

Μ/Χ
826



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανολογίας

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννης Γ. Σταντζούρης

Επιβλέπων Καθηγητής : Δρ. Ιωάννης Κ. Καλδέλλης

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Αθήνα, Ιανουάριος 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως σκοπό την ανάλυση των οικονομικών χαρακτηριστικών των συστημάτων στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων, καθώς και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την εξέλιξή τους.

Στην πρώτη ενότητα (κεφάλαια 1 έως 4) γίνεται μια ανάλυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων και της ιστορικής εξέλιξης αυτών. Επίσης γίνεται αναφορά στο θεσμικό και νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει στην Ελλάδα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως και στους υπάρχοντες τρόπους στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων και τα πλεονεκτήματα αυτών ανάλογα με το μέγεθος του κάθε έργου.

Η δεύτερη ενότητα (κεφάλαια 5 έως 9) αναφέρεται στην παρουσίαση των διάφορων συστημάτων στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων αλλά και στην εύρεση της καταλληλότερης λύσης για την περίπτωση μας. Τέλος παρουσιάζεται μια συγκριτική μελέτη των οικονομικών χαρακτηριστικών των συστημάτων στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Λέξεις Κλειδιά: Βάσεις στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων, φωτοβολταϊκά συστήματα, ηλιακή ενέργεια, οικονομική αξιολόγηση.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the economical characteristics of module support systems, as well as to the extraction of useful conclusions on their evolution.

The first section (chapters 1 to 4) is an analysis of photovoltaic systems and the historical development of these. In addition, is made a reference to the institutional and legislative framework in Greece for renewable energy, as well as to the existing ways to support photovoltaic modules and their advantages depending on the size of each project.

The second section (chapters 5 to 9) refers to the presentation of various module support systems and in finding the most suitable solution for our case. Finally is presented a comparative study of the economical characteristics of module support systems.

Keywords: module support systems, photovoltaic systems, solar energy, economical evaluation.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	5
2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΒ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	9
3. ΘΕΣΜΙΚΟ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΦΒ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	13
4. ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΦΒ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	25
4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ, ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΑ (TRACKER SYSTEM).....	27
4.2. ΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ.....	27
4.3. ΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ.....	30
5. ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑ.....	31
6. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.....	31
7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.....	33
8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	36
9. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ.....	41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο φωτοβολταϊκά εννοούμε γενικά, τα συστήματα εκείνα τα οποία χρησιμοποιούνται για την άμεση μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο όρος “φωτο” προέρχεται από το φως, ενώ το “βολτ” οφείλεται στον *Alessandro Volta* (1745-1827), έναν πρωτοπόρο στη μελέτη του ηλεκτρισμού. Έτσι, “φωτοβολταϊκό” στην κυριολεξία σημαίνει “φωτο-ηλεκτρικό”. Πρακτικά, στην απλούστερή της μορφή μια φωτοβολταϊκή διάταξη είναι μια ηλιακά τροφοδοτούμενη μπαταρία, όπου το μόνο αναλώσιμο είναι το ηλιακό φως που την τροφοδοτεί. Η λειτουργία της είναι φιλική προς το περιβάλλον και, εάν η διάταξη προστατεύεται σωστά από την επίδραση του περιβάλλοντος, κανένα τμήμα δεν υφίσταται φθορά.

Επειδή το φως του ήλιου είναι διαθέσιμο παντού, οι φωτοβολταϊκές διατάξεις έχουν πολλά πρόσθετα οφέλη που τις καθιστούν εφαρμόσιμες και αποδεκτές από όλους τους κατοίκους του πλανήτη. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι πολυσυναρτησιακά, οπότε η ηλεκτροπαραγωγή τους μπορεί τυπικά να προσαρμοστεί σε κάθε εφαρμογή, από καταναλωτικές χρήσεις χαμηλής ισχύος - ρολόγια, μικρούς υπολογιστές χειρός και φορτιστές μικρών μπαταριών - μέχρι σημαντικές ενεργειακές απαιτήσεις, όπως η ηλεκτροπαραγωγή σε κεντρικούς σταθμούς των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού.

Επιπλέον, στα φωτοβολταϊκά συστήματα προσαρμόζονται εύκολα τυχόν προσθήκες ισχύος, σε αντίθεση με τις πιο συμβατικές μεθόδους, όπως αυτές των ορυκτών ή των πυρηνικών καυσίμων, οι οποίες απαιτούν εγκαταστάσεις πολλών MWatt για να είναι οικονομικά εφικτές. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρέχουν τόσα πολλά πλεονεκτήματα ώστε, μόλις μειωθεί κατά άλλη μία τάξη μεγέθους το σχετικά υψηλό αρχικό κόστος τους, η εξάπλωσή τους αναμένεται να είναι ευρύτατη στα τέλη του 21ου αιώνα.¹

¹ <http://www.cres.gr>

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το 1839, σε ηλικία 19 ετών, πειραματιζόμενος στο εργαστήριο του πατέρα του, ο Alexandre Edmond Becquerel (1820 - 1891) δημιούργησε το πρώτο φωτοβολταϊκό στον κόσμο. Σε αυτό το πείραμα, τοποθετήθηκε χλωριούχο αργύριο σε ένα όξινο διάλυμα το οποίο φωτιζόταν από τον ήλιο και ήταν συνδεδεμένο με πλατινένια ηλεκτρόδια, με αποτέλεσμα τη δημιουργία τάσης και ρεύματος. Εξαιτίας αυτής της εργασίας, το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε επίσης γνωστό και ως το «φαινόμενο Becquerel». ²

Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν οι W.G. Adams (1836 - 1915) και ο φοιτητής του R.E. Day παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως. ³

Το 1916, ο Jan Czochralski (1885 - 1953), κατά λάθος, βούτηξε την πένα του σε ένα δοχείο από λιωμένο κασσίτερο αντί για το μελανοδοχείο του. Τράβηξε αμέσως την πένα του και ανακάλυψε ότι ένα λεπτό νήμα στερεοποιημένο μέταλλο κρεμόταν από την μύτη. Η μύτη αντικαταστάθηκε από ένα τριχοειδές, και ο Czochralski επαλήθευσε ότι το κρυσταλλωμένο μέταλλο ήταν ένας ενιαίος κρύσταλλος. Κάνοντας πειράματα παρήγαγε Μονοκρυστάλλους με διάμετρο ένα χιλιοστόμετρο και μέχρι 150 εκατοστά μήκος. Εξέδωσε ένα έγγραφο σχετικά με την ανακάλυψή του το 1918 στο Zeitschrift für Physikalische Chemie, ένα γερμανικό περιοδικό χημείας, υπό τον τίτλο "Ein Neues Verfahren zur Messung der Kristallisationsgeschwindigkeit der Metalle" (Μια νέα μέθοδος για την μέτρηση του ρυθμού κρυστάλλωσης των μετάλλων), δεδομένου ότι η μέθοδος χρησιμοποιούταν εκείνη τη περίοδο για την μέτρηση του ρυθμού κρυστάλλωσης των μετάλλων όπως ο κασσίτερος, ο ψευδάργυρος και ο μόλυβδος. Το 1949, οι Αμερικανοί K. Gordon Teal και J.B. Little από την Bell Laboratories χρησιμοποίησαν τη μέθοδο για να φτιάξουν μονοκρυστάλλους γερμανίου, που τους οδήγησαν στη χρήση τους στην παραγωγή ημιαγωγών. ⁴

² https://en.wikipedia.org/wiki/A._E._Becquerel

³ <http://www.selasenergy.gr/history.php>

⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Jan_Czochralski

Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι Mott και Schottky ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει.

Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Chapin, Fuller και Pearson. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Τέσσερα χρόνια μετά, το 1958 η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων προσαρτάται στον χώρο των διαστημικών εφαρμογών όταν τοποθετήθηκε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο Vanguard I. Το σύστημα αυτό λειτούργησε επιτυχώς για 8 ολόκληρα χρόνια και ήταν ένα από τα πρώτα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Από το χρονικό αυτό σημείο και μετά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα άρχισαν να ενσωματώνονται σταδιακά σε διάφορες εφαρμογές και η τεχνολογία να βελτιώνεται συνεχώς.

Το 1962 η μεγαλύτερη Φ/Β εγκατάσταση στον κόσμο γίνεται στην Ιαπωνία από την Sharp, σε έναν φάρο. Η εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος είναι 242W.

Τα φωτοβολταϊκά ξεκίνησαν λοιπόν να κάνουν την εμφάνιση τους αλλά λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής η εφαρμογή τους ήταν δυνατή μόνο σε ειδικές περιπτώσεις αυτόνομων συστημάτων. Η έρευνα όμως προχωρούσε και η απόδοση των Φ/Β συνεχώς βελτιωνόταν. Κυριότερος πελάτης των φωτοβολταϊκών τις δεκαετίες που ακολούθησαν είναι η NASA.

Οι υψηλές τιμές στα φωτοβολταϊκά ήταν ο σημαντικότερος λόγος που δεν υπήρχε περισσότερο ενθουσιώδης αποδοχή από την αγορά. Ενδεικτικά η τιμή των φωτοβολταϊκών ξεκινάει από τα 500\$ ανά εγκατεστημένο Watt το 1956, ενώ μετά από 14 χρόνια, το 1970 αγγίζει τα 100\$/Watt. Το 1973 οι βελτιώσεις στις μεθόδους παραγωγής φέρνουν το κόστος των φωτοβολταϊκών στα 50\$/Watt.⁵

⁵ <http://www.selasenergy.gr/history.php>

Η πρώτη εγκατάσταση PV που φτάνει στα επίπεδα του 1MW (μεγαβάτ) γίνεται στην Καλιφόρνια το 1980 από την ARCO Solar χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα και σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ηλίου 2 αξόνων (dual-axis trackers).

Η εξέλιξη αρχίζει πλέον να γίνεται με ταχύτερους ρυθμούς. Το 1983 η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β φτάνει τα 22MW και ο συνολικός τζίρος τα 250.000.000\$.⁶

Η αγορά των Φ/Β στην Ευρώπη είναι σημαντική κυρίως στις χώρες Γερμανία, Ολλανδία, Ισπανία και Ιταλία. Ιδιαίτερα στη Γερμανία, το αρχικό Εθνικό Πρόγραμμα των 1.000 Φ/Β Στεγών (1990) και μετέπειτα των 100.000 Φ/Β Στεγών (1999) σε συνδυασμό με επιδότηση της παραγόμενης ηλιακής kWh, δημιούργησαν ιδιαίτερη ανάπτυξη τόσο στις εφαρμογές όσο και στη βιομηχανία. Το συνολικό μέγεθος της Ευρωπαϊκής αγοράς στο τέλος του έτους 2003 ήταν περίπου 561MW, από τα οποία το 71%, δηλαδή 398MW, είχαν εγκατασταθεί στη Γερμανία.⁷

Το 1999 η εταιρία Spectrolab σε συνεργασία με το NREL αναπτύσσουν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο με απόδοση 32,3%. Το στοιχείο αυτό είναι συνδυασμός τριών υλικών (στρώσεων) και ειδικό για εφαρμογές σε συγκεντρωτικά συστήματα CPV. Την ίδια χρονιά το ρεκόρ στην απόδοση των Thin Films φτάνει στο 18.8%. Η παραγωγή όλων των τεχνολογιών των Φ/Β πάνελ φτάνει συνολικά τα 200 MW.

Το 2004, η πορεία πια είναι ασταμάτητη. Η μαζική είσοδος μεγάλων εταιρειών στον χώρο των Φ/Β φέρνει την μαζική παραγωγή και αυτή με την σειρά της την τιμή των διασυνδεδεμένων συστημάτων στα 6,5 ευρώ/W. Γερμανία και Ιαπωνία κυριαρχούν στην κατασκευή Φ/Β πάνελ και πλέον σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες αρχίζουν, με τον έναν (παραγωγή εξοπλισμού) ή τον άλλον τρόπο (κατασκευή Φ/Β εγκαταστάσεων), να υιοθετούν τις τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών και να τις παγιώνουν στην συνείδηση των επενδυτών αλλά και των καταναλωτών ενέργειας. Η συνολική παραγωγή το 2004 έφτασε τα 1.200 MW Φ/Β στοιχείων ενώ ο τζίρος της ίδιας χρονιάς άγγιξε τα 6.500.000.000\$.⁸

6 <http://www.selasenergy.gr/history.php>

7 http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovol_agora.htm

8 <http://www.selasenergy.gr/history.php>

Καθώς το κόστος των Φ/Β συστημάτων συνεχίζει να μειώνεται, όλο και περισσότερες Φ/Β εφαρμογές γίνονται οικονομικά ανταγωνιστικές, σε σύγκριση με παραγωγή ενέργειας από συμβατικές μορφές. Παράλληλα, η αυξανόμενη ευαισθησία της κοινής γνώμης, λόγω των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής και χρήσης ενέργειας, σε συνδυασμό με τα πλεονεκτήματα των Φ/Β συστημάτων, έχει σαν αποτέλεσμα αυτά να αποτελούν μια από τις περισσότερα υποσχόμενες ενεργειακές τεχνολογίες.⁹

Σήμερα με οικονομίες μεγάλης κλίμακας έχουν επιτευχθεί μεγάλες αποδόσεις στα κρυσταλλικά κυρίως υλικά και αρκετές χώρες με πρωτοπόρες την Γερμανία και την Ιαπωνία έχουν ήδη επενδύσει τεράστια κονδύλια με σκοπό την ευρύτερη εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Ήδη βέβαια οι χώρες αυτές έχουν αρχίσει και απολαμβάνουν τους καρπούς της εξελιγμένης τεχνολογίας τους.¹⁰

9 http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovol_agora.htm

10 <http://www.selasenergy.gr/history.php>

2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΒ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το τελευταίο διάστημα υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για τη χρήση της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα. Οι δεσμεύσεις των κυβερνήσεων μετά το Πρωτόκολλο του Κιότο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος, αλλά και οι αυξημένες τιμές του πετρελαίου τα τελευταία 2-3 χρόνια, οδήγησαν την ΕΕ στη δημιουργία κινήτρων για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).¹¹ Το Πρωτόκολλο στοχεύει σε συνολική μείωση των εκπομπών τουλάχιστον κατά 5% την πενταετία 2008-2012 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξή του, τα ανεπτυγμένα Κράτη - Μέρη του Πρωτοκόλλου καλούνται να εξασφαλίσουν ότι οι εκπομπές τους, για 6 συνολικά αέρια, δεν θα υπερβούν τα όρια που τους τίθενται με το Πρωτόκολλο αυτό, στο Παράρτημα Β. Το Πρωτόκολλο τέθηκε σε ισχύ το 2005.¹²

Τα πρώτα κίνητρα ξεκίνησαν το 2001-2 από τη Γερμανία και επεκτάθηκαν τα επόμενα χρόνια και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Ισπανία, Ιταλία, Γαλλία, Πορτογαλία, Ελλάδα).

Υπάρχει τριπλασιασμός της παγκόσμιας ζήτησης Φ/Β από το 2002 μέχρι το 2005. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2005 το 63% των Φ/Β εγκαταστάθηκε εντός ΕΕ με ηγετικό το ρόλο της Γερμανίας. Η ΕΕ ως αγορά Φ/Β αναμένεται ότι θα συνεχίσει να είναι η μεγαλύτερη του κόσμου και στα επόμενα χρόνια.¹³

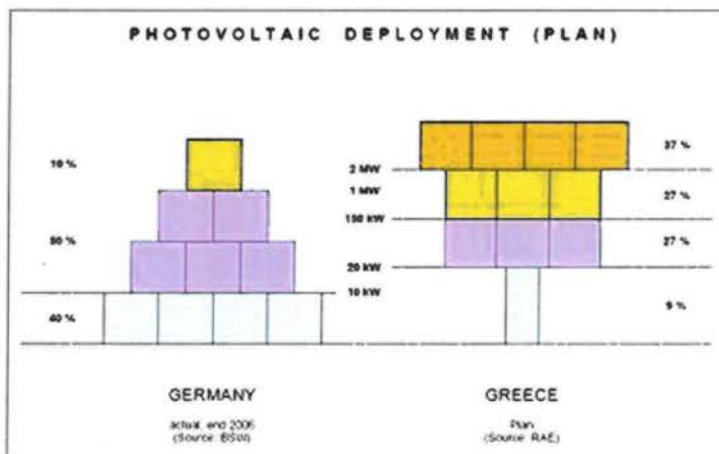
11 <http://www.plant-management.gr/index.php?id=3642>

12 <http://www.ypeka.gr/?tabid=443>

13 <http://www.plant-management.gr/index.php?id=3642>

Εξετάζοντας την Ελληνική αγορά και την ανάπτυξη των Φ/Β, μπορεί να διαπιστωθεί το καθεστώς που διέπει εν γένει τον κλάδο των ΑΠΕ στη χώρα μας. Επιγραμματικά, η ανάπτυξή τους υπήρξε μηδαμινή (2.2 MW το 2003) τουλάχιστον μέχρι το 2006, όπου οι εγκαταστάσεις Φ/Β περιορίζονταν σε αυτές της ΔΕΗ σε νησιά (Κύθνος, Αντικύθηρα κλπ) και σε εγκαταστάσεις ιδιωτών σε απομακρυσμένες κατοικίες. Μια τέτοια ανάπτυξη ήταν σαφώς απογοητευτική, δεδομένου του εξαιρετικού ηλιακού δυναμικού της χώρας μας. Οι κύριοι λόγοι για την μικρή αυτή ανάπτυξη ήταν τα συνήθη γραφειοκρατικά προβλήματα, η ελλιπής ενημέρωση των μικροεπενδυτών, τα μηδαμινά κίνητρα τα οποία καθιστούσαν ασύμφορη μια επένδυση σε Φ/Β και ο μονοπωλιακός χαρακτήρας του ενεργειακού τομέα μέχρι το 2001.

Το 2006, δημιουργήθηκε ένα σαφέστερο νομοθετικό πλαίσιο σε σχέση με τις ΑΠΕ και κατά συνέπεια και με τα Φ/Β. Ταυτόχρονα με τις ευνοϊκές τιμολογιακές ρυθμίσεις και επιχορηγήσεις για τους ενδιαφερόμενους επενδυτές σε μικρομεσαία κλίμακα, θεσμοθετήθηκε ένα πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών (ΑΦΣ) με σκοπό την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών, αμιγώς για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.¹⁴ Με την τρέχουσα νομοθεσία η Ελληνική πολιτεία στοχεύει στην δημιουργία μεγάλων ως πολύ μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων, σε αντίθεση με άλλες χώρες, που όπως η Γερμανία στοχεύουν στην ανάπτυξη πολλών μικρών συστημάτων.¹⁵



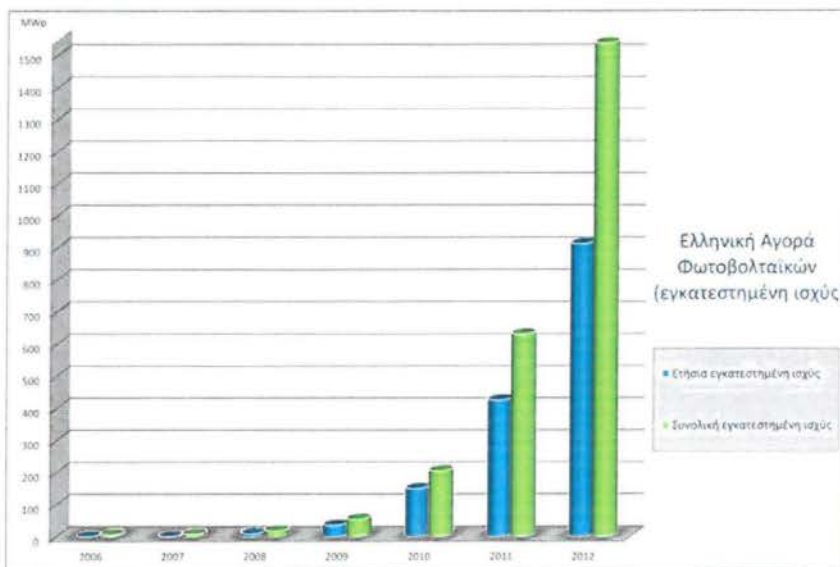
Εικόνα 2.1: Ποσοστό εγκατεστημένων συστημάτων / μέγεθος συστήματος

14 http://www.eunice-group.com/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=174&lang=el

15 http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκό_σύστημα

Ο νόμος αυτός σε συνδυασμό με επιδοτήσεις που είχαν αναγγελθεί για το κόστος της επένδυσης, κίνησαν το ενδιαφέρον πολλών μικροεπενδυτών με αποτέλεσμα ο αριθμός των αιτήσεων για άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να ξεπερνάει κατά πολύ (2489 MW) το στόχο του προγράμματος ΑΦΣ. Αυτό το γεγονός είχε ως αποτέλεσμα το Υπουργείο Ανάπτυξης να αναστείλει την αδειοδοτική διαδικασία στα τέλη του 2007. Συγκεκριμένα, μέχρι το τέλος του 2007 η εγκατεστημένη ισχύς είχε φτάσει μόλις τα 8.2 MW με ετήσιες αυξήσεις της τάξης των 1-1.5 MW.

Από το 2008 αρχικά και ακόμα περισσότερο μετά τα μέσα του 2009 με την ψήφιση του ν. 3851/2010, ο οποίος εισήγαγε σημαντική αύξηση του ορίου ισχύος των Φ/Β πάρκων που απαλλάσσονται από την ανάγκη λήψης άδειας παραγωγής και από την ανάγκη λήψης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, η αύξηση στο ενδιαφέρον για τα φωτοβολταϊκά και αντίστοιχα η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος ήταν κατακόρυφη. Μέχρι το τέλος του 2010 οι αιτήσεις για άδεια παραγωγής ή εξαίρεση από άδεια για Φ/Β αντιστοιχούσαν σε ισχύ ίση με 9437MW. Συνολικά, στο τέλος του 2012 η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ήταν 1536,3 MW ενώ η ετήσια αύξηση άγγιξε το 150%.¹⁶



Εικόνα 2.2: Εγκατεστημένη Ισχύς / Έτος

¹⁶ http://www.eunice-group.com/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=174&lang=el

Από την αρχή του 2013 μέχρι και το Μάρτιο, η συνολική ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων έφτασε τα 779,4 MW στην Ελλάδα. Ιδιαίτερα τον Μάρτιο συνδέθηκαν στον δίκτυο 259,1 MW, ακολουθώντας την πορεία της έντασης των προηγούμενων μηνών και της καταληκτικής ημερομηνίας σύνδεση του Μάρτιου. Να σημειώσουμε ότι το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος μέχρι και το τέλος του πρώτου 3μήνου για τα φωτοβολταϊκά φτάνει τα 2.315,7 MW. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να ξεπεραστεί η επιδιωκόμενη ισχύς από τα Φ/Β η οποία είναι ίση με 2200 MW μέχρι το 2020.¹⁷

Είναι επομένως κατανοητό ότι απαιτείται επαρκής σχεδιασμός τόσο από την πλευρά της πολιτείας όσον αφορά την καθοδήγηση για νέες αιτήσεις και την κατανομή των αιτήσεων που θα υλοποιηθούν, όσο και από την πλευρά των επενδυτών για το αν ένα έργο μπορεί να είναι βιώσιμο μετά την υλοποίησή του.¹⁸

17 http://www.4green.gr/data/fotovoltaiika/news/preview_news/96128.asp

18 http://www.eunice-group.com/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=174&lang=el

3. ΘΕΣΜΙΚΟ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΦΒ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Σε νομικό επίπεδο οι πρώτες συναφείς νομοθετικές ρυθμίσεις θεσπίζονται για πρώτη φορά με το ν. 2244/1994. Η νομική ρύθμιση των ΑΠΕ, μάλιστα, χαρακτηρίστηκε, όπως συμβαίνει συχνά με διατάξεις οι οποίες αφορούν καινοφανή ζητήματα, από σημαντικές ελλείψεις και αντιφάσεις.

Κατά τη διάρκεια, ωστόσο, των ετών που ακολούθησαν σημειώθηκε αξιοσημείωτη πρόοδος. Ειδικότερα, το νομοθετικό πλαίσιο κατέστη σταδιακά πληρέστερο και αποτελεσματικότερο. Για την εξέλιξη αυτή συνέβαλαν οι εξής κυρίως παράγοντες:

- α) Η συνειδητοποίηση από την Κυβέρνηση του γεγονότος ότι το σημερινό ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, το οποίο βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στη χρήση του λιγνίτη και του πετρελαίου, συνιστά τροχοπέδη για την οικονομική ανάπτυξη, ενώ υποβαθμίζει ολοένα περισσότερο το φυσικό περιβάλλον.
- β) Η ανάδειξη και ενίσχυση του κανονιστικού περιεχομένου των συνταγματικών αρχών της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης, οι οποίες επιβάλλουν ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ. Επισημαίνεται, μάλιστα, ότι η αρχή της αειφορίας περιλήφθηκε ήδη ρητά στο συνταγματικό κείμενο (άρθρο 24 παρ. 1 εδ. β' Συντ.).
- γ) Η τάση απελευθέρωσης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η κατάργηση του κρατικού μονοπωλίου στο πεδίο αυτό.
- δ) Η θέσπιση κανόνων του ενωσιακού και του διεθνούς δικαίου, οι οποίοι επιβάλλουν τη λήψη άμεσων μέτρων για τη μείωση των καταστρεπτικών για το περιβάλλον εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων στοιχείων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στο πλαίσιο αυτό καταγράφεται και η σημαντική ανάπτυξη διεθνών κειμένων που αναφέρονται στην ανάγκη αφενός περιορισμού των σύγχρονων βλαπτικών για το φυσικό περιβάλλον πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, λιγνίτης, πυρηνική ενέργεια) και αφετέρου επέκτασης της αξιοποίησης των ΑΠΕ.¹⁹

¹⁹ <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=248&lang=1&catid=1>

Όπως ήδη σημειώθηκε, με το ν. 2244/1994 (ΦΕΚ 168 Α΄) εισάγονται για πρώτη ουσιαστικά φορά ειδικές ρυθμίσεις για την εκμετάλλευση ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, με το άρθρο 3 παρ. 1 του νόμου προβλέπεται ότι «Για την εγκατάσταση ή επέκταση σταθμού ηλεκτροπαραγωγής απαιτείται άδεια που χορηγείται με απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, ύστερα από αίτηση του ενδιαφερομένου». Εξαιρούνται, ωστόσο, σύμφωνα με την παράγραφο 3 του ανωτέρω άρθρου της υποχρέωσης προς λήψη άδειας εγκατάστασης οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με ισχύ μέχρι 20 KW, καθώς και οι εφεδρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής ισχύος μέχρι 150 KW. Ακόμη, η ίδια διάταξη ορίζει ότι «τα αιολικά και ηλιακά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας νοούνται μόνο ως ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις».

Η παράγραφος 5 του ανωτέρω άρθρου, εξάλλου, προβλέπει: «Για τη λειτουργία σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, για τους οποίους χορηγείται άδεια εγκατάστασης, απαιτείται και άδεια λειτουργίας. Η άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, ύστερα από αίτηση του ενδιαφερόμενου και έλεγχο από τις αρμόδιες υπηρεσίες του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, για την τήρηση των όρων εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Αν ο σταθμός συνδέεται με τα δίκτυα της ΔΕΗ., η λειτουργία του απαγορεύεται πριν από τη σύναψη της σχετικής σύμβασης».

Επισημαίνεται, τέλος, ότι με το άρθρο 4 του νόμου προβλέφθηκαν κυρώσεις για την παραβίαση των ανωτέρω υποχρεώσεων. Σύμφωνα, έτσι, με τις εν λόγω διατάξεις σε περίπτωση εγκατάστασης ή λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής χωρίς τις αναγκαίες άδειες ή παράβασης των όρων και περιορισμών των αδειών αυτών επιβάλλεται στους παραγωγούς πρόστιμο, καθώς και προσωρινή ή οριστική διακοπή της λειτουργίας του σταθμού. Προβλέπεται, ακόμη, η δυνατότητα διακοπής της λειτουργίας του σταθμού, αν διαπιστωθεί κίνδυνος για τη ζωή και την υγεία των εργαζομένων στον σταθμό, την ασφάλεια των εγκαταστάσεων και το περιβάλλον.²⁰

²⁰ [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/168\(287-10-94\)29_2244.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/168(287-10-94)29_2244.pdf)

Με την απόφαση Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995 του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας (ΦΕΚ Β' 385) προβλέφθηκαν αφενός οι διαδικασίες και τα δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και αφετέρου οι γενικοί τεχνικοί και οικονομικοί όροι των συμβάσεων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ, οι λεπτομέρειες διαμόρφωσης των τιμολογίων καθώς και οι όροι διασύνδεσης.²¹

Με την απόφαση Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8860/1998 (ΦΕΚ Β' 502) του Υπουργού Ανάπτυξης τροποποιήθηκε, εξάλλου, η προγενέστερη απόφαση Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995 του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει εν προκειμένω ιδίως η ρύθμιση για την εγκατάσταση σταθμών ΑΠΕ σε δημόσιες δασικές εκτάσεις.²²

Με τις διατάξεις του άρθρου 1 παρ. 1 περιπτ. β' του ν. 2647/1998 (ΦΕΚ Α' 237/22.10.1998) μεταβιβάστηκαν στις Περιφέρειες οι προβλεπόμενες στο άρθρο 3 του ν. 2244/1994 αρμοδιότητες του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας (ήδη Ανάπτυξης) για τη χορήγηση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας, επεκτάσεων και ανανεώσεων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. Με τις ίδιες διατάξεις μεταβιβάστηκαν, εξάλλου, στις Περιφέρειες οι αρμοδιότητες του Υπουργού για την επιβολή των κυρώσεων που προβλέπονται στο άρθρο 4 του ν. 2244/1994.²³

Με το ν. 2773/1999 (ΦΕΚ Α' 286) επιχειρείται η συνολική ρύθμιση της απελευθέρωσης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής από ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, με το άρθρο 2 του νόμου ορίζεται ως «παραγωγός από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» «ο παραγωγός, ο οποίος παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)». Παραγωγή, εξάλλου, από ΑΠΕ είναι «η ηλεκτρική ενέργεια η προερχόμενη από την εκμετάλλευση αιολικής ή ηλιακής ενέργειας ή βιομάζας ή βιοαερίου».²⁴

21 [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/385\(2810-5-95\)29_YA8295.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/385(2810-5-95)29_YA8295.pdf)

22 [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/502\(2826-5-98\)29_8860.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/502(2826-5-98)29_8860.pdf)

23 [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/237\(2822-10-98\)29_2647.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/237(2822-10-98)29_2647.pdf)

24 [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286\(2822-12-99\)29_2773.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286(2822-12-99)29_2773.pdf)

Κατά το άρθρο 3 του ανωτέρω νόμου, η άσκηση δραστηριότητας ηλεκτρικής ενέργειας «τελεί υπό την εποπτεία του Κράτους». Σύμφωνα, εξάλλου, με το άρθρο αυτό ο μακροχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός της χώρας αποσκοπεί, μεταξύ άλλων στην προστασία του περιβάλλοντος, στο πλαίσιο των διεθνών υποχρεώσεων της Χώρας και στην παραγωγικότητα και ανταγωνιστικότητα της εθνικής οικονομίας και την επίτευξη υγιούς ανταγωνισμού με στόχο τη μείωση του κόστους ενέργειας για το σύνολο των χρηστών και καταναλωτών. Κατά την παρ. 3 του ανωτέρω άρθρου, ακόμη, ορίζεται ότι «για την άσκηση Δραστηριότητας Ηλεκτρικής Ενέργειας απαιτείται προηγούμενη άδεια, η οποία χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης ύστερα από γνωμοδότηση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας».

Σύμφωνα με την παρ. 4 αυτού του άρθρου ο Υπουργός Ανάπτυξης και η ρυθμιστική αρχή ενέργειας (ΡΑΕ) οφείλουν κατά την άσκηση των συναφών αρμοδιοτήτων τους να αποβλέπουν, μεταξύ άλλων, στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος από τις επιπτώσεις των δραστηριοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας και στην ικανοποίηση του συνόλου των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Επισημαίνεται, τέλος, ότι σύμφωνα με το άρθρο 9 του νόμου «η κατασκευή εγκαταστάσεων παραγωγής και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτρέπεται σε όσους έχει χορηγηθεί άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή έχουν νομίμως εξαιρεθεί από την υποχρέωση αυτήν. Η άδεια παραγωγής χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης ύστερα από γνώμη της ΡΑΕ, σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις που προβλέπονται στον νόμο αυτό και στον Κανονισμό Αδειών».²⁵

25 [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286\(2822-12-99\)29_2773.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286(2822-12-99)29_2773.pdf)

Με την εν λόγω Υπουργική Απόφαση καθορίζεται εκ νέου η διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού με χρήση ΑΠΕ, με βάση τις διατάξεις των νόμων 2244/1994 και 2773/1999. Ρυθμίζεται, ειδικότερα, η διαδικασία υποβολής του σχετικού αιτήματος και των δικαιολογητικών στην αρμόδια Υπηρεσία (άρθρο 3), τα δικαιολογητικά που απαιτούνται (άρθρα 4-5), η διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης (άρθρο 8), οι όροι για την εγκατάσταση ή επέκταση των σταθμών αυτών (10-12), καθώς και η διαδικασία έκδοσης άδειας λειτουργίας τους (άρθρα 14-18). Επισημαίνεται, τέλος, ότι μικρές τροποποιήσεις και διορθώσεις των ανωτέρω διατάξεων επέρχονται με τη νεότερη απόφαση Δ6/Φ1/10200/05.07.2002 του Υπουργού Ανάπτυξης.²⁶

Με τις διατάξεις του άρθρου 2 του ν. 2941/2001 (ΦΕΚ Α'201), επιχειρείται η απλοποίηση των διαδικασιών για την αδειοδότηση των ΑΠΕ. Όπως, μάλιστα, αναφέρεται στην Εισηγητική Έκθεση του νόμου «είναι γνωστή η ανάγκη ευρείας διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας στα πλαίσια διεθνών δεσμεύσεών της για την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα του φαινομένου του θερμοκηπίου. Παράλληλα είναι αναγκαία η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού ώστε να μην εξαρτάται από τις τιμές του δολαρίου και του πετρελαίου».

Επισημαίνεται ότι οι διατάξεις του άρθρου 2 του ν. 2941/2001 επιδιώκουν να καλύψουν ελλείψεις στο συναφές ρυθμιστικό πλαίσιο. Οι ελλείψεις αυτές, οι οποίες αφορούν κατά βάση την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού με χρήση ΑΠΕ σε δάση ή δασικές εκτάσεις, προκάλεσαν σημαντικές δυσχέρειες στην επέκταση των ΑΠΕ, οδήγησαν δε, όπως θα αναλυθεί κατωτέρω, σε ακύρωση από το Σ.τ.Ε. αποφάσεων αδειοδότησης σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού με τη χρήση αιολικής ενέργειας.²⁷

26 [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286\(2822-12-99\)29_2773.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286(2822-12-99)29_2773.pdf)

27 [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201\(2812-9-01\)29_2941.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201(2812-9-01)29_2941.pdf)

Ειδικότερα, με την παρ. 1 αντικαθίσταται το β' εδάφιο της παραγράφου 3 του άρθρου 45 του ν. 998/1979 («Περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας», ΦΕΚ Α' 289), έτσι ώστε να καθίσταται δυνατή η εξαίρεση της κατασκευής και εγκατάστασης έργων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, καθώς και των δικτύων σύνδεσής τους με το σύστημα ή το δίκτυο από τη γενική απαγόρευση μεταβολής του προορισμού δημοσίων δασών ή δασικών εκτάσεων και η εντός αυτών εκτέλεση έργων ή δημιουργία μονίμων εγκαταστάσεων.

Επισημαίνεται, τέλος, ότι με το άρθρο 2 του ν. 2941/2001 τροποποιείται σειρά διατάξεων του ν. 2244/1994. Ειδικότερα, με τις νέες αυτές διατάξεις προβλέπονται τα εξής:

- α) Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ επιτρέπεται να εγκαθίστανται και να λειτουργούν σε γήπεδο ή σε χώρο του οποίου την αποκλειστική χρήση έχει ο αιτών, καθώς και σε δάση ή δασικές εκτάσεις υπό τους όρους των παρ. 1-5 του άρθρου 2 του εν λόγω νόμου.
- β) Για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών δεν απαιτείται έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά θεώρηση από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία. Αντίθετα, απαιτείται οικοδομική άδεια προκειμένου για δομικές κατασκευές, όπως τα θεμέλια των πύργων ανεμογεννητριών, τα οικήματα στέγασης του εξοπλισμού ελέγχου και των μετασχηματιστών.
- γ) Τα έργα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ υπάγονται στις διατάξεις περί βιομηχανικών εγκαταστάσεων του άρθρου 4 του από 24.05.1985 π.δ/τος (ΦΕΚ Δ' 270) για την εκτός σχεδίου πόλεων δόμηση. Είναι, μάλιστα, δυνατή η παρέκκλιση, με αποφάσεις των Υπουργών ΠΕΧΩΔΕ και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού, από διατάξεις του προεδρικού αυτού διατάγματος που αφορούν όρους και περιορισμούς δομήσεως, προκειμένου για ανέγερση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ΑΠΕ.²⁸

²⁸ [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201\(2812-9-01\)29_2941.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201(2812-9-01)29_2941.pdf)

- δ) Για την έκδοση οικοδομικών αδειών ανέγερσης ή νομιμοποίησης εγκατάστασης ΑΠΕ δεν απαιτείται έγκριση της αρμόδιας ΕΠΑΕ, εκτός αν η εγκατάσταση προβλέπεται να γίνει σε παραδοσιακό οικισμό ή σε περιοχή ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, που προστατεύεται ως προς την πολεοδομική ανάπτυξη από ειδικά διατάγματα.
- ε) Νομιμοποιούνται άδειες εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ που είχαν δοθεί εντός δασών ή δασικών εκτάσεων, εφόσον τηρούνται οι προϋποθέσεις των άρθρων 45 και 58 του ν. 998/1979, όπως τροποποιήθηκαν με τον νόμο αυτό.
- στ) Θεσπίζεται η δυνατότητα του κατόχου άδειας εγκατάστασης να κατασκευάζει έργα σύνδεσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.
- ζ) Χαρακτηρίζονται τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ως δημόσιας ωφέλειας και προβλέπεται η δυνατότητα απαλλοτρίωσης ακινήτων για την εκτέλεση των ανωτέρω έργων.
- η) Ορίζεται ότι συναφείς αποφάσεις προέγκρισης χωροθέτησης και έγκρισης μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων χορηγούνται βάσει αιτημάτων και διαβιβάζονται στις αρμόδιες υπηρεσίες από την Αρχή που έχει την αρμοδιότητα έκδοσης της άδειας εγκατάστασης.
- θ) Παρέχεται νομοθετική εξουσιοδότηση για την έκδοση κοινής αποφάσεως των Υπουργών Ανάπτυξης και ΠΕΧΩΔΕ για τον καθορισμό κριτηρίων, όρων και προϋποθέσεων για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ΑΠΕ. Επισημαίνεται ότι με βάση τη νομοθετική αυτή εξουσιοδότηση εκδόθηκε η ΚΥΑ 1726/18.04.2003.
- ι) Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ εντός προστατευόμενων περιοχών γίνεται, έως την έκδοση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά από γνωμοδότηση της Δ/σης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ. Ειδικά για την Αττική η εν λόγω χωροθέτηση γίνεται, έως την έκδοση του ανωτέρω Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά από κοινή γνωμοδότηση του ΟΡΣΑ και του ΚΑΠΕ.²⁹

²⁹ [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201\(2812-9-01\)29_2941.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201(2812-9-01)29_2941.pdf)

Με τις διατάξεις της ΚΥΑ 1726/18.04.2003 (ΦΕΚ Β' 552) ρυθμίζεται η διαδικασία προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στο πλαίσιο της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, ορίζονται οι αρμόδιες αδειοδοτούσες υπηρεσίες, καθώς και οι γνωμοδοτούσες υπηρεσίες που συμμετέχουν στη σχετική διαδικασία (άρθρα 2-4). Επίσης, προβλέπονται τα αντικείμενα των γνωμοδοτήσεων αυτών (άρθρο 5), η διαδικασία για την έκδοση έγκρισης επέμβασης (άρθρο 6), οι προθεσμίες εντός των οποίων πρέπει να ενεργούν οι ανωτέρω αρμόδιες υπηρεσίες (άρθρο 7), καθώς και το περιεχόμενο των σχετικών φακέλων (άρθρο 8). Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα στους ιδιοκτήτες αιολικών πάρκων να μεταβάλλουν μέχρι 15% την ισχύ του και να αναχωροθετήσουν τις ανεμογεννήτριες χωρίς να απαιτείται τροποποίηση των περιβαλλοντικών όρων ή της άδειας εγκατάστασης (άρθρο 9).³⁰

Από την ανωτέρω περιγραφή του νομοθετικού πλαισίου των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ προκύπτει ότι αυτό περιλαμβάνει ένα πλέγμα επιμέρους διατάξεων, η ισχύς των οποίων δεν είναι πάντοτε ξεκάθαρη λόγω κυρίως των αλληπάλληλων τροποποιήσεων. Γενικά, το βασικό νομοθετικό πλαίσιο το οποίο διέπει τους σταθμούς αυτούς περιέχει τις διατάξεις αφενός του ν. 2941/2001, που καθιστούν νομικά δυνατή την εγκατάσταση και λειτουργία τους σε δάση και δασικές εκτάσεις, και των ανωτέρω Υπουργικών Αποφάσεων του Υπουργού Ανάπτυξης των ετών 2000 και 2002, που καθορίζουν τη διαδικασία έκδοσης των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας τους, και αφετέρου της ΚΥΑ του έτους 2003, που ρυθμίζουν τη διαδικασία προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για την έκδοση άδειας εγκατάστασής τους, καθώς και τις γενικές διατάξεις του ν. 2773/1999, που αφορούν την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.³¹

30 <http://www.scribd.com/doc/81729811/K-Y-A-1726-2003-ΦΕΚ-552B8-5-2003>

31 <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=248&lang=1&catid=1>

Ο ν. 3468/2006 (ΦΕΚ Α' 129/27.06.2006) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης και λοιπές διατάξεις είναι ο νόμος που διέπει τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Βασικές ρυθμίσεις του νόμου είναι ότι επιτρέπεται σε ιδιώτες η δημιουργία μονάδας παραγωγής ηλεκτρισμού με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά απαιτεί κατά κανόνα άδεια από το Υπουργείο Ανάπτυξης και ότι ο διαχειριστής του δικτύου διανομής ηλεκτρικού ρεύματος είναι υποχρεωμένος να αγοράζει την ενέργεια που παράγουν νόμιμα αδειοδοτημένες μονάδες. Ο νόμος μεταγράφει μεταξύ άλλων και την Οδηγία 2001/77/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Ο 3468 προδιαγράφει τις άδειες (παραγωγής, εγκατάστασης, λειτουργίας, δόμησης) και τις εγκρίσεις (περιβαλλοντικών όρων, εργασιών μικρής κλίμακας από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία) που απαιτούνται (ή δεν απαιτούνται) ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας (κατηγορία) και την περιοχή στην οποία δημιουργείται. Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι ανεξαρτήτως της κατηγορίας ενός έργου, απαιτείται έγκριση περιβαλλοντικών όρων αν το έργο βρίσκεται σε περιοχή Ramsar, Natura 2000, εθνικούς δρυμούς και αισθητικά δάση.

Ο ίδιος νόμος καθορίζει τις συμβάσεις (αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με ΔΕΣΜΗΕ ή ΔΕΗ) και τις τιμές πώλησης (σε Ευρώ/μεγαβατώρα) της ενέργειας που παράγεται στον ΔΕΣΜΗΕ ή στη ΔΕΗ αντίστοιχα. Σημειώνεται εδώ ότι η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για 10 έτη και μπορεί να παρατείνεται για 10 επιπλέον έτη, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του παραγωγού, εφόσον αυτή υποβάλλεται τρεις τουλάχιστον μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης.

Τέλος, οι τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας που καθορίζονται στον 3468, ισχύουν και για τον ιδιώτη-καταναλωτή της ΔΕΗ: εφόσον εγκαταστήσει στην κατοικία του διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ σύστημα παραγωγής από ΑΠΕ (π.χ. ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ή μια ανεμογεννήτρια), μπορεί να πουλήσει τυχόν πλεόνασμα ενέργειας και να επωφεληθεί και αυτός.³²

³² http://el.wikipedia.org/wiki/Νόμος_3468/2006

Τον Ιανουάριο του 2009, το Κοινοβούλιο ψήφισε το ν. 3734/09 (ΦΕΚ Α' 8/28-1-09), ο οποίος προσπάθησε να θεραπεύσει μερικές από τις αδυναμίες των προηγούμενων ρυθμίσεων. Συγκεκριμένα, ο νέος νόμος κατάργησε το πλαφόν των 840 MW που είχε τεθεί άτυπα από τη ΡΑΕ και μαζί του και τον επιμερισμό ισχύος που θα ίσχυε για τις παλιές αιτήσεις και θα οδηγούσε σε ακύρωση χιλιάδων έργων. Έδωσε έτσι μια ανάσα ζωής σε χιλιάδες επενδυτές. Ταυτόχρονα όρισε ένα χρονοδιάγραμμα για την διεκπεραίωση της πρώτης φάσης αδειοδότησης που αφορά τη ΡΑΕ.

Ο ίδιος νόμος περιγράφει ακόμη την πρόθεση του ΥΠΙΑΝ να ετοιμάσει μία κοινή υπουργική απόφαση (μαζί με το ΥΠΕΧΩΔΕ) για την παροχή ειδικών κινήτρων για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε κτίρια (οικιακοί καταναλωτές και εμπορικές-βιομηχανικές εφαρμογές). Το ΥΠΙΑΝ επεξεργάστηκε τις λεπτομέρειες αυτού του σχεδίου, για να απαλλαγούν οι οικιακοί καταναλωτές από το βραχνά του ανοίγματος βιβλίων στην εφορία προκειμένου να πουλάνε ενέργεια στο δίκτυο. Για τις εγκαταστάσεις σε κτίρια ίσχυσαν διαφορετικές τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας.³³

Ο ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85/4-6-10) αποτελεί την αναβάθμιση του νόμου 3468/2006 για τις ΑΠΕ και έχει ως κύριο σκοπό την επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Το συγκεκριμένο νομοθέτημα θεσπίζει το πλαίσιο στο οποίο κινούνται τόσο οι αδειοδοτικές διαδικασίες, όσο και η τιμολογιακή πολιτική ανάπτυξης επενδυτικών σχεδίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.³⁴

33 http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=37381295561646

34 <http://www.biomassenergy.gr/articles/legislation/renewable-energy/605-nomos-3851-2010-fek-a-85-04-06-10-epitaxynsh-ths-anaptykshs-twn-ananewsimwn-phgwn-energeias>

Πιο συγκεκριμένα, καθορίζεται δεσμευτικό στόχος 20% για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στη κάλυψη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ως το 2020 και απλοποιείται η διαδικασία έκδοσης της άδειας παραγωγής έργων ΑΠΕ. Αναβαθμίζεται ο ρόλος της ΡΑΕ και περιορίζεται η διάρκεια της σχετικής αδειοδοτικής διαδικασίας, σε 2 μήνες. Οι μικρές εγκαταστάσεις ΑΠΕ, εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής και προωθούνται διεσπαρμένες εφαρμογές ΑΠΕ που αφορούν χιλιάδες μικρομεσαίους επενδυτές.

Δεν απαιτείται πλέον Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση (ΠΠΕΑ) για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ καθώς και για τα συνοδά έργα αυτών. Η έγκριση των περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ) εκφράζεται από το φάκελο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ).

Η τιμολόγηση γίνεται περισσότερο ορθολογική, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των επενδύσεων, δίχως στρεβλώσεις και κατασπατάληση πόρων. Ενισχύονται τα τιμολόγια για τη βιομάζα, το βιοαέριο.

Αποδίδεται σημαντικό μέρος του ειδικού τέλους παραγωγού ΑΠΕ υπέρ των ΟΤΑ απ' ευθείας στους οικιακούς καταναλωτές του δημοτικού ή κοινοτικού διαμερίσματος του ΟΤΑ, στο οποίο εγκαθίσταται το έργο ΑΠΕ, μέσω των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος (δηλ. πίστωση στη ΔΕΗ ενός συγκεκριμένου ποσοστού των εσόδων από το ειδικό τέλος και στη συνέχεια, πίστωση από τη ΔΕΗ των εσόδων αυτών στους λογαριασμούς των οικιακών καταναλωτών της περιοχής). Το υπόλοιπο ποσοστό των εσόδων από το ειδικό τέλος αποδίδεται στον αντίστοιχο ΟΤΑ, για την εκ του νόμου καθοριζόμενη χρησιμοποίησή τους.³⁵

35 <http://www.biomassenergy.gr/articles/legislation/renewable-energy/605-nomos-3851-2010-fek-a-85-04-06-10-epitaxynsh-ths-anaptykshs-twn-ananewsimwn-phgwn-energeias>

Τροποποιείται, βελτιώνεται και συμπληρώνεται το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο των ΑΠΕ, καθώς και το συναφές με αυτό νομικό πλαίσιο, με βασικό στόχο την αποσαφήνιση κρίσιμων ρυθμίσεών του και την παροχή της δυνατότητας άμεσης και αποτελεσματικής εφαρμογής του, έτσι ώστε να συμβάλλει ουσιαστικά στην απεμπλοκή μεγάλου αριθμού εν εξελίξει έργων ΑΠΕ, που βρίσκονται σε αδειοδοτική τελμάτωση. Πιο συγκεκριμένα επανακαθορίζονται οι περιοχές αποκλεισμού και ζώνες ασυμβατότητας στη βάση της αρχής ότι οι ΑΠΕ, ως περιβαλλοντικά φιλικές μορφές ενέργειας, επιτρέπεται να χωροθετούνται κατ' αρχήν παντού, εκτός από τις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης, τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία μείζονος σημασίας της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς, τις οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας Α, καθώς και τους υγροτόπους διεθνούς προστασίας (Ramsar). Επίσης επαναπροσδιορίζεται η εγκατάσταση έργων ΑΠΕ σε γαίες υψηλής παραγωγικότητας καθώς και σε εκτός σχεδίου περιοχές όπου δεν υπάρχει ρητή απαγόρευση χωροθέτησής τους.

Η ολοκληρωμένη νομοθετική παρέμβαση, η οποία περιγράφηκε στα προηγούμενα, στοχεύει πρωτίστως στην αναδιάρθρωση και ορθολογικοποίηση αδειοδοτικής διαδικασίας των έργων ΑΠΕ, έτσι ώστε : α) να μειωθεί δραστικά ο συνολικός χρόνος αδειοδότησής τους και να τηρούνται αυστηρά οι τιθέμενες από το νόμο προθεσμίες γνωμοδότησης/αδειοδότησης, β) να καθορίζεται επακριβώς το περιεχόμενο κάθε γνωμοδότησης, ώστε να διασφαλίζεται η διαφάνεια, η ισότιμη μεταχείριση και η αποτελεσματικότητα της όλης αδειοδοτικής διαδικασίας και να υπάρχει παράλληλη, κατά το δυνατόν, ροή των επί μέρους σταδίων της αδειοδοτικής διαδικασίας.³⁶

36 <http://www.biomassenergy.gr/articles/legislation/renewable-energy/605-nomos-3851-2010-fek-a-85-04-06-10-epitaxygnsh-ths-anaptykshs-twn-ananewsimwn-phgwn-energeias>

4. ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΦΒ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο σχεδιαστής μιας διάταξης είναι το πού θα στερεωθούν οι βασικές μονάδες, αν θα στερεωθούν σε σταθερές θέσεις ή οι προσανατολισμοί τους θα ακολουθούν (ιχνηλατούν) την κίνηση του ηλίου.

Στις περισσότερες διατάξεις οι βασικές μονάδες στερεώνονται σ' ένα σταθερό κεκλιμένο επίπεδο με την πρόσοψη προς τον ισημερινό. Αυτό έχει την αρετή της απλότητας, δηλαδή κανένα κινούμενο τμήμα και χαμηλό κόστος. Η άριστη γωνία κλίσης εξαρτάται κυρίως από το γεωγραφικό πλάτος, την αναλογία της διάχυτης ακτινοβολίας στην τοποθεσία και το είδος του φορτίου.

Στερεώνοντας τη διάταξη πάνω σε σύστημα με δύο άξονες παρακολούθησης του Ηλίου, μπορεί να συλλεχθεί μέχρι 25% περισσότερη ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια ενός έτους, σε σύγκριση με την εγκατάσταση σταθερής κλίσης. Κάτι τέτοιο όμως αυξάνει την πολυπλοκότητα και έχει ως αποτέλεσμα μια χαμηλότερης αξιοπιστίας και υψηλότερου κόστους συντήρηση. Η μονού άξονα παρακολούθηση (ιχνηλάτηση) είναι λιγότερο σύνθετη αλλά παρουσιάζει μικρότερο κέρδος. Ο προσανατολισμός μπορεί να ρυθμίζεται χειροκίνητα, εκεί που η προσφορά εργασίας είναι διαθέσιμη, αυξάνοντας έτσι τις όποιες απολαβές. Έχει υπολογιστεί ότι σε κλίματα με ηλιοφάνεια μια διάταξη επίπεδης κινούμενης πλάκας που έχει κατάλληλη ρύθμιση ώστε να στρέφεται προς τον ήλιο δυο φορές την ημέρα και να παίρνει την κατάλληλη κρίση τέσσερις φορές το χρόνο, μπορεί να συλλαμβάνει το 95% της ενέργειας, που συλλέγετε με ένα σύστημα δυο αξόνων παρακολούθησης πλήρως αυτοματοποιημένο.³⁷

³⁷ http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/blog-post_27.html

Το σύστημα παρακολούθησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα συστήματα, που λειτουργούν κάτω από συγκεντρωμένο ηλιακό φως. Η δομή αυτών των συστημάτων εκτείνεται από έναν απλό σχεδιασμό βασισμένο πάνω σε πλευρικούς ενισχυτικούς καθρέπτες μέχρι τα συγκεντρωτικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν υπερσύγχρονες οπτικές τεχνικές, για να αυξήσουν την είσοδο φωτός προς τα ηλιακά στοιχεία κατά μερικές τάξεις του μεγέθους. Αυτά τα συστήματα πρέπει να προνοούν για ένα σημαντικό γεγονός, ότι δηλαδή συγκεντρώνοντας το ηλιακό φως ελαττώνουν το γωνιακό άνοιγμα των ακτινών, που το σύστημα μπορεί να δεχθεί. Η παρακολούθηση γίνεται απαραίτητη από τη στιγμή που ο λόγος συγκέντρωσης υπερβαίνει το 10 περίπου και το σύστημα μπορεί να μετατρέψει μόνο την άμεση συνιστώσα της ηλιακής ακτινοβολίας.

Στοιχεία Προσδιορισμού Τρόπου Τοποθέτησης Πλαισίων :

- Η ενέργεια που πρέπει να παραχθεί καθορίζει το πλήθος των φωτοβολταϊκών στοιχείων, το μηχανολογικό και ηλεκτρικό-ηλεκτρονικό εξοπλισμό που θα τοποθετηθεί στο σύστημα μας.
- Το περιβάλλον και οι τοπικές καιρικές συνθήκες καθορίζουν τη θέση και τον τρόπο στήριξης.
- Η οικονομική δυνατότητα που έχουμε είναι η αυτή που μας περιορίζει ή μας επιτρέπει να εγκαταστήσουμε ένα ακριβό σύστημα, το οποίο όμως θα αποφέρει καλύτερη απόδοση από ένα οικονομικότερο.³⁸



Εικόνα 4.1: Απεικόνιση Κινήσεων του Ηλίου κατά το Χειμερινό & Εαρινό

38 http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/blog-post_27.html

4.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ, ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΑ (TRACKER SYSTEM)

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, οι συλλέκτες τοποθετούνται είτε με σταθερή κλίση είτε με εποχιακή ρύθμιση της γωνίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μικρή απολαβή ενέργειας από τον ήλιο ιδιαίτερα στην πρώτη μέθοδο, με σταθερή γωνία κλίσης. Μια βελτιωμένη εκδοχή είναι η δεύτερη μέθοδος με αυξημένη απολαβή σε σχέση με την πρώτη.

Για υψηλότερη απολαβή ισχύος κατασκευάζονται συσκευές διαρκούς παρακολούθησης της πορείας του ήλιου. Οι συσκευές αυτές μοιάζουν αρκετά με το φυτό ηλιοτρόπιο ή ηλιάνθος, από όπου πήραν και το όνομα τους. Τα ηλιοτρόπια (trackers) στρέφουν τους συλλέκτες έτσι ώστε οι ακτίνες του ήλιου να προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια του συλλέκτη. Με τα ηλιοτρόπια υπάρχει μια αύξηση της αποδιδόμενης ισχύος 30% - 50%, σε σχέση με τους σταθερούς τρόπους στήριξης. Βρίσκουν χρήση τόσο σε φωτοβολταϊκές εφαρμογές όσο και σε θερμικά συστήματα. Υπάρχουν δυο κατηγορίες ηλιοτροπίων ανάλογα με το είδος της κίνησης που εκτελούν:

- Στροφή γύρω από έναν άξονα
- Στροφή γύρω από δύο άξονες

4.2. ΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Είναι ο απλούστερος και οικονομικότερος τρόπος στήριξης που μπορεί να εφαρμοστεί για την τοποθέτηση συλλεκτών. Ο σχεδιασμός του συστήματος είναι αρκετά απλός καθώς στο μόνο που πρέπει να δοθεί προσοχή είναι η γωνία κλίσης και ο προσανατολισμός των συλλεκτών. Είναι ένας αρκετά αξιόπιστος τρόπος καθώς δεν έχει κινητά μέρη και προτείνεται σε μέρη με ισχυρούς ανέμους, π.χ. βουνά. Επίσης χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να ενσωματώσουμε τους συλλέκτες σε κτίρια πχ. προσόψεις, στέγες.³⁹

³⁹ http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/blog-post_27.html

Για την τοποθέτηση των συλλεκτών πρέπει να επιλεγεί η καταλληλότερη γωνία κλίσης και ο προσανατολισμός. Όταν ο χώρος τοποθέτησης δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και του έτους, είναι η πιο απλή περίπτωση. Τότε η γωνία κλίσης του συλλέκτη είναι κοντά στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου και κατά κανόνα ακολουθείται νότιος αζιμουθιακός προσανατολισμός για το βόρειο ημισφαίριο (στο νότιο ημισφαίριο επιλεγούμε βόρειο). Όταν η γωνία κλίσης είναι ίση με το λ του τόπου, οι ακτίνες πέφτουν κάθετα στους συλλέκτες δυο φορές το χρόνο, το μεσημέρι των ισημεριών, 21 Μαρτίου και 22 Σεπτεμβρίου.

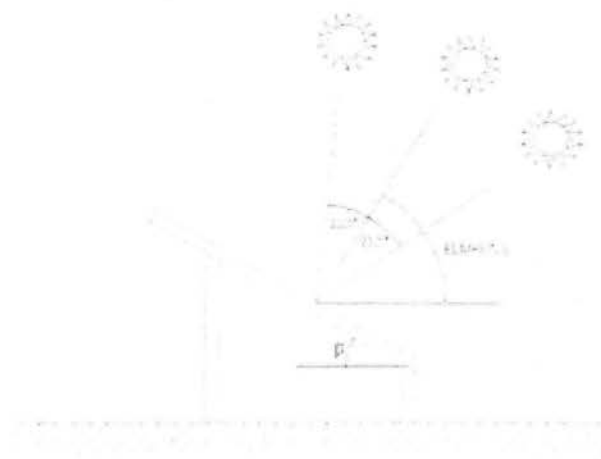
Κατά το ηλιακό μεσημέρι, ο ήλιος, έχει το μέγιστο ύψος, ELM (maximum elevation). Το ύψος αυτό μεταβάλλεται καθημερινά, από την ελάχιστη τιμή $ELM_{ελ}=(90^\circ-\lambda)-23,5^\circ$, στις 22 Δεκεμβρίου, μέχρι την μέγιστη $ELM_{μεγ}=(90^\circ-\lambda)+23,5^\circ$ (21 Ιουνίου) και στην συνέχεια μειώνεται και παίρνει την τιμή της 22ας Δεκεμβρίου. Η γωνία των ακτινών κατά την μεσουράνηση του, ως προς την κάθετη στην επιφάνεια του συλλέκτη, μεταβάλλεται από $-23,5^\circ$ έως $+23,5^\circ$. Όταν ο συλλέκτης έχει κλίση ίση με την γωνία λ του τόπου, η μέση ημερησία τιμή της ετησίας ενεργειακής απολαβής γίνεται μέγιστη.

Για να προκύψει, βεβαία η βέλτιστη γωνία κλίσης του συλλέκτη, με σταθερή γωνία κλίσης, πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι κατά τόπους μετεωρολογικές συνθήκες οι οποίες επηρεάζουν την ολική διάχυτη και απευθείας ακτινοβολία καθώς και το albedo του εδάφους (ανακλαστικότητα του εδάφους). Για να προκύψει η βέλτιστη γωνία κλίσης πρέπει να καταγραφούν όλα αυτά τα μετεωρολογικά στοιχεία για αρκετά χρόνια και σε διαφορετικές γωνίες. Συνήθως όμως δεν είναι διαθέσιμες λόγω του μεγάλου κόστους των μετρήσεων, για το λόγο αυτό οι μετρήσεις γίνονται με έναν αισθητήρα ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. πυρανόμετρο) σε οριζόντια θέση για το μέγιστο χρονικό διάστημα. Μετά τη λήψη των μετρήσεων και κατάλληλη επεξεργασία προσδιορίζεται η βέλτιστη γωνία του συλλέκτη. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετρήσεις για πλησιέστερη περιοχή, λαμβάνοντας υπόψη το albedo του εδάφους.⁴⁰

⁴⁰ http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/blog-post_27.html

Παρατηρήσεις για την τοποθέτηση των συλλεκτών με σταθερή κλίση:

- Για τόπους με μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (>200) βρίσκεται στην περιοχή $\lambda-(10^\circ \div 15^\circ)$.
- Για τόπους με μικρά λ , γύρω από τον ισημερινό, η βέλτιστη γωνία είναι 0° . Στην πράξη όμως οι συλλέκτες τοποθετούνται με μια μικρή γωνία $5^\circ \div 10^\circ$ ώστε, κατά την πλύση της επιφάνειας από το νερό της βροχής ή της πλύσης να απομακρύνονται τα διαφορά σώματα που επικάθονται (σκόνη, φύλλα, κ.α.).
- Για τόπους στους οποίους δεν υπάρχουν διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα ο συλλέκτης τοποθετείται σε γωνία $\beta = \lambda - 10^\circ$.
- Εάν πρέπει να καλυφθούν οι χειμερινές ανάγκες για ενέργεια, η καταλληλότερη γωνία είναι $\beta = \lambda + 15^\circ$. Ενώ εάν πρέπει να καλυφθούν οι θερινές ανάγκες για ενέργεια, τότε οι συλλέκτες τοποθετούνται με κλίση $\beta = \lambda - 15^\circ$.
- Σε περιοχές με φυσικά εμπόδια ο συλλέκτης τοποθετείται έτσι ώστε να προκύπτει η μέγιστη ενεργειακή απολαβή.⁴¹



Εικόνα 4.2: Υπολογισμός της κλίσης της βάσης

⁴¹ http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/blog-post_27.html

4.3. ΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, δεν υπήρχε δυνατότητα αλλαγής της γωνιάς κλίσης του συλλέκτη, με αποτέλεσμα η εγκατάσταση να αποδίδει πολύ λιγότερο από τις δυνατότητές της. Για να αυξηθεί η απόδοση του συστήματος κατασκευάζονται βάσεις, στις οποίες τοποθετούνται οι συλλέκτες, με δυνατότητα ρύθμισης της κλίσης τους. Η μηχανολογική κατασκευή είναι σχετικά φθηνή και απλή ώστε όλοι οι χρήστες να μπορούν να κάνουν την εποχιακή ρύθμιση.

Η ρύθμιση του συλλέκτη γίνεται δυο φορές τον χρόνο, μια κατά το χειμερινό εξάμηνο (22 Σεπτεμβρίου - 21 Μαρτίου) και μια κατά το θερινό εξάμηνο (21 Μαρτίου - 22 Σεπτεμβρίου). Η αλλαγή αυτή γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η κλίση μεταξύ των ακτινών του ηλίου και της επιφάνειας του συλλέκτη να πλησιάζει όσο το δυνατόν τις 90° . Για τον προσδιορισμό της σωστής γωνιάς του συλλέκτη πρέπει να είναι γνωστά τα μετεωρολογικά δεδομένα του τόπου (ηλιοφάνειας, ανέμου, θερμοκρασίας, κ.λ.π.), καθώς και το albedo του εδάφους όπως και στην προηγούμενη παράγραφο.

Παρατηρήσεις για την τοποθέτηση των συλλεκτών με ρυθμιζόμενη κλίση:

- Σε περιοχές με φυσικά εμπόδια ο συλλέκτης τοποθετείται έτσι ώστε να προκύπτει η μέγιστη ενεργειακή απολαβή κατά την διάρκεια όλου του έτους.
- Πρέπει να γίνεται σωστή μελέτη και σχεδιασμός της κατασκευής ώστε και στις δυο κλίσεις να επιτυγχάνεται η βέλτιστη γωνία για μέγιστη απόδοση.⁴²



Εικόνα 4.3: Διαφοροποίηση κλίσης /

⁴² http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/blog-post_27.html

5. ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Αναφέρθηκε νωρίτερα ότι κάθε εγκατάσταση είναι διαφορετική και έχει τις δικές τις ιδιαιτερότητες. Για το λόγο αυτό πραγματοποιείται μια μελέτη για να εξετάσουμε ποια είδη βάσεων και πάνελ είναι κατάλληλα για το σύστημα που πρόκειται να εγκατασταθεί. Στην προκειμένη περίπτωση εμείς κάναμε τη μελέτη για την επιλογή της κατάλληλης βάσης στήριξης. Τα στοιχεία που μας δόθηκαν ως δεδομένα για τη μελέτη μας είναι τα ακόλουθα:

- Τόπος εγκατάστασης: Ταράτσα (πλάκα από μπετόν)
- Τρόπος στήριξης βάσεων: Ιδανικά χωρίς τρύπημα της επιφάνειας της ταράτσας
- Εύρος διαφοροποίησης κλίσης: Ιδανικά 15~60°
- Διαστάσεις υποστηριζόμενων πάνελ: 1674mm x 992mm
- Απόδοση υποστηριζόμενων πάνελ: 250Watt

6. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Έπειτα από έρευνα αγοράς που πραγματοποιήσαμε σε εταιρίες κατασκευής βάσεων στήριξης φωτοβολταϊκών πάνελ, κυρίως στον Ελλαδικό χώρο αλλά και με μερικά παραδείγματα σε παγκόσμια κλίμακα, καταλήξαμε στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα:

Οικονομική Αξιολόγηση Συστημάτων Στήριξης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Εταιρίες κατασκευής βάσεων	Όνομασία Βάσης	Υλικό κατασκευής	Βάρος	Πλήθος πάνελ/βάση	Δυνατότητα διαφοροποίησης κλίσης	Επιλογές διαφοροποίησης κλίσης	Τρόπος εδράσης	Υλικά παρελκόμενων	Στατική Επάρκεια	Αντιδιαβρωτική προστασία	Πιστοποιήσεις Βάσεων	Πιστοποιήσεις Εταιρίας	Εγγύηση	Τιμή βάσης (ανά W)
Alfa Energy www.alfa-press.gr	A1803	Ειδικό κράμα αλουμινίου (6005 T5)	-	12L ή 14P	Χειροκίνητη	16-50°	Πέλμα σκυροδέματος/ Πασσαλόμηξη	Ειδικό κράμα αλουμινίου (6005 T5)	Ευρωκώδικας 1,9 EAK 2000	Ανοδίωση ή ηλεκτροστατική βαφή	TUV Rheinland	TUV ICB ISO 9001:2000 ISO 14001:2004	25 έτη	≈0,14€
Alpha Solar www.alpha-solar.gr	Alpha Solar RF - Δώμα	Δηλασμένο αλουμίνιο (EN AW 6063 T66) / Ανοξείδωτο χάλυβα	-	9	Σταθερή	10-30°	Πέλμα σκυροδέματος	Ανοξείδωτες βίδες	Ευρωκώδικας 1,3,9 EAK	Ανοδίωση	TUV AUSTRIA HELLAS	TUV INTERCERT SAAR ISO 9001:2008	20 έτη	0,12 €
Alumil Solar www.alumilsolar.com	H2300 Flat Roof	Κράμα αλουμινίου (6005 T6)	-	6P - 9L	Σταθερή	10-35°	Μικρή επέμβαση στο δώμα	-	Ευρωκώδικας 1,3,9 EAK 2003	QUALANOD QUALICOAT	TUV NORD HELLAS	TUV NORD HELLAS ISO 9001:2008 ISO 14001:2004 ΕΛΟΤ 1801:2008	25 έτη	0,13-0,15€
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TUV AUSTRIA	-	-
Schuco www.schueco.com/web/gr/	MSE 210	Αλουμίνιο	-	-	Σταθερή	10°-30°	Πέλμα σκυροδέματος/ Πασσαλόμηξη	Αλουμίνιο	Ευρωκώδικας 1	-	-	-	-	-
Solarbase www.solarbase.gr	Κωδ. 311	Αλουμίνιο / Υψηλής ποιότητας χάλυβας	-	2	Χειροκίνητη	20-30° ανά 5°	Πέλμα σκυροδέματος/ Μηχανικά Αγκύρια	-	Ευρωκώδικας 1,3,9 & EAK 2000	http://www.solarbase.gr/site/pdfs/sb_warranty.pdf	TUV NORD HELLAS	TUV AUSTRIA HELLAS ISO 9001:2008	25 έτη	0,13-0,18€
Solarcube www.solarcube.com	KIVO FR (Double Portrait)	Εν ψυχρό διαμορφωμένος προγαλβανισμένος χάλυβας ή μετάγαλβανισμένος χάλυβας	-	8	Σταθερή	5-30°	Πέλμα σκυροδέματος/ Μηχανικά Αγκύρια	Αλουμίνιο (EN AW-6063 T66)	Ευρωκώδικας 1,3,8	EN 10147 – S320 + Z	-	TUV ISO 9001	20 έτη	-
Σταυριδής www.clamps.gr	Σταθερή Βάση Με Ρυθμιζόμενη Κλίση (Χειροκίνητος Μηχανισμός)	Χάλυβας S355 / Χάλυβας S275	150kg	12	Χειροκίνητη	0-40° ανά 5°	Πέλμα σκυροδέματος C20/25	-	Ευρωκώδικας 0,1,2,3,7,8	Από τους ίδιους	ΑΠΘ	-	20 έτη	0,28 €

Πίνακας 6.1: Βάσεις στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων και στοιχεία αυτών

7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Όπως παρατηρούμε στον συγκεντρωτικό πίνακα, μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε τη διαφορά τιμής μεταξύ των βάσεων τύπου tracker, και των υπόλοιπων βάσεων.

Λόγο αυτής της διαφοράς, αποκλείουμε τη χρήση tracker στη διαδικασία σύγκρισης, διότι το κόστος της αγοράς και τοποθέτησης τους, είναι αρκετά μεγαλύτερο σε αναλογία με το επιπλέον εισόδημα, που θα μπορούσε να μας προσφέρει.

Αντίθετα, παρατηρούμε, ότι οι σταθερές βάσεις, παρόλο που είναι κατά μέσο όρο, πιο φθηνές από τις χειροκίνητες, είναι πολύ μικρή η διαφορά τους, σε αναλογία με τα έσοδα που μπορούν να μας προσφέρουν.

Οπότε καταλήγουμε, ότι οι χειροκίνητες βάσεις, είναι οι καλύτερες οικονομικά σε σχέση με τη παραγωγικότητα τους.

Στον παρακάτω πίνακα, συγκρίνουμε τις χειροκίνητες βάσεις, ως προς το πλήθος πάνελ ανά βάση που έχει η κάθε κατασκευή, τη πιστοποίηση που έχουν για τη βάση που μας παρέχουν, τις πιστοποιήσεις που έχουν οι ίδιες οι εταιρίες, την εγγύηση που μας παρέχουν, όπως και την τιμή της εγκατάστασης ανά Watt. Η βαθμολογία τους, κυμαίνεται από το 1 έως το 5, με 1 τη χαμηλότερη βαθμολογία και 5 την υψηλότερη.

Το πλήθος των πάνελ ανά βάση, παίζει σημαντικό ρόλο στη χωροθέτηση που θα γίνει στον χώρο που πρόκειται να τοποθετήσουμε το έργο. Όσο περισσότερα πάνελ παίρνει η κάθε βάση, τόσο πιο δύσκολο γίνεται να καλύψουμε όλη την επιφάνεια που έχουμε διαθέσιμη στην οροφή. Για παράδειγμα, όταν σε μια σειρά, μπορούν να τοποθετηθούν 20 πάνελ, αν η βάση παίρνει 2 στη σειρά, μπορείς να βάλεις 10 βάσεις, αν όμως παίρνει 12, τότε σε εκείνη τη σειρά, θα βάλεις μόνο μια βάση, χάνοντας πολύτιμο χώρο. Οπότε στο συγκεκριμένο κριτήριο, όσο λιγότερα πάνελ παίρνει η κάθε βάση, τόσο μεγαλύτερο βαθμό της βάζουμε.

Η πιστοποίηση που έχει η κάθε εταιρία για τη βάση που μας παρέχει, είναι σημαντική στο να διαπιστώσουμε, αν έχει εγκριθεί από αξιόπιστο ελεγκτικό μηχανισμό. Ο τεχνικός σύλλογος ελέγχου (TÜV = Technischer Überwachungs-Verein) είναι ο πιο αξιόπιστος ελεγκτικός μηχανισμός που υπάρχει αυτή τη στιγμή, και χρησιμοποιείται από ιδιωτικές επιχειρήσεις, παρέχοντας πιστοποίηση για τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες τους, ώστε αυτές να συμμορφώνονται προς συγκεκριμένες προδιαγραφές.

Στην Γερμανία παλαιότερα τα TÜV (TÜV Nord, TÜV Rheinland και TÜV Süd) είχαν την αποκλειστικότητα για τον έλεγχο και στην Αυστρία η TÜV Austria. Η TÜV Hellas είναι 100% θυγατρική εταιρία της TÜV Nord. Στη σύγκρισή μας, θεωρείται ως προτεραιότητα η κάθε εταιρία να έχει πιστοποίηση TÜV. Οποιαδήποτε άλλη, δε θεωρείται τόσο αξιόπιστη.

Οι πιστοποιήσεις που έχει η κάθε εταιρία, μας δείχνουν κατά πόσο συμμορφώνονται οι εταιρίες αυτές σε κάποια πρότυπα πάνω στον τρόπο λειτουργίας τους, αλλά και κατασκευής των βάσεων. Τα πρότυπα αυτά είναι το ISO 9001, το ISO 14001, το ISO 50001, όπως και το OHSAS 18001. Το ISO 9001 είναι διεθνώς αναγνωρισμένο πρότυπο για την διασφάλιση ποιότητας και ποιοτική διαχείριση επιχειρήσεων.

Αποτελεί επιχειρησιακό μοντέλο που εφαρμοζόμενο διασφαλίζει την προσδοκώμενη ποιότητα στα προϊόντα και υπηρεσίες που προσφέρει μία επιχείρηση. Το ISO 14001 είναι διεθνώς αναγνωρισμένο πρότυπο για την περιβαλλοντική διαχείριση από τις επιχειρήσεις. Παρέχει οδηγίες και απαιτούμενα σημεία ελέγχων που πρέπει να εφαρμόζονται στις δραστηριότητες εκείνες που έχουν επίδραση στο περιβάλλον. Το ISO 50001 είναι το πρώτο παγκόσμιο πρότυπο διαχείρισης ενέργειας και είναι αποτέλεσμα πληθώρας εθνικών και τοπικών προτύπων. Τέλος, το OHSAS 18001 αποτελεί ένα από τα πιο αναγνωρισμένα πρότυπα διεθνώς για τα Συστήματα Διαχείρισης Υγείας και Ασφάλειας στην Εργασία. Όλες αυτές οι πιστοποιήσεις θεωρούνται απαραίτητες, και βάζουμε μεγαλύτερη βαθμολογία στις εταιρίες που έχουν περισσότερες πιστοποιήσεις, όπως και σε αυτές που τις έχουν πιο πρόσφατα ανανεωμένες.

Η εγγύηση που μας παρέχει η κάθε εταιρία, όσο μεγαλύτερη είναι, τόσο περισσότερα χρόνια θα έχουμε εγγυημένη λειτουργία και άμεση αντικατάσταση. Οπότε προτιμότερο είναι να έχουν οι βάσεις μας όσο το δυνατόν μεγαλύτερη χρονικά εγγύηση.

Η τιμή της κάθε εγκατάστασης ανά Watt, παίζει καθοριστικό ρόλο στο ποια βάση θα προτιμήσουμε. Όσο χαμηλότερη τιμή έχουμε, τόσο πιο ελκυστική είναι η κάθε προσφορά.

Εταιρίες κατασκευής βάσεων	Ονομασία Βάσης	Δυνατότητα διαφοροποίησης κλίσης	Πλήθος πάνελ/βάση	Βαθμολογία 1-5	Πιστοποιήσεις Βάσεων	Βαθμολογία 1-5	Πιστοποιήσεις Εταιρίας	Βαθμολογία 1-5	Εγγύηση	Βαθμολογία 1-5	Τιμή βάσης (ανά W)	Βαθμολογία 1-5
Alfa Energy	A1803	Χειροκίνητη	14	2	TUV Rheinland	5	TUV ICB ISO 9001:2000 ISO 14001:2004	3	25 έτη	5	≈0,14€	4
DNA	Τύπος Γ	Χειροκίνητη	16	1	-	1	DAS ISO 9001:2008	2	-	1	0,13 €	5
Europa	Sun 350	Χειροκίνητη	12	3	TUV NORD HELLAS	5	Bureau Veritas ISO 9001:2008 ISO 14001:2004 OHSAS 18001:2007	5	-	1	≈0,14€	4
Rama	Ρυθμιζόμενο Σύστημα Στήριξης Αγρού - 12 Panel	Χειροκίνητη	12	3	TUV AUSTRIA HELLAS	5	TUV AUSTRIA HELLAS ISO 9001:2008 ISO 14001:2004	4	20 έτη	4	0,13 €	5
Schletter	VarioTop	Χειροκίνητη	1	5	TUV Rheinland GS από την VDE	5	TUV Rheinland ISO 9001:2008 ISO 14001:2004 ISO 50001:2011	5	10 έτη	3	0,22 €	2
Solarbase	Κωδ. 311	Χειροκίνητη	2	5	TUV NORD HELLAS	5	TUV AUSTRIA HELLAS ISO 9001:2008	2	25 έτη	5	0,13~0,18€	3
Σταυρίδης	Σταθερή Βάση Με Ρυθμιζόμενη Κλίση (Χειροκίνητος Μηχανισμός)	Χειροκίνητη	2	5	ΑΠΘ	3	-	1	20 έτη	4	0,28 €	2

Υπόμνημα πίνακα 7.1	Βαθμολογία κάτω της βάσης	Βαθμολογία στη βάση	Βαθμολογία άνω της βάσης
---------------------	---------------------------	---------------------	--------------------------

Πίνακας 7.1: Αποτελέσματα σύγκρισης βάσεων Φ/Β

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Θέλοντας να διαπιστώσουμε με τί βαρύτητα θα υπολογίσουμε το κάθε κριτήριο μας έτσι ώστε να ολοκληρώσουμε τη σύγκριση των εταιριών, πραγματοποιούμε μια διαφοροποίηση στον συντελεστή βαρύτητας του κάθε κριτηρίου ξεχωριστά, κρατώντας κάθε φορά τα υπόλοιπα με ισάξια ποσοστά.

Συγκεκριμένα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα, διαφοροποιώντας για αρχή τον συντελεστή βαρύτητας:

- για το πλήθος των πάνελ ανά βάση από 15% έως 35%,
- για τις πιστοποιήσεις των βάσεων από 5% έως 25%,
- για τις πιστοποιήσεις των εταιριών από 5% έως 25%,
- για την εγγύηση από 5% έως 25%,
- και τέλος για την τιμή των βάσεων ανά Watt από 20% έως 50%.

Οι συντελεστές αυτοί, διαφέρουν για το κάθε κριτήριο μας, διότι κάποια από αυτά θεωρούμε πως είναι πιο σημαντικά από κάποια άλλα. Η τιμή των βάσεων ανά Watt, θεωρείται ως το πιο σημαντικό κριτήριο μας, λόγω του ότι άμα δε συμφέρει οικονομικά, όλα τα άλλα στοιχεία θεωρούνται περιττά. Ως δεύτερο πιο σημαντικό έχουμε το πλήθος των πάνελ ανά βάση, το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στη χωροθέτηση των βάσεων. Η εγγύηση και οι πιστοποιήσεις, δε θεωρούνται τόσο σημαντικά, διότι μας τα παρέχουν σχεδόν όλες οι εταιρίες, αλλά και στις περιπτώσεις που δε μπορούν να μας τα παρέχουν αυτές, μπορούμε τα εξασφαλίσουμε με άλλους τρόπους.

Συντελεστής Βαρύτητας Οικονομικών Κριτηρίων																													
Εταιρία	Βάση	Πλήθος Πάνελ / Βάση					Πιστοποιήσεις Βάσεων					Πιστοποιήσεις Εταιρίας					Εγγύηση					Τιμή βάσης / Watt							
		15%	20%	25%	30%	35%	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	
Alfa Energy	A1803	78,00%	76,00%	74,00%	72,00%	69,00%	72,00%	73,00%	75,00%	76,00%	78,00%	79,00%	78,00%	77,00%	76,00%	75,00%	72,00%	73,00%	75,00%	76,00%	78,00%	76,00%	77,00%	77,00%	77,00%	77,00%	78,00%	78,00%	
DNA	Τύπος Γ	42,00%	40,00%	39,00%	38,00%	37,00%	44,00%	43,00%	42,00%	40,00%	39,00%	40,00%	40,00%	41,00%	40,00%	40,00%	44,00%	43,00%	42,00%	40,00%	39,00%	40,00%	44,00%	44,00%	48,00%	51,00%	55,00%	59,00%	63,00%
Europa	Sun 350	73,00%	72,00%	71,00%	70,00%	70,00%	67,00%	68,00%	70,00%	72,00%	74,00%	67,00%	68,00%	70,00%	72,00%	74,00%	82,00%	79,00%	75,00%	72,00%	69,00%	72,00%	73,00%	73,00%	73,00%	74,00%	75,00%	75,00%	
Rama	Ρυθμιζόμενο Σύστημα Στήριξης Αγρού - 12 Panel	86,00%	84,00%	82,00%	81,00%	80,00%	81,00%	82,00%	83,00%	84,00%	85,00%	85,00%	85,00%	84,00%	84,00%	84,00%	85,00%	85,00%	84,00%	84,00%	84,00%	84,00%	84,00%	85,00%	86,00%	87,00%	88,00%	89,00%	90,00%
Schletter	VarioTop	78,00%	80,00%	81,00%	82,00%	83,00%	76,00%	77,00%	78,00%	80,00%	81,00%	76,00%	77,00%	78,00%	80,00%	81,00%	84,00%	82,00%	81,00%	80,00%	79,00%	80,00%	77,00%	75,00%	72,00%	70,00%	67,00%	65,00%	
Solarbase	Κωδ. 311	79,00%	80,00%	81,00%	83,00%	84,00%	76,00%	78,00%	79,00%	80,00%	81,00%	87,00%	85,00%	82,00%	80,00%	77,00%	76,00%	77,00%	79,00%	80,00%	81,00%	80,00%	79,00%	77,00%	76,00%	75,00%	74,00%	72,00%	
Σταυριδής	Σταθερή Βάση Με Ρυθμιζόμενη Κλίση	57,00%	60,00%	62,00%	65,00%	67,00%	60,00%	60,00%	60,00%	60,00%	60,00%	67,00%	65,00%	62,00%	60,00%	57,00%	56,00%	57,00%	59,00%	60,00%	61,00%	60,00%	58,00%	57,00%	56,00%	55,00%	53,00%	52,00%	

Πίνακας 8.1: Συνολική βαθμολογία βάσεων για διάφορους συντελεστές βαρύτητας

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα από τις συγκρίσεις, διαπιστώνουμε ότι καλύτερα αποτελέσματα, εμφανίζει στις περισσότερες των περιπτώσεων η Rama, αμέσως μετά ακολουθεί η Solarbase και τρίτη έρχεται η Schletter. Επίσης διαπιστώνουμε ότι όταν έχουμε ποσοστό 20%, όλα τα αποτελέσματα είναι ίδια, διότι έχουμε ίση κατανομή του συντελεστή βαρύτητας και στα 5 δεδομένα μας.

Αναλυτικότερα, στο πλήθος των πάνελ ανά βάση, παρατηρούμε ότι

1. σε χαμηλό συντελεστή βαρύτητας,
 - πρώτη θέση εμφανίζεται η Rama με 86%
 - δεύτερη θέση η Solarbase με 79%
 - και τρίτη θέση ισοβαθμούν η Alfa energy A1803 και η Schletter με 78%
2. ενώ σε υψηλό συντελεστή βαρύτητας,
 - πρώτη θέση εμφανίζεται η Solarbase με 84%
 - δεύτερη θέση η Schletter με 83%
 - και τρίτη θέση ισοβαθμούν η Alfa energy A1807 και η Rama με 78%

Στις πιστοποιήσεις των βάσεων,

1. σε χαμηλό συντελεστή έχουμε
 - πρώτη την Rama με 81%
 - δεύτερη τη Schletter σε ισοβαθμία με τη Solarbase με 76%
 - και τρίτη την Alfa energy A1803 με 72%
2. ενώ σε υψηλό συντελεστή
 - πρώτη η Rama με 85%
 - δεύτερη τη Schletter σε ισοβαθμία με τη Solarbase με 81%
 - και τρίτη την Alfa energy A1803 με 78%

Στις πιστοποιήσεις των εταιριών,

1. σε χαμηλό συντελεστή έχουμε
 - πρώτη την Solarbase με 87%
 - δεύτερη τη Rama με 85%
 - και τρίτη την Alfa energy με 79%
2. ενώ σε υψηλό συντελεστή
 - πρώτη η Rama με 84%
 - δεύτερη τη Schletter με 81%
 - και τρίτη την Solarbase με 77%

Στην εγγύηση,

1. σε χαμηλό συντελεστή έχουμε
 - πρώτη την Rama με 85%
 - δεύτερη τη Schletter με 84%
 - και τρίτη την Europa με 82%
2. ενώ σε υψηλό συντελεστή
 - πρώτη η Rama με 84%
 - δεύτερη τη Solarbase με 81%
 - και τρίτη την Schletter με 79%

Τέλος στην τιμή βάσης ανά Watt,

1. σε χαμηλό συντελεστή έχουμε
 - πρώτη την Rama με 84%
 - δεύτερη τη Schletter σε ισοβαθμία με τη Solarbase με 80%
 - και τρίτη την Alfa energy με 76%
2. ενώ σε υψηλό συντελεστή
 - πρώτη η Rama με 90%
 - δεύτερη τη Alfa energy A1803 με 78%
 - και τρίτη την Europa με 75%

Μια άλλη σύγκριση που μπορούμε να κάνουμε και αποδεικνύεται ενδιαφέρον, είναι τα αποτελέσματα των βαθμολογιών όταν έχουμε ίδιο συντελεστή βαρύτητας σε όλα τα κριτήρια μας, με τα αποτελέσματα που παίρνουμε όταν έχουμε τον μέγιστο συντελεστή βαρύτητας σε κάθε κριτήριο. Στις περισσότερες των περιπτώσεων δε παρατηρείται μεγάλη διαφοροποίηση. Συγκεκριμένα:

1. Η Rama παραμένει πρώτη σχεδόν σε όλα τα κριτήρια, εκτός από το πλήθος των βάσεων ανά πάνελ, όπου στον μέγιστο συντελεστή, πέφτει στη τρίτη θέση σε ισοβαθμία με την Alfa energy.
2. Η Solarbase, η οποία με ίδιο συντελεστή ισοβαθμεί με την Schletter, φαίνεται να παίρνει ένα μικρό προβάδισμα, σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από τις πιστοποιήσεις των βάσεων που παραμένουν ισόβαθμες, και τις πιστοποιήσεις των εταιριών, όπου η Schletter καταφέρνει και περνάει μπροστά.
3. Η Alfa energy, η οποία σε ισάξιους συντελεστές, βρίσκεται στη τρίτη θέση και με τις δυο βάσεις της, παρατηρούμε ότι σε όλα τα κριτήρια, παραμένει κάτω από τις άλλες 3 εταιρίες, εκτός από τιμή των βάσεων ανά Watt, όπου η βάση A1803, εμφανίζεται στη δεύτερη θέση.

9. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τις συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν στους συντελεστές βαρύτητας, όπως και με το τί θεωρούμε ότι θα έπρεπε να έχει μεγαλύτερο ποσοστό από τα υπόλοιπα, προτείνουμε ως ιδανικούς συντελεστές βαρύτητας:

- ποσοστό 40% για τη τιμή των βάσεων ανά Watt,
- 30% για το πλήθος των πάνελ ανά βάση,
- 10% για τις πιστοποιήσεις των βάσεων,
- 10% για τις πιστοποιήσεις της εταιρίας,
- Και 10% για την εγγύηση.

Εταιρία	Βάση	Προσωπική Βέλτιστη Λύση Συντελεστών Βαρύτητας				
		Πλήθος Πάνελ / Βάση	Πιστοποιήσεις Βάσεων	Πιστοποιήσεις Εταιρίας	Εγγύηση	Τιμή βάσης / Watt
		30%	10%	10%	10%	40%
Rama	Ρυθμιζόμενο Σύστημα Στήριξης Αγρού - 12 Panel	84%				
Solarbase	Κωδ. 311	78%				
Europa	Sun 350	72%				
Schletter	VarioTop	72%				
Alfa Energy	A1803	70%				
Σταυριδης	Σταθερή Βάση Με Ρυθμιζόμενη Κλίση	62%				
DNA	Τύπος Γ	54%				

Πίνακας 9.1: Προσωπική βέλτιστη λύση του προβλήματος

Με τα παραπάνω ποσοστά ως συντελεστές βαρύτητας, παρατηρούμε ότι εμφανίζεται πρώτη η Rama με συνολική βαθμολογία 84%, δεύτερη η Solarbase με 78%, ενώ ως χειρότερη επιλογή εμφανίζεται η DNA με 54%.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Έντυπη Βιβλιογραφία

- Ι. Ε. Φραγκιαδάκης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2004.
- Κ. Καγκαράκης, Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1992.
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Σεμινάριο «Φωτοβολταϊκές Εφαρμογές», Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε., Αθήνα, Ιούνιος 1994.
- Α. Γαγλία, Α. Αργυρίου, Σ. Λυκούδης, Κ.Α. Μπαλαράς, «Απόδοση Πειραματικής Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης - Βέλτιστης Κλίση Φωτοβολταϊκών και Ωφέλιμη Ηλιακή Ενέργεια στις Ελληνικές Περιοχές», 8ο Συνέδριο για τις ΑΠΕ, ΙΗΤ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 29-31 Μαρτίου 2006.
- E. Calabrò, "An Algorithm to Determine the Optimum Tilt Angle of a Solar Panel from Global Horizontal Solar Radiation", Journal of Renewable Energy, 2013.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- Alfa Energy (Συστήματα αλουμινίου), Ελλάδα,
<http://www.alfa-press.gr/el/>
- Alpha Solar (Μεταλλικές κατασκευές), Ελλάδα,
<http://www.alpha-solar.gr/index.php?lang=gr>
- ALTEN (Εταιρεία εκμετάλλευσης ενέργειας), Ελλάδα,
http://www.alten.gr/fotovoltaika_systimata_history.html
- Alumil Solar (Φωτοβολταϊκά συστήματα), Ελλάδα,
<http://www.alumilsolar.com/page/>
- Aluminco (Συστήματα αλουμινίου), Ελλάδα,
http://www.aluminco.com/Aluminium_Systems_gr.aspx

- Aray Solar (Εταιρία φωτοβολταϊκών), Τσεχία,
<http://www.araysolar.com/references/ground-2/>
- Biomass Energy (Διαδυκτιακό Ιστολόγιο), Ελλάδα,
<http://www.biomassenergy.gr/articles/legislation/renewable-energy/605-nomos-3851-2010-fek-a-85-04-06-10-epitaxyshsh-ths-anaptykshs-twn-ananewsimwn-phgwn-energeias>
- ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ (Ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια), Ελλάδα,
 1. http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκό_σύστημα
 2. http://el.wikipedia.org/wiki/Νόμος_3468/2006
- Deger (Εταιρία κατασκευής ηλιοστατικών συστημάτων), Γερμανία,
<http://www.degerenergie.de/en/>
- DNA (Τεχνολογία περιβάλλοντος, ενέργειας και τηλεπικοινωνιών), Ελλάδα,
<http://www.dnasmart.gr/>
- Econ3 (Ηλεκτρονικό περιοδικό), Ελλάδα,
http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=37381295561646
- Eunice Energy Group (Εταιρία ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ), Ελλάδα,
http://www.eunice-group.com/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=174&lang=el
- Europa (Συστήματα αλουμινίου), Ελλάδα,
<http://www.profil.gr/>
- Exalco (Συστήματα αλουμινίου), Ελλάδα,
<http://www.exalco.gr/>
- Green Energy Plus (Διαδυκτιακό Ιστολόγιο), Ελλάδα
http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/blog-post_27.html

- HELAPCO (Hellenic Association of Photovoltaic Companies), Ελλάδα,
<http://helapco.gr/category/teχνologia-fwtovoltaikwn/>
- HELIOSYSTEMS (Φωτοβολταϊκά συστήματα), Ελλάδα,
<http://www.selasenergy.gr/history.php>
- Hilti (Εμπορική εταιρία στο χώρο των κατασκευών), Liechtenstein,
<http://www.hilti.gr/holgr/>
- ISOQAR LTD (Διαπιστευμένος Βρετανικός Φορέας Πιστοποίησης), Ελλάδα,
 1. <http://www.isoqar.gr/items.php?catid=10>
 2. <http://www.isoqar.gr/items.php?catid=13>
- K2 systems (Συστήματα στήριξης ηλιακής τεχνολογίας), Ηνωμένο Βασίλειο,
<http://www.k2-systems.uk.com/home.html>
- ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας), Ελλάδα,
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovolt_agora.htm
- LRQA Business Assurance (Φορέας Πιστοποίησης Συστημάτων Διαχείρισης), Ελλάδα,
<http://www.greece.lrqa.com/standards-and-schemes/standards/225730-iso50001.aspx>
- Meca Solar (Εταιρία κατασκευής ηλιοστατικών συστημάτων), Ισπανία,
<http://www.mecasolar.com/bin/index.php>
- Mechatron (Εταιρία κατασκευής ηλιοστατικών συστημάτων), Ελλάδα,
<http://www.mechatron.eu/index.php/el/>
- Metaloumin (Συστήματα αλουμινίου), Ελλάδα,
<http://www.metaloumin.gr/index.html>

- Νόμος & Φύση (Μη κυβερνητική οργάνωση για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη), Ελλάδα,
<http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=248&lang=1&catid=1>
- PLANTmanagement (Ηλεκτρονικό περιοδικό), Ελλάδα,
<http://www.plant-management.gr/index.php?id=3642>
- Πράσινο Σπίτι & Κτήριο (Ηλεκτρονικό περιοδικό), Ελλάδα,
http://www.4green.gr/data/fotovoltaika/news/preview_news/96128.asp
- Rama (Φωτοβολταϊκά συστήματα), Ελλάδα,
<http://www.rama.gr>
- Renesola (Φωτοβολταϊκά συστήματα), Κίνα,
<http://www.renesola.com/>
- PAE (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας), Ελλάδα,
 1. [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/168\(287-10-94\)29_2244.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/168(287-10-94)29_2244.pdf)
 2. [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/385\(2810-5-95\)29_YA8295.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/385(2810-5-95)29_YA8295.pdf)
 3. [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/502\(2826-5-98\)29_8860.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/502(2826-5-98)29_8860.pdf)
 4. [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/237\(2822-10-98\)29_2647.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/237(2822-10-98)29_2647.pdf)
 5. [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286\(2822-12-99\)29_2773.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/286(2822-12-99)29_2773.pdf)
 6. [http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201\(2812-9-01\)29_2941.pdf](http://www.rae.gr/old/downloads/sub2/201(2812-9-01)29_2941.pdf)
- Schletter GmbH (Μεταλλικές κατασκευές), Γερμανία,
<http://www.schletter.de/GR/archikn.html>
- Schuco (Ηλιακά συστήματα και κουφώματα), Γερμανία,
<http://www.schueco.com/>
- SCRIBD (Ηλεκτρονική βιβλιοθήκη), Ελλάδα,
<http://www.scribd.com/doc/81729811/K-Y-A-1726-2003-ΦΕΚ-552B8-5-2003>

- Solar Systems (Προϊόντα ΑΠΕ), Ελλάδα
 1. http://www.solar-systems.gr/product_2.htm
 2. http://www.solar-systems.gr/product_4.htm
- SOLAR VALUE (Φωτοβολταϊκά έργα), Ελλάδα,
<http://www.solarvalue.gr/web/el/xanthi-giona-3.2mw.html>
- Solarbase (Συστήματα αλουμινίου), Ελλάδα,
<http://www.solarbase.gr/site/>
- Solarcube (Φωτοβολταϊκά συστήματα), Γερμανία,
<http://www.solarcube.com/>
- Σταυρίδης (Μεταλλικές κατασκευές), Ελλάδα,
<http://www.clamps.gr/>
- ΥΠΕΚΑ (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής αλλαγής), Ελλάδα,
<http://www.ypeka.gr/?tabid=443>
- Wikipedia (Ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια), Αγγλία,
 1. https://en.wikipedia.org/wiki/A._E._Becquere
 2. https://en.wikipedia.org/wiki/Jan_Czocharlski