



ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ - Σχολή Εφαρμοσμένων Επιστημών (ΧΑΝΙΑ)

Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 1.5 MW



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΙΩΣΗΦΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΚΑΡΑΠΙΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΧΑΝΙΑ 2014

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη ενός διασυνδεδεμένου με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Α.Η.Κ. φωτοβολταϊκού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με εγκατεστημένη ισχύ 1,5 MWp. Ο συγκεκριμένος φ/β σταθμός επιλέχτηκε μέσα από τον μειοδοτικό διαγωνισμό που διεξήχθητε από την Κυπριακή Δημοκρατία.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στο ενεργειακό πρόβλημα και στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Αναλύονται τα πλεονεκτήματα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας και η εξέλιξη των ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς και η Κυπριακή πραγματικότητα..

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται λεπτομερώς η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στη Γή και οι εξισώσεις υπολογισμού της ηλιακής ενέργειας που δέχεται η Γη. Παρουσιάζεται μέθοδος υπολογισμού της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο καθώς και κεκλιμένο επίπεδο. Επιπλέον δίνεται το ηλιακό δυναμικό της Ευρώπης και της Κύπρου.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τον μειοδοτικό διαγωνισμό και δίνονται τα αποτελέσματα για την κάθε κατηγορία. Δίνονται τα γενικά στοιχεία του έργου και της εταιρείας που θα επενδύσει στο έργο. Αναλύεται η επιλογή θέσης του έργου τα πολεοδομικά δεδομένα και το νομοθετικό πλαίσιο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η περιγραφή και τεχνική ανάλυση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί (φ/β πλαίσια, αντιστροφείς, βάσεις στήριξης, γειώσεις κλπ.), και δίνονται τα σχέδια του έργου.

Στο πέμπτο κεφάλαιο εξηγούνται βασικές οικονομικές έννοιες και οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης επένδυσης καθώς περιγράφονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος. Επιπλέον, αναλύεται το κόστος της επένδυσης και τα έξοδα λειτουργίας. Τέλος γίνεται μια τεχνοοικονομική μελέτη με το λογισμικό RETScreen4 και ερευνάται η οικονομική βιωσιμότητα ενός τέτοιου έργου, σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση στην Κύπρο. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Καραπιδάκη Εμμανουήλ για την πολύτιμη βοήθεια του στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία A.S.G Solar Technologies Ltd για τις πληροφορίες που μου έδωσε πάνω στα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Ακόμα, τον κ. Αλέξη Ηροδότου, τεχνικό διευθυντή της A.S.G Solar Technologies Ltd για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου και τους φίλους μου που με στήριξαν όλο το διάστημα της φοιτητικής μου ζωής.

Copyright © Ιωσηφίδης Γεώργιος. 2013
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του ΤΕΙ Κρήτης.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....σελ. 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

§ 1.1 - Ενεργειακό Πρόβλημα.....σελ. 6
§ 1.2 - Κύριες πηγές ενέργειας σήμερα.....σελ. 7
§ 1.3 - Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας.....σελ. 9
§ 1.4 - Πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας....σελ. 16
§ 1.5 - Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....σελ. 17
§ 1.6 - Ανάπτυξη ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....σελ. 18
§ 1.7 - Σχέδιο Δράσης για Ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Κύπρο.....σελ. 21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

§ 2.1 - Ηλιακή ακτινοβολία.....σελ. 23
§ 2.2 - Μέτρηση και υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας.....σελ. 25
§ 2.3 - Υπολογισμός ακτινοβολίας σε κεκλιμένη επιφάνεια.....σελ. 30
§ 2.4 - Ηλιακό Δυναμικό της Κύπρου.....σελ. 32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

§ 3.1 - Εισαγωγή / Μειοδοτικός Διαγωνισμός.....σελ. 34
§ 3.2 - Αποτελέσματα Μειοδοτικού Διαγωνισμού.....σελ. 35
§ 3.3 - Βασικά Στοιχεία Έργου.....σελ. 37
§ 3.4 - Στοιχεία Εταιρείας.....σελ. 38
§ 3.5 - Στοιχεία θέσεως έργου.....σελ. 42
§ 3.6 - Πολεοδομικά Δεδομένα και Νομοθετικό Πλαίσιο.....σελ. 48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

§ 4.1 - Εισαγωγή / Γενικά Χαρακτηριστικά Φ/Β Πάρκου.....σελ.	49
§ 4.2 - Τύπος και ισχύς Φ/Β πλαισίων.....σελ.	50
§ 4.3 - Τύπος και ισχύς Μετατροπέων Τάσης (Inverters).....σελ.	53
§ 4.4 - Βάσεις Στήριξης.....σελ.	57
§ 4.5 - Καλώδια.....σελ.	60
§ 4.6 - Σύστημα Τηλεμετρίας και Έλεγχου.....σελ.	60
§ 4.7 - Γείωση και Αντικεραυνική Προστασία.....σελ.	61
§ 4.8 - Μονογραμμικό Διάγραμμα Φ/Β Συστήματος.....σελ.	62
§ 4.9 - Χωροθέτηση Φ/Β Πάρκου 1,5MW / Σχέδια.....σελ.	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΡΓΟΥ

§ 5.1 - Αξιοπιστία της τεχνολογίας των Φωτοβολταϊκών.....σελ.	64
§ 5.2 - Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων.....σελ.	65
§ 5.3 - Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των ΦΒ...σελ.	65
§ 5.4 - Βασικοί οικονομικοί παράμετροι.....σελ.	67
§ 5.5 - Οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων για ενεργειακά συστήματα.....σελ.	69
§ 5.6 - Ανάλυση Κόστους Διασυνδεδεμένου Φ/Β Συστήματος Ισχύος 1,5 MW.....σελ.	74
§ 5.7 - Μελέτη Βιωσιμότητας του Έργου με την Χρήση του Λογισμικού RETScreen4.....σελ.	78
§ 5.8 - Σύνοψη και Συμπεράσματα.....σελ.	87

Βιβλιογραφία.....σελ.	89
------------------------------	-----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

§ 1.1 - Ενεργειακό Πρόβλημα

Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, όταν άρχισαν οι εφαρμογές του ηλεκτρισμού, μέχρι τις αρχές της 10ετίας του '70, παρατηρείται διεθνώς μία συνεχής συγκέντρωση της παραγωγής σε συνεχώς μεγαλύτερους «Σταθμούς Παραγωγής» και παράλληλα ανάπτυξη των δικτύων Μεταφοράς και Διανομής με συνεχώς μεγαλύτερες τάσεις, λόγω της ραγδαίας αύξησης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Όμως, με αφορμή τις «πετρελαϊκές κρίσεις» της 10ετίας του '70, άρχισε να γίνεται διεθνής συνείδηση η ανάγκη καλύτερης αξιοποίησης της ενέργειας, αφενός μεν για να αξιοποιούνται καλύτερα οι διατιθέμενοι ενεργειακοί πόροι, αφετέρου δε για να περιορίζεται η ρύπανση του περιβάλλοντος. Άρχισε τότε σε διεθνές επίπεδο η αναζήτηση Εναλλακτικών Πηγών Ενέργειας, σε αντιστάθμισμα των Συμβατικών Πηγών, όπως είναι το κάρβουνο και το πετρέλαιο, καθώς και της πυρηνικής ενέργειας, η οποία βεβαίως παρουσιάζει τα γνωστά προβλήματα. Παράλληλα άρχισε μία προσπάθεια για την εξοικονόμηση και γενικότερα την καλύτερη και αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας.

Το σύνολο των πηγών ενέργειας, που ο άνθρωπος έχει στη διάθεσή του διακρίνεται σε δύο κύριες κατηγορίες. Στις πηγές εκείνες που βασίζονται σε υπάρχοντα αποθέματα μέσα στο στερεό φλοιό της Γης, με συγκεκριμένη διάρκεια ζωής και σε αυτές που καθημερινά και αέναα μας παρέχονται σε βαθμό ήπιας εκμετάλλευσης.

Στις πρώτες ανήκουν τα ορυκτά καύσιμα, και η χαρακτηριστικά μη ήπια μορφή ενέργειας, η πυρηνική ενέργεια. Οι δεύτερες, έχουν βασική τους προέλευση τον Ήλιο. Η ακτινοβολούμενη από τον Ήλιο ενέργεια, που φτάνει στη Γη, εκτός από τη γενικότερη συμβολή της στη δημιουργία, ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας, δίδει ακατάπαυστα ενέργεια, με διάφορες μορφές αξιοποίησης. Άμεσα θερμαίνει, εξατμίζει μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού και συντηρεί τον γνωστό φυσικό κύκλο, δημιουργώντας τις λίμνες και τα ποτάμια, που αποτελούν πρόσθετη πηγή ενέργειας (υδατοπτώσεις). Θέτει σε κίνηση τις αέριες μάζες της ατμόσφαιρας (Αιολική ενέργεια), δημιουργεί τα κύματα (Ενέργεια κυμάτων) και συμβάλλει στη δημιουργία των θαλασσιών ρευμάτων. Αναρροφούμενο από συνδυασμένα υλικά παράγει ηλεκτρισμό (Φωτοβολταϊκό φαινόμενο). Συμβάλλει στην ανάπτυξη της χλωρίδας, η καύση δε των φυτικών προϊόντων παράγει ενέργεια (βιομάζα).

§ 1.2 - Κύριες πηγές ενέργειας σήμερα

Το κάρβουνο



Για πολλά χρόνια μέχρι σήμερα αποτελή την κύρια καύσιμη ύλη. Σ' αυτό βασίστηκε κατά κύριο λόγο, η βιομηχανική επανάσταση. Μεγάλο μέρος της σημερινής παγκόσμιας βιομηχανικής παραγωγής βασίζεται στην ενέργεια από την καύση του ορυκτού άνθρακα.

Το πετρέλαιο



Η παγκόσμια παραγωγή του εντατικοποιήθηκε από τα μέσα του 19ου αιώνα, ενώ από τα μέσα του 20ου αιώνα, οι ρυθμοί εκμετάλλευσης πήραν εκρηκτικές διαστάσεις. Σήμερα, μετά από δύο πετρελαϊκές κρίσεις (1973 και 1979) και τη διαπίστωση ορατών πλέον επιπτώσεων στο περιβάλλον μας, συνειδητοποιούμε την ανάγκη αλλαγής του τρόπου ζωής μας και αναζήτησης λύσεων από το χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα συμβατικά καύσιμα καλύπτουν το 85% της καταναλισκόμενης ενέργειας στις αναπτυγμένες χώρες και το 55%, στις υπό ανάπτυξη. Στις τελευταίες, το ποσοστό χρήσης πετρελαίου, ως ενεργειακής πηγής, συνεχίζει να αυξάνει, ενώ στις αναπτυγμένες χώρες παρατηρείται τάση μείωσής του, με σταδιακή διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και των παραγώγων του δίδει, ως άμεσα προϊόντα, το CO₂, τα οξείδια του αζώτου και του θείου. Οι αυξημένες ποσότητες των αερίων αυτών, που εισέρχονται στην ατμόσφαιρα, αποτελούν πια μόνιμη απειλή για το μέλλον μας, προκαλώντας ισχυρές κλιματικές αλλαγές και επιβαρυντική απόκλιση από τις κανονικές συνθήκες ισορροπίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Εκτιμάται ότι τα υπάρχοντα αποθέματά των πηγών αυτών θα επαρκέσουν ακόμα για περίπου 200 χρόνια για το κάρβουνο και 50 χρόνια για το πετρέλαιο.

Η πυρηνική ενέργεια



Από το 1945 και μετά, προστέθηκε στις μεγάλης ισχύος πηγές ενέργειας, η πυρηνική, στην οποία αρχικά βασίστηκαν πολλές ελπίδες. Σήμερα αντιλαμβανόμαστε με απόγνωση, την αδυναμία μας να λύσουμε το πρόβλημα της ανεξέλεγκτης διασποράς των πυρηνικών όπλων ή της διασφαλισμένης αποθήκευσης των πυρηνικών αποβλήτων και αισθανόμαστε τρόμο για τα ολοένα και πιο πιθανά πυρηνικά ατυχήματα. Από τα πιο σημαντικά, εκείνο στον πυρηνικό σταθμό του Three Mile Island της Πενσυλβάνιας (ΗΠΑ), τον Απρίλιο του 1979 και εκείνο στο Τσερνομπίλ της Ρωσίας, τον Απρίλιο του 1986, και του πρόσφατου ατυχήματος στον σταθμό Φουκουσίμα 1 της Ιαπωνίας, τον Μάρτιο του 2011, τρομοκράτησαν όλο τον κόσμο.

Πυρηνική ενέργεια προορίζεται, στο βαθμό που έχει αναπτυχθεί σήμερα, κυρίως για παραγωγή ηλεκτρισμού βάσης, δηλαδή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σταθερής ισχύος χωρίς δυνατότητα κάλυψης των διακυμάνσεων ζήτησης. Σήμερα 31 χώρες διαθέτουν συνολικά 439 πυρηνικούς αντιδραστήρες σε λειτουργία παράγοντας το 14% του ηλεκτρισμού του κόσμου. Η Γαλλία, χάρη στους 58 αντιδραστήρες της αναδεικνύεται πρωταθλήτρια στον τομέα (ποσοστό ενεργειακής κάλυψης 78%). Για να τους «κινήσει» καταναλώνει περίπου 10.000 τόνους ουρανίου καυσίμου το χρόνο. Σήμερα σε όλο τον κόσμο κατασκευάζονται γύρω στους 64 αντιδραστήρες, οι 26 εκ των οποίων στην Κίνα, με δεύτερη τη Ρωσία με 10, και τρίτη την Ινδία με 6. Αρκετές ακόμα χώρες διαθέτουν πυρηνικούς αντιδραστήρες μικρής ισχύος για ερευνητικούς σκοπούς. Ανάμεσά

τους η Ελλάδα με τον αντιδραστήρα ισχύος 5MW στο Κέντρο Έρευνας «Δημόκριτος».

Το περιορισμένο των κοιτασμάτων του βασικού υλικού, τα πυρηνικά απόβλητα και η απειλητική πιθανότητα ολοσχερούς καταστροφής του κόσμου μας, είτε από την υποτιθέμενη υπό έλεγχο πυρηνική αντίδραση είτε από την ανεξέλεγκτη διασπορά των πυρηνικών όπλων, βάζουν φρένο στη χρήση της. Όλες οι μεγάλης πυκνότητας ισχύος συμβατικές πηγές ενέργειας, εκτός από την αδιαμφισβήτητη προσφορά τους στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και της επιστήμης και τη μεγάλη συμβολή τους στη βελτίωση της διαβίωσης του ανθρώπου, συνδέονται δυστυχώς με πολύ σοβαρές και εμφανώς αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Έτσι, ενισχύεται διεθνώς η άποψη για μερική, σε πρώτη φάση, αντικατάστασή τους με άλλες πηγές ενέργειας, που να μη ρυπαίνουν και να ενσωματώνονται φιλικά στο περιβάλλον, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

§ 1.3 - Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας

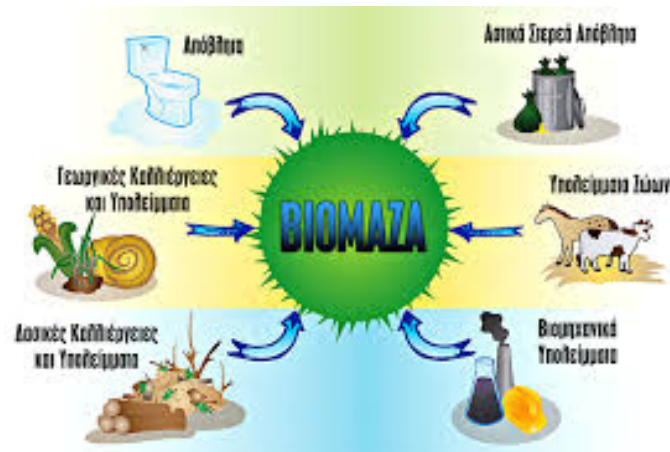
Οι παραπάνω παράγοντες συνέβαλαν αποφασιστικά αφενός μεν στην ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας , αφετέρου δε στην ανάπτυξη συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας. Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ορίζονται οι ενεργειακές πηγές (ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος, η βιομάζα, γεωθερμία), οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων. Οι μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που είναι σήμερα τεχνικοοικονομικά εκμεταλλεύσιμες είναι οι ακόλουθες:

I. Η φωτοβολταϊκή ηλεκτρική ενέργεια



Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται συνηθέστερα μέσω φωτοβολταϊκών γεννητριών που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια ή με την συγκέντρωση των ηλιακών ακτινών μέσω ηλιακών συλλεκτών για την επίτευξη υψηλών θερμοκρασιών και τελικά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

II. Βιομάζα



Είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης. Η καύση αποτελεί, ουσιαστικά, ουδέτερη διαδικασία από την άποψη του φαινομένου του θερμοκηπίου, αρκεί να μη διαταράσσεται η λεπτή ισορροπία στο φυσικό περιβάλλον. Στην Ελλάδα τέτοιες μονάδες είναι εγκατεστημένες στη Θεσσαλονίκη, Ηράκλειο, Χανιά και Ψυτάλλεια Αττικής με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 8000 KW.

III. Αιολική Ενέργεια



Αξιοποιείται μέσω των ανεμογεννητριών που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια και σε ηλεκτρική ενέργεια. Παγκοσμίως

εγκαταστημένη ονομαστική ισχύς ανεμογεννητριών από 7,6 GW, το 1997, έφτασε τα 120,8 GW το 2008. Στα τέλη του 2011 η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανερχόταν στα 238 GW περίπου, μια άνοδος κατά 180 GW από το 2000. Περίπου 41 GW προστέθηκαν το 2011 μόνο.

Κατά τα τελευταία δύο χρόνια, παρατηρείται σημαντική μετατόπιση της καινοτομίας από την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική προς την Ασία, η οποία έχει αναδειχθεί πλέον ο παγκόσμιος ηγέτης όσον αφορά την εγκατάσταση νέου δυναμικού αιολικής ενέργειας.

Το 2011 η Κίνα εγκατέστησε 18 GW αιολικής ενέργειας, φέρνοντας το σύνολο εγκατεστημένης ισχύος στα 63 GW, που αντιπροσωπεύει το 26,4% της παγκόσμιας αιολικής ενέργειας. Την ίδια περίοδο οι ΗΠΑ εγκατέστησαν 6,8 GW αιολικής ενέργειας, ανεβάζοντας το συνολικό δυναμικό στα 47 GW που αντιπροσωπεύει το 19,7% της παγκόσμιας αγοράς. Η Ινδία έρχεται τρίτη σε νέες εγκαταστάσεις, με 3 GW, αλλά κατατάσσεται πέμπτη με 16 GW συνολικής ισχύος (6,7% της παγκόσμιας αιολικής ενέργειας).

Η ΕΕ στο σύνολό της εγκατέστησε 9,6 GW αιολικής ενέργειας το 2011, ανεβάζοντας τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε 94 GW. Αυτό είναι λίγο πάνω από το 6% του δυναμικού ηλεκτροπαραγωγής της ΕΕ. Αν και η ΕΕ παραμένει ακόμη η μεγαλύτερη αγορά αιολικής ενέργειας, οι προκλητικοί ρυθμοί ανάπτυξης της Κίνας αναμένεται να την καταστήσουν πολύ σύντομα ηγέτη σε αυτή τη μορφή ενέργειας. Η κινεζική κυβέρνηση έχει θέσει ετήσιο στόχο εγκατάστασης τα 15GW αιολικής ενέργειας, με σκοπό το 2020 το συνολικό δυναμικό της χώρας να ανέρχεται στα 200 GW, ικανά να παράγουν 400TWh ηλεκτρικής ενέργειας.

IV. Γεωθερμική Ενέργεια



Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m²

β) Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια 12×10⁶ kWh/yr.

Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).

Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 μ). Σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση.

Από αυτό το δυναμικό, μικρό μόνο μέρος (περίπου τα 3/20) χρησιμοποιείται σήμερα για θέρμανση χώρων, λουτροθεραπεία, θέρμανση θερμοκηπίων και ιχθυοκαλλιέργειες. Η εγκατεστημένη θερμική ισχύς της Ελλάδας το 2005 ανήλθε σε 74,8 MWth.

Η πρώτη βιομηχανική εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε στο Λαρνταρέλλο (Lardarello) της Ιταλίας, όπου από τα μέσα του 18ου αιώνα χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός ατμός για να εξατμίσει τα νερά που περιείχαν βορικό οξύ αλλά και να θερμάνει διάφορα κτήρια. Το 1904 έγινε στο ίδιο μέρος η πρώτη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τη γεωθερμία (σήμερα παράγονται εκεί 2,5 δισ. KWh/έτος). Σπουδαία είναι η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας από την Ισλανδία, όπου καλύπτεται πολύ μεγάλο μέρος των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση.

Κατά το 2005, 72 χώρες έχουν αναπτύξει γεωθερμικές εφαρμογές χαμηλής-μέσης θερμοκρασίας, κάτι που δηλώνει σημαντική πρόοδο σε σχέση με το 1995, όταν είχαν αναφερθεί εφαρμογές μόνο σε 28 χώρες. Η εγκατεστημένη θερμική ισχύς γεωθερμικών μονάδων μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας ανήλθε το 2007 στα 28268 MWth, παρουσιάζοντας αύξηση 75% σε σχέση με το 2000, με μέση ετήσια αύξηση 12%. Αντίστοιχα, η χρήση

ενέργειας αυξήθηκε κατά 43% σε σχέση με το 2000 και ανήλθε στα 273.372 TJ (75.940 GWh/έτος)

V. Υδατόπτωση



Η υδατόπτωση κινεί υδροστροβίλους, που με τη σειρά τους θέτουν σε κίνηση ηλεκτρογεννήτριες. Η δημιουργία τεχνητών λιμνών με φράγματα έχει περιορισμένη εφαρμογή λόγω των απαιτούμενων ειδικών εδαφικών χαρακτηριστικών. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις η κατασκευή ενός φράγματος, παρότι η περιοχή καλύπτει τα τεχνικά κριτήρια, μπορεί να προκαλέσει σημαντική οικολογική καταστροφή και ενδεχομένως μετακίνηση πληθυσμού, λόγω της κατάκλισης με νερό εκτεταμένων εύφορων και με ιδιαίτερη φυσική ομορφιά περιοχών. Η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας καλύπτει, περίπου, το 7% της παγκόσμιας ενεργειακής παραγωγής.

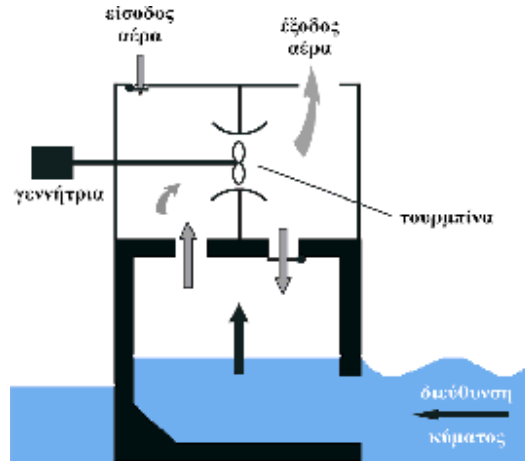
VI. Ενέργεια ωκεανών - κυμάτων

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- α) από τα κύματα
- β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού
- δ) Ενέργεια των θαλάσσιων ρευμάτων

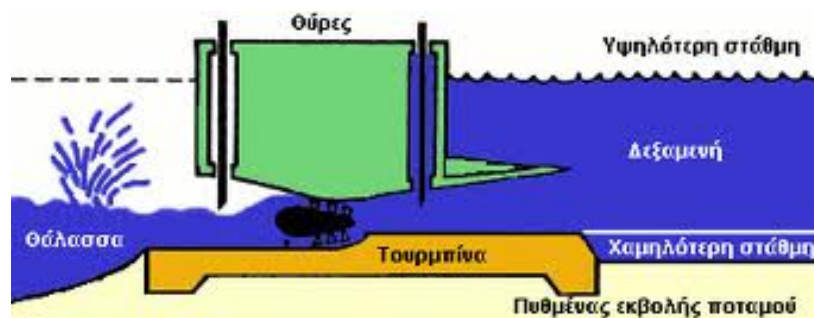
α) **Η κινητική ενέργεια** των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα πιο κάτω. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η

παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κλπ.



β) **Η παλίρροια** έχει περίοδο 12 ώρες και 20 λεπτά και ρέει με ταχύτητα 8.2 πόδια/sec, με μια διακοπή ανάμεσα στην πλημμυρίδα και την άμπωτη αποτελεί μορφή έμμεσης ηλιακής ενέργειας. **Παλιρροϊκοί Στρόβιλοι** Οι παλίρροιες οφείλονται σε δυνάμεις που δημιουργούνται στις υδάτινες μάζες από το πεδίο βαρύτητας, καθώς και από την περιστροφή της γης

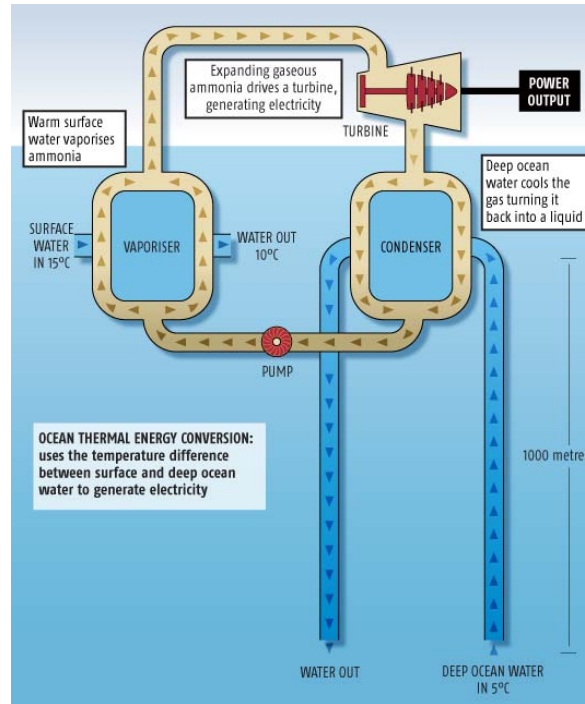
Σήμερα, αν και το ενδιαφέρον γι' αυτή τη μορφή ενέργειας είναι ιδιαίτερα έντονο, το κόστος των εγκαταστάσεων παραμένει αρκετά υψηλό. Εντούτοις, μακροπρόθεσμα θεωρείται μια ενδιαφέρουσα επένδυση λόγω του χαμηλού κόστους λειτουργίας και συντήρησης τέτοιων εγκαταστάσεων.



γ) Η **θερμική ενέργεια των ωκεανών** μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C. Χρησιμοποιεί σε πρώτη φάση το θερμό επιφανειακό νερό για να ζεστάνει σε έναν ειδικό θάλαμο μια ποσότητα υγρού που έχει χαμηλό σημείο βρασμού, όπως η αμμωνία ή ένα μείγμα αμμωνίας και νερού.

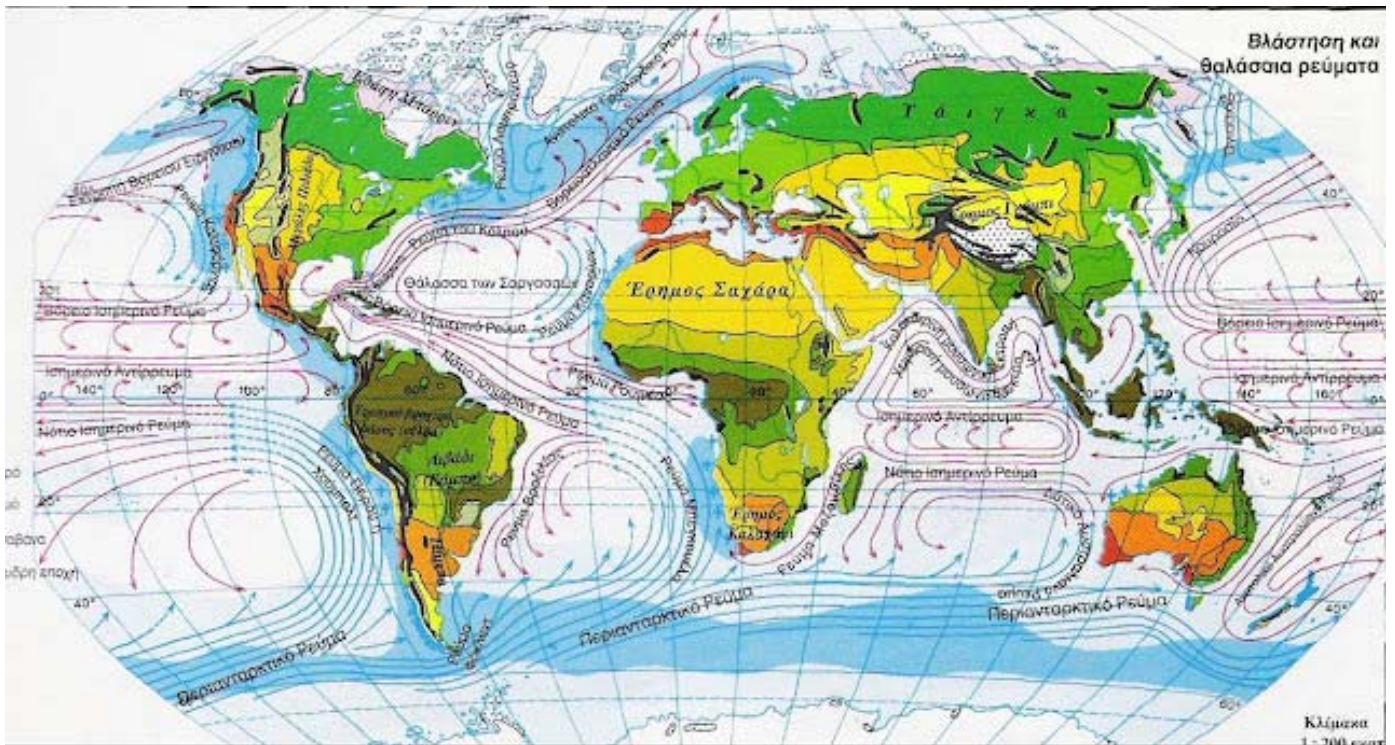
Όταν το μείγμα αυτό βράσει, το αέριο που απελευθερώνεται δημιουργεί αρκετή πίεση ώστε να οδηγήσει έναν αεριοστρόβιλο ο οποίος παράγει την

ενέργεια. Στη συνέχεια το αέριο αυτό παγώνει καθώς διέρχεται μέσα από το ψυχρό νερό του πυθμένα του ωκεανού, το οποίο αντλείται με τη βοήθεια ενός τεράστιου αγωγού από fiberglass που έχει μήκος τουλάχιστον 1.000 m και διάμετρο 27m. Ο αγωγός αυτός μάλιστα είναι σε θέση να ρουφά το παγωμένο νερό με ρυθμό 1.000 tn/s. Όταν το αέριο μετά την ψύξη του συμπυκνωθεί ξανά σε ρευστή μορφή για να επαναχρησιμοποιηθεί (ως μείγμα αμμωνίας- νερού), τότε το ψυχρό νερό διοχετεύεται πάλι στα βάθη του ωκεανού.



δ) Τα **θαλάσσια ρεύματα** αποτελούν ένα τεράστιο ενεργειακό δυναμικό, το οποίο όμως για να αξιοποιηθεί απαιτεί εξελιγμένη τεχνολογία, έρευνα και μελέτη. Προς το παρόν έχουν εκπονηθεί πειραματικά σχέδια για την εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας με την τοποθέτηση γιγαντιαίων, χαμηλής ταχύτητας τουρμπίνων.





§ 1.4 - Πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα έξης:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών και σε μικρή κλίμακα εφαρμογών ή

σε μεγάλη κλίμακα, αντίστοιχα, έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας.

- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο έλξης για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

§ 1.5 – Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Μηδενική ρύπανση, αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές και δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες είναι μερικά μόνο από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η αξιοποίηση του ηλιακού ηλεκτρισμού, δηλαδή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) που τιθασεύουν την ηλιακή ακτινοβολία. Ακόμα, επειδή δεν χρειάζονται διαρκή παρακολούθηση, έχουν πολύ μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

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 παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Επιπλέον, ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματά τους είναι ότι μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα χωρίς την παρουσία κάποιου χειριστή.

Το όφελος για το περιβάλλον είναι σημαντικό, ιδίως αν αναλογιστεί κανείς ότι κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που προμηθευόμαστε από το δίκτυο της ΑΗΚ (Αρχη Ηλεκτρισμού Κυπρου) παράγεται από συμβατικά καύσιμα και επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστο κιλό διοξείδιο του άνθρακα. Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κλπ). Λειτουργούν χωρίς προβλήματα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και κάτω από εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες :

- Ανέμων
- Χαλαζιού
- Αλμυρότητας
- Σκόνης
- Ατμοσφαιρικής μόλυνσης

Το ηλιακό κύτταρο δεν αλλοιώνεται κατά την διάρκεια της λειτουργίας του και έχει επίσης μεγάλη διάρκεια ζωής. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι λειτουργικά καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα της ισχύος τους και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές). Η βαθμιαία ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών σταθμών 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 φωτοβολταϊκούς σταθμούς 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 φωτοβολταϊκοί σταθμοί 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 ανέρχονται περίπου σε 10% κατά μέσο όρο).

Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία δεκάδες εκατομμύρια ευρώ. Δίνονται

§ 1.6 – Ανάπτυξη ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αναλάβει έναν πρωτοποριακό ρόλο στην προσπάθεια άμβλυνσης της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο και έχει ασκήσει μεγάλη πίεση για την υιοθέτηση συγκεκριμένων και φιλόδοξων στόχων. Ήδη, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο έχει θέσει τη νέα Ευρωπαϊκή στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη (το λεγόμενο “πακέτο 20-20-20” που σημαίνει παραγωγή του

20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 20% μείωση των ρύπων και 20% εξοικονόμηση ενέργειας) έως το έτος 2020 για την Ευρώπη.

Το μεταβαλλόμενο οικονομικό κλίμα σαφώς επηρεάζει και αυτό την ανάπτυξη των νέων έργων ΑΠΕ. Μία πτυχή είναι το αυξανόμενο κόστος κεφαλαίου γενικά. Μια άλλη πτυχή είναι ο αυξημένος κίνδυνος που προκύπτει από τις αλλαγές στα καθεστώτα στήριξης από τα κράτη μέλη. Η προγραμματισμένη δημοσίευση κατευθυντήριων γραμμών από την Επιτροπή σχετικά με τα καθεστώτα στήριξης και οι μεταρρυθμίσεις έχουν σκοπό να διασφαλίσουν ότι η στήριξη αυτή θα είναι οικονομικά αποδοτική και θα συμβάλει στην ενσωμάτωση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην αγορά ενέργειας. Τα αποτελέσματα της υπό εξέλιξη συζήτησης σχετικά με το ενεργειακό πλαίσιο και το κλίμα για το 2030, στην οποία συμβάλλει η παρούσα έκθεση προόδου, και η πρόταση της Επιτροπής για την αναθεώρηση των οδηγιών για τις ΑΠΕ και για την ποιότητα των καυσίμων με σκοπό τη βελτίωση των κινήτρων για προηγμένα βιοκαύσιμα αντί των βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς αποτελούν επίσης στοιχεία που θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο τα επόμενα χρόνια έως το 2020 και πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την διερεύνηση της συμμόρφωσης με την πορεία κατά τα έτη 2011/2012.

Η Επιτροπή θα εξακολουθήσει να εξετάζει την εφαρμογή της οδηγίας από τα κράτη μέλη και να λαμβάνει νομικά μέτρα όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο. Η Επιτροπή έχει ήδη κινήσει τις διαδικασίες επί παραβάσει κατά πολλών κρατών που δεν μετέφεραν την οδηγία στην εθνική τους νομοθεσία¹, ενώ θα ακολουθήσουν και άλλες παραβάσεις σε περίπτωση ελλιπούς εφαρμογής. Συμμορφούμενη με τις υποχρεώσεις της βάσει της οδηγίας για τις ΑΠΕ, η Επιτροπή αξιολόγησε επίσης την εφαρμογή, την αποτελεσματικότητα και τις επιπτώσεις του καθεστώτος για την αειφορία των βιοκαυσίμων και της πολιτικής για τα βιοκαύσιμα στην ΕΕ.

Μολονότι η εφαρμογή του καθεστώτος για την αειφορία των βιοκαυσίμων από τα κράτη μέλη είναι πολύ αργή, οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της κατανάλωσης βιοκαυσίμων δεν φαίνεται να δικαιολογούν πρόσθετα ή ειδικά μέτρα άσκησης πολιτικής πέραν των προτάσεων που έχουν ήδη υποβληθεί. Επιπλέον, φαίνεται να είναι θετικές οι μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σύμφωνα με τις εκθέσεις των κρατών μελών (χωρίς να λαμβάνονται ακόμη υπόψη οι έμμεσες συνέπειες).

Στην ανακοίνωσή της τον Ιούνιο του 2012, η Επιτροπή δεσμεύτηκε να συμβάλει στην ενσωμάτωση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην

¹ Οι υποθέσεις εκκρεμοούν και έχουν αποσταλεί αιτιολογημένες γνώμες στην Αυστρία, στη Βουλγαρία, στην Ιρλανδία, στις Κάτω Χώρες, στην Κύπρο, στο Λουξεμβούργο, στην Ουγγαρία, στην Πολωνία, στη Σλοβενία, στην Τσεχική Δημοκρατία και στη Φινλανδία. Σημειώνεται ότι ήδη η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει παραπέμψει την Κύπρο στο δικαστήριο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μη εναρμόνιση με την Ευρωπαϊκή Οδηγία, παρά τις επανειλημμένες προειδοποιήσεις και την απαιτούμενη αποστολή αιτιολογημένης γνώμης.

εσωτερική αγορά και να εξετάσει τα κίνητρα για την προώθηση των επενδύσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Προτίθεται επίσης να εκπονήσει έγγραφο κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με βέλτιστες πρακτικές όσον αφορά οικονομικώς συμφέροντα και συνεκτικά καθεστώτα στήριξης των ΑΠΕ, να παράσχει περαιτέρω καθοδήγηση για τη χρήση μηχανισμών συνεργασίας με σκοπό την επίτευξη των στόχων για τις ΑΠΕ με μικρότερο κόστος, καθώς επίσης να καταβάλει προσπάθειες για τη βελτίωση του ρυθμιστικού πλαισίου ενεργειακής συνεργασίας με τρίτες χώρες.

Όλα αυτά τα μέτρα προϋποθέτουν την αυστηρή και πλήρη εφαρμογή της οδηγίας για τις ΑΠΕ και την υλοποίηση των δεσμεύσεων που ανελήφθησαν βάσει των εθνικών σχεδίων δράσης για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Η πρόοδος ως προς τα στοιχεία αυτά πρέπει να διατηρηθεί. Επιπλέον, η στήριξη από το νέο πολυετές σχέδιο δημοσιονομικού πλαίσιο της ΕΕ για τις νέες ενεργειακές τεχνολογίες και υποδομές θα πρέπει να συμβάλει στη διασφάλιση της συνεχούς ανάπτυξης του τομέα των ΑΠΕ στην Ευρώπη. Με την πρόοδο αυτή, η ΕΕ μπορεί να αναμένει ότι ο κλάδος της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές θα ακμάσει, θα ωριμάσει και θα καταστεί ανταγωνιστικός σε παγκόσμιο επίπεδο έως το 2020 και μετέπειτα.

Στον πίνακα 1.6.1 δίνονται στοιχεία για την πρόοδο των κρατών μελών της Ε.Ε. για τις ΑΠΕ, σύμφωνα με τον εθνικό στόχο που έχουν θέσει.

Κράτος μέλος	Μερίδιο των ΑΠΕ για το 2005	Μερίδιο των ΑΠΕ για το 2010	1 ^{ος} ενδιάμεσος στόχος	Στόχος για τις ΑΠΕ έως το 2020
Αυστρία	23,3%	30,1%	25,4%	34%
Βέλγιο	2,2%	5,4%	4,4%	13%
Βουλγαρία	9,4%	13,8%	10,7%	16%
Κύπρος	2,9%	5,7%	4,9%	13%
Τσεχική Δημοκρατία	6,1%	9,4%	7,5%	13%
Γερμανία	5,8%	11,0%	8,2%	18%
Δανία	17%	22,2%	19,6%	30%
Εσθονία	18%	24,3%	19,4%	25%
Ελλάδα	6,9%	9,7%	9,1%	18%
Ισπανία	8,7%	13,8%	10,9%	20%
Φινλανδία	28,5%	33%	30,4%	38%
Γαλλία	10,3%	13,5%	12,8%	23%
Ουγγαρία	4,3%	8,8%	6,0%	13%
Ιρλανδία	3,1%	5,8%	5,7%	16%
Ιταλία	5,2%	10,4%	7,6%	17%
Λιθουανία	15%	19,7%	16,6%	23%

Λουξεμβούργο	0,9%	3%	2,9%	11%
Λετονία	32,6%	32,6%	34,0%	40%
Μάλτα	0%	0,4%	2,0%	10%
Κάτω Χώρες	2,4%	3,8%	4,7%	14%
Πολωνία	7,2%	9,5%	8,8%	15%
Πορτογαλία	20,5%	24,6%	22,6%	31%
Ρουμανία	17,8%	23,6%	19,0%	24%
Σουηδία	39,8%	49,1%	41,6%	49%
Σλοβενία	16,0%	19,9%	17,8%	25%
Σλοβακία	6,7%	9,8%	8,2%	14%
Ηνωμένο Βασίλειο	1,3%	3,3%	4,0%	15%
ΕΕ	8,5%	12,7%	10,7%	20%

Πίνακας 1.41 - Επισκόπηση της προόδου των κρατών μελών

Το αντικειμενικότερο μέτρο είναι να κριθούν τα κράτη μέλη βάσει του πρώτου ενδιάμεσου στόχου τους, που υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μεριδίων τους για τα έτη 2011/2012. Μολονότι η εν λόγω πρόοδος κατά μέσο όρο είναι γενικά καλή για το 2010, φαίνεται ότι δεν λαμβάνονται υπόψη οι πολιτικές και οικονομικές αβεβαιότητες που φαίνεται να αντιμετωπίζουν προς το παρόν οι παραγωγοί ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Πρόοδος προς τον αρχικό ενδιάμεσο στόχο:

- >2% πάνω από τον ενδιάμεσο στόχο
- <1% από ή <2% πάνω από τον ενδιάμεσο στόχο
- >1% κάτω από τον ενδιάμεσο στόχο.

§ 1.7 – Σχέδιο Δράσης για Ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Κύπρο.

Το σχέδιο Δράσης για την ανάπτυξη των ΑΠΕ (2010-2020) ετοιμάστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ και προβλέπει αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ στη τελική εγχώρια κατανάλωση ενέργειας ως εξής:

- 2011-2012 → 4,12%
- 2013-2014 → 5,97%
- 2015-2016 → 7,45%
- 2017-2018 → 9,47%
- 2019-2020 → 13%

Μέχρι το 2020 αναμένεται να εγκατασταθούν στη Κύπρο συστήματα Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ συνολικής δυναμικότητας 584 MW που θα περιλαμβάνουν:

- Αιολικά πάρκα 300 MW
- Εμπορικά φωτοβολταϊκά 192 MW
- Μονάδες βιομάζας / βιοαερίου 17 MW
- Ηλιοθερμικό σταθμό 75 MW

Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση (υποβλήθηκε στην Ε.Ε το 2007 σύμφωνα με τις πρόνοιες της Οδηγίας 2006/32/ΕΚ) και καθορίζει τον εθνικό ενδεικτικό στόχο για εξοικονόμηση ενέργειας:

Τελικός στόχος 2008-2016 : Εξοικονόμηση ενέργειας 10% σε σχέση με τη μέση τελική κατανάλωση ενέργειας των ετών 2001-2005 (185,000 ΤΙΠ)

Ενδιάμεσος στόχος 2008-2010 : Εξοικονόμηση ενέργειας 3% σε σχέση με τη μέση τελική κατανάλωση ενέργειας των ετών 2001-2005 (60,000 ΤΙΠ)

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η Κυπριακή Δημοκρατία δεν μετέφερε ακόμα στην εθνική της νομοθεσία την ευρωπαϊκή οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ενδέχεται να επιβληθεί στην Κύπρο ημερήσια χρηματική ποινή ύψους €11,500. Η συγκεκριμένη οδηγία ψηφίστηκε το 2009 από το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο ενώ στην Κύπρο ακόμη δεν κατατέθηκε το σχετικό εναρμονιστικό νομοσχέδιο στη βουλή.

Αλλά, παρόλα αυτά όπως φαίνεται στο πιο κάτω πίνακα, παρά τις κωλυσιεργίες των πολιτικών αξιωματούχου και τις συνεχείς μειώσεις των χορηγιών, οι εγκαταστάσεις των φ/β συστημάτων τα τελευταία 2 χρόνια αυξήθηκαν κατακόρυφα φτάνοντας τα 30.5 MW έως το τέλος του 2013

Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος 1,5 MW

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ/ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ
ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΑΗΚ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ/ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ			ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ			ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΔΗΜΟΦΙΛΗ ΚΥΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΑ			ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ			ΕΥΝΟΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚW	ΕΥΝΟΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚWh
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚWh	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚWh	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚWh	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΚΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚWh		
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2005	-	-	-	38	155	65.949	-	-	-	-	-	-	155	65.949
ΕΥΝΟΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2006	-	-	-	133	578	322.311	-	-	-	-	-	-	578	322.311
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2007	1	250	37.279	196	843	632.959	-	-	-	-	-	-	1.093	970.238
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2008	8	3.310	7.808.894	321	1.586	1.636.867	-	-	-	-	-	-	1.093	9.445.561
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2009	8	3.555	19.849.839	489	2.695	2.908.511	-	-	-	-	-	-	4.896	22.758.150
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2010	10	7.214	24.801.956	592	4.821	4.585.741	55	743	253.704	1	82.000	31.370.230	94.778	61.011.631
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2011	11	7.964	39.712.314	740	8.571	9.155.028	57	758	1.076.699	3	133.500	114.251.094	159.793	164.195.135
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2012	12	8.764	37.834.158	982	15.616	18.645.096	57	758	1.181.581	5	146.700	185.049.124	171.838	242.509.869
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2013	12	8.764	3.499.822	1039	16.894	1.451.561	57	758	83.280	5	146.700	21.091.719	173.116	26.126.412
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013	12	8.764	3.053.738	1100	18.927	1.601.556	57	758	63.762	5	146.700	21.697.259	175.149	26.266.315
ΜΑΡΤΙΟΣ 2013	12	8.764	3.198.256	1190	20.744	2.347.151	57	758	102.447	5	146.700	25.692.331	176.966	31.240.185
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013	12	8.764	2.868.877	1294	23.311	2.895.807	57	758	99.581	5	146.700	18.800.094	179.533	24.643.159
ΜΑΙΟΣ 2013	12	8.764	3.083.595	1384	24.939	4.591.192	57	758	135.344	5	146.700	15.267.260	181.161	23.077.391
ΙΟΥΝΙΟΣ 2013	13	9.714	2.212.544	1489	26.447	4.359.019	57	758	89.182	5	146.700	20.299.245	183.619	26.980.590
ΙΟΥΛΙΟΣ 2013	13	9.714	3.836.702	1583	27.859	4.170.965	57	758	132.444	5	146.700	17.809.650	185.031	25.949.791
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2013	13	9.714	2.567.763	1634	29.113	4.483.943	57	758	55.853	5	146.700	16.022.413	186.295	23.129.972
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013	13	9.714	2.522.132	1691	29.906	5.836.834	57	758	144.363	5	146.700	15.307.524	187.076	23.910.653
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013	13	9.714	2.854.019	1694	30.028	4.334.106	57	758	82.831	5	146.700	19.115.961	187.198	26.386.917
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2013	13	9.714	3.917.194	1707	30.497	4.706.333	57	758	121.650	5	146.700	13.685.930	187.669	21.514.107
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2013	13	9.714	32.714.642	1.707	30.497	49.751.727	57	758	1.110.737	5	146.700	204.548.386	187.669	279.125.492
ΕΥΝΟΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2005 - ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2013	13	9.714	162.558.682	1.707	30.497	79.003.999	57	758	3.622.721	5	146.700	535.218.834	187.669	789.404.236

Αξίζει να σημειωθεί ότι από τις αρχές του 2005 μέχρι το τέλος του 2011, δηλαδή μέσα σε διάστημα 6 ετών είχαν εγκατασταθεί φ/β συστήματα ισχύος 8,5 MW μόνο. Η αξιοπιστία της φ/β τεχνολογίας και το υψηλό ηλιακό δυναμικό της Κύπρου, σε συνδυασμό με την μείωση του κόστους αγοράς των φ/β πλαισίων, κέρδισε την εμπιστοσύνη των επενδυτών (μικρών και μεγάλων). Μόλις σε 2 χρόνια, από το 2011 μέχρι το 2013, εγκατασταθήκαν 22 MW φωτοβολταϊκών συστημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

§ 2.1 - Ηλιακή ακτινοβολία

Ο ήλιος είναι μια πύρινη σφαίρα με ακτίνα 700.000km, είναι δηλαδή 300 φορές βαρύτερος από τη γη. Από τον ήλιο ακτινοβολείται συνεχώς προς το διάστημα τεράστια ενέργεια, διαφόρων μηκών κύματος, αποτελούμενη από φως και θερμότητα. Η ισχύς της ενέργειας αυτής φθάνει τα εκατοντάδες χιλιάδες δισεκατομμύρια kW, οφείλεται στην πυρηνική διάσπαση του υδρογόνου, καθώς σε χρόνο ενός δευτερολέπτου 600 εκατομμύρια τόνοι του στοιχείου αυτού μετατρέπονται σε 596 εκατομμύρια τόνους ηλίου. Τα υπόλοιπα 4 εκατομμύρια μετατρέπονται στην ακτινοβολούμενη ενέργεια. Η καύση αυτή είναι τόσο ισχυρή, ώστε κάθε τετραγωνικό μέτρο του ήλιου να εκπέμπει 70.000 Hp. Για να παραχθεί ενέργεια σε τέτοια κλίμακα θα πρέπει να καίγεται κάθε δευτερόλεπτο 11 δισεκατομμύρια φορές η ετήσια παραγωγή της γης σε κάρβουνο.

Στη γη φτάνει μόλις το μισό του δισεκατομμυριοστού αυτής της ακτινοβολίας και επιπλέον η ιονόσφαιρα και ορισμένα τμήματα της ατμόσφαιρας απορροφούν ένα μέρος της. Το αποτέλεσμα είναι η ηλιακή ακτινοβολία να δρα ενεργητικά στη ζωή του πλανήτη, εκτός από κάποιες ανεπιθύμητες διαταραχές στις τηλεπικοινωνίες, στις κλιματολογικές συνθήκες και σε ορισμένους οργανισμούς. Έχει υπολογιστεί ότι από τα 4000Q (1Q = ενεργειακό ισοδύναμο με 25.000 τόνους πετρελαίου) της ηλιακής ενέργειας που φτάνει κάθε χρόνο στη γη, 1000 ανακλώνται στα εξωτερικά στρώματα της ατμόσφαιρας, 1000 απορροφούνται από την ατμόσφαιρα, ενώ τα υπόλοιπα θερμαίνουν την επιφάνεια της γης.

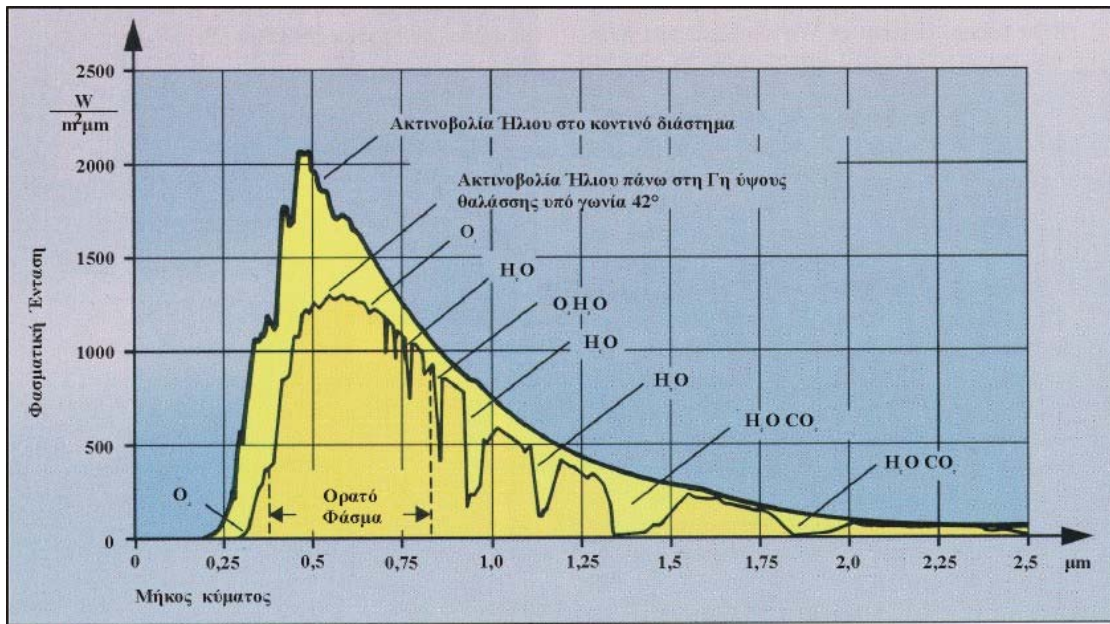
Ως ηλιακή σταθερά ορίζεται η ροή της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μία μοναδιαία επιφάνεια κάθετη στις ακτίνες του ήλιου στο όριο της ατμόσφαιρας:

- $I_{sc}' = 1367 \text{ W/m}^2$ (οι τιμές στην βιβλιογραφία κυμαίνονται από 1353 έως 1395 W/m^2)

Λόγω της μεταβολής της απόστασης ήλιου-γης κατά την διάρκεια του έτους χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση για τον υπολογισμό της διαχρονικής μεταβολής της ηλιακής σταθεράς:

$$I_{sc} = I_{sc}' \cdot \left(1 + 0.033 \cdot \cos\left(\frac{360 \cdot dn}{365}\right) \right)$$

Η μεταβολή της απόστασης ήλιου-γης προκαλεί μεταβολή της έντασης κατά $\pm 3\%$ και η δράση των ηλιακών κηλίδων κατά $\pm 2\%$. Το ποσοστό της ελάττωσης της ακτινοβολίας, εξαρτάται από το μήκος της διαδρομής μέσα στην ατμόσφαιρα και από την κατάσταση της τελευταίας (συννεφιά, αιωρούμενα σωματίδια). Η ελάττωση αυτή οφείλεται στη σκέδαση από τα μόρια του αέρα, τους υδρατμούς και της σκόνης και την απορρόφηση από το O_3 , το H_2O και το CO_2 . Η απορρόφηση δε γίνεται ομοιόμορφα, αλλά επιλεκτικά κατά ζώνες φάσματος.



Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας εκτός της ατμόσφαιρας ισοδυναμεί με την εκπομπή μελανός σώματος 5762°K. Το φάσμα αυτό είναι συνεχές από 200 περίπου nm μέχρι 3000 nm με αιχμή γύρω στα 4800 nm. Η ατμόσφαιρα δεν μειώνει μόνο την ποσότητα, αλλά αλλάζει και τη φασματική σύνθεση της ακτινοβολίας.

Το 99% της ηλιακής ενέργειας εμφανίζεται σε μήκος κύματος από 0.25 έως 4.0 μm Σύμφωνα με την κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας:

- Ορατό [λ : 0.39-0.77μm] περιέχει το 46.41% της ενέργειας
- Υπεριώδεις [$\lambda < 0.4\mu\text{m}$] περιέχει το 8.03% της ενέργειας
- Υπόλοιπο [$\lambda > 0.77\mu\text{m}$] περιέχει το 46.4% της ενέργειας

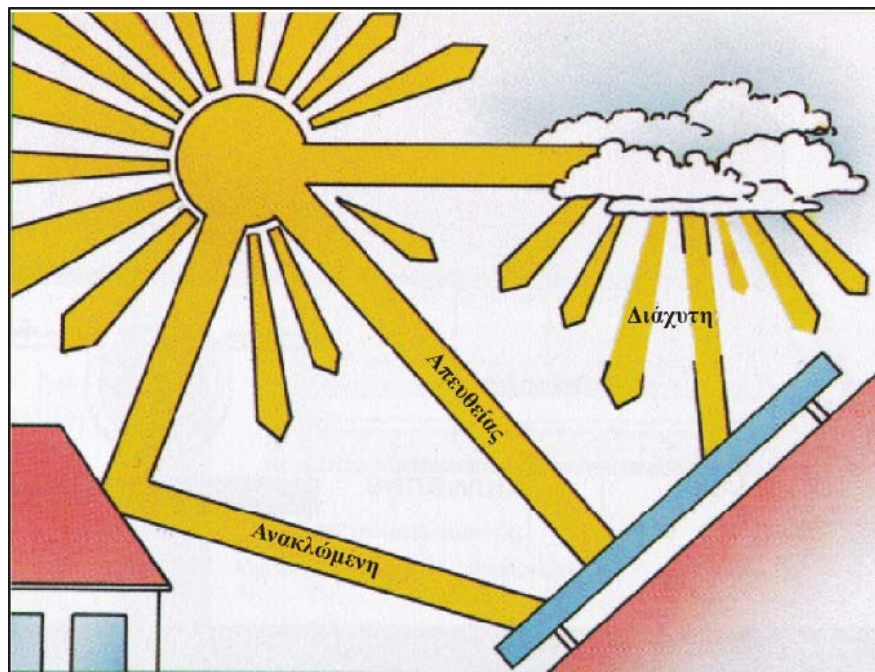
Το μεσημέρι μιας τυπικής μέρας, όταν δηλαδή ο ήλιος είναι στο ζενίθ, η ένταση της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο είναι 1kW/m², τα 20% με 25% του οποίου οφείλονται στη διάχυτη. Η ένταση δεν είναι σταθερή, αλλά λόγω της περιστροφής της γης παρουσιάζει μεγάλη χρονική διακύμανση αφενός μεταξύ της μέγιστης τιμής την ημέρα και της μηδενικής τη νύχτα και αφετέρου διακύμανση ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και την εποχή του έτους.

§ 2.2 - Μέτρηση και υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας

Τα όργανα μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας είναι το πυρανόμετρο και το πυρηλιόμετρο. Το πυρανόμετρο (ακρίβεια: ~1%) μετρά την ακτινοβολία με θερμοηλεκτρική στήλη ή με φωτοβολταϊκό στοιχείο που σκεπάζεται από

ημισφαίριο με γυάλινα τοιχώματα. Το πυρηλιόμετρο (ακρίβεια: από 0,2% έως 2%) μετρά την ακτινοβολία επίσης με θερμοηλεκτρική στήλη, που είναι τοποθετημένη στο κάτω μέρος ενός κυλίνδρου, του οποίου ο άξονας διατηρείται παράλληλος με τις ηλιακές ακτίνες με βοήθεια αστροστάτη. Με το όργανο αυτό μπορεί να μετρηθεί και η φασματική κατανομή της ακτινοβολίας. Ωστόσο το πυρηλιόμετρο είναι σημαντικά ακριβότερο από το πυρανόμετρο. Εκτός από τα δύο αυτά όργανα χρήσιμες πληροφορίες παρέχουν οι ηλιογράφοι, που μετρούν τη διάρκεια της ηλιοφάνειας με ακρίβεια της τάξης των 10 λεπτών της ώρας.

Παρακάτω θα συμβολίζουμε με G τις στιγμιαίες τιμές της ακτινοβολίας, με I τις ωριαίες τιμές και με H τις μέσες ημερήσιες τιμές για κάθε μήνα της ακτινοβολίας. Οι μέσες ημερήσιες τιμές για κάθε μήνα είναι επαρκείς για τις προσεγγιστικές μεθόδους υπολογισμού των ηλιακών εγκαταστάσεων. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια απαρτίζεται από τρεις συνιστώσες: την άμεση που έρχεται κατευθείαν από τον ήλιο, την διάχυτη που προέρχεται από τον θόλο της ατμόσφαιρας, εξαιτίας της σκέδασης της άμεσης από άτομα, μόρια και αιρούμενα σωματίδια και την ανακλώμενη, που προκαλείται από διάφορες κοντινές επιφάνειες, όταν η συλλεκτική επιφάνεια είναι κοντά σε κτίρια ή είναι κεκλιμένη, οπότε δέχεται ακτινοβολία από το έδαφος.



- Άμεση ηλιακή ακτινοβολία: είναι η ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνεται χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση στην ατμόσφαιρα.
- Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία: είναι η ηλιακή ακτινοβολία που έχει υποστεί σκέδαση στην ατμόσφαιρα.

- Ολική ηλιακή ακτινοβολία: είναι το άθροισμα της άμεσης και της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνεται σε μία επιφάνεια.
- Πυκνότητα ισχύος ακτινοβολίας (irradiance, W/m²): είναι ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια που ακτινοβολείται πέφτει σε μία επιφάνεια, ανά μονάδα επιφάνειας.
- Πυκνότητα ενέργειας ακτινοβολίας (irradiation, J/m²): είναι η προσπίπτουσα σε μία επιφάνεια ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας και υπολογίζεται με την ολοκλήρωση της πυκνότητας ισχύος σε κάποιο χρονικό διάστημα (1 ώρα, 1 μέρα)

Για τον υπολογισμό της φασματικής κατανομής της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η φασματική κατανομή της διαπερατότητας κάθε ατμοσφαιρικού συστατικού που συνεισφέρει στην μείωση της ακτινοβολίας. Έτσι η άμεση ηλιακή ακτινοβολία (υπό ανέφελο ουρανό) που προσπίπτει κάθετα σε ένα επίπεδο ισχύει:

$$I_{d\lambda} = I_{o\lambda} \cdot T_{r\lambda} \cdot T_{a\lambda} \cdot T_{w\lambda} \cdot T_{o\lambda} \cdot T_{u\lambda}$$

όπου:

$I_{d\lambda}$: η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του εδάφους.

$T_{r\lambda}$: η διαπερατότητα λόγω μοριακής σκέδασης.

$T_{a\lambda}$: η διαπερατότητα λόγω αεροσόλ.

$T_{w\lambda}$: η διαπερατότητα λόγω υδρατμών.

$T_{o\lambda}$: η διαπερατότητα λόγω όζοντος.

$T_{u\lambda}$: η διαπερατότητα λόγω των λοιπών ατμοσφαιρικών αερίων.

Η φασματική κατανομή της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει επί οριζόντιας επιφάνειας στο έδαφος είναι αποτέλεσμα των σκεδάσεων και ανακλάσεων που λαμβάνουν χώρα στην ατμόσφαιρα, σε σχέση πάντα με το μήκος κύματος (διαφορετικοί συντελεστές για διαφορετικά μήκη κύματος). Η φασματική κατανομή της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας (υπό ανέφελο ουρανό) υπολογίζεται ως συνάρτηση 3 όρων:

$$I_{df\lambda} = I_{dr\lambda} + I_{da\lambda} + I_{dm\lambda}$$

όπου:

$I_{dr\lambda}$: η διάχυτη ακτινοβολία μήκους λ που προήλθε μετά από μοριακή σκέδαση χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψιν φαινόμενα πολλαπλών ανακλάσεων

$I_{da\lambda}$: η διάχυτη ακτινοβολία μήκους λ λόγω σκέδασης σε αεροσόλ

$I_{dm\lambda}$: η διάχυτη ακτινοβολία μήκους λ λόγω πολλαπλών ανακλάσεων

Η φασματική κατανομή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος, σε οριζόντια επιφάνεια, υπό ανέφελο ουρανό, είναι δυνατόν να υπολογιστεί ως το άθροισμα της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας που φτάνει στο έδαφος:

$$I_{\lambda} = I_{d\lambda} \cdot \cos \theta_z + I_{df\lambda}$$

Σημαντική είναι η χρήση μοντέλων για τον υπολογισμό της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας όταν δεν υπάρχουν μετρήσεις για ένα τόπο. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις για την κατάσταση του ουρανού που απαιτούν δύο διαφορετικά μοντέλα:

- ❖ Καθαρός ουρανός
- ❖ Νεφοσκεπής ουρανός

Ο μέσος μηνιαίος δείκτης αιθριότητας $\langle K_T \rangle$ ορίζεται ως το πηλίκο της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας σε οριζόντια επιφάνεια προς την μέση μηνιαία ημερήσια ακτινοβολία στο όριο της ατμόσφαιρας:

$$\langle K_T \rangle = \langle H \rangle / \langle H_0 \rangle$$

Ο ημερήσιος δείκτης αιθριότητας ορίζεται με βάση τις ημερήσιες ακτινοβολίες:

$$K_T = H / H_0$$

Τέλος ο ωριαίος δείκτης αιθριότητας υπολογίζεται με βάση τις ωριαίες ακτινοβολίες:

$$k_T = I / I_0$$

Οι τιμές $\langle H \rangle$, H και I υπολογίζονται από τις μετρήσεις ενώ οι τιμές $\langle H_0 \rangle$, H_0 και I_0 σε οριζόντια επιφάνεια υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$H_0 = \frac{24 \cdot 3600 \cdot I_{sc}}{\pi} \left[1 + 0.33 \cdot \cos \left(\frac{360 \cdot n}{365} \right) \right] \cdot \left[\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + \frac{2 \cdot \pi \cdot \omega_s}{360} \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta \right]$$

$$I_0 = \frac{12 \cdot 3600 \cdot I_{sc}}{\pi} \left[1 + 0.33 \cdot \cos \left(\frac{360 \cdot n}{365} \right) \right] \cdot \left[\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot (\sin \omega_2 - \sin \omega_1) + \frac{2 \cdot \pi \cdot (\omega_2 - \omega_1)}{360} \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta \right]$$

όπου $I_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2$, n η Ιουλιανή ημέρα, φ το γεωγραφικό πλάτος, δ η απόκλιση, ω_s η ωριαία γωνία δύσης του ηλίου, ω_1 και ω_2 οι ωριαίες γωνίες στην αρχή και στο τέλος της ώρας.

Ο διαχωρισμός της ολικής ακτινοβολίας σε οριζόντια επιφάνεια σε άμεση και διάχυτη είναι ιδιαίτερα χρήσιμη διαδικασία. Έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι για τον διαχωρισμό της ολικής ακτινοβολίας. Εκείνη των Orgill and Hollands

χρησιμοποιεί την ωριαίο δείκτη αιθριότητας για υπολογισμούς σε ωριαίες τιμές της ακτινοβολίας:

$$\frac{I_d}{I} = 1 - 0.249 \cdot k_T [if : k_T < 0.35]$$

$$\frac{I_d}{I} = 1.557 - 1.84 \cdot k_T [if : 0.35 < k_T < 0.75]$$

$$\frac{I_d}{I} = 0.177 [if : k_T > 0.75]$$

Για τον υπολογισμό του κλάσματος της ημερήσιας διάχυτης ακτινοβολίας προτείνεται από τους Collares-Pereira and Rabl η χρήση του ημερισίου δείκτη αιθριότητας για τους υπολογισμούς:

$$\frac{H_d}{H} = 0.99 [if : K_T \leq 0.17]$$

$$\frac{H_d}{H} = 1.188 - 2.272K_T + 9.473K_T^2 - 21.865K_T^3 + 14.648K_T^4 [if : 0.17 < K_T \leq 0.75]$$

$$\frac{H_d}{H} = -0.54K_T + 0.632 [if : 0.75 < K_T < 0.8]$$

$$\frac{H_d}{H} = 0.2 [if : K_T \geq 0.8]$$

Για τον υπολογισμό του κλάσματος της μηνιαίας διάχυτης ακτινοβολίας προτείνεται από τους Collares-Pereira and Rabl η χρήση του μηνιαίου δείκτη αιθριότητας για τους υπολογισμούς:

$$\frac{\langle H_d \rangle}{\langle H \rangle} = 0.775 + 0.00653 \cdot (\omega_s - 90) - [0.505 + 0.00455 \cdot (\omega_s - 90)] \cdot \cos[115 \cdot \langle K_T \rangle - 103]$$

Στην περίπτωση όπου χρειάζεται να υπολογιστούν οι ωριαίες τιμές της ακτινοβολίας όταν υπάρχουν ημερήσια δεδομένα, είναι δυνατόν να υπολογιστεί το πηλίκο της ωριαίας ακτινοβολίας προς την ημερήσια από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{I}{H} = \frac{\pi}{24} (a + b \cdot \cos \omega) \cdot \frac{\cos \omega - \cos \omega_s}{\sin \omega_s - (2 \cdot \pi \cdot \omega_s / 360) \cdot \cos \omega_s}$$

$$a = 0.409 + 0.5016 \sin(\omega_s - 60) \quad b = 0.6609 - 0.4767 \sin(\omega_s - 60)$$

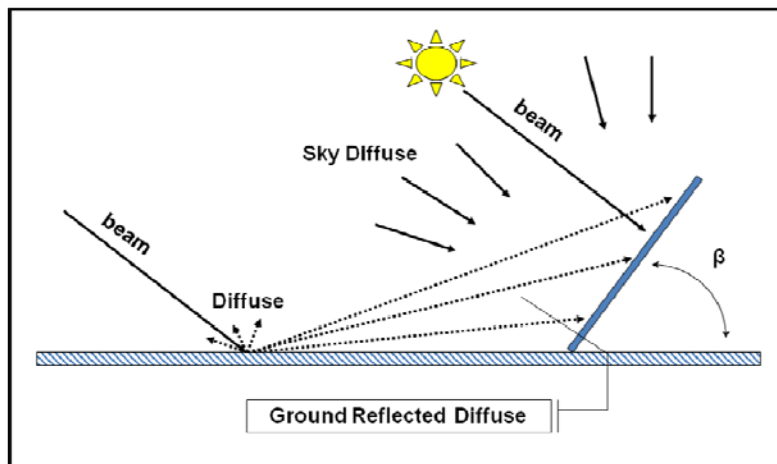
όπου ω η ωριαία γωνία για το μεσοδιάστημα της ώρας.

Στην περίπτωση της διάχυτης ακτινοβολίας, η συσχέτιση της ωριαίας διάχυτης προς την ημερήσια διάχυτη είναι δυνατόν να υπολογιστεί από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{I_d}{H_d} = -\frac{\pi}{24} \cdot \frac{\cos \omega - \cos \omega_s}{\sin \omega_s - (2 \cdot \pi \cdot \omega_s / 360) \cdot \cos \omega_s}$$

§ 2.3 - Υπολογισμός ακτινοβολίας σε κεκλιμένη επιφάνεια

Συχνά είναι αναγκαίο να υπολογιστεί η ακτινοβολία σε κεκλιμένη επιφάνεια (π.χ. ενός συλλεκτή)



Για τον υπολογισμό της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο έδαφος και προσπίπτει σε επιφάνειες κλίσης β και αζιμουθίου γ :

$$I_{b\beta\gamma} = I_b \cdot r_b$$

όπου I_b είναι η άμεση ακτινοβολία που προσπίπτει σε οριζόντιο επίπεδο και r_b είναι ο διορθωτικός παράγοντας που δίνεται από την σχέση:

$$r_b = \frac{\cos \theta_o}{\cos \theta_z}$$

όπου θ_z είναι η ζενίθια γωνία και θ_o είναι η γωνία πρόσπτωσης στην κεκλιμένη επιφάνεια και υπολογίζεται από την σχέση:

$$\begin{aligned} \cos \theta_o = & (\sin \varphi \cdot \cos \beta - \cos \varphi \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma) \cdot \sin \delta + \\ & + (\cos \varphi \cdot \cos \beta + \sin \varphi \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma) \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega + \\ & + \cos \delta \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma \cdot \sin \omega \end{aligned}$$

Για τον υπολογισμό του ημερήσιου αθροίσματος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας $H_{b\beta\gamma}$ που προσπίπτει σε επιφάνεια κλίσης β και αζιμουθίου γ έχουμε:

$$H_{b\beta\gamma} = H_b \cdot R_b$$

όπου H_b είναι το ημερήσιο άθροισμα της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο και R_b μία διορθωτική παράμετρος.

Για τον υπολογισμό της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο έδαφος και προσπίπτει σε επιφάνειες κλίσης β και αζιμουθίου γ έχουμε:

$$I_s = 0.5 \cdot I_d \cdot (1 + \cos \beta)$$

Το ημερήσιο άθροισμα της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνειες κλίσης β και αζιμουθίου γ έχουμε:

$$H_s = 0.5 \cdot H_d \cdot \cos(1 + \cos \beta)$$

όπου H_d το ημερήσιο άθροισμα της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε οριζόντια επιφάνεια

Για τον υπολογισμό της ανακλώμενης ακτινοβολίας από το έδαφος που προσπίπτει σε επιφάνειες κλίσης β έχουμε:

$$H_r = 0.5 \cdot H \cdot \rho_g \cdot (1 - \cos \beta)$$

όπου H το ημερήσιο άθροισμα της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας και ρ_g το albedo του εδάφους (ολοφασματικό).

Η ημερήσια τιμή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνειες κλίσης β και αζιμουθίου γ υπολογίζεται:

Άμεση

}

Διάχυτη

}

$$H_{\beta\gamma} = (H - H_d) \cdot R_b + H_r + H_s$$

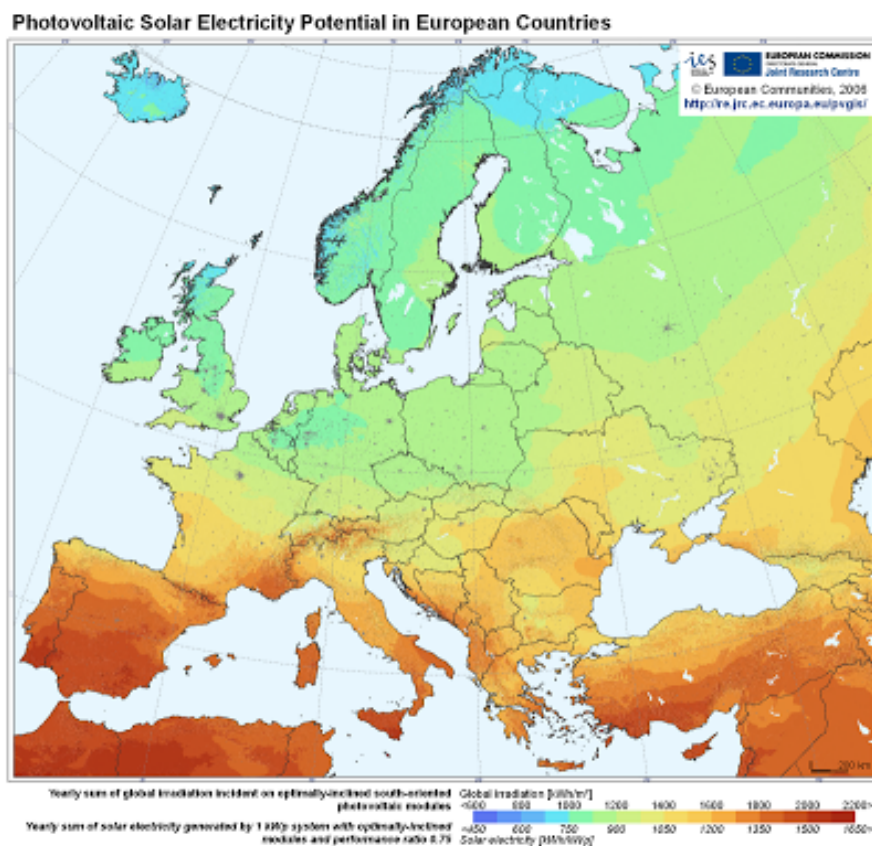
όπου H : ολική, H_d : διάχυτη σε οριζόντια, R_b : διορθωτική παράμετρος, H_r : ανακλώμενη, H_s : διάχυτη

§ 2.4 – Ηλιακό Δυναμικό της Κύπρου

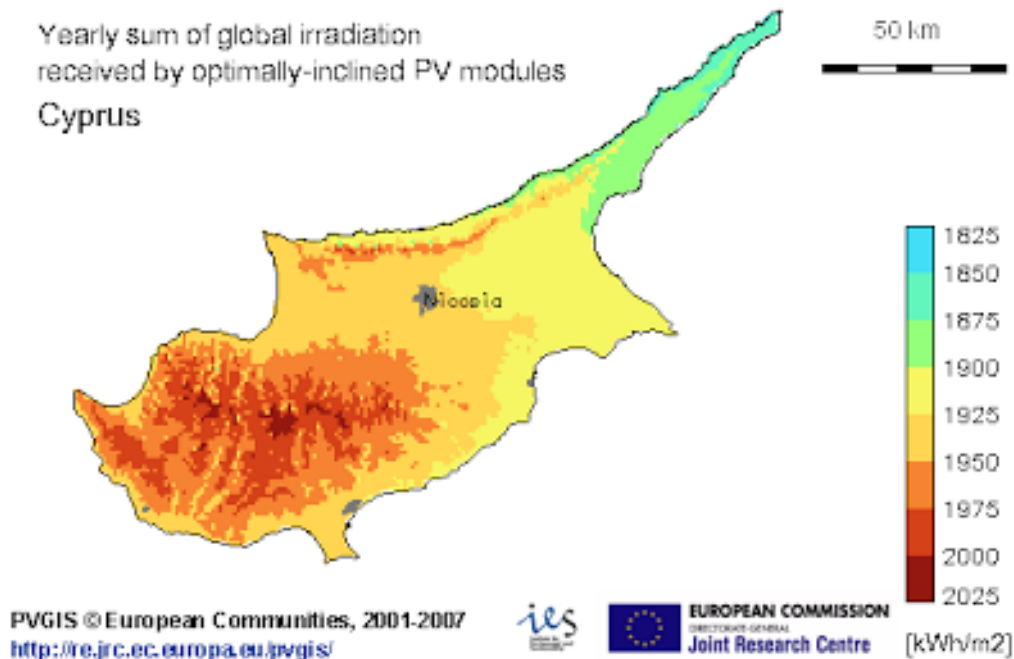
Η Κύπρος είναι από τις πιο πλούσιες χώρες της Ευρώπης σε ηλιοφάνεια. Σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όλες οι περιοχές της Κύπρου έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια, σχεδόν σε όλη την διάρκεια του έτους. Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο νησί είναι πολύ καλές με αποτέλεσμα να επικρατεί κατά το πλείστον ηλιόλουστος καιρός.

Στις πεδινές περιοχές ο μέσος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας για ολόκληρο τον χρόνο αγγίζει το 75% των ωρών που ο ήλιος είναι πάνω από τον ορίζοντα. Σε όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού η ηλιοφάνεια είναι κατά μέσο όρο 11.5 ώρες την ημέρα, ενώ στους μήνες Δεκέμβρη και Γενάρη που έχουν την πιο μεγάλη νέφωση η διάρκεια της ηλιοφάνειας ελαττώνεται μόνο στις 5.5 ώρες την ημέρα. Η μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια ηλιοφάνειας κυμαίνεται από 9,8 ώρες την μέρα το Δεκέμβρη σε 14,5 ώρες την μέρα τον Ιούνη.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, για το ηλιακό δυναμικό της Κύπρου, ισχύει πώς κάθε ένα κρυσταλλικό εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό σύστημα, ονομαστικής ισχύος 1kW, μπορεί να αποδώσει κατά μέσο όρο πάνω από 1500 kWh το χρόνο τα πρώτα 15 χρόνια τουλάχιστον.



Εικόνα 2.4.1 - Χάρτης Φωτοβολταϊκού Δυναμικού στην Ε.Ε



Εικόνα 2.4.2 - Χάρτης Φωτοβολταϊκού Δυναμικού στην Κύπρο

Η ομάδα Φωτοβολταϊκής Τεχνολογίας στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κύπρου είναι η ερευνητική ομάδα που ασχολείται εδώ και αρκετά χρόνια με θέματα γύρω από αυτή την τεχνολογία. Μετά την πρώτη επιτυχή εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Πάρκου στην Κύπρο, το οποίο έχει εγκατασταθεί στην Πανεπιστημιούπολη μέσω ενός ερευνητικού προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε πρόσφατα από το BMU (The German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Energy) της Γερμανίας, η ομάδα έχει εξασφαλίσει χρηματοδότηση από το 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο, το INTERREG, το Ίδρυμα Προώθησης Έρευνας, καθώς επίσης και από την βιομηχανία. Στόχος είναι η περαιτέρω επέκταση του πάρκου, που θα το κατατάσσει ανάμεσα στα καλύτερα εργαστήρια της Ευρώπης στο είδος του.

Το Φωτοβολταϊκό Πάρκο αποτελείται από 14 φωτοβολταϊκά συστήματα διαφορετικών τεχνολογιών, μέγιστης ισχύς 1kWp το καθένα, όλα ενωμένα με το δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού. Συγκεκριμένα, 12 από αυτά είναι ακίνητα και περιλαμβάνουν τις τεχνολογίες μονοκρυσταλλικού πυριτίου, πολυκρυσταλλικού πυριτίου, άμορφου πυριτίου, EFG and MAIN, Saturn Cell, Back Contact Cell, HIT, CdTe, CuInSe₂. Τα υπόλοιπα δύο συστήματα είναι συστήματα ανίχνευσης τροχιάς ήλιου (tracked system) και εστίασης (concentrator system). Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα δυνατό κράμα τεχνολογιών φωτοβολταϊκών συστημάτων, το οποίο καλύπτει το μέγιστο φάσμα των καινούριων τεχνολογιών φωτοβολταϊκών. Τα συστήματα πλαισιώνονται από διαγνωστικό εξοπλισμό για μέτρηση των λειτουργικών παραμέτρων των συστημάτων όπως τάση, ρεύμα και

ισχύ στην έξοδο, ολική ενέργεια στην έξοδο, απόδοση στοιχείου και απόδοση πλαισίου, αλλά και ηλιακά και ανεμολογικά δεδομένα όπως ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, θερμοκρασία αέρα, θερμοκρασία πλαισίων κ.τλ. Όλες αυτές οι πληροφορίες συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο σε βάση δεδομένων.

Από τα πρώτα αποτελέσματα, που σχετίζονται με την λήψη και ανάλυση δεδομένων λειτουργίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων και κλιματολογικών συνθηκών, φαίνεται καθαρά πως τα εγκατεστημένα συστήματα παρήγαν ανά μέσω όρο ενέργεια (ac) της τάξεως 1580 kWh/kWp κάτω από ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο των πλαισίων 1997 kWh/m², κατά την διάρκεια του πρώτου έτους της λειτουργίας τους στην Κύπρο. Κατά την διάρκεια του δευτέρου χρόνου λειτουργίας, η μέση παραγωγή ήταν 1609 kWh/kWp κάτω από ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο των πλαισίων 2050 kWh/m².

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

§ 3.1 – Εισαγωγή / Μειοδοτικός Διαγωνισμός

Η Κύπρος όπως και τα περισσότερα νησιά παρουσιάζει κάποια σημαντικά ενεργειακά προβλήματα. Η υψηλή εξάρτηση της από εισαγόμενες πηγές ενέργειας, σε συνδυασμό με την συνεχιζόμενη αύξηση της τιμής των πετρελαιοειδών και της ζήτησης σε ενέργεια, είναι οι κύριοι λόγοι δημιουργίας του ενεργειακού προβλήματος του νησιού. Συγκεκριμένα κατά την περίοδο 2000-2010 παρατηρήθηκε μέση ετήσια αύξηση της ζήτησης σε ενέργεια της τάξης του 6,1%. Το 2010 οι εισαγωγές πετρελαιοειδών αποτελούσαν το 19,7% των συνολικών εισαγωγών, κοστίζοντας στην Κυπριακή Δημοκρατία 1,3 δις. ευρώ. ενώ κατά την ίδια περίοδο η πρωτογενής κατανάλωση προϊόντων για την παραγωγή ενέργειας προερχόταν κατά 95,6% από πετρελαιοειδή.

Ακόμα, η Κύπρος λόγω της ιδιαίτερης γεωγραφικής της θέσης δεν έχει κάποια ενεργειακή σύνδεση με άλλες χώρες. Το ενεργειακό της σύστημα χαρακτηρίζεται απομονωμένο, εφόσον δεν είναι διασυνδεδεμένο με αγωγούς πετρελαίου, φυσικού αερίου ή δικτύων μεταφοράς ενέργειας όπως συμβαίνει με τις πλούστες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ενώ, οι διάφορες νομοθεσίες περί προστασίας και ανάδειξης του νησιωτικού περιβάλλοντος, τις περισσότερες φορές δρουν αποτρεπτικά στην ανάπτυξη πρωτοβουλιών στον τομέα των ενεργειακών επενδύσεων.

Η αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και οι διάφορες εποχιακές διακυμάνσεις αυτής, κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, συχνά φέρνει στο όριο του το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η υπερβολική ζήτηση σε συνδυασμό με την άσκοπη και αχρείαστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες οδηγούν σε “black out” το σύστημα παραγωγής με συχνές διακοπές ηλεκτρικού ρεύματος.

Στα είδη υπάρχοντα ενεργειακά προβλήματα, ήρθε να προστεθεί ένα ακόμη μεγαλύτερο. Η έκρηξη που σημειώθηκε στο Μαρί (11/07/2011) στοίχησε τις ζωές 13 ανθρώπων και έπληξε την οικονομία του νησιού. Η ενεργειακή υποδομή της χώρας καταστράφηκε, το 53% της συνολικής δυναμικότητας παραγωγής 793 MW, του ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού στο Βασιλικό τέθηκε εκτός λειτουργίας. Συνολικά η διαθέσιμη ικανότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας περιορίστηκε στα 1163 MW. Επιπλέον η κατάσταση αυτή είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του ΑΕΠ 2,4% σε ετήσια βάση, την μείωση των εργασιών στις επιχειρήσεις και την αύξηση της ανεργίας, την αύξηση των εξόδων της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) σε 130-190 εκατ. ευρώ και την κάλυψη τους από αυξήσεις στο ηλεκτρικό ρεύμα.

Τέλος βάση των όσων αναφέρθηκαν, της κατάστασης που επικρατεί μέχρι σήμερα, με τις συνεχιζόμενες διακοπές ρεύματος και με την οικονομία να μην έχει ακόμη ορθοποδήσει, η επίλυση του ενεργειακού προβλήματος είναι επιβεβλημένη. Η Κυπριακή Δημοκρατία αποφάσισε τη διεξαγωγή μειοδοτικού διαγωνισμού μέσω των ηλεκτρονικών δημοπρασιών για Φωτοβολταϊκά Πάρκα. Ο διαγωνισμός υλοποιήθηκε με την πρωτοβουλία της Υπηρεσίας Ενέργειας του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, στα πλαίσια των Σχεδίων Χορηγιών για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Η εν λόγω διαδικασία ξεκίνησε με έγκριση του Υπουργικού Συμβουλίου το 2012 και η υλοποίησή της ανατέθηκε στην Επιτροπή Διαχείρισης του Ειδικού Ταμείου, σε συνεργασία με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.

§ 3.2 – Αποτελέσματα Μειοδοτικού Διαγωνισμού.

Έχουν ολοκληρωθεί με επιτυχία απο το Γενικό Λογιστήριο της Δημοκρατίας, το οποίο είχε αναλάβει τη διεξαγωγή της διαδικασίας των ηλεκτρονικών δημοπρασιών, 4 ηλεκτρονικές δημοπρασίες με τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Ο συνολικός αριθμός συμμετεχόντων Αιτητών ανήλθε σε 121, οι οποίοι υπέβαλαν 2,150 τιμές (bids) κατά την διάρκεια των τεσσάρων δημοπρασιών.

Κατηγορία	Μέση αρχική τιμή σε €σεντ/KWh	Μέση τελική τιμή σε €σεντ/KWh	Ποσοστό εξοικονόμησης	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονό- μηση σε ευρώ
A μέχρι 1,5 MW	16,33	9,70	40,63%	€1,9 εκ.
B 1,5 - 3,0 MW	15,50	8,42	45,68%	€1,6 εκ.
Γ 3,0 - 5.0 MW	15,88	8,33	47,53%	€1 εκ.
Δ 5,0 - 10.0 MW	15,60	7,41	52,50%	€1,3 εκ.

Με την υλοποίηση των έργων θα εγκατασταθούν 50 MW φωτοβολταϊκών συστημάτων με αναμενόμενη ετήσια παραγωγή 80 GWh, τα οποία θα βοηθήσουν στην επίτευξη της επίτευξης του στόχου που τέθηκε για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, τη διαφοροποίηση του ενεργειακού ισοζυγίου και τη μείωση των αέριων ρύπων.

Προκαταρκτικός Κατάλογος Επιλογής

Κατηγορία Α

Συνολικά έργα που επιλέγονται 15
Συνολική τιμή πώλησης 9,43 – 9,9 σεντ/KWh

Κατηγορία Β

Συνολικά έργα που επιλέγονται 5
Συνολική τιμή πώλησης 7,81 – 8,98 σεντ/KWh

Κατηγορία Γ

Συνολικά έργα που επιλέγονται 2
Συνολική τιμή πώλησης 8,15 – 8,51 σεντ/KWh

Κατηγορία Δ

Συνολικά έργα που επιλέγονται 1
Συνολική τιμή πώλησης 7,41 σεντ/KWh

§ 3.3 - Βασικά Στοιχεία Έργου

Στον πιο κάτω πίνακα περιγράφονται τα βασικά στοιχεία του έργου.

1.	Όνομα Αιτητή	ATHINODOROU & POUILLAS INVESTMENTS & PROPERTIES LTD
2.	Όνομα Έργου:	ATHINODOROU 1,5 MW PV PARK
3.	Εγκατεστημένη Ισχύς:	1.500.000 Wp
4.	Ονομαστική Παραγωγή (στον πρώτο χρόνο λειτουργίας):	2,515 GWh
5.	Διεύθυνση του Έργου (Site):	ΕΠΑΡΧΙΑ : ΛΕΜΕΣΟΣ ΔΗΜΟΣ/ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ : ΠΙΣΣΟΥΡΙ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΑΝΩ ΠΑΙΔΙΑ, Φ/Σχ.: 52/61 ΤΕΜ.: 731, 733
6.	Τεχνολογία Φωτοβολταϊκών	Πολυκρυσταλλικό Πυρίτιο

Η επένδυση, εγκατάστασης 1,5 MW Φ/Β Πάρκου, αποφασίστηκε κατόπιν επιλογής του έργου μέσω τις διαδικασίας του μειοδοτικού διαγωνισμού. Η εταιρεία εξασφάλισε την ψηλότερη τιμή στον μειοδοτικό διαγωνισμό (9,9 €σεντ/ΚWh) η οποία θα είναι σταθερή για τα πρώτα 20 χρόνια της λειτουργίας του.

Η εταιρεία με την επένδυση αυτή πρόκειται να συμβάλλει, εκτός από τους επενδυτικούς στόχους, και:

1) Στην ικανοποίηση του εθνικού στόχου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας

2) Στην αξιοποίηση του τεράστιου και ανεκμετάλλευτου μέχρι σήμερα Ηλιακού Δυναμικού της χώρας.

3) Στην ικανοποίηση των υψηλών περιβαλλοντικών στόχων που τίθενται σύμφωνα με το Πρωτόκολλο Κιότο που υπογράφηκε τον Δεκέμβριο του 1997.

4) Στην καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα της Κύπρου κατά περίπου 1656 τόνους ετησίως (μέσος όρος για τα πρώτα 20 χρόνια), που αντιστοιχεί σε 376 στρέμματα δασούς που απορροφούν άνθρακα (βάσει της μελέτης με το λογισμικό RETScreen4)

5) Στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

6) Στην αύξηση των πολιτιστικών δραστηριοτήτων και του επιπέδου της οικολογικής εκπαίδευσης των μαθητών της περιοχής αφού δίνετε η δυνατότητα διοργάνωσης εκδρομών και σεμιναρίων οικολογίας στην Β' βάθμια εκπαίδευση.

7) Στην σύσταση τέλος μίας υπερσύγχρονης, βιώσιμης και οικολογικής επένδυσης με πρωτοποριακή τεχνολογία και με μεγάλη διάρκεια ζωής (έως 35 χρόνια τουλάχιστον)

§ 3.4 – Στοιχεία Εταιρείας.

Στον πιο κάτω πίνακα περιγράφονται τα βασικά στοιχεία της εταιρείας.

	Στοιχεία
Αιτητής:	ATHINODOROU & POULLAS INVESTMENTS & PROPERTIES LTD
Διευθυντές Εταιρείας:	(Πιστοποιητικό 3.4.1)
Δομή / Οργανόγραμμα: (περιγραφή της δομής που θα αναπτύξει το έργο)	(Γράφημα 3.4.2)
Εκτιμώμενο ποσό επένδυσης:	€ 1.600.000
Δάνεια - κεφάλαια:	€ 1.600.000 (Βεβαίωση 3.4.3 - δάνειο από συγγενική εταιρεία)

ΚΥΠΡΙΑΚΗ
REPUBLIC



ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
OF CYPRUS

HE 155562

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΟΥ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΟΡΟΥ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΕΠΙΣΗΜΟΥ ΠΑΡΑΛΗΠΤΗ
ΛΕΥΚΩΣΙΑ

3 Μαΐου, 2007

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

ATHINODOROU & ROULLAS INVESTMENTS & PROPERTIES LIMITED

Πιστοποιείται ότι, με βάση τα έγγραφα που μέχρι σήμερα τηρούνται στο Αρχείο Εφόρου Εταιρειών, οι Διευθυντές και ο Γραμματέας της πιο πάνω Εταιρείας είναι:

Διευθυντές

Χώρα Υπηκοότητας

ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΘΗΝΟΔΩΡΟΥ

Κύπρος

Βιομηχανική Περιοχή Ανατολικού, Πάφος, Κύπρος

ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

Κύπρος

Βιομηχανική Περιοχή Ανατολικού, Πάφος, Κύπρος

Γραμματέας

Χώρα Υπηκοότητας

ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

Κύπρος

Ελευθέριου Βενιζέλου, 42
Πάφος, Κύπρος

(Υπ.) Κ. ΑΡΓΥΡΟΥ

Για Έφορο Εταιρειών

Πιστοποιητικό 3.4.1 – [Πηγή: Τμήμα Έφορου Εταιριών Κύπρου]

ΟΡΓΑΝΟΓΡΑΜΜΑ



Γράφημα 3.4.2



Προς: Επιτροπή Διαχείρισης
Ειδικού Ταμείου Α.Π.Ε και ΕΞ.Ε

30 Αυγούστου 2012

ΒΕΒΑΙΩΣΗ

Βεβαιώνεται ότι η Athinodorou Beton Ltd (η «Εταιρεία») θα χρηματοδοτήσει την συγγενική της εταιρεία Athinodorou & Roullas Investments & Properties Ltd για τη κατασκευή και λειτουργία φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 1,5MW, σε περίπτωση που αυτή επιτύχει στο μειοδοτικό διαγωνισμό φωτοβολταϊκών συστημάτων που προκηρύσσει η Επιτροπή Διαχείρισης Ειδικού Ταμείου Α.Π.Ε και ΕΞ.Ε.

Επισυνάπτεται αντίγραφο με λεπτομέρειες του τραπεζικού λογαριασμού της Εταιρείας όπου δεικνύεται ότι η Εταιρεία διαθέτει την απαραίτητη ρευστότητα για να χρηματοδοτήσει την Athinodorou & Roullas Investments & Properties Ltd για τη κατασκευή και λειτουργία φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 1,5MW.

Για την Εταιρεία

Χρήστος Αθηνοδώρου
Γενικός Διευθυντής

Αθηνοδώρου Χρ. ο. τ. ο. ς.
Αθηνοδώρου



Handwritten initials 'KW' in a circle



ΔΡ. ΣΤΑΥΡΟΣ ΝΕΟΦΥΤΟΥ
ΚΟΙΝΟΤΑΡΧΗΣ ΓΕΡΟΣΚΗΠΟΥ
Τηλ: 26 913511

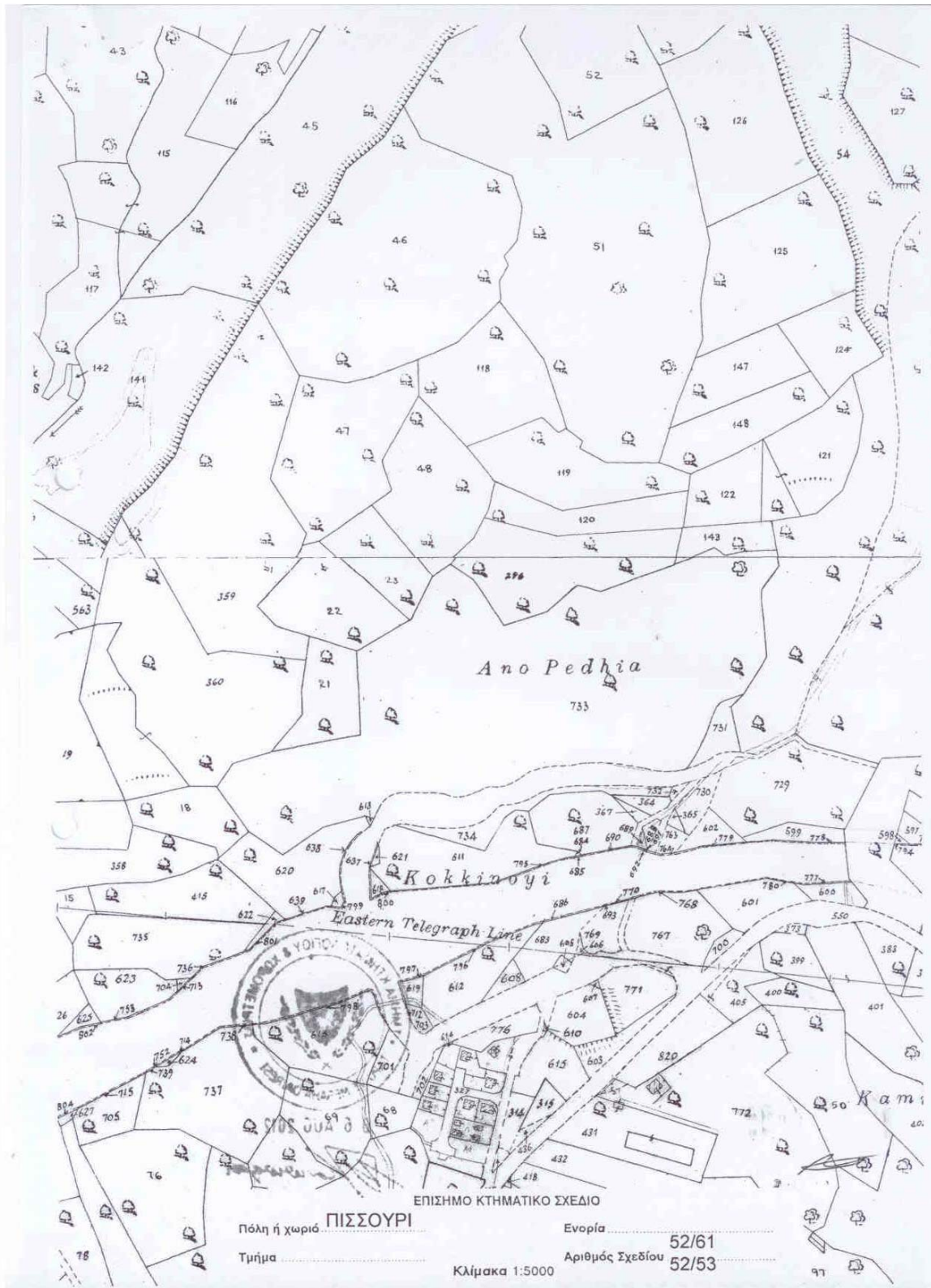
§ 3.5 - Στοιχεία θέσεως έργου.

Το έργο βρίσκεται στην Κύπρο, επαρχία Λεμεσού, κοινότητα Πισσουρίου, όπως παρουσιάζεται στο επίσημο τοπογραφικό της περιοχής στην Εικόνα 3.5.1 (τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1 : 5.000). Η πρόσβαση γίνεται μέσω υφιστάμενης εθνικής οδού στις παρυφές της θέσης εγκατάστασης του Φωτοβολταϊκού Πάρκου. Η προβλεπόμενη έκταση γης για την κατασκευή του έργου είναι περίπου 28 στρέμματα (δεκάρια), λαμβάνοντας υπόψη τα 6 μέτρα απόστασης από τα σύνορα μέχρι την περίφραξη και τον χώρο υποσταθμού της ΑΗΚ.


Τα τεμάχια 731 και 733 που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση του φ/β πάρκου έχουν έκταση 3.262 m² (εικόνα 3.5.2) και 107.840 m² (εικόνα 3.5.3) αντίστοιχα, όπου προφανώς δεν υφίσταται πρόβλημα χώρου. Στην αεροφωτογραφία (εικόνα 3.5.4), με χρήση GPS και λογισμικού της Google Earth, φαίνονται με κόκκινο χρώμα τα σύνορα του τεμαχίου 733 και με μπλε χρώμα τα σύνορα του τεμαχίου 731. Όπως φαίνεται και από την αεροφωτογραφία, το τεμάχιο 733 είναι ισοπεδωμένο σε αναβαθμίδες με υψομετρικές διαφορές 1-3 μέτρα.

Τα προτεινόμενα τεμάχια είναι ιδιοκτησία της εταιρείας και θα διαμορφωθούν κατάλληλα έτσι ώστε να έχει ένα υψόμετρο και να έχει μια ελαφριά κλίση, περίπου 2-3 %, για την αποστράγγιση των νερών της βροχής. Επίσης, περιμετρικά του γηπέδου θα σκαφτεί αυλάκι πλάτους 4 μέτρων, αφενός μεν για την αποστράγγιση των νερών της βροχής, αφετέρου δε για προστασία του πάρκου από πυρκαγιά λειτουργώντας σαν πυρίμαχη ζώνη.

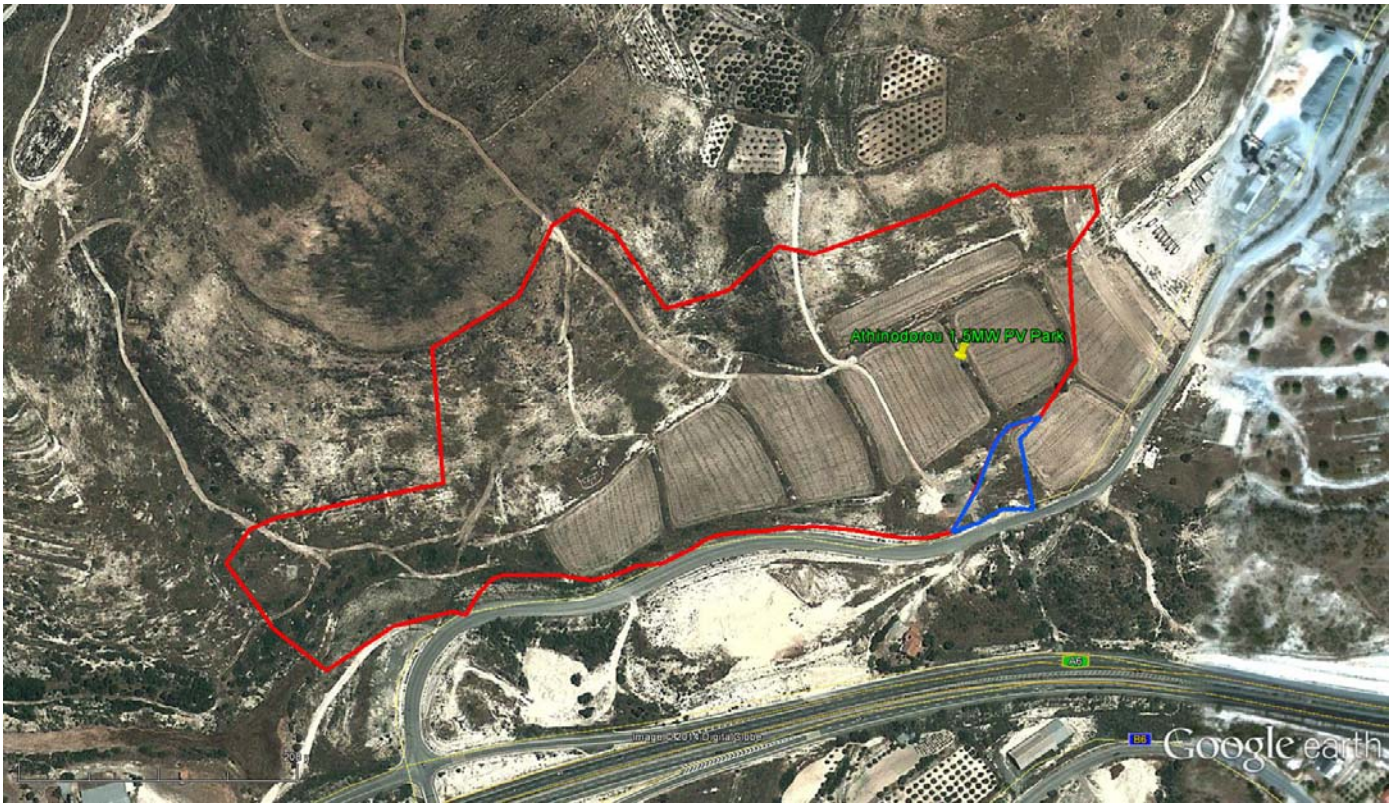
Το γήπεδο είναι εξαιρετικά ηλιόλουστο αφού κανένα βουνό η λόφος δεν το σκιάζει από την ανατολή έως την δύση του ηλίου. Από τα μετεωρολογικά στοιχεία τεκμηρίωσης ηλιακής ενέργειας, που έχουν συλλεχθεί (εικόνες 3.5.5 και 3.5.6), η περιοχή δεν έχει ιδιαίτερες σωρεύσεις νεφών, και έχει υψηλή ηλιοφάνεια, με συνεχείς ήπιους σχετικά ανέμους (4-5 m/s) που συνεισφέρουν στον δροσισμό της μονάδος, συμβάλλοντας έτσι σε καλύτερη απόδοση των φωτοβολταϊκών πανέλων, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.5.7



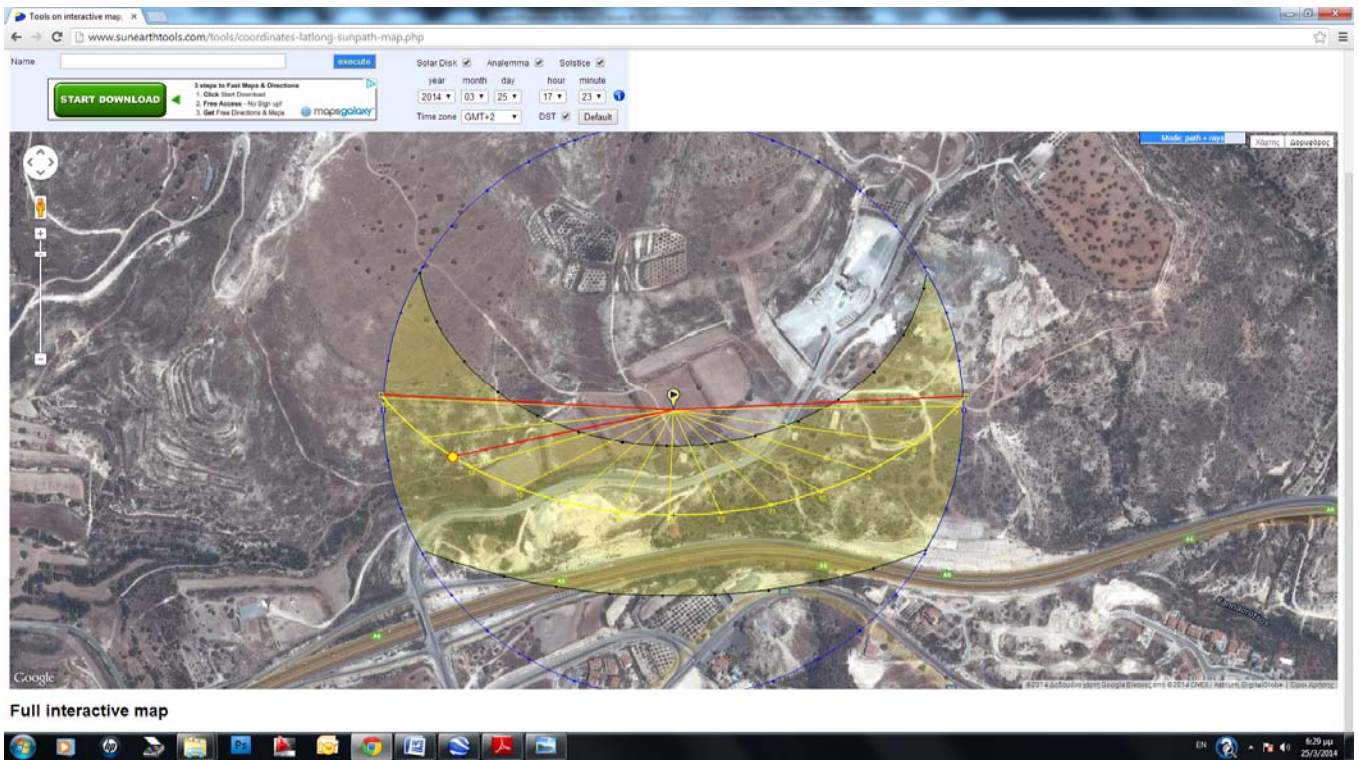
Εικόνα 3.5.1 - τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1 : 5.000. [Πηγή: Κτηματολόγιο Κύπρου].

Επαρχία :	<input type="text" value="5"/> ΛΕΜΕΣΟΣ	Αριθμός Εγγραφής 0/27027
Δήμος/Κοινότητα :	<input type="text" value="227"/> ΠΙΣΣΟΥΡΙ	
Ενορία :	<input type="text" value="00"/>	Αναφορά Κτηματικού Σχεδίου Φύλλο :52 Σχέδιο :61 Τμήμα :0 Τεμάχιο :733 Κλίμακα :1:5000
Τοποθεσία :	ΑΝΩ ΠΑΙΔΙΑ	
Διεύθυνση :		
Εκταση :	Δεκάρια :107 Τετρ. Μέτρα : 840	
Σύνορα :	Όπως φαίνονται στο επίσημο Κτηματικό σχέδιο	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ ΚΑΙ ΣΥΜΦΕΡΟΝ		
Διακριτικός Αριθμός	Όνομα και Διεύθυνση	Μερίδιο
155562/3/21	ATHINODOROU & ROULLAS INVESTMENTS & PROPERTIES LIMITED ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΖΩΝΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ 8103 ΠΑΦΟΣ	ΟΛΟ
Ημερομηνία Εγγραφής : 30/07/2007		Αριθμός φακέλου : 5/Π/4272/2007
<u>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΚΙΝΗΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ</u>		
ΧΩΡΑΦΙ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΕΝΔΡΑ		
Αγοραία Αξία σε τιμές 01/01/1980 : €29.100,00		Εκτιμημένη Αξία : €100,00
<u>ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ</u>		
<u>ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ / ΔΟΥΛΕΙΕΣ</u>		
Ημερομηνία Έκδοσης: 09/08/2007		
Για Διευθυντή Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας		

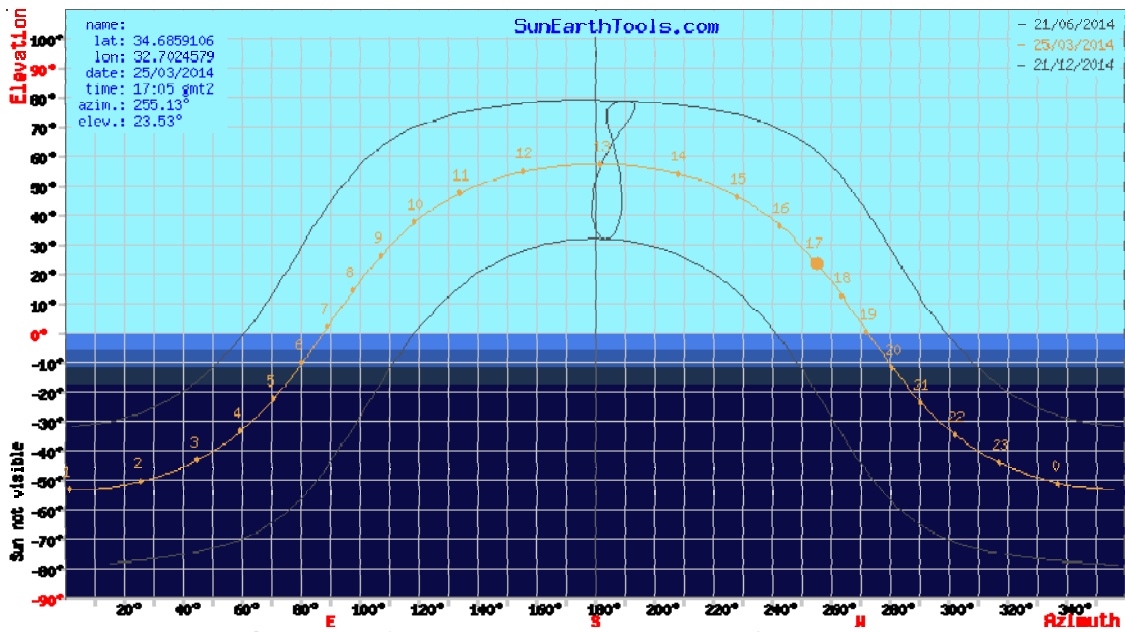
Εικόνα 3.5.3 - Τίτλος Ιδιοκτησίας Τεμ.: 733. [Πηγή: Κτηματολόγιο Κύπρου].



Εικόνα 3.5.4. Αεροφωτογραφία προτεινομένου χώρου εγκατάστασης [Πηγή: Google earth].



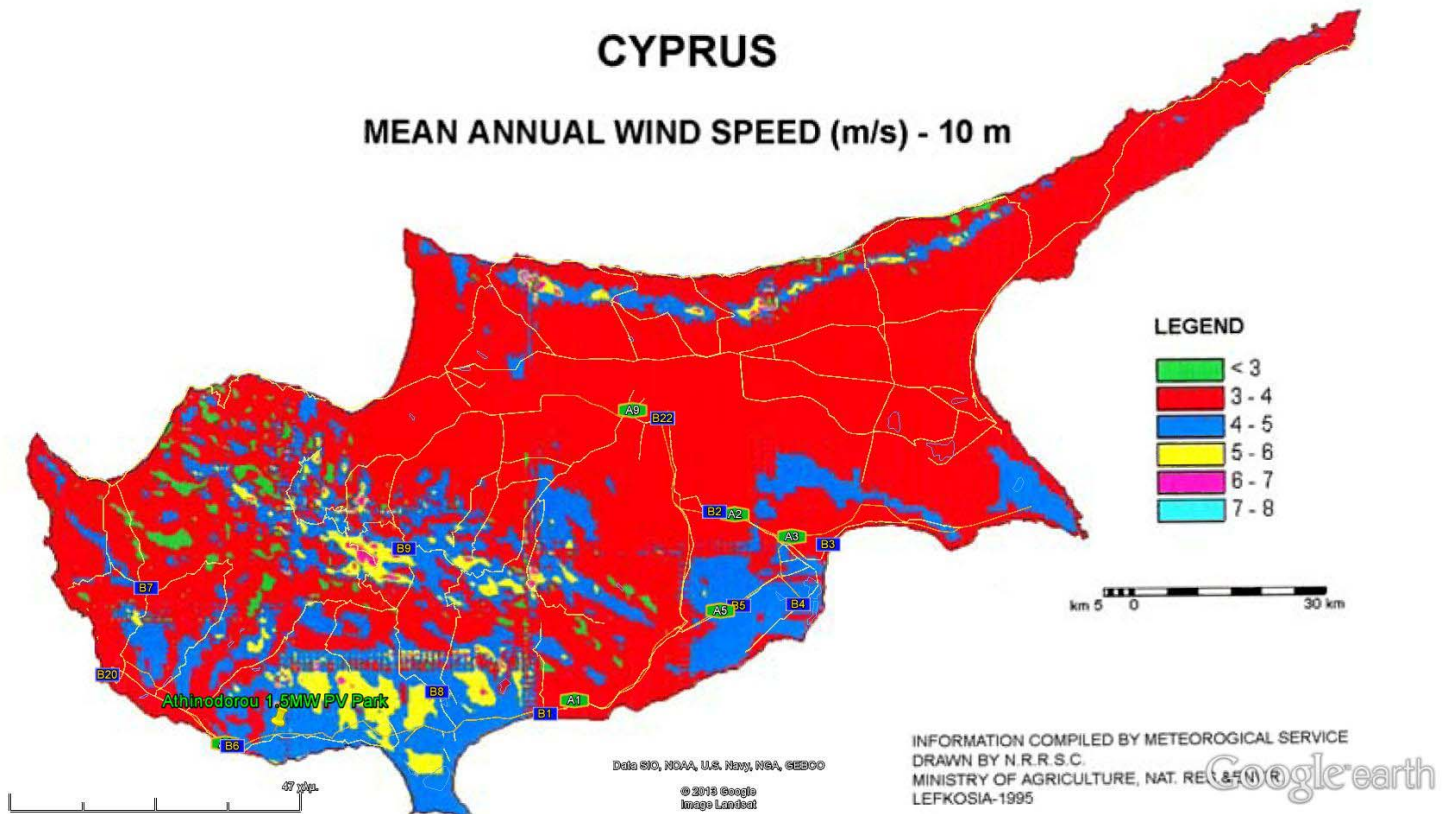
Εικόνα 3.5.5 - Διαδρομή και Ακτίνες του Ήλιου Συναρτήσεσι του γηπέδου αναφοράς [Πηγή: SunEarthTools]



Εικόνα 3.5.6 - Ορίζοντας της περιοχής. [Πηγή: SunEarthTools]

CYPRUS

MEAN ANNUAL WIND SPEED (m/s) - 10 m



Εικόνα 3.5.7 - Μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου στην Κύπρο [Πηγή: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου].

§ 3.6 – Πολεοδομικά Δεδομένα και Νομοθετικό Πλαίσιο.

Τα τεμάχια 731 και 733 βρίσκονται σε Γεωργική ζώνη Γ3, βορείως της κοινότητας Πισσουρίου σε απόσταση 100 – 150 μέτρα από τον αυτοκινητόδρομο Πάφου – Λεμεσού. Με βάση τα υπάρχοντα Πολεοδομικά Δεδομένα το εμβαδόν που απαιτείται για την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Πάρκων δεν συμπεριλαμβάνεται στον Συντελεστή Δόμησης. Αξίζει να σημειωθεί πως η ίδια η φύση της επένδυσης έχει την έννοια της προσωρινότητας καθώς το συμβόλαιο χρήσης έχει διάρκεια 20 χρόνια και η διάρκεια ζωής του έργου περί τα 35 χρόνια.

Όλες οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων πρέπει να συμμορφώνονται με τις πρόνοιες και διατάξεις των ακόλουθων νόμων και κανονισμών:

- I. Τον περί Πολεοδομίας και Χωροταξίας γενικό Διάταγμα Ανάπτυξης (ΚΔΠ896/2003)
- II. Την εντολή αρ. 2/2006 του Υπουργείου Εσωτερικών «Περί Χωροθέτησης Μονάδων Παραγωγής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας»
- III. Την εγκύκλιο 3/2008 του Υπουργείου Εσωτερικών «Περί Εγκαταστάσεων Φ/Β Συστημάτων σε σχέση με τις οποίες δεν απαιτείται η υποβολή αίτησης για εξασφάλιση πολεοδομικής άδειας».

Σύμφωνα με την ως άνω εντολή αρ. 2/2006 του Υπουργείου Εσωτερικών, τίθενται Πολεοδομικοί περιορισμοί για τις αυθύπαρκτες φ/β εγκαταστάσεις για την παραγωγή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι δυνατό να επιτραπούν σε κατάλληλη περιοχή, κατά την κρίση της Πολεοδομικής Αρχής, νοούμενου ότι πληρούνται τα έξης κριτήρια:

- Είναι εκτός ήδη καθορισμένου ορίου ανάπτυξης.
- Είναι εκτός της λωρίδας κατάληψης εγγεγραμμένου ή υπό εγγραφή δημοσίου ή δασικού δρόμου, δρόμου σχεδίου αναδασμού, μονοπατιού ή εγγεγραμμένου δικαιώματος διάβασης.
- Δεν εμπίπτουν σε αρχαιολογικό χώρο ή αρχαίο μνημείο.
- Δεν εμπίπτουν σε κρατικό δάσος.
- Δεν εμπίπτουν σε καθορισμένη Ακτή και Περιοχή Προστασίας της Φύσης, Γεωμόρφωμα, Προστατευόμενο Τοπίο, Περιοχή Προστασίας του Δικτύου Φύση 2000 και οποιαδήποτε άλλη καθορισμένη περιοχή προστασίας της φύσης.
- Έχουν την δυνατότητα σύνδεσης με το δίκτυο μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.

- Δεν επιβαρύνουν το μικροκλίμα στον στο περίγυρό τους και τις ανέσεις γειτονικών χρήσεων και αναπτύξεων (ανακλάσεις και αντικατοπτρισμοί, αύξηση της θερμότητας τοπικά και ούτω καθεξής).
- Ανάλογα με τη δυναμικότητα της εγκατάστασης, η Πολεοδομική Αρχή θα απαιτεί την αναγκαία απόσταση από τα όρια του τεμαχίου η οποία δεν θα είναι μικρότερη από τα 6 μέτρα.

Τα συγκεκριμένα τεμάχια πληρούν όλα τα ως άνω κριτήρια. Εφάπτονται δημοσίου δρόμου και υπάρχει κοντά δίκτυο της ΑΗΚ.

Η χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα γίνει με νότιο προσανατολισμό. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν πανω σε σταθερές βάσεις στηριξης οι οποίες θα στερεωνονται με το έδαφος με την μέθοδο της πασαλλόμπιξης. Έχει γίνει γεωλογική μελέτη του γηπέδου και το « pull out test » τα οποία δείχνουν ότι αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για το έδαφος σε αυτήν την περιοχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

§ 4.1 – Εισαγωγή / Γενικά Χαρακτηριστικά Φ/Β Πάρκου

Το προτεινόμενο φωτοβολταϊκό Πάρκο, ισχύος 1,5 MW θα κατασκευασθεί επί ιδιόκτητου γηπέδου και θα καλύψει περίπου 27 στρέμματα. Θα αποτελείται από 6000 φωτοβολταϊκά πλαίσια (PV Panels) ονομαστικής ισχύος 250 Wp έκαστο.

Τα πλαίσια θα συνδέονται ανά είκοσι (20) σε σειρά και θα δημιουργούν μια φωτοβολταϊκή συστοιχία (PV String), έτσι θα δημιουργηθούν τριακόσιες (300) συστοιχίες των 20 πλαισίων. Ακολουθως, τέσσερις (4) συστοιχίες ανά μετατροπέα τάσης (inverter) θα συνδεθούν με 75 inverters αντίστοιχα όπου και θα παραλληλίζονται εσωτερικά. Οι 75 αντιστροφείς τροφοδοτούν με την σειρά τους, μέσω καταλλήλων ηλεκτρικών πινάκων, τον Μετασχηματιστή Μέσης Τάσης Ισχύος 2 MVA.

Μέσω κατάλληλου διακόπτη αποζεύκτη και του μετρητικού συστήματος, το Φ/Β Πάρκο θα συνδέεται στο δίκτυο της ΑΗΚ, σε απόσταση 300μ περίπου. Ο αυτόματος αποζεύκτης θα προστατεύει την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών και παράλληλα θα μπορεί να διακόπτει την σύνδεση με το δίκτυο σε περίπτωση που χρειαστεί.

Ο κεντρικός πίνακας καθώς και οι λοιπές απαιτούμενες βοηθητικές διατάξεις θα στεγαστούν εντός οικίσκου ελέγχου. Ακόμη θα εγκατασταθεί σύστημα κεντρικού εποπτικού ελέγχου και τηλεπίβλεψης.

§ 4.2 – Τύπος και ισχύς Φ/Β πλαισίων.

Παρατίθεται πιο κάτω ο πίνακας με τα γενικά, τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του Φ/Β πλαισίου, ενώ στο Παράρτημα (Τεχνικά Φυλλάδια – Prospectus) επισυνάπτονται όλα τα πιστοποιητικά της εν λόγω Φ/Β μονάδας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της.

Τα υλικά κατασκευής της μονάδας ελαχιστοποιούν το βάρος και εξασφαλίζουν την προστασία των Φ/Β κυψελών και σε συνδυασμό με το κατάλληλα σχεδιασμένο πλαίσιο από αλουμίνιο, συμβάλλουν στη εύκολη και γρήγορη εγκατάστασή τους.

Προσφερόμενος Εξοπλισμός		Στοιχεία
Πλαίσιο (Module)	<p>Τεχνολογία:</p> <p>Μοντέλλο/Τύπο:</p> <p>Κατασκευαστής:</p> <p>Τόπος Κατασκευής:</p> <p>Ποσότητα που θα χρησιμοποιηθεί:</p> <p>Απόδοση Φ/Β πλαισίου:</p> <p>Πιστοποίηση Ποιότητας:</p> <p>Πιστοποίηση Δοκιμών Τύπου:</p>	<p>Πολυκρυσταλλικό Πυρίτιο</p> <p>SM-250PC8</p> <p>S-ENERGY CO., LTD.</p> <p>KOPEA</p> <p>6.000 - Φ/Β Πλάισια</p> <p>15.03 %</p> <p>ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 (Επισυνάπτονται στο Παράρτημα)</p> <p>IEC 61215:2005, EN 61215:2005 IEC 61730-1:2004, IEC 61730-2:2004 EN 61730-1:2007, EN 61730-2:2007 CE,UL1703, MCS, PV Cycle (Επισυνάπτονται στο Παράρτημα)</p>
Κυψέλη (Cell)	<p>Κατασκευαστής:</p> <p>Τόπος Κατασκευής:</p>	<p>S-ENERGY CO., LTD.</p> <p>KOPEA</p>

SM-255PC8 60 cell-series

Polycrystalline PV Module

S-ENERGY

240 ~ 255 Watt

New story creator, S-Energy

As the first company for PV industry in Korea, S-Energy has always been marking its name in every milestone of Korean PV history. Since 1992, we have been manufacturing PV modules and providing system integration service to our customers, and now we are proud to boast our world-wide recognition based on unbeatable quality standards and reliability. S-Energy's PC8 series is designed with our accumulated experience and cutting edge technology, and it will be the perfect choice for you which can be used in any environment and any installation conditions.

Features



Positive tolerance

0~+5W positive power sorting



Mechanical load

8,400 Pa (857kg/m²)
(IEC Standards: 245kg/m²)



Hail impact test

30.7m/s speed ball
(IEC Standards: 23m/s)



Ammonia corrosion resistance test

Applicable in agricultural
and stock breeding environment



Salt mist corrosion test

Applicable in marine environment



Linear warranty

Max annual power decline 0.7%



Qualifications & Certifications

IEC 61215 & 61730, CE, UL1703, MCS,
ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, PV Cycle



Mechanical Characteristics

Solar cell	Polycrystalline 156mm x 156mm (6 Inches)
No. of cells	60 cells 6 x 10 matrix
Dimensions	1665mm x 999mm x 50mm
Weight	20 kg (44.09 lbs)
Front glass	3.2mm High-transmittance low iron tempered glass
Frame	Anodized aluminum silver frame Option : black color / rail type
Output cables	RHM-2, 12AWG (4mm ²) / Cable length: 1000mm
Connectors	MC4 connectable

Warranty

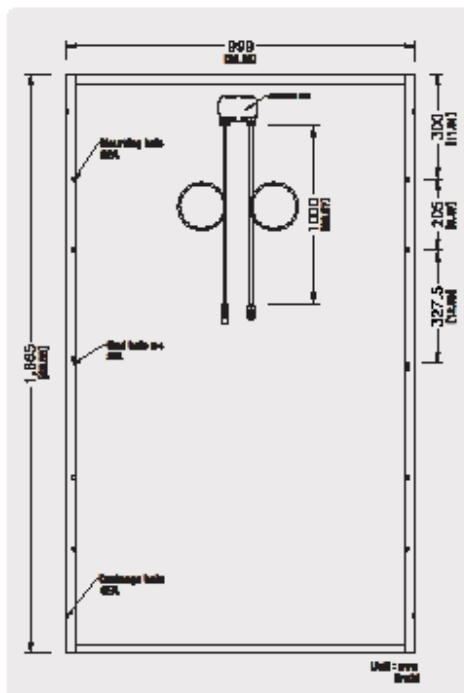
Product warranty	10 years limited product warranty
Performance warranty	1 st year minimum peak power output : 97%
	2 nd year to 24 th year peak power output : max annual power decline 0.7%
	25 years peak power output: 80.2%

SM-255PC8 60 cell-series

Polycrystalline PV Module

Electrical Characteristics

STC (irradiance 1000W/m ² , module temperature 25°C, AM=1.5)	SM-240PC8	SM-245PC8	SM-250PC8	SM-255PC8
Rated power (P _{max})	240W	245W	250W	255W
Voltage at P _{max} (V _{mp})	30.0V	30.4V	30.8V	30.8V
Current at P _{max} (I _{mp})	8.02A	8.08A	8.14A	8.28A
Warranted minimum P _{max}	240W	245W	250W	255W
Short-circuit current (I _{sc})	8.58A	8.63A	8.67A	8.82A
Open-circuit voltage (V _{oc})	37.3V	37.4V	37.5V	37.9V
Module efficiency	14.42%	14.72%	15.03%	15.33%
Operating module temperature	-40°C to + 85°C			
Maximum system voltage	600VDC (UL) / 1000VDC (IEC)			
Maximum series fuse rating	15A			
Maximum reverse current	20.25A			
Power tolerance	0 - +5 W			

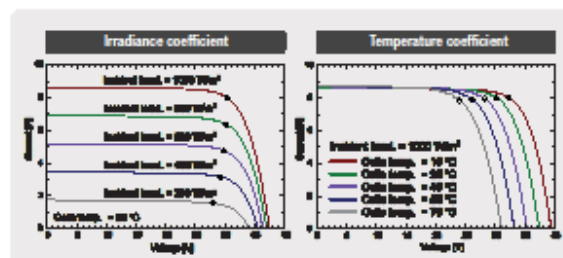


Temperature Characteristics

Temperature coefficient of I _{sc}	0.052%/°C
Temperature coefficient of V _{oc}	-0.312%/°C
Temperature coefficient of power	-0.429%/°C
NOCT (Air 20°C; Sun 0.8kW/m ² ; Wind 1m/s)	45±3°C

Packing Configuration

Container	40' H/C
Modules per pallet	20 pcs
Pallets per container	26 pallets
Modules per container	520 pcs



Remarks :

P_{max} measurement tolerance : ±3%
 S-Energy uses triple A class simulator.
 Specification subject to change without prior notice. S-Energy reserves the rights of final interpretation.
 Document : SE-Datasheet_255PC8_00-2013-V01

S-Energy Co., Ltd.

Address: 3rd FL, Miracasset Tower, 685, Sampyeong-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 463-400, Republic of KOREA
 Tel. +82-70-4339-7100 Fax. +82-70-4339-7199 E-mail. inquiry@s-energy.com

SENA International (dba S-Energy Europe)

Address: Ludwig-Erhard-Str. 30-34, 65760 Eschborn, Germany
 Tel. +49-6196-9540-111-3 Fax. +49-6196-9985-778 E-mail. info.europe@s-energy.com

SEAI America, Inc. (dba S-Energy America)

Address: 18881 Von Karman Ave, Suite 700 Irvine, CA 92612, U.S.A.
 Tel. +1-949-281-7807 Fax. +1-949-281-7803 E-mail. bizdev@s-energy.com

§ 4.3 – Τύπος και ισχύς Μετατροπέων Τάσης (Inverter).

Παρατίθεται πιο κάτω ο πίνακας με τα γενικά, τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του μετατροπέα τάσης, ενώ στο Παράρτημα (Τεχνικά Φυλλάδια – Prospectus) επισυνάπτονται όλα τα πιστοποιητικά του εν λόγω inverter με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.

Ο μετατροπέας τύπου REFUsol20K μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια από τα Φ/Β πλαίσια, που παράγεται ως συνεχής τάση, σε εναλλασσόμενο ρεύμα κατάλληλης τάσης (3Φ - 415V) για τον μετασχηματισμό του και την σύνδεσή στο δίκτυο. Έχει ένα γρήγορο και ακριβές MPPT και η μέγιστη απόδοση του είναι της τάξης του 98,2%.

Προσφερόμενος Εξοπλισμός		Στοιχεία
Μετατροπέας Τάσης (Inverter)	Κατασκευαστής: Μοντέλλο/Τύπο: Τόπος Κατασκευής: Ποσότητα που θα χρησιμοποιηθεί	REFUsol REFUsol 020K ΓΕΡΜΑΝΙΑ 75 - Inverters

Η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ), με το δίκτυο της ποιας θα γίνει η διασύνδεση των inverters, έβαλε όρο σύνδεσης, το power factor $\cos\phi$ να ισούται με 0,9 (lagging) – δηλαδή ο μετατροπέας να απορροφά την άεργο ισχύ από το δίκτυο - και όχι 1 (αυτό έγινε μετά από την διαπίστωση του Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς ότι με αυτόν τον τρόπο παρουσιάζονται πολύ λιγότερα προβλήματα στο δίκτυο). Αυτός ήταν ο και λόγος για τον οποίον δεν υπερδιαστασιολογίσαμε τους μετατροπείς κατά περίπου 10% όπως συνιστά ο κατασκευαστής. Έτσι θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε 72 μετατραπείς.

Όπως φαίνεται και στην πιο κάτω αναφορά, που έγινε με το πρόγραμμα διαστασιολόγησης της REFUsol (REFUdesign), για $\cos\phi$ 0,9 δεν ενδείκνυται να υπάρξουν σχεδόν καθόλου απώλειες. Ενδεχομένως να υπάρξουν μεμονωμένες ελάχιστες απώλειες κάποιες συγκεκριμένες περιόδους του χρόνου. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν θα υπάρχει καλή ηλιοφάνεια και η άμεση ακτινοβολία που θα πέφτει στην επιφάνεια των πλαισίων θα είναι όσο το δυνατόν κάθετη, και σε συνδυασμό με την χαμηλή θερμοκρασία να αυξήσουν την DC ισχύ έτσι ώστε ο μετατροπέας να ξεπεράσει την AC ισχύ των 19 kVA. Τότε και για όση χρονική διάρκεια συμβαίνει αυτό το φαινόμενο η AC ισχύς του μετατροπέα στην έξοδο θα παραμείνει σταθερή 19 kVA. Σε αντίθετη περίπτωση εάν το $\cos\phi$ ήταν 1 θα μπορούσε να ξεπεράσει την ισχύ των 19 kVA

Εμπειρικά, έχει παρατηρηθεί ότι στις ορεινές περιοχές της Κύπρου (επαρχία Πάφου και Λεμεσού) υπό τις συνθήκες που αναφέρονται πιο πάνω,

Φ/Β σύστημα ονομαστικής ισχύος 20,24 kW (με inverter REFUsol20K) έχει ξεπεράσει την ισχύ των 19,6 kVA.

Technical datasheet

ΔΕ REFUsol
ADVANCED ENERGY

REFUsol 008K-020K

For medium-sized to megawatt installations



- Lightweight & compact
- Highest efficiency (98.2%)
- Easy installation
- Outdoor (IP65)
- Maintenance free

The three-phase string inverters in the 8.25 to 20kW power classes are perfect for rooftop systems from 8 kW upwards, right through to megawatt parks. They comply with all requirements for IP65 protection – their housing provides reliable protection from dust and water, including high pressure washing. These systems can therefore be installed out in the open without any problem. All five string inverters are **easy to handle and compact**. For example, they can be installed on an area smaller than three A4 pages laid side by side. Operation and monitoring are easy, further facilitated by the graphic display, the integrated RS485 interface and an Ethernet connection.

Fast MPP tracking and a wide input voltage range also ensure the high levels of efficiency that are typical in REFUsol systems. Even at low irradiation, the three-phase inverters

achieve an **efficiency of up to 98.2%**. As a result of these high efficiency levels convection cooling is all that's needed to dissipate the heat. Thanks to the low voltage fluctuations against earth, the transformerless devices can also be used for many thin-film modules.

The integrated data-logger can send all important operating data to the REFUlog internet portal. For visualization and evaluation purposes, data can be transferred via the standard cable or an optional wireless connection using the new REFUconnect radio module. Comprehensive information on operating conditions and the productivity of your plant is available at any time.

The REFUsol 008K - 020K Inverters are also available in a special edition for concentrated PV (CPV).



Also available as UL model

REFUdesign

REFUsol
ADVANCED ENERGY

PROJECT INFO

Name	Athinodorou 1.5MW
Customer	
Description	

MODULE DATA		LOCATION AND TEMPERATURE	
Manufacturer	S-Energy Co. Ltd.	Country	Cyprus
Module	SM-250PC8	Postal Code	4607
Rated Power (P _n)	250.0 Wp	City	Pissouri
Open Circuit Voltage (V _{oc})	37.5 V	Module Temperature(Min/Max)	-5 °C/70 °C
MPP Voltage (V _{mpp})	30.8 V		
Short Circuit Current (I _{sc})	8.7 A		
MPP Current (I _{mp})	8.1 A		
Coefficient of V _{oc}	-0.3200 %/K		

SYSTEM CONFIGURATION

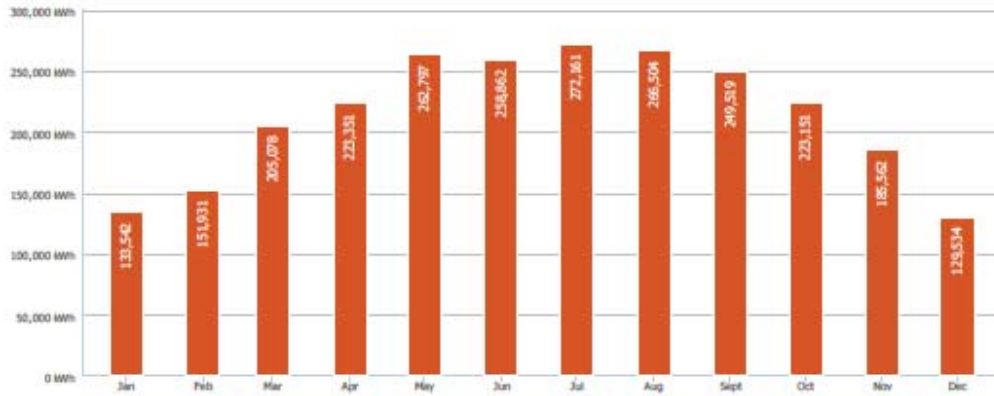
No. Inverters	Inverter type and configuration	No. modules	Rated DC Power	AC Power at V _{nlvmp}	Rated AC Power	DC/AC ratio
75	REFU _{sol} 020K (808) (4x20modules=80 m)	6000	1,500.0 kWp	1,255.8 kW	1,500.0 kWp	111.1 %

YEARLY ENERGY PRODUCTION

Energy	2,561,992 kWh
Energy normalized	1,708.0 Wh/Wp
Performance ratio	85 %

REFUdesign

REFU**sol**
ADVANCED ENERGY



Month	Ambient Temperature(Min/Max)	Energy	Energy normalized	Performance Ratio
January	7 °C/23 °C	133,542 kWh	89.0 Wh/Wp	88 %
February	6 °C/18 °C	151,931 kWh	101.3 Wh/Wp	88 %
March	8 °C/22 °C	205,078 kWh	136.7 Wh/Wp	87 %
April	10 °C/25 °C	223,351 kWh	148.9 Wh/Wp	86 %
May	7 °C/27 °C	262,797 kWh	175.2 Wh/Wp	85 %
June	4 °C/30 °C	258,862 kWh	172.6 Wh/Wp	83 %
July	13 °C/31 °C	272,161 kWh	181.4 Wh/Wp	82 %
August	17 °C/40 °C	266,504 kWh	177.7 Wh/Wp	82 %
September	19 °C/31 °C	249,519 kWh	166.4 Wh/Wp	82 %
October	16 °C/29 °C	223,151 kWh	148.8 Wh/Wp	84 %
November	14 °C/25 °C	185,562 kWh	123.7 Wh/Wp	86 %
December	8 °C/23 °C	129,534 kWh	86.4 Wh/Wp	88 %

*REFU**sol** GmbH does not accept any liability for the accuracy, completeness, up-to-date nature, quality or usability for the purposes intended by you as a user of the data presented in the REFUdesign service.*

§ 4.4 – Βάσεις Στήριξης.

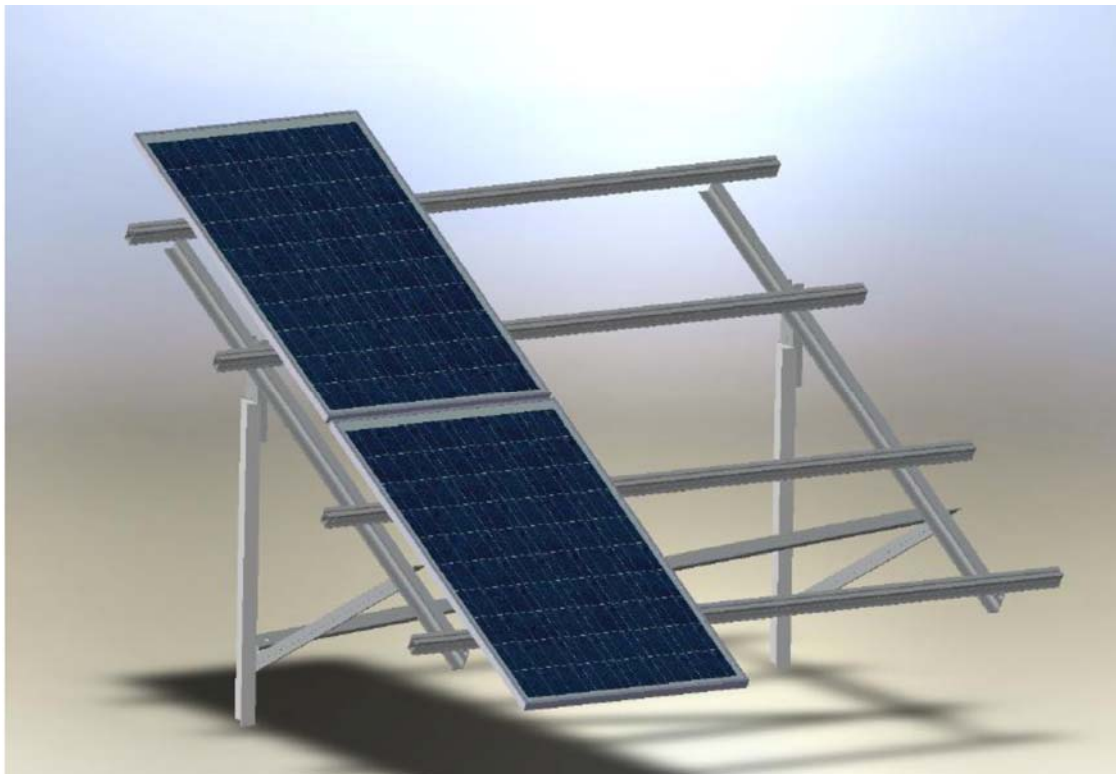
Η στήριξη των πλαισίων θα γίνει με την Μονόστηλη Βάση Στήριξης, της σειράς ENERGIA, της εταιρείας METALOUMIN A.E.B.E. Η εταιρεία δραστηριοποιείται στη διέλαση του αλουμινίου από το 1969, αποτελώντας μία από τις πρώτες βιομηχανίες αλουμινίου στην Ελλάδα. Το κύριο ενδιαφέρον της στρέφεται γύρω από τον σχεδιασμό, την μελέτη και την παραγωγή Συστημάτων Αλουμινίου.

Οι βάσεις στήριξης ENERGIA είναι ικανές να δεχτούν κάθε τύπο συλλέκτη και παράγονται καθετοποιημένα στη μονάδα του εργοστασίου από την πρώτη ύλη μέχρι την εγκατάστασή τους.

Η στατική μελέτη του συστήματος ENERGIA είναι πλήρως πιστοποιημένη από τον επίσημο φορέα πιστοποίησης Eurocert. (Επισυνάπτονται στο Παράρτημα)

Όλες οι διαδικασίες παραγωγής των Συστημάτων Αλουμινίου της METALOUMIN, τηρούν τις απαιτήσεις του συστήματος διασφάλισης ποιότητας, κατά το πρότυπο EN ISO 9002 του TUV CERT Αυστρίας. (Επισυνάπτονται στο Παράρτημα).

Η χωροθέτηση των πλαισίων θα γίνει με διάταξη «διπλό portrait», δηλαδή θα τοποθετούνται κάθετα δυο πλαίσια, το ένα πάνω στο άλλο, όπως φαίνεται στο πιο κάτω γράφημα 4.4.1.



Γράφημα 4.4.1

Τα 6000 πλαίσια θα χωριστούν σε εκατόν πένητα (150) «τραπέζια» των είκοσι (20), δηλαδή θα δημιουργηθούν 150 μονόστηλα υποστυλώματα τα οποία θα έχουν σαράντα πλαίσια το καθένα (με διάταξη διπλό portrait). Αυτό θα γίνει για δυο λόγους, αφενός μεν για να μας βοηθήσει με την συνδεσμολογία των πλαισίων (αφού κάθε τραπέζιο θα αποτελεί δυο (2) pn string του συστήματος), αφετέρου δε για να αποφευχθεί ζημιά που ενδεχομένως να δημιουργείτο από την συστολή και διαστολή του αλουμινίου.

Έτσι, κάθε δυο (2) τραπέζια (τέσσερα pn string) θα ενώνονται σε ένα (1) inverter, ο οποίος θα τοποθετείτε πάνω σε ράγες στο πίσω μέρος των βάσεων. (όπως φαίνετε στην πιο κάτω εικόνα 4.4.2)

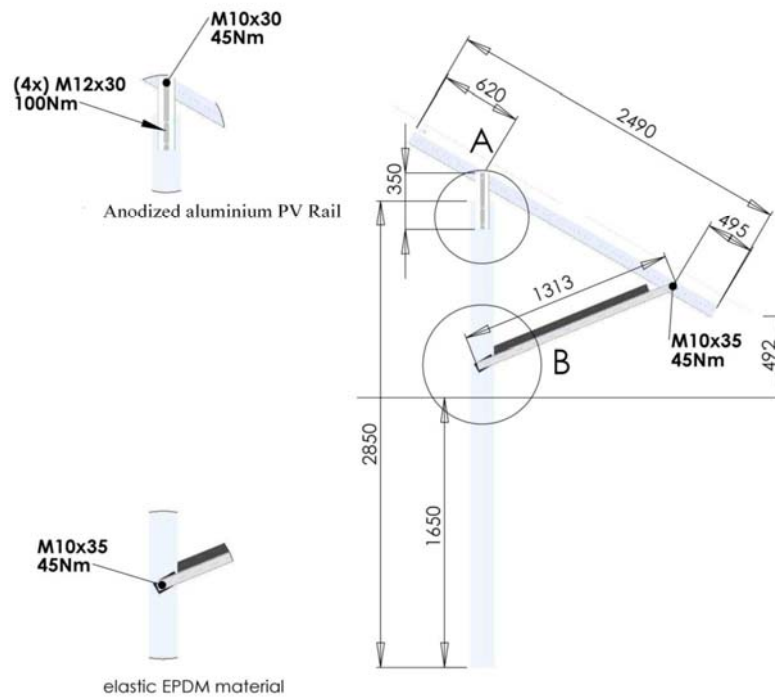


Εικόνα 4.4.2

Η στερέωση των βάσεων με το έδαφος θα γίνει με την μέθοδο της πασαλόμπιξης (εικόνα 4.4.3). Αρχικά θα τοποθετηθούν πάσσαλοι τύπου Z σε μεταξύ τους απόσταση περίπου 2,3 μέτρα και σε βάθος περίπου 1,65 μέτρα και έπειτα συναρμολογούνται τα υπόλοιπα εξαρτήματα της βάσης, όπως φαίνεται στο πιο κάτω γράφημα 4.4.4.



Εικόνα 4.4.3



Γράφημα 4.4.4

§ 4.5 – Καλώδια.

Η καλωδίωση του συστήματος θα χωριστεί σε δυο (2) κατηγορίες την DC πλευρά (καλώδια κατάλληλα για συνεχές ρεύμα) και την AC πλευρά (καλώδια κατάλληλα για εναλλασσόμενο ρεύμα)

Στην DC πλευρά θα χρησιμοποιηθούν καλώδια της Γερμανικής εταιρείας Lapp Kabel, της σειράς OLFLEX® SOLAR XLR, τα οποία είναι ειδικά καλώδια για φ/β συστήματα. Τα καλώδια αυτής της σειράς έχουν πιστοποίηση της TÜV, είναι ανθεκτικά σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV) και θερμοκρασίες μέχρι 120 βαθμούς Κελσίου και συνάδουν με όλα τα πρότυπα της ΑΗΚ.

Στην AC πλευρά θα χρησιμοποιηθούν καλώδια με συγκεντρικά περιπλεγμένα συρματίδια χαλκού (Cu), για 3Φ - 415V τάση, μονώσεως XLPE/SWA/PVC/PVC, κατασκευασμένα σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΑΗΚ. Τα καλώδια θα είναι κατάλληλης διατομής ανάλογα με την απόσταση των inverters για να μην υπάρχει απώλεια, λόγω πτώσης τάσης, πάνω από 1,5%.

Η εγκατάσταση όλων των καλωδίων θα γίνει σύμφωνα με τις διατάξεις της 17^{ης} έκδοσης *IEE Wiring Regulations, BS 7671: 2008*, η οποία είναι εναρμονισμένη με την IEC 60364.

§ 4.6 – Σύστημα Τηλεμετρίας και Έλεγχου.

Τα inverters της REFUsol έχουν ενσωματωμένο καταγραφικό (data logger) το οποίο αποθηκεύει δεδομένα όπως η ισχύς, ένταση, τάση, συχνότητα ρεύματος κ.α. και παρέχει την δυνατότητα σταλούν στο portal της REFUsol από όπου και μπορούμε να τα βλέπουμε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως, επειδή η ΑΗΚ απαιτεί το σύστημα παρακολούθησης να μπορεί να ενωθεί με τον ΔΣΜ και να έχει την δυνατότητα ρύθμισης λειτουργιών όπως περιορισμού της πραγματικής και άεργου ισχύος, θα προστεθεί ακόμα μια συσκευή.

Η συσκευή αυτή είναι η REFUrtm με την οποία μπορούν να συνδεθούν μέχρι και εξήντα δυο (62) inverters μέσω δίαυλου επικοινωνίας RS485 με μέγιστο μήκος δίαυλου τα 1000 μέτρα. Έτσι θα χρειαστούν δυο (2) συσκευές REFUrtm για τα 75 inverters του συστήματος. Στο Παράρτημα επισυνάπτονται όλα τα πιστοποιητικά του REFUrtm με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.

§ 4.7 – Γείωση και Αντικεραυνική Προστασία.

Θα προβλεφθεί πλήρες σύστημα γείωση, προστασίας από σφάλματα λειτουργίας και αντικεραυνικής προστασίας. Η γείωση των αντιστροφών, του Μετασχηματιστή και του Φ/Β σταθμού θα είναι συνδυασμός θεμελιακής γείωσης με δακτυλιοειδή ηλεκτρόδια και ακτινικά ηλεκτρόδια γειώσεως. Η σχεδίαση, η εγκατάσταση και τα υλικά θα είναι σύμφωνα με την 17^η έκδοση *IEE Wiring Regulations*, BS 7671: 2008, η οποία είναι εναρμονισμένη με την IEC 60364.

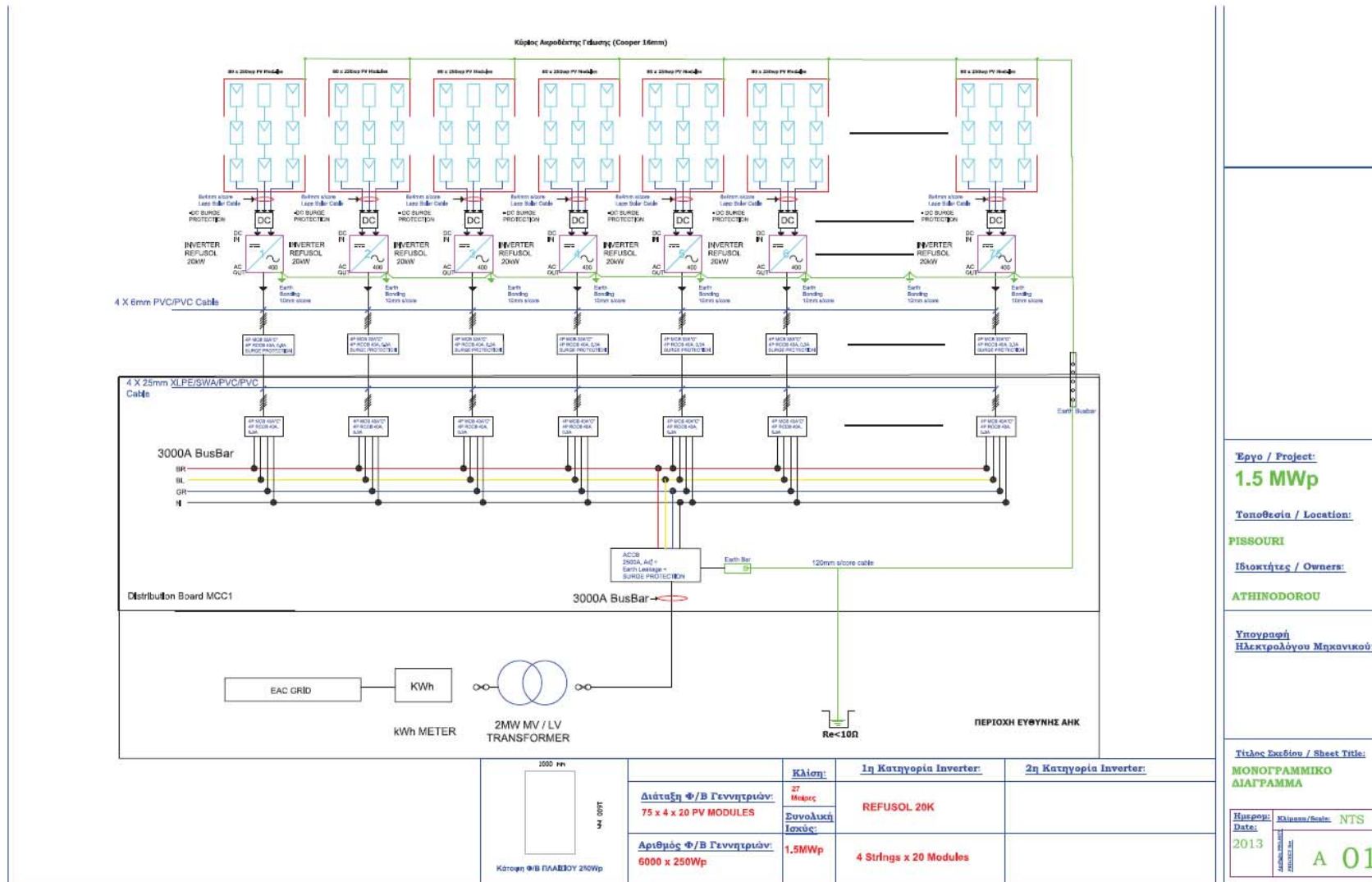
Ειδικότερα, για την αντικεραυνική προστασία του Υποσταθμού θα χρησιμοποιηθούν απαγωγοί κεραυνικών ρευμάτων, συνδυασμένης στάθμης προστασίας, Type I και Type II. Για την αντικεραυνική, δε, προστασία των inverters, θα τοποθετηθούν απαγωγοί υπερτάσεων (surge arrestors), όσο στην DC πλευρά τόσο και στην AC πλευρά σε απόσταση περίπου ένα (1) μέτρο εκατέρωθεν του κάθε inverter.

§ 4.8 – Μονογραμμικό Διάγραμμα Φ/Β Συστήματος.

Στο πιο κάτω Διάγραμμα 4.8.1, το ποιο επισυνάπτεται και στο Παράρτημα για μεγαλύτερη ευκρίνεια, απεικονίζεται το μονογραμμικό διάγραμμα του Φ/Β Συστήματος ισχύος 1,5MW όπου φαίνετε η συνδεσμολογία όλων των επί μέρους μερών του συστήματος. Το διάγραμμα αυτό δημιουργήθηκε με την χρήση του λογισμικό AutoCAD 2012.

§ 4.9 – Χωροθέτηση Φ/Β Πάρκου 1,5MW / Σχέδια.

Στο πιο κάτω Σχέδιο 4.9.1, το ποιο επισυνάπτεται και στο Παράρτημα για μεγαλύτερη ευκρίνεια, απεικονίζεται η χωροθέτηση της Φ/Β Εγκατάστασης ισχύος 1,5MW όπου φαίνονται όλες οι αποστάσεις των επί μέρους μερών του συστήματος. Το σχέδιο αυτό δημιουργήθηκε με την χρήση του λογισμικό AutoCAD 2012.



Εργο / Project:
1.5 MWp

Τοποθεσία / Location:
MISSOURI

Ιδιοκτήτες / Owners:
ATHINODOROU

Υπογραφή Ηλεκτρολόγου Μηχανικού:

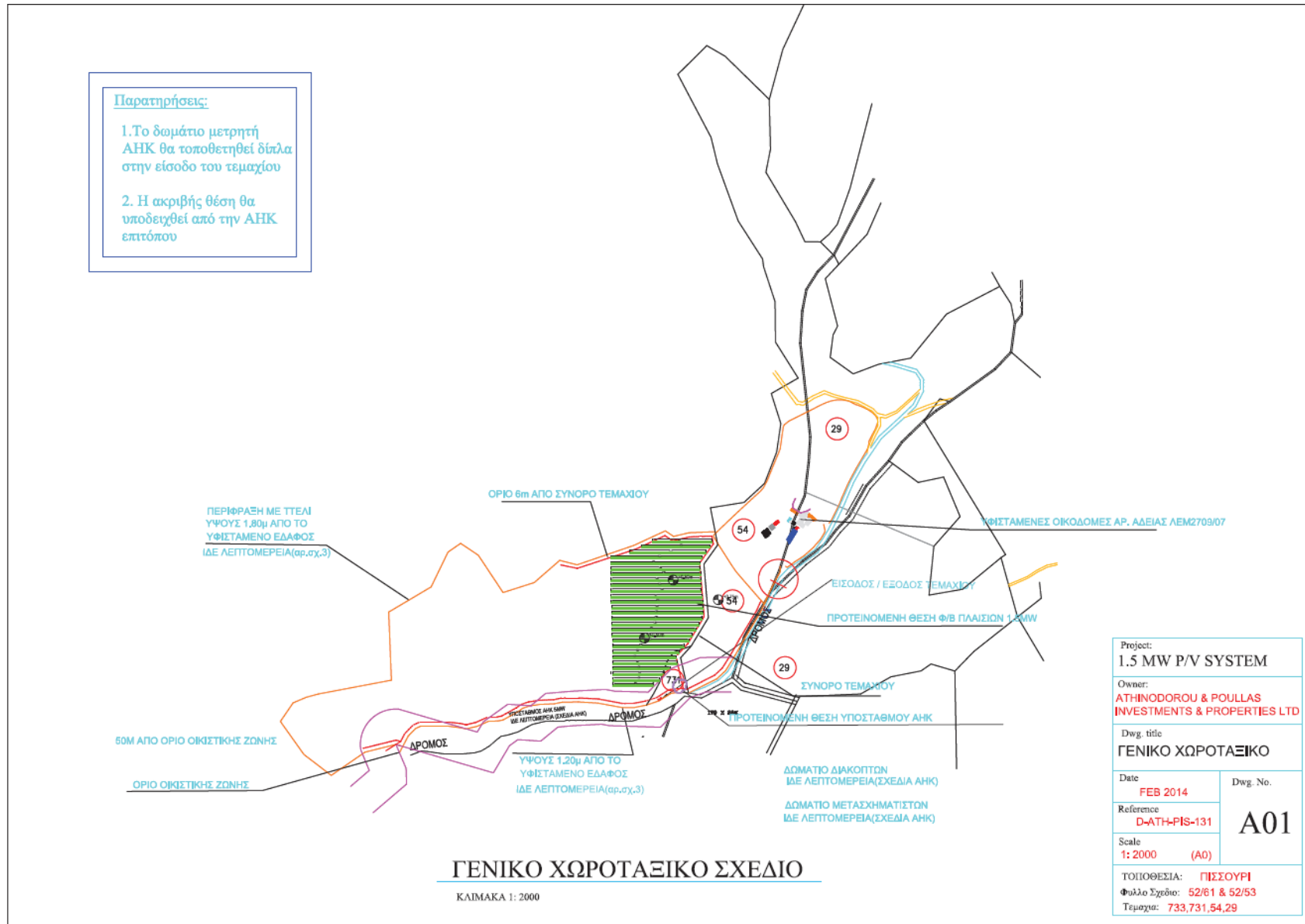
Τίτλος Σελίδου / Sheet Title:
ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Έτος / Date:
 2013

Κλίμακα/Scale:
 NTS

Αριθμός Σελίδας / Page Number:
A 01

Διάγραμμα 4.8.1 - Μονογραμμικό Διάγραμμα Φ/Β Συστήματος.



Σχέδιο 4.9.1 - Χωροθέτηση Φ/Β Πάρκου 1,5Μ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο – ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΡΓΟΥ

§ 5.1 - Αξιοπιστία της τεχνολογίας των Φωτοβολταϊκών

Η ηλιακή ενέργεια είναι από τις πλέον γνωστές και παλαιότερα χρησιμοποιούμενες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία θεωρείται ότι είναι ώριμη και το σημαντικότερο, οι προοπτικές αύξησης του κύκλου εργασιών είναι πολύ μεγάλες. Η Κύπρος παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις, για ανάπτυξη και εφαρμογή τέτοιων συστημάτων λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Είναι χαρακτηριστικό να αναφερθεί η θέσπιση του κοινοτικού στόχου για αύξηση σε ποσοστό 13 % της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη ενεργειακή κατανάλωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης με χρονικό ορίζοντα το έτος 2020.

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι τα παρακάτω :

1. Παράγουν «δωρεάν» ηλεκτρική ενέργεια από τον Ήλιο που είναι ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη ενεργειακή πηγή.
2. Δεν έχουν κινούμενα μέρη και παράγουν ισχύ αθόρυβα.
3. Δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια ή με άλλα κατάλοιπα.
4. Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα χωρίς την παρουσία κάποιου χειριστή.
5. Μπορούν να εγκατασταθούν σε απομονωμένες περιοχές.
6. Δεν καταναλώνουν καύσιμο.
7. Μπορούν εύκολα να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
8. Λειτουργούν χωρίς προβλήματα κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
9. Είναι επεκτάσιμα ανάλογα με τις ανάγκες σε φορτίο.
10. Έχουν πρακτικά απεριόριστη διάρκεια ζωής (τουλάχιστον 35 χρόνια).

Όλοι οι παραπάνω λόγοι καθώς επίσης και το μέγεθος των υπαρχόντων εφαρμογών σε Εθνικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο αποδεικνύουν την αξιοπιστία της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας.

Τα εμπορικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται προέρχονται όλα από επώνυμες εταιρείες στις οποίες περιλαμβάνονται οι πιο γνωστές για κάθε

κατηγορία τεχνολογίες προϊόντος. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι διατάξεις αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας δια της μετατροπής της σε χρησιμοποιήσιμη ηλεκτρική. Σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας, η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών είναι ανταγωνιστική αν συμπεριληφθούν και τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη, που εκφράζονται και υποβοηθούνται από τις επιδοτήσεις των Ευρωπαϊκών κυβερνήσεων. Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών είναι σχετικά απλή, δεν αποτελείται από πολύπλοκα συστήματα και ογκώδεις εγκαταστάσεις και δεν απαιτεί συνεχή επίβλεψη από ανθρώπινο δυναμικό, δεν έχει δε κινούμενα μέρη, δεν παράγει απόβλητα δεν θορυβεί και δεν βλάπτει το φυσικό περιβάλλον.

§ 5.2 - Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Ένα βασικό μειονέκτημα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι ότι, σε αντίθεση με πολλά άλλα συστήματα μετατροπής, η τροφοδοσία του (ηλιακή ακτινοβολία) δεν είναι σταθερή αλλά αυξομειώνεται μεταξύ μιας μέγιστης και της μηδενικής τιμής, ακολουθώντας συχνά απότομες και απρόβλεπτες διακυμάνσεις. Το ποσό της ενέργειας που περιέχεται στο φως του ήλιου, ονομάζεται ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και ορίζεται ως το ποσό της ενέργειας της ακτινοβολίας που περνά στη μονάδα του χρόνου από τη μονάδα εμβαδού μιας επιφάνειας τοποθετημένης κάθετα στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας και εκφράζεται συνήθως σε kW/m^2 .

Επίσης, στα φωτοβολταϊκά στοιχεία δεν είναι δυνατή η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται στην επιφάνεια τους. Ένα μέρος από την προσπίπτουσα ακτινοβολία ανακλάται πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου και διαχέεται πάλι προς το περιβάλλον, ενώ από τη ακτινοβολία που διεισδύει ένα μέρος πάλι συμβάλλει στην εκδήλωση του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Επιπλέον, μειονεκτήματα Φ/Β συστημάτων είναι:

- Το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
- Απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης
- Σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης.

§ 5.3 - Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των ΦΒ

Οι δύο κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγόμενη ενέργεια από ένα ηλιακό κελί είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η θερμοκρασία. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας έχει σχεδόν ανάλογη επίδραση στο ρεύμα βραχυκύκλωσης του κελιού, ενώ η τάση ανοιχτού κυκλώματος αυξάνεται ελαφρά με την αύξηση της έντασης. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η σχεδόν αναλογική σχέση ανάμεσα στην ισχύ του κελιού και

την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, για σταθερές φυσικά θερμοκρασίες κελιού. Η θερμοκρασία επιδρά κυρίως στην τάση του ηλιακού κελιού. Πιο συγκεκριμένα, με μείωση της θερμοκρασίας, αυξάνεται σημαντικά η τάση ανοιχτού κυκλώματος, ενώ το ρεύμα βραχυκύκλωσης μειώνεται ελαφρά. Συνολικά, η ισχύς του ηλιακού κελιού μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, γεγονός που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος.

Άλλοι παράγοντες η οποίοι επηρεάζουν την απόδοση των Φ/Β συστημάτων είναι οι εξής:

- Ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου: Σχετίζονται άμεσα με τη θερμοκρασία λειτουργίας των Φ/Β. Οι μεγαλύτερες ταχύτητες συνεπάγονται χαμηλότερες θερμοκρασίες, οι βόρειοι άνεμοι επίσης συνεπάγονται χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τους νότιους.
- Ρύπανση: Επηρεάζει την απόδοση των Φ/Β λόγω της επικάλυψης διαφόρων στοιχείων στις επιφάνειες των πάνελ. Για αυτό το λόγο απαιτείται περιοδικός καθαρισμός των Φ/Β πλαισίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι προγραμματισμένη εγκατάσταση στη Σαχάρα μια περιοχή με πολύ μεγάλη ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, ματαιώθηκε γιατί δεν βρέθηκε αποδοτικός τρόπος να καθαρίζονται τα πάνελ από τη συχνή και σε πολλές χρονικές περιόδους αδιάλειπτη σκόνη.
- Σκίαση: Η σκίαση δημιουργείται συνήθως από την παρουσία φυσικών εμποδίων (π.χ. δένδρα, στύλοι, κ.λπ.), από παροδικά (και μάλλον στοχαστικού χαρακτήρα) φαινόμενα (π.χ. σύννεφα) ή από περιορισμένη έκταση εγκατάστασης. Οι επιπτώσεις της σκίασης μπορεί να είναι σημαντικές, για το λόγο αυτό είναι αναγκαίος ο λεπτομερής προσδιορισμός των απωλειών που προκαλούν.
- Γήρανση: Αναμένεται ότι με την πάροδο του χρόνου θα παρουσιάζεται φθορά των Φ/Β στοιχείων ενός Φ/Β συστήματος, η οποία οδηγεί σε μια πτώση της παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος που υπολογίζεται σε περίπου 1% ετησίως.
- Ηλεκτρικές απώλειες του Φ/Β συστήματος: Είναι οι ηλεκτρικές απώλειες στους αγωγούς των διαφόρων συνδέσεων, καθώς και οι συνδέσεις με άλλα μέρη του συστήματος.
- Απώλειες ανομοιομορφίας φωτοβολταϊκών στοιχείων: Όταν πλαίσια με διαφορετικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά συνδεθούν μεταξύ τους σε σειρά υπάρχουν απώλειες ανομοιομορφίας. Αντίθετα, στη παράλληλη σύνδεση των πλαισίων, οι απώλειες είναι περιορισμένες. Επίσης, έρευνες έχουν δείξει ότι οι απώλειες ανομοιομορφίας αυξάνονται όσο μειώνεται η ένταση της ακτινοβολίας.

- Απώλειες λόγω της γωνίας πρόσπτωσης: Πρόκειται για οπτικές απώλειες οι οποίες απώρροιες των νόμων Fresnel που καθορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των γωνιών πρόσπτωσης, ανάκλασης και διάθλασης μεταξύ διαφορετικών μέσων. Στα φωτοβολταϊκά πλαίσια οι νόμοι αυτοί αφορούν τη μετάδοση και την ανάκλαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο προστατευτικό στρώμα, γυαλί, και στις κυψέλες.

§ 5.4 - Βασικοί οικονομικοί παράμετροι

Η οικονομική αξιολόγηση στηρίζεται σε ορισμένους δείκτες ή κριτήρια. Εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των ηλεκτρικών ή άλλων αναγκών του χρήστη μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους από πλευράς οικονομικής αξίας, εάν προσδιορισθούν οι κατάλληλοι δείκτες. Για να αποφευχθούν παραπλανητικά αποτελέσματα και λανθασμένα συμπεράσματα, ο κάθε δείκτης πρέπει να υπολογίζεται με αναγωγή μελλοντικών αξιών και όρων σε παρούσες αξίες, ώστε οι σχετικές συγκρίσεις να έχουν κοινή βάση.

➤ Τόκος και επιτόκιο (d)

Επιτόκιο είναι ο τόκος ανά μονάδα χρόνου και κεφαλαίου. Συνήθως εκφράζεται επί τοις εκατό ανά έτος. Υπάρχουν δύο όψεις του επιτοκίου: το επιτόκιο δανεισμού, που ο δανειζόμενος καταβάλλει για χρήματα που δανείσθηκε και επομένως αποτελεί δαπάνη, και το επιτόκιο αγοράς (market interest rate) που κερδίζει κάποιος όταν δανείζει ή επενδύει χρήματα. Το επιτόκιο αγοράς μπορεί να είναι επίσης ο επιθυμητός ή αναμενόμενος βαθμός απόδοσης μιας επένδυσης.

➤ Οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης (N)

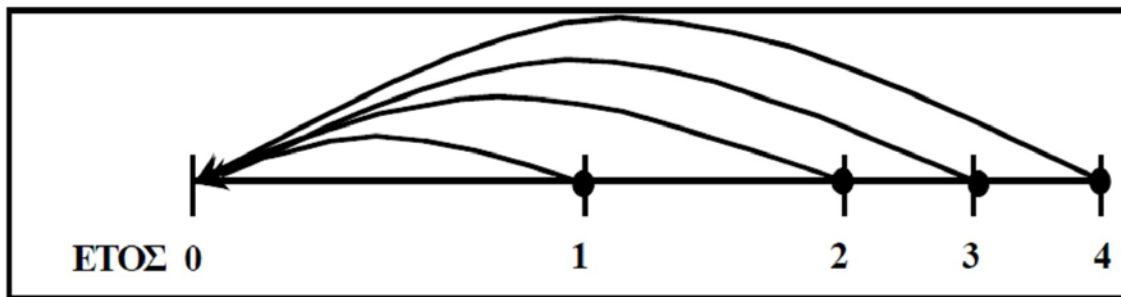
Ως οικονομικός κύκλος ζωής μιας επένδυσης θεωρείται η χρονική περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας ανακτάται το αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο καθώς και η επιθυμητή απόδοση αυτού. Ο οικονομικός κύκλος ζωής πρέπει να είναι ίσος ή μικρότερος της πραγματικής ζωής του βασικού εξοπλισμού της επένδυσης.

➤ Πληθωρισμός (i)

Πληθωρισμός είναι η αύξηση του κόστους των αγαθών και υπηρεσιών ανά μονάδα χρόνου. Ο πληθωρισμός των επιμέρους συνιστωσών κόστους μιας επένδυσης μπορεί να διαφέρει από συνιστώσα σε συνιστώσα και από έτος σε έτος. Για λόγους ευκολίας, συνηθίζεται ο πληθωρισμός να αναφέρεται σε ένα έτος και σε συγκεκριμένη ομάδα δαπανών, π.χ., μισθοδοσία, καύσιμα, ανταλλακτικά κλπ.

➤ **Παρούσα αξία (P)**

Η μέθοδος της παρούσας αξίας μετατρέπει το σύνολο των χρηματοροών που αναμένεται να εμφανιστούν σε ένα χρονικό ορίζοντα σε μια μοναδική παρούσα αξία σε σταθερό χρόνο μηδέν. Αυτό το ποσό αναφέρεται ως παρούσα αξία, παρούσα τιμή, ή καθαρή παρούσα αξία. Φυσικά, αυτό μπορεί να γίνει μόνο βάσει κάποιας υπόθεσης εργασίας για το προεξοφλητικό επιτόκιο. Δηλαδή, ο αναλυτής της επένδυσης πρέπει να χρησιμοποιήσει ως προεξοφλητικό επιτόκιο αυτό που θεωρείται ευρύτερα αποδεκτό για τη δεδομένη οικονομική κατάσταση και τη συγκεκριμένη κατηγορία επένδυσης. Το επιτόκιο αυτό αποτελεί, υπό αυτήν την έννοια, μια γενική εκτίμηση του κόστους του κεφαλαίου και συχνά αναφέρεται ως ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο απόδοσης, (EAEA) ή MARR (minimum attractive rate of return).



Με αυτήν την προσέγγιση εάν σήμερα επενδυθεί ποσό P, το άθροισμα κεφαλαίου και τόκων (γενικότερα, απόδοσης κεφαλαίου) μετά από N περιόδους θα είναι:

$$F = P * \sum_{t=1}^N (1 + d_t)$$

Εξίσωση (5.4.1)

Όπου d_t είναι το επιτόκιο αγοράς κατά το έτος t. Αντίστροφα, για να αποκτηθεί το ποσό F μετά από N περιόδους, πρέπει σήμερα να επενδυθεί ποσό:

$$P = \frac{F}{\sum_{t=1}^N (1 + d_t)}$$

Εξίσωση (5.4.2)

Το P λέγεται παρούσα αξία του μελλοντικού ποσού F . Εάν το επιτόκιο θεωρηθεί σταθερό, τότε:

$$P = \frac{F}{(1 + d)^N}$$

Εξίσωση (5.4.3)

Το επιτόκιο d λέγεται και επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

§ 5.5 - Οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων για ενεργειακά συστήματα

Τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων χρησιμοποιούνται ως ενδείξεις για το αν μια επένδυση είναι βιώσιμη από μόνη της, ή σαν μέτρα σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών επενδύσεων. Γενικά, τα περισσότερα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων είναι κατάλληλα και για την οικονομική εκτίμηση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ως σύστημα αναφοράς (εναλλακτική επένδυση) θεωρείται η συμβατική κάλυψη ενεργειακών απαιτήσεων, δηλαδή η αγορά ηλεκτρισμού από την ΑΗΚ. Στη συνέχεια περιγράφονται τα πιο διαδεδομένα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων για ενεργειακά και κατ' επέκταση και φωτοβολταϊκά συστήματα, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.

❖ Κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV- Net Present Value)

Η καθαρή παρούσα αξία μιας επένδυσης εκφράζει το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης, που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης, μετά από N περιόδους (συνήθως έτη), ανοιγμένο στο παρόν. Μια έκφραση για την καθαρή παρούσα αξία είναι η εξής:

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1 + d_t)^t}$$

Εξίσωση (5.5.1)

όπου:

F_t : Η καθαρή χρηματοροή για το έτος t

d_t : Το ευκαιριακό κόστος του κεφαλαίου ή επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

Σημειώνεται ότι κατά την εκτίμηση της καθαρής παρούσας αξίας ενεργειακών συστημάτων, το κόστος λειτουργίας για συμβατική κάλυψη ενεργειακών απαιτήσεων που αποφεύγεται, πρέπει να υπολογίζεται σαν εισροή κατά τον υπολογισμό της καθαρής χρηματοροής F_t

Μία πιο ολοκληρωμένη έκφραση της καθαρής παρούσας αξίας η οποία περιλαμβάνει και το αρχικό κόστος της επένδυσης είναι η :

$$NPV = -K + \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+d_t)^t}$$

Εξίσωση (5.5.2)

όπου:

K : το αρχικό κόστος της επένδυσης

Αφού υπολογιστεί η καθαρή παρούσα αξία σύμφωνα με τις εξισώσεις (6.4) ή (6.5), η αξιολόγηση της επένδυσης γίνεται βάσει των παρακάτω κριτηρίων:

- Αν $NPV > 0$: η επένδυση είναι βιώσιμη για δεδομένες συνθήκες (N, d) και το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης είναι μεγαλύτερο από το ευκαιριακό κόστος του κεφαλαίου.
- Αν $NPV = 0$: η επένδυση είναι βιώσιμη για δεδομένες συνθήκες (N, d) και το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης είναι ίσο με το ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου.
- Αν $NPV < 0$: η επένδυση δεν είναι βιώσιμη ή είναι αντισυμβατική.

Το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας είναι το βασικό κριτήριο αξιολόγησης επενδύσεων γιατί:

- Λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος μέσω του συντελεστή d
- Οδηγεί σε μία και μοναδική τιμή, αποφεύγοντας κάθε ασάφεια στη λήψη της απόφασης.

❖ **Κριτήριο του εσωτερικού ποσοστού απόδοσης (IRR / ROI - Internal rate of Return / Return on Investment)**

Το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης είναι το επιτόκιο αγοράς, IRR, για το οποίο η παρούσα αξία των δαπανών ισούται με την παρούσα αξία των κερδών.

Διαφορετικά, το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης είναι εκείνο το επιτόκιο που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία, δηλαδή ικανοποιεί τη συνθήκη:

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+d_t)^t} = 0$$

Εξίσωση (5.5.3)

ή αλλιώς:

$$NPV (d = IRR) = 0,$$

όπου NPV η παρούσα αξία, όπως ορίζεται παραπάνω, ενώ η ένδειξη (d = IRR) υποδηλώνει ότι η εξίσωση λύνεται ως προς d.

Αφού υπολογιστεί το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης, η αποδοχή ή μη της επένδυσης κρίνεται βάσει των εξής κριτηρίων:

- Αν $IRR > d$, η επένδυση είναι αποδεκτή.
 - Αν $IRR = d$, η επένδυση είναι μεν αποδεκτή αλλά αδιάφορη
 - Αν $IRR < d$, η επένδυση δεν είναι αποδεκτή
- ❖ **Κριτήριο της περιόδου αποπληρωμής ή ανάκτησης της επένδυσης**

Υπάρχουν δύο ορισμοί της περιόδου αποπληρωμής ή ανάκτησης της επένδυσης οι οποίοι παρουσιάζονται στη συνέχεια.

1. Απλή περίοδος αποπληρωμής (SPB – Simple Payback period)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής ορίζεται ως η χρονική διάρκεια εντός της οποίας αποσβένεται το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το ευκαιριακό κόστος του χρήματος d . Αν K είναι το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης και F_t η καθαρή χρηματοροή κατά την περίοδο t , η απλή περίοδος αποπληρωμής ορίζεται ως η ελάχιστη τιμή των χρονικών περιόδων (N) για την οποία ισχύει:

$$\sum_{t=0}^{N_{min}=SPB} F_t \geq 0$$

Εξίσωση (5.5.4)

Γενικότερα, αν η καθαρή χρηματοροή F_t θεωρείται σταθερή κατά το πέρασ των ετών, η απλή περίοδος αποπληρωμής ορίζεται ως εξής:

$$SPB = \frac{-K}{F}$$

Εξίσωση (5.5.5)

Το αρνητικό πρόσημο στην αρχική επένδυση K δηλώνει ότι πρόκειται για δαπάνη.

Η αποδοχή ή μη μιας επένδυσης σύμφωνα με το κριτήριο της απλής περιόδου αποπληρωμής εξαρτάται από τους στόχους του επενδυτή. Για τα κυπριακά δεδομένα, η αποδεκτή περίοδος αποπληρωμής μίας επένδυσης συνήθως ορίζεται στα δέκα χρόνια.

Η αξιολόγηση της απλής περιόδου αποπληρωμής ενώ είναι απλή στον υπολογισμό, κρίνεται ανεπαρκής γιατί:

- Δε λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος, η οποία εισάγεται με το ευκαιριακό κόστος του χρήματος d ,
- Δεν παρέχει ενδείξεις για την πορεία της επένδυσης μετά την περίοδο αποπληρωμής.

Για τους παραπάνω λόγους, το κριτήριο της απλής περιόδου αποπληρωμής χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση βραχυπρόθεσμων επενδύσεων ή για την αξιολόγηση επενδύσεων στις οποίες υπάρχει αυξημένη αβεβαιότητα για τη μελλοντική τους πορεία.

2. Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (DPB- Discounted Payback period)

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής ορίζεται ως η απαιτούμενη χρονική διάρκεια για την ανάκτηση του αρχικού κεφαλαίου της επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή της αξίας του χρήματος κατά τον παράγοντα d . Τελικά, η έντοκη περίοδος αποπληρωμής ισούται με την ελάχιστη τιμή των περιόδων (N) για τις οποίες ισχύει:

$$\sum_{t=0}^{N_{min}=DPB} \frac{F_t}{(1+d_t)^t} \geq 0$$

Εξίσωση (5.5.6)

Αν θεωρηθεί σταθερή χρηματοροή κατά το πέρασμα των ετών, η έντοκη περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται ως εξής:

$$DPB = \frac{-\ln\left(1 + \frac{K}{F} \cdot d\right)}{\ln(1+d)}$$

Εξίσωση (5.5.7)

Ο υπολογισμός της έντοκης περιόδου αποπληρωμής παρέχει πιο βάσιμες πληροφορίες λόγω των πλεονεκτημάτων της έναντι της απλής περιόδου αποπληρωμής. Και πάλι όμως, η αποδοχή ή μη της επένδυσης κρίνεται από τους επιχειρηματικούς στόχους του επενδυτή.

❖ **Λόγος οφέλους κόστους (BCR – Benefit to Cost Ratio)**

Ο λόγος οφέλους κόστους ορίζεται ως το πηλίκο της παρούσας αξίας των ετήσιων κερδών προς την παρούσα αξία των ετήσιων δαπανών, κατά τον κύκλο ζωής της επένδυσης N :

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+d_t)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+d_t)^t}}$$

Εξίσωση (5.5.8)

όπου:

B_t : το κέρδος κατά το έτος t

C_t : κόστος κατά το έτος t

Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο, μία επένδυση κρίνεται ως αποδεκτή όταν $BCR > 1$. Ειδικότερα για επενδύσεις παραγωγής ενέργειας, όπως αυτές των φ/β συστημάτων, «όφελος» είναι η παρούσα αξία του συνόλου των εσόδων από την πώληση της παραγόμενης ενέργειας, ενώ «κόστος» είναι η παρούσα αξία της αρχικής επένδυσης και του συνόλου των λειτουργικών δαπανών του συστήματος.

Τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων που παρουσιάστηκαν σε αυτήν την ενότητα θα ελεγχθούν κατά τη διερεύνηση βιωσιμότητας της εγκατάστασης Φωτοβολταϊκού Συστήματος 1,5 MW.

§ 5.6 - Ανάλυση Κόστους Διασυνδεδεμένου Φ/Β Συστήματος 1,5 MW.

Η ανάλυση κόστους καθώς και η οικονομική ανάλυση του διασυνδεδεμένου συστήματος θα γίνει με την βοήθεια του Καναδέζικου λογισμικού RETScreen4 της εταιρίας Natural Resources Canada, αλλά πριν περαστούν τα δεδομένα στο πρόγραμμα, πρέπει να εκτιμηθούν οι τιμές τους. Το συνολικό κόστος της συγκεκριμένης Φ/Β εγκατάστασης περιλαμβάνει τα κόστη εξοπλισμού, τα κόστη εγκατάστασης, τα κόστη έκδοσης αδειών, το κόστος παρακολούθησης, το κόστος λειτουργίας και το κόστος συντήρησης.

Αναλυτικότερα, το κόστος κατ'εκτίμηση του εξοπλισμού που αφορά τη δαπάνη για αγορά του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένων των φόρων και των τελών μεταφοράς περιγράφεται στον πιο κάτω πίνακα (Προσφορά - Quotation)

Quotation / Προσφορά

A/A	Description	Quantity	Unit	Purchase price	AMOUNT
1	PV MODULES S-ENERGY 250Wp High-Efficiency Polycrystalline Solar Modules / Power Tolerance -0 + 5Wp	6.000	pieces	€ 137,50	€ 825.000,00
2	REFUsoI 20K Transformerless Inverters with Efficiency over 98 % (5-year standard warranty + 5-year extension)	75	pieces	€ 2.600,00	€ 195.000,00
3	METALOUMIN SOLAR MOUNTING SYSTEM Extruded Aluminium Profile PV Support 20-year warranty on the durability of all materials.	1	pieces	€ 180.000,00	€ 180.000,00
4	FULL SYSTEM INSTALLATION Installation of PV Modules, Mounting System, Fuses Inverters, Wires and Switches, DC & AC Surge Arrestors	1	pieces	€ 130.000,00	€ 130.000,00
5	ELECTRICAL ACCESSORIES Junction Box, Plastic Pipe, DC & AC Surge Arrestors Cables for PV, Isolator, Fused, MCB's, RCCB's	1	pieces	€ 140.000,00	€ 140.000,00
6	MONITORING SYSTEM	1	pieces	€ 15.000,00	€ 15.000,00
7	EAC Grid Connection Cost	1	pieces	€ 4.000,00	€ 4.000,00
8	EAC SUB STATION	1	pieces	€ 30.000,00	€ 30.000,00
9	FENCING + EARTH WORKS	1	pieces	€ 45.000,00	€ 45.000,00
10	TRANSPORTATION COST	1	pieces	€ 5.000,00	€ 5.000,00

Grand Total**€ 1.569.000,00**

Για τα συγκεκριμένα κορεάτικα πλαίσια SM - 250PC8, των 250 Watt, της S-ENERGY η τιμή αγοράς είναι 0,55 €/ watt, η οποία περιλαμβάνει, πέρα από την αγορά των πλαισίων, την μεταφορά στο λιμάνι της Λεμεσού και την ασφάλισή τους κατά την μεταφορά αυτή. Έτσι, για τα 6000 πλαίσια, συνολικής ισχύος 1,5 MW απαιτούνται 825.000€

Αντίστοιχα, για τους 75 τριφασικούς αντιστροφείς (inverters) REFUsoI 20K, της γερμανικής εταιρείας REFUsoI, η τιμή αγοράς, συμπεριλαμβανομένου του κόστους για την επέκταση της εγγύησης στα 10 χρόνια, ανέρχεται στο ποσό των 195.000 €.

Όσον αφορά τις βάσεις στήριξης, η τιμή τους, συμπεριλαμβανομένου και του κόστους πασσαλόμπιξης (με το μηχάνημα της πασσαλόμπιξης), ανέρχεται στο ποσό των 180.000 €.

Η εγκατάσταση του συστήματος εκτιμάτε ότι θα διαρκέσει περίπου έξι μήνες και θα κοστίσει περίπου 130.000 €.

Όσον αφορά τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό και τις καλωδιώσεις που θα χρειαστούν για την εγκατάσταση, συμπεριλαμβανομένου των πινάκων διανομής και της παροχής αντικεραυνικής προστασίας (surge protection) τόσο στην AC όσο και στην DC μεριά, το κόστος ανέρχεται στα 140.000 €.

Το κόστος του συστήματος τηλεμετρίας και παρακολούθησης του συστήματος, συμπεριλαμβανομένου του κόστους διασύνδεσης με το διαδίκτυο, ανέρχεται στο ποσό των 15.000 €.

Όσον αφορά το κόστος διασύνδεσης του συστήματος με το δίκτυο της ΑΗΚ η εταιρεία ATHINODOROU & POUILLAS INVESTMENTS & PROPERTIES LTD δεν θα χρειαστεί να πληρώσει 71.000 €, όπως είχε εκτιμηθεί αρχικά, γιατί η συγγενική της εταιρεία ATHINODOROU BETON LTD έχει ήδη πληρώσει για την επέκταση του δικτύου της ΑΗΚ μέχρι το εργοστάσιο της που είναι δίπλα στο τεμάχιο που θα γίνει η εγκατάσταση του φ/β πάρκου. Έτσι, με 4.000 € επιπλέον θα ενωθεί και το φ/β πάρκο στο δίκτυο της ΑΗΚ.

Η ανέγερση του κτηρίου του Υποσταθμού Διανομής, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΑΗΚ, εκτιμάτε ότι θα κοστίσει 30.000 €.

Η περίφραξη του χώρου καθώς και οι χωματουργικές εργασίες εκτιμάτε ότι θα κοστίσουν περίπου 45.000 €

Τέλος, επειδή οι τιμές που αναφέρονται πιο πάνω για τον εξοπλισμό του συστήματος είναι μέχρι το λιμάνι της Λεμεσού (CIF Limassol), το κόστος για την μεταφορά του εξοπλισμού από το λιμάνι μέχρι τον χώρο εγκατάστασης, συμπεριλαμβανόμενων και των τοπικών εξόδων του λιμανιού, ανέρχεται περίπου στα 5.000 €

Το κόστος για τα σχέδια και τις μελέτες για την έκδοση των απαιτούμενων αδειών ανέρχεται στα 10.000 €, χωρίς να περιλαμβάνει παράβολο των 1.250 € για την αίτηση στην πολεοδομία, παράβολο των 175,5 € για την αίτηση στην ΑΗΚ και παράβολο των 170,86 € για την αίτηση στη ΠΑΕΚ.

Το συνολικό κόστος του εξοπλισμού και το κόστος έκδοσης αδειών είναι πιστώσεις που αφορούν το αρχικό κόστος της επένδυσης. Επίσης, στο αρχικό κόστος της επένδυσης περιλαμβάνεται και το κέρδος της εταιρείας A.S.G Solar Technologies Ltd (μελετητής και εγκαταστάτης του έργου). Το κέρδος της Solar Technologies εξαρτάτε από το τελικό κόστος του συστήματος, βάση της συμφωνίας «cost plus» που έχει υπογραφεί μεταξύ των δυο εταιρειών.

Σε αντίθεση με το αρχικό κόστος, υπάρχουν και πιστώσεις που αφορούν ετήσια κόστη. Στα ετήσια κόστη περιλαμβάνονται το κόστος λειτουργίας και το κόστος συντήρησης της εγκατάστασης. Στο κόστος λειτουργίας περιλαμβάνεται και η ασφάλιση του εξοπλισμού, η οποία είναι απαραίτητη προϋπόθεση σε περίπτωση χορήγησης τραπεζικού δανείου, αλλά προστατεύει και την εγκατάσταση από ακραία καιρικά φαινόμενα που μπορεί να προκύψουν. Μια τέτοια ασφάλεια καλύπτει οποιαδήποτε απρόοπτη και ξαφνική υλική ζημιά ή απώλεια, που μπορεί να οφείλεται ενδεικτικά σε αιτίες όπως:

- Φωτιά, κεραυνό, έκρηξη, πτώση αεροσκάφους
- Πλημμύρα, καταιγίδα, χιόνι, βροχή, θύελλα, χαλάζι, παγετό
- Σεισμό, καθίζηση, κατολίσθηση
- Ανθρώπινα λάθη, λανθασμένο χειρισμό, αμέλεια, απροσεξία, αδεξιότητα, κακόβουλη ενέργεια τρίτων
- Αστική ευθύνη έναντι τρίτων

Από έρευνα και στοιχεία της αγοράς, το ποσό για την ασφάλιση ενός Φ/Β συστήματος 1,5MW είναι τις τάξης των 5000 €.

Παρά το γεγονός ότι τα περισσότερα πλαίσια συνοδεύονται από εγγυήσεις του κατασκευαστή που καλύπτουν τυπικές φθορές σε συνήθεις καιρικές συνθήκες, η συντήρηση του συστήματος είναι απαραίτητη. Το σύστημα απαιτεί μια τυπική συντήρηση και έλεγχο, ώστε να επιβεβαιώνεται η καλή λειτουργία μέσα στα πλαίσια και τις προδιαγραφές λειτουργίας. Την συντήρηση και έλεγχο του έργου έχει αναλάβει η εταιρία A.S.G Solar technologies Ltd και το ετήσιο κόστος έχει συμφωνηθεί στα 3.750 € / χρόνο (σταθερό για 20 χρόνια).

Συνολικά, λοιπόν, το κόστος της επένδυσης, που είναι το άθροισμα όλων των επιμέρους αρχικών κοστών, εκτιμάτε ότι θα είναι 1.600.000 €. Στο συνολικό κόστος της επένδυσης δεν περιλαμβάνονται τα ετήσια κόστη λειτουργίας και συντήρησης. Όσον αφορά τα έσοδα, που θα έχει η εταιρεία ATHINODOROU & ROULLAS INVESTMENTS & PROPERTIES LTD, έχει εξασφαλίσει την ψηλότερη τιμή στον μειοδοτικό διαγωνισμό (9,9 σεντ/ΚWh) η οποία θα είναι σταθερή για τα πρώτα 20 χρόνια της λειτουργίας του.

§ 5.7 – Μελέτη Βιωσιμότητας του Έργου με την Χρήση του Λογισμικού RETScreen

Έχει, ήδη, αναφερθεί πως θα γίνει μελέτη της βιωσιμότητας του διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος και με το λογισμικό RETScreen. Η οικονομική ανάλυση με το RETScreen, απαιτεί και τον καθορισμό του ενεργειακού μοντέλου, προκειμένου να υπολογιστούν τα επιθυμητά οικονομικά μεγέθη. Στην συγκεκριμένη ενότητα θα γίνει μια σύντομη περιγραφή και επεξήγηση των μοντέλων που έγιναν με το εν λόγω πρόγραμμα. Ολόκληρο το μοντέλο με την ανάλυση του συστήματος, ενεργειακή, περιβαλλοντική και οικονομική, παρατίθενται στο τέλος της παραγράφου § 5.7 .

Η εκκίνηση του μοντέλου περιλαμβάνει κάποιες γενικές πληροφορίες σχετικά με το έργο και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής που πρόκειται να γίνει η εγκατάσταση του συστήματος, τα οποία ο χρήστης επιλέγει μέσα από μια τοποθεσία κλιματικών δεδομένων. Το έργο αφορά στην παραγωγή ηλεκτρισμού, μέσω φωτοβολταϊκής τεχνολογίας και η εγκατάσταση είναι διασυνδεδεμένη με το κεντρικό δίκτυο, δηλαδή το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας πωλείται στη ΑΗΚ.

Σαν θερμογόνος ικανότητα, ορίζεται η κατώτερη θερμογόνος ικανότητα, ώστε να συγκριθεί το Φ/Β σύστημα μ' ένα συμβατικό σύστημα παραγωγής ενέργειας. Σαν θερμογόνος δύναμη ορίζεται το ποσό της θερμότητας, το οποίο παράγεται κατά τη στοιχείο-μετρική καύση μιας ορισμένης ποσότητας καυσίμου. Ανάλογα με τη σύνθεση του καυσίμου (την ποσότητα του υδρογόνου που περιέχει), η ποσότητα των υδρατμών στα προϊόντα της καύσης διαφέρει. Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη υπολογίζεται, υποθέτοντας ότι τα προϊόντα της καύσης, παραμένουν σε κατάσταση υδρατμών. Αντίθετα, η ανώτερη θερμογόνος δύναμη, υπολογίζεται θεωρώντας πως οι υδρατμοί μετατρέπονται σε νερό. Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη, τυπικά, χρησιμοποιείται στον Καναδά και στις ΗΠΑ, ενώ η κατώτερη σ' όλο τον υπόλοιπο κόσμο.

Η υπό μελέτη εγκατάσταση Φ/Β συστήματος ισχύος 1,5 MW, είναι διασυνδεδεμένη με το κεντρικό δίκτυο και το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας πωλείται στη ΑΗΚ στην τιμή των 0,099 €/KWh. Από τα στοιχεία που έχουν υπολογιστεί στο δεύτερο κεφάλαιο, οι Φ/Β συλλέκτες τοποθετούνται πάνω σε σταθερά συστήματα στήριξης με νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο μηδέν μοίρες) και κλίση 27 μοιρών. Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής για τη συγκεκριμένη κλίση των 27 μοιρών, υπολογίζονται αυτόματα από τη βάση δεδομένων του προγράμματος. Επειδή το πρόγραμμα δεν μπορεί να υπολογίσει τις απώλειες γήρανσης των φ/β πλαισίων, υπολογίστηκε αρχικά η παραγωγή για τον πρώτο χρόνο λειτουργίας και έπειτα κατασκευάστηκε πίνακας με την προβλεπόμενη παραγωγή για τα πρώτα 20 χρόνια.

Ο πιο κάτω πίνακας 5.7.1 περιγράφει την αναμενόμενη ετήσια παραγωγή βάση των εγγυήσεων του κατασκευαστή των πλαισίων. Δηλαδή η μέγιστη απώλεια ισχύος στον πρώτο χρόνο λειτουργίας, να μην ξεπερνά το 3% της αρχικής και μετά η απώλεια ισχύος να είναι γραμμική για τα επόμενα 19 χρόνια και να μην ξεπερνά το 0,7% κάθε χρόνο. Έτσι, η απώλεια ισχύος στα πρώτα 25 χρόνια να μην ξεπερνά το 20% της αρχικής.

Έτος	Παραγωγή (kWh)	Έτος	Παραγωγή (kWh)
1	2.515.000,00	11	2.321.962,23
2	2.439.550,00	12	2.305.708,49
3	2.422.473,15	13	2.289.568,54
4	2.405.515,84	14	2.273.541,56
5	2.388.677,23	15	2.257.626,76
6	2.371.956,49	16	2.241.823,38
7	2.355.352,79	17	2.226.130,61
8	2.338.865,32	18	2.210.547,70
9	2.322.493,26	19	2.195.073,87
10	2.306.235,81	20	2.179.708,35

Πίνακας 5.7.1 - Αναμενόμενη ετήσια παραγωγή ενέργειας για τα πρώτα 20 χρόνια

Για να μην έχουμε μεγάλη αλλοίωση των αποτελεσμάτων, ρυθμίζουμε το κελί με τις λοιπές απώλειες, έτσι ώστε ο μέσος όρος της παράγωγης στο RETScreen να συμπίπτει με τον μέσο όρο της παραγωγής από τον πίνακα 5.7.1. Έτσι, υπολογίζεται η ετήσια μέση ηλιακή ακτινοβολία και η ετήσια μέση ηλεκτρική ενέργεια που διοχετεύετε στο δίκτυο. Πλέον, το όλο σύστημα της εγκατάστασης εμφανίζει απώλειες περίπου 20% (μέσο όρο για τα πρώτα 20 χρόνια) που οφείλονται σε ανακλάσεις, θερμοκρασία και πτώση τάσης, γήρανση των πλαισίων κτλ., ενώ ο αντιστροφείας εμφανίζει απώλειες περίπου 3.5%. Το πρόγραμμα υπολογίζει το συντελεστή ισχύος στο 17.5% και την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο της ΑΗΚ στις 2,3 MWh / χρόνο (μέσος όρος για τα πρώτα 20 χρόνια).

Στην καρτέλα της ανάλυσης του κόστους του συστήματος, μπαίνουν όλα τα κόστη που αφορούν την εγκατάσταση και έχουν αναφερθεί στην § 5.6. Τα ποσά αυτά φαίνονται με ακρίβεια στο μοντέλο που παρατίθεται στην συνέχεια. Γίνεται διαχωρισμός μεταξύ αρχικού, ετήσιου και περιοδικού κόστους. Στο αρχικό κόστος περιλαμβάνονται το κόστος του εξοπλισμού και το κόστος εγκατάστασης αυτού. Στα ετήσια κόστη περιλαμβάνονται τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασης. Τα περιοδικά κόστη αφορούν κόστη τα οποία προκύπτουν έπειτα από βλάβες ή από το τέλος της ωφέλιμης ζωής κάποιων εξαρτημάτων, αλλά στην συγκεκριμένη εγκατάσταση θεωρήθηκαν μηδενικά.

Η έννοια της βιωσιμότητας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και με το περιβάλλον, πέρα από την οικονομία. Γι' αυτό το λόγο, στο RETScreen γίνεται μια σύντομη ανάλυση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΤΘ) (CO₂, CH₄, N₂O). Η ανάλυση αυτή αφορά την ποσότητα των συγκεκριμένων αερίων που θα εκπέμπονταν στο περιβάλλον, σε περίπτωση που η ενέργεια δεν παράγονταν από ένα Φ/Β σύστημα, αλλά από ένα συμβατικό (σενάριο αναφοράς). Ουσιαστικά, επιδιώκεται να ελεγχθεί το πιθανό περιβαλλοντικό όφελος που θα προκύψει από μια τέτοια επένδυση. Σαν σενάριο αναφοράς επιλέγεται η παραγωγή ενέργειας με καύση 100% αργού πετρελαίου που αποτελεί τον βασικό ενεργειακό πόρο για την Κύπρο. Σύμφωνα με την ΑΗΚ, ο βαθμός απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού είναι 35% και οι απώλειες μεταφοράς και διανομής 5%. Στην περίπτωση του Φ/Β συστήματος οι απώλειες μεταφοράς και διανομής αφορούν απώλειες στις καλωδιώσεις της εγκατάστασης και είναι περίπου 1 – 2 %. Τέλη συναλλαγών πιστώσεων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου δεν υπάρχουν.

Με τα συγκεκριμένα δεδομένα, προκύπτει πως η καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ ανέρχεται περίπου σε 1656 τόνους ετησίως (μέσος όρος για τα πρώτα 20 χρόνια). Η ποσότητα αυτή, σύμφωνα με το πρόγραμμα, ισοδυναμεί με 376 στρέμματα δάσους που απορροφούν άνθρακα. Αντιλαμβάνεται, κανείς, πως το περιβαλλοντικό κέρδος είναι μεγάλο και οφείλεται σε μια μεμονωμένη εγκατάσταση. Το όφελος από πολλές τέτοιες μονάδες θα είναι πολύ μεγαλύτερο.

Στην καρτέλα της οικονομικής ανάλυσης, εισάγονται όλα εκείνα τα στοιχεία για τον υπολογισμό των οικονομικών παραμέτρων, καθώς και της ετήσιας χρηματοροής του έργου. Πρόκειται, δηλαδή, για μια σύνοψη των στοιχείων που εισήχθησαν στο Ενεργειακό μοντέλο και την Ανάλυση κόστους, και η οποία συμβάλλει στην εξαγωγή των συμπερασμάτων σχετικά με την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης. Οι οικονομικοί παράμετροι αφορούν γενικά στοιχεία και τρόπους χρηματοδότησης της επένδυσης, που έχουν αναφερθεί παραπάνω. Ο κυλιόμενος φόρος κόστος καυσίμου είναι 0%, αφού δεν χρησιμοποιείται καύσιμο στην μονάδα. Η τιμή του πληθωρισμού ανέρχεται στο 5% δε χρησιμοποιείται γιατί επηρεάζει πολύ την επαλήθευση των αποτελεσμάτων. Το επιτόκιο αναγωγής έχει εξηγηθεί και είναι 6,5%, ενώ η διάρκεια ζωής του έργου είναι 20 έτη. Ο τρόπος χρηματοδότησης της επένδυσης έχει εξηγηθεί και αφορά την λήψη δανείου για όλο το κόστος της επένδυσης από συγγενική εταιρεία. Κίνητρα, επιχορηγήσεις και ίδια κεφάλαια δεν υπάρχουν.

Το τοκοχρεολύσιο είναι το ποσοστό του δανείου που πάρθηκε για την υλοποίηση της επένδυσης, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 100%, μιας και το δάνειο κάλυψε ολόκληρο το ποσό της επένδυσης. Στην ανάλυση φόρου εισοδήματος, ο συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης, αφορά στην φορολογική κλίμακα την οποία ανήκει ο επενδυτής. Στην συγκεκριμένη περίπτωση θεωρήθηκε μηδέν γιατί η εταιρεία, με νόμιμες λογιστικές πράξεις μεταξύ συγγενικών εταιρειών, μπορεί να μεταφέρει την ζημιά από τις άλλες

εταιρείες και να δείξει ότι συνολικά δεν βγάζει κέρδος, κατά συνέπεια δεν θα πληρώνει φόρους εισοδήματος (τουλάχιστον για τα χρόνια που είναι εφικτό)

Στη σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων, συνοψίζονται τα στοιχεία της οικονομικής ανάλυσης και φαίνονται τα συνολικά αρχικά κόστη, όπως αυτά ορίστηκαν στην καρτέλα Ανάλυση Κόστους. Επίσης, φαίνονται τα συνολικά ετήσια κόστη και οι συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισοδήματα, όπως αυτά προκύπτουν έπειτα από την εισαγωγή των οικονομικών στοιχείων. Στην οικονομική βιωσιμότητα, υπολογίζονται σημαντικά οικονομικά μεγέθη, που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας της επένδυσης. Στη συνέχεια φαίνονται οι ετήσιες χρηματοροές της επένδυσης και η αθροιστική χρηματοροή, η οποία απεικονίζεται και στο διάγραμμα 5.7.2, σύμφωνα με το πρόγραμμα RETScreen4.

Ετήσια χρηματοροή					
Ετος	Προ-φόρων		Μετά-φόρων		Αθροιστικά
#	€		€		€
0	0		0		0
1	10.862		10.862		10.862
2	10.862		10.862		21.723
3	10.862		10.862		32.585
4	10.862		10.862		43.447
5	10.862		10.862		54.308
6	10.862		10.862		65.170
7	10.862		10.862		76.032
8	10.862		10.862		86.893
9	10.862		10.862		97.755
10	10.862		10.862		108.617
11	10.862		10.862		119.478
12	218.950		218.950		338.428
13	218.950		218.950		557.378
14	218.950		218.950		776.328
15	218.950		218.950		995.278
16	218.950		218.950		1.214.228
17	218.950		218.950		1.433.178
18	218.950		218.950		1.652.128
19	218.950		218.950		1.871.078
20	218.950		218.950		2.090.028

Διάγραμμα 5.7.2 – Ετήσιες χρηματοροές για τα πρώτα 20 χρόνια

Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας

Πληροφορία έργου [Δείτε βάση δεδομένων έργου](#)


Όνομασία έργου	ATHINODOROU 1.5MW PV PARK
Τοποθεσία έργου	ΠΙΣΣΟΥΡΙ
Συντάχθηκε για	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Συντάχθηκε από	ΙΩΣΗΦΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Τύπος έργου	Παραγωγή ηλεκτρισμού
Τεχνολογία	Φωτοβολταϊκό
Τύπος δικτύου	Κεντρικό δίκτυο
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 2
Θερμογόνος «ανάπτυξη αναφοράς	Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΑΘΙ)

Δείξε ρυθμίσεις

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας [Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Akrotiri RAF
-------------------------------	--------------

Δείξε δεδομένα




Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
'B	34,6	34,6
'A	33,0	33,0
m	23	23
°C	6,4	
°C	31,6	
°C	14,5	

Γεωγραφικό πλάτος
Γεωγραφικό μήκος
Υψόμετρο
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα		Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια		Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	Σχετική υγρασία %	kWh/m ² /ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτο	°C	°C-ημ	°C-ημ	
Ιανουάριος	12,5	89,8%	2,74	100,8	4,0	14,6	171	78	
Φεβρουάριος	12,4	88,1%	3,70	100,7	4,2	14,6	157	67	
Μάρτιος	14,2	88,2%	5,11	100,6	4,0	16,6	118	130	
Απρίλιος	17,4	88,2%	6,28	100,4	4,1	20,2	18	222	
Μάιος	20,9	88,4%	7,46	100,3	4,1	24,3	0	338	
Ιούνιος	24,3	89,6%	8,40	100,1	4,3	28,7	0	429	
Ιούλιος	26,7	71,5%	8,14	99,8	4,5	31,9	0	518	
Αύγουστος	27,0	71,6%	7,32	99,9	4,3	32,0	0	527	
Σεπτέμβριος	25,2	85,9%	6,23	100,2	3,7	29,4	0	456	
Οκτώβριος	21,9	83,2%	4,66	100,6	3,0	25,3	0	369	
Νοέμβριος	17,4	85,5%	3,21	100,8	3,4	20,2	18	222	
Δεκέμβριος	13,8	70,0%	2,45	100,9	3,8	16,1	130	118	
Ετήσιο									
Μετρημένο σε	m	19,5	88,3%	5,48	100,4	3,9	22,9	611	3.473
						10,0	0,0		

[Συμπληρώστε το φύλλο Ενεργειακό Μοντέλο](#)



© Minister of Natural Resources Canada 1997-2012.

NRCan/CanmetENERGY

Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος 1,5 MW

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Δείξτε εναλλακτικές μονάδες

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Τεχνολογία Φωτοβολταϊκό

Τύπος ανάλυσης Μέθοδος 1 Μέθοδος 2

Αξιολόγηση πηγών
 Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου * Σταθεροποιημένα
 Κλίση * 27,0
 Αζιμούθιο * 0,0

Δείξε δεδομένα

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια kWh/m ² /ημ	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - κεκλιμένο kWh/m ² /ημ	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού €/MWh	Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο MWh
Ιανουάριος	2,74	3,93	99,0	134,6
Φεβρουάριος	3,70	4,79	99,0	147,2
Μάρτιος	5,11	5,93	99,0	198,2
Απρίλιος	6,28	6,53	99,0	208,0
Μάιος	7,46	7,13	99,0	230,4
Ιούνιος	8,40	7,69	99,0	235,8
Ιούλιος	8,14	7,59	99,0	238,1
Αύγουστος	7,32	7,36	99,0	230,5
Σεπτέμβριος	6,23	7,00	99,0	213,8
Οκτώβριος	4,86	5,96	99,0	192,3
Νοέμβριος	3,21	4,57	99,0	147,4
Δεκέμβριος	2,45	3,62	99,0	123,5
Ετήσιο	5,48	6,01	99,00	2.300,0

Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία - οριζόντιο επίπεδο MWh/m² 2,00
 Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία - επικλινές επίπεδο MWh/m² 2,19

Φωτοβολταϊκό
 Τύπος Πολυ-Si
 Ηλεκτρική ισχύς kW 1.500,00
 Κατασκευαστής S-ENERGY CO., LTD.
 Μοντέλο Πολυ-Si - SM-250PC8 8000 μονάδα(-ες)
 Βαθμός απόδοσης % 15,4%
 Ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας κελίου °C 45
 Συντελεστής θερμοκρασίας % / °C 0,40%
 Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη m² 9.740

Λοιπές απώλειες % 20,0%

Μετατροπέας (inverter)
 Βαθμός απόδοσης % 97,8%
 Ισχύς kW 20,0
 Λοιπές απώλειες % 3,5%

Περίληψη
 Συντελεστής ισχύος % 17,5%

Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο MWh 2.300,0

[Δείτε βάση δεδομένων προϊόντων](#)

ATHINODOROU 1.5MW PV PARK
ΠΙΣΣΟΥΡΙ

26/3/2014
RETScreen4-1

Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος 1,5 MW

Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Ρυθμίσεις			
<input checked="" type="checkbox"/> Μέθοδος 1	<input checked="" type="checkbox"/> Σημειώσεις/Εύρος	Σημειώσεις/Εύρος	Καμία
<input checked="" type="checkbox"/> Μέθοδος 2	<input type="checkbox"/> Δεύτερο νόμισμα		
	<input type="checkbox"/> Κατανομή κόστους		

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
Μελέτη σκοπιμότητας					
Μελέτες και Σχέδια	κόστος	1	€ 10.000	€ 10.000	
Υπο-σύνολο:				€ 10.000	0,6%
Ανάπτυξη					
Περιγραφή και χημικουργικές εργασίες	κόστος	1	€ 45.000	€ 45.000	
Υπο-σύνολο:				€ 45.000	2,8%
Μηχανολογικά					
Βάσεις στήριξης και κόστος πασσαλόμπιξης	κόστος	1	€ 180.000	€ 180.000	
Υπο-σύνολο:				€ 180.000	11,3%
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας					
Φωτοβολταϊκό	kW	1.500,00	€ 550	€ 825.000	
Εργα οδοποιίας	km			€ -	
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km	1	€ 4.000	€ 4.000	
Υποσταθμός	έργο	1	€ 30.000	€ 30.000	
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			€ -	
Εγκατάσταση και Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός	κόστος	1	€ 270.000	€ 270.000	
Μετατροπέας (inverter)	κόστος	75	€ 2.600	€ 195.000	
Υπο-σύνολο:				€ 1.324.000	82,8%
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα					
Ανταλλακτικά	%			€ -	
Μεταφορά	έργο	1	€ 5.000	€ 5.000	
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			€ -	
Συστήματα παρακολούθησης και άλλα	κόστος	1	€ 36.000	€ 36.000	
Απρόβλεπτα	%			€ 1.600.000	
Τόκος κατά την κατασκευή				€ 1.600.000	
Υπο-σύνολο:				€ 41.000	2,6%
Συνολικά αρχικά κόστη				€ 1.600.000	100,0%

Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Λειτουργία & Συντήρηση				
Τμήματα & Εργασία	έργο	1	€ 3.750	€ 3.750
Ασφάλεια Έργου	κόστος	1	€ 5.000	€ 5.000
Απρόβλεπτα	%			€ -
Υπο-σύνολο:				€ 8.750

Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Έτος	Μονάδα κόστους	Ποσό
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -
				€ -
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			€ -

Ανάλυση μείωσης εκπομπών RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Ανάλυση Εκπομπών

Μέθοδος 1
 Μέθοδος 2
 Μέθοδος 3

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Κράτος - περιφέρεια	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ (εξαιρούνται Μ&Δ) tn CO2/MWh	Απώλειες Μ&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO2/MWh
Κύπρος	Πετρέλαιο (#6)	0,758		0,758

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών ΑΤΘ βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO2/MWh	Εκπομπές ΑΤΘ tn CO2
Σύνολο	100,0%	2.300	0,758	1.743,4

Περίληψη εκπομπών ΑΤΘ προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο ηλεκτροπαραγωγής)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO2/MWh	Εκπομπές ΑΤΘ tn CO2
Σύνολο	100,0%	2.300	0,000	0,0

Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο MWh 2.300 **Απώλειες Μ&Δ** 5,0% 115 0,758 87,2
Σύνολο 87,2

Σύνοψη μείωσης εκπομπών ΑΤΘ

Εργο ηλεκτροπαραγωγής	Εκπομπές ΑΤΘ βασικής περίπτωσης tn CO2	Εκπομπές ΑΤΘ προτεινόμενης περίπτωσης tn CO2	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ tn CO2	Τέλη συναλλαγών πιστώσεων εκπομπών ΑΤΘ %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ tn CO2
Εργο ηλεκτροπαραγωγής	1.743,4	87,2	1.656,2		1.656,2
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	1.656	tn CO2	ισοδυναμεί με	376	Στρέμματα δάσους που απορροφούν άνθρακα

Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος 1,5 MW

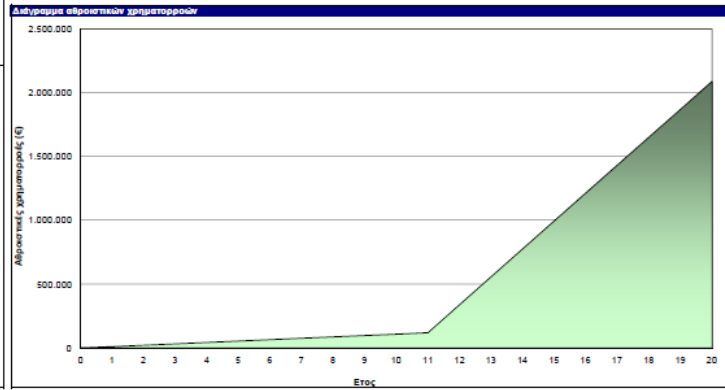
Οικονομική Ανάλυση RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Οικονομικοί Παράμετροι	
Γενικά	
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%
Τιμή πώλησης	% 0,0%
Επίπλοιο αναγωγής	% 0,0%
Διάφορα ζωής ζηνου	έτος 20
Χρηματοδότηση	
Κλήτρα και επιχορήγησης	€ 0
Υποχρεώσεις	% 100,0%
Χρέος	€ 1.600.000
Μετοχή	€ 0
Επίπλοιο δανεισμού	% 6,50%
Περίοδος μόνου	έτος 11
Πληρωμές χρόνος	έτος 208.088
Ανάλυση φόρου εισοδήματος	
Συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης	% 12,6%
Ζημιές τις μεταφορά:	Nai
Μέθοδος απόσβεσης	Αποκλιών ισοζύγιο
Κατάσταση μόνου - χρόνος 1	ναί/οχι
Φορολογική βάση απόσβεσης	% 10,0%
Ρυθμός απόσβεσης	% 0,0%
Υφίσταται φορολογική ατέλεια:	ναί/οχι
Διάφορα φορολογικής ατέλειας	έτος 20
Ετήσια Έσοδα	
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	MWh 2.300
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	€/MWh 99,00
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€ 227.700
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%
Έσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ	
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO2/έτος 1.666
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 20 έτη	tn CO2 33.125
Προσαύξηση εσόδων πωλήσι (εκπτώση)	
Άλλα εισοδήματα (κόστος)	
Έσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας (ΚΕ)	

Σύνολο κόστους έργου και αποταμιεύσεων/ισοζύγιου	
Αρχικά κόστη	
Μικτή σκοπιμότητας	0,6% € 10.000
Ανάπτυξη	2,8% € 45.000
Μηχανολογικά	11,3% € 180.000
Σύνολμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	62,8% € 1.324.000
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	
2,6% € 41.000	
Συνολικά αρχικά κόστη	100,0% € 1.600.000
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρόνος	
Λειτουργία & Συντήρηση	€ 8.750
Κόστος καυσίμου - περιττώμενη περίπτωση	€ 0
Πληρωμές χρόνος - 11 έτη	€ 208.088
Συνολικά ετήσια κόστη	€ 216.838
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα	
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	€ 0
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€ 227.700
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	€ 227.700

Ετήσια Υπομνηστικά				
Ετος	Προ-φόρων	Μετα-φόρων	Αβραστικά	€
0	0	0	0	0
1	10.962	10.962	10.962	21.723
2	10.962	10.962	10.962	32.585
3	10.962	10.962	10.962	43.447
4	10.962	10.962	10.962	54.309
5	10.962	10.962	10.962	65.170
6	10.962	10.962	10.962	76.032
7	10.962	10.962	10.962	86.893
8	10.962	10.962	10.962	97.755
9	10.962	10.962	10.962	108.617
10	10.962	10.962	10.962	119.479
11	10.962	10.962	10.962	130.340
12	218.950	218.950	218.950	338.428
13	218.950	218.950	218.950	557.378
14	218.950	218.950	218.950	776.328
15	218.950	218.950	218.950	995.278
16	218.950	218.950	218.950	1.214.228
17	218.950	218.950	218.950	1.433.178
18	218.950	218.950	218.950	1.652.128
19	218.950	218.950	218.950	1.871.078
20	218.950	218.950	218.950	2.090.028

Οικονομικά Επιχειρησιακά			
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μεταχες	%	8πκ%	
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	1,8%	
(IRR) μετά-φόρου - μεταχες	%	8πκ%	
(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	1,8%	
Απλή αποπληρωμή	έτος	7,3	
Αποπληρωμή Μεσοχών	έτος	αμέσο	
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€	2.090.028	
Επίσης αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/έτος	104.501	
Αναλογία Οφέλους/Κόστους (Ο-Κ)	#DIV/0!		
Καύση δαπανών υπογραμμιστών	1,05		
Κόστος παραγωγής ενέργειας	€/MWh	53,56	
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tCO2	(63)	



§ 5.8 – Σύνοψη και Συμπεράσματα.

Στην μελέτη της βιωσιμότητας του διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος 1,5 MW που μελετήθηκε. Αρχικά, έγινε ορισμός κάποιων βασικών οικονομικών παραμέτρων, των οποίων έγινε χρήση στη συνέχεια της μελέτης. Ακολούθησε πλήρης περιγραφή και ανάλυση των βασικότερων κριτηρίων για αξιολόγηση ενεργειακών συστημάτων, όπως είναι το υπό εξέταση Φ/Β σύστημα. Στη συνέχεια, αναλύθηκε λεπτομερώς το κόστος του συγκεκριμένου συστήματος, όσον αφορά τον εξοπλισμό, την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρηση αυτού. Η εγκατάσταση και η λειτουργία ενός διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος, από οικονομικής αλλά και περιβαλλοντικής άποψης, κρίθηκε συμφέρουσα, σύμφωνα με όλα τα κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν και συνοψίζονται στη συνέχεια. Το κριτήριο BCR, το πρόγραμμα, το εμφανίζει σαν λάθος (διαίρεση με το μηδέν), επειδή η αναλογία οφέλους – κόστους είναι για τις μετοχές και έχουμε ορίσει μετοχή μηδέν.(100% δάνειο)

Αξίζει να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη επένδυση παρουσιάζει καθαρά κέρδη από τον πρώτο χρόνο λειτουργίας της και για ολόκληρη τη διάρκεια ζωής της. Αυτό και μόνο την κάνει συμφέρουσα ανεξάρτητα από οικονομικούς δείκτες και κριτήρια επενδύσεων.

Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχές	%	θετικό
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	1,8%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%	θετικό
(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	1,8%
Απλή αποπληρωμή	έτος	7,3
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	άμεσο
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€	2.090.028
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/ετος	104.501
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (O-K)		#DIV/0!
Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων		1,05
Κόστος παραγωγής ενέργειας	€/MWh	53,56
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tCO2	(63)

Συμβολισμοί

- AC - Εναλλασσόμενο ρεύμα
- BCR - Λόγος οφέλους - κόστους - Benefit to cost Ratio
- DC - Συνεχές ρεύμα
- DPB - Έντοκη περίοδος αποπληρωμής - Discounted Payback Period
- IEA - International Energy Agency - Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας
- IRR - Εσωτερικό ποσοστό απόδοσης της επένδυσης – Internal Rate of Return
- MPP - Σημείο Μέγιστης Ισχύος - Maximum Power Point
- NPV - Καθαρά Παρούσα Αξία - Net Present Value
- ROI - Εσωτερικό ποσοστό απόδοσης της επένδυσης – Return on Investment
- SPB - Απλή περίοδος αποπληρωμής - Simple payback Period
- STC - Πρότυπες Συνθήκες Δοκιμής - Standard Test Conditions
- Α.Θ.Δ. - Ανώτερη Θερμογόνος δύναμη
- Α.Π.Ε. - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- Α.Τ.Θ. - Αέρια Του Θερμοκηπίου
- Α.Η.Κ – Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου
- Ρ.Α.Ε.Κ – Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου
- Ι.Ε.Κ – Ίδρυμα Ενέργεια Κύπρου
- Κ.Θ.Δ. Κατώτερη θερμογόνος δύναμη
- Φ/Β - Φωτοβολταϊκό
- Φ.Π.Α. - Φόρος Προστιθέμενης Αξίας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] **Ι.Ε. Φραγκιαδάκης.** «Φωτοβολταϊκά Συστήματα ». Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη. 2004.
- [2] **Ι.Ε. Φραγκιαδάκης:** «Φωτοβολταϊκά Συστήματα ». Εκδόσεις Ζήτη (2007)
- [3] **Δρ. Καραπιδάκης Εμμανουήλ** - Σημειώσεις Μαθήματος: **Ήπιες Μορφές Ενέργειες Ι**
- [4] **Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου** - <http://www.eac.com.cy/>
- [5] **Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου** - <http://www.cie.org.cy/>
- [6] **Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου** - <http://www.cera.org.cy/>
- [7] **Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως – Υπουργείο Εσωτερικών Κύπρου** - <http://www.moi.gov.cy/>
- [8] **Πανεπιστήμιο Κύπρου** - <https://www.ucy.ac.cy>
- [9] **Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου** - <http://www.moa.gov.cy/>
- [10] **S- Energy** - <http://www.s-energy.co.kr/>
- [11] **REFUsol GmbH** - www.refusol.com
- [12] **ΜΕΤΑΛΟΥΜΙΝ Α.Ε.Β.Ε.** - <http://www.metaloumin.gr/>
- [13] **LAPP KABEL** - <http://www.lappkabel.com/>
- [14] **Ευρωπαϊκή Επιτροπή** - <http://ec.europa.eu/>
- [15] **Google Earth** - <http://www.google.com/>
- [16] **Wikipedia** - <https://www.wikipedia.org/>
- [17] **PVGIS – JRC – Europa** - <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- [18] **SunEarthTools** - <http://www.sunearthtools.com/>