

*Ανάλυση Υφιστάμενης Κατάστασης
και Προοπτικών Φωτοβολταϊκών
Συστημάτων στην Κρήτη.*

Κατερίνα Βασιλοκωνσταντάκη

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Ανάλυση Υφιστάμενης Κατάστασης και Προοπτικών Φωτοβολταϊκών
Συστημάτων στην Κρήτη*

Σπουδάστρια: Κατερίνα Βασιλοκωνσταντάκη
ΑΜ: 423

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ Δρ Μηχ. Καραπιδάκης Εμμανουήλ

ΧΑΝΙΑ 2013

*Ανάλυση Υφιστάμενης Κατάστασης
και Προοπτικών Φωτοβολταϊκών
Συστημάτων στην Κρήτη.*

Κατερίνα Βασιλοκωνσταντάκη

Στους γονείς μου,

Σταύρο και Πόπη

και στον σύζυγό μου Μανόλη

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Εμμανουήλ Καραπιδάκη, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, επιβλέποντα της παρούσας πτυχιακής εργασίας, για την πολύτιμη συνδρομή και καθοδήγησή του.

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Δρ. Εμμανουήλ Καραπιδάκης Επίκουρος Καθηγητής του τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος
2. Δρ. Μαραβελάκης Εμμανουήλ Επίκουρος Καθηγητής του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος
3. Δρ. Ιωάννης Κατσίγιαννης Καθηγητής του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας αποτελεί η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και προοπτικών των φωτοβολταϊκών στην Κρήτη. Αρχικά γίνεται αναφορά στα φωτοβολταϊκά συστήματα ακολουθεί η περιγραφή των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και παρουσιάζεται η ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα. Στη συνέχεια γίνεται καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και αναλύονται σενάρια για την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών επενδύσεων. Τέλος παρουσιάζονται τα οφέλη και οι πιθανές επιδράσεις των φωτοβολταϊκών καθώς επίσης και οι προοπτικές αυτών.

ABSTRACT

Subject of the thesis is to analyze the current situation and prospects of photovoltaics in Crete. First reference to photovoltaics follows the description of photovoltaic installations and shows the energy situation in Greece. Then, an inventory of the existing situation and analyzes scenarios for the development of PV investment. Finally introduces the benefits and the possible effects of PV as well as the prospects of such.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα	6
1.2 Πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων	9
1.3 Περιγραφή φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων	10
1.4 Τα στατιστικά στοιχεία της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ για το 2012	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

2.1 Σκοπός της έρευνας	22
2.2 Μεθοδολογία έρευνας	23
2.3 Αποτελέσματα	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ-ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

3.1 Τα φωτοβολταϊκά πάρκα	34
3.2 Τα οικονομικά των φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην Κρήτη	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

4.1 Οφέλη	44
4.2 Περιβάλλον και φωτοβολταϊκή ενέργεια	45
4.3 Φωτοβολταϊκά και κλιματολογικές αλλαγές	47
4.4 Στοιχεία φωτοβολταϊκών και επιδράσεις	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	56
-----------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε ήδη από το 1839, αλλά το πρώτο ηλιακό ηλεκτρονικό στοιχείο κατασκευάστηκε το 1954 στα εργαστήρια Μπέλ (Bell Labs) στις Ηνωμένες Πολιτείες για διαστημικές εφαρμογές.

Η κυριότερη εφαρμογή τους ήταν στους δορυφόρους, όπου αφενός εφαρμόζεται η πιο σύγχρονη τεχνολογία, αφ' ετέρου το κόστος είναι δευτερεύον παράγοντας. Όμως με την ενεργειακή που προέκυψε φάνηκε καθαρά πως πρέπει να στραφούμε σε άλλες μορφές ενέργειας, διαφορετικές από το πετρέλαιο. Τις λεγόμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η απλότητά τους των φωτοβολταϊκών συλλεκτών και η ικανότητά τους να παράγουν απρόσκοπτη ηλεκτρική ενέργεια χωρίς καμία εξάρτηση από ειδικευμένο προσωπικό, συντήρηση, προμήθειες καυσίμων, καιρικές και περιβαντολλογικές συνθήκες, κυρίως η οικονομική τους λειτουργία, τους έκαναν παγκοσμίως αποδεκτούς.

Καθώς το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων συνεχίζει να μειώνεται έστω και με χαμηλό ρυθμό, όλο και περισσότερα είδη εφαρμογών με φωτοβολταϊκά συστήματα γίνονται οικονομικά ανταγωνιστικά, έναντι της χρήσης συμβατικών μορφών ενέργειας.

Παράλληλα, η αυξανόμενη ευαισθησία της κοινής γνώμης, λόγω των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας, έχει σαν αποτέλεσμα αυτά να αποτελούν μια από τις πλέον υποσχόμενες ενεργειακές τεχνολογίες.

1.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας "ημιαγωγός"), άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστό ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ' αυτή την απλή αρχή της

φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία (φως). Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με τη χρήση υλικών (ημιαγωγίων) τα οποία διαθέτουν την ιδιότητα να απορροφούν φωτόνια του ηλιακού φωτός απελευθερώνοντας ηλεκτρόνια (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο). Η ροή των ελεύθερων αυτών ηλεκτρονίων συνεπάγεται τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος – ηλεκτρικής τάσης.

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο αποτελείται από τα εξής επιμέρους υποσυστήματα :

- Φωτοβολταϊκά πλαίσια (γεννήτρια ή πάνελ)
- Κατασκευή στήριξης
- Συστήματα μετατροπής ισχύος
- Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, προστασίας & λοιπά στοιχεία

Φωτοβολταϊκά πλαίσια:



Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από (συνήθως 30 έως 36) ερμητικά σφραγισμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία μέσα σε ειδική διαφανή πλαστική ύλη, των οποίων η μπροστινή όψη προστατεύεται (συνήθως) από ανθεκτικό γυαλί χαμηλής περιεκτικότητας σε οξείδιο του σιδήρου. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως τα τζάμια των κτιρίων. Τα στοιχεία εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα σε σειρά ή παράλληλα ανάλογα με την εφαρμογή.

Κατασκευή στήριξης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια προκειμένου να τοποθετηθούν/προσαρμοστούν στο σημείο εγκατάστασής τους εφοδιάζονται με ειδικές κατασκευές. Οι κατασκευές αυτές στήριξης πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια, όπως αντοχή στα φορτία που προέρχονται από το βάρος των πλαισίων και τους τοπικούς ανέμους, να μη προκαλούν σκίασμό στα πλαίσια, να επιτρέπουν την προσέγγιση στα πλαίσια, αλλά ταυτόχρονα να διασφαλίζουν την ασφάλειά τους. Σε εφαρμογές όπου τα Φ/Β πλαίσια ενσωματώνονται σε κτιριακές δομές, τότε απαιτείται καλή συναρμογή με τα δομικά στοιχεία.

Συστήματα μετατροπής ισχύος

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παράγουν συνεχές ρεύμα ενώ τα φορτία καταναλώνουν εναλλασσόμενο ρεύμα. Για την μετατροπή της ισχύος στα φωτοβολταϊκά συστήματα



χρησιμοποιούνται συνήθως αντιστροφείς (inverters) συνεχούς σε εναλλασσόμενο (DC/AC). Σκοπός των συστημάτων μετατροπής ισχύος είναι η κατάλληλη ρύθμιση των χαρακτηριστικών του παραγόμενου ρεύματος, ώστε να καταστεί δυνατή η τροφοδοσία των διαφόρων καταναλώσεων.

Τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή του αντιστροφέα είναι :

- Η αξιοπιστία
- Η ενεργειακή απόδοση
- Οι αρμονικές παραμορφώσεις
- Το κόστος
- Η συμβατότητα με τις τεχνικές απαιτήσεις της ΔΕΗ

Σε ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα ο αντιστροφέας (ή αντιστροφείς) τοποθετείται σε απόσταση από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε στεγασμένο χώρο. Στις περιπτώσεις αυτές οι καλωδιώσεις είναι συνεχούς ρεύματος. Ωστόσο έχουν αναπτυχθεί φωτοβολταϊκά πλαίσια με ενσωματωμένους αντιστροφείς (AC-modules) με συνέπεια να αντικαθίστώνται οι καλωδιώσεις συνεχούς με αντίστοιχες εναλλασσόμενου ρεύματος, οι οποίες είναι χαμηλότερου κόστους και περισσότερο ασφαλείς.

Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, προστασίας & λοιπά στοιχεία

Το φωτοβολταϊκό σύστημα συμπληρώνουν οι ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου, η γείωση, οι καλωδιώσεις (συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος) και σχετικό ηλεκτρολογικό υλικό, οι διατάξεις ασφαλείας, ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας και σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος (κατ' επιλογή, αλλά προτεινόμενο).

Σημειώνεται ότι η ΔΕΗ απαιτεί την ύπαρξη προστασίας απόζευξης του σταθμού μέσω διατάξεων του αντιστροφέα ή με άλλο τρόπο, ώστε ο σταθμός να αποσυνδέεται τόσο σε περίπτωση έλλειψης τάσης από το δίκτυο της ΔΕΗ, (προς αποφυγή του φαινομένου της νησιοδότησης) όσο και στην περίπτωση που η τάση και η συχνότητα αποκλίνουν των συνιστώμενων ορίων.

1.2 Πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Παρακάτω παρουσιάζονται τα εξής:

- ⇒ Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον, δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- ⇒ Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- ⇒ Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- ⇒ Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- ⇒ Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- ⇒ Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- ⇒ Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- ⇒ Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- ⇒ Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα φωτοβολταϊκά συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας .

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6000 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να

αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το φωτοβολταϊκό σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

1.3 Περιγραφή φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων

1.3.1 Τρόποι στήριξης και προσανατολισμός των πλαισίων.

Οι απαιτήσεις κάθε συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από φωτοβολταϊκά στοιχεία, καθορίζει τον τρόπο τοποθέτησης και στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Στοιχεία που προσδιορίζουν τον τρόπο τοποθέτησης των πλαισίων είναι αρκετά, όπως:

- Η ενεργεία που θέλουμε να παράγουμε καθορίζει το πλήθος των φωτοβολταϊκών στοιχείων, τον μηχανολογικό και ηλεκτρικό-ηλεκτρονικό εξοπλισμό που θα τοποθετηθεί στο σύστημα μας.
- Το περιβάλλον και οι τοπικές καιρικές συνθήκες καθορίζουν το που και το πώς θα στηριχθούν τα πλαίσια.
- Η οικονομική δυνατότητα που έχουμε είναι η αυτή που μας περιορίζει ή μας επιτρέπει να εγκαταστήσουμε ένα ακριβό σύστημα, το οποίο όμως θα μας αποδώσει πολύ περισσότερο από ένα φθηνότερο.

Τρεις είναι οι κύριοι τρόποι στήριξης των πλαισίων και διακρίνονται ανάλογα με την ενεργειακή απολαβή:

- Στήριξη με σταθερή γωνία κλίσης του συλλέκτη
- Εποχιακά ρυθμιζόμενη κλίση
- Συνεχούς ημερήσιας παρακολούθησης ηλιοτρόπιο –tracker

1.3.2 Στήριξη με σταθερή γωνία κλίσης του συλλέκτη

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.

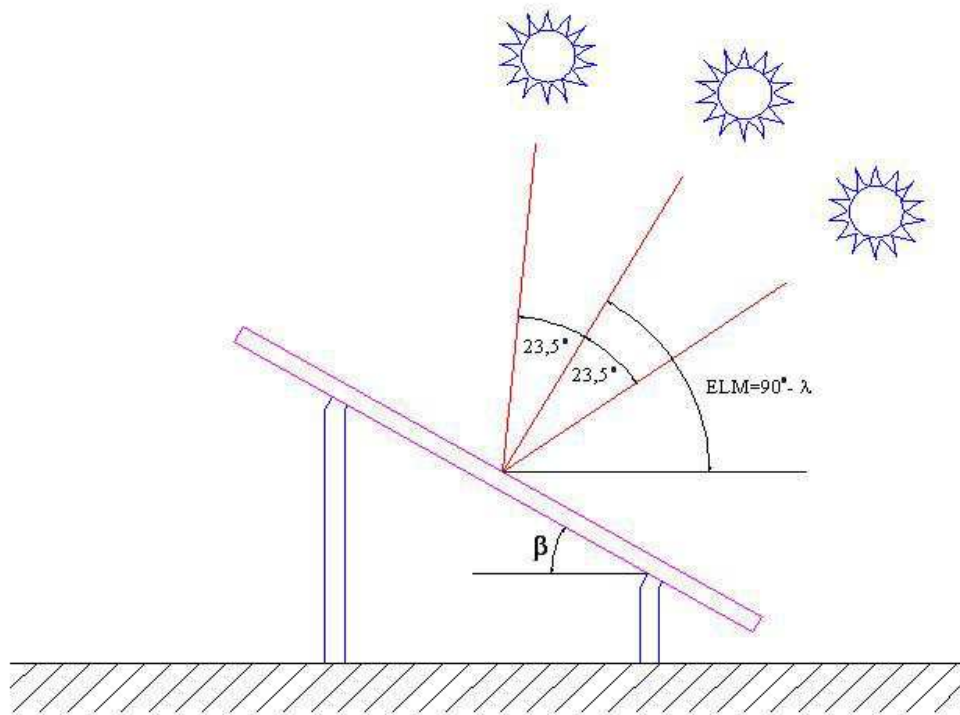
Για την τοποθέτηση των συλλεκτών πρέπει να επιλεγεί η καταλληλότερη γωνία κλίσης και ο προσανατολισμός. Όταν ο χώρος τοποθέτησης δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και του έτους, είναι η πιο απλή περίπτωση. Τότε η γωνία κλίσης του συλλέκτη είναι κοντά στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου και κατά κανόνα ακολουθούμε νότιο αζιμουθιακό προσανατολισμό 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 22^{ας} Δεκεμβρίου. Η γωνία των ακτινών κατά την μεσουράνηση του, ως προς την κάθετη στην επιφάνεια του συλλέκτη, μεταβάλλεται από $-23,5^\circ$ έως $+23,5^\circ$.

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 22^{ας} Δεκεμβρίου. Η γωνία των ακτινών κατά την μεσουράνηση του, ως προς την κάθετη στην επιφάνεια του συλλέκτη, μεταβάλλεται από $-23,5^\circ$ έως $+23,5^\circ$.

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 22^{ας} Δεκεμβρίου. Η γωνία των ακτινών κατά την μεσουράνηση του, ως προς την κάθετη στην επιφάνεια του συλλέκτη, μεταβάλλεται από $-23,5^\circ$ έως $+23,5^\circ$.



Παρατηρήσεις για την τοποθέτηση των συλλεκτών με σταθερή κλίση:

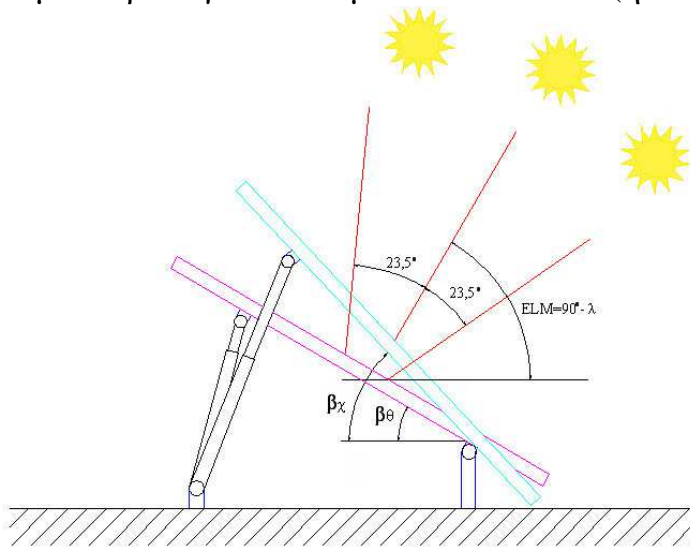
- Για τόπους με μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη ($>20^\circ$) βρίσκεται στην περιοχή $\lambda-(10^\circ\div 15^\circ)$.
- Για τόπους με μικρά λ , γύρω από τον ισημερινό, η βέλτιστη γωνία είναι 0° . Στην πράξη όμως οι συλλέκτες τοποθετούνται με μια μικρή γωνία $5^\circ\div 10^\circ$ ώστε, κατά την πλύση της επιφάνειας από το νερό της βροχής ή της πλύσης να απομακρύνονται τα διαφορά σώματα που επικάθονται (σκόνη, φύλλα, κ.α.).
- Για τόπους όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα αρκούμαστε στο να τοποθετήσουμε τον συλλέκτη σε μια γωνία $\beta=\lambda-10^\circ$.
- Αν οι ενεργειακές ανάγκες που θέλουμε να καλύψουμε είναι κατά την διάρκεια του χειμώνα η καταλληλότερη γωνία είναι $\beta=\lambda+15^\circ$. Ενώ εάν θέλουμε ενέργεια κατά την διάρκεια του καλοκαιριού τότε τους τοποθετούμε με κλίση $\beta= \lambda- 15^\circ$.
- Σε περιοχές με φυσικά εμπόδια ο συλλέκτης τοποθετείται έτσι ώστε να προκύπτει η μέγιστη ενεργειακή απολαβή.

1.3.3 Στήριξη με εποχιακή ρύθμιση της κλίσης του συλλέκτη

Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, δεν είχαμε δυνατότητα αλλαγής της γωνιάς κλίσης του συλλέκτη, με αποτέλεσμα η εγκατάσταση μας να αποδίδει πολύ λιγότερο από ότι μπορεί να δώσει. Για να αυξηθεί η απόδοση του συστήματος κατασκευάζονται βάσεις, όπου τοποθετούνται οι συλλέκτες, με δυνατότητα ρύθμισης της κλίσης του συλλέκτη. Η μηχανολογική κατασκευή είναι σχετικά φθηνή και απλή ώστε όλοι οι χρηστές 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 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.λπ.), καθώς και η λευκαύγεια του εδάφους όπως και στην προηγούμενη παράγραφο.



Συμπέρασμα:

Κατά τη χειμερινή περίοδο η καταλληλότερη γωνία κλίσης είναι $\beta = \lambda + (10^\circ \div 15^\circ)$.

Κατά τη θερινή περίοδο η καταλληλότερη γωνία είναι $\beta = \lambda - (10^\circ \div 15^\circ)$.

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.

1.3.4 Ηλιοτρόπιο (trackers) συνεχούς ημερήσιας παρακολούθησης

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, οι συλλέκτες τοποθετούνταν είτε με σταθερή κλίση είτε με εποχιακή ρύθμιση της γωνίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μικρή απολαβή ενεργείας 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.

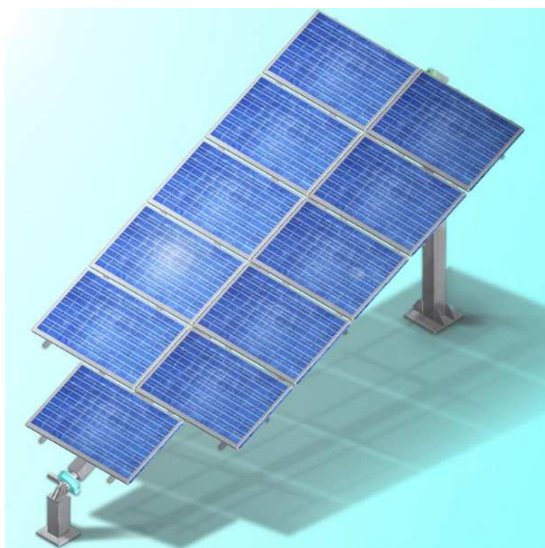
Για να τα πετύχουμε υψηλότερη απολαβή ισχύος κατασκευάζουμε συσκευές διαρκούς παρακολούθησης της πορείας του ήλιου. Οι συσκευές αυτές μοιάζουν αρκετά με το φυτό **ηλιοτρόπιο ή ηλίανθος**, από όπου πήραν και το όνομα τους. Τα ηλιοτροπία (**trackers**) στρέφουν τους συλλέκτες έτσι ώστε οι ακτίνες του ήλιου να προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια του συλλέκτη. Με τα ηλιοτρόπια έχουμε μια αύξηση της αποδιδόμενης ισχύος 30%-50%, σε σχέση με τους σταθερούς τρόπους στήριξης.

Υπάρχουν δυο κατηγορίες ηλιοτροπιών ανάλογα με το είδος της κίνησης που εκτελούν:

- A) Στροφή γύρω από έναν άξονα
- B) Στροφή γύρω από δυο άξονες

1.3.4.A) Στροφή γύρω από έναν άξονα

Η συστοιχία περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα με κατάλληλο μηχανισμό, ξεκινώντας από την ανατολή και παρακολουθώντας την πορεία του ήλιου καθ' όλη την ημέρα καταλήγοντας στην δύση.



Διακρίνουμε δυο περιπτώσεις:

- Το σύστημα περιστρέφεται ως προς κατακόρυφο άξονα, έτσι ώστε οι ακτίνες του ήλιου να πέφτουν κάθετα στον συλλέκτη (αζιμουθιακό ηλιοτρόπιο).
- Το σύστημα περιστρέφεται ως προς άξονα τοποθετημένο σε γωνία ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, παράλληλα με τον πολικό άξονα της γης. Έτσι ο ήλιος βρίσκεται συνεχώς στο επίπεδο που είναι κάθετο στο συλλέκτη. Κατά την διάρκεια του έτους η γωνιά

μεταξύ των ακτινών του ηλίου και της κάθετης στο συλλέκτη, κυμαίνεται από -23,5° έως +23,5°. (πολικό ηλιοτρόπιο-polar tracker)

Ο έλεγχος των συστημάτων αυτών γίνεται με δυο τρόπους:

- I. Με ηλεκτρονικό αυτόματο έλεγχο
- II. Με πνευματικό αυτόματο έλεγχο

I. Ο ηλεκτρονικός έλεγχος γίνεται με δυο τρόπους

- Με χρήση οπτικών αισθητήρων
- Με χρήση Η/Υ και κατάλληλο λογισμικό

Η χρήση οπτικών αισθητήρων βασίζεται στην ανίχνευση της κίνησης του ήλιου. Οι αισθητήρες (φωτοдиодοι, φωτοαντιστάσεις, φωτοβολταϊκά πλαίσια) τοποθετούνται με κατάλληλο τρόπο ώστε να αντιλαμβάνονται την κίνηση του ήλιου από την μεταβολή της σκίασης στους αισθητήρες. Συνήθως τοποθετείται κάθετα στους συλλέκτες ένα έλασμα και οι αισθητήρες τοποθετούνται δεξιά και αριστερά του ελάσματος. Επίσης υπάρχει δυνατότητα χρήσης φωτοβολταϊκών στοιχείων τοποθετημένα πλάτη με πλάτη κάθετα στους συλλέκτες.

Το σύστημα είναι αρκετά απλό και οικονομικό με σοβαρά όμως μειονεκτήματα. Σε ημέρες με αραιή ή αρκετή συννεφιά το σύστημα είναι αναξιόπιστο. Οι αισθητήρες αδυνατούν να αναγνωρίσουν την πραγματική θέση του ηλίου καθώς δέχονται ακτινοβολία από διάφορες θέσεις. Επίσης αντανάκλασεις από διερχόμενα οχήματα ή τζάμια κτιρίων μπορούν να επηρεάσουν το σύστημα. Με κατάλληλα ηλεκτρονικά υπάρχει η δυνατότητα να αντιμετωπισθούν όλα αυτά τα προβλήματα αυξάνοντας βέβαια την πολυπλοκότητα και το αρχικό κόστος του συστήματος. Για να αποφύγουμε τα προβλήματα αυτά εκμεταλλευόμαστε τις δυνατότητες των Η/Υ. Με την χρήση αλγορίθμων ορίζουμε την ακριβή θέση που πρέπει να βρίσκεται το ηλιοτρόπιο. Δυο είναι οι βασικοί τρόποι ελέγχου των συστημάτων αυτών, με την επίλυση των εξισώσεων της θέσεως του ηλίου ή με προσδιορισμό των θέσεων του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας και του έτους.

Η χρήση Η/Υ είναι η καλύτερη και πιο αξιόπιστη λύση καθώς η κίνηση του ηλιοτροπίου βασίζεται σε μαθηματικές εξισώσεις και όχι στην ακτινοβολία η οποία μπορεί να προέρχεται από πολλά σημεία του ουράνιου θόλου.

Π. Ο πνευματικός έλεγχος βασίζεται στην τροποποίηση της ισορροπίας ενός πνευματικού συστήματος, εξαιτίας διαφορικής θέρμανσης από τον ήλιο. Το σύστημα αποτελείται από δυο δοχεία με υγρό και έναν υδραυλικό σερβοκινητήρα. Τα δοχεία συνδέονται με αγωγό και ο κινητήρας σε σειρά με τον αγωγό. Το ένα δοχείο θερμαίνεται περισσότερο από το άλλο, το ένα σκιάζεται το άλλο όχι, αυξάνοντας την θερμοκρασία του. Αυτό αυξάνει την πίεση στο δοχείο με αποτέλεσμα την ροή του υγρού από το ένα δοχείο στο άλλο και την περιστροφή του κινητήρα. Είναι ένα αρκετά αξιόπιστο σύστημα με μεγάλο κόστος.

1.3.4 Β) Στροφή γύρω από δυο άξονες

Τα ηλιοτρόπια με στροφή γύρω από δυο άξονες παρακολουθούν και τις δυο κινήσεις του ήλιου, αζιμούθιο και ύψος (elevation). Η συστοιχία στρέφεται γύρω από δυο άξονες, ξεκινώντας από την ανατολή το πρωί και καταλήγοντας στην δύση το απόγευμα. Η κατασκευαστική διαφορά του ηλιοτροπίου δυο αξόνων είναι η χρήση δυο συστημάτων κίνησης, ένα για κάθε κίνηση.

Λόγω της παρακολούθησης του ηλίου και στους δυο άξονες, οι ακτίνες του ηλίου προσπίπτουν κάθετα στους συλλέκτες καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας



και του έτους, κάτι που κάνει το σύστημα αυτό πιο αποδοτικό σε σχέση με τα άλλα. Η απόδοση του φτάνει το

99,9%. Βεβαίως το κόστος του είναι αρκετά υψηλότερο λόγω της χρήσης διπλών ηλεκτρονικών συστημάτων και της περίπλοκης μηχανολογικής κατασκευής.

Ο έλεγχος κίνησης του ηλιοτροπίου γίνεται με ηλεκτρονικά, όπως και στα ηλιοτρόπια ενός άξονα, με την χρήση αισθητήρων ή με χρήση Η/Υ.

Η χρήση της μεθόδου των αισθητήρων βασίζεται στην σκίαση των αισθητήρων σε δυο άξονες. Τοποθετούνται δυο ή περισσότεροι αισθητήρες για τον έλεγχο της αζιμουθιακής κίνησης του ηλιοτροπίου και δυο ή περισσότεροι αισθητήρες για τον έλεγχο της γωνιάς του ύψους.

Όταν ο έλεγχος γίνεται με Η/Υ τότε οι εξισώσεις που επιλύονται είναι για το ύψος και για το αζιμούθιο.

Για να αυξήσουμε την παραγόμενη ισχύ από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, τοποθετούμε ανακλαστήρες στις δυο μεγαλύτερες απέναντι πλευρές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η συνολική πυκνότητα ισχύος του φωτός στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο να φτάνει ακόμα και στο διπλάσιο. Εφαρμόζεται συχνά σε πολικά ηλιοτροπία και σε ηλιοτροπία δυο αξόνων με παρά πολύ καλά αποτελέσματα.

Παρακάτω δίνονται μερικές λεπτομέρειες για την λειτουργία και την τοποθέτηση των ηλιοτροπίων:

Ο άνεμος είναι ίσως ο μοναδικός εχθρός των ηλιοτροπίων. Λόγω τον κινουμένων μερών παρουσιάζεται ο κίνδυνος της καταστροφής τους από δυνατό άνεμο. Για αυτόν τον λόγο πρέπει κατά την τοποθέτηση τους να προβλέπεται κατάλληλη στερέωση. Σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται χρήση ανεμομέτρου ώστε σε περίπτωση ισχυρού ανέμου το ηλιοτρόπιο να έρχεται σε οριζόντια θέση (για ηλιοτρόπια δυο αξόνων) ή σε θέση όπου παρουσιάζεται η μικρότερη μετώπη με τον αέρα. Η θέση αυτή, κατά κανόνα, είναι η νότια θέση αναφοράς. Σε αυτή την θέση βρίσκεται και κατά την διάρκεια την νύχτας, από την δύση έως τη ανατολή.

Η θέση αναφοράς για τα ηλιοτρόπια είναι ο αληθής νότος (για τα ηλιοτρόπια δυο αξόνων εκτός από τον αληθή νότο, ορίζουμε και μια γωνία αναφοράς πχ 20°). Έτσι κατά την τοποθέτηση πρέπει να προσδιοριστεί σωστά ο νότος για να την αποφυγή σφαλμάτων κατά την λειτουργία της συσκευής. Ιδιαίτερα στα ηλιοτρόπια που ελέγχονται μέσω υπολογιστή πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε αυτό το θέμα. Σε περίπτωση λανθασμένου προσανατολισμού θα υπάρχει μειωμένη απόδοση κατά την λειτουργία, καθώς είναι το σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της κατάλληλης γωνίας. Ο προσδιορισμός του αληθούς νότου μπορεί να γίνει με ηλεκτρονικά όργανα (GPS), με μαγνητική ή γυροσκοπική ή ηλεκτρονική πυξίδα, με προσδιορισμό του ηλιακού μεσημεριού.

Από τη θέση αναφοράς γίνεται ο υπολογισμός της θέσης που πρέπει να πάρει το ηλιοτρόπιο κατά την ανατολή για να ξεκινήσει η παρακολούθηση του ήλιου. Για να αντιληφθεί το σύστημα την θέση αναφοράς χρησιμοποιείται διακόπτης ο οποίος ενεργοποιείται με την κίνηση του ηλιοτροπίου. Διακόπτες τοποθετούνται επίσης, στις οριακές θέσεις που παίρνει το σύστημα, για προστασία του, καθώς κατά την λειτουργία του μπορεί να παρουσιαστεί βλάβη και να κινηθεί πέρα από τα όρια του. Αυτό το φαινόμενο παρουσιάζεται συχνά στον έλεγχο με αισθητήρες φωτός, λόγω στις ανακλώμενες ακτίνες.

Ο προσδιορισμός της σωστής γωνίας του συλλέκτη γίνεται με αισθητήρες θέσης ή περιστροφής (encoders). Υπάρχουν αρκετά είδη αισθητήρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τις ανάγκες μας. Κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα την αρχή λειτουργίας τους: οπτικοί, μαγνητικοί και

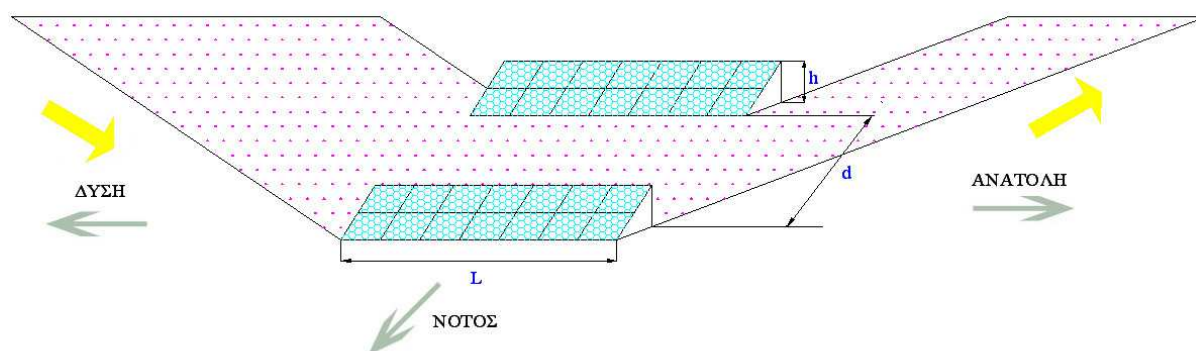
ηλεκτρικής τάσης (ποτενσιόμετρα). Τελευταία έχουν εμφανιστεί αισθητήρες οι οποίοι αντιλαμβάνονται την αλλαγή του μαγνητικού πεδίου της γης όταν αλλάζουν θέση. Μεγάλο πλεονέκτημα είναι η υψηλή ευαισθησία και ακρίβεια ενώ μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος αγοράς και η επίδραση τους με χαλύβδινα αντικείμενα. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται στην κατασκευή υλικά από ανοξείδωτο χάλυβα και αλουμίνιο.

1.3.5 Ελάχιστη απόσταση μεταξύ συστοιχιών φωτοβολταϊκού συγκροτήματος

Κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού συγκροτήματος, από το πιο μικρό (π.χ. οικιακή εφαρμογή) έως την πιο μεγάλη (π.χ. φωτοβολταϊκό πάρκο), πρέπει να δοθεί σημασία και προσοχή στην τοποθέτηση των συστοιχιών. Όταν οι συστοιχίες τοποθετούνται η μια πίσω από την άλλη παρουσιάζεται το πρόβλημα της σκίασης. Η συστοιχία που βρίσκονται μπροστά από μια άλλη ρίχνει την σκιά της στην αμέσως επόμενη. Όσο μακριά και να τοποθετηθεί η μια από την άλλη, κάποια στιγμή της ημέρας θα σκιάζεται. Για αυτό το λόγο οι συστοιχίες τοποθετούνται σε απόσταση τέτοια ώστε η σκίαση να είναι η ελάχιστη. Όμως η χαμηλότερη σειρά πλαίσίων θα σκιάζεται κατά την ανατολή και την δύση. Κατά την σκίαση όμως η ενεργειακή τους απόδοση μηδενίζεται και για αυτό χρησιμοποιούνται δίοδοι παράκαμψης σε κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο.

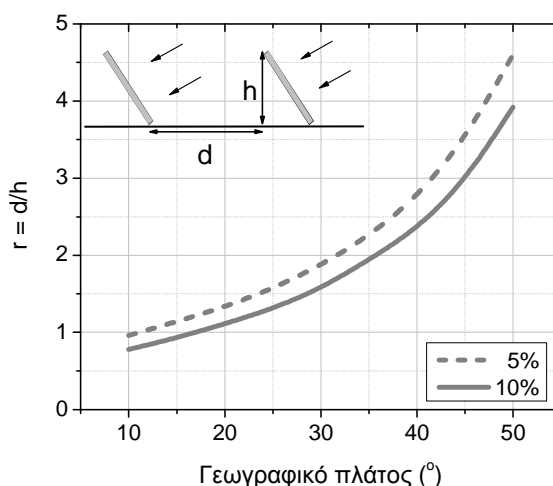
Μία ιδέα για την τοποθέτηση των συστοιχιών θα ήταν η απόσταση μεταξύ των συστοιχιών να είναι το μέγιστο μήκος της μεσημεριανής σκιάς κατά την διάρκεια του έτους, στις 21 Δεκεμβρίου. Είναι όμως ενεργειακά ασύμφορο, διότι πριν και μετά το μεσημέρι, η σκιά θα καλύπτει μεγάλο μέρος της συστοιχίας.

Για αυτό η μελέτη γίνεται έτσι ώστε η απώλεια ισχύος να μην ξεπερνά ένα καθορισμένο ποσοστό, πχ 5%, αν και κατά την ανατολή και την δύση για κάποιο χρονικό διάστημα η πίσω συστοιχία θα σκιάζεται. Το ποσοστό αυτό καθορίζεται έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η ενεργειακή απολαβή όλο το έτος και το σύνολο και η έκταση των συστοιχιών να είναι η ελάχιστη.



Η σκιά πίσω από συστοιχία

Για να χωροθετηθούν οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες είναι απαραίτητη να γνωρίζουμε τον λόγο $r = d/h$, του διάκενου μεταξύ των διαδοχικών συστοιχιών προς το ύψος των συστοιχιών, σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος, όπου d η απόσταση των διαδοχικών συστοιχιών και h το ύψος της πίσω πλευράς της συστοιχίας. Όσο μεγαλώνει το γεωγραφικό πλάτος του τόπου το r αυξάνεται άρα μειώνεται το πλήθος των διαδοχικών σειρών φωτοβολταϊκών, ανά μονάδα επιφανείας. Για τον προσδιορισμό του κατάλληλου r , σε κάθε τόπο, κατασκευάζονται διαγράμματα με το γεωγραφικό πλάτος και το ποσοστό απωλειών. Συνήθως στα διαγράμματα παρουσιάζονται δυο ποσοστά π.χ. 5% και 10%.



**Διάγραμμα απόστασης συστοιχιών σε
σχέση με το γεωγραφικό πλάτος**

1.4 Τα Στατιστικά Στοιχεία της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ για το 2012

Η παραγόμενη ισχύ στην χώρα μας από αιολική ενέργεια, υδροηλεκτρικά και βιομάζα παραμένει τους τελευταίους μήνες σχεδόν στάσιμη, ενώ η ισχύς των φωτοβολταϊκών αυξήθηκε και πάλι. Το 2012 η ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής ισχύος στη χώρα μας παρουσίασε θεαματική άνοδο: από την αρχή του χρόνου μέχρι το Δεκέμβριο του 2012, η ισχύ των φωτοβολταϊκών

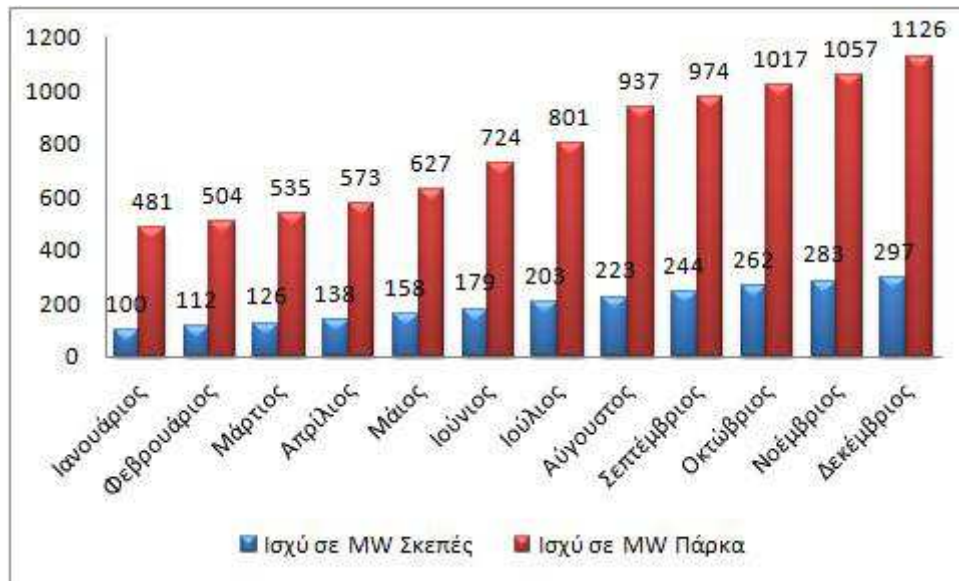
υπερδιπλασιάστηκε από τα **582,68 MW** τον Ιανουάριο(481,74 MW από πάρκα + 100,94 MW από στέγες) έφτασε τα **1.536,85 MW** (1126,09 MW από πάρκα + 297,76 MW από στέγες + 112,4 MW από τα μη διασυνδεδεμένα νησιά) τον Δεκέμβριο του 2012.

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 2012 (Άρθρο 9 Ν.3468/2006)			
ΜΗΝΑΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MWh)	ΙΣΧΥΣ (MW)	
		ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΠΟΙΗΜΕΝΗ	ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
Ιανουάριος	45.356,65	2.233	481,74
Φεβρουάριος*	37.778,60	2.322	504,47
Μάρτιος	61.577,36	2.385	535,05
Απρίλιος	68.171,35	2.401	573,50
Μάιος	79.975,32	2.414	627,15
Ιούνιος*	161.521,22	2.437	724,18
Ιούλιος	117.200,83	2.734	801,07
Αύγουστος	123.361,86	2.787	937,03
Σεπτέμβριος	127.731,76	2.832	974,30
Οκτώβριος*	224.727,62	2.919	1.017,97
Νοέμβριος			
Δεκέμβριος			
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	1.047.402,57	* Μήνες εκκαθαριστικών λογαριασμών για τα Φ/Β ΧΤ	

Την τέταρτη θέση στην Ευρώπη και την έβδομη διεθνώς κατέλαβε η Ελλάδα σε ότι αφορά την νέα εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών το 2012. Συγκεκριμένα, εγκαταστάθηκαν 912 νέα μεγαβάτ (MW) φωτοβολταϊκών το 2012 ή αντίστοιχα το 88% όλης της νέας ισχύος ΑΠΕ που προστέθηκε τη χρονιά που πέρασε.

Τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν πάνω από το 3% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, παράγοντας 1,7 δισ. κιλοβατώρες (1,7 TWh) ή αλλιώς το 30% όλης της πράσινης ενέργειας το 2012. Χάρη στα φωτοβολταϊκά, το 2012 αποφεύχθηκε η έκλυση 1,12 εκατ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Εγκατεστημένη φωτοβολταϊκή ισχύ 2012



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ.

2.1 Σκοπός της έρευνας

Σύμφωνα με τα έως σήμερα ισχύοντα επενδυτικά δεδομένα, η Κρήτη παρουσιάζει εξαιρετικές προϋποθέσεις, ιδίως σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα, για την επιχειρηματική εκμετάλλευση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και οι προοπτικές των φωτοβολταϊκών πάρκων στην Κρήτη. Έτσι διερευνήθηκαν σημαντικοί παράγοντες που μπορεί να επηρέασαν αλλά και στο μέλλον να επηρεάσουν τη δυναμική των φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην Κρήτη, μια περιοχή που διαθέτει όλες τις προδιαγραφές για τη δημιουργία και εκμετάλλευση φωτοβολταϊκών.

Μεταξύ των κυριότερων από αυτές μπορούν να σημειωθούν οι ακόλουθες:

- Σχεδόν αποκλειστική ενεργειακή εξάρτηση από αέρια και υγρά ορυκτά καύσιμα (Υγραέριο, Βενζίνη, Diesel, Μαζούτ), με εξαίρεση τα εγκατεστημένα αιολικά πάρκα, γεγονός που δίδει προοπτική στις επενδύσεις.
- Εξαιρετική τιμολόγηση της ΔΕΗ για την ηλεκτρική ενέργεια από τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Εν προκειμένω, λόγω του ειδικού θεσμικού καθεστώτος (μη διασυνδεδεμένο σύστημα και εγκαταστάσεις ισχύος μικρότερης των 100kWp), η τιμολόγηση για το έτος 2008 ορίστηκε στα **0,50282 €/kWh**.
- Κατάταξη των επενδύσεων στη Β' ζώνη επενδυτικών κινήτρων γεγονός που για τη συντριπτική πλειοψηφία των επενδυτών συνδέεται με τη μέγιστη προβλεπόμενη επιδότηση (40% επί του προϋπολογισμού του επενδυτικού σχεδίου).
- Χρονική ταύτιση της παραγωγικής αιχμής των Φωτοβολταϊκών Πάρκων με την αιχμή της ζήτησης. Η μέγιστη ηλεκτροπαραγωγή των πάρκων παρατηρείται τις μεσημεριανές ώρες των θερινών μηνών, την ώρα δηλαδή που λόγω τουρισμού και υψηλών θερμοκρασιών, καταγράφεται η μέγιστη ζήτηση. Το γεγονός αυτό συντείνει στην εκτίμηση για σχεδόν πλήρη απορρόφηση της παραγωγής των επενδύσεων από τη ΔΕΗ.

Για τους παραπάνω λόγους, παρά την περιορισμένη μέγιστη ισχύ των αδειοδοτημένων από τη **Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας** φωτοβολταϊκών σταθμών στην Περιφέρεια Κρήτης, οι επενδύσεις αυτές είναι εξαιρετικά ελκυστικές.

2.2 Μεθοδολογία έρευνας

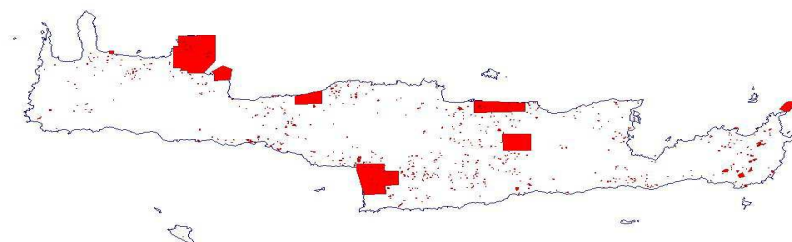
Για τις ανάγκες διεξαγωγής της παρούσας έρευνας, επιλέχθηκε ένα μεθοδολογικό πλαίσιο τριών διακριτών σταδίων.

Στάδιο 1: Σχεδιασμός της έρευνας

Για την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, των δυνατοτήτων και της προοπτικής των φωτοβολταϊκών πάρκων, απαιτήθηκε η συλλογή πληροφοριών για την συγκεκριμένη αγορά αυτή καθ' αυτή.

Στάδιο 2: Συλλογή στοιχείων

Η λήψη των στοιχείων που συλλέχθηκαν ήταν από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας. Τα στοιχεία αυτά αφορούν συνολικές αιτήσεις εξαίρεσης καθώς επίσης συνολικές εγκρίσεις για φωτοβολταϊκά πάρκα στην Κρήτη.

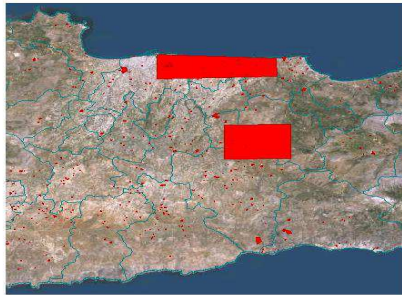


Στάδιο 3: Επεξεργασία και ανάλυση στοιχείων

Μετά τη συλλογή των στοιχείων δημιουργήθηκε ένα αρχείο στο πρόγραμμα Microsoft Excel όπου εκεί έγινε η επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων (πίνακες, υπολογισμοί, κ.λπ.).

Για τις ανάγκες των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν κάποιες συγκεκριμένες (δεδομένες) τιμές για να υπολογιστούν τα κόστη κατασκευής και η παραγωγή ενέργειας των φωτοβολταϊκών πάρκων.

Φ/Β πάρκα Νομού Ηρακλείου

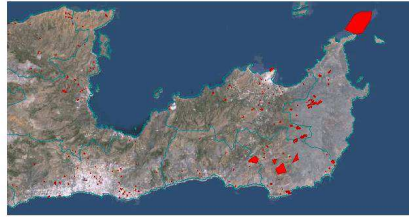


Είδος	Κόστος κατασκευής			Τιμή παραγωγής	
TR X 2	470000	5.875,00 €	ανά KW	1950	kwh/kw/etos
TR X 1	376000	4.700,00 €	ανά KW	1800	kwh/kw/etos
ΣΤΑΘ.	240000	3.000,00 €	ανά KW	1500	kwh/kw/etos

2.3 Αποτελέσματα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν από αιτήσεις εξαίρεσης επενδυτών φωτοβολταϊκών πάρκων στην Κρήτη που κατέθεσαν στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.

Φ/Β πάρκα Νομού Λασιθίου



Δημογραφικά στοιχεία του δείγματος

Το σύνολο των εταιρειών που κατέθεσαν αίτηση εξαίρεσης ανά δήμο, νομό και περιφέρεια καθώς επίσης και το σύνολο εταιρειών που πήραν έγκριση εξαίρεσης.

Φ/Β πάρκα Νομού Χανίων



Υπολογισμοί

Το δεύτερο μέρος του πίνακα αφορά τους παρακάτω υπολογισμούς :

- i. Τη συνολική ισχύ (KW) των φωτοβολταϊκών πάρκων ανά δήμο και ανά νομό.
- ii. Τη συνολική ισχύ των 80 (KW) φωτοβολταϊκών πάρκων ανά δήμο και ανά νομό.
- iii. Το κόστος κατασκευής φωτοβολταϊκών αν τοποθετηθούν trackers δύο αξόνων, ενός άξονα και σταθερών πλαισίων ανά δήμο και ανά νομό.

Φ/Β πάρκα Νομού Ρεθύμνου



Ανάλυση Υφιστάμενης Κατάστασης
και Προοπτικών Φωτοβολταϊκών
Συστημάτων στην Κρήτη.

Κατερίνα Βασιλοκωνσταντάκη

ΚΡΗΤΗΣ

ΝΟΜΟΙ	ΣΥΝ. ΑΙΤΗΣΕΩΝ	ΣΥΝ.ΕΓΚΡΙΣ.	ΣΥΝ. ΙΣΧΥΣ(KW)	ΣΥΝ. ΙΣΧΥΣ 80(KW)	ΚΟΣΤΟΣ (TR X 2)	ΚΟΣΤΟΣ (TR X 1)	ΣΤΑΘΕΡΑ
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	692	422	72777,21	35914,81	210.999.508,75 €	168.799.607,00 €	107.744.430,00 €
ΧΑΝΙΩΝ	248	177	27968,748	14750,56	86.659.540,00 €	69.327.632,00 €	44.251.680,00 €
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	327	224	38675,938	18254,75	107.246.656,25 €	85.797.325,00 €	54.764.250,00 €
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	354	234	41049,112	19903,64	116.933.885,00 €	93.547.108,00 €	59.710.920,00 €

ΣΥΝ.ΑΙΤΗΣΕΩΝ	1621						
ΣΥΝ.ΕΓΚΡ. ΙΣΧΥΣ(80KW)		1057					
		ΣΥΝ. ΙΣΧΥΣ(KW)	180471,008				
			ΣΥΝ. ΙΣΧΥΣ(80KW)	88823,76			
				ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (TR X 2)	521.839.590,00 €		
				ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (TR X 1)		417.471.672,00 €	
						ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΑ	266.471.280,00 €

Τέλος πήραμε τρία διαφορετικά σενάρια και υπολογίσαμε τα κόστη κατασκευής καθώς επίσης και την παραγωγή των Φ/Β πάρκων ανά νομό, με ποσοστό 20 %, 50 %, 30 % αν σε αυτά είχαμε τοποθετήσει trackers δύο αξόνων, ενός άξονα και σταθερών πλαισίων.

ΚΟΣΤΟΣ	TR X 2	TR X 1	ΣΤΑΘ.
A	20%	50%	30%
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	42.199.901,75 €	84.399.803,50 €	32.323.329,00 €
ΧΑΝΙΩΝ	17.331.908,00 €	34.663.816,00 €	13.275.504,00€
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	21.449.331,25 €	42.898.662,50 €	16.429.275,00€
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	23.386.777,00 €	46.773.554,00 €	17.913.276,00€

ΚΡΗΤΗΣ 104.367.918,00 € 208.735.836,00 € 79.941.384,00 €

Το συνολικό κόστος κατασκευής για το σενάριο A είναι 393.045.138 €

B	50%	30%	20%
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	105.499.754,38 €	50.639.882,10 €	21.548.886,00 €
ΧΑΝΙΩΝ	43.329.770,00 €	20.798.289,60 €	8.850.336,00 €
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	53.623.328,13 €	25.739.197,50 €	10.952.850,00 €
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	58.466.942,50 €	28.064.132,40 €	11.942.184,00 €

ΚΡΗΤΗΣ 260.919.795,00 € 125.241.501,60 € 53.294.256,00 €

Για το σενάριο B το συνολικό κόστος κατασκευής είναι 439.455.552,60 €

Γ	30%	20%	50%
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	63.299.852,63 €	33.759.921,40 €	53.872.215,00 €
ΧΑΝΙΩΝ	25.997.862,00 €	13.865.526,40 €	22.125.840,00 €
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	32.173.996,88 €	17.159.465,00 €	27.382.125,00 €
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	35.080.165,50 €	18.709.421,60 €	29.855.460,00 €

ΚΡΗΤΗΣ 156.551.877,00 € 83.494.334,40 € 133.235.640,00 €

Το συνολικό κόστος κατασκευής για το Γ σενάριο είναι 373.281.851,40 €

ΠΑΡΑΓΩΓΗ	TR X 2	TR X 1	ΣΤΑΘ.
A	20%	50%	30%
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	14006775,9	32323329	16161664,5
ΧΑΝΙΩΝ	5752718,4	13275504	6637752
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	7119352,5	16429275	8214637,5
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	7762419,6	17913276	8956638
ΚΡΗΤΗΣ	34641266,4	79941384	39970692

Η συνολική παραγωγή των Φ/Β πάρκων για όλη την Κρήτη παίρνοντας το Α σενάριο είναι 154553342,4 GWH/year.

B	50%	30%	20%
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	35.016.939,75	19.393.997,40	10.774.443,00
ΧΑΝΙΩΝ	14.381.796,00	7.965.302,40	4.425.168,00
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	17.798.381,25	9.857.565,00	5.476.425,00
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	19.406.049,00	10.747.965,60	5.971.092,00
ΚΡΗΤΗΣ	86.603.166,00	47.964.830,40	26.647.128,00

Για το Β σενάριο η συνολική παραγωγή για την Κρήτη είναι 161.215.124,40 GWH/year.

Γ	30%	20%	50%
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	21.010.163,85	12.929.331,60	26.936.107,50
ΧΑΝΙΩΝ	8.629.077,60	5.310.201,60	11.062.920,00
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	10.679.028,75	6.571.710,00	13.691.062,50
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	11.643.629,40	7.165.310,40	14.927.730,00
ΚΡΗΤΗΣ	51.961.899,60	31.976.553,60	66.617.820,00

Τέλος η συνολική παραγωγή της Κρήτης για το σενάριο Γ είναι 150.556.273,20 GWH/year.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Λαμβάνοντας υπόψη τα προηγούμενα δεδομένα, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα εξεταστούν δύο σενάρια, προκειμένου να έχουμε επιλογή για την πιο συμφέρουσα λύση στην κατασκευή και στην παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού πάρκου στην Κρήτη. Το ερώτημα που μελετάται είναι αν είναι επικερδέστερη μια επένδυση σε ένα φωτοβολταϊκό πάρκο στο οποίο τοποθετηθούν βάσεις στήριξης σταθερές ή ηλιοστάτες (tracker) ενός άξονα και δύο αξόνων. Προκειμένου να ερευνηθεί το παραπάνω πρόβλημα είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη δύο σημαντικοί παράγοντες : η ισχύς (σε KW) και η απόδοση (σε KWh) του φωτοβολταϊκού πάρκου.

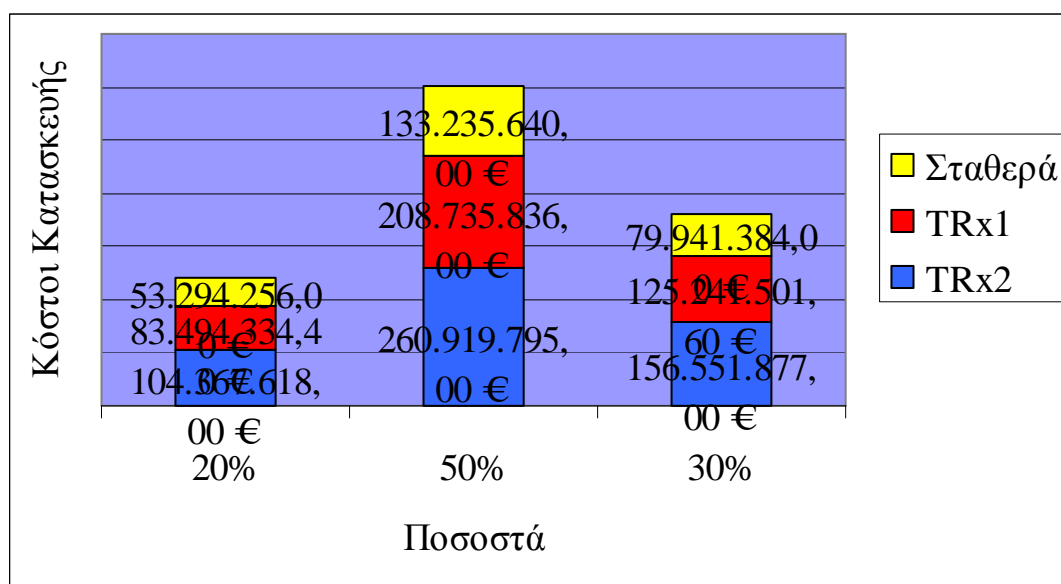
Συνεπώς, θα υλοποιηθεί σύγκριση τριών φωτοβολταϊκών πάρκων ίσης ισχύος (80 KW) αλλά διαφορετικής απόδοσης, παραγωγής και κόστους κατασκευής με σταθερές βάσεις και tracker μονού και δύο αξόνων.

Για τη σύγκριση των σεναρίων έχουν ληφθεί υπόψη τα παρακάτω:

- Το κόστος κατασκευής είναι ενδεικτικό και εξαρτάται από παράγοντες όπως ποιότητα υλικών, τοποθεσία εγκατάστασης, είδος εδάφους κτλ.
- Η απόδοση της εγκατάστασης με χρήση tracker αυξάνεται κατά 35%.
- Δείκτης διαθεσιμότητας: Αφορά την διαθεσιμότητα του συστήματος λόγω των καιρικών συνθηκών.
- Ετήσια συντήρηση: Το κόστος που θα αναφερθεί είναι ενδεικτικό και εξαρτάται από παράγοντες όπως ποιότητα υλικών, απόσταση πάρκου, παρεχόμενες υπηρεσίες κτλ.
- Ετήσια ιδιοκατανάλωση: Αφορά τις ίδιες καταναλώσεις του εξοπλισμού του πάρκου όπως τα συστήματα επικοινωνίας, τα συστήματα ασφαλείας, τις καταναλώσεις των inverter, τις καταναλώσεις των βάσεων και καταναλώσεις λόγω συντήρησης.
- Μεθοδολογία προσομοίωσης. Η μεθοδολογία προσομοίωσης πρέπει να λάβει υπόψη μια σειρά από παράγοντες όπως σκιάσεις, γεωμετρικές αναλύσεις, κατεύθυνση ηλιακής ακτινοβολίας, ηλεκτρικά και θερμικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων κτλ ώστε να αναπαραστήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τη συμπεριφορά της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Το **πρώτο σενάριο** αφορά την σύγκριση κόστους κατασκευής φωτοβολταϊκών πάρκων ίσης ισχύς με tracker διπλού, μονού άξονα και σταθερών βάσεων ανά ποσοστά 20 %, 50% και 30 %.

	20%	50%	30%
TRx2	104.367.618,00 €	260.919.795,00 €	156.551.877,00 €
TRx1	83.494.334,40 €	208.735.836,00 €	125.241.501,60 €
Σταθερά	53.294.256,00 €	133.235.640,00 €	79.941.384,00 €



Σ' αυτό το γράφημα απεικονίζονται οι στήλες των ποσοστών ανά κόστος κατασκευής. Παρατηρείται ότι οι σταθερές βάσεις έχουν συνολικά το μικρότερο κόστος κατασκευής σε σχέση με τους tracker.

ΚΟΣΤΟΣ	TR X 2	TR X 1	ΣΤΑΘ.
A	20%	50%	30%
ΚΡΗΤΗΣ	104.367.918,00 €	208.735.836,00 €	79.941.384,00 €

Το συνολικό κόστος κατασκευής στην A περίπτωση θα είναι 393.045.138 €.

B	50%	30%	20%
ΚΡΗΤΗΣ	260.919.795,00 €	125.241.501,60 €	53.294.256,00 €

Για το σενάριο B το κόστος κατασκευής είναι συνολικά 439.455.552,60 €.

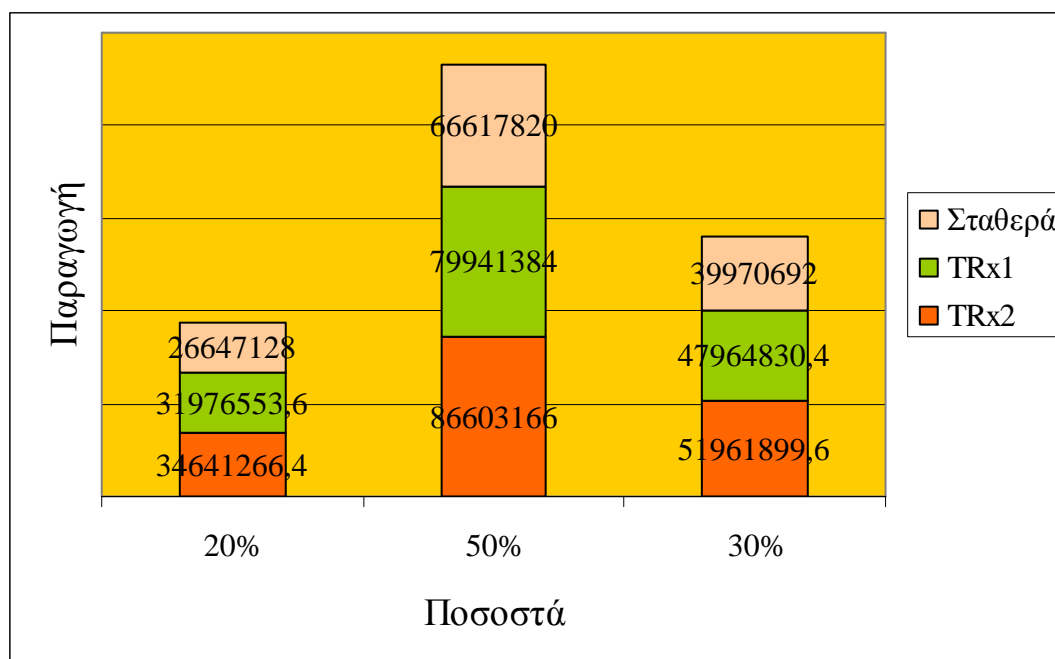
Γ	30%	20%	50%
ΚΡΗΤΗΣ	156.551.877,00 €	83.494.334,40 €	133.235.640,00 €

Το κόστος κατασκευής για το σενάριο Γ είναι συνολικά 373.281.851,40 €.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η **Γ περίπτωση** είναι η πιο επικερδής επιλογή αφού στο τελικό σύνολο της έχει το χαμηλότερο κόστος κατασκευής.

Το **δεύτερο σενάριο** αφορά τη σύγκριση παραγωγής φωτοβολταϊκών πάρκων της Κρήτης ίσης ισχύς με tracker διπλού, μονού άξονα και σταθερών βάσεων στήριξης ανά ποσοστά 20 %, 50% και 30 %.

	20%	50%	30%
TRx2	34641266,4	86603166	51961899,6
TRx1	31976553,6	79941384	47964830,4
Σταθερά	26647128	66617820	39970692



Σ' αυτό το γράφημα απεικονίζονται οι στήλες των ποσοστών ανά παραγωγή. Διακρίνεται ότι έχουμε τη μεγαλύτερη παραγωγή αν χρησιμοποιήσουμε tracker δύο αξόνων διότι η απόδοσή τους είναι πολύ μεγαλύτερη καθώς ελαχιστοποιούνται οι πιθανές απώλειες, λόγω κατασκευής.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ	TR X 2	TR X 1	ΣΤΑΘ.
A	20%	50%	30%
ΚΡΗΤΗΣ	34641266,4	79941384	39970692

Η συνολική παραγωγή για την Α περίπτωση είναι 154553342,4 GWH/year.

B	50%	30%	20%
ΚΡΗΤΗΣ	86.603.166,00	47.964.830,40	26.647.128,00

Για την Β περίπτωση η συνολική παραγωγή στην Κρήτη είναι 161.215.124,40 GWH/year.

Γ	30%	20%	50%
ΚΡΗΤΗΣ	51.961.899,60	31.976.553,60	66.617.820,00

Τέλος, το Γ σενάριο έχει συνολική παραγωγή 150.556.273,20 GWH/year.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνουμε ότι η **περίπτωση Β** είναι η πιο συμφέρουσα επιλογή στο σύνολό της το τελικό, αφού συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη παραγωγή.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για ανάπτυξη και εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι λόγοι για την προώθηση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, της έρευνας και των εφαρμογών στην Ελλάδα συνοψίζονται ως ακολούθως:

- ✦ Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που είναι σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας.
- ✦ Υποστήριξη του τουριστικού τομέα για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό, ιδιαίτερα στα νησιά. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο τελικώς χρεώνεται η ΔΕΗ.
- ✦ Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα φωτοβολταϊκά παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας,

ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο που παρατηρείται έλλειψη ή πολύ υψηλό κόστος ενέργειας.

- ✦ Μείωση των απωλειών του δικτύου, με την παραγωγή ενέργειας στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- ✦ Περιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας. Συμβολή στη μείωση των διακοπών ηλεκτροδότησης λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου ΔΕΗ.
- ✦ Σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο και κάθε μορφής εισαγόμενη ενέργεια και εξασφάλιση της παροχής ενέργειας μέσω αποκεντρωμένης παραγωγής.
- ✦ Κοινωνική προσφορά του παραγωγού / καταναλωτή και συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια.
- ✦ Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με σημαντική συμβολή σε αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους.
- ✦ Ανάπτυξη της Ελληνικής Βιομηχανίας φωτοβολταϊκών συστημάτων με άριστες προοπτικές για πλήρη κάλυψη της Ελληνικής αγοράς και εξαγωγικές δραστηριότητες. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και ανάπτυξη Ελληνικής τεχνογνωσίας.

3.1 Τα φωτοβολταϊκά πάρκα

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα αποτελούν διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα με βασικό χαρακτηριστικό τους την φυσική ένωση με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας με την ΔΕΗ (ΑΔΜΗΕ). Η σχέση μιας εγκατεστημένης μονάδας με το δημόσιο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργεια είναι αμφίδρομη. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απορροφά ενέργεια αλλά και να διαχέει ενέργεια προς το δίκτυο. Με βάση το κριτήριο αυτό, υπάρχουν τρεις τύποι φωτοβολταϊκών πάρκων:

- Εκείνα που πωλούν προς το ηλεκτρικό δίκτυο και έχουν αποκλειστικό στόχο την έγχυση ενέργειας προς το δίκτυο. Σε αυτές τις περιπτώσεις στόχος είναι η μέγιστη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η πώληση της σε κάποιον προμηθευτή (καταναλωτή). Η ισχύς σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να είναι από μερικά KW έως και αρκετά MW . Στην Ελλάδα η συνηθέστερη επένδυση σε αυτά τα επίπεδα είναι αυτή των 80KW (γιατί συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της υψηλής επιδότησης της και της ευκολότερης δανειοδότησης του φωτοβολταϊκού σταθμού).

- Εκείνα που πωλούν/ αγοράζουν ενέργειας προς/από το ηλεκτρικό δίκτυο, τα οποία χρησιμοποιούν το δίκτυο ως εναλλακτική πηγή τροφοδότησης ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση που η παραγωγή του τοπικού φωτοβολταϊκού σταθμού δεν επαρκεί κάποιες ώρες της ημέρας (ή γενικότερα δεν επαρκεί) για να τροφοδοτήσει την ενεργειακές ανάγκες της εγκατάστασης. Επίσης μπορούν να υποστηρίξουν και το αντίθετο, δηλαδή να πωλούν την περίσσεια της ενέργειας που παράγουν.
- Εκείνα που χρησιμοποιούν το ηλεκτρικό δίκτυο ως back-up, με αποκλειστικό στόχο την απορρόφηση ενέργειας από το ηλεκτρικό δίκτυο, καθώς η ποσότητα ενέργειας που παράγει εξ ορισμού δεν καλύπτει τις ενεργειακές τις ανάγκες.

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα κατηγοριοποιούνται ανάλογα και με τα συστήματα στήριξης που χρησιμοποιούνται για την στήριξη των Φ/Β πάνελ:

- Στήριξη με σταθερό σύστημα στο έδαφος.
- Στήριξη με σταθερό σύστημα σε επικλινή στέγη.
- Στήριξη με σταθερό σύστημα σε επίπεδη οροφή κτιρίου.
- Στήριξη με σύστημα ηλιοστασίων (solar trackers) στο έδαφος

Υπάρχουν πολλές διαφορές ανάμεσα στα σταθερά συστήματα στήριξης και τους trackers. Γενικά τα σταθερά συστήματα πλεονεκτούν σε σχέση με τα tracker στην απλότητα της κατασκευής, στο κόστος εγκατάστασης, στην ταχύτητα εγκατάστασης, στο κόστος συντήρησης, στην μεγαλύτερη ανεξάρτηση του επενδυτή από τον κατασκευαστή και σε θέματα αξιοπιστίας. Αντίθετα, η χρήση συστημάτων παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου (ηλιοστάτες ή trackers) επιτρέπουν στην άμεση ακτινοβολία (direct irradiation) να προσπίπτει στα πάνελ κάθετα με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

1) Ηλιοστάτες ενός άξονα (Single axis tracker)

Έχουν ένα βαθμό ελευθερίας που λειτουργεί και ως άξονας περιστροφής.



Μπορεί αυτή η κίνηση να είναι κατακόρυφη, οριζόντια ή υπό γωνία εξαρτάται από την εφαρμογή μας.

1.1) Ηλιοστάτες ενός άξονα οριζόντιοι (Horizontal single axis tracker, HSAT)

Είναι οριζόντιοι σε σχέση με το έδαφος. Εγκαταστάσεις με αυτές τις ρυθμίσεις είναι πολύ

εύελικτες και μας δίνουν δυνατότητα πύκνωσης των σειρών μας χωρίς

σκιάσεις.

1.2) Ηλιοστάτες ενός άξονα κατακόρυφοι (Vertical single axis tracker, VSAT)
Είναι κατακόρυφοι σε σχέση με το έδαφος. Περιστρέφονται από την ανατολή
προς την δύση κατά την διάρκεια της ημέρας. Η πύκνωση σε αυτήν την
περίπτωση περιορίζεται.

1.3) Ηλιοστάτες ενός άξονα υπό γωνία (Tilted single axis tracker, TSAT)
Είναι υπό γωνία σε σχέση με το έδαφος. Όλες οι γωνίες μεταξύ κατακόρυφου
και οριζοντίου που κινούνται σε ένα άξονα ονομάζονται έτσι. Εφαρμογές με
τέτοια tracker χρησιμοποιούνται ώστε να περιορίσουν της ανεμοπιέσεις και το
ύψος της κατασκευής.

2) Ηλιοστάτες δύο αξόνων (Dual axis tracker)

Έχουν δύο βαθμούς ελευθερίας και έχουν την δυνατότητα να είναι πάντα
κάθετοι στον ήλιο οποιαδήποτε εποχή και ώρα. Φυσικά η λειτουργία τους είναι
πολύπλοκη και πολλές φορές αποτρεπτική για την εγκατάστασή τους.

Όπως φαίνεται και από τα παραπάνω η επιλογή του κατάλληλου συστήματος
δεν είναι απλή υπόθεση. Εξαρτάται από πάρα πολλούς παράγοντες όπως:

- 1) Το μέγεθος της κατασκευής
- 2) Το επιτρεπόμενο ύψος
- 3) Την τιμή πώλησης
- 4) Την νομοθεσία
- 5) Την θέση του πάρκου
- 6) Τις συντεταγμένες της εγκατάστασης
- 7) Τις καιρικές συνθήκες κ.α.

Οι ηλιοστάτες ενός άξονα συνήθως χρησιμοποιούνται για μεγάλες
εγκαταστάσεις. Ο συνδυασμός των ενεργειακών βελτιώσεων, του χαμηλού
κόστους και των τεχνολογικών δυσκολιών προκαλεί ένα σύνθετο τεχνικό
οικονομικό πρόβλημα στις μεγάλες αυτές εγκαταστάσεις. Επίσης η δυνατή
απογευματινή απόδοση είναι αναγκαία έτσι ώστε η παραγωγή να ταιριάζει με
τα peak της ζήτησης του δικτύου. Ακόμα η σχετική απλότητα στην κατασκευή
και στην λειτουργία τους τα κάνει πολύ ελκυστικά.

Οι ηλιοστάτες **δύο αξόνων** χρησιμοποιούνται κυρίως σε μικρότερες εφαρμογές και όπου τα ύψη των κρατικών επιχορηγήσεων είναι μεγάλα για μέγιστες αποδόσεις, να άλλο επίσης μεγάλο κομμάτι είναι η συντήρηση αυτών των συστημάτων που αυξάνει αρκετά το κόστος λειτουργίας και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι αποτρεπτικό για μια εγκατάσταση.

3.2Τα οικονομικά των φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην Κρήτη

1.Προετοιμασία επένδυσης

Η επωφελής εκμετάλλευση φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην Κρήτη, προκειμένου να είναι απόλυτα συμβατή με το θεσμικό πλαίσιο τους κανονισμούς και τη διεθνή πρακτική, προβλέπει και προϋποθέτει την ολοκλήρωση ενός σημαντικού προπαρασκευαστικού σταδίου. Στο πλαίσιο της πλήρους προετοιμασίας ενός φωτοβολταϊκού σταθμού, και εφόσον η επένδυση έχει λάβει εξαίρεση από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, απαιτούνται τα ακόλουθα επιμέρους στάδια ωρίμανσης :

- **Περιβαλλοντική αδειοδότηση**, δηλαδή χορήγηση Εγκεκριμένων Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ).
- Η **προσφορά όρων σύνδεσης** του έργου στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα της Περιφέρειας Κρήτης από τη ΔΕΗ.
- Η ενδεδειγμένη **έρευνα αγοράς** με στόχο την επιλογή συνεργάτη για την υλοποίηση της επένδυσης, τόσο σε επίπεδο προμήθειας εξοπλισμού, όσο και σε επίπεδο παροχής υπηρεσιών εγκατάστασης, συντήρησης, ασφάλισης και χρηματοδότησης.
- Η **μελέτη εφαρμογής** του κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού προκειμένου η επένδυση να κοστολογηθεί πλήρως.
- Η εκπόνηση πλήρους **ενεργειακής μελέτης** και τεκμηριωμένης **οικονομοτεχνικής ανάλυσης** με στόχο τον έλεγχο βιωσιμότητας και οικονομικών επιδόσεων της επένδυσης.
- Η υποβολή του **επενδυτικού σχεδίου** των φωτοβολταϊκών σταθμών για ένταξη του στον επενδυτικό νόμο.
- Η εξασφάλιση κατά 100% **χρηματοδότησης** του έργου, ώστε η υλοποίησή του να εξελιχθεί απρόσκοπτα και εντός του χρονοδιαγράμματος ολοκλήρωσής της.

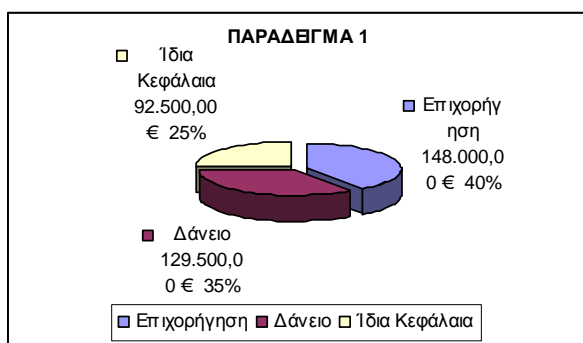
Η σωστή προετοιμασία, παρά το γεγονός ότι αποτελεί ένα ελάχιστο χρονικό ποσοστό στη διάρκεια ζωής της επένδυσης, δεν αποτελεί υπερβολή να ισχυριστεί κανείς ότι συνθέτει το 80% της συνολικής κρισιμότητας, καθώς τα λάθη είτε δε διορθώνονται είτε η διόρθωσή τους στοιχίζει πολύ ακριβά.

2. Χρηματοδότηση των φωτοβολταϊκών επενδύσεων

Η κατασκευή των φωτοβολταϊκών επενδύσεων, προς το παρόν υποστηρίζεται με επενδυτικά κίνητρα(επιδότηση αρχικού κόστους εγκατάστασης) μόνο από τον επενδυτικό νόμο 3299/2004.

Το πλέον συνηθισμένο μοντέλο χρηματοδότησης σε καθένα φωτοβολταϊκό πάρκο όπως φαίνεται στο διάγραμμα είναι τριμερές. Αυτό σημαίνει ότι η υλοποίηση του κάθε έργου συγχρηματοδοτείται από τρεις διαφορετικές πηγές:

- 1) Από τα **ίδια κεφάλαια** του επενδυτή κατ' ελάχιστον 25% επί του συνολικού προϋπολογισμού της επένδυσης. Η διαθεσιμότητα τους είναι απαραίτητο να τεκμηριωθεί με πολύ συγκεκριμένους τρόπους.
- 2) Από το **πρόγραμμα δημοσίων επενδύσεων** με επιχορήγηση σε ποσοστό ανάλογα με την περιοχή (επενδυτική ζώνη) και το φορέα της επένδυσης (μικρή, μεσαία ή μεγάλη επιχείρηση) που θα υλοποιήσει την επένδυση. Στην περιφέρεια Κρήτης, το ποσοστό αυτό για τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις είναι 40% ενώ για τις μεγάλες 30% .
- 3) Από **μακροχρόνιο τραπεζικό δανεισμό** σε ποσοστό που προκύπτει από το υπόλοιπο ποσό έως 100% (εάν δηλαδή αφαιρεθούν από το 100% η επιδότηση και τα ίδια κεφάλαια). Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων, το δάνειο φτάνει στο 35% της συνολικής επένδυσης, ενώ στις μεγάλες επιχειρήσεις στο 45%.



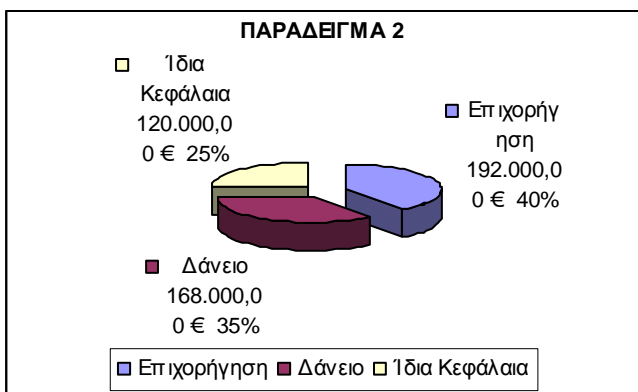
Συνεκτιμώντας ότι η συντριπτική πλειοψηφία των φωτοβολταϊκών σταθμών στην Κρήτη υλοποιείται μέσω μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων, το τριμελές μοντέλο χρηματοδότησης του αρχικού κόστους εγκατάστασης προβλέπει 25% ιδιωτική συμμετοχή, 35%

μακροχρόνιο δανεισμό και το 40% επιχορήγηση.

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι για κάθε 100.000 € επένδυσης, ο επενδυτής πρέπει να τεκμηριώσει ότι μπορεί να διαθέσει 25.000 € από δικούς πόρους και έχει εξασφαλίσει έγκριση τραπεζικού δανείου 35.000 €. Τότε μπορεί να διεκδικήσει την επιδότηση 40.000 €, εφόσον βέβαια το έργο είναι πλήρως αδειοδοτημένο (Εξαιρέση από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, ΕΠΟ- Εγκεκριμένοι Περιβαλλοντικοί Όροι και προσφορά σύνδεσης φωτοβολταϊκού σταθμού από τη ΔΕΗ).

Στον Επενδυτικό Νόμο επιλέξιμες είναι σχεδόν όλες οι δαπάνες, δηλαδή πρακτικά το σύνολο του κόστους εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού σταθμού (διαμόρφωση γηπέδου, εξοπλισμός, εργασίες εγκατάστασης, μελέτες κ.λπ.).

Ο επενδυτής μπορεί να ζητήσει εξαίρεση του ΦΠΑ για το σύνολο του εξοπλισμού, δηλαδή πρακτικά για το συντριπτικό ποσοστό των δαπανών



αρχικής εγκατάστασης. Το κόστος απόκτησης του γηπέδου του σταθμού επιχορηγείται επίσης με 40%, μόνο όμως στην περίπτωση μικρών επιχειρήσεων και εφόσον το κόστος αυτό της γης δεν ξεπερνά ποσοστό έως 10% επί του συνολικού προϋπολογισμού.

Οι δαπάνες είναι επιλέξιμες μόνο αφού τιμολογηθούν μετά την έγκριση του επενδυτικού σχεδίου, ή εφόσον εγκριθεί σχετική αίτηση από τον επενδυτή, μόλις εγκριθεί η βεβαίωση επιλεξιμότητας των δαπανών. Ο ΦΠΑ των υπηρεσιών, τα χρηματοοικονομικά κόστη (παράβολα, τόκοι εκχώρησης επιδότησης κ.λπ.), καθώς επίσης και οι λειτουργικές δαπάνες του φωτοβολταϊκού σταθμού αποτελούν μη επιλέξιμες δαπάνες και δεν επιδοτούνται. Γενικά στον προϋπολογισμό δεν επιτρέπεται να συμπεριληφθούν οχήματα εκτός από ειδικές περιπτώσεις.

3. Τα οικονομικά της λειτουργίας των φωτοβολταϊκών επενδύσεων

Η ισχύουσα διεθνώς μεθοδολογία λειτουργίας των φωτοβολταϊκών σταθμών έχει ουσιαστικά ως στόχο τη μετατροπή τους σε επενδύσεις εγγυημένης απόδοσης. Για το λόγο αυτό, το σύνολο των διαδικασιών που σχετίζονται με την καθημερινή διαχείρισή τους, εμπεριέχει πάντα προσπάθεια περιορισμού ή και μηδενισμού κάθε πιθανού κινδύνου.

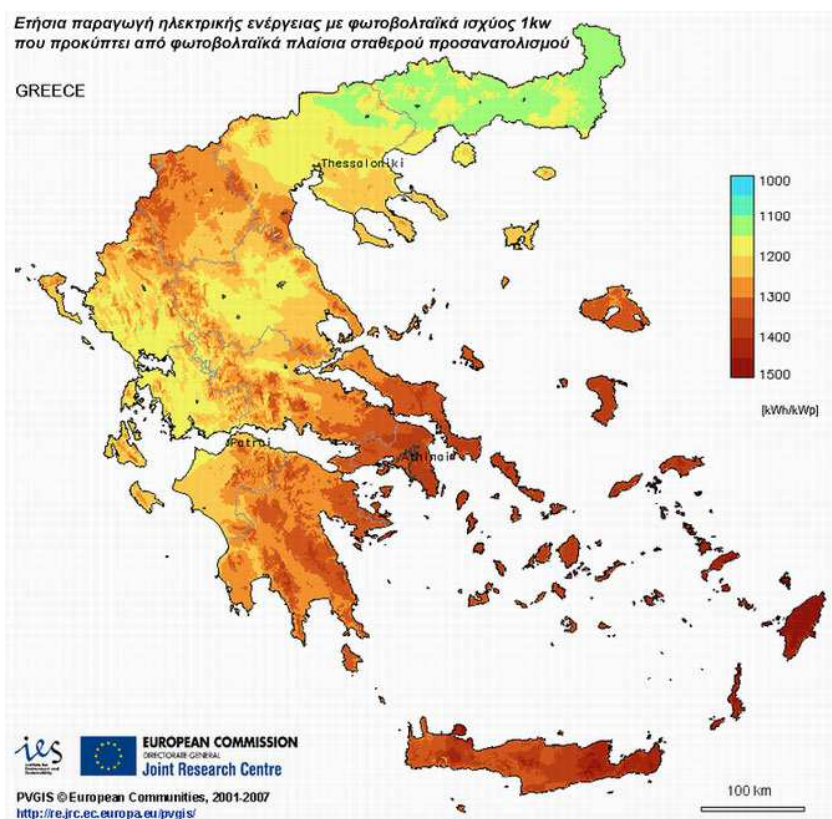
Με τον τρόπο αυτό, οι οικονομικές επιδόσεις της εκμετάλλευσης των φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να είναι και προβλέψιμες και εγγυημένες, προσφέροντας έτσι τη δυνατότητα στους επενδυτές να εφαρμόσουν με αξιόπιστα δεδομένα το γενικότερο οικονομικό τους προγραμματισμό. Διαδικασίες κλειδιά σε μια τέτοια μεθοδολογία είναι:

- **Προσδιορισμός εξέλιξης ετήσιων πωλήσεων:** Η ακριβής πρόβλεψη της αναμενόμενης παραγωγής του κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού. Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητη η εκπόνηση μελέτης εφαρμογής του καθενός έργου ξεχωριστά και με βάση τη μελέτη αυτή τη σύνταξη ενεργειακής μελέτης σε βάθος τουλάχιστον εικοσαετίας.

- **Προσδιορισμός εξέλιξης ετήσιου κόστους λειτουργίας:** Η λειτουργία κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού έχει κόστος και μάλιστα μετρήσιμο.
- **Προσδιορισμός χρηματοοικονομικών δεδομένων:** Η εξυπηρέτηση του τραπεζικού δανεισμού, ο χειρισμός των λογιστικών αποσβέσεων και η φορολογία των κερδών είναι επίσης παράγοντες που πρέπει να προσδιορισθούν με μεγάλη ακρίβεια.
- **Τεχνοοικονομική ανάλυση:** Η λογιστική τακτοποίηση όλων των παραπάνω στοιχείων στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου επιχειρηματικού σχεδίου οδηγεί στην ακριβή πρόβλεψη των αποτελεσμάτων χρήσης, των χρηματοροών και συγκεκριμένων οικονομικών δεικτών, όπως ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR), η καθαρή παρούσα αξία (NPV) και ο χρόνος επιστροφής των κεφαλαίων της επένδυσης (ROI).

4. Προσδιορισμός παραγωγής φωτοβολταϊκού σταθμού

Η παραγόμενη ενέργεια από κάθε σταθμό, μπορεί να εκτιμηθεί με εμπειρική ή χονδρική μέθοδο. Έτσι όμως, αντίστοιχα χονδρική θα είναι και η εκτίμηση των πωλήσεων ενέργειας.



Τέτοιου είδους εκτιμήσεις έχουν αξία μόνο για τον προσδιορισμό της τάξης μεγέθους, ώστε με άμεσο τρόπο να αποφασίσει ο επενδυτής αν εμπλακεί ή όχι στη συγκεκριμένη επένδυση.

Σε περίπτωση που ο επενδυτής απαντήσει ναι, η διαδικασία προσδιορισμού της παραγόμενης ενέργειας για κάθε μία εγκατάσταση ξεχωριστά, είναι εξαιρετικά σημαντικό να υποστηριχθεί από

αξιόπιστες και τεκμηριωμένες επιστημονικές μεθόδους. Τα σημερινά επιστημονικά δεδομένα, επιτρέπουν την πρόβλεψη της παραγωγής ενέργειας με εκπληκτική ακρίβεια. Και τούτο διότι για πολλές δεκαετίες, δεδομένα όπως ηλιοφάνεια, θερμοκρασίες, ανεμολογικά δεδομένα, υγρασία, καθαρότητα της

ατμόσφαιρας κ.λπ. μελετώνται και καταγράφονται σε ειδικές βάσεις δεδομένων για κάθε περιοχή της Ευρώπης. Η άντληση και αξιοποίηση αυτών των στοιχείων με ορθή επεξεργασία, μπορεί να προσφέρει εξαιρετικά αξιόπιστες προβλέψεις για το μέλλον, σε βάθος μάλιστα δεκαετιών.

Μία τεκμηριωμένη και ακριβής ενεργειακή μελέτη, προϋποθέτει την οριστική επιλογή εξοπλισμού και τον πλήρη σχεδιασμό του εσωτερικού δικτύου του κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού, ώστε να υπολογιστούν οι απώλειες, εξαιτίας παραγόντων όπως, οι σκιάσεις, η θερμοκρασία, η ρύπανση, η πτώση τάσης στα επιμέρους συστήματα κ.λπ. Η μελέτη αυτή, υπολογίζει για κάθε τέταρτο της ώρας τις συνθήκες λειτουργίας του φωτοβολταϊκού σταθμού, για κάθε μέρα του χρόνου και το σημαντικότερο για το συγκεκριμένο σταθμό. Μέσω της διαδικασίας αυτής, προσδιορίζεται ο Συντελεστής Δυναμικότητας του φωτοβολταϊκού πάρκου. Ο συντελεστής αυτός, πολλαπλασιαζόμενος με την ονομαστική ισχύ του σταθμού (**80 kW**), τις **8760** ώρες κάθε έτους (365 ημέρες/έτος * 24 ώρες/ημέρα = 8760 ώρες/έτος) και με την τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας (**0,5028 €/kWh**), δίδει τον κύκλο εργασιών της επένδυσης.

5. Προσδιορισμός κόστους λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού σταθμού

Τα σταθερά και μεταβλητά έξοδα λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού πάρκου αφορούν στη τυχόν μισθοδοσία προσωπικού, στην ασφάλιση εξοπλισμού και πωλήσεων ενέργειας, στο κόστος συντήρησης, στην ενεργειακή κατανάλωση και στα λοιπά έξοδα. Είναι σωστό να αναλύονται με οργανωμένο τρόπο, σε κόστη παραγωγής και κόστη διοίκησης.

Πρέπει να συνεκτιμηθούν επίσης δαπάνες για την αποπληρωμή δανείου, αποσβέσεις και φόροι. Σωστή κοστολόγηση της λειτουργίας πρακτικά σημαίνει: αδιάλειπτη λειτουργία του σταθμού, απόλυτη γνώση της τρέχουσας κατάστασης, ακριβείς οικονομικές προβλέψεις και τελικά μηδενισμός του επιχειρηματικού ρίσκου.

Τα κόστη παραγωγής ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ονομαστικής εγκατεστημένης ισχύος **80 kW** στη Κρήτη, στο πλαίσιο ενός συντηρητικού μοντέλου διαχείρισης του, είναι:

- **Μισθοδοσίες (Σταθερό Κόστος):** Για την υποστήριξη της λειτουργίας του σταθμού (αποψιλώσεις, καθαρισμοί κ.λπ.), απαιτείται ένας πλήρης ανθρωπομήνας ανά έτος. (Ετήσιο κόστος 2.000 €).
- **Κόστος Ασφαλιστρών Παγίων (Σταθερό Κόστος):** Σχετικά με την ασφάλιση των φωτοβολταϊκών παραγωγικών εγκαταστάσεων,

προτείνεται συμφωνία με φορέα γενικών ασφαλειών. Το ετήσιο κόστος για την κάλυψη της ασφάλισης εξοπλισμού εκτιμάται στο 0,30% της αξίας του εξοπλισμού.

- **Κόστος Συντήρησης (Μεταβλητό Κόστος):** Ο εξοπλισμός του φωτοβολταϊκού συστήματος προβλέπεται να τύχει συμβολαίου προληπτικής συντήρησης, προκειμένου να διασφαλισθεί η σταθερή απόδοσή του. Το κόστος ενός συμβολαίου συντήρησης, προκειμένου να διασφαλισθεί η σταθερή απόδοσή του. Το κόστος ενός συμβολαίου συντήρησης (για σταθερά πλαίσια) ανέρχεται σε 0,015€/kWh (περίπου 1.800 €ανά έτος). Αντίστοιχα για συστήματα με trackers το αντίστοιχο κόστος προβλέπεται σε 0,020 €/kWh (περίπου 3.000 €ανά έτος).
- **Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (Μεταβλητό Κόστος):** Προκειμένου να υποστηριχθεί η παραγωγική δραστηριότητα της μονάδας, και πιο συγκεκριμένα η λειτουργία των αντιστροφών, το σύστημα παρακολούθησης, του φωτισμού κ.λπ., είναι απαραίτητη η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος αυτό προκύπτει στη βάση του 1,5% της ετήσιας συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Λοιπές Δαπάνες (Σταθερό Κόστος):** Αυτές περιέχουν τη συμβολή των δαπανών που αφορούν στην παραγωγική δραστηριότητα της μονάδας και πιο συγκεκριμένα έξοδα που αφορούν μετακινήσεις, ύδρευση, τηλεπικοινωνίες, αναλώσιμα κ.λπ. Αυτές εκτιμώνται σε 1.500 €ανά έτος.

Τα κόστη διοίκησης αντίστοιχα ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ονομαστικής εγκατεστημένης ισχύος 80 kW στην Κρήτη, είναι:

- **Γενικό Κόστος Διοικητικής Λειτουργίας (Σταθερό Κόστος):** Το κόστος αυτό περιλαμβάνει τη λογιστική παρακολούθηση της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού πάρκου, από εξωτερικό λογιστή. Η δαπάνη αυτή για ομόρρυθμες και ετερόρρυθμες εταιρείες είναι περίπου 1500 € ανά έτος, ενώ για ανώνυμες και περιορισμένης ευθύνης ανέρχεται σε 3000 €ανά έτος.
- **Ασφάλεια Εσόδων (Μεταβλητό κόστος):** Τα ασφάλιστρα έναντι αποφυγής δυνητικής απώλειας εσόδων φθάνουν στο 0,30% επί των πωλήσεων ηλεκτρικής ενέργειας του φωτοβολταϊκού πάρκου.
- **Λοιπά Έξοδα Διοίκησης (Μεταβλητό Κόστος):** Τα έξοδα αυτά αφορούν την απρόβλεπτη επιβάρυνση του διοικητικού κόστους τη λειτουργία του φωτοβολταϊκού πάρκου. Οι δαπάνες αυτές συνήθως εκτιμώνται στο 1,0% επί των πωλήσεων της παραγόμενης ενέργειας.

- **Τυχόν κόστος ενοικίασης του γηπέδου του σταθμού:** Το κόστος αυτό προκύπτει από το σχετικό μισθωτήριο συμβόλαιο.

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανάλυση, το κόστος λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού πάρκου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το εάν είναι με σταθερά (**fixed tilt**) ή κινούμενα πλαίσια (**trackers**), τη νομική μορφή της ιδιοκτήτριας εταιρείας κ.λπ. Είναι βεβαίως προφανές ότι, εάν μια εταιρεία έχει στην ιδιοκτησία της περισσότερους από έναν φωτοβολταϊκού σταθμούς, η ανάλυση είναι απαραίτητο να γίνει για το σύνολό τους, καθώς προκύπτουν οικονομίες κλίμακας σε διάφορα επίπεδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

4.1 Οφέλη. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας φέρει εξαιρετικό ενδιαφέρον, καθώς είναι ανεξάντλητη και δεν προκαλεί κανενός είδους μόλυνση ή ρύπανση στο περιβάλλον. Ενδεικτικά, η ενέργεια που στέλνει καθημερινά ο ήλιος στον πλανήτη, ισοδυναμεί με την ενέργεια που θα έπρεπε να παράγουν περισσότεροι από 150 εκατομμύρια μεγάλοι παραγωγής του ενός GW. Τα οφέλη λοιπόν της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας είναι δύο και είναι οι εξής:

- Το πρώτο όφελος είναι περιβαλλοντικό και έχει σημασία για τον κάθε άνθρωπο που ζει στον πλανήτη γη. Το κυριότερο όμως είναι, πως έχει σημασία για τον κάθε άνθρωπο που πρόκειται να γεννηθεί και να ζήσει στον πλανήτη. Τα νούμερα είναι εκπληκτικά.

Εάν υποθεθεί ότι στην Ελλάδα εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πάρκα με συνολική ισχύ 1,0 GWp(δηλαδή 1.000 MWp ή 1.000.000 kWp), με μέση διάρκεια λειτουργίας 25 έτη, θα αποτραπεί η εκπομπή περισσότερων από 437.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο είναι το κύριο προϊόν καύσης που δημιουργεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το όφελος αυτό ισοδυναμεί με την ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που απορροφούν 1.000.000 περίπου δέντρα. Ενδεικτικά, η ΔΕΗ ΑΕ μόνο στην Δυτική Μακεδονία (Κοζάνη και Πτολεμαΐδα) έχει εγκατεστημένους λιγνιτικούς σταθμούς παραγωγής ισχύος 4,0GWp.

- Το δεύτερο όφελος είναι οικονομικό και μάλιστα υψηλό εξαιρετικά μετρήσιμο σε παγκόσμιο επίπεδο. Το όφελος αυτό μπορεί να σχετισθεί με μακροοικονομικά στοιχεία, δηλαδή με τις θετικές του επιδράσεις στην πραγματική του οικονομία, στην απασχόληση, στην εξοικονόμηση συμβατικών ενεργειακών αποθεμάτων αλλά και στην διαπραγμάτευση των δικαιωμάτων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Πόσο μάλιστα όταν η συμβολή των φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην ανάπτυξη είναι κατά 100% βιώσιμη, δηλαδή γίνεται με πλήρη τήρηση των όρων αειφορίας.

Το αναμενόμενο όμως όφελος μεταφέρεται και στον επενδυτή που με σοβαρότητα και ορθό σχεδιασμό, έχει την ευκαιρία να επενδύσει σε ένα νέο πεδίο, ενώ ταυτόχρονα με σχεδόν μηδενικό επιχειρηματικό κίνδυνο, να επιτύχει εγγυημένες αποδόσεις στο επενδεδυμένο του κεφάλαιο.

Τα νούμερα είναι εξίσου εντυπωσιακά. Για επενδύσεις σχεδόν μηδενικού ρίσκου, ο μέσος επενδυτής στην Κρήτη, εκμεταλλευόμενος τα κίνητρα, μπορεί να επιτύχει εσωτερικό συντελεστή απόδοσης του επενδεδυμένου κεφαλαίου του ,που ξεπερνά το **30 %** σε εικοσαετή βάση και επιστροφή του κεφαλαίου του ακόμη και σε **5 έτη**.

4.2 Περιβάλλον και Φωτοβολταϊκή ενέργεια



Από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα της οργανωμένης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών γεννητριών διασυνδεδεμένων σε δίκτυο, είναι οι εξαιρετικές δυνατότητες αισθητικής αφομοίωσης τους από το περιβάλλον.

Το χαμηλό ύψος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών γεννητριών, ακόμη και αν χρησιμοποιηθούν trackers (ηλιοτροπικά συστήματα παρακολούθησης του ήλιου) δεν υποβαθμίζει αισθητικά τον περιβάλλοντα χώρο ή το ευρύτερο περιβάλλον στο οποίο εγκαθίστανται. Στην παράγραφο αυτή, παρατίθενται μερικές χαρακτηριστικές φωτογραφίες που παρουσιάζουν εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά πάρκα σε διάφορες θέσεις στη χώρα μας. Όπως φαίνεται, πρόκειται για επενδύσεις εξαιρετικά προσαρμοσμένες στο μορφολογικό χαρακτήρα των περιοχών που τις φιλοξενούν.

Επειδή μία εικόνα ισοδυναμεί με χίλιες λέξεις, οι παρακάτω φωτογραφίες αποτελούν αδιάψευστο μάρτυρα ότι ούτε η δυνατότητα βλάστησης, ούτε το έδαφος, ούτε φυσικά η απορρόφηση CO₂ επηρεάζονται ουσιαστικά από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών, ανεξαρτήτως μεγέθους και ισχύος του σταθμού.



(φωτοβολταϊκό πάρκο 80 KW στο νομό Λασιθίου).

Για λόγους σύγκρισης, να σημειώσουμε επίσης πως, σήμερα, 230.000 στρέμματα στην Περιφέρεια Δ. Μακεδονίας καταλαμβάνονται από λιγνιτικούς σταθμούς και λιγνιτωρυχεία, τα οποία έχουν υποκαταστήσει αγροτικές, χορτολιβαδικές και δασικές εκτάσεις, μειώνοντας έτσι τη δυνατότητα απορρόφησης CO₂ από τις εκτάσεις αυτές.

Δεν είναι τυχαίο ότι στη Γερμανία, στη Δανία, στην Ολλανδία, στην Ισπανία



και στην Ιταλία, χώρες όλες τους που διακρίνονται για την αυξημένη περιβαλλοντική ευαισθησία, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων γνωρίζει υψηλότετη κοινωνική αποδοχή. Χαρακτηριστικό της παγκόσμιας αποδοχής που έχουν οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις είναι η πλήρης στήριξη

τους από διεθνείς περιβαλλοντικές οργανώσεις, όπως η Green Peace και η WWF.

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να συνυπάρξει αρμονικά με τοπία κάθε μορφής, ενώ δεν αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για παράλληλες χρήσεις της γης όπως γεωργία, κτηνοτροφία και λειτουργία αγροτουριστικών μονάδων. Λόγω της υπόγειας όδευσης των αγωγών σύνδεσης, τα μόνα ορατά της τμήματα αποτελούν οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες και οι βάσεις (σταθερές ή ηλιοτροπικές) στις οποίες στηρίζονται. Οι εγκαταστάσεις μπορούν να αναπτυχθούν ταχύτατα, χωρίς ιδιαίτερη όχληση κατά το στάδιο της κατασκευαστικής τους περιόδου.

Το χαμηλό τους ύψος, αλλά και η συντεταγμένη τοποθέτησή τους σε συμμετρικές συστοιχίες και γεωμετρικά πρότυπα, προσφέρουν μια εικόνα τάξης και οργάνωσης στην περιοχή ανάπτυξής τους, η οποία δε δημιουργεί αρνητικά οπτικά ερεθίσματα. Τέλος η απουσία ταχέως κινούμενων τμημάτων και η πλήρης ανυπαρξία θορύβων ή δονήσεων που να σχετίζονται με τη λειτουργία τους, δε διαταράσσει τις φυσικές δραστηριότητες και ισορροπίες της περιοχής που τα φιλοξενεί. Οι παραπάνω διαπιστώσεις ενισχύονται από το γεγονός ότι η λειτουργία τέτοιου είδους σταθμών δε συνδέεται με ένταση εργασίας.

Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα κιλοβάτ φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα. Χρειάζονται 2 στρέμματα δάσους ή περίπου 100 δέντρα για να απορροφήσουν αυτή την ποσότητα CO₂. Για να παραχθεί η ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο, απαιτούνται 2,2 βαρέλια πετρελαίου κάθε χρόνο. Από περιβαλλοντική άποψη, αποφεύγοντας 1.300 κιλά CO₂ ετησίως είναι σαν να κάνει ένα μέσο αυτοκίνητο 7.000 χιλιόμετρα λιγότερα κάθε χρόνο.

Επιπλέον, η υποκατάσταση ρυπογόνων καυσίμων από φωτοβολταϊκά συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξειδία 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.

4.3 Φωτοβολταϊκά και Κλιματολογικές αλλαγές

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συνεπάγεται αλλαγές στο ποσοστό ανάκλασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, με άλλα λόγια αλλάζει η λευκαύγεια (ο λόγος της ανακλώμενης προς την προσπίπτουσα [ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία](#) στην επιφάνεια ενός σώματος) του γηπέδου εγκατάστασης.

Όσο μειώνεται η λευκαύγεια (όσο πιο σκούρα είναι δηλαδή μια επιφάνεια), τόσο περισσότερη ακτινοβολία παραμένει στην επιφάνεια και συνεπώς ενδυναμώνεται ο μηχανισμός που προκαλεί την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης. Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών, ο μηχανισμός αυτός είναι κυρίως έμμεσος, αφού ένα μέρος της αναρροφούμενης ακτινοβολίας μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια και στη συνέχεια μεταφέρεται στην κατανάλωση όπου μετασχηματίζεται και πάλι εμμέσως σε θερμότητα μέσω των τελικών χρήσεων.

Τα πάντα βέβαια είναι θέμα μεγέθους και κλίμακας. Κατ' αρχήν να σημειώσουμε ότι η διαφορά στη λευκαύγεια μεταξύ του εδάφους και των φωτοβολταϊκών δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη (η μέση λευκαύγεια του εδάφους είναι 0,20, ενώ η λευκαύγεια των φωτοβολταϊκών είναι 0,037-0,14). Οι διαφοροποιήσεις είναι συνεπώς οριακές. Δεύτερον, μιλάμε για αλλαγές σε σχετικά μικρές επιφάνειες, γεγονός που δεν μπορεί να επηρεάσει το κλίμα σε παγκόσμια κλίμακα.

Δεδομένου ότι η λευκαύγεια των φωτοβολταϊκών είναι παραπλήσια της λευκαύγειας της ασφάλτου (0,05-0,10), το αποτέλεσμα στην αύξηση της θερμοκρασίας από την εγκατάσταση ενός μεγαβάτ (MWp) φωτοβολταϊκών ισοδυναμεί με ένα αυτοκινητόδρομο μήκους 300 μέτρων. Ενώ όμως στον αυτοκινητόδρομο κινούνται οχήματα που εκλύουν αέρια του θερμοκηπίου και θερμότητα, κάθε μεγαβάτ φωτοβολταϊκών αποτρέπει ετησίως την έκλυση περίπου 1.300 τόνων CO₂ (το ισοδύναμο 650 μέσων αυτοκινήτων), συμβάλλοντας σημαντικά στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών.

Κάθε αντικείμενο ανακλά την ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνειά του. Αυτό γίνεται είτε “κατοπτρικά”, δηλαδή συνολικά προς μια διεύθυνση όπως από ένα τέλειο κάτοπτρο, είτε ομοιόμορφα προς όλες τις διευθύνσεις του

ημισφαιρίου. Αυτές είναι δύο ακραίες περιπτώσεις. Στην πραγματικότητα η ανάκλαση γίνεται και με τους δύο τρόπους σε κάποιο ποσοστό, ανάλογα με τη φύση του υλικού της επιφάνειας του αντικειμένου.

Έχει σημασία να δούμε λοιπόν αν τα φωτοβολταϊκά ανακλούν το φως περισσότερο ή λιγότερο από άλλα υλικά. Στην πρώτη περίπτωση μπορεί να υπάρξει εν δυνάμει πρόβλημα, στη δεύτερη προφανώς δεν έχει νόημα ο περιορισμός της χρήσης των φωτοβολταϊκών σε κάποιες περιοχές, αφού τότε θα έπρεπε να απαγορεύσουμε και αντικείμενα, υλικά ή χρήσεις με μεγαλύτερη ανακλαστικότητα.

Το ερώτημα αυτό ετέθη για πρώτη φορά επί της ουσίας στην περίπτωση των αεροδρομίων. Στα αεροδρόμια ή κοντά σ' αυτά, ενδιαφέρει η ελαχιστοποίηση της κατοπτρικής ανάκλασης προς οποιαδήποτε γωνία ανύψωσης και ειδικότερα προς τον πύργο ελέγχου και τους διαδρόμους προσέγγισης των αεροπλάνων, ώστε να μη δημιουργούνται παρεμβολές στο οπτικό πεδίο των χειριστών και ελεγκτών.

Παρά το γεγονός ότι φωτοβολταϊκά συστήματα (και μάλιστα ισχύος αρκετών μεγαβάτ) έχουν ήδη εγκατασταθεί σε πολλά αεροδρόμια του κόσμου, (όπως το αεροδρόμιο Ναρίτα του Τόκιο, της Βαρκελώνης, του Μονάχου, του Πίτσμπουργκ, του Φρέσνο, αλλά και το Ελευθέριος Βενιζέλος στην Αθήνα), για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος σε χώρο ενός αεροδρομίου ή σε άλλο χώρο εγγύς αυτού, θα πρέπει κανείς να βεβαιώσει ότι οι ανακλάσεις που προκαλούνται από την επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι μικρότερες σε ένταση από τις ήδη υπάρχουσες ανακλάσεις που προκαλούνται από κτίρια, οχήματα, εξοπλισμό κ.λπ.

Για να διαπιστωθεί αν θα μπορούσαν να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά στο χώρο του αεροδρομίου Ελευθέριος Βενιζέλος, το 2001, σχεδιάστηκε από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) μια πειραματική διάταξη που συνέκρινε την ανάκλαση που προκαλεί η επιφάνεια ενός κλασικού φωτοβολταϊκού πλαισίου, με αυτές από βαφή και παρμπρίζ αυτοκινήτου. Η σύγκριση με τις επιφάνειες ενός αυτοκινήτου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς οχήματα βρίσκονται πρακτικά παντού.

Από τα πειραματικά αποτελέσματα έγινε ξεκάθαρο ότι η ανάκλαση της ορατής ακτινοβολίας από την επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων δεν είναι σε επίπεδα που θα μπορούσε να προκαλέσει οπτική όχληση, τουλάχιστον όχι μεγαλύτερη απ' αυτή που προκαλούν τα αυτοκίνητα!

4.4 Στοιχεία Φωτοβολταϊκών και Επιδράσεις

Το πυρίτιο, όχι μόνο δεν είναι τοξικό στο νερό, αλλά χρησιμοποιείται και για τον καθαρισμό του. Πέρα από τα αμμοδιυλιστήρια που είναι ευρέως γνωστά, οι πιο σύγχρονες τεχνικές απολύμανσης του νερού κάνουν χρήση μικροσωματιδίων διοξειδίου του πυριτίου πάνω στα οποία επικάθονται μικροοργανισμοί και τοξικές ουσίες που απομακρύνονται έτσι από το νερό. Κατ' αυτό τον τρόπο μειώνεται η χρήση χημικών απολυμαντικών όπως το χλώριο. Το πυρίτιο αποτελεί επίσης βασικό συστατικό της ανθρώπινης διατροφής και βρίσκεται σε αφθονία στην μύρα. Μεταξύ άλλων, ενισχύει τα οστά και δρα αποτρεπτικά στην εμφάνιση της νόσου Alzheimer, μειώνοντας τη δράση του αργιλίου που θεωρείται ότι συνεισφέρει στην πιθανότητα εμφάνισης της νόσου αυτής.

Τα εν δυνάμει βλαβερά ιχνοστοιχεία που περιέχονται στα φωτοβολταϊκά (π.χ. μόλυβδος) βρίσκονται σε μικρές ποσότητες (0,5-5 γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο πλαισίου), ενθυλακωμένα σε πολλαπλές στρώσεις προστατευτικών υλικών και δεν απελευθερώνονται υπό ομαλές συνθήκες στο περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια ζωής και λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Όταν παύσει η λειτουργία του φωτοβολταϊκού πάρκου, ο εξοπλισμός θα πάει για ανακύκλωση.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια υφίστανται δοκιμές σε εξειδικευμένα εργαστήρια και πιστοποιούνται για αντοχή σε ακραίες συνθήκες, υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, υψηλή υγρασία, χαλαζόπτωση, πιέσεις, ελκυσμούς και ταλαντώσεις. Δεν υπάρχει συνεπώς θέμα διαρροής οποιασδήποτε ουσίας λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων.

Δεν έχουν καταγραφεί πυρκαγιές σε φωτοβολταϊκά πάρκα και αρμόδιες πυροσβεστικές υπηρεσίες σε περιοχές με μεγάλη πυκνότητα φωτοβολταϊκών πάρκων θεωρούν το ενδεχόμενο αυτό εξαιρετικά απίθανο. Η πτώση κεραυνού μπορεί μεν να καταστρέψει κάποια πλαίσια και να τα καταστήσει μη λειτουργικά, δεν οδηγεί όμως σε εκδήλωση πυρκαγιάς. Αν για οποιοδήποτε λόγο επέλθει θραύση του προστατευτικού γυαλιού (π.χ. από πυροβολισμό ή πτώση κεραυνού), λόγω των πολλαπλών προστατευτικών στρώσεων, δεν έχουμε αποκόλληση κομματιών γυαλιού ή ηλιακών στοιχείων.



Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, και τα άμορφα. Τα τελευταία έχουν χαμηλότερη

απόδοση είναι όμως σημαντικά φθηνότερα. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών σας, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής σας ευχέρειας. Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης
- τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον
- μπορούν να τοποθετηθούν παντού, όπου λιάζει
- ηλεκτροδότηση θαλάσσιων εφαρμογών(φάροι, μαρίνες, σκάφη)
- μέγιστη παραγωγή κατά τις ώρες αιχμής ζήτησης του δικτύου
- συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ισχύος δικτύου, στη μείωση των απωλειών μεταφοράς και στην αύξηση της αξιοπιστίας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο.

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη.



Τα φωτοβολταϊκά 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 π.χ. τα φωτοβολταϊκά, 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.

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. Δίνοντας 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 π.χ. έδειξε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού από χρήστες φωτοβολταϊκών, της τάξης του 5-10%.

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 π.χ. η **βελτίωση της ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος, η σταθερότητα της ηλεκτρικής τάσης και η μείωση των επενδύσεων για νέες γραμμές μεταφοράς**.

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

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 12% 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, εκτός από καθαρή ενέργεια, παρέχουν ακόμη **προσέλκυση 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.

Τα φωτοβολταϊκά 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 (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία είναι μία από τις καθαρότερες και ασφαλέστερες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού, συνυπολογιζόμενης της διαδικασίας κατασκευής των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Οι πρώτες ύλες κατασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι κυρίως αδρανή υλικά, όπως πυρίτιο, γυαλί, αλουμίνιο κλπ. Για κάθε kWh ηλεκτρισμού που παράγεται από φωτοβολταϊκά αποφεύγεται η έκλυση περίπου 0,9 kg ρύπων στην ατμόσφαιρα, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), αλλά και διοξειδίου του θείου (SO₂), μονοξειδίου του άνθρακα (CO), οξειδίων του αζώτου (NO_x) και υδρογονανθράκων, που θα εκπέμπονταν αν χρησιμοποιούνταν συμβατικά καύσιμα.

Με την αύξηση του μεριδίου ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά θα είναι σημαντική η συμβολή στην επίτευξη των στόχων του Κιότο και της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών εφαρμογών έχει πολλαπλά οφέλη. Συγκεκριμένα έχουμε:

- ⇒ Αξιοποίηση μιας εγχώριας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, που βρίσκεται σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας και στην αποκεντρωμένη παραγωγή.
- ⇒ Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου στις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο.
- ⇒ Μείωση των απωλειών του δικτύου με την παραγωγή στο τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- ⇒ Δημιουργία θετικής εικόνας για χρήση τεχνολογιών αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- ⇒ Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων και δημιουργία θέσεων εργασίας.
- ⇒ Ανάπτυξη βιομηχανικών δραστηριοτήτων συναρμολόγησης φωτοβολταϊκών και εξαρτημάτων.

Η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα δεν είναι υπόθεση μερικών ετών αλλά βρισκόμαστε στην αρχή μιας μακράς διαδρομής.

Έχει διαπιστωθεί μετά από μελέτη, ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην επίλυση των ενεργειακών, τεχνολογικών, περιβαλλοντικών και αναπτυξιακών προβλημάτων. Είναι σημαντική η συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη της περιφέρειας και της κοινωνίας γενικότερα. Ήδη στην Ελλάδα το 2010 τριπλασιάστηκε η εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκά καθώς ενισχύθηκε η τιμή πώλησης της κιλοβατώρας με το νέο νομοθετικό πλαίσιο και απλοποιήθηκαν σε κάποιο βαθμό οι αδειοδοτικές διαδικασίες.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι σημαντική καθώς συμμετέχουν πολλές χώρες. Μάλιστα τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα οι τεχνολογίες αυτές έχουν κερδίσει έδαφος με γρήγορους ρυθμούς και έχουν μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης και συμμετοχής στην παραγωγή ενέργειας.

Προβλέποντας ότι οι ανάγκες σε ενέργεια θα αυξηθούν, απαιτείται η εισχώρηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κάθε κράτος-μέλος ώστε να αναπτυχθεί σεβασμός στο περιβάλλον και κατά συνέπεια να συμβάλει στην αειφόρο, βιώσιμη και περιφερειακή ανάπτυξη.

Εξαιτίας των μέτρων που έχει λάβει η ΕΕ αλλά και τις επιδοτήσεις που έχει δώσει για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, έχει αυξηθεί σημαντικά η χρήση τους και η εγκατάστασή τους.

Παράλληλα, αυτό που απασχολεί τις χώρες και πιο συγκεκριμένα τις περιφέρειες δεν είναι μόνο η αύξηση στην αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων αλλά και η βιώσιμη ανάπτυξη. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών και τη σωστή χρήση τους θα επιτευχθεί η μείωση των μειονεκτημάτων τους. Έτσι θα έχουμε σημαντική συμβολή στη δημιουργία και στην ανάπτυξη ενός βιώσιμου τόπου, στη συγκεκριμένη περίπτωση σε επίπεδο περιφέρειας.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω των τεχνολογιών των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει ακόμη μεγάλες δυνατότητες προόδου, δεδομένου ότι η Ελλάδα είναι μία από τις καλύτερες περιοχές από άποψη ηλιακού δυναμικού στην Ευρώπη, πόσο μάλλον η Κρήτη.

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Οι ανάγκες για ενέργεια παγκοσμίως αυξάνονται συνεχώς και εκτιμάται ότι θα διπλασιαστούν τα επόμενα χρόνια. Παράλληλα, η μακροχρόνια χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας έχει οδηγήσει σε συμβατική υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Σαν αποτέλεσμα, αποτελεί σήμερα άμεση προτεραιότητα της παγκόσμιας κοινότητας, η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Μεταξύ άλλων, ο ήλιος αποτελεί μια ανεξάντλητη, καθαρή και δωρεάν πηγή ενέργειας, με τα προτερήματα της χρήσης της ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να είναι προφανή.

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία επιτρέπει τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας απευθείας σε ηλεκτρισμό. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ικανά να τροφοδοτήσουν με ηλεκτρική ενέργεια συγκεκριμένες ηλεκτρικές συσκευές ή/και ηλεκτρικά δίκτυα. Μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη



μετάβαση προς ένα σύστημα αειφόρου ενεργειακού εφοδιασμού του 21ου αιώνα και να καλύψουν ένα σημαντικό μέρος των αναγκών της Ευρώπης σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να συμβάλουν στην ασφάλεια του μελλοντικού ενεργειακού εφοδιασμού, στην παροχή φιλικών προς το

περιβάλλον ενεργειακών υπηρεσιών και στη βελτίωση της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας. Παράλληλα με τις υπόλοιπες τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία μπορεί να μετατραπεί σε μια από τις βασικές τεχνολογίες του μέλλοντος.

Μεταξύ των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η φωτοβολταϊκή ενέργεια, συγκαταλέγονται τα εξής:

- συμπληρωματικότητα με άλλες πηγές ενέργειας, τόσο συμβατικές όσο και ανανεώσιμες·
- ευελιξία εφαρμογής της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας: τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να ενσωματωθούν σε καταναλωτικά αγαθά ή σε κτίρια, μπορούν να εγκατασταθούν ως χωριστά κινητά ή σταθερά στοιχεία, ή ακόμη και σε κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής
- παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια το μερίδιο των φωτοβολταϊκών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται ταχέως χρόνο με το χρόνο, παραμένει πολύ μικρό σε σχέση με τα αντίστοιχα μερίδια άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ο αέρας ή η βιομάζα. Ο κυριότερος φραγμός που εμποδίζει σήμερα τη διεύρυνση των φωτοβολταϊκών στην αγορά είναι το μεγάλο κόστος τους, το οποίο καθιστά απαγορευτική την παραγωγή φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας για πολλές εφαρμογές. Η βιομηχανία φωτοβολταϊκών θα πρέπει να γίνει πιο ανταγωνιστική και να αναπτύξει πιο αποδοτικές διεργασίες μεταποίησης και διατάξεις φωτοβολταϊκής μετατροπής.

Το ρυθμιστικό πλαίσιο εμποδίζει σε πολλές περιπτώσεις την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και χρειάζονται περαιτέρω εργασίες βελτίωσης της τυποποίησης. Οι φορείς της αγοράς θεωρούν σήμερα ότι η φωτοβολταϊκή τεχνολογία προσφέρεται μόνο για εξειδικευμένες εφαρμογές και όχι για γενική χρήση. Ο πλήρης συντονισμός των ερευνητικών προσπαθειών θα συμβάλει στην άρση ορισμένων από τους ως άνω φραγμούς, αλλά για να εξασφαλισθεί η εξάπλωση της χρήσης της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας χρειάζεται να καταβληθούν περαιτέρω προσπάθειες από όλα τα άμεσα ενδιαφερόμενα μέρη.

Το 2030, το μερίδιο των φωτοβολταϊκών στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι δυνατό να ανέρχεται σε 4%. Η συμβουλευτική επιτροπή θεωρεί το έτος 2030 ως ενδιάμεσο μόνο χρονικό ορίζοντα και υπογραμμίζει ότι τα φωτοβολταϊκά θα εξακολουθήσουν να αναπτύσσονται σταθερά και μετά την ημερομηνία αυτή. Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία θα στραφεί στην ανάπτυξη φωτοβολταϊκών στοιχείων, κυψελών και συστημάτων υψηλότερης απόδοσης, μεγαλύτερης διάρκειας ζωής και μεγαλύτερης αξιοπιστίας, χάρη στη χρήση νέων υλικών. Το κόστος παραγωγής θα μειωθεί σημαντικά, και ότι καταυτό τον τρόπο θα αυξηθεί η αφομοίωση και η εξάπλωση της χρήσης της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας τόσο στις αγορές των βιομηχανικών χωρών όσο και στις αγορές των αναπτυσσόμενων χωρών για εφαρμογές αυτόνομης λειτουργίας (μη συνδεδεμένες με δίκτυο ηλεκτροδότησης), με επακόλουθο τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την αύξηση των εξαγωγών. Δεδομένου ωστόσο ότι η αγορά των φωτοβολταϊκών θα είναι εξαιρετικά ανταγωνιστική, θα χρειασθούν συντονισμένες, εστιασμένες και μακροπρόθεσμες προσπάθειες προκειμένου η Ευρώπη να κατακτήσει κυρίαρχη θέση σε αυτό τον κλάδο υψηλής τεχνολογίας.

Για να επιτευχθούν οι καθοριζόμενοι στόχοι έως το 2030, θα πρέπει να ληφθούν μια σειρά από μέτρα και ιδίως τη συγκρότηση μιας ευρωπαϊκής τεχνολογικής πλατφόρμας φωτοβολταϊκών. Η τεχνολογική πλατφόρμα θα αποτελέσει τον κατεξοχήν μηχανισμό κινητοποίησης και ανάληψης

πρωτοβουλιών, προγραμμάτων και πολιτικών υπέρ των φωτοβολταϊκών, ικανό να επιστρατεύσει όλους τους άμεσα ενδιαφερόμενους φορείς της επιστημονικής κοινότητας, της βιομηχανίας και του πολιτικού κόσμου. Η υλοποίηση της, θα βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των προσπαθειών που καταβάλλονται σήμερα στον τομέα αυτό και θα επιταχύνει την ανάπτυξη της ευρωπαϊκής βιομηχανίας φωτοβολταϊκών.

Σύμφωνα με το ευρωβαρόμετρο η εγκατεστημένη ισχύς στην ευρωπαϊκή ένωση ανέρχεται σε 16 GW για το 2009 (περίπου 10 GW το 2008). Η Γερμανία παραμένει η χώρα με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών συστημάτων (εγκατάσταση 1,8 GW το 2008 και 3,8 GW το 2009), ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο το 2008 η παραγωγή φωτοβολταϊκών κυψελίδων ανήλθε σε 7,9 GW ενώ το 2009 ανήλθε σε 12 GW.

Η ένωση Ευρωπαϊκών εταιρειών φωτοβολταϊκών εκτιμά ότι το 2020 το κόστος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος θα ανέρχεται σε 2€/Wp ενώ θα χρησιμοποιείται ακόμα λιγότερη πρώτη ύλη ανά Wp (περίπου 7,5 γραμμάρια πυριτίου ανά Wp στα πλαίσια κρυσταλλικού πυριτίου). Το κόστος παραγωγής φωτοβολταϊκής ενέργειας αναμένεται να μειωθεί κάτω των 0,11-0,22€/kWh το 2020, ενώ το 2030 αναμένεται να πέσει στα επίπεδα των 0,07-0,13€/kWh. Οι περιοχές των τιμών εξαρτώνται από τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (EUREC). Οι αποδόσεις των μονοκρυσταλλικών κυψελίδων αναμένεται να φθάσουν το 22% το 2020 ενώ αναμένεται αύξηση και στην απόδοση των πολυκρυσταλλικών από 14% σε 20%. Ήδη σήμερα κυκλοφορούν στην αγορά φωτοβολταϊκά πλαίσια με απόδοση που φθάνει το 19%.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μετά από πρόταση του Ευρωπαϊκού Συνδέσμου Βιομηχανίας Φωτοβολταϊκών (www.epia.org) υποστηρίζει σαν στόχο για το 2020 τη διείσδυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων κατά 12% στην ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτός ο στόχος, για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αντιστοιχεί σε εγκατεστημένη συνολική φωτοβολταϊκή ισχύ περίπου 390GWp μέχρι το 2020, κατ'επέκταση αυτός ο στόχος σημαίνει συνολική εγκατεστημένη ισχύ περίπου 6 GWp στην Ελλάδα, ανάλογα με την ετήσια κατανάλωση το 2020. Η υποστήριξη και ανάπτυξη της ηλιακής φωτοβολταϊκής βιομηχανίας και του κλάδου μελετών, εγκαταστάσεων και συντήρησης θα μπορούσε να γίνει ένας από τους μοχλούς ανάπτυξης της οικονομίας καθώς θα δημιουργηθούν πολλαπλάσιες θέσεις εργασίας σε σχέση με την ηλεκτρική ενέργεια που αντικαθιστάται από ορυκτά καύσιμα.

Συγκεκριμένα, για την ίδια εγκατεστημένη ισχύ με ορυκτά καύσιμα χρειάζονται 2,5 φορές περισσότερες ανθρωπο-ώρες και όσον αφορά την παραγόμενη ενέργεια περίπου 10 φορές περισσότερες ανθρωπο-ώρες. Οι νέες

θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν σύμφωνα με σενάριο διείσδυσης 2,4 GWh φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι το 2020 και δεδομένου του συντελεστή που εκτιμήθηκε (50 Εργατοέτη/MWh) σε μελέτη του ΣΕΦ, είναι της τάξεως των 10.000 νέων θέσεων εργασίας ως το 2020. Σύμφωνα με μελέτη του ΚΑΠΕ το 2008 για τον υπολογισμό της επιβάρυνσης του μέσου νοικοκυριού από το “Ειδικό Τέλος ΑΠΕ” λόγω διείσδυσης 6000 MW αιολικών και 2400 MWh φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι το 2020, προκύπτει ότι η ετήσια επιβάρυνση του μέσου Ελληνικού νοικοκυριού δεν ξεπερνά τα 22 €, με περίοδο κορύφωσης το 2014-2015. Η αλλιώς, το Ειδικό Τέλος ΑΠΕ δεν θα ξεπεράσει τα 4,5 €/MWh στην συνολική εθνική κατανάλωση στο συγκεκριμένο σενάριο.

Η τιμή αγοράς των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι αρκετά χαμηλή ώστε εδώ και χρόνια να αποτελούν την οικονομικότερη λύση για την ηλεκτροδότηση αυτόνομων συστημάτων μακριά από το ηλεκτρικό δίκτυο και εφαρμογές χαμηλής κατανάλωσης σε καταναλωτικά προϊόντα (αριθμομηχανές, κλπ). Η σημαντική πτώση των τιμών όμως ήρθε ιδιαίτερα την τελευταία χρονιά (μείωση των τιμών των φωτοβολταϊκών πλαισίων περίπου κατά 40%) με την κλιμάκωση της προώθησης των εφαρμογών μέσω προγραμμάτων προώθησης με ειδική τιμή για την πώληση της ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο (Feed-in tariff) και τις επενδύσεις της βιομηχανίας σε μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών σε μεγάλη κλίμακα λόγω της σημαντικής διαμορφούμενης ζήτησης.

Ανάλογα με το ηλιακό δυναμικό κάθε χώρας και σε συνδυασμό με τη μειούμενη τιμή αγοράς των φωτοβολταϊκών συστημάτων, το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά μειώνεται και από τον επόμενο χρόνο, συγκεκριμένα για την Νότιο Ιταλία, το κόστος παραγωγής από φωτοβολταϊκά θα είναι ίσο με την τιμή που πληρώνουν οι καταναλωτές για ηλεκτρική ενέργεια. Με την συνεχιζόμενη μείωση των τιμών των φωτοβολταϊκών η σχέση αυτή θα γίνεται θετική για ολόένα και περισσότερες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, αλλά και για χώρες με μικρότερο ηλιακό δυναμικό. Μετά από 5 με 10 χρόνια τα προγράμματα προώθησης με ειδική τιμή για την πώληση της ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο δεν θα είναι απαραίτητα, καθώς δεδομένης της αύξησης της τιμής παραγωγής και πώλησης από συμβατικά καύσιμα και ενώ η τιμή παραγωγής από φωτοβολταϊκά θα βαίνει μειούμενη θα υπάρξει σημείο διασταύρωσης και από εκεί και πέρα καθαρό πλεονέκτημα για τα φωτοβολταϊκά.

Η διείσδυση των διεσπαρμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων κυρίως στο δίκτυο διανομής αντικαθιστά ή αναβάλλει την επέκταση συμβατικών κεντρικών σταθμών παραγωγής με θετικά αποτελέσματα για το περιβάλλον.

Επιπλέον, ιδιαίτερη αξία έχει η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς από τα φωτοβολταϊκά όταν συμπίπτει με την αιχμή ζήτησης, όπως οι καλοκαιρινές αιχμές λόγω χρήσης κλιματιστικών. Άλλες θετικές επιπτώσεις είναι ο σύντομος χρόνος ένταξης μονάδων φωτοβολταϊκών στο δίκτυο, η βελτίωση της ποιότητας ισχύος, η μείωση των απωλειών μεταφοράς καθώς η παραγωγή γίνεται κοντά στους χρήστες, η διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Σε κάθε περίπτωση, για να διευκολυνθεί η μεγάλη διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και ειδικά των φωτοβολταϊκών συστημάτων σύμφωνα με τους στόχους της Ε.Ε. και της Ευρωπαϊκής βιομηχανίας φωτοβολταϊκών, με θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, την οικονομία και την ενεργειακή αποδοτικότητα και περαιτέρω, χωρίς να έχουμε σημαντικές επιπτώσεις στο ηλεκτρικό σύστημα θα πρέπει να δοθούν κίνητρα και τεχνικές λύσεις στους χρήστες φωτοβολταϊκών συστημάτων, αλλά και τους άλλους καταναλωτές, να μεταθέσουν χρονικά την χρήση ορισμένων φορτίων στις ώρες μέγιστης παραγωγής των φωτοβολταϊκών (δηλαδή μεταξύ 8π.μ. με 4μ.μ.) ή να κάνουν χρήση κατάλληλων μέσων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και απόδοσής της κατά τις βραδινές ώρες.



Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον στις ΑΠΕ και από τις κυβερνήσεις πολλών κρατών, ανεπτυγμένων και μη. Στην Ελλάδα, δεδομένου ότι πρέπει να επιτευχθούν κάποιοι στόχοι ως προς τα ποσοστά διείσδυσης, υπάρχουν νομοσχέδια που εξασφαλίζουν επιδοτήσεις στην εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ με τα οποία παρέχεται η δυνατότητα

πώλησης της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στη ΔΕΗ. Αυτές οι νομοθετικές ρυθμίσεις αλλά και η γενικότερη πολιτική, διαμορφώνουν ένα ευρύτερο πλαίσιο που καθιστά τις επενδύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πιο βιώσιμες. Στο προσεχές μέλλον λοιπόν, αναμένουμε ότι η απόσβεση τέτοιου είδους επενδύσεων θα μειωθεί ακόμη περισσότερο δίνοντας τη δυνατότητα για επενδύσεις μικρότερης εγκατεστημένης ισχύος από ιδιώτες και απλούς πολίτες με στόχο την αύξηση της διείσδυσης των ΑΠΕ και τη μείωση εκπεμπόμενων ρύπων.

Στο μέλλον αδιαμφισβήτητα ένα από τα κυριότερα προβλήματα που θα ταλανίσουν την ανθρωπότητα θα αποτελέσει το Ενεργειακό Πρόβλημα. Είναι επίσης σίγουρο ότι, καθώς η κατάσταση του περιβάλλοντος έχει φτάσει σε ένα

τέλμα, πρέπει ο πλανήτης να προστατευτεί από τη ρύπανση. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν τη μοναδική λύση στα δύο μείζονα προβλήματα του πλανήτη, και το μέλλον δικαιωματικά τους ανήκει. Ο 21ος αιώνας θα είναι ο αιώνας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα διαδραματίσουν έναν συνεχώς αυξανόμενο ρόλο τις επόμενες δεκαετίες.

Εν κατακλείδι, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων προσεγγίζει αισθητά τη νέα προοπτική ισόρροπης ανάπτυξης, η οποία αποβλέπει στη διασφάλιση της ποιότητας του περιβάλλοντος, στην οικονομική ανάπτυξη και στη βελτίωση της κοινωνικής συνοχής. Άλλωστε μην ξεχνάμε ότι η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί στην Ελλάδα στο οποίο έχουν εγκατασταθεί πολλά φωτοβολταϊκά πάρκα που αποτελούν σημαντική ανάπτυξη του τόπου. Αναγνωρίζονται τα πλεονεκτήματα που έχουν για την κοινωνία όσον αφορά τη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και την υγεία, η συμβολή τους στη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο που παρουσιάζει υψηλές διακυμάνσεις τιμών και της διαμάχης για αυτό, χωρίς να δημιουργούν νέα προβλήματα, όπως πυρηνικά απόβλητα ή διάδοση των πυρηνικών, καθώς και η δημιουργία θέσεων απασχόλησης και τοπικού οικονομικού δυναμικού προστιθέμενης αξίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ι.Ε. Φραγκιαδάκης 2006, "Φωτοβολταϊκά Συστήματα" 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Ζήτη Θεσσαλονίκη
2. Δρ. Φώτης Μαυροματάκης "Φωτοβολταϊκό Πάρκο" Περιοδικό Ενημέρωση 3^ο Τεύχος Εκδόσεις Τ.Ε.Ι Κρήτης, Ιούνιος 2010
3. Στάθης Τσελεπής "Φωτοβολταϊκά Συστήματα" Περιοδικό Δελτίο Τεύχος 426, Εκδόσεις Προβολή Ιανουάριος- Φεβρουάριος 2010
4. Δρ. Εμμανουήλ Κουδουμά, Δρ. Εμμανουήλ Κυμάκη "Οργανικά Φωτοβολταϊκά" Περιοδικό Ενημέρωση 1^ο Τεύχος Εκδόσεις Τ.Ε.Ι Κρήτης, Οκτώβριος-Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2009
5. Emmanuel S. Karapidakis, Yiannis A. Katsigiannis, Pavlos S. Georgilakis and Emmanuel Thalassinakis "Generation expansion planning of Crete power system for high penetration of renewable energy sources, Materials Science Forum Vol. 670 (2011)

Διαδικτυακές Πηγές

1. el.wikipedia.org
2. portal.tee.gr "Οικονομοτεχνική ανάλυση φωτοβολταϊκών"
3. www.helapco.gr "Φωτοβολταϊκά και περιβάλλον", οδηγός φωτοβολταϊκών- τεχνολογία
4. www.econews.gr
5. ec.Europa.eu Ευρωπαϊκή Επιτροπή
6. estia.hua.gr
7. www.renewable-energy.gr " Σύγκριση σταθερών βάσεων με tracker διπλού άξονα σε φωτοβολταϊκό πάρκο"
8. mytikapress.blogspot.gr " Φωτοβολταϊκός σταθμός"
9. www.fotovoltaiika-systems.gr "Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκών"