

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ**  
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

*ΜΠΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ*

*«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»*

Διπλωματική Εργασία με Θέμα:



**[ «ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ**  
**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΙΟΛΙΚΩΝ & ΦΒ**  
**ΠΑΡΚΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ**  
**ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ» ]**



**Αναστάσιος Κοσμάς-Καραμανή Μαρία**

**Απρίλιος 2012**



## ***Ευχαριστίες***

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον Καθηγητή μας και επιβλέπων της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας Κο.Καμαρινόπουλο και τον Κο. Καμπράνη για την πολύ μεγάλη βοήθεια του κατά την διάρκεια της έρευνας μας.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε όλους τους ειδικούς αλλά και εκείνους που ασχολούνται με το θέμα της λειτουργίας και εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα καθώς και των χαρακτηριστικών που εκείνα διαθέτουν.

Επιπλέον θα θέλαμε να δηλώσουμε ότι είμαστε ευγνώμονες στο προσωπικό των διαφόρων οργανισμών και περιοδικών τύπου που ασχολούνται με αυτού του είδους την θεματολογία, για την απεριόριστη παροχή πληροφοριών σχετικά με τις μορφές και τρόπους λειτουργίας των αιολικών πάρκων και των αντίστοιχων απαιτήσεων που εκείνα διαθέτουν με σκοπό τη σωστή λειτουργία τους σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

Τέλος, θα επιθυμούσαμε να αποστείλουμε τις ευχαριστίες μας στα μέλη των οικογενειών μας, οι οποίοι όλο αυτόν τον καιρό της προετοιμασίας της συγκεκριμένης εργασίας αλλά και έρευνας, μας στήριζαν σε υπέρτατο βαθμό.



## Περιεχόμενα

<i>ΜΠΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗ &amp; ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ</i> .....	1
<i>Ευχαριστίες</i> .....	2
<i>Περίληψη</i> .....	5
<i>Εισαγωγή</i> .....	7
1. Κεφάλαιο 1ο: Ερμηνεία και Χρήση ΑΠΕ σε Συνάρτηση με την Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Πολιτική.....	9
1.1 Τι Αναφέρονται ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	9
1.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	11
1.3 ΑΠΕ και Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Πολιτική.....	19
1.3.1 Νόμοι Περιβαλλοντικής Πολιτικής από Μέρους της Ε.Ε.....	20
1.4 Νέα πρωτοβουλία του Προγράμματος “Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη 2011-2013.....	23
1.5 Ευρωπαϊκός Στόχος «20-20-20».....	24
1.6 Η ευρωπαϊκή πρωτοβουλία PVTRIN.....	25
2. Κεφάλαιο 2ο: Εφαρμογή των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα και Πολιτικές Ενίσχυσης.....	27
2.1 Χρήση και Ενίσχυση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα.....	27
2.2 Κλάδος Δραστηριότητας Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στις Μέρες μας.....	32
2.3 Η Λειτουργία Φ/Β Συστημάτων στην Ελλάδα.....	38
3. Κεφάλαιο 3ο: Εφαρμογή Αιολικών Συστημάτων στην Ελλάδα.....	42
3.1 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	42
3.2 Η ανάπτυξη των Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα.....	47
3.3 Μύθοι και Αλήθειες για την Αιολική Ενέργεια.....	52
3.4 Ανάπτυξη της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα με βάση την ΕΛΕΤΑΕΝ.....	56
4. Κεφάλαιο 4ο: Νομοθεσία περί του Αποκλεισμού Περιοχών Α.Π.Ε. και Κανόνες Χωροθέτησης.....	59
4.1 Νομοθεσία για την Χωροθέτηση Α.Π.Ε. στην Ελλάδα.....	59
4.2 Χωροταξικός Σχεδιασμός και Αειφόρος Ανάπτυξη στην Ελλάδα.....	61
4.3 Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού στην Ελλάδα.....	63
4.4 Τα Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.....	65
4.4.1 Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού γενικότερα.....	66
4.4.2 Κανόνες Χωροθέτησης Αιολικών Εγκαταστάσεων.....	70
4.4.3 Κανόνες χωροθέτησης Φ/Β & Ενεργειακή απολαβή πάνελ.....	76
5. Κεφάλαιο 5ο: Στοιχεία Επιλογής Θέσης Φ/Β και Αιολικού Πάρκου στην Ελλάδα.....	81
5.1 Στοιχεία Χωροθέτησης Αιολικού Πάρκου στην Ελλάδα.....	81
5.1.1 Διαδικασίες Επιλογής Θέσης Εγκατάστασης Αιολικού Πάρκου στην Ελλάδα.....	82
5.1.2 Μέθοδος Συνεκτίμησης Κριτηρίων.....	83
5.1.3 Εξέταση Επηρεασμού Θεμάτων Ασφάλειας.....	85
5.1.4 Επάρκεια Τεχνικών, Οικονομικών Δυνατοτήτων Φορέα.....	86
5.1.5 Εξασφάλιση Ικανοποιητικής Ποιότητας της Πρώτης Ύλης ΑΠΕ.....	87
5.1.6 Δυνατότητα Εξασφάλισης Θέσης.....	88
5.1.7 Επιπλέον Κριτήρια Χωροθέτησης Αιολικού Πάρκου.....	90
5.1.8 Κανόνες Χωροθέτησης Ανεμογεννητριών.....	102



5.2 Κριτήρια Χωροθέτησης Φωτοβολταϊκού Πάρκου .....	105
5.2.1 Τοπογραφικά κριτήρια .....	105
5.2.3 Κοινωνικοπολιτικά κριτήρια .....	109
5.2.3.1 Απόσταση από κατοικημένη περιοχή .....	109
5.2.3.2 Σύγκρουση συμφερόντων ομάδων τοπικής κοινωνίας .....	109
5.2.3.3 Οικονομικά οφέλη για κατοίκους της περιοχής .....	110
5.2.4 Τεχνικό – οικονομικά κριτήρια .....	110
5.2.4.1 Πρόσβαση .....	110
5.2.4.2 Απόσταση από υποσταθμό/δίκτυο της Δ.Ε.Η. ....	111
5.2.4.3 Απόσταση από αστικό κέντρο .....	111
5.3 Επίδραση της Έντασης της Ηλιακής Ακτινοβολίας και της Θερμοκρασίας 112	
5.3.1 Φωτοβολταϊκά Πανώ .....	112
5.3.2 Προστασία των φ/β Πανώ .....	113
5.3.3 Γωνία Κλίσης της Ηλιογεννήτριας .....	114
5.3.4 Ροή και ένταση της Ηλιακής Ακτινοβολίας .....	115
5.3.5 Υπολογισμός της Μέσης Ανά Μήνα Ημερήσιας Ολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας .....	117
5.3.6 Εκτίμηση της Θερμοκρασίας και της Απόδοσης ενός Φ/Β Πλαισίου. ....	119
5.3.7 Βασικά Σήματα Σχεδιασμού ενός φ/β Συστήματος .....	122
5.3.8 Υπολογισμός της Γωνίας Κλίσης της φ/β Συστοιχίας .....	122
5.3.9 Εκτίμηση των Ηλεκτρικών Καταναλώσεων του Συστήματος .....	122
5.3.10 Κέντρο Ελέγχους στα Φ/Β Συστήματα .....	125
5.3.11 Επιλογή Καλωδίων του Φ/Β Συστήματος .....	125
6. Κεφάλαιο 6: Παράθεση Μελέτης Περίπτωσης Αιολικού & Φ/Β Πάρκου στην Ελλάδα με τη βοήθεια της ΑΗΡ .....	126
6.1 Εισαγωγή .....	126
6.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Αναλυτικής Ιεραρχησης (ΑΗΡ) .....	127
6.3 Η πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων .....	127
6.4 Η εφαρμογή της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης (ΑΗΡ) .....	129
6.5 Μελέτη Αιολικού Πάρκου για Τρεις Πιθανές Περιοχές Εγκατάστασης .....	132
6.5.1 Περίπτωση Ν. Ευβοίας – Δ. Στυραίων .....	132
6.5.2 Περίπτωση Ν. Λακωνίας .....	133
6.6 Ορισμός του προβλήματος και εφαρμογή της ΑΗΡ .....	134
6.6 Μελέτη Εφαρμογής και Λειτουργίας Φωτοβολταϊκού Πάρκου .....	147
6.6.1 Μελέτη Περίπτωσης για Τρεις Πιθανές Περιοχές Εγκατάστασης: Ν. Λέσβου – Ν. Αργολίδας / Δ.Επιδαύρου – Ν. Λακωνίας / Δ. Ευρώτα .....	147
<b>Επίλογος</b> .....	159
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	162
<i>Ελληνική Βιβλιογραφία</i> .....	162



## Περίληψη

Σκοπός των φοιτητών στη παρούσα εργασία, είναι η κριτική προσέγγιση του Ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με έμφαση στα αιολικά πάρκα και η εφαρμογή χωροθέτησης αιολικού και φωτοβολταϊκού πάρκου. Επίσης, εντός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, γίνεται μια προσπάθεια να αναλυθεί το θέμα των κριτηρίων χωροθέτησης ενός φωτοβολταϊκού και αιολικού Πάρκου αντίστοιχα μέσω ενός case study για την κάθε περίπτωση και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αλλά και απαιτήσεων για την κάθε αναφορά. Η διαδικασία επιλογής της περιοχής γίνεται μέσω της πολυκριτηριακής μεθόδου λήψης απόφασης AHP.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις κατηγορίες των ήπιων μορφών ενέργειας, δίνονται τα γενικά χαρακτηριστικά τους οι ευρωπαϊκοί και εθνικοί στόχοι και γίνεται μια αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Δίνεται έμφαση στην χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε συνάρτηση με την Ευρωπαϊκή περιβαλλοντική Πολιτική.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται διεξοδικά η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων και κυρίως δίνεται έμφαση στον τρόπο χρήσης και ανάπτυξης τους στον Ελλαδικό χώρο στις τελευταίες δεκαετίες μέχρι και σήμερα. Ωστόσο, γίνεται μια προσέγγιση στα πλεονεκτήματα της χρήσης τους με κύριο γνώμονα την αναγκαιότητα της εκμεταλλεύσης της ηλιακής ενέργειας, ενώ τονίζεται η χρήση μεγάλων επιφανειών για την εγκατάσταση τους λόγω της μικρής απόδοσης αφού μετατρέπουν περίπου μόνο το 11% της ηλιακής ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η εφαρμογή των αιολικών συστημάτων στην Ελλάδα και η ραγδαία ανάπτυξη των αιολικών πάρκων τις τελευταίες δεκαετίες. Στη συνέχεια τονίζεται η ενίσχυση των Α.Π.Ε από το Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο ενώ αναφέρονται εκτενώς οι εθνικοί υποστηρικτικοί μηχανισμοί για την προώθηση τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται ο Χωροταξικός σχεδιασμός και η Αειφόρος ανάπτυξη με βάση τους Κανόνες Χωροθέτησης τόσο των αιολικών όσο και των



φωτοβολταικών εγκαταστάσεων. Παρατίθενται τα ειδικά Πλαίσια του χωροταξικού σχεδιασμού αλλά και οι διάφορες περιοχές αποκλεισμού και ζώνες ασυμβατότητας στην ανάπτυξη των εγκαταστάσεων που στηρίζονται στις ήπιες μορφές ενέργειας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια επιλογής θέσης ενός Φ/Β και αιολικού παρκου στην Ελλάδα. Ειδικότερα, αναλύεται η διαδικασία επιλογής της θέσης εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης τα οποία πληρούν τις τεχνικές, οικονομικές και μορφολογικές απαιτήσεις του έργου. Ενώ όσον αφορά τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις περιγράφονται τα τοπογραφικά, κοινωνικοπολιτικά και τεχνο-οικονομικά κριτήρια χωροθέτησης .

Στο έκτο κεφάλαιο παρατίθεται μελέτη περίπτωσης για τη δημιουργία ενός αιολικού και φωτοβολταϊκού πάρκου με τη βοήθεια της πολυκριτηριακής μεθόδου ΑΗΡ.Ορίζονται τρεις πιθανές περιοχές χωροθέτησης κατασκευάζεται το διάγραμμα σημαντικότητας των κριτηρίων και καταλήγουμε στη βέλτιστη επιλογή θέσης με βάση την βαρύτητα των κριτηρίων που ορίζει ο μελετητής.

Τέλος, ακολουθούν τα συμπεράσματα από την παραπάνω ανάλυση και δίνονται προτάσεις για την ορθότερη αξιοποίηση των ΑΠΕ. Παράλληλα τίθεται το θέμα παρακολούθησης των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα και ο τρόπος ελέγχου της ορθής εγκατάστασης των αιολικών / φβ εγκαταστάσεων.



## Εισαγωγή

Έως και το έτος 2000, στην ελληνική αγορά κυριαρχούσαν τα αυτόνομα συστήματα. Τα πρώτα διασυνδεδεμένα συστήματα σε κτιριακές εφαρμογές εγκαταστάθηκαν μόλις την τελευταία πενταετία, ενώ το 2001, χάρη στις επιδοτήσεις του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης, εγκαταστάθηκαν μερικές εκατοντάδες κιλοβάτ διασυνδεδεμένων σε ηλιακές εφαρμογές στην Κρήτη.

Βέβαια τα φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Επίσης, τα ανανεώσιμα συστήματα είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς.

Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής όπως για παράδειγμα τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου, αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον (Καπλάνης Σ., 2005).

Δύσκολα μπορεί να επιχειρηματολογήσει κανείς εναντίον των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1.1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και με βάση το σημερινό ενεργειακό μίγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι



ενώσεις του θείου, κλπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Τα φωτοβολταϊκά είναι λειτουργικά καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα της ισχύος τους και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) αναιρώντας έτσι το μειονέκτημα της ασυνεχούς παραγωγής ενέργειας.

Προσφέροντας επίσης τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή, και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια, τον καθιστούν πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν έτσι στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Η εμπειρία της Δανίας για παράδειγμα έδειξε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού από χρήστες Φ/Β, της τάξης του 5-10% (UK Department of Trade and Industry, 2005).





## 1. Κεφάλαιο 1ο: Ερμηνεία και Χρήση ΑΠΕ σε Συνάρτηση με την Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Πολιτική

### 1.1 Τι Αναφέρονται ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρησιμοποιούμε σήμερα προέρχεται από ορυκτές καύσιμες ύλες. Τα ορυκτά καύσιμα περιλαμβάνουν όλες τις μορφές των γαιανθράκων, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο καθώς και τα σχάσιμα πυρηνικά υλικά. Τα συμβατικά καύσιμα αποκαλούνται αλλιώς και «μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», γιατί δεν αναγεννιούνται μέσα από φυσικές διεργασίες.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή διαφορετικά γνωστές ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή νέες πηγές ενέργειας θεωρούνται μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας η οποία προέρχεται από τις διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και διάφορες άλλες. Ο όρος βέβαια "ήπιες" αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά των πηγών ενέργειας (Καρυδογιάννης Η., 2004).

Αρχικά θα πρέπει να σημειωθεί πως για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως θεωρούνται η άντληση, καύση και εξόρυξη και όπως συμβαίνει με τις έως τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας που υπάρχει στη φύση. (<http://www.tomi.gr/gr/energeia/leitourgia/symparagwgi/symparagwgi.htm>).

Επιπλέον, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας οι οποίες είναι πολύ φιλικές στο περιβάλλον και δεν αποδεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα, υδρογονάνθρακες ή διάφορα τοξικά και ραδιενεργά υλικά ή απόβλητα όπως γίνεται οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα καθημερινά.

Είναι χρήσιμο επίσης να σημειωθεί πως ως "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας αλλά και η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός βέβαια "ανανεώσιμες" θα μπορούσε να είναι κάπως καταχρηστικός, αφού ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική δεν



ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Τα τελευταία χρόνια από την Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και πολλά κράτη υιοθετούνται κάποιες νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη (Σπιλάνης Γ., 1999).

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται στην ουσία στην παροχή ηλιακής ενέργειας, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία προέρχεται από το εσωτερικό του φλοιού της γης και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται την ύπαρξη της βαρύτητας. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία, ήπιες πηγές ενέργειας θεωρούνται ανανεώσιμες, αφού και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια (Καρυδογιάννης Η., 2004).

Ουσιαστικά είναι η ηλιακή ενέργεια "συσκευασμένη" κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο, αφού η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους οι οποίοι προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης - συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Τέλος η γεωθερμική ενέργεια δεν θεωρείται ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται (Σπιλάνης Γ., 1999).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται είτε άμεσα κυρίως για την θέρμανση, είτε μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας κυρίως με ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια. Υπολογίζεται δε ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Η υψηλή όμως έως πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που σχετίζονται με τη διατήρηση της παρούσας κατάστασης στον ενεργειακό τομέα, εμπόδισαν σημαντικά την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Ειδικά στην Ελλάδα η οποία έχει μορφολογία και ένα κλίμα κατάλληλο για τις νέες



ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας (ECOTECH, 2002).

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970 κάτι το οποίο ήταν αποτέλεσμα κυρίως των απαντών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν ως πειραματικές εφαρμογές. Στις μέρες μας όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους.

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί πως το κόστος των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας μειώνεται συνέχεια τα τελευταία είκοσι (20) χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια αλλά και η βιομάζα, αφού μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί πως στις ΗΠΑ ένα ποσοστό του 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπολογίστηκε πως το 2010 το 25% της ενέργειας προήλθε από τις ανανεώσιμες πηγές και κυρίως τα υδροηλεκτρικά και την βιομάζα (Σπιλάνης Γ., 1999).

## 1.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βέβαια, εμφανίζουν κάποια συγκεκριμένα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους υπευθύνους και όταν εκείνες πρόκειται να εφαρμοστούν. Τα πλεονεκτήματα τα οποία εμφανίζουν οι πηγές αυτές αναφέρονται πρώτιστα ως ακολούθως (Καρυδογιάννης Η., 2004):

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους πόρους (κυρίως ορυκτά καύσιμα).



- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό ,περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος , παρέχοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες απο τη μεταφορά ενέργειας.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών(π.χ ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών , αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή).
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται απο τις διακυμάνσεις τις διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης Α.Π.Ε έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών και σε μικρή κλίμακα εφαρμογών η σε μεγάλη κλίμακα αντίστοιχα, έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής , επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας.
- Οι επενδύσεις των Α.Π.Ε χαρακτηρίζονται ως «εντάσεως ενέργειας», συμβάλλουν δηλαδή στη δημιουργία πολλών θέσεων εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων(π.χ αιολικά πάρκα, εργοστάσια ενεργειακής αξιοποίησης γεωργικής βιομάζας , θερμοκηπιακές καλλιέργειες με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή απο το κοινό.



Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

- ✓ 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 ανεμογενήτριες 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 υποστηρίζεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το διασπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- ✓ Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ισχείς απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- ✓ Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- ✓ Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους, συνήθως, οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.



### 1.3 Βασικές Λειτουργίες Συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα της παρούσης πτυχιακής εργασίας, υπάρχουν συγκεκριμένες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και όπου η καθεμία λειτουργεί με διαφορετικό τρόπο. Οι πηγές αυτές μαζί με το τρόπο λειτουργίας τους αναφέρονται ως ακολούθως (<http://www.tomi.gr/gr/energeia/leitourgia/symparagwgi/symparagwgi.htm>):

- **Αιολική ενέργεια.** Χρησιμοποιήθηκε παλιότερα με σκοπό την άντληση νερού από πηγάδια καθώς και για μηχανικές εφαρμογές όπως για παράδειγμα την άλεση στους ανεμόμυλους. Έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται πλατιά για ηλεκτροπαραγωγή στις μέρες μας με τη χρήση συστημάτων και κυρίως γιγαντιαίων μηχανημάτων που συλλέγουν ενέργεια με την κίνηση τους από τον αέρα.
- **Ηλιακή ενέργεια.** Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές όπως οι ηλιακοί θερμοσίφωνες και «φούρνοι» ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο ήλιος αποτελεί το κυρίαρχο φαινόμενο τροφοδότησης ενέργειας στα ειδικά διαμορφωμένα συστήματα συλλογής αυτού του είδους ενέργειας
- **Υδατοπτώσεις.** Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα όπου στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας στις μέρες μας
- **Βιομάζα.** Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών και κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών και της βιομηχανίας ζάχαρης με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να προσφέρει βιοαιθανόλη και βιοαέριο όπου είναι καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά.



Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί ευρέως στο μέλλον

- **Γεωθερμική ενέργεια.** Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, όπως για παράδειγμα στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Ισλανδία για παράδειγμα καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών, όσον αφορά τη θέρμανση, και το 20%, όσον αφορά τον ηλεκτρισμό με την γεωθερμική ενέργεια
- **Ενέργεια από παλίρροιες.** Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης όπου προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό «αποθηκεύεται» καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- **Ενέργεια από κύματα.** Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας αλλά στην Ελλάδα η ύπαρξη της είναι μηδαμινή
- **Ενέργεια από τους ωκεανούς.** Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας επίσης για όλες τις χώρες

Βέβαια στις μέρες μας η γνωστότερη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας είναι εκείνη η οποία βασίζεται στην αιολική παραγωγή ενέργειας με τη χρήση ανεμογεννητριών. Η τεχνολογία αυτή βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 – 400kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή και εφόσον εκεί βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες με σκοπό την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού, τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο».



Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί από μια έως τρεις μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια η ανεμογεννήτρια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου και στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας οριζοντίου άξονα και πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια, ο οποίος αποτελεί ουσιαστικά το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει επίσης το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, διεξάγονται όλες οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις με σκοπό να λειτουργούν σωστά οι ανεμογεννήτριες αυτές.

Ποια είναι όμως η κατάσταση στην Ελλάδα σχετικά με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κυρίως της αιολικής ενέργειας; Θα πρέπει να αναφερθεί πως η Ελλάδα θεωρείται μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Με το τρόπο αυτό λοιπόν, οι ισχυροί άνεμοι οι οποίοι πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται βέβαια ότι αντιπροσωπεύει το 14% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας γενικότερα.

(<http://www.tomi.gr/gr/energeia/leitourgia/symparagwgi/symparagwgi.htm>).

Σημαντικές ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν επιχειρηθεί σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Α.Π.Ε., η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις ήπιες μορφές ενέργειας ειδικότερα. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο νέος αναπτυξιακός Νόμος 3299/04 και σε συνδυασμό με το νόμο για της ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3468/06, παρέχει ορισμένα ισχυρότατα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας.

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας για παράδειγμα αν και διαθέτει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει όμως ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών





«νησίδων» όπως λόφοι, υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό όπου την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών, όπως το Αιολικό Πάρκο «Μανολάτη - Ξερολίμπα» του Δ.Δ. Διλινάτων Δήμου Αργοστολίου στην Κεφαλονιά (<http://www.cres.gr>). Στο ίδιο νησί έχει ήδη δρομολογηθεί η δημιουργία δυο ακόμη σημαντικών αιολικών πάρκων, στα πλαίσια του μελλοντικού σχεδιασμού ΑΠΕ στο Νομό Κεφαλληνίας, το Αιολικό Πάρκο στο όρος "Αγία Δυνατή" του Δήμου Πυλαρέων, και το Αιολικό Πάρκο στη θέση "Ημεροβίγλι" στα διοικητικά όρια των Δήμων Αργοστολίου και Πυλαρέων (<http://www.cres.gr>).

Όταν βέβαια ολοκληρωθεί η εγκατάσταση των δυο νέων πάρκων και σε συνδυασμό φυσικά με το υφιστάμενο, ο Νομός Κεφαλληνίας θα τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 70,8 MW ηλεκτρικής ισχύος από τα αιολικά της πάρκα. Επίσης, σε διαδικασία αδειοδότησης βρίσκονται πέντε ακόμη μονάδες.

Αξίζει να ειπωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής όπως Αύγουστος ανέρχονται σε 50MW (<http://www.cres.gr>). Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει το νησί της Κεφαλονιάς στο δίκτυο και της ισχύος την οποία καταναλώνει, είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμη νησιά της επικράτειας με σημαντικά αποτελέσματα.

Μια ακόμη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας για την οποία γίνεται πολύς λόγος τελευταία, είναι εκείνη των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ ή διαφορετικά πλαίσια με φωτοβολταϊκών στοιχείων όπως είναι οι κυψέλες και τα κύτταρα τα οποία είναι απαραίτητα να υπάρχουν μαζί με τις συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή (Καρυδογιάννης Η., 2004).



Το κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο με πλευρά από 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται με σκοπό την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Το πρώτο είναι το άμορφο και το δεύτερο το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο μπορούν να παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα και στη διάρκεια μελέτης του φωτοβολταϊκού συστήματος διεξάγεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής όπως κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας ή τυχόν σκιάσεις, ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Στο εμπόριο διατίθενται τα φωτοβολταϊκά πάνελ και τα οποία είναι παρά πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα όμως με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος και φυσικά ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι λοιπόν, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω (Θανόπουλος, 2003).

Η κατασκευή μιας γεννήτριας όμως κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος θεωρείται απίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια των ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός λοιπόν από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός (<http://www.cres.gr>).

Σε αυτές τις κατασκευές βέβαια, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία και η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες (ECOTEC, 2002).



Η ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από μια φωτοβολταϊκά στοιχεία και αντίστοιχη συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης με κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική και σχετικά γρήγορη αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν κάποιες ειδικές συσκευές δηλαδή οι αναστροφείς οι οποίοι σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της φωτοβολταϊκής συστοιχίας σε μια εναλλασσόμενη τάση.

Έτσι με τον τρόπο αυτό, το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση όπως κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής και διάφορες άλλες και η οποία χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (*ECOTEC, 2002*).

### 1.3 ΑΠΕ και Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Πολιτική

Είναι γεγονός πως η Ευρωπαϊκή Ένωση τον Ιούλιο του έτους 2002 θέσπισε το έκτο κοινοτικό πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον και το οποίο ορίζει τις προτεραιότητες της Κοινότητας για το περιβάλλον έως και το 2012. Στο πρόγραμμα αυτό αποδίδεται ιδιαίτερη έμφαση στα τέσσερα βασικά πεδία δραστηριοτήτων των χωρών της Ένωσης και τα οποία σχετίζονται με τη φύση και τη βιοποικιλότητα, τη διαχείριση των φυσικών πόρων και των αποβλήτων, τη σχέση περιβάλλοντος και υγείας καθώς και την αλλαγή του κλίματος.

Η πολιτική την οποία εφαρμόζει η Ευρωπαϊκή Ένωση για την προστασία του περιβάλλοντος διέπεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις αρχές της προφύλαξης και του «*εκείνος που ρυπαίνει το περιβάλλον πληρώνει*». Διαθέτει όλα εκείνα τα οικονομικά και θεσμικά μέσα με τα οποία θα κάνει την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων να είναι πιο αποτελεσματική ως προς τα σημεία που όλοι πρέπει να προσέχουν ιδιαίτέρως (Θανόπουλος, 2003).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει συγκεκριμένα μέτρα μέσω των εγκάρσιων πολιτικών της στόχων σχετικά με την στρατηγική για το περιβάλλον και την υγεία με την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Υπάρχουν επίσης



διάφοροι οργανισμοί οι οποίοι έχουν συμβάλλει δυναμικά στην προσπάθεια αυτή και ως παράδειγμα αναφέρονται ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός για το Περιβάλλον και ο Οργανισμός Επιστημονικών Επιτροπών στον Τομέα της Ασφάλειας των Καταναλωτών, της Δημόσιας Υγείας και του Περιβάλλοντος (Θανόπουλος, 2003).

### 1.3.1 Νόμοι Περιβαλλοντικής Πολιτικής από Μέρους της Ε.Ε

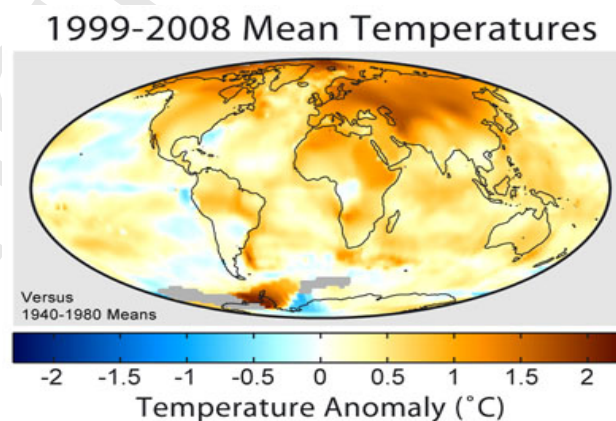
Η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος κατέχει καθοριστική σημασία για την ποιότητα ζωής των σημερινών αλλά και των μελλοντικών γενεών εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Προτεραιότητες της Κοινότητας είναι ουσιαστικά η καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος, η προστασία της «βιοποικιλότητας», η συνεχής μείωση των επιπτώσεων της ρύπανσης στον τομέα της υγείας καθώς και η καλύτερη χρήση των φυσικών πόρων που υπάρχουν στην διάθεση των ανθρώπων. Η ύπαρξη σχετικά υψηλών περιβαλλοντικών προτύπων, είναι κάτι που τονώνει την καινοτομία και τις διάφορες επιχειρηματικές δυνατότητες, συμβιβάζοντας έτσι την προστασία του περιβάλλοντος με τη διατήρηση της οικονομικής ευημερίας γενικότερα (Θανόπουλος, 2003).

Μια πλευρά της αειφόρου ανάπτυξης εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης που συνδέεται με το περιβάλλον και τον τουρισμό, είναι εκείνη της σχέσης των επιχειρήσεων με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η σχέση αυτή είναι και αφορά πρώτον τις εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον ενεργειακό τομέα και προωθούν τις επενδύσεις και την έρευνα για την αξιοποίησή τους και δεύτερον τις επιχειρήσεις εν γένει που για τις ενεργειακές τους ανάγκες είναι σημαντικό να δημιουργήσουν ζήτηση για καθαρές μορφές ενέργειας.

Στη Ελλάδα για παράδειγμα η κρατική γραφειοκρατία είναι υπαίτια για καθυστερήσεις και αποθάρρυνση των επενδυτών. Πάντως, η ανάγκη για σεβασμό και προστασία του περιβάλλοντος, που εκφράζεται συνήθως από το οικολογικό κίνημα, παραμένει και γίνεται επιτακτικότερη. Τέλος, με το σεβασμό της περιβαλλοντικής νομοθεσίας αποφεύγονται τα πρόστιμα που περιορίζουν την κερδοφορία.

Η αντιμετώπιση της αλλαγής που έχει επέλθει στο κλίμα της Ευρώπης αλλά και σε παγκόσμια βάση, αποτελεί μια βασική περιβαλλοντική πρόκληση. Είναι γεγονός πως οι άνθρωποι επιβαρύνουν υπέρμετρα το ευρύτερο κλίμα μέσω της χρήσης ορυκτών καυσίμων άνθρακα, του φυσικού αερίου και πετρελαίου για τις οικιακές τους ανάγκες, την κίνηση των αυτοκινήτων τους ή τη λειτουργία των διαφόρων εργοστασίων. Οι μεγάλες ποσότητες εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την χρήση αυτών των καυσίμων υπερβαίνουν ουσιαστικά την ποσότητα που μπορεί να απορροφήσει η ατμόσφαιρα δίχως να αυξηθεί η θερμοκρασία της γης (Θανόπουλος, 2003).

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Μαρτίου 2007, επεσήμανε ότι, για να επιτευχθεί ο στόχος της Σύμβασης, η σταθεροποίηση δηλαδή των συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα τα οποία αποτρέπουν την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρεμβολή στο κλιματικό σύστημα, η συνολική ετήσια μέση αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πλανήτη δεν θα πρέπει να υπερβεί τους 2 °C σε σύγκριση με τα προ - βιομηχανικής εποχής επίπεδα. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται να μειωθούν οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μέχρι το 2050 σε ποσοστό τουλάχιστον 50 % έναντι των επιπέδων του 1990.



Εικόνα Νο. 1- Μεταβολές της Θερμοκρασίας του Πλανήτη



Επίσης το διεθνές σύστημα εμπορίας εκπομπών που έχει θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αποτελεί το πρώτο που θεσπίστηκε σε παγκόσμια βάση. Το σύστημα αυτό βοηθά ουσιαστικά την Κοινότητα να τηρήσει τη δέσμευση και την οποία ανέλαβε την στιγμή που υπέγραψε το Πρωτόκολλο του Κιότο, για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων λεγόμενων αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% μέσα στο διάστημα 2008-2012 σε σχέση με το 1990 ([www.euro-info.gr/showProductsbyId.asp?Product\\_id=32580](http://www.euro-info.gr/showProductsbyId.asp?Product_id=32580)).

Βάσει του συγκεκριμένου συστήματος εμπορίας, οι κυβερνήσεις της Κοινότητας μπορούν να καθορίζουν τις ποσοτώσεις για τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον βιομηχανικό και ενεργειακό τομέα και έχουν στόχο τη μείωση των επιτρεπόμενων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων σχετικών αερίων. Οι επιχειρήσεις αυτές που δεν χρησιμοποιούν το σύνολο των της ποσόστωσής τους, τότε μπορούν να πωλούν το πλεόνασμα αυτό σε επιχειρήσεις που υπερβαίνουν την ποσόστωσή τους κατά πολύ.

Αγοράζοντας κάποια επιχείρηση τα δικαιώματα ποσόστωσης, μπορεί να υπερβεί το ανώτατο όριο των εκπομπών και αποφεύγουν την πληρωμή κάποιων μεγάλων προστίμων. Τα ποσά τα οποία κερδίζουν εκείνες οι επιχειρήσεις από την πώληση των ποσοτώσεων, μπορούν και τα διαθέτουν σε μια περισσότερο φιλική για το περιβάλλον χρησιμοποιούμενη τεχνολογία. Κάθε επιχείρηση η οποία συμμετέχει στο σύστημα εμπορίας και αποφασίζει με τέτοιο κριτήριο για το τι θεωρείται καλύτερο για τις επιχειρηματικές της δραστηριότητές και δίχως καμία κυβερνητική παρέμβαση, τότε θα μπορεί να ενεργεί αναλόγως και με την προϋπόθεση βέβαια ότι επιτυγχάνεται ο στόχος της μείωσης των εκπομπών ρύπων.

Η αλλαγή του κλίματος σε παγκόσμια βάση, αποτελεί ουσιαστικά μια μόνο ενδεδειγμένη πτυχή της περιβαλλοντικής ανάπτυξης και πολιτικής της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Επί σειρά διαφόρων δεκαετιών, η Ευρωπαϊκή Ένωση είχε ήδη θεσπίσει ένα τέτοιο ολοκληρωμένο σύστημα με σκοπό την περιβαλλοντική προστασία. Οι σχετικοί αυτοί τομείς μπορούν και καλύπτουν διάφορα θέματα, από τον θόρυβο που επιτελείται μέχρι και τα απόβλητα καθώς και από την προστασία των σπάνιων ειδών



μέχρι και τους περιορισμούς της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και από τα διάφορα πρότυπα για τα ύδατα κολύμβησης μέχρι και τα σχέδια έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών καταστροφών.

Οι περιβαλλοντικοί αυτοί έλεγχοι που διενεργούνται, μπορούν να συνιστώνται απλά σε μικρούς περιορισμούς στη χρήση συγκεκριμένων ουσιών ή και προϊόντων που προκαλούν απόβλητα. Βέβαια όλο και περισσότερο υπάρχει στις μέρες μας η τάση για τα διάφορα περιβαλλοντικά πρότυπα να αποτελούν σημαντικό κίνητρο για την χρήση των ασφαλέστερων εναλλακτικών αγαθών και ουσιών και φυσικά να προτρέψουν τους σχεδιαστές προϊόντων να χρησιμοποιούν τα διάφορα οικολογικά υλικά και προκειμένου να επιτυγχάνεται στο μέγιστο ο στόχος της λεγόμενης ανακύκλωσης και της ελάχιστης διάθεσης αποβλήτων στο τέλος της ζωής των διαφόρων προϊόντων που παράγουν οι επιχειρήσεις γύρω μας.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ένα αντίστοιχο κοινοτικό σύστημα απονομής οικολογικού σήματος και με το οποίο έχει ως σκοπό να βοηθήσει τους πολίτες της κοινότητας να διεξάγουν οικολογικά ορθές αγορές. Το Ευρωπαϊκό Οικολογικό σήμα το οποίο υπάρχει και εντοπίζεται σε ένα μεγάλο φάσμα προϊόντων και υπηρεσιών, είναι αρκετά διαδεδομένο στις μέρες μας. Ο καθένας από τους πολίτες που επιθυμεί να γνωρίζει αν πραγματικά συναλλάσσεται με επιχειρήσεις και οργανισμούς που σέβονται το φυσικό περιβάλλον, μπορεί να ελέγξει αν ο πελάτης ή ο προμηθευτής του ανήκει στο σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (E.M.A.S.) το οποίο έχει θεσπίσει και χρηματοδοτεί η Ευρωπαϊκή Ένωση.

#### **1.4 Νέα πρωτοβουλία του Προγράμματος “Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη 2011-2013**

Το Πρόγραμμα ΙΕΕ συνεισφέρει στην Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Ενέργεια 2020 και διευκολύνει την εφαρμογή του Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα και της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα αποτελεί το κύριο εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αντιμετώπιση των μη τεχνολογικών εμποδίων στη διάδοση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας και την



προώθηση της χρήσης των ΑΠΕ σε όλους τους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών. Ενδεικτικοί τύποι δράσεων που υποστηρίζονται από το πρόγραμμα είναι, μεταξύ άλλων, ευρωπαϊκή ανταλλαγή εμπειριών/τεχνογνωσίας, διάδοση καλών πρακτικών, ενίσχυση θεσμικής και διοικητικής ικανότητας, εκπαίδευση & επιμόρφωση, δημιουργία προτύπων και προδιαγραφών κλπ. (Πηγή: [www.capital.gr/](http://www.capital.gr/) Τετάρτη, 9 Μαρτίου 2011)

Στις 12 Μαΐου 2011 έληξε η προθεσμία για την υποβολή προτάσεων στο πλαίσιο της Πρόσκλησης 2011. Ο διαθέσιμος προϋπολογισμός της τρέχουσας Πρόσκλησης ανέρχεται στα 67 εκ. €, ενώ οι προτάσεις που θα επιλεγούν θα λάβουν χρηματοδότηση που θα καλύπτει μέχρι το 75% των συνολικών επιλέξιμων δαπανών του έργου. Στις προτάσεις πρέπει να συμμετέχουν τουλάχιστον 3 φορείς, δημόσιοι ή ιδιωτικοί, από διαφορετικές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Περισσότερα στοιχεία για την Πρόσκληση 2011 είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

### 1.5 Ευρωπαϊκός Στόχος «20-20-20»

Το 2009 μια νέα Οδηγία (2009/28/EK) της Ε.Ε. προέκυψε με νέους στόχους για το 2010-2020. Η εν λόγω Οδηγία έχει ως στόχο, για το σύνολο των κρατών της Ένωσης, την αντικατάσταση του 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας - όχι μόνο της ηλεκτρικής - από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι το 2020.

Ειδικότερα για το σύνολο των Κρατών-Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέχρι το 2020, προβλέπεται:

- α) 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 σύμφωνα με την Οδηγία 2009/29/EK,
- β) 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/EK και
- γ) 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Ειδικά για την Ελλάδα, ο στόχος για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική





κατανάλωση. Η Ελληνική κυβέρνηση στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, με το Νόμο 3851/2010 προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40 % συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20 % σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10 % στις μεταφορές.

### 1.6 Η ευρωπαϊκή πρωτοβουλία PVTRIN

Το Ευρωπαϊκό έργο PVTRIN, το οποίο υλοποιείται στο πλαίσιο του προγράμματος «Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη» της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, έχει ως αντικείμενο την ανάπτυξη ενός -κοινά αποδεκτού, σε ευρωπαϊκό επίπεδο συστήματος κατάρτισης και πιστοποίησης των τεχνικών/μηχανικών που δραστηριοποιούνται στην εγκατάσταση και συντήρηση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Θέτοντας τις βάσεις για την υιοθέτηση ενός κοινά αποδεκτού σχήματος πιστοποίησης, το οποίο θα ενσωματώνει τις διαφορετικές νομοθετικές ρυθμίσεις, τις ανάγκες της αγοράς και της Φ/Β βιομηχανίας, το έργο στοχεύει να ενθαρρύνει τους τεχνικούς να διευρύνουν τις γνώσεις και επαγγελματικές δεξιότητες τους, να δημιουργήσει ένα δυναμικό πιστοποιημένων εγκαταστατών, να διασφαλίσει τη ποιότητα των εγκαταστάσεων και την αξιοπιστία της Φ/Β τεχνολογίας.

Επιπλέον, το σχήμα πιστοποίησης που θα αναπτυχθεί θα ενσωματώνει τα κριτήρια και τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ, προκειμένου να υποστηρίξει τα Κράτη Μέλη, ώστε να ανταποκριθούν στις υποχρεώσεις τους για αναγνωρισμένες πιστοποιήσεις για τους εγκαταστάτες ΑΠΕ. Σημαντικά πλεονεκτήματα για τους εγκαταστάτες, την αγορά και την κοινωνία

Η υλοποίηση των δράσεων του έργου θα οδηγήσει σε «δεξαμενή» εξειδικευμένων και πιστοποιημένων εγκαταστατών στις χώρες που συμμετέχουν, γεγονός που θα διασφαλίσει την ποιότητα των Φ/Β εγκαταστάσεων, θα συντελέσει στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης των δυνητικών επενδυτών/χρηστών και θα θωρακίσει την αξιοπιστία της Φ/Β τεχνολογίας, με άμεσο όφελος για τη βιομηχανία και την αγορά. Οι εγκαταστάτες/τεχνικοί θα επωφεληθούν άμεσα καθώς θα βελτιώσουν τις δεξιότητες και τεχνικές γνώσεις τους, αποκτώντας ένα επαγγελματικό



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

---

ανταγωνιστικό πλεονέκτησα. Η πιστοποίησή τους θα τους εξοπλίσει με ένα σημαντικό προσόν για την ευρωπαϊκή αγορά εργασίας.

Οι κατασκευαστές και μηχανικοί θα ωφεληθούν από την ύπαρξη τεχνικών με αναγνωρισμένη επαγγελματική επάρκεια. Καλύτερα τεχνικά καταρτισμένο δυναμικό εγκαταστατών σημαίνει αποτελεσματικότερη διαχείριση έργων, λιγότερες τεχνικές αστοχίες και μμεγαλύτερη ικανοποίηση πελατών. Οι επενδυτές Φ/Β εγκαταστάσεων θα αποκτήσουν επιστημοσύνη ότι τηρούνται τα επιθυμητά πρότυπα ποιότητας -κατά το σχεδιασμό, εγκατάσταση και συντήρηση του συστήματος τους - και έτσι θα επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή απόδοσή του. ([www.ucr.gr](http://www.ucr.gr))



## 2. Κεφάλαιο 2ο: Εφαρμογή των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα και Πολιτικές Ενίσχυσης

### 2.1 Χρήση και Ενίσχυση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα

Θα μπορούσε να υποστηρίξει κανείς πως οι λόγοι για την προώθηση εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα είναι πολλοί και σημαντικοί, αναφερόμενοι ως εξής (Καπλάνης Σ., 2005):

- Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που είναι σε αφθονία με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας
- Υποστήριξη του τουριστικού τομέα για καλύτερο περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό, ιδιαίτερα στα νησιά
- Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου στις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο έλλειψης ή πολύ υψηλού κόστους αιχμής, όπου τα Φ/Β παράγουν τα μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας
- Μείωση των απωλειών του δικτύου, με την παραγωγή στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο
- Κοινωνική προσφορά του παραγωγού/ καταναλωτή και συμβολή στη βιώσιμη ανάπτυξη
- Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με έντονη συμβολή σε αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους (νέες θέσεις εργασίας)
- Ανάπτυξη βιομηχανικών δραστηριοτήτων εντός και εκτός της χώρας βιομηχανίες για κατασκευή Φ/Β, 3 ΜΜΕ για ανάπτυξη ηλεκτρονικών ισχύος και 2 μονάδες παραγωγής μπαταριών για φωτοβολταϊκά συστήματα και σχετικές εφαρμογές

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως τα σχετικά φωτοβολταϊκά συστήματα ενισχύονται στα πλαίσια της γενικότερης πολιτικής για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. Η πολιτική αυτή καθορίζεται από το εξής θεσμικό πλαίσιο (Μαρίνου Αγ. 2004):



- *Νομοθεσία για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με το Νόμο 2773/99, Νόμο 2244/94, Υ.Α. 8295/95 και σχετικές προς αυτά διατάξεις και εγκύκλιοι).*
- *Αναπτυξιακός Νόμος 2601/98.*
- *Κοινοτική Οδηγία 2001/77/ΕΚ για τις ΑΠΕ, η οποία καθορίζει ως ενδεικτικό στόχο για την Ελλάδα την κάλυψη του 20,1% των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ ως το 2010.*

Από τη σειρά των κινήτρων και τα οποία περιγράφηκαν παραπάνω, στην Ελλάδα για την περίπτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων, εφαρμόζονται τα ακόλουθα (Καπλάνης Σ., 2005):

✓ *Επιδότηση της αγοράς και εγκατάστασης Φ/Β για εμπορικές εφαρμογές*

Η συγκεκριμένη επιδότηση αυτή δίνεται είτε από τα σχετικά προγράμματα του Υπουργείου Ανάπτυξης με το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας – ΕΠΕ για το 2005-2010 και Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα – ΕΠΑΝ από το 2004 έως το 2010, είτε μέσω του *Αναπτυξιακού Νόμου 2601/1998*. Στην περίπτωση του ΕΠΕ υπήρξαν τρεις προκηρύξεις μέσω των οποίων επιδοτήθηκαν εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων με ποσοστά επιδότησης 55-70% του κόστους της επένδυσης. Στο τρέχον ΕΠΑΝ - Β' φάση, το ποσοστό επιδότησης είναι σημαντικά μικρότερο και σε 40-50% ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή.

Τα κίνητρα αυτά δεν ισχύουν προς το παρόν για τον οικιακό τομέα. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί πως ο αναπτυξιακός νόμος στηρίζει εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων παρέχοντας τα εξής πακέτα κινήτρων όπου ο επενδυτής επιλέγει τον ένα ή τον άλλο τρόπο ενίσχυσης, όχι και τους δύο ταυτόχρονα (Καπλάνης Σ., 2005).

- *Επιχορήγηση κεφαλαίου: 40% του συνολικού κόστους επένδυσης*
- *Επιδότηση επιτοκίου: 40% του επιτοκίου δανεισμού για επένδυση σε φωτοβολταϊκά συστήματα*
- *Επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης: 40%*



- *Φορολογική απαλλαγή: 100% του συνολικού κόστους επένδυσης*
  - *Επιδότηση επιτοκίου: 40% του επιτοκίου δανεισμού για επένδυση σε φωτοβολταϊκά συστήματα*
- ✓ *Δυνατότητα πώλησης της ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα*

Το τρέχον σύστημα τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που καθιερώθηκε από τους Ν. 2244/94 και 2773/99 διαφοροποιεί τις τιμές ανάλογα με το αν η παραγωγή από φωτοβολταϊκά συστήματα γίνεται στο ηπειρωτικό σύστημα ή στα μη διασυνδεδεμένα νησιά και ανάλογα με το αν η ενέργεια προέρχεται από ανεξάρτητο παραγωγό ή αυτοπαραγωγό. Οι ισχύουσες σήμερα τιμές κυμαίνονται από 0,06 €/kWh για τους αυτοπαραγωγούς, έως 0,078 €/kWh για τους ανεξάρτητους παραγωγούς στα μη διασυνδεδεμένα νησιά (Μαρίνου Αγγ., 2004).



Αξίζει εδώ να αναφερθεί μια σειρά από πρόσφατες ρυθμίσεις που διευκολύνουν σε ένα βαθμό τη σύνδεση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο δίκτυο και η απουσία των οποίων δημιούργησε πολλά γραφειοκρατικά προβλήματα στο παρελθόν.



Σύμφωνα με το Ν. 2244/94, τα φωτοβολταϊκά συστήματα νοούνται μόνο ως ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Ως εκ τούτου για την εγκατάσταση ηλιακών σταθμών δεν απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας και με εξαίρεση φυσικά τις άδειες για τυχόν οικίσκους στους οποίους τοποθετούνται οι ηλεκτρονικές διατάξεις των σταθμών. Επίσης, για τα συστήματα κάτω των 20 KWp δεν απαιτείται επίσης άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010).

Θα πρέπει να τονιστεί όμως πως το όριο των 20 KWp είναι πολύ μικρό για να καλύψει τις σύγχρονες ανάγκες. Σε άλλες χώρες είναι πλέον συνήθη τα συστήματα αρκετών δεκάδων ή και εκατοντάδων kW σε στέγες και προσόψεις κτιρίων. Απαιτείται συνεπώς μια αναπροσαρμογή προς τα πάνω του ορίου ισχύος για το οποίο δεν θα απαιτείται άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας, προκειμένου να απλοποιηθούν οι διαδικασίες και να διευκολυνθεί η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Σύμφωνα με τη ΔΕΗ, τα φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος μικρότερης των 100 KWp συνδέονται στη χαμηλή τάση.

Για τη διασύνδεση του φωτοβολταϊκού συστήματος με το δίκτυο, η ΔΕΗ απαιτεί την εγκατάσταση μετρητικού συστήματος διπλής εγγραφής δηλαδή εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας. Κι αυτό γιατί γίνεται χρηματικός και όχι ενεργειακός συμψηφισμός και δεν ισχύει δηλαδή το net-metering (Καπλάνης Σ., 2005).

Η ερώτηση όμως που απορρέει από τα παραπάνω, είναι κατά πόσο αποτελεσματικά έχουν αποδειχθεί τα παραπάνω κίνητρα; Μια απάντηση μπορεί να δοθεί ίσως από το γεγονός ότι ως και την έναρξη υλοποίησης των έργων του ΕΠΕ το έτος 2007, ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της αγοράς φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα ήταν περίπου στο 34% για την περίοδο 2004 - 07 ενώ με την ουσιαστική έναρξη των επιδοτήσεων ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς στα φωτοβολταϊκά συστήματα αυξήθηκε στο 30-50%. Δεδομένης όμως της αναξιοπιστίας των υπαρχόντων στοιχείων για την εγκατεστημένη ισχύ, θα πρέπει κανείς να αξιοποιήσει



αυτή τη στατιστική με επιφυλάξεις (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010).

Σε ότι αφορά βέβαια την αποτίμηση της ηλιακής κιλοβατώρας, αυτή αντιμετωπίζεται ουσιαστικά όπως και η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από πιο ώριμες και ανταγωνιστικές τεχνολογίες όπως για παράδειγμα η αιολική ενέργεια, με αποτέλεσμα ο καταναλωτής να μη κάνει ουσιαστικά απόσβεση του συστήματος και σε περίπτωση βέβαια που επιλέξει τη σύνδεση με το δίκτυο. Κατ' αυτή την έννοια, ο χρηματικός συμψηφισμός εισερχόμενης και εξερχόμενης κιλοβατώρας δεν αποτελεί ισχυρό κίνητρο για τον καταναλωτή, αλλά απλώς διασφαλίζει ότι εξοικονομεί ένα μικρό χρηματικό ποσό ετησίως. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως, με τις σημερινές τιμές αγοράς και εγκατάστασης Φ/Β, για να αποσβέσει κανείς το σύστημα σε μια εικοσαετία, απαιτείται είτε επιδότηση 50% συν επιδότηση κιλοβατώρας ίση με 0,3 € ή ισοδύναμα επιδότηση κιλοβατώρας ίση με 0,6 € για μια εικοσαετία.

Σε ότι αφορά τέλος στα μέτρα τα οποία ήδη έχουν δρομολογηθεί και αναμένεται να επηρεάσουν θετικά την πορεία εξέλιξης της αγοράς στα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα, αξίζει να αναφερθεί η νομοθεσία για τη Χρηματοδότηση από Τρίτους - ΧΑΤ. Η νομοθεσία αυτή θα δίνει φορολογικά και άλλα κίνητρα στις εταιρίες ΧΑΤ προκειμένου να είναι σε θέση να υποστηρίξουν εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας ή και φωτοβολταϊκά συστήματα. Σύντομα αναμένεται να προχωρήσει επίσης νομοθεσία ΧΑΤ ειδικά για τους φορείς του Δημοσίου, η οποία θα προσπαθήσει να άρει τα διάφορα εμπόδια που υπάρχουν σήμερα.



## 2.2 Κλάδος Δραστηριότητας Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στις Μέρες μας

Αποτελεί γεγονός πως τα μεγάλα ποσοστά ηλιοφάνειας παρέχουν τη δυνατότητα για ευρεία χρήση φωτοβολταϊκών. Με τη χρήση των φωτοβολταϊκών συλλεκτών επιτυγχάνεται η μετατροπή της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύ, από φωτοβολταϊκά, στην Ελλάδα έφθανε μόλις τα 2,37 μεγαβάτ το έτος 2005, υστερώντας σημαντικά ακόμη και έναντι χωρών του ευρωπαϊκού βορρά, όπως η Γερμανία (278 MW), η Ολλανδία (28,31 MW), η Αυστρία (10,04 MW), η Σουηδία (3,28 MW), αλλά και του μεσογειακού νότου, όπως η Ιταλία (22,75 MW), η Ισπανία (19,3 MW) και η Γαλλία (16,66 MW). Θα πρέπει να σημειωθεί πως τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συλλεκτών είναι τα ακόλουθα (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009):

- Δεν έχουν κινούμενα μέρη και παράγουν ισχύ αθόρυβα
- Δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια ή με άλλα κατάλοιπα, αφού δεν λαμβάνει χώρα κάποια χημική αντίδραση.
- Λόγω του σπονδυλωτού τρόπου κατασκευής τους τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να προσαρμοστούν σε όλες τις απαιτήσεις μεγέθους και ζήτησης ισχύος.





- Μπορούν εύκολα να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνοντας την αξιοπιστία των συστημάτων.
- Είναι επεκτάσιμα ανάλογα με τις ανάγκες σε φορτίο χωρίς την απαίτηση ειδικής εγκατάστασης.
- Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα χωρίς την παρουσία κάποιου χειριστή.
- Επειδή δεν χρειάζονται διαρκή παρακολούθηση, έχουν πολύ μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.
- Δεν καταναλώνουν καύσιμο.
- Λειτουργούν χωρίς προβλήματα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
- Το ηλιακό κύτταρο δεν αλλοιώνεται κατά την διάρκεια της λειτουργίας του και έχει επίσης μεγάλη διάρκεια ζωής

Ωστόσο, ένα μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η απαραίτητη χρήση σχετικά μεγάλων επιφανειών για την εγκατάσταση τους λόγω της μικρής απόδοσης που μετατρέπουν περίπου το 11% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

<b>Συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β (2005)</b>				
<b>Χώρα</b>	<b>Αυτόνομα συστήματα (kW)</b>	<b>Διασυνδεδεμένα στο δίκτυο (kW)</b>	<b>Σύνολο (kW)</b>	<b>Εγκατεστημένη Ισχύς ανα Κάτοικο (W ανα κατοικο)</b>
Αυστραλία	30.170	3.450	33.580	1,72
Αυστρία	1.955	4.681	6.636	0,81
Βρετανία	520	2.226	2.746	0,05
Γαλλία	12.884	972	13.856	0,23
Γερμανία	16.700	178.000	194.700	2,34
Δανία	210	1.290	1.500	0,28
Ελβετία	2.700	14.900	17.600	2,42
<b>Ελλάδα</b>	<b>785</b>	<b>785</b>	<b>1.570</b>	<b>0,14</b>
ΗΠΑ	115.200	52.600	167.800	0,60



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

Ιαπωνία	69.560	382.670	452.230	3,57
Ισπανία	7.000	2.080	9.080	0,23
Ισραήλ	453	20	473	0,08
Ιταλία	11.650	8.350	20.000	0,35
Καναδάς	8484	352	8.836	0,28
Κορέα	4.233	524	4.757	0,10
Μεξικό	14.963	9	14.972	0,15
Νορβηγία	6.145	65	6.210	1,38
Ολλανδία	4.330	16.179	20.509	1,28
Πορτογαλία	660	268	928	0,09
Σουηδία	2.883	149	3.032	0,34
Φινλανδία	2.641	127	2.758	0,53

Ο παραπάνω πίνακας προσφέρει κάποια λεπτομερή στοιχεία για την κατάσταση σε 20 χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα PVPS της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (IEA, 2005), καθώς και για την Ελλάδα. Τα στοιχεία αφορούν το έτος 2005 (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009).

Μόνο στις χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα PVPS της IEA, η βιομηχανία Φ/Β απασχολεί σήμερα πάνω από 21.000 άτομα στους τομείς της κατασκευής, εμπορίας και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων (IEA, 2005).

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί “πράσινης” ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο με απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 12% κατά μέσο όρο. Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης και ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες, βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα



δαπανηρή (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010).

Σε ότι αφορά στο κόστος εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, αυτό ποικίλλει ανάλογα με την εφαρμογή και την διαθέσιμη ηλιοφάνεια. Ιστορικά, το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων μειώνεται κατά 4-5% ετησίως την τελευταία εικοσαετία. Κάθε φορά που διπλασιάζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς, έχουμε μείωση του κόστους κατά 18% (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the Greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009).

Τα αυτόνομα συστήματα είναι ακριβότερα από τα διασυνδεδεμένα λόγω κυρίως του επιπλέον κόστους των συσσωρευτών που απαιτούνται στην περίπτωση των πρώτων. Σε ότι αφορά τα αυτόνομα συστήματα, οι διεθνείς τιμές κυμάνθηκαν το 2001 από 7.000 έως 19.000 \$/kW για συστήματα ως 1 KWp, και από 8.000 έως 24.000 \$/kW για μεγαλύτερα συστήματα (Καπλάνης Σ., 2005). Αναφορικά με την Ελλάδα, το εύρος των τιμών κυμαίνεται επίσης από 7.000 έως 24.000 €/kW όπου οι μεγάλες διαφορές οφείλονται στις ιδιαιτερότητες κάθε έργου, ενώ μια τυπική τιμή για ένα αυτόνομο σύστημα ισχύος 1 KWp είναι περί τα 11.000-12.000 € με τιμές Ιανουαρίου 2003.

Σε ότι αφορά στα διασυνδεδεμένα συστήματα αντίστοιχα, το κόστος ποικίλλει ανάλογα με την εφαρμογή και τις συνθήκες κάθε χώρας. Έτσι οι τιμές κυμαίνονται από 4.000-14.000 \$/kW, με τιμές 2001 αν και στις πιο ώριμες αγορές οι συνήθεις τιμές κυμάνθηκαν το 2001 κάτω από τα 8.000 €/KW (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010). Στην Ελλάδα, το εύρος των τιμών για την αγορά και σύνδεση Φ/Β με το δίκτυο της ΔΕΗ κυμαίνεται από 6.000 έως 10.500 €/kW, ανάλογα με το μέγεθος και τις ιδιαιτερότητες της εφαρμογής - μια τυπική τιμή για το 2005, 9.000 €/kW.



Βέβαια στη διεθνή αγορά, τιμές κάτω από 5.000 \$/kW για εγκατάσταση διασυνδεδεμένων συστημάτων, υπήρχε το 2005 στο πρόγραμμα *Sol-300* της Δανίας, ενώ το 2005, το Pioneer Programme του Sacramento στην Καλιφόρνια πέτυχε τιμές 4.500 \$/kW. Το ρεκόρ κατέχει προς το παρόν το πρόγραμμα City of the Sun της Ολλανδίας με τιμές 4.000 \$/kW (τιμές 2004). Η εγκατάσταση του μεγαλύτερου συστήματος στον κόσμο (4 MW), που ολοκληρώθηκε στη Γερμανία στα τέλη του 2002, κόστισε 4.400 €/kW (Καπλάνης Σ., 2005).

Επίσης στην Ιαπωνία, χάρη στο δυναμικό πρόγραμμα ενίσχυσης των Φ/Β που εφαρμόζεται, το κόστος των συστημάτων μειώθηκε κατά 75% την τελευταία πενταετία. Η εγκατάσταση ενός διασυνδεδεμένου συστήματος στην Ιαπωνία κόστιζε το 2001 κατά μέσο όρο 6.000 \$/kW (*Photon International, 2002c*), ενώ στόχος είναι τα 3.000 \$/kW ως το 2007 (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010).

Επιπρόσθετα, οι υψηλής τεχνολογίας εφαρμογές θεωρούνται συνήθως εντάσεως κεφαλαίου και όχι εργασίας. Αυτό δεν φαίνεται να ισχύει στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών (Φ/Β), αφού όλες οι αναλύσεις, παρ'όλες τις ποσοτικές διαφορές μεταξύ τους, συγκλίνουν στο ότι η βιομηχανία των φωτοβολταϊκών συμβάλλει στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (ανά μονάδα αποδιδόμενης ενέργειας) περισσότερο από κάθε άλλη ενεργειακή τεχνολογία.

Το ανοιγμένο κόστος της κιλοβατώρας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα κυμαίνεται διεθνώς από 0,25 έως 1\$ (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010). Στην Ελλάδα, το μέσο ανοιγμένο κόστος της ηλιακής κιλοβατώρας για διασυνδεδεμένα συστήματα είναι περίπου 0,6 € (υποθέτοντας μέση παραγωγή 1.300 kWh/kW, διάρκεια ζωής του συστήματος 20 χρόνια και προεξοφλητικό επιτόκιο 6%). Φυσικά το κόστος αυτό ποικίλλει ανάλογα με τη φύση του συστήματος (αυτόνομο ή διασυνδεδεμένο) και την κλιματική ζώνη που εγκαθίσταται το σύστημα.



Βέβαια την τελευταία εξαετία, η φωτοβολταϊκή βιομηχανία αναπτύσσεται με ετήσιους ρυθμούς που ξεπερνούν σταθερά το 30%. Το έτος 2004 μάλιστα, η παραγωγή ξεπέρασε το ψυχολογικό φράγμα του 1 GWh, ο δε κύκλος εργασιών της βιομηχανίας έφτασε τα 5,8 δις. (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010). Η άνθηση αυτή της βιομηχανίας φωτοβολταϊκών εκτιμάται ότι έχει οδηγήσει, μεταξύ άλλων, στη δημιουργία περίπου 50.000 θέσεων εργασίας ως τις αρχές του 2005. Οι εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης Φωτοβολταϊκών Βιομηχανιών (EPIA) και της Greenpeace κάνουν λόγο για συνολικά 2,25 εκατ. θέσεις εργασίας στον κλάδο ως το 2020, αν επιτευχθεί ο στόχος για κάλυψη του 1,1% της παγκόσμιας ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά ως το 2020. Κάτι τέτοιο θα σήμαινε στην πράξη εγκατάσταση 205 GWh φωτοβολταϊκών ως το τέλος της δευτέρας δεκαετίας του αιώνα (Καπλάνης Σ., 2005).

Οι συνολικές πωλήσεις φωτοβολταϊκών ξεπέρασαν το 2005 το ψυχολογικό όριο των 2.000 MW. Εκτιμάται ότι έως το τέλος του 2010, η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών θα ξεπεράσει διεθνώς τα 10.000 MW. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται τόσο στους σημερινούς ρυθμούς ανάπτυξης, όσο και στους στόχους που έχουν θέσει κατά καιρούς διάφορες κυβερνήσεις. Συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Ένωση, στη Λευκή Βίβλο για τις ΑΠΕ, έχει θέσει ως στόχο τα 3.000 MW ως το 2010, η Ιαπωνία τα 4.820 MW, οι ΗΠΑ τα 2.000 MW, ενώ εκτιμάται ότι οι υπόλοιπες χώρες θα εγκαταστήσουν περί τα 1.200 MW (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009).

Προς το παρόν, οι ρυθμοί της Κοινότητας υπολείπονται των στόχων της Λευκής Βίβλου, αν και οι πρόσφατες αποφάσεις διαφόρων ευρωπαϊκών κυβερνήσεων με χαρακτηριστικότερο το παράδειγμα της Βρετανίας να ενισχύσουν την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών, θα βοηθήσουν σε μεγάλο βαθμό την επίτευξη του κοινοτικού στόχου. Ακόμη πάντως κι αν οι στόχοι της Κοινότητας επιτευχθούν μερικώς, η συνολική εκτίμηση για 10.000 MW διεθνώς το 2010 παραμένει ρεαλιστική (European



Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010).

### 2.3 Η Λειτουργία Φ/Β Συστημάτων στην Ελλάδα

Τα στοιχεία για την Ελλάδα δεν εμφανίζονται να είναι πολύ ενθαρρυντικά. Όπως δείχνουν τα περισσότερα στοιχεία πολλά πράγματα πρέπει να γίνουν ακόμα για να πλησιάσει η Ελλάδα τις επιδόσεις των άλλων κρατών. Έτσι έρευνες για τα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα έδειξαν τα εξής (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

- Η Ελλάδα βρίσκεται μόλις στην 9η θέση στην Ε.Ε.
- Η απόστασή από τους πρώτους Γερμανούς είναι χαώδης (800MW)
- Η σχέση μας με τους δεύτερους Ολλανδούς δεκαπλάσια (47MW)
- Τα 3 MWp (75%) αυτόνομα συστήματα –Τα 1,5MWp (25%) διασυνδεδεμένα
- Από το 2001 έχουν υποβληθεί στη ΡΑΕ 7 18 αιτήσεις συνολικής ισχύος 30,73 MWp
- Οι 58 αιτήσεις συνολικής ισχύος 23,17 MWp κατά τους τελευταίους 5 μήνες του 2010
- Άδεια Παραγωγής έχουν πάρει 14 μονάδες με 2,35 MWp

Η αγορά των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα είναι σήμερα σε εμβρυακή, θα λέγαμε κατάσταση. Ελάχιστες αποκεντρωμένες εφαρμογές μετά βίας συντηρούν λίγες εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον κλάδο. Κι αυτό παρόλες τις άριστες καιρικές συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας. Η σχετική έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τίτλο “Photovoltaic’s 2010” (European Commission, 1995) αναφέρει πως το δυναμικό των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οικιακές εφαρμογές αρκεί για να καλύψει το 25-30% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρισμό κι αυτό λαμβάνοντας υπ’ όψιν μόνο τα κατάλληλα για μια τέτοια χρήση κτίρια.



Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων ενσωματωμένων σε ηχοπετάσματα σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας και κατά μήκος σιδηροδρομικών γραμμών. Συνήθως τα συστήματα αυτά είναι ισχύος λίγων δεκάδων ή και εκατοντάδων kW. Μελέτη που έγινε για λογαριασμό της ΕΕ στα πλαίσια του προγράμματος *Thermie* έδειξε ένα σημαντικό δυναμικό για τέτοιες χρήσεις στις χώρες της ΕΕ κυρίως στη Βρετανία, την Ιταλία, τη Γερμανία, την Ολλανδία, τη Γαλλία και την Ισπανία. Για την Ελλάδα, η μελέτη έδειξε ένα ρεαλιστικό δυναμικό της τάξης των 6,2 MW για τους νέους αυτοκινητόδρομους και 13,4 MW για το σιδηροδρομικό δίκτυο (European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010).

Περί τις 40 εταιρίες δραστηριοποιούνται σήμερα στο χώρο (εμπορία φωτοβολταϊκών συστημάτων και συναφών συστημάτων, μελέτες, εγκατάσταση, κλπ). Οι μεγαλύτερες εταιρίες του κλάδου εγκαθιστούν μόλις 20-250 kW το χρόνο, ενώ η σημερινή δυναμική της ελληνικής αγοράς απορροφά λίγες εκατοντάδες KW ετησίως, ισχύ πολύ μικρή συγκρινόμενη με το δυναμικό της χώρας, αλλά και τις εξελίξεις σε άλλες χώρες.

Αν προσπαθήσει να αποτιμήσει κανείς τις δυσμενείς επιπτώσεις σε χρήμα από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων όπως είναι ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, θα διαπιστώσει ότι ένα σημαντικό οικονομικό κόστος που έχουν αυτά τα καύσιμα για την κοινωνία δεν περιλαμβάνεται στην τιμή της κιλοβατώρας που παράγεται απ' αυτά. Είναι το λεγόμενο "εξωτερικό" κόστος, ένα κόστος που εμμέσως πληρώνει όλη η κοινωνία.

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (πρόγραμμα EXTERNE), το κόστος αυτό (περιβαλλοντικό και κοινωνικό) για την περίπτωση της Ελλάδας φτάνει έως και 0,08 €/kWh. Η ίδια μελέτη το ανεβάζει και στα 0,15 €/kWh για άλλες χώρες (European Commission, 2005). Αντίθετα, το "εξωτερικό" κόστος στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι σχεδόν μηδενικό ακόμη κι όταν συνυπολογίζουμε τα κόστη για την παραγωγή των Φ/Β.



Για τις επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού, υπάρχουν ευδιάκριτα τεχνικά και εμπορικά πλεονεκτήματα από την εγκατάσταση μικρών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όσο περισσότερα συστήματα παραγωγής ενέργειας εγκατασταθούν και συνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτροδότησης, τόσο περισσότερα είναι τα οφέλη για τις επιχειρήσεις, όπως για παράδειγμα, η βελτίωση της ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος, η σταθερότητα της ηλεκτρικής τάσης και η μείωση των επενδύσεων για νέες γραμμές μεταφοράς.

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί “πράσινης” ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, εκτός από καθαρή ενέργεια, παρέχουν ακόμη προσέλευση πελατών και αξιοπιστία σε ένα απελευθερωμένο περιβάλλον. Σε ένα υψηλά ανταγωνιστικό περιβάλλον, οι επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού χρειάζονται κίνητρα για να προσελκύσουν και να διατηρήσουν τους πελάτες τους. Τα προγράμματα καθαρής ενέργειας μπορούν να είναι ελκυστικά σε αρκετά μεγάλο αριθμό καταναλωτών που ενδιαφέρονται γενικά για το περιβάλλον και ειδικότερα για τις κλιματικές αλλαγές.

Σήμερα οι καταναλωτές στις απελευθερωμένες ενεργειακές αγορές δεν αγοράζουν απλά τη φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς υπάρχει πλέον θέμα τόσο ποιότητας όσο και υπηρεσιών. Όσον αφορά στην ποιότητα του ηλεκτρισμού, τα θέματα είναι ξεκάθαρα: η ενέργεια που χρησιμοποιώ προέρχεται από θερμοηλεκτρικό





σταθμό που χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα και καταστρέφει το περιβάλλον, ενώ μπορεί να προέλθει από μια μονάδα που δεν ρυπαίνει το περιβάλλον;

Ποιά ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να αγοράσω; Μπορώ, τουλάχιστον, να αγοράσω μικρές ποσότητες καθαρής ενέργειας για να ενθαρρύνω τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας; Αυτά αποτελούν θέματα που απασχολούν οπωσδήποτε τις “έξυπνες” επιχειρήσεις παραγωγής ενέργειας. Η επιχείρηση που αποδέχεται τα φωτοβολταϊκά συστήματα θα προσελκύσει πελάτες-παραγωγούς που θα χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά και θα πωλούν στη συνέχεια σε αυτή καθαρή ενέργεια. Σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς, τέτοιοι πελάτες-παραγωγοί μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε.

Τέλος τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρέχουν κύρος στο χρήστη τους και βελτιώνουν το image των επιχειρήσεων που τα επιλέγουν.

Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή, και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ’ αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.



### 3. Κεφάλαιο 3ο: Εφαρμογή Αιολικών Συστημάτων στην Ελλάδα

#### 3.1 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης ευρωπαϊκής πολιτικής για την κλιματική αλλαγή και την ενέργεια όπου τίθενται σε επίπεδο Ε.Ε., οι στόχοι για τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και την Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (γνωστοί ως στόχοι 20-20-20), υιοθετήθηκε από τα Κ.Μ. ένα ευρύ νομοθετικό «πακέτο». Εκεί περιλαμβάνεται και η Οδηγία 2009/28/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές που θέτει τον νομικά δεσμευτικό στόχο 20% για συμμετοχή των Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας της ΕΕ-27 μέχρι το 2020.

Σύμφωνα με την οδηγία:

- ✓ Τίθεται νομικά δεσμευτικός ευρωπαϊκός στόχος 20% συμμετοχή των Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2020, συμπεριλαμβανομένου ποσοστού 10% συμμετοχής τους στον τομέα μεταφορών
- ✓ Προβλέπεται για πρώτη φορά αξιοποίηση των Α.Π.Ε. σε όλες τις ενεργειακές χρήσεις (ηλεκτροπαραγωγή, ψύξη/ θέρμανση, μεταφορές/ βιοκαύσιμα)
- ✓ Η εξειδίκευση σε εθνικούς στόχους στηρίζεται στο ΑΕΠ με σημείο εκκίνησης το ποσοστό συμμετοχής των Α.Π.Ε. σε κάθε κράτος-μέλος κατά το έτος 2005, με το συγκεκριμένο ποσοστό για την Ελλάδα να προσδιορίζεται στο 18%.
- ✓ Προτείνεται εμπορία εγγυήσεων προέλευσης και παράλληλα δυνατότητα διατήρησης των εθνικών συστημάτων υποστήριξης (πχ feed-in tariffs).
- ✓ Τέλος, υποχρεώνονται τα Κράτη Μέλη να υποβάλουν Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ανανεώσιμη Ενέργεια.

Ειδικά για την Ελλάδα, ο στόχος για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση. Η Ελληνική κυβέρνηση στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, με το Νόμο 3851/2010 προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση



ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40 % συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20 % σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10 % στις μεταφορές. Επιπρόσθετα, σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας η Ελλάδα έχει ήδη καταρτίσει το 1ο Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας όπου προβλέπεται 9% εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση μέχρι το έτος 2016 σύμφωνα και με την Οδηγία 2006/32/EK, ενώ πρόσφατα και με τον Νόμο 3855/2010, ο οποίος προστίθεται και στον πρόσφατο κανονισμό που αφορά την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων- KENAK, προχωρά στην ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς και εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων και πολιτικών που αποσκοπούν στην επίτευξη του συγκεκριμένου εθνικού στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι εθνικοί ενεργειακοί στόχοι για το 2020, όπως περιγράφονται από το παρόν σχέδιο δράσης, αλλά και όπως έχουν διαμορφωθεί από τις πρόσφατες νομοθετικές παρεμβάσεις και τα αντίστοιχα εθνικά προγράμματα στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ διαμορφώνουν ένα ισχυρά αναπτυξιακό επιχειρηματικό πλαίσιο μέσα στο οποίο η Ελλάδα καλείται να αξιοποιήσει τις δυνατότητες που της προσφέρει το φυσικό δυναμικό που διαθέτει σε τεχνολογίες ΑΠΕ & ΕΞΕ και να διαμορφώσει ένα νέο μοντέλο «πράσινης» ανάπτυξης. Παράλληλα, η επίτευξη αυτών των στόχων θα συνεισφέρει στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, στη βέλτιστη αξιοποίηση των φυσικών πόρων και στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας βασικών κλάδων της Ελληνικής οικονομίας.

Το παρόν σχέδιο δράσης, παρουσιάζει με λεπτομέρεια τα θεσμικά εργαλεία και τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν ώστε να ικανοποιηθούν αυτοί ακριβώς οι στόχοι. Ειδικότερα, η επίτευξη των στόχων απαιτεί τον συνδυασμό μέτρων και πολιτικών θεσμικού χαρακτήρα ώστε να επιταχυνθούν και να διευκολυνθούν οι επενδυτικές πρωτοβουλίες, να διαμορφωθεί ένα ξεκάθαρο πλαίσιο αναφορικά με τους όρους χρήσης γης και των δυνατοτήτων ενεργειακής τους αξιοποίησης, ενώ παράλληλα καλεί να ληφθούν υπόψη όλες οι τεχνολογικές εφαρμογές οι οποίες μπορούν αθροιστικά να συνεισφέρουν για την επιτυχή εφαρμογή του συγκεκριμένου μοντέλου πράσινης ανάπτυξης.

Η παρουσίαση του συγκεκριμένου οδικού χάρτη ανάπτυξης των τεχνολογιών ΑΠΕ τόσο στη ηλεκτροπαραγωγή, όσο στη θέρμανση-ψύξη και τις μεταφορές,



πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενεργειακών μοντέλων ανάλυσης, όπου και αναλύθηκαν διαφορετικά σενάρια εξέλιξης του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος πέρα του 2020 μέχρι και το 2030, λαμβάνοντας υπόψη και παραμέτρους οικονομικής και τεχνολογικής ανάπτυξης.

Τεχνολογία	Χρονική περίοδος	
	2014	2020
<b>Υδροηλεκτρικά</b>	<b>3700</b>	<b>4650</b>
<i>Μικρά (0-15MW)</i>	300	350
<i>Μεγάλα (&gt;15MW)</i>	3400	4300
<b>Φωτοβολταϊκά</b>	<b>1500</b>	<b>2200</b>
<i>Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες της περίπτωσης (β) της παρ.6 του άρθ.15 του ν.3851/2010</i>	500	750
<i>Λοιπές Εγκαταστάσεις</i>	1000	1450
<b>Ηλιοθερμικά</b>	<b>120</b>	<b>250</b>
<b>Αιολικά</b> (περιλαμβανομένων των θαλασσίων)	<b>4000</b>	<b>7500</b>
<b>Βιομάζα</b>	<b>200</b>	<b>350</b>

**Πίνακας** :Επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Α.Π.Ε.

Τα επιμέρους σενάρια που μελετήθηκαν για την τελική επιλογή του επικρατέστερου ως του πιο πιθανού, αποτελούν διαφορετικές προοπτικές εξέλιξης του ενεργειακού τομέα της χώρας και διαχωρίστηκαν σε δύο βασικές κατηγορίες: α) σενάρια αναφοράς, όπου γίνεται η υπόθεση ότι το ενεργειακό σύστημα εξελίσσεται με βάση τις ήδη δρομολογημένες πολιτικές και β) σενάρια όπου θεωρήθηκε η επιτυχής υλοποίηση των στόχων της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για την Ελλάδα και στα οποία προσδιορίστηκαν και αξιολογήθηκαν τα εναλλακτικά μέτρα ενεργειακής πολιτικής με τα οποία μπορούν να επιτευχθούν οι Εθνικοί-Ευρωπαϊκοί στόχοι.

Οι βασικές προσδιοριστικές παράμετροι για την κατάρτιση των σεναρίων ήταν η εξέλιξη της οικονομικής δραστηριότητας στη χώρα, η εξέλιξη των διεθνών



τιμών καυσίμων, τα εναλλακτικά επίπεδα χρήσης των συμβατικών καυσίμων, η επίδραση των τιμών των τεχνολογιών ΑΠΕ στην διείσδυσή τους και η επίδραση των διασυνδέσεων στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και της ανάπτυξης του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επίτευξη του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή (40%) μέχρι το 2020, θα επιτευχθεί μόνο με τη συνδυαστική εφαρμογή θεσμικών, κανονιστικών, οικονομικών και τεχνολογικών μέτρων που έχουν ως βασικό στόχο την αξιοποίηση του οικονομικού δυναμικού ανάπτυξης μεγάλων έργων ΑΠΕ, την ολοκλήρωση των αναγκαίων εργασιών επέκτασης και αναβάθμισης του ηλεκτρικού δικτύου και στη σταδιακή ανάπτυξη ενός διεσπαρμένου τρόπου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Προφανώς αυτό απαιτεί την αντιμετώπιση ποικίλων εμποδίων, που έχουν ήδη εντοπιστεί, και σχετίζονται με καθυστερήσεις στην αδειοδότηση έργων ΑΠΕ, σε ασάφειες θεμάτων χωροταξικού σχεδιασμού, καθώς και στην ελλιπή ενημέρωση των πολιτών αναφορικά με τις εφαρμογές έργων ΑΠΕ. Επίσης, η Ελλάδα παρουσιάζει την ιδιομορφία ύπαρξης και ενός μη πλήρους διασυνδεδεμένου ηλεκτρικού συστήματος, καθώς πολλά νησιά αποτελούν αυτόνομα δίκτυα. Όλα αυτά τα δεδομένα, περιορισμοί και κοινωνικο-οικονομικοί παράμετροι ελήφθησαν υπόψη στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης, και στο σχεδιασμό της εξέλιξης συνεισφοράς των διαφόρων τεχνολογιών για ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2020.

Αντίστοιχα, για την ικανοποίηση των εθνικών στόχων συμμετοχής των ΑΠΕ σε θέρμανση-ψύξη και μεταφορές, προβλέπεται αξιοποίηση όλων των θεσμικών αλλαγών που έχουν ήδη υλοποιηθεί ή δρομολογούνται ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και υιοθέτησης πολιτικών ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε όλους τους τομείς. Παράλληλα, η ανάπτυξη συγκεκριμένων τεχνολογιών, όπως οι αντλίες θερμότητας, καθώς και η ενίσχυση και περαιτέρω ανάπτυξη εφαρμογών από θερμικά ηλιακά συστήματα και βιομάζα τόσο στον οικιακό και τριτογενή τομέα, όσο και στη βιομηχανία απαιτείται ώστε να μπορέσουν να ικανοποιηθούν οι συγκεκριμένοι εθνικοί στόχοι.

Συγκεκριμένα οι εθνικοί στόχοι για το 2020, σύμφωνα και με τα αποτελέσματα των ενεργειακών μοντέλων, αναμένεται να ικανοποιηθούν για τη μεν



ηλεκτροπαραγωγή με την ανάπτυξη περίπου 13300MW από ΑΠΕ (από περίπου 4000MW σήμερα), όπου συμμετέχουν το σύνολο των τεχνολογιών με προεξέχουσες τα αιολικά πάρκα με 7500MW, υδροηλεκτρικά με 3000MW και τα ηλιακά με περίπου 2500MW, ενώ για τη θέρμανση και ψύξη με την ανάπτυξη των αντλιών θερμότητας, των θερμικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και των εφαρμογών βιομάζας.

Το σχέδιο δράσης παρουσιάζει με λεπτομέρεια τη χρονική εξέλιξη αναφορικά με τη διείσδυση και συνεισφορά των επιμέρους τεχνολογιών σε ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση-ψύξη και μεταφορές, ενώ συσχετίζει την επίτευξη αυτών των στόχων με συγκεκριμένα μέτρα και πολιτικές που περιγράφονται στις σχετικές ενότητες του σχεδίου δράσης.

Είναι σαφές από τα αποτελέσματα των υπολογισμών, ότι η επίτευξη αυτών των στόχων απαιτεί τον συντονισμό σε δράσεις και μέτρα, την υποστήριξη από τους φορείς της αγοράς καθώς και την έγκαιρη υλοποίηση έργων ανάπτυξης του ηλεκτρικού δικτύου ώστε να υπάρχει η δυνατότητα απορρόφησης της παραγόμενης ενέργειας από τους σταθμούς ΑΠΕ.

Οι σχετικοί στόχοι και συνεισφορά των επιμέρους τεχνολογιών ΑΠΕ, ανάλογα με την εξέλιξη της αγοράς και την έγκαιρη ή όχι αντιμετώπιση ήδη εντοπισμένων προβλημάτων δύναται να τροποποιηθούν (όπως προβλέπεται και από την Οδηγία της ΕΕ) ανά τακτά χρονικά διαστήματα (2-ετία), καθώς θα αναπτυχθεί ένα εθνικό σύστημα παρακολούθησης της πορείας επίτευξης αυτών των στόχων το οποίο θα αναγνωρίζει έγκαιρα τις όποιες αδυναμίες και αστοχίες και θα προτείνει συγκεκριμένες διορθωτικές δράσεις, τεχνολογικού ή θεσμικού χαρακτήρα, ώστε τελικά οι εθνικοί στόχοι που σχετίζονται με τη μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων του θερμοκηπίου και περαιτέρω διείσδυσης των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση να επιτευχθούν.

Το εθνικό σχέδιο δράσης για τις ΑΠΕ, πρόκειται ουσιαστικά να διαδραματίσει το ρόλο ενός δυναμικού εργαλείου παρακολούθησης των εθνικών ενεργειακών στόχων, όπου ανάλογα με τα μέτρα και πολιτικές που λαμβάνονται, την ανταπόκριση των φορέων της αγοράς καθώς και την τεχνολογική ωριμότητα των ΑΠΕ θα προσαρμόζεται αντίστοιχα, ώστε να μπορούν να επιτευχθούν οι δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι για το 2020, συμβάλλοντας παράλληλα στην επιτυχή ολοκλήρωση του



μοντέλου «πράσινης» ανάπτυξης που έχει υιοθετήσει η Ελληνική κυβέρνηση.(Ετήσια Εκθεση Υπηρεσίας Α.Π.Ε 2010)

### 3.2 Η ανάπτυξη των Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα

Η διείσδυση των ΑΠΕ στα εθνικά ενεργειακά συστήματα των χωρών - μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξελίσσεται με αργό ρυθμό. Η παρατηρούμενη υστέρηση οφείλεται, μεταξύ άλλων, στην έλλειψη κοινωνικής αποδοχής έναντι νέων ενεργειακών επενδύσεων και στο υψηλό πολιτικό κόστος που συνοδεύει την εφαρμογή των αποφάσεων.

Οι κατευθυντήριοι άξονες της ενεργειακής Ευρωπαϊκής πολιτικής αφορούν θέματα γεωπολιτικού και περιβαλλοντικού χαρακτήρα. Η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στα ενεργειακά συστήματα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο 12% έως το 2010 και η απελευθέρωση των αντίστοιχων ενεργειακών αγορών, αποτελούν πολιτικές ρυθμίσεις που συμβαδίζουν με τους παραπάνω άξονες.

Η ενεργειακή ζήτηση στην Ευρώπη καλύπτεται σε ποσοστό 41% από πετρέλαιο, 22% από φυσικό αέριο, 16% από άνθρακα, 15% από πυρηνική ενέργεια και 6% από Ανανεώσιμες Πηγές. Στις σύγχρονες βιομηχανικές κοινωνίες, όπου προωθείται η βιώσιμη ανάπτυξη και επείγει η εξασφάλιση της ενεργειακής τους επάρκειας, η συνεισφορά των ΑΠΕ πρέπει να είναι σημαντική έως το 2050. Ωστόσο, η διείσδυση τους στα ενεργειακά συστήματα των κρατών-μελών της ΕΕ, αντιμετωπίζει σημαντικές οικονομικές, τεχνολογικές και κοινωνικές προκλήσεις.

Σε εθνικό επίπεδο, η Ελλάδα είναι μια χώρα, η οποία διακρίνεται για την μεγάλη ακτογραμμή και την πληθώρα των νησιών της. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει



και επιδοτεί επενδύσεις στις ήπιες μορφές ενέργειας. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο νέος αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με το νόμο για της ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3468/06, παρέχει ισχυρότητα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας.

Ωστόσο, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι πίσω με τους λόγους υστέρησης να εντοπίζονται κυρίως σε προβλήματα αδειοδοτικής φύσεως, στο ότι δεν υπάρχουν τα απαιτούμενα δίκτυα εκεί που θα έπρεπε, για να απορροφήσουν την παραγόμενη αιολική ενέργεια, σε ελλιπή χωροταξικό σχεδιασμό, ενώ υπάρχουν και αντιδράσεις από τοπικές κοινωνίες.

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών "νησίδων" (λόφοι και υψώματα με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων, ενώ αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών.

Τα "έξυπνα" σχέδια για υβριδικές μονάδες με χρήση ανανεώσιμων πηγών προωθήθηκαν ελάχιστα, όπως για παράδειγμα, μια πολύ μικρή τέτοια μονάδα στον Άγιο Ευστράτιο ή η εφαρμογή συστήματος υποδοχής της αιολικής ενέργειας στο σύστημα της Κύθνου, που θα αύξανε σημαντικά το ποσοστό της σε καθαρή ενέργεια την περίοδο του χειμώνα.

Ένα μεγαλύτερο σχέδιο της ΔΕΗ για δημιουργία υβριδικού συστήματος αιολικών πάρκων και υδροηλεκτρικού σταθμού στην Ικαρία βάλτωσε στη διαγωνιστική διαδικασία. Ωστόσο, ακόμη και η αρχική προσέγγιση, ήτοι οι διασυνδέσεις των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα και τα αιολικά πάρκα στα νησιά δεν προχώρησε. Συγκεκριμένα, η διασύνδεση των νήσων Άνδρου, Τήνου, Σύρου, Μυκόνου κόλλησε στην Τήνο. Η ΔΕΗ σχεδίασε να περάσει από το έδαφος της Τήνου πυλώνες υψηλής τάσης. Οι κάτοικοι προσέφυγαν στο ΣτΕ (Συμβούλιο Επικρατείας) και το τότε τμήμα με πρόεδρο τον Μιχάλη Δεκλερή και στη συνέχεια η ολομέλεια του ΣτΕ αποφάσισαν ότι από τις Κυκλάδες δεν πρέπει να περάσει δίκτυο υψηλής τάσης, το οποίο θα συνευθύνεται για την αλλαγή του χαρακτήρα των νησιών. Επιπλέον, τα νησιά δεν θα πρέπει να στηριχτούν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Με άλλα λόγια το ΣτΕ αποφάσισε επί της αναπτυξιακής πολιτικής των νησιών, με





μοχλό τη διασύνδεση τους ή όχι με το ηπειρωτικό σύστημα. Αποτέλεσμα αυτού είναι τα νησιά να μην έχουν συνδεθεί μέχρι στιγμής, η επικράτηση του είδους της "ανάπτυξης" που στηρίζεται μονόπλευρα στην ανοικοδόμηση και στις τεράστιες ξενοδοχειακές μονάδες, και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οι ρυπαίνοντες πετρελαϊκοί σταθμοί να συνεχίζουν να λειτουργούν με επιπλέον μεταφερόμενες μονάδες για να αντέξουν τη μεγάλη ζήτηση. Όσο για τις ανανεώσιμες πηγές, το ισχύον πλαίσιο για τα νησιά επιτρέπει τη δημιουργία τους. Η ισχύς τους όμως πρέπει να περιορίζεται στο 30% της μεγαλύτερης ζήτησης ηλεκτρικού που καταγράφεται κάθε χρόνο. Έτσι, με εξαίρεση την Κρήτη, τη Ρόδο, τη Λέσβο, τη Χίο και τη Σάμο, που έχουν μεγάλα ηλεκτρικά συστήματα, σε κανένα άλλο νησί δε μπόρεσαν να εγκατασταθούν αξιόλογες μονάδες αιολικής ενέργειας.

Το κλίμα άλλαξε πέρυσι, από τη στιγμή που το νέο θεσμικό πλαίσιο επιτρέπει σε ιδιώτες επενδυτές να εντάξουν στα σχέδια ανάπτυξης μονάδων ΑΠΕ και τα σχέδια διασύνδεσης με το δίκτυο. Έτσι, ανακοινώθηκαν από όλους τους μεγάλους ενεργειακούς ομίλους σχέδια για μεγάλα αιολικά πάρκα στις Κυκλάδες και σε νησιά του Ανατολικού Αιγαίου πολλών εκατοντάδων μεγαβάτ με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη Σέριφο, όπου ο επενδυτής πρότεινε να κατασκευάσει πάρκο ισχύος 400 μεγαβάτ. Όπως είναι φυσικό, το σχέδιο με τις τεράστιες ανεμογεννήτριες στο μικρό νησί τρόμαξε τους κατοίκους και ιδιοκτήτες γης της Σερίφου, που απειλούν με προσφυγές και κινητοποιήσεις.

Ακολούθησε πολύ πρόσφατα πρόταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Παράρτημα 1ο), που προβλέπει ότι σε κάθε νησί που θα συνδεθεί με το ηπειρωτικό σύστημα, η ισχύς των μονάδων από ΑΠΕ δε θα μπορεί να είναι μεγαλύτερη της ζήτησης ηλεκτρικού που καταγράφεται. Με τον τρόπο αυτό τα σχέδια για τεράστια ιδιωτικά αιολικά πάρκα στα νησιά ενταφιάζονται. Ως υλοποιήσιμο έργο μένει η διασύνδεση των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα. Σε πρώτη φάση η προεργασία γίνεται για τις Κεντρικές Κυκλάδες πάλι. Αυτή προβλέπει τη διασύνδεση των νησιών: Σύρου, Μυκόνου, Πάρου και Νάξου με το ηπειρωτικό σύστημα μέσω Λαυρίου. Όσο για την απόφαση του ΣτΕ, αυτή ναι μεν ισχύει, αλλά δεν εμποδίζει τη διασύνδεση των νησιών, αφού στο έδαφος τους δεν πρόκειται να εγκατασταθούν γραμμές υψηλής τάσης. Όλες οι διασυνδέσεις θα γίνουν με υποβρύχια καλώδια και το



δίκτυο στα νησιά θα παραμείνει στη μέση τάση. Έτσι, το σχέδιο που ξεκίνησε πριν από 15 χρόνια για να απαλλάξει τα νησιά από τους ρυπογόνους και ακριβούς πετρελαϊκούς σταθμούς βρίσκεται ακόμη στο ξεκίνημα του, ενώ το δυναμικό των νησιών σε αιολική και ηλιακή ενέργεια παραμένει ανεκμετάλλευτο.

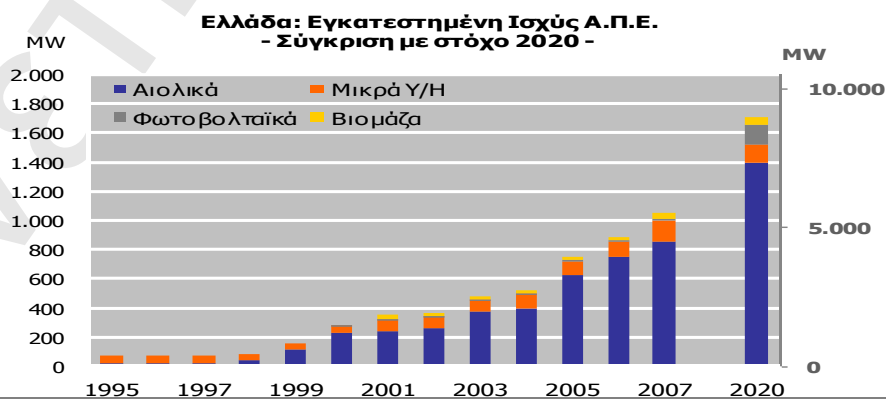
Τέλος, σχέδιο αξιοποίησης των βραχονησίδων για την παραγωγή ενέργειας πρόκειται να υλοποιηθεί στην Ελλάδα μιας και τα ακατοίκητα νησιά του αρχιπελάγους παρέχουν τη δυνατότητα ανάπτυξης υψηλής παραγωγικότητας αιολικών πάρκων. Το πρώτο από αυτά προγραμματίζεται να εγκατασταθεί στον Σαν Τζώρτζη, βραχονησίδα λίγο έξω από το Σούνιο, και αποτελεί "παράδειγμα προς μίμηση" για την εκμετάλλευση των άγονων, ακατοίκητων νησίδων που έχουν πολύ καλό αιολικό δυναμικό, σύμφωνα με ειδικούς και περιβαλλοντολόγους. Πρόκειται για ένα αιολικό πάρκο που θα αποτελείται από 24 ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 70 MW, οι οποίες θα τοποθετηθούν στα 9 τετραγωνικά χιλιόμετρα της βραχονησίδας του Αγίου Γεωργίου, αμέσως μετά την έκδοση των τελικών αδειών. Η εν λόγω βραχονησίδα, που ανήκει σε ιδιώτη, είναι επί της ουσίας ένας άγονος λόφος περιτριγυρισμένος από θάλασσα, ακατοίκητος από συστάσεως του ελληνικού κράτους. Οι ειδικοί υποστηρίζουν ότι η βραχονησίδα διαθέτει πολύ καλό προσανατολισμό σε σχέση με την κυρίαρχη κατεύθυνση του ανέμου και ότι το αιολικό δυναμικό στη συγκεκριμένη θέση είναι κάτι παραπάνω από ικανοποιητικό. Το μόνο που λείπει για να αρχίσει το έργο είναι η Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εξέταση και η Αξιολόγησή του από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Για τη διασύνδεση του αιολικού πάρκου στον Σαν Τζώρτζη με το ηπειρωτικό δίκτυο ηλεκτροδότησης θα πρέπει πρώτα να κατασκευασθεί ένας υποσταθμός επί της βραχονησίδας και από εκεί να γίνει η σύνδεση με υποθαλάσσιο καλώδιο που θα φθάνει μέχρι το εργοστάσιο στον σταθμό του Λαυρίου. Όταν εγκριθεί η άδεια από το ΥΠΕΧΩΔΕ, η ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ θα προχωρήσει στην εγκατάσταση των ανεμογεννητριών στη βραχονησίδα, ενώ το έργο εκτιμάται ότι θα ολοκληρωθεί δύο με τρία χρόνια αργότερα, ενώ κύριο λόγο για το μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι την ολοκλήρωση του έργου αποτελεί η υποβρύχια διασύνδεση με το ηπειρωτικό δίκτυο, καθώς η παράδοση του καλωδίου εξαρτάται από τις δυνατότητες 2 - 3 εργοστασίων τα οποία



έχουν υπεράριθμες παραγγελίες και αδυνατούν να εξυπηρετήσουν τους πελάτες σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Γίνεται λοιπόν προφανές ότι το Σχέδιο "Αιολικά Πάρκα σε Βραχονησίδες" εγκυμονεί πολλαπλά οφέλη. Καταρχήν δεν υπάρχουν κάτοικοι, οπότε δεν υπάρχει και θέμα αντίδρασης των τοπικών κοινωνιών. Επιπλέον είναι άγονες, οπότε δεν προκύπτει αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και φυσικά, το αιολικό δυναμικό στη συγκεκριμένη περιοχή είναι μεγάλο, γεγονός που καθιστά τα υπεράκτια αιολικά πάρκα ιδιαίτερα παραγωγικά. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι θα πρέπει να διεξάγονται σοβαρές περιβαλλοντικές μελέτες, ούτως ώστε να εκμηδενίζονται ακόμα και οι ελάχιστες πιθανότητες να προκληθούν οχλήσεις στο περιβάλλον, όπως για παράδειγμα θα πρέπει να εξεταστεί αν περνούν από εκεί σμήνη αποδημητικών πτηνών. Επίσης, υπάρχουν ενδιαφέρουσες προτάσεις Ελλήνων επενδυτών για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων στη Γαύδο και τη Μακρόνησο, τονίζοντας ότι τέτοιες εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων σε καμία περίπτωση δε θα έθιγαν την ιστορικότητα των νησιών και δε θα πρόσβαλλαν τον μνημειακό τους χαρακτήρα. Παρόλα αυτά υπάρχουν μερίδες, και πολιτικές, οι οποίες εναντιώνονται με ιδιαίτερη ένταση στην προοπτική δημιουργίας αιολικών πάρκων πάνω σε αυτά τα νησιά, παρά το γεγονός ότι υπάρχει σαφής δέσμευση από τους υποψήφιους επενδυτές ότι όχι μόνο δεν θα προσβάλλουν τα μνημεία, αλλά αντίθετα θα τα αναδείξουν.

Με βάση τα παραπάνω σχόλια αντιλαμβάνεται κανείς ότι, στην Ελλάδα, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αντιμετωπίζει μέχρι τώρα αρκετά προβλήματα. Παρά τη σημαντική αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τα τελευταία χρόνια, είναι κοινά αποδεκτό ότι αυτή η αύξηση είναι πολύ μικρή δεδομένου του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας.

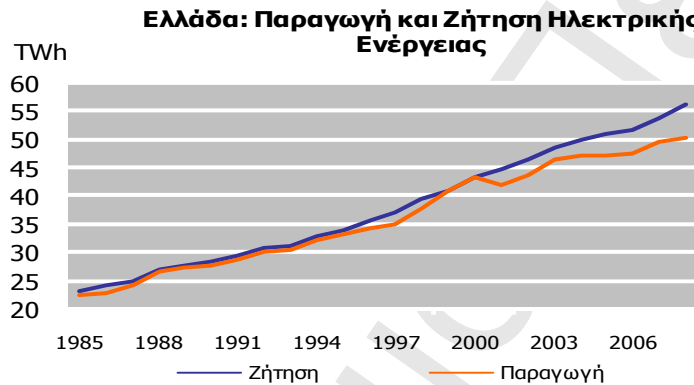


Ισχύς 1995-2007 (αριστερός άξονας)  
Στόχος Ισχύος 2020 (δεξιάς άξονας)

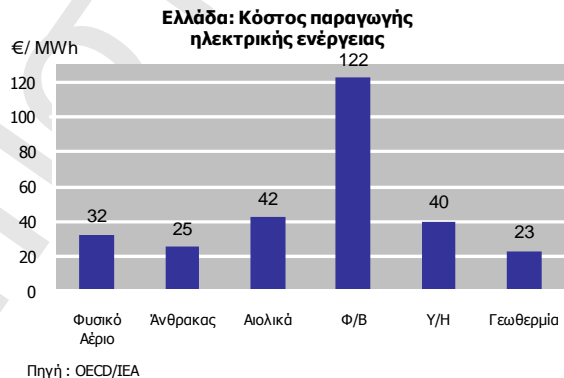


Διάγραμμα : Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα 1995- 2020

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις μας, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα εκτιμάται ότι θα συνεχίσει να αυξάνεται τα επόμενα έτη (ξεπερνώντας τις 80.000 GWh το 2020 από 53.750 GWh το 2007), καθώς και η ζήτηση αιχμής (προσεγγίζοντας τα 16.000 MW το 2020 από 10.600 MW το 2007). Ως εκ τούτου, δεν προβλέπεται οποιοδήποτε επενδυτικό εμπόδιο όσον αφορά τις ΑΠΕ από πλευράς ανεπαρκούς ζήτησης.



Ο διπλασιασμός του κόστους ηλεκτροπαραγωγής μέσω συμβατικών καυσίμων (λόγω του κόστους αγοράς δικαιωμάτων ρύπων: €25-50/τόνο εκπομπής), σε συνδυασμό με το γενναιόδωρο θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ (σημαντικές επιδοτήσεις κεφαλαίου και υψηλές εγγυημένες τιμές αγοράς ενέργειας), αποτελεί βασικό μοχλό ανάπτυξης των ΑΠΕ.



### 3.3 Μύθοι και Αλήθειες για την Αιολική Ενέργεια

Όπως έχει ήδη αναφερθεί για την Ελλάδα, ο δεσμευτικός στόχος για τη διείσδυση των Α.Π.Ε. καθορίστηκε σε 18% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το



2020 σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28. Σε εναρμόνιση με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, η Ελληνική νομοθεσία έθεσε υψηλότερους στόχους για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα το 2020, ως εξής:

- ✘ Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%
- ✘ Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο 40%
- ✘ Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές στο 20%
- ✘ Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη στο 10%

Ας δούμε λοιπόν μερικούς μύθους και τις αντίστοιχες αλήθειες για την αιολική ενέργεια.

*«Οι ανεμογεννήτριες επιβαρύνουν το τοπίο»*

Αν αντιπαραθέσει κανείς από τη μια μεριά την οπτική όχληση που μπορεί να προκαλείται από ένα μεγάλο αιολικό πάρκο και από την άλλη την μόνιμη καταστροφή ορεινών όγκων αλλά και πεδιάδων από μεταλλευτικές δραστηριότητες για την εξόρυξη άνθρακα και λιγνίτη, την καταστροφή χερσαίου ή θαλάσσιου περιβάλλοντος από δραστηριότητες άντλησης πετρελαίου και φυσικού αερίου, την οπτική ρύπανση από τους θερμικούς σταθμούς, την καταστροφή του περιβάλλοντος κατά την μεταφορά, αποθήκευση και φυσικά χρήση των ορυκτών καυσίμων, καθώς και τους κινδύνους για τη ζωή από τη λειτουργία σταθμών πυρηνικής ενέργειας και από τη διαχείριση πυρηνικών αποβλήτων, θα πρέπει να συμφωνήσει μαζί μας ότι τα αιολικά πάρκα είναι αρκετά κομψά.

Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η οπτική αντίληψη μιας οποιαδήποτε κατασκευής είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης. Η μεγάλη πλειονότητα των αιολικών πάρκων κατασκευάζεται σε απομακρυσμένες βουνοκορφές και επομένως ελαχιστοποιείται η οπτική αντίληψή τους. Σε κάθε περίπτωση, πάντα πρέπει να έχουμε στο μυαλό μας τις εναλλακτικές: αν δεν στραφούμε σε καθαρές πηγές ενέργειας και την αιολική ενέργεια, οι κλιματικές αλλαγές θα οδηγήσουν αλλού σε ερημοποιήσεις και αλλού σε άνοδο της στάθμης των θαλασσών, θα αλλάξουν



δραστικά ένα σημαντικό μέρος του τοπίου μας καθώς επίσης και του ζωικού και φυτικού κόσμου που περιέχεται σε αυτό.

*«Οι ανεμογεννήτριες απειλούν τα πουλιά»*

Τα πουλιά, παρ' ότι έχουν την τάση να συγκρούονται με ανθρώπινες κατασκευές, όπως είναι οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, οι υψηλοί ιστοί και πυλώνες, ή τα κτίρια, πολύ σπάνια επηρεάζονται άμεσα από τις ανεμογεννήτριες. Όλες οι μελέτες και στατιστικές παγκοσμίως δείχνουν ότι τουλάχιστον 100 φορές περισσότερα πουλιά θανατώνονται από τα οχήματα σε ένα έτος από ό,τι από 1.000 MW ανεμογεννήτριες (πηγή: Greenpeace)

*«Οι ανεμογεννήτριες είναι θορυβώδεις»*

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν εξελιχθεί πλέον σε σχεδόν αθόρυβες μηχανές. Σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 200 μέτρων, ο θόρυβος περιστροφής των πτερυγίων συνήθως καλύπτεται πλήρως από το θόρυβο του ανέμου μέσα στα φύλλα των δέντρων και των θάμνων. Σε απόσταση 300 μέτρων, μια σύγχρονη ανεμογεννήτρια δεν ακούγεται περισσότερο από το ψυγείο στην κουζίνα.

Υπάρχουν δύο εν δυνάμει πηγές θορύβου σε μία ανεμογεννήτρια:

Ο **μηχανικός θόρυβος** από το κιβώτιο των ταχυτήτων (gearbox) ή τη γεννήτρια (generator) και ο αεροδυναμικός θόρυβος από τα πτερύγια. Ο μηχανικός θόρυβος έχει ουσιαστικά εξαλειφθεί από τις σύγχρονες ανεμογεννήτριες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη βελτίωση του μηχανολογικού σχεδιασμού, ο οποίος δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην αποφυγή των κραδασμών.

Ο **αεροδυναμικός θόρυβος**, δηλ. ο θόρυβος περιστροφής των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας, καθώς περνούν μπροστά από τον πυλώνα της, εμφανίζεται κυρίως στα άκρα και στην πίσω πλευρά του πτερυγίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα περιστροφής, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο θόρυβος. Ωστόσο, ο αεροδυναμικός θόρυβος έχει περιοριστεί δραστικά κατά τη διάρκεια των 10 τελευταίων ετών, χάρις στη σημαντική βελτίωση του σχεδιασμού των πτερυγίων (ιδιαίτερα των άκρων και της πίσω πλευράς τους).

*«Οι ανεμογεννήτριες βλάπτουν την υγεία διότι προκαλούν υπόηχους, ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες και άλλα επιβλαβή φαινόμενα»*



Η διεθνής βιβλιογραφία δεν δικαιολογεί καμία τέτοια ανησυχία. Ενδεικτικά, το Εθνικό Συμβούλιο Υγείας και Ιατρικής Έρευνας της Κυβέρνησης της Αυστραλίας (National Health and Medical Research Council - NHMRC) εξέδωσε τον Ιούλιο του 2010 Δημόσια Δήλωση με θέμα «Ανεμογεννήτριες και Υγεία» στην οποία, έπειτα από εξέταση όλης της διεθνούς επιστημονικής βιβλιογραφίας, συμπεραίνει ότι «Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει δημοσιευμένη επιστημονική τεκμηρίωση που να συνδέει ευθέως τις ανεμογεννήτριες με αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία». Πιο συγκεκριμένα το NHMRC εξέτασε τις διατυπωμένες ανησυχίες σχετικά με υποηχητικό θόρυβο, ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές κλπ. Για καμία από αυτές δεν βρήκε επαρκείς ενδείξεις ότι μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στην ανθρώπινη υγεία. Ειδικότερα για το θέμα των υποήχων το NHMRC επισημαίνει ότι οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες, στις οποίες τα πτερύγια περιστρέφονται μπροστά (ανάντι) από τον πύργο, παράγουν πολύ χαμηλά επίπεδα υποήχων.

Καμία επίσης ακτινοβολία δεν εκπέμπεται από τις ανεμογεννήτριες. Όσον αφορά το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το ηλεκτρικό ρεύμα, αυτό είναι χαμηλής συχνότητας και χαμηλότερης έντασης από τα πεδία που προκαλούνται στις πόλεις και μέσα στα σπίτια από τις κοινές οικιακές συσκευές.

*«Το κόστος παραγωγής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες είναι υψηλό και επιβαρύνει πολύ τον καταναλωτή»*

Η παραγόμενη με εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας ηλεκτρική ενέργεια είναι φθηνότερη από αυτήν που παράγεται από πυρηνικούς και πετρελαϊκούς σταθμούς, ενώ σε καλές ανεμολογικά θέσεις η αιολική ενέργεια ανταγωνίζεται με επιτυχία καινούργιους σταθμούς παραγωγής που λειτουργούν με κάρβουνο ή φυσικό αέριο.

Τα κόστη που απαιτούνται για την πρόσθετη εφεδρεία και τη διαχείριση της αιολικής παραγωγής είναι μικρά: η πληρέστερη και αναλυτικότερη διερεύνηση του ως άνω θέματος είναι η μελέτη ομάδας ερευνητών του Imperial College, η οποία εκπονήθηκε για λογαριασμό του Βρετανικού Ινστιτούτου UK Energy Research Centre και βασίστηκε σε πάνω από 200 ανάλογες επιμέρους μελέτες. Η μελέτη τεκμηρίωσε ότι για μεγάλη διείσδυση άνω του 20% αιολικής ενέργειας, η συνολική επιβάρυνση που προκύπτει (total intermittency cost) είναι της τάξης μόλις του 0,1 p (0,14 Eurocents) ανά kWh τελικού καταναλωτή (δηλ. περίπου 1,4 €/ MWh).



Υπάρχει όμως, και ένα επιπλέον κόστος, το οποίο δεν ενσωματώνεται στην τιμή, αλλά εμείς το πληρώνουμε θέλουμε δεν θέλουμε, μαζί με τα παιδιά μας και τα εγγόνια μας. Είναι το κόστος στο περιβάλλον και την υγεία που προκαλούν τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό το λεγόμενο «εξωτερικό» κόστος είναι απείρως μικρότερο για την αιολική ενέργεια (0,25 c€/kWh κατά μέγιστο για την αιολική ενέργεια σε σχέση με 15 c€/ kWh για τα στερεά καύσιμα, 11 c€/kWh για το πετρέλαιο και 4 c€/kWh για το φυσικό αέριο, [www.externe.info](http://www.externe.info)).

### 3. 4 Ανάπτυξη της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα με βάση την ΕΛΕΤΑΕΝ

Η ΕΛΕΤΑΕΝ (Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας) παρουσίασε την πρώτη Στατιστική της αγοράς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα στην οποία έχουν χρησιμοποιηθεί πηγές της αγοράς και όχι πηγές από δημόσιους οργανισμούς. Για το σκοπό αυτό συμπληρώθηκαν ειδικοί πίνακες από τους βασικούς κατασκευαστές και επενδυτές αιολικών πάρκων. Λήφθηκε επίσης υπόψη ο χρόνος κατά τον οποίο το αιολικό πάρκο τέθηκε σε δοκιμαστική λειτουργία. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί τη στατιστική της ΕΛΕΤΑΕΝ από άλλες που καταγράφουν την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας. Αποδίδεται έτσι ακριβέστερη εικόνα της ανάπτυξης αφού προσμετράται ο πραγματικός χρόνος παραγωγής και διοχέτευσης στο δίκτυο της πρώτης αιολικής κιλοβατώρας από κάθε πάρκο.

Με βάση λοιπόν τη Στατιστική ΗWD Οκτωβρίου 2011, το σύνολο της αιολικής ισχύος που έχει εγκατασταθεί και έχει τεθεί σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία είναι: 1621,27 MW.

Η ισχύς αυτή κατανέμεται ως εξής:

Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά : **281,02 MW**

Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα: **1340,25 MW**

Διευκρινίζεται ότι από την ισχύ αυτή περίπου 6,2MW αφορούν παλαιές εγκαταστάσεις, που έχουν τεθεί εκτός λειτουργίας ή έχουν απεγκατασταθεί ή γενικά





είναι περιορισμένου ενδιαφέροντος και δεν τίθενται επαρκής πληροφορίες. Η ανάπτυξη σε σχέση με το τέλος του 2010 είναι 18,5%, μειωμένη σε σχέση με το μέσο όρο της δεκαετίας 2001-2011 που είναι 20.6%.

Για να επιτευχθεί ο στόχος του 2020 που σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο δράσης είναι 7500MW απαιτείται τα επόμενα εννέα χρόνια 2012-2020 ο ρυθμός ανάπτυξης να υπερδιπλασιαστεί και να φτάσει το 40% κάθε έτος. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο πλέον πρέπει να αντιμετωπίζουμε τις επενδύσεις .

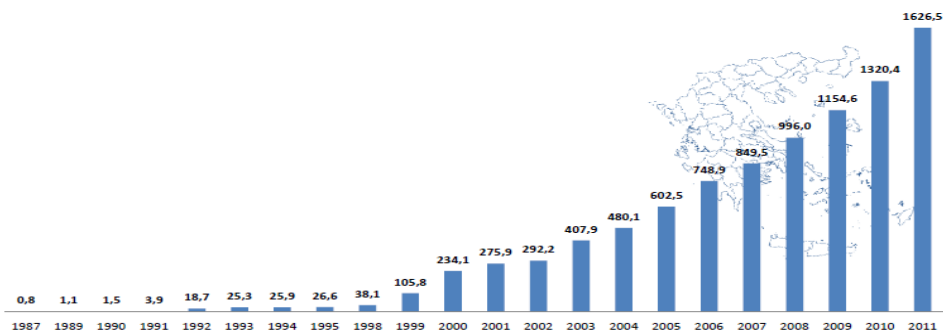
Η μέχρι σήμερα ανάπτυξη σε επίπεδο περιφερειών , προέρχεται μέχρι σήμερα απο την Στερεά Ελλάδα , η οποία και παραμένει στη κορυφή των αιολικών εγκαταστάσεων αφού φιλοξενεί 537MW(33%) και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 267MW(16.5%) που έχει πλέον περάσει την Ανατολική Μακεδονία – Θράκη όπου βρίσκονται 241MW(14.9%).



#### 2011 HWEA Wind Statistics



Total installed MW per year



The HWEA Wind Statistics take into account the wind capacity which are in commercial or test operation in Greece and it is based on sources from the market actors.

Όσον αφορά τους επιχειρηματικούς ομίλους, στο Top-5 κατατάσσονται:

- ✓ η EDF με 272,2 MW (16,7%)
- ✓ η Iberdrola Rokas με 250,7 MW (15,4%)
- ✓ η TEPNA Ενεργειακή με 241,5 MW (14,9%)



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

---

- ✓ η ENEL με 172,5 MW (10,6%) και
- ✓ ΕΛΛΑΚΤΩΡ με 126,8MW (7,8%)

Αξίζει να σημειωθεί ότι πέραν αυτών των 1626,5 MW αυτή τη στιγμή κατασκευάζονται ή έχουν συμβολαιοποιηθεί επιπλέον αιολικά πάρκα πρόσθετης συνολικής ισχύος 145 MW που αναμένεται να τεθούν σε λειτουργία μέσα στο 2012, αυξάνοντας το συνολικό μέγεθος σε 1776,37 MW.



## 4. Κεφάλαιο 4ο: Νομοθεσία περί του Αποκλεισμού Περιοχών Α.Π.Ε. και Κανόνες Χωροθέτησης

### 4.1 Νομοθεσία για την Χωροθέτηση Α.Π.Ε. στην Ελλάδα

Αποτελεί γεγονός πως οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) συνιστούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον αλλά και βασική συνιστώσα της αιεφόρου ανάπτυξης. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Συγκεκριμένα, η οδηγία 2001/77/ΕΚ, θέτει ως στόχο, μέχρι το 2010, το 22,1% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Κοινότητα να προέρχεται από ΑΠΕ (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009).

Ειδικώς για την Ελλάδα, με βάση τους εθνικούς στόχους, όπως αυτοί προσδιορίζονται στον ν. 3468/2006, το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας πρέπει να ανέλθει, μέχρι το 2010, σε 20,1 % και, μέχρι το 2020, σε 29% αντιστοίχως. Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της ενιαίας πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο που έχει κυρωθεί στη χώρα μας με το ν. 3017/2002 και σύμφωνα και με το Δεύτερο Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης των Εκπομπών που εγκρίθηκε με την ΠΥΣ 5/27.02.2003, η Ελλάδα έχει αναλάβει για την περίοδο 2008-2012 την υποχρέωση της συγκράτησης της αύξησης των εκπομπών της στο + 25% σε σχέση με τις εκπομπές βάσης, προωθώντας, μεταξύ άλλων, για το σκοπό αυτό και τη χρήση ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Μαρίνου Αγγ., 2004).

Για την επίτευξη των πιο πάνω στόχων, η Ελλάδα οφείλει να καθορίσει μέτρα υποστήριξης των ΑΠΕ, μεριμνώντας, μεταξύ άλλων, τόσο για την απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησής τους όσο και για την προσαρμογή του κανονιστικού



πλαisiού εγκατάστασής τους προς τις εθνικές νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις που αφορούν στον χωροταξικό σχεδιασμό και τις χρήσεις γης.

Κρίσιμο από την άποψη αυτή αποδεικνύεται το ζήτημα της χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ. Και τούτο διότι, αν και τα έργα ΑΠΕ μπορεί να χαρακτηρισθούν καταρχήν ως δραστηριότητες φιλικές προς το περιβάλλον, εν τούτοις δεν στερούνται παντελώς επιπτώσεων σε αυτό. Οι επιπτώσεις αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος της εκάστοτε χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας ΑΠΕ (αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, ηλιακή ενέργεια κλπ.), ενώ μπορεί να εκτείνονται τόσο στο ανθρωπογενές (πόλεις, οικισμούς και εν γένει οικιστικές περιοχές) όσο και στο φυσικό περιβάλλον (τοπίο, γλωρίδα και πανίδα, κλπ.) των περιοχών εγκατάστασης, καθώς και στις γειτνιάζουσες παραγωγικές δραστηριότητες (τουρισμό, γεωργία κλπ.) (Καπλάνης Σ., 2005).

Για την πρόληψη, την άμβλυνση και την αποτροπή των επιπτώσεων αυτών απαιτείται η καθιέρωση σαφών κανόνων χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, ώστε αφενός να μειωθούν οι αβεβαιότητες και οι συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφύονται και αφετέρου να ικανοποιηθούν οι ευρύτερες ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και η αιφόρος ανάπτυξη των περιοχών υποδοχής τους.

Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στην Ελλάδα έχει αντιμετωπισθεί μέχρι σήμερα αποκλειστικά στο πλαίσιο των διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης των σχετικών έργων. Η διαδικασία αυτή, αν και επιτρέπει την εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον στο επίπεδο κάθε συγκεκριμένης εγκατάστασης, εν τούτοις δεν μπορεί, λόγω του εξατομικευμένου χαρακτήρα της, να απαντήσει στην ανάγκη καθιέρωσης γενικών κριτηρίων χωροθέτησης έργων ΑΠΕ.

Κριτηρίων δηλαδή, που να διασφαλίζουν ένα κοινό πλαίσιο χωρικής οργάνωσης συγκεκριμένων δραστηριοτήτων, ανάλογα με τη φυσιολογία και τις χωροταξικές ιδιαιτερότητες των επιμέρους περιοχών του ελληνικού χώρου, τις επιμέρους κατηγορίες έργων ΑΠΕ και τις ειδικές ανάγκες ανάπτυξης, προστασίας ή διαφύλαξης που απαντώνται σε συγκεκριμένες περιοχές και σε ευπαθή οικοσυστήματα της χώρας.



Απαιτείται, επομένως, να θεσπιστεί ένα ειδικό χωροταξικό πλαίσιο που να καθορίζει τις βασικές κατευθύνσεις και τους γενικούς κανόνες για τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ στο σύνολο του εθνικού χώρου, ώστε αφενός να καταστούν εκ των προτέρων γνωστές οι κατηγορίες περιοχών στις οποίες αποκλείεται εν όλο ή εν μέρει η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ και αντιστοίχως οι εν δυνάμει κατάλληλες για την υποδοχή τους περιοχές και αφετέρου οι ειδικότερες, ανά κατηγορία ΑΠΕ, χωροταξικές προϋποθέσεις εγκατάστασης, ιδίως σε συνάρτηση με τη φυσιογνωμία, τη φέρουσα ικανότητα και εν γένει το περιβάλλον των περιοχών εγκατάστασης (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009).

#### 4.2 Χωροταξικός Σχεδιασμός και Αειφόρος Ανάπτυξη στην Ελλάδα

Σκοπός της νομοθεσίας χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης στην Ελλάδα, είναι η θέσπιση θεμελιωδών αρχών και η θεσμοθέτηση σύγχρονων οργάνων, διαδικασιών και μέσων άσκησης χωροταξικού σχεδιασμού που προωθούν την αειφόρο και ισόρροπη ανάπτυξη, κατοχυρώνουν την παραγωγική και κοινωνική συνοχή, διασφαλίζουν την προστασία του περιβάλλοντος στο σύνολο του εθνικού χώρου και στις επιμέρους ενότητες του και ενισχύουν τη θέση της χώρας στο διεθνές και ευρωπαϊκό πλαίσιο. Πιο συγκεκριμένα, ο χωροταξικός σχεδιασμός έχει ως στόχο να συμβάλλει (Μαρίνου Αγγ., 2004):

- Στην προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος, στη διατήρηση των οικολογικών και πολιτισμικών αποθεμάτων και στην προβολή και ανάδειξη των συγκριτικών γεωγραφικών, φυσικών, παραγωγικών και πολιτιστικών πλεονεκτημάτων της χώρας.
- Στην ενίσχυση της διαρκούς και ισόρροπης οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης της χώρας και της ανταγωνιστικής παρουσίας της στον ευρύτερο ευρωπαϊκό, μεσογειακό και βαλκανικό της περίγυρο.
- Στη στήριξη της οικονομικής και κοινωνικής συνοχής στο σύνολο του εθνικού χώρου και ιδίως στις περιοχές που παρουσιάζουν προβλήματα αναπτυξιακής υστέρησης, έντονων κοινωνικών διαφοροποιήσεων και περιβαλλοντικής



υποβάθμισης, καθώς και στις περιφερειακές και απομονωμένες περιοχές ή σε άλλες περιοχές που παρουσιάζουν μειονεκτικά χαρακτηριστικά λόγω της γεωγραφικής τους θέσης.

Για την εκπλήρωση των παραπάνω στόχων, κατά την κατάρτιση των προβλεπομένων από το νόμο αυτό χωροταξικών πλαισίων και λοιπών σχεδίων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες αρχές (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

- Η εξασφάλιση ισάξιων όρων διαβίωσης και ευκαιριών παραγωγικής απασχόλησης των πολιτών σε όλες τις Περιφέρειες της χώρας, σε συνάρτηση με την ισόρροπη πληθυσμιακή διάταξη και τη δημογραφική ανανέωσή τους.
- Η αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών και η βελτίωση των υποδομών στο σύνολο του εθνικού χώρου και ιδιαίτερα στις περιοχές που παρουσιάζουν προβλήματα αναπτυξιακής υστέρησης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης.
- Η διατήρηση, ενίσχυση και ανάδειξη της οικιστικής και παραγωγικής πολυμορφίας, καθώς και της φυσικής ποικιλότητας στις αστικές και περιαστικές περιοχές αλλά και στην ύπαιθρο και ιδιαίτερα στις παράκτιες, νησιωτικές και ορεινές περιοχές, καθώς και στις περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένη βιομηχανική και τουριστική ανάπτυξη.
- Η εξασφάλιση μιας ισόρροπης σχέσης μεταξύ του αστικού, περιαστικού και αγροτικού χώρου και η ενίσχυση της εταιρικής σχέσης μεταξύ των Μητροπολιτικών περιοχών, των αστικών κέντρων και των δήμων και οικισμών της υπαίθρου.
- Η κοινωνική, οικονομική, περιβαλλοντική και πολιτισμική αναζωογόνηση των μητροπολιτικών κέντρων, των πόλεων και των ευρύτερων περιαστικών περιοχών τους και ιδίως αυτών που παρουσιάζουν προβλήματα κοινωνικής συνοχής, παραγωγικής ή δημογραφικής εγκατάλειψης, περιβαλλοντικής υποβάθμισης και ποιότητας ζωής.



- Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη, ανάδειξη και προστασία των νησιών, των ορεινών και των παραμεθορίων περιοχών της χώρας και ιδιαίτερα η ενίσχυση του δημογραφικού και πληθυσμιακού τους ισοζυγίου, η διατήρηση και ενθάρρυνση των παραδοσιακών παραγωγικών κλάδων τους και της παραγωγικής πολυμορφίας τους, η βελτίωση της πρόσβασής τους σε βασικές τεχνικές και κοινωνικές υποδομές, καθώς και η προστασία των φυσικών και των πολιτιστικών τους πόρων.
- Η συστηματική προστασία, αποκατάσταση, διατήρηση και ανάδειξη των περιοχών, οικισμών, τοπίων, που διαθέτουν στοιχεία φυσικής, πολιτιστικής και αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.
- Η συντήρηση, αποκατάσταση και ολοκληρωμένη διαχείριση των δασών, των αναδασωτέων περιοχών και των αγροτικών εκτάσεων.
- Η ορθολογική αξιοποίηση και η ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων.
- Ο συντονισμός των δημόσιων προγραμμάτων και έργων που έχουν χωροταξικές επιπτώσεις.
- Η συστηματική πληροφόρηση, ο αποτελεσματικός διάλογος και η προώθηση στρατηγικών συμμαχιών μεταξύ όλων των πολιτικών, παραγωγικών και κοινωνικών συντελεστών που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα τη διαμόρφωση των επιλογών χωρικής ανάπτυξης.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως κατά την κατάρτιση των προβλεπομένων από τη νομοθεσία αυτή χωροταξικών πλαισίων και λοιπών σχεδίων μπορούν να λαμβάνονται υπόψη και άλλες παράμετροι, εφόσον αυτές συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων του χωροταξικού σχεδιασμού .

#### **4.3 Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού στην Ελλάδα**

Το Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης αποτελείται από σύνολο κειμένων ή και διαγραμμάτων με τα οποία α) καταγράφονται και αξιολογούνται οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν την μακροπρόθεσμη χωρική ανάπτυξη και διάρθρωση του εθνικού χώρου, β) αποτιμώνται οι χωρικές επιπτώσεις των διεθνών, ευρωπαϊκών και εθνικών πολιτικών και γ) προσδιορίζονται,



με προοπτική δεκαπέντε (15) ετών, οι βασικές προτεραιότητες και οι στρατηγικές κατευθύνσεις για την ολοκληρωμένη χωρική ανάπτυξη και την αειφόρο οργάνωση του εθνικού χώρου. Ειδικότερα, καθορίζει τις βασικές κατευθύνσεις για (Καπλάνης Σ., 2005):

- τη χωρική οργάνωση των κύριων εθνικών πόλων και αξόνων ανάπτυξης, καθώς και των διεθνών και διαπεριφερειακών εισόδων-πυλών και συνδέσεων της χώρας,
- τη χωρική διάρθρωση των στρατηγικής σημασίας δικτύων υποδομών και μεταφορών, καθώς και των κόμβων διευρωπαϊκής ακτινοβολίας,
- τη χωρική διάρθρωση, εξειδίκευση και συμπληρωματικότητα των παραγωγικών τομέων,
- το ρόλο των μητροπολιτικών και λοιπών σημαντικών αστικών κέντρων και τη σχέση τους με την ενδοχώρα, τη χωρική διάρθρωση του αστικού δικτύου καθώς και τη χωρική οργάνωση και ανάπτυξη του ορεινού, αγροτικού, παράκτιου και νησιωτικού χώρου και άλλων κρίσιμων περιοχών του εθνικού χώρου,
- τη διατήρηση και ανάδειξη της ποικιλομορφίας της υπαίθρου, τη συνετή διαχείριση των φυσικών πόρων, καθώς και τη διατήρηση, ανάδειξη και προστασία της εθνικής φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς,
- τη γεωγραφική ανασυγκρότηση της χώρας με σκοπό τη δημιουργία βιώσιμων διοικητικών και αναπτυξιακών ενοτήτων σε διαπεριφερειακό επίπεδο.

Το Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης αποτελεί τη βάση αναφοράς στην Ελλάδα για το συντονισμό και την εναρμόνιση των επιμέρους πολιτικών, προγραμμάτων και επενδυτικών σχεδίων του κράτους, των δημοσίων νομικών προσώπων και των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης, πρώτου και δεύτερου βαθμού, που έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη συνοχή και ανάπτυξη του εθνικού χώρου (<http://www.minenv.gr/1/12/123/12319/g1231900.html>).





#### 4.4 Τα Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης

Τα Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης αποτελούν σύνολα κειμένων ή και διαγραμμάτων με τα οποία εξειδικεύονται ή και συμπληρώνονται οι κατευθύνσεις του Γενικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης. Αφορούν δε στην ανάπτυξη και οργάνωση του εθνικού χώρου και ιδίως:

- στη χωρική διάρθρωση ορισμένων τομέων ή κλάδων παραγωγικών δραστηριοτήτων εθνικής σημασίας,
- στη χωρική διάρθρωση των δικτύων και υπηρεσιών τεχνικής, κοινωνικής και διοικητικής υποδομής εθνικού ενδιαφέροντος, με εξαίρεση τα δίκτυα και υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών, καθώς και τη χωρική κατανομή των υποδομών γνώσης και καινοτομίας,
- σε ορισμένες ειδικές περιοχές του εθνικού χώρου και ιδίως τις παράκτιες και νησιωτικές περιοχές, τις ορεινές και προβληματικές ζώνες, τις περιοχές που υπάγονται σε διεθνείς ή ευρωπαϊκές συμβάσεις για την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και άλλες ενότητες του εθνικού χώρου που παρουσιάζουν κρίσιμα περιβαλλοντικά, αναπτυξιακά και κοινωνικά προβλήματα (Ν.2742/ΦΕΚ 207/Α'/07.10.1999).

Με βάση τα παραπάνω, καθίσταται σαφές ότι ο χωροταξικός σχεδιασμός για τις ΑΠΕ δύναται να πραγματοποιηθεί μέσω ενός Ειδικού Πλαισίου, δεδομένου ότι η ανάπτυξή τους αποτελεί τομέα εθνικής σημασίας, αφορά τεχνικές υποδομές εθνικού ενδιαφέροντος και σχετίζεται με σημαντικά αναπτυξιακά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα.

Τα Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης καταρτίζονται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ – πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ) σε συνεργασία με τα υπόλοιπα συναρμόδια Υπουργεία (στην περίπτωση των ΑΠΕ απαιτείται συνεργασία με το Υπουργείο Ανάπτυξης) και εγκρίνονται με απόφαση της Επιτροπής Συντονισμού της Κυβερνητικής Πολιτικής στον τομέα του Χωροταξικού Σχεδιασμού και της Αειφόρου



Ανάπτυξης, μετά από γνωμοδότηση του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης. Αναθεωρούνται ανά πενταετία, εφόσον προκύψει τεκμηριωμένη ανάγκη αναθεώρησής τους από την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της τήρησης των βασικών του επιλογών, προτεραιοτήτων και κατευθύνσεων.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως στην πράξη, μόνο ένα τέτοιο Ειδικό Πλαίσιο έχει θεσμοθετηθεί, το οποίο αφορά στα σωφρονιστικά καταστήματα και ψηφίστηκε το 2001. Έχουν μείνει στάσιμες οι διαδικασίες θεσμοθέτησης των Πλαισίων που αφορούν στον παράκτιο και στον ορεινό χώρο. Σήμερα βρίσκονται σε εξέλιξη οι διαδικασίες θεσμοθέτησης Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, τη βιομηχανία και τον τουρισμό.

#### 4.4.1 Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού γενικότερα

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασική προτεραιότητα της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος (Λευκή Βίβλος «Ενέργεια για το Μέλλον», 1997) και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού (Green Paper «Στρατηγική για την Ασφάλεια της παροχής Ενέργειας», 2000). Επίσης, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο (1998), που τέθηκε πρόσφατα σε ισχύ, προβλέπεται μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ κατά 8% το 2008-12 από τα επίπεδα του 1990 (για την Ελλάδα ο στόχος είναι η συγκράτηση της αύξησης στο 25%) (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009).

Με βάση την κοινοτική Οδηγία 2001/77/ΕΚ, "Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας" (ΟJ L283/27.10.2001), έχει τεθεί ως στόχος μέχρι το 2010, το 22,1% της ηλεκτροπαραγωγής να προέρχεται από ΑΠΕ. Η Οδηγία αυτή προβλέπει στο παράρτημά της για την Ελλάδα ενδεικτικό στόχο κάλυψης από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές (αιολική, ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια, ενέργεια κυμάτων,



παλιρροϊκή ενέργεια, υδραυλική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο), περιλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, σε ποσοστό της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010 ίσο με 20,1% και μέχρι το 2020 ίσο με 29% (Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009).

Στην περίπτωση των ΑΠΕ, η θεσμοθέτηση Ειδικού Πλαισίου αποτελεί, ίσως, την πλέον ενδεδειγμένη και νομικά ασφαλή λύση για την αποτελεσματική χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ και ειδικότερα αιολικών πάρκων, καθώς κατοχυρώνει τον μακροπρόθεσμο χωρικό σχεδιασμό και καλύπτει τις απαιτήσεις στρατηγικού σχεδιασμού για την χωρική ένταξη των έργων ΑΠΕ. Το Ειδικό Πλαίσιο, σύμφωνα με την Κοινή Διακήρυξη Αρχών για την προώθηση ΑΠΕ, πρέπει να περιλαμβάνει σαφή κριτήρια για τη χωροθέτηση τους, λαμβάνοντας υπόψη, κατά προτεραιότητα όλες τις άλλες οριζόντιες πολιτικές εθνικού επιπέδου (Εθνικές και Κοινοτικές πολιτικές και δεσμεύσεις), την ιδιαιτερότητα των ΑΠΕ, τον περιβαλλοντικά φιλικό χαρακτήρα τους, τη σημειακή τους φύση (εγκατάσταση όπου υπάρχει δυναμικό), ενσωματώνοντας τα ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος και ελαχιστοποίησης των όποιων επιπτώσεων μπορεί να συνεπάγεται η εγκατάσταση έργου ΑΠΕ σε μια περιοχή και γενικότερα στο σύνολο της επικράτειας (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010).

Στα Περιφερειακά Πλαίσια γίνεται αναφορά στις ΑΠΕ και διαπιστώνεται η ανάγκη επέκτασης των έργων τους. Το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στοχεύει να καλύψει ή να εξειδικεύσει τα κενά που διαπιστώνονται στις κατευθύνσεις των Περιφερειακών Πλαισίων και επικεντρώνει (Μαρίνου Αγγ., 2004):



- Στην περαιτέρω τεκμηρίωση της ανάγκης επέκτασης των έργων ΑΠΕ (κυρίως αιολικών) για περιβαλλοντικούς λόγους (τοπικούς, περιφερειακούς, εθνικούς και πλανητικούς), έχοντας ως στόχο την ανταπόκριση της χώρας στις διεθνείς της δεσμεύσεις.
- Στην εύρεση και εξακρίβωση των καταλληλότερων περιοχών, από την άποψη της ύπαρξης επαρκούς εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού.
- Στην τεκμηρίωση των συμβατοτήτων ή ασυμβατοτήτων μεταξύ των έργων ΑΠΕ και άλλων τοπικών αναπτυξιακών κατευθύνσεων, εξειδικεύοντας τους όρους (κριτήρια) συνύπαρξης ή συνδυασμού τους.
- Στην αποσαφήνιση και εξειδίκευση των επιβαλλόμενων ειδικών δεσμεύσεων, που προκύπτουν από την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ, για την προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, μέσα από ένα πλέγμα κριτηρίων χωροθέτησης.
- Στην ωφέλεια, που θα έχει η χώρα, από την προώθηση έργων ΑΠΕ, τόσο στο εθνικό, όσο και στο περιφερειακό επίπεδο.
- Στην ωφέλεια, που θα προκύψει στο τοπικό επίπεδο, μέσω του καθορισμού ενός πλέγματος αντισταθμιστικών οφελών, από την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ. Είναι προφανές ότι, μετά την θεσμοθέτηση του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, οι όποιες αντιφάσεις ή ασάφειες στην ερμηνεία που είναι δυνατό να προκύψουν, μεταξύ των εξειδικευμένων κατευθύνσεων του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ και ειδικών διατυπώσεων, κατευθύνσεων, ρυθμίσεων των Περιφερειακών Πλαισίων πρέπει να αίρονται με εφαρμογή και επικράτηση των ρυθμίσεων και κατευθύνσεων του Ειδικού Πλαισίου. Ειδικά στην περίπτωση, που εντοπίζονται πολύ συγκεκριμένες επιμέρους συγκρούσεις και αντιθέσεις, αυτές πρέπει να οδηγήσουν στην θεσμική προσαρμογή των Περιφερειακών Πλαισίων.
- Διαπιστώνεται πάντως ότι, λόγω της γενικά θετικής αντιμετώπισης των ΑΠΕ από τα Περιφερειακά Πλαίσια, οι περιπτώσεις συγκεκριμένων απαιτήσεων για θεσμική προσαρμογή ή τροποποίηση των Περιφερειακών Πλαισίων, είναι ελάχιστες. Σε κάθε περίπτωση, δύο συγκρούσεις, που πρέπει να αρθούν είναι η απαίτηση για εκπόνηση ειδικών μελετών χωροθέτησης αιολικών πάρκων



στις περιοχές της Νότιας Εύβοιας και της Ανατολικής Λακωνίας, που προκύπτουν από τα Περιφερειακά Πλαίσια Στερεάς Ελλάδας και Πελοποννήσου, δεδομένου ότι το Ειδικό Πλαίσιο ορίζει τις περιοχές ως «προτεραιότητας» και εκτιμά τη φέρουσα ικανότητά τους.

#### 4.4.1.1 Σκοπός του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού

Σκοπός του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού είναι (Καπλάνης Σ., 2005):

- η διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου, βάσει των διαθέσιμων σε εθνικό επίπεδο στοιχείων.
- η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
- η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών» (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010).

Για την πρόληψη, την άμβλυνση και την αποτροπή των όποιων αρνητικών επιπτώσεων των έργων ΑΠΕ, απαιτείται η καθιέρωση σαφών κανόνων χωροθέτησης τους, ώστε αφενός να μειωθούν οι αβεβαιότητες και οι συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφύονται επί του πεδίου και αφετέρου να ικανοποιηθούν οι ευρύτερες ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και η αειφόρος ανάπτυξη των περιοχών υποδοχής τους. Με τα παραπάνω, επιδιώκεται να παρασχεθεί, εκτός των άλλων, ένα σαφέστερο πλαίσιο στις αδειοδοτούσες αρχές και τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, ώστε, εκτός των παραπάνω, να προσανατολιστούν σε, καταρχήν κατάλληλες από χωροταξικής απόψεως, περιοχές εγκατάστασης.



## 4.4.2 Κανόνες Χωροθέτησης Αιολικών Εγκαταστάσεων

### 4.4.2.1 Διάκριση του Εθνικού Χώρου για Αιολικές Εγκαταστάσεις

Το Ειδικό Πλαίσιο, για την καλύτερη χωροθέτηση των αιολικών εγκαταστάσεων, διακρίνει τον εθνικό χώρο στις ακόλουθες μείζονες κατηγορίες, με βάση το εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό του και τα ιδιαίτερα χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

- Στην ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης και της νήσου Εύβοιας,
- Στην Αττική, που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της,
- Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης και
- Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες.

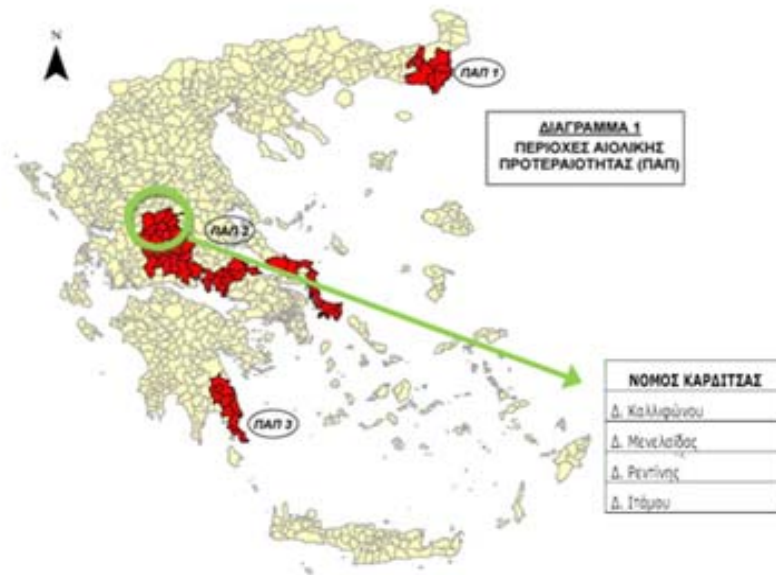
Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται περαιτέρω σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ) ως εξής:

Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ): Είναι οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, που απεικονίζονται στον ακόλουθο χάρτη. Πρόκειται για τμήματα των νομών Ροδόπης και Έβρου (περιοχή 1), τμήματα των νομών Ευβοίας, Ευρυτανίας, Βοιωτίας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας και Καρδίτσας (περιοχή 2) και τέλος, τμήματα των νομών Λακωνίας και Αρκαδίας (περιοχή 3).

Σύμφωνα με το Ειδικό Πλαίσιο και μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, οι περιοχές αυτές διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών. Εν πρώτοις, διαθέτουν ικανό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, ενώ υπάρχει αυξημένη ζήτηση εγκατάστασης ανεμογεννητριών από μέρους των επενδυτών. Ταυτόχρονα, προσφέρονται από άποψης επίτευξης των χωροταξικών στόχων (ελεγχόμενη συγκέντρωση των αιολικών εγκαταστάσεων) διότι



συγκεντρώνουν τη μεγαλύτερη ζήτηση με βάση τις αιτήσεις για άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας.



Εικόνα 1. Wind Map of Greece

Χάρτης Νο. 1 - Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ)

Στις περιοχές αυτές, εκτιμάται η μέγιστη δυνατότητα χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων (φέρουσα ικανότητα). «Φέρουσα Ικανότητα» ή «χωρητικότητα» μιας περιοχής ως προς την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ, ορίζεται ως «η μέγιστη δυνατότητα εγκατάστασης έργων ΑΠΕ στη περιοχή αυτή, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους, στον βαθμό που αυτές συνηγορούν ή περιορίζουν την μέγιστη δυνατότητα εγκατάστασής τους, έτσι ώστε, να μην αλλοιώνονται ανεπιστρεπτί, τα βασικά χαρακτηριστικά του υποδοχέα» (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2008). Η στάθμιση των πιο πάνω παραμέτρων, επιτυγχάνεται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια προσδιοριζόμενα, κατά το δυνατόν, αντικειμενικά. Ο ορισμός της φέρουσας ικανότητας είναι από τη φύση του εξαιρετικά πολύπλοκος και δύσκολα ποσοτικοποιήσιμος.



Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ): Είναι ομάδες ή επιμέρους περιοχές πρωτοβάθμιων Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης της ηπειρωτικής χώρας καθώς και μεμονωμένες θέσεις, οι οποίες δεν εμπίπτουν σε ΠΑΠ, αλλά διαθέτουν ικανοποιητικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό και προσφέρονται για το λόγο αυτό για την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων. Στις ΠΑΚ συμπεριλαμβάνονται και οι κατάλληλες για χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων ζώνες, που θα προσδιοριστούν, με βάση τα κριτήρια του Ειδικού Πλαισίου, από τα οικεία Περιφερειακά Πλαίσια, Ρυθμιστικά Σχέδια, Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια, Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων, Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου ή άλλα σχέδια χρήσεων γης.

Η έλλειψη χωροταξικού σχεδιασμού οδηγεί στην απρογραμματίστη διασπορά των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στο χώρο, η οποία με τη σειρά της δεν δημιουργεί μόνο συγκρούσεις χρήσεων γης με άλλες δραστηριότητες και λειτουργίες, όπως η κατοικία και ο τουρισμός ή κοινωνικές αντιδράσεις. Συνεπάγεται, επιπλέον, αδυναμία ορθολογικής χρησιμοποίησης των φυσικών πόρων και πλημμελή προστασία της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς. Με βάση τις κατευθύνσεις του χωροταξικού σχεδιασμού, πιστεύεται ότι μέσω αυτού θα αποφευχθούν τα προβλήματα και οι συγκρούσεις που αναφέρονται επί του πεδίου.

#### 4.4.2.2 Περιοχές Αποκλεισμού και Ζώνες Ασυμβατότητας

Σε όλες τις κατηγορίες περιοχών της προηγούμενης παραγράφου, πρέπει να αποκλείεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός (Μαρίνου Αγγ., 2004):

- Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας,
- Των περιοχών απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης,
- Των πυρήνων των εθνικών δρυμών, των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών,
- Των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000,





- Των εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών,
- Των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς των θεματικών πάρκων και των τουριστικών λιμένων,
- Των ατύπως διαμορφωμένων, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικών και οικιστικών περιοχών, όπως αυτές θα αναγνωρίζονται ειδικότερα στο πλαίσιο της οικείας Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης/ Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ),
- Των αξιόλογων ακτών και παραλιών (πχ. αμμωδών), όπως αυτές θα αναγνωρίζονται ειδικότερα στο πλαίσιο της οικείας ΠΠΕΑ και ΜΠΕ και Των χαρακτηρισμένων κατά τις κείμενες διατάξεις αγροτικών περιοχών υψηλής παραγωγικότητας.

#### 4.4.2.3 Ειδικά Κριτήρια Χωροθέτησης Αιολικών Μονάδων

##### 4.4.2.3.1 Ηπειρωτική Χώρα

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στις ΠΑΠ και ΠΑΚ της ηπειρωτικής χώρας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

- Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που εμπίπτουν σε ΠΑΠ της ηπειρωτικής χώρας δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά ΟΤΑ (ήτοι 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα).
- Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους Δήμους Μονεμβασίας, Αραχόβης, Καρπενησίου και Καρύστου που χαρακτηρίζονται από υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά Δήμο (ήτοι 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα).



- Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που εμπίπτουν σε ΠΑΚ της ηπειρωτικής χώρας δεν μπορεί να υπερβαίνει το 5% ανά ΟΤΑ (ήτοι 0,66 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα).
- Για τις αιολικές εγκαταστάσεις που εμπίπτουν σε περισσότερους του ενός ΟΤΑ των πιο πάνω περιπτώσεων, οι επιτρεπόμενες κατά περίπτωση πυκνότητες εφαρμόζονται για το τμήμα της αιολικής εγκατάστασης που εμπίπτει σε κάθε ένα ΟΤΑ ξεχωριστά.
- Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο : Εφαρμόζονται οι κανόνες τοπίου που ορίζονται στο Παράρτημα IV.

#### 4.4.2.3.2 Νησιωτικός Χώρος

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και στην Κρήτη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ότι το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ των κατοικημένων νησιών του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και της Κρήτης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά ΟΤΑ (ήτοι 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα) (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010).

#### 4.4.2.3.3 Θαλάσσιος Χώρος και Ακατοίκητες Νησίδες

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

*A. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο θαλάσσιο χώρο :*

1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές της χώρας που διαθέτουν προϋποθέσεις αιολικής εκμεταλλευσιμότητας, εφόσον αυτές δεν εντάσσονται σε ιδιαίτερο θεσμικό καθεστώς ρητής απαγόρευσης



της εγκατάστασης ή δεν αποτελούν ζώνη αποκλεισμού, όπως θεσμοθετημένα θαλάσσια ή υποθαλάσσια πάρκα ή βεβαιωμένες γραμμές επιβατικής ναυσιπλοΐας.

2. Ελάχιστες αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

3. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε απόσταση μικρότερη των 1.000 μ. από οργανωμένες ή διαμορφωμένες ακτές λουομένων ή άλλες αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ. αμμώδεις), όπως θα αναγνωρίζονται στο στάδιο της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ).

4. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος μικρότερο των 1.100 μ.

5. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από περιοχές και στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

6. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από οικισμούς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

7. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από παραγωγικές ζώνες ή δραστηριότητες του τριτογενή τομέα: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

8. Το βάθος θεμελίωσης ή αγκύρωσης της βάσης της ανεμογεννήτριας, προσδιορίζεται από τις δυνατότητες της τρέχουσας τεχνολογίας και τις αντίστοιχες μελέτες στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς.

9. Πρέπει να αποδεικνύεται η δυνατότητα ασφαλούς διασύνδεσης και μεταφοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.



10. Μέγιστη απόσταση χερσαίας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης: 20 χλμ.11. Εφαρμόζονται οι κανόνες του τοπίου που ισχύουν για τις ΠΑΠ, όπως αυτοί προσδιορίζονται ειδικότερα στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

*B. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων σε ακατοίκητες νησίδες:*

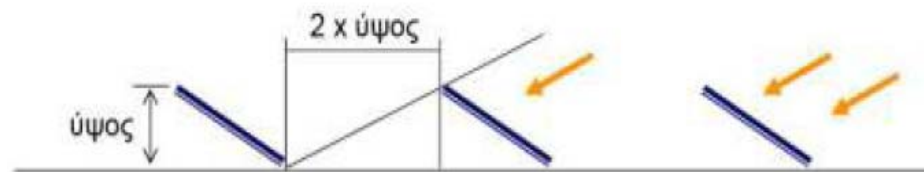
1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις ακατοίκητες νησίδες της χώρας, εφόσον αυτές δεν εμπίπτουν σε περιοχή αποκλεισμού σύμφωνα με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 6 της παρούσας.
2. Κατά τα λοιπά, εφαρμόζονται τα κριτήρια χωροθέτησης που ορίζονται στην περίπτωση Α' του παρόντος άρθρου για τις θαλάσσιες περιοχές.

#### **4.4.3 Κανόνες χωροθέτησης Φ/Β & Ενεργειακή απολαβή πάνελ**

Το πιο σημαντικό κριτήριο αποτελεί η επίτευξη της μέγιστης δυνατής έντασης της ακτινοβολίας σε κάθε πάνελ κατά τη διάρκεια του χρόνου. Όπως θα περίμενε κανείς, η ένταση της ακτινοβολίας είναι αρκετά μεγαλύτερη το καλοκαίρι απ' ότι το χειμώνα. Ωστόσο, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απολαβής θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη του και το γεγονός ότι οι υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού συντελούν αρνητικά στην παραγωγή ενέργειας.

Για την μέγιστη απολαβή ενέργειας, τα πάνελ είναι απαραίτητο να τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό με κλίση η οποία εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Για τα ελληνικά δεδομένα, μία τυπική μέση χαρακτηριστική κλίση είναι αυτή των 30 μοιρών. Ωστόσο όπως θα αναλυθεί περαιτέρω, είναι δυνατόν να αυξηθεί η ενεργειακή απολαβή αναγκάζοντας τα φωτοβολταϊκά πάνελ να ακολουθούν καθημερινώς την πορεία του ήλιου από ανατολή προς δύση με μεταβλητή κλίση, ώστε να λαμβάνεται υπόψη και η θέση του ήλιου στον ορίζοντα. Ωστόσο, η τοποθέτηση των πάνελ σε νότιο προσανατολισμό με περίπου 30 μοίρες κλίση ως προς την οριζόντιο, δίνουν έναν πρακτικό κανόνα τοποθέτησης των πάνελ. Αναφορικά με τη σκίαση, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε η εγκατάσταση να βρίσκεται σε χώρο στον οποίο απουσιάζουν εμπόδια.

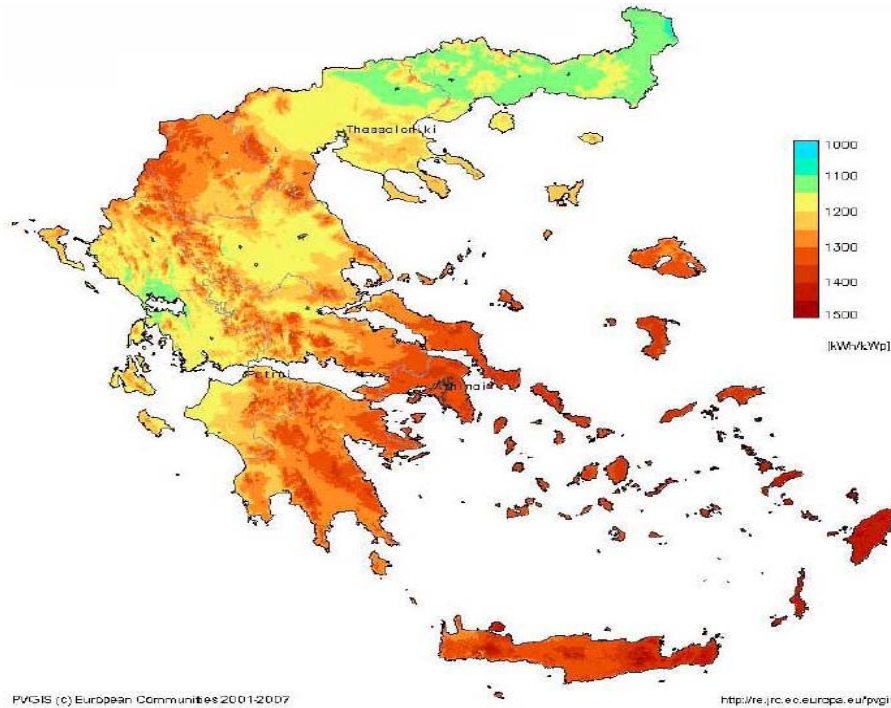
Επιπλέον, για την αποφυγή σκιάσεων σειρών φωτοβολταϊκών πάνελ μεταξύ τους, ένας πρακτικός κανόνας τοποθέτησης είναι ότι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σειρών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια του ύψους της εγκατάστασης, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα:



Σχήμα: Χωροθέτηση σειρών Πάνελ.

Η ενεργειακή απολαβή από τα φωτοβολταϊκά πάνελ εξαρτάται προφανώς και από τα κλιματολογικά δεδομένα του τόπου εγκατάστασης. Είναι προφανές ότι φωτοβολταϊκά πάνελ του ίδιου κατασκευαστή τοποθετημένα ακριβώς με τον ίδιο τρόπο θα δίνουν διαφορετική παραγωγή στη Βόρεια απ' ότι στη Νότια Ελλάδα, όπου επικρατούν διαφορετικές συνθήκες ακτινοβολίας και θερμοκρασίας. Ο μελετητής μηχανικός θα πρέπει πάντα να έχει υπόψη του ότι η αναγραφόμενη ισχύ κάθε πάνελ (peak power,  $W_p$ ) αναφέρεται σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου (STC) οι οποίες διαφέρουν σημαντικά από τις πραγματικά επικρατούσες συνθήκες.

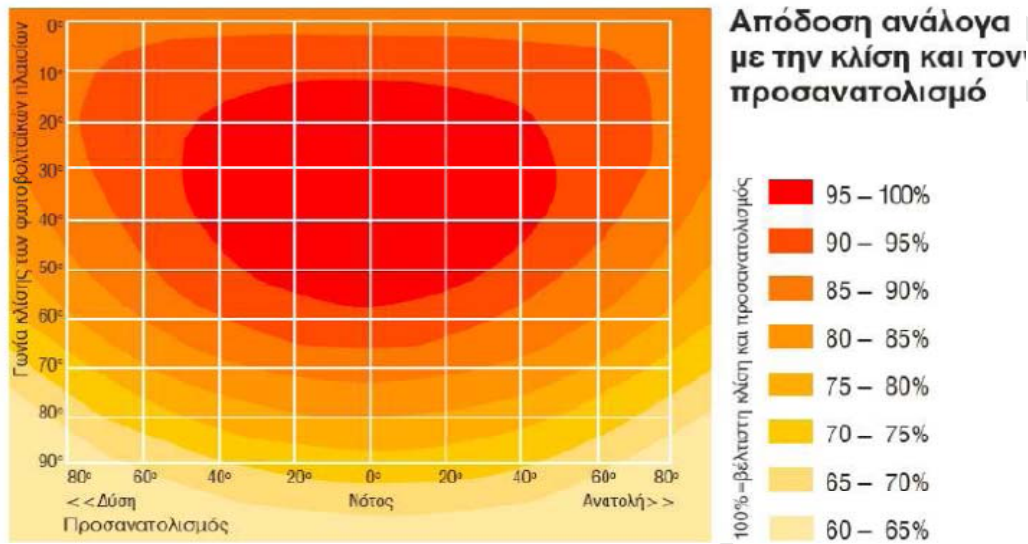
Το παρακάτω Σχήμα παρουσιάζει ενδεικτικές παραγωγές ηλεκτρικές ενέργειας ανά έτος και ανά εγκατεστημένο kWp για πάνελ κρυσταλλικού πυριτίου για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδος για πάνελ τοποθετημένα σε σταθερές βάσεις:



Σχήμα: Παραγωγή ενέργειας (kWh/έτος/kWp) για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδας (Πηγή ΣΕΦ, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>)

Όπως προκύπτει, μία μέση εκτίμηση της ενεργειακής απολαβής είναι 1150-1500kWh/kWp ετησίως, με τη μεγαλύτερες τιμές να σημειώνονται στην Κρήτη και τα δωδεκάνησα. Ο υπολογισμός αυτός προσαυξάνεται κατά περίπου 25-30% κατά μέσο όρο με τη χρησιμοποίηση συστημάτων ανίχνευσης της πορείας του ήλιου (trackers).

Ωστόσο, ένα συχνό θέμα αποτελεί υπολογισμός της απόδοσης όταν υπάρχει απόκλιση από τις ιδανικές συνθήκες προσανατολισμού και κλίσης. Το φαινόμενο αυτό συναντάται συνήθως σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών σε κτίρια όπου η επιφάνεια χωροθέτησης είναι δεδομένου προσανατολισμού και κλίσης. Αντίθετα, σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών επί εδάφους υπάρχει συνήθως αρκετός χώρος ώστε να επιτευχθούν οι βέλτιστες συνθήκες. Στις περιπτώσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω διαγράμματα:



Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
Ανατολικός - Δυτικός	90	85	50
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90	95	60
Νότιος	90	100	60
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90	67	30
Βόρειος	90	60	20

Σχήμα: Μεταβολή της παραγωγής ενέργειας για απόκλιση τοποθέτησης ως προς τις βέλτιστες συνθήκες. Πηγή ΣΕΦ

#### 4.4.3.1 Ειδικά Κριτήρια Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων Εκμετάλλευσης της Ηλιακής Ενέργειας

1. Ως περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας (Φωτοβολταϊκά πεδία) μπορεί ενδεικτικά να θεωρηθούν οι γυμνές και άγονες περιοχές σε χαμηλό υψόμετρο της ηπειρωτικής και της νησιωτικής



χώρας, κατά προτίμηση αθέατες από πολυσύχναστους χώρους, και με δυνατότητες διασύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα.

2. Ως ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή ζώνες στις οποίες πρέπει να αποκλείεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται οι εξής κατηγορίες περιοχών (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

- α. Τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και τα άλλα μνημεία μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και οι οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας
- β. Οι περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και του τοπίου που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.
- γ. Οι πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, τα κηρυγμένα μνημεία της φύσης και τα αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της προηγούμενης περίπτωσης.
- δ. Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000.
- ε. Οι πολυσύχναστοι χώροι, στους οποίους η αντανάκλαση του φωτός από τις εγκαταστάσεις μπορεί να αποτελεί σημαντική όχληση, όπως αυτοί θα αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου.
- στ. Οι γεωργικές γαίες υψηλής παραγωγικότητας.

3. Οι αποστάσεις των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας από τις παραπάνω ζώνες αποκλεισμού και οι ειδικότεροι όροι χωροθέτησης των συνοδευτικών τους έργων πρέπει να καθορίζονται, κατά περίπτωση, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και





τους τυχόν ειδικούς κανονισμούς και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (πχ. γραμμές μεταφοράς ΥΤ).

## **5. Κεφάλαιο 5ο: Στοιχεία Επιλογής Θέσης Φ/Β και Αιολικού Πάρκου στην Ελλάδα**

### **5.1 Στοιχεία Χωροθέτησης Αιολικού Πάρκου στην Ελλάδα**

Η χωροθέτηση αιολικών πάρκων είναι ένα θέμα περίπλοκο αφού εξαρτάται όχι μόνο από την ύπαρξη φυσικών διαθεσίμων (π.χ. άνεμος) αλλά και από πολλές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνιστώσες. Ο χωροταξικός σχεδιασμός, δεδομένου ότι αποσκοπεί στην οικονομική και κοινωνική συνοχή, στην ορθή διαχείριση των φυσικών πόρων και της πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς και στην εδραίωση της ισόρροπης ανάπτυξης, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε τόπου, θεωρείται απαραίτητος και στην περίπτωση της χωροθέτησης αυτών των έργων, μέσω του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ.

Ελλείπει ευρύτερου χωροταξικού σχεδιασμού, η χωροθέτηση των αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζεται μέχρι σήμερα στο πλαίσιο της γενικότερης αδειοδοτικής διαδικασίας τους. Ο θεσμός της σημειακής χωροθέτησης αποτέλεσε, μέχρι σήμερα, το βασικό νομικό πλαίσιο. Λόγω έλλειψης του ολοκληρωμένου σχεδιασμού, έχει θεσπιστεί ένα μεταβατικό στάδιο, χωροταξικού σχεδιασμού μικρής κλίμακας, όπου χρησιμοποιούνται προσωρινά υποκατάστατων του, όπως ήταν παλιότερα η προέγκριση χωροθέτησης και είναι σήμερα η προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση. Η διαδικασία αυτή στηρίζεται σε διατάξεις, κυρίως, περιβαλλοντικού περιεχομένου (πχ Ν.1650/1986 έτσι όπως συμπληρώθηκε από τον Ν. 3010/2002), οι οποίες προβλέπουν κατηγορίες περιοχών κατάλληλες και για χωροταξικές ρυθμίσεις.

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στην Αττική πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής (Μαρίνου Αγγ., 2004):

- *Η φέρουσα ικανότητα της περιοχής*



- *Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά ΟΤΑ (ήτοι 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα).*
- *Οι κανόνες ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο*

### **5.1.1 Διαδικασίες Επιλογής Θέσης Εγκατάστασης Αιολικού Πάρκου στην Ελλάδα**

Ο αντικειμενικός σκοπός της διαδικασίας επιλογής της θέσης εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου είναι ο προσδιορισμός, σε λογικό χρονικό διάστημα, των θέσεων οι οποίες παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα οικονομικοτεχνικής βιωσιμότητας των μελλοντικών αιολικών εγκαταστάσεων με την ταυτόχρονη μεγαλύτερη κοινωνική και περιβαλλοντική αποδοχή. Από την πλευρά της βέλτιστης επιλογής της τοποθεσίας εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας σε σχέση με το αιολικό δυναμικό η τήρηση των βασικών ανεμολογικών κριτηρίων προϋποθέτει την επιλογή τοποθεσιών με (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010) :

- *Υψηλή μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου*
- *Αιολικό δυναμικό υψηλής ποιότητας, δηλαδή μεγάλη διάρκεια ισχυρών ανέμων και περιορισμένη ύπαρξη περιόδων νηνεμίας*
- *Απουσία αποφράξεων του ανέμου καθώς και υψηλών εμποδίων*

Η μεθοδολογία αξιολόγησης των αιτήσεων στοχεύει στην ορθή, αντικειμενική και ισότιμη αντιμετώπιση όλων των έργων και των φορέων υλοποίησής τους. Βασικοί άξονες της μεθοδολογίας που διασφαλίζουν τα παραπάνω είναι οι εξής:

- *Ενιαίοι κανόνες αξιολόγησης για όλες τις Αιτήσεις. Η αξιολόγηση όλων των Αιτήσεων βασίζεται στους ίδιους κανόνες, ανεξάρτητα από την περιοχή της χώρας όπου θα γίνει το έργο, την τεχνολογία ΑΠΕ του έργου, κλπ.*
- *Η αξιολόγηση των Αιτήσεων δεν γίνεται με διαγωνιστική διαδικασία, αλλά κάθε Αίτηση αξιολογείται ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες που έχουν*



*υποβληθεί. Μόνο σε περιπτώσεις συγκρουόμενων έργων, τότε και μόνο τότε, εφαρμόζονται διαδικασίες συγκριτικής αξιολόγησης των Αιτήσεων.*

- *Αντικειμενική αξιολόγηση των Αιτήσεων που διασφαλίζεται με τη χρησιμοποίηση κυρίως τεκμηριωμένων στοιχείων και δεδομένων από κρατικούς φορείς. Λαμβάνονται υπόψη πιστοποιημένες μετρήσεις και λοιπά τεκμηριωμένα στοιχεία που περιλαμβάνονται στις Αιτήσεις.*

Σε κάθε περίπτωση εξέτασης κατά την οποία διαπιστώνεται ύπαρξη προβλήματος, ζητούνται από τον αιτούντα περαιτέρω πληροφορίες ή ζητείται η τροποποίηση της Αίτησης. Η Αίτηση θεωρείται πλήρης όταν δεν ζητούνται πλέον περαιτέρω πληροφορίες ή τροποποιήσεις από τον αιτούντα. Κατά την αξιολόγηση λαμβάνονται υπόψη οι αντιρρήσεις που τυχόν έχουν εγερθεί κατά μιας Αίτησης και η ΡΑΕ κατά την κρίση της μπορεί να ζητήσει πρόσθετες πληροφορίες ή τροποποιήσεις του έργου από τον αιτούντα (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010).

### **5.1.2 Μέθοδος Συνεκτίμησης Κριτηρίων**

Το τελικό αποτέλεσμα της εξέτασης κάθε Αίτησης στη Φάση Α προκύπτει ύστερα από συνεκτίμηση των ανωτέρω κριτηρίων. Για κάθε κριτήριο απαιτείται ένα ελάχιστο επίπεδο επίδοσης, αλλιώς η Αίτηση θεωρείται ότι είναι καταφανώς ανεπαρκής στο κριτήριο 8 ή τα κριτήρια στα οποία είχε πολύ χαμηλή επίδοση. Τυχόν επίδοση μεγαλύτερη του ελαχίστου επιπέδου κατά κριτήριο βαθμολογείται κατά τη συνεκτίμηση κριτηρίων.

Εξετάζεται η Τυπική Πληρότητά της, δηλαδή η ορθή και έγκαιρη υποβολή όλων των δικαιολογητικών που απαιτούνται βάσει του Κανονισμού Αδειών Παραγωγής. Κατά την εξέταση διαπιστώνεται κατ. αρχήν αν η Αίτηση είναι τυπικά αποδεκτή. Επιπλέον αν πρόκειται για παλαιό έργο, το οποίο διαθέτει Άδεια Εγκατάστασης ή Άδεια Λειτουργίας με αίτηση προ της δημοσίευσης του Κανονισμού Αδειών Παραγωγής (8 Δεκεμβρίου 2000) εντάσσεται στα έργα της μεταβατικής περιόδου, όπως ορίζονται στο Ν. 2773/99. Έργα μεταβατικής



περιόδου θεωρούνται και όσα είχαν εγκριθεί για επιχορήγηση στα πλαίσια του ΕΠΕ (Β. ΚΠΣ).

Εάν πρόκειται για παλαιό έργο που εντάσσεται στη μεταβατική περίοδο κατά το Ν. 2773/99, αυτό λαμβάνει θετική γνώμη για Άδεια Παραγωγής, αφού προηγουμένως εξεταστούν οι υποβληθείσες αντιρρήσεις εναντίων του και απορριφθούν ως αβάσιμες. Εάν οι αντιρρήσεις έχουν βάση, τότε, αν μπορεί να θεραπευτούν, ζητούνται τα απαραίτητα στοιχεία και το έργο επανεξετάζεται, αλλιώς δίνεται αρνητική Γνώμη από τη ΡΑΕ για Άδεια Παραγωγής. Η τυπική πληρότητα της Αίτησης είναι απαραίτητη προκειμένου να συνεχιστεί η αξιολόγηση του έργου.

Έτσι, αν είναι τυπικά πλήρης ακολουθεί η εξέταση της πλήρωσης των προϋποθέσεων στα υπόλοιπα στάδια αξιολόγησης, αν είναι ελλιπής ζητούνται πρόσθετα στοιχεία για τη συμπλήρωση της, ενώ αν περιλαμβάνει ελάχιστα στοιχεία και ουσιαστικά απαιτείται υποβολή όλων σχεδόν των στοιχείων, το έργο δεν αξιολογείται (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010).

Κατά το πρώτο στάδιο της διαδικασίας ελέγχεται η τυπική πληρότητα της αίτησης, σύμφωνα με τον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής και Προμηθείας Ηλεκτρικής Ενέργειας. Συγκεκριμένα, ελέγχεται το τυπικό μέρος της υποβολής της αίτησης (εγκυρότητα υποβολής, προθεσμία, επιλεξιμότητα υποβάλλοντος) καθώς και η πληρότητα, η νομιμότητα και η εγκυρότητα των συνοδευτικών εγγράφων, δικαιολογητικών και στοιχείων. Επιπλέον στο στάδιο αυτό καταχωρούνται και οι ενστάσεις-αντιρρήσεις κατά της Αίτησης. Συγκεκριμένα η Αίτηση, η οποία πρέπει να έχει υποβληθεί σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή. Τα έγγραφα και τα στοιχεία που συνοδεύουν την Αίτηση ελέγχονται ως προς την πληρότητά τους. Με βάση τα αποτελέσματα της εξέτασης του σταδίου αυτού οι Αιτήσεις διαχωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

- πλήρεις, οι οποίες περνάνε επιτυχώς το στάδιο αυτό,



- ελλειπείς, για τις οποίες ζητούνται τα μη υποβληθέντα δικαιολογητικά εντός προθεσμίας (5) εράσμιων ημερών. Μέχρι την ορθή υποβολή τους, οι αιτήσεις διατηρούνται σε εκκρεμότητα
- με σοβαρές ελλείψεις, για τις οποίες δεν μπορεί να γίνει αξιολόγηση λόγω ελλείψεως του συνόλου σχεδόν των δικαιολογητικών ή σοβαρών στοιχείων (π.χ. οικονομικοτεχνική μελέτη) και απαιτείται εκ νέου υποβολή της Αίτησης
- αιτήσεις που αφορούν παλαιά έργα με άδεια εγκατάστασης ή λειτουργίας ή έργα ΕΠΕ, για τα οποία δεν συνεχίζεται η αξιολόγηση, αλλά εξετάζονται μόνο οι υποβληθείσες αντιρρήσεις κατά των αιτήσεων αυτών. Για τα έργα που οι αντιρρήσεις είναι αβάσιμες δίνεται θετική Γνώμη απορρίπτοντας τις σχετικές αντιρρήσεις. Για τα έργα που κρίνονται βάσιμες αντιρρήσεις, δεν δίνεται θετική Γνώμη κατ. αρχάς, και ζητούνται πρόσθετα στοιχεία από τους ενδιαφερόμενους προς άρση των κωλυμάτων. Εάν δεν αίρονται τελικώς τα κωλύματα, η ΡΑΕ δίνει αρνητική Γνώμη για τα έργα αυτά.

### 5.1.3 Εξέταση Επηρεασμού Θεμάτων Ασφάλειας

Στο στάδιο αυτό ελέγχονται θέματα εθνικής ασφάλειας, θέματα δημόσιας ασφάλειας ή θέματα παρακώλυσης συγκοινωνιών που μπορεί να επηρεάζει η υλοποίηση του έργου. Η υλοποίηση του έργου δεν πρέπει να επηρεάζει θέματα εθνικής ή δημόσιας ασφάλειας ή να παρεμποδίζει τις μεταφορές. Στην περίπτωση που διαπιστώνεται πρόβλημα, τα έργα λαμβάνουν αρνητική Γνώμη για Άδεια Παραγωγής, αφού ζητηθεί από τον αιτούντα η παροχή σχετικών διευκρινήσεων. Τα υπόλοιπα έργα περνούν επιτυχώς το στάδιο αυτό. Με βάση τα αποτελέσματα της εξέτασης τα έργα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

- έργα που δεν επηρεάζουν θέματα ασφάλειας και περνάνε επιτυχώς το στάδιο αυτό



- έργα που η υλοποίησή τους είναι δυνατόν να δημιουργήσει κινδύνους για την ασφάλεια και συνεκτιμώντας και τα άλλα κριτήρια δίνεται αρνητική Γνώμη.

#### 5.1.4 Επάρκεια Τεχνικών, Οικονομικών Δυνατοτήτων Φορέα

Στην Επενδυτική Έκθεση θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι ο φορέας υλοποίησης του έργου είναι σε θέση να υλοποιήσει το έργο και να λειτουργεί την ηλεκτροπαραγωγική δραστηριότητα καθ. όλη τη διάρκεια της ζωής του έργου. Η δυνατότητα αυτή σχετίζεται με την εμπειρία και την τεχνογνωσία του φορέα στην υλοποίηση τέτοιων έργων και στη δυνατότητα κάλυψης των ιδίων κεφαλαίων, καθώς και χρηματοπιστωτικής επάρκειας, έτσι όπως απαιτούνται για την υλοποίηση και τη λειτουργία του έργου.

Στο στάδιο αυτό εξετάζεται η επάρκεια του φορέα υλοποίησης του έργου. Η επάρκεια αυτή περιλαμβάνει την τεχνική, οικονομική και χρηματοπιστωτική δυνατότητα του φορέα. Ειδικότερα (Μαρίνου Αγγ., 2004):

A) Οι τεχνικές δυνατότητες εκτιμούνται με βάση την εμπειρία του αιτούντος ή του κύριου μετόχου στην υλοποίηση παρόμοιων έργων, την εμπειρία από λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και την αντίστοιχη τεχνογνωσία που κατέχει. Επίσης, απαιτείται επάρκεια τεχνικού και διοικητικού προσωπικού για την κατασκευή και λειτουργία του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής.

B) Οι οικονομικές και χρηματοδοτικές ικανότητες του αιτούντος εκτιμούνται με βάση τη δυνατότητα κάλυψης των ιδίων κεφαλαίων, με βάση τα παρατιθέμενα στην Αίτησή του οικονομικά στοιχεία (ισολογισμοί, επιχειρηματικό σχέδιο). Ειδικότερα ως κριτήρια χρησιμοποιούνται οι βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις/υποχρεώσεις και τα διαθέσιμα ίδια και ξένα κεφάλαια του αιτούντος, σε συσχέτισμό με το ύψος της επένδυσης. Επίσης εξετάζεται η διαφάνεια της μετοχικής σύνθεσης του φορέα σύμφωνα με τα κριτήρια του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών.



Σε περίπτωση νέου φορέα ή κοινοπραξίας λαμβάνονται υπόψη αναλογικά, οι οικονομικές καταστάσεις των μετόχων ή των μελών. Σε περίπτωση φυσικών προσώπων δεν λαμβάνονται υπόψη οι ιδιωτικές καταθέσεις. Οι φορείς που διαθέτουν λογιστικές καταστάσεις τουλάχιστον πενταετίας και μάλιστα σε αντικείμενο σχετικό με το έργο, θεωρούνται κατ. αρχήν φερέγγυοι, εφ. όσον όμως οι χρηματοοικονομικοί τους δείκτες τεκμηριώνουν θετικά τις οικονομικές τους δυνατότητες.

Γ) Οι χρηματοπιστωτικές δυνατότητες του φορέα εξετάζονται με βάση τη δυνατότητα του να εξασφαλίσει τα απαιτούμενα κεφάλαια από το χρηματοπιστωτικό σύστημα. Ενδεικτικά λαμβάνονται υπόψη επιστολές φερεγγυότητας ή εξασφάλισης δανείων από χρηματοπιστωτικά ιδρύματα.

#### **5.1.5 Εξασφάλιση Ικανοποιητικής Ποιότητας της Πρώτης Ύλης ΑΠΕ**

Στην Αίτηση θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι η πρωτογενής ενέργεια (πρώτη ύλη) παράγεται με χρήση Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας και η οποία (ΑΠΕ) είναι εξασφαλισμένη, καθώς και ότι η προτεινόμενη τεχνολογία είναι ικανοποιητικής ποιότητας και αποδεκτή. Αν η τεχνολογία ΑΠΕ δεν είναι αποδεκτή (δεν είναι τεχνικά επαρκής) ή η πρωτογενής ενέργεια δεν είναι κυρίως από ΑΠΕ ή δεν είναι εξασφαλισμένη, τότε επιχειρείται να υπερκεραστεί το πρόβλημα με τροποποίηση του έργου ή προσκόμιση επιπλέον στοιχείων και η Αίτηση εκκρεμεί μέχρι την επανεξέταση της. Αν τελικώς δεν μπορεί να υπερκεραστεί το πρόβλημα τότε η Αίτηση θεωρείται ανεπαρκής ως προς το κριτήριο αυτό και συνεκτιμώντας και τα άλλα κριτήρια δίδεται αρνητική Γνώμη. Αν η τεχνολογία ΑΠΕ είναι αποδεκτή και η πρωτογενής ενέργεια παράγεται με χρήση κυρίως ΑΠΕ και είναι εξασφαλισμένη τότε η Αίτηση περνά επιτυχώς το στάδιο αυτό (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010).



### 5.1.6 Δυνατότητα Εξασφάλισης Θέσης

Στο στάδιο αυτό ελέγχεται αν ο φορέας έχει εξασφαλίσει τη θέση για την υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου. Σχετικά με την εξασφάλιση της θέσης διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- Ιδιωτική έκταση: ζητείται τίτλος ιδιοκτησίας, μισθωτήριο ή προσύμφωνο
- Δημόσια έκταση για την οποία υφίσταται αντίρρηση ή ένσταση από ιδιώτη ή την Τοπική Αυτοδιοίκηση, οι οποίοι τη διεκδικούν: ελέγχεται κατά πόσον η διεκδίκηση είναι βάσιμη και σε θετική περίπτωση ζητούνται πρόσθετα στοιχεία ή οριστικά εκτιμάται ως αδύνατη η εξασφάλιση της θέσης
- Δημόσια έκταση χωρίς διεκδίκηση: δίδεται προτεραιότητα στην Αίτηση σχετικά με τη διασφάλιση της θέσης εφ. όσον κατά σειρά αξιολόγησης διαθέτει ο αιτών: άδεια λειτουργίας ή εγκατάστασης, προέγκριση χωροθέτησης που έχει δοθεί αποκλειστικά στον αιτούντα, έγκριση επέμβασης ή παραχώρησης που έχει δοθεί αποκλειστικά στον αιτούντα, επιλογή μετά από διαγωνισμό της ΚΕΔ ή αντίστοιχο φορέα. Αν ο αιτών δεν διαθέτει τέτοιες άδειες ή εγκρίσεις και δεν υπάρχει σοβαρό κώλυμα για τη μελλοντική διασφάλιση της θέσης, θεωρείται ότι ο αιτών δύναται μελλοντικά να διασφαλίσει τη θέση.

Εξετάζεται αν από τα στοιχεία της Αίτησης σχετικά με την εξασφάλιση της θέσης (εγκρίσεις επέμβασης, προέγκριση χωροθέτησης κλπ), είναι αμφισβητήσιμη ή αδύνατη η εξασφάλιση θέσης π.χ. για λόγους εθνικής ασφάλειας, περιβαλλοντικούς, χωροταξικούς κλπ.. Εάν είναι αδύνατη η εξασφάλιση της θέσης και αυτό οδηγεί σε αδυναμία υλοποίησης του έργου στη συγκεκριμένη θέση, αυτό αποτελεί σοβαρό λόγο απόρριψης των Αιτήσεων αυτών. Με βάση τα αποτελέσματα της εξέτασης, τα έργα κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):





- Υπάρχει εξασφάλιση ή δυνατότητα εξασφάλισης της θέσης. Τα έργα αυτά περνούν επιτυχώς το στάδιο αυτό ii) Είναι αμφισβητήσιμη η εξασφάλιση της θέσης, οπότε ζητούνται πρόσθετα στοιχεία προκειμένου να διαπιστωθεί από τη ΡΑΕ ότι η θέση μπορεί να εξασφαλιστεί. Μέχρι τη διαπίστωση η πρόταση αυτή μένει σε εκκρεμότητα.
- Είναι αδύνατη η εξασφάλιση της θέσης. Συνεκτιμώντας και τα άλλα κριτήρια για τα έργα αυτά, δίνεται από τη ΡΑΕ αρνητική Γνώμη για Άδεια Παραγωγής
- Ο αιτών υποβάλλει επικυρωμένα αντίγραφα από τις εγκρίσεις και άδειες που τυχόν έχει λάβει προ της εκδόσεως της άδειας παραγωγής για το συγκεκριμένο έργο. Τέτοιες εγκρίσεις ή άδειες μπορεί να περιλαμβάνουν εγκρίσεις επέμβασης ή παραχώρησης, εγκρίσεις από διάφορους φορείς σχετικά με την καταλληλότητα της θέσης, προέγκρισης χωροθέτησης ή έγκριση περιβαλλοντικών όρων.

Για την άδεια παραγωγής δεν απαιτείται ο αιτών να έχει λάβει τέτοιες εγκρίσεις ή άδειες. Αν τις κατέχει, αυτό λαμβάνεται θετικά υπόψη, ως επίδοση στο κριτήριο της ωριμότητας του έργου, μόνον εφ. όσον το έργο συγκρούεται με άλλο έργο που εξετάζεται κατά τη Φάση Β της αξιολόγησης. Σε περίπτωση αμφιβολιών για τυχόν υποβληθείσες εγκρίσεις ή άδειες, ζητούνται πρόσθετα στοιχεία και διευκρινήσεις από τον αιτούντα. Οι παραπάνω προϋποθέσεις εξετάζονται σε τρία αντίστοιχα βήματα. Οι εξετάσεις αυτές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και βέβαια, πριν από τα στάδια αυτά προηγείται η εξέταση της πληρότητας της Αίτησης.

Το τελικό αποτέλεσμα της εξέτασης κάθε Αίτησης στη Φάση Α προκύπτει ύστερα από συνεκτίμηση των ανωτέρω προϋποθέσεων. Για κάθε κριτήριο απαιτείται ένα ελάχιστο επίπεδο επίδοσης, αλλιώς η Αίτηση θεωρείται ότι είναι καταφανώς ανεπαρκής στο κριτήριο ή τα κριτήρια στα οποία είχε πολύ χαμηλή επίδοση. Τυχόν επίδοση μεγαλύτερη του ελαχίστου επιπέδου κατά κριτήριο βαθμολογείται κατά τη συνεκτίμηση κριτηρίων.



Έχοντας εξασφαλίσει από τα πρώτα στάδια της αξιολόγησης μια τυπικά βιώσιμη επένδυση, η οποία ανταποκρίνεται στα θέματα εθνικής ασφάλειας αλλά και στη δυνατότητα του αιτούντος για οικονομική και τεχνική στήριξη του έργου, προχώραμε στη διαδικασία καταγραφής αλλά και επιλογής κριτηρίων. Στη δεύτερη Φάση, με βάση αυτά τα κριτήρια θα γίνει μια προσπάθεια επιλογής των σημαντικότερων κριτηρίων με στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου για χωροθέτηση ενός βιώσιμου αλλά και ενεργειακά και οικονομικά αποδοτικότερου αιολικού πάρκου (Μαρίνου Αγγ., 2004).

### 5.1.7 Επιπλέον Κριτήρια Χωροθέτησης Αιολικού Πάρκου

Στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και αφετέρου την αρμονική ένταξη τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο, μπορούμε να συνοψίσουμε τα εξής (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

Εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό: το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, με βάση τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των δυνατοτήτων εγκατάστασης και λειτουργίας αιολικών σταθμών και με δεδομένες τις περιορισμένες δυνατότητες δημοσίων ενισχύσεων, ως κατάλληλη θεωρείται καταρχήν η περιοχή, που διαθέτει αιολικό δυναμικό με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου  $>5,5$  m/sec, μέχρι 1900 μέτρα υψόμετρο και σε εδάφη με κλίσεις μικρότερες από 15%, για λόγους καθαρά τεχνικούς ή/και λειτουργικούς.

Το φυσικά διαθέσιμο δυναμικό μιας τοποθεσίας χαρακτηρίζεται χονδρικά συνήθως από τη μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου (σε m/sec ή σε miles/h). Αυτό όμως μπορεί να διαφέρει μέχρι και 20% από χρόνο σε χρόνο και για το λόγο αυτό, μια πλήρης εικόνα του ανέμου απαιτεί μετρήσεις τριών τουλάχιστον χρόνων. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις χρησιμοποιούνται δεδομένα 3-6 μηνών ή το πολύ ενός χρόνου σαν πρώτη εκτίμηση του αιολικού δυναμικού. Για τη μέτρηση του ανέμου και την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού, χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές (ανεμογράφοι) που μετρούν την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου.



Οι μετρήσεις αρχικά γίνονται σε ύψος 10m από το έδαφος όπως συστήνει ο παγκόσμιος μετεωρολογικός οργανισμός (WMO) και καταγράφονται σε ειδικό όργανο που περιέχει κατάλληλο πρόγραμμα συλλογής και αποθήκευσης των μετρήσεων. Στην συνέχεια μεταφέρονται σε υπολογιστή και γίνεται η επεξεργασία τους με κατάλληλα προγράμματα. Αν τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά και προκειμένου να μελετηθεί με ακρίβεια η πιθανή απόδοση μιας αιολικής μηχανής (όπως άλλωστε απαιτείται για την αδειοδότηση του αιολικού πάρκου), οι μετρήσεις επεκτείνονται και σε ύψος 40 m που είναι το συνηθισμένο ύψος του άξονα των μεγάλων μηχανών ([www.ape.chania.teicrete.gr](http://www.ape.chania.teicrete.gr)). Η ακρίβεια των μετρήσεων των ανεμολογικών δεδομένων είναι δύσκολο να επιτευχθεί δεδομένου ότι η ταχύτητα του ανέμου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η ταχύτητα της επιφάνειας της περιοχής, και η ύπαρξη εμποδίων (π.χ. δέντρα, κτίρια).

Για τον υπολογισμό της κατανομής της ταχύτητας χρησιμοποιείται ως δεδομένο το μέτρο της μέσης ετήσιας ταχύτητας στο γήπεδο ανάπτυξης του αιολικού πάρκου (αποτελέσματα υπολογιστικού εργαλείου προσομοίωσης πεδίου ταχυτήτων ανέμου-ΚΑΠΕ), λαμβάνοντας σταθερό το συντελεστή σχήματος της κατανομής Weibull ίσο με 1.8 που αποτελεί αντιπροσωπευτική τιμή σύνθετης τοπογραφίας. Η Ετήσια Παραγόμενη Ενέργεια (ΕΠΕ) εκτιμάται με την εφαρμογή της καμπύλης ισχύος στην κατανομή της ταχύτητας του ανέμου ως ακολούθως

$$ΕΠΕ = N_h \sum_{i=1}^N \left( (F(V_i) - F(V_{i-1})) \frac{P(V_{i-1}) + P(V_i)}{2} \right)$$

όπου F η κατανομή της σωρευτικής καμπύλης της ταχύτητας του ανέμου, N ο αριθμός των διαστημάτων στα οποία έχει χωριστεί η σωρευτική καμπύλη, P η καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας και  $N_h = 8760$ , ο αριθμός των ωρών ενός έτους. Αναφορικά με την καμπύλη ισχύος θεωρείται η θεωρητική καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας 750 kW (stall control) καθώς το σύνολο των προταθέντων μεγεθών ανεμογεννητριών κυμαίνεται από 600 έως 1000 kW με ελάχιστες εξαιρέσεις.



Την *Ενεργειακή Αποδοτικότητα* του έργου, όπως αυτή προκύπτει από τις ενεργειακές μελέτες που υποβάλλονται, για τα έργα Α.Π.Ε από μετρήσεις του δυναμικού Α.Π.Ε, λαμβάνοντας υπόψη και την οικονομική βιωσιμότητα του έργου από τα ενεργειακά ισοζύγιά τους. Οι υποβαλλόμενες ενεργειακές μελέτες πρέπει να τεκμηριώνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα της προτεινόμενης επένδυσης ήτοι την ετήσια παραγόμενη ενέργεια και τον συντελεστή / βαθμό απόδοσης, με χρήση των μετρήσεων ή ισοζυγίων, καθώς και των τεχνικών χαρακτηριστικών του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού με βάση μεθόδους και παραδοχές που διέπονται από τους κανόνες της επιστήμης και της τεχνικής.

Τη *Δυνατότητα του Αιτούντος* να υλοποιήσει το έργο με βάση την οικονομική, επιστημονική και τεχνική επάρκειά του. Για την αξιολόγηση της οικονομικής επάρκειας του αιτούντος, λαμβάνεται υπόψη η επάρκεια των προβλεπόμενων ιδίων κεφαλαίων του, το ύψος οποίων πρέπει να ανέρχεται σε ποσοστό τουλάχιστον 18% του προϋπολογισμού του έργου.

Αν ο αιτών έχει υποβάλει αιτήσεις για άλλα έργα, ή είναι ήδη κάτοχος Άδειας για έργα τα οποία δεν έχουν υλοποιηθεί, το ύψος των ιδίων κεφαλαίων του φορέα πρέπει να ανέρχεται σε ποσοστό τουλάχιστον 18% του προϋπολογισμού του συνόλου των έργων για τα οποία έχει υποβάλει αίτηση ή διαθέτει Άδεια. Για αιτήσεις που υποβάλλονται από φορέα, το ύψος των ιδίων κεφαλαίων πρέπει να ανέρχεται σε ποσοστό τουλάχιστον 15% του προϋπολογισμού του έργου. Η συμμετοχή των αλλοδαπών νομικών προσώπων πρέπει να διέπεται ως προς τη μετοχική τους σύνθεση από τους κανόνες της διαφάνειας.

Το Ανθρωπογενές περιβάλλον : απόσταση από οικισμούς, απόσταση από τουριστικές περιοχές, απόσταση από αρχαιολογικές περιοχές, διάχυση ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Συμβατότητα με τους θεσμοθετημένους αρχαιολογικούς χώρους, ιστορικούς τόπους και τα κληνυμένα διατηρητέα μνημεία : η εγκατάσταση ή η λειτουργία εγκαταστάσεων, η επιχείρηση οποιουδήποτε τεχνικού έργου πλησίον αρχαία επιτρέπεται μόνο μετά από έγκριση του Υπουργού Πολιτισμού. Η έγκριση χορηγείται



εάν η απόσταση από ακίνητο μνημείο ή η σχέση με αυτό είναι τέτοια, ώστε να μην κινδυνεύει να επέλθει άμεση ή έμμεση βλάβη αυτού, λόγω του χαρακτήρα του έργου.

Περιοχές με τουριστική χρήση ή / και χρήση αναψυχής, οι θεσμοθετημένοι χώροι των τουριστικών λιμένων σκαφών αναψυχής (μαρίνες), τα θεσμοθετημένα εμπορευματικά πάρκα, θεματικά πάρκα καθώς και κάθε άλλη ζώνη οργανωμένης ανάπτυξης δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα χαρακτηρίζονται ως ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων.

*Ορισμένα μεγέθη ή όρια τουριστικής ανάπτυξης έχουν ως εξής (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):*

- $\Delta T\Lambda > 500$ : υπερβολική / εντατική τουριστική ανάπτυξη
- $\Delta T\Lambda = 100 - 500$ : μεγάλη/σχεδόν αποκλειστική τουριστική ανάπτυξη
- $\Delta T\Lambda = 40 - 100$ : κύρια ανάπτυξη σε σχέση με άλλους τομείς / κλάδους
- $\Delta T\Lambda = 10 - 40$ : σημαντική αλλά όχι κύρια ανάπτυξη
- $\Delta T\Lambda = 4 - 10$ : μικρή ή πολύ μικρή τουριστική ανάπτυξη
- $\Delta.T.\Lambda. = (K \times 100) / \Pi$ , όπου  $K$ = αριθμός κλινών,  $\Pi$  = ντόπιος πληθυσμός

*Αστικές Περιοχές* δεν φαίνεται να αποτελούν σημαντική παράμετρο διαφοροποίησης των κατευθύνσεων προσανατολισμού και συγκέντρωσης των αιολικών επενδύσεων (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010):

1. Η απόσταση κάθε ανεμογεννήτριας σταθμού από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια σταθμού για τον οποίο έχει εκδοθεί άδεια παραγωγής δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη του επταπλάσιου της διαμέτρου της πτερωτής.

2. Εντός ορίων οικισμού και εφόσον είναι δυνατή η εγκατάσταση αιολικού σταθμού με βάση τις ισχύουσες πολεοδομικές διατάξεις που ισχύουν θα πρέπει η



ελάχιστη απόσταση του πλησιέστερου κινητού σημείου ανεμογεννήτριας να είναι από (Μαρίνου Αγγ., 2004):

α) τα όρια του γειτονικού οικοπέδου τουλάχιστον ίση με το ύψος του πύργου της ανεμογεννήτριας, β) το έδαφος τουλάχιστον 5 μέτρα, γ) κτίσμα εντός της ιδιοκτησίας, μια ακτίνα πτερυγίου και πάντως όχι μικρότερη από 3 μέτρα, και από δ) επαρχιακή οδό, ή ανωτέρας κατηγορίας δρόμο ή κοινόχρηστο χώρο, τουλάχιστον ίση με το ύψος του πύργου της ανεμογεννήτριας,

3. Εκτός ορίων οικισμού και εντός ζώνης οικιστικού ελέγχου η απόσταση του πλησιέστερου κινητού σημείου ανεμογεννήτριας πρέπει να είναι από: α) τα όρια του γειτονικού οικοπέδου τουλάχιστον ίση με το μήκος της ακτίνας πτερυγίων, β) το έδαφος τουλάχιστον 5 μέτρα, γ) το κτίσμα εντός της ιδιοκτησίας, τουλάχιστον το μήκος του πτερυγίου και πάντως όχι μικρότερη από 3 μέτρα και δ) από επαρχιακή οδό, ή ανωτέρας κατηγορίας δρόμο ή κοινόχρηστο χώρο, τουλάχιστον ίση με το ύψος του πύργου της ανεμογεννήτριας,

4. Εκτός ορίων οικισμού και εκτός ζώνης οικιστικού ελέγχου (γεωργική γη), πρέπει η απόσταση του πλησιέστερου κινητού σημείου της να είναι από: α) τα όρια γειτονικού οικοπέδου τουλάχιστον ίση με μισό μήκος ακτίνας των πτερυγίων, β) το έδαφος τουλάχιστον 5 μέτρα, γ) κτίσμα εντός της ιδιοκτησίας, τουλάχιστον το μήκος του πτερυγίου και πάντως όχι μικρότερη από 3 μέτρα και δ) από επαρχιακή οδό ή ανωτέρας κατηγορίας δρόμο ή κοινόχρηστο χώρο, τουλάχιστον ίση με το ύψος του πύργου της ανεμογεννήτριας,

5. Σε βιομηχανικές περιοχές και βιομηχανικά πάρκα πρέπει η απόσταση του πλησιέστερου κινητού σημείου ανεμογεννήτριας να είναι από: α) τα όρια γειτονικού οικοπέδου, τουλάχιστον ίση με το μήκος μίας ακτίνας πτερυγίων, β) το έδαφος, τουλάχιστον 8 μέτρα και γ) από κτίσμα εντός της ιδιοκτησίας, τουλάχιστον 5 μέτρα.

6. Το ύψος του πύργου των ανεμογεννητριών νοείται από την ανώτερη επιφάνεια του σκυροδέματος των βάσεων μέχρι τον άξονα της ατράκτου και το μήκος των πτερυγίων από τον άξονα της ατράκτου μέχρι το άκρο τους.



Το Φυσικό Περιβάλλον : Φυτοκάλυψη περιοχής, αποστάσεις από προστατευτέα στοιχεία περιβάλλοντος (CORINE – NATURA – ΤΙΦΚ – υγράτοποι κ.ά.), διακινδύνευση βιοτόπου προστατευομένου είδους, οπτική όχληση).

Συμβατότητα με τα δάση, τις δασικές και αναδασωτέες εκτάσεις : Η εγκατάσταση πάντως αιολικών μονάδων εντός εκτάσεων με δασικό χαρακτήρα πρέπει να πληροί και τα κριτήρια της νομολογίας του ΣτΕ . Σε ευρύτερο επίπεδο δεν υφίσταται θεσμική ή λειτουργική ασυμβατότητα μεταξύ των περιοχών, που χαρακτηρίζονται δάση, δασικές και αναδασωτέες εκτάσεις και των αιολικών έργων. Ειδικότερα, επί των αναδασωτέων δασών και δασικών εκτάσεων, δεν υφίσταται θεσμική ασυμβατότητα για την εγκατάσταση αιολικών έργων.

Διαπιστώνεται θεσμική ασυμβατότητα μεταξύ των περιοχών, που χαρακτηρίζονται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας και των αιολικών έργων, εκτός αν πρόκειται για έργα του Δημοσίου και των ΟΤΑ. Επομένως οι περιοχές αυτές εντάσσονται στις ζώνες αποκλεισμού, παρότι δεν υφίσταται κανενός είδους λειτουργική ασυμβατότητα, κυρίως λόγω και του ελάχιστου χώρου, που καταλαμβάνει η βάση έδρασης των πυλώνων των ανεμογεννητριών. - απόσταση 500 μ. από γεωτρήσεις και πηγές ύδρευσης.

Λατομικές, μεταλλευτικές-εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες ,όταν είναι επιφανειακές, υφίσταται πρακτικά, λειτουργική ασυμβατότητα, σε σχέση με την εγκατάσταση αιολικών έργων. Επομένως, εφόσον οι δραστηριότητες αυτές λειτουργούν και είναι επιφανειακές, χαρακτηρίζονται ως ζώνες αποκλεισμού. Διαφορετικά, χαρακτηρίζονται συμβατές. Η ανωτέρω απόσταση, όταν πρόκειται για πυλώνες ανεμογεννητριών, ορίζεται στα εκατόν πενήντα (150) μέτρα.

Η χωροθέτηση των αιολικών σταθμών, σε σχέση με την προβολική οπτική εικόνα του τοπίου, επιτρέπεται με τις εξής προϋποθέσεις ( ):

1. Τα τοπία που εμπεριέχουν οριοθετημένες περιοχές προστασίας (εθνικούς δρυμούς, αισθητικά δάση, διατηρητέα μνημεία της φύσης, ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους κλπ), το συνολικό οπτικό προβολικό ανάπτυγμα των ανεμογεννητριών (ενός



ή πολλών αιολικών πάρκων), δεν μπορεί να υπερβαίνει, το 30% του συνολικού οπτικού αναπτύγματος της προβολικής εικόνας της ανώτατης κορυφογραμμής του τοπίου και για τις υπόλοιπες περιοχές το 20%.

Η ανώτατη νοητή γραμμή του συνολικού οπτικού προβολικού αναπτύγματος των ανεμογεννητριών (ενός ή πολλών αιολικών πάρκων), πρέπει να έχει απόσταση από κάθε σημείο της συνεχόμενης προβολικής γραμμής της κορυφογραμμής του τοπίου, τουλάχιστον ίση με το προβολικό ύψος της κάθε ανεμογεννήτριας, συμπεριλαμβανομένων των φτερωτών της.

2. Στα τοπία που δεν εμπεριέχουν οριοθετημένες περιοχές προστασίας όπως τα πιο πάνω (1), αλλά εμπεριέχουν άλλα αναγνωρίσιμα αξιόλογα χαρακτηριστικά, όπως σημαντικούς αρχαιολογικούς πόλους έλξης, εθνικής εμβέλειας, το συνολικό οπτικό προβολικό εμβαδόν των ανεμογεννητριών (ενός ή πολλών αιολικών πάρκων), δεν μπορεί να υπερβαίνει το 30% του συνολικού προβολικού εμβαδού του τοπίου, και 20% για τις υπόλοιπες περιοχές.

3. Τοπία με αδιάφορο χαρακτήρα, δηλαδή τοπία που δεν εμπίπτουν στις πιο πάνω κατηγορίες και τοπία με έντονες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, όπως τα τοπία με αστικό ή βιομηχανικό χαρακτήρα δεν ισχύουν οι πιο πάνω περιορισμοί.

Διακινδύνευση Ρύπανσης Θαλάσσιου Περιβάλλοντος : ευχέρεια και ασφάλεια θαλάσσιας προσέγγισης και λειτουργίας / πιθανότητα ατυχήματος κατά την εκφόρτωση των καυσίμων, ανάπτυγμα κυματισμού, απόσταση από είσοδο κλειστών κόλπων, απόσταση από λιβάδια ποσειδωνίας, αμμώδεις παραλίες, ιχθυοκαλλιέργειες, διάχυση ρύπανσης στο παράκτιο περιβάλλον.

Συμβατότητα με τον αιγιαλό και τις εσωτερικές υδάτινες επιφάνειες : παρέχεται σαφής θεσμική δυνατότητα παραχώρησης και –κατά συνέπεια- χωροθέτησης Α/Π σε αιγιαλούς, σε ακατοίκητες ‘νησίδες’ και σε συνεχόμενο ή παρακείμενο θαλάσσιο χώρο ή πυθμένα θάλασσας. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές της χώρας που διαθέτουν προϋποθέσεις αιολικής εκμεταλλευσιμότητας, εφόσον αυτές δεν εντάσσονται σε ιδιαίτερο θεσμικό καθεστώς





ρητής απαγόρευσης της εγκατάστασης ή δεν αποτελούν ζώνη αποκλεισμού, όπως θεσμοθετημένα θαλάσσια ή υποθαλάσσια πάρκα ή βεβαιωμένες γραμμές επιβατικής ναυσιπλοΐας.

Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε απόσταση μικρότερη των 1.000 μ. από οργανωμένες ή διαμορφωμένες ακτές λουομένων ή άλλες αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ. αμμώδεις), όπως θα αναγνωρίζονται στο στάδιο της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος  $< 1.100$  μ.

Σε περίπτωση εγκατάστασης θαλάσσιων ανεμογεννητριών, το βάθος θεμελίωσης ή αγκύρωσης της βάσης της ανεμογεννήτριας, προσδιορίζεται από τις δυνατότητες της τρέχουσας τεχνολογίας και τις αντίστοιχες μελέτες στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς. Πρέπει να αποδεικνύεται η δυνατότητα ασφαλούς διασύνδεσης και μεταφοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με μέγιστη απόσταση χερσαίας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης: 20 χλμ.

Ασφάλεια έναντι Φυσικών Κινδύνων : επιβάλλεται να αποδεικνύεται η γεωλογική καταλληλότητα της περιοχής και να χωροθετούνται οι ανεμογεννήτριες σε απόσταση 100 μ. από πιθανά ενεργά ρήγματα. Περιοχές που απειλούνται από περιόδους τσουνάμι, ανεμοστρόβιλων θεωρούνται ακατάλληλες τόσο για την βιωσιμότητα του έργου, όσο και για την οικονομική του αποδοτικότητα.

Ειδικότερα σε Νησιωτικές Περιοχές : επιβάλλεται κατ' αρχήν μια εκτίμηση της προβλεπόμενης εξέλιξης των φορτίων ανά νησί ή ομάδα νησιών, με βάση στατιστικά στοιχεία προηγούμενων ετών. Για την εκτίμηση των επιπτώσεων από την εγκατάσταση αιολικών, θεωρείται ότι στην μεν περίπτωση αυτόνομης ανάπτυξης εξαντλείται το όριο της επιτρεπόμενης διεΐσδυσης (25% του ετήσιας αιχμής φορτίου) στην δε περίπτωση διασύνδεσης με το Σύστημα, λαμβάνεται συνήθως, για λόγους σύγκρισης, ποσοστό ίσο με το 100% της ετήσιας αιχμής,

Στην πραγματικότητα το όριο της αιολικής ισχύος που μπορεί να εγκατασταθεί καθορίζεται από την ικανότητα μεταφοράς της διασύνδεσης, από το



νησί προς το Σύστημα και είναι σημαντικά μεγαλύτερο. Η παραγωγή των αιολικών εκτιμάται με βάση το ότι εντάσσονται κατά προτεραιότητα, εφόσον δεν υπερβαίνουν τους τιθέμενους τεχνικούς περιορισμούς. Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση την μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου στην θέση εγκατάστασης, η δε προσφορά τους κοστολογείται λαμβάνοντας υπόψη την αξία αγοράς της παραγόμενης ενέργειας από την ΔΕΗ και το κέρδος από την μείωση καυσίμου και αποφυγή εξαγοράς δικαιωμάτων ρύπων.

Ειδικότερα όσον αφορά την κοστολόγηση ισχύος και ενέργειας του Συστήματος, λαμβάνεται ως βάση το κόστος μονάδας Φυσικού Αερίου (ΦΑ) 400MW του Συστήματος, όπως θεωρήθηκε και στην Μελέτη των Κυκλάδων.

Οικονομικοί Περιορισμοί : Για την κοστολόγηση έγιναν επίσης οι ακόλουθες βασικές παραδοχές:

- *Επιτόκιο αναγωγής 6%*
- *Το κόστος όλων των καυσίμων (Συστήματος, ΘΗΣ και ΑΠΕ) αυξάνεται με ρυθμό 3% άνω του πληθωρισμού, ο οποίος λαμβάνεται 3% ετησίως.*
- *Τα δικαιώματα εξαγοράς ρύπων υπολογίζονται σε 16 €/MWh και αυξάνονται με ρυθμό 5% ετησίως (2% άνω του ρυθμού αύξησης των καυσίμων).*
- *Η διασύνδεση εμφανίζεται συμφέρουσα σε κάθε περίπτωση, σύμφωνα με την οποία η τιμές των καυσίμων μειώνονται στο 75%.*

Οι Α/Γ πρέπει πάντα να συνδυάζονται με κάποιο συμβατικό σύστημα παραγωγής Η/Ε π.χ με ΑΠΣ για να μην υπάρχει κίνδυνος διακοπής της ηλεκτροδότησης. Όταν το φορτίο του νησιού είναι μικρότερο ή ίσο με την ενέργεια που παράγεται από τις Α/Γ, τότε είναι περιττή η παράλληλη λειτουργία των ΑΠΣ. Έτσι η διείσδυση αιολικής ενέργειας είναι αξιόλογη. Όταν οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι υψηλές τότε ο ΑΠΣ λειτουργεί παράλληλα με τις Α/Γ για να καλυφθεί το φορτίο αιχμής και να βελτιωθεί η ευστάθεια του δικτύου.



Περιοχές Στερεάς Ελλάδας : η δυνατότητα εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού εντοπίζεται μόνο στη Νότια Εύβοια .Ως προς την γεωγραφική εξειδίκευση της Νότιας Εύβοιας (προνομιακός χώρος εγκατάστασης Α/Π), υπάρχει ταύτιση με τη Ευρύτερη Περιοχή Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ), που προτείνει το Ειδικό Πλαίσιο. Απαιτείται ‘ειδική μελέτη’ για την οργανωμένη χωρική ανάπτυξη Α/Π και για τη προστασία του τοπίου, κατεύθυνση που καλύπτεται από το Ειδικό Πλαίσιο. Στους κεντρικούς ορεινούς όγκους της Στερεάς Ελλάδας δεν εντοπίζονται περιοχές ανάπτυξης Α/Π .

Ηπειρωτικές Περιοχές : Παρά την αντάρκεια της Περιφέρειας, προβλέπεται ο υπερδιπλασιασμός της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με βασικό πόρο εκμετάλλευσης το άφθονο υδατικό δυναμικό, μέσω της αποπεράτωσης – υλοποίησης των προγραμματισμένων υδροηλεκτρικών σταθμών Όσον αφορά τις ηπειρωτικές περιοχές, το σύνολο των Δήμων εμπίπτουν σε περιοχές χαρακτηριζόμενες ως ενιαία ορεινή ενότητα’ και ως ‘ζώνη ανάπτυξης τουρισμού-Β’ κατοικίας’, όπου γενικά προτείνονται η ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών τουρισμού και η προστασία του περιβάλλοντος, κυρίως με την επέκταση του δικτύου και των περιοχών Natura 2000, χωρίς περαιτέρω χωροταξική εξειδίκευση. Γίνεται γεωγραφική εξειδίκευση των δυνατοτήτων εκμετάλλευσης των αιολικών στις περιοχές του Νότιου Πάρνωνα.

Ρυθμιστικό Σχέδιο Αθήνας : Από την εξέταση των δυνατοτήτων εγκατάστασης Α/Π σε όλες τις περιοχές του Νομού διαπιστώνεται ότι υπάρχουν επάλληλες απαγορεύσεις και προβλήματα που συνοψίζονται στα εξής:

(1) Απαγόρευση υψηλών κατασκευών, όσον αφορά στην ασφάλεια της αεροπλοΐας και των ραδιοεπικοινωνιών που εντείνεται με την ύπαρξη πολλών αεροδρομίων εν λειτουργία. Η όποια σχετική έγκριση για εγκατάσταση ανεμογεννητριών χορηγείται από το Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών και τις τρεις αρμόδιες διευθύνσεις της ΥΠΑ, κατόπιν ειδικής μελέτης.

(2) Υπάρχουν μεγάλες πυκνότητες ζωνών με χρήση κατοικίας (ασύμβατης χρήσης για τα Α/Π), γεγονός που επιδεινώνεται από τις συνεχείς εντάξεις περιοχών



σε σχέδια πόλης και από τις πιέσεις οργανωμένων ομάδων πολιτών για παραθεριστική κατοικία (συνεταιρισμοί).

(3) Οι ελεύθεροι ορεινοί όγκοι της περιοχής, που ούτως ή άλλως σπανίζουν, είναι θεσμοθετημένοι άμεσα ή έμμεσα από το ΡΣΑ, σαν χώροι αναψυχής, περιπάτου, αθλητισμού και πολιτιστικών εκδηλώσεων.

(4) Από τις υπόλοιπες ‘ελεύθερες’ περιοχές, πολλές έχουν ενταχθεί στο δίκτυο Natura 2000, άλλες έχουν οριοθετηθεί ως βιότοποι οικοσυστημάτων ή έχουν κηρυχθεί σαν αρχαιολογικές ή αναδασωτέες περιοχές.

(5) Η ένταση των δυσκολιών και η ανελαστικότητα των απαγορεύσεων, δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί χωρίς το θεσμικό πλαίσιο, το οποίο προϋποθέτει εγκρίσεις από τα συναρμόδια Υπουργεία και υπηρεσίες.

(6) Οι περιοχές με τις λιγότερες απαγορεύσεις και προβλήματα θεωρούνται ο ορεινός όγκος της Πάστρας, το Πάνειο, τμήμα του Λαυρεωτικού Ολύμπου και το εκτός επιρροής του αεροδρομίου Σπάτων τμήμα της Μερέντας.

(7) Για τον προσδιορισμό συγκεκριμένων ζωνών εγκατάστασης Α/Π στις πιο πάνω περιοχές, κρίνεται απαραίτητος ο προσδιορισμός από κοινού του ΟΡΣΑ και του ΚΑΠΕ, κοινών κριτηρίων, που θα αφορούν κυρίως αποστάσεις από κατοικημένες ή ευαίσθητες περιοχές και θα σχετίζονται με το μέγεθος της ηχητικής ρύπανσης και των αισθητικών εντυπώσεων.

Οικονομικοί Δείκτες : Πέρα από το κόστος της ανά kWh παραγόμενης ενέργειας, πρέπει να εξετάσουμε την βιωσιμότητα και την οικονομική αποδοτικότητα της εγκατάστασης και λειτουργίας των Α/Γ. Αυτό μπορεί να γίνει με την καθαρή παρούσα αξία (NPV), το εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης (IRR), την έντοκη περίοδο αποπληρωμής (DPB) και το ολικό κόστος κύκλου ζωής (LCC). Για τον υπολογισμό όμως αυτών των μεγεθών πρέπει να έχουμε προσδιορίσει με ακρίβεια τα διάφορα οικονομικά αποτελέσματα χρήσης κατά την διάρκεια ζωής της επένδυσης.



Η NPV προσδιορίζει την οικονομική σκοπιμότητα και το IRR εκφράζει την οικονομική αποδοτικότητα . Η DPB εκφράζει την οικονομική ελκυστικότητα της επένδυσης και προκύπτει με:  $NPV(n)=0$  Με την παραδοχή ότι τα ετήσια καθαρά οφέλη αυξάνονται μόνο κατά τον πληθωρισμό . Τέλος θα μπορούσε να αξιολογηθεί η επένδυση με το χρόνο απόσβεσης της , η οποία θα αποτελεί ίσως και ο κυριότερος παράγοντας της επένδυσης αν θεωρηθεί ότι η περιοχή εγκατάστασης του έργου ικανοποιεί όλες τις παραπάνω απαιτήσεις, αφού το έργο θα θεωρείται κοινωνικά , τεχνικά και χωροταξικά βιώσιμο.

Η αποδοτικότητα αυτή σχετίζεται άμεσα με την εξασφάλιση της διάθεσης της παραγόμενης ενέργειας, τόσο της ηλεκτρικής όσο και της θερμικής ενέργειας, προκειμένου για εγκαταστάσεις συμπαραγωγής. Εφόσον βέβαια η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται στο δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ ή το διασυνδεδεμένο Σύστημα

Ηλεκτρικής Ενέργειας της χώρας, η εξασφάλιση της διάθεσης θεωρείται δεδομένη. Για τη διάθεση όμως της θερμότητας απαιτείται τεκμηρίωση και επαρκής διασφάλιση της απορρόφησης καθ. όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

Για κάθε τεχνολογία ΑΠΕ εκτιμάται η ετησίως παραγόμενη ενέργεια. Ζητούμενο στοιχείο είναι η εκτίμηση του βαθμού αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων. Εφόσον για τη συγκεκριμένη θέση υπάρχουν στοιχεία μετρήσεων ταχύτητας ανέμου, αξιολογούνται και λαμβάνονται υπόψη στο βαθμό που κρίνονται αξιόπιστα. Η αξιοπιστία των μετρήσεων αποδεικνύεται με την εξασφάλιση τριών προϋποθέσεων:

- Το ανεμόμετρο να είναι βαθμονομημένο και γενικά τα χρησιμοποιούμενα όργανα πιστοποιημένα
- Η διάρκεια των μετρήσεων να είναι κατ. ελάχιστο ενός έτους. Μικρότερης διάρκειας μετρήσεις λαμβάνονται υπόψη, αλλά οπωσδήποτε αγνοούνται μετρήσεις διάρκειας μικρότερης των τεσσάρων μηνών
- Η θέση των μετρήσεων να βρίσκεται εντός του οικοπέδου του αιολικού πάρκου



Όπου τα στοιχεία δεν κρίνονται αξιόπιστα λαμβάνεται υπόψη η εκτίμηση της μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου για τη συγκεκριμένη θέση, με βάση τα στοιχεία του δικτύου μετρήσεων του αιολικού δυναμικού της χώρας που διαθέτει το ΚΑΠΕ (95 θέσεις) και τη χρησιμοποίηση του υπολογιστικού εργαλείου 3D BL, ΚΑΠΕ 2001. Βάσει του ολοκληρωμένου αυτού συστήματος εκτίμησης του αιολικού δυναμικού, προσδιορίζεται η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου σε κάθε θέση, με συνδυασμένη χρήση ανεμολογικών μετρήσεων από σταθμούς μέτρησης του ΚΑΠΕ διάρκειας τουλάχιστον ενός έτους, και του αριθμητικού μοντέλου 3D BL.

Το μοντέλο αυτό πραγματοποιεί υπολογισμούς στον τρισδιάστατο χώρο, διορθώνοντας το επιφανειακό οριακό στρώμα με έναν αλγόριθμο δυναμικής ροής, με βάση την επίδραση του τοπικού αναγλύφου. Τα αποτελέσματα της συνδυασμένης αυτής χρήσης μετρήσεων και μοντέλου είναι ο προσδιορισμός της μέσης ετήσιας ταχύτητας σε κάθε κόμβο αριθμητικού πλέγματος που καλύπτει όλη την Ελλάδα.

### 5.1.8 Κανόνες Χωροθέτησης Ανεμογεννητριών

Σύμφωνα με την Υ.Α. 2000/2002, για μία γραμμική ανάπτυξη Ανεμογεννητριών, η ελάχιστη οριζόντια απόσταση του ακροπερυγίου από τα όρια του οικοπέδου πρέπει να απέχει μισή ακτίνα, ήτοι απόσταση του κέντρου της Ανεμογεννήτριας από τα όρια 1,5 ακτίνα. Για μια απλή συστοιχία  $n=10$  Ανεμογεννητριών ισχύος 20 MW με μέση διάμετρο  $d=85m$ , διατεταγμένη κάθετα στις κύριες διευθύνσεις του ανέμου, απαιτείται μεταξύ τους απόσταση ίση με το τριπλάσιο της διαμέτρου αυτών. Βάσει αυτού η κάλυψη ανά Ανεμογεννήτρια δίδεται από τον παρακάτω τύπο:

$$[3*d*(n-1)+1,5*d]*1,5*d/20=15,44 \text{ στρέμματα/MW}$$

Σημειώνεται ότι για ευρύτερες περιοχές με πολλές συστοιχίες Ανεμογεννητριών  $n*m$  (γραμμική και παράλληλη διάταξη) με τις μεταξύ τους αποστάσεις 3 και 7 διαμέτρους ( $d$ ), αντίστοιχα, για πλήθος τέτοιο ώστε  $n*m \approx (n-1)*(m-1)$  και για ανεμογεννήτρια με μέση διάμετρο  $d=85m$  και ισχύ 2 MW η κάλυψη ανά Ανεμογεννήτρια είναι:



$$3 \cdot 85 \cdot 7 \cdot 85 / 2 = 75,86 \text{ στρέμματα/MW}$$

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

Κατά τα τελευταία έτη η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών στην Ελλάδα που κυμαίνονται περί τα 0,85-0,9 MWe η κάθε μία. Πιο συγκεκριμένα, κατά την διάρκεια της πρόσφατης περιόδου έχουν εγκατασταθεί ανεμογεννήτριες ισχύος 1,3MWe και 3MWe η κάθε μία. Σε γενικές γραμμές εκτιμάται ότι η τάση εγκατάστασης ανεμογεννητριών ολοένα και μεγαλύτερης ισχύος θα συνεχισθεί αλλά όχι απεριόριστα, δεδομένων των προβλημάτων μεταφοράς και εγκατάστασής τους.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ονομαστική ισχύς μιας ανεμογεννήτριας δεν καθορίζεται μονοσήμαντα από τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά και ειδικότερα από τη διάμετρο του ρότορα. Για παράδειγμα, ήδη υπάρχουν και προσφέρονται στην ελληνική και διεθνή αγορά ανεμογεννήτριες με διάμετρο ρότορα 90m και ονομαστική ισχύ 1,8MWe, 2MWe και 3Mwe αντίστοιχα. Ο συνδυασμός της ονομαστικής ισχύος της μηχανής και του μεγέθους του ρότορα επιλέγεται κάθε φορά ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τοπικού αιολικού δυναμικού μιας συγκεκριμένης θέσης .

Ο συνδυασμός του μοναδιαίου συντελεστή του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού (75,86 στρέμματα) με την τυπική ανεμογεννήτρια (διάμετρος 85m) είναι σημαντικός διότι εάν ληφθεί υπόψη μόνο ο απλός δείκτης «επιφάνεια χώρου / ισχύ», χωρίς συνδυασμό της διαμέτρου, τότε δεν θα έχουμε έγκυρες ενδείξεις, αφού θα οδηγηθούμε αναπόδραστα στο άτοπο συμπέρασμα ότι τρεις ανεμογεννήτριες για παράδειγμα, διαφορετικής ονομαστικής ισχύος 1,8MWe, 2MWe και 3MWe με ίδια διάμετρο ρότορα 90m θα επιφέρουν διαφορετική κάλυψη εδάφους.



Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, συνάγεται ότι για την τελική χωροθέτηση μιας Α/Γ θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διάμετρος του ρότορα και βάσει αυτής και ο μοναδιαίος συντελεστής και επομένως η κάλυψη ανά Α/Γ παρουσιάζεται ακόλουθο πίνακα.

Επισημαίνεται ότι στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α.) για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας εισάγεται η έννοια της ισοδύναμης ανεμογεννήτριας, η οποία προκύπτει από τον τύπο «(Nισ)= D / Dt», όπου:

- Nισ είναι ο ισοδύναμος αριθμός τυπικών Α/Γ.
- D η διάμετρος του ρότορα της εγκατεστημένης Α/Γ και
- Dt η διάμετρος του ρότορα της τυπικής Α/Γ.

Διευκρινίζεται ότι ο συνδυασμός της παραπάνω έννοιας με την επιφάνεια του χώρου είναι απαραίτητος, δεδομένου ότι η πυκνότητα των αιολικών εγκαταστάσεων σε έναν Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) εκφράζεται σε επιφάνεια χώρου. Έτσι λοιπόν ο υπολογισμός ανά Ο.Τ.Α. της μέγιστης επιτρεπόμενης πυκνότητας αιολικών εγκαταστάσεων, προκύπτει από τον τύπο «(Eισ)= (Nισ) x 75,86 στρ», όπου Eισ, είναι η αναλογούσα στην εγκατεστημένη Α/Γ επιφάνεια κάλυψης του χώρου.

Η οπτικοποίηση της διαφορετικής όχλησης που προκαλούν συστοιχίες Ανεμογεννητριών ίδιας συνολικής ισχύος, αλλά με διαφορετική διάμετρο ρότορα, φαίνεται στις παρακάτω εικόνες από τις οποίες γίνεται αντιληπτό ότι ένα αιολικό πάρκο ισχύος 6 MW με δύο Α/Γ με ρότορα 90m προκαλεί διαφορετική όχληση από ίδιας ισχύος πάρκο με τρεις Α/Γ με ίδιο ρότορα ή από σχεδόν ίδιας ισχύος πάρκο με επτά Α/Γ με ρότορα 52m.





## 5.2 Κριτήρια Χωροθέτησης Φωτοβολταϊκού Πάρκου

### 5.2.1 Τοπογραφικά κριτήρια

Για να εξεταστεί το ζήτημα της επιλογής τοποθεσίας εγκατάστασης ΦΒ πάρκου από την τοπογραφική οπτική, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όλοι εκείνοι οι παράγοντες που σχετίζονται με τις γεωγραφικές, μορφολογικές και χωροταξικές ιδιαιτερότητες της κάθε τοποθεσίας υπό αξιολόγηση. Οι ιδιαιτερότητες αυτές συνδέονται άμεσα με το κόστος εγκατάστασης του ΦΒ πάρκου, καθώς καθορίζουν το κόστος διαμόρφωσης του χώρου της εγκατάστασης και τις ανάγκες σε ειδικό εξοπλισμό και υλικά.

#### 5.2.1.1 Κλιματολογικά στοιχεία περιοχής

Οι κλιματολογικές συνθήκες της υπό εξέτασης περιοχής είναι ο παράγοντας εκείνος που συνδέεται άμεσα με τις τεχνικές προδιαγραφές που απαιτούνται για την παραγωγή ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτές καθορίζουν την ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης και κατά συνέπεια, την οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης.

- **Global Irradiance – Συνολική ηλιακή ακτινοβολία:**

Το φυσικό μέγεθος global irradiance (kWh/m<sup>2</sup>/ημέρα) αναφέρεται στη συνισταμένη της άμεσης και της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας, της ακτινοβολίας δηλαδή που φτάνει στη γη μετά από διαθλάσεις (Carrion et al., 2008). Το συγκεκριμένο μέγεθος, το οποίο είναι χαρακτηριστικό της κάθε περιοχής, αποτελεί την ενέργεια εισόδου του συστήματος και καθορίζει την αποδοτικότητα των ηλιακών κυψελών (Φ/Β πάνελ). Για τη μέτρηση της συνολικής ακτινοβολίας της περιοχής διενεργούνται ειδικές μετρήσεις κατά την αυτοψία, συνηθέστερα όμως, γίνεται χρήση ειδικών προγραμμάτων γεωγραφικών δεδομένων (GIS), όπως το PVGIS, τα οποία παρέχουν την εκτιμώμενη ετήσια τιμή για κάθε περιοχή.

- **Ισοδύναμο ωρών ηλιοφάνειας (Equivalent Sun Hours – ESH):**

Το ισοδύναμο ωρών ηλιοφάνειας – ESH (kWh/KWp ), στη συγκεκριμένη περίπτωση, αναφέρεται στη μέση τιμή ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να παράγεται από την ηλιακή ακτινοβολία, από κάθε kWp εγκατεστημένης ισχύος του



φωτοβολταϊκού πάρκου και σχετίζεται με τον αριθμό ωρών υψηλής ηλιοφάνειας. Το ESH χρησιμοποιείται δηλαδή, ως κριτήριο της απόδοσης της εγκατάστασης σε κάθε περιοχή (Carrion et al., 2008), παρόλο που συχνά ταυτίζεται με τη μέση ηλιακή ακτινοβολία ( $\text{kWh/m}^2/\text{ημέρα}$ ).

- **Μέση θερμοκρασία:**

Η μέση θερμοκρασία της περιοχής εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού πάρκου αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την απόδοσή του, καθώς επηρεάζει το συντελεστή απόδοσης των ηλιακών κυψελών (Carrion et al., 2008). Προτιμώμενες περιοχές είναι εκείνες με ενδιάμεσες μέσες τιμές θερμοκρασίας ανά έτος, έτσι ώστε να διατηρείται η πρότυπη θερμοκρασία λειτουργίας των κυψελών ( $25^\circ\text{C}$ ) και να μην επηρεάζεται η τάση λειτουργίας τους.

#### 5.2.1.2 Μορφολογικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά τοποθεσίας

Στα μορφολογικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε τοποθεσίας περιλαμβάνονται στοιχεία όπως η κλίση και ο τύπος του εδάφους, ο προσανατολισμός και η ύπαρξη στοιχείων που δημιουργούν σκιάσεις. Σε αρκετές περιπτώσεις, όπου η κλίση και ο προσανατολισμός του εδάφους δεν είναι τα ενδεικνύμενα, υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης της εγκατάστασης, με ειδικό εξοπλισμό, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα. Το ίδιο συμβαίνει και όταν ο τύπος του εδάφους ή η μορφολογία του δεν είναι κατάλληλη. Οι ειδικές απαιτήσεις σε εξοπλισμό όμως, συμβάλουν στην αύξηση του κόστους εγκατάστασης. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν φαινόμενα σκίασης, η απόδοση του ηλιακού πάρκου μπορεί να μειωθεί σημαντικά, όπως και η διάρκεια ζωής του εξοπλισμού. Επομένως, τα μορφολογικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε τοποθεσίας, αποτελούν κριτήριο που συνδέεται με το κόστος εγκατάστασης, αλλά και την αποδοτικότητα της επένδυσης (Carrion et al., 2008; Zhang et al., 2010).

#### 5.2.1.3 Πρόσβαση

Ο τρόπος και η ευκολία πρόσβασης στην περιοχή εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού πάρκου είναι σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με το κόστος



εγκατάστασης, αλλά και το κόστος εποπτείας και συντήρησης του έργου. Εφόσον οι τοποθεσίες που ενδείκνυνται περισσότερο βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, η άνετη πρόσβαση προσδίδει πλεονέκτημα στην αντίστοιχη τοποθεσία (Carrion et al., 2008).

### 5.2.2 Περιβαλλοντικά κριτήρια

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι μέθοδοι παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε αποτελούν τις φιλικότερες προς το περιβάλλον σύγχρονες ενεργειακές τεχνολογίες, αφού δεν παράγουν βλαβερά απόβλητα και δεν προκαλούν κινδύνους για το ανθρώπινο και φυσικό περιβάλλον. Ειδικότερα τα φωτοβολταϊκά πάρκα εντάσσονται στις πλέον οικολογικές τεχνολογίες Α.Π.Ε, αφού δεν προκαλούν θορύβους μεγάλης έντασης και η λειτουργία τους δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την πανίδα της περιοχής, όπως ίσως συμβαίνει με τα αιολικά πάρκα.

Παρόλα αυτά, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών μεγάλης ισχύος απαιτεί τη χρήση σχετικά μεγάλων εκτάσεων γης (2,5 στρέμματα για σταθερά panels, 8 στρέμματα για trackers), νότιου προσανατολισμού σε περιοχές με υψηλή ηλιοφάνεια και όσο το δυνατόν λιγότερα φαινόμενα σκιάσεων. Κατά συνέπεια, η εγκατάσταση τοποθετείται κατά κανόνα, σε αγροτεμάχια, μακριά από κατοικημένες περιοχές, όπου συχνά απαιτείται η επέμβαση στο φυσικό τοπίο, προκειμένου να διαμορφωθεί κατάλληλα ο χώρος της εγκατάστασης (αποψηλώσεις, κατασκευή βάσεων στήριξης κλπ). Στην επέμβαση αυτή, στηρίζονται και τα επιχειρήματα όσων αντιδρούν στην κατασκευή ορισμένων τέτοιων έργων.

#### 5.2.2.1 Χρήσεις γης

Η χρήση της γης που πρόκειται να επιλεγεί για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού είναι ένα περιβαλλοντικό κριτήριο που μπορεί να αφορά το κόστος από τη μη αξιοποίηση της γεωργικής παραγωγικότητας ή την παύση ορισμένων δραστηριοτήτων με περιβαλλοντικό ή κοινωνικό ενδιαφέρον (Carrion et al., 2008). Η ελληνική νομοθεσία απαγορεύει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών σε εκτάσεις χαρακτηρισμένες ως «υψηλής παραγωγικότητας» και σε περιοχές με ειδικά καθεστώτα χρήσεως, ενώ ταυτόχρονα δεν απαγορεύει τη χρήση



αγροτικών εκτάσεων για κατασκευή μικρών φωτοβολταϊκών πάρκων με ευνοϊκούς μάλιστα όρους για του αγρότες-επενδυτές. Παρόλα αυτά, ακόμα και αν η επιλεγθείσα περιοχή δεν ανήκει σε εκείνες που αποκλείονται από τον νόμο, η εγκατάσταση του πάρκου πιθανόν να διακόψει δραστηριότητες με σημαντικό περιβαλλοντικό ενδιαφέρον για τη συγκεκριμένη ή την ευρύτερη περιοχή.

#### 5.2.2.2 Αισθητικός αντίκτυπος

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα μεγάλης ισχύος διαθέτουν αρκετά μεγάλο όγκο εξοπλισμού, με αποτέλεσμα να είναι ορατά από μεγάλη απόσταση. Επιπρόσθετα, η αντανάκλαση του φωτός στους καλυμμένους με κρύσταλλο ηλιακούς συλλέκτες μπορεί να θεωρηθεί ενοχλητικός. Παρόλο που ο αισθητικός αντίκτυπος του έργου παρουσιάζει έντονη υποκειμενικότητα, αφού μπορεί από κάποιους να αγνοηθεί εντελώς ή να θεωρηθεί πολύ αρνητικός, κρίνεται σκόπιμη η εξέταση της βαρύτητάς του, καθώς η εγκατάσταση παρεμβάλλεται και επηρεάζει το φυσικό τοπίο (Carrion et al., 2008; Haurant et al., 2011). Σύμφωνα με το ειδικό εθνικό χωροταξικό για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών σε πυρήνες εθνικών δρυμών, δάση, περιοχές «NATURA» ή περιοχές αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.

#### 5.2.2.3 Αντίκτυπος στο οικοσύστημα

Ο αντίκτυπος στο οικοσύστημα είναι ένα περιβαλλοντικό κριτήριο που αναφέρεται στην πιθανή επιρροή που θα έχει το έργο στη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής, εφόσον εγκαθίσταται σε μη αστικές περιοχές. Το μέγεθος της επιρροής εξαρτάται από τους πληθυσμούς της πανίδας και το είδος της χλωρίδας που φιλοξενεί η περιοχή. Σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες, οι οποίες διαταράσσουν έντονα τους πληθυσμούς πτηνών, τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν φαίνεται να επηρεάζουν ιδιαίτερα την πανίδα, εφόσον δεν εγκαθίστανται σε τόπους βοσκής ή φαλεών και λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα πυροπροστασίας (Carrion et al., 2007).



### 5.2.3 Κοινωνικοπολιτικά κριτήρια

Όταν πρόκειται για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων μεγάλης ισχύος, ο κοινωνικοπολιτικός παράγοντας αναφέρεται στην αποδοχή που λαμβάνει το έργο από το κοινωνικό σύνολο και το σύνολο των ομάδων συμφερόντων (stakeholders), καθώς και στα εμπόδια ή οφέλη οικονομικής φύσης που πιθανόν να προκύψουν για την τοπική κοινωνία.

#### 5.2.3.1 Απόσταση από κατοικημένη περιοχή

Η απόσταση από κατοικημένη περιοχή είναι ένα κριτήριο που, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, επιτυγχάνεται όταν η απόσταση μεγιστοποιείται (Carrion et al., 2008; Haurant et al., 2011). Όσο πιο απομακρυσμένη είναι η εγκατάσταση από κατοικημένη περιοχή, τόσο λιγότερη ενόχληση μπορεί να προκαλέσει στους κατοίκους της περιοχής. Ωστόσο, η εμπειρική έρευνα έδειξε ότι η πιθανότητα να υπάρχουν περαστικοί κάτοικοι στο σημείο της εγκατάστασης, μπορεί να εκλαμβάνεται από το λήπτη της απόφασης ως πλεονέκτημα έναντι της δολιοφθοράς.

#### 5.2.3.2 Σύγκρουση συμφερόντων ομάδων τοπικής κοινωνίας

Η πιθανότητα συγκρούσεων μεταξύ των ομάδων συμφερόντων του έργου είναι ένας κοινωνικός παράγοντας που σχετίζεται άμεσα με την τοποθεσία εγκατάστασης του έργου, αφού η τοπικοί φορείς και η τοπική κοινωνία αποτελούν ομάδες συμφερόντων του έργου (Haurant et al., 2011). Η ύπαρξη διαφωνιών και συγκρούσεων μπορεί να προκαλέσει σημαντική παρακώληση των διαδικασιών και για το λόγο αυτό, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην επιλογή τοποθεσίας, όπως και σε όλα τα στάδια διαχείρισης του έργου. Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών πάρκων, ωστόσο, οι συγκρούσεις μεταξύ δικαιούχων, τοπικών φορέων, κατοίκων και περιβαλλοντικών οργανώσεων είναι σπανιότερες από ό,τι σε άλλες κατηγορίες έργων (αιολικά πάρκα, εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού κ.α), αλλά όχι και αμελητέες, καθώς είναι συχνές οι αντιδράσεις γειτονικών ιδιοκτητών γης που θεωρούν ότι μειώνεται η αξία των ιδιοκτησιών τους.



Οι χρήσεις γης στις υπό εξέταση περιοχές, εκτός από περιβαλλοντική επίδραση, επιδρούν και στην τοπική οικονομία. Σε αγροτικές περιοχές οι εκτάσεις χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών πάρκων μειώνουν την εκμεταλεύσιμη γη για γεωργικούς και κτηνοτροφικούς σκοπούς. Στις τουριστικές περιοχές πιθανώς η κατασκευή φωτοβολταϊκού πάρκου να προκαλέσει αντιδράσεις τουριστικών επιχειρηματικών ομάδων, ενώ σε βιομηχανικές περιοχές η αποδοχή μπορεί να είναι καλύτερη.

### 5.2.3.3 Οικονομικά οφέλη για κατοίκους της περιοχής

Τα οικονομικά οφέλη από την κατασκευή και λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου για την τοπική κοινωνία, αναφέρονται στην πιθανή κατασκευή του έργου από τοπική κατασκευαστική εταιρία ή την απασχόληση τοπικών συνεργείων και μηχανικών στο στάδιο της εγκατάστασης. Μπορεί επίσης, να αναφέρεται στην εκχώρηση μέρους των κερδών από τη λειτουργία της εγκατάστασης στον τοπικό δήμο, υποχρέωση με την οποία δεσμεύονται, μέσω των κανονισμών, οι δικαιούχοι αιολικών σταθμών, αλλά δεν έχει θεσπιστεί έως σήμερα για τα ηλιακά πάρκα. Ακόμη, στο στάδιο λειτουργίας του φωτοβολταϊκού πάρκου, δημιουργούνται θέσεις εργασίας που πιθανόν να καλυφθούν από το εργατικό δυναμικό της περιοχής (φύλαξη, συντήρηση, ασφάλιση κτλ.) (Haurant et al., 2011).

## 5.2.4 Τεχνικό – οικονομικά κριτήρια

### 5.2.4.1 Πρόσβαση

Η πρόσβαση στο χώρο του φωτοβολταϊκού πάρκου, πέρα από τοπογραφικό κριτήριο, μπορεί εύκολα να τοποθετηθεί και στην κατηγορία των τεχνικο-οικονομικών κριτηρίων καθώς επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το συνολικό κόστος κατασκευής του έργου. Η διαμόρφωση του εδάφους, αλλά και ο όγκος των εγκαθιστούμενων υλικών (ΦΒ πλαίσια, βάσεις στήριξης) απαιτεί τη χρήση μεγάλων μηχανημάτων (εκσκαφείς, γεωτρύπανα, γεραμούς κλπ). Η έλλειψη επαρκούς οδικού δικτύου πρόσβασης προσθέτει σίγουρα ένα μεγάλο κόστος στον επενδυτή.



#### 5.2.4.2 Απόσταση από υποσταθμό/δίκτυο της Δ.Ε.Η.

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, το πλαίσιο διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες προβλέπει την αποκλειστική αγορά ετης παραγόμενης ενέργειας από τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. Η ύπαρξη κοντινού υποσταθμού ή σημείου σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο της Δ.Ε.Η, είναι ένα πλεονέκτημα που μειώνει κατά πολύ το κόστος των υλικών εγκατάστασης του ηλιακού πάρκου (Carrion et al., 2008). Δεδομένου ότι το σημείο σύνδεσης του φωτοβολταϊκού πάρκου με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. πρέπει εκ του νόμου να είναι στο όριο της εγκατάστασης, γίνεται κατανοητό ότι αναλόγως την απόσταση αλλά και τη διαθεσιμότητα του πλησιέστερου δικτύου προκύπτει και η αναγκαιότητα για περαιτέρω εργασίες επέκτασης του δικτύου προς εξυπηρέτηση του ιδιώτη παραγωγού ενέργειας. Το κόστος των εργασιών φυσικά (κόστος διασύνδεσης) βαραίνει αποκλειστικά τον επενδυτή. Τα απαραίτητα ηλεκτρολογικά υλικά για τη σύνδεση του ηλιακού πάρκου με το δίκτυο ηλεκτροδότησης έχουν υψηλό κόστος και έτσι το συνολικό κόστος, το οποίο ποικίλει ανάλογα με την απόσταση, τα τοπογραφικά στοιχεία της περιοχής και το μέγεθος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιλογής, που σε πολλές περιπτώσεις έχει καταστεί ανασταλτικός.

#### 5.2.4.3 Απόσταση από αστικό κέντρο

Στην ίδια λογική με τα προηγούμενα κριτήρια, η απόσταση από αστικό κέντρο μπορεί να είναι σε πολλές περιπτώσεις καθοριστική για την επιλογή χώρου εγκατάστασης φωτοβολταϊκού πάρκου. Όπως σε κάθε μεγάλο έργο, είναι επιτακτική η ανάγκη άμεσης προμήθειας και μεταφοράς υλικών για κάθε απρόβλεπτη εξέλιξη στη φάση της κατασκευής, αλλά και της λειτουργίας. Εξάλλου, η ανάλυση της ευθύνης για τη συνεχή παρακολούθηση και συντήρηση του εξοπλισμού και μετά τη λειτουργία του αποτελεί πλέον αντικείμενο των περισσότερων εταιρειών που δραστηριοποιούνται στο χώρο των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και εδρεύουν συνήθως σε αστικά ή ημιαστικά κέντρα. Δεδομένου ότι η οποιαδήποτε καθυστέρηση στην κατασκευή ή διακοπή στη λειτουργία της εγκατάστασης επιφέρει σημαντικό κόστος, η σύντομη ανταπόκριση των συνεργείων συντήρησης δεν καθόλου αμελητέο



στοιχείο αξιολόγησης κατά τη φάση επιλογής χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών πάρκων.

### 5.3 Επίδραση της Έντασης της Ηλιακής Ακτινοβολίας και της Θερμοκρασίας

Η τάση και το ρεύμα των φ/β στοιχείων εξαρτώνται τόσο από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτά όσο και από τη θερμοκρασία τους. Η αύξηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας αυξάνει τόσο το ρεύμα βραχυκύκλωσης όσο και την τάση ανοιχτού κυκλώματος και το εμβαδόν του ορθογωνίου μέγιστης ισχύος. Από την άλλη πλευρά, η αύξηση της θερμοκρασίας του φ/β στοιχείου προκαλεί πολύ μικρή αύξηση στο ρεύμα βραχυκύκλωσης και μείωση της τάσης ανοιχτού κυκλώματος εξαιτίας της αύξησης του ρεύματος κορεσμού. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ισχύος εξόδου και κατά συνέπεια τη μείωση της απόδοσης του στοιχείου.

Το ρεύμα βραχυκύκλωσης ενός φ/β στοιχείου, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (γραμμική εξάρτηση) και σε μικρό βαθμό από την θερμοκρασία. Αντίθετα η τάση ανοιχτού κυκλώματος εξαρτάται σε μικρό βαθμό από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (λογαριθμική εξάρτηση) και σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία (γραμμική εξάρτηση).

#### 5.3.1 Φωτοβολταϊκά Πανώ

Το φ/β στοιχείο αποτελεί μόνο ένα πολύ μικρό τμήμα ενός φ/β συστήματος. Η καρδιά ενός τέτοιου συστήματος είναι το φ/β πανώ. Το φ/β πανώ αποτελείται από έναν αριθμό φ/β πλαίσια (modules), συνδεδεμένων ηλεκτρικά μεταξύ τους στη σειρά και παράλληλα ώστε να παρέχουν την επιθυμητή τάση και ρεύμα εξόδου. Το φ/β πλαίσιο αποτελείται από έναν αριθμό όμοιων φ/β στοιχείων, συνδεδεμένων ηλεκτρικά μεταξύ τους στη σειρά και παράλληλα και τοποθετημένων σ' ένα κατάλληλο πλαίσιο. Το πλαίσιο αυτό συνήθως καλύπτεται από ειδικό γυαλί, ώστε το περιβάλλον να είναι θερμικά σταθερό για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών.

Τα φ/β πανώ συναρμολογούνται μηχανικά πάνω σε σκελετούς στήριξης και συνδέονται ηλεκτρικά μεταξύ τους στη σειρά ή παράλληλα ή και σε συνδυασμό στη





σειρά και παράλληλα, ώστε να δίνουν την επιθυμητή τάση και ρεύμα εξόδου του συστήματος και η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας να γίνεται με τις μικρότερες δυνατές απώλειες στη γραμμή μεταφοράς, δηλαδή με χαμηλό ρεύμα και αντίστοιχα μεγάλη ηλεκτρική τάση, μέσα στα επιτρεπτά όρια.

Η μέγιστη επιτρεπτή τάση σε φ/β συστήματα είναι 600V. Οι διαστάσεις αυτές των πανών ονομάζονται "κανονικοί μετασχηματισμοί"(arrays). Σε κάθε περίπτωση, κατά τη σχεδίαση ενός φ/β συστήματος, λαμβάνεται πρόνοια ώστε τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά κάθε τμήματος του να συμφωνούν με τα αντίστοιχα του προηγούμενου του και του επόμενου του. Για την κατασκευή των σκελετών χρησιμοποιούνται συνήθως γαλβανισμένο ατσάλι, αλουμίνιο ή και χημικά κατεργασμένο ξύλο.

### 5.3.2 Προστασία των φ/β Πανών

Ένα λιγότερο αποδοτικό φ/β στοιχείο, που είναι συνδεδεμένο σε σειρά ή παράλληλα με άλλα πιο αποδοτικά φ/β στοιχεία, λειτουργεί σαν καταναλωτής ισχύος. Το στοιχείο αυτό καλείται "θερμό σημείο", θερμαίνεται συνεχώς και όταν η θερμοκρασία του φτάσει πάνω από το όριο αντοχής του, καταστρέφεται. Το λιγότερο αποδοτικό στοιχείο μπορεί να είναι απολύτως όμοιο με τα υπόλοιπα στοιχεία και να είναι λιγότερο αποδοτικό μόνο επειδή σκιάζεται. Τα φ/β πανά λειτουργούν εκτεθειμένα στο ύπαιθρο και επομένως η σκίαση ορισμένων στοιχείων είναι πιθανή, συνεπώς, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή κατανάλωσης ισχύος από τα στοιχεία αυτά.

Η προστασία των φ/β πανών πραγματοποιείται με την τοποθέτηση κατάλληλων διόδων σε επίπεδο φ/β πλαισίου, αφού η τοποθέτηση διόδων σε όλα τα στοιχεία ενός συστήματος αυξάνει σημαντικά το κόστος του. Στο σχήμα φαίνεται η συνήθης τοποθέτηση των προστατευτικών διόδων σε ένα φ/β πανά. Έτσι, για την προστασία των σε σειρά συνδεδεμένων φ/β πλαισίων, συνδέεται παράλληλα σε κάθε πλαίσιο μια διάδος. Η προστασία των παράλληλα συνδεδεμένων ομάδων φ/β πλαισίων επιτυγχάνεται με την σε σειρά σύνδεση μιας διόδου σε κάθε ομάδα.



Τέλος, στην περίπτωση που το φ/β πανώ συνδέεται με σύστημα συσσωρευτών, είναι απαραίτητη η τοποθέτηση πριν από το σύστημα των συσσωρευτών μιας ακόμα διόδου, ώστε να αποφεύγεται η εκφόρτιση των συσσωρευτών το βράδυ.

### 5.3.3 Γωνία Κλίσης της Ηλιογεννήτριας

Ο τρόπος τοποθέτησης ενός φ/β πλαισίου παίζει σημαντικό ρόλο στην ποσότητα της συλλεγόμενης από αυτήν ηλιακής ενέργειας. Όσον αφορά στον προσανατολισμό της, για το νότιο ημισφαίριο ενδείκνυται ο νότιος προσανατολισμός (δηλ.  $\zeta=00$ ), ενώ για το βόρειο ημισφαίριο ο βόρειος προσανατολισμός (δηλ.  $\zeta=1800$ ). γενικά τα φ/β συστήματα, ανάλογα με το πώς είναι τοποθετημένα τα πλαίσια, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Στα φ/β συστήματα σταθερής γωνίας κλίσης. Στα συστήματα αυτά, τα πλαίσια τοποθετούνται με σταθερή γωνία κλίσης.
- Στα φ/β συστήματα παρακολούθησης του ήλιου. Στα συστήματα αυτά, τα πλαίσια τοποθετούνται σε μονάδες παρακολούθησης του ήλιου. Οι μονάδες παρακολούθησης απλού άξονα, παρακολουθούν την ημερήσια κίνηση του ήλιου από την ανατολή έως τη δύση, ενώ οι μονάδες παρακολούθησης διπλού άξονα, παρακολουθούν και την εποχιακή κίνηση του ήλιου από το Βορρά στο Νότο και αντίθετα.
- Τα φ/β συστήματα παρακολούθησης του ήλιου, είναι πιο ακριβά από τα συστήματα σταθερής γωνίας κλίσης, όμως παράγουν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας, αφού παρακολουθείται η κίνηση του ήλιου κατά τέτοιο τρόπο ώστε η ηλιακή ακτινοβολία να προσπίπτει όσο το δυνατόν κάθετα στην επιφάνεια του πλαισίου κάθε χρονική στιγμή. Τα φ/β συστήματα με μονάδες παρακολούθησης του ήλιου απλού άξονα, είναι πιο φθηνά από αυτά διπλού και σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν τη δυνατότητα να συγκεντρώνουν έως και 40% περισσότερη μηνιαία ηλιακή ενέργεια από τα συστήματα σταθερής γωνίας κλίσης.



### 5.3.4 Ροή και ένταση της Ηλιακής Ακτινοβολίας

Για τη μελέτη και το σωστό σχεδιασμό ενός οποιουδήποτε Φ/Β συστήματος είναι απαραίτητη η γνώση της διαδικασίας μέτρησης και υπολογισμού της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας, μέσω του προσδιορισμού της προσπίπτουσας στη Φ/Β γεννήτρια ηλιακής ακτινοβολίας, συνυπολογίζοντας βέβαια την κλίση και τον προσανατολισμό αυτής καθώς και το χρόνο της μελέτης και τον τόπο.

Ο προσδιορισμός του διαθέσιμου ηλιακού δυναμικού είναι μια πολύ βασική και πρωταρχικής σημασίας διαδικασία που προηγείται της επιλογής και εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Εκτιμώντας σωστά τα επίπεδα της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας είναι δυνατόν να προβούμε στην επιλογή του κατάλληλου Φ/Β συστήματος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και κυρίως να προσδιορίσουμε τις διαστάσεις που αυτό πρέπει να έχει.

Η ηλιακή ενέργεια μεταφέρεται με την ηλιακή ακτινοβολία από τον ήλιο στη γη και έτσι ένα Φ/Β σύστημα τροφοδοτείται με την ενέργεια αυτή και παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Το ποσό της ενέργειας που παρέχεται στο φως του ήλιου, ονομάζεται συνήθως ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς να συγκεκριμενοποιείται η έννοια της λέξης. Σε αυστηρότερη ορολογία, το μέγεθος που χαρακτηρίζει την ποσότητα της ενέργειας, την οποία μεταφέρει σε ένα τόπο μία ακτινοβολία που μεταδίδεται προς μια κατεύθυνση στο χώρο, ονομάζεται ροή ακτινοβολίας ( $H$ ). Η ροή ακτινοβολίας ορίζεται ως το ποσό της ενέργειας της ακτινοβολίας που περνά στη μονάδα του χρόνου από τη μονάδα του εμβαδού μιας επιφάνειας τοποθετημένης κάθετα στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας και εκφράζεται συνήθως σε  $KW/m^2$  (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010).

Ακριβολογώντας πρέπει να τονιστεί ότι ο όρος ροή ακτινοβολίας έχει έννοια όταν πρόκειται μόνο για ακτινοβολία που αποτελείται από δέσμη παράλληλων ακτινών. Όταν όμως η ακτινοβολία είναι διάχυτη και διαδίδεται προς διάφορες κατευθύνσεις, όπως συμβαίνει συχνά με ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, τότε ως μέτρο του ποσού της ενέργειας που περνά στη μονάδα του χρόνου από τη



μονάδα μιας επιφάνειας, χρησιμοποιείται περισσότερο ο γενικός όρος ένταση της ακτινοβολίας. Συνώνυμη, για οποιαδήποτε χρήση,

Με τον ίδιο όρο, ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, χαρακτηρίζεται και η πυκνότητα της ηλιακής ενέργειας που δέχεται μια επιφάνεια σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Έτσι για παράδειγμα στο σχεδιασμό των Φ/Β συστημάτων χρησιμοποιείται συχνά ως μετεωρολογικό δεδομένο η μέση ηλιακή ενέργεια ανά τετραγωνικό μέτρο οριζόντιας επιφάνειας και ανά ημέρα, και εκφράζεται συνήθως σε  $KWh/m^2 \cdot day$ .

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια η οποία συμβολίζεται με «G» ( σε  $W/m^2$  ) όταν γίνεται αναφορά στη στιγμιαία ένταση, με «I» ( σε  $J/m^2$  ) όταν γίνεται αναφορά στην ωριαία ποσότητα της ηλιακής ενέργειας και με «H» (σε  $J/m^2$  ) όταν γίνεται αναφορά στην ημερήσια ή μηνιαία ηλιακή ενέργεια, απαρτίζεται από τρία μέρη :

A) Την άμεση ακτινοβολία που προέρχεται ευθέως από τον ήλιο, έχει ορισμένη κατεύθυνση για ορισμένο επίπεδο αναφοράς και ορισμένη χρονική στιγμή, και προκαλεί έντονες σκιάσεις. Με καθαρό ουρανό αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στο επίπεδο αναφοράς αλλά αυτή η αναλογία διαφοροποιείται εξ αιτίας σκόνης, καπνού, αιωρούμενων σωματιδίων και των σύννεφων.

B) Τη διάχυτη ακτινοβολία που προέρχεται από όλο τον υπόλοιπο ουράνιο θόλο, εκτός του ήλιου. Είναι ισχυρότερη στο τμήμα του ουρανού κοντά στον ήλιο και γίνεται ασθενέστερη μακριά από τον ήλιο σε περίπτωση καθαρού χωρίς σύννεφα και σκόνη ουρανού. Για το επίπεδο αναφοράς δεν έχει ορισμένη κατεύθυνση όπως η άμεση ακτινοβολία αλλά προέρχεται από όλα τα σημεία του ουρανού.

Στην περίπτωση που το επίπεδο αναφοράς είναι οριζόντιο, δέχεται τη διάχυτη ακτινοβολία από ολόκληρο τον ουράνιο θόλο εφόσον δεν μεσολαβούν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια. Φυσικά καθώς η διάχυτη ακτινοβολία προσπίπτει από όλες τις κατευθύνσεις αυτή δεν προκαλεί την εμφάνιση σκιάσεων.



Γ) Την ανακυκλωμένη ακτινοβολία που φτάνει στο επίπεδο αναφοράς μετά από ανάκλαση σε φυσικές ή τεχνητές επιφάνειες, που υπάρχουν στον περιβάλλοντα χώρο. Έτσι η γνώση απαιτεί κάθε φορά καλή γνώση της τοπογραφίας του χώρου και του δείκτη ανακλαστικότητας των επιφανειών, που ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία.

Το άθροισμα των τριών αυτών συνιστωσών αποτελεί την ολική προσπίπτουσα στην εξεταζόμενη επιφάνεια ηλιακή ακτινοβολία. Όσον αφορά τη σχετική αναλογία της άμεσης προς τη διάχυτη ακτινοβολία, αυτή εξαρτάται από την περιοχή που μας ενδιαφέρει, το μήνα του χρόνου και την ώρα της ημέρας. Η διάχυτη συνιστώσα της ακτινοβολίας αποτελεί το 10 -29% της ολικής ακτινοβολίας σε μια καθαρή ημέρα, αλλά αυτή ανέρχεται ακόμα και στο 100% (μιας αρκετά μικρότερης ολικής ηλιακής ακτινοβολίας) σε μια νεφελώδη ημέρα.

### **5.3.5 Υπολογισμός της Μέσης Ανά Μήνα Ημερήσιας Ολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας**

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη μελέτη της συμπεριφοράς ενός Φ/Β συστήματος είναι η ύπαρξη ορισμένων μετεωρολογικών μετρήσεων στον τόπο στον οποίο βρίσκεται τοποθετημένο το σύστημα αυτό. Φυσικά η σημαντικότερη από τις μετρήσεις αυτές είναι η μέτρηση του ηλιακού δυναμικού. Για πρακτικούς λοιπόν λόγους απαιτείται η διεξαγωγή μετρήσεων προσδιορισμού του ηλιακού δυναμικού για ορισμένα έτη ακριβώς στην περιοχή που μας ενδιαφέρει. Αυτό όμως δεν είναι πολύ συχνό φαινόμενο οπότε γενικά γίνεται η εκτίμηση του ηλιακού δυναμικού μιας περιοχής χρησιμοποιώντας είτε διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα για αυτήν, είτε άμεσες μετρήσεις της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που έχουν λάβει χώρα σε κοντινές περιοχές.

Απαιτείται πολύ μεγάλη προσοχή όταν πρόκειται να εκτιμηθούν τα επίπεδα της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας σε μια περιοχή από μετεωρολογικά και μόνον δεδομένα. Ο παράγοντας αβεβαιότητα και η πιθανότητα λάθους είναι ιδιαίτερα αυξημένες σε αυτή την περίπτωση. Αντίθετα, ο προσδιορισμός της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας από μετρήσεις σε « γειτονικές » περιοχές που βρίσκονται σε



ακτίνα 100km με κέντρο την περιοχή που μας ενδιαφέρει, επιφέρει τόσο μικρές διαφοροποιήσεις των τιμών, οι οποίες βρίσκονται κάτω από τα όρια σφάλματος του οργάνου που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό.

Το όργανο που χρησιμοποιείται για τη λήψη των μετρήσεων του μεγέθους αυτού είναι ένα ραδιόμετρο (πυρανόμετρο). Οι διακυμάνσεις των τιμών τέτοιου είδους μετρήσεις είναι κάτω από τα όρια του σφάλματος μέτρησης του οργάνου που χρησιμοποιείται σε ακτίνα 100 χιλιομέτρων από το σημείο λήψης των μετρήσεων. Φυσικά η ποιότητα των δεδομένων της ανά ένα λεπτό τιμής της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης θα πρέπει να εξασφαλιστεί εκτελώντας ένα έλεγχο δεδομένων.

Από την ανά ένα λεπτό τιμή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης που δίνει ο μετεωρολογικός σταθμός, υπολογίζεται σε πρώτη φάση η σε κάθε ώρα μέση ανά λεπτό τιμή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης για την κάθε ημέρα του χρόνου και για τις ώρες από 9 :00 το πρωί μέχρι τις 16:00 το απόγευμα για τις ημέρες των μηνών Ιανουάριο – Φεβρουάριο – Μάρτιο – Σεπτέμβριο – Οκτώβριο – Νοέμβριο , για τις ώρες από 9 : 00 το πρωί μέχρι τις 15 :00 το απόγευμα για τις ημέρες του μήνα Δεκεμβρίου, για τις ώρες 9:00 το πρωί μέχρι τις 18:00 το απόγευμα για τις ημέρες των μηνών Ιούνιο – Ιούλιο – Αύγουστο και 9:00 το πρωί μέχρι τις 17:00 το απόγευμα για τις ημέρες των μηνών Απρίλιο και Μάιο (φωτεινές ώρες των ημερών του έτους) αφού για το χρονικό αυτό διάστημα το ηλιακό δυναμικό επιτρέπει την ικανοποιητική εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Φυσικά για να υπολογιστεί η σε κάθε ώρα μέση ανά λεπτό τιμή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης τις ώρες αυτές, προστίθενται οι 60 τιμές της ανά ένα λεπτό της ολικής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης μέσα σε αυτήν την ώρα και διαιρούνται δια το 60. Στη συνέχεια ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης για τον κάθε μήνα προσθέτοντας τις τιμές της σε κάθε ώρα μέσες ανά λεπτό τιμές της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης για την κάθε



ημέρα του χρόνου τις συγκεκριμένες ημέρες του κάθε μήνα και διαιρώντας με τον αριθμό των φωτεινών ωρών του μήνα αυτού.

Τελικά υπολογίζεται η σε κάθε μήνα μέση ημερήσια τιμή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης (H) προσθέτοντας τις τιμές της σε κάθε μήνα μέσης ανά ώρα τιμής της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης και διαιρώντας με τον αριθμό των ημερών του μήνα αυτού.

Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας ή ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει σε ένα οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης κάθε μήνα εξαρτάται από συγκεκριμένα αστρονομικά γεγονότα και από τυχαίες επικρατούσες ατμοσφαιρικές συνθήκες. Έτσι οι μετρήσεις μέσω πυρανόμετρο της ηλιακής ακτινοβολίας περιλαμβάνουν τυχαίες διακυμάνσεις λόγω συγκεκριμένων αστρονομικών επιδράσεων και το ίδιο συμβαίνει με τις μετρήσεις της διάρκειας της ηλιοφάνειας η οποία εξαρτάται από την ύπαρξη σύννεφων στο ουρανό.

Σε ένα καθαρό ουρανό κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, η διάρκεια της ηλιοφάνειας είναι ίση με την διάρκεια των φωτεινών ωρών (αστρονομική διάρκεια ηλιοφάνειας). Από την άλλη πλευρά, κατά την διάρκεια συννεφιασμένων ημερών, η διάρκεια της ηλιοφάνειας είναι μικρότερη από την αστρονομική διάρκεια των φωτεινών ωρών.

### 5.3.6 Εκτίμηση της Θερμοκρασίας και της Απόδοσης ενός Φ/Β Πλαισίου

Η εκτίμηση της θερμοκρασίας των φ/β στοιχείων ενός πλαισίου πραγματοποιείται με τη βοήθεια διαφόρων μαθηματικών σχέσεων. Έτσι, όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου, πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας των φ/β στοιχείων ενός πλαισίου T<sub>cell</sub> την προσεγγιστική σχέση :

$$T_{cell} = T_a + 0,02 * G$$

Όπου :



$T_a$  : η θερμοκρασία περιβάλλοντος σε 0C

$G$  : η ένταση της προσπίπτουσας στο πλαίσιο ηλιακής ακτινοβολίας σε W/m<sup>2</sup>.

Από την άλλη πλευρά, όταν στα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα περιλαμβάνονται και μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου, η θερμοκρασία των φ/β στοιχείων του πλαισίου μπορεί να υπολογιστεί κατά προσέγγιση από τη σχέση:

$$T_{cell} = 3,12 + 0,25 * G + 0.899 * T_a - 1.3u$$

Όπου:

$G$  : η ένταση της προσπίπτουσας στο πλαίσιο ηλιακής ακτινοβολίας σε mW/cm<sup>2</sup>.

$U$  : η ταχύτητα του ανέμου σε m/sec

$T_a$  : η θερμοκρασία περιβάλλοντος σε 0C

Έχει όμως αποδειχθεί, ότι η απόδοση των φ/β στοιχείων ενός πλαισίου μεταβάλλεται με την θερμοκρασία τους. Η απόδοση, όταν η θερμοκρασία των φ/β στοιχείων ενός πλαισίου είναι  $T_{cell}$  προκύπτει από τη σχέση :

$$n(T_{cell}) = n(T_{ref}) * (1 - \mu * (T_{cell} - T_{ref})),$$

όπου :

$n(T_{ref})$  : η απόδοση των φ/β στοιχείων του πλαισίου στη θερμοκρασία αναφοράς  $T_{ref}$  ( συνήθως  $T_{ref} = 250c$ ),

$\mu$  : ο θερμοκρασιακός συντελεστής του φ/β πλαισίου σε %/0C.

Ο θερμοκρασιακός συντελεστής  $\mu$ , εξαρτάται από τον τύπο των φ/β στοιχείων του πλαισίου (μονοκρυσταλλικό πυρίτιο, πολυκρυσταλλικό πυρίτιο κ.λ.π.) και





συνήθως δίνεται από τον κατασκευαστή. Απόλυτη μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία και ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης.

Η τεχνικοοικονομική μελέτη ενός φ/β συστήματος περιλαμβάνει τον λεπτομερειακό σχεδιασμό του και την ανάλυση κόστους για το χρόνο ζωής του. Βασικά στοιχεία για την πραγματοποίηση μιας μελέτης είναι, η εκτίμηση των καταναλώσεων που καλείται να ικανοποιήσει το φ/β σύστημα (η μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση τους διάφορους μήνες του έτους, οι πιθανές αιχμές ισχύος κ.α) καθώς και ορισμένα μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή στην οποία πρόκειται αυτό να εγκατασταθεί (ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, διαστήματα συνεχούς συννεφιάς, θερμοκρασία περιβάλλοντος κ.α.).

Επιπλέον απαιτείται, ο λεπτομερής υπολογισμός των ηλεκτρικών απωλειών, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και το κόστος όλων των διατάξεων του συστήματος (φ/β πλαίσια ,συσσωρευτές, μηχανισμοί στήριξης , διατάξεις ρύθμισης, προστασίας και ελέγχου κ.α )καθώς επίσης και ο καθορισμός των απαιτούμενων αντικαταστάσεων στο σύστημα.

Τέλος, για τη συγκριτική αξιολόγηση, απαιτείται το κόστος και η αξιοπιστία των εναλλακτικών λύσεων, οι δαπάνες συντήρησης των εγκαταστάσεων, το κόστος προμήθειας και μεταφοράς πετρελαίου κ.α. Κυρίαρχος στόχος σε κάθε τεχνικοοικονομική μελέτη ενός φ/β συστήματος, είναι η βέλτιστη αξιοποίηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της γεωγραφικής θέσης όπου πρόκειται να εγκατασταθεί αυτό και ο καθορισμός των βέλτιστων διαστάσεων των υποσυστημάτων του, ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή αξιοπιστία και το χαμηλότερο δυνατό συνολικό του κόστος. Η αξιοπιστία ενός συστήματος, αποτελεί το επί τοις εκατό ποσοστό του χρόνου που το σύστημα αυτό είναι σε θέση να καλύψει τις απαιτήσεις των φορτίων. Οι βασικοί παράγοντες που μειώνουν την αξιοπιστία ενός συστήματος είναι οι βλάβες και ο χρόνος συντήρησης του και η μεταβλητότητα των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής που πρόκειται να εγκατασταθεί το σύστημα (ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, ημέρες συνεχόμενης συννεφιάς κ.α.).



Η αξιοπιστία για την οποία σχεδιάζεται ένα φ/β σύστημα, επηρεάζει διάφορες αποφάσεις κατά τη διάρκεια της μελέτης, όπως για παράδειγμα την επιλογή της αυτονομίας κατά τον υπολογισμό του μεγέθους του υποσυστήματος των ή τον καθορισμό του ακριβούς αριθμού των φ/β πλαισίων κ.α.

### 5.3.7 Βασικά Σήματα Σχεδιασμού ενός φ/β Συστήματος

Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουν για τον σωστό σχεδιασμό ενός φ/β συστήματος είναι τα εξής (Μαρίνου Αγγ., 2004):

- Υπολογισμός της βέλτιστης γωνίας κλίσης της φ/β συστοιχίας τους μήνες του έτους που θέλουμε.
- Εκτίμηση των ηλεκτρικών καταναλώσεων που καλείται να τροφοδοτήσει το σύστημα.
- Υπολογισμός του μεγέθους του υποσυστήματος των συσσωρευτών.
- Υπολογισμός του μεγέθους της φ/β συστοιχίας.
- Καθορισμός των υπολοίπων διατάξεων του συστήματος (αντιστροφέας, ρυθμιστής φόρτισης, καλωδιώσεις κ.α.)

### 5.3.8 Υπολογισμός της Γωνίας Κλίσης της φ/β Συστοιχίας

Από την διαδικασία που περιγράψαμε παραπάνω και από τους πίνακες φαίνεται η βέλτιστη γωνία κλίσης για όλο το χρόνο στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης. Επίσης φαίνονται οι βέλτιστες γωνίες κλίσης για κάθε μήνα του έτους.

### 5.3.9 Εκτίμηση των Ηλεκτρικών Καταναλώσεων του Συστήματος

Η διαδικασία εκτίμησης των ηλεκτρικών καταναλώσεων, θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και σύνεση, αφού τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτήν παίζουν καθοριστικό ρόλο σε όλη την υπόλοιπη πορεία του σχεδιασμού. Εάν πρόκειται για εφαρμογή ηλεκτροδότηση κατοικίας, είναι σημαντικό να δίνεται βαρύτητα όχι μόνο στο είδος των ηλεκτρικών συσκευών αλλά και στην όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική πρόβλεψη της χρήσης τους. Έχει αποδειχθεί ότι είναι



παράλογο να χρησιμοποιούνται φ/β συστήματα για την τροφοδότηση ηλεκτρικών συσκευών με μεγάλη θερμική κατανάλωση.

Συνεπώς, θα πρέπει να αποφεύγεται το μαγείρεμα με ηλεκτρική κουζίνα, η θέρμανση χώρων με ηλεκτρικά καλοριφέρ ή αερόθερμα, η θέρμανση νερού με ηλεκτρικό θερμοσίφωνο, η χρησιμοποίηση κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως κ.α. Για τις ανάγκες αυτές είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν άλλες συσκευές, όπως κουζίνες και θερμάστρες υγραερίου ή ξυλόσομπες, ηλιακοί θερμοσίφωνες, λαμπτήρες φθορισμού χαμηλής κατανάλωσης κ.α.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα βήματα που ακολουθούνται για τον υπολογισμό της συνολικής μέσης ημερήσιας κατανάλωσης (AH/D) που καλείται να ικανοποιήσει ένα φ/β σύστημα. Εάν οι καταναλώσεις διαφέρουν από μήνα σε μήνα ή από εποχή σε εποχή, τότε η διαδικασία αυτή θα πρέπει να επαναλαμβάνεται για κάθε μήνα ή για κάθε εποχή αντίστοιχα. Τα βήματα που περιγράφονται γίνονται ευκολότερα κατανοητά με ταυτόχρονη μελέτη του Φύλλου Απεικόνισης Υπολογιστικών Αποτελεσμάτων (Φ.Α.Υ.Α.)

Βήμα 1. Γίνεται καταγραφή των DC και AC φορτίων του συστήματος (π.χ. 2 τηλεοράσεις, 5 λάμπες φθορίου, 1 πλυντήριο κ.α.).

Βήμα 2. Για το καθένα από αυτά τα φορτία, καταγράφεται το ρεύμα (A) και η τάση με το ρεύμα λειτουργίας του. (V) Συνήθως οι τιμές αυτές παρέχονται από τον κατασκευαστή.

Βήμα 3. Υπολογίζεται η ισχύς (W) που απαιτεί το κάθε φορτίο, πολλαπλασιάζοντας την τάση με το ρεύμα λειτουργίας του. Πολλές φορές η τιμή αυτή βρίσκεται καταγεγραμμένη σε μια καρτέλα πάνω στο φορτίο.

Βήμα 4. Καταγράφεται ο μέσος αριθμός των ωρών που αναμένεται το κάθε φορτίο να βρίσκεται σε λειτουργία κατά τη διάρκεια της ημέρας (Ημερήσιο Duty Cycle).



Βήμα 5. Καταγράφεται ο μέσος αριθμός των ημερών που αναμένεται το κάθε φορτίο να βρίσκεται σε λειτουργία κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας ( εβδομαδιαίο Duty Cycle ).

Βήμα 6. Υπολογίζεται, για κάθε φορτίο , η μέση ημερήσια ενέργεια (WH) που καταναλώνει. Αυτό γίνεται πολλαπλασιάζοντας τις τιμές από τα τρία προηγούμενα βήματα μεταξύ τους και διαιρώντας το αποτέλεσμα με τον αριθμό των ημερών της εβδομάδας, δηλαδή το 7.

Βήμα 7. Για κάθε φορτίο εναλλασσόμενου ρεύματος ή συνεχούς ρεύματος με τάση διαφορετική από την τάση του συστήματος, η μέση ημερήσια ενέργεια (WH) διαιρείται με τον συντελεστή απόδοσης του αντιστροφέα ή του μετατροπέα αντίστοιχα που περιλαμβάνεται στο φ/β σύστημα. Εάν δεν παρέχονται οι τιμές των συντελεστών αυτών από τον κατασκευαστή, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν, για τον αντιστροφέα η τιμή των 0,85 και για τον μετατροπέα η τιμή 0,9 ( ενδεικτικές τιμές ).

Βήμα 8. Οι τιμές προκύπτουν από το προηγούμενο βήμα, διαιρούνται με την ονομαστική τάση του συστήματος (V). Η ονομαστική τάση του συστήματος, είναι ουσιαστικά η τάση στα άκρα της συστοιχίας των συσσωρευτών του συστήματος. Με την διαίρεση αυτή , υπολογίζεται η μέση ημερήσια ενέργεια σε αμπερώρια (AH/D) που απαιτείται από το κάθε φορτίο, λαμβάνοντας υπόψη και τις απώλειες λόγω του αντιστροφέα και του μετατροπέα του συστήματος.

Βήμα 9. Υπολογίζεται η συνολική μέση ημερήσια ( AH/D) , με άθροιση των επιμέρους τιμών όπως προέκυψαν από το προηγούμενο βήμα.

Βήμα 10. Υπολογίζεται η συνολική DC και η συνολική AC ισχύς (W) που απαιτείται από τα φορτία, με άθροιση των επιμέρους τιμών που προέκυψαν στο βήμα 3.

Βήμα 11. Υπολογίζεται το μέγιστο ρεύμα (A) που θα απαιτούνταν, εάν όλα τα φορτία λειτουργούσαν ταυτόχρονα, αθροίζοντας τη συνολική DC ισχύ (W) με τη



συνολική AC ισχύ ( $W$ ) και διαιρώντας το άθροισμα με την ονομαστική τάση του συστήματος. Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται για την επιλογή των ασφαλειών, των καλωδίων και άλλων στοιχείων προστασίας του φ/β συστήματος.

Βήμα 12. Υπολογίζεται η συνολική μέση ημερήσια ενέργεια ( $AH/D$ ) που απαιτείται από το σύστημα για την τροφοδότηση των φορτίων, εάν ληφθούν υπόψη ο συντελεστής απόδοσης των καλωδίων και ο συντελεστής απόδοσης των συσσωρευτών του συστήματος. Αυτό γίνεται με διαίρεση της συνολικής μέσης ημερήσιας ενέργειας ( $AH/D$ ) με το γινόμενο των δυο αποδόσεων. Εάν οι τιμές αυτές δεν παρέχονται από τον κατασκευαστή, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την απόδοση των καλωδίων η τιμή 0,98 και για την απόδοση συσσωρευτών η τιμή 0,90.

#### 5.3.10 Κέντρο Ελέγχους στα Φ/Β Συστήματα

Συχνά γίνεται η εγκατάσταση ηλεκτρονικών ελεγκτών και μετατροπέων στο κέντρο ελέγχου μαζί με τους διακόπτες, τις ασφάλειες και άλλου υλικού. Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός πρέπει να είναι σε θέση να αντέχει τις αναμενόμενες ακραίες θερμοκρασίες σε κατάσταση λειτουργίας ή ηρεμίας. Οποιαδήποτε τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα πρέπει να σφραγιστούν για να προστατευτούν από την υγρασία και την σκόνη. Εγκατάσταση κέντρου ελέγχου σε ένα φ/β σύστημα.

#### 5.3.11 Επιλογή Καλωδίων του Φ/Β Συστήματος

Οι συνδεσμολογίες στα φ/β συστήματα πρέπει να γίνονται μέσα σε στεγανά για την αποφυγή δημιουργίας τοπικών αντιστάσεων (πτώση τάσης, ανάπτυξη θερμότητας) και η είσοδος – έξοδος των καλωδίων θα γίνεται με τη βοήθεια ειδικών στεγανών στυπιοθλιπτικών. Τα καλώδια θα είναι εύκαμπτα και στα σημεία των συνδέσεων θα γίνεται χρήση κατάλληλων ακροδεκτών μύτης.



## 6. Κεφάλαιο 6: Παράθεση Μελέτης Περίπτωσης Αιολικού & Φ/Β Πάρκου στην Ελλάδα με τη βοήθεια της ΑΗΡ

### 6.1 Εισαγωγή

Δεδομένης της φύσης των ΑΠΕ (αποκεντρωμένες ενεργειακές πηγές, πολυκριτηριακή ιδιοσυστασία, τοπικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις) ενδείκνυται η χρησιμοποίηση πολυσυμμετοχικών προσεγγίσεων κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και αξιολόγησης των υποψηφίων έργων. Η χρήση ενός πολυκριτηριακού πλαισίου προσδίδει χαρακτηριστικά στη διαδικασία αξιολόγησης από τα πρώιμα στάδια αυτής.

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ένα ολοκληρωμένο Χωρικό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΧΣΥΑ), που έχει δημιουργηθεί για την υποστήριξη της λήψης απόφασης που αφορά τη χωροθέτηση οχλοσών δραστηριοτήτων. Η περίπτωση που εφαρμόζεται η συγκεκριμένη Μέθοδος Απόφασης είναι η αξιολόγηση της περιοχής του Λαυρίου για την χωροθέτηση ενός Αιολικού Πάρκου. Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να συγκρίνουμε την περιοχή του Λαυρίου με εναλλακτικές προτάσεις χωροθέτησης Αιολικού Πάρκου. Με τη βοήθεια της πολυκριτηριακής ανάλυσης μπορούμε να αναλύσουμε το πολυπαραμετρικό πρόβλημα της χωροθέτησης μιας δραστηριότητας σε επιμέρους απλούστερες συνιστώσες.

Αναλυτικά η προτεινόμενη μεθοδολογία όπως εφαρμόζεται στο ΧΣΥΑ, αποτελείται από τα εξής επιμέρους βήματα:

- a) Δημιουργία της ψηφιακής βάσης δεδομένων που περιλαμβάνει την απαραίτητη χωρική ή μη-χωρική πληροφορία.
- b) Καθορισμός της ιεραρχικής δομής του πολυκριτηριακού προβλήματος.
- c) Εφαρμογή της Μεθόδου Αναλυτικής Ιεράρχησης για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων/υποκριτηρίων σε κάθε επίπεδο ιεράρχησης.
- d) Βαθμονόμηση των κριτηρίων αξιολόγησης χρησιμοποιώντας μεθόδους ασαφών συνόλων ή υποκειμενικής αξιολόγησης.
- e) Υπολογισμός του δείκτη καταλληλότητας στην περιοχή μελέτης

Στη Φάση αξιολόγησης κριτηρίων εφαρμόζουμε την Μέθοδο της Αναλυτικής ιεράρχησης με σκοπό την εύρεση της βέλτιστης Χωροθέτησης ενός Αιολικού



Πάρκου. Αρχικά επισημαίνουμε τον στόχο του προβλήματος, στη συνέχεια αναφέρουμε τα Κριτήρια τα οποία επιλέξαμε από την παραπάνω αναφορά τους και τέλος θα προτείνουμε εναλλακτικές λύσεις για την επίτευξη του στόχου. Κεντρικό στοιχείο της μεθόδου αποτελεί η σύγκριση κριτηρίων και εναλλακτικών προτάσεων ανά δύο, έτσι ώστε να σχηματισθεί μια ιεραρχία προτεραιοτήτων και εναλλακτικών λύσεων. Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται, θεωρεί όλη την περιοχή μελέτης κατάλληλη για τη χωροθέτηση ενός Αιολικού Πάρκου και δεν αποκλείει εξαρχής κάποιες περιοχές. Το τελικό αποτέλεσμα της μεθοδολογίας είναι η αξιολόγηση της μελετούμενης περιοχής με τη βοήθεια ενός δείκτη καταλληλότητας.

## 6.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Αναλυτικής Ιεραρχησης (AHP)

### Γενικά

Η «Μέθοδος της Αναλυτικής Ιεράρχησης» (Analytical Hierarchy Process – AHP) προτάθηκε από τον Thomas Saaty του Wharton School of Business. Με τη μέθοδο αυτή οργανώνονται δεδομένα σε μια «ιεραρχική δομή», έτσι ώστε να διευκολύνεται η ορθή λήψη αποφάσεων σε μια επιχείρηση ή οργανισμό. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη σε πολύπλοκες διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Στις διαδικασίες αυτές εμπλέκονται συγκρίσεις διαφόρων κριτηρίων που είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Η ιεραρχική δομή αυτής της μεθόδου δείχνει τις σχέσεις του στόχου, των κριτηρίων, των υποκριτηρίων και των εναλλακτικών λύσεων. Χρησιμοποιώντας την AHP υποκειμενικές κρίσεις βασισμένες σε πεποιθήσεις, διαίσθηση και συναισθήματα μπορούν να συνδυαστούν με κρίσεις βασισμένες καθαρά στη λογική. Κεντρικό στοιχείο της μεθόδου αποτελεί η σύγκριση κριτηρίων και εναλλακτικών ανά δύο, έτσι ώστε να σχηματισθεί μια ιεραρχία προτεραιοτήτων και εναλλακτικών.

### 6.3 Η πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων

Η επίλυση προβλημάτων πάσης φύσεως, με μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοκότητας, απαιτεί μια προσπάθεια που περιλαμβάνει τη λήψη αποφάσεων. Για την αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι, για τη λήψη αποφάσεων που απαιτούν τον συνυπολογισμό πολλών και διαφορετικών μεταξύ τους παραγόντων. Οι πολυκριτήριες αυτές μέθοδοι



(Multicriteria Evaluation- MCE) , μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους , ως προς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά , τη διαδικασία αξιολόγησης των κριτηρίων , το είδος των δεδομένων και τους αντικειμενικούς στόχους. Για παράδειγμα ,οι πολυκριτήριες μέθοδοι μπορεί να εξετάζουν έναν στόχο και ένα κριτήριο , έναν στόχο και πολλά κριτήρια η πολλούς στόχους και πολλά κριτήρια. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου , εξαρτάται από το είδος του προβλήματος και τον λήπτη της απόφασης. ΟΙ μέθοδοι μπορούν να χωριστούν σε τρεις γενικές κατηγορίες.

Τεχνικές συμβιβασμού (Compensatory techniques): Ο όρος συμβιβασμός εδώ αναφέρεται στην ιδιότητα που έχουν οι τεχνικές αυτές, να ισορροπούν την υψηλή προτεραιότητα μιας εναλλακτικής με βάση κάποιο κριτήριο, με την χαμηλή προτεραιότητα της ίδιας εναλλακτικής επιλογής με βάση κάποιο άλλο κριτήριο, αποδίδοντας έτσι στην εν λόγω λύση την τελική αξία. Οι τεχνικές αυτές απαιτούν ένα ικανό επίπεδο γνώσης του αντικειμένου του προβλήματος , καθώς περιλαμβάνουν την ανάθεση βαρών σε κάθε επιμέρους κριτήριο, συνθέτοντας έτσι, ένα μοντέλο – κανόνα για τη λήψη της απόφασης. Οι κύριες πολυκριτηριακές μέθοδοι που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι το σταθμισμένο γραμμικό άθροισμα(**weighted linear sum**) η αναλυτική ιεράρχηση(**Analytical Hierarchical Method – AHP**), η concordance analysis και η ανάλυση ιδανικού σημείου (ideal point analysis).

Μη συμβιβαστικές τεχνικές (Non – compensatory techniques) : Οι τεχνικές αυτές απαιτούν σχετικά μικρότερο βαθμό γνώσης του αντικειμένου , καθώς αποδίδουν μόνο μια κανονική τιμή αξίας σε κάθε κριτήριο. Σε αυτή τη κατηγορία τεχνικών ανήκει η μέθοδος PROMETHE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) και η μέθοδος NAIADE(Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environment) και η μέθοδος Regime.

Ασαφείς τεχνικές (Fuzzy techniques): Οι ασαφείς τεχνικές επεξεργάζονται προβλήματα , τα όρια των οποίων δεν είναι σαφώς καθορισμένα . Ασαφείς πολυκριτηριακές τεχνικές είναι το ασαφές καθορισμένο άθροισμα(fuzzy weighted sum) οι τελεστές OWA (Ordered Weighted Average) και η Ασαφής Αναλυτική Ιεράρχηση (Fuzzy Analytical Hierarchical Method- FAHP).





#### 6.4 Η εφαρμογή της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης (AHP)

Η εφαρμογή της μεθόδου περιλαμβάνει δύο ευρύτερα στάδια, τη δόμηση της ιεραρχίας και το στάδιο της αξιολόγησης. Η δόμηση της ιεραρχίας απαιτεί ικανή γνώση του αντικειμένου και εμπεριέχει ένα βαθμό υποκειμενικότητας. Για το λόγο αυτό η εφαρμογή της AHP, συνήθως στηρίζεται στη συλλογική κρίση μιας ομάδας ειδικών πάνω στο κάθε αντικείμενο. Το στάδιο της αξιολόγησης βασίζεται στην ιδέα των συγκρίσεων των διαφόρων κριτηρίων και εναλλακτικών επιλογών ανά ζεύγη. Τα στοιχεία κάθε επιπέδου της ιεραρχίας συγκρίνονται μεταξύ τους, ανά ζεύγη, με κριτήριο τη συμβολή τους στην επίτευξη ενός καθορισμένου στόχου, ο οποίος αποτελεί στοιχείο του αμέσως παραπάνω επιπέδου της ιεραρχίας. Η διαδικασία αυτή παράγει μια σχετική κλίμακα μέτρησης της βαρύτητας ή προτεραιότητας κάθε στοιχείου, αναφορικά με το κριτήριο ή τα κριτήρια που βρίσκονται στο παραπάνω επίπεδο και συνδέονται με αυτό.

Η τελική βαρύτητα που αποδίδεται σε κάθε στοιχείο του χαμηλότερου επιπέδου της ιεραρχίας (εναλλακτικές επιλογές απόφασης), προκύπτει από το συνυπολογισμό όλων των επιμέρους βαρυτήτων των στοιχείων των ανώτερων επιπέδων, που συνδέονται με κάθε εναλλακτική. Η αρχή αυτή είναι γνωστή ως προσθετικός, συσσωρευτικός κανόνας και σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους απόδοσης βαρυτήτων, προσφέρει το πλεονέκτημα της διαισθητικής κατανόησης της κατανομής της συνολικής βαρύτητας στα επιμέρους τμήματα της.

Η λειτουργία της AHP βασίζεται στα εξής αξιώματα:

- ✓ Αντίστροφες συγκρίσεις (Reciprocal comparison): Ο λήπτης απόφασης πρέπει να διεξάγει συγκρίσεις μεταξύ των στοιχείων της ιεραρχίας και οι συγκρίσεις αυτές, πρέπει να πληρούν τον κανόνα αντιστροφής δηλαδή:

*Αν  $A$  σημαντικότερο του  $B$ , κατά  $\chi$ , τότε  $B$  σημαντικότερο του  $A$ , κατά  $1/\chi$ .*

- ✓ Ομοιογένεια (Homogeneity): Οι προτιμήσεις αντικατοπτρίζουν από μία κοινή, οριοθετημένη κλίμακα (1-9).
- ✓ Ανεξαρτησία (Independence): Όταν αποδίδονται βαρύτητες στα κριτήρια, αυτά θεωρούνται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών της απόφασης.

*Δόμηση της Ιεραρχίας*



Η φάση της δόμησης της ιεραρχίας, περιλαμβάνει τρεις διαδικασίες, οι οποίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, έως ότου επιλεγούν τα τελικά στοιχεία του προβλήματος. Οι διαδικασίες αυτές είναι: η αναγνώριση των επιπέδων και των στοιχείων της ιεραρχίας, ο καθορισμός των (στοιχείων) του προβλήματος και ο σχεδιασμός των σχετικών ερωτημάτων προς απάντηση από τον εκάστοτε λήπτη της απόφασης. Αν υπάρχει δυσκολία στην απάντηση των ερωτημάτων τότε τα επίπεδα και τα στοιχεία της ιεραρχίας πρέπει να αναθεωρηθούν ή να τροποποιηθούν. Για να μην οδηγείται ο λήπτης της απόφασης σε λανθασμένη επιλογή κριτηρίων ή εναλλακτικής λύσης, όλα τα ερωτήματα πρέπει να μπορούν να απαντηθούν και να είναι σύμφωνα με υπάρχουσες πληροφορίες (Vargas, 1990).

Ωστόσο η ιεραρχία που δημιουργείται δεν είναι απαραίτητο να είναι πλήρης, δηλαδή κάθε στοιχείο ενός επιπέδου δεν είναι απαραίτητο να σχετίζεται με όλα τα στοιχεία του αμέσως κατώτερου επιπέδου και αποτελεί κριτήριο αξιολόγησης τους. Με άλλα λόγια, τα στοιχεία κάθε επιπέδου της ιεραρχίας μπορεί να απαρτίζουν επιμέρους τμήματα, ανάλογα με το κριτήριο του παραπάνω επιπέδου με το οποίο σχετίζονται (Saaty, 1990).

#### *Στάδιο Αξιολόγησης*

Στο στάδιο της αξιολόγησης των στοιχείων της ιεραρχίας, ο λήπτης της απόφασης απαντά στα ερωτήματα, συγκρίνοντας τα στοιχεία ανά ζεύγη, σύμφωνα με τις πληροφορίες που έχει στη διάθεση του. Τα ερωτήματα είναι της μορφής «Με δεδομένα ένα κριτήριο και δύο επιλογές, ποιά επιλογή συμβάλει περισσότερο στην ικανοποίηση του κριτηρίου και κατά πόσο περισσότερο». Το αποτέλεσμα αυτών των συγκρίσεων είναι η δημιουργία ενός πίνακα ζευγαρωτών συγκρίσεων. Η διαδικασία αυτή ακολουθείται για όλα τα στοιχεία κάθε επιπέδου, με κριτήριο καθένα από τα στοιχεία του αμέσως υψηλότερου επιπέδου με το οποίο υπάρχει σύνδεση. Από κάθε πίνακα ζευγαρωτών συγκρίσεων, προκύπτει ένα κύριο δεξιό ιδιο διάνυσμα, το οποίο αντικατοπτρίζει τη μονοδιάστατη κλίμακα με την οποία μετριοούνται οι βαρύτητες των στοιχείων κάθε επιπέδου.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα της AHP, έναντι των υπολοίπων πολυκριτηριακών μεθόδων συμβιβασμού, είναι (Carrion et al, 2008):

- ✓ Επιτρέπει την αξιολόγηση με ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια



- ✓ Βοηθάει στην κατανόηση του προβλήματος καθορίζοντας τη συμβολή κάθε επιμέρους στοιχείου στην επίλυση του, μέσω της ιεραρχικής δομής
- ✓ Τα στοιχεία της απόφασης λαμβάνουν βαρύτητες, οι οποίες λειτουργούν ως κριτήρια για την λήψη της απόφασης.
- ✓ Επιτρέπει τη διεξαγωγή ανάλυσης ευαισθησίας στα αποτελέσματα
- ✓ Εξυπηρετεί την επικοινωνία του λήπτη της απόφασης και των ομάδων συμφερόντων (stakeholders), για την εξεύρεση συμβιβαστικής λύσης.
- ✓ Αναγνωρίζει και προνοεί για τυχόν ασυνέπειες στην κρίση εκείνων που αποφασίζουν, καθώς σπάνια η κρίση τους είναι απόλυτα συνεπής, όταν πρόκειται για ποιοτικά κριτήρια.
- ✓ Μπορεί να εφαρμοστεί για την αντιμετώπιση πραγματικών προβλημάτων και παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα ακόμα και σε ιδιαίτερα πολύπλοκα ζητήματα.
- ✓ Είναι ιδιαίτερα ευέλικτη και παρέχει υψηλό βαθμό αξιοπιστίας και αυτοί είναι κάποιοι από τους λόγους που χρησιμοποιείται σε ασαφή προβλήματα.

Γενικότερα, η μέθοδος αναλυτικής ιεράρχησης δεν κάνει διαχωρισμό των κριτηρίων σε ποιοτικά και ποσοτικά και δεν απαιτεί την ποσοτικοποίηση των ποιοτικών κριτηρίων, σε πρώτο στάδιο, όπως συμβαίνει με άλλες ευρέως διαδεδομένες μεθόδους, όπως η MAUT (Multiattribute Utility Theory). Επίσης η AHP μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη στις περιπτώσεις που εμπλέκονται πολλά και διαφορετικά συμφέροντα στη λήψη της απόφασης. Τότε, υπάρχει η δυνατότητα συμμετοχής όλων των απόψεων στη λήψη της απόφασης, αξιολογώντας παράλληλα και τη βαρύτητα κάθε άποψης, με βάση μια ιεραρχία αξιολόγησης των συμμετεχόντων (Saaty, 1986).

## 6.5 Μελέτη Αιολικού Πάρκου για Τρεις Πιθανές Περιοχές Εγκατάστασης

### 6.5.1 Περίπτωση Ν. Ευβοίας – Δ. Στυραίων

Ο δήμος Στυραίων βρίσκεται στα νοτιοδυτικά του νομού Εύβοιας και το δυτικό τμήμα του αποτελεί μέρος του ευβοϊκού κόλπου, ενώ ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος. Ο δήμος έχει έκταση 188583 στέμματα και πληθυσμό 2840 κάτοικους σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ το 2001. Οι περιοχές που προκύπτουν για χωροθέτηση παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Βλέπουμε ότι στο Δ. Στυραίων υπάρχουν αρκετά σημεία για εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου με τα κριτήρια που χρησιμοποιήσαμε.

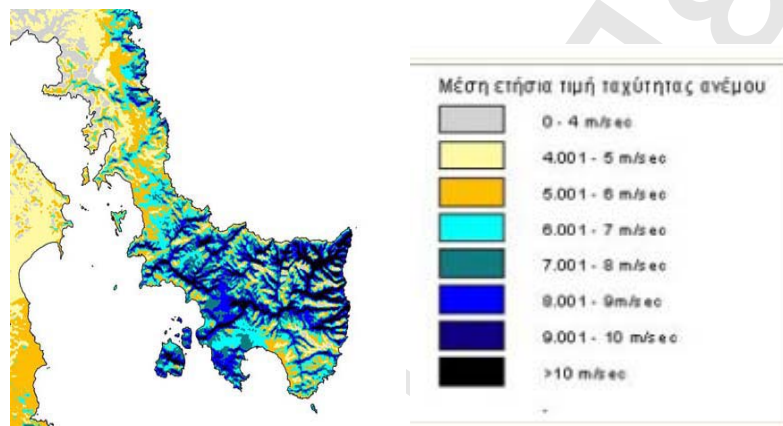
Λαμβάνοντας υπόψη κάποια άλλα χαρακτηριστικά της περιοχής όπως γεωλογία και κλίσεις, οι περιοχές μπορεί να περιοριστούν σημαντικά. Από τους χάρτες αιολικού δυναμικού που φαίνονται παρακάτω προκύπτει ότι η συγκεκριμένη περιοχή αν πληροί τα υπόλοιπα κριτήρια μπορεί να φιλοξενήσει τις ανεμογεννήτριες σε ικανοποιητικό βαθμό. Στην περίπτωση πάντα που δεν θίγεται η βιοποικιλότητα και η πανίδα της. Από τον χάρτη χρήσεων γης προκύπτει ότι η περιοχή μπορεί να αποτελέσει έναν υποδοχέα για εγκατάσταση αιολικού πάρκου.



**Εικόνα .** Περιοχές χωροθέτησης Αιολικών Πάρκων

Με κόκκινο είναι οι περιοχές προς χωροθέτηση ενός νέου αιολικού πάρκου. Οι περιοχές που προκύπτουν για χωροθέτηση παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Βλέπουμε ότι στο Δ. Στυραίων υπάρχουν αρκετά σημεία για εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου με τα κριτήρια που χρησιμοποιήσαμε.

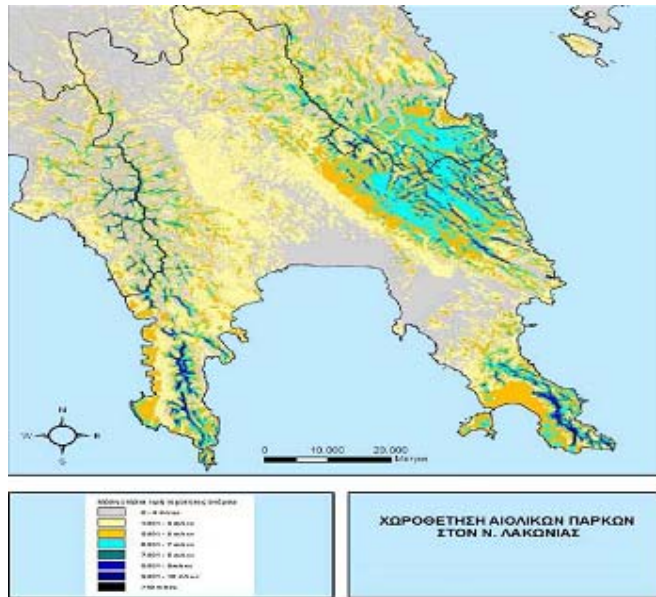
Από τους χάρτες αιολικού δυναμικού που φαίνονται παρακάτω προκύπτει ότι η συγκεκριμένη περιοχή αν πληροί τα υπόλοιπα κριτήρια μπορεί να φιλοξενήσει τις ανεμογεννήτριες σε ικανοποιητικό βαθμό. Στην περίπτωση πάντα που δεν θίγεται η βιοποικιλότητα και η πανίδα της. Από τον χάρτη χρήσεων γης προκύπτει ότι η περιοχή μπορεί να αποτελέσει έναν υποδοχέα για εγκατάσταση αιολικού πάρκου. Άλλωστε το αποτέλεσμα της χωροθέτησης περιλαμβάνει τη νησίδα σε αυτές τις περιοχές όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα.



Εικόνα : Αιολικό Δυναμικό περιοχής ενδιαφέροντος

### 6.5.2 Περίπτωση Ν. Λακωνίας

Ο Ν. Λακωνίας παρουσιάζει πολύ έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον για εγκατάσταση αιολικών πάρκων το μεγαλύτερο στην Περιφέρεια της Πελοποννήσου. Γεγονός είναι ότι διαθέτει ένα πολύ σημαντικό φυσικό διαθέσιμο υψηλό αιολικό δυναμικό το οποίο εντοπίζεται σε περιοχές όπως η βορειοανατολική η νοτιοανατολική και νοτιοδυτική (ΚΑΠΕ). Σε αυτές τις περιοχές η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου ξεπερνάει τα 6m/s και θεωρείται με βάση τα σημερινά τεχνικοοικονομικά δεδομένα αξιοποιήσιμη για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Ο χάρτης αυτός αποτελεί μια πολύ χρήσιμη και ασφαλή εκτίμηση του αιολικού δυναμικού στο Ν.Λακωνίας αλλά σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασικό κριτήριο για μια εκ των προτέρων επιλογή θέσεων και χωροθέτηση σταθμών αφού όπως έχει ήδη αναλυθεί η επιλογή της θέσης εξαρτάται από πολλούς επιπλέον παράγοντες.



Χάρτης: Αιολικό δυναμικό του Ν. Λακωνίας

Πηγή: ΚΑΠΕ ([http://www.cres.gr/kape/images/maps/img\\_pre2.htm](http://www.cres.gr/kape/images/maps/img_pre2.htm))

Με βάση τον χάρτη διαπιστώνεται ότι η ύπαρξη τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού εντοπίζεται, κυρίως, στο ανατολικό τμήμα του Νομού Λακωνίας, κατά μήκος του Πάρωνα. Οι περιοχές με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, άνω του ελάχιστου ορίου των 6 m/s, έχουν υψόμετρο συνήθως μεγαλύτερο των 400 m.

## 6.6 Ορισμός του προβλήματος και εφαρμογή της ΑΗΡ

Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Ορισμός** του προβλήματος και καθορισμός των ζητούμενων γνώσεων /πληροφοριών για την επίλυση του προβλήματος.

Ο ορισμός του προβλήματος στη συγκεκριμένη μελέτη θεωρείται η εύρεση και αξιολόγηση της εγκατάστασης αιολικού πάρκου σε μια περιοχή, η οποία δεν αποτελεί περιοχή Natura, δεν περιλαμβάνει πολλές μορφολογικές εναλλαγές στο έδαφος και δεν περιέχει αρχαιολογικούς χώρους. Έχοντας αξιολογήσει τις διάφορες περιοχές της Ελλάδας, μπορούμε να καταλήξουμε ενδεικτικά σε τρεις εναλλακτικές προτεινόμενες περιοχές: την περιοχή του Λαυρίου, την Περιοχή της Καλαμάτας και την Εύβοια. Μέσα από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι αυτές οι τρεις περιοχές ικανοποιούν τα



αντικειμενικά κριτήρια εγκατάστασης αιολικού πάρκου (όπως αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο) αλλά και παρουσιάζουν πλεονεκτήματα εγκατάστασης κάθε μια σε διαφορετικό κριτήριο αξιολόγησης.

- b. Δόμηση του ιεραρχικού πλαισίου απόφασης (Κεντρικός στόχος->Κριτήρια ->Εναλλακτικές )

Στόχος της Εφαρμογής της μεθόδου είναι η εύρεση της καταλληλότερης περιοχής για την εγκατάσταση ενός Αιολικού Πάρκου με βάση τα κριτήρια που αναλύονται παρακάτω και θεωρούνται τα πιο σημαντικά για την δημιουργία ενός τέτοιου έργου. Στη συνέχεια έχοντας αξιολόγηση τα κριτήρια και βρίσκοντας την βαρύτητα του εκάστοτε κριτηρίου ,από το χαρακτηριστικό διάνυσμα θα εφαρμόσουμε την Μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης για την ενδεχόμενη εγκατάσταση ενός αιολικού Πάρκου στην Περιοχή της Εύβοιας και στην συνέχεια θα προτείνουμε μια εναλλακτική λύση για την περιοχή της Καλαμάτας και του Λαυρίου ,έτσι ώστε να αποδειχθεί ποια από τις τρεις περιοχές μπορεί να αποτελεί την πιο ενδεικτική λύση για την εγκατάσταση. Έχοντας, λοιπόν εφαρμόσει μια διαδικασία λήψης απόφασης θα αποφανθούμε με αντικειμενικά κριτήρια, τα οποία εμφανίζονται και στις δύο περιοχές το ίδιο αντιπροσωπευτικά , ποια θα αποτελεί την αποδοτικότερη και συμφέρουσα λύση από τις δύο εναλλακτικές. Η βαρύτητα των κριτηρίων για τις δύο εναλλακτικές είναι απολύτως υποκειμενική και στηρίζεται στην κρίση του μελετητή.

### **Κριτήρια :**

- 1)Εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό:

Μέση ετήσια ταχύτητα (στα 10 μέτρα πάνω από το έδαφος) μεγαλύτερη από 4 m/s (για εκμεταλλεύσιμο στην Ελλάδα θέλουμε ταχύτητα > 5.5-6 m/s)

2)Ικανοποιητική Ενεργειακή Αποδοτικότητα Έργου. Το έργο θα πρέπει να είναι Ενεργειακά Αποδοτικό. Η ικανοποιητική αποδοτικότητα του έργου εξασφαλίζεται ανάλογα με την τεχνολογία ΑΠΕ και συγκεκριμένα:

**Αιολικά:** Αποδεκτό Capacity factor> 20%.(www.rae.gr)

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής αποδοτικότητας λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες απώλειες:

- ❖ A) Τεχνική διαθεσιμότητα 98%
- ❖ B)Ηλεκτρικές απώλειες 2-5%



- ❖ Γ) Απώλειες λόγω αλληλεπίδρασης με τις άλλες Α/Γ 0 -10% ανάλογα με το μέγεθος του αιολικού πάρκου

3) *Ικανοποιητική Οικονομικοτεχνική Αποδοτικότητα Έργου.* Επιδιώκεται να εξασφαλίζεται παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με οικονομικό τρόπο. Αυτό διασφαλίζεται με την εξέταση του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) του έργου, ανεξαρτήτως τρόπου χρηματοδότησης, ή το μέσο κόστος παραγόμενης ενέργειας. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης περιγράφει την ετήσια απόδοση κεφαλαίων που επενδύονται σε μια παραγωγική δραστηριότητα και εκφράζει τον μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης της επένδυσης για την διάρκεια μελέτης της επένδυσης. Έτσι ανά τεχνολογία θα πρέπει να είναι κατ. ελάχιστο: **Αιολικά.** Αποδεκτό IRR > 4%(www.rae.gr)

4) *Τη Δυνατότητα του Αιτούντος :* Για την αξιολόγηση της οικονομικής επάρκειας του αιτούντος, λαμβάνεται υπόψη η επάρκεια των προβλεπόμενων ιδίων κεφαλαίων του, το ύψος οποίων πρέπει να ανέρχεται σε ποσοστό τουλάχιστον 18% του προϋπολογισμού του έργου.

5) *Το Ανθρωπογενές περιβάλλον:* Καταλαμβάνουν 8% της έκτασης της περιοχής

6) *Το Φυσικό Περιβάλλον*

7) *Οπτική Όχληση:* Δεν μπορεί να υπερβαίνει, το 30% του συνολικού οπτικού αναπτύγματος.

9) *Ασφάλεια έναντι Φυσικών Κινδύνων:* επιβάλλεται να αποδεικνύεται η γεωλογική καταλληλότητα της περιοχής και να χωροθετούνται οι ανεμογεννήτριες σε απόσταση 100 μ. από πιθανά ενεργά ρήγματα.

c. *Δημιουργία πινάκων σύγκρισης εναλλακτικών ως προς κάθε κριτήριο*

Οι δύο παράγοντες που υπόκεινται σε σύγκριση τοποθετούνται στα δύο άκρα της κλίμακας. Η πρώτη απόφαση που λαμβάνεται από το άτομο που μετέχει στη διαδικασία είναι ποιος από τους δύο παράγοντες είναι ο πιο σημαντικός. Η δεύτερη είναι να καθοριστεί ο βαθμός στον οποίο ο ένας παράγοντας υπερτερεί έναντι του άλλου, σύμφωνα με την κλίμακα που ακολουθεί.

**1= Ίση** (οι δύο παράγοντες έχουν την ίδια σπουδαιότητα)

**3 = Μέτρια** (ο ένας παράγοντας υπερτερεί ελαφρώς του άλλου)





**5 = Ισχυρή** (ο ένας παράγοντας υπερτερεί ισχυρά του άλλου)

**7 = Πολύ Ισχυρή** (ο ένας παράγοντες έχει πολύ μεγαλύτερη σπουδαιότητα)

**9 = Απόλυτη** (η υπεροχή του ενός παράγοντα είναι τόσο ισχυρή ώστε ο άλλος πρακτικά αγνοείται).

Για τους άρτιους αριθμούς δεν δίνεται ορισμός αλλά χρησιμοποιούνται για την ακόμα πιο ακριβή απεικόνιση της ιεράρχησης των δύο παραγόντων. Επίσης δεν υπάρχουν σωστές ή λάθος απαντήσεις στην αξιολόγηση των ζευγών.

Θα εφαρμόσουμε την μέθοδο για τα πέντε πρώτα κριτήρια θα όποια θεωρούμε ότι είναι και τα πιο βασικά κριτήρια και θα προσπαθήσουμε να τα συγκρίνουμε ανά δυο. Αρχικά τα αξιολογούμε με βάση την παραπάνω βαθμολόγηση σε βάρη έτσι ώστε να τα κατατάξουμε από το πιο σημαντικό στο λιγότερο σημαντικό. Στη συνέχεια θα τα αξιολογήσουμε ανά δύο για να αξιολογήσουμε την σημαντικότητα τους. Η βαθμολόγηση τους είναι υποκειμενική με βάση την γνώσεις του συγγραφέα και αντικατοπτρίζει μια προσωπική άποψη.

Καταλήγουμε λοιπόν στους εξής συγκριτικούς πίνακες για κάθε κριτήριο Πινάκες . 2-3-4&5.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	
Ενεργειακή Αποδοτικότητα	2
Οικονομική Αποδοτικότητα (IRR)	3
Δυνατότητα Απορρόφησης Ισχύος	4
Κόστος Επένδυσης	7

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ (IRR)	
Δυνατότητα Απορρόφησης Ισχύος	3
Κόστος Επένδυσης	7

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	
Οικονομική Αποδοτικότητα (IRR)	2
Δυνατότητα Απορρόφησης	4



ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ	
ΙΣΧΥΟΣ	
Κόστος Επένδυσης	7

Ισχύος	
Κόστος Επένδυσης	6

Ας υποθέσουμε ότι έχουν προσδιοριστεί οι αντικειμενικοί στόχοι  $O_i$ , όπου  $i=1,2,3,\dots,n$ , και οι σχετικές τους βαρύτητες  $w$ . Το διάνυσμα με τις σχετικές βαρύτητες κάθε αντικειμενικού στόχου ορίζεται ως εξής:  $w=[w_1 \ w_2 \ w_3 \ \dots \ w_n]$ .

Μπορούμε να εκφράσουμε τις σχετικές βαρύτητες κάθε ζεύγους αντικειμενικών στόχων (σχέση βαρών ανά δύο αντικειμενικούς στόχους) με τη μήτρα  $A$ .

$$A = \begin{bmatrix} w_1 / w_1 & w_1 / w_2 & w_1 / w_3 \dots & w_1 / w_a \\ w_2 / w_1 & w_2 / w_2 & w_2 / w_3 \dots & w_2 / w_a \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_a / w_1 & w_a / w_2 & w_a / w_3 & w_a / w_a \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 10 / 10 & 10 / 9 & 10 / 8 & 10 / 7 & 10 / 6 \\ 9 / 10 & 9 / 9 & 9 / 8 & 9 / 7 & 9 / 6 \\ 8 / 10 & 8 / 9 & 8 / 8 & 8 / 7 & 8 / 6 \\ 7 / 10 & 7 / 9 & 7 / 8 & 7 / 7 & 7 / 6 \\ 6 / 10 & 6 / 9 & 6 / 8 & 6 / 7 & 6 / 6 \end{bmatrix}$$

Κάθε στοιχείο της μήτρας  $A$  μπορεί να οριστεί ως  $a_{ij}$ , το οποίο δείχνει τη σύγκριση και τη σχετική σημασία μεταξύ του αντικειμενικού στόχου  $O_i$  και του  $O_j$ .

Έτσι, η μήτρα  $A$  μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{1a} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{2a} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{a1} & a_{a2} & a_{a3} & a_{aa} \end{bmatrix} \qquad A = \begin{bmatrix} 1 & 1.1 & 1.25 & 1.42 & 1.66 \\ 0.9 & 1 & 1.125 & 1.29 & 1.5 \\ 0.8 & 0.88 & 1 & 1.14 & 1.33 \\ 0.7 & 0.77 & 0.87 & 1 & 1.16 \\ 0.6 & 0.66 & 0.75 & 0.85 & 1 \end{bmatrix}$$

Συνήθως, χρησιμοποιείται μία κλίμακα από το 1 έως το 9 για τις συγκρίσεις.



**Συγκεκριμένα,**

- ✘  $a_{ij}=1$ , αν η βαρύτητα των μεταξύ των δύο αντικειμενικών στόχων είναι ίση μεταξύ τους.
- ✘  $a_{ij}=3$ , αν η βαρύτητα του αντικειμενικού στόχου  $O_i$  είναι λίγο πιο μεγάλη από εκείνη του  $O_j$ .
- ✘  $a_{ij}=5$ , αν η βαρύτητα του αντικειμενικού στόχου  $O_i$  είναι αρκετά πιο μεγάλη από εκείνη του  $O_j$ .
- ✘  $a_{ij}=7$ , αν η βαρύτητα του αντικειμενικού στόχου  $O_i$  είναι πολύ πιο μεγάλη από εκείνη του  $O_j$ .
- ✘  $a_{ij}=9$ , αν η βαρύτητα του αντικειμενικού στόχου  $O_i$  είναι απολύτως πιο μεγάλη από εκείνη του  $O_j$ .

Αντίστοιχα, προκύπτει και η σχετική κλίμακα, όταν συγκρίνεται η βαρύτητα του  $O_j$  με εκείνη του  $O_i$ .

Συνεπώς, η μήτρα  $A$  μπορεί να παρουσιαστεί και ως εξής:  $A$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & a_{1a} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & a_{2a} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{a1} & a_{a2} & a_{a3} & 1 \end{bmatrix}$$

**Κατασκευή διανύσματος σημαντικότητας κριτηρίων αξιολόγησης :**

Στην περίπτωση που δεν μπορεί να καθοριστεί το μέγεθος της σχετικής σημαντικότητας με την παραπάνω κλίμακα , είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και οι ενδιάμεσες τιμές για τα βάρη (2,4,6,8). Αν η σημαντικότητα του  $\alpha$  έναντι του  $\beta$  είναι  $v$ , τότε η σημαντικότητα του  $\beta$  έναντι του  $\alpha$  είναι  $1/v$ .

Για να αξιολογήσουμε το διάνυσμα σημαντικότητας των κριτηρίων κατασκευάζουμε τον πίνακα σημαντικότητας των κριτηρίων , όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα:

	Ταχύτητα Ανέμου	Ενεργειακή Αποδοτικότητα	Οικονομική Αποδοτικότητα	Δυνατότητα Απορρόφησης Ισχύος	Κόστος Επένδυσης
Ταχύτητα Ανέμου	1	2	3	4	7
Ενεργειακή Αποδοτικότητα	1/2	1	4	6	8



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

Οικονομική Αποδοτικότητα	1/3	1/4	1	3	5
Δυνατότητα Απορρόφησης Ισχύος	1/4	1/6	1/3	1	7
Κόστος Επένδυσης	1/7	1/8	1/5	1/7	1

Προκειμένου να εκτιμήσουμε τη Σημαντικότητα του κριτηρίου K1 υπολογίζουμε το γεωμετρικό μέσο όρο των τιμών σχετικής σημαντικότητας της κάθε γραμμής του πίνακα σημαντικότητας. Αν η σημαντικότητα του α κριτηρίου έναντι του β είναι κ, τότε η σημαντικότητα του β έναντι του α είναι 1/κ. Άρα προκύπτει ο εξής πίνακας:

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάλυμα Σημαντικότητας Κριτηρίων
<b>K<sub>1</sub></b>	1	σ <sub>12</sub>	σ <sub>13</sub>	σ <sub>14</sub>	σ <sub>15</sub>	$S_1 = \sqrt[5]{1 * \sigma_{12} * \sigma_{13} * \sigma_{14} * \sigma_{15}}$	$\frac{S_1}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
<b>K<sub>2</sub></b>	1/σ <sub>12</sub>	1	σ <sub>23</sub>	σ <sub>24</sub>	σ <sub>25</sub>	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{12}} * 1 * \sigma_{23} * \sigma_{24} * \sigma_{25}}$	$\frac{S_2}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
<b>K<sub>3</sub></b>	1/σ <sub>13</sub>	1/σ <sub>23</sub>	1	σ <sub>34</sub>	σ <sub>35</sub>	$S_3 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{13}} * \frac{1}{\sigma_{23}} * 1 * \sigma_{34} * \sigma_{35}}$	$\frac{S_3}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
<b>K<sub>4</sub></b>	1/σ <sub>14</sub>	1/σ <sub>24</sub>	1/σ <sub>34</sub>	1	σ <sub>45</sub>	$S_4 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{14}} * \frac{1}{\sigma_{24}} * \frac{1}{\sigma_{34}} * 1 * \sigma_{45}}$	$\frac{S_4}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
<b>K<sub>5</sub></b>	1/σ <sub>15</sub>	1/σ <sub>25</sub>	1/σ <sub>35</sub>	1/σ <sub>45</sub>	1	$S_5 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{15}} * \frac{1}{\sigma_{25}} * \frac{1}{\sigma_{35}} * \frac{1}{\sigma_{45}} * 1}$	$\frac{S_5}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$



## Άθροισμα

	K1	K2	K3	K4	K5	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Κριτηρίων
K <sub>1</sub>	1	2	3	4	7	$S_1 = \sqrt[5]{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 7} = 2,8$	$\frac{2.8}{7.16} = 0,39$
K <sub>2</sub>	1/2	1	4	6	8	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} = 2,5$	$\frac{2.5}{7.16} = 0,35$
K <sub>3</sub>	1/3	1/4	1	3	5	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 5} = 1,04$	$\frac{1.04}{7.16} = 0,14$
K <sub>4</sub>	1/4	1/6	1/3	1	7	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 7} = 0,61$	$\frac{0.61}{7.16} = 0,085$
K <sub>5</sub>	1/7	1/8	1/5	1/7	1	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{7} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot 1} = 0,21$	$\frac{0.21}{7.16} = 0,029$
Άθροισμα						<b>7,16</b>	

d. Υπολογισμός της συνολικής μεσοσταθμικής βαθμολογίας κάθε εναλλακτικής.

**Κατασκευή του διανύσματος σημαντικότητας εναλλακτικών :**

Το διάνυσμα σημαντικότητας των τριών εναλλακτικών περιοχών ανά κριτήριο υπολογίζεται ακριβώς με την ίδια διαδικασία των ανά ζεύγη συγκρίσεων των εναλλακτικών. Άρα , έχοντας σαν εναλλακτικές λύσεις εγκατάστασης αιολικού πάρκου τρεις κατάλληλες περιοχές , θα τις αξιολογήσουμε μεταξύ τους για κάθε ένα από τα πέντε κριτήρια.

Κριτήριο	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Γεωμετρικός	Διάνυσμα
----------	----------------	----------------	----------------	-------------	----------



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

Ν <sup>ο</sup>				Μέσος όρος	Σημαντικότητας Εναλλακτικών
E <sub>1</sub>	1	σ <sub>12</sub>	σ <sub>13</sub>	$S_1 = \sqrt[3]{1 * \sigma_{12} * \sigma_{13}}$	$\frac{S_1}{S_1 + S_2 + S_3}$
E <sub>2</sub>	1/ σ <sub>12</sub>	1	σ <sub>23</sub>	$S_2 = \sqrt[3]{\frac{1}{\sigma_{12}} * 1 * \sigma_{23}}$	$\frac{S_2}{S_1 + S_2 + S_3}$
E <sub>3</sub>	1/ σ <sub>13</sub>	1/σ <sub>23</sub>	1	$S_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{\sigma_{13}} * \frac{1}{\sigma_{23}} * 1}$	$\frac{S_3}{S_1 + S_2 + S_3}$
<b>Σύνολο</b>					

Κριτήριο 1 <sup>ο</sup> Ταχύτητα Ανέμου	Εύβοια	Ν.Λακωνίας	Λαύριο	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών
Εύβοια	1	1/2	3	$S_1 = \sqrt[3]{1 * 1/2 * 3} = 1,14$	$\frac{1.14}{4.1} = 0,27$
Ν.Λακωνίας	7	1	2	$S_2 = \sqrt[3]{\frac{1}{5} * 1 * 7} = 0,65$	$\frac{0.65}{4.1} = 0,15$
Λαύριο	1/3	1/4	1	$S_3 = \sqrt[3]{3 * 4 * 1} = 2,29$	$\frac{2.29}{4.1} = 0,5$
Άθροισμα <b>4,1</b>					

Κριτήριο 2 <sup>ο</sup> Ενεργειακή Αποδ.	Εύβοια	Ν.Λακωνίας	Λαύριο	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών
Εύβοια	1	1/4	1/5	$S_1 = \sqrt[3]{1 * 1/4 * 1/5} = 0,37$	$0.37/1,13 = 0,32$
Ν.Λακωνίας	6	1	1/3	$S_2 = \sqrt[3]{\frac{1}{5} * 1 * 1/3} = 0,36$	$0.36/1,13 = 0,31$
Λαύριο	5	3	1	$S_3 = \sqrt[3]{1/5 * 1/3 * 1} = 0,4$	$0,4/1,2 = 0,33$



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανλή Μαρία

Άθροισμα **1,13**

Κριτήριο 3 <sup>ο</sup> Οικονομική Αποδ.	Εύβοια	Ν.Λακωνίας	Λαύριο	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών
Εύβοια	1	3	4	$S_1 = \sqrt[3]{1*3*4} = 2,29$	$2,29/3,66 = 0,63$
Ν.Λακωνίας	1/3	1	2	$S_2 = \sqrt[3]{1/3*1*2} = 0,87$	$0,87/3,66 = 0,24$
Λαύριο	1/4	1/2	1	$S_2 = \sqrt[3]{1/4*1/2*1} = 0,5$	$0,5/3,66 = 0,14$
Άθροισμα				<b>3,66</b>	

Κριτήριο 4 <sup>ο</sup> Δυνατότητα Απορρ. Ισχύος	Εύβοια	Ν.Λακωνί ας	Λαύριο	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών
Εύβοια	1	2	1	$S_1 = \sqrt[3]{1*2*1} = 1,26$	$1,26/3,6 = 0,35$
Ν.Λακωνίας	1/2	1	3	$S_2 = \sqrt[3]{1/2*1*3} = 1,15$	$1,15/3,6 = 0,31$
Λαύριο	1	1/3	5	$S_2 = \sqrt[3]{1*1/3*5} = 1.18$	$1,18/3,6 = 0.3$
Άθροισμα				<b>3,6</b>	

Κριτήριο 5 <sup>ο</sup> Κόστος Επένδυσης	Εύβοια	Ν.Λακωνίας	Λαύριο	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών
Εύβοια	1	1/2	1/4	$S_1 = \sqrt[3]{1*1/2*1/4} = 0,5$	$0.5/3.34 = 0.15$
Ν.Λακωνίας	5	1	3	$S_2 = \sqrt[3]{1/5*1*3} = 0.84$	$0.84/3.34 = 0,25$
Λαύριο	4	1/3	6	$S_2 = \sqrt[3]{4*1/3*6} = 2$	$2/3.34 = 0,46$

Άθροισμα **3.34****Επιλογή της βέλτιστης λύσης:**

Για την επιλογή της βέλτιστης λύσης κατασκευάζουμε τον πίνακα προτεραιοτήτων ο οποίος για την περίπτωση των πέντε κριτηρίων και των τριών εναλλακτικών είναι:

	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	
	$W_1$	$W_2$	$W_3$	$W_4$	$W_5$	<b>Διάνυσμα Σημαντικότητας</b>
<b>E<sub>1</sub></b>	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$	$\alpha_{13}$	$\alpha_{14}$	$\alpha_{15}$	$\alpha_{11} * W_1 + \alpha_{12} * W_2 + \alpha_{13} * W_3 + \alpha_{14} * W_4 + \alpha_{15} * W_5$
<b>E<sub>2</sub></b>	$\alpha_{21}$	$\alpha_{22}$	$\alpha_{23}$	$\alpha_{24}$	$\alpha_{25}$	$\alpha_{21} * W_1 + \alpha_{22} * W_2 + \alpha_{23} * W_3 + \alpha_{24} * W_4 + \alpha_{25} * W_5$
<b>E<sub>3</sub></b>	$\alpha_{31}$	$\alpha_{32}$	$\alpha_{33}$	$\alpha_{34}$	$\alpha_{35}$	$\alpha_{31} * W_1 + \alpha_{32} * W_2 + \alpha_{33} * W_3 + \alpha_{34} * W_4 + \alpha_{35} * W_5$

	Ταχύτητα Ανέμου	Ενεργειακή Αποδοτικότητα	Οικονομική Αποδοτικότητα	Δυνατότητα Απορρ. Ισχύος	Κόστος Επένδυσης	
	<b>0,39</b>	<b>0,35</b>	<b>0,14</b>	<b>0,085</b>	<b>0,029</b>	<b>Διάνυσμα Σημαντικότη ας</b>
<b>Εόβρια</b>	0,27	0,32	0,63	0,35	0,15	<b>0,33</b>
<b>Ν.Λακωνίας</b>	0,15	0,31	0,24	0,31	0,25	<b>0,22</b>
<b>Λαύριο</b>	<b>0,5</b>	<b>0,33</b>	<b>0,14</b>	<b>0,3</b>	<b>0,46</b>	<b>0,37</b>

Συμπεραίνουμε , λοιπόν ότι μια κατάλληλη τοποθεσία για λειτουργία αιολικού πάρκου στην Ελλάδα, θεωρείται η γενικότερη περιοχή του Λαυρίου στο Νομό Αττικής. Το συγκεκριμένο μέρος και η ευρύτερη περιοχή προσφέρεται αντίστοιχα για μια τέτοια επένδυση, με διάφορες ισχύς αλλά και ρυθμό





ανεμογεννητριών που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράγουν την αναμενόμενη ισχύς και ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα, στη συγκεκριμένη περιοχή θα μπορούσε να λειτουργήσει ένα μικρό αιολικό πάρκο το οποίο θα διαθέτει ισχύος 3,01MW και όπου θα αποτελείται από πέντε ή έξι ανεμογεννήτριες, εκ των οποίων οι τρεις θα έχουν ισχύς των 750kW, δύο θα έχουν ισχύς 500kW και μια εφεδρική με ισχύς των 660kW.

Το συγκεκριμένο πλάνο μπορεί επίσης να χρηματοδοτηθεί από το Γ'ΚΠΣ στα πλαίσια του ΕΣΠΑ 2013. Σε πλήρη λειτουργία οι συγκεκριμένες ανεμογεννήτριες μπορούν να παράγουν περί τα 8.1GWh / έτος.



Βασικός στόχος του συγκεκριμένου σχεδίου θα είναι η αξιολόγηση ανεμογεννητριών με διαφορετικές αρχές λειτουργίας, σε συνθήκες σύνθετης τοπογραφίας, που είναι οι κατ' εξοχήν χώροι εγκατάστασης Α/Π στην Ελλάδα. Το θέμα βέβαια είναι να επιλέξουν οι ειδικοί τους κατάλληλους τύπους των ανεμογεννητριών, δηλαδή αν θα επιλέξουν ανεμογεννήτρια με έλεγχο ισχύος λόγω αεροδυναμικής αποκόλλησης (stall) ή λόγω μεταβλητής γωνίας πτερυγίου (pitch), επίσης αν θα επιλεγθούν με σταθερές ή μεταβαλλόμενες στροφές δρομέα ή με σύγχρονες ηλεκτρογεννήτριες. Τέλος, το γεγονός ότι το συγκεκριμένο σχέδιο θα βρίσκεται εντός της Αττικής, το γεγονός αυτό αποτελεί μία πρώτης τάξης ευκαιρία για την επίδειξη σε ένα μεγάλο μέρος του ελληνικού πληθυσμού, της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών, της αιολικής ενέργειας αλλά και των ΑΠΕ γενικότερα.

Μια επίσης εναλλακτική πρόταση λειτουργίας αιολικού κέντρου στη συγκεκριμένη περιοχή του Λαυρίου, είναι εκείνη η οποία μπορεί να λειτουργεί 15 ανεμογεννήτριες με 2 MW η καθεμιά και με συνολική ισχύς των 30 MW. Στη περίπτωση αυτή, η εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή των 85,5 εκατομμυρίων kWh θα



καλύψει τις ανάγκες 29.000 νοικοκυριών στην Αττική, συμβάλλοντας στη μείωση περίπου 48.000 τόνων εκπομπών CO<sub>2</sub>/χρόνο.

Αντίστοιχα, μια μεγαλύτερη επένδυση για λειτουργία αιολικού πάρκου στην Ελλάδα, μπορεί να περιλαμβάνει 45 ανεμογεννήτριες με συνολικά εγκατεστημένη ισχύ 64 MW, όπου θα μπορούν να παράγουν περισσότερες από 180 εκατομμύρια kWh/χρόνο, καλύπτοντας τις ανάγκες 64.000 νοικοκυριών κι εξοικονομώντας περίπου 120.000 τόνους CO<sub>2</sub>/χρόνο για το Νομό Αττικής.

Το συγκεκριμένο πάρκο θα είναι μια από τις πιο σύγχρονες ιδιωτικές επενδύσεις στην περιοχή της Αττικής, συνολικού κόστους άνω των σαράντα εκατομμυρίων ευρώ. Η προβλεπόμενη ετήσια απόδοση του συγκεκριμένου αιολικού πάρκου όπως είπαμε θα μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα περίπου 64.000 νοικοκυριών. Ο υποσταθμός διανομής της συγκεκριμένης ηλεκτρικής ενέργειας, θα είναι κατασκευασμένος σε ιδιόκτητη έκταση 13 στρεμμάτων και η οποία θα βρίσκεται σε απόσταση περίπου πέντε χιλιομέτρων από την τελευταία ανεμογεννήτρια. Ο υποσταθμός βέβαια, θα πρέπει να κατασκευαστεί ώστε να δεχτεί την ηλεκτρική ενέργεια δύο ακόμη όμορων αιολικών πάρκων σε αντίστοιχες επιλεγμένες θέσεις.



## 6.6 Μελέτη Εφαρμογής και Λειτουργίας Φωτοβολταϊκού Πάρκου

### 6.6.1 Μελέτη Περίπτωσης για Τρεις Πιθανές Περιοχές Εγκατάστασης: Ν.

Λέσβου – Ν.Αργολίδας / Δ.Επιδάουρου – Ν. Λακωνίας / Δ. Ευρώτα

#### Περίπτωση Ν. Λέσβου

Η νήσος Λέσβος αποτελεί ένα από τα λίγα ενεργειακά αυτόνομα (μη διασυνδεδεμένα) νησιά της Ελλάδας. Περιλαμβάνει στα γεωγραφικά της όρια και σε ποσοστό που ξεπερνά το 50% της έκτασής της όλες τις κατηγορίες περιοχών που αποτελούν περιορισμό για την κατασκευή κάθε είδους εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (περιοχές natura, αρχαιολογικούς χώρους, περιοχές υψηλής αγροτικής παραγωγικότητας, χώρους παγκόσμιας κληρονομιάς και πλήθος κατοικημένων περιοχών).

ΝΗΣΙ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)		
	Α/Π	ΦΒ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΕ
ΚΡΗΤΗ	166,55	1,53	168,38*
ΡΟΔΟΣ	26,35	0,18	26,53
ΛΕΣΒΟΣ	11,85	0	11,85
ΝΑΞΟΣ	8,76	0,02	8,78
ΣΑΜΟΣ	7,68	0	7,68
ΚΩΣ	7,60	0	7,60
ΧΙΟΣ	6,52	0,04	6,56
ΥΠΟΛΟΙΠΑ **	19,15	0,37	19,52
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΔΝ</b>	<b>254,46</b>	<b>2,14</b>	<b>256,90</b>

(\*περιλαμβάνεται ένας ΜΥΗΣ 0,3 MW)

\*\*ΣΥΡΟΣ, ΜΥΚΟΝΟΣ, ΠΑΡΟΣ, ΙΟΣ, ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ, ΜΗΛΟΣ, ΚΥΘΝΟΣ, ΣΙΦΝΟΣ, ΣΥΜΗ, ΚΑΡΠΑΘΟΣ, ΛΕΡΟΣ, ΠΑΤΜΟΣ, ΙΚΑΡΙΑ, ΛΗΜΝΟΣ, ΨΑΡΑ

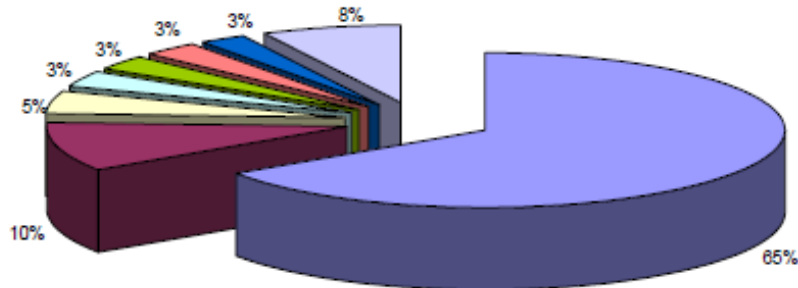
#### Γεωγραφική Κατανομή

Εγκατεστημένης Ισχύος (%) Μονάδων ΑΠΕ στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά – Ιανουαρίου 2010

Ωστόσο, όπως φαίνεται και από το ακόλουθο διάγραμμα, έχουν ήδη πλέον εγκατασταθεί πλήθος αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας (ποσοστό >5% των εγκατεστημένων αιολικών εγκαταστάσεων σε μη διασυνδεδεμένες νήσους).



## 76 Αιολικά Πάρκα (Α/Π) Συνολικής Ισχύος 254,46 MW



■ ΚΡΗΤΗ ■ ΡΟΔΟΣ □ ΛΕΣΒΟΣ □ ΝΑΞΟΣ ■ ΣΑΜΟΣ ■ ΚΩΣ ■ ΧΙΟΣ □ ΥΠΟΛΟΙΠΑ

Παράλληλα, υπάρχουν μελέτες, όπως αυτή του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου, που υποδεικνύουν με καλή προσέγγιση περιοχές του νησιού που αποτελούν ιδανικά σημεία εγκατάστασης Φ/Β πάρκων. Μία τέτοια περιοχή βρίσκεται νότια του χωριού Μεσότοπος στα νότιοδυτικά παράλια του νησιού.



**Ζώνες  
καταλληλότητας  
Νήσου Λέσβου για  
εγκατάσταση ΦΒ  
πάρκων (γκρι).**

**[Με κόκκινο η  
περιοχή Δ.Δ.  
Μεσότοπου]**

Πρόκειται για εκτάσεις μεγαλύτερες των 500 στρεμμάτων σε περιοχές καλυμμένες κυρίως με χορτολίβαδα. Οι εκτάσεις που αναφέρονται ανήκουν



γεωγραφικά στο Δημοτικό Διαμέρισμα Μεσοτόπου, με πληθυσμό 1.039 ανθρώπων (απογραφή 2001). Η καταλληλότητα της περιοχής, πέρα από τη χρήση της γης (χορτολίβαδα), η οποία δεν αλλοιώνεται από ΦΒ εγκαταστάσεις, στηρίζεται και σε άλλους σημαντικούς παράγοντες από αυτούς που αναφέρονται στα κριτήρια χωροθέτησης ενός ΦΒ πάρκου. Ο προσανατολισμός, το μέσο υψόμετρο και η κλίση του εδάφους στην περιοχή **είναι ενδεικτικά κριτήρια** για την εγκατάσταση ΦΒ πάρκων. Επιπρόσθετα, η μικρότερη του 1km απόσταση οποιουδήποτε οικοπέδου από το υφιστάμενο Δίκτυο Διανομής Ενέργειας της Δ.Ε.Η. (Μέσης / Χαμηλής Τάσης) και μικρότερη των 3km απόσταση από κύριο ή δευτερεύον οδικό δίκτυο του νησιού θα μείωνε αισθητά το κόστος μιας πιθανής επένδυσης στην περιοχή, λόγω μικρότερους κόστους διασύνδεσης και πρόσβασης.

#### **Περίπτωση Ν. Αργολίδας – Δήμος Επιδαύρου**

Ο Δήμος Επιδαύρου βρίσκεται βόρεια του Ναυπλίου, στο ανατολικό τμήμα του Ν. Αργολίδας. Βρίσκεται στα ανατολικά του νομού και μεγάλο του τμήμα βρέχεται από τον Σαρωνικό Κόλπο. Η έκταση του είναι 338,06 τ.χλμ. και ο πληθυσμός του 8.070 κάτοικοι, σύμφωνα με την πρόσφατη απογραφή του 2011.



**Δήμος Επιδαύρου Νομού Αργολίδας**



Αποτελείται κυρίως από καλλιεργήσιμες εκτάσεις (ελαιόδεντρα και εσπεριδοειδή στις πεδινές περιοχές), βοσκοτόπια (κυρίως τα πιο ορεινά σημεία του Δήμου) και δασικές εκτάσεις (κυρίως στα βόρεια του Δήμου). Παρόλο που ένα μεγάλο τμήμα του Δήμου χαρακτηρίζεται ως αρχαιολογική περιοχή, λόγω αρχαίου Θεάτρου, πλήθους ευρυμάτων Μυκηναϊκής περιόδου κλπ, ο Δήμος Επιδαύρου, όπως και το σύνολο του Νομού, αποτελεί λόγω γεωγραφικών, τοπογραφικών, αλλά και κλιματικών χαρακτηριστικών ικανή περιοχή ανάπτυξης ΦΒ πάρκων μικρού κυρίως μεγέθους (μέχρι 200-250kW). Αξίζει ίσως να αναφερθεί ότι ήδη στα γεωγραφικά όρια του Δήμου Επιδαύρου έχουν εγκατασταθεί σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα πάνω από 20 ανεμογεννήτριες στο όρος Αραχναίο, χαρακτηριστικό που θα μπορούσε να πει κανείς ότι υποδηλώνει την σχετική αποδοχή των ΑΠΕ από τους κατοίκους της περιοχής, αλλά και τις τοπικές Αρχές.

### **Περίπτωση Ν. Λακωνίας – Δ. Ευρώτα**

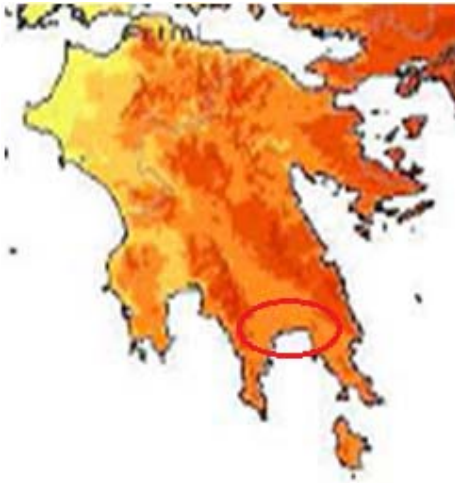
Το Δημοτικό Διαμέρισμα Σκάλας του Δήμου Ευρώτα Λακωνίας βρίσκεται στο νότιο τμήμα του νομού, στις βόρειες ακτές του Λακωνικού κόλπου. Αποτελούσε ξεχωριστό δήμο μέχρι το 2010 με πληθυσμό 2.955 ανθρώπων (απογραφή 2001), οπότε και συγχωνεύτηκε με άλλους γειτονικούς δήμους και κοινότητες και εντάχθηκε στο Δήμο Ευρώτα (πληθυσμός 18.050 – απογραφή 2011). Στα γεωγραφικά του όρια περικλύεται μια έκταση περίπου 134,3km<sup>2</sup>.



**Ν. Λακωνίας**

**Δημοτικό Διαμέρισμα Σκάλας – Δ. Ευρώτα**

Πρόκειται για πεδινές καλλιεργήσιμες εκτάσεις στις οποίες ήδη έχουν εγκατασταθεί ΦΒ πάρκα μεγάλης παραγόμενης ισχύος (έως 6MW), αλλά και πολλά μικρότερα (100-250kW).



Χάρτης έντασης ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή της Πελοποννήσου (στοιχεία 2010)

Όπως φαίνεται και από τον χάρτη έντασης ηλιακής ακτινοβολίας η «πρώτη ύλη» καλής και αποδοτικής λειτουργίας μιας ΦΒ εγκατάστασης υπάρχει άθρονη στην περιοχή. Ίσως η τοπική υπερφόρτωση του Δικτύου Διανομής της Δ.Ε.Η., λόγω πολλών υφιστάμενων ΦΒ εγκαταστάσεων να είναι ένας ανασταλτικός παράγοντας προς διερεύνηση.

Όπως και στη περίπτωση των αιολικών, το πρόβλημα στη χωροθέτηση των Φ/Β Πάρκων, του οποίου την επίλυση εξετάζουμε, εστιάζεται στην επιλογή της βέλτιστης λύσης ανάμεσα σε πολλαπλές περιπτώσεις, συγκρίνοντας τα κριτήρια χωροθέτησης. Θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος AHP που περιγράφηκε αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν κατά την εφαρμογή της μεθόδου:

1. Κλιματολογικά στοιχεία περιοχής



2. Μορφολογικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά τοποθεσίας
3. Χρήσεις γης
4. Αισθητικός αντίκτυπος
5. Αντίκτυπος στο οικοσύστημα
6. Απόσταση από κατοικημένη περιοχή
7. Σύγκρουση συμφερόντων ομάδων τοπικής κοινωνίας
8. Οικονομικά οφέλη για κατοίκους της περιοχής
9. Πρόσβαση
10. Απόσταση από υποσταθμό/δίκτυο της Δ.Ε.Η.
11. Απόσταση από αστικό κέντρο

Λόγω πολυπλοκότητας της μήτρας που προκύπτει κατά την εφαρμογή της μεθόδου αν γίνει χρήση και των δώδεκα κριτηρίων που περιγράφηκαν παραπάνω, επιλέγεται η ομαδοποίησή τους σε έξι. Η επιλογή γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι σαφής και κατ' επέκταση εύκολη η βαθμονόμησή τους (επιλογή βαρών). Κρατώντας αυτούσια κριτήρια με σαφές πλεονέκτημα στην επιλογή βαρύτητας (τοπογραφικά κριτήρια) και ομαδοποιώντας άλλα που μόνο σε συνδυασμό αποτελούν αξιόλογο ποσοτικό ενδιαφέρον για την εφαρμογή της μεθόδου, καταλήγουμε στα παρακάτω:

- K1. Κλιματολογικά στοιχεία περιοχής
- K2. Μορφολογικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά τοποθεσίας
- K3. Περιβάλλον – Χρήσεις γης (αισθητική, οικοσύστημα)
- K4. Τοπική κοινωνία (ιδιοκτησιακά, οικονομικά και λοιπά συμφέροντα τοπικής κοινωνίας)
- K5. Τεχνικοοικονομικά κριτήρια (κριτήρια που επηρεάζουν την τεχνική και οικονομική πρόοδο του έργου)

Βασίζόμενοι λοιπόν στα παραπάνω κριτήρια και ακολουθώντας την μεθοδολογία της μεθόδου ΑHP, σχηματίζουμε αρχικά τους συγκριτικούς πίνακες των κριτηρίων:





Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

Κ1. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	
Κ2. Μορφολογικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά τοποθεσίας	2
Κ3. Περιβάλλον – Χρήσεις γης	6
Κ4. Τοπική κοινωνία	8
Κ5. Τεχνικοοικονομικά κριτήρια	4

Κ2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ	
Κ3. Περιβάλλον – Χρήσεις γης	5
Κ4. Τοπική κοινωνία	9
Κ5. Τεχνικοοικονομικά κριτήρια	3

Κ3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	
Κ4. Τοπική κοινωνία	3
Κ5. Τεχνικοοικονομικά κριτήρια	7

Κ4. ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ	
Κ5. Τεχνικοοικονομικά κριτήρια	5

Για να αξιολογήσουμε το διάνυσμα σημαντικότητας των κριτηρίων κατασκευάζουμε τον πίνακα σημαντικότητας των κριτηρίων, όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα (για λόγους ευκολίας χρησιμοποιούμε τις συντμήσεις Κ1, 2, 3, 4, 5). Αν η σημαντικότητα του α κριτηρίου έναντι του β είναι κ, τότε η σημαντικότητα του β έναντι του α είναι 1/κ.:

#### Πίνακας σημαντικότητας κριτηρίων

	Κ1	Κ2	Κ3	Κ4	Κ5
Κ1	1	2	6	8	4
Κ2	1/2	1	5	9	3
Κ3	1/6	1/5	1	3	7
Κ4	1/8	1/9	1/3	1	5
Κ5	1/4	1/3	1/7	1/5	1

Εν συνεχεία και προκειμένου να εκτιμήσουμε τη Σημαντικότητα κάθε κριτηρίου υπολογίζουμε το γεωμετρικό μέσο όρο των τιμών σχετικής σημαντικότητας της κάθε γραμμής του πίνακα σημαντικότητας. Άρα προκύπτει ο εξής πίνακας:



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάλυμα Σημαντικότητας Κριτηρίων
K <sub>1</sub>	1	σ <sub>12</sub>	σ <sub>13</sub>	σ <sub>14</sub>	σ <sub>15</sub>	$S_1 = \sqrt[5]{1 * \sigma_{12} * \sigma_{13} * \sigma_{14} * \sigma_{15}}$	$\frac{S_1}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
K <sub>2</sub>	1/σ <sub>12</sub>	1	σ <sub>23</sub>	σ <sub>24</sub>	σ <sub>25</sub>	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{12}} * 1 * \sigma_{23} * \sigma_{24} * \sigma_{25}}$	$\frac{S_2}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
K <sub>3</sub>	1/σ <sub>13</sub>	1/σ <sub>23</sub>	1	σ <sub>34</sub>	σ <sub>35</sub>	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{13}} * \frac{1}{\sigma_{23}} * 1 * \sigma_{34} * \sigma_{35}}$	$\frac{S_3}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
K <sub>4</sub>	1/σ <sub>14</sub>	1/σ <sub>24</sub>	1/σ <sub>34</sub>	1	σ <sub>45</sub>	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{14}} * \frac{1}{\sigma_{24}} * \frac{1}{\sigma_{34}} * 1 * \sigma_{45}}$	$\frac{S_4}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
K <sub>5</sub>	1/σ <sub>15</sub>	1/σ <sub>25</sub>	1/σ <sub>35</sub>	1/σ <sub>45</sub>	1	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{\sigma_{15}} * \frac{1}{\sigma_{25}} * \frac{1}{\sigma_{35}} * \frac{1}{\sigma_{45}} * 1}$	$\frac{S_5}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$
Άθροισμα							

	K1	K2	K3	K4	K5	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάλυμα Σημαντικότητας Κριτηρίων
--	----	----	----	----	----	------------------------	----------------------------------



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

<b>K<sub>1</sub></b>	1	2	6	8	4	$S_1 = \sqrt[5]{1 * 2 * 6 * 8 * 4} = 3,29$	0,45
<b>K<sub>2</sub></b>	1/2	1	5	9	3	$S_2 = \sqrt[5]{\frac{1}{2} * 1 * 5 * 9 * 3} = 2,32$	0,32
<b>K<sub>3</sub></b>	1/6	1/5	1	3	7	$S_3 = \sqrt[5]{\frac{1}{6} * \frac{1}{5} * 1 * 3 * 7} = 0,93$	0,13
<b>K<sub>4</sub></b>	1/8	1/9	1/3	1	5	$S_4 = \sqrt[5]{\frac{1}{8} * \frac{1}{9} * \frac{1}{3} * 1 * 5} = 0,47$	0,06
<b>K<sub>5</sub></b>	1/4	1/3	1/7	1/5	1	$S_5 = \sqrt[5]{\frac{1}{4} * \frac{1}{3} * \frac{1}{7} * \frac{1}{5} * 1} = 0,3$	0,04
	Άθροισμα					<b>7,31</b>	

**Κατασκευή του διανύσματος σημαντικότητας των τριών εναλλακτικών:**

Για την κατασκευή του διανύσματος σημαντικότητας των εναλλακτικών γίνεται σύγκριση των εναλλακτικών ανά δύο, για κάθε ένα από τα κριτήρια.

Κριτήριο K1	Μεσότοπος Λέσβου	Επίδαυρος Αργολίδας	Σκάλα Λακωνίας	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών
Μεσότοπος Λέσβου	1	1/7	1/9	$S_1 = \sqrt[3]{1 * \frac{1}{7} * \frac{1}{9}} = 0,25$	0,05
Επίδαυρος Αργολίδας	7	1	1/5	$S_2 = \sqrt[3]{7 * 1 * \frac{1}{5}} = 1,12$	0,23
Σκάλα Λακωνίας	9	5	1	$S_3 = \sqrt[3]{9 * 5 * 1} = 3,56$	0,72

Κριτήριο K2	Μεσότοπος Λέσβου	Επίδαυρος Αργολίδας	Σκάλα Λακωνίας	Γεωμετρικός Μέσος όρος	Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών
-------------	------------------	---------------------	----------------	------------------------	--------------------------------------



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	1	7	3	$S_1 = \sqrt[3]{1 * 7 * 3} = 2,76$	0,71
<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	1/7	1	1/5	$S_2 = \sqrt[3]{1/7 * 1 * 1/5} = 0,31$	0,08
<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	1/9	5	1	$S_3 = \sqrt[3]{1/9 * 5 * 1} = 0,82$	0,21

<b>Κριτήριο Κ3</b>	<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	<b>Γεωμετρικός Μέσος όρος</b>	<b>Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών</b>
<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	1	7	5	$S_1 = \sqrt[3]{1 * 7 * 5} = 3,27$	0,78
<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	1/7	1	1/3	$S_2 = \sqrt[3]{1/7 * 1 * 1/3} = 0,36$	0,08
<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	1/5	3	1	$S_3 = \sqrt[3]{1/5 * 3 * 1} = 0,58$	0,14

<b>Κριτήριο Κ4</b>	<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	<b>Γεωμετρικός Μέσος όρος</b>	<b>Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών</b>
<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	1	4	7	$S_1 = \sqrt[3]{1 * 4 * 7} = 3,04$	0,71
<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	1/4	1	3	$S_2 = \sqrt[3]{1/4 * 1 * 3} = 0,91$	0,21
<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	1/7	1/3	1	$S_3 = \sqrt[3]{1/7 * 1/3 * 1} = 0,36$	0,08

<b>Κριτήριο Κ5</b>	<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	<b>Γεωμετρικός Μέσος όρος</b>	<b>Διάνυσμα Σημαντικότητας Εναλλακτικών</b>



Αναστάσιος Κοσμάς

Καραμανή Μαρία

<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	1	7	3	$S_1 = \sqrt[3]{1*7*3} = 2,76$	0,70
<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	1/7	1	5	$S_2 = \sqrt[3]{1/7*1*5} = 0,89$	0,23
<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	1/9	1/5	1	$S_3 = \sqrt[3]{1/9*1/5*1} = 0,28$	0,07

**Επιλογή της βέλτιστης λύσης:**

Τέλος, για την επιλογή της βέλτιστης λύσης κατασκευάζουμε τον πίνακα προτεραιοτήτων όπου συνδυάζονται τα διανύσματα σημαντικότητας των κριτηρίων και των εναλλακτικών και ο οποίος για τη συγκεκριμένη περίπτωση των πέντε κριτηρίων και των τριών εναλλακτικών είναι:

	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	<b>K<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>4</sub></b>	<b>K<sub>5</sub></b>	
	<b>W<sub>1</sub></b>	<b>W<sub>2</sub></b>	<b>W<sub>3</sub></b>	<b>W<sub>4</sub></b>	<b>W<sub>5</sub></b>	<b>Διάνυσμα Σημαντικότητας</b>
<b>E<sub>1</sub></b>	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$	$\alpha_{13}$	$\alpha_{14}$	$\alpha_{15}$	$\alpha_{11} * W_1 + \alpha_{12} * W_2 + \alpha_{13} * W_3 + \alpha_{14} * W_4 + \alpha_{15} * W_5$
<b>E<sub>2</sub></b>	$\alpha_{21}$	$\alpha_{22}$	$\alpha_{23}$	$\alpha_{24}$	$\alpha_{25}$	$\alpha_{21} * W_1 + \alpha_{22} * W_2 + \alpha_{23} * W_3 + \alpha_{24} * W_4 + \alpha_{25} * W_5$
<b>E<sub>3</sub></b>	$\alpha_{31}$	$\alpha_{32}$	$\alpha_{33}$	$\alpha_{34}$	$\alpha_{35}$	$\alpha_{31} * W_1 + \alpha_{32} * W_2 + \alpha_{33} * W_3 + \alpha_{34} * W_4 + \alpha_{35} * W_5$

	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	<b>K<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>4</sub></b>	<b>K<sub>5</sub></b>	
	<b>0,45</b>	<b>0,32</b>	<b>0,13</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>Διάνυσμα Σημαντικότητας</b>
<b>Μεσότοπος Λέσβου</b>	0,05	0,71	0,78	0,71	0,7	<b>0,4217</b>
<b>Επίδαυρος Αργολίδας</b>	0,23	0,08	0,08	0,21	0,23	<b>0,1613</b>
<b>Σκάλα Λακωνίας</b>	0,72	0,21	0,14	0,08	0,07	<b>0,4170</b>



Συμπεραίνουμε λοιπόν, μετά την εφαρμογή της μεθόδου ΑΗΡ, ότι η πιο κατάλληλη από τις τρεις εναλλακτικές περιοχές για εγκατάσταση ΦΒ Πάρκου είναι ο Μεσότοπος Λέσβου με μικρή (ποσοτικά) διαφορά από την Σκάλα Λακωνίας. Οι ποσοτικές διαφορές που φαίνονται στον παραπάνω πίνακα οφείλονται στο πλεονέκτημα της Λέσβου σχετικά με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά και τις χρήσεις της γης, ενώ της Σκάλας Λακωνίας στα πολύ καλά για τη λειτουργία ΦΒ Πάρκων κλιματικά χαρακτηριστικά του νομού. Τέλος, η περιοχή της Επιδαύρου, παρά το γεγονός των αρκετά καλύτερων κλιματικών χαρακτηριστικών της κατά πολύ βορειότερης Λέσβου, «χάνει» σε σχέση με αυτή στις χρήσεις γης λόγω των εκτεταμένων καλλιεργήσιμων εκτάσεων και άλλων αποκλεισμένων περιοχών (πχ αρχαιολογικών χώρων).



## Επίλογος

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μία εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας για την άμεση μετατροπή της σε ηλεκτρική. Είναι αποδεδειγμένα μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ιδίως την τελευταία 5ετία όπου η τεχνολογία κατασκευής των πάνελ εξελίχθηκε με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους αγοράς. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στη χώρα μας κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα τόσο κατά τη καλοκαιρινή όσο και κατά την χειμερινή περίοδο.

Σκοπός των φοιτητών στη παρούσα εργασία, ήταν να αναλυθεί η λειτουργία των φωτοβολταϊκών και των αιολικών συστημάτων στην Ελλάδα, και να παρατεθούν αντίστοιχα τα χαρακτηριστικά των λειτουργιών τους τόσο στην Ελληνική όσο και στην Ευρωπαϊκή αγορά. Επίσης, εντός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, προσπαθούμε να αναλύσουμε το θέμα των κριτηρίων χωροθέτησης ενός φωτοβολταϊκού και αιολικού Πάρκου αντίστοιχα μέσω ενός case study για την κάθε περίπτωση και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αλλά και απαιτήσεων για την κάθε αναφορά.

Είναι χρήσιμο επίσης να αναφερθεί πως οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται στην ουσία στην παροχή ηλιακής ενέργειας, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια και η οποία είναι ροή ενέργειας η οποία προέρχεται από το εσωτερικό του φλοιού της γης και την ενέργεια από τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται την ύπαρξη της βαρύτητας. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας θεωρούνται ανανεώσιμες, αφού και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια

Αποτελεί γεγονός πως τα μεγάλα ποσοστά ηλιοφάνειας παρέχουν τη δυνατότητα για ευρεία χρήση φωτοβολταϊκών. Με τη χρήση των φωτοβολταϊκών συλλεκτών επιτυγχάνεται η μετατροπή της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύ, από φωτοβολταϊκά, στην Ελλάδα έφθανε μόλις τα 2,37 μεγαβάτ το έτος 2005, υστερώντας σημαντικά ακόμη και έναντι



χωρών του ευρωπαϊκού βορρά, όπως η Γερμανία (278 MW), η Ολλανδία (28,31 MW), η Αυστρία (10,04 MW), η Σουηδία (3,28 MW), αλλά και του μεσογειακού νότου, όπως η Ιταλία (22,75 MW), η Ισπανία (19,3 MW) και η Γαλλία (16,66 MW).

Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή, και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Ειδικώς για την Ελλάδα, με βάση τους εθνικούς στόχους, όπως αυτοί προσδιορίζονται στον ν. 3468/2006, το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας πρέπει να ανέλθει, μέχρι το 2010, σε 20,1 % και, μέχρι το 2020, σε 29% αντιστοίχως. Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της ενιαίας πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο που έχει κυρωθεί στη χώρα μας με το ν. 3017/2002 και σύμφωνα και με το Δεύτερο Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης των Εκπομπών που εγκρίθηκε με την ΠΥΣ 5/27.02.2003, η Ελλάδα έχει αναλάβει για την περίοδο 2008-2012 την υποχρέωση της συγκράτησης της αύξησης των εκπομπών της στο + 25% σε σχέση με τις εκπομπές βάσης, προωθώντας, μεταξύ άλλων, για το σκοπό αυτό και τη χρήση ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Μαρίνου Αγγ., 2004).

Ο αντικειμενικός σκοπός της διαδικασίας επιλογής της θέσης εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου είναι ο προσδιορισμός, σε λογικό χρονικό διάστημα, των θέσεων οι οποίες παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα οικονομικοτεχνικής βιωσιμότητας των μελλοντικών αιολικών εγκαταστάσεων με την ταυτόχρονη μεγαλύτερη κοινωνική και περιβαλλοντική αποδοχή. Από την πλευρά της βέλτιστης επιλογής της τοποθεσίας εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας σε σχέση με το αιολικό δυναμικό η τήρηση των βασικών ανεμολογικών κριτηρίων προϋποθέτει την επιλογή





τοποθεσιών με (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010) :

- *Υψηλή μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου*
- *Αιολικό δυναμικό υψηλής ποιότητας, δηλαδή μεγάλη διάρκεια ισχυρών ανέμων και περιορισμένη ύπαρξη περιόδων νηνεμίας*
- *Απουσία αποφράξεων του ανέμου καθώς και υψηλών εμποδίων*

Τέλος, απαραίτητη προϋπόθεση για τη μελέτη της συμπεριφοράς ενός Φ/Β συστήματος είναι η ύπαρξη ορισμένων μετεωρολογικών μετρήσεων στον τόπο στον οποίο βρίσκεται τοποθετημένο το σύστημα αυτό. Φυσικά η σημαντικότερη από τις μετρήσεις αυτές είναι η μέτρηση του ηλιακού δυναμικού. Για πρακτικούς λοιπόν λόγους απαιτείται η διεξαγωγή μετρήσεων προσδιορισμού του ηλιακού δυναμικού για ορισμένα έτη ακριβώς στην περιοχή που μας ενδιαφέρει. Αυτό όμως δεν είναι πολύ συχνό φαινόμενο οπότε γενικά γίνεται η εκτίμηση του ηλιακού δυναμικού μιας περιοχής χρησιμοποιώντας είτε διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα για αυτήν, είτε άμεσες μετρήσεις της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που έχουν λάβει χώρα σε κοντινές περιοχές.



## ***Βιβλιογραφία***

- American Agricultural Economics Association, Commodity Costs and Returns Estimation Handbook, A Report of the AAEA Task Force on Commodity Costs and Returns, ch5 Machinery, Equipment and Buildings Costs
- European Commission, Communication for the commission, Energy for the future: Renewable sources of energy White Paper for a community strategy and action plan, 2010
- European Renewable Energy Council , Renewable Energy in Europe: Building Markets and Capacity (Paperback - Aug 2004), Institution of electrical engineers (IEE), Combined Heat and Power (CHP), an environment & energy fact sheet
- Regulatory Authority for Energy (RAE), General information on the greek electricity sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production and consumption level, renewable energy sources and long term energy planning, 2009
- United States Combined Heat and Power Association, Provide a 7-year depreciable life for agricultural heat and power energy systems

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- Δούση, Ε., 2001, *Η Κοινοτική Πολιτική Περιβάλλοντος και η Επίδρασή της στην περίπτωση της Ελλάδας*, Πανεπιστήμιο Αθηνών, εκδ. Παπαζήση
- Φραγκιαδάκης Κ., 2001, *Φωτοβολταϊκά Συστήματα*, Εκδόσεις Πορεία
- Καπλάνης Σ., 2005, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας I Περιβάλλον και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις Ίων
- Καρυδογιάννης Η., *Θεσμικό πλαίσιο προώθησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγής στην Ελλάδα (νόμος 2244/94)*, Εκδόσεις Τεχνικά χρονικά
- Μαρίνου Αγγ., 2004, *Η Ελλάδα στο τρένο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*, Εκδόσεις Executive Know-How



- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Απελευθέρωση της αγοράς Ηλ. Ενέργειας στην Ελλάδα, Αξιολόγηση της πορείας και προτάσεις, 2010
- Σπιλάνης Γ., 1993, Νησιωτική ανάπτυξη και δίκτυα συνεργασίας των νησιών της Ευρωπαϊκής κοινότητας, Περιοδικό "Τόπος"
- Σπιλάνης Γ., 1999, *Για μια Ευρωπαϊκή Πολιτική Νησιών, Εργαστήριο Τοπικής και Νησιωτικής Ανάπτυξης*, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Θανόπουλος Ν. Ι., 2003, *"Επιχειρηματική Ηθική και Δεοντολογία : Εταιρική Κοινωνική ευθύνη"*, Interbooks, Αθήνα
- Τσαούσης, Δ.Γ. 1999, *"Στοιχεία Κοινωνιολογίας"*, έκδοση Γ. Μπένου, Αθήνα
- [www.keremep-cree.org/european\\_policies2/eu\\_policies\\_3\\_gr.html](http://www.keremep-cree.org/european_policies2/eu_policies_3_gr.html), "Πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον Τουρισμό και το Περιβάλλον"
- [www.eur.lex.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=com:2007:0621:FIN:EL:PDF](http://www.eur.lex.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=com:2007:0621:FIN:EL:PDF), "Ατζέντα για έναν αειφόρο και ανταγωνιστικό ευρωπαϊκό περιβάλλον"
- [www.euro-info.gr/showProductsbyId.asp?Product\\_id=32580](http://www.euro-info.gr/showProductsbyId.asp?Product_id=32580), "Μέτρα για το περιβάλλον και τις μεταφορές"