ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τεχνοοικονομική μελέτη Φ/Β εγκατάστασης στο νοσοκομείο Χανίων

ΗΛΙΑΣ Θ. ΨΥΛΑΚΗΣ

Επιβλέπων : Φώτης Κανέλλος
Λέκτορας Πολυτεχνείου Κρήτης

Χανιά, Οκτώβριος, 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η προκαταρκτική μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος στο Γενικό Νοσοκομείο Χανίων. Η ιδέα αυτής της διπλωματικής γεννήθηκε στα πλαίσια της πρακτικής μου άσκησης το καλοκαίρι του 2013 στην τεχνική υπηρεσία του νοσοκομείου Χανίων και η αιτία ήταν η υψηλή δαπάνη ρεύματος.

Στην αρχή της εργασίας γίνεται αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δίνοντας περισσότερη έμφαση στην ηλιακή.

Ακολούθως, περιγράφονται οι διαδικασίες οι οποίες απαιτούνται για την αδειοδότηση μίας Φ/Β εγκατάστασης, και ακολουθεί προκαταρκτική μελέτη διαστασιολόγησης, τεχνική μελέτη και μελέτη της οικονομικής βιωσιμότητάς του έργου.

Για την εν λόγω μελέτη χρησιμοποιήθηκαν λογισμικά κατάλληλα για την ανάλυση εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτά είναι το Sunny Design 3 και το RETScreen4. Ο τρόπος εφαρμογής τους για την διεξαγωγή της εν λόγω μελέτης δίνεται στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας.

Ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή μου Φώτη Κανέλλο για την καθοδήγηση και τις συμβουλές του, όλο το προσωπικό της τεχνικής υπηρεσίας του νοσοκομείου Χανίων και ιδιαίτερα τους κυρίους Κυριάκο Πολυζωϊδη, Σπύρο Σγουράκη, Μανώλη Παπαδογιάννη και την κυρία Ελένη Μπλαζουδάκη. Πριν και πάνω από όλους ευχαριστώ την οικογένεια μου και τους φίλους μου των φοιτητικών μου χρόνων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 8
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 8
1.2 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 8
1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ 9
1.3.1 Γενικά στοιχεία 9
1.3.2 Ενεργειακό πρόβλημα σε Ελλάδα-Κρήτη 11
1.3.2.1 Ελλάδα 11
1.3.2.3 Κρήτη 12
1.4 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ 14
1.4.1 Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων 15
1.5 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 15
1.5.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 16
1.5.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 16
1.5.3 Α.Π.Ε. 17
1.5.3.1 Ηλιακή ενέργεια 17
1.5.3.2 Αιολική ενέργεια 18
1.5.3.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια 20
1.5.3.4 Βιομάζα 22
1.5.3.5 Γεωθερμική Ενέργεια 22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 24
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 24
2.2 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ 24
2.2.1 Πλεονεκτήματα Ηλιακής Ενέργειας 24
2.3 ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ 25
2.3.1 Τύποι Φ/Β συλλεκτών 26
2.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ 30
2.4.1 Σύνδεση Φ/Β Πλαισίων 30
2.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 32
2.6 ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ 34
2.7 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ (Inverter) 36
2.8 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ DC/DC 37
2.9 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΥΡΕΣΗΣ ΣΗΜΕΙΟΥ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (MPPT) 37
2.10 ΤΥΠΟΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ 38
2.11 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΙΑΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ 39

2.12 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ Φ/Β 40
2.13 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΩΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΉ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ 42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 44
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 44
3.2 ΑΔΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ 44
3.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΧΙΚΟΥ ΦΑΚΕΛΟΥ ΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΑΙΤΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΔΕΔΔΗΕ) 45
3.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ 47
3.5 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ 50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 52
4.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ 52
4.1.1 Η Ανάγκη Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Νοσοκομεία 52
4.2.2 Μέθοδοι για Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Νοσοκομεία 52
4.2.3 Προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης νοσοκομείων στην Ελλάδα 53
4.2.3.1 Νοσοκομείο Χανίων 53
4.2.3.2 Νοσοκομείο Καλαμάτας 54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 56
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 56
5.2 ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΧΑΝΙΩΝ 56
5.2.1 Σύντομη περιγραφή 56
5.2.2 Γενικά στοιχεία κτιρίου 57
5.3 Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟ 59
5.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ SUNNY DESIGN 3 61
5.5 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ 73
5.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ RETSCREEN 75
5.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εποχή μας, η ραγδαία αύξηση της τεχνολογίας επέφερε διευκόλυνση σε πολλούς τομείς στην ζωή του ανθρώπου και τεράστια άλματα στην επιστημονική έρευνα, επιβάρυνε όμως το περιβάλλον με ρύπους και λύματα.

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και η σταδιακή απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Το επιβάλλουν η μόλυνση του περιβάλλοντος, η δραματική μείωση των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων με την παράλληλη αύξηση των τιμών τους αλλά και η ανάγκη για την ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας της Ελλάδας η οποία είναι μία χώρα με πλούσιο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό ΑΠΕ. Σε αυτή τη λογική η διεσπαρμένη παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να συμβάλει στη λύση του ανωτέρω προβλήματος. Σημαντικά φορτία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα μεγάλα δημόσια κτήρια. Η εφαρμογή ΑΠΕ σε τέτοιες εγκαταστάσεις εμφανίζει πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα.

1.2 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται λόγος περί ενέργειας, ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και την αξιοποίηση αυτών.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται σύντομη εισαγωγή στην ηλιακή ακτινοβολία, το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και των στοιχείων εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού σταθμού παραγωγής ενέργειας και του επιμέρους εξοπλισμού του.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται σύντομα η διαδικασία αδειοδότησης για ένα τέτοιο έργο, η δημιουργία φακέλου που είναι απαραίτητη και η τωρινή τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στην εξοικονόμηση ενέργειας σε νοσοκομεία, με πρώτο παράδειγμα το νοσοκομείο Χανίων όπου εφαρμόστηκε πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας και δεύτερο παράδειγμα το νοσοκομείο της Καλαμάτας, που είναι το πρώτο πράσινο νοσοκομείο της Ελλάδας, όπου έχουν εγκατασταθεί φωτοβολταϊκά .
- Η τεχνική και η οικονομική ανάλυση της εγκατάστασης Φ/Β στο νοσοκομείο Χανίων γίνεται στο πέμπτο κεφάλαιο. Στην αρχή γίνεται μια παρουσίαση του νοσοκομείου Χανίων, του κτιριακού συγκροτήματος και του Η/Μ εξοπλισμού. Χρησιμοποιήθηκαν δυο λογισμικά για την τεχνοοικονομική μελέτη. Το Sunny design 3 με το οποίο διαμορφώθηκε η Φ/Β εγκατάσταση, τα Φ/Β πάνελ, ο μετατροπέας και οι καλωδιώσεις και το RetScreen με το οποίο μελετήθηκε η οικονομική βιωσιμότητα του έργου.

1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα είναι το ενεργειακό. Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού προϋποθέτει την εκτεταμένη αξιοποίηση ΑΠΕ. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το μέγεθος των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον αλλά και στον ίδιο τον άνθρωπο.

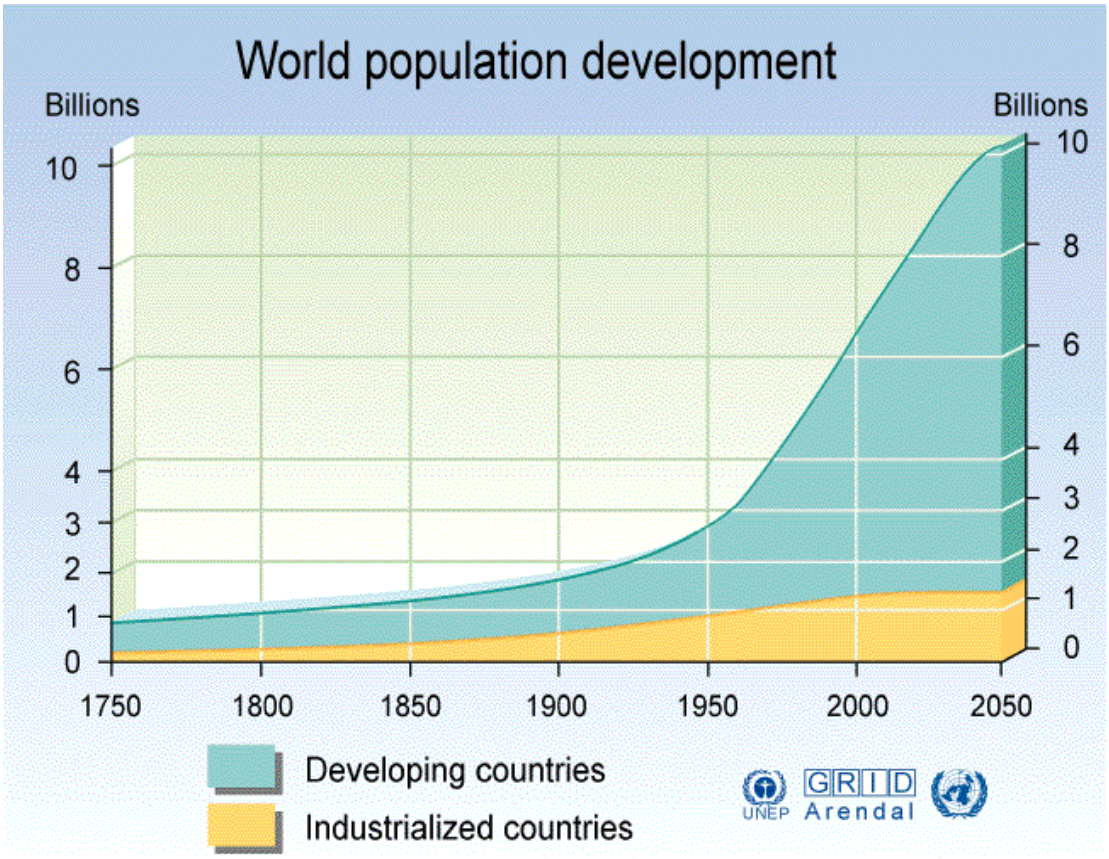
1.3.1 Γενικά στοιχεία

Το ενεργειακό πρόβλημα , δηλαδή η συσχέτιση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων που διαρκώς μειώνονται, με τις απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας που διαρκώς αυξάνονται , εμφανίζεται οξύτερο από ποτέ.

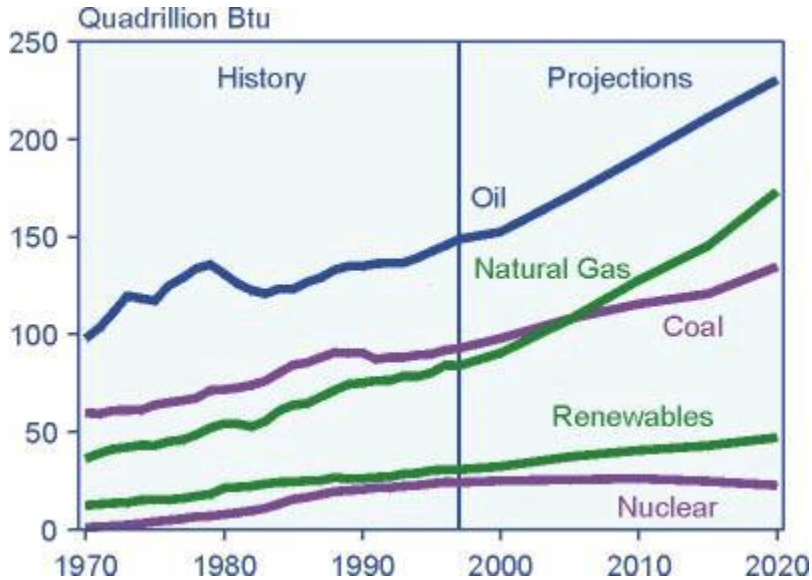
Γίνεται εύκολα κατανοητή η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας αν αναλογιστεί κανείς το πλήθος των ηλεκτρικών συσκευών που υπάρχουν σήμερα στα σπίτια σε σχέση με τις συσκευές που υπήρχαν, πχ , πριν 50 χρόνια, ή τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν τώρα στους δρόμους σε σχέση με τότε. Το ίδιο συμπεραίνεται αν παρατηρηθούν οι ενεργοβόρες εγκαταστάσεις ενός σύγχρονου κτιρίου (πχ νοσοκομείου με κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού, δίκτυο υπολογιστών, ιατρικό εξοπλισμό) και συγκριθούν με ένα ανάλογο κτίριο που κατασκευάστηκε πριν μερικές δεκαετίες . Υπολογίζεται ότι ο πρωτόγονος άνθρωπος χρησιμοποιούσε για τις ανάγκες του ενέργεια ίση με 6,3 MJ την ημέρα την οποία έπαιρνε μέσω της τροφής του. Ο σημερινός άνθρωπος χρησιμοποιεί περίπου 1000 MJ δηλαδή 150 φορές περισσότερη.

Το ενεργειακό πρόβλημα ήταν πάντα στην επικαιρότητα τις τελευταίες δεκαετίες και πολλές φορές υπήρξε το αίτιο (ως διεκδικούμενος φυσικός πόρος ή ως πηγή ισχύος) για μεγάλες πολιτικό-οικονομικές ανακατατάξεις. Τα τελευταία χρόνια και με δεδομένο ότι κάποιοι από τους φυσικούς πόρους είναι πεπερασμένοι (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) ο ανταγωνισμός για τον έλεγχο της αγοράς ενέργειας έχει γίνει ακόμα πιο έντονος. Κατά προσέγγιση, το 86,6 % της παγκόσμιας ζήτησης σε ενέργεια καλύπτεται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο: 35,27 %, γαιάνθρακες : 28,02 %, φυσικό αέριο: 23,35 %) .

Ο πληθυσμός της γης έχει φτάσει πλέον τα 7 δισεκατομμύρια. Οι άνθρωποι χρειάζονται την ενέργεια για να βελτιώσουν το επίπεδο της διαβίωσης τους. Πολλοί επιστήμονες μάλιστα συσχετίζουν την ποιότητα διαβίωσης με την κατανάλωση ενέργειας. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η αύξηση του πληθυσμού της γής από το 1750 έως το 2050 που εικάζεται να φτάσει τα 10 δισεκατομμύρια (παρατηρείται ραγδαία αύξηση μετά το 1950 όπου έγινε η βιομηχανική επανάσταση), ενώ στην εικόνα 1.2 παρουσιάζεται διαγραμματικά και η αύξηση της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας.



Εικόνα 1.1 *Αύξηση του πληθυσμού της γης σε δισεκατομμύρια ανθρώπους[*http://www.treehugger.com/World-Population-Growth-2050.JPG*]*



Εικόνα 1.2 *Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά είδος καυσίμου σε τετράκις εκατομμύρια BTU [*http://telstar.ote.cmu.edu/environ/m3/s3/10use.shtml

1.3.2 Ενεργειακό πρόβλημα σε Ελλάδα-Κρήτη

1.3.2.1 Ελλάδα

Οι σημαντικότερες διαστάσεις του ενεργειακού προβλήματος όπως αυτό εμφανίζεται σήμερα στον ελληνικό χώρο είναι η μεγάλη εξάρτηση από την εισαγόμενη ενέργεια και η χαμηλή απόδοση του ενεργειακού τομέα (η κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος στη Ελλάδα είναι ιδιαίτερα υψηλή, γεγονός το οποίο οφείλεται τόσο στις σχετικά μεγάλες απώλειες κατά την φάση μετατροπής της πρωτογενούς ενέργειας σε τελική, όσο και στις σπατάλες κατά την κατανάλωση ενέργειας).

Πριν την ενεργειακή κρίση και ιδιαίτερα κατά την δεκαετία του 1960 η κατανάλωση της ενέργειας στην Ελλάδα αυξάνονταν ετησίως με ρυθμούς άνω του 4%. Μετά το 1973, οι ρυθμοί άρχισαν να μειώνονται. Ο συνολικός βαθμός χρήσης της ενέργειας στη χώρα είναι 30% ενώ το υπόλοιπο 70% αποτελεί ενεργειακές απώλειες. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο βαθμός χρήσης του πετρελαίου έχει κατά μέσο όρο τιμής μόλις 8%, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι από το 1kg πετρελαίου που καταναλώνεται, χρησιμοποιούνται επωφελώς μόνο τα 80gr, ενώ το υπόλοιπο αποτελεί απώλειες.[1]

Εικόνα 1.3 *Πετρελαϊκοί σταθμοί[1]*

1.3.2.3 Κρήτη

Το ενεργειακό πρόβλημα της Κρήτης συνίσταται, κυρίως, στην κάλυψη των αναγκών του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια αδιάλειπτα, αξιόπιστα και με τις μικρότερες δυνατές επιπτώσεις στους κατοίκους και στο περιβάλλον. Επίσης, σχετίζεται και με το ευρύτερο ενεργειακό πρόβλημα.

Η παρούσα κατάσταση του ηλεκτρικού συστήματος της Κρήτης, παραγόμενης ωφέλιμης ενέργειας που ξεπερνάει τις 3000 GWh, καλύπτει τις ανάγκες της Κρήτης για τα επόμενα λίγα χρόνια. Ιδιαίτερα ανησυχητικός είναι ο ταχύς ρυθμός αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου, ο οποίος ανατρέπει κάθε λογικό σχεδιασμό λαμβάνοντας υπόψη την ελληνική πραγματικότητα, καθώς ο ρυθμός αυτός αύξησης του φορτίου, της τάξης του 5,5%, είναι περίπου διπλάσιος του εθνικού μέσου όρου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συνεισφορά των αιολικών πάρκων στο ενεργειακό ισοζύγιο του νησιού. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών πάρκων είναι περίπου 173,9 MW, άνισα κατανεμημένα στο νησί και συνεισφέρουν περίπου το 13% της ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού ενώ η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστημάτων φτάνει τα 74,08 MW. [ΡΑΕ]

Το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κρήτης παρουσιάζει συνοπτικά τα εξής χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει τρεις Σταθμούς Παραγωγής.
- Διαθέτει συνολικά 27 εγκατεστημένες συμβατικές μονάδες.
- Δίκτυα γραμμών μεταφοράς Υ.Τ. (150 kV και 66 kV) και Μ.Τ. (20 kV).
- 17 Υποσταθμούς Υ.Τ.
- Κέντρο κατανομής Φορτίου (στον Υποσταθμό Ηράκλειο ΙΙ) που χρησιμοποιεί σύστημα τηλέμετρήσεων SCADA.
- Δύο μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς.
- Αιολικά Πάρκα με σημαντικό βαθμό διείσδυσης στο σύστημα.
- Μεγάλο αριθμό Φ/Β Πάρκων[2]

Στη συνέχεια φαίνονται δυο πίνακες που παρουσιάζουν την ισχύς ανά νομό της Κρήτης αιολικών πάρκων και Φ/Β συστημάτων.

ΝΟΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΚΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)
Λασίθι	14	98,90
Ηράκλειο	6	41,40
Χανιά	4	26,45
Ρέθυμνο	1	7,20

Πίνακας 1.1 *Αριθμός και ισχύς αιολικών πάρκων ανά νομό στην Κρήτη.[2]*

ΝΟΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΩΝ Φ/Β	ΙΣΧΥΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΩΝ Φ/Β
Ηράκλειο	501	35,91
Χανιά	200	14,75
Λασίθι	262	19,9
Ρέθυμνο	241	18,26
ΣΥΝΟΛΟ	**1.204**	**88,82**

Πίνακας 1.2 *Αδειοδοτημένη ισχύς για Φ/Β συστήματα ανά νομό στην Κρήτη.[2]*

Τα έργα που έγιναν και θα γίνουν για να καλυφθούν οι μελλοντικές ανάγκες σε ηλεκτρική ισχύ, όπως έχουν εξαγγελθεί από την Κυβέρνηση, έχουν, περιληπτικά, ως εξής:

- Με το εργοστάσιο στον Αθερινόλακκο (συνολικής ισχύος 195,2 MW) καλύφθηκαν οι ανάγκες μέχρι το 2006.
- Η επιπλέον ζήτηση μέχρι το 2008 καλύφθηκε με την τοποθέτηση δύο επιπλέον μονάδων των 45 MW η κάθε μια.
- Η επιπλέον ζήτηση μέχρι το 2011 καλύφθηκε με την προσθήκη 100 MW επιπλέον, επίσης στον Αθερινόλακκο.
- Παράλληλα, έχει ενταχθεί το 2011, στο ηλεκτρικό σύστημα, το εργοστάσιο των Παλαιών Γαλήνων (Κορακιάς) ισχύος 250 MW.
- Από το 2011 μέχρι το 2015 θα έχει ολοκληρωθεί η απομάκρυνση από το ηλεκτρικό σύστημα του Σταθμού των Λινοπεραμάτων.
- Μέχρι το 2017 οι Παλαιοί Γαλήνοι, με την προσθήκη επιπλέον 250 MW, θα παράγουν 500 MW. (Η περαιτέρω επέκταση των Παλαιών Γαλήνων θεωρείται αδύνατη λόγω της μορφολογίας του εδάφους.)
- Η Ξυλοκαμάρα (Χανιά) θα λειτουργεί, εκτός της μονάδας βάσης, μόνο σε περίπτωση αιχμής του συστήματος.

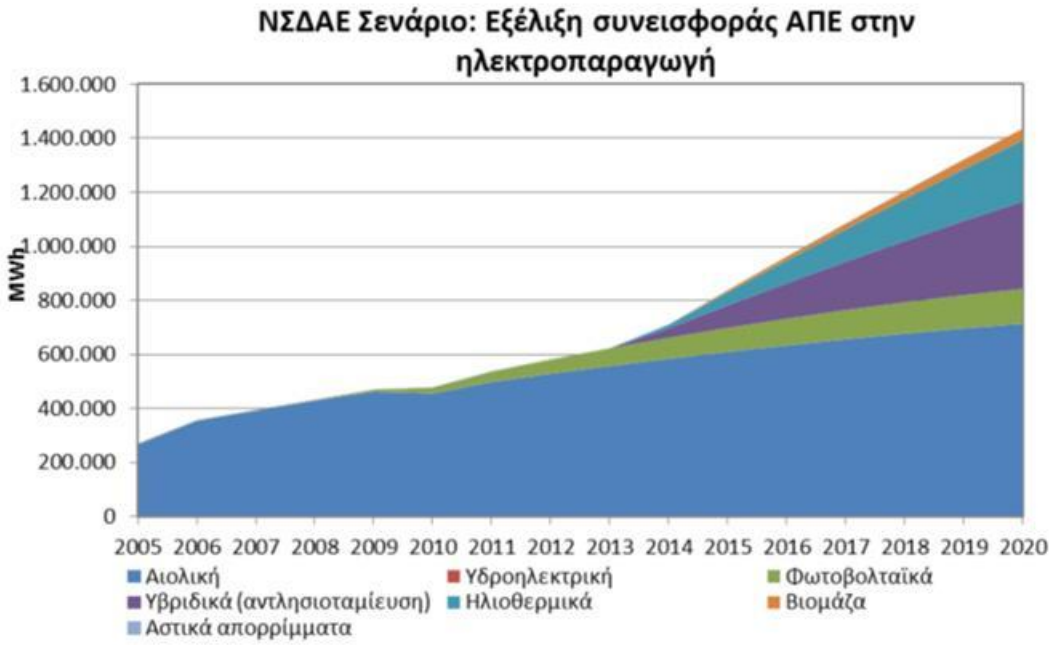
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι στην επόμενη δεκαετία, με την προσθαφαίρεση μονάδων, το ηλεκτρικό σύστημα της Κρήτης θα διαθέτει, τελικά, εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μονάδων περίπου 1100 MW. Όπως, όμως, προκύπτει, από την εξέλιξη του ηλεκτρικού φορτίου στο νησί, από τα μέσα περίπου της επόμενης δεκαετίας η ηλεκτρική ισχύς δεν θα επαρκεί..[3]

Παράλληλα υπάρχουν αρκετά θέματα που μπορούν να προωθηθούν για υλοποίηση, με στόχο την άμβλυνση του ενεργειακού προβλήματος του νησιού:

1. Ευρεία χρήση των ΑΠΕ: Παρόλο που η εξασφάλιση της απαραίτητης ηλεκτρικής ισχύος, σε ποιότητα και ποσότητα, είναι το πρωτεύον ζήτημα, η συμμετοχή των ΑΠΕ, η ορθολογική χρήση ενέργειας και η εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να προωθηθεί και στους άλλους τομείς (κτίρια, μεταφορές, βιομηχανία κτλ.). Η Κρήτη προσφέρεται για την ευρεία διείσδυση όλων των ΑΠΕ (ηλιοθερμική, φωτοβολταϊκά, αβαθή γεωθερμία, βιομάζα κτλ.), καθώς και των τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας σε δυναμικούς κλάδους, όπως ο ξενοδοχειακός τομέας κτλ.

2. Ειδικό Χωροταξικό για τις ΑΠΕ: Να απαιτηθεί η εκπόνηση του Χωροταξικού Σχεδίου της Κρήτης και ειδικότερα του Ειδικού Χωροταξικού για τις ΑΠΕ (χωροθέτηση αιολικών πάρκων, φωτοβολταϊκών πεδίων κτλ.).

3. Εισαγωγή του φυσικού αερίου στο ενεργειακό σύστημα της Κρήτης: Πρέπει να σημειωθεί ότι, παρά την εξαγγελία εισόδου του φυσικού αερίου στο ενεργειακό σύστημα της Κρήτης (Σεπτέμβρης 2004), ταυτόχρονα με την έναρξη λειτουργίας του νέου Ηλεκτρικού Σταθμού στους Παλαιούς Γαλήνους, η Κυβέρνηση, με τον τρέχοντα ενεργειακό σχεδιασμό, απομάκρυνε το σενάριο αυτό πέραν του έτους 2020. [4]



Εικόνα 1.4 *Σχεδιάγραμμα ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Κρήτη[*www.islepact.eu]

1.4 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας, δηλαδή η προσθήκη ουσιών (ρύπων) στην ατμόσφαιρα που υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα υπήρχαν. Στη σύγχρονη εποχή, η ρύπανση είναι αποτέλεσμα κυρίως της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η ανθρωπογενής ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλείται κυρίως από τρεις ανθρώπινες δραστηριότητες, τη βιομηχανία, τις μεταφορές και τα νοικοκυριά. Σε μια τυπική πόλη, η βιομηχανία ευθύνεται για το 50% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα μέσα μεταφοράς για το 35%, ενώ τα νοικοκυριά για το 15%. [http://el.wikipedia.org/wiki/ατμοσφαιρικη_ρυπανση]

1.4.1 Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων

Αντίθετα με την κοινή αντίληψη, το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων αέριων ρύπων προέρχεται από καθαρά φυσικές πηγές. Παρ' όλα αυτά οι ανθρωπογενείς εκπομπές είναι κυρίως υπεύθυνες για τα μεγάλα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αυτό οφείλεται βεβαίως στην ανατροπή της φυσικής ισορροπίας αλλά επίσης και στην μεγάλη πυκνότητα των ανθρωπογενών εκπομπών οι οποίες συγκεντρώνονται σε μικρές γεωγραφικές περιοχές (κυρίως αστικές περιοχές και βιομηχανικές ζώνες). Αντίθετα, η μεγάλη διασπορά των φυσικών εκπομπών ανά την υφήλιο προσφέρει τη δυνατότητα καλύτερης ανάμιξης των ρύπων με την ατμόσφαιρα.

Οι σημαντικότερες φυσικές πηγές είναι:

1. Τα ηφαίστεια (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου, υδρόθειο και μεθάνιο).
2. Οι πυρκαγιές δασών (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα).
3. Οι ωκεανοί και γενικότερα οι θαλάσσιες εκτάσεις (κυρίως χλωριούχο νάτριο και θειικά άλατα).
4. Βιολογική αποσύνθεση των φυτών και των ζώων (κυρίως υδρογονάνθρακες, αμμωνία και υδρόθειο).
5. Η αποσάθρωση του εδάφους (αιωρούμενα σωματίδια).
6. Τα φυτά και τα δέντρα (κυρίως υδρογονάνθρακες).

Η ανθρωπογενής ρύπανση διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

1. Κοινωνική που είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση την οποία υφίσταται το σύνολο του πληθυσμού.
2. Επαγγελματική που είναι η ρύπανση του εργασιακού περιβάλλοντος την οποία υφίστανται συγκεκριμένες ομάδες η κατηγορίες εργαζομένων.
3. Προσωπική ρύπανση (κάπνισμα, διάφορα σπρέι κτλ)

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές είναι:

1. Βιομηχανικές πηγές (καύσεις, επεξεργασία).
2. Παραγωγή και μεταφορά ενέργειας.
3. Μεταφορές.
4. Κεντρική θέρμανση.[5]

1.5 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε συμβατικές ή μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο ήλιος είναι η πρωταρχική και η βασική πηγή ενέργειας της γης. Άλλες πρωταρχικές πηγές ενέργειας που υπάρχουν στη γη

είναι η πυρηνική ενέργεια των ραδιενεργών στοιχείων, η θερμική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο εσωτερικό της γης και βέβαια η δυναμική ενέργεια.

Για να είναι χρήσιμη μια πηγή ενέργειας είναι αναγκαίες ορισμένες προϋποθέσεις:

• Η ενέργεια αυτή να είναι άφθονη και η πρόσβαση στην ενεργειακή πηγή να είναι εύκολη.

• Να μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα σύγχρονα μηχανήματα

• Να μεταφέρεται εύκολα

• Να αποθηκεύεται εύκολα

1.5.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η διαδικασία σχηματισμού των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια και περιλαμβάνουν :

• Τα στερεά καύσιμα των γαιανθράκων, όπως λιγνίτη, ανθρακίτη, τύρφη.

• Τα υγρά καύσιμα που παίρνουμε με κατεργασία, όπως μαζούτ, πετρέλαιο, βενζίνη, κηροζίνη κλπ.,

• Τα αέρια καύσιμα όπως το φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ. και

• Την πυρηνική ενέργεια που παίρνουμε από τη σχάση ραδιενεργών υλικών.

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως τα τελευταία χρόνια και που έχουν οδηγήσει σε ενεργειακές κρίσεις, αλλά και στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος.[6]

1.5.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Είναι οι πηγές ενέργειας που τροφοδοτούνται συνεχώς με ενέργεια από τον ήλιο, όπως:

• ο ίδιος ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια),

• ο άνεμος (αιολική ενέργεια),

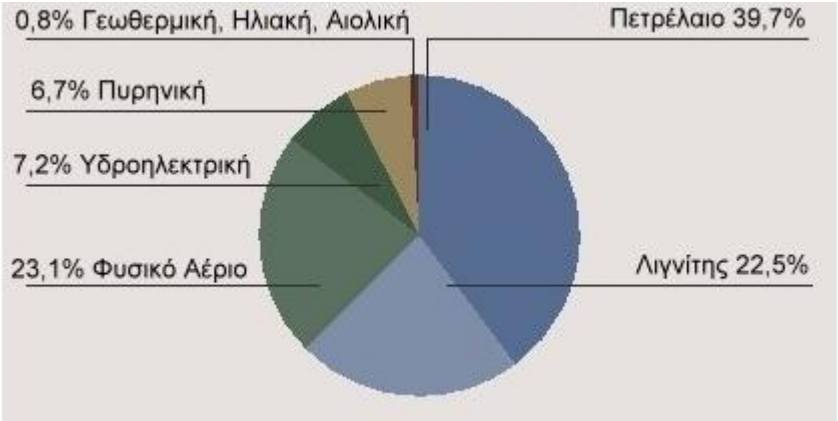
• οι υδατοπτώσεις (υδροηλεκτρική ενέργεια),

• η ενέργεια των κυμάτων, ρευμάτων, ωκεανών καθώς και

• η ενέργεια βιομάζας

Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανήκει και η γεωθερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Η χρήση των ανανεώσιμων ή εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι ακόμη πολύ περιορισμένη σε παγκόσμια κλίμακα, εξυπηρετεί όμως το στόχο της προστασίας του περιβάλλοντος, γιατί είναι " καθαρές " και φιλικές προς το περιβάλλον.[http://kpe-kastor.kas.sch.gr/]

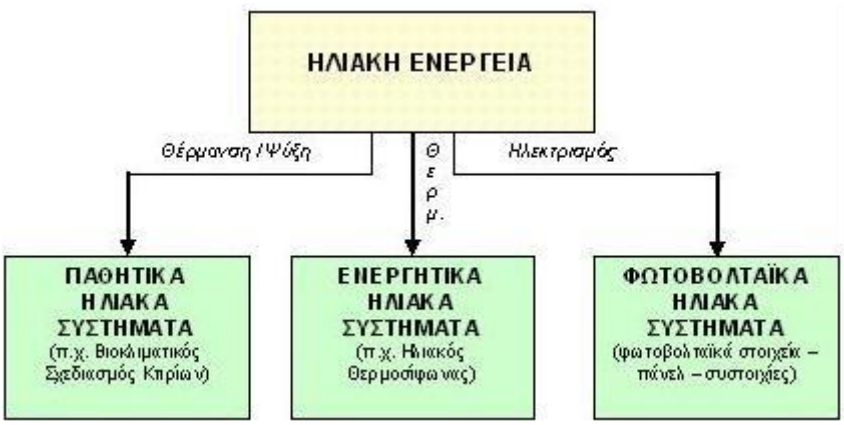
Σήμερα, τα ορυκτά καύσιμα κυριαρχούν παγκοσμίως στην παραγωγή ενέργειας. Σύμφωνα με μελέτες της IEA (World Energy Outlook), τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να αποτελούν την κύρια ενεργειακή πηγή έως το 2030, σημειώνοντας μάλιστα αύξηση παραγωγής τους μεταξύ 1,5 - 2,5%.



Εικόνα 1.5 *Παγκόσμια παραγωγή ενέργειας ανα τύπο καυσίμου. [World Energy Outlook]*

1.5.3 Α.Π.Ε.

1.5.3.1 Ηλιακή ενέργεια



Εικόνα 1.6 *Τεχνολογικές εφαρμογές ηλιακής ενέργειας*

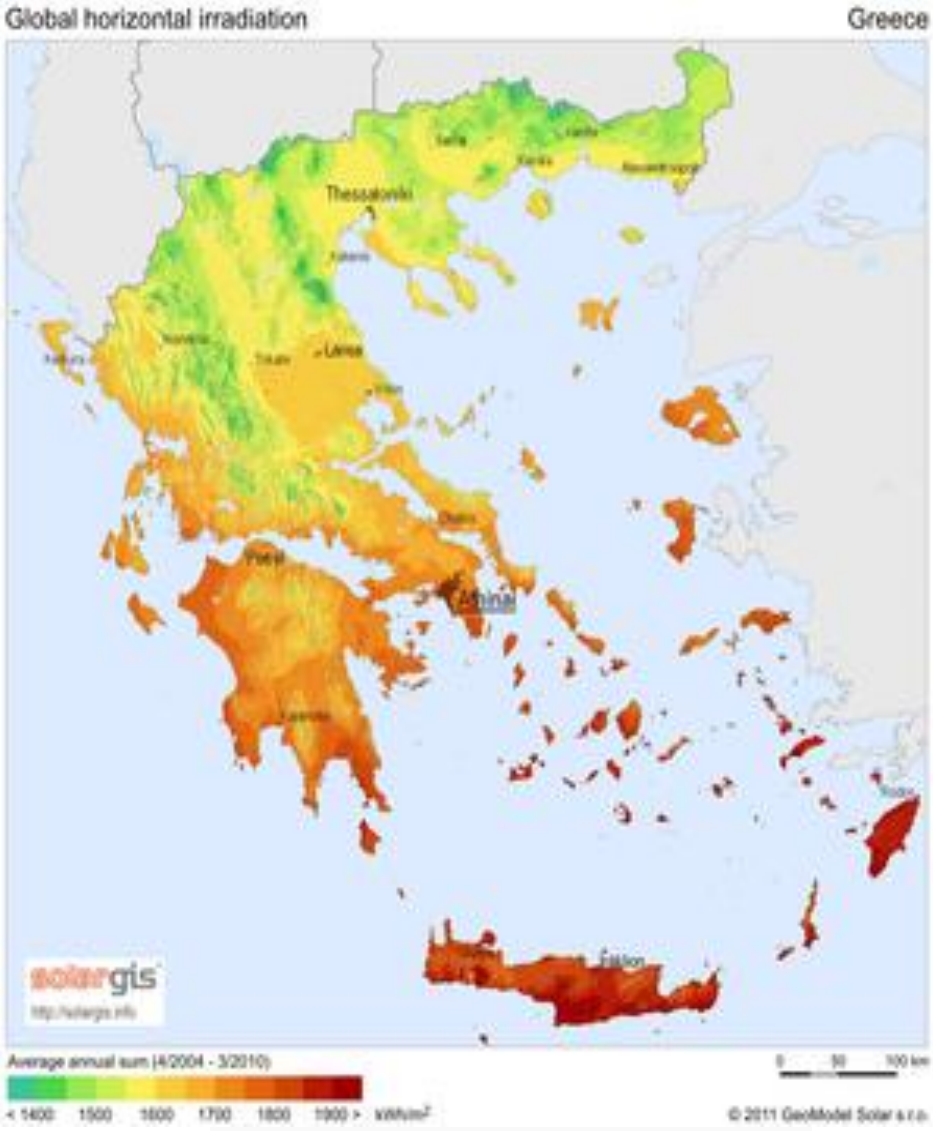
Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να δεσμεύσουν την ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέψουν σε κατάλληλη ενέργεια να αξιοποιηθεί είτε σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής είτε στον οικιακό τομέα για παραγωγή ηλεκτρισμού η απλά για θέρμανση νερού και άλλες οικιακές χρήσεις .Ανάλογα με την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας για τελική χρήση της, τα συστήματα αξιοποίησης της διακρίνονται στα:

Α)Τα Ενεργητικά ηλιακά συστήματα: τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα, και ενσωματώνονται κυρίως στις κατασκευές κτιρίων . Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε οικιακές χρήσεις όσο και σε βιομηχανικές χρήσεις για την εξυπηρέτηση των θερμικών φορτίων του χειμώνα.

Β)Τα Παθητικά ηλιακά και υβριδικά συστήματα που αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις όπου χρησιμοποιούνται κάποια κατάλληλα δομικά υλικά για την μεγιστοποίηση της απ ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό η φωτισμό στα κτίρια.

Γ)Τα Φ/Β συστήματα που χρησιμοποιούνται για την άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής.

Σύμφωνα με έρευνα της Greenpeace η Ελλάδα είναι η δεύτερη χώρα στην Ευρώπη μετά τη Γερμανία σε συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιοσυλλεκτών . Περίπου το 30% των νοικοκυριών (1.000.0000 νοικοκυριά) χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες. Ωστόσο το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να είναι πολύ πιο υψηλό στην χώρα με την υψηλότερη ηλιοφάνεια από όλη την Ευρώπη. [7]



Εικόνα 1.7 *Ηλιακή ακτινοβολία χάρτη της Ελλάδος*
*[*http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SolarGIS-Solar-map-Greece-en.png*]*

1.5.3.2 Αιολική ενέργεια

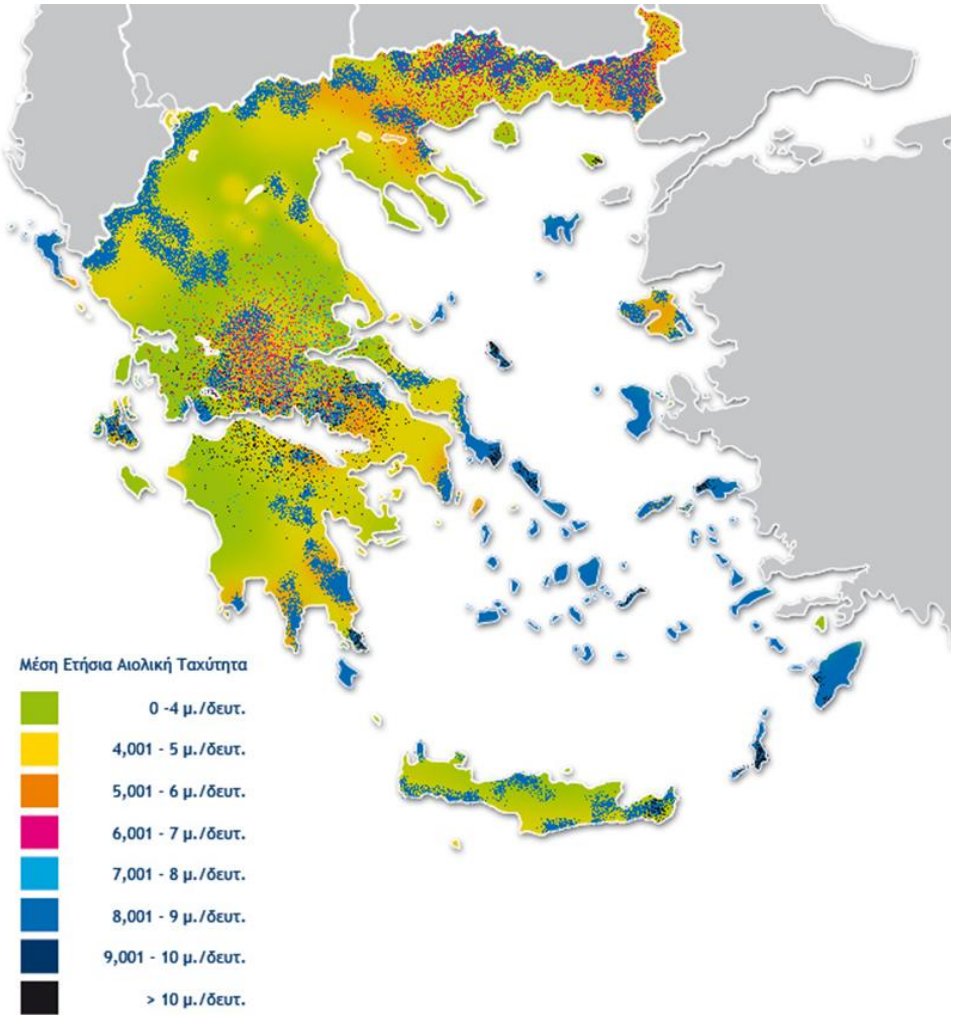
Γενικά αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Η ενέργεια αυτή περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον

είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα

Στην Ελλάδα , οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980 από τη ΔΕΗ όποτε και εγκαταστάθηκε (συγκεκριμένα το 1982) το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο και στα μέσα της δεκαετίας του 1990 δόθηκε μεγάλη ώθηση με τη διευκόλυνση επενδύσεων από ιδιώτες (Ν 2244/94) . Από τότε δεκάδες αιολικά έχουν εγκατασταθεί σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Σήμερα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φθάνει τα 1903MW[ΕΛΕΤΑΕΝ]. Το αιολικό δυναμικό είναι ιδιαίτερα προικισμένο στην χώρα μας και μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά στο ενεργειακό μας ισοζύγιο.

Οι πιο ευνοημένες, από πλευράς αιολικού δυναμικού, περιοχές στην Ελλάδα βρίσκονται στο Αιγαίο, κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων, της Κρήτης (βόρειο τμήμα του νησιού) στην Ανατολική και Νοτιανατολική Πελοπόννησο την Εύβοια και την Ανατολική Θράκη. Όμως το πρόβλημα των νησιών είναι η μη ύπαρξη διασύνδεσης με το εθνικό δίκτυο, ώστε να υπάρχει απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας κατά την εποχή χαμηλής ζήτησης αυτής, έξω από την τουριστική περίοδο. Περιοχές με αιολικό ενδιαφέρον όμως υπάρχουν και στη παράκτια ζώνη της Δυτικής Ελλάδας αλλά και σε αρκετά βουνά.[7]



Εικόνα 1.8 *Μέση ετήσια αιολική ταχύτητα της Ελλάδος*
*[*http://www.buildnet.gr/default.asp?pid=346&catid=315&artid=1343*]*

1.5.3.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Ένα υδροηλεκτρικός σταθμός περιλαμβάνει το φράγμα, τη σωλήνωση όδευσης του ύδατος στον υδροστρόβιλο, το σύστημα έλεγχου /ρύθμισης της ροής, τον υδροστρόβιλο, τη γεννήτρια ρεύματος, το ρυθμιστή της. Διακρίνονται δυο είδη: Τα ελεύθερης ροής δίχως αποθήκευση και τα μεγαλύτερα συστήματα όπου εφαρμόζεται αποθήκευση με φράγμα.

Εικόνα 1.9 *Υδροηλεκτρική ενέργεια σε φράγμα.*

Τα εργοστάσια παραγωγής υδροηλεκτρικής εκμεταλλεύονται τη ροή ενός ποταμού η καναλιού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η κινητική και δυναμική ενέργεια της ροής του νερού μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια περιστροφής και στη συνεχεία σε ηλεκτρική ενέργεια.

Το κόστος του συστήματος ενός υδροηλεκτρικού σταθμού ποικίλλει ανάλογα με την υδατόπτωση και τη δυναμικότητα του. Το κόστος ανά παραγόμενο KW μειώνεται με την αύξηση του ύψους της υδατόπτωσης και με τη δυναμικότητα της μονάδας. Τα έργα πολιτικού μηχανικού συνιστούν κατά μέσο όρο το 60% του συνόλου και ο μηχανολογικός εξοπλισμός το υπόλοιπο 40%.

Η εν λόγω τεχνολογία είναι μια από τις κύριες ενεργειακές τεχνολογίες καθώς καλύπτει περί το 20% των παγκόσμιων αναγκών σε ηλεκτρισμό, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες φθάνει το 40%. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί, αξιόπιστοι και με μεγάλο χρόνο ζωής. Είναι ρυθμιζόμενοι και μπορούν να αποτελέσουν αποδοτικό μέσο αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - απόζευξης στο δίκτυο, ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους, η παραγωγή ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων που

οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας. Επίσης το νερό το οποίο αποταμιεύεται σε ταμιευτήρες για μελλοντική χρήση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων.

Στην χώρα μας έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα. Η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει υδροηλεκτρικές μονάδες συνολικής ισχύος 3.052,4 MW ενώ σημαντική δυναμική εμφανίζουν τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα.[www.admie.gr]

Η ισχύουσα νομοθεσία παρέχει την δυνατότητα και στον ιδιωτικό τομέα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και επιδιώκει να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον επενδυτών στον τομέα των υδροηλεκτρικών. Πολλές κοινότητες αλλά και ιδιώτες έχουν εκφράσει το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή και εκμετάλλευση μικρών υδροηλεκτρικών εργοστασίων.

Παρόλα αυτά ένα μεγάλο μέρος του υδροηλεκτρικού δυναμικού της χώρας παραμένει αναξιοποίητο και εντοπίζεται κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα. Σε αυτήν την περιοχή βρίσκεται σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις το 30% τους συνολικού δυναμικού της χώρας. Αυτό το δυναμικό θα μπορούσε να καλύψει σημαντικό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. [7]

Εικόνα 1.10 *Χάρτης σταθμών παραγωγής ηλ. Ενέργειας*
*[*http://grperblar.blogspot.gr/2009/10/blog-post.html*]*

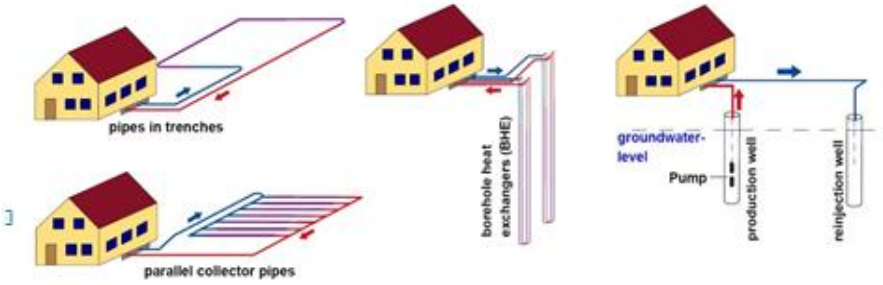
1.5.3.4 Βιομάζα

Ο όρος βιομάζα είναι η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση , δηλαδή οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα δασικά προϊόντα, τα υπολείμματα καλλιεργειών, τα κτηνοτροφικά απόβλητα, τα απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.), και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας.

Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας . Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν μέσω της τροφής και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, κατά την χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά την φωτοσύνθεση.

Η βιομάζα είναι η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι π.χ. ως "βιοκαύσιμα" αναφέρονται τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π.χ. βενζίνη ή ντίζελ .

1.5.3.5 Γεωθερμική Ενέργεια



Εικόνα 1.11 *Τεχνολογικές εφαρμογές γεωθερμικής ενέργειας.*

Γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που εξέρχεται από το εσωτερικό της γης στην επιφάνεια της.

Οι δυνατές χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών. Η ηλεκτροπαραγωγή ως ο πλέον πρόσφορος τρόπος παραγωγής ενέργειας εφαρμόζεται πάντα σε πεδία υψηλής ενθαλπίας. Για θερμοκρασίες όμως χαμηλότερες των 150°C είναι οριακά οικονομική όποτε μπορούν να εφαρμόζονται μη ηλεκτρικές χρήσεις.

Όταν χρησιμοποιείται η γεωθερμία για ηλεκτροπαραγωγή παρουσιάζονται πλεονεκτήματα καθώς η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι μονάχα ανεξάντλητη αλλά και πιο «διαθέσιμη» καθώς οι συμβατικοί σταθμοί παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατά το 65-75% του έτους, σε αντιδιαστολή με το 90% του έτους που την παράγουν οι σταθμοί παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας. Επιπλέον οι αντλίες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε. Εξαιτίας των προχωρημένων τεχνικών άντλησης μπορούν να καταλάβουν περιορισμένη

επιφάνεια γης σε σχέση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ορυκτών καύσιμων και να έχουν ελάχιστες επιπτώσεις κατά την διάνοιξη πηγαδιών.

Στις μη ηλεκτρικές χρήσεις της γεωθερμίας συγκαταλέγονται: η θέρμανση οικιών, η θέρμανση θερμοκηπίων, η θέρμανση σε μονάδα αναερόβιας διάσπασης απορριμμάτων , η παράγωγη ψύχους κ.λ.π.

Εικόνα 1.12 *Γεωθερμικές περιοχές της Ελλάδος*
*[*http://www.energia.gr/geofar/category.asp?cat_id=7*]*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αρχικά αναφορά στην ηλιακή ακτινοβολία και στα πλεονεκτήματά της στην παραγωγή ενέργειας. Παρουσιάζονται οι τύποι των Φ/Β κυψελών καθώς και τα βασικά στοιχεία μιας Φ/Β εγκατάστασής όπως είναι ο αντιστροφέας, ο ελεγκτής, οι βάσεις στήριξης και οι καλωδιώσεις.

2.2 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ο ήλιος είναι μια πύρινη σφαίρα με ακτίνα 700.000km 300 φορές βαρύτερη 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 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 [8].

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. 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[9].

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 480 nm. Η ατμόσφαιρα δεν μειώνει μόνο την ποσότητα, αλλά αλλάζει και τη φασματική σύνθεση της ακτινοβολίας. Το μεσημέρι μιας τυπικής μέρας, όταν δηλαδή ο ήλιος είναι στο ζενίθ, η ένταση της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο είναι 1kW/m^2,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.

2.2.1 Πλεονεκτήματα Ηλιακής Ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών είναι :

Α. Μηδενική ρύπανση. Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που προμηθευόμαστε από το δίκτυο της ΔΕΗ και παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου 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[10].

Β. Αθόρυβη λειτουργία

Γ. Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής που φθάνει τα 30 χρόνια.

Δ. Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, με την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου. Επίσης, η αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Ε. Δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες.

Στ. Ελάχιστη συντήρηση.

Ζ. Ενεργειακή απεξάρτηση. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα υπό προϋποθέσεις και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Η. 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.

2.3 ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά 'πακέτα' ενέργειας που ονομάζονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος π.χ. το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο.

Όταν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται. Τα φωτόνια που απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό είναι αυτά που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα αναγκάζοντας τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση δηλαδή προκαλούν κίνηση ηλεκτρονίων.

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο παρατηρήθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο φυσικό Έντμουντ Μπεκερέλ το 1839, ο οποίος διαπίστωσε ότι ορισμένα υλικά, όταν εκτεθούν στο φως, παράγουν μικρές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος. Το 1905 ο Άλμπερτ Αϊνστάιν περιέγραψε τη φύση του φωτός και το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο στο οποίο βασίζεται η φωτοβολταϊκή τεχνολογία. Για αυτή του την μελέτη κέρδισε αργότερα το βραβείο Nobel στη φυσική. Η πρώτη φωτοβολταϊκή μονάδα κατασκευάστηκε από τα Bell Laboratories το 1954.[11]

2.3.1 Τύποι Φ/Β συλλεκτών

❖ ***ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥΣ***

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία διακρίνονται σε τρεις κυρίως κατηγορίες, ανάλογα με το υλικό παρασκευής, τη δομή του βασικού υλικού καθώς και τον τρόπο παρασκευής. Έτσι, έχουμε την παρακάτω κατηγοριοποίηση:

Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων πυριτίου μεγάλου πάχους

1. Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (sc-Si)

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Αποτελούν τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποδόσεις της τάξεως του 15%, το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3 χιλιοστά. Η κατασκευή τους είναι πολύπλοκη με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος κατασκευής. Τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης ενεργειακής πυκνότητας. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) και η μέθοδος FZ (float zone). Το μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό με την υψηλότερη απόδοση στο εμπόριο σήμερα, έχει απόδοση πλαισίου 36% και ονομάζεται κελί Γαλλίου-Αρσενικούχου (GaAs).

2. Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc-Si)

Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Για την παραγωγή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα από τα οποία κατασκευάζεται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής. Έχουν όμως μικρότερη απόδοση η οποία κυμαίνεται περί του 14%. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι: η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης DS (directional solidification) , η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου ("χύτευση"), και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC.

3. Φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon-Si)

Τα φωτοβολταϊκά αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει εναποτεθεί ομοιόμορφα σε κατάλληλο υπόβαθρο. Σαν υπόβαθρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη γκάμα υλικών από δύσκαμπτα μέχρι ελαστικά με αποτέλεσμα να βρίσκει μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών, ιδιαίτερα σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή

απόδοση του, περίπου 6%, είναι του μικρότερη των κρυσταλλικών. Το φθηνό όμως κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση.

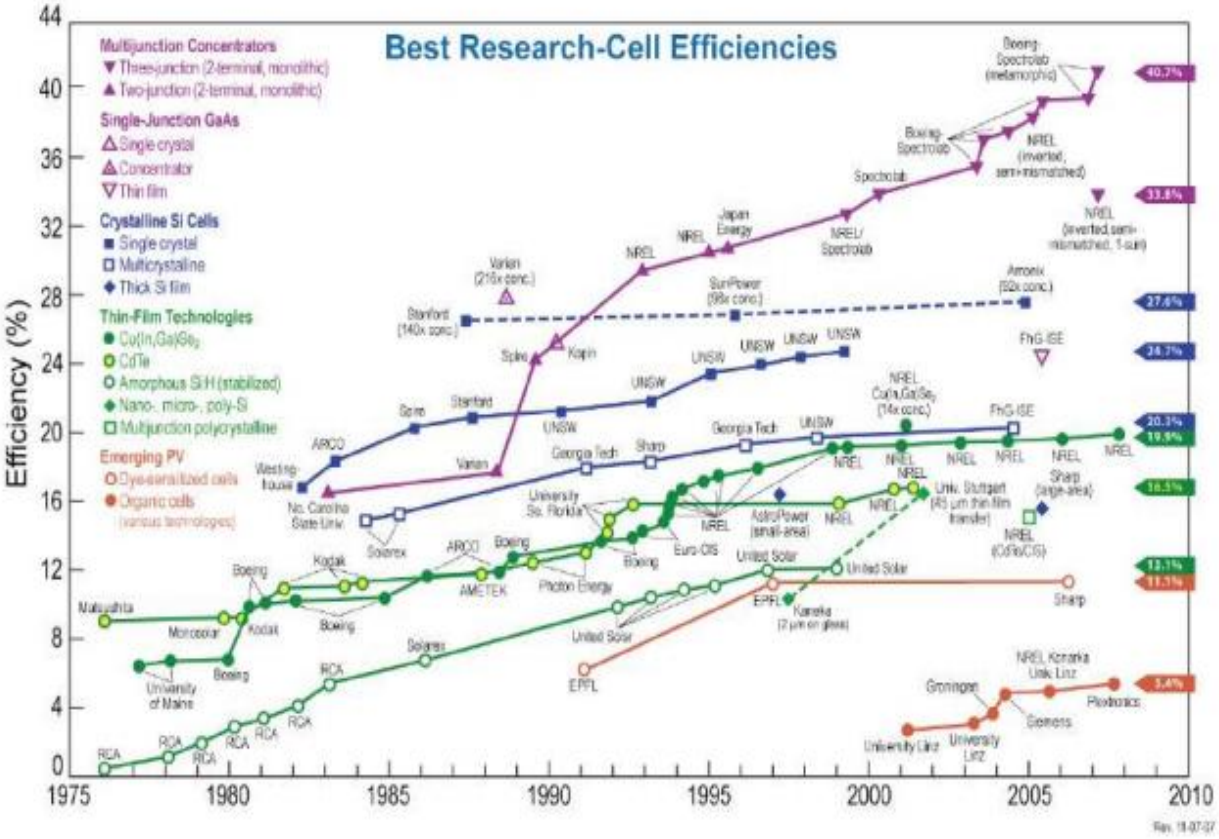
Φωτοβολταικά υλικά λεπτών επιστρώσεων (thin film)

1. Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe2 ή CIS, με προσθήκη γάλλιου CIGS)

Ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα αλλά η απόδοση του κυμαίνεται στο 11%. Εργαστηριακά έγινε εφικτή απόδοση στο επίπεδο του 18,8% η οποία είναι και η μεγαλύτερη που έχει επιτευχθεί μεταξύ των φωτοβολταϊκών τεχνολογιών λεπτής επιστρώσεως. Με την πρόσμιξη γάλλιου η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ίνδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση.

2. Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)

Έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση πυριτίου πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001 χιλιοστά ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 έως 3 χιλιοστά. Λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου η τιμή τους είναι γενικότερα αρκετά χαμηλότερη. Ο χαρακτηρισμός άμορφο φωτοβολταϊκό προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. Οι επιδόσεις που επιτυγχάνονται με χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά thin films πυριτίου κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6 έως 8% ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις ακόμα και 14%. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για το φωτοβολταϊκό στοιχείο a-Si είναι το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, έχει καλύτερη απόδοση σε σχέση με τα κρυσταλλικά ΦΒ όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία. Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα. Επίσης υπάρχουν αμφιβολίες όσων αφορά την διάρκεια ζωής των άμορφων πλαισίων μιας και είναι σχετικά καινούρια. Παρόλα αυτά οι κατασκευαστές πλέον δίνουν εγγυήσεις απόδοσης 20 ετών.



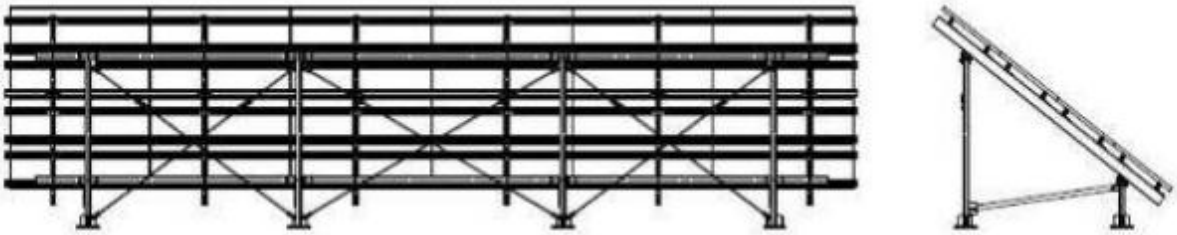
Εικόνα 2.2 *Τύποι ηλιακών κελιών και καταγεγραμμένες μέγιστες αποδόσεις [NREL]*

❖ ***ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥΣ***

Σταθεροί ηλιακοί συλλέκτες

Οι συλλέκτες ηλιακής ενέργειας διακρίνονται βάσει της κίνησης του συστήματος παρακολούθησης της πορείας της ηλιακής σφαίρας στον ουράνιο θόλο, (δηλ. σταθεροί, ενός άξονα και δύο αξόνων). Οι σταθεροί ηλιακοί συλλέκτες είναι μόνιμα στερεωμένοι σε μία θέση και δεν χρησιμοποιούν κάποιο σύστημα παρακολούθησης. Τρεις τύποι συλλεκτών ανήκουν στην παραπάνω κατηγορία:

1. Συλλέκτες επίπεδης πλάκας (FPC, Flat Plate Collectors)
2. Σταθεροί σύνθετοι παραβολικοί συλλέκτες (CPC, Compound Parabolic Collectors)
3. Συλλέκτες σωλήνα κενού (ETC, Evacuated Tube Collectors)



Εικόνα 2.3 *Τυπική σταθερή βάση στήριξης*

Περιστρεφόμενοι συλλέκτες

Οι περιστρεφόμενοι συλλέκτες μπορούν να περιστραφούν κατά δύο άξονες:

Α) περιστροφή κατά τη γωνία αζιμούθιου: Σκοπός είναι η ρύθμιση της κλίσης της επιφάνειας του φωτοβολταϊκού κατά την αλλαγή των εποχών και άρα της θέσης και του ύψους του ήλιου ως προς τη γη (άξονας Χ).

Β) περιστροφή κατά την ωριαία γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας: Σκοπός είναι η παρακολούθηση της θέσης του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας με αποτέλεσμά τη μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως την μέγιστη παραγωγή ενέργειας (άξονας Υ).

Η περιστροφή έχει ως αποτέλεσμα αύξηση στην παραγόμενη ενέργεια από περίπου 28% έως 40% από την ενέργεια που θα παρήγαγε ένα σταθερό πλαίσιο της ίδιας τεχνολογίας. Εκτός όμως από την αύξηση στην παραγωγή ενέργειας έχουμε ταυτόχρονη αύξηση του κόστους της τάξης του 12%-15% . Είναι φανερό μετά από αυτούς τους συσχετισμούς μεταξύ των σταθερών και περιστρεφόμενων πλαισίων, ότι υπάρχει σοβαρό κίνητρο για την εγκατάσταση των δεύτερων. Σημαντικοί περιορισμοί που αφορούν την εγκατάσταση των περιστρεφόμενων πλαισίων είναι:

• Ο χώρος που χρειάζεται για την εγκατάστασή τους είναι αυξημένος κατά 50% από τον απαραίτητο χώρο για την εγκατάσταση των σταθερών πλαισίων.

• Υπάρχει σημαντικός περιορισμός όσον αφορά στην λειτουργία των πλαισίων λόγω των ανέμων που πνέουν σε μια περιοχή. Η τεχνολογία των περιστρεφόμενων πλαισίων είναι πολύ ευαίσθητη σε ισχυρούς ανέμους που έχουν σαν αποτέλεσμα την στροφή των πλαισίων εντελώς παράλληλα με το έδαφος για την αποφυγή βλάβης και τελικά την διακοπή την παραγωγή ενέργειας.

• Τα περιστρεφόμενα πλαίσια χρειάζονται επιπλέον ειδική θεμελίωση γιατί λοιπόν είναι αυξημένη κάτι που σημαίνει ότι το έδαφος της περιοχής πρέπει να επιτρέπει τέτοιου είδους θεμελίωση. [http://helapco.gr/]

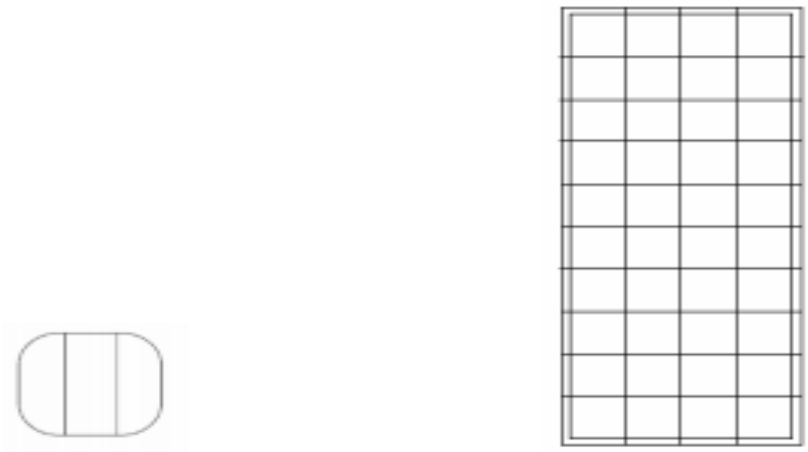
Εικόνα 2.4 *Περιστρεφόμενος συλλέκτης ηλιακής ακτινοβολίας*

2.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

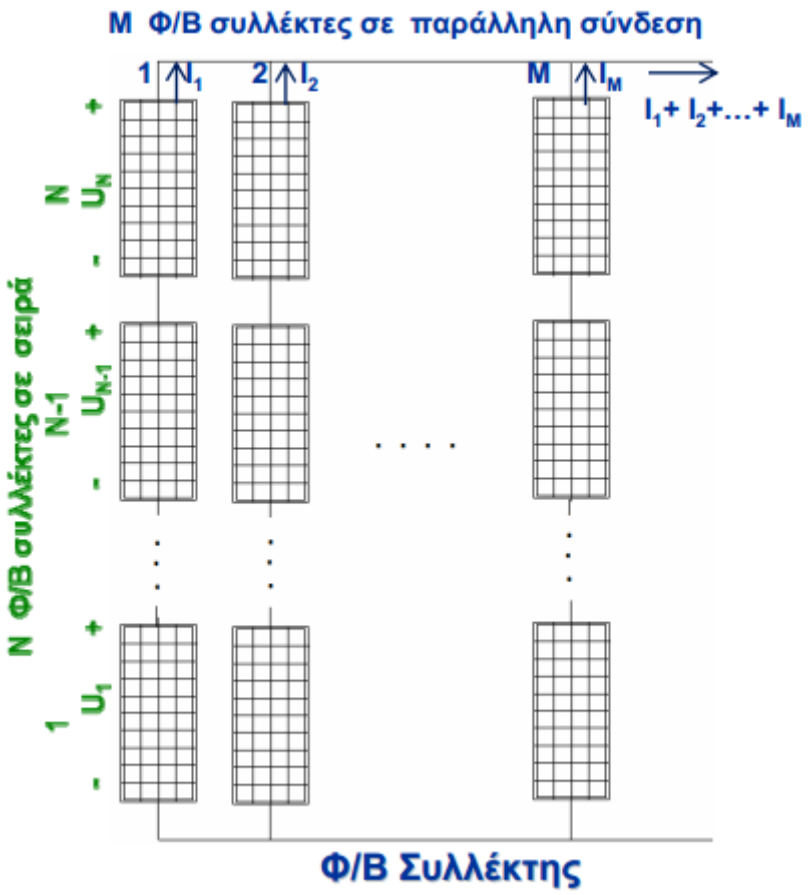
2.4.1 Σύνδεση Φ/Β Πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ παράγουν συνεχές ρεύμα (DC) και όχι εναλλασσόμενο (AC) όπως αυτό που παρέχεται από το δίκτυο. Επίσης η τάση τους είναι χαμηλότερη από αυτήν του δικτύου (230 volt). Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η σύνδεση των πάνελ μεταξύ τους σε σειρά ώστε να αυξάνεται η τάση τους και στη συνέχεια με τη σύνδεση των συστοιχιών αυτών σε αντιστροφείς (inverters), όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια να μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

Για να επιτευχθεί η σύνδεση των πάνελ θα χρειαστούν μια σειρά από βοηθητικά υλικά όπως καλώδια για συνεχές ρεύμα, καλώδια για εναλλασσόμενο ρεύμα, σωληνώσεις για την προστασία των καλωδίων και διάφορα ηλεκτρολογικά μίκρο-εξαρτήματα για την συνδεσμολογία των πιο πάνω. Οι αντιστροφείς πρέπει να έχουν διακόπτη αποσύνδεσης και να πληρούν IP 65 (προστασία από σκόνη-υγρασία).



Εικόνα 2.1 *Αριστερά το Φ/Β στοιχείο και δεξιά το Φ/Β πλαίσιο[12]*



Εικόνα 2.5 *Σύνδεση Φ/Β πλαισίων[12]*

ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ

Οι ηλιακές κυψέλες σπάνια χρησιμοποιούνται μεμονωμένες. Ηλιακές κυψέλες με παρόμοια χαρακτηριστικά συνδέονται και τοποθετούνται σε πλαίσια προκειμένου να πετύχουν μεγαλύτερη ηλεκτρική ισχύ. Αυτά τα πλαίσια με τη σειρά τους συνδυάζονται ώστε να δημιουργηθούν οι Φ/Β γεννήτριες (συλλέκτες). Αν σε ένα κύκλωμα απαιτείται να έχουμε υψηλό ρεύμα, τότε οι κυψέλες συνδέονται παράλληλα.

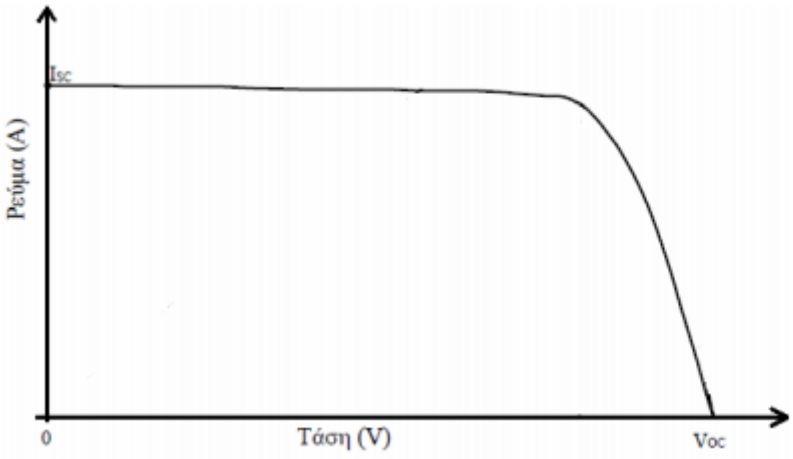
Στην παράλληλή σύνδεση, η τάση σε κάθε μια κυψέλη που είναι συνδεδεμένη παράλληλα είναι ίση με αυτή των υπόλοιπων παράλληλων κυψελών και τελικά ίση με τη τάση που έχει ολόκληρο το πλαίσιο. Σε αντίθεση, το συνολικό ρεύμα που έχει το πλαίσιο είναι το άθροισμα όλων των μεμονωμένων ρευμάτων που αντιστοιχούν σε κάθε κυψέλη.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Σε μια σύνδεση σε σειρά, το ρεύμα που διέρχεται από την κάθε κυψέλη είναι το ίδιο για όλες τις κυψέλες, ενώ το συνολικό ρεύμα του πλαισίου είναι το άθροισμα των ρευμάτων των κυψελών που είναι συνδεδεμένες παράλληλα.

Αντίθετα η τάση που έχει κάθε κυψέλη μεμονωμένα δεν είναι ίση με την τάση που έχει το πάνελ, δηλαδή ολόκληρο το κύκλωμα με τις κυψέλες συνδεμένες σε σειρά.

Η χαρακτηριστική τάσης ρεύματος (I-V) ενός Φ/Β στοιχείου φαίνεται στην Εικόνα 2.5 .



Εικόνα 2.6 *Χαρακτηριστική* I-V *ενός Φ/Β στοιχείου[9]*

Το ρεύμα του Φ/Β συλλέκτη δίνεται από τη σχέση:

$$I_{\sigma} = N_p \cdot I_{\pi} \quad (1)$$

Όπου, N_p ο αριθμός των παράλληλων συνδεδεμένων πλαισίων και I_{π} το ρεύμα ενός πλαισίου.

Ενώ η τάση του Φ/Β συλλέκτη δίνεται από τη σχέση:

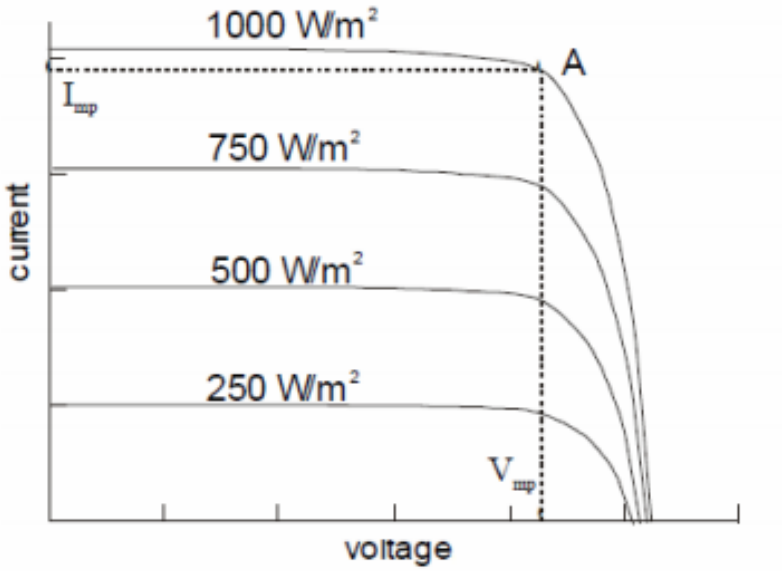
$$U_{\sigma} = N_s \cdot U_{\pi} \quad (2)$$

Όπου, N_s ο αριθμός των συνδεδεμένων πλαισίων σε σειρά και U_{π} η τάση ενός πλαισίου.

2.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

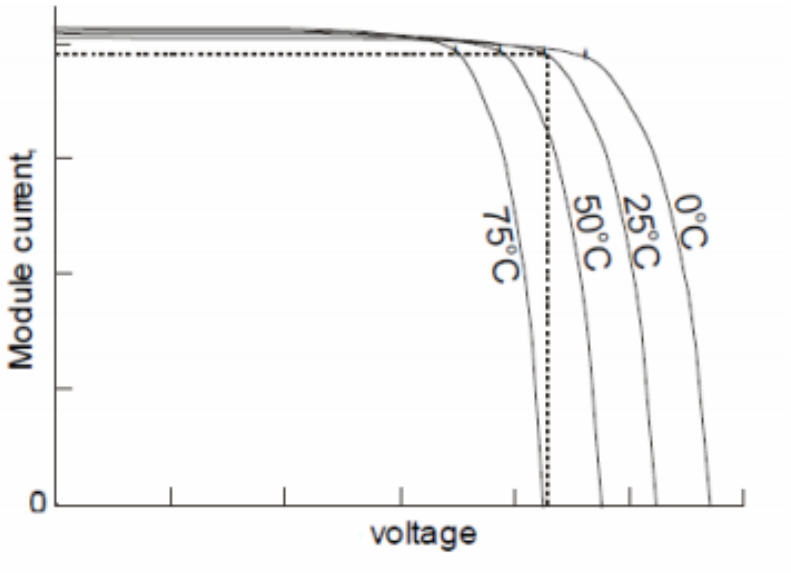
Η ένταση ηλιακής ακτινοβολίας και η θερμοκρασία αποτελούν τους δύο κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα ηλιακό κελί.

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τη μεταβολή της I-V χαρακτηριστικής ενός ηλιακού κελιού για μεταβολή της έντασης ακτινοβολίας η οποία επιδρά σχεδόν ανάλογα στο ρεύμα βραχυκύκλωσης του κελιού ενώ η τάση ανοικτού κυκλώματος αυξάνεται ελαφρά. Αποτέλεσμα είναι η σχεδόν αναλογική σχέση ανάμεσα στην ισχύ του κελιού και την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, για σταθερές φυσικά θερμοκρασίες κελιού.



Εικόνα 2.7 *Επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας στην καμπύλη I-V ενός ηλιακού κελιού[12]*

Το Σχήμα 2.8 παρουσιάζει την επίδραση της θερμοκρασίας στην χαρακτηριστική I-V του κελιού:



Εικόνα 2.8 *Επίδραση της θερμοκρασίας στην καμπύλη I-V ενός ηλιακού κελιού[12]*

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 2.8, η θερμοκρασία επιδρά κυρίως στην τάση ανοικτοκύκλωσης. Η τάση ανοικτού κυκλώματος αυξάνεται σημαντικά με μείωση της θερμοκρασίας, γεγονός που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος, ενώ το ρεύμα βραχυκύκλωσης μειώνεται ελαφρά. Συνολικά, η ισχύς του ηλιακού κελιού μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Συνήθως οι κατασκευαστές των ηλιακών κελιών και πάνελ αναφέρουν ενδεικτικούς συντελεστές μεταβολής του ρεύματος βραχυκύκλωσης, της τάσης ανοικτωκύκλωσης και της μέγιστης ισχύος με τη θερμοκρασία. Οι παρακάτω τιμές είναι ενδεικτικές για πάνελ κρυσταλλικού πυριτίου.

- Ρεύμα βραχυκύκλωσης Isc, με τυπικές τιμές της τάξης του 0,04- 0,07% ανά βαθμό Kelvin (ή Κελσίου)
- Τάση ανοικτού κυκλώματος Voc με τυπικές τιμές της τάξης του -0,3 έως -0,4% ανά βαθμό Kelvin (ή Κελσίου).
- Μέγιστη ισχύς Pmpp με τυπικές τιμές της τάξης του -0,4 έως -0,5% ανά βαθμό Kelvin (ή Κελσίου).

Για πάνελ άμορφου πυριτίου, η μείωση στις τιμές της τάσης και κυρίως της ισχύος είναι μικρότερη με ενδεικτικές τιμές της τάξης του -0,3% ανά βαθμό Kelvin για την τάση του ανοικτού κυκλώματος και -0,3 έως -0,4% ανά βαθμό Kelvin για την ισχύ του κελιού. Το γεγονός αυτό φανερώνει ένα σημαντικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας του άμορφου πυριτίου που είναι η μικρότερη μείωση ισχύος σε υψηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο κατά τη σχεδίαση ενός συστήματος και την επιλογή τεχνολογιών θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο σημαντικά μικρότερος βαθμός απόδοσης γεγονός που αυξάνει τις απαιτήσεις χώρου εγκαταστάσεων σταθμών με πάνελ άμορφου πυριτίου έναντι αντίστοιχων σταθμών με κρυσταλλικά πάνελ.[13]

2.6 ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία κάθε συστήματος που εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια είναι ο προσανατολισμός του ηλιακού συλλέκτη σε σχέση με την κατεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο προσανατολισμός ενός επίπεδου στην επιφάνεια της γης περιγράφεται από δύο γωνίες :

- την κλίση και
- την αζιμούθια γωνία.

Η κλίση του συλλέκτη (Σ) είναι η δίεδρη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο του συλλέκτη και στον ορίζοντα και μπορεί να πάρει τιμές από 0° μέχρι 180°. Για γωνίες β>90° το επίπεδο του συλλέκτη είναι στραμμένο προς τα κάτω. Η αζιμούθια γωνία του συλλέκτη (φ_s) είναι η γωνία που σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κατακόρυφου του συλλέκτη και στον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου. Παίρνει τιμές από -180° μέχρι +180°. Η γωνία -180° (που συμπίπτει με την +180°) αντιστοιχεί σε τοποθέτηση του συλλέκτη προς το βορρά, η γωνία –90° προς την ανατολή, η γωνία 0° προς το νότο και η γωνία +90° προς τη δύση. Προφανώς, η πυκνότερη ισχύς μιας δέσμης ηλιακής ακτινοβολίας, πάνω σε ένα επίπεδο συλλέκτη θα πραγματοποιείται όταν η επιφάνεια του είναι κάθετη προς τη κατεύθυνση της ακτινοβολίας, δηλαδή όταν η γωνία πρόσπτωσης (θ) είναι 0°. Η συνθήκη όμως αυτή δεν είναι εύκολο να εξασφαλιστεί καθώς ο ήλιος συνεχώς μετακινείται στον ουρανό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έχουν κατασκευαστεί μηχανικές διατάξεις που επαναπροσανατολίζουν συνεχώς τον συλλέκτη \ ώστε η επιφάνεια του να αντικρίζει πάντα κάθετα τον ήλιο

Στις συνηθέστερες περιπτώσεις οι συλλέκτες τοποθετούνται σε σταθερή κλίση και αζιμούθια γωνία οι οποίες επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του έτους να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας συνδέεται με τις άλλες γωνίες της ηλιακής γεωμετρίας με την σχέση:

$$\cos\theta = \cos\beta \cdot \cos(\varphi_s - \varphi_c) \cdot \sin\Sigma + \sin\beta \cdot \cos\Sigma \qquad (3)$$

Στη εικόνα 2.9 φαίνεται η τοποθέτηση επίπεδου συλλέκτη και οι γωνίες θέσης του.

Ο διάφορες γωνίες που προσδιορίζουν την θέση του συλλέκτη αλλά και την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι:

θ: η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας

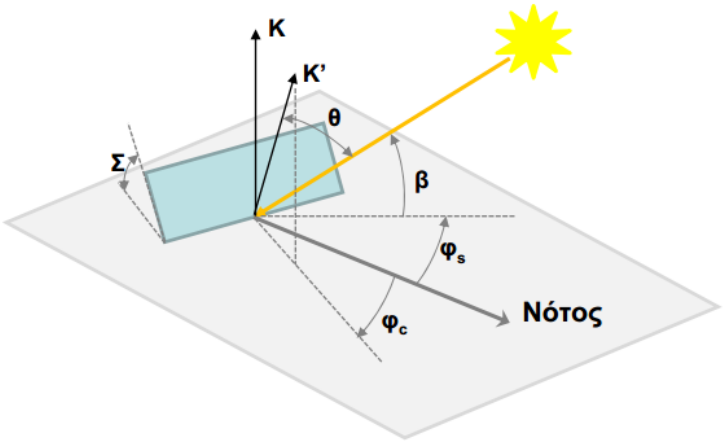
β: το ύψος του ήλιου

φ_s: η γωνία αζιμούθιου του ήλιου

φ_c: η γωνία προσανατολισμού του πλαισίου

K': άξονας κάθετος στον συλλέκτη

K: άξονας κάθετος στο έδαφος



Εικόνα 2.9 *Γωνίες θέσεως επίπεδου συλλέκτη.[12]*

Οι επίπεδοι συλλέκτες χρησιμοποιούν την άμεση και τη διάχυτη ακτινοβολία και συνήθως τοποθετούνται υπό σταθερή κλίση και προσανατολισμό κατά τη διάρκεια του έτους. Η θέση του συλλέκτη (προσανατολισμός και κλίση) επηρεάζει σημαντικά το ποσό της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στην επιφάνεια του συλλέκτη και τον συντελεστή διάβασης των διαφανών καλυμμάτων και τον συντελεστή απορρόφησης του απορροφητήρα, αφού οι δύο συντελεστές είναι συναρτήσεις της γωνίας, που η ακτινοβολία προσπίπτει στην επιφάνεια του συλλέκτη.

Γενικά η μεγαλύτερη ποσότητα της ηλιακής ενέργειας, λαμβάνεται σε μία νότια προσανατολισμένη κλίση. Εάν ή επιφάνεια του συλλέκτη δεν αντικρίζει ακριβώς το νότο, το ποσό της ωφέλιμης ενέργειας, μειώνεται ελαφρά σε μία γωνία 30° ανατολικά ή δυτικά.

ΚΛΙΣΗ	Νότιος	Νοτιοανατολικός ή Νοτιοδυτικός	ανατολικός ή Δυτικός
0°	90%	90%	90%
15°	98%	95%	88%
30°	100%	95%	85%
90°	60%	60%	50%

Πίνακας 2.1 *Προσανατολισμός και απόδοση Φ/Β συστημάτων.[12]*

2.7 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ (Inverter)

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο για να μπορεί να διοχετεύει την ισχύ του σε αυτό, είναι απαραίτητο να μπορεί να μετατρέπει την συνεχή τάση εξόδου του σε εναλλασσόμενη με χαρακτηριστικά ίδια με αυτά του δικτύου, ώστε να μη δημιουργεί πρόβλημα στη λειτουργία του δικτύου και στη ποιότητα ισχύος που αυτό παρέχει. Η μετατροπή αυτή επιτυγχάνεται μέσω του αντιστροφέα (Inverter) όπου χρησιμοποιούνται ημιαγωγικά στοιχεία ισχύος σαν διακόπτες όπως τρανζίστορ ή θυρίστορ . Οι αντιστροφείς πρέπει να ικανοποιούν συγκεκριμένες προδιαγραφές που αποδεικνύονται με την ύπαρξη σχετικών πιστοποιητικών. Κατά τη φάση παραλαβής του έργου, οι αντιστροφείς υποβάλλονται σε έλεγχο για να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτές τηρούνται. Οι προδιαγραφές αυτές αφορούν:

- Την τάση των αντιστροφέων: τα όρια της τάσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν το -20% έως +15%

- Τη συχνότητα των αντιστροφέων: τα όρια συχνότητας είναι +/-0,5Hz για σταθμούς στο διασυνδεδεμένο σύστημα και από 47,5Hz έως 51Hz για σταθμούς σε μη διασυνδεδεμένα νησιά. Σε περίπτωση υπέρβασης των παραπάνω ορίων ο χρόνος αποσύνδεσης θα πρέπει να είναι μικρότερος από 0,5 sec και ο χρόνος επανασύζευξης τουλάχιστον 3 λεπτά.

- Η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση του ρεύματος των αντιστροφέων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%. Εφόσον οι αντιστροφείς δε διαθέτουν μετασχηματιστή απομόνωσης η έγχυση συνεχούς ρεύματος (dc injection current) δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 0,5% του ονομαστικού ρεύματος.

Εικόνα 2.11 *Αντιστροφέας στην πίσω πλευρά του συλλέκτη.*

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να επιτυγχάνονται στην έξοδο του αντιστροφέα είναι ημιτονοειδής τάση/ρεύμα εξόδου σταθερής συχνότητας και μικρές απώλειες.

2.8 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ DC/DC

Σε ένα φ/β σύστημα η παραγόμενη τάση από τα φ/β στοιχεία δεν έχει σταθερή τιμή, αλλά μεταβάλλεται γύρω από μια μέση τιμή. Για να σταθεροποιηθεί η τάση εξόδου της φ/β γεννήτριας και να καταστεί κατάλληλη για την είσοδό της στον αντιστροφέα χρησιμοποιούνται μετατροπείς συνεχούς- συνεχούς ρεύματος. Οι μετατροπείς μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες ανάλογα με το αν η τάση εξόδου που βγάζουν είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την τάση εισόδου και ακόμα ανάλογα με την περιοχή.

2.9 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΥΡΕΣΗΣ ΣΗΜΕΙΟΥ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (MPPT)

Η θέση των σημείων λειτουργίας με τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ (MPP) πάνω στην χαρακτηριστική I-V, εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία της κυψέλης. Η θέση αυτή χρησιμοποιείται για την προσαρμογή της τάσης και του ρεύματος της πραγματικής λειτουργίας με τρόπο τέτοιο ώστε η παραγόμενη ισχύς να προσεγγίζει τη μέγιστη τιμή. Απαιτείται για το σκοπό αυτό μια μονάδα ρύθμισης ισχύος ικανή να πραγματοποιήσει την ανεύρεση του σημείου μέγιστης ισχύος.

Οι άμεσες μέθοδοι εύρεσης του βέλτιστου σημείου λειτουργίας βασίζονται σε έναν αλγόριθμο αναζήτησης χωρίς να διακόπτεται η κανονική λειτουργία της φ/β γεννήτριας. Παράδειγμα απλοποιημένου αλγόριθμος άμεσης εύρεσης του βέλτιστου σημείου λειτουργίας παρουσιάζεται τη συνέχεια και η σχηματική του αναπαράσταση δίνεται στο σχήμα 2.10.

if $(V_{PV} - V_{PV,PREVIOUS}) * (P_{PV} - P_{PV,PREVIOUS}) > 0$

then

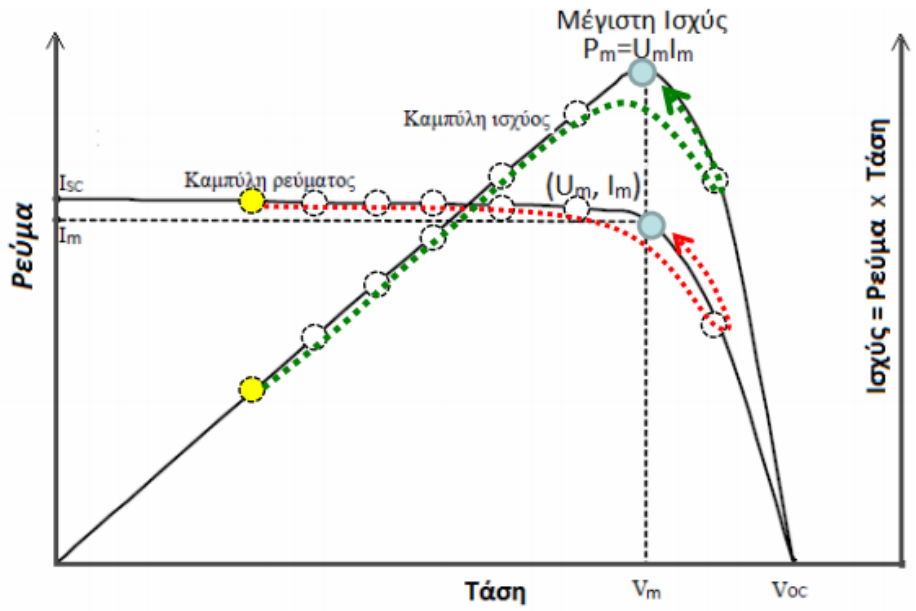
$V_{PV,NEXT} = V_{PV} + \Delta V_p$ (ΔV_p, η αύξηση της τάσης του Φ/Β)

else

$V_{PV,NEXT} = V_{PV} - \Delta V_n$ (ΔV_n, η μείωση της τάσης του Φ/Β)

end

Οι έμμεσες μέθοδοι, χρησιμοποιούν ένα εξωτερικό σήμα για τον προσδιορισμό του του βέλτιστου σημείου λειτουργίας. Τέτοιου είδους εξωτερικά σήματα, μπορούν να δοθούν με τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας του πλαισίου κτλ. Ένα σετ φυσικών παραμέτρων πρέπει να προσδιοριστεί και το σετ του σημείου MPP προκύπτει από το σήμα.[14]



Εικόνα 2.10 *Σχηματική αναπαράσταση απλοποιημένου αλγόριθμου MPPT.[12]*

2.10 ΤΥΠΟΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Για την κάλυψη των λειτουργικών απαιτήσεων της ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικού τύπου καλώδια . Διάκριση μπορεί να γίνει μεταξύ των καλωδίων του πάνελ και των καλωδίων της γεννήτριας, των καλωδίων για το συνεχές ρεύμα DC και για το εναλλασσόμενο AC ρεύμα. Τα καλώδια της ηλεκτρικής σύνδεσης μεταξύ των πάνελ και το κουτί σύνδεσης της γεννήτριας, ονομάζονται καλώδια πάνελ ή καλώδια συστοιχίας γεννήτριας. Αυτά τα καλώδια χρησιμοποιούνται γενικά σε εξωτερικούς χώρους. Έχει αποδειχθεί ότι μια πολύ αξιόπιστη λύση για τις εφαρμογές αυτές είναι τα μονόκλωνα καλώδια με διπλή μόνωση που εξασφαλίζουν μείωση της πιθανότητας εμφάνισης σφάλματος προς γη. Τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους είναι η αντοχή τους στην υπεριώδη ακτινοβολία και η αντοχή τους στις καιρικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία -55°C σε 125°C). Μερικοί εγκαταστάτες επιλέγουν καλώδια που καλύπτονται με πλέγμα μετάλλων, όπου το προστατευμένο καλώδιο όχι μόνο παρέχει την προστασία ενάντια στα τρωκτικά αλλά και βελτιώνει την προστασία ενάντια των υπερφορτίσεων.

ΚΑΛΩΔΙΟ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Τα καλώδια συνεχούς ρεύματος συνδέουν το κιβώτιο συνδέσεων του φωτοβολταϊκού με τον αναστροφέα. Για τις συνδέσεις μεταξύ των πλαισίων χρησιμοποιούνται συνήθως εύκαμπτα μονοπολικά καλώδια με ενισχυμένη μόνωση, με τις ανωτέρω τουλάχιστον απαιτήσεις. Ο συνδυασμός αυτός των απαιτήσεων είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί από κοινά τυποποιημένα καλώδια και απαιτεί τη χρήση ειδικών μειγμάτων πλαστικών για μόνωση. Για οικονομικούς λόγους χρησιμοποιείται και το κοινό PVC καλώδιο (NYM ή NYY). Εάν η εγκατάσταση είναι υπαίθρια, τα PVC πρέπει να τοποθετηθούν σε έναν προστατευτικό σωλήνα, δεδομένου ότι δεν είναι ανθεκτικά στην ηλιακή ακτινοβολία.

ΚΑΛΩΔΙΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Το καλώδιο σύνδεσης εναλλασσόμενου ρεύματος AC συνδέει τον αναστροφέα με το δίκτυο μέσω του εξοπλισμού προστασίας. Στην περίπτωση των τριφασικών αναστροφέων, η σύνδεση στο δίκτυο χαμηλής τάσης γίνεται χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο πέντε πόλων. Γενικότερα, στην πλευρά εναλλασσόμενου ρεύματος ακολουθούνται οι κανόνες που απορρέουν από τον HD384. Έτσι για τους μονοφασικούς αναστροφείς χρησιμοποιείτε καλώδιο τριπολικό τύπου NYM ή NYY.

2.11 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΙΑΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τα διάφορα κόστη που επηρεάζουν και διαμορφώνουν το συνολικό κόστος κατασκευής και λειτουργίας μιας Φ/Β εγκατάστασης είναι:

Α. Το συνολικό κόστος που απαιτείται μέχρι την έναρξη λειτουργίας του έργου και αφορά:

1. Το κόστος ανάπτυξης του έργου (μελέτες, αδειοδότηση, κόστος γης).
2. Το κόστος κατασκευής του έργου που αφορά την προμήθεια του εξοπλισμού, την μεταφορά και εγκατάστασή του.
3. Το κόστος κατασκευής των έργων σύνδεσης.
4. Το χρηματοοικονομικό κόστος στη διάρκεια κατασκευής (τόκοι βραχυπρόθεσμου δανεισμού, απόδοση κεφαλαίων, κλπ.).

Το άθροισμα των παραπάνω μεγεθών αποτελεί το συνολικό κόστος κατασκευής.

Β. Οι ετήσιες δαπάνες (μεταβλητές/σταθερές) κατά τη διάρκεια λειτουργίας, οι οποίες αναλύονται σε πολλές διαφορετικές συνιστώσες.

Ειδικότερα στα έξοδα λειτουργίας του έργου περιλαμβάνονται:

1. Το κόστος επισκευών και συντήρησης του έργου το οποίο αντιστοιχεί συνήθως σε ποσοστό επί του προϋπολογισμού του έργου, ή σε ποσοστό επί της παραγόμενης ενέργειας.
2. Το κόστος για την ασφάλιση του έργου κατά πολλαπλών κινδύνων καθώς και το κόστος για την ασφάλιση των ετήσιων εσόδων τα οποία υπολογίζονται ως ποσοστό του αντίστοιχου ασφαλιζόμενου ποσού.
3. Οι δαπάνες μισθοδοσίας.
4. Το κόστος διοίκησης και λογιστικής παρακολούθησης του έργου.
5. Διάφορα άλλα έξοδα λειτουργίας, παροχές σε τρίτους, ενοίκια, υλικά άμεσης ανάλωσης και λοιπά γενικά ή απρόβλεπτα έξοδα.

Τα τελευταία χρόνια το κόστος προμήθειας των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) πάνελ στην Ελλάδα έχει μειωθεί σημαντικά, ακολουθώντας τις διεθνείς τάσεις, συμπαρασύροντας σε μεγάλο ποσοστό και το συνολικό κόστος κατασκευής ενός έργου. Το μερίδιο των επιμέρους κατηγοριών κόστους κατασκευής και ανάπτυξης ενός Φ/Β έργου, είναι ιδιαίτερα υψηλό και κυμαίνεται σήμερα μεταξύ 40-65% στο

συνολικό κόστος κατασκευής και αναμένεται να παραμείνει σχετικά σταθερό σε επίπεδο κόστους τα επόμενα χρόνια. Το υψηλό αυτό ποσοστό είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών παραμέτρων επηρεασμού των συνιστωσών κόστους σε σχέση με τον τύπο και το μέγεθος της εγκατάστασης.

Σύμφωνα με την [15] το 2012 το κόστος επένδυσης για διάφορους τύπους Φ/Β συστημάτων διαμορφωνόταν ως εξής:

• για οικιακό σύστημα επί στέγης εγκατεστημένης ισχύος 10kWp σε 2.600 - 3.300 €/kW (περιλαμβάνεται ΦΠΑ 23%)

• για σταθμό επί εδάφους εγκατεστημένης ισχύος 100kWp σε 2.100 – 2.800 €/kW,

• για σταθμό επί εδάφους εγκατεστημένης ισχύος 500kWp σε 1.900 - 2.200 €/kW,

• για σταθμό επί εδάφους εγκατεστημένης ισχύος 2MWp σε 1.750 - 1.900 €/kW.

Τα ετήσια έξοδα λειτουργίας και συντήρησης (σταθερά και μεταβλητά) των Φ/Β πάρκων υπολογίζονται σε 2,5-3,5% του συνολικού κόστους κατασκευής ανάλογα και με τα χαρακτηριστικά του έργου, με την εξαίρεση των οικιακών Φ/Β στις στέγες που θεωρούνται μικρότερα. [12]. Σήμερα, οι τιμές έχουν μειωθεί περαιτέρω.

2.12 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ Φ/Β

Στο σημείο αυτό θα δοθεί η μεθοδολογία οικονομικής αξιολόγησης [12] ενός Φ/Β συστήματος. Δηλαδή, δίνονται οι απαιτούμενοι μαθηματικοί υπολογισμοί βασικών οικονομικών μεγεθών του Φ/Β συστήματος που στην ουσία εξηγούν τα αποτελέσματα του εξειδικευμένου λογισμικού RETSCREEN (παράγραφος 5.6).

Έστω ότι παρέχονται τα εξής δεδομένα:

- Ονομαστική ισχύς του συστήματος: a KW
- Ονομαστική ισχύς του μετατροπέα: b KW
- Ειδικό κόστος Φ/Β συστοιχίας: c €/W
- Κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστήματος: d €
- Ειδικό κόστος μετατροπέα: e €/W
- Χρόνος αντικατάστασης μετατροπέα: f έτη
- Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης: g €
- Αποπληθωρισμένο επιτόκιο: h %
- Η απομείνουσα αξία του συστήματος στο τέλος της περιόδου είναι i % του κόστους της αρχικής επένδυσης.
- Ενεργειακή απολαβή σε ένα χρόνο: j KWh
- Η τιμή πώλησης κάθε παραγόμενης KWh είναι: m €

- Χρονικός ορίζοντας: n

Τα βασικά οικονομικά μεγέθη της επένδυσης υπολογίζονται ως ακολούθως.

Κόστος αρχικής επένδυσης:

Κόστος Φ/Β συστοιχίας: $C_{PV} = a \cdot 1000 \cdot c$ €/W (4)

Κόστος μετατροπέα: $C_{INV} = b \cdot 1000 \cdot e$ (5)

Κόστος εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος: $C_{INST} = d$ (6)

Κόστος αρχικής επένδυσης: $C_O = C_{PV} + C_{INV} + C_{INST}$ (7)

Κόστος αντικατάστασης μετατροπέα:

Συντελεστής παρούσας αξίας: $PV_X = \frac{1}{(h+1)^f}$ (8)

Κόστος αντικατάστασης: $RC_{INV} = PV_{INV} \cdot C_{INV}$ (9)

Κόστος λειτουργίας και συντήρησης:

PV_$C_{O.M} = \frac{g}{CR} =$ (10)

Όπου CR= $\frac{h \cdot (h+1)^2}{(h+1)^2 - 1}$ (11)

Απομένουσα αξία στο τέλος της περιόδου:

RV = i· C_O (12)

Ολικό κόστος κύκλου ζωής:

LCC = C_O + RC_{INV} + PV_$C_{O.M}$ + RV (13)

Καθαρό ετήσιο οικονομικό όφελος:

NAFP = (j KWh/έτος)· m(€/KWh) (14)

Καθαρή παρούσα αξία:

NPV = $\frac{NAFP}{CR}$ - C_O + $\frac{RV}{(h+1)^2}$ (15)

Περίοδος αποπληρωμής του Φ/Β συστήματος:

Payback_period = $\frac{-\ln\left(\frac{NAFP - h \cdot C_O}{NAFP - h \cdot RV}\right)}{\ln(1+h)}$ (16)

Κόστος της παραγόμενης ενέργειας:

$C_E = \frac{LCC \cdot CR}{j}$ (17)

Η παραπάνω ανάλυση βασίστηκε στην σχετική μεθοδολογία που περιέχεται στην[12]

2.13 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΩΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΉ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ

***ΑΝΟΧΗ ΤΑΣΗΣ*:**

Λόγω της υπερφόρτισης ενός δικτύου, η οποία συνήθως προκαλείται από αυξημένη ζήτηση ενέργειας, προκαλείται πτώση τάσης. Αντίστοιχα, κάποιες φορές μπορεί να έχουμε υπέρταση, δηλαδή η τάση είναι πολύ μεγαλύτερη από τα επιτρεπτά όρια. Γι αυτό το λόγο συνυπολογίζεται η ανοχή τάσης +/- 10% στην ονομαστική τάση του δικτύου.

ΛΟΓΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ:

Ο λόγος ονομαστικής ισχύος είναι η σχέση της μέγιστης ισχύος εισόδου του μετατροπέα προς τη μέγιστη ισχύς της φωτοβολταϊκής γεννήτριας.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ:

Ο βαθμός κατανάλωσης άεργου ισχύος από τα φορτία εκφράζεται με το μέγεθος «Συντελεστής Ισχύος (cosφ)», το οποίο αντιστοιχεί στο λόγο της κατανάλωσης ενεργού ισχύος προς τη «φαινόμενη» ισχύ του φορτίου, η οποία είναι το γεωμετρικό άθροισμα της ενεργού και της άεργου ισχύος του φορτίου. Συνήθως κυμαίνεται στην περιοχή 0,95-0,99 για καταναλωτή μέσης τάσης (όπως το νοσοκομείο).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΑΠΩΛΙΕΣ DC ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ:

Κατά την μεταφορά της ενέργειας από το Φ/Β στο μετρητή υπάρχουν απώλειες εξαιτίας του είδους και του υλικού των χρησιμοποιημένων καλωδίων. Οι απώλειες αγωγού εκτός από το υλικό του αγωγού εξαρτώνται από το μήκος και την διατομή των καλωδίων.

ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ:

Είναι τα αέρια που η υπερσυγκέντρωση τους στην ατμόσφαιρα προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα αέρια τα οποία θεωρούνται αέρια του θερμοκηπίου, συμφωνήθηκαν μέσα από το Πρωτόκολλο του Κιότο και είναι το Διοξείδιο του άνθρακα (CO2), το Μεθάνιο (CH4), το Υποξείδιο του αζώτου (N2O), το Εξαφθοριούχο θείο (SF6), οι Υδροφθοράνθρακες (HFCs) και οι περφθοράνθρακες (PFCs).

ΠΛΗΘΩΡΙΣΜΟΣ:

Πληθωρισμός είναι η συνεχής αύξηση του γενικού επιπέδου των τιμών μιας οικονομίας μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Ο πληθωρισμός μπορεί να είναι είτε θετικός, είτε αρνητικός (οπότε μιλάμε για αποπληθωρισμό). Για να μετρηθεί ο πληθωρισμός, λαμβάνεται υπόψη το ποσοστό μεταβολής του επιπέδου τιμών κατά την διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου.

ΤΟΚΟΧΡΕΟΛΥΣΙΟ:

Με τον όρο τοκοχρεολύσιο, χαρακτηρίζεται μία από τις καθορισμένες εκ των προτέρων δόσεις για την τμηματική απόσβεση εντόκου δανείου.

ΧΡΗΜΑΤΟΡΟΗ:

Είναι το χρηματικό ποσό που εισέρχεται ή εξέρχεται από μία οικονομική μονάδα (επιχείρηση, νοικοκυριό) μια χρονική περίοδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σημαντικό θέμα για όλα τα έργα και ειδικότερα αυτά που αφορούν την ενέργεια είναι το νομικό πλαίσιο και όλη η διαδικασία αδειοδότησης τους. Σε αυτό το κεφάλαιο αρχικά περιγράφεται η διαδικασία αδειοδότησης εγκατάστασης σταθμών παραγωγής ενέργειας με αναφορά στην νομοθεσία για κάθε περίπτωση. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία δημιουργία φακέλου κατάθεσης όπου πρέπει να αναφέρονται κυρίως τα τεχνικά στοιχεία της εγκατάστασης. Οι περιγραφή των ανωτέρω διαδικασιών βασίστηκε στην εργασία μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων του Φώτη Βρόντου. Τέλος αναγράφεται σε πίνακες η ισχύουσα τιμολόγηση ενέργειας από ΑΠΕ από όπου βγήκαν και κάποια από τα τελικά συμπεράσματα.

3.2 ΑΔΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Οι περιοχές όπου επιτρέπεται να εγκαθίστανται οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ συμπεριλαμβανομένων των έργων οδοποιίας πρόσβασης και των έργων σύνδεσής τους με το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας είναι:

-Σε γήπεδο ή σε χώρο, του οποίου ο αιτών έχει το δικαίωμα νόμιμης χρήσης.

-Σε δάση ή δασικές εκτάσεις, εφόσον έχει επιτραπεί μέσα σε αυτά η εκτέλεση έργων σύμφωνα με τον Ν.3468/2006, αρθ.24 και με τον Ν.1734/1987, αρθ.13 (ΦΕΚ.189 Α΄).

-Σε αιγιαλό, παραλία, θάλασσα ή σε πυθμένα της, εφόσον έχει παραχωρηθεί το δικαίωμα χρήσης τους σύμφωνα με τον Ν.3468/2006, αρθ.24.

Για την εγκατάσταση ή επέκταση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ, απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης (Ν.3468/2006, ΦΕΚ.Α’129, αρθ.7,8) η οποία προϋποθέτει την κατοχή Άδειας Παραγωγής και απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων. Αυτή χορηγείται κατόπιν αιτήσεως προς την Περιφέρεια στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός η οποία πρέπει να συνοδεύεται από μια σειρά δικαιολογητικών τα οποία καθορίζονται στον Κανονισμό Έκδοσης Αδειών Εγκατάστασης και Λειτουργίας (ΥΑ.13310/2007, ΦΕΚ.Β’1153, αρθ.8).

Συγκεκριμένα:

-Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων,

-Προσφορά Σύνδεσης του σταθμού στο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας,

-Νόμιμο αποδεικτικό στοιχείο αποκλειστικής χρήσης του γηπέδου και κάθε άλλου ακινήτου που συνδέεται με την κατασκευή και την λειτουργία του.

Στην περίπτωση σταθμού που πρόκειται να εγκατασταθεί σε δάσος, αιγιαλό, θάλασσα, ή πυθμένα, η έγκριση επέμβασης είτε η παραχώρηση του δικαιώματος χρήσης περιλαμβάνει:

-Μια σειρά από παραστατικά πληρωμής τελών, κρατήσεων και φόρων.

-Το έντυπο της αίτησης μαζί με τις απαραίτητες οδηγίες για την συμπλήρωσή του βρίσκεται στο παράρτημα του Κανονισμού Αδειών Εγκατάστασης και Λειτουργίας (ΥΑ.13310).

Σε περίπτωση σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας, ο κάτοχος της Άδειας Εγκατάστασης ή επέκτασης οφείλει μετά την χορήγησή της να κινήσει την διαδικασία σύναψης της Σύμβασης Σύνδεσης του σταθμού με τον αρμόδιο Διαχειριστή ("Κανονισμός" ΥΑ.13310/2007, αρθ.9, §1). Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο χρόνια και μπορεί να παρατείνεται για το πολύ άλλα δύο μετά από αίτηση του κατόχου της, εφόσον :

α) κατά τη λήξη της διετίας έχει εκτελεσθεί έργο, οι δαπάνες του οποίου καλύπτουν το 50% της επένδυσης, ή

β) δεν συντρέχει η προϋπόθεση της ανωτέρω περίπτωσης α', αλλά έχουν συναφθεί οι αναγκαίες συμβάσεις για την προμήθεια του εξοπλισμού ο οποίος απαιτείται για την υλοποίηση του έργου, ή

γ) υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για τη νόμιμη εκτέλεση του έργου.

Κατά την εγκατάσταση ή επέκταση σταθμών πρέπει να τηρούνται αυστηρά γενικοί όροι και περιορισμοί που τίθενται από τις σχετικές άδειες και εγκρίσεις για όλα τα έργα ΑΠΕ (π.χ. Οικοδομικές Άδειες, περιορισμοί ΕΠΟ), αλλά και ειδικότεροι ανάλογα με την τεχνολογία τους, όπως για παράδειγμα οι όροι αδειών χρήσης νερού για Μικρά Υδροηλεκτρικά ή οι αποστάσεις ασφαλείας ανεμογεννητριών για Αιολικά. Αν ανακληθεί για οποιοδήποτε λόγο η Άδεια Παραγωγής, ανακαλείται υποχρεωτικά και η Άδεια Εγκατάστασης [αρθ.10, §2 του "Κανονισμού"].

3.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΧΙΚΟΥ ΦΑΚΕΛΟΥ ΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΑΙΤΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΔΕΔΔΗΕ)

Στην αρχική φάση ενός έργου εφόσον έχει βρεθεί το γήπεδο στο οποίο θα εγκατασταθεί ο Φωτοβολταϊκός Σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται η αρχική αίτηση στον ΔΕΔΔΗΕ η οποία περιλαμβάνει:

1. Τεχνικά εγχειρίδια φωτοβολταϊκών στοιχείων.
2. Τεχνικά εγχειρίδια και πιστοποιητικά αντιστροφέων.
3. Τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης (Μέσης Τάσης και Χαμηλής Τάσης). καθώς και του υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ.
4. Μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο του φωτοβολταϊκού σταθμού και του υποσταθμού (υπογεγραμμένα από μηχανικό κατάλληλης ειδικότητας).
5. Τοπογραφικό σχέδιο της ακριβούς θέσης της εγκατάστασης και απόσπασμα φύλλου χάρτη Γ.Υ.Σ. (γεωγραφική υπηρεσία στρατού) σε κλίμακα 1:5000 με απεικόνιση του πολυγώνου του γηπέδου (προκειμένου για γήπεδα εκτός σχεδίου πόλεως)
6. Το ΦΕΚ δημοσίευσης της σύστασης της εταιρίας (για Α.Ε. ή Ε.Π.Ε.) ή επικυρωμένο αντίγραφο του καταστατικού (για Ο.Ε. ή Ε.Ε.)

7. Τίτλος κυριότητας ή νόμιμης κατοχής του γηπέδου εγκατάστασης
8. Υπεύθυνη Δήλωση στην οποία ο αιτών να βεβαιώνει ότι όλα τα στοιχεία που υποβάλλονται με την αίτηση είναι αληθή.

Για την εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού το γήπεδο δεν απαιτείται να είναι άρτιο και οικοδομήσιμο (εκτός σχεδίου περιοχές, ΦΕΚ Β΄1556/22.09.2010 όπως αυτός τροποποιήθηκε και ισχύει μέχρι σήμερα από την Υ.Α. με ΦΕΚ Β΄583/14.4.2011) εκτός εάν ζητούνται δομικές κατασκευές πέραν των απολύτως απαραίτητων για την εγκατάσταση. Ως απολύτως απαραίτητες κατασκευές νοούνται:

- Στυλίσκος μέτρησης της ΔΕΗ
- Οικίσκος εγκατάστασης ηλεκτρονικού εξοπλισμού ανά 500kWp (δύναται να είναι προκατασκευασμένος με τις απολύτως αναγκαίες διατάξεις και μέχρι εμβαδού 15 τετραγωνικών μέτρων και ύψους 2.5m με δυνατότητα προσαύξησης του ύψους μέχρι και 20% στην περίπτωση εγκατάστασης εργοστασιακών πεδίων διανομής των αντιστροφέων-μετασχηματιστών.)
- Περίφραξη για την προστασία της εγκατάστασης με συρματόπλεγμα μέχρι ύψους 2.5 m με συμπαγές τοιχίο μέχρι τα 30 cm

Τα Φ/Β συστήματα δεν επιτρέπεται να καλύπτουν ποσοστό μεγαλύτερο του 60% της επιφάνειας του γηπέδου εγκατάστασης. Ως κάλυψη ορίζεται η προβολή στο οριζόντιο επίπεδο του συνόλου των εγκαταστάσεων του φωτοβολταϊκού εξοπλισμού.

Η εγκατάσταση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και τυχόν οικίσκος ο οποίος χρησιμοποιείται για την στέγαση του ηλεκτρονικού εξοπλισμού των συστημάτων αυτών πρέπει να απέχει από τα όρια των γηπέδων:

1. Απόσταση ίση με 2.5m όταν το μέγιστο ύψος του εξοπλισμού από την στάθμη του φυσικού ή τεχνητά διαμορφωμένου εδάφους των γηπέδων είναι μέχρι και 2.5 m.
2. Απόσταση ίση με 5m όταν το ύψος του εξοπλισμού υπερβαίνει τα 2.5m

Ο υπολογισμός της ελάχιστης απόστασης βασίζεται στην προβολή του οριζοντίου επιπέδου του συνόλου των εγκαταστάσεων του φωτοβολταϊκού εξοπλισμού για όλες τις πιθανές θέσεις που αυτός λαμβάνει κατά την διάρκεια της λειτουργίας του.

Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ανεξαρτήτως ισχύος δεν απαιτείται έκδοση οικοδομικής άδειας αλλά έκδοση έγκρισης εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας που εκδίδεται από την αρμόδια Διεύθυνση πολεοδομίας σύμφωνα με τις διατάξεις της υπ. αρίθμ. 5219/3.2.2004 (ΦΕΚ Δ΄114/17.2.2004) υπουργικής απόφασης όπως αυτή ισχύει. Όμως δεν απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας εργασίες από σκυρόδεμα που συνοδεύουν κατασκευές όπως θεμελιώσεις των βάσεων στήριξης των Φ/Β στοιχείων. Για εργασίες όπως η θεμελίωση των βάσεων στήριξης με πασαλόμπηξη, με γεώβιδες, με χρήση βαρυτικών βάσεων ακόμα και όταν μέρος τους (μέχρι 50%) τοποθετείται κάτω από την φυσική στάθμη του εδάφους καθώς και πάσης φύσεως οικίσκοι οι οποίες εδράζονται βαρυτικά στο έδαφος και που ως αποκλειστικό σκοπό έχουν την προφύλαξη του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του σταθμού δεν απαιτείται έκδοση οικοδομικής άδειας. Σε περίπτωση όμως που οι εγκαταστάσεις του φωτοβολταϊκού εξοπλισμού υπερβαίνουν τα 2.5m από την στάθμη του εδάφους (φυσικού ή τεχνητά διαμορφωμένου) πρέπει να είναι πιστοποιημένες ως προς την αντοχή τους σε ακραίες ανεμοπιέσεις από ανεξάρτητο διαπιστευμένο φορέα σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα ή το πρότυπο DIN ή άλλο αντίστοιχο εθνικό πρότυπο ή εναλλακτικά να υπάρχει για

αυτές δήλωση στατικής επάρκειας από διπλωματούχο μηχανικό και τα στοιχεία συνυποβάλλονται με τα δικαιολογητικά για την έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας.

Στην ιδιαίτερη περίπτωση τοποθέτησης Φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος μέχρι 100kWp σε γήπεδα τα οποία δεν βρίσκονται σε δασική περιοχή, ρέμα, στον αιγιαλό ή την παραλία, σε καθορισμένο αρχαιολογικό χώρο ή σε περιοχή απολύτου προστασίας της φύσης τα απαραίτητα δικαιολογητικά για την έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας είναι:

• Σύντομη περιγραφή των εκτελούμενων εργασιών που αφορούν την εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού
• Τοπογραφικό διάγραμμα και διάγραμμα κάλυψης όπου φαίνεται η θέση εγκατάστασης του σχετικού εξοπλισμού και τυχόν άλλες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων στο ίδιο οικόπεδο
• Υπ. Δήλωση του ενδιαφερομένου στην οποία θα δηλώνεται ότι το ακίνητο στο οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί ο σταθμός δεν βρίσκεται σε δασική περιοχή, ρέμα, στον αιγιαλό ή την παραλία, σε καθορισμένο αρχαιολογικό χώρο ή σε περιοχή απολύτου προστασίας της φύσης
• Έγκριση της αρμόδιας αρχαιολογικής υπηρεσίας εφόσον αυτό απαιτείται
• Βεβαίωση χαρακτηρισμού γης από την οικεία διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης και ειδικά για εγκατάσταση σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας άδεια για το επιτρεπτό της εγκατάστασης Φ/Β σταθμών σε Γ.Γ.Υ.Π.
• Αποδεικτικό κοινοποίησης του αντιγράφου της παραπάνω Υπ. Δήλωσης και του τοπογραφικού σχεδίου στις κατά περίπτωση αρμόδιες υπηρεσίες (Δασαρχείο, Κτηματική Υπηρεσία κλπ.)
• Έγκριση της αρμόδιας επιτροπής πολεοδομικού αρχιτεκτονικού ελέγχου (Ε.Π.Α.Ε.) όταν βάση του ν.2491/2001 η εγκατάσταση προβλέπεται να γίνει σε παραδοσιακούς οικισμούς ή περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους που προστατεύονται ως προς την πολεοδομική ανάπτυξη από ειδικά διατάγματα.[Εφημερίδα της Κυβερνήσεως]

3.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ

Για την κατασκευή και την λειτουργία ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, απαιτείται η έκδοση ή υπογραφή σχετικών αδειών και συμβάσεων. Αυτές χορηγούνται από τους αρμόδιους κατά περίπτωση φορείς κατόπιν αιτήσεως που συνοδεύεται από τα απαραίτητα δικαιολογητικά και μελέτες. Γενικά, τα βήματα που χρειάζεται να γίνουν είναι τα εξής:

1.Έκδοση Άδειας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΡΑΕ).

2.Ταυτόχρονα (παραλληλισμός διαδικασιών) αιτήσεις για:

-Διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης του σταθμού παραγωγής στο Σύστημα ή σε Δίκτυο (αρμόδιος Διαχειριστής – ΔΕΗ ή ΔΕΣΜΗΕ).

-Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) ή Απαλλαγή από Ε.Π.Ο. (Περιφέρεια).

-Άδεια Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, εφόσον απαιτείται, ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου (Περιφέρεια).

3.Ταυτόχρονα ενέργειες για:

-Έκδοση Άδειας Εγκατάστασης (με ενσωματωμένη Ενιαία Άδεια Χρήσης Νερού και Εκτέλεσης Έργων όταν πρόκειται για Μικρό Υδροηλεκτρικό Σταθμό) (Περιφέρεια).

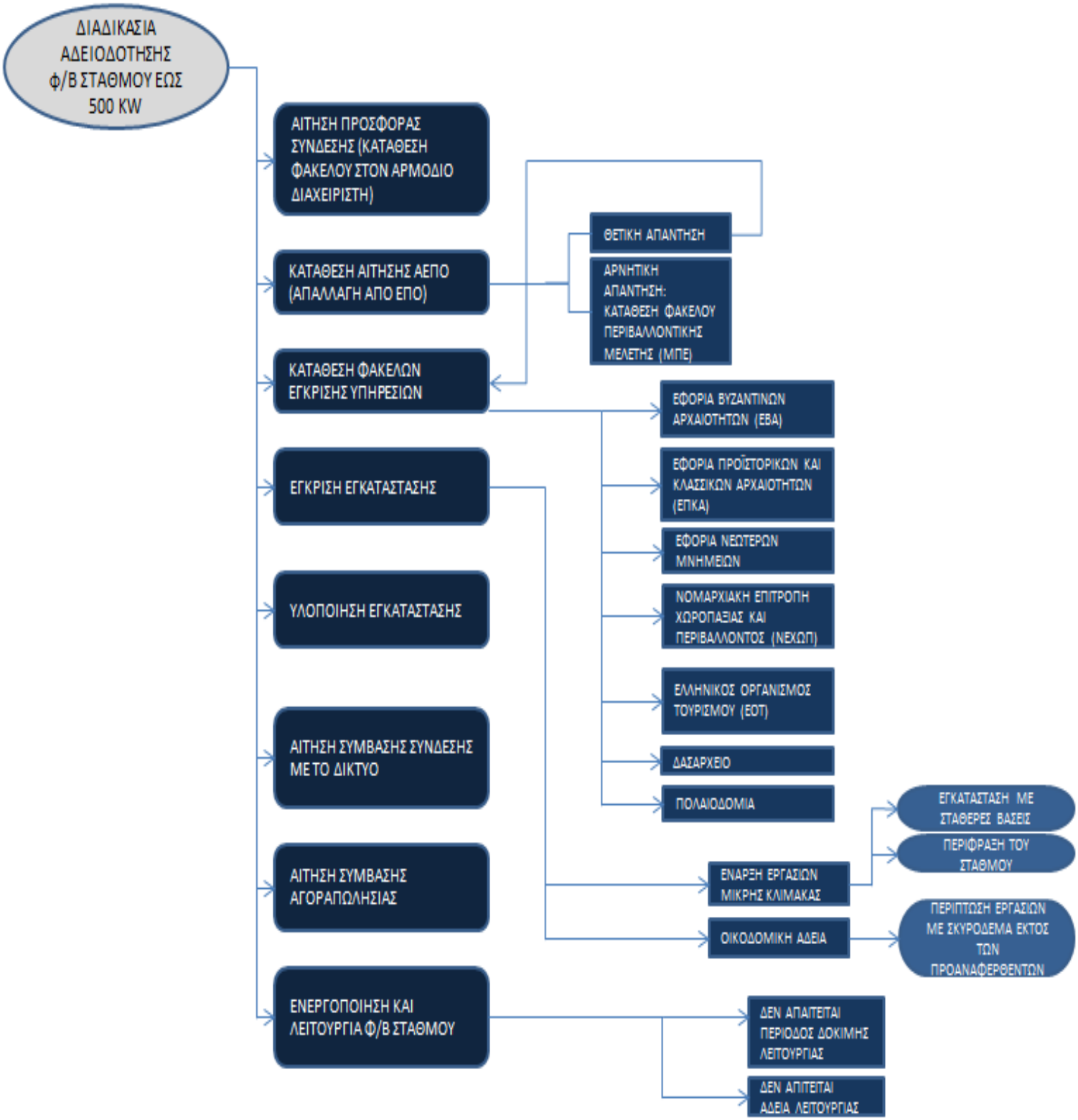
-Έκδοση Οικοδομικών Αδειών (όπου απαιτείται εκτέλεση δομικών έργων) ή άλλων αδειών και εγκρίσεων που τυχόν απαιτούνται και μπορούν να εκδοθούν χωρίς να υπάρχει ακόμα η Άδεια Εγκατάστασης (Πολεοδομία ή αρμόδια κατά περίπτωση αρχή).

-Υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης στο Σύστημα ή σε Δίκτυο (αρμόδιος Διαχειριστής – ΔΕΗ ή ΔΕΣΜΗΕ).

-Υπογραφή Σύμβασης Αγοραπωλησίας Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ)

4.Δοκιμαστική Περίοδος και έκδοση Άδειας Λειτουργίας (Περιφέρεια).[http://www.ypeka.gr/]

Η όλη διαδικασία αδειοδότησης φαίνεται παρακάτω και σε διάγραμμα ροής



Εικόνα 4.1 *Διάγραμμα ροής αδειοδοτικής διαδικασίας Φ/Β σταθμών[16]*

3.5 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ

Οι νέες τιμές καθορίστηκαν, στο πλαίσιο των προσπαθειών εξορθολογισμού της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και κυρίως της μείωσης του ελλείμματος του Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ του ΛΑΓΗΕ και λαμβάνοντας υπόψη τη γνωμοδότηση υπ' αριθ. 2/2013 της ΡΑΕ, καθώς και τον βαθμό επίτευξης των εθνικών στόχων διείσδυσης των ΑΠΕ -και ειδικότερα των φωτοβολταϊκών σταθμών- στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας και τη συνεπακόλουθη επιβάρυνση του καταναλωτή στο πλαίσιο της παρούσας οικονομικής κατάστασης .[http://www.ypeka.gr/].

Ακολουθούν οι πίνακες με την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας, που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Να αναφερθεί ότι οι τιμές αλλάζουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα αναλόγως τις ανάγκες με αποτέλεσμα να μην είναι σταθερές. Οι παρακάτω πίνακες είναι οι πιο πρόσφατοι.

Πίνακας 1

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς πλην αυτών της περίπτωσης (γ) του πίνακα της παρ.1 του άρθρου 13 του ν.3468/2006, όπως ισχύει, γίνεται με βάση τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα σε €/MWh:

	Διασυνδεδεμένο		**Μη Διασυνδεδεμένο**
	Α	Β	
	>100 KW	**≤100 KW**	(ανεξαρτήτως ισχύος)
2013 Φεβρουάριος	95,00	120,00	100,00
2013 Αύγουστος	95,00	120,00	100,00
2014 Φεβρουάριος	90,00	115,00	95,00
2014 Αύγουστος	90,00	115,00	95,00
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	**1,1× μΟΤΣ$_{ν-1}$**	**1,2× μΟΤΣ$_{ν-1}$**	**1,1× μΟΤΣ$_{ν-1}$**

Πίνακας 1. Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1.
[http://www.ypeka.gr/]

Πίνακας 2

Για το «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων», η τιμή της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο ορίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

ΜΗΝΑΣ/ΕΤΟΣ	ΤΙΜΗ (€/MWh)
Φεβρουάριος 2013	125,00
Αύγουστος 2013	125,00
Φεβρουάριος 2014	120,00
Αύγουστος 2014	120,00
Φεβρουάριος 2015	115,00
Αύγουστος 2015	115,00
Φεβρουάριος 2016	110,00
Αύγουστος 2016	110,00
Φεβρουάριος 2017	105,00
Αύγουστος 2017	100,00
Φεβρουάριος 2018	95,00
Αύγουστος 2018	90,00
Φεβρουάριος 2019	85,00
Αύγουστος 2019	80,00

Πίνακας 2. Τιμή παραγόμενης ενέργειας ανά μήνα. [http://www.ypeka.gr/]

Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, η συνολική ηλεκτρική ισχύς των φωτοβολταϊκών σταθμών για τους οποίους έχει υπογραφεί Σύμβαση Πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας υπερκαλύπτει το όριο για την εγκατεστημένη ισχύ κατά το έτος 2014 και ξεπερνά ακόμη και το όριο για το έτος 2020 όπως αυτά έχουν οριστεί, δηλ. τα όρια των 1.500 MW και 2.200 MW αντιστοίχως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται λόγος για την ενεργειακή αναβάθμιση των νοσοκομείων και εγκατάστασης ΑΠΕ σε αυτά. Ειδικότερα, γίνεται στα αναφορά στα νοσοκομεία Χανίων και Καλαμάτας όπου έχουν εφαρμοστεί προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης και εξοικονόμησης ενέργειας.

4.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ

4.1.1 Η Ανάγκη Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Νοσοκομεία

Το αυξημένο κόστος λειτουργίας των νοσοκομείων και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος οδηγεί στην ανάγκη χρήσης σύγχρονων εγκαταστάσεων και εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των νοσοκομείων (μεγάλο μέγεθος κτιρίων, 24ωρη λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, διατήρηση εσωτερικής θερμοκρασίας, ταυτόχρονη λειτουργία πολλών ιατρικών μηχανημάτων), η ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα επιφάνειας είναι ιδιαίτερα υψηλή και μάλιστα υπερδιπλάσια σε σχέση με τα υπόλοιπα δημόσια κτήρια. Η ενεργειακή αναβάθμιση των νοσοκομείων απαιτεί τη δημιουργία «έξυπνων» - οικολογικών εγκαταστάσεων, μειώνοντας μεσοπρόθεσμα το ενεργειακό κόστος [17]

Έρευνα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) για τη μείωση της ενεργειακής σπατάλης των δημόσιων κτηρίων της χώρας, διαπιστώνει πλήθος προβλημάτων και ελλείψεων σε ότι αφορά το κέλυφος των κτηρίων αλλά και τον ηλεκτρομηχανολογικό τους εξοπλισμό ειδικά σε παλαιότερα κτήρια (ελλιπής θερμομόνωση, παλαιότητα εξοπλισμού, ανυπαρξία προγράμματος διαχείρισης ενέργειας κ.α.). Με την εφαρμογή μέτρων χαμηλού κόστους για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση της τάξεως του 20% τουλάχιστον (132 MWh ετησίως στο σύνολο των νοσοκομείων), το οποίο μεταφράζεται ποσοτικά σε εξοικονόμηση €9 εκατ. ετησίως [18]. Η μελέτη, εκτός των άλλων, εστίασε σε οκτώ νοσοκομεία όπου η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας είναι 427 kWh/m^2, ενώ στη Γαλλία για παράδειγμα, η κατανάλωση φτάνει τα 345 kWh/m^2 κατά μέσο όρο.

4.2.2 Μέθοδοι για Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Νοσοκομεία

Η ενεργειακή κατανάλωση εξαρτάται από παράγοντες όπως: η χρήση, η χρονολογία κατασκευής και η κατάσταση του κελύφους, το επίπεδο θερμομόνωσης, η κλιματική ζώνη, η παλαιότητα και το επίπεδο συντήρησης του μηχανολογικού εξοπλισμού, ο κλιματισμός των χώρων, το επίπεδο ενεργειακής διαχείρισης κλπ. Η διεθνής εμπειρία αναφέρει ότι περίπου το 75% της ενέργειας καταναλώνει η θέρμανση των νοσοκομείων, ενώ το 25% αφορά κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [19]

Τα μέτρα που προτείνει η διεθνής βιβλιογραφία και το ΚΑΠΕ για ενεργειακή αναβάθμιση και εξοικονόμηση ενέργειας με βάση το κόστος – όφελος, είναι σε τα εξής:

- Εφαρμογή Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης Κτηρίων (BEMS – Building Energy Management Systems). Τα BEMS συμβάλλουν στην ορθολογική χρήση της

ενέργειας μέσω του ακριβούς ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Το σύστημα μπορεί να επιφέρει μείωση της κατανάλωσης θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού έως 30%. Η γερμανική κλινική Bremerhaven εφαρμόζοντας BEMS, κατάφερε να μειώσει το ενεργειακό κόστος από το 2007 κατά €1εκ. και τις εκπομπές CO2 κατά 25%. Παράλληλα στο Newcastle της Αγγλίας με την εφαρμογή BEM, η ενεργειακή κατανάλωση στις υπηρεσίες υγείας ελαττώθηκε κατά 26%, εξοικονομώντας ετησίως £1εκ. Η αποπληρωμή του επιτυγχάνεται σε 2 έως 5 έτη.

- Εγκατάσταση Μονάδας Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) που χρησιμοποιεί φυσικό αέριο. Οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας 15-40%. Το ελληνικό ιδιωτικό νοσοκομείο Metropolitan έχει εγκαταστήσει μονάδα ΣΗΘ καλύπτοντας το 45% των ενεργειακών του αναγκών και εξοικονομώντας το 30% των δαπανών για τη χρήση συμβατικής ενέργειας. Η αποπληρωμή διαρκεί 4-7 έτη.
- Διαμόρφωση ορθολογικής συμπεριφοράς και οικολογικής συνείδησης στους υπαλλήλους που κάνουν χρήση της ενέργειας. Σε νοσοκομείο της Ελβετίας η μέθοδος αυτή εξοικονόμησε €102.000 σε ένα έτος.
- Αντικατάσταση πετρελαίου με φυσικό αέριο ή υγραέριο και αναβάθμιση ή αντικατάσταση καυστήρων με καυστήρες διπλού καυσίμου καθώς και των παλαιών λεβήτων με νέους υψηλού βαθμού απόδοσης. Η εξοικονόμησης ενέργειας μέσω αυτών των παρεμβάσεων είναι της τάξεως του 5% - 10%, η εξοικονόμηση χρημάτων κυμαίνεται στο 20% - 30% και η αποπληρωμή διαρκεί 1-5 έτη.
- Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος κλιματισμού. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχο και μικρότερη κατανάλωση από ότι στην εγκατάσταση πολλών αυτόνομων μονάδων.
- Εγκατάσταση Κεντρικών Ηλιακών Συστημάτων. Με την εφαρμογή αυτής της επέμβασης επιτυγχάνεται εξολοκλήρου η υποκατάσταση πετρελαίου ή του φυσικού αερίου με ηλιακή ενέργεια για τις ανάγκες του ζεστού νερού χρήσης. Οι περίοδοι αποπληρωμής κυμαίνονται μεταξύ 4 και 9 ετών [www.energypress.gr].
- Αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες οικονομικού τύπου (εξοικονόμησης ενέργειας 80%, αποπληρωμή σε 1-2 έτη)

4.2.3 Προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης νοσοκομείων στην Ελλάδα

4.2.3.1 Νοσοκομείο Χανίων

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος 'GREEN@Hospital', ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας, έχει προχωρήσει πιλοτικά από την 1η Μαρτίου του 2012 το Νοσοκομείο Χανίων, μαζί με τρία ακόμη ευρωπαϊκά Νοσοκομεία.

Στα πλαίσια του έργου αναπτύχτηκε ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας που παρακολουθεί την ενεργειακή κατανάλωση του Νοσοκομείου σε 24ωρη βάση και προβαίνει σε δράσεις βελτιστοποίησης . Δηλαδή παρακολουθεί την ενεργειακή ζήτηση του κάθε Νοσοκομείου και αυτόματα ελέγχει με βέλτιστο τρόπο τον εξοπλισμό που επηρεάζει την ενεργειακή κατανάλωση και τις συνθήκες άνεσης . Οι χρήστες και οι τεχνικοί θα μπορούν να ρυθμίζουν ανεξάρτητα τα επίπεδα φωτισμού , την επιθυμητή θερμοκρασία και τα επίπεδα αερισμού σε κάθε δωμάτιο ή χώρο του Νοσοκομείου για λόγο υς ασφαλείας . Για την επίτευξη των παραπάνω χρησιμοποιήθηκαν τεχνολογίες Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.

Στόχος του έργου ήταν να υπάρξει ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας για Νοσοκομεία το οποίο, στη συνέχεια, να μπορεί να επεκταθεί κα ι να διατεθεί σε όλα τα Νοσοκομεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το γεγονός αυτό θα συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας , στη μείωση του ενεργειακού κόστους , στην εξοικονόμηση πόρων και μείωση των εκπομπών CO2. Τα Νοσοκομεία που αποτέλεσαν τις πιλοτικές εφαρμογές του προγράμματος ήταν : το Νοσοκομείο της Ανκόνα (Ιταλία), το Νοσοκομείο Virgen de las Nieves στη Γρανάδα (Ισπανία), το Γενικό Νοσοκομείο Χανίων , το Νοσοκομείο De Mollet στη Βαρκελώνη (Ισπανία). [http://www.greenhospital-project.eu/]

4.2.3.2 Νοσοκομείο Καλαμάτας

Το νέο έργο ηλιοθερμικής εγκατάστασης που ολοκληρώθηκε πρόσφατα (9/2013) στο Γενικό Νοσοκομείο Καλαμάτας, προσφέρει ενεργειακή εξοικονόμηση και χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, και καθιστά το Νοσοκομείο Καλαμάτας πρωτοπόρο στην εφαρμογή «πράσινων» τεχνολογιών. Πρόκειται για ένα σημαντικό έργο που προσδίδει πολλαπλά οφέλη τόσο στην εξοικονόμηση της ενέργειας και στη μείωση της οικονομικής δαπάνης του νοσηλευτικού ιδρύματος για την προμήθεια πετρελαίου, όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO2).

Το έργο εντάχθηκε ύστερα από την υποβολή ολοκληρωμένης πρότασης της διοίκησης του νοσοκομείου, στο Κοινοτικό Πρόγραμμα ΕΠΠΕΡΑΑ συνολικού προϋπολογισμού 776.130 ευρώ με το τίτλο «Μερική υποκατάσταση πετρελαίου με ηλιοθερμική ενέργεια, κατασκευή νέας θερμομόνωσης όπου θα εγκατασταθεί το ηλιακό πεδίο και επέκταση-αναβάθμιση του BEMS». Ειδικότερα πρόκειται για την προμήθεια και την εγκατάσταση του ηλιοθερμικού συστήματος, το οποίο χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των χώρων και για την παραγωγή ζεστών νερών χρήσης. Οι ηλιακοί συλλέκτες εγκαταστάθηκαν στις στέγες του νοσοκομείου και το ηλιακό πεδίο έχει διασυνδεθεί με ένα δίκτυο μονωμένων σωληνώσεων, το οποίο μεταφέρει το παραγόμενο θερμό νερό από τους ηλιακούς συλλέκτες προς το λεβητοστάσιο του νοσοκομείου. Εκεί έχουν εγκατασταθεί θερμοδοχεία αποθήκευσης νερού, εντός των οποίων θα αποθηκεύεται το παραγόμενο θερμό νερό από τα ηλιακά.

Το συγκεκριμένο ηλιακό-θερμικό σύστημα αποτελείται από:

-226 συλλέκτες, συνολικής συλλεκτικής επιφάνειας 535 τ.μ.,
-7 ηλιακούς συσσωρευτές (θερμοδοχεία) συνολικής χωρητικότητας 35.000 lt,
-μονάδα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας του νερού θέρμανσης
-μονάδα συνεχούς ελέγχου της θερμοκρασίας του ζεστού νερού χρήσης
-και την κεντρική μονάδα ελέγχου της ηλιοθερμικής εγκατάστασης που περιλαμβάνει συστήματα τηλεπαρακολούθησης και απομακρυσμένης παραμετροποίησης, τόσο για τοπική προβολή των στοιχείων του συστήματος όσο και διαδικτυακά.

Πρόκειται για ένα έργο ΑΠΕ υψηλής τεχνολογίας και καινοτομίας στους ακόλουθους τομείς:

-Των υδραυλικών και ηλεκτρονικών αυτοματισμών και υδραυλικού κυκλώματος της ροής του ρευστού στο ηλιακό πεδίο,

-Της σχεδίασης των δοχείων αποθήκευσης και των υδραυλικών σημείων εισόδου και εξόδου κατά τρόπο ώστε να διατηρείται συνεχώς μια θερμική διαστρωμάτωση εντός των δοχείων,
-Της τεχνολογίας επιτήρησης και ελέγχου της θερμοκρασίας και της κυκλοφορίας του παραγόμενου νερού θέρμανσης καθώς και του παραγόμενου ζεστού νερού χρήσης.[http://www.econews.gr/]

Υπολογίζεται συνολική ενεργειακή εξοικονόμηση που εκτιμάται συντηρητικά στο 38,3% της σημερινής κατανάλωσης σε πετρέλαιο και ηλεκτρικό ρεύμα ή περίπου 350.000 ευρώ ετησίως. Ταυτόχρονα, εκτιμάται ότι από την ηλιοθερμική εγκατάσταση παράγονται 1.615.411 KWh θερμότητας ετησίως για τις ανάγκες του νοσοκομείου για θέρμανση των χώρων και την παραγωγή ζεστών νερών χρήσης. Ενώ, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO2) μειώνονται κατά 546,2 τόνους ετησίως.

Πρόκειται για ένα πρωτοποριακό έργο τόσο για τα ελληνικά όσο και για τα διεθνή δεδομένα, διότι συνδυάζει την ηλιοθερμική τεχνολογία με τη σύγχρονη τεχνολογία εξοικονομήσεως θερμότητας. Η τεχνολογία επιτηρήσεως και ελέγχου των θερμικών εγκαταστάσεων επιφέρει μειώσεις στην κατανάλωση καυσίμων της τάξεως του 25% με 30%. Με τον συνδυασμό των δύο αυτών τεχνολογιών επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πετρελαίου τουλάχιστον κατά 50%. Η οικονομική απόσβεση της επενδύσεως αναμένεται εντός δύο ετών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η τεχνοοικονομική μελέτη Φ/Β εγκατάστασης στο νοσοκομείο Χανίων. Αρχικά γίνεται μια περιγραφή του νοσοκομείου που περιλαμβάνει δεδομένα της περιοχής, βασικά στοιχεία του κτηρίου, των Η/Μ εγκαταστάσεων καθώς επίσης και του υποψηφίου οικοπέδου για την τοποθέτηση του Φ/Β συστήματος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το νοσοκομείο τα οποία αποτέλεσαν κίνητρο για την υλοποίηση της εργασίας αυτής

Ακολουθεί μια προκαταρκτική τεχνική ανάλυση του φ/β συστήματος με το λογισμικό Sunny Design 3 όπου εισάγοντας ως δεδομένα τον τύπο των φωτοβολταϊκών, την ονομαστική τους ισχύ και πληροφορίες σχετικά με την τοποθέτηση της εγκατάστασης (τύπους, προσανατολισμό), το πρόγραμμα προτείνει τον τύπο του μετατροπέα τον αριθμό και διάταξη των φ/β πλαισίων, υπολογίζει τις διαστάσεις των αγωγών και την ενεργειακή παραγωγή. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό RETSCREEN με το οποίο έγινε η οικονομική μελέτη. Δεδομένα εισόδου είναι ο τύπος, η ονομαστική ισχύς και ο τρόπος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών, η τιμή του πωλούμενου ηλεκτρισμού και ορισμένες βασικές οικονομικές παράμετροι με αποτέλεσμα το πρόγραμμα να υπολογίζει την βιωσιμότητα και την χρονική περίοδο απόσβεσης του έργου.

5.2 ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΧΑΝΙΩΝ

5.2.1 Σύντομη περιγραφή

Το γενικό νοσοκομείο Χανίων βρίσκεται στην περιοχή Μουρνιές 4χλμ νότια της πόλης των Χανίων και απέχει περίπου 600 μέτρα από τον κόμβο Μουρνιών και Εθνικού οδικού δικτύου.

Το έτος ανέγερσης του είναι το 1995 και το πρώτο έτος λειτουργίας το 2000. Η δυναμικότητα του είναι 460 κλίνες, με δυνατότητα μελλοντικής αύξησης των κλίνων κατά 30%, δηλαδή σε 600 κλίνες περίπου.

Εικόνα 5.1 *Τοποθεσία νοσοκομείου.*

5.2.2 Γενικά στοιχεία κτιρίου

Το Γ.Ν.Χ. αναγέρθηκε σε οικόπεδο έκτασης 175.622 m^2 και το κτιριακό του συγκρότημα έχει συνολικό εμβαδόν 49.400 m^2 που αποτελείται από:

Επίπεδο -2:	Υπόγειο δίκτυο καναλιών		2.120 m^2
Επίπεδο -1:	Εξυπηρετήσεις-βοηθητικές υπηρεσίες		7.130 m^2
Επίπεδο 0:	Διάγνωση-θεραπεία-νοσηλεία-διοίκηση		14.570 m^2
Επίπεδο 1:	Επεμβάσεις-διοίκηση		8.350 m^2
Επίπεδο 2:	Ηλεκτρομηχανολογικός όροφος		4.030 m^2
Επίπεδο 3/4/5:	Νοσηλευτικές μονάδες	*3	4.300 m^2

Πίνακας 1 *Περιγραφή κτιρίου*

Ο περιβάλλων χώρος περιλαμβάνει:

- Κτίριο καταστημάτων
- Χώρο στάθμευσης 850 αυτοκινήτων
- Ελικοδρόμιο

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΑΣΙΚΩΝ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Εγκατεστημένη ισχύς	6.400 kVA	Υπάρχουν 4 Μ/Σ των 1.600 kVA
Ισχύς Η/Μ	1.260 kVA	Υπάρχουν 2 ζεύγη των 630 kVA
Ισχύς του UPS	80 kVA	Οι χώροι που τροφοδοτούνται από το UPS είναι όλα τα χειρουργεία, η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας και η Μονάδα Εμφραγμάτων
Χωρητικότητα δεξαμενών νερού	700 m^3	Υπάρχουν 2 δεξαμενές των 350 m^3
Χωρητικότητα δεξαμενών πετρελαίου γενικής χρήσης	160 m^3	Υπάρχουν 2 δεξαμενές των 80 m^3
Χωρητικότητα δεξαμενών Η/Ζ	10 m^3	
Δυνατότητες ψύξης	1.500 RT = 18*10^6 BTU	Υπάρχουν 5 ψύκτες με ψυκτική δυνατότητα παραγωγής 300 RT ψυκτικούς τόνους ο καθένας
Παραγωγή ζεστού νερού	6*10^6Kcal	Υπάρχουν 3 λέβητες με δυνατότητα
Παραγωγή ατμού	4.500 kg/h	Υπάρχουν 3 ατμογεννήτριες, η καθεμία έχει μέγιστη δυνατότητα παραγωγής 1.500 kg/h ατμού σε πίεση 10 bar
Δεξαμενή οξυγόνου	17.2 m^3	Μέγιστη χωρητικότητα

Πίνακας 2 *Περιγραφή Η/Μ εγκαταστάσεων*

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) του Νοσοκομείου Χανίων για τα έτη 2008 έως 2011.

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)			
ΜΗΝΑΣ	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	495.000	529.650	508.500	553.500
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	517.050	531.000	522.000	454.500
ΜΑΡΤΙΟΣ	823.500	486.000	477.000	517.500
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	216.000	540.000	517.500	495.000
ΜΑΪΟΣ	495.000	531.000	531.000	531.000
ΙΟΥΝΙΟΣ	594.000	679.500	666.000	634.500
ΙΟΥΛΙΟΣ	625.000	760.500	733.500	787.500
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	787.500	765.000	864.000	747.000
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	796.500	688.500	720.000	652.500
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	684.000	558.000	585.000	522.000
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	732.600	540.000	544.500	490.500
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	520.650	504.000	589.500	508.500
ΣΥΝΟΛΟ	7.287.300	7.113.150	7.258.500	6.894.000

Πίνακας 3 *Κατανάλωση ρεύματος σε KWh*

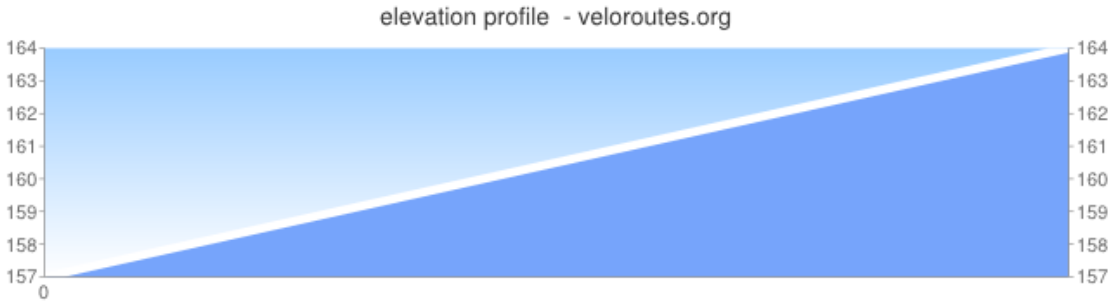
Από τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία προκύπτει κόστος 0.06388€/kwh σε περίοδο υψηλής κατανάλωσης και 0,05015€/kwh σε περίοδο χαμηλής κατανάλωσης. [20]

5.3 Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟ

Ο χώρος για την εγκατάσταση Φ/Β σταθμού είναι εντός του οικοπέδου του νοσοκομείου. Όπως φαίνεται στα επόμενα σχήματα ο λόγος γίνεται για την περιοχή του ελικοδρομίου του νοσοκομείου.

Εικόνα 5.2 *Εικόνα του οικοπέδου από το Google maps.*

Εικόνα 5.3 *Μια άποψη του οικοπέδου το έτος 2013.*



Εικόνα 5.4 *Κλίση εδάφους σε ft*

*[*https://www.google.gr/maps/@35.248289,24.91207,8z*]*

5.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ SUNNY DESIGN 3

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την προκαταρκτική τεχνική ανάλυση του Φ/Β συστήματος ονομάζεται Sunny Design 3 και διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο από την SMA Solar Technology [http://www.sma-hellas.com/]. Σε αυτό το πρόγραμμα καταχωρήθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα και σχεδιάστηκε η εν λόγω εγκατάσταση. όπως φαίνεται στη συνέχεια.

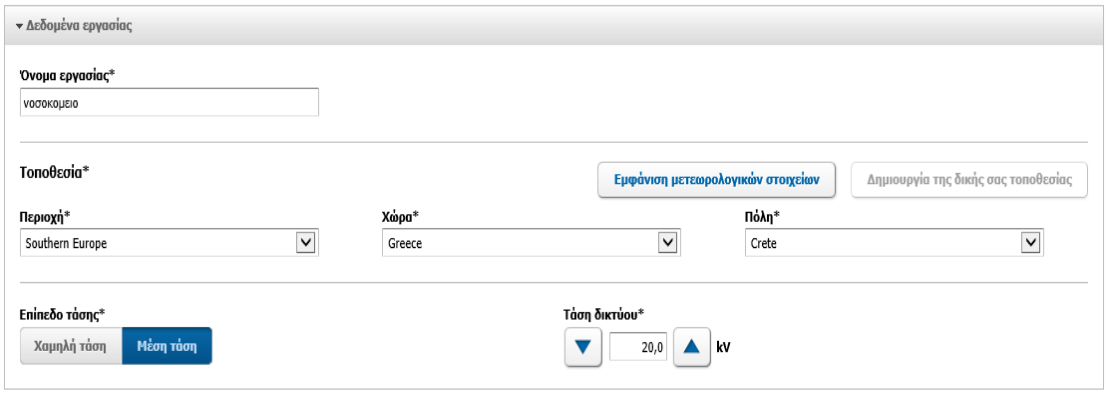
Ακολούθως περιγράφονται συνοπτικά οι βασικές οθόνες του προγράμματος και τα δεδομένα που απαιτούνται για τη συμπλήρωση τους.

ΤΥΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Εικόνα 5.5 *Φύλλο τύπου εργασίας.*

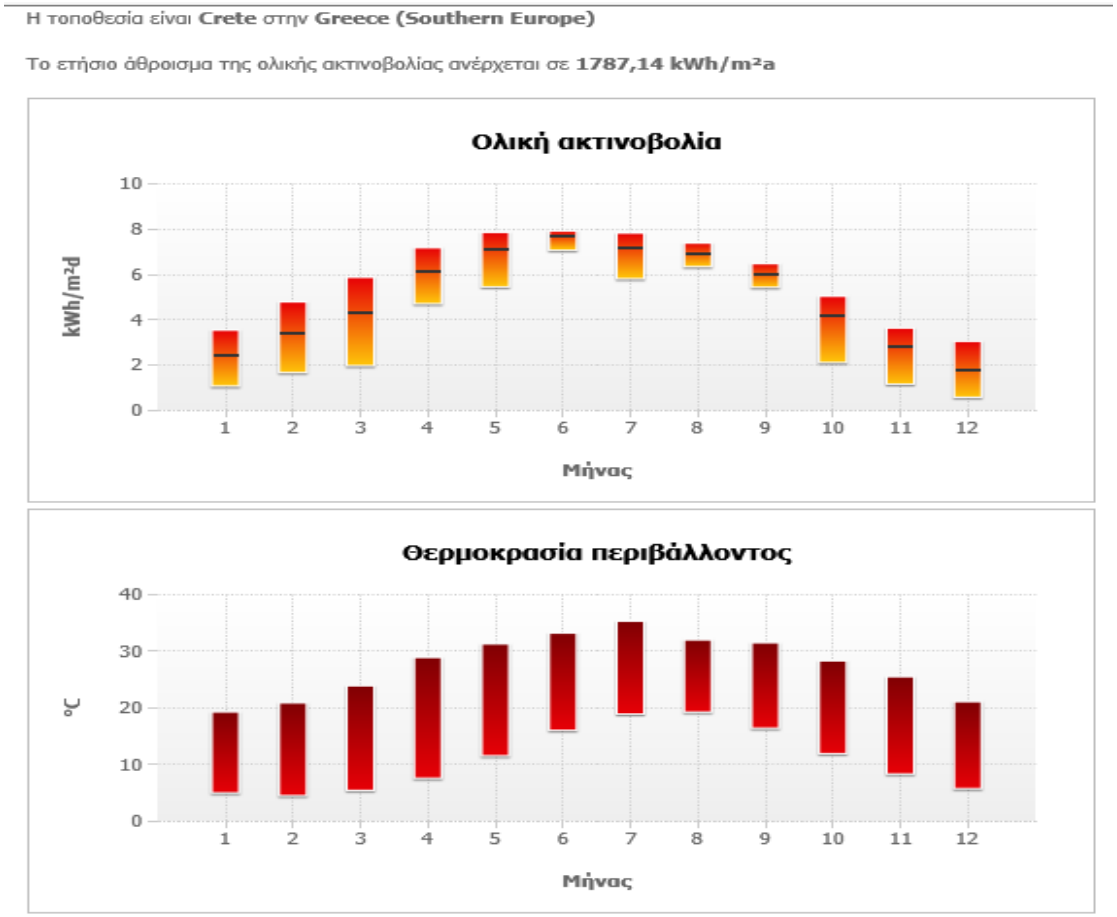
Σε αυτή την οθόνη του προγράμματος επιλέγεται αν θα γίνει σχεδιασμός εγκατάστασης με ή χωρίς ιδιοκατανάλωση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται η επιλογή χωρίς ιδιοκατανάλωση καθώς έγινε η υπόθεση ότι όλη η παραγόμενη ενέργεια θα πωλείται στο δίκτυο.

ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



Εικόνα 5.6 *Φύλλο καταχώρησης δεδομένων τοποθεσίας και τάσης.*

Εδώ γίνεται η εισαγωγή των αρχικών δεδομένων όπως το όνομα της εργασίας και η τοποθεσία του έργου. Επίπεδο τάσης επιλέχθηκε ‘μέση τάση’ και τάση δικτύου 20 kV.



Εικόνα 5.7 *Διαγράμματα ολικής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας περιβάλλοντος.*

Τα μετεωρολογικά στοιχεία είναι ενσωματωμένα στο πρόγραμμα για την επιλεγόμενη τοποθεσία. Στην εικόνα 5.7 φαίνεται η μέση ακτινοβολία ξεχωριστά για κάθε μήνα του χρόνου σε κλίμακα από 0-10 kwh/m^2d με ετήσιο άθροισμα 1787,14 kwh/m^2d. Ο μέσος όρος της ετήσιας ολικής ακτινοβολίας των νομών της Ελλάδας είναι περίπου 1,470 kwh/m^2d [15]. Επίσης φαίνεται και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος για όλους τους μήνες του χρόνου σε κλίμακα 0-40 °C.

Ρυθμίσεις τοποθεσίας

- Η τοποθεσία είναι **Crete** στην **Greece (Southern Europe)**
- Το υψόμετρο από τη ΜΣΘ ανέρχεται σε **50 m**

Λεπτομέρειες εργασίας

- Όνομα εργασίας: **νοσοκομειο**
- Αριθμός εργασίας **δεν έχει καταχωρηθεί**
- Σχόλιο **δεν έχει καταχωρηθεί**
- Πελάτης **δεν έχει καταχωρηθεί**

Ρυθμίσεις θερμοκρασίας

- Το **Θερμοκρασία περιβάλλοντος** χρησιμοποιείται
- Η ελάχιστη θερμοκρασία ανέρχεται σε **4 °C**
- Η θερμοκρασία σχεδιασμού είναι **27 °C**
- Η μέγιστη θερμοκρασία ανέρχεται σε **36 °C**

Σύνδεση δικτύου του μετατροπέα

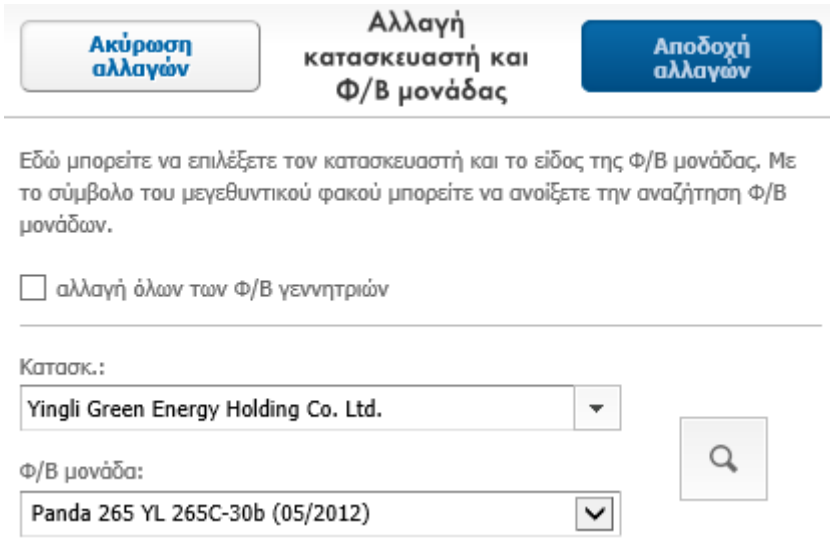
- **Μέση τάση** με τάση δικτύου **20,0 kV**
- Η ανοχή τάσης είναι +/- **10 %**
- **Τριφασική τροφοδοσία**
- Το μέγιστο μη αντισταθμισμένο φορτίο **5,00 kVA** συνυπολογίζεται
- Χωρίς προεπιλογή του συντελεστή μετατόπισης cos φ
- Χωρίς προεπιλογή περιορισμού ενεργής ισχύος

Εικόνα 5.8 *Φύλλο συνολικής εικόνας δεδομένων μέχρι στιγμής.*

Στην Εικόνα 5.8 περιέχεται μια συνοπτική εικόνα των δεδομένων πριν το που περιλαμβάνει τις ρυθμίσεις τοποθεσίας και θερμοκρασίας, καθώς και στοιχεία σχετικά με την εγκατάσταση και τη σύνδεση του δικτύου του μετατροπέα. Η ανοχή

τάσης συνυπολογίζεται όπως φαίνεται από το πρόγραμμα διότι υπάρχουν συχνές και μεγάλες μεταβολές της τάσης που επηρεάζουν αρνητικά τη λειτουργία και είναι συνήθως 10% της ονομαστικής τάσης του δικτύου όπως και εδώ. Το μέγιστο μη αντισταθμισμένο φορτίο επίσης συνυπολογίζεται και είναι 5 KVA.

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 5.9 *Φύλλο επιλογής της φ/β μονάδας.*

Στην οθόνη της εικόνας 5.9 επιλέγεται ο κατασκευαστής και το είδος της Φ/Β μονάδας. Επιλέχτηκε τυχαία από την παρεχόμενη λίστα του προγράμματος μονοκρυσταλλικό Φ/Β με απόδοση 16,2% με ονομαστική ισχύ 265 W.

Εικόνα 5.10 *Φύλλο επιλογής αριθμού φ/β μονάδων της μέγιστης ισχύς.*

Στην οθόνη της εικόνας 5.1 επιλέχθηκαν 1890 φ/β πλαίσια που αντιστοιχούν σε μέγιστη ισχύς 500,85 kW. Όπως αναφέρεται και παρακάτω στην παράγραφο 5.5 η συγκεκριμένη ισχύς επιλέχθηκε σύμφωνα με τον διαθέσιμο χώρο που υπάρχει για την εγκατάσταση και φυσικά με βάση το κόστος.

Εικόνα 5.11 *Φύλλο επιλογής τρόπου τοποθέτησης και γωνιών κλίσης.*

Όπως φαίνεται στην εικόνα 5.11 έγινε επιλογή ελεύθερης τοποθέτηση του Φ/Β συστήματος σε νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο ίσο με 0°) ώστε να υπάρχει πάντα προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία πάνω του και κλίση 25° που είναι ο βέλτιστος συνδυασμός για τον νομό Χανίων.

Εικόνα 5.12 *Φύλλο συνολικής εικόνας αυτής της εργασίας.*

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

Επιλογή	Αριθμός μετατροπέων	Λόγος ονομ. ισχύος	Ενεργειακή απόδοση/Rating	Οικονομική αποδοτικότητα	Ονομαστική ισχύς AC
☐	1 x SC 500CP XT	102 %	100 %		500,00 kW

Εικόνα 5.13 *Φύλλο επιλογής μετατροπέα και των ποσοστών του.*

Στην οθόνη της εικόνας 5.13 φαίνονται η αξιολόγηση του χρησιμοποιούμενο μετατροπέα που αποτέλεσαν το βασικό κριτήριο για την επιλογή του. Η ενεργειακή του απόδοση είναι 100% και ο λόγος της ονομαστικής του ισχύος είναι 102%.

Μετατροπέας	Μέγ. ισχύς AC	Σύνδεση AC	Μέγ. αποδοτικότητα
SC 500CP XT	500,00 kW	τριφασική	98,6 %

Μετατροπέας: SC 500CP XT

Αριθμός μετατροπέων: 1

Εικόνα 5.14 *Φύλλο επιλογής αριθμού μετατροπέων.*

Επίσης αναγράφονται στο παράρτημα όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου μοντέλου με ονομαστική ισχύς 500 kW και μέγιστη αποδοτικότητα 98,6%. Το πρόγραμμα έδωσε αυτόματα το πλήθος των μετατροπέων που είναι ίσο με 1, δηλαδή. έναν κεντρικό, για την συγκεκριμένη εγκατάσταση .

Εδώ μπορείτε να διαμορφώσετε για κάθε είσοδο DC του μετατροπέα η συνδεδεμένη Φ/Β γεννήτρια με τον αριθμό και το μήκος των στοιχειοσειρών. Στα πεδία καταχώρισης στοιχείων εμφανίζονται οι πιθανές τιμές.

Λόγος ονομ. ισχύος: 102 %

120 % 89 %

Μέγιστη ισχύς: 500,85 kWp

Αρ. Φ/Β μονάδων: 1890

Είσοδος	Φ/Β γεννήτρια	Στοιχειοσειρές		Φ/Β μονάδες		=
A	Φ/Β γεννήτρια 1	105 (1...146)	X	18 (15...24)		1890

Εικόνα 5.15 *Φύλλο υπολογισμού στοιχειοσειρών.*

Κατά την διαμόρφωση των στοιχειοσειρών το πρόγραμμα προτείνει αυτόματα 105 στοιχειοσειρές των 18 φ/β πλαισίων η κάθε μια.

Τύπος		1. Φ/Β γεννήτρια 1 1890 / 1890	2.	3.	Συντελεστής μετατόπισης cos φ	Περιορισμός ενεργής ισχύος AC
1 x SC 500CP XT Τεχνικά χαρακτηριστικά εξαρτώμενα από την τοποθεσία	i	A: 105 x 18			1,00	500,00 kW

Εικόνα 5.16 *Επιλογή συντελεστή μετατόπισης.*

Στην εικόνα 5.16 υπάρχει η επιλογή να αλλαχθεί ο συντελεστής ισχύος. Κάνοντας κλικ στο σύμβολο < i > μπορεί να δει κανείς τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μετατροπέα (βλ. Παράρτημα).

Λεπτομέρειες | Μέγιστη ισχύς: 500,85 kWp | Λόγος ονομ. ισχύος: 102 % | Συντ.ενεργ. χρήσης: 100 %

Απόδοση

Λόγος ονομ. ισχύος: 102 %

120 % 89 %

Αποδοτικότητα μετατροπέα: 98,1 %

90 % 100 %

Ετήσια ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση):	875,58 MWh
Ειδ. ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση):	1748 kWh/kWp
Ποσοστό απόδοσης (κατά προσέγγιση):	89,3 %
Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	--- %

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ

Παράμετροι	Μετατροπέας	Είσοδος A	Είσοδος B	Είσοδος C
Μέγ. ισχύς DC	509,00 kW	500,85 kWp		
Ελάχ. τάση DC	430 V	487 V		
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση		517 V		
Μέγ. τάση DC (φωτοβολταϊκό (Φ/Β))	1000 V	748 V		
Μέγ. ρεύμα DC (A)	1250,0 A	897,8 A		

Εικόνα 5.17 *Συνολική εικόνα του μετατροπέα.*

Στην οθόνη της εικόνας 5.17 αναγράφονται σημαντικά στοιχεία (όπως και ηλεκτρολογικά στοιχεία του μετατροπέα και των εισόδων του όπου αναγράφονται αναλυτικότερα στο παράρτημα) για την απόδοση του μετατροπέα βάσει των οποίων έγινε η συγκεκριμένη επιλογή. Η ετήσια ενεργειακή απόδοση είναι 875,58 MWh με ποσοστό απόδοσης του μετατροπέα 89,3%.

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΓΩΓΩΝ

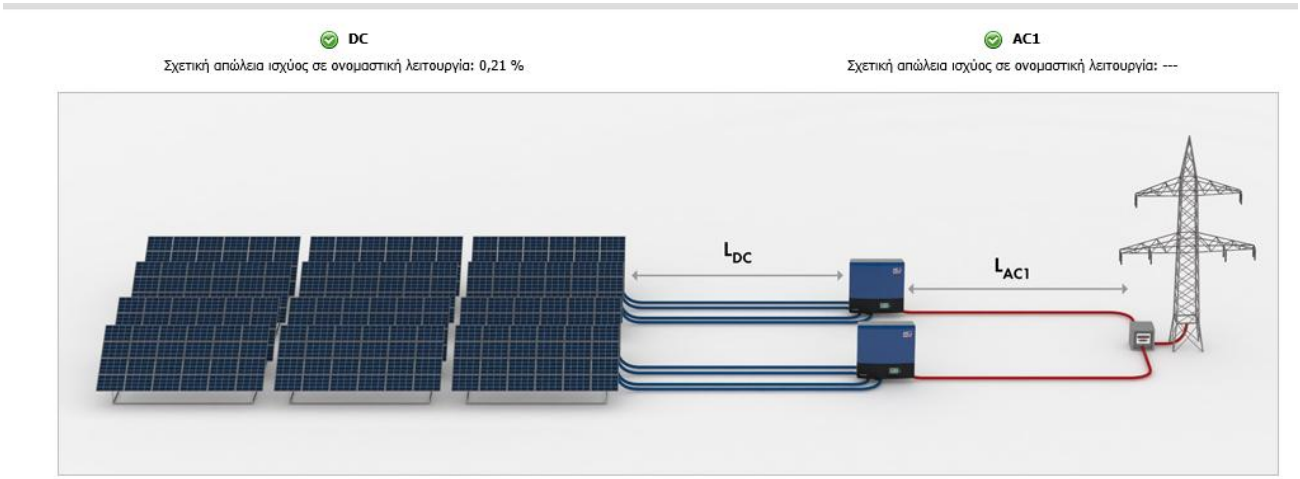
▾ Επισκόπηση

☐ Διαθέσιμος υποδιανομέας AC

	DC	AC1	Συνολικά
Απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	1,06 kW	---	1,06 kW
Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	0,21 %	---	0,21 %
Συνολικό μήκος αγωγού	2100,00 m	---	2100,00 m
Διατομές αγωγών	2,5 mm²		2,5 mm²

Εικόνα 5.18 *Συνολική εικόνα των αγωγών.*

Στην εικόνα 5.18 φαίνονται οι απώλειες που προκύπτουν από τους αγωγούς που ανέρχονται στο 0,21% στην ονομαστική λειτουργία Το συνολικό μήκος των αγωγών είναι 2100m με διατομή 2,5mm^2. Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει μόνο τις απώλειες των αγωγών συνεχούς ρεύματος και όχι των αγωγών εναλλασσόμενου ρεύματος που συνδέονται με το δίκτυο της ΔΕΗ.



Εικόνα 5.19 *Μια άποψη της διαμόρφωσης.*

Αγωγοί DC | Αγωγοί AC1 | Αγωγοί AC2

	Υλικό αγωγού	Απλό μήκος ανά στοιχειοσειρά	Διατομή ανά στοιχειοσειρά	Ρεύμα	Τάση	Πτώση τάσης	Σχετ. απώλεια ισχύος
▼ νοσοκομειο							0,21 %
▼ Τμηματική εργασία 1							0,21 %
1 x SC 500CP XT A	Χαλκός	10,00 m	2,5 mm²	897,75 A	558 V	1,2 V	0,21 %

Εικόνα 5.20 *Οι καλωδιώσεις των αγωγών DC.*

Στην οθόνη της εικόνας 5.20 παρατηρείται ότι το ρεύμα στου αγωγούς DC είναι 897,75A η τάση 558V και η πτώση τάσης 1,2V.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Εδώ μπορείτε να επιλέξετε τις απαιτήσεις και τις προϋποθέσεις της σχεδιαζόμενης επιτήρησης εγκατάστασης. Τα στοιχεία συνυπολογίζονται κατά τον αυτόματο σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης.

Απαιτήσεις

- [x] Επιτήρηση εγκαταστάσεων μέσω Διαδικτύου και απεικόνιση δεδομένων εγκατάστασης
- [ ] Αρχειοθέτηση Online
- [ ] Τηλεδιάγνωση
- [ ] Απεικόνιση δεδομένων εγκατάστασης επιτόπου
- [ ] Επιτόπου συντήρηση και ρύθμιση παραμέτρων της εγκατάστασης
- [ ] Επιτόπου αποθήκευση δεδομένων εγκατάστασης
- [ ] Σύνδεση εξωτερικών αισθητήρων
- [ ] Μέτρηση καθολικής ακτινοβολίας
- [ ] Διαχείριση τροφοδοσίας
- [ ] Ρύθμιση Φ/Β εγκαταστάσεων μεγάλης κλίμακας
- [ ] Ασύρματη μετάδοση δεδομένων
- [x] Ενημέρωση για βλάβες

Προϋποθέσεις

- [x] Διαθέσιμη πρόσβαση στο Διαδίκτυο
- [ ] Διαθέσιμο ιδιόκτητο σύστημα διαχείρισης λειτουργίας
- [ ] Διαθέσιμη διεπαφή μετρητή S0
- [ ] Διαθέσιμη διεπαφή μετρητή D0

Εικόνα 5.21 *Φύλλο επιλογής απαιτήσεων και προϋποθέσεων για την επιτήρηση της εγκατάστασης.*

Το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα επιτήρησης της εγκατάστασης. Στο φύλλο έχουν επιλεχθεί οι ενδιαφερόμενες απαιτήσεις και προϋποθέσεις για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση. Δηλαδή να επιτηρείται η εγκατάσταση μέσω διαδικτύου και να απεικονίζονται τα δεδομένα της, να ενημερώνεται το σύστημα για τυχόν βλάβες και όλα αυτά με την προϋπόθεση να υπάρχει διαθέσιμη πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Εικόνα 5.22 *Φύλλο επιλογής τρόπου επικοινωνίας.*

Εδώ για τον τρόπο επικοινωνίας και επιτήρησης επιλέχθηκε η ασύρματη σύνδεση. Έτσι με τον τρόπο αυτό επιβλέπεται ο σταθμός μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο τελικό στάδιο, το λογισμικό καταγράφει συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία και τα παρουσιάζει σε μορφή pdf.

Όνομα εργασίας: **νοσοκομειο** **Τοποθεσία: Greece / Crete**
Αριθμός εργασίας: ---

Τάση δικτύου: 3~20 kV

Επιτήρηση συστήματος

1890 x Yingli Green Energy Holding Co. Ltd. Panda 265 YL 265C-30b (05/2012) (Φ/Β γεννήτρια 1)
Αζιμούθιο: 0°, Κλίση: 25°, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Μέγιστη ισχύς: 500,85 kWp

1 x SC 500CP XT

Επιτήρηση εγκατάστασης

Sunny Portal

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	1890	Ετήσια ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση)*:	875,58 MWh
Μέγιστη ισχύς:	500,85 kWp	Συντ.ενεργ. χρήσης:	100 %
Αριθμός μετατροπέων:	1	Ποσοστό απόδοσης (κατά προσέγγιση)*:	89,3 %
Ονομαστική ισχύς AC:	500,00 kW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση)*:	1748 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC:	500,00 kW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Σχέση ενεργής ισχύος:	99,8 %	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	0,00 VA

Εικόνα 5.23 *Συνολική εικόνα της εργασίας.*

Στα αποτελέσματα παρατηρείται η ετήσια ενεργειακή απόδοση που είναι 875,58 MWh. Σύμφωνα με τον πίνακα 2 των μηνιαίων καταναλώσεων του νοσοκομείου ο μέσος όρος κατανάλωσης ρεύματος των ετών 2008 έως 2011 είναι 7.140 MWh. Αν γινόταν η υπόθεση της ιδιοκατανάλωσης αυτή η Φ/Β εγκατάσταση θα κάλυπτε σε ποσοστό το 12,2% της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος

του νοσοκομείου. Σύμφωνα με στοιχεία της τεχνικής υπηρεσίας του νοσοκομείου από το 2012 (6.200 MWh) έως σήμερα η ετήσια κατανάλωση ρεύματος έχει μειωθεί οπότε το ποσοστό που θα κάλυπτε η εγκατάσταση θα ήταν μεγαλύτερο.

Αξιολόγηση του σχεδιασμού

Όνομα εργασίας: νοσοκομειο
Αριθμός εργασίας:

Τμηματική εργασία 1

Τοποθεσία: Greece / Crete
Θερμοκρασία περιβάλλοντος:
Ελάχιστη θερμοκρασία: 4 °C
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 27 °C
Μέγιστη θερμοκρασία: 36 °C

1 x SC 500CP XT

Μέγιστη ισχύς:	500,85 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	1890
Αριθμός μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	509,00 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1)	500,00 kW
Τάση δικτύου:	20 kV
Λόγος ονομ. ισχύος:	102 %
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1

SC 500CP XT

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Είσοδος A: Φ/Β γεννήτρια 1
1890 x Yingli Green Energy Holding Co. Ltd. Panda 265 YL 265C-30b (05/2012), Αζιμούθιο: 0°, Κλίση: 25°, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:
Αριθμός στοιχειοσειρών:	105
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά σειρά:	18
Μέγιστη ισχύς (είσοδος):	500,85 kWp
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	517 V
Ελάχ. Φ/Β τάση:	487 V
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 20 kV):	430 V
Μέγ. Φ/Β τάση:	748 V
Μέγ. τάση DC:	1000 V
Μεγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	897,8 A
Μέγ. ρεύμα DC:	1250,0 A

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ

Εικόνα 5.24 *Συνολική εικόνα τεχνικών χαρακτηριστικών.*

Επιτήρηση εγκατάστασης

Όνομα εργασίας: νοσοκομειο
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Crete

Φ/Β εγκατάσταση	Επιτήρηση εγκατάστασης	
Τμηματική εργασία 1		**Εξωτερικά**
1 x SC 500CP XT		**Sunny Portal** Διαδικτυακή πύλη για την επιτήρηση εγκαταστάσεων, καθώς και για την απεικόνιση και την παρουσίαση δεδομένων εγκαταστάσεων

Version: 3.10.4.R

Εικόνα 5.25 *Συνολική εικόνα επιτήρησης.*

Υποδείξεις

Όνομα εργασίας: νοσοκομειο **Τοποθεσία: Greece / Crete**

Αριθμός εργασίας:

νοσοκομειο

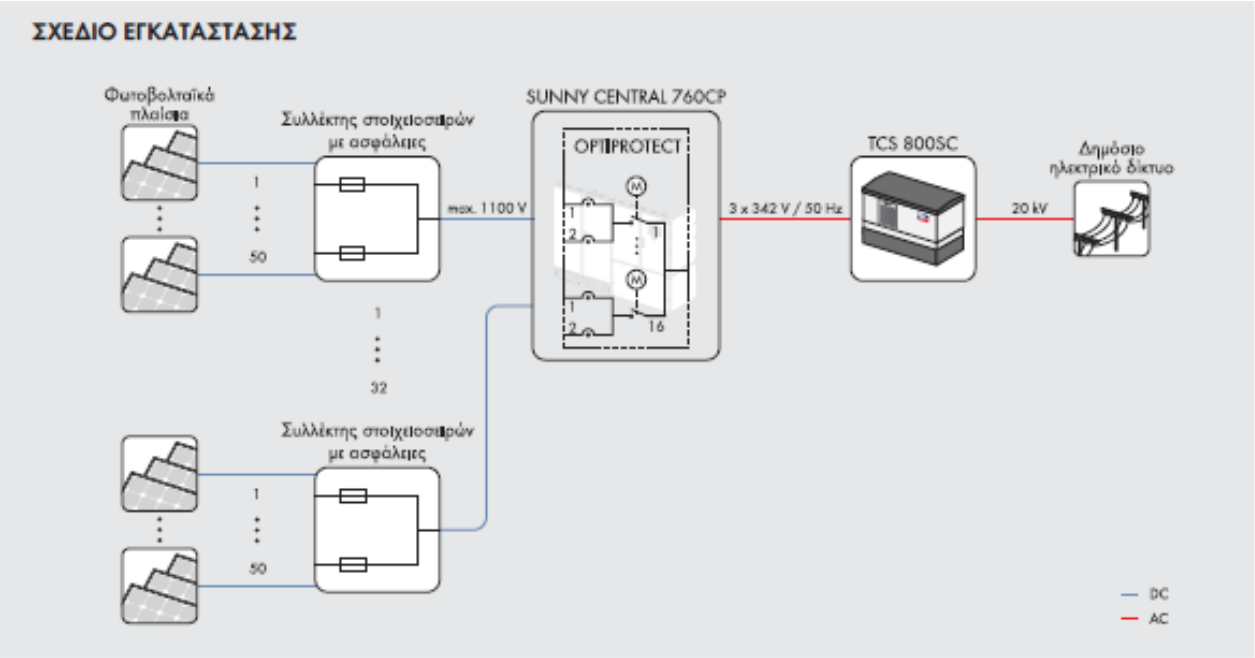
Τμηματική εργασία 1

1 x SC 500CP XT

Στον επιλεγμένο μετατροπέα χρησιμοποιούνται παράμετροι εξαρτώμενες από το υψόμετρο, ανάλογα με το επιλεγμένο υψόμετρο στα στοιχεία της εργασίας. Έχετε επιλέξει υψόμετρο 50,00 m από τη ΜΣΘ.

Version: 3.10.4.R

Εικόνα 5.26 *Φύλλο υποδείξεων.*



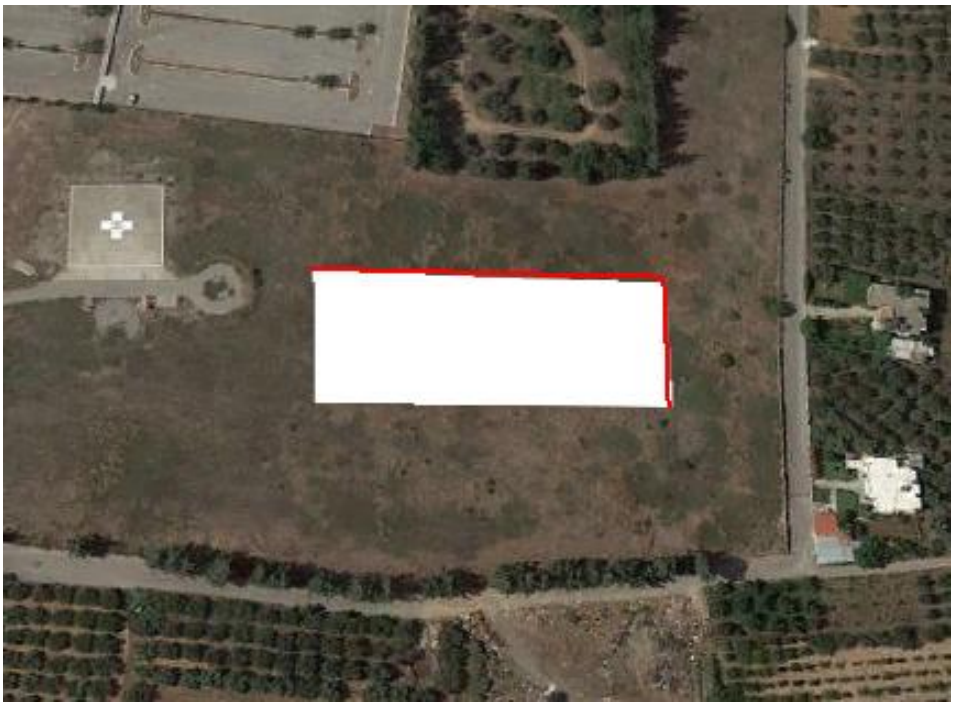
Εικόνα 5.27 *Σχέδιο της εγκατάστασης.*

Στο σχέδιο εγκατάστασης φαίνεται και ο υποσταθμός TCS που είναι απαραίτητος για την σύνδεση του μετατροπέα και του δικτύου μέσης τάσης. Με μπλε χρώμα φαίνονται οι καλωδιώσεις DC ενώ με κόκκινο οι καλωδιώσεις AC. Ο υποσταθμός TCS προσφέρει πολλαπλές επιλογές – από διάταξη ζεύξης μέσης τάσης μέχρι τη χρήση άμορφου μετασχηματιστή για μειωμένες απώλειες κατά τη λειτουργία χωρίς φορτίο και περιλαμβάνει στο βασικό εξοπλισμό του δυνατότητα ρύθμισης της χαμηλής τάσης μέσω ενός βηματικού περιστροφικού διακόπτη, στο μετασχηματιστή. Τα τεχνικά του χαρακτηριστικά παρατίθενται στο παράρτημα.

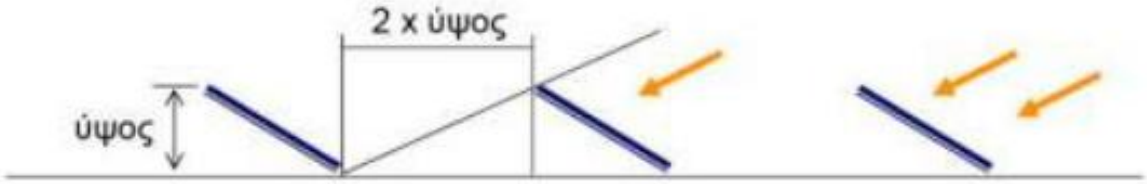
5.5 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Στις εικόνες 2.30 α) και 2.30 β) απεικονίζεται η μελλοντική άποψη του οικοπέδου βασισμένη σε αυτή τη μελέτη. Η ενσωμάτωση των πάνελ έγινε σε λογισμικό SketchUp 2014. Ύστερα από υπολογισμούς το συγκεκριμένο πεδίο τοποθέτησης του Φ/Β είναι 4000 τ.μ. για την συγκεκριμένη ισχύ του συστήματος. Ο υπολογισμός είναι ο εξής για τον συγκεκριμένο τύπο φωτοβολταϊκού:

Σε μια φωτοβολταϊκή μονάδα (πάνελ) αντιστοιχούν 2 τ.μ.. Για τα 500 KW της εγκατάστασης απαιτούνται 1890 μονάδες που αντιστοιχούν σε 3780 τ.μ.. τα οποία στρογγυλοποιούνται στα 4000 τ.μ. ώστε να καλυφθούν και οι απαιτήσεις σε χώρο του οικίσκου υποσταθμού, οδεύσεων καλωδίων κτλ.

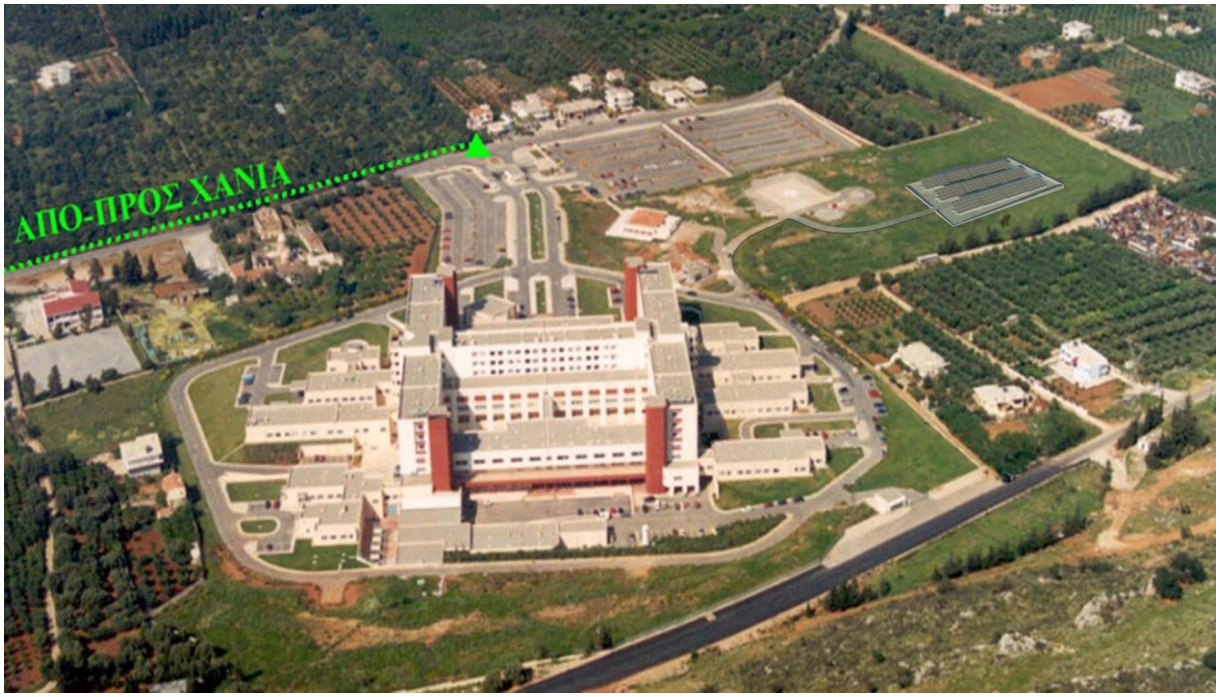


Εικόνα 5.28 *Εικόνα του χωρίου 100*40m .*



Εικόνα 5.29 *Χωροθέτηση σειρών πάνελ.*

Στην εικόνα 5.29 παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να τοποθετηθούν τα πάνελ με τις μεταξύ τους αποστάσεις.



Εικόνα 5.30 α) *Μελλοντική άποψη του περιβάλλοντα χώρου με την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος.*

Εικόνα 5.30 β) *Μελλοντική άποψη.*

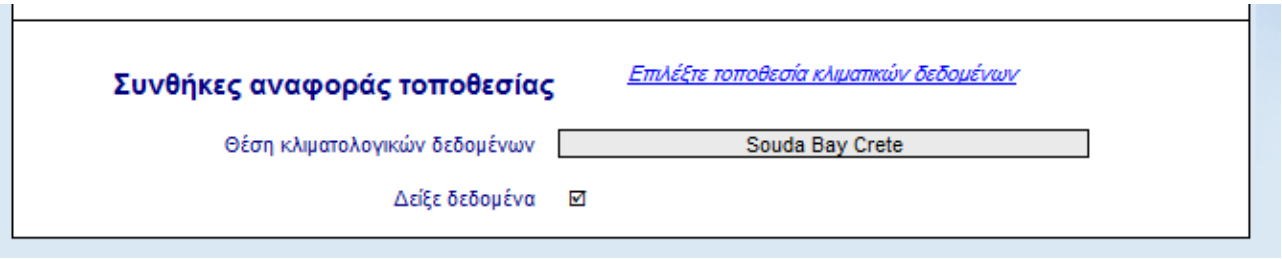
5.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ RETSCREEN

Το RETScreen 4 είναι ένα λογισμικό βασισμένο στο Excel για την ανάλυση έργων καθαρής ενέργειας που βοηθά τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να προσδιορίζουν γρήγορα την οικονομική βιωσιμότητα έργων ανανεώσιμης ενέργειας και συμπαραγωγής και την ενεργειακή αποδοτικότητα τους. Το RETScreen 4 διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο. [http://www.retscreen.net/el/home.php]

1^{ο} φύλλο εργασίας-Εκκίνηση

Εικόνα 5.31 *Φύλλο εισαγωγής αρχικών δεδομένων.*

Στην αρχική οθόνη της εικόνας 5.31 συμπληρώνονται τα πρώτα δεδομένα. Ο τύπος έργου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η "παραγωγή ηλεκτρισμού", η τεχνολογία είναι "φωτοβολταϊκό" και ο τύπος δικτύου είναι "κεντρικό δίκτυο". Η θερμογόνος ικανότητα αναφέρεται κυρίως για έργα που είναι απαραίτητη η καύση προϊόντων όπου εκπέμπονται αέρια στο περιβάλλον. Στο συγκεκριμένο έργο υπάρχει απορρόφηση ακτινοβολίας αλλά δεν υπάρχει εκπομπή αερίων και όπως φαίνεται στην εικόνα 5.34 οι εκπομπές αερίων είναι μηδέν.



Εικόνα 5.32 *Φύλλο επιλογής τοποθεσίας.*

	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	35,5	35,5
Γεωγραφικό μήκος	°A	24,2	24,2
Υψόμετρο	m	146	146
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	5,8	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	33,1	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	9,3	

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m²/ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτ	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιανουάριος	11,0	77,3%	2,31	101,2	3,2	15,1	217	31
Φεβρουάριος	10,8	76,4%	3,20	101,1	3,3	14,9	202	22
Μάρτιος	12,6	74,4%	4,57	101,0	3,6	15,9	167	81
Απρίλιος	15,7	70,5%	6,30	100,8	3,7	17,9	69	171
Μαΐος	20,1	64,4%	7,45	100,8	3,3	21,2	0	313
Ιούνιος	24,6	57,2%	8,45	100,7	3,2	24,7	0	438
Ιούλιος	26,6	57,9%	8,41	100,5	2,9	26,8	0	515
Αύγουστος	26,1	59,8%	7,58	100,5	3,0	27,3	0	499
Σεπτέμβριος	23,3	65,9%	6,14	100,8	2,9	25,8	0	399
Οκτώβριος	19,9	71,8%	4,28	101,1	2,8	22,8	0	307
Νοέμβριος	15,6	75,8%	2,65	101,1	2,8	19,3	72	168
Δεκέμβριος	12,1	78,7%	2,05	101,2	3,2	16,4	183	65
Ετήσιο	18,2	69,1%	5,29	100,9	3,2	20,7	910	3.009
Μετρημένο σε	m				10,0	0,0		

Συμπληρώστε το φύλλο Ενεργειακό Μοντέλο

RETScreen4 2013-08-27 © Minister of Natural Resources Canada 1997-2013. NRCan/CanmetENERGY

Εικόνα 5.33 *Φύλλο κλιματικών στοιχείων κάθε μήνα του έτους*

2^{ο} φύλλο εργασίας-Ενεργειακό Μοντέλο

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Τύπος ανάλυσης		⊙ Μέθοδος 1 ○ Μέθοδος 2	
Φωτοβολταϊκό			
Ηλεκτρική ισχύς	kW	500,85	
Κατασκευαστής		Yingli Solar	
Μοντέλο		μονο-Si - Panda - YL265C-30b	1890 μονάδα(-ες)
Συντελεστής ισχύος	%	20,0%	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	877,5	
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	90,00	

Εικόνα 5.34 *Φύλλο επιλογής φ/β και των χαρακτηριστικών του.*

Ο τύπος ανάλυσης που επιλέχθηκε είναι η μέθοδος 1 (είναι λιγότερο αναλυτική από την 2) επειδή κρίθηκε ότι δεν χρειάζεται λεπτομερής οικονομική ανάλυση για την συγκεκριμένη εργασία. Στη συνέχεια επιλέγονται ο τύπος των Φ/Β και η ισχύς της εγκατάστασης, καθώς και ο συντελεστής ισχύος (πιο σωστός ορισμός είναι συντελεστής χρησιμοποίησης) όπου είναι 20%. Η τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού με βάση τον πίνακα 1 του 3^{ου} κεφαλαίου είναι 90€/MWh. Την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια την υπολογίζει αυτόματα το πρόγραμμα από τα δεδομένα αυτής της οθόνης και των δεδομένων ηλιακής ακτινοβολίας που εισήχθησαν πριν (εικόνα 5.33).

☑ Ανάλυση Εκπομπών

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς) Κράτος - περιφέρεια	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ (εξαιρούνται Μ&Δ) kgCO2/kWh	Απώλειες Μ&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ kgCO2/kWh	
Greece	Όλοι οι τύποι	0,718		0,718	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	877	Απώλειες Μ&Δ		
Εκπομπές ΑΤΘ					
Βασική περίπτωση	tn CO2	630,3			
Προτεινόμενη περίπτωση	tn CO2	0,0			
Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO2	630,3			
Τέλη συνναλαγών πιστώσεων εκπομπών ΑΤΘ	%				
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO2	630,3	ισοδυναμεί με	143	Στρέμματα δάσους που απορροφούν άνθρακα

Εικόνα 5.35 *Εικόνα εκπομπών ΑΤΘ.*

Στην οθόνη της εικόνας 5.35 το πρόγραμμα εμφανίζει κάποια στοιχεία για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όπου αφορούν έργα με εκπομπές αερίων προς το περιβάλλον. Το λογισμικό αυτό έχει την δυνατότητα να υπολογίζει μόνο τις εκπομπές του CO2. Σε αυτόν τον τύπο έργου επέρχεται μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ με συντελεστή εκπομπής ΑΤΘ 172,3kgCO2/KWh. Αυτή η μείωση των εκπομπών ΑΤΘ με αυτόν τον συντελεστή, μεταφράζεται ότι ισοδυναμεί με 143 στρέμματα δάσους που απορροφούν άνθρακα ετησίως.

Στη συνέχεια θα εξεταστούν τέσσερα σενάρια για την οικονομική ανάλυση του έργου.

1° σενάριο

Κόστος Επένδυσης: 600.000€

Επιχορηγήσεις: 600.000€

Πληθωρισμός: 2%

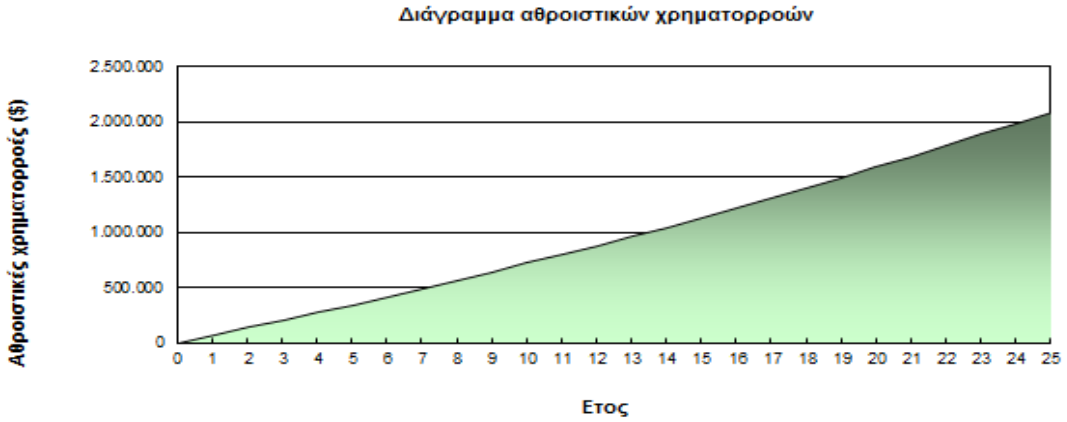
Οικονομική Ανάλυση			
Οικονομικοί Παράμετροι			
Τιμή πληθωρισμού	%	2,0%	
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25	
Τοκοχρεολύσιο	%	0%	
Αρχικά κόστη			
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	$	600.000	100,0%
Αλλο	$	0	0,0%
Συνολικά αρχικά κόστη	$	600.000	100,0%
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	$	600.000	100,0%
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης (εξοικονόμηση)	$	15.000	
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	$	0	
	$		
Συνολικά ετήσια κόστη	$	15.000	
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	$	0	
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	$	78.840	
	$		
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	$	78.840	

Εικόνα 5.36 *Φύλλο επιλογής οικονομικών στοιχείων 1^{ου} σεναρίου.*

Στην οθόνη της εικόνας 5.36 φαίνεται η οικονομική ανάλυση του έργου. Οι οικονομικοί παράμετροι και τα κόστη έχουν αναλυθεί στην παράγραφο 2.11. Με βάση την σημερινή τιμολόγηση ενέργειας τα ετήσια έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτό το σενάριο είναι 78.974€. Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης θεωρήθηκε 15.000€ (είναι το 2,5% του κόστους κατασκευής σύμφωνα με την παράγραφο 2.11). Οι εσωτερικές ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα είναι ίδια για όλα τα σενάρια.

Οικονομική Βιωσιμότητα		
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	θετικό
Απλή αποπληρωμή	έτος	0,0
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	άμεσο

Πίνακας 4 *Οικονομική βιωσιμότητα 1^{ου} σεναρίου.*



Εικόνα 5.37 *Διάγραμμα χρηματορροών 1ου σεναρίου.*

Στο τελικό διάγραμμα χρηματορροών παρατηρείται ότι δεν υπάρχει περίοδος χρέους και το κέρδος ξεκινάει απευθείας από το 1ο έτος ζωής του έργου.

2ο σενάριο

Κόστος Επένδυσης: 600.000€

Επιχορηγήσεις: 300.000€

Δάνειο: 300.000€

Επιτόκιο δανεισμού: 8%

Πληθωρισμός: 2%

Οικονομική Ανάλυση

Οικονομικοί Παράμετροι			
Τιμή πληθωρισμού	%	2,0%	
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25	
Τοκοχρεολύσιο	%	50%	
Επιτόκιο δανεισμού	%	8,00%	
Περίοδος χρέους	έτος	10	
Αρχικά κόστη			
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	$	600.000	100,0%
Αλλο	$	0	0,0%
Συνολικά αρχικά κόστη	$	600.000	100,0%
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	$	300.000	50,0%
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης (εξοικονόμηση)	$	15.000	
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	$	0	
Πληρωμές χρέους - 10 έτη	$	44.709	
	$		
Συνολικά ετήσια κόστη	$	59.709	
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	$	0	
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	$	78.840	
	$		
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	$	78.840	

Εικόνα 5.38 *Φύλλο επιλογής οικονομικών στοιχείων2ου σεναρίου.*

Οικονομική Βιωσιμότητα		
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	13,1%
Απλή αποπληρωμή	έτος	4,7
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	άμεσο

Πίνακας 5 *Οικονομική βιωσιμότητα 2ου σεναρίου.*

Εικόνα 5.39 *Διάγραμμα χρηματορροών 2ου σεναρίου.*

Η απλή αποπληρωμή γίνεται μετά από 4,7 έτη ενώ η αποπληρωμή μετοχών γίνεται άμεσα. Τα συνολικά ετήσια κόστη είναι 59.709€. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του έργου είναι 13,1% Συνολικά, η επένδυση κρίνεται άκρως ικανοποιητική. Στο διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών φαίνεται ότι μετά την περίοδο χρέους (10 χρόνια), η κλίση της ευθείας είναι μεγαλύτερη που σημαίνει ότι οι ετήσιες απολαβές αυξάνονται, το οποίο είναι λογικό.

3° σενάριο

Κόστος Επένδυσης: 600.000€

Επιχορηγήσεις: 0€

Δάνειο: 600.000€

Επιτόκιο δανεισμού: 8%

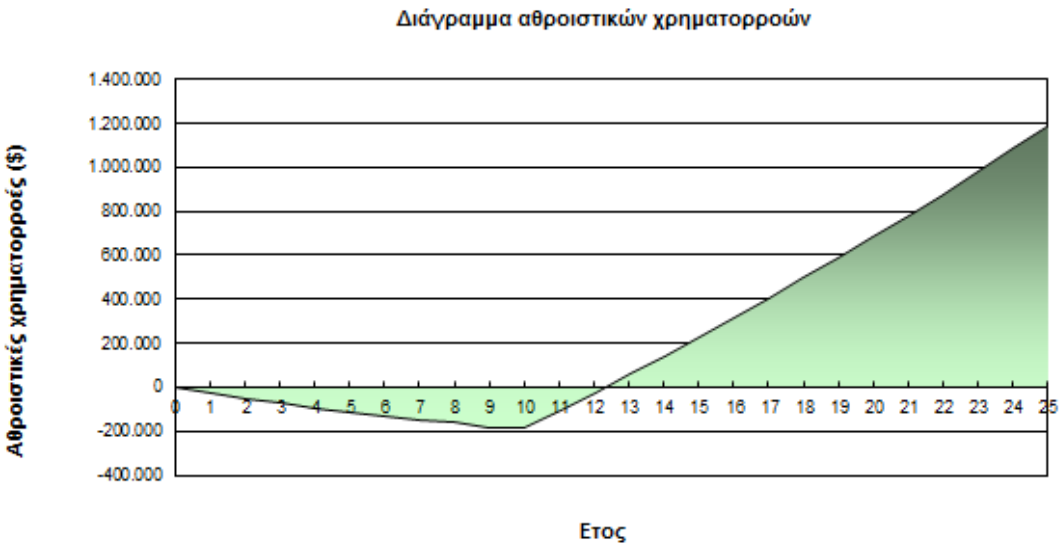
Πληθωρισμός: 2%

Οικονομική Ανάλυση			
Οικονομικοί Παράμετροι			
Τιμή πληθωρισμού	%	2,0%	
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25	
Τοκοχρεολύσιο	%	100%	
Επιτόκιο δανεισμού	%	8,00%	
Περίοδος χρέους	έτος	10	
Αρχικά κόστη			
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	$	600.000	100,0%
Άλλο	$	0	0,0%
Συνολικά αρχικά κόστη	$	600.000	100,0%
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	$	0	0,0%
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης (εξοικονόμηση)	$	15.000	
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	$	0	
Πληρωμές χρέους - 10 έτη	$	89.418	
	$		
Συνολικά ετήσια κόστη	$	104.418	
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	$	0	
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	$	78.840	
	$		
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	$	78.840	

Εικόνα 5.40 *Φύλλο επιλογής οικονομικών στοιχείων3^{ου} σεναρίου.*

Οικονομική Βιωσιμότητα		
(IRR) προ φόρου	%	3,4%
Απλή αποπληρωμή	έτος	9,4
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	άμεσο

Πίνακας 6 *Οικονομική βιωσιμότητα 3^{ου} σεναρίου.*



Εικόνα 5.41 *Διάγραμμα χρηματορροών 3ου σεναρίου.*

Σε αυτό το σενάριο δεν υπάρχουν καθόλου επιχορηγήσεις και η αρχική επένδυση καλύπτεται εξολοκλήρου από δάνειο με τα συνολικά ετήσια κόστη να ανέρχονται στις 104.418€. Η απόσβεση του έργου γίνεται σε 12 χρόνια, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του έργου είναι 3,4% και στο διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών παρατηρείται ότι μετά την περίοδο χρέους, η συνάρτηση γίνεται αύξουσα, η κλίση της ομαλοποιείται και τα κέρδη ξεκινάνε μετά το 12ο έτος. Συνολικά η επένδυση κρίνεται ικανοποιητική.

4° σενάριο

Κόστος Επένδυσης: 600.000€

Επιχορηγήσεις: 0€

Δάνειο: 300.000€

Επιτόκιο δανεισμού: 8%

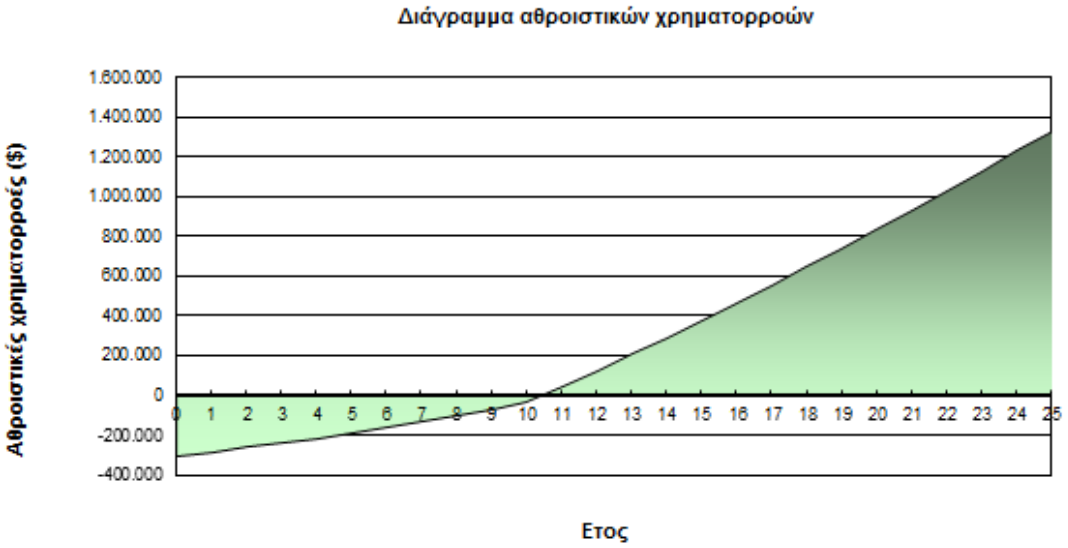
Πληθωρισμός: 2%

Οικονομική Ανάλυση			
Οικονομικοί Παράμετροι			
Τιμή πληθωρισμού	%	2,0%	
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25	
Τοκοχρεολύσιο	%	50%	
Επιτόκιο δανεισμού	%	8,00%	
Περίοδος χρέους	έτος	10	
Αρχικά κόστη			
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	$	600.000	100,0%
Αλλο	$	0	0,0%
Συνολικά αρχικά κόστη	$	600.000	100,0%
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	$	0	0,0%
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης (εξοικονόμηση)	$	15.000	
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	$	0	
Πληρωμές χρέους - 10 έτη	$	44.709	
	$		
Συνολικά ετήσια κόστη	$	59.709	
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	$	0	
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	$	78.840	
	$		
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	$	78.840	

Εικόνα 5.42 *Φύλλο επιλογής οικονομικών στοιχείων 4^{ου} σεναρίου.*

Οικονομική Βιωσιμότητα		
(IRR) προ φόρου	%	6,9%
Απλή αποπληρωμή	έτος	9,4
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	10,4

Πίνακας 7 *Οικονομική βιωσιμότητα 4^{ου} σεναρίου.*



Εικόνα 5.43 *Διάγραμμα χρηματορροών 4ου σεναρίου.*

Στο τελευταίο σενάριο επίσης δεν υπάρχουν καθόλου επιχορηγήσεις και η αρχική επένδυση καλύπτεται κατά 50% με δάνειο. Τα υπόλοιπα είναι ίδια κεφάλαια. Τα συνολικά ετήσια κόστη ανέρχονται σε 59.709€. Η απλή αποπληρωμή του έργου γίνεται σε 9,4 χρόνια, η αποπληρωμή μετοχών σε 10,4 χρόνια και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του έργου είναι 6,9%. Συνολικά η επένδυση κρίνεται ικανοποιητική.

5.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή έγινε προκαταρκτική τεχνοοικονομική μελέτη Φ/Β εγκατάστασης στο Γενικό νοσοκομείο Χανίων. Για τη διεξαγωγή της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δύο εξειδικευμένα λογισμικά, το Sunny Design 3 με το οποίο έγινε η προκαταρκτική τεχνική μελέτη και το RETScreen με το οποίο έγινε η οικονομική μελέτη του έργου.

Το κυριότερο συμπέρασμα που εξήχθη από την μελέτη του συστήματος είναι ότι η συγκεκριμένη εγκατάσταση μπορεί να επιτύχει καλή απόδοση με σωστό σχεδιασμό (μελέτη εγκατάστασης και επιτήρησης, επιλογή της τοποθεσίας) αλλά και καλή επιλογή των επιμέρους υλικών που το αποτελούν και των αντίστοιχων αποδόσεων τους (Φ/Β μονάδες, μετατροπέας, κ.α.). Λαμβάνοντας υπόψη τις τωρινές τιμές η οικονομική ανάλυση του έργου δείχνει οτι είναι βιώσιμο ακόμη και στο πιο ακραίο σενάριο (σενάριο 3), δηλαδή μην υπάρχουν καθόλου επιχορηγήσεις και όλοι οι απαραίτητοι χρηματικοί πόροι να προέρχονται από δανεισμό.

Μερικές προτάσεις για διαφοροποιήσεις και βελτιώσεις της μελέτης δίνονται στη συνέχεια.

1) Στο οικόπεδο του νοσοκομείου υπάρχει άφθονος διαθέσιμος χώρος στο parking των οχημάτων. Η προσθήκη Φ/Β μονάδων στα σκέπαστρα των θέσεων που υπάρχουν δεν θα επιβάρυνε χώρο και πιθανόν θα μειώνονταν και το κόστος εγκατάστασης.

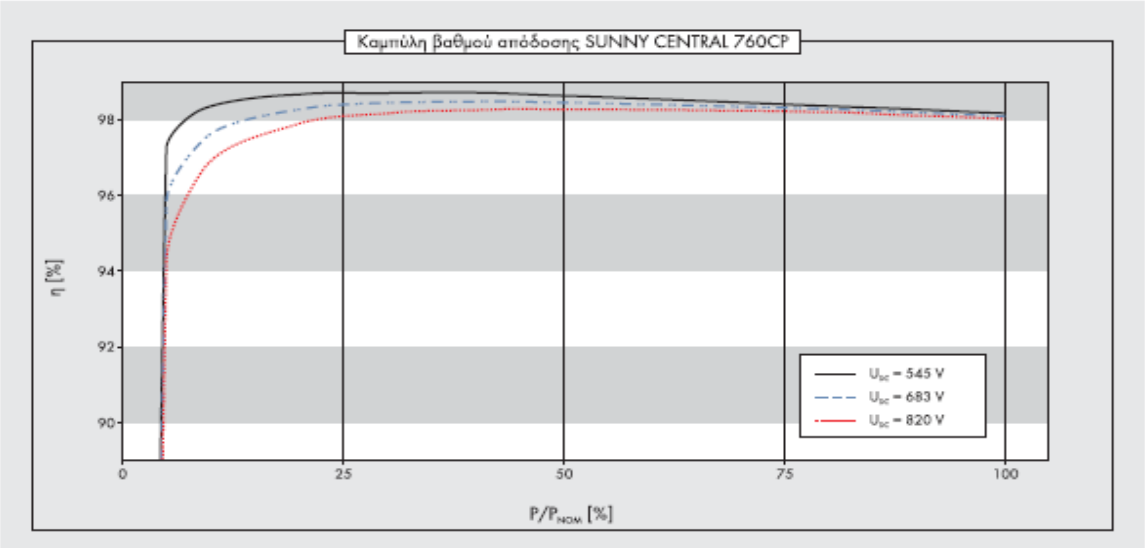
2) Η εξέταση Φ/Β εγκατάστασης μεγαλύτερης ισχύος ώστε να καλυφθεί τουλάχιστον το 40% της ετήσιας κατανάλωσης (με βάση τους χωρικούς περιορισμούς για μια τέτοια εγκατάσταση).

3) Η χρήση φωτοβολταϊκών πλαισίων μεγάλων αποδόσεων ή άλλων τεχνολογιών που επιτυγχάνουν μεγαλύτερες αποδόσεις θα αύξαναν την αποδοτικότητα του συστήματος. Βέβαια θα αυξανόταν σημαντικά το κόστος σε αυτή την περίπτωση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

Εικόνα 6.1 *Εξωτερική εικόνα του μετατροπέα που προτείνει το SUNNY DESIGN 3[http://www.sma-hellas.com/]*



Εικόνα 6.2 *Βαθμός απόδοσης του μετατροπέα που προτείνει το SUNNY DESIGN 3 .[http://www.sma-hellas.com/]*

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Sunny Central 500CP XT	Sunny Central 630CP XT
Είσοδος (DC)		
Μέγιστη ισχύς DC (@ cos φ = 1)	560 kW	713 kW
Μέγιστη τάση εισόδου[1]	1000 V/1100 V προαιρετικά	1000 V/1100 V προαιρετικά
Ελάχιστη τάση εισόδου/U_{MPP_min} σε $I_{MPP} < I_{DCmax}$	429 V/430 V	498 V/500 V
Εύρος τάσης MPP (@ 25 °C /@ 50 °C στα 50 Hz)	449 V - 850 V/430 V - 850 V[2]	529 V - 850 V/500 V - 850 V[2]
Εύρος τάσης MPP (@ 25 °C/@ 50 °C στα 60 Hz)	449 V - 850 V/436 V - 850 V[2]	529 V - 850 V/505 V - 850 V[2]
Ονομαστική τάση εισόδου	449 V	529 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου	1250 A	1350 A
Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP	1	1
Αριθμός εισόδων DC	9/32 (Optiprotect)	9/32 (Optiprotect)
Έξοδος (AC)		
Ονομαστική ισχύς (@ 25 °C)/Ονομαστική ισχύς AC (@ 50 °C)	550 kVA/500 kVA	700 kVA/630 kVA
Ονομαστική τάση AC/Εύρος ονομαστικής τάσης AC	270 V/243 V - 297 V	315 V/284 V - 347 V
Συχνότητα δικτύου AC/Εύρος	50 Hz, 60 Hz/47 Hz ... 63 Hz	50 Hz, 60 Hz/47 Hz ... 63 Hz
Ονομαστική συχνότητα δικτύου/Ονομαστική τάση δικτύου	50 Hz/270 V	50 Hz/315 V
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	1176 A	1283 A
Μέγιστος συντελεστής παραμόρφωσης (THD)	< 3 %	< 3 %
Συντελεστής ισχύος σε ονομαστική ισχύ/Ρυθμιζόμενος συντελεστής μεταπόπισης	1/0,9 με υπερδιέγερση ... 0,9 με υποδιέγερση	
Φάσεις τροφοδοσίας/Φάσεις σύνδεσης	3/3	3/3
Βαθμός απόδοσης[7]		
Μέγιστος βαθμός απόδοσης/Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης/Βαθμός απόδοσης CEC	98,6 %/98,4 %/98,5 %	98,7 %/98,5 %/98,5 %
Διατάξεις προστασίας		
Αποζεύκτης εισόδου	Μηχανοκίνητος αποζεύκτης φορτίου/διακόπτης ισχύος (Optiprotect)	
Αποζεύκτης εξόδου	Διακόπτης ισχύος AC	
Προστασία υπέρτασης DC	Απαγωγοί υπέρτασης τύπου I	
Αντικεραυνική προστασία (κατά το πρότυπο IEC 62305-1)	Κατηγορία αντικεραυνικής προστασίας III	
Επιτήρηση δικτύου	●	●
Επιτήρηση σφάλματος γείωσης/Επιτήρηση σφάλματος γείωσης με δυνατότητα τηλεχειρισμού	○ / ○	○ / ○
Επιτήρηση μόνωσης	○	○
Απαγωγός υπέρτασης βοηθητικής τροφοδοσίας	●	●
Κατηγορία προστασίας (κατά IEC 62103)/Κατηγορία υπέρτασης (κατά IEC 60664-1)	I/III	I/III
Γενικά χαρακτηριστικά		
Διαστάσεις (Π/Υ/Β)	2562/2272/956 mm (101/89/38 ίντσες)	
Βάρος	1900 kg/4200 lb	1900 kg/4200 lb
Εύρος τιμών θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +62 °C/-13 °F ... +144 °F	
Εκπομπή θορύβου[5]	60 db(A)	60 db(A)
Μέγιστη ιδιοκατανάλωση (λειτουργία)/Ιδιοκατανάλωση (νύχτα)	1700 W[4]/< 100 W	1700 W[4]/< 100 W
Εξωτερική τάση βοηθητικής τροφοδοσίας	230/400 V (3/N/PE)	230/400 V (3/N/PE)
Σύστημα ψύξης	OptiCool	OptiCool
Κατηγορία προστασίας ηλεκτρονικού συστήματος/Περιοχή σύνδεσης (κατά IEC 60529)	IP54/IP43	IP54/IP43
Κατηγορία προστασίας (κατά το πρότυπο IEC 60721-3-4)	4C2, 4S2	4C2, 4S2
Πεδίο εφαρμογής	Χωρίς προστασία σε υπαίθριο χώρο	Χωρίς προστασία σε υπαίθριο χώρο
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σχετικής υγρασίας (χωρίς συμπύκνωση)	15 % ... 95 %	15 % ... 95 %
Μέγιστο ύψος λειτουργίας πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας	2000 m	2000 m
Απαιτούμενη ποσότητα καθαρού αέρα (μετατροπέας)	3000 m³/h	3000 m³/h
Εξοπλισμός		
Σύνδεση DC	Δακτυλιοειδής ακροδέκτης/ακροδέκτης τύπου κλωβού (Optiprotect)	
Σύνδεση AC	Δακτυλιοειδής ακροδέκτης	Δακτυλιοειδής ακροδέκτης
Οθόνη	Οθόνη αφής HMI	Οθόνη αφής HMI
Επικοινωνία/Πρωτόκολλα	Ethernet (προαιρετικά οπτικές ίνες), Modbus	
Επικοινωνία Sunny String-Monitor	RS485/ακτίνα (Optiprotect)	
SC Com	●	●
Χρώμα περιβλήματος, πόρτας, βάσης, σπέγαστρου	RAL 9016/9016/7005/7004	
Εγγύηση: 5/10/15/20/25 χρόνια	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Πιστοποιητικά και άδειες (περισσότερα κατόπιν αιτήματος)	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, συμμόρφωση CE, συμμόρφωση EOK, BDEW-MSRL / FGW / TR8[6], Arrêté du 23/04/08, R.D. 1663 / 2000, R.D. 661 / 2007 / IEEE 1547[8]	
● Βασικός εξοπλισμός ○ Προαιρετικός εξοπλισμός – Δεν διατίθεται		
Χαρακτηρισμός τύπου	SC 500CP-10	SC 630CP-10

Εικόνα 6.3 *Τεχνικά χαρακτηριστικά του μετατροπέα που προτείνει το SUNNY DESIGN 3.[http://www.sma-hellas.com/]*

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ

Εικόνα 6.4 *Εξωτερική εικόνα του υποσταθμού που προτείνει το SUNNY DESIGN 3.[http://www.sma-hellas.com/]*

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Transformer Compact Station 500SC
Πλευρά μέσης τάσης	
Ονομαστική ισχύς (@ 25 °C)	550 kVA
Ονομαστική ισχύς AC (@ 45 °C)	500 kVA
Ονομαστική τάση δικτύου	20 kV [1]
Εύρος ονομαστικής τάσης AC	18 kV ... 22 kV
Ονομαστική συχνότητα δικτύου	50 Hz
Ονομαστικό ρεύμα εξόδου	14,5 A
Πλευρά χαμηλής τάσης	
Ονομαστική τάση εισόδου	270 V
2,5% [2]	–
5,0% [2]	–
7,5% [2]	–
10,0% [2]	–
12,5% [2]	–
Ονομαστικό ρεύμα εισόδου	1070 A
Διαστάσεις και βάρος	
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) [3]	2220 / 2500 / 3020 mm
Βάρος [3]	~11,3 t
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) σε χαλύβδινη κατασκευή	2300 / 2340 / 3000 mm
Βάρος [3]	~3,5 t
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) με διάταξη ζεύξης μέσης τάσης [3]	2220 / 2500 / 3020 mm
Βάρος [3]	~11,8 t
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) με διάταξη ζεύξης μέσης τάσης σε χαλύβδινη κατασκευή	2300 / 2340 / 3000 mm
Βάρος [3]	~3,9 t
Εξοπλισμός	
Διάταξη ζεύξης χαμηλής τάσης	1 x Αποζεύκτες φορτίου NH
Μετασχηματιστής μέσης τάσης, στεγανός από λάδι	Πυρήνας σιδήρου
Είδος προστασίας και συνθήκες περιβάλλοντος	
Είδος προστασίας (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60529)	IP23D
Πεδίο εφαρμογής	Χωρίς προστασία σε υπαίθριο χώρο
Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας	-20 °C ... +45 °C
Επιτρεπτή μέγιστη τιμή σχετικής υγρασίας (χωρίς συμπύκνωση)	15% ... 95%
Μέγιστο ύψος πάνω απο την επιφάνεια της θάλασσας	1000 m
Επιλογές	
Μετασχηματιστής ιδιοτροφοδότησης	3 kVA [4]
Διάταξη ζεύξης μέσης τάσης	RE-T / C-C-T
Διάταξη ζεύξης χαμηλής τάσης	1 x Διακόπτες ισχύος
Συναρμολογημένο σετ καλωδίων	5 m [5]/ 7,5 m / 10 m / 15 m
Συμπαγής σταθμός χαλύβδινης κατασκευής	O
Μετασχηματιστής μέσης τάσης με άμορφο πυρήνα	O
Communit	O
Πιστοποιητικά και εγκρίσεις (περισσότερα κατόπιν αιτήματος)	IEC 62271-202

Εικόνα 6.5 *Τεχνικά χαρακτηριστικά του υποσταθμού που προτείνει το SUNNY DESIGN 3.[http://www.sma-hellas.com/]*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Χριστοφής Ι Κορωναίος, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Διδακτικές σημειώσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2012

[2]Αντωνίου Αντώνης, Επιπτώσεις στην Οικονομική Λειτουργία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας Κρήτης και Κύπρου λόγω της διασύνδεσής τους, Διπλωματική εργασία, Αθήνα 2013

[3] Σαουνάτσου Ελένη, ΑΙΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ, μεταπτυχιακή διατριβή, Χανία 2010

[4] Μπάμπης Κουτρούλης, Το άλυτο ενεργειακό της Κρήτης, εφημερίδα Ηρακλείου 'Η Τόλμη', 6/1/2006

[5] Δημήτρης Μελας, Ατμοσφαιρική ρύπανση, Τμήμα Φυσικής ,Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[6] Δημήτρης Κουσκουρίδης ,ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, ΤΕΕ

[7] Κυριτσάκη Όλγα ,Οι ανανεώσημες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα, πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Κοζάνης, 2009

[8] Β.Δ. Μπιτζιώνης, Δ.Β. Μπιτζιώνης, Εναλλακτικές μορφές ενέργειας, εκδόσεις Τζιόλα

[9] Ι.Ε. Φραγκιαδάκης, ΄Φωτοβολταϊκά Συστήματα΄, 2η Έκδοση, Εκδόσεις Ζήτη Θεσσαλονίκη 2006.

[10] Η Ενέργεια κι εμείς, Εκπαιδευτικό CD, Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών, Αθήνα 1999

[11] Α.ΑΛΕΞΑΚΗΣ ,ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, εκδόσεις Σιδέρη Μιχάλη, 2003

[12] Κανέλλος Φώτιος, Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος Παραγωγή και Διαχείρηση ενέργειας από ΑΠΕ Πολυτεχνείου Κρήτης,

[13] Rationelle Energiewandlung / Franz Kininger ,Photovoltaic Systems Technology, University Kassel, Germany, 2003

[14] Λεοντόπουλος Παναγιώτης, Προσομοίωση και Διαχείριση ενός Αυτόνομου Υβριδικού Συστήματος Ενέργειας, με χρήση Γραφικών Εργαλείων Υπολογισμού, Διπλωματική Εργασία TUC, Χανία 2012

[15] , Ομάδα εργασίας: Δ.Τσαλέμης, Δ. Μαυράκη, Η. Δούλος, Α. Οικονόμου, Κ.Περράκης, Κ. Τίγκας, Γ. Βουγιουκλάκης, Γ. Κάραλης, Κ. Βασιλικός, Σ. Λουμάκης, Π. Παπασταματίου, Σ. Σεϊμανίδης, Μ. Σιαμίδης, Σ. Ψωμάς ,"Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από

Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού α ναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης”, Απρίλιος 2012

[16] Βρόντος Χ. Φώτιος ,Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων, Διπλωματική εργασία TUC

[17] Πεκόπουλος Δ,Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα και Δ.Μακεδονία-Πηγές, μέσα, στόχοι, ΑΝΚΟ/Κοζάνη 2000

[18] Τσιλιγκιρίδης Γ., "Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων – Διδακτικές Σημειώσεις". ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 2012

[19] Γεωργία Παπαϊωάννου, Ανάπτυξη Διαδικτυακού Πληροφοριακού Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, Αθήνα, Οκτώβριος 2009

[20] Αρχείο τεχνικής υπηρεσίας νοσοκομείου Χανίων