά και οι χώρες οι οποίες αναπτύσσονται και ανήκουν στην ομάδα κυρίως των BRIC χρησιμοποιούσαν και χρησιμοποιούν κατά κόρον ενέργεια για όλες τις δραστηριότητές τους (κίνηση μεταφορικών μέσων, ηλεκτρικό ρεύμα για τη λειτουργία βιομηχανιών, ηλεκτροδότηση κατοικιών κτλ), η οποία παράγεται από ορυκτά καύσιμα και κυρίως από το πετρέλαιο και τον άνθρακα, με αποτέλεσμα τα αποθέματα αυτών των ενεργειακών πόρων να μειώνονται και η αναπλήρωσή

τους γίνεται με βραδύτερο ρυθμό οδηγώντας την ανθρωπότητα σε ενεργειακές κρίσεις και την εξάρτηση των κρατών καταναλωτών από τα κράτη παραγωγούς.

Έτσι, λόγω της εκτεταμένης χρήσης των ορυκτών καυσίμων και τη συνεχή αναζήτηση νέων κοιτασμάτων η ανθρωπότητα οδηγείται σε περιβαλλοντικά εγκλήματα. Τα αποτελέσματα από τα περιβαλλοντικά εγκλήματα έχουν αρχίσει να γίνονται ορατά στις μέρες μας, καθώς είναι σαφής η κλιματική αλλαγή λόγω της αύξησης του φαινομένου του θερμοκηπίου, της μόλυνσης της στεριάς και της θάλασσας καθώς και της χλωρίδας και πανίδας, που αναπτύσσεται εκεί και τη διατάραξη εν γένει του οικοσυστήματος.

Γι αυτούς τους λόγους οι περισσότερες χώρες ανά τον κόσμο και ιδιαίτερα οι αναπτυσσόμενες χώρες του Δυτικού κόσμου προσπαθούν να προωθήσουν ενεργειακές τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον. Έτσι, παρατηρείται ότι η προώθηση των ΑΠΕ παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση της εξάρτησης της Ευρώπης από τις εισαγωγές ενέργειας και τη μείωση της κλιματικής αλλαγής.

## **1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" (ΑΠΕ) ή "νέες πηγές ενέργειας" είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος "ήπιες" αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχήν, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερο, 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. Ως "ανανεώσιμες πηγές" θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός "ανανεώσιμες" είναι κάπως καταχρηστικός, μια και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική

ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών.

Χρησιμοποιούνται 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 ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Ειδικά στην Ελλάδα, που έχει μορφολογία και κλίμα κατάλληλο για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

### **Πλεονεκτήματα**

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

### **Μειονεκτήματα**

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και



χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.

- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

### 1.2.1 Μορφές ΑΠΕ

#### ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μια ήπια μορφή ενέργειας με αυξημένες προσδοκίες, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, η οποία διαθέτει αρκετά υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας. Με την ηλιακή ενέργεια εκμεταλλευόμαστε την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία εκτιμάται σε  $1,1 \cdot 10^{29}$  mj ετησίως, από τα οποία όμως μόνο  $5,4 \cdot 10^{18}$  mj φθάνουν στη γη και από τα οποία βέβαια πολύ λιγότερη ενέργεια αξιοποιείται.

Αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών, οι οποίες εκμεταλλεύονται τη θερμότητα και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου για τη θέρμανση και ψύξη της κτηριακής υποδομής αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται σήμερα με τους εξής τρόπους:

- **Παθητικά ηλιακά συστήματα**
- **Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**
- **Φωτοβολταϊκά συστήματα**

**Τα παθητικά ηλιακά συστήματα** εστιάζουν στην κατάλληλη διαχείριση των δομικών στοιχείων του κτιρίου και αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την οποία αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο.

Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου.

**Τα ενεργητικά (ή θερμικά) ηλιακά συστήματα** συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, τη μετατρέπουν σε θερμότητα, την αποθηκεύουν και τη διανέμουν, χρησιμοποιώντας είτε κάποιο ρευστό είτε αέρα ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας. Χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες, για ασφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση του νερού σε πισίνες κ.λ.π. Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες.

**Φωτοβολταϊκά συστήματα** Από παλιά είχε παρατηρηθεί ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών, των ημιαγωγών, τα οποία, όταν φωτίζονται, παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του “φωτοβολταϊκού φαινομένου”.

Με αυτόν τον τρόπο τα ηλιακά κύτταρα, τα οποία αποτελούνται από ημιαγωγούς, μπορούν να μετατρέπουν την ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας άμεσα σε ηλεκτρισμό. Καθώς ο ήλιος προσπίπτει στα κύτταρα, δημιουργείται σε αυτά μια χαμηλή τάση και ρεύμα. Όταν όλα αυτά μαζί προστεθούν, μπορεί να συλληφθεί αρκετή ηλεκτρική ενέργεια, που διοχετεύεται είτε στο ηλεκτρικό σύστημα ή χρησιμοποιείται για ίδια κατανάλωση από τον παραγωγό.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα εντοπίζεται κυρίως σε

θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι), ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την πολιτική προώθησης των ΑΠΕ από το Ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή ένωση να βοηθά προς την κατεύθυνση αυτή.

### **ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Η γεωθερμία είναι η θερμότητα, η οποία εμπεριέχεται στα πετρώματα της γης, τους υπόγειους υδροφορείς και στα αέρια, τα οποία βρίσκονται εγκλωβισμένα σε κοιλότητες στο εσωτερικό της γης.

Γνωστές πηγές, από τις οποίες παράγεται γεωθερμική ενέργεια, είναι οι πηγές geysers, οι οποίες αφθονούν στην Ισλανδία αλλά και σε άλλες περιοχές της γης.

### **ΒΙΟΜΑΖΑ**

Η βιομάζα περιλαμβάνει το σύνολο των υλικών, που έχουν ζωική ή φυτική προέλευση, όπως φυτικές ύλες από φυσικά οικοσυστήματα(π.χ. δάση) ή από ενεργειακές καλλιέργειες, οι οποίες προορίζονται για παραγωγή ενέργειας, τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της δασικής, αγροτικής (γεωργία, κτηνοτροφία) και αλιευτικής παραγωγής, αλλά και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

### **ΝΕΡΟ**

Το νερό εκτός από σημαντικό στοιχείο για τη ζωή του ανθρώπου μπορεί να αποτελέσει και πηγή για την παραγωγή ενέργειας φιλικής προς το περιβάλλον. Αυτό μπορεί να γίνει: α)με τη χρήση υδροηλεκτρικών μονάδων ή β)με την ενέργεια που παίρνουμε από τη θάλασσα.

### **ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας, η οποία δημιουργείται από τη διαρκή κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα, ο οποίος περιβάλλει τη γη, εξαιτίας μιας σειράς παραμέτρων οι οποίες είναι:

- Η ηλιακή ακτινοβολία

- Η ανομοιογένεια του ανάγλυφου του εδάφους
- Η περιστροφική κίνηση της γης γύρω από τον άξονά της.

Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μία περιοχή στην άλλη, δημιουργεί δηλαδή τους ανέμους. Ο άνεμος είναι δυνατό να περιστρέφει ανεμοτροχούς, να προωθεί ιστιοφόρα πλοία ή να κινεί αντικείμενα, μπορεί δηλαδή η ενέργειά του να καταστεί εκμεταλλεύσιμη. Η πηγή αυτής της ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητη, ανανεούμενη συνεχώς, γι' αυτό και ονομάζεται ανανεώσιμη.

Εάν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ενέργεια από τον άνεμο θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Δυστυχώς, εκτιμάται πως μόνο ένα ποσοστό μεταξύ 1,5% έως 2,5% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, μετατρέπεται: σε κινητική ενέργεια αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα.

Η ενέργεια της βιομάζας είναι αποτέλεσμα της φωτοσύνθεσης των φυτών, κατά την οποία δεσμεύεται η ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπεται σε χημική ενέργεια και στη συνέχεια αποταμιεύεται στις νεογέννητες οργανικές ουσίες και μέσα στους ιστούς των φυτών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

### ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

#### 2.1 Γενικά Στοιχεία

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια από τις βασικότερες ΑΠΕ και αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι βρίσκεται παντού και είναι σχετικά εύκολη η συλλογή της. Σίγουρα δεν αποτελεί μια νέα μορφή καθώς από αρχαιοτάτων χρόνων οι άνθρωποι κατάφεραν να την δαμάσουν και να την εκμεταλλευτούν με σχετικά εύκολες κατασκευές όπως είναι οι ανεμόμυλοι. Η βιομηχανική επανάσταση κατάφερε να παραγκωνίσει αυτή την πρωτόγονη γι'αυτήν τεχνολογία και να επικαλεστεί την ταχύτητα και την δύναμη που η αιολική ενέργεια δεν είχε να προσφέρει για να την αφήσει ανεκμετάλλευτη από τους ανθρώπους για ένα πολύ μεγάλο διάστημα. Η αύξηση όμως της τιμής των ορυκτών και η μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων έφεραν και πάλι στο προσκήνιο την ανάγκη για εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χάριν των μεγάλων πλεονεκτημάτων που προσφέρει σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ.

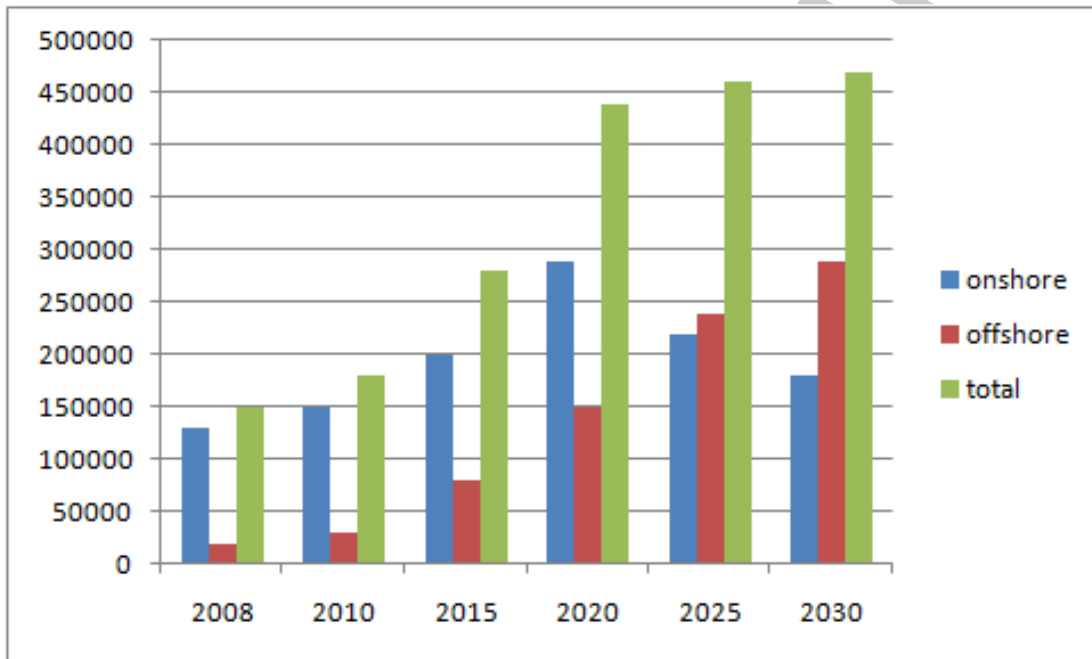
#### Πλεονεκτήματα :

- Είναι ανεξάντλητες, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Είναι μια καθαρή μορφή και ήπια προς το περιβάλλον ενέργεια, που η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και παράλληλα αντικαθιστά ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια.
- Έχει ελάχιστες απαιτήσεις γης.
- Απεριόριστες δυνατότητες σύστασης αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας σε μια αγορά με σημαντικό αριθμό αναξιποίητων θέσεων εγκατάστασης.
- Είναι άφθονες στη φύση και διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας

έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.

- Συμβάλλει στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας

#### ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΕΕ(2008-2030)



Στην χώρα μας λόγω γεωγραφικών και μορφολογικών πλεονεκτημάτων ισχύουν τα παρακάτω:

- Η υψηλή σεισμικότητα της χώρας μας εγκυμονεί κινδύνους για τις θερμοηλεκτρικές και κυρίως τις πυρηνικές εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα να θεωρείται προβληματική στο άμεσο μέλλον η κατασκευή πυρηνικών μονάδων στη χώρα μας.
- Διαθέτουμε πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό, ενδεικτικά στα νησιά του Αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος.
- Η σημαντική διασπορά και ανομοιομορφία του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα τμήματα της χώρας μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι ακόμα και σε περίπτωση που η μέση τιμή διάθεσης της

ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας θα είναι ελαφρώς κατώτερη του οριακού κόστους της παραγόμενης αιολικής KWh, σε αρκετά νησιά της χώρας μας το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολλαπλάσιο, ενίοτε και υπερδεκαπλάσιο, του οριακού κόστους παραγωγής της Δ.Ε.Η.

- Η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (Ε.Π.Α.) και συγκριτικά χαμηλού επενδυτικού κόστους, όπως θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαραγωγής ανεμογεννητριών στην χώρα μας, συνεισφέροντας ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας. Η εκτιμώμενη Ε.Π.Α. μπορεί να φθάσει και να υπερβεί με τη σταδιακή απόκτηση εμπειρίας και στο 90% του συνολικού κόστους μιας ανεμογεννήτριας, ενισχύοντας ταυτόχρονα την εθνική οικονομία.
- Η αξιόλογη εγχώρια ήλεκτρο-μηχανολογική εμπειρία, καθώς και τα το σημαντικό επιστημονικό-ερευνητικό ενδιαφέρον και δραστηριότητα στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.
- Απεξάρτηση της χώρας μας από τα εισαγόμενα καύσιμα, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία τη χώρα μας, αφετέρου σε εξάρτηση της από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης. 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 στην ηλεκτροπαραγωγή τουλάχιστον κατά 11%, και επομένως να περιορίσει αντίστοιχα και τις δυσμενείς επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ποιο συγκεκριμένα ανάλογα με το μέγεθος των μηχανών και το αιολικό δυναμικό εξοικονομούνται:

Για μέση ταχύτητα ανέμου 4,5 m/s

- 19-34 τόννοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
- 18-32 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
- 26-43kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

Για μέση ταχύτητα ανέμου 5,5 m/s

- 13-22 τόννοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
- 13-20 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
- 18-27kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

Για μέση ταχύτητα ανέμου 6,5 m/s

- 10-17 τόννοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
- 10-16 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
- 14-22kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

#### **Μειονεκτήματα :**

- Παρουσιάζει διακυμάνσεις ως προς την παραγόμενη ισχύς, που σημαίνει ότι συνήθως λειτουργεί προσθετικά στο δίκτυο και όχι αυτόνομα.
- Παρουσιάζει χαμηλή πυκνότητα, ως μορφή ενέργειας.
- Παρουσιάζει υψηλό κόστος εγκατάστασης.
- Αποτελεί στοιχείο ηχορύπανσης, παρεμβολών και αισθητικής παρέμβασης στο περιβάλλον



## ΜΕΣΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΕ ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ

### ΑΙΤΙΑ ΘΟΡΥΒΟΥ

### ΘΟΡΥΒΟΣ ΣΕ DB

Αεροσκάφος jet σε απόσταση 250μ	105
Κομπρεσέρ στα 7μ	95
Βιομηχανικός θόρυβος	100
Στερεοφωνικό	90
Εσωτερικό αυτοκινήτου	80
Αυτοκίνητο με ταχ. 65χλμ/ω σε αποστ. 100μ	55
Γραφείο	60
Συζήτηση	60
Φορητό με ταχ. 55χλμ/ω σε αποστ. 100μ	65
Ανεμογεννήτρια	45-60
Κίνηση στη πόλη	90
Σπίτι	50
Ήσυχο Υπνοδωμάτιο	35
Ψίθυρος	20
Πτώση φύλλων	10

## 2.2 Μετατροπή Αιολικής Ενέργειας

Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις που εκθέτουν έναν δρομέα (πτερωτή τύπου έλικας, με ένα ή περισσότερα πτερύγια) στο ρεύμα του ανέμου, λαμβάνοντας έτσι μέρος της κινητικής ενέργειας του με αποτέλεσμα την περιστροφική κίνηση του δρομέα. 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.

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

οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται συνηθέστερα :

- Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές συνδεδεμένες στο δίκτυο είτε (i) για την κάλυψη ίδιων αναγκών (ii) για την πώληση του ρεύματος στην εταιρεία εκμετάλλευσης του δικτύου (ανεξάρτητη παραγωγή)
- Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, για λειτουργία είτε (i) μόνες τους με συσσωρευτές (stand alone) η (ii) σε συνδυασμό με σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με ντίζελ (diesel-Windgenerator autonomous system).
- Για θέρμανση πχ σε θερμοκήπια, με διαδοχική μετατροπή της σε ηλεκτρισμό και ακολούθως σε θερμότητα με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης η με την κίνηση αντλιών θερμότητας.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε μικρές μεσαίες η μεγάλες ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν. 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.

Ενδεικτικά στοιχεία κατηγοριών 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

Οι περιοχές στις οποίες πιστεύεται ότι η ταχύτητα του ανέμου είναι σημαντική, μπορούν να εντοπιστούν από τη μελέτη χαρτών και την συλλογή ιστορικών πληροφοριών αναφορικά με το κλίμα τους.

Επισκέψεις στις περιοχές αυτές επιτρέπουν την συλλογή πληροφοριών σχετικά με την ένταση και τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων. Σε περιοχές με αρκετά δένδρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση αυτή δείκτες, όπως οι Griggs Puttnam και Barsch, οι οποίοι βασίζονται στο βαθμό παραμόρφωσης της βλάστησης.

Προσφάτως έχουν δημιουργηθεί άτλαντες αιολικού δυναμικού, οι οποίοι παρέχουν τις ασφαλέστερες πληροφορίες για την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού

διαφόρων περιοχών. Τέτοιος είναι ο European Wind Atlas, ο οποίος έχει εκπονηθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

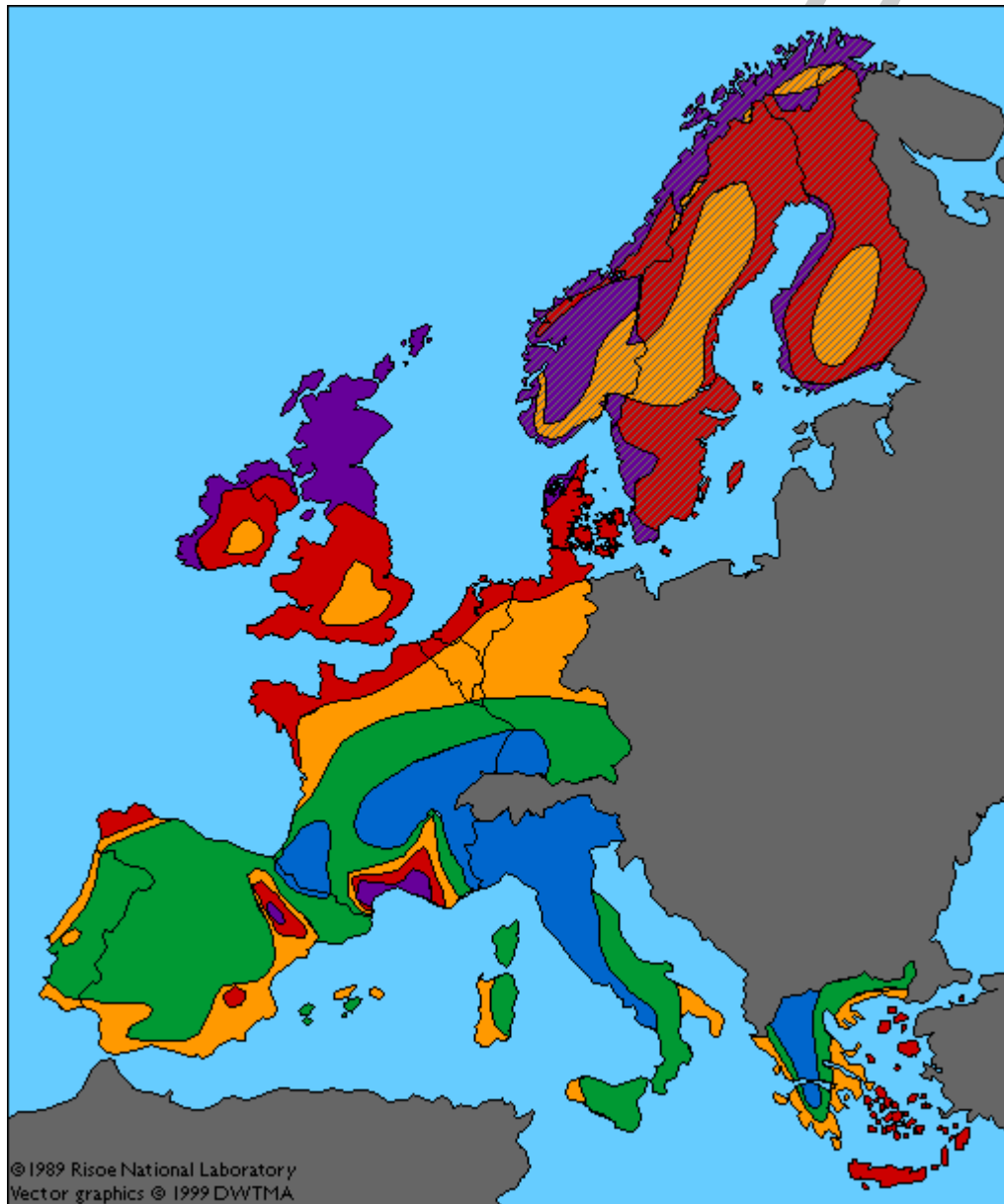
Μετά τον αρχικό εντοπισμό ορισμένων περιοχών στις οποίες είναι δυνατή η εγκατάσταση αιολικών μηχανών, πρέπει να συλλέγουν λεπτομερέστερες πληροφορίες ώστε να γίνει η τελική επιλογή.

Για τον λόγο αυτό απαιτούνται λεπτομερείς χρονοσειρές της ταχύτητας του ανέμου, ώστε να εκτιμηθεί η μέση ετήσια ταχύτητα αλλά και το εύρος μεταβολής της.

Η κατανομή συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου δίνει πληροφορίες σχετικά με τη μέση τιμή και τις πιθανότερες τιμές ταχύτητας, καθώς επίσης και για τον αριθμό των ιδιαίτερα υψηλών ταχυτήτων και των νηνεμιών.

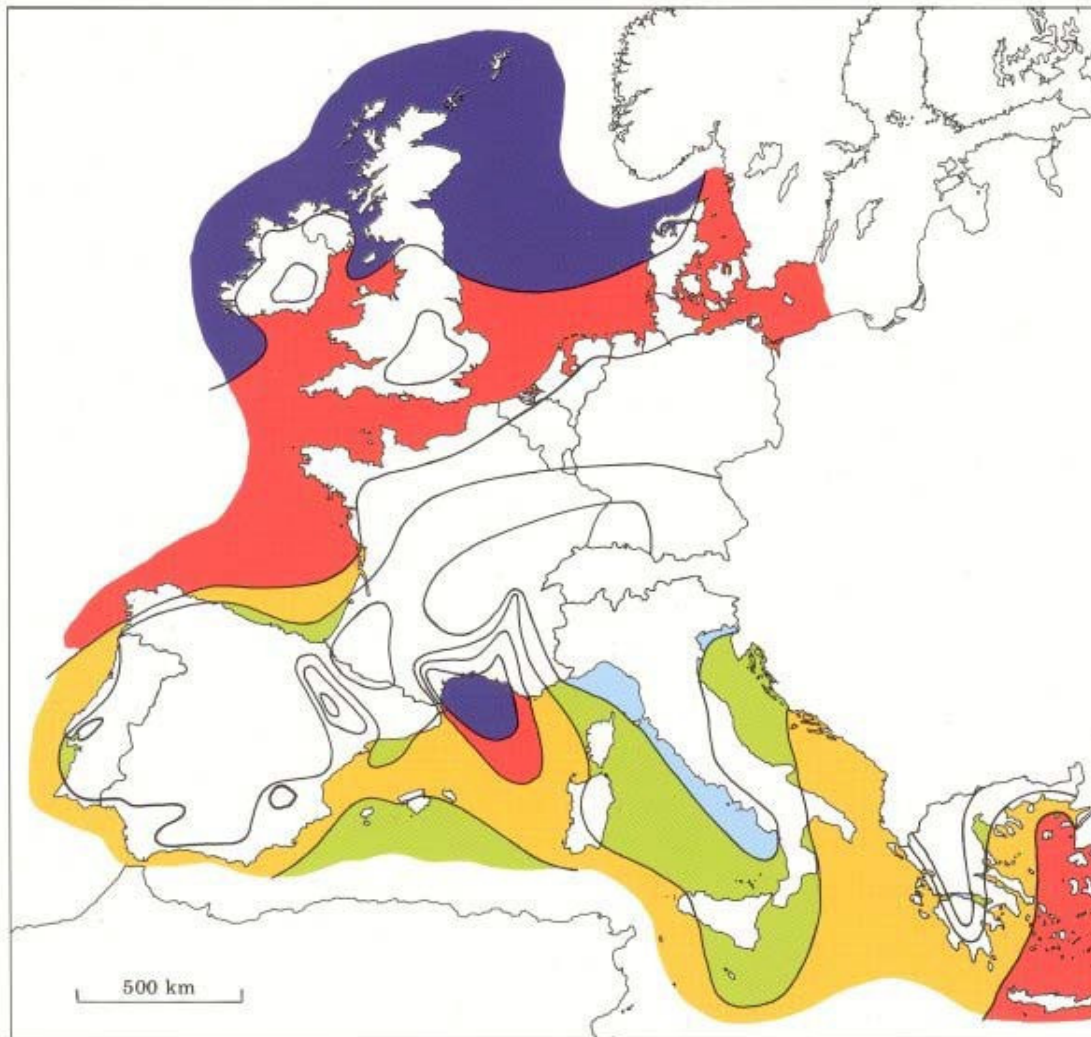
## 2.3 Αιολικό Δυναμικό

### 2.3.1 Αιολικό Δυναμικό στην Ευρωπαϊκή Ένωση



Αιολικό δυναμικό στα 50 μέτρα ύψος για 5 διαφορετικές τοπογραφικές συνθήκες:

1) Sheltered terrain, 2) Open plain, 3) At a coast, 4) Open sea and 5) Hills and ridges.



Wind resources over open sea (more than 10 km offshore) for five standard heights									
	10 m		25 m		50 m		100 m		200 m
	$\text{ms}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{ms}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{ms}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{ms}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{ms}^{-1}$
Dark Blue	> 8.0	> 600	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 10.0	> 1100	> 11.0
Red	7.0-8.0	350-600	7.5-8.5	450-700	8.0-9.0	600-800	8.5-10.0	650-1100	9.5-11.0
Yellow	6.0-7.0	250-300	6.5-7.5	300-450	7.0-8.0	400-600	7.5- 8.5	450- 650	8.0- 9.5
Green	4.5-6.0	100-250	5.0-6.5	150-300	5.5-7.0	200-400	6.0- 7.5	250- 450	6.5- 8.0
Light Blue	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 6.0	< 250	< 6.5

Από τους χάρτες παρατηρούμε ότι και οι άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης έχουν κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Με στοιχεία, τα οποία διαθέτουμε (EWEA Offshore statistics) στις χώρες της ΕΕ έχουν εγκατασταθεί και τεθεί σε λειτουργία υπεράκτια αιολικά. Ειδικά στην υπεράκτια περιοχή Νότια της Γαλλίας καθώς και στο βόρειο υπεράκτιο τμήμα τόσο της Ισπανίας, της Γαλλίας αλλά και των υπολοίπων χωρών του Ευρωπαϊκού Βορρά (Σκανδιναβικές χώρες, Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία) αναπτύσσονται κατάλληλες συνθήκες για εκτεταμένη χρήση αιολικών πάρκων.

Γι αυτούς τους λόγους στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης των δεκαπέντε χωρών μελών η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς το 2003 ήταν 28.440 MW (23,4% μεγαλύτερη σε σχέση με το 2002).

Στις δέκα νέες χώρες μέλη της ΕΕ, η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς το 2003 ήταν 102 MW (από τα οποία 57MW στην Πολωνία).

Στη διευρυμένη Ευρωπαϊκή Ένωση των Εικοσιπέντε χωρών μελών η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς το 2003 ήταν 28.542 MW. Στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες το 2003 είχαν εγκατασταθεί 164MW, από τα οποία 101 MW στην Νορβηγία.

Επίσης, στις χώρες της ΕΕ είχαν εγκατασταθεί μέχρι και το 2009 τα περισσότερα αιολικά πάρκα (με βάση την ισχύ τους) σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο.

Ως μεμονωμένη χώρα πρώτες έρχονται οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (με εγκατεστημένη ισχύ 35159MW). Αθροιστικά σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είχαν εγκατασταθεί μέχρι και το τέλος του 2009 αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 74767MW.

Την πρωτοκαθεδρία την κατέχει η Γερμανία με συνολικά εγκατεστημένα πάρκα συνολικής ισχύος 1474,33MW ενώ βρίσκονται υπό κατασκευή και σχεδιασμό μέχρι το 2015 υπεράκτια αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 37441,83MW.

Την πενταετία μέχρι και το 2009 σε πολλές χώρες της ΕΕ υπήρξε μεγάλη αύξηση στην εγκατάσταση νέων αιολικών πάρκων.

Στη Γερμανία από το 2004 μέχρι και το 2009 εγκατεστάθηκαν 9100MW με ετήσια κατά μέσο όρο αύξηση 10,8%. Αλλά και στην Ισπανία και τη Γαλλία την ίδια χρονική περίοδο είχαμε κατά μέσο όρο αύξηση 22% ετησίως με 10700MW και 68,9% με 4000MW αντίστοιχως να μπαίνουν σε λειτουργία.

Ακόμη, παρατηρούμε σημαντική ανάπτυξη αιολικών πάρκων και από χώρες γειτονικές με εμάς όπως η Τουρκία, η οποία έχει σημειώσει σημαντική αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος της κατά 88% ανά έτος.

Επιπλέον, ταχέως αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία έχουν στρέψει το βλέμμα τους προς την αιολική ενέργεια με αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τους κατά 84,8% και 35,4% αντίστοιχα κατά την τελευταία πενταετία.

Τέλος κρίνεται ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι η περιοχή που παρουσιάζει την μεγαλύτερη ανάπτυξη της βιομηχανίας αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη, είναι η πολιτεία Ναβέρα της Ισπανίας στα Πυρήνια Όρη.

Η περιοχή από το 1998 καλύπτει 23% της ηλεκτρικής ενέργειας από την αιολική ενέργεια. Σε μία προσπάθεια να τονωθεί η βιομηχανία και η οικονομία της περιοχής και παράλληλα να λυθεί το ενεργειακό πρόβλημα αντικαθιστώντας την ηλεκτροπαραγωγή από πυρηνική ενέργεια, θερμική ενέργεια από άνθρακα και την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από άλλες περιοχές της Ισπανίας, αποφασίστηκε η παροχή φορολογικών ελαφρύνσεων και άλλων οικονομικών ενισχύσεων για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας.

Παράλληλα όμως, οι οικονομικές ενισχύσεις δίνονται μόνο σε εγκαταστάσεις που γίνονται χρησιμοποιώντας ανεμογεννήτριες που κατασκευάζονται στην περιοχή. Με τον τρόπο αυτό οι οικονομικές ενισχύσεις παραμένουν στην περιοχή και παράλληλα αναπτύσσεται και η τοπική βιομηχανία (π.χ. στην πόλη της Παμπλόνα). Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά σε όλους τους τομείς, με την εγκατάσταση αρκετών εταιρειών αιολικής ενέργειας.



Συνοψίζοντας, σε αυτό το κεφάλαιο είδαμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, τα οποία εμφανίζονται από τη χρήση των αιολικών πάρκων. Όπως κάθε ανθρώπινη εγκατάσταση έχει τα μειονεκτημά της, έτσι και η εγκατάσταση των αιολικών πάρκων εμφανίζει κάποια μειονεκτήματα.

Όμως με την κατάλληλη μελέτη όπως γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω όλα σχεδόν τα μειονεκτήματα από την εγκατάσταση των αιολικών πάρκων εξαλείφονται ή περιορίζονται στο απολύτως ελάχιστο (σε αντίθεση με ότι συμβαίνει από τη χρήση των ηλεκτροπαραγωγών εργοστασίων, τα οποία χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα) , με αποτέλεσμα να υπερτερούν τα πλεονεκτήματα τα οποία έχουν ωφέλεια σε γενικότερο επίπεδο ανάπτυξης μέσω της αύξησης της απασχόλησης, της απόκτησης τεχνολογίας με αποτέλεσμα την εξαγωγή τεχνολογίας και της εισροής συναλλάγματος, της μείωσης της εξαγωγής συναλλάγματος από την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων, της εξασφάλισης απρόσκοπτης παροχής ενέργειας. Τέλος, η χρήση της αιολικής ενέργειας έχει θετικό ισοζύγιο ωφέλειας απέναντι στο περιβάλλον.

Στη συνέχεια, είδαμε την έννοια της αιολικής μηχανής και τα είδη στα οποία αυτή διακρίνεται και την έννοια του αιολικού δυναμικού.

Επίσης, από τους χάρτες, οι οποίοι παρατίθενται παρατηρήσαμε ότι οι χώρες της ΕΕ έχουν πλούσιο αιολικό δυναμικό κάτι που αποδεικνύει και την μεγάλη στροφή, που αυτές έχουν πραγματοποιήσει στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων.

Το ίδιο όμως συμβαίνει και στη χώρα μας, της οποίας οι κλιματολογικές συνθήκες άγονται ευνοϊκώς προς την εκτεταμένη χρήση της αιολικής ενέργειας υποκαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα.

Όμως, στη χώρα μας αν και υπάρχουν οι κατάλληλες κλιματοεδαφικές συνθήκες για την ανάπτυξη των αιολικών πάρκων και εν γένει των ΑΠΕ οι στόχοι που έχουν τεθεί από την ΕΕ δεν φαίνεται προς το παρόν να είναι επιτεύξιμοι.

Αυτούς τους λόγους θα προσπαθήσουμε στη συνέχεια να ανακαλύψουμε και θα προτείνουμε λύσεις για να τους διορθώσουμε.

Αυτή η προσπάθεια θα γίνει μέσα από την αναφορά του νομικού και επενδυτικού πλαισίου, που ισχύει τόσο στη χώρα μας όσο και σε άλλες χώρες της ΕΕ, στις οποίες γίνεται εκτεταμένη χρήση της αιολικής ενέργειας.

### 2.3.2 Αιολικό Δυναμικό στην Ελλάδα

Η Ελλάδα ως χώρα είναι ευλογημένη από άποψη ενεργειακών πηγών λόγω της αφθονίας του ήλιου ενώ ο αέρας είναι δυνατός, ειδικά στα νησιά, στα οποία είναι αρκετός ώστε να αναπτυχθούν αιολικά πάρκα, οικονομικώς βιώσιμα.

Στα νησιά του Αιγαίου υφίστανται δυνατοί άνεμοι, των οποίων η ταχύτητά τους κυμαίνεται από 7-11m/s κατά μέσο όρο. Ακόμη, μετρήσεις έχουν δείξει, πως στα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη από τα 7m/s και σε τυπικά μέρη κυμαίνεται μεταξύ 8-10m/s και σε εξαιρετικές (υπερβολικές) περιπτώσεις φθάνει τα 12m/s. Στα βόρεια και νότια νησιά του Αιγαίου η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται στα 6m/s.

Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο συνολικό αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα, όπως προκύπτει με βάση τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες και τους βασικούς περιορισμούς χωροθέτησης αιολικών πάρκων εκτιμάται σε 11000 MW για ταχύτητες ανέμου πάνω από 6 m/s .

Μέχρι το 2003 έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα 37 MW από τη ΔΕΗ και 338 MW από άλλους φορείς. Στα Ελληνικά νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα ( με επίκεντρο την Εύβοια) μέσες ταχύτητες ανέμου 6-7 μέτρων το δευτερόλεπτο, δεν είναι σπάνιο φαινόμενο.

Αυτό σημαίνει ότι, σε περιοχές σαν αυτές, το κόστος της παραγομένης ενέργειας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό και υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για τις εφαρμογές της αιολικής ενέργειας. Έχουν επίσης σχεδιαστεί και κατασκευαστεί Ελληνικές ανεμογεννήτριες από το ΕΜΠ, Εργαστήριο Αεροδυναμικής, για παράδειγμα, οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κάθετου άξονα, που έχουν εγκατασταθεί ή

πρόκειται να εγκατασταθούν στην Σκύρο.

Η συνολική ισχύς των ανεμογεννητριών των έργων που έχουν προταθεί και κάποια από αυτά έχουν ήδη εγκριθεί, στα πλαίσια εθνικών αναπτυξιακών προγραμμάτων (π.χ. ΕΠΕ-Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης) και τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) είναι της τάξεως των 100 MW.

Από αυτά υπάρχει θετική γνωμοδότηση από τη ΡΑΕ για 10 έργα αιολικών πάρκων στο Νομό Αττικής συνολικής ισχύος 109 MW, 27 έργων για τη Ν. Εύβοια (387 MW), 8 έργων για την Άνδρο και 15 έργων στην Ηπειρωτική Ελλάδα (407MW), στην Κρήτη περίπου 45 MW κ.λ.π.

Η πρώτη εγκατάσταση ανεμογεννήτριας στην Ελλάδα έγινε από τη ΔΕΗ το 1982 στη Κύθνο με ισχύ 100kw. Ήταν αποτέλεσμα της συνεργασίας Ελλάδος με τη Δυτική Γερμανία. Η εγκατάσταση αυτή ήταν πειραματική και λειτουργούσε παράλληλα με τον ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό, ο οποίος λειτουργούσε με πετρέλαιο.

Στη συνέχεια η ΔΕΗ δημιούργησε δύο άλλα αιολικά πάρκα, ένα στη Μύκονο(108kw, τεχνολογία της MICON) και ένα στην Κάρπαθο(175kw, τεχνολογία της HMZ). Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές τεχνολογίες, επειδή η ΔΕΗ είχε την πρόθεση να μελετήσει ποια ήταν καταλληλότερη για μελλοντικά προγράμματα.

Επίσης, εγκατέστησε ακόμη δύο αιολικές μονάδες. Η πρώτη αφορούσε την εγκατάσταση αιολικών μηχανών James Howden ισχύος 400kw στην Μύκονο (η οποία είναι αποδεδειγμένα ένα εξαιρετικό σημείο για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων) μιας και η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται στα 11m/s. Η δεύτερη αφορούσε την εγκατάσταση ανεμογεννητριών ισχύος 350kw κάθετου τύπου της εταιρείας SIEMENS στη νήσο Άνδρο, όπου η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται στα 9m/s.

Ωστόσο, η μεγάλη ευκαιρία για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας δόθηκε με τη χρηματοδότηση HORS QUOTA από την ΕΟΚ , το οποίο αφορούσε την εγκατάσταση ανεμογεννητριών των 25,100 και των 24 και 55kw στο Αιγαίο.

Το πρώτο ιδιωτικό αιολικό πάρκο λειτουργεί από το 1988 στην Κρήτη, ισχύος 10,2 MW (Κοινότητα Μετόχι Σητείας) καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες 10.000 νοικοκυριών. Ένα άλλο πάρκο 27,5 MW λειτουργεί από το 2000, με ετήσια παραγωγή 90 GWh, καλύπτοντας 5% των ετήσιων ηλεκτρικών αναγκών της Κρήτης.

Σύμφωνα με τη ΡΑΕ, σε κάθε μη διασυνδεδεμένο νησί υπάρχει αυστηρός περιορισμός (περίπου 30% της μέγιστης ζήτησης του έτους) ως προς το συνολικό μέγεθος ισχύος των αιολικών που μπορούν να εγκατασταθούν.

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ανέθεσε στην ΠΥΡΚΑΛ την κατασκευή δύο ανεμογεννητριών μεταβλητών στροφών με ονομαστική ισχύ 500kw η κάθε μία. Τόσο οι μηχανές όσο και τα πτερύγια είναι Ελληνικού σχεδιασμού και κατασκευής. Η έρευνα στον τομέα αυτό έγινε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος του Υπουργείου Ανάπτυξης (ΕΠΕΤ Νο 573, πρόγραμμα ΕΚΒΑΝ). Οι μηχανές εγκαταστάθηκαν στην Αγία Μαρίνα Λαυρίου σε αιολικό πάρκο του ΚΑΠΕ, ισχύος 3 MW που κατασκευάστηκε στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας.

Η προοπτική διείσδυσης των ανεμογεννητριών στο Ελληνικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής είναι πολύ θετικές. Προβλέπεται ότι είναι δυνατή η εγκατάσταση:

- 800-1000MW για το 2005
- 1500-2000MW για το 2010.

Το τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι διαθέσιμο στον ηλεκτρονικό Άτλαντα του ΚΑΠΕ στο διαδίκτυο ([www.Cres.gr](http://www.Cres.gr)).

Τα οφέλη από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην περίοδο 1999-2005 εκτιμώνται σε :

- Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 2,2 – 2,8 εκατ τόννους ετησίως,
- 2.500-3.000 νέες θέσεις εργασίας.

Τα οφέλη από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην περίοδο 2005-2010 εκτιμώνται σε:

- Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 4,2 – 5,6 εκατ τόννους ετησίως
- 4.500-6.000 νέες θέσεις εργασίας.

Μέχρι το τέλος του 2009 στην Ελλάδα είχαν εγκατασταθεί αιολικά πάρκα ισχύος 1087mw καταλαμβάνοντας την 17<sup>η</sup> θέση παγκοσμίως.

Αιολικές μονάδες στην Ελλάδα έχουν εγκατασταθεί στον Έβρο, στην Κρήτη, στην Εύβοια, στη Λακωνία, στην Πάτρα και σε νησιά των Κυκλάδων όπως η Κύθνος, η Άνδρος, η Μύκονος κ.α.

Δυστυχώς ο ακριβής θεωρητικός υπολογισμός του δυναμικού των Α/Γ επηρεάζεται από όλες εκείνες τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν και οι οποίες πρέπει να είναι μετρημένες με ακρίβεια σε τοπικό επίπεδο κατά την διάρκεια του έτους (π.χ. γνώση με ακρίβεια της ταχύτητας του ανέμου σε ωριαία ή ημερήσια βάση).

Μετά τον υπολογισμό του τεχνικά αξιοποιήσιμου αιολικού δυναμικού λαμβάνονται υπόψη κάποιες απώλειες της τάξεως του 10-15%. Αυτές οι απώλειες οφείλονται στην σκίαση των α/γ μεταξύ τους, σε επικαθίσεις σκόνης και αλάτων στα πτερύγια, στην διαθεσιμότητα του δικτύου, στις μικρές απώλειες μεταφοράς κλπ.

Είναι πιθανό, λόγω των τοπικών ιδιοτεροτήτων, να υπάρξει κάποια μικρή διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα των υπολογισμών και στην πραγματικά

παραγόμενη ενέργεια. Η κύρια παράμετρος που καθορίζει το αιολικό δυναμικό είναι η κατανομή της ταχύτητας του ανέμου.

Η μάρκα και ο τύπος της ανεμογεννήτριας της ίδιας ισχύος οδηγούν σε διαφορές της παραγόμενης Η/Ε το πολύ κατά ποσοστό 10%. Συγχρόνως, αν μορφολογία της περιοχής εγκατάστασης των α/γ είναι ήπια, τότε η ταχύτητα αυξάνεται ελάχιστα με το ύψος.

Ένας επιπλέον παράγοντάς που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η διακύμανση της ζήτησης Η/Ε. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να παράγεται περισσότερη Η/Ε από την απαιτούμενη οπότε η πλεονάζουσα θα πρέπει να αποθηκεύεται σε κάποιες άλλες εγκαταστάσεις ή να αξιοποιείται με κάποιον τρόπο (π.χ αφαλάτωση νερού) ή να γειώνεται.

Έτσι, επιβάλλεται να συγκρίνουμε την ζήτηση Η/Ε κάθε χρονικής περιόδου κατά την διάρκεια του χρόνου με την προβλεπόμενη παραγωγή. Με αυτή την σύγκριση ελέγχουμε κατά πόσο συμπίπτει η παραγωγή με την ζήτηση. Σύμφωνα με τον νόμο 2244/94, το ανώτερο όριο παραγωγής Η/Ε με χρήση ΑΠΕ σε ένα αυτόνομο δίκτυο είναι ίσο με 30% του μέγιστου φορτίου του.

Αυτός ο νόμος θεσπίστηκε με σκοπό την προστασία της ευστάθειας του δικτύου από τις διακυμάνσεις ισχύος των α/γ λόγω της μεταβολής της ταχύτητας των ανέμων. Συγχρόνως ο ίδιος ο νόμος περιορίζει τον ανταγωνισμό έναντι της ΔΕΗ από ιδιωτικές επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται να παράγουν Η/Ε με αξιοποίηση ΑΠΕ.

Η ζήτηση Η/Ε το καλοκαίρι είναι γενικά αυξημένη στα νησιά (λόγω του τουρισμού και των συνηθειών), ενώ συγχρόνως πνέουν ιδιαίτερα ισχυροί άνεμοι. Έτσι, η εποχιακή διακύμανση της παραγόμενης ισχύος συμπίπτει σημαντικά με την διακύμανση της ζήτησης.

Η εγκατάσταση α/γ δεν μπορεί να οδηγήσει σε ολοκληρωτική διείσδυση των

ΑΠΕ στην παραγωγή Η/Ε. Αν έχουμε εξαντλήσει το 30% διείσδυσης που επιτρέπει ο νόμος τότε πιθανόν κάποια χρονικά διαστήματα ένα τμήμα των Α/Π θα είναι εκτός λειτουργίας γιατί θα υπερκαλύπτεται η ζήτηση, οπότε λόγω της μεταβολής της ζήτησης δεν είναι σκόπιμη ούτε εφικτή η κατασκευή Α/Π πάνω από μια ορισμένη ισχύ. Επιπρόσθετα, σε μικρότερα συστήματα, όπως είναι τα νησιωτικά, προκύπτουν και προβλήματα σταθερότητας και ασφαλείας του δικτύου.

### 2.3.3 Αδειοδοτική Διαδικασία

Το κομμάτι της αδειοδοτικής διαδικασίας μπορεί να χωριστεί σε τρία μέρη τα οποία θα πρέπει να κατατεθούν στις αρμόδιες υπηρεσίες διαδοχικά. Το κάθε μέρος έχει το δικό του κόστος και παράλληλα τη δική του πιθανότητα να μην γίνει δεκτό από την αρμόδια υπηρεσία. Αν οποιοδήποτε μέρος δεν γίνει αποδεκτό, η διαδικασία σταματά, καθώς δεν υπάρχει κάποια άλλη εναλλακτική.

Το πρώτο μέρος αφορά τις διαδικασίες αδειοδότησης για παραγωγή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και κατατίθεται στην Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ). Το περιεχόμενο και οι προδιαγραφές της αίτησης αυτής καθορίζονται από τον κανονισμό αδειών παραγωγής, από τον οδηγό αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και από δημοσιευμένες συμπληρώσεις και διευκρινήσεις στην ιστοσελίδα της ΡΑΕ. Η άδεια παραγωγής Η/Ε χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης ύστερα από σχετική γνωμάτευση της ΡΑΕ. Η άδεια παραγωγής χορηγείται για διάστημα εικοσιπέντε ετών και μπορεί να ανανεωθεί μέχρι και ίσο χρόνο.

Το δεύτερο μέρος αφορά την έγκριση της άδειας εγκατάστασης η οποία και εκδίδεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας στην οποία θα πραγματοποιηθεί το έργο. Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο έτη και μπορεί να παρατείνεται για ίσο χρόνο μετά από αίτηση του κατόχου της υπό ορισμένες προϋποθέσεις.

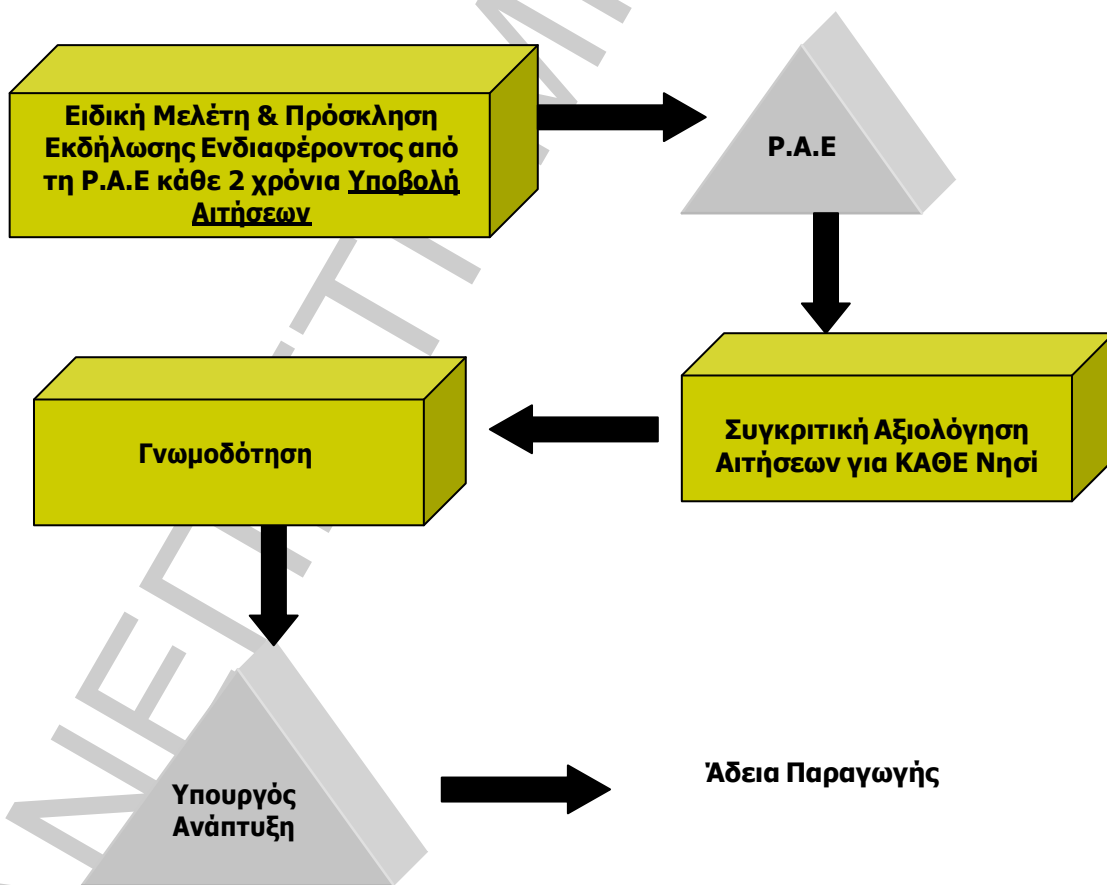
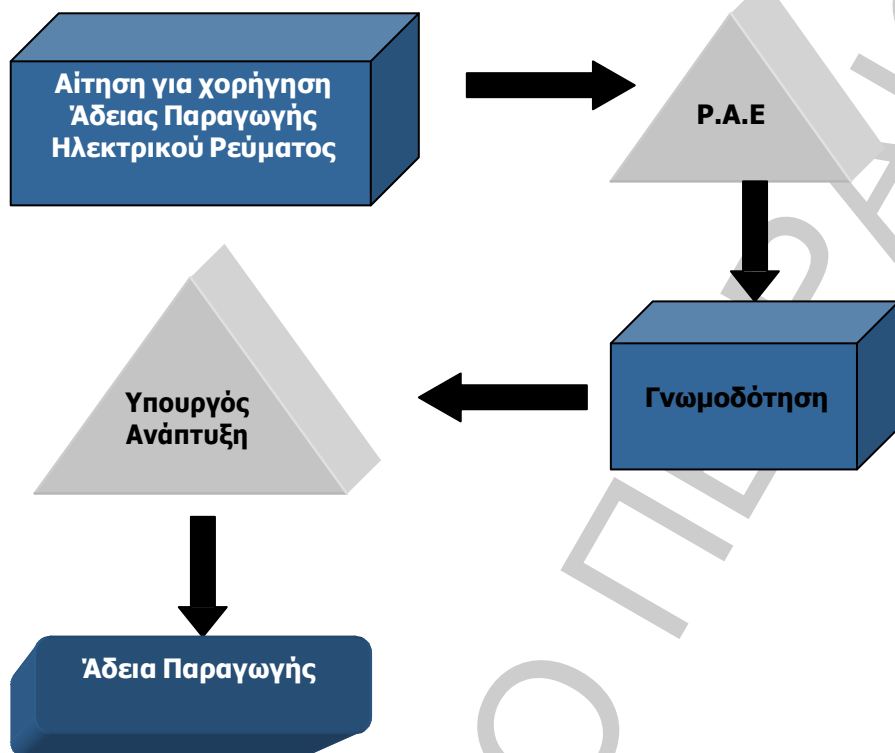
Για την λειτουργία των σταθμών ΑΠΕ τέλος απαιτείται και άδεια λειτουργίας. Η

άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για την άδεια εγκατάστασης μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και μετά από έλεγχο του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (κατά τη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού) για την τήρηση όλων των τεχνικών όρων. Η άδεια λειτουργίας ισχύει για είκοσι τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται για αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

#### **2.3.4 Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικού Ρεύματος**

Η άδεια παραγωγής για ένα αιολικό πάρκο περιγράφεται συνοπτικώς στα κατωτέρω σχήματα εκ των οποίων το πρώτο αντιστοιχεί στην περίπτωση υλοποίησης της επένδυσης σε ένα ηπειρωτικό μέρος και το δεύτερο σε νησί.





Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για ΑΠΕ χορηγείται από τον υπουργό ανάπτυξης μετά από γνώμη της ΡΑΕ. Η άδεια χορηγείται κατόπιν αιτήσεως στον υπουργό Ανάπτυξης και στη ΡΑΕ με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

- Την εν γένει ασφάλεια του συστήματος και του δικτύου, των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού.
- Την ενεργειακή αποδοτικότητα, όπως προκύπτει από αξιόπιστα δεδομένα του δυναμικού ΑΠΕ.
- Την ωριμότητα της εγκατάστασης, όπως προκύπτει από τις άδειες ή εγκρίσεις υπηρεσιών που έχει λάβει και μελέτες που έχουν εκπονηθεί.
- Την εξασφάλιση ή τη δυνατότητα εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.
- Τις οικονομικές και χρηματοδοτικές δυνατότητες του αιτούντος.
- Την περιβαλλοντική διάσταση του έργου, ιδίως ως προς τη μη πρόδηλη αντίθεση του προτεινόμενου έργου προς την κατηγοριοποίηση που προβλέπεται στο ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά την έκδοση του.

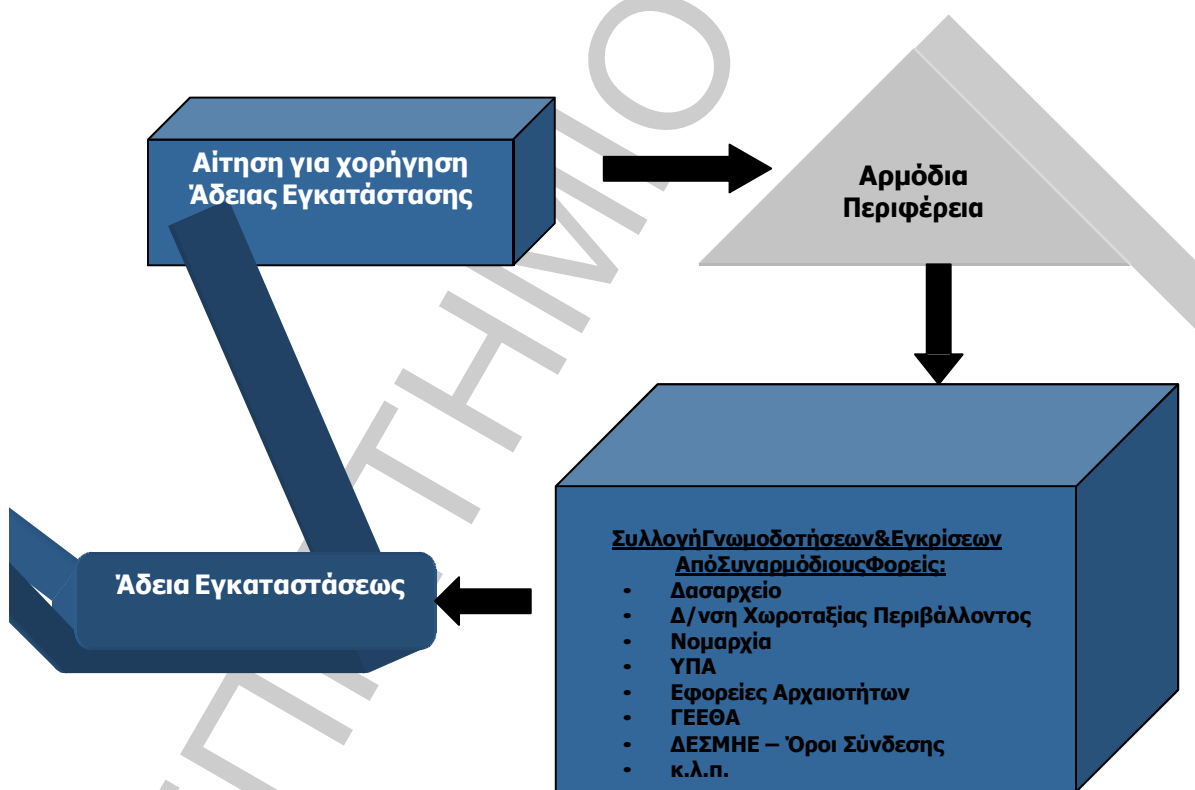
Η ΡΑΕ γνωμοδοτεί στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός 45 ημερών από την συμπλήρωση του σχετικού φακέλου, εκτός εάν με αιτιολογημένη γνώμη της ζητήσει αξιόπιστα δεδομένα για το δυναμικό ΑΠΕ που να καλύπτουν μεγαλύτερη χρονική περίοδο. Ο Υπουργός Ανάπτυξης εκδίδει τη σχετική απόφαση εντός 30 ημερών από την παραλαβή της γνωμοδότησης. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής στοιχεία:

- Το νομικό ή το φυσικό πρόσωπο το οποίο χορηγείται.
- Τη θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τον οποίο χορηγείται.
- Τη μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ
- Τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή μορφή ΑΠΕ εάν αναφέρεται σε σταθμό ΑΠΕ.

Εάν εντός περιόδου 24 μηνών μετά από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, δεν έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, παύει η ισχύς της άδειας παραγωγής. Αλλιώς η διάρκεια ισχύος της άδειας παραγωγής παρατείνεται για όση διάρκεια ισχύει η άδεια εγκατάστασης και εν συνεχεία η άδεια λειτουργίας, εκτός εάν ανακληθεί νωρίτερα.

### 2.3.5 Άδεια Εγκαταστάσεως

Μετά την λήψη άδειας παραγωγής Η/Ρ ακολουθεί η διαδικασία λήψης άδειας εγκαταστάσεως ούτως ώστε να αρχίσει η υλοποίηση του έργου:

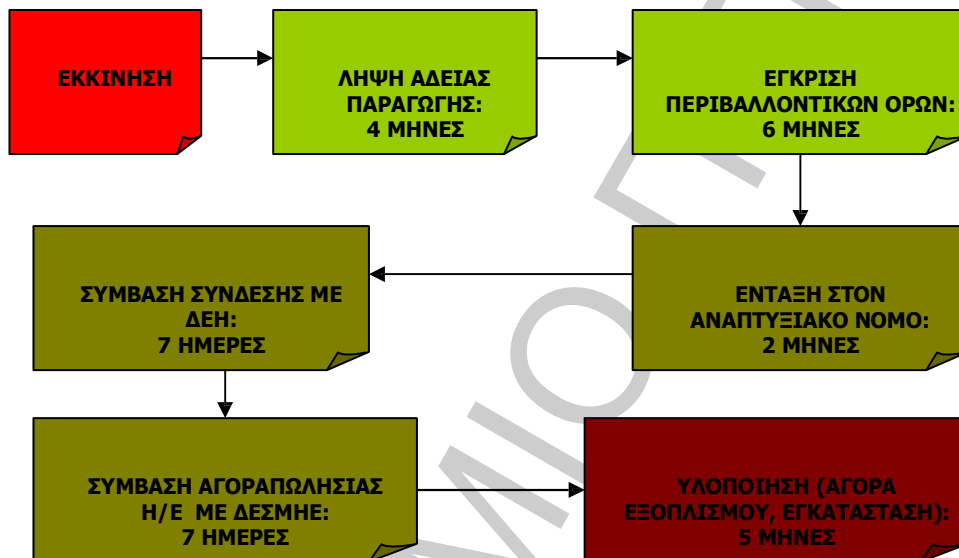


### Αδειοδοτική Διαδικασία Χορηγήσεως Άδειας Εγκαταστάσεως

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται και ο όγκος του γραφειοκρατικού μηχανισμού που αποτελεί τροχοπέδη στην ανάπτυξη της χώρας. Για την έγκριση της άδειας εγκαταστάσεως απαιτείται ένα σύνολο εγκρίσεων από διάφορους φορείς σε

πολλές περιπτώσεις μη συνεργαζόμενους μεταξύ τους κάτι το οποίο αποτελεί και πολύ χρόνο και υψηλό κόστος.

### 2.3.6 Διαδικασία Περάτωσης Έργου



## 2.4 Επενδυτικά Κριτήρια

Παρακάτω αναλύονται βασικές παράμετροι που πρέπει να προσδιορίσει πλήρως κάποιος ο οποίος ενδιαφέρεται να πραγματοποιήσει μια επένδυση σε Αιολικό Πάρκο. Να αναφερθεί ότι τα μεγέθη αυτά δεν προσεγγίζονται μόνο ως στατικά μεγέθη (πως έχουν σήμερα) αλλά και ως δυναμικά μεγέθη (πως έχουν εξελιχθεί) ώστε ο αναγνώστης να έχει μια πλήρη εικόνα του αντικειμένου.

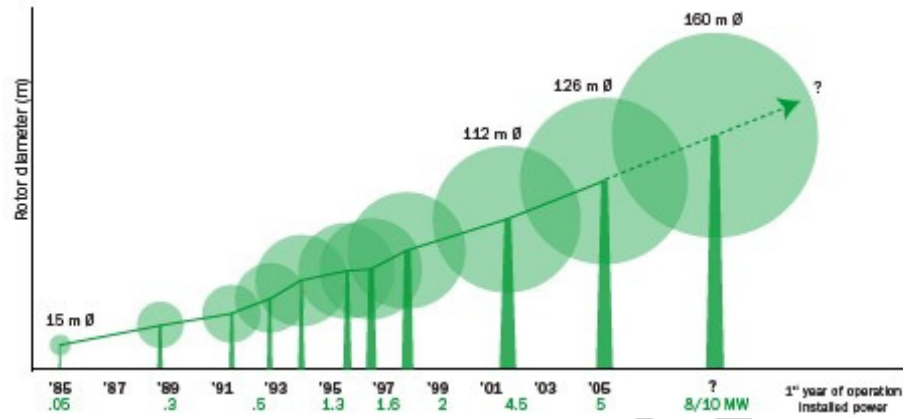
### 2.4.1 Κόστος

Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τα έξοδα εγκατάστασης και αγοράς των ανεμογεννητριών. Το πρώτο επομένως που πρέπει να αποφασίσει κάποιος που πρόκειται να προβεί σε μία τέτοια επένδυση είναι το είδος της εγκατάστασης που θα υλοποιήσει. Μια

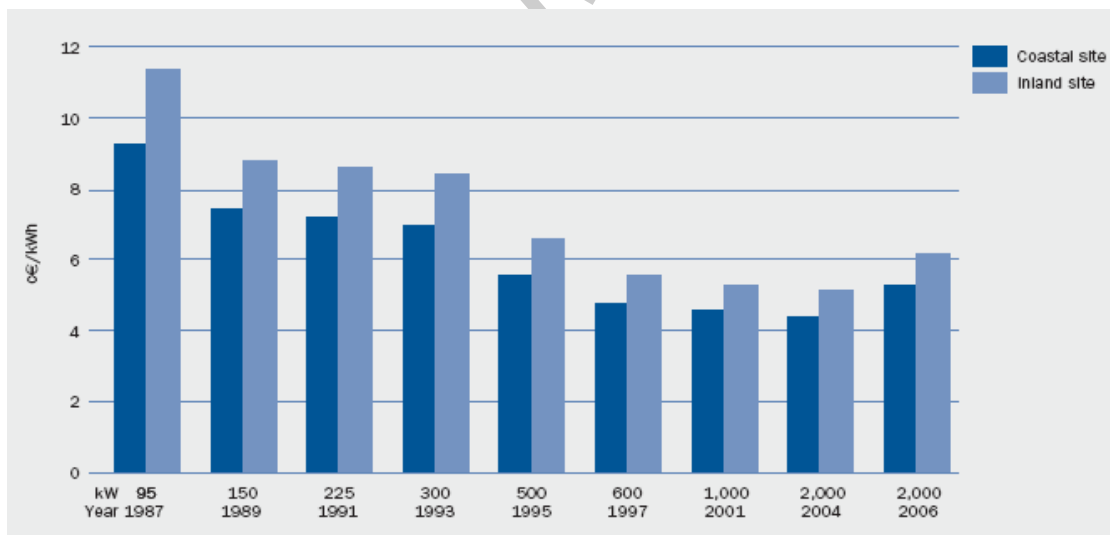
τέτοια απόφαση εξαρτάται προφανώς από συγκεκριμένα κριτήρια που έχει θέσει ο επενδυτής. Τέτοια είναι:

- Το μέγεθος της παραγωγής που καλείται να καλύψει.
- Η επιλογή του κατάλληλου τύπου ανεμογεννήτριας κυρίως βάση του συνολικού παραγόμενου φορτίου.
- Η επιλογή της μορφολογίας της περιοχής εγκατάστασης βάση του αιολικού δυναμικού που θέλει να εκμεταλλευτεί.
- Η επιλογή του είδους του αιολικού πάρκου βάση της τοποθεσίας (ηπειρωτικό, θαλάσσιο).

Αιολικό πάρκο ήδη έχουμε ορίσει ότι είναι σύνολο ανεμογεννητριών. Βάση των ανωτέρω αποφάσεων θα αποφασιστεί τόσο το είδος όσο και το μέγεθος – αριθμός ανεμογεννητριών που θα χρειαστούν. Όπως είναι κατανοητό γενικευμένη προσέγγιση κόστους δεν μπορεί να γίνει εφόσον π.χ. το θαλάσσιο πάρκο έχει διπλάσιο κόστος από το ηπειρωτικό. Ενώ π.χ. το κόστος μιας ανεμογεννήτριας αυξάνεται καθώς αυξάνεται το πλήθος των πτερυγίων της ή καθώς έχει την δυνατότητα να στρέφεται υπό γωνία και κυρίως καθώς αυξάνεται η ονομαστική παραγόμενη ισχύς της. Ένα χαρακτηριστικό μέγεθος ανεμογεννήτριας ηπειρωτικού πάρκου με ονομαστική ισχύ στα 1 MW κοστολογείται ως αγορά και εγκατάσταση στο 1 εκατομμύριο ευρώ. Σαφέστατα ωστόσο με την πάροδο των χρόνων το κόστος των ανεμογεννητριών παραμένει σχετικά σταθερό καθώς βελτιώνεται τόσο η απόδοση αυτών όσο και η ποιότητα των τελευταίων. Παρακάτω ακολουθεί ένα διάγραμμα που δείχνει την εξέλιξη των χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών με την πάροδο του χρόνου αλλά και το κόστος εγκατάστασης αυτών.



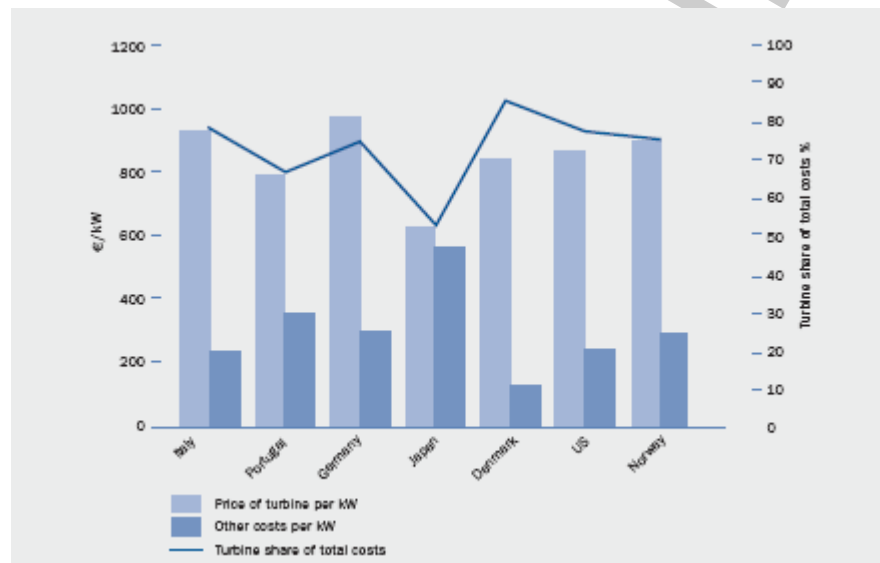
### Χρονική Μεταβολή μεγέθους Ανεμογεννητριών



### Χρονική Μεταβολή Κόστους Παραγόμενης Ενέργειας

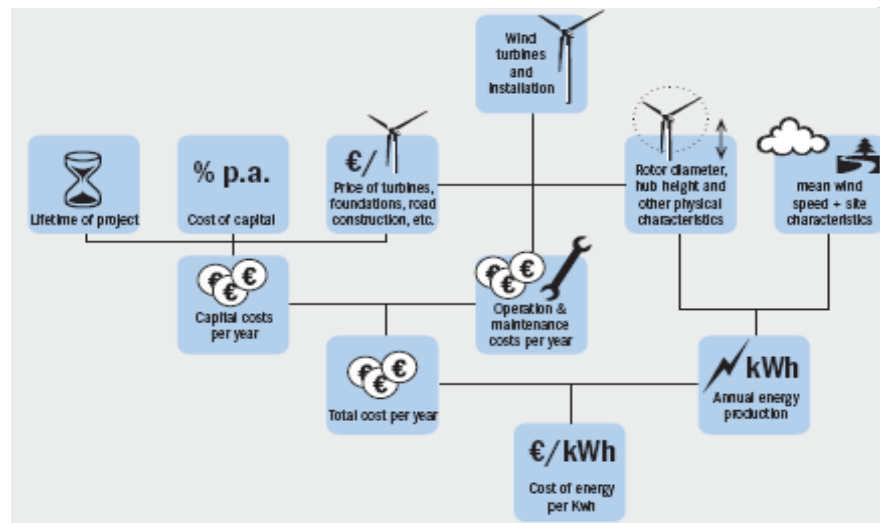
Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ξεκάθαρα ότι με το πέρασμα του χρόνου το κόστος παραγόμενης ενέργειας μειώνεται αισθητά, ενώ η εγκατάσταση σε παραθαλάσσιο μέρος σταθερά έχει μικρότερο κόστος από ότι σε ηπειρωτικό χώρο.

Το υπόλοιπο κόστος λειτουργίας θα θεωρούσαμε ότι είναι ελάχιστο προς το προαναφερθέν εφόσον τα γενικά έξοδα ενός αιολικού πάρκου είναι ελάχιστα με κύρια το νερό που χρειάζεται για καθαρισμούς, η ασφάλιση της μονάδας, το προσωπικό που θα επιβλέπει την ύπαρξη τυχόν ζημιών (το οποίο είναι ελάχιστο - μπορεί να είναι και ένα άτομο μόνο) και το συμβόλαιο συντήρησης με την εταιρεία αγοράς για όλα τα χρόνια ζωής του αιολικού μας πάρκου.



### Κόστος Ανεμογεννητριών ανά χώρα

Παρατηρείται η αναλογία κόστους αγοράς εξοπλισμού και εγκατάστασης. Όπως είναι φανερό στην Ιαπωνία το κόστος εγκατάστασης είναι σαφέστατα πιο υψηλό σε σχέση με την πεδινή και μη σεισμογενή Γερμανία. Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι το κόστος του εξοπλισμού στην Ε.Ε. και στην Αμερική είναι περίπου το ίδιο (με εξαίρεση την Ιαπωνία που είναι σαφέστατα κατώτερη των υπολοίπων χωρών).

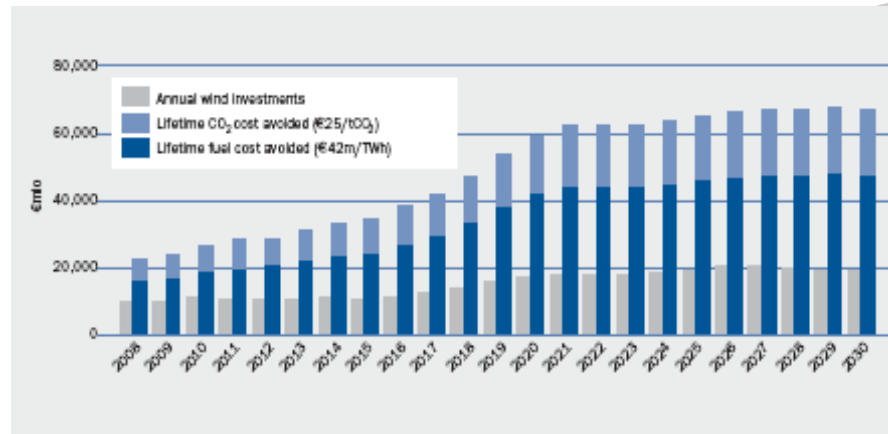


### Συνολικό Κόστος Επένδυσης

Παρατίθεται το παραπάνω σχήμα όπως βρέθηκε διότι θεωρήθηκε ότι οι σχηματικές απεικονίσεις βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση του. Φαίνεται λοιπόν ότι το συνολικό κόστος ενέργειας προσδιορίζεται από τρεις κατά κύριο λόγο παράγοντες. Ο πρώτος είναι το κόστος κεφαλαίου, το κόστος υλοποίησης του επενδυτικού σχεδίου και ο χρόνος λειτουργίας αυτού. Ο δεύτερος είναι η επιλογή του μέρους και του είδους της ανεμογεννήτριας που θα καθορίσουν και την παραγόμενη ενέργεια. Και το τρίτο το κόστος συντήρησης. Όλα αυτά τα κόστη συνυπολογίζονται και προσδιορίζουν το κόστος της παραγόμενης ενέργειας ανά kWh.

Όταν κάποιος υπολογίζει το κόστος μιας τέτοιας επένδυσης χρειάζεται να προσδιορίσει και το κόστος ευκαιρίας. Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι ότι απελευθερώνουν πόρους ακόμα και αν πρόκειται για άμεσα μη οικονομικούς πόρους. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η αποφυγή κόστους χρήσης συμβατικών πηγών ενέργειας όπως το πετρέλαιο και το κόστους παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με το επενδυόμενο κεφάλαιο σε μια περίοδο από το 2008 έως το 2030. Θεωρείται εντυπωσιακή αναλογία του κεφαλαίου σε σχέση με το κόστος που αποφεύγεται ειδικά όταν φτάνουμε σε βάθος χρόνου εικοσαετίας όπου το όφελος ουσιαστικά είναι πενταπλάσιο.

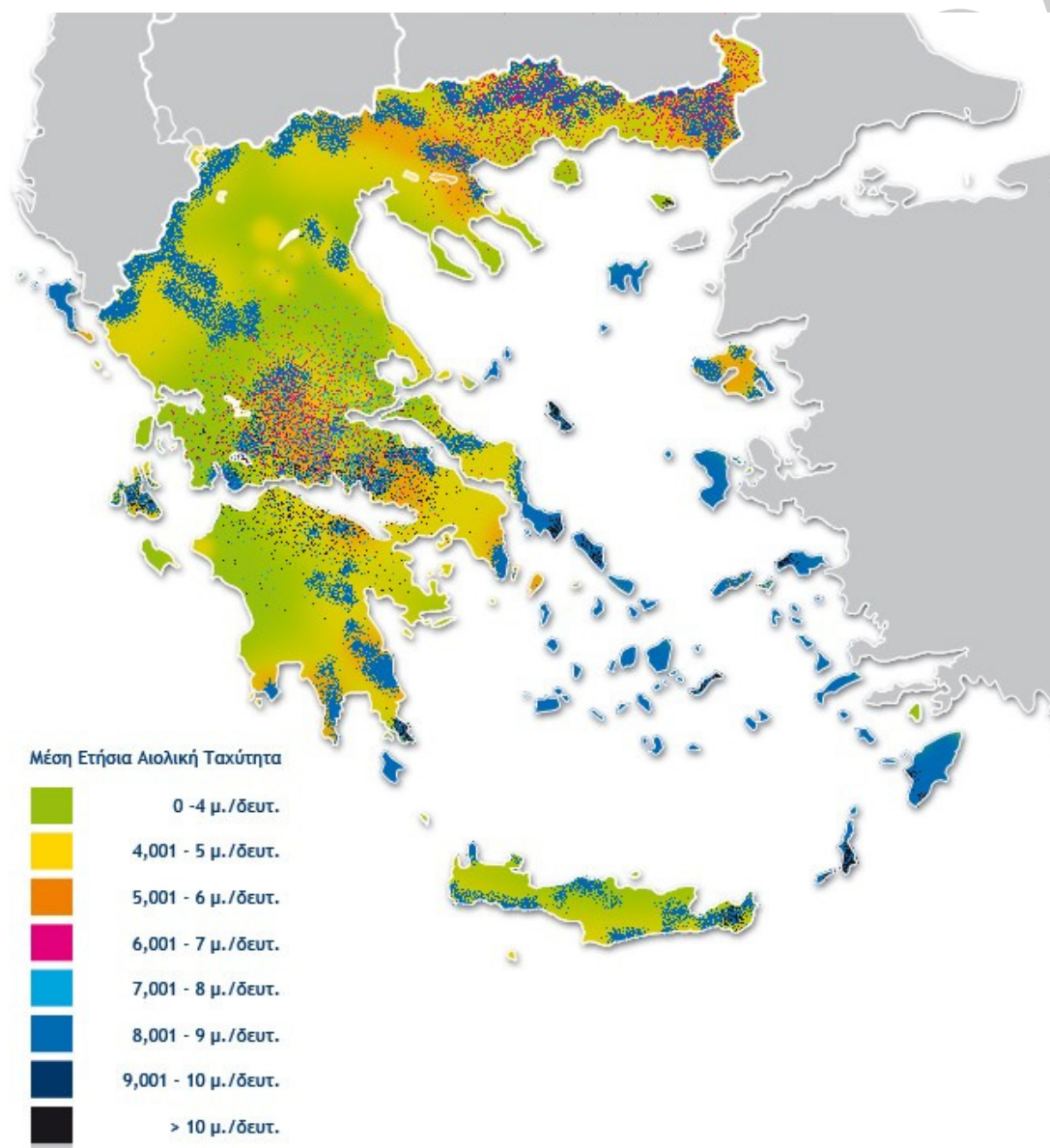




Κόστος Επένδυσης σε σχέση με κόστος που αποφεύγεται με την πάροδο του χρόνου

#### 2.4.2 Τοποθεσία

Όπως ήδη αναφέρθηκε η επιλογή της τοποθεσίας είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι επηρεάζει ένα πλήθος σημαντικών παραγόντων. Γενικά, ενδιαφέρον παρουσιάζουν περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό. Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης της Ελλάδος αιολικού δυναμικού. Στην ΚΑΠΕ υπάρχουν και πιο αναλυτικοί χάρτες και για διάφορα μέρη της Ελλάδας παραδείγματα των οποίων μπορείτε να βρείτε στο παράρτημα.



Χάρτης Αιολικού Δυναμικού της Ελλάδος

Εδώ χρειάζεται να τονιστεί ότι ικανοποιητικό αιολικό δυναμικό παρουσιάζουν οι περιοχές που έχουν μέση ταχύτητα ανέμου κοντά στα 7-8 m/sec. Η ταχύτητα του ανέμου δεν παρουσιάζει μια γραμμική συσχέτιση με την απόδοση μιας γεννήτριας. Έτσι, σε χαμηλότερες ταχύτητες των 7 m/sec η απόδοση των ανεμογεννητριών πέφτει κατακόρυφα ενώ στον αντίποδα από ένα μέγιστο σημείο και μετά η απόδοση της γεννήτριας παραμένει σταθερή (μην λαμβάνοντας τις περιπτώσεις ότι σε πολύ υψηλές ταχύτητες η γεννήτρια παύει να δουλεύει ή ακόμη χειρότερα υπάρχει η πιθανότητα βλάβης αυτής). Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα να αναφέρουμε την περίπτωση ενός αιολικού

πάρκου το οποίο στην ταχύτητα των 8m/sec δύνανται να παράγει 1600KW, ενώ το ίδιο πάρκο στην ταχύτητα των 4m/sec παράγει μόλις 200KW.

Άλλοι δύο παράγοντας που θα πρέπει να προσεχτούν σε σχέση με την επιλογή της τοποθεσίας είναι οι ανωμαλίες του εδάφους και το ύψους εγκατάστασης του αιολικού πάρκου. Στην μεν πρώτη περίπτωση μια ανωμαλία στο έδαφος μπορεί είτε να δημιουργεί στροβιλισμούς στον αέρα (κάτι το οποίο επιβραδύνει την αποδοτικότητα της εγκατάστασης) είτε μπορεί να μειώσει την ταχύτητα του αέρα σε επίπεδα μη αποδεκτά για την εγκατάσταση μας. Στην δε δεύτερη περίπτωση το υψόμετρο παρουσιάζει μια αναλογική θετική ευθύγραμμη συσχέτιση με την ταχύτητα του αέρα, που σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερο το υψόμετρο τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα του αέρα.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε την περίπτωση της εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού του αναβατικού και του καταβατικού ανέμου. Πρόκειται για ρεύματα τα οποία δημιουργούνται τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του αέρα και της επιφάνειας της θάλασσας ή του εδάφους. Έτσι, τις πρωινές ώρες ο αέρας θερμαίνεται πιο γρήγορα από την γη, η οποία συνεχίζει και ψύχει το στρώμα αέρα που βρίσκεται σε επαφή με αυτή με αποτέλεσμα το τελευταίο όντας πιο βαρύ από το πρώτο να κινείται προς την πλαγιά ή αντίθετα προς την θάλασσα (το αντίθετο συμβαίνει το βράδυ). Τέτοια φαινόμενα εμφανίζονται στις παράκτιες περιοχές είτε σε περιοχές μη επίπεδες που βρίσκονται σε κάποια πλαγιά.

Κλείνοντας και ολοκληρώνοντας τα ανωτέρω, οι παράμετροι επιλογής μιας τοποθεσίας μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Αιολικό Δυναμικό.
- Συγκεκριμένες γεωφυσικές συνθήκες.
- Τοπικές Μετεωρολογικές συνθήκες.
- Δυνατότητα Πρόσβασης.
- Απαιτούμενα Έργα Υποδομής.
- Υφιστάμενα Δίκτυα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Περιβαλλοντικές Συνέπειες.

- Ιδιοκτησία Εδαφικών Εκτάσεων και Δυνατότητα Χρήσης Γης.

### **Παράγοντες που πρέπει να συνυπολογιστούν**

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει πλήθος θετικών στοιχείων μιας αιολικής εγκατάστασης σε μια τοποθεσία, υπάρχουν κάποιες παράμετροι που πρέπει να μελετηθούν σχολαστικά πριν την υλοποίηση του πάρκου.

### **Αισθητικά προβλήματα**

Πρόκειται για ένα θέμα εντελώς υποκειμενικό πάνω στο οποίο έχει δοθεί τεράστια δημοσιότητα μιας και οι κάτοικοι περιοχών επιλεγμένων ως μέρη αιολικής επένδυσης αντιτίθενται σθεναρά στις τελευταίες. Το ότι ένα αιολικό πάρκο δύναται να αλλάξει το αισθητικό αποτέλεσμα της περιοχής είναι φυσιολογικό. Το αντε-επιχείρημα ωστόσο σε κάτι τέτοιο είναι ότι η ύπαρξη ενός θερμικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο αντίστοιχο σημείο θα είχε πολλαπλάσια αρνητικά αποτελέσματα στο ίδιο μέρος. Παρόλα αυτά και επειδή οποιαδήποτε επένδυση χρειάζεται της αποδοχής της τοπικής κοινωνίας κρίνεται σκόπιμο, η επιλογή της τοποθεσίας να γίνεται σε σημείο (αν γίνεται) μη ορατό από οικισμούς.

### **Η/Μ Παρεμβολές**

Οι ανεμογεννήτριες πρώτης γενιάς προκαλούσαν αλλοιώσεις σημάτων λόγω της κίνησης των μεταλλικών τους πτερυγίων. Ωστόσο, από τότε και η νομοθεσία επιβάλλει την ελάχιστη απόσταση ανεμογεννητριών από πομπούς και δέκτες σημάτων αλλά και οι ανεμογεννήτριες σύγχρονης τεχνολογίας έχουν ειδικά υλικά απορρόφησης και μη αντανάκλασης σημάτων.

### **Θόρυβος**

Ο αεροδυναμικός θόρυβος μια γεννήτριας είναι τόσο χαμηλός που δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης πάνω από 200 μέτρα. Κατά συνέπεια και σύμφωνα με το νόμο αιολικό πάρκο το οποίο βρίσκεται 500 μέτρα μακριά από οποιοδήποτε

οικισμό πρακτικά δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα.

## **Πουλιά**

Μελέτες έχουν αποδείξει ότι ετησίως στην Ευρώπη σε σύνολο 3520 θανάτων πουλιών, οι 1500 οφείλονται σε κυνηγούς, οι 2000 σε σύγκρουση με οχήματα και γραμμές μεταφοράς και μόλις οι 20 σε σύγκρουση πουλιών με πτερύγια ανεμογεννητριών.

### **2.4.3 Έσοδα**

Τα έσοδα πωλήσεων μιας τέτοια επένδυσης είναι σταθερά και συμφωνημένα μέσω του συμβολαίου που επισυνάπτεται μεταξύ του επενδυτού και της ΔΕΗ. Σύμφωνα με το νόμο η παραπάνω σύμβαση είναι δεκαετής με σταθερή μονάδα πώλησης τα 73,45€/MWh η οποία δύναται να τροποποιηθεί πέραν τις δεκαετίας (για άλλα δέκα χρόνια) μόνο μετά από απαίτηση του πωλητή (όπου και σε μια τέτοια περίπτωση δεν αναμένεται μείωση τιμής πώλησης). Κατά συνέπεια και λόγω της σχεδόν δεδομένης ποσότητας παραγωγής είναι δυνατό για οποιαδήποτε εγκατάσταση να γίνει υπολογισμός των εσόδων σε ετήσιο επίπεδο για όσο χρόνο το επιθυμούμε.

Να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι στην παρούσα φάση σε ποσοστό 40% το κόστους μιας τέτοιας επένδυσης καλύπτεται από το κράτος ως κίνητρο ενεργειακής ανάπτυξης της χώρας μας. Γι' αυτό άλλωστε σε ευρωπαϊκό επίπεδο η χώρα μας θεωρείται από τις πιο ευνοϊκές για επενδύσεις σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ειδικότερα σε Αιολική Ενέργεια. Τέλος να αναφερθεί ότι οι παραπάνω επενδύσεις (σύμφωνα με χρηματοοικονομικά μεγέθη) είναι επενδύσεις χαμηλού ρίσκου, με μικρή περίοδο επιστροφής κεφαλαίου και αρκετά υψηλό δείκτη εσωτερικής απόδοσης ( $IRR \geq 15\%$ ).

## **Διαδικασίες**

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω αν και υπάρχουν όλα τα κίνητρα και οι προϋποθέσεις προκειμένου η χώρα μας να γίνει μια από τις πιο ελκυστικές

επενδυτικές περιοχές αιολικής ενέργειας εν τούτοις η γραφειοκρατία αποτελεί το νούμερο ένα ανασταλτικό παράγοντα. Γι' αυτό το λόγο κρίθηκε σαφές να αναφερθούν τα σημαντικότερα νομικά βήματα που πρέπει να ακολουθήσει κάποιος προκειμένου να υλοποιήσει μια τέτοια επένδυση.

## 2.5 Συμπεράσματα

Όπως έγινε σαφές ανωτέρω αποτελεί μια γενικότερη πολιτική και αντίστοιχα απαίτηση της κοινωνίας να οδηγηθούμε σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Ευρώπη ως κοινωνία ευαισθητοποίησης ήδη αποτελεί τον παγκόσμιο πρωτοπόρο σε αυτόν τον τομέα.

Στην Ελλάδα η ανάπτυξη του τομέα των ΑΠΕ διασφαλίζεται από δεσμευτικούς συμβατικούς στόχους που απαιτούν τη συμμετοχή κατά 20% στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια μέχρι το 2020.

Τα κυριότερα προβλήματα ωστόσο που εμποδίζουν να γίνει ρεαλιστική μια τέτοια πρόβλεψη και να μετατραπεί η Ελλάδα σε παράδεισο των Αιολικών Πάρκων όπως αρχικά είχε χαρακτηριστεί είναι τα ακόλουθα :

- Η ατελείωτη γραφειοκρατία και το πλήθος των αδειών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός έργου. Οι διαδικασίες είναι συριακές, δηλαδή η μία προϋποθέτει την ολοκλήρωση κάποιας άλλης, ενώ θα μπορούσαν να είναι παράλληλες. Η καθυστέρηση μίας απόφασης καθυστερεί την όλη διαδικασία και αυτό είναι συχνό φαινόμενο καθώς οι περισσότερες σχετικές κρατικές υπηρεσίες είναι υποστελεχομένες
- Η έλλειψη του Ειδικού Χωροταξικού για τις ΑΠΕ η καθυστέρηση του οποίου καθυστερεί τις αποφάσεις του Συμβουλίου της επικρατείας και την σχετική ολοκλήρωση των έργων που έχουν παραπεμφθεί εκεί.
- Η καθυστέρηση ολοκλήρωσης των έργων της ΜΑΣΜ που περιορίζει την δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο αρκετών έργων κυρίως στην πλούσια σε αιολικό δυναμικό Εύβοια.
- Και τέλος η τοπική κοινωνία, η οποία κυρίως λόγω έλλειψης πληροφόρησης οδηγείτε σε λάθος συμπεράσματα για την επίπτωση των

ανεμογεννητριών στο περιβάλλον.

Εάν ολοκληρωθεί παρόλα αυτά ο εθνικός στόχος τότε θα έχουν εγκατασταθεί περίπου 5000 ανεμογεννήτριες σε χώρο μόλις 75000 στρεμμάτων (την ώρα που από τις πυρκαγιές κάηκαν 3 εκατομμύρια στρέμματα δάσους και τα λιγνιτωρυχεία χρησιμοποιούν ούτε λίγο ούτε πολύ 121.000 στρέμματα). Η μείωση των παραγόμενων ρύπων CO<sub>2</sub> ανέλθει στα 21.5 εκατομμύρια τόνους και η μείωση χρήσης πετρελαίου στους 375.000.

Κατά συνέπεια και σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν οι ΑΠΕ και ιδιαίτερα η Αιολική Ενέργεια που αποτελεί την πιο ανθούσα πηγή εκμετάλλευσης εξ αυτών αποτελεί μια εξαιρετική περίπτωση επένδυσης, μια πολύ καλή προοπτική για την χώρα και ίσως το μονόδρομο προς ενεργειακή απεξάρτηση ή καλύτερα ενεργειακή κάλυψη.

Εν τέλη και εφόσον το όλο σκεπτικό προσέγγισης της αιολικής ενέργειας είναι πλαίσιο επένδυσης παρατίθεται ένα διάγραμμα το οποίο εσωκλείει όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση υλοποίησης ενός τέτοιου επενδυτικού σχεδίου. Το διάγραμμα παρατίθεται επίσης στα αγγλικά διότι η σχηματική μορφή του θεωρείται απλουστεύει την κατανόηση του επενδυτικού σχεδίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

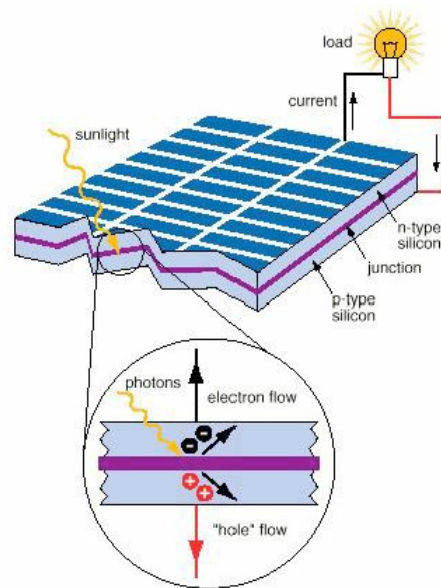
#### 3.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ήπια, ανεξάντλητη και ανανεώσιμη. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι αρκετά διαδεδομένη κυρίως με εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β). Τα φωτοβολταϊκά συστήματα βασίζονται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή στην άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό, με τη χρήση τεχνολογίας ημιαγωγικών υλικών τα οποία ενεργοποιούνται στο φάσμα του ηλιακού φωτός. Τέτοια συστήματα χαρακτηρίζονται ως ηλιακοί συσσωρευτές και η λειτουργία τους είναι φιλική προς το περιβάλλον, ενώ η διάρκεια ζωής τους φθάνει τα 25 χρόνια.

##### 3.1.1 Δομή, λειτουργία και απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων

Η δομή και η λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων ή ηλιακών κυψελών (cells) βασίζεται στους ημιαγωγούς, οι οποίοι συνδέονται σε ζεύγη αρνητικής και θετικής φόρτισης (p-n), ώστε να διαμορφώσουν μεγάλης επιφάνειας ηλεκτροδιόδους. Η ορθή κατασκευή της ηλεκτροδιόδου αποτελεί βασική προϋπόθεση της επιτυχούς λειτουργίας της φωτοβολταϊκής κυψέλης ως ημιαγωγού.

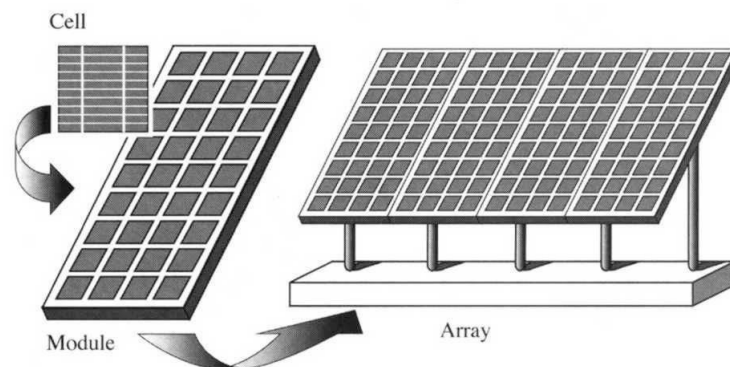




**Εικόνα 5.1:** Φωτοβολταϊκό στοιχείο.

Οι κυψέλες συνδέονται μεταξύ τους σε ομάδες, συνιστώντας φωτοβολταϊκά πλαίσια (modules). Με τη σύνδεση σε σειρά (το οπίσθιο ηλεκτρόδιο της μιας κυψέλης συνδέεται με το εμπρόσθιο της επόμενης) επιτυγχάνεται αύξηση της τάσης, ενώ η ισχύς του πλαισίου ισούται με την ισχύ της κυψέλης. Αντίθετα, με την παράλληλη σύνδεση (το εμπρόσθιο ηλεκτρόδιο της μιας συνδέεται με το εμπρόσθιο της επόμενης και αντίστοιχα το οπίσθιο ηλεκτρόδιο της μιας με το οπίσθιο της επόμενης) η ισχύς του πλαισίου αποτελεί άθροισμα της ισχύος των κυψελών, ενώ η τάση του ρεύματος ισούται με την τάση της μιας κυψέλης. Ανάλογα με τις ανάγκες είναι δυνατό να εφαρμοστούν διάφοροι συνδυασμοί των δυο τύπων σύνδεσης, τόσο μέσα στο ίδιο φωτοβολταϊκό πλαίσιο, όσο και μεταξύ. Το μέγεθος και η μορφή του πλαισίου εξαρτώνται από διάφορες παραμέτρους, όπως η θέση και ο τρόπος εγκατάστασης και η μεταφορά.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από συστοιχίες φωτοβολταϊκών πλαισίων (modules) με τις μεταλλικές βάσεις τους, καθώς και αντιστροφείς (inverter) που μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο. Η μέγιστη ισχύς που αποδίδει ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο σε καθορισμένες συνθήκες ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας (πρότυπες συνθήκες), αποτελεί ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του και ονομάζεται *ισχύς αιχμής* ( $W_p$ ).



**Εικόνα 5.2:** Βασική σύνθεση μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας.

Για να λειτουργήσουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα επιτυχώς κατά τη διάρκεια μιας αναμενόμενης διάρκειας ζωής, απαιτείται έρευνα σε όλες τις πτυχές. Οι εκτιμήσεις ισχύος των φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν δίνουν συνήθως μια ακριβή ένδειξη της απόδοσης τους. Τα αποτελέσματα ερευνών, έδειξαν ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες θα μπορούσαν να προκαλέσουν μείωση μέχρι και 18% της πιθανής ισχύος τους. Η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία είναι οι δυο βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως ο αέρας, η βροχή, η κάλυψη σύννεφων και η διανομή του ηλιακού φάσματος, επηρεάζουν τη θερμοκρασία, κάτω από την οποία τα συστήματα λειτουργούν, καθώς και την αναμενόμενη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.

Ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι:

- η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας: η αύξηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άρα μεγαλύτερη παραγόμενη ισχύ.
- η θερμοκρασία: υψηλές θερμοκρασίες έχουν αρνητική επίδραση στη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, καθώς μειώνουν την

απόδοση και την αποδιδόμενη μέγιστη ισχύ. Η θερμοκρασία λειτουργίας του φ/β συστήματος εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης. Όμως, είναι δυνατή η εγκατάσταση συστήματος ψύξης για να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος.

- η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου: μεγάλες ταχύτητες ανέμου έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερες θερμοκρασίες λειτουργίας του φωτοβολταϊκού πλαισίου.
- η ρύπανση: η ηλεκτροπαραγωγή των πλαισίων μειώνεται με τη ρύπανση της επιφάνειάς τους, από την επικάθηση σκόνης, φύλλων, χιονιού, γύρης, αλατιού από τη θάλασσα κτλ.
- η γήρανση: με την πάροδο του χρόνου παρουσιάζεται μια μικρή βαθμιαία πτώση στην ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος (1%-2% για κάθε έτος)
- η σκίαση (από κολώνες, βλάστηση, κεραίες κλπ): το φαινόμενο αυτό επιδρά αρνητικά στην απόδοση φωτοβολταϊκών.
- οι απώλειες φωτοβολταϊκού συστήματος: κατά το σχεδιασμό ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ηλεκτρικές απώλειες στους αγωγούς που συνδέουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια στις συστοιχίες, καθώς και τις συνδέσεις τους με άλλα μέρη του συστήματος, όπως διατάξεις ρύθμισης, προστασίας και ελέγχου, συσσωρευτές, μετατροπείς κλπ. Επομένως, κατά τον υπολογισμό της απαιτούμενης επιφάνειας των φωτοβολταϊκών ενός συστήματος, πρέπει να γίνεται πρόβλεψη, ανάλογα με την περίπτωση και για την κάλυψη όλων αυτών των απωλειών, που μπορεί να είναι της τάξης περίπου του 30% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ή και περισσότερο

### 3.1.2 Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών στοιχείων

Οι κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι :

- Τεχνολογία παραγωγής ημιαγωγικών υλικών με κρυσταλλική δομή, τα οποία στην πλειοψηφία τους αποτελούνται από πυρίτιο (Si), άμορφο ή

κρυσταλλικό (πολυκρυσταλλικό ή μονοκρυσταλλικό).

- Τεχνολογία λεπτών υμενίων (thin film), με πάχος στοιχείων κλίμακας μm.

### 5.3: Τεχνολογίες μονοκρυσταλλικού πυριτίου, thin film και πολυκρυσταλλικού πυριτίου



Το πυρίτιο βρίσκεται σε διάφορα ορυκτά και πετρώματα που αποτελούν σχεδόν το 87% του φλοιού της γης, ενώ αποτελεί το δεύτερο σε αφθονία χημικό στοιχείο στη φύση. Το καθαρό πυρίτιο παράγεται με πολύπλοκη διαδικασία αφαίρεσης προσμίξεων που περιέχει και μειώνουν την ικανότητα ημιαγωγιμότητας του. Τα περισσότερα εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούνται από κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου, μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού, η απόδοση των οποίων κυμαίνεται μεταξύ 13% και 16%. Το κόστος τους παραμένει σχετικά υψηλό, ενώ ο χρόνος απόδοσης ενέργειας κυμαίνεται σε 2-6 χρόνια κανονικής λειτουργίας. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες άμορφου πυριτίου χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές μικρής κλίμακας. Το χαμηλότερο κόστος κατασκευής τους και η μικρότερη απόδοση τους σε σχέση με τις κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου, οφείλονται στον τρόπο κατασκευής των ημιαγωγών, οι οποίοι αποτελούνται από μια εξαιρετικά λεπτή στρώση πυριτίου εφαρμοσμένη επάνω σε συγκεκριμένο υπόστρωμα, συνήθως συνθετικό φύλλο. Ο χρόνος απόδοσης της ενέργειας των κυψελών άμορφου πυριτίου κυμαίνεται σε 1-3 χρόνια κανονικής λειτουργίας. Με σκοπό την ελάττωση του κόστους της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων ακολουθεί την τεχνολογία των ημιαγωγών λεπτής στρώσης. Με την προσθήκη στο άμορφο πυρίτιο συγκεκριμένης ποσότητας ορισμένων χημικών στοιχείων αυξάνεται η απόδοση της ηλιακής κυψέλης χωρίς αύξηση του κόστους κατασκευής.

Τα Φ/Β λεπτού υμενίου (thin film) είναι εύκαμπτα, με χαμηλό βάρος αλλά σχετικά

χαμηλή απόδοση και χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα, κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Ωστόσο έχουν αρχίσει να διεισδύουν δυναμικά στις αγορές των ενσωματωμένων Φ/Β σε κτίρια ως αρχιτεκτονικά στοιχεία. Πλεονεκτούν όμως στην αξιοποίηση της απόδοσης τους σε σχέση με τα κρυσταλλικά Φ/Β, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά).

Οι κρύσταλλοι και η μορφή λεπτού φιλμ διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την απόδοση απορρόφησης του φωτός, την απόδοση μετατροπής της μίας ενέργειας στην άλλη, την τεχνολογία κατασκευής και το κόστος κατασκευής [26].

### 3.1.3 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Κατά την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση της απόστασης του από την κατανάλωση. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, τα πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν ελεύθερα στο έδαφος, επάνω σε κτίρια ή σε άλλες κατασκευές ακόμη και να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία και υλικά επικάλυψης στεγών.

Στην περίπτωση απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης, οι φωτοβολταϊκές μονάδες διασυνδέονται μεταξύ τους και στηρίζονται σε μεταλλικά πλαίσια. Πιο συγκεκριμένα, τα μεταλλικά αυτά πλαίσια, στην απλούστερη μορφή τους, είναι ακίνητα και στερεώνονται στο έδαφος με διάφορες μεθόδους, όπως η πασσαλόπηξη. Πάνω τους στερεώνονται τα φωτοβολταϊκά πάνελ και συνδέονται μεταξύ τους ανάλογα με την εφαρμογή. Σε πολλά φωτοβολταϊκά συστήματα υπάρχουν 2-3 επίπεδα κλίσης ως προς το οριζόντιο επίπεδο, ώστε να μεγιστοποιείται η απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας σε διαφορετικούς μήνες αλλά και ώρες της ημέρας. Πιο περίπλοκη είναι η εγκατάσταση με μετακινούμενο τον ένα άξονα ώστε να παρακολουθεί την πορεία του ήλιου. Ο άξονας αυτός μπορεί να είναι είτε ως προς το οριζόντιο επίπεδο, κι έτσι η γωνία εγκατάστασης ως προς αυτό να μεταβάλλεται μέρα με την

ημέρα, είτε ως προς το αζιμούθιο (ως προς το νότο) ώστε να μεταβάλλεται η θέση του φωτοβολταϊκού ακολουθώντας την ημερήσια κίνηση του ήλιου. Η πιο περίπλοκη διάταξη είναι εκείνη που μοιάζει με το ηλιοτρόπιο και προβλέπει κίνηση σε 2 άξονες παρακολουθώντας την πορεία του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας και των εποχών. Επίσης, εκτιμάται ότι η χρήση επιπέδων κλίσης αυξάνει την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας κατά 20-45%. Ωστόσο, όσο πιο περίπλοκη είναι η διάταξη στήριξης και εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών τόσο πιο αυξημένες είναι οι ανάγκες επιτήρησης και συντήρησής τους.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (DC). Αν υπάρχουν τέτοιου είδους καταναλώσεις, τότε μπορούν να τροφοδοτηθούν απ' ευθείας ή συνήθως με τη βοήθεια συσσωρευτών χωρίς άλλες διατάξεις μετατροπής, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία συσκευών και όταν δεν υπάρχει δυνατότητα παραγωγής. Κάτι τέτοιο αφορά όμως μικρές και αυτόνομες καταναλώσεις. Οι καταναλωτές στην πλειονότητά τους ωστόσο, απαιτούν εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Πιο συγκεκριμένα, το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από το φωτοβολταϊκό μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο με τη βοήθεια αντιστροφέα DC-AC, μία διάταξη ηλεκτρονικών ισχύος με κατάλληλη διακοπτική συχνότητα και παροχή ενεργού ισχύος. Επιπλέον, για την εξομάλυνση της τάσης και την αποφυγή αρμονικών πολλαπλάσιας συχνότητας από εκείνης του δικτύου απαιτείται η χρήση κατάλληλων φίλτρων συχνότητας πριν τη διασύνδεση του αντιστροφέα με το δίκτυο, έτσι ώστε η παραγόμενη τάση να έχει μορφή που πλησιάζει κατά το δυνατόν περισσότερο την ιδανική ημιτονοειδή καμπύλη. Το τελικό σημείο διασύνδεσης αν πρόκειται για διασυνδεδεμένο (grid-connected) δίκτυο είναι ο μετρητής ενέργειας για την αποζημίωση του κατόχου της εγκατάστασης.

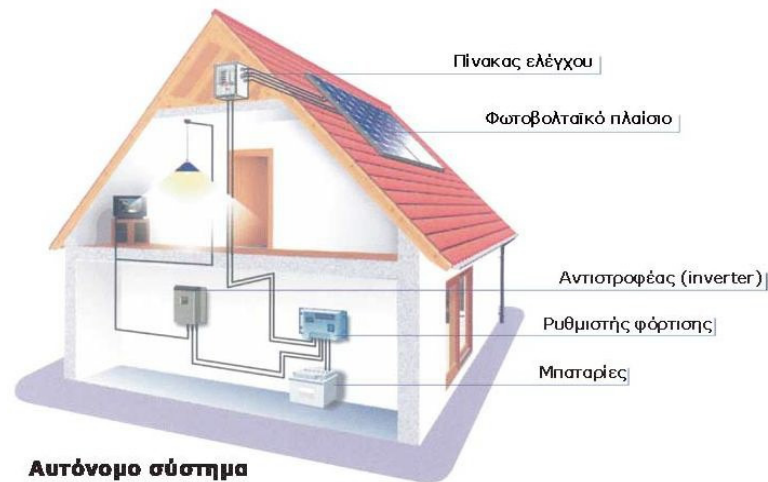
Σε κάποια αυτόνομα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται διατάξεις αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες), για την δυνατότητα ηλεκτροδότησης των ωρών που δεν παρατηρείται ηλιακή ακτινοβολία.

### **3.1.4 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων**

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μικρής και μεγάλης κλίμακας, από μικρές ηλεκτρονικές συσκευές μέχρι την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πάρκα. Επιπλέον, προσφέρουν δυνατότητα μείωσης απωλειών στα δίκτυα διανομής και βελτίωσης της στάθμης της τάσης σε ακτινικά δίκτυα. Ανάλογα, με την χρήση τους χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

#### **3.1.4.1 Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα**

Οι αυτόνομες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αποτελούν ίσως τις πληρέστερες εφαρμογές φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Είναι εγκαταστάσεις που λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά δίκτυα ηλεκτρικής διανομής. Αποτελούν την ιδανικότερη λύση για περιοχές που βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο και στις οποίες η διασύνδεσή τους με αυτό θα απαιτούσε τεράστια οικονομικά κεφάλαια. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται για την αφαλάτωση, άντληση και καθαρισμό νερού όπως και σε συστήματα εξωτερικού φωτισμού οδών, συστήματα τηλεπικοινωνιών, σηματοδότησης και σε αγροτικές εφαρμογές. Οι εφαρμογές αυτές συνήθως αποδίδουν ισχύ ύψους 100-200KWp. Βέβαια υπάρχουν συστοιχίες συσσωρευτών οι οποίες αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. ενώ σε περίπτωση που έχουμε φορτία εναλλασσομένου ρεύματος θα πρέπει να υπάρχει ένας αντιστροφέας στο σύστημα ο οποίος θα μετατρέπει την συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση.



**Εικόνα 5.4:** Παράδειγμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος.

### 3.1.4.2 Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα

Στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας εφ' όσον υπάρχει διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία τότε το δίκτυο παρέχει τη συμπληρωματική ενέργεια. Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το δίκτυο. Επίσης στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης.





Εικόνα 5.5: Παράδειγμα διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος

### 3.1.5 Υπολογισμός πλήθους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η διαδικασία υπολογισμού του απαιτούμενου πλήθους φωτοβολταϊκών πλαισίων σε μια εγκατάσταση είναι η εξής [29]:

- Καταγράφονται οι μήνες κατά τους οποίους θα γίνουν οι υπολογισμοί.
- Καταγράφεται η γωνία κλίσης των πλαισίων για κάθε μήνα (βέλτιστη ή σταθερή).
- Υπολογίζεται η ολική μηνιαία ακτινοβολία που προσπίπτει σε πλαίσιο υπό τη δεδομένη κλίση και για κάθε μήνα.
- Υπολογίζονται ο συντελεστής θερμοκρασιακής διόρθωσης ( $\sigma_T$ ) και ο συντελεστής καθαρότητας ( $\sigma_p$ ) για τιμές θερμοκρασίας αέρα και επίπεδα ρύπανσης κάθε μήνα. Ο παράγοντας ( $\sigma_T$ ), ή δίνεται από τον κατασκευαστή ή, για φ/β πυριτίου μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση:

$$\sigma_T = 1 - (T_a + 1010)/200$$

όπου  $T_a$  είναι η μέση θερμοκρασία αέρα. Ο παράγοντας  $\sigma_p$  εκφράζει την

επίδραση της ρύπανσης ή του σκονισμού της επιφάνειας και είναι ( $\sigma_p=1$ ) για περιβάλλον χωρίς ρύπανση και ( $\sigma_p=0.8$ ) για υψηλό επίπεδο ρύπανσης.

- Καταγράφονται οι ενεργειακές ανάγκες για κάθε μήνα.
- Υπολογίζεται η συνολικά απαιτούμενη επιφάνεια φ/β πλαισίων A από τη σχέση:

$$A = E_{\phi} / (HT * \eta_{ολ} * \sigma_T$$

\*  $\sigma_p$ ),

όπου HT η ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στα φωτοβολταϊκά πλαίσια και A η συνολικά απαιτούμενη επιφάνεια για να καλυφθούν οι μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις  $E_{\phi}$ . Το  $\eta_{ολ}$  είναι ο βαθμός απόδοσης όλου του συστήματος (ηλεκτρικό κύκλωμα, συσκευές και φ/β πλαίσια). Διαιρώντας το αποτέλεσμα της παραπάνω σχέσης με το εμβαδόν του τυπικού φωτοβολταϊκού πλαισίου με βάση το οποίο έγινε η σύνδεση της συστοιχίας, προκύπτει και ο αριθμός των συγκεκριμένων φωτοβολταϊκών πλαισίων που απαιτούνται για να καλυφθούν οι ανάγκες.

- Υπολογίζονται οι ελάχιστες ημέρες αυτονομίας με βάση τις οποίες θα πρέπει να σχεδιαστεί και το σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η αυτοδυναμία του συστήματος έχει την έννοια της κάλυψης ενεργειακής ζήτησης ακόμη και σε περίοδο κατά την οποία οι μετεωρολογικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά. Η αυτοδυναμία εκφράζεται σε διαστάσεις χρόνου και η επιλογή που θα γίνει για την τιμή της επηρεάζει κυρίως το σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Συνηθισμένος τρόπος ορισμού της απαιτούμενης αυτοδυναμίας ενός συστήματος είναι:

$$Sp = 5/17 * (Ns * dom - Nso) / Ns + 12/17,$$

όπου  $N_s$  είναι οι ώρες ηλιοφάνειας για τελείως ανέφελο ουρανό την μέση ημέρα του μήνα,  $N_{so}$  είναι ο πραγματικός αριθμός ωρών ηλιοφάνειας του μήνα και  $d_{om}$  είναι οι ημέρες του μήνα. Τέλος, από τις μηνιαίες ενεργειακές ανάγκες υπολογίζονται οι ενεργειακές ανάγκες κατά τη περίοδο αυτονομίας, τις οποίες καλούνται να καλύψουν οι συσσωρευτές.

### 3.1.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων αριθμούνται παρακάτω:

1. Δεν καταναλώνουν καύσιμο.
2. Κατά τη λειτουργία τους δε ρυπαίνουν το περιβάλλον μειώνοντας έτσι την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου.
3. Δεν έχουν κινούμενα μέρη και παράγουν ισχύ αθόρυβα.
4. Λόγω του σπονδυλωτού τρόπου κατασκευής τους τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να προσαρμοστούν σε όλες τις απαιτήσεις μεγέθους και ζήτησης ισχύος, επομένως είναι εύκολα επεκτάσιμα.
5. Μπορούν εύκολα να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνοντας την αξιοπιστία των συστημάτων.
6. Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα χωρίς την παρουσία κάποιου χειριστή παρουσιάζοντας τα υψηλότερα ποσοστά αξιοπιστίας από τις μονάδες ΑΠΕ.
7. Έχουν πολύ μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.
8. Οι εργασίες συντήρησης είναι περιορισμένες με περισσότερες απαιτήσεις για διατάξεις που χρησιμοποιούν Trackers για την παρακολούθηση της πορείας του ήλιου.
9. Λειτουργούν χωρίς προβλήματα, σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
10. Το ηλιακό κύτταρο έχει περιορισμένη αλλοίωση κατά την διάρκεια της λειτουργίας του και έχει επίσης μεγάλη διάρκεια ζωής.

11. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «δισπαρμένη παραγωγή ενέργειας», η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας με διασύνδεση.

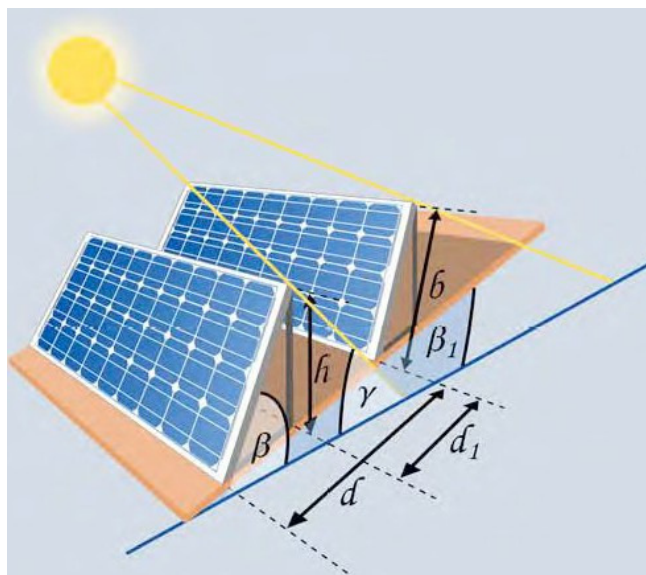
#### **Μειονεκτήματα:**

- Εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες, ενώ η έξοδός τους μεταβάλλεται σημαντικά με τη νέφωση.
- Απαιτούν σημαντική έκταση γης για την εγκατάστασή τους.
- Η παραγωγή τους μηδενίζεται τις βραδινές ώρες.
- Έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης.

#### **3.1.7 Προϋποθέσεις κτιρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών**

Για να λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά με μέγιστη απόδοση πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Αν ο χώρος δεν είναι 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, τότε το σύστημα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση. Ένας χοντρικός κανόνας για να βεβαιωθεί κάποιος ότι το σύστημά δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτίριο, δέντρο, κλπ) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.



**Εικόνα 5.6:** Ελάχιστη απόσταση μεταξύ συστοιχιών ( $d_1 > 2h$ )

2. Να έχουν νότιο προσανατολισμό. Τα Φ/Β πλαίσια έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό διότι δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία με τη μέγιστη πυκνότητά της για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην διάρκεια της ημέρας. Αποκλίσεις από το Νότο είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση. Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζεται η απόδοση των Φ/Β πλαισίων σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς.
3. Η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συνήθως επιλέγεται μια κλίση που να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις  $25^{\circ}$ - $35^{\circ}$ .
4. Να υπάρχει κατάλληλος χώρος για εγκατεστημένα ηλεκτρονικά συστήματα και μπαταρίες.

**Πίνακας 5.1:** Ενδεικτική απόδοση ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση.

Κλίση ως προς το οριζόντιο	Προσανατολισμός		
	Νότιος	Νοτιοανατολικό	Ανατολικό
$0^{\circ}$	90	90	90

15	98	95	88
30	100%	95	85
90	60	60	50

### 3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο.

Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

*Ηλιακοί τοίχοι:* Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικό πανέλο) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel.

*Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι):* Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

*Ηλιακά αίθρια:* είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

### **3.3 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, με τους γνωστούς ηλιακούς θερμοσίφωνες.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση  $30^{\circ}$ - $60^{\circ}$  ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως.

Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές (βιομηχανικές διεργασίες, αφαλάτωση, θέρμανση πισίνας κλπ.), εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία. Υπάρχουν ήδη μερικές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων στη χώρα μας και αναμένεται να έχουν ταχεία ανάπτυξη.

### 3.4 Αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα

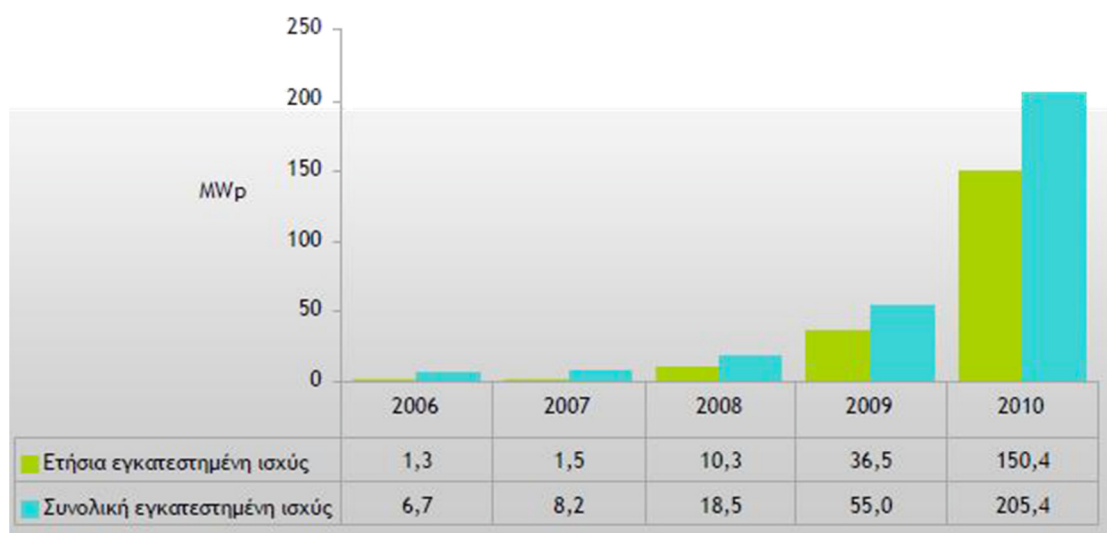
Στην χώρα μας ο πιο ευρέως διαδεδομένος τρόπος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σύμφωνα με έρευνα της Greenpeace η Ελλάδα είναι η δεύτερη χώρα στην Ευρώπη, μετά τη Γερμανία, σε συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιοσυλλεκτών. Περίπου το 30% των νοικοκυριών (1.000.000 νοικοκυριά) χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες.

Όσον αφορά την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή άμεσης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών, μέχρι και το 2006 δεν είχε αξιοποιηθεί αρκετά στην χώρα μας. Οι εγκαταστάσεις Φ/Β περιορίζονταν σε αυτές της ΔΕΗ σε νησιά (Κύθνος, Αντικύθηρα κλπ) και σε εγκαταστάσεις ιδιωτών σε απομακρυσμένες κατοικίες. Μια τέτοια ανάπτυξη ήταν σαφώς απογοητευτική, δεδομένου του εξαιρετικού ηλιακού δυναμικού της χώρας μας. Όμως τα



τελευταία πέντε χρόνια παρατηρείται μια πολύ μεγάλη αλλαγή στο κλάδο της Φ/Β τεχνολογίας. Η αύξηση στο ενδιαφέρον για τα φωτοβολταϊκά και αντίστοιχα η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τους είναι κατακόρυφη. Συγκεκριμένα το 2010 τα φωτοβολταϊκά τετραπλασίασαν την διείσδυσή τους στο ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας, ξεκινώντας από 55 MW στο τέλος του 2009, και καταλήγοντας στα 205.4MW εγκατεστημένης ισχύος στο τέλος του 2010. Η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος πρόκειται να συνεχιστεί στο μέλλον με αντίστοιχους ρυθμούς.

### Ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών (διασυνδεδεμένα & αυτόνομα)



**Εικόνα 5.7:** Ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών [28].

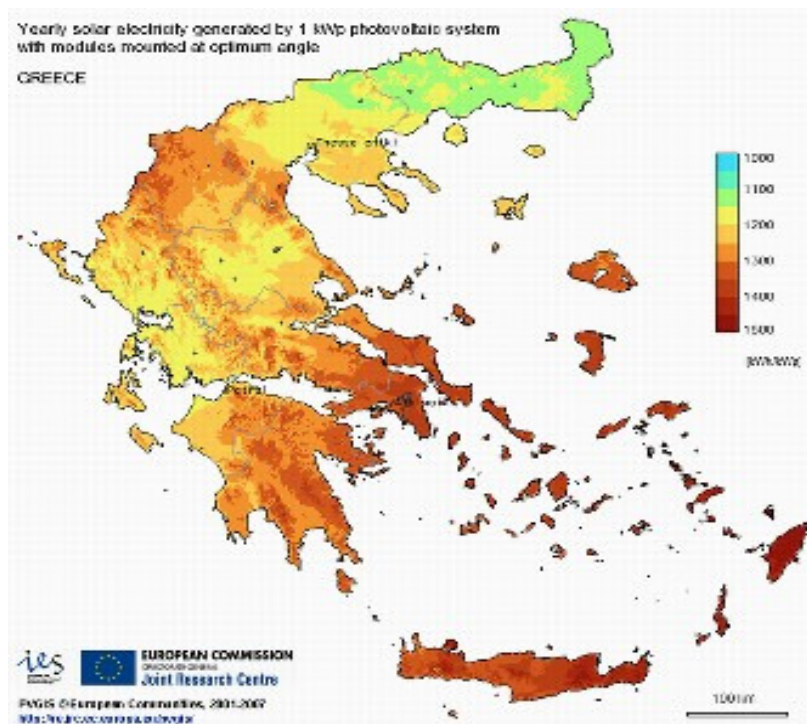
Στην Ελλάδα, στον κλάδο των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων υπάρχει πολύ σημαντική πρόοδος. Υπάρχουν χαρακτηριστικές καινοτομικές εγκαταστάσεις, όπως, είναι το ηλιακό χωριό που είναι ένας οικισμός του Οργανισμού Εργατικής Κατοικίας που κατασκευάστηκε το 1988 στην Πεύκη και αποτελεί τη μεγαλύτερη από τις πιλοτικές εφαρμογές μαζικής χρήσης ενεργητικών και άλλων ηλιακών συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί στην χώρα μας. Τα ηλιακά συστήματα που εγκαταστάθηκαν στο ηλιακό χωριό λειτουργούν εδώ και μια δεκαετία, εξοικονομώντας σημαντικά ποσά συμβατικών καυσίμων και εξασφαλίζοντας υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης στους χρήστες τους. Αποδεικνύεται έτσι εμπράκτως ότι είναι δυνατή η αποτελεσματική και ταυτόχρονα οικονομικά βιώσιμη χρήση των συστημάτων αυτών σε ευρεία κλίμακα στην Ελλάδα. Άλλες σημαντικές εμπορικές εφαρμογές ηλιακών συστημάτων βρίσκονται

εγκαταστημένες σε ξενοδοχεία, σχολεία ή και νοσοκομεία και συμβάλλουν στην κάλυψη μεγάλου ποσοστού των ενεργειακών αναγκών τους (κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού).

Στην Ελλάδα υπάρχουν σήμερα σε λειτουργία μερικές εκατοντάδες κτίρια τα οποία αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια με ηλιακά παθητικά συστήματα για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος περίπου για το 40% της καταναλισκόμενης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο. Έτσι, τα παθητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να έχουν σημαντική συμμετοχή στη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων για θέρμανση και ψύξη.

### **Τοποθεσία**

Η επιλογή της τοποθεσίας είναι μια από τις πιο σημαντικές επιλογές που πρέπει να κάνει κάποιος κατά την επένδυσή του σε φωτοβολταϊκά συστήματα. Και αυτό διότι όπως έχει ήδη αναφερθεί η απόδοση ενός συστήματος έχει να κάνει πρώτον με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και δεύτερον με το επίπεδο ηλιοφάνειας της περιοχής εγκατάστασης. Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία σχετίζεται με την τοποθεσία όχι τόσο στο αν θα επιλεγεί τεχνολογία σιλικόνης ή λεππών επιστρώσεων αλλά στον αν θα χρησιμοποιηθεί σταθερό πλαίσιο ή περιστρεφόμενο που θα ακολουθεί την πορεία του ήλιου. Όσον αφορά καθαρά την περιοχή υπάρχουν χάρτες οι οποίοι αποτυπώνουν την μετρούμενη ηλιακή ακτινοβολία και φανερώνουν το υψηλό ή όχι ηλιακό δυναμικό κάθε περιοχής.



**Χάρτης 3.1:** Ηλιακό Δυναμικό – Απόδοση Φ/Β ανά γεωγραφική περιοχή

(Πηγή: European Commission, Joint Research Centre)

Με πιο έντονο χρώμα φαίνονται οι περιοχές οι οποίες έχουν την δυνατότητα μεγαλύτερης παραγωγής ενέργειας ανά εγκατεστημένο πλαίσιο. Όπως παρατηρεί κανείς από το παραπάνω χάρτη κατά κανόνα όσο πιο νότια βρίσκεται μια περιοχή τόσο πιο υψηλό είναι το δυναμικό το οποίο συναντά. Παρόλα αυτά το επενδυτικό ενδιαφέρον είναι συνάρτηση και άλλων οικονομικών παραγόντων και κινήτρων. Έτσι παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει μια σταθερή κατανομή αλλά μία εναλλαγή όσον αφορά τις περιοχές με τα υψηλότερα επίπεδα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων και με τις ηπειρωτικές περιοχές να κινούν το περισσότερο ενδιαφέρον παρά το γεγονός ότι τα νησιά αποδίδουν περισσότερο λόγω υψηλότερης τιμής πώλησης. Ωστόσο τα νησιωτικό σύμπλεγμα έχει υψηλότερο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας παρά του ότι θα έπρεπε τα νησιά να αποτελούν πόλο έλξης αυτόνομων Φ/Β συστημάτων.

Παρά τις τάσεις στον Ελλαδικό χώρο και την παρουσίαση του χάρτη με τις καλύτερες δυνατές αποδόσεις για έναν νέο επενδυτή η ερώτηση παραμένει: πως θα επιλεγεί η τοποθεσία εγκατάστασης της επένδυσής μου. Ο παραπάνω χάρτης αποτελεί μόνο μια γενική εκτίμηση της τοποθεσίας και απαντά στο ουσιαστικό ερώτημα τι ενέργεια θα παράγει ένα συγκεκριμένο Φ/Β πάρκο αν εγκατασταθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Παράγοντες όπως γειτονικοί ορεινοί όγκοι, τοπικές κλιματολογικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία) κ.ά. επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ερωτήματα, όπως πόσο αποτελεσματική θα ήταν η βελτίωση της απόδοσης του συστήματος με τη χρήση ενός συστήματος στήριξης 2πλου άξονα πρέπει να απαντηθούν πριν την απόφαση για μια τέτοια επένδυση. Πώς θα γίνει, λοιπόν, η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας;

Η απάντηση έγκειται στην εκτίμηση της απόδοσης του Φ/Β συστήματος μέσω προσομοίωσης. Η προσομοίωση μπορεί να είναι γενική ή λεπτομερής, όπου τα ειδικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου Φ/Β συστήματος πρέπει να δηλωθούν. Θα εξετάσουμε την περίπτωση της γενικής προσομοίωσης με εργαλεία που είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο: Το google earth και η βάση PVGIS της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (Photovoltaic Geographical Information System) η οποία αποτελεί μια βάση δεδομένων που συνδυάζει γεωγραφικά, μετεωρολογικά και ηλιακής ακτινοβολίας δεδομένα. Παρέχει χωρική διακριτική ικανότητα 100 m, γεγονός που οδηγεί σε ακριβέστερες εκτιμήσεις της έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία, ειδικά σε ορεινές περιοχές όπου ο ακριβής υπολογισμός των σκιάσεων έχει μείζονα σημασία). Παρατίθεται παράδειγμα το οποίο δείχνει την ποσότητα των παραγόντων που προσδιορίζονται μέσω μιας τέτοιας προσομοίωσης.

- Αφού εντοπίσουμε μέσω των δορυφορικών φωτογραφιών του google earth το αγροτεμάχιο που μας ενδιαφέρει, καταγράφουμε τη θέση (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) όπου βρίσκεται. Τα στοιχεία αυτά θα τα εισαγάγουμε στο PVGIS για την εκτίμηση της απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος.

- Εισάγουμε την ονομαστική ισχύ του φωτοβολταϊκού συστήματος, π.χ. 100 kWp.
- Στη συνέχεια ενεργοποιούμε τις επιλογές:
- Εισάγουμε τις συντεταγμένες, γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος που σημειώσαμε μέσω του google earth βλέπουμε τη μηνιαία παραγωγή ενέργειας με σταθερό σύστημα στήριξης, ενώ λίγο πιο κάτω τη μηνιαία παραγωγή με σύστημα στήριξης 2πλού άξονα.
- Βλέπουμε επίσης στο ακόλουθο σχήμα ότι η περιοχή που επιλέξαμε δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από γειτονικούς ορεινούς όγκους.

Τα παραπάνω ωστόσο προσεγγίζουν την καθαρά αποδοτική πλευρά του θέματος. Η επιλογή μιας τοποθεσίας αν προσεγγιστεί σφαιρικά το θέμα εξαρτάται από:

- Οικονομικούς Παράγοντες (πόσο είναι το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας και ποιο το όφελος ως τιμή πώλησης).
- Ηλιακού Δυναμικού (πόσο απόδοση θα έχω).
- Δικτύου (υπάρχει εγκατεστημένο δίκτυο και ποιο το κόστος να συνδεθώ με αυτό – πλην φυσικά της περιπτώσεως της δημιουργίας αυτόνομου δικτύου).
- Κινήτρων (υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο επενδυτικό κίνητρο για την συγκεκριμένη περιοχή).
- Κοινωνικής Αποδοχής (κάθε επένδυση για να είναι βιώσιμη χρειάζεται να έχει την αποδοχή της κοινωνίας στην οποία πραγματοποιείται).

### 3.5 Κόστος Επένδυσης και Όφελος αυτής

Παρακάτω παρατίθεται ένα μέσο θεωρητικό αλλά ρεαλιστικό παράδειγμα επένδυσης Φ/Β πάρκου στην Ελλάδα. Όταν αναφερόμαστε στην έννοια του μέσου εννοούμε ότι αναφερόμαστε σε μέσες τιμές: μέση τιμή αγοράς εξοπλισμού, μέση τιμή απόδοσης Φ/Β, επιλογής περιοχής με μέσο αιολικό δυναμικό, επενδυτικά κίνητρα μέσης εμβέλειας κ.λ.π.

Οι περισσότερες εταιρείες που κατασκευάζουν φωτοβολταϊκά πάρκα δίνουν τιμές για κάθε εγκατεστημένο kWp) (δηλαδή τη μέση τιμή του κόστους κατά την παράδοση του Φ/Β πάρκου). Το κόστος αυτό είναι της τάξεως των 6000€ ανά εγκατεστημένο kWp, για την περίπτωση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών με σταθερή στήριξη, ποσό που θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο για μικρές εγκαταστάσεις. Έτσι ένα Φ/Β πάρκο των 100kWp έχει ένα αρχικό κόστος 600.000 €.

Για την εγκατάσταση ενός τέτοιου πάρκου απαιτείται έκταση  $100\text{kWp} \times 10 \text{ m}^2/\text{kWp} = 1000 \text{ m}^2$  ή ένα στρέμμα. Η έκταση αυτή πρέπει να θεωρηθεί ως η ελάχιστη δυνατή καθώς θα απαιτηθούν βοηθητικοί χώροι για τον συνοδευτικό εξοπλισμό. Ειδικά στην περίπτωση που δεν επιλεγεί σταθερή στήριξη για τα φωτοβολταϊκά, αλλά κινούμενο σύστημα απλού ή διπλού άξονα, θα απαιτηθεί ενδεχομένως σημαντικά μεγαλύτερη έκταση για την αποφυγή σκιάσεων κατά την κίνηση των φωτοβολταϊκών πάνελ. Η επιπλέον έκταση που θα απαιτηθεί είναι συνάρτηση της μορφολογίας του εδάφους. Ποιος θα είναι όμως ο χρόνος απόσβεσης και το κέρδος μιας τέτοιας επένδυσης; Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν μια τέτοια απάντηση.

Αν δούμε το χάρτη με το φωτοβολταϊκό δυναμικό της Ελλάδος, παρατηρούμε ότι ολόκληρη η επικράτεια είναι χωρισμένη σε ζώνες με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μεγαλύτερης των 1100KWh/KWp ανά έτος. Ας θεωρήσουμε σαν μια μέση τιμή τα 1250 kWh/kWp. Αυτό σημαίνει ότι το ένα εγκαταστημένο kWp παράγει σε ένα έτος ενέργεια 1250 kWh. Επομένως ένα Φ/Β πάρκο 100kWp παράγει ετησίως 125 MWh. Αν λάβουμε υπόψη μας ότι ο ΔΕΣΜΙΕ (ή η ΔΕΗ) είναι υποχρεωμένος να αγοράσει την ηλεκτρική ενέργεια για 452,82 € την MWh, τότε η ακαθάριστη απόδοση θα ήταν περίπου 56.500€ ετησίως προ φόρων.

Για μια πιο ακριβή ανάλυση θα πρέπει να συνυπολογίσουμε τα εξής:

- Τα τιμολόγια απορρόφησης ηλεκτρικής ενέργειας αναπροσαρμόζονται υποχρεωτικά κάθε χρόνο κατά το 80% του πληθωρισμού ή σύμφωνα με τις αναπροσαρμογές της ΔΕΗ βάσει του ν. 3468/06 για τα επόμενα 20 χρόνια.
- Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση παρουσιάζει απώλειες λόγω των μετατροπέων (inverters) ,καλωδίων κ.λπ. που συνολικά μπορεί να φθάνουν το 5%-10%. Αν σε αυτές προστεθούν και απώλειες λόγω μεταβολών θερμοκρασίας και λόγω σκόνης, το συνολικό ποσοστό μπορεί να φθάσει το 20%.
- Τα φωτοβολταϊκά εμφανίζουν μείωση της απόδοσής τους με την πάροδο του χρόνου. Οι πιο γνωστές κατασκευαστικές εταιρείες εγγυώνται ότι μετά από 20 ή 25 χρόνια τα Φ/Β θα έχουν το πολύ 20% μείωση της απόδοσης τους.
- Βάσει του αναπτυξιακού νόμου τα φ/β πάρκα μπορεί να τύχουν επιδότησης μέχρι και 60%.

### 3.5.1 Λειτουργικά έξοδα και έξοδα συντήρησης

Αν συνυπολογίσουμε όλους αυτούς τους παράγοντες και υποθέσουμε ότι το Φ/Β πάρκο των 100kWp τυχαίνει επιδότησης της τάξης του 50% καταλήγουμε ότι η απόσβεση της αρχικής επένδυσης θα γίνει περίπου σε 8 έτη, ενώ στα υπόλοιπα 12 έτη θα έχει ενδεικτικό καθαρό κέρδος της τάξης των 500.000€.

### 3.5.2 Νομικό Πλαίσιο

Το νομικό πλαίσιο μέσα στο οποίο πρέπει να κινηθεί ο επενδυτής είναι εκείνο που καθορίζεται από το νόμο για όλες τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Παρόλα αυτά και όπως είναι φυσικό ο νόμος περιλαμβάνει πολλές εξαιρέσεις και ιδιαιτερότητες στην συγκεκριμένη περίπτωση. Για να μην αναφέρουμε όλες τις εξαιρέσεις του νόμου κάτι το οποίο θεωρούμε ότι θα κουράσει και ότι ξεφεύγει από τα πλαίσια αυτής της διπλωματικής παραπέμπουμε τον αναγνώστη στο παράρτημα για να διαβάσει όλες τις λεπτομέρειες του νομικού πλαισίου.

Τα σημαντικότερα σημεία του νομικού πλαισίου περιλαμβάνονται κατωτέρω:

- Επένδυση για εγκατάσταση Φ/Β μπορεί να επιχορηγηθεί με ποσοστό μέχρι 40% του κόστους επένδυσης, μέσω του Επενδυτικού Νόμου, ανάλογα την περιοχή της επένδυσης και το είδος της επιχείρησης. Το κατώτερο όριο για ένταξη επένδυσης στον Επενδυτικό Νόμο είναι 100.000 € για πολύ μικρές επιχειρήσεις. Περαιτέρω πληροφορίες [www.mnec.gr](http://www.mnec.gr) – site Υπουργείου Οικονομικών.



- Μέσα στον 2007 προκηρύχθηκε το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα 2007-2013, του 4ου Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, το οποίο θα επιδοτεί και δράσεις που αφορούν στις ΑΠΕ. Περαιτέρω πληροφορίες [www.antagonistikotita.gr](http://www.antagonistikotita.gr).
- Ο ΔΕΣΜΗΕ είναι ο αρμόδιος φορέας που υποχρεούται να αγοράζει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται, εκτός έκτακτων καταστάσεων. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας υπογράφεται με τον ΔΕΣΜΗΕ (διαχειριστή του ηπειρωτικού δικτύου) ή με την ΔΕΗ για τα μη-διασυνδεδεμένα νησιά, για τα επόμενα 10 + 10 χρόνια (Ν.3468/2006). Η δυνατότητα υπογραφής νέας σύμβασης μετά την 10ετία είναι δυνατό να αποφασίζεται μονομερώς από τον παραγωγό και προϋποθέτει την κατάθεση έγγραφης δήλωσης του παραγωγού, απευθυνόμενης στον οικείο διαχειριστή, πριν τη λήξη της αρχικής περιόδου ισχύος της σύμβασης. Ο νέος νόμος 3734/2009 προβλέπει εγγυημένες τιμές πώλησης για μια 20ετία και υπογραφή νέων συμβάσεων για όσους διαθέτουν παλιά συμβόλαια που τρέχουν ήδη. Οι τιμές θα αναπροσαρμόζονται ετησίως με το 25% του πληθωρισμού της προηγούμενης χρονιάς.
- Με απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις καθώς και λοιπά κριτήρια της διαγωνιστικής διαδικασίας για την υποβολή αιτημάτων για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς ισχύος άνω των 10 MW στο πλαίσιο διαγωνιστικής διαδικασίας βάσει τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η υποβολή αιτημάτων γίνεται κατόπιν πρόσκλησης του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της ΡΑΕ, στην οποία καθορίζονται η ελάχιστη ισχύς κάθε έργου και η εκάστοτε προκηρυσσόμενη προς αδειοδότηση ισχύς.
- Οι άδειες παραγωγής ή αποφάσεις εξαίρεσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς δεν επιτρέπεται να μεταβιβασθούν πριν την έναρξη λειτουργίας των σταθμών (Ν.3734/2009).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

#### 4.1.1 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 ΑΠΕ εμπορικής κλίμακας δημιουργεί ισχυρούς πόλους τοπικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής αναβάθμισης και προσπορίζει 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 ΑΠΕ στην Ελλάδα, τα έργα αυτά:

Συμβάλλουν σημαντικά στην **τοπική απασχόληση**. Έτσι π.χ. για ένα τυπικό αιολικό πάρκο των 10 MW απαιτούνται:

- 120 ανθρωπομήνες απασχόλησης στη φάση της κατασκευής του. Το 30 - 40 % αυτής της απασχόλησης προέρχεται από το ντόπιο εργατικό δυναμικό.
- 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 ΑΠΕ 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 ΑΠΕ 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 ΑΠΕ 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, κλπ.
- 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 ΑΠΕ 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 οικότουρισμός (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 στην ηλεκτροπαραγωγή τουλάχιστον κατά 11%, και επομένως να περιορίσει αντίστοιχα και τις δυσμενείς επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

#### 4.1.2 Τα Αιολικά Πάρκα της Σητείας

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 και 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:

- Δημιουργήθηκαν 20 μόνιμες νέες θέσεις εργασίας και 200 προσωρινές κατά την κατασκευή των έργων.
- Δημιουργήθηκαν πολλά νέα εισοδήματα στον τόπο σε ιδιοκτήτες γης, μηχανικούς, εργολάβους, τεχνίτες, εργάτες, συμβολαιογράφους, δικηγόρους, ξενοδόχους, εστιάτορες, εμπόρους κ.α.
- Επιτεύχθηκε
- Επήλθε τεχνολογικός εκσυγχρονισμός και αναβάθμιση της περιοχής,

αφού εδώ εκπαιδεύτηκαν κοντά στους Έλληνες και ξένους μηχανικούς πολλοί ντόπιοι μηχανικοί και τεχνίτες και βρήκαν δουλειά.

- Υπήρξε επίσης ανάπτυξη της τοπικής επιχειρηματικότητας και οικονομικής ζωής.
- 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.

#### 4.1.3 Η λύση για τα Ελληνικά νησιά

Είναι γνωστό ότι τα Ελληνικά νησιά αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα και ελλείψεις όσο αναφορά την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτά. Η χρήση όμως των ΑΠΕ 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 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 .

#### **4.2 Η Αντιμετώπιση των Μειονεκτημάτων των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Με βάση τα προαναφερθέντα, κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ 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 ελεγκσιμότητας 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 αυξημένης ελεγκσιμότητας.

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 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.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΧΑΡΤΗ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

#### 5.1 Ενεργειακή εικόνα

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 του 4% και 5% το οποίο μεταφράζεται σε διπλασιασμό της κατανάλωσης ενέργειας κάθε δέκα η δώδεκα χρόνια. Το γεγονός αυτό από μόνο του είναι αρκετά ανησυχητικό, ιδίως εάν συνδυασθεί με την αναμενόμενη εξάντληση των βεβαιωμένων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων.

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 της 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 . 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 η 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 οικία 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 αυτόαρκειας. 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 μετά βίας επαρκούν για ακόμη 40 χρόνια.

Παρά τον πλούτο ενεργειακών πόρων στον τομέα των ΑΠΕ, 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.

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:**

- Την πολύ μεγάλη εξάρτηση από ( $\geq 70\%$  της συνολικής ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας), πράγμα που προκαλεί τεράστια συναλλαγματική εκροή για αγορές πετρελαιοειδών (αργό, προϊόντα) αλλά και φυσικού αερίου
- 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.
- 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 όσο 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) συγκεκριμένα, 1 τόνος φυσικού αερίου εκπέμπει κατά την καύση του 2715 Kg CO<sub>2</sub> και 2,1 Kg NO<sub>x</sub>, έναντι 3175 Kg CO<sub>2</sub> και 5,4 Kg NO<sub>x</sub> που εκπέμπει κατά την καύση του 1 τόνος μαζούτ, αλλά και 3142 Kg CO<sub>2</sub> και 2,4 Kg NO<sub>x</sub> που εκπέμπει, αντίστοιχα 1 τόνος ντίζελ.

Τα διαθρωπτικά 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 ΑΠΕ, 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 μετρά 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.

## 5.2 Η αύξηση της ανεργίας από την χρήση συμβατικών καυσίμων στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας και της Μεγαλόπολης.

Στα δυο μεγάλα ενεργειακά κέντρα της Ελλάδας (ΒΔ Μακεδονία, Μεγαλόπολη ) η επί δεκαετίες εκμετάλλευση των κοιτασμάτων λιγνίτη εκτός από την αυτονόητη περιβαλλοντική καταστροφή που έχει προκαλέσει, έχει δημιουργήσει σημαντικά κοινωνικά προβλήματα. Οι τοπικές κοινωνίες εκτός από τη σημαντική επιβάρυνση που υφίστανται εξαιτίας των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και της λειτουργίας των μονάδων στις γύρω περιοχές, είναι σχεδόν σε αποκλειστικό βαθμό εξαρτημένες από τις μονάδες αυτές. Η μοναδική επαγγελματική ευκαιρία που τις περισσότερες φορές δίνεται στους κατοίκους των περιοχών αυτών είναι μια θέση εργασίας – έστω και προσωρινή – στις μονάδες ή τα ορυχεία της ΔΕΗ .

Τα τελευταία όμως χρόνια η ΔΕΗ παρουσιάζει ολοένα και περισσότερα οικονομικά προβλήματα. Συγκεκριμένα το πρώτο εννιάμηνο του 2008 ανακοίνωσε ρεκόρ οικονομικών ζημιών που οφείλονται στις μεγάλες εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Η οικονομική δυσπραγία της ΔΕΗ σε συνδυασμό με την μείωση των κοιτασμάτων λιγνίτη, ενδέχεται να προκαλέσουν αύξηση της ανεργίας στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας. Τα δυσάρεστα αυτά αποτελέσματα έχουν αρχίσει ήδη να γίνονται εμφανή εδώ και καιρό.

Σύμφωνα με στοιχεία από την Greenpeace κατά την περίοδο 1994-2007, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς της ΔΕΗ αυξήθηκε (σχεδόν αποκλειστικά με συμβατικές μονάδες) κατά 38,6%, οι θέσεις εργασίας μειώθηκαν κατά 30.9% για το ίδιο διάστημα. Επιπλέον κατά την περίοδο Νοέμβριος 2007-Νοεμβριος 2008, οι θέσεις τακτικού προσωπικού στη ΔΕΗ μειώθηκαν περαιτέρω κατά 1910 εργαζομένους (το Νοέμβριο του 2008 απασχολούνταν μόνιμα 23.800 εργαζόμενοι). Η αρνητική αυτή εξέλιξη καταρρίπτει το μύθο ότι η κατασκευή νέων συμβατικών μονάδων δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας

Αντίθετα η ανάπτυξη των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας συμβάλει άμεσα και ουσιαστικά προς τη δημιουργία νέων, μόνιμων θέσεων εργασίας.

Στην νέα εποχή που προκύπτει με τα προβλήματα απασχόλησης και την οικονομική κρίση απαιτείται ολοκληρωμένος και στρατηγικός σχεδιασμός για το μέλλον των τοπικών κοινωνιών. Η επιθετική ανάπτυξη των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας προσφέρει και σε αυτήν την περίπτωση τις απαραίτητες λύσεις .

### **5.3 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, κατέχει μια από τις τελευταίες θέσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο σε ότι αφορά την αξιοποίηση τους. Έτσι το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας μας απέχει πολύ από τον ευρωπαϊκό στόχο.

Η συμβολή των ΑΠΕ 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 ΑΠΕ 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 ΑΠΕ 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.

Οι ανανεώσιμη ενέργεια, στην οποία οφείλεται αυτή η ανοδική τάση

προέρχεται από τα αιολικά πάρκα, τα μικρά υδροηλεκτρικά, σε μικρό βαθμό από την βιομάζα, και ήδη γίνεται αισθητή η συνεισφορά των φωτοβολταϊκών. 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 745MW. Τα μικρά υδροηλεκτρικά την ίδια περίοδο έφταναν σε ισχύ τα 108MW 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.

Παράλληλα η παραγωγή θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ 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 ΑΠΕ είναι σε στάδιο εκκίνησης. Ένα προνομιακό πεδίο για τη θερμική διείσδυση των ΑΠΕ 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 διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο παραμένει η πιο χαμηλή σε σχέση με πολλές ευρωπαϊκές χώρες το γεγονός αυτό αποτελεί κυρίως 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 ΑΠΕ η για τον εξορθολογισμό της χρήσης ενέργειας. Αντίθετα

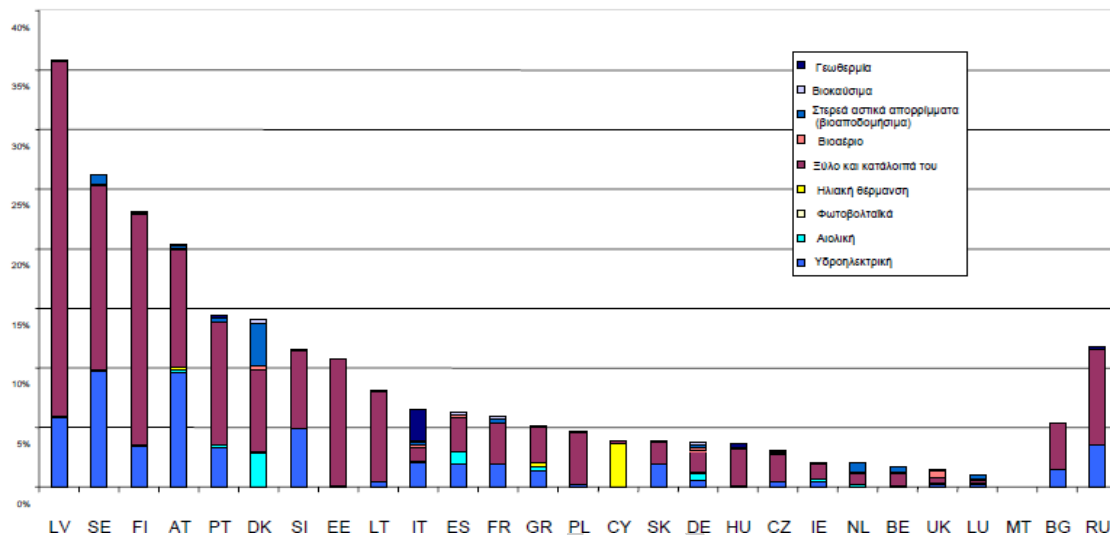
πολλές φορές δημιουργεί η ίδια ανυπέρβλητα εμπόδια στην ανάπτυξη αυτής της αγοράς.

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



Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πηγή:

EUROSTART

2004

#### 5.4 Το μέλλον της ενέργειας και της ανανεώσιμης τεχνολογίας στην Ελλάδα

1. Στην προσπάθεια χάραξης μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής, αρκετοί φορείς (ΡΑΕ, ΔΕΣΜΗΕ, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών) 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 ΑΠΕ 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 ΑΠΕ 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.
- Λογω 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 ΑΠΕ 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

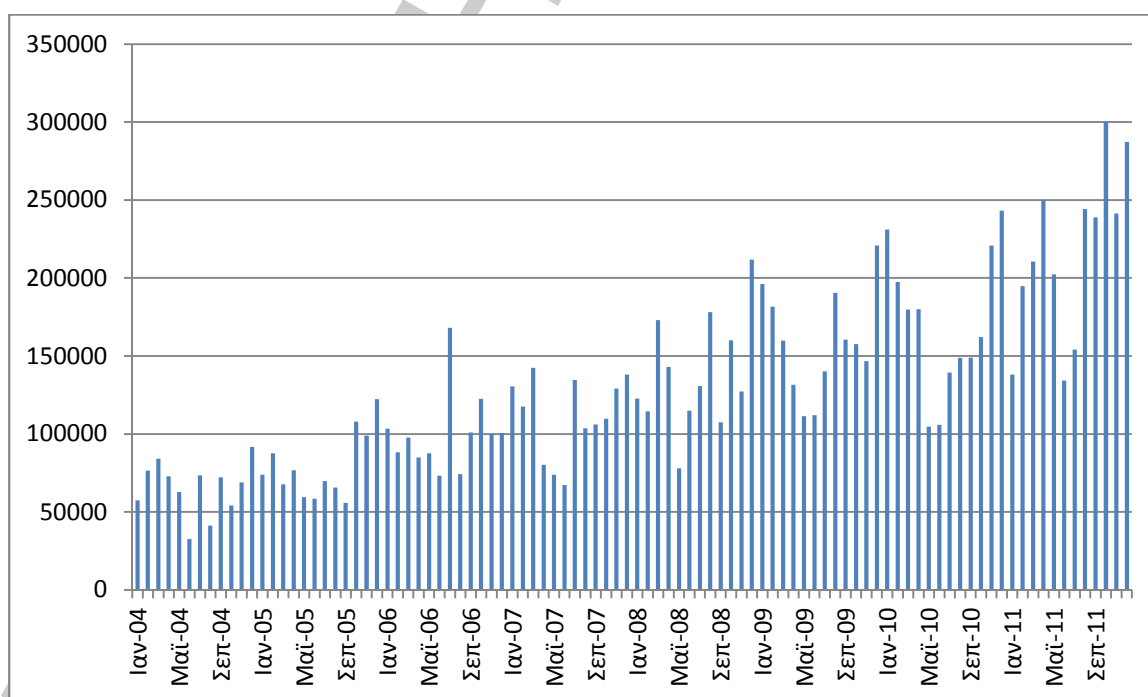
#### 6.1 Εξέλιξη Ενεργειακών Μεγεθών

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν στοιχεία σχετικά με την εξέλιξη των ενεργειακών μεγεθών στην Ελλάδα με βάση τα στοιχεία του Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε., <http://www.desmie.gr>) έως το Δεκέμβριο του 2011.

##### 6.1.1 Αιολική Ενέργεια

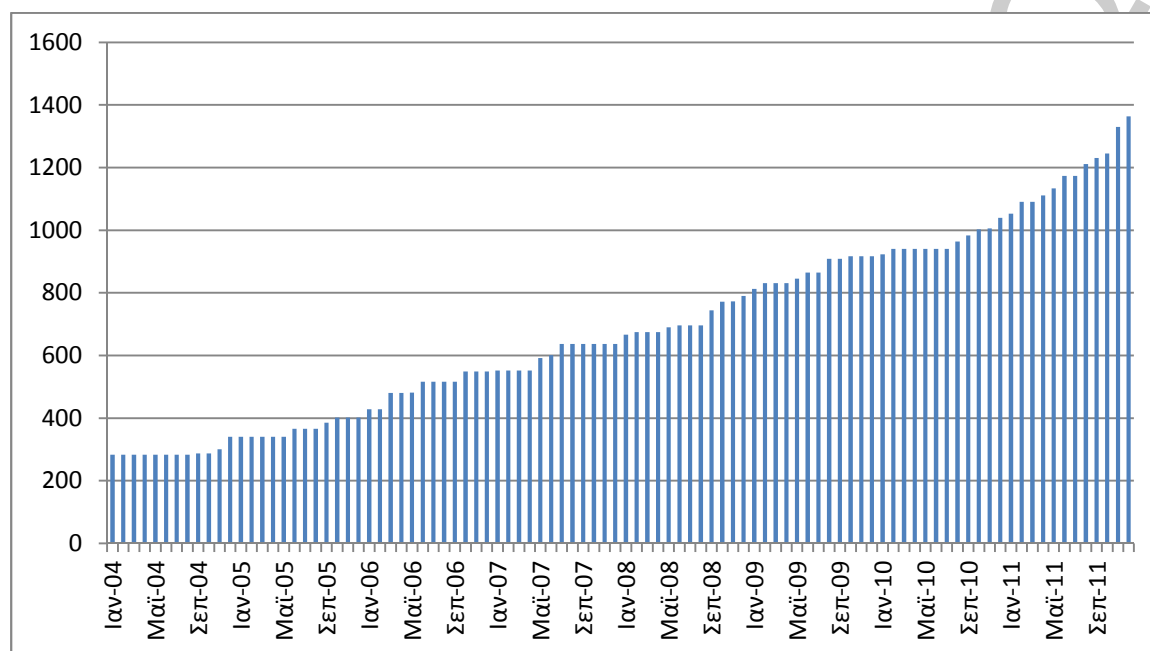
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται τα μηνιαία στοιχεία Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες την περίοδο Ιανουαρίου '04 – Δεκεμβρίου '11, καθώς και τα μηνιαία στοιχεία της εγκατεστημένης Ισχύος Αιολικής Ενέργειας για την ίδια περίοδο.

Παραγόμενη Ενέργεια από Ανεμογεννήτριες



Source: Desmie 2011					
Monthly Electricity Production from Wind Energy					
Units: MWh Greece					
Ιαν-04	57433	Σεπ-06	101039	Μαΐ-09	111337
Φεβ-04	76519	Οκτ-06	122450	Ιουν-09	111984
Μαρ-04	84024	Νοε-06	100068	Ιουλ-09	140117
Απρ-04	72826	Δεκ-06	100538	Αυγ-09	190379
Μαΐ-04	62666	Ιαν-07	130532	Σεπ-09	160405
Ιουν-04	32642	Φεβ-07	117545	Οκτ-09	157498
Ιουλ-04	73395	Μαρ-07	142420	Νοε-09	146646
Αυγ-04	41271	Απρ-07	80141	Δεκ-09	220850
Σεπ-04	72208	Μαΐ-07	73847	Ιαν-10	231075
Οκτ-04	54205	Ιουν-07	67244	Φεβ-10	197363
Νοε-04	68842	Ιουλ-07	134664	Μαρ-10	179761
Δεκ-04	91757	Αυγ-07	103672	Απρ-10	179989
Ιαν-05	73881	Σεπ-07	106090	Μαΐ-10	104659
Φεβ-05	87604	Οκτ-07	109789	Ιουν-10	105918
Μαρ-05	67589	Νοε-07	128993	Ιουλ-10	139247
Απρ-05	76624	Δεκ-07	138123	Αυγ-10	148824
Μαΐ-05	59469	Ιαν-08	122671	Σεπ-10	148964
Ιουν-05	58521	Φεβ-08	114505	Οκτ-10	162048
Ιουλ-05	69707	Μαρ-08	172910	Νοε-10	220747
Αυγ-05	65609	Απρ-08	142991	Δεκ-10	243084
Σεπ-05	55862	Μαΐ-08	78037	Ιαν-11	138098
Οκτ-05	107878	Ιουν-08	114988	Φεβ-11	194701
Νοε-05	98890	Ιουλ-08	130599	Μαρ-11	210476
Δεκ-05	122260	Αυγ-08	178069	Απρ-11	249840
Ιαν-06	103432	Σεπ-08	107427	Μαΐ-11	202418
Φεβ-06	88163	Οκτ-08	160060	Ιουν-11	134248
Μαρ-06	97754	Νοε-08	127223	Ιουλ-11	154090
Απρ-06	84828	Δεκ-08	211749	Αυγ-11	244242
Μαΐ-06	87500	Ιαν-09	196185	Σεπ-11	238788
Ιουν-06	73295	Φεβ-09	181521	Οκτ-11	300216
Ιουλ-06	167991	Μαρ-09	159813	Νοε-11	241390
Αυγ-06	74320	Απρ-09	131513	Δεκ-11	287343

## Εγκατεστημένη Ισχύς από Ανεμογεννήτριες



Source: Desmie 2011

## Monthly Wind Establishments

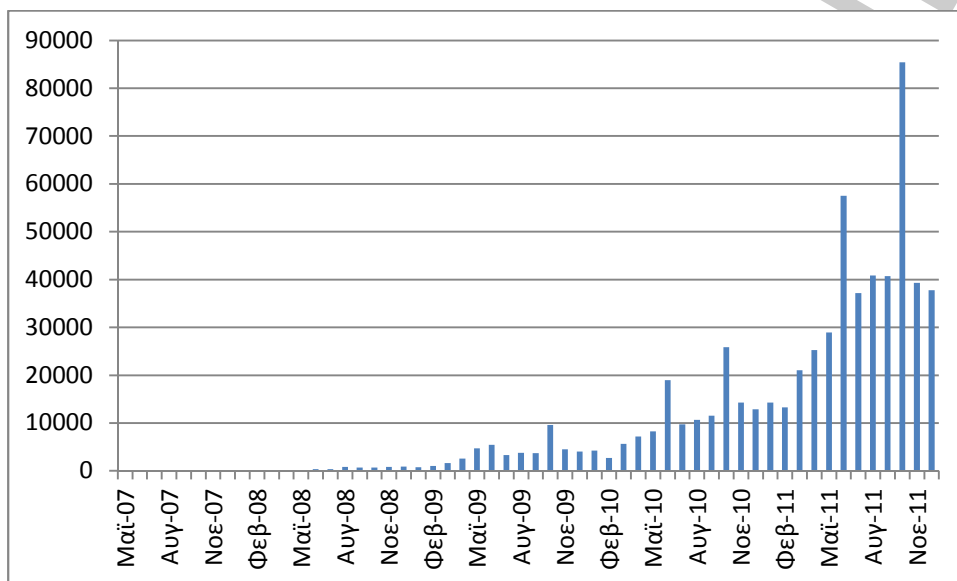
Units: MW Greece

Jan-04	283,46	Jan-06	428,88	Jan-08	666,76	Jan-10	922,61
Feb-04	283,46	Feb-06	428,88	Feb-08	674,76	Feb-10	940,61
Mar-04	283,46	Mar-06	480,81	Mar-08	674,76	Mar-10	940,61
Apr-04	283,46	Apr-06	480,81	Apr-08	674,76	Apr-10	940,61
May-04	283,46	May-06	481,61	May-08	689,66	May-10	940,61
Jun-04	283,46	Jun-06	515,81	Jun-08	696,56	Jun-10	940,61
Jul-04	283,46	Jul-06	515,81	Jul-08	696,56	Jul-10	940,61
Aug-04	283,46	Aug-06	515,81	Aug-08	696,56	Aug-10	963,39
Sep-04	287,66	Sep-06	515,81	Sep-08	744,56	Sep-10	983,19
Oct-04	287,66	Oct-06	549,21	Oct-08	771,76	Oct-10	1003,19
Nov-04	300,28	Nov-06	549,21	Nov-08	772,56	Nov-10	1005,89
Dec-04	340,56	Dec-06	549,21	Dec-08	790,56	Dec-10	1039,09
Jan-05	340,56	Jan-07	551,76	Jan-09	812,31	Jan-11	1052,74
Feb-05	340,56	Feb-07	551,76	Feb-09	831,21	Feb-11	1090,74
Mar-05	340,56	Mar-07	551,76	Mar-09	831,21	Mar-11	1090,74
Apr-05	340,56	Apr-07	551,76	Apr-09	831,21	Apr-11	1110,94
May-05	340,56	May-07	591,76	May-09	845,01	May-11	1133,89
Jun-05	365,76	Jun-07	600,76	Jun-09	865,01	Jun-11	1173,19
Jul-05	365,76	Jul-07	636,76	Jul-09	865,01	Jul-11	1173,19
Aug-05	365,76	Aug-07	636,76	Aug-09	908,61	Aug-11	1211,19
Sep-05	385,78	Sep-07	636,76	Sep-09	908,61	Sep-11	1230,74
Oct-05	401,78	Oct-07	636,76	Oct-09	916,61	Oct-11	1244,54
Nov-05	401,78	Nov-07	636,76	Nov-09	916,61	Nov-11	1330,04
Dec-05	401,78	Dec-07	636,76	Dec-09	916,61	Dec-11	1363,04

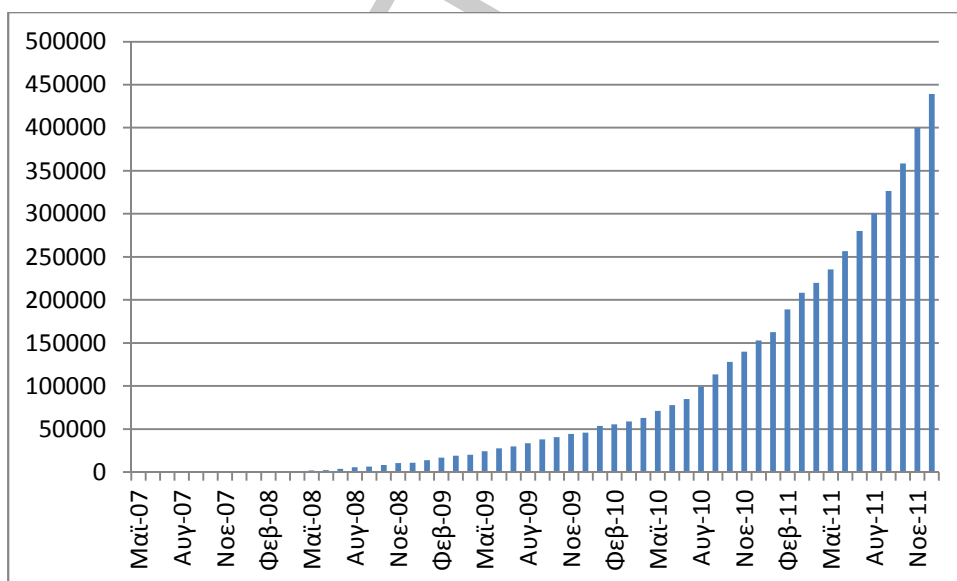
## 6.1.2 Φωτοβολταϊκή Ενέργεια

Ακολούθως, παρουσιάζονται τα μηνιαία στοιχεία Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β, καθώς και η εγκατεστημένη Ισχύς την περίοδο Μαΐου 2007 – Δεκεμβρίου 2011.

Παραγόμενη Ενέργεια από Φωτοβολταϊκά.



Εγκατεστημένη Ισχύς από Φωτοβολταϊκά.



Source: Desmie 2011							
Total Monthly Solar Power Capacity							
Units: KW Greece							
Μαΐ-07	13	Ιουλ-08	3822	Σεπ-09	37886	Νοε-10	139840
Ιουν-07	113	Αυγ-08	5843	Οκτ-09	40563	Δεκ-10	152920
Ιουλ-07	113	Σεπ-08	6363	Νοε-09	44264	Ιαν-11	162550
Αυγ-07	113	Οκτ-08	8279	Δεκ-09	46037	Φεβ-11	188940
Σεπ-07	233,54	Νοε-08	10499	Ιαν-10	53700	Μαρ-11	208350
Οκτ-07	380,8	Δεκ-08	10983	Φεβ-10	55550	Απρ-11	219870
Νοε-07	505	Ιαν-09	14084	Μαρ-10	58760	Μαΐ-11	235650
Δεκ-07	720,51	Φεβ-09	17057	Απρ-10	63100	Ιουν-11	256720
08 Ιαν-	890	Μαρ-09	19207	Μαΐ-10	71200	Ιουλ-11	280130
Φεβ-08	1077	Απρ-09	20297	Ιουν-10	77760	Αυγ-11	301030
Μαρ-08	1194	Μαΐ-09	24307	Ιουλ-10	84760	Σεπ-11	326580
Απρ-08	1294	Ιουν-09	27758	Αυγ-10	99250	Οκτ-11	358650
Μαΐ-08	1929	Ιουλ-09	29843	Σεπ-10	113700	Νοε-11	400250
Ιουν-08	2356	Αυγ-09	33532	Οκτ-10	127870	Δεκ-11	439110

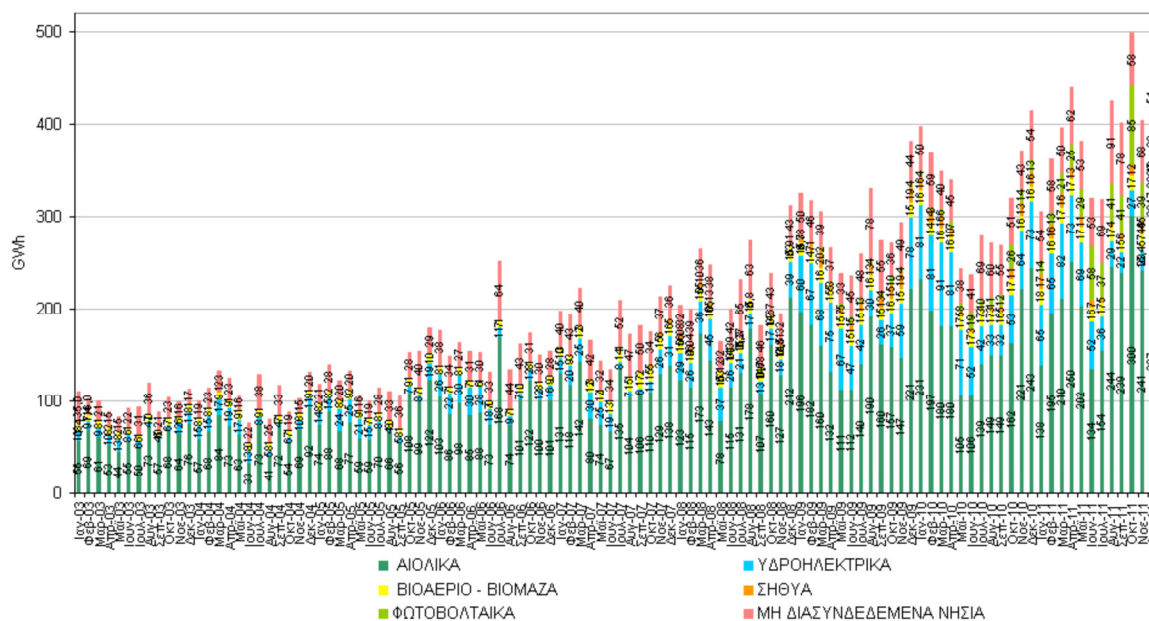
Source: Desmie 2009							
Total Monthly Solar Power Energy							
Units: MWh Greece							
Μαΐ-07	0,14	Ιουλ-08	373,08	Σεπ-09	3699,1	Νοε-10	14296,16
Ιουν-07	0,19	Αυγ-08	801,75	Οκτ-09	9595,07	Δεκ-10	12888,65
Ιουλ-07	0,14	Σεπ-08	675,6	Νοε-09	4478,9	Ιαν-11	14288,43
Αυγ-07	0,22	Οκτ-08	665,3	Δεκ-09	4061,75	Φεβ-11	13305,2
Σεπ-07	64,49	Νοε-08	808,73	Ιαν-10	4251,47	Μαρ-11	21028,67
Οκτ-07	0,12	Δεκ-08	914,61	Φεβ-10	2716,03	Απρ-11	25261,59
Νοε-07	24,44	Ιαν-09	780,11	Μαρ-10	5640,74	Μαΐ-11	28956,4
Δεκ-07	55,92	Φεβ-09	1037,16	Απρ-10	7165,1	Ιουν-11	57534,57
Ιαν-08	77,38	Μαρ-09	1664,18	Μαΐ-10	8252,14	Ιουλ-11	37168,89
Φεβ-08	40,26	Απρ-09	2599,56	Ιουν-10	18949,59	Αυγ-11	40856,87
Μαρ-08	97,29	Μαΐ-09	4691,53	Ιουλ-10	9729,84	Σεπ-11	40699,57
Απρ-08	133,41	Ιουν-09	5417,44	Αυγ-10	10672,45	Οκτ-11	85419,89
Μαΐ-08	118,73	Ιουλ-09	3314,96	Σεπ-10	11523,12	Νοε-11	39278,77
Ιουν-08	390,19	Αυγ-09	3758,6	Οκτ-10	25868,34	Δεκ-11	37754,33



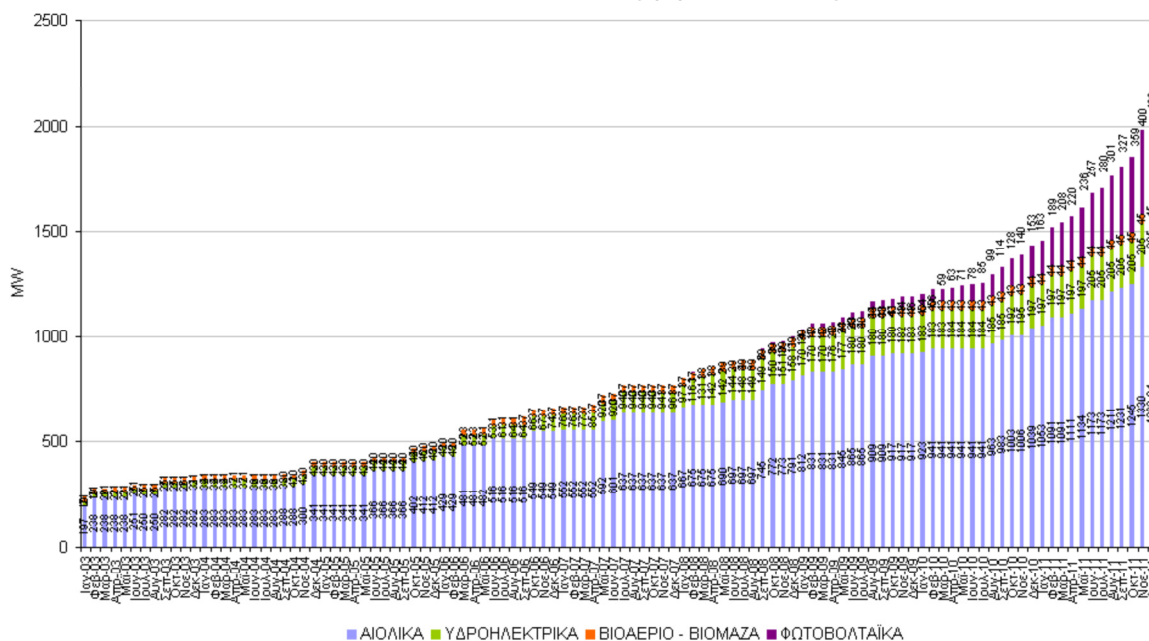
### 6.1.3. Συνολική Ενέργεια ΑΠΕ

Ακολουθούν τα διαγράμματα και οι πίνακες των μηνιαίων στοιχείων της συνολικής παραγόμενης ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, που περιλαμβάνουν την Αιολική Ενέργεια, την Ηλιακή, τη Γεωφυσική, την Υδροηλεκτρική και τη Βιομάζα.

2003 – 2011 ΕΘΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (GWh)  
ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ (Άρθρα 9 & 10 Ν.3468/2006)



2003 – 2011 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΟ  
ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (Άρθρο 9 Ν.3468/2006)



Source: Desmie 2011							
Monthly Electricity Production from Total Renewables							
Units: GWh=10 <sup>6</sup> KWh Greece							
Μαρ-00	30	Μαρ-03	72	Μαρ-06	136	Μαρ-09	246
Απρ-00	32	Απρ-03	79	Απρ-06	122	Απρ-09	224
Μαϊ-00	35	Μαϊ-03	87	Μαϊ-06	124	Μαϊ-09	200
Ιουν-00	38	Ιουν-03	94	Ιουν-06	100	Ιουν-09	180
Ιουλ-00	40	Ιουλ-03	94	Ιουλ-06	188	Ιουλ-09	202
Αυγ-00	42	Αυγ-03	94	Αυγ-06	90	Αυγ-09	240
Σεπ-00	43	Σεπ-03	94	Σεπ-06	118	Σεπ-09	203
Οκτ-00	45	Οκτ-03	94	Οκτ-06	144	Οκτ-09	212
Νοε-00	46	Νοε-03	94	Νοε-06	122	Νοε-09	220
Δεκ-00	48	Δεκ-03	94	Δεκ-06	128	Δεκ-09	314
Ιαν-01	49	Ιαν-04	82	Ιαν-07	156	Ιαν-10	328
Φεβ-01	52	Φεβ-04	110	Φεβ-07	148	Φεβ-10	293
Μαρ-01	55	Μαρ-04	110	Μαρ-07	180	Μαρ-10	287
Απρ-01	59	Απρ-04	102	Απρ-07	122	Απρ-10	277
Μαϊ-01	62	Μαϊ-04	90	Μαϊ-07	112	Μαϊ-10	193
Ιουν-01	65	Ιουν-04	54	Ιουν-07	100	Ιουν-10	174
Ιουλ-01	66	Ιουλ-04	92	Ιουλ-07	158	Ιουλ-10	197
Αυγ-01	67	Αυγ-04	56	Αυγ-07	126	Αυγ-10	198
Σεπ-01	68	Σεπ-04	84	Σεπ-07	128	Σεπ-10	197
Οκτ-01	70	Οκτ-04	68	Οκτ-07	136	Οκτ-10	232
Νοε-01	71	Νοε-04	88	Νοε-07	172	Νοε-10	301
Δεκ-01	72	Δεκ-04	112	Δεκ-07	186	Δεκ-10	332
Ιαν-02	69	Ιαν-05	98	Ιαν-08	168	Ιαν-11	221
Φεβ-02	65	Φεβ-05	112	Φεβ-08	156	Φεβ-11	275
Μαρ-02	60	Μαρ-05	100	Μαρ-08	224	Μαρ-11	309
Απρ-02	56	Απρ-05	112	Απρ-08	204	Απρ-11	339
Μαϊ-02	52	Μαϊ-05	90	Μαϊ-08	132	Μαϊ-11	288
Ιουν-02	48	Ιουν-05	82	Ιουν-08	158	Ιουν-11	202
Ιουλ-02	48	Ιουλ-05	86	Ιουλ-08	168	Ιουλ-11	207
Αυγ-02	49	Αυγ-05	78	Αυγ-08	212	Αυγ-11	289
Σεπ-02	50	Σεπ-05	70	Σεπ-08	136	Σεπ-11	276
Οκτ-02	51	Οκτ-05	124	Οκτ-08	194	Οκτ-11	344
Νοε-02	52	Νοε-05	114	Νοε-08	160	Νοε-11	280
Δεκ-02	53	Δεκ-05	152	Δεκ-08	268	Δεκ-11	344
Ιαν-03	57	Ιαν-06	138	Ιαν-09	274		
Φεβ-03	64	Φεβ-06	118	Φεβ-09	264		

Source: Desmie 2011					
Total Monthly APE Power Capacity					
Units: MW Greece					
Ιαν-04	338,35	Νοε-06	653,17	Σεπ-09	1129,15
Φεβ-04	338,35	Δεκ-06	660,3	Οκτ-09	1137,15
Μαρ-04	338,35	Ιαν-07	665,09	Νοε-09	1139,74
Απρ-04	338,35	Φεβ-07	665,09	Δεκ-09	1140,01
Μαϊ-04	338,35	Μαρ-07	666,29	Ιαν-10	1203,01
Ιουν-04	340,19	Απρ-07	666,29	Φεβ-10	1223,01
Ιουλ-04	340,19	Μαϊ-07	714,446	Μαρ-10	1226,01
Αυγ-04	340,19	Ιουν-07	730,626	Απρ-10	1231,37
Σεπ-04	345,99	Ιουλ-07	769,0894	Μαϊ-10	1239,45
Οκτ-04	348,59	Αυγ-07	769,3806	Ιουν-10	1246,3
Νοε-04	363,91	Σεπ-07	769,668	Ιουλ-10	1253,78
Δεκ-04	404,19	Οκτ-07	770,4318	Αυγ-10	1290,57
Ιαν-05	404,19	Νοε-07	771,2	Σεπ-10	1325,25
Φεβ-05	404,19	Δεκ-07	770,0593	Οκτ-10	1366,35
Μαρ-05	404,19	Ιαν-08	801,012	Νοε-10	1384,22
Απρ-05	404,19	Φεβ-08	828,31	Δεκ-10	1433,69
Μαϊ-05	404,19	Μαρ-08	843,75	Ιαν-11	1457,35
Ιουν-05	429,99	Απρ-08	854,65	Φεβ-11	1521,41
Ιουλ-05	429,99	Μαϊ-08	870,93	Μαρ-11	1540,89
Αυγ-05	429,99	Ιουν-08	880,4	Απρ-11	1572,74
Σεπ-05	450,03	Ιουλ-08	884,2	Μαϊ-11	1611,36
Οκτ-05	466,03	Αυγ-08	884,63	Ιουν-11	1679,21
Νοε-05	467,93	Σεπ-08	932,63	Ιουλ-11	1702,29
Δεκ-05	470,31	Οκτ-08	961,39	Αυγ-11	1762,84
Ιαν-06	497,41	Νοε-08	962,81	Σεπ-11	1808,64
Φεβ-06	497,41	Δεκ-08	988,35	Οκτ-11	1854,35
Μαρ-06	555,76	Ιαν-09	1018,91	Νοε-11	1980,48
Απρ-06	555,76	Φεβ-09	1042,08	Δεκ-11	2052,74
Μαϊ-06	564,69	Μαρ-09	1042,11		
Ιουν-06	599,84	Απρ-09	1048,03		
Ιουλ-06	608,23	Μαϊ-09	1063,08		
Αυγ-06	617,2	Ιουν-09	1085,55		
Σεπ-06	617,29	Ιουλ-09	1085,55		
Οκτ-06	652,34	Αυγ-09	1129,15		

## 6.2 Στατιστική Ανάλυση - Προβλέψεις στη Συνολικά Παραγόμενη Ενέργεια από ΑΠΕ.

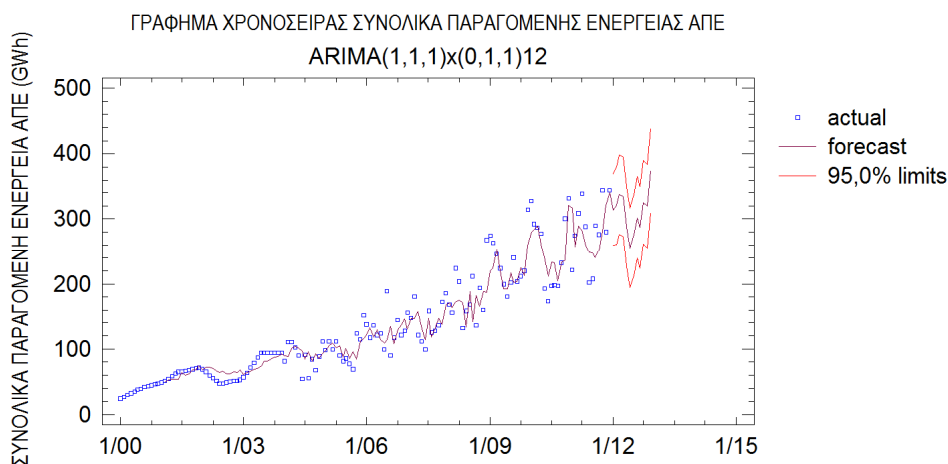
### 6.2.1. Στατιστική ανάλυση

Στο κεφάλαιο αυτό, θα πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση και εξαγωγή προβλέψεων για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη χώρα μας. Πρόκειται για μια διαδικασία η οποία βασίζεται στη χρήση χρονοσειρών οι οποίες αποτελούνται από μηνιαία στοιχεία που ελήφθησαν από τα μηνιαία δελτία ενέργειας του Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. (<http://www.desmie.gr>). Πιο συγκεκριμένα, το μέγεθος Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για τα οποίο διενεργείται στην παρούσα μελέτη στατιστική ανάλυση - πρόβλεψη είναι η Συνολικά Παραγόμενη Ενέργεια από ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο.

### 6.2.2 Προβλέψεις για τη Συνολικά Παραγόμενη Ενέργεια από ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο.

Τα δεδομένα αυτής της χρονοσειράς αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας στην Ελλάδα και αποτελούνται από 144 μηνιαίες τιμές (Ιανουάριος 2000 – Δεκέμβριος 2011). Στη συνολικά παραγομένη ενέργεια από ΑΠΕ περιλαμβάνονται η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η γεωφυσική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια και η ενέργεια από βιομάζα.

Χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Statgraphics επιλέχθηκε το βέλτιστο μοντέλο πρόβλεψης, το οποίο είναι εποχικό με περίοδο 12 μήνες, και συγκεκριμένα είναι το  $ARIMA(1,1,1) \times (0,1,1)_{12}$  με σταθερά.



**Διάγραμμα 1.:** Χρονική απεικόνιση της συνολικά παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ

Εξετάζοντας το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι:

- Η χρονοσειρά παρουσιάζει εποχικότητα με περίοδο δώδεκα μήνες. Τους χειμερινούς μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο και Ιανουάριο εμφανίζεται το μέγιστο του έτους, ενώ το Ιούλιο και τον Αύγουστο, το μέγιστο της εαρινής περιόδου αντίστοιχα. Αυτό είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι αυτούς τους δύο μήνες,, μεγιστοποιείται το φορτίο λόγω χρήσης κλιματιστικών. Αντίστοιχα, παρατηρείται μεγιστοποίηση της ζήτησης ενέργειας το Νοέμβριο, το Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο για λόγους θέρμανσης, καύσης, μεταφοράς, αλλά και λόγω των εορτών των Χριστουγέννων. Αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας ισοδυναμεί με αύξηση της παραγωγής αυτής και κατά συνέπεια με αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ. Σημειώνεται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις οι ΑΠΕ λειτουργούν προσθετικά στο δίκτυο είτε πρόκειται για υδροηλεκτρικά εργοστάσια που αυξάνουν τη λειτουργία τους κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών και των χειμερινών μηνών, είτε για ανεμογεννήτριες οι οποίες παράγουν μεγαλύτερη ισχύ τις αντίστοιχες χρονικές περιόδους λόγω των αυξημένων ανέμων.
- Το χρονικό διάστημα 2004-2005 παρατηρείται σταθερότητα η οποία οφείλεται στην ισορροπία του συστήματος με μια σταθερή παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και την απουσία νέων επενδύσεων ΑΠΕ στη χώρα (Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. 2004 & 2005).

- Μετά το 2006, παρατηρείται μεγάλη άνοδος που οφείλεται στη ψήφιση του Ν. 3468/2006 για τις ΑΠΕ και την υλοποίηση σημαντικών επενδύσεων στη χώρα.
- Η χρονοσειρά παρουσιάζει σταθερή αυξητική τάση, με εξαίρεση τη χρονική περίοδο 2008-2009 όπου η χώρα βρισκόταν σε οικονομική ύφεση. Αυτή η ύφεση οδήγησε σε λιγότερη κατανάλωση και είχε σαν αποτέλεσμα την επιβράδυνση του ρυθμού αύξησης της συνολικά παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ. Επιπρόσθετα, η αγορά ΑΠΕ από το 2008 και μετά παρουσιάζει επιβράδυνση λόγω γραφειοκρατικών προβλημάτων και πολιτειακών αποφάσεων που έθεταν μέγιστα όρια εγκαταστημένης ισχύος. Προβλήματα τα οποία ξεπεράστηκαν σε μεγάλο βαθμό με τη ψήφιση δύο νομοσχεδίων για την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ τους τελευταίους μήνες (Ν. 3734/2009, Ν. 3851/2010).
- Από τις 24 GWH που ήταν το 2000 η συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ, το 2011 υπερδεκαπλασιάστηκε φτάνοντας τις 344 GWH.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι προβλεπόμενες με βάση το μοντέλο, μηνιαίες τιμές συνολικά παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2012 – Δεκέμβριος 2012 σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

**Πίνακας 1.:** Προβλεπόμενες τιμές για τη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ

Περίοδος	Πρόβλεψη	Κάτω Όριο 95,0%	Άνω Όριο 95,0%
1/12	314,219	259,304	369,134
2/12	320,58	261,364	379,797
3/12	336,981	276,587	397,375
4/12	334,131	273,123	395,139
5/12	288,566	227,083	350,048
6/12	255,221	193,307	317,135
7/12	275,627	213,295	337,959
8/12	302,262	239,519	365,005
9/12	286,879	223,729	350,029
10/12	325,527	261,973	389,081

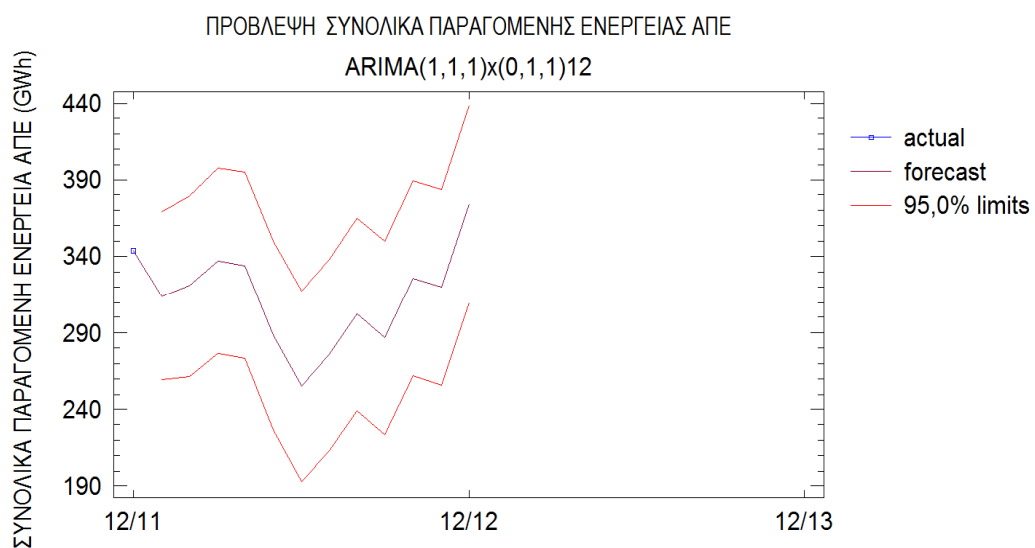
11/12	320,103	256,148	384,059
12/12	374,214	309,859	438,569

Από τα παραπάνω παρατηρείται ότι οι προβλέψεις για την επόμενη χρονιά μοιάζουν και σε τάση και σε χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες του 2011. Τα μέγιστα της ενέργειας παρουσιάζονται τους χειμερινούς μήνες, ενώ στα μεσοδιαστήματα η παραγωγή ενέργειας εμφανίζεται μειωμένη. Επιπλέον, οι προβλέψεις δείχνουν ότι θα συνεχιστεί η αναμενόμενη αυξητική τάση.

Πιο αναλυτικά:

- Τον Ιανουάριο του 2012, προβλέπεται η κεντρική τιμή της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ να βρίσκεται στα 314,219 KWh με άνω όριο τις 369.134 KWh και κάτω όριο τις 314,219 KWh. Πρόκειται επομένως για πρόβλεψη αύξησης της παραγόμενης ενέργειας κατά 42%.
- Το Φεβρουάριο του 2012, η κεντρική τιμή της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ, προβλέπεται να είναι στις 275 KWh, τιμή αυξημένη κατά 24% σε σχέση με το 2011.
- Το Μάρτιο η προβλεπόμενη αύξηση της παραγόμενης ενέργειας είναι της τάξης του 10%.
- Τον Απρίλιο προβλέπεται πολύ μικρή μείωση της παραγόμενης από ΑΠΕ ενέργειας.
- Το Μάιο του 2012, η παραγόμενη ενέργεια προβλέπεται σχετικά σταθερή.
- Τον Ιούνιο, αναμένεται αύξηση κατά 26%, με κεντρική τιμή τις 255,221 KWh, άνω όριο τις 317,135 KWh και κάτω όριο τις 193,307 KWh.
- Τον Ιούλιο, η αύξηση της παραγόμενης ενέργειας προβλέπεται ακόμα μεγαλύτερη, στο 33%.
- Ενώ για τον Αύγουστο, προκύπτει επίσης αύξηση, με χαμηλότερο ποσοστό, μόλις 4.5%.
- Για το Σεπτέμβριο προκύπτει προβλεπόμενη αύξηση της τάξης του 3.6%.
- Τον Οκτώβριο προβλέπεται μείωση 5%.
- Το Νοέμβριο προβλέπεται αύξηση κατά 14%

- Και τέλος, το Δεκέμβριο, η συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ, προβλέπεται να αυξηθεί κατά 9%.





## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Forecasting - MEPFTR**

Data variable: MEPFTR

Number of observations = 144  
 Start index = 1/00  
 Sampling interval = 1,0 month(s)  
 Length of seasonality = 12

**Forecast Summary**

Nonseasonal differencing of order: 1  
 Seasonal differencing of order: 1  
 Forecast model selected: ARIMA(1,1,1)x(0,1,1)12  
 Number of forecasts generated: 12  
 Number of periods withheld for validation: 0

	<i>Estimation</i>	<i>Validation</i>
<i>Statistic</i>	<i>Period</i>	<i>Period</i>
RMSE	27,7107	
MAE	19,9388	
MAPE	14,6449	
ME	2,43871	
MPE	-2,15861	

**ARIMA Model Summary**

<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t</i>	<i>P-value</i>
AR(1)	0,314109	0,0990714	3,17053	<b>0,001904</b>
MA(1)	0,910626	0,0423974	21,4783	0,000000
SMA(1)	0,698718	0,0730786	9,56118	0,000000

Backforecasting: yes

Estimated white noise variance = 770,248 with 128 degrees of freedom

Estimated white noise standard deviation = 27,7533

Number of iterations: 5

**The StatAdvisor**

This procedure will forecast future values of MEPFTR. The data cover 144 time periods. Currently, an autoregressive integrated moving average (ARIMA) model has been selected. This model assumes that the best forecast for future data is given by a parametric model relating the most recent data value to previous data values and previous noise. Each value of MEPFTR has been adjusted in the following way before the model was fit:

- (1) Simple differences of order 1 were taken.
- (2) Seasonal differences of order 1 were taken.

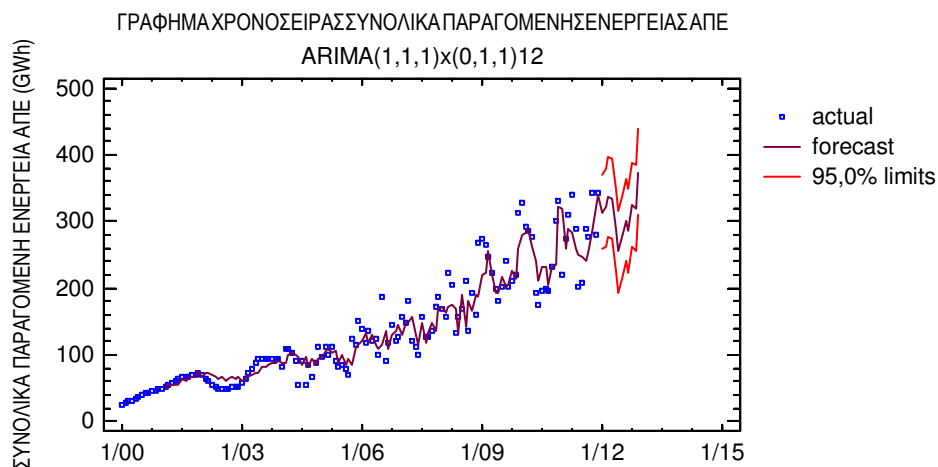
You can select a different forecasting model by pressing the alternate mouse button and selecting Analysis Options.

The output summarizes the statistical significance of the terms in the forecasting model. Terms with P-values less than 0,05 are statistically significantly different from zero at the 95,0% confidence level. The P-value for the AR(1) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the MA(1) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the SMA(1) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The estimated standard deviation of the input white noise equals 27,7533.

The table also summarizes the performance of the currently selected model in fitting the historical data. It displays:

- (1) the root mean squared error (RMSE)
- (2) the mean absolute error (MAE)
- (3) the mean absolute percentage error (MAPE)
- (4) the mean error (ME)
- (5) the mean percentage error (MPE)

Each of the statistics is based on the one-ahead forecast errors, which are the differences between the data value at time  $t$  and the forecast of that value made at time  $t-1$ . The first three statistics measure the magnitude of the errors. A better model will give a smaller value. The last two statistics measure bias. A better model will give a value close to 0.



### Forecast Table for ΜΕΡFTR

Model: ARIMA(1,1,1)x(0,1,1)12

Period	Data	Forecast	Residual
1/00	24,0		
2/00	27,0		
3/00	30,0		
4/00	32,0		
5/00	35,0		
6/00	38,0		
7/00	40,0		
8/00	42,0		
9/00	43,0		
10/00	45,0		
11/00	46,0		
12/00	48,0		
1/01	49,0		
2/01	52,0	49,969	2,03098
3/01	55,0	53,6438	1,35622
4/01	59,0	53,8592	5,14084
5/01	62,0	53,8788	8,12116
6/01	65,0	54,105	10,895
7/01	66,0	63,5011	2,49894
8/01	67,0	60,0731	6,92691
9/01	68,0	62,7613	5,23868
10/01	70,0	68,2886	1,71139
11/01	71,0	67,9574	3,04257
12/01	72,0	75,0941	-3,09406
1/02	69,0	67,91	1,09001
2/02	65,0	72,1168	-7,11677
3/02	60,0	72,6266	-12,6266
4/02	56,0	70,2562	-14,2562
5/02	52,0	67,0657	-15,0657
6/02	48,0	64,0753	-16,0753
7/02	48,0	66,6259	-18,6259
8/02	49,0	62,3972	-13,3972
9/02	50,0	62,9468	-12,9468
10/02	51,0	65,9272	-14,9272
11/02	52,0	64,242	-12,242
12/02	53,0	68,2456	-15,2456
1/03	57,0	61,1528	-4,15281
2/03	64,0	64,6466	-0,646569
3/03	72,0	67,3382	4,66179
4/03	79,0	69,7654	9,23463

5/03	87,0	71,5018	15,4982
6/03	94,0	74,3024	19,6976
7/03	94,0	82,3041	11,6959
8/03	94,0	81,8591	12,1409
9/03	94,0	84,152	9,84795
10/03	94,0	87,9103	6,08973
11/03	94,0	88,1964	5,80361
12/03	94,0	92,2642	1,73584
1/04	82,0	89,3065	-7,30647
2/04	110,0	88,4372	21,5628
3/04	110,0	101,292	8,70805
4/04	102,0	103,071	-1,07111
5/04	90,0	101,311	-11,3106
6/04	54,0	97,1156	-43,1156
7/04	92,0	84,1164	7,88365
8/04	56,0	95,7158	-39,7158
9/04	84,0	81,7023	2,29771
10/04	68,0	92,7136	-24,7136
11/04	88,0	85,2988	2,70121
12/04	112,0	94,3022	17,6978
1/05	98,0	97,6321	0,367868
2/05	112,0	105,322	6,67842
3/05	100,0	109,156	-9,15625
4/05	112,0	102,858	9,1423
5/05	90,0	105,178	-15,1784
6/05	82,0	87,6097	-5,60974
7/05	86,0	100,962	-14,9618
8/05	78,0	85,7112	-7,71117
9/05	70,0	94,9416	-24,9416
10/05	124,0	84,1344	39,8656
11/05	114,0	112,073	1,92703
12/05	152,0	116,175	35,8251
1/06	138,0	120,778	17,2222
2/06	118,0	131,885	-13,8847
3/06	136,0	118,611	17,389
4/06	122,0	129,375	-7,37465
5/06	124,0	114,971	9,0289
6/06	100,0	109,579	-9,57872
7/06	188,0	114,582	73,4183
8/06	90,0	135,397	-45,3966
9/06	118,0	107,59	10,4097
10/06	144,0	130,104	13,8958
11/06	122,0	136,57	-14,5699
12/06	128,0	145,693	-17,6929
1/07	156,0	130,821	25,1788
2/07	148,0	146,924	1,07645
3/07	180,0	147,805	32,1954
4/07	122,0	157,296	-35,2965
5/07	112,0	131,32	-19,3202
6/07	100,0	114,262	-14,2618
7/07	158,0	147,363	10,6369
8/07	126,0	119,324	6,6761
9/07	128,0	132,494	-4,49377
10/07	136,0	146,839	-10,8394
11/07	172,0	137,238	34,7615
12/07	186,0	167,655	18,3445
1/08	168,0	170,957	-2,95749
2/08	156,0	163,513	-7,5126
3/08	224,0	171,774	52,2258
4/08	204,0	174,897	29,1031
5/08	132,0	170,475	-38,4754
6/08	158,0	133,234	24,7659
7/08	168,0	188,877	-20,8771

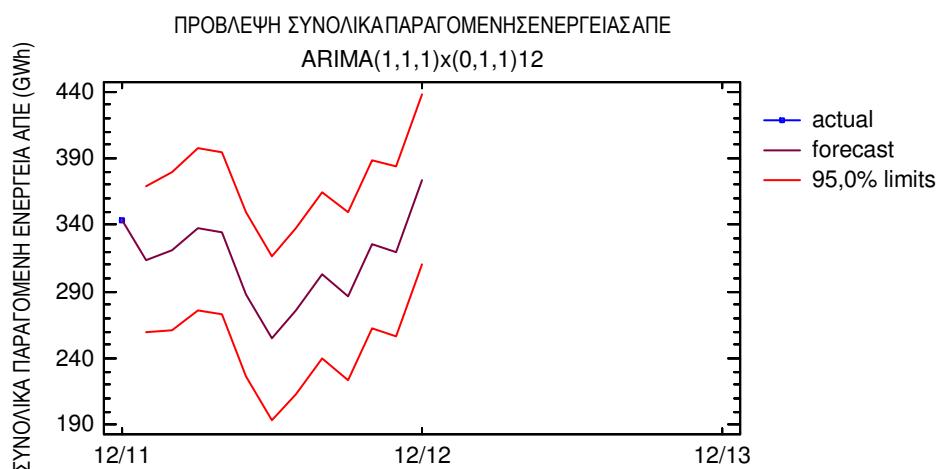
8/08	212,0	142,037	69,9628
9/08	136,0	181,55	-45,55
10/08	194,0	165,693	28,307
11/08	160,0	188,743	-28,743
12/08	268,0	187,487	80,5134
1/09	274,0	219,947	54,0528
2/09	264,0	223,684	40,3159
3/09	246,0	254,644	-8,64433
4/09	224,0	219,753	4,24664
5/09	200,0	192,906	7,09448
6/09	180,0	192,832	-12,8316
7/09	202,0	217,581	-15,5809
8/09	240,0	201,79	38,2101
9/09	203,0	203,662	-0,662105
10/09	212,0	225,092	-13,0924
11/09	220,0	212,625	7,37482
12/09	314,0	259,932	54,0676
1/10	328,0	279,828	48,1723
2/10	293,0	282,869	10,1313
3/10	287,0	289,613	-2,61326
4/10	277,0	262,682	14,3183
5/10	193,0	241,476	-48,4756
6/10	174,0	211,776	-37,7764
7/10	197,0	233,436	-36,4365
8/10	198,0	231,882	-33,8824
9/10	197,0	205,007	-8,0068
10/10	232,0	233,326	-1,32575
11/10	301,0	235,891	65,1092
12/10	332,0	321,785	10,2151
1/11	221,0	317,652	-96,6518
2/11	275,0	258,322	16,6782
3/11	309,0	290,04	18,9598
4/11	339,0	282,632	56,3681
5/11	288,0	259,215	28,7848
6/11	202,0	248,705	-46,7048
7/11	207,0	247,908	-40,9081
8/11	289,0	240,089	48,9112
9/11	276,0	252,939	23,0609
10/11	344,0	282,063	61,9373
11/11	280,0	320,627	-40,6274
12/11	344,0	340,509	3,49052

		<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
1/12	314,219	259,304	369,134
2/12	320,58	261,364	379,797
3/12	336,981	276,587	397,375
4/12	334,131	273,123	395,139
5/12	288,566	227,083	350,048
6/12	255,221	193,307	317,135
7/12	275,627	213,295	337,959
8/12	302,262	239,519	365,005
9/12	286,879	223,729	350,029
10/12	325,527	261,973	389,081
11/12	320,103	256,148	384,059
12/12	374,214	309,859	438,569

#### The StatAdvisor

This table shows the forecasted values for MEPFTR. During the period where actual data is available, it also displays the predicted values from the fitted model and the residuals (data-forecast). For time periods beyond the end of the series, it shows 95,0% prediction limits for the forecasts. These limits show where the true data value at a selected future time is likely to be with 95,0% confidence, assuming the fitted model is appropriate for the data. You can plot the forecasts by

selecting Forecast Plot from the list of graphical options. You can change the confidence level while viewing the plot if you press the alternate mouse button and select Pane Options. To test whether the model fits the data adequately, select Model Comparisons from the list of Tabular Options.



### Model Comparison

Data variable: MEPFTR

Number of observations = 144

Start index = 1/00

Sampling interval = 1,0 month(s)

Length of seasonality = 12

### Models

(A) ARIMA(1,1,1)x(0,1,1)12

(B) Simple exponential smoothing with alpha = 0,5975

(C) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0,0861

(D) Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,5858 and beta = 0,0209

(E) Brown's quadratic exp. smoothing with alpha = 0,0372

### Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE
(A)	27,7107	19,9388	14,6449	2,43871	-2,15861
(B)	31,5968	20,5195	13,8774	3,46176	0,492217
(C)	32,7543	23,7447	18,7319	3,86446	1,64753
(D)	31,8748	21,0365	14,6945	-0,826805	-4,57596
(E)	32,5408	24,1278	19,5992	1,52974	-0,164512

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	27,7107	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	31,5968	***	***	***	OK	***
(C)	32,7543	***	***	***	OK	***
(D)	31,8748	***	***	***	OK	***
(E)	32,5408	***	***	***	OK	***

Key:

RMSE = Root Mean Squared Error

RUNS = Test for excessive runs up and down

RUNM = Test for excessive runs above and below median

AUTO = Box-Pierce test for excessive autocorrelation

MEAN = Test for difference in mean 1st half to 2nd half

VAR = Test for difference in variance 1st half to 2nd half

OK = not significant ( $p \geq 0,05$ )

\* = marginally significant ( $0,01 < p \leq 0,05$ )

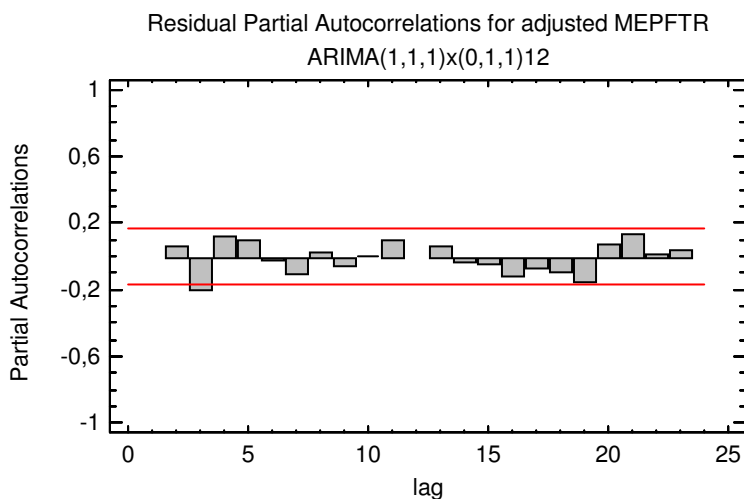
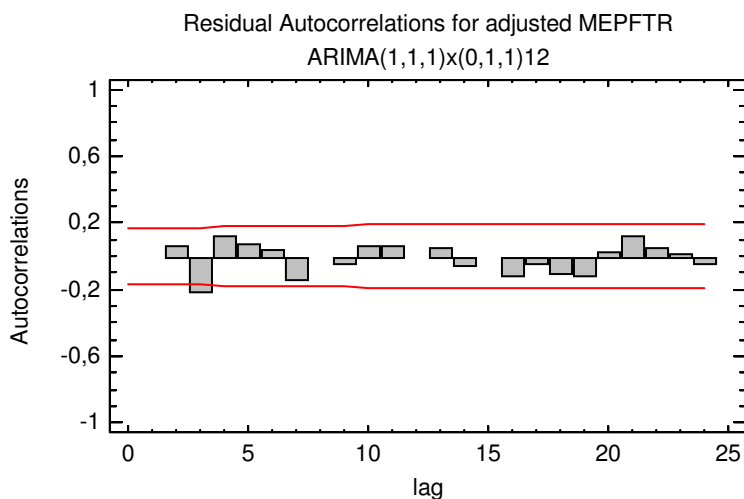
\*\* = significant ( $0,001 < p \leq 0,01$ )

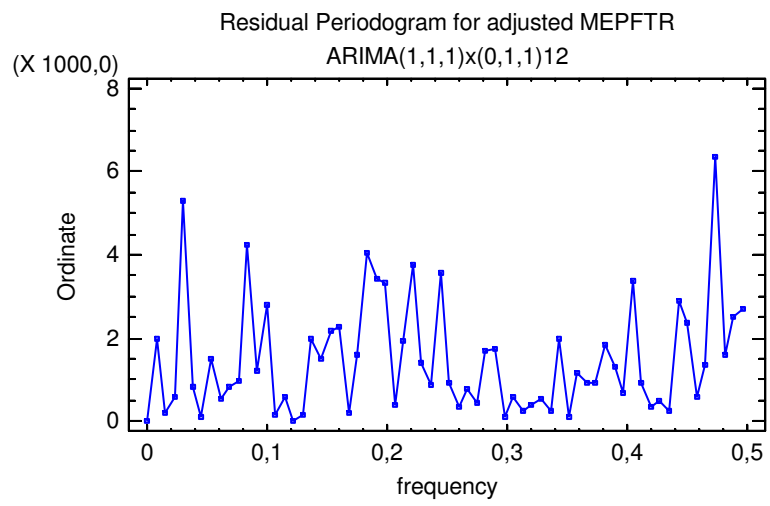
\*\*\* = highly significant ( $p \leq 0,001$ )

### The StatAdvisor

This table compares the results of five different forecasting models. You can change any of the models by pressing the alternate mouse button and selecting Analysis Options. Looking at the error statistics, the model with the smallest root mean squared error (RMSE) during the estimation period is model A. The model with the smallest mean absolute error (MAE) is model A. The model with the smallest mean absolute percentage error (MAPE) is model B. You can use these results to select the most appropriate model for your needs.

The table also summarizes the results of five tests run on the residuals to determine whether each model is adequate for the data. An OK means that the model passes the test. One \* means that it fails at the 95% confidence level. Two \*'s means that it fails at the 99% confidence level. Three \*'s means that it fails at the 99,9% confidence level. Note that the currently selected model, model A, passes 4 tests.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική (Βιβλίο)

Θανόπουλος Γ., 2006, Διεθνείς Επιχειρήσεις/Interbooks, Αθήνα

Σφακιανάκης Μιχάλης, Μάρτιος 2002, Πρακτική Πληροφορική και Εφαρμογές, Πατάκης, Αθήνα

Παπαδάκης Μ., Τσίμπος Κ. & Μουρελάτος Αλ., 1997, Στατιστική Ανάλυση δεδομένων με το λογισμικό StatGraphics, Σταμούλης, Αθήνα

Σφακιανάκης Μιχάλης, 2012, Τιμητικός Τόμος Ομότιμου Καθηγητή Σωτηρίου Καρβούνη, Κέντρο Ερευνών Πανεπιστημίου Πειραιώς

### Ξενόγλωσση (Άρθρο)

A. McCulloch and John M., 27 May 1989, Last Greenhouse Effect, Elsevier, Volume 333, Issue 8648, Pages 1208-1209

Bates B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, June 2008, Climate Change and Water, IPCC, IPCC Technical Paper VI, Geneva, 210 pp.

A. McMichael, R. Woodruff, S. Hales, 2006, Climate change and human health: present and future risks, The Lancet, Volume 367, Issue 9513, Pages 859-869

Stern, N., S. Peters, V. Bakhshi, A. Bowen, C. Cameron, S. Catovsky, D. Crane, S., Cruickshank, S. Dietz, N. Edmonson, S.-L. Garbett, L. Hamid, G. Hoffman, D., Ingram, B. Jones, N. Patmore, H. Radcliffe, R. Sathiyarajah, M. Stock, C. Taylor, T., Vernon, H. Wanjie, and D. Zenghelis, 2006, Stern Review: The Economics of Climate Change, HM Treasury, London.

Julia K. Steinberger, Gohan van Niel, Dominique Bourg Energy Policy, 25 October 2008, Profiting from negawatts: Reducing absolute consumption and emissions through performance-based energy economy, Elsevier, Energy Policy 37 (2009) 361-370

Jaccard et al, 1997, From equipment to infrastructure: community energy management and greenhouse gas emission reduction. Energy Policy 25 (13), 1065

Gale A. Boyd and Joseph X. Pang, May 2000, Estimating the linkage between energy efficiency and productivity, Elsevier, Volume 28, Issue 5, Pages 289-296

Sami Miketa and Peter Mulder, May 2005, Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: Patterns of growth and convergence, Energy Economics, Elsevier, Volume 27, Issue 3, Pages 429-453

John Dimitropoulos, December 2007, Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge, Energy Policy, Elsevier, Volume 35, Issue 12, Pages 6354-6363



Karen Fisher-Vanden, Gary H. Jefferson, Ma Jingkui and Xu Jianyi, November 2006, Technology development and energy productivity in China, Energy Economics, Elsevier Volume 28, Issues 5-6, Pages 690-705

### Ελληνική (Άρθρο)

Γ. Λ. Γληνού, Δ. Α. Παπαχρήστου και Α. Μ. Παπαδόπουλος, 2006, Η Εκμετάλλευση της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα: Αναδρομή, Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή

Theocharis Tsoutsos, Ioannis Mavrogiannis, Nikolas Karapanagiotis, Stathis Tselepis, Dimosthenis Agoris, June 2003, An analysis of the Greek photovoltaic market, Centre for Renewable Energy Sources (CRES), Greece

### Ξενόγλωσση (Συλλογικός Τόμος)

Diana Farrell Jaana Remes Florian Bressand Mark Laabs, Anjan Sundaram February 2007, McKinsey Global Institute

World Energy Outlook 2006, International Agency, 2006

McKinsey Global Institute, October 2007, The New Power Brokers: How oil, Asia, Hedge Funds and private equity are shaping global capital markets

Mark Ellis, Nigel Jollands, Lloyd Harrington and Alain Meier, 2007, Do Energy Efficient Appliances Cost More?, European Council for Energy Efficient Economy.

Stephen H. Wade, 2005, Price Responsiveness in the AEO2003 NEMS Residential and Commercial Buildings Sector Models, Energy International Association

Carbon Disclosure Project Report, 2007, Global FT500

Photovoltaic Technology Platform, 2007, A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology, [www.eupvplatform.org/](http://www.eupvplatform.org/)

Edwin Koot, July 2008, The global PV market: fasten your seatbelts, Analyses of market demand to 2010, Solar Plaza

Aarkstore, Global Solar Photovoltaic Market Analysis and Forecasts to 2020

SolarPlaza, June 2008; Data source: BSW

EUROSERV'ER, March 2009, PV Varometro 2008

PV Status Report 2009, European Commission, Joint Research Centre

Dr. Murray Cameron, 23-09-2009, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013, EPIA

EU PV Market Overview, 2008, Athens Workshop, EPIA, [www.epia.org](http://www.epia.org)

C.R.E.S., 2002, Final Report by C.R.E.S - Department of Energy Information Systems 2001

Renewable Energy Sources Statistics, 2000, Cres

The State of Renewable Energies In Europe, 8<sup>th</sup> EurOserv'ER Report, 2008

The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece - Hellenic Association of Photovoltaic Companies , September 2007, HELAPCO

Pavan Sukhdev, 2008, Loss of Natural Capital Costs More Than Bank Crisis, Deutsche Welle, Environment, <http://www.dwworld.de/dw/article/0,2144,3718168,00.html>

EuPD Research, EuPD\_Research\_Proposal\_Greece, <http://www.eupd-research.com/en/home/>

Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO), The Greek PV Market Opportunities for investments in Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO) September 2007, HELAPCO

McKinsey Global Institute, May 2007, Curbing Global Energy Demand Growth: The energy productivity opportunity

EIA, European International Association, (2009), World Energy Projections Plans

### **Ελληνική (Συλλογικός Τόμος)**

Ανάλυση Αγοράς 2009, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Hellastat, [www.hellastat.eu](http://www.hellastat.eu)

### **Ξενόγλωσση (Άρθρα σε εφημερίδες)**

Stahel, W.R., 2006, The performance economy, Palgrave Macmillan, New York

George Monbiot, 14 October 2008, Sustainable Development Commission, Gurdian, This stock collapse is petty when compared to the nature crunch

Bill Emmott, 2009, Times of London: OPEC's Greed will Herald the End of the Oil Age, <http://www.cfr.org/publication/20072/times.of.london.html>

Toni Johnson, July 7, 2009, Economic Challenges for Climate Change Policy, <http://www.cfr.org/publication/16009/economic.challenges.for.climate.change.policy.html>

Nasa at science: How do photovoltaics work, <http://science.nasa.gov/default.htm>

PV Market Expected To Reach \$32 Billion by 2012 Photovoltaics: Global Markets & Technologies, 2008, BCC Research, <http://www.environmentalleader.com/2008/01/04/pv-market-expected-to-reach-32-billion-by-2012/>

Diana Farrell, September 17, 2008, Boosting Europe's Energy Productivity, Business Week

Jonathan Woetzel, 2008, Profiting from innovation, energy productivity, China Daily

### **Ελληνική (Άρθρα σε Εφημερίδες)**

Ναυτεμπορική, <http://www.naftemporiki.gr/news/static/09/03/17/1642024.htm>

Κ. Φαίτζογλου, 04-06-2009, Η Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα, Καθημερινή, <http://news.kathimerini.gr/4dcgi/.w.articles.ell.1.04/06/2009.317264>

Α. Ζερβός, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος ΕWEΑ, Η Ανάπτυξη της Αιολικής Ενέργειας στην Ευρώπη, Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ, <http://www.hellasres.gr/Greek/THEMATA/ARTHRA/zervos.htm>

### **Διπλωματικές**

«Σχεδιασμός και μελέτη Φωτοβολταϊκών Συστημάτων», Τπισινίδου Μ., ΑΠΘ 2010

«Διείδυση ΑΠΕ στην Ελλάδα και Προώθηση Εξοικονόμησης Ενέργειας, Τζιάσιου Ε., ΕΜΠ 2012

«Μέτρηση βαθμού απόδοσης Φ/Β στοιχείων και μέτρησής της εξάρτησής του από τη θερμοκρασία», Γκατζής Α., Κατριάδακη Ι., ΑΠΘ 2008

«Βελτίωση της αξιοπιστίας και περιβαλλοντολογικά οφέλη από την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων στο εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς», Θεοχαρίσου Ε., Πασχάλη Β., ΑΠΘ 2009

«Αιολική Ενέργεια σε Ελλάδα και Ευρώπη», Χασικίδη Ε., Παν.Πατρών 2010

«Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Εξέλιξη – Προβλέψεις», Μουζιούρας Ν., ΠΑΠΕΙ 2010

## Πηγές

Science Museum of London ([www.sciencemuseum.org.uk](http://www.sciencemuseum.org.uk))

London Accord, [www.london-accord.co.uk](http://www.london-accord.co.uk)

Βικιπέδια, <http://el.wikipedia.org>

Energy Information Administration, Official Energy Statistics from the U.S. Government, <http://www.eia.doe.gov/>

Q-Shells SE Company, <http://www.q-cells.com/en/company/index.html>

JA Solar Company, [www.jasolar.com](http://www.jasolar.com)

U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, <http://www.eere.energy.gov/>

EWEA, European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php>

GWEC, Global Wind Energy Council, <http://www.gwec.net/>

EEA, European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/>

EREC, European Renewable Energy Council, <http://www.erec.org/>

European commission Joint Research Centre:  
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/countries-europe.htm>

European Commission, Energy Research, <http://ec.europa.eu/research/energy.htm>

Energy Efficiency & Renewable Energy, [http://www.eere.energy.gov/de/power\\_generation.html](http://www.eere.energy.gov/de/power_generation.html)

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, ΡΑΕ, [www.rae.gr](http://www.rae.gr)

ΔΕΣΜΗΕ, [www.desmhe.gr](http://www.desmhe.gr)

Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, <http://www.helapco.gr>

Δικτυακή πύλη ΑΠΕ, [www.aenaon.net](http://www.aenaon.net)

Υπουργείου Ανάπτυξης, [www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)

Υπουργείο Χωροταξίας Περιβάλλοντος, [www.minev.gr](http://www.minev.gr)

Υπουργείου Οικονομικών, [www.mnec.gr](http://www.mnec.gr)

Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών Από ΑΠΕ, <http://www.hellasres.gr/Greek/with-frames/my-index-01.htm>

ΚΑΠΕ, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμηση Ενέργειας, <http://www.cres.gr/kape/energeia.politis/energeia.politis.wind.htm>

Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας, <http://www.eletaen.gr/>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ