ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων:
Νομοθεσία, διαδικασίες υλοποίησης και ανάλυση βιωσιμότητας επενδύσεων

Installation study of photovoltaic systems:
Legislation, implementation processes and investment viability analysis

Διπλωματική Εργασία

Βρόντος Χ. Φώτιος (Α.Μ.: 2003010056**)**

Επιβλέπων:

Παπαευθυμίου Σπύρος

Επίκουρος Καθηγητής

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την ολοκληρωμένη μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος μέχρι 1MW. Συγκεκριμένα, στην εργασία περιλαμβάνονται το νομοθετικό πλαίσιο και οι διαδικασίες οι οποίες απαιτούνται για την αδειοδότηση μίας τέτοιας εγκατάστασης, το στάδιο της μελέτης, διαστασιολόγησης, οικονομικής ανάλυσης του έργου και οι ανάλυση βιωσιμότητάς αυτού. Για τη μελέτη σκοπιμότητας και την οικονομική ανάλυση χρησιμοποιείται το λογισμικό RETScreen, ένα πρόγραμμα υποστήριξης αποφάσεων και αξιολόγησης της ενεργειακής παραγωγής του φωτοβολταϊκού πάρκου, καθώς και υπολογισμού των μειώσεων των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από την εγκατάσταση του πάρκου. Η αποτίμηση των αποτελεσμάτων ενεργειακής παραγωγής του RETScreen γίνεται με τη σύγκρισή τους με δύο ακόμα τρόπους πρόβλεψης παραγωγικής ικανότητας του έργου (ενεργειακή ανάλυση με PVsyst και απλή οικονομική πρόβλεψη). Τέλος θα γίνει μία παρουσίαση αποτελεσμάτων χρήσης εν ενεργεία Φ/Β σταθμών και σύγκριση αποτελεσμάτων καθώς και μία στατιστική ανάλυση για την πορεία αιτήσεων-κατασκευών Φ/Β σταθμών στην Ελλάδα.

Στο εισαγωγικό κεφάλαιο γίνεται μία αναφορά στην ιστορία και λειτουργία των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ενέργεια του ήλιου (Φωτοβολταϊκά συστήματα). Καθώς και στις λοιπές Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η Ελληνική Νομοθεσία για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος παραγωγής ενέργειας συνδεδεμένο με το δίκτυο, αναλυτικά η διαδικασία μελέτης αδειοδότησης εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος σε αγροτεμάχιο λαμβάνοντας υπόψη την νομοθεσία ετοιμάζοντας ένα πλήρη φάκελο για την κατάθεση του έργου στην ΔΕΗ.

Στο τρίτο κεφάλαιο για το προαναφερθέν έργο γίνονται 3 διαφορετικές προσεγγίσεις της τεχνοοικονομικής μελέτης.

- Χειρονακτικά (χρήση φύλλου excel)
- Με το πρόγραμμα PVsyst από το οποίο θα προκύψουν τα δεδομένα παραγωγής ενέργειας στην περιοχή που πρόκειται να εγκατασταθεί ο Φ/Β σταθμός οπότε θα υπάρχει μία σαφέστερη εικόνα της δύναμης παραγωγής της εγκατάστασης.
- Και τέλος με το πρόγραμμα τεχνοοικονομικών μελετών RetScreen

Στο τέλος του κεφαλαίου πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων των τριών μεθόδων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνεται παρουσίαση δεδομένων χρήσης από εν ενεργεία Φ/Β σταθμούς.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται δεδομένα αιτήσεων για Φ/Β εγκαταστάσεις και θα γίνει σύγκριση σε σχέση με τα έργα τα οποία έχουν προχωρήσει στο κατασκευαστικό κομμάτι

Και τέλος ένα κεφάλαιο με συμπερασματικά σχόλια και αξιολόγηση της απόδοσης επένδυσης σε Φ/Β συστήματα παραγωγής ενέργειας.

Λέξεις Κλειδιά : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Ηλιακή Ακτινοβολία, Νομοθετικό Πλαίσιο ΑΠΕ, Φωτοβολταϊκά Πλαίσια, Διασυνδεδεμένο Σύστημα, PVSyst, RETScreen

Key Words : Renewable Energy Sources, Solar Radiation, Legislation of RES, Photovoltaic Modules, Grid Connected Photovoltaic System, PVSyst, RETScreen

Περιεχόμενα..

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ 7

1.1 *Εξέλιξη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης παγκοσμίως.* 8

1.1.2 *Εξέλιξη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα.* 8

1.2 *Ανενεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).* 10

1.2.1 *Φωτοβολταϊκά Συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.* 10

1.3 *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα.* 12

1.3.1 *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα.* 14

1.3.1.1 *Το πρόγραμμα της Ελλάδος (ΥΠΕΚΑ) για την παραγωγή ενέργειας απο ΑΠΕ.* 14

1.3.1.2 *Η Ελληνική πραγματικότητα.* 15

1.4 *Θεωρεία Φωτοβολταϊκού φαινομένου.* 18

1.4.1 *Ηλιακή Γεωμετρία.* 18

1.4.2 *Ηλιακή σταθερά (Gsc).* 18

1.4.3 *Γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ).* 18

1.4.4 *Ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του εδάφους.* 20

1.4.5 *Απόκλιση του ήλιου(δ).* 20

1.4.6 *Ύψος και αζιμούθιο ηλίου.* 21

1.4.7 *Ζενιθιακή γωνία του ήλιου.* 22

1.4.8 *Ωριαία γωνία του ήλιου.* 22

1.4.9 *Προσανατολισμός του συλλέκτη.* 22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΜΕΛΕΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ 25

2.1 *Νομοθεσία Έργων Α.Π.Ε.* 26

2.1.1 *Κατηγορίες Έργων (ΑΠΕ).* 26

2.1.2 *Εθνικός Στόχος παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ* 27

2.1.3 *Άδεια Παραγωγής.* 28

2.1.4 *Περιβαλλοντική αδειοδότηση* 31

2.1.5 *Εγγυημένη Τιμή Πώλησης Ενέργειας από φωτοβολταϊκά (F.I.T.).* 35

2.1.6 *Διαγραμμα ροής αδειοδοτικής διαδικασίας Φ/Β σταθμών* 36

2.2 *Δημιουργία φακέλου για έργα έως 1MWp* 37

2.2.1 *Διάγραμμα ροής εργασιών για την δημιουργία του φακέλου.* 37

2.2.2 *Δημιουργία φακέλου κατάθεσης.* 38

2.2.2.1 *Δημιουργία τοπογραφικού διαγράμματος χωροθέτησης Φ/Β σταθμού.* 40

2.2.2.2 *Συνδεσμολογία πλαισίων* 61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ 72

3.1 *Απλή Χρηματοοικονομική ανάλυση αποτελεσμάτων χρήσης Φ/Β σταθμού.* 74

3.2 *Χρηματοοικονομική ανάλυση αποτελεσμάτων χρήσης Φ/Β σταθμού με αποτελέσματα παραγωγής από το PVsyst.* 78

3.2.1 *Εισαγωγή στο PVSYST* 80

3.2.2 *Εισαγωγή κλιματολογικών και εδαφολογικών δεδομένων.* 85

3.2.3 *Εισαγωγή φωτοβολταϊκών συστοιχιών και inverter συστήματος.* 89

3.2.4 *Προσομοίωση συστήματος* 90

3.3 *Χρηματοοικονομική ανάλυση Φ/Β σταθμού από το RET-Screen.* 97

3.3.1 *Εισαγωγή στο RET-Screen.* 97

3.3.1 *Εισαγωγή δεδομένων.* 103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 107

4.1 Οικιακά Φωτοβολταϊκά. 109

4.2 Φωτοβολταϊκά Πάρκα. 117

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ & ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ 122

5.1 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων οικιακών Φ/Β συστημάτων.* 125

5.2 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων Φ/Β συστημάτων σε γήπεδα έως 100kWp.* 126

5.3 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων αγροτικών Φ/Β συστημάτων.* 127

5.4 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων Φ/Β συστημάτων σε γήπεδα από 100 kWp και πάνω.* 128

5.5 *Συμπληρωματικά στοιχεία από την Ρ.Α.Ε.* 129

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ 132

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 138

Παράρτημα Α 141

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 *Εξέλιξη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης παγκοσμίως.*

Οι τελευταίες εξελίξεις στο περιβάλλον, καθιστούν το μέλλον του πλανήτη αβέβαιο. Την στιγμή που νέες έρευνες προβλέπουν αύξηση έως και το τρομακτικό ποσοστό του 53% της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας (Υπουργείο Ενέργειας ΗΠΑ) ο άνθρωπος έχει αρχίσει να συνειδητοποιεί ότι οι παρεμβάσεις στο περιβάλλον δεν μπορούν να συνεχίσουν να είναι ανεξέλεγκτες.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της εξέλιξης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης προερχόμενης από την παραγωγή ενέργειας, στα χρόνια του Β΄ Παγκοσμίου πολέμου ήταν γνωστά μόνο 20 ατμοσφαιρικά στοιχεία. Μέσα σε μία μόνο δεκαετία μετά το πέρας του πολέμου η επιστημονική έρευνα για τις επιδράσεις της αέριας ρύπανσης οδήγησε στην ανακάλυψη περισσοτέρων από 100 νέων στοιχείων με τον αριθμό αυτό να εκτοξεύεται στα 3000 σήμερα και η πληθώρα αυτών είναι επιβλαβή για την υγεία και την ατμόσφαιρα.

Επομένως η ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας τοποθετείται στην κορυφή των προβλημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα σήμερα (Σχήμα 1.1).

Οι συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες αναγνωρίζονται ευρέως ως το κύριο αίτιο της καταστροφής του περιβάλλοντος, από την άποψη τόσο της εξάντλησης των φυσικών πόρων όσο και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Υπάρχουν ολοένα και ισχυρότερες ενδείξεις ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται στις εκπομπές του αερίου του θερμοκηπίου, οι οποίες προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από τον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και από τις μεταφορές (Σχήμα 1.2). Είναι επομένως επιτατική ανάγκη, η στροφή σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας και κυρίως στις ανανεώσιμες, οι οποίες και εντελώς φιλικές προς το περιβάλλον είναι και ανεξάντλητες. Αντίθετα το πετρέλαιο και τα ορυκτά καύσιμα, αν και βραχυπρόθεσμα υπάρχουν ακόμα αρκετά αποθέματα σε βάθος, χρόνου ίσως και συντομότερα από όσο θα θέλαμε να πιστεύουμε, θα εξαντληθούν, ενώ η πλήρης εξάρτηση από αυτά δημιουργεί σοβαρά οικονομικά προβλήματα σε κάθε αύξηση των τιμών τους.

Η έκθεση του Υπουργείου Ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής αναφέρει ότι καθώς αυξάνεται η ζήτηση ενέργειας θα αυξάνεται και η τιμή του πετρελαίου. Προβλέπεται λοιπόν ότι το πετρέλαιο, το οποίο τώρα στοιχίζει πάνω από 85 δολάρια το βαρέλι, το 2035 θα έχει φτάσει τα 125 δολάρια.

Η Ευρώπη συμβάλει κατά 14% στο σύνολο των ετήσιων επίγειων εκπομπών CO_2 ενώ η Ασία 25% και η Αμερική κατά 29%. Οι εκπομπές του CO_2, του κατεξοχήν υπεύθυνου αερίου για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 80%) προέρχονται κατά 94% από τον ευρύτερο ενεργειακό τομέα(πρωτογενή παραγωγή). Τα ορυκτά καύσιμα θεωρούνται ως οι κατεξοχήν υπόλογοι για τις εκπομπές, ενώ μόνο η κατανάλωση προϊόντων πετρελαίου συμβάλει κατά 50% στις εκπομπές CO_2 στην Ε.Ε. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και του ατμού ευθύνεται για το 30% ενώ ο οικιακός τομέας ευθύνεται για το 14%.

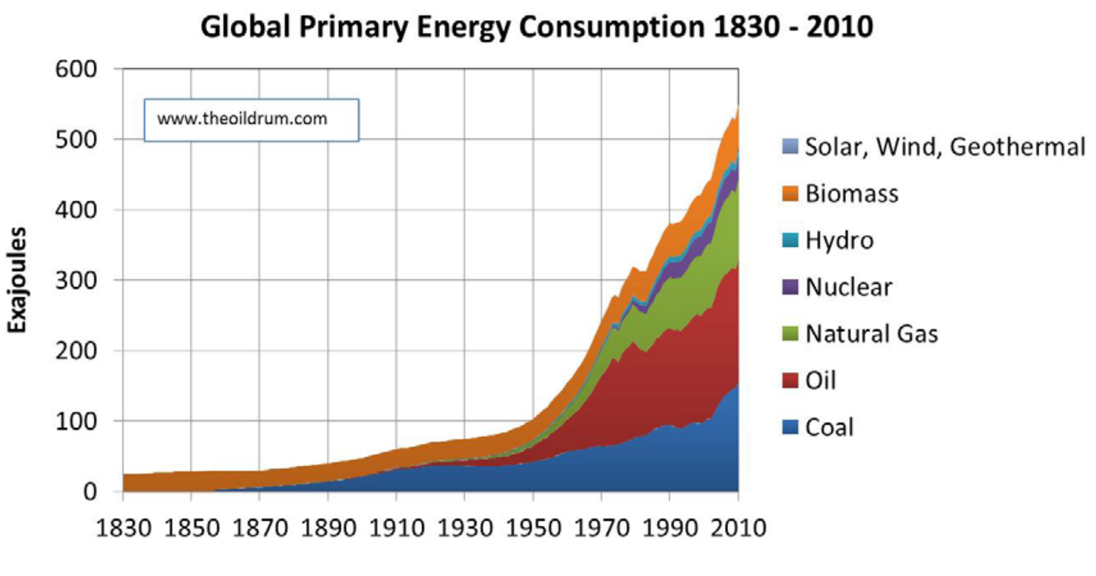
1.1.2 *Εξέλιξη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα.*

Για την Ελλάδα μας τώρα, η οποία αναφέρεται ως ο μεγάλος Ευρωπαίος ρυπαντής, κυνηγά με αξιώσεις το χάλκινο μετάλλιο στο ¨Παγκόσμιο Πρωτάθλημα¨ εκπομπής ρύπων. Βρίσκεται στην τέταρτη (4η) θέση όσο αφορά την αύξηση εκπομπής αερίων ρύπων και χαρακτηριστικά αναφέρεται πως από το 1990 έως το 2004 σημείωσε αύξηση της τάξης του 26.6%.Ειδικότερα και ως παράδειγμα αναφέρεται το έτος 1998 κατά την διάρκεια του οποίου οι εκπομπές CO_2 ανέρχονται σε 100,5 mton από τους οποίους η παραγωγή ενέργειας και ο οικιακός τομέας συμμετέχουν με ποσοστά 51% και 12% αντίστοιχα.

Καθώς ο πλανήτης όλος κρατά την ανάσα του μπροστά στην απειλή της ολοκληρωτικής διαταραχής του κλίματος, η Ελλάδα αναδεικνύεται ως μια ενεργειακά σπάταλη και ιδιαίτερα ρυπογόνα οικονομία. Κι αυτό παρά το γεγονός ότι η χώρα μας βρίσκεται στην ευαίσθητη περιοχή της Μεσογείου, στη μεθόριο της εύκρατης ζώνης, που μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα εύθραυστη εάν ο θερμοστάτης του πλανήτη τρελαθεί.

Ένα ακόμα περίεργο στοιχείο που αναφέρεται σε διεθνή βιβλιογραφία είναι ότι η Ελλάδα θεωρήθηκε ως υπό ανάπτυξη χώρα και με άδεια πλέον μπορούσε να έχει αυξημένο ποσοστό εκπομπής ρύπων της (+25% σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπής αερίων ρύπων του 1990). Η ενεργοβόρα Ελλάδα κατάφερε με μικρότερα ποσοστά ανάπτυξης να υπερβεί το όριο αυτό καθώς σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος κατατάσσεται στις πιο ενεργοβόρες χώρες της Ε.Ε. ενώ για κάθε ευρώ που παράγεται στην Ελλάδα, δημιουργούνται 41% περισσότεροι ρύποι απ' ότι στην Ε.Ε.

Η χώρα μας προκειμένου να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις της για την μείωση της εκπομπής αερίων ρύπων έχει ξεκινήσει την μελέτη και σχεδίαση πολιτικής μέτρων μείωσης των εκπομπών CO_2 για όλους τους τομείς της. Σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών προβλέπεται μείωση κατά 17% σε σχέση με το σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης και αύξηση κατά 23% σε σχέση με το έτος βάσης 1990 (εντός ορίων της συμφωνίας Κιότο-1997).



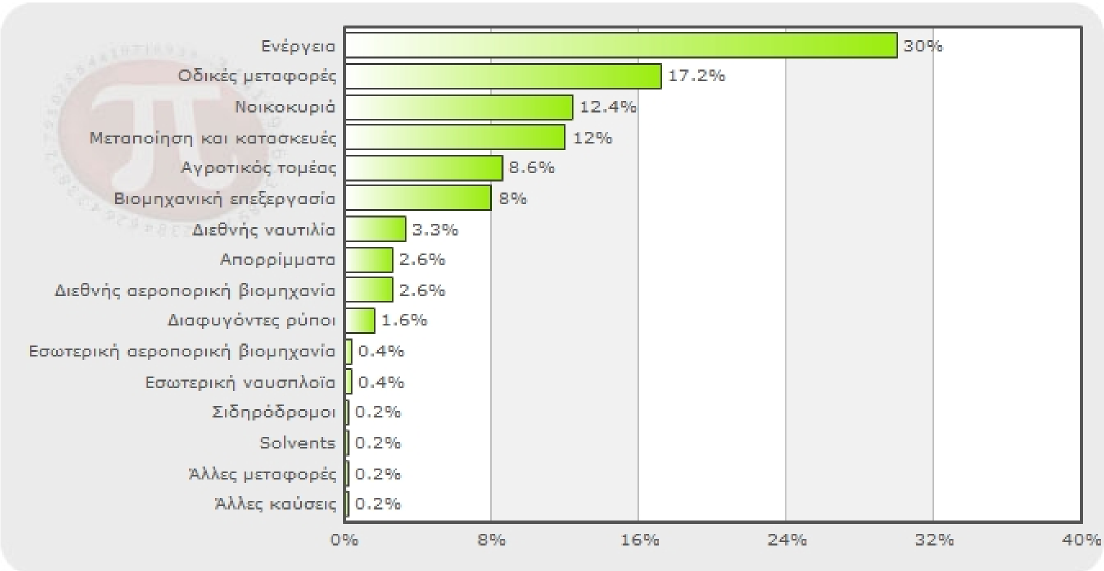
Σχήμα 1.1
Εξέλιξη της παγκόσμιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (exajoules).

1.2 *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).*

Είναι επομένως επιτακτική η ανάγκη για στροφή σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας οι οποίες είναι απόλυτα φιλικές με το περιβάλλον και φυσικά είναι ανεξάντλητες.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν όπως φαίνεται στην συνέχεια:

- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακή ενέργεια
- Υδατοπτώσεις
- Βιομάζα
- Γεωθερμική ενέργεια
- Ενέργεια από παλίρροιες
- Ενέργεια από κύματα
- Ενέργεια από τους ωκεανούς



Σχήμα 1.2
Εκπομπές αερίων ρύπων ανά κατηγορία για το έτος 2011.

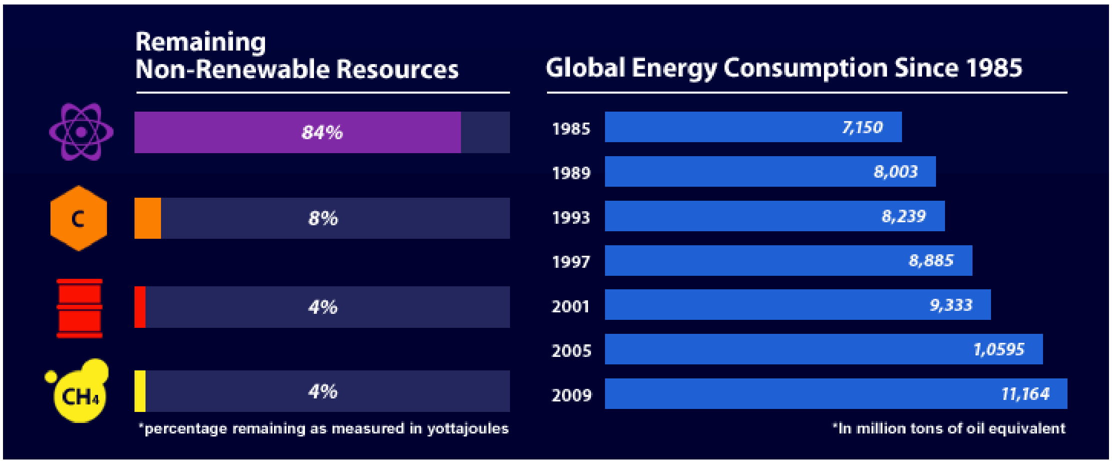
1.2.1 *Φωτοβολταϊκά Συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.*

Για την εκμετάλλευση των παραπάνω κατηγοριών ήπιων μορφών ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν αναπτυχθεί κατά καιρούς πολλαπλές μέθοδοι. Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με την παραγωγή ενέργειας από τον ήλιο μέσο του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Τα πλεονεκτήματα της φωτοβολταϊκής μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική συνοψίζονται και παρατίθενται στην συνέχεια:

- Ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη ενεργειακή πηγή
- Μηδενική ρύπανση και πλήρης απουσία αποβλήτων ή άλλων άχρηστων παραπροϊόντων.
- Αθόρυβη λειτουργία.
- Υψηλή αξιοπιστία των φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- Ελάχιστες απαιτήσεις επίβλεψης και συντήρησης.
- Αντοχή σε ακραίες καιρικές συνθήκες (ισχυρούς άνεμους, ακραία χαλαζόπτωση,
  κλπ).
- Μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων
- Σχετικά απλή μέθοδος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων από πρώτες ύλες.
- Εύκολη επέκταση της υπάρχουσας εγκατάστασης (εάν αυτό επιτρέπεται νομικά και υπάρχει τεχνοοικονομική μελέτη που επιβεβαιώνει την βιωσιμότητα της επέκτασης της επένδυσης).
- Δυνατότητα ανεξαρτησίας από τα κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής για
  απομακρυσμένες περιοχές (αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα).
- Μεγάλο εύρος εφαρμογών, όσον αφορά την ισχύ.

Δυστυχώς όμως σε μία επένδυση εγκατάστασης Φ/Β συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είτε προς πώληση σε πάροχο είτε για ιδιοκατανάλωση υπάρχουν μειονεκτήματα εκ των οποίων τα κυριότερα αναφέρονται στην συνέχεια:

- Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, το οποίο οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στο υψηλό κόστος κατασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων και πολύ λιγότερο στο κόστος τις υπόλοιπης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης (ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός). Το συγκεκριμένο μειονέκτημα λόγω της ανταγωνιστικότητας των εταιριών πλέον δεν είναι τόσο ανατρεπτικό.
- Σε εφαρμογές που απαιτείται η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας (αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα), αυτή γίνεται με μη αποδοτικό τρόπο και το κόστος αγοράς των απαιτούμενων για την εγκατάσταση συσσωρευτών ενέργειας είναι πολύ υψηλό. Για αυτό η πρώτη επιλογή υποψήφιων παραγωγών (ηλεκτρικής ενέργειας μέσο Φ/Β συστήματος) είναι η σύνδεση με το δίκτυο και πώληση της παραγόμενης ενέργειας. Η εφαρμογή αυτόνομων εγκαταστάσεων προτείνεται για απομακρυσμένες περιοχές και κτήρια με μικρή κατανάλωση για τα οποία είναι ασύμφορο το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο.
- Λόγω της μικρής πυκνότητας της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας, απαιτείται η χρησιμοποίηση μεγάλων σχετικά επιφανειών. Υπάρχουν ήδη σε ερευνητικό επίπεδο Φ/Β πλαίσια με αυξημένο βαθμό απόδοσης συγκριτικά με αυτόν του εμπορίου αλλά το κόστος είναι τεράστιο και η διαφορά σε τετραγωνικά μέτρα κάλυψης πολύ μικρή. Ίσως στο μέλλον να δοθεί λύση και σε αυτό το πρόβλημα.
- Εξάρτηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις καιρικές συνθήκες, που αποτελούν έναν απρόβλεπτο παράγοντα.



Σχήμα 1.3
Υπόλοιπα μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (α)
Αύξουσα πορεία ενεργειακής κατανάλωσης από το 1985 (β).

1.3 *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα.*

Η επιτυχία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και συγκεκριμένα της αιολικής και της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας έχει οδηγηθεί από την πολιτική υποστήριξη, η οποία έχει αυξηθεί σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία. Πολιτικές που ευνοούν την εξέλιξη των ΑΠΕ βοηθούν την αντιμετώπιση των δυσκολιών στην αγορά και η μείωση του κόστους.

Στην περίπτωση της ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενη από Φ/Β εγκαταστάσεις, τουλάχιστον δέκα χώρες έχουν πλέον σημαντικές εγχώριες αγορές. Η ανταγωνιστικότητα και των εταιριών και οι νέες τεχνολογίες έχουν ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση του κόστους αγοράς και εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών μονάδων παραγωγής ενέργειας.

Η αιολική ενέργεια παρουσίασε επίσης εντυπωσιακή αύξηση κατά την τελευταία δεκαετία. Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύ στο τέλος του 2011 ήταν περίπου 240 GW, έναντι 18 GW στα τέλη του 2000.

Παρόλο που η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ παγκοσμίως, αυξάνεται με μέσο ρυθμό 2.8% ετησίως από το 1990 δυστυχώς το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο από το 3% του συνόλου της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της συνεχούς αυξανόμενης ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας (Σχήμα 1.3).

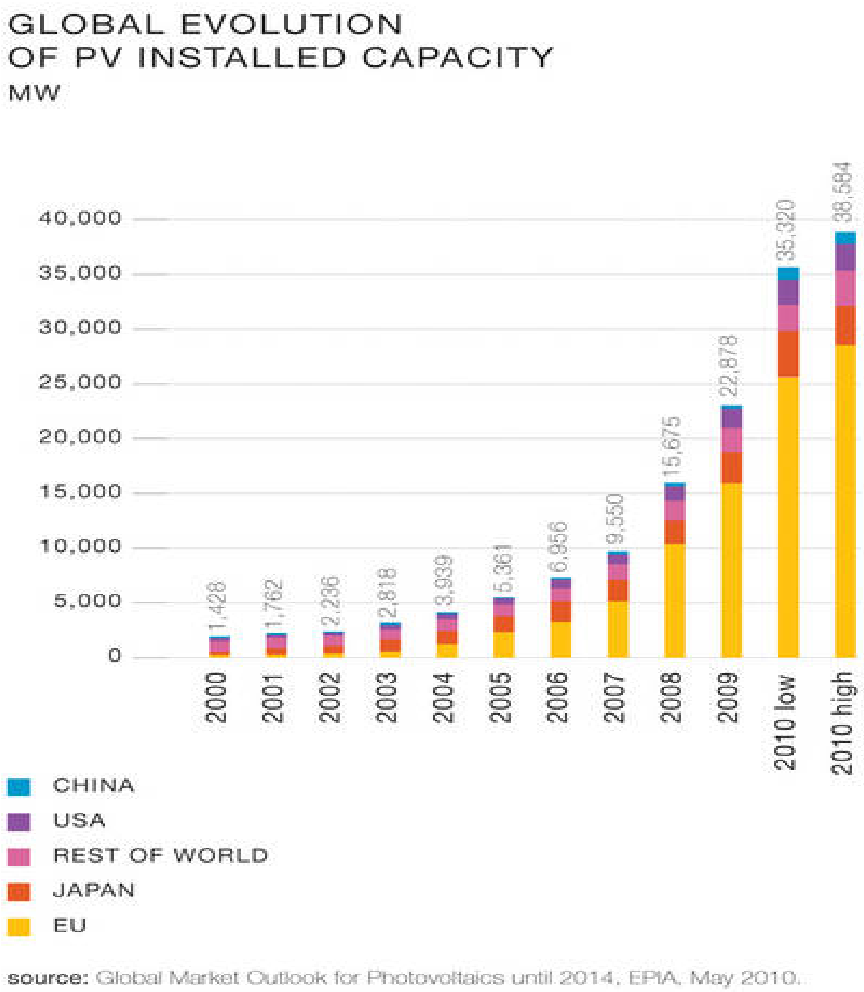
Χαρακτηριστικό της αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ως αποτέλεσμα της αυξημένης ζήτησής της είναι ότι το 1990 το 19,5% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας παράχθηκε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ το ποσοστό αυτό έπεσε το 2009 σε 19.3% παρά την τεράστια αύξηση των σταθμών ΑΠΕ ανά τον κόσμο. Το IEA (Διεθνές Πρακτορείο Ενέργειας) θεωρεί κύρια αιτία του προαναφερθέν προβλήματος την πολύ αργή ανάπτυξη της μεγαλύτερης «δύναμης» των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την υδροηλεκτρική παραγωγή στις χώρες του OECD.

Τέλος έρευνες του IEA αποκαλύπτουν πως για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί για μείωση των εκπομπών CO_2 κατά το ήμισυ μέχρι και το 2050 απαιτείται τουλάχιστον διπλασιασμός της σημερινής εγκατεστημένης ισχύς Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας μέχρι το 2020.

Ενθαρρυντικός παράγοντας είναι πως το αποτέλεσμα της κατάστασης στην χώρο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση μετατρέπουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργεια από ΑΠΕ σε λύση πρώτης προτεραιότητας για μια βιώσιμη επένδυση από ιδιώτες επενδυτές αλλά και από κυβερνήσεις για μία ισορροπημένη αναπτυξιακή πορεία. Όπως φαίνεται και στην σχήμα 1.4 όπου παρουσιάζεται η πορεία εγκατεστημένης ισχύς σε Megawatts φωτοβολταϊκών πλαισίων σε παγκόσμια κλίμακα η οποία τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει μία σταθερή ανοδική πορεία.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση άρχισε το 1997 να επιδιώκει τον στόχο να ανέλθει σε 12% το μερίδιο που καταλαμβάνουν οι Ανανεώσιμες Πηγές στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2010 (COM-1997/599 final) δηλαδή τον διπλασιασμό του ποσοστού του τρέχοντος έτους λήψης παρούσας απόφασης (1997).

Φυσικά υπάρχουν διαφορές από χώρα σε χώρα για την απόδοση των ΑΠΕ δεδομένων κλιματολογικών συνθηκών οι οποίες εξάλλου παίζουν καθοριστικό ρόλο για την ικανότητα παραγωγής του εκάστοτε τύπου και είναι και ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει την τεχνολογία ΑΠΕ που θα χρησιμοποιηθεί.



Σχήμα 1.4
Παγκόσμια εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύς Φ/Β συστημάτων (MW).
[EPIA, European Photovoltaic Industry Association]

1.3.1 *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα.*

1.3.1.1 *Το πρόγραμμα της Ελλάδος (ΥΠΕΚΑ) για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.*

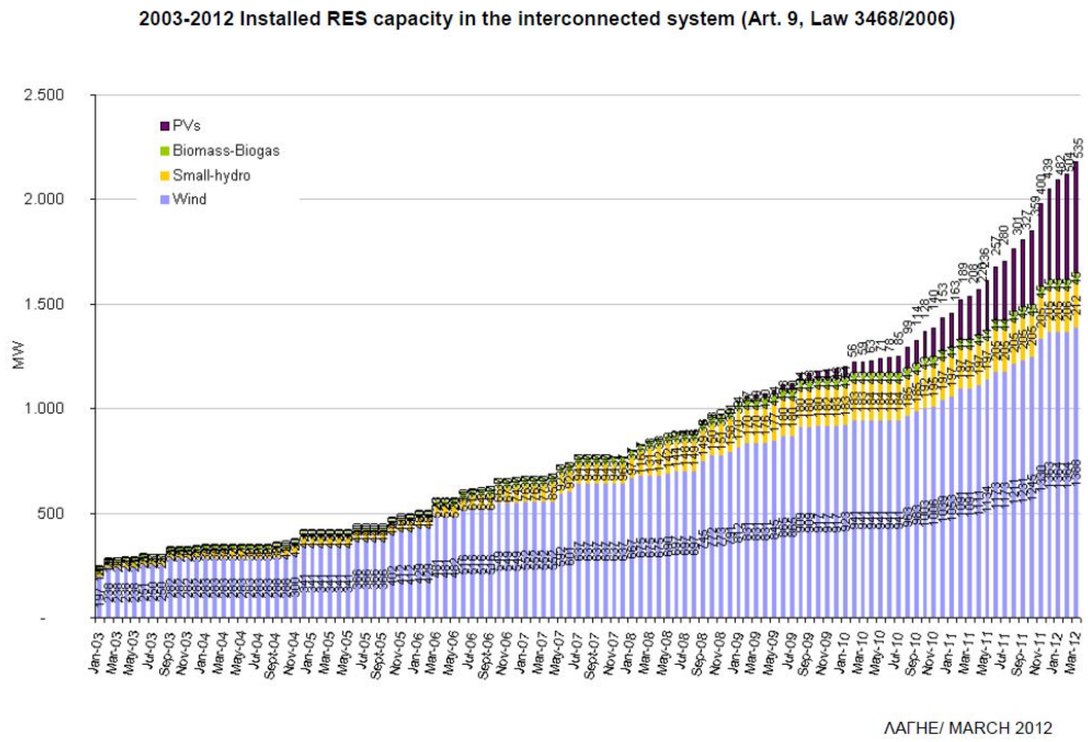
Η εξέλιξη του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος τις επόμενες δεκαετίες (από ανακοίνωση του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – ΥΠΕΚΑ) θα έχει ως βασικό άξονα κατεύθυνσης την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, την διασφάλιση της καλής λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς ενέργειας, την βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας, την προώθηση των τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ και σε ένα πλάνο εξοικονόμηση ενέργειας για την δραστική μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων.

Στο πλαίσιο αυτό, το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ που παρουσιάστηκε το καλοκαίρι του 2010 και έχει ως στόχο την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων για τη διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση, θέτει συνολικά και τις βάσεις και την πορεία εξέλιξης του ενεργειακού τομέα μέχρι το 2020.

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος μέχρι το 2020 οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επίτευξη του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, θα επιτευχθεί μόνο με τη συνδυαστική εφαρμογή θεσμικών, κανονιστικών, οικονομικών και τεχνολογικών μέτρων που έχουν ως βασικό στόχο την αξιοποίηση του οικονομικού δυναμικού ανάπτυξης μεγάλων έργων ΑΠΕ, την ολοκλήρωση των αναγκαίων εργασιών επέκτασης και αναβάθμισης του ηλεκτρικού δικτύου και τη σταδιακή ανάπτυξη της διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Προφανώς αυτό απαιτεί την αντιμετώπιση ποικίλλων εμποδίων, που έχουν ήδη εντοπιστεί, και σχετίζονται με καθυστερήσεις στην αδειοδότηση έργων ΑΠΕ, σε ασάφειες θεμάτων χωροταξικού σχεδιασμού, καθώς και την ελλιπή ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τις εφαρμογές έργων ΑΠΕ.

Στο πλαίσιο αυτό, σύμφωνα και με τις κατευθυντήριες οδηγίες από την ΕΕ, για την περίοδο μετά το 2020 θα συνεχιστεί η περαιτέρω διείσδυση και συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, στη θέρμανση και ψύξη καθώς και στις μεταφορές και θα συνεπικουρείται και από την ενδυνάμωση των μηχανισμών και των αντίστοιχων κυρώσεων σχετικά με τις εκπομπές αέριων ρύπων του θερμοκηπίου. Παράλληλα, η εφαρμογή θεσμικών μέτρων κυρίως στον κτιριακό τομέα και τις μεταφορές, καθώς και η ταχεία εξέλιξη τεχνολογικών εφαρμογών που οδηγούν σε βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, αναμένεται να επιτύχουν σημαντικά μεγέθη εξοικονόμησης ενέργειας που στις επόμενες δεκαετίες θα οδηγήσουν σε σταδιακή μείωση του ρυθμού αύξησης της ζήτησης και τελικά και της απόλυτης μείωσης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

Συγκεκριμένα, στα σενάρια εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος που εξετάζονται, ισχύουν ή/και ενδυναμώνονται οι τάσεις που δημιουργήθηκαν για να επιτευχθούν οι στόχοι του 2020 μέχρι το 2050 και για το σκοπό αυτό τίθενται δεσμεύσεις και στόχοι για τις εκπομπές, επιτυγχάνονται υψηλοί ρυθμοί βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ και η συμμετοχή των τεχνολογιών διαμορφώνεται στη βάση του ελαχίστου κόστους.



Σχήμα 1.5
Ελληνική εγκατεστημένη ισχύς (MW) ανά τεχνολογία ΑΠΕ
[Αναφορά ΛΑΓΗΕ – Μάρτιος 2012]

Η Ελληνική κυβέρνηση στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, με το Ν. 3851/2010 προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%. Συγκεκριμένα ο στόχος αυτός εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε θέρμανση και ψύξη και 10% στις μεταφορές.

Για τον καθορισμό της εξέλιξης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος για την περίοδο 2010-2020, λαμβάνονται υπόψη οι προαναφερθέντες εθνικοί στόχοι και δεσμεύσεις για τη μείωση των εκπομπών και τη διείσδυση των ΑΠΕ. Επιπλέον συνυπολογίζεται το σύνολο των πρόσφατων θεσμικών αλλαγών που αφορούν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα καθώς και στην ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς και εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων και πολιτικών που αποσκοπούν στην επίτευξη του συγκεκριμένου εθνικού στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας.

1.3.1.2 *Η Ελληνική πραγματικότητα.*

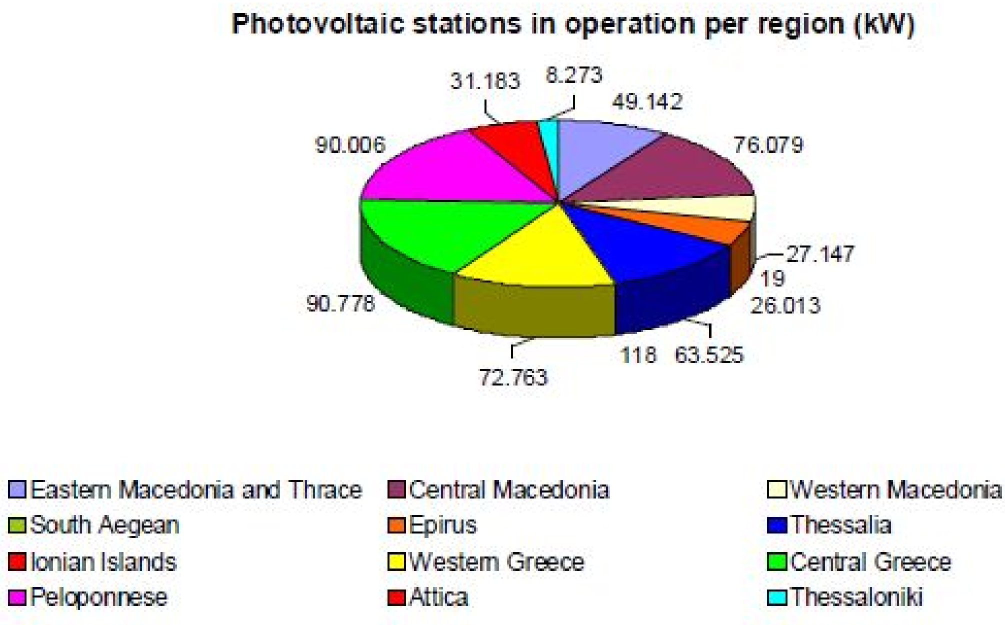
Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έκρηξη επενδυτικού ενδιαφέροντος για συστήματα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Οι γενναίες αρχικές επιδοτήσεις από τα κρατικά και ευρωπαϊκά προγράμματα σε συνδυασμό με την τιμή πώλησης της MWh τότε (2004) κατέστησαν την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ όχι μόνο βιώσιμη αλλά και κερδοφόρα επένδυση με ελάχιστο ρίσκο. Το ίδιο ισχύει και σήμερα που έχουν σταματήσει οι κρατικές επιδοτήσεις αλλά υπάρχει ακόμα η υψηλή τιμή πώλησης σε συνδυασμό με την πτώση των τιμών στην αγορά και εγκατάσταση τεχνολογιών ΑΠΕ (€/kWp) τουλάχιστον έχουν κρατήσει αμείωτο το ενδιαφέρον για επενδύσεις κυρίως σε συστήματα παραγωγής ενέργειας εκμεταλευόμενα τον ήλιο ή τον αέρα (Φωτοβολταϊκά – Αιολικά πάρκα).

Συγκεκριμένα και πάλι σύμφωνα με τα στοιχεία του ΛΑΓΗΕ (Μάρτιος 2012) η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β σταθμών παραγωγής ενέργειας για το πρώτο τρίμηνο του 2012 είναι 535MW (25% του συνόλου εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ). Δεν θα μπορούσε να μην γίνει αναφορά και στην ισχύ των Αιολικών σταθμών που αγγίζει τα 1388MW (64% του συνόλου εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ).

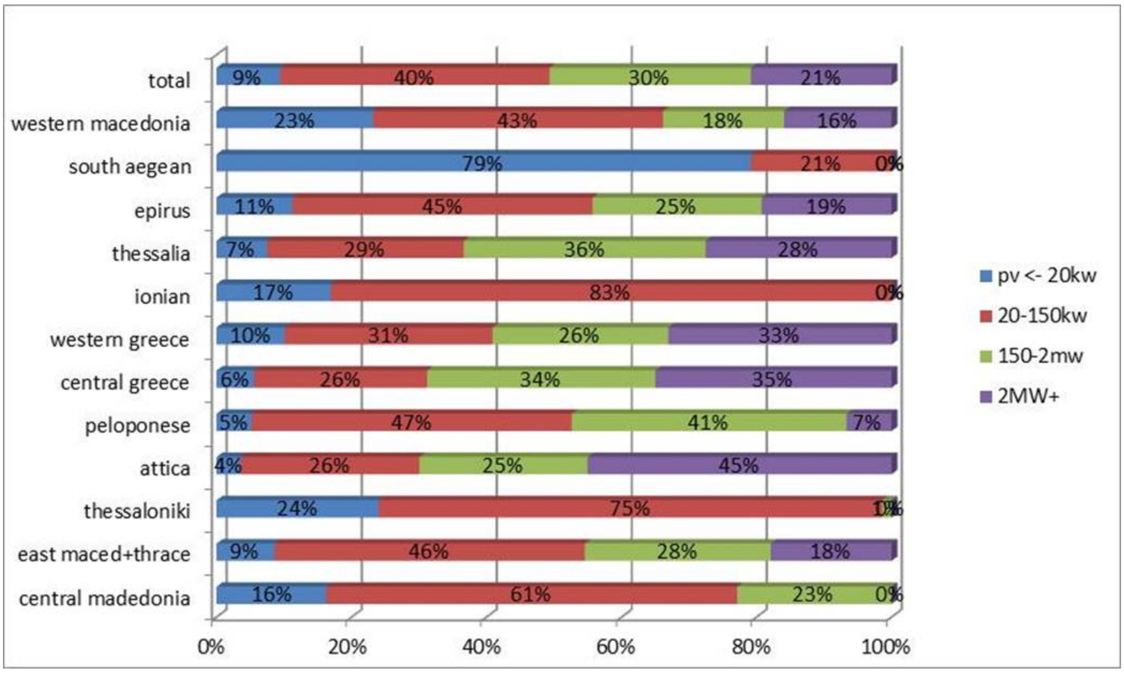
Εντυπωσιακή είναι η αύξηση κατά 97.03 MW μηνιαίως που σημείωσε η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β συστημάτων τον μήνα Ιούλιο σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ΛΑΓΗΕ για το διασυνδεδεμένο σύστημα, ενώ 20.84 MW προστεθήκαν σε στέγες. Αντίθετα στάσιμη φαίνεται να είναι η κατάσταση για τα υπόλοιπα συστήματα ΑΠΕ(ειδικά για τα αιολικά συστήματα θα πρέπει να σημειωθεί πως σε αντίθεση με το μήνα Μάιο που προστεθήκαν 40 MW)

Όσον αφορά τα στοιχεία που δημοσίευσε ο ΛΑΓΗΕ, τον Ιούνιο η ισχύς των Φ/Β ανήλθε σε 724,18 MW (627,15 MW τον Μάιο) και αυτή των φ/β σε στέγες στα 179,36 MW (158,52 MW τον Μάιο). Τα αιολικά παρέμειναν στα 1428,29 MW, τα μικρά υδροηλεκτρικά στα 211,88 MW και οι μονάδες βιομάζας στα 44,75 MW. Αντίστοιχα, η ενέργεια που παρήγαγαν οι ΑΠΕ τον Ιούνιο ήταν 161.521,22 MWh από φωτοβολταϊκά, 19.906 από φ/β σε στέγες, 269.662 από τα αιολικά, 57.020 από τα υδροηλεκτρικά και 15.906 από τη βιομάζα. Συνολικά οι ΑΠΕ παρήγαγαν 524014 MWh.

Το 30% της εγκατεστημένης ισχύς Φ/Β σταθμών βρίσκεται στην Κεντρική Ελλάδα και στην Πελοπόννησο.



Σχήμα 1.6
Συνολική Ελληνική εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά περιοχή
[Αναφορά ΛΑΓΗΕ – Μάρτιος 2012]



Σχήμα 1.7
Φ/Β σταθμοί ανά περιοχή ανά ισχύ εγκατάστασης
[Αναφορά ΛΑΓΗΕ – Μάρτιος 2012]

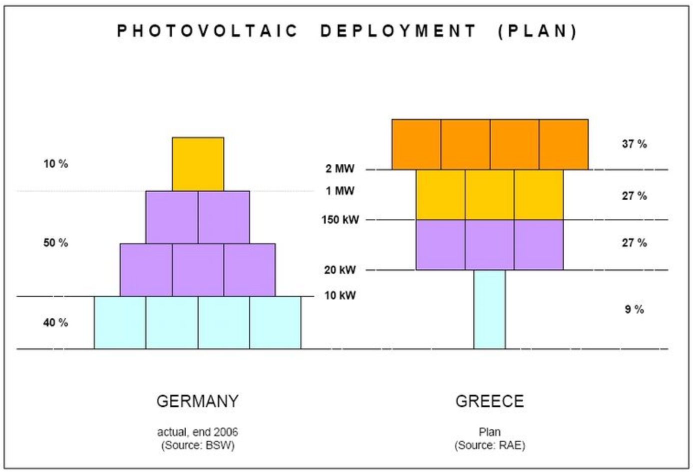
Πραγματικό ενδιαφέρον έχει η κατανομή των έργων Φ/Β σταθμών ανάλογα με την ισχύ των συστημάτων στις περιοχές που φαίνονται στο σχήμα 1.6.

Επί του συνόλου της εγκατεστημένης ισχύος από την έρευνα του ΛΑΓΗΕ προκύπτει ότι μόλις το 9% αφορά έργα με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των 20kWp ενώ το υπόλοιπο 91% κατανέμεται ως εξής:

- 40% από 20 kWp έως 150 kWp.
- 30% από 150 kWp έως 2MW.
- 21% από 2MW και πάνω.

Ενώ είναι ενθαρρυντική για το περιβάλλον η διάθεση των Ελλήνων για στροφή προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ δεν δείχνουν ότι έχουν αντιληφθεί την σοβαρότητα της κατάστασης. Το επενδυτικό σχέδιο των Ελλήνων είτε ιδιωτών είτε επενδυτικών εταιριών φαίνεται καθαρά από τον τρόπο με τον οποίο έχει κατανεμηθεί η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β σταθμών.(Σχήμα: 1.8)

Συγκριτικά παρατίθεται και η κατανομή ισχύος Φ/Β της πόλης Φράιμπουργκ (επίσημα ανακηρυγμένης πράσινης πόλης από το Διεθνές Συνέδριο Φ/Β 2008)



Σχήμα 1.8

1.4 *Θεωρεία Φωτοβολταϊκού φαινομένου.*

1.4.1 *Ηλιακή Γεωμετρία.*

Ο σημαντικότερος παράγοντας που διαμορφώνει την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η θέση του ήλιου σε σχέση με το σημείο της γης που δέχεται την ακτινοβολία. Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται οι βασικές αρχές ηλιακής γεωμετρίας.

1.4.2 *Ηλιακή σταθερά (Gsc).*

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

$$Gsc=1353 W/m^2$$

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

$$Gon = Gsc*[1+0.0033*\cos(360*n/365)]$$

Όπου:

n οι ημέρες του έτους n=1,2,3,…,365 με αρχή την $1^η$ Ιανουαρίου.
Gon η ακτινοβολία που δέχεται επίπεδο εκτός ατμόσφαιρας και κάθετο στις ακτίνες του ήλιου.

1.4.3 *Γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ).*

Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου εκφράζει τη γωνία που σχηματίζει ο τόπος με τον ισημερινό και είναι:

$$-90° \leq \phi \leq 90°$$

Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται ενδεικτικά τα γεωγραφικά πλάτη διαφόρων ελληνικών περιοχών, για την επιλογή της σωστής κλίσης του ηλιακού συλλέκτη. Υπάρχουν και εφαρμογές, όπου κρίνεται σκόπιμη η αναπροσαρμογή της κλίσης του συλλέκτη δύο ή περισσότερες φορές στη διάρκεια του έτους ώστε να παρακολουθεί κάπως την απόκλιση του ήλιου.

Πόλη ή περιοχή	Γεωγραφικό πλάτος
Σιδηρόκαστρο, Διδυμότειχο, Ορεστιάδα, Φλώρινα, Έδεσσα, Γιαννιτσά, Κιλκίς, Σέρρες, Δράμα, Καβάλα	41° 30’
Ξάνθη, Κομοτηνή, Αλεξανδρούπολη	41°
Καστοριά, Πτολεμαΐδα, Κοζάνη, Νάουσα, Βέροια, Κατερίνη, Θεσσαλονίκη, Πολύγυρος, Σαμοθράκη	40° 30’
Κόνιτσα, Γρεβενά, Λιτόχωρο, Κασσάνδρα, Λήμνος	40°
Κέρκυρα, Ηγουμενίτσα, Ιωάννινα, Μέτσοβο, Τρίκαλα, Καρδίτσα, Λάρισα, Βόλος -	39° 30’
Λευκάδα, Πρέβεζα, Άρτα, Καρπενήσι, Λαμία, Σκύρος, Μυτιλήνη	39°
Κεφαλληνία, Ιθάκη, Αγρίνιο, Μεσολόγγι, Πάτρα, Αμφιλοχία, Λιβαδειά, Θήβα, Χαλκίδα, Χίος	38° 30’
Ζάκυνθος, Αμαλιάδα, Καλάβρυτα, Κόρινθος, Μέγαρα, Ελευσίνα, Αθήνα, Ραφήνα, Κάρυστος, Άνδρος, Ικαρία, Σάμος	38°
Πύργος, Μεγαλόπολη, Τρίπολη, Άργος, Ναύπλιο, Πόρος, Σύρος, Πάτμος	37° 30’
Πύλος, Καλαμάτα, Σπάρτη, Πάρος, Νάξος, Κάλυμνος, Κως	37°
Γύθειο, Μήλος, Σαντορίνη, Ρόδος	36° 30’
Κύθηρα, Καστελόριζο	36°
Χανιά, Ρέθυμνο, Ηράκλειο, Κάσος, Κάρπαθος	35° 30’
Χώρα Σφακίων, Ιεράπετρα, Αγ.Νικόλαος Κρήτης , Κύπρος	35°

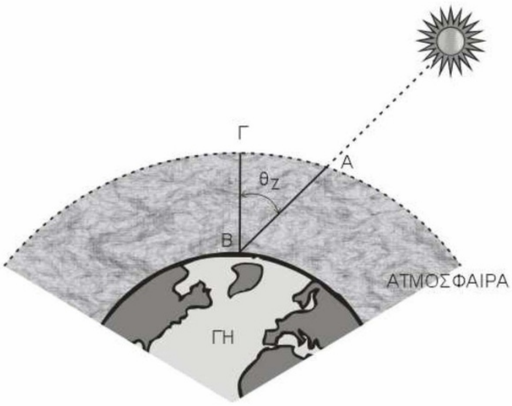
Πίνακας 1.1
Γεωγραφικό πλάτος (κατά προσέγγιση) διαφόρων Ελληνικών περιοχών.

1.4.4 *Ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του εδάφους.*

Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στο έδαφος επηρεάζεται από το μήκος της ατμόσφαιρας που διαπερνά. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η διαδρομή των ηλιακών ακτινών στην ατμόσφαιρα τόσο μειωμένη είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η μεγαλύτερη διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας για να φθάσει στην επιφάνεια της γης είναι νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.

Για την μείωση αυτή της ακτινοβολίας χρησιμοποιείται ο όρος της σχετικής μάζας του αέρα ή απλά όπως συνηθίζεται μάζα του αέρα. Μάζα του αέρα (m), ορίζεται ο λόγος της μάζας της αερίου στήλης της διαδρομής των ηλιακών ακτινών, για ανέφελο ουρανό, προς την αντίστοιχη μάζα για κατακόρυφο ήλιο (Σχήμα 1.9).
Όταν η ζενίθια γωνία του ήλιου δε έχει μεγάλες τιμές και αν δεν ληφθεί υπ' όψιν η καμπυλότητα της γης και η διάθλαση, που επηρεάζει ελαφρά το μήκος της πλάγιας διαδρομής ΑΒ, τότε το τόξο ΑΒ μπορεί να θεωρηθεί ευθύγραμμο τμήμα και κατά
συνέπεια το τρίγωνο ΑΒΓ ορθογώνιο. Οπότε ο λόγος των αντίστοιχων μαζών θα είναι και ο λόγος των διαδρομών ΑΒ προς ΒΓ και κατά συνέπεια η μάζα του αέρα (m) θα εξαρτάται από τη ζενίθια γωνία του ήλιου θZ, οπότε :

$$m=1/\cos\theta_z$$

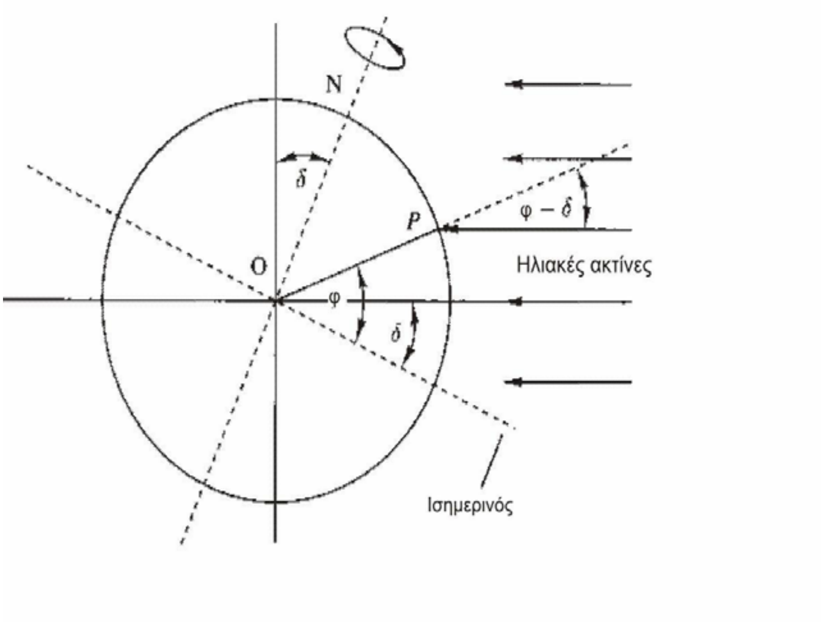


Σχήμα 1.9
Μάζα του αέρα

1.4.5 *Απόκλιση του ήλιου(**δ**).*

Κατά τη διάρκεια ενός έτους, η θέση του ήλιου παίρνει πολύ διαφορετικές τιμές σαν αποτέλεσμα της μεταβολής της απόκλισης (δ), δηλαδή της γωνίας που σχηματίζεται ανάμεσα στη ευθεία που ενώνει το κέντρο της γης με το κέντρο του ήλιου, και στο επίπεδο του ισημερινού (Σχήμα 1.9). Οι τιμές της απόκλισης του ήλιου είναι θετικές για το βόρειο ημισφαίριο και αρνητικές για το νότιο. Οι ακραίες της τιμές είναι +23.450 στις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο για το βόρειο ημισφαίριο) και -23,450 στις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο).

Άμεση συνέπεια των διαφορετικών τιμών της απόκλισης του ήλιου κατά τη διάρκεια του έτους είναι οι κυκλικές τροχιές που διαγράφονται βορειότερα στο ουρανό το καλοκαίρι, με νωρίτερη ανατολή και αργότερη δύση στο βόρειο ημισφαίριο, ενώ το χειμώνα συμβαίνει το αντίθετο. Παράλληλα διαμορφώνονται οι αντίστοιχες μετεωρολογικές και κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε διάφορες εποχές του έτους. Ιδιαίτερα χρήσιμα μεγέθη για τη γενική εκτίμηση της καθημερινής και της εποχιακής διακύμανσης της ακτινοβολίας σε ένα τόπο, είναι η θεωρητική ηλιοφάνεια, δηλαδή το χρονικό διάστημα από την ανατολή μέχρι τη δύση του ήλιου, καθώς και η μέση πραγματική ηλιοφάνεια που δείχνει το μέσο όρο των ωρών που ο ήλιος δεν καλύπτεται από σύννεφα. Επίσης, ο αριθμός των ημερών με ηλιοφάνεια, στη διάρκεια των οποίων ο ήλιος δεν καλύπτεται από σύννεφα, καθώς και των ανήλιων ημερών, που ο ήλιος καλύπτεται από σύννεφα σε ολόκληρο το διάστημα της ημέρας.



Σχήμα 1.10
Γραφική αναπαράσταση απόκλισης του ήλιου.

Η απόκλιση του ηλίου (δ) η οποία απεικονίζεται σχηματικά υπολογίζεται από την μαθηματική εξίσωση:

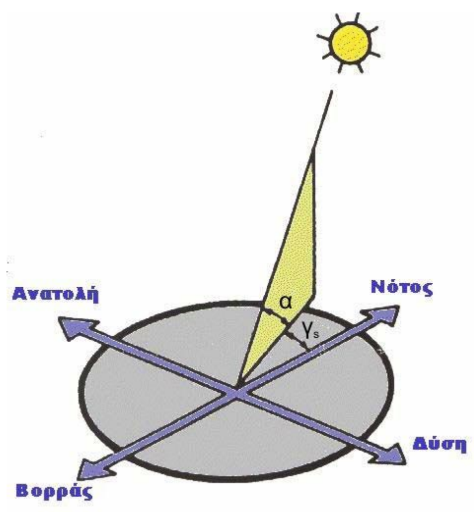
$$\delta = 23.45*\sin(360(284+n)/365)$$

1.4.6 *Ύψος και αζιμούθιο ηλίου.*

Η θέση του ήλιου στον ουρανό ενός τόπου περιγράφεται συνήθως με δύο γωνίες : το ύψος του ήλιου (α) και το αζιμούθιο του ήλιου (γ).

Το ύψος του ήλιου (α) είναι η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στην κατεύθυνση του ήλιου και στον ορίζοντα.

Αζιμούθιο (γ) είναι η γωνία που σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στη προβολή της κατεύθυνσης του ήλιου και στον τοπικό μεσημβρινό βορρά - νότου. Ο όρος προέρχεται από την αραβική λέξη **as summut,** που σημαίνει κατεύθυνση. Προς τα δεξιά από τον νότο, το ηλιακό αζιμούθιο παίρνει θετικές τιμές, και προς τα αριστερά αρνητικές τιμές. Κατά την διάρκεια της ημέρας, το ύψος του ήλιου και το αζιμούθιο μεταβάλλονται συνεχώς καθώς ο ήλιος διατρέχει τον ουρανό.



Σχήμα 1.11
Αναπαράσταση γωνίας ύψους (α) και αζιμούθιου (γ) ηλίου

Το αζιμούθιο είναι:

- Για νότιο προσανατολισμό γ=0
- Για γωνίες δυτικά από το νότο παίρνει θετικές τιμές.
- Για γωνίες ανατολικά από το νότο παίρνει αρνητικές τιμές.

1.4.7 *Ζενιθιακή γωνία του ήλιου.*

Αντί για το ύψος χρησιμοποιείται συχνά η συμπληρωματική του γωνία, δηλαδή η γωνία ανάμεσα στην κατεύθυνση του ήλιου και στη κατακόρυφο, η οποία ονομάζεται και ζενιθιακή απόσταση (ή γωνία) του ήλιου και συμβολίζεται με θ_z.

Ζενίθ είναι το σημείο του ουρανού που συναντά η κατακόρυφος ενός τόπου και ο όρος προέρχεται από την αραβικής προέλευσης λέξη senit η οποία σημαίνει ευθεία οδός.

1.4.8 *Ωριαία γωνία του ήλιου.*

Ως ωριαία γωνία του ήλιου (ω) ορίζεται η απόσταση του ήλιου από τον ηλιακή μεσημβρία λόγω περιστροφής της γης περί τον άξονά της.

Στην ηλιακή μεσημβρία ω=0° ενώ μεταβάλλεται κατά 15° / ώρα. Τις πρωινές ώρες η ω είναι θετική (+) ενώ κατά τις απογευματινές γίνεται αρνητική (-).

Η τιμή της ωριαίας γωνίας του ήλιου δίνεται από την παρακάτω μαθηματική σχέση:

ω = +/- 0,25*(min από το ηλιακό μεσημέρι)

1.4.9 *Προσανατολισμός του συλλέκτη.*

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.

Όπως η θέση του ήλιου στον ουρανό, έτσι και ο προσανατολισμός ενός επίπεδου στην επιφάνεια της γης περιγράφεται από δύο γωνίες :

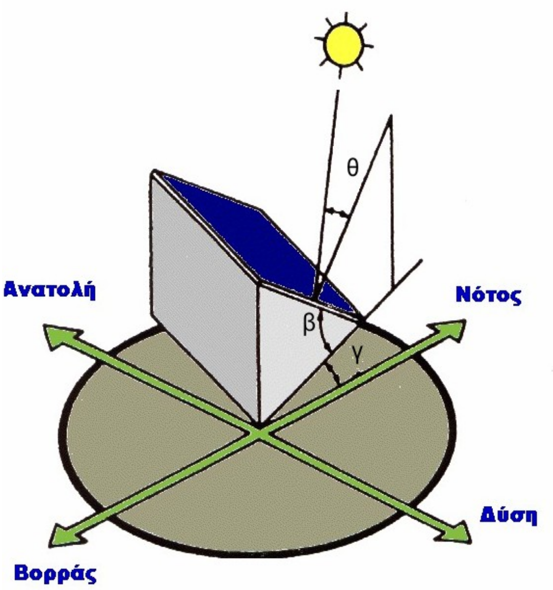
- την κλίση και
- την αζιμούθια γωνία.

Η κλίση του συλλέκτη (β) 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 (γ) 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 0ο . Η συνθήκη όμως αυτή δεν είναι εύκολο να εξασφαλιστεί καθώς ο ήλιος συνεχώς μετακινείται στον ουρανό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ἑχουν κατασκευαστεί μηχανικές διατάξεις που επαναπροσανατολίζουν συνεχώς τον συλλέκτη (π.χ. με τη βοήθεια υπολογιστή ή φωτοκύτταρων) ώστε η επιφάνεια του να αντικρίζει πάντα κάθετα τον ήλιο. Οι διατάξεις όμως αυτές είναι πολύπλοκες και δαπανηρές. Έτσι, η χρήση τους δικαιολογείται μόνον σε περιπτώσεις εφαρμογών, όπως στα συστήματα συγκεντρωμένης ακτινοβολίας με φακούς ή κάτοπτρα.



Σχήμα 1.12
Γραφική αναπαράσταση κλίσης ηλιακού συλλέκτη.

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:

$$\cos\theta = (\sin\delta*\sin\varphi*\cos\beta - \sin\delta*\cos\varphi*\sin\beta*\cos\gamma + \cos\delta*\cos\varphi*\cos\beta*\cos\omega + \cos\delta*\sin\varphi*\sin\beta*\cos\gamma*\cos\omega + \cos\delta*\sin\beta*\sin\omega*\sin\gamma)$$

Οι επίπεδοι συλλέκτες χρησιμοποιούν την άμεση και τη διάχυτη ακτινοβολία και συνήθως τοποθετούνται υπό σταθερή κλίση και προσανατολισμό κατά τη διάρκεια του έτους. Η επιλογή του ευνοϊκού προσανατολισμού και της κλίσης του συλλέκτη είναι το σημαντικότερο μέτρο για τη βελτίωση του ηλιακού κέρδους. Η θέση του συλλέκτη (προσανατολισμός και κλίση) επηρεάζει την απόδοσή του κατά δύο τρόπους. Πρώτα επηρεάζει σημαντικά το ποσό της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στην επιφάνεια του συλλέκτη. Ακόμα η θέση του συλλέκτη επηρεάζει 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΜΕΛΕΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ

(Δημιουργία φακέλου του έργου για κατάθεση στη ΔΕΗ)

2.1 *Νομοθεσία Έργων Α.Π.Ε.*

2.1.1 *Κατηγορίες Έργων (ΑΠΕ).*

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του ν.1650/1986 στην παράγραφο 2 γίνεται διαχωρισμός τον έργων ανάλογα με τον βαθμό που αυτά επηρεάζουν το περιβάλλον:

1. **Πρώτη κατηγορία**: (Α1 και Α2) περιλαμβάνονται τα έργα και οι δραστηριότητες που λόγω της φύσης ή της έκτασής τους είναι δυνατόν να προκαλέσουν σοβαρούς κινδύνους για το περιβάλλον. Στα έργα και στις δραστηριότητες της κατηγορίας αυτής επιβάλλονται κατά περίπτωση περιορισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος.
2. **Δεύτερη κατηγορία**: (Β3 και Β4) περιλαμβάνονται τα έργα και οι δραστηριότητες οι οποίες δεν προκαλούν σοβαρούς κινδύνους ή οχλήσεις και υποβάλλονται σε γενικές προδιαγραφές για την προστασία του περιβάλλοντος.
3. **Τρίτη κατηγορία**: (Γ) περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που προκαλούν ιδιαίτερα μικρό κίνδυνο ή όχληση για το περιβάλλον.

Η παραπάνω κατηγορίες ενημερώνονται σύμφωνα με τον ν.4014/2011 όπως παρουσιάζεται στην συνέχεια:

Τα έργα και οι δραστηριότητες του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα των οποίων η κατασκευή ή λειτουργία δύναται να έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον κατατάσσονται πλέον σε δύο κατηγορίες (Α και Β) ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

- **Η πρώτη κατηγορία (Α)** περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και για τα οποία απαιτείται η διεξαγωγή μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) προκειμένου να επιβάλλονται ειδικοί όροι και περιορισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος σχετικά με το συγκεκριμένο έργο. Τα έργα και οι δραστηριότητες της κατηγορίες Α κατατάσσονται σε:
    1. Σε αυτά που ενδέχεται να προκαλέσουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και αποτελούν την **υποκατηγορία Α1**.
    2. Και σε αυτά που ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και αποτελούν την **υποκατηγορία Α2**.
- **Η δεύτερη κατηγορία (Β)** περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες τα οποία χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές μόνο επιπτώσεις στο περιβάλλον και υπόκεινται σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που τίθενται για την προστασία του περιβάλλοντος.

Τα κριτήρια κατάταξης στις παραπάνω κατηγορίες όπως αυτά προβλέπονται από τον ν.4014/2011 (Παράρτημα 1) είναι:

1. Τα χαρακτηριστικά του έργου/δραστηριότητας και ιδιαίτερα:
    - Το είδος και το μέγεθος του έργου/δραστηριότητας
    - Η συσσώρευση και αλληλεπίδραση με άλλα έργα.
    - Η χρήση φυσικών πόρων.
    - Η παραγωγή αποβλήτων.
    - Η ρύπανση και οι οχλήσεις.
    - Ο κίνδυνος σοβαρού ατυχήματος ιδίως ως προς χρησιμοποιούμενες ουσίες ή τεχνολογίες.
2. Η περιβαλλοντική ευαισθησία των γεωγραφικών περιοχών που ενδέχεται να θιγούν από το έργο/δραστηριότητα, ιδίως ως προς:
    - Την υπάρχουσα χρήση γης με έμφαση στα θεσμοθετημένα σχέδια χωροταξικής οργάνωσης.
    - Τον σχετικό πλούτο την ποιότητα και την αναγεννητική ικανότητα των φυσικών πόρων της περιοχής στις παράκτιες περιοχές στις περιοχές που έχουν ενταχθεί στο σύστημα προστατευόμενων περιοχών του νόμου Προστασίας της Βιοποικιλότητας (ν.3937/2011) ο οποίος ισχύει σε περιοχές όπου καταστρατηγούνται ήδη τα πρότυπα για την ποιότητα του περιβάλλοντος που καθορίζει η νομοθεσία σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και σε τοπία ιστορικής, πολιτιστικής ή αρχαιολογικής σημασίας.
3. Τα χαρακτηριστικά των ενδεχόμενων σημαντικών επιπτώσεων του έργου οι οποίες εξετάζονται σε συνάρτηση με τα κριτήρια προς:
    - Την έκταση των επιπτώσεων (γεωγραφική περιοχή και μέγεθος θιγόμενου πληθυσμού)
    - Το διασυνοριακό χαρακτήρα των επιπτώσεων.
    - Το μέγεθος και την πολυπλοκότητα των επιπτώσεων, την πιθανότητα των επιπτώσεων.
    - Τη διάρκεια των επιπτώσεων και την αναστρεψιμότητα αυτών.

2.1.2 *Εθνικός Στόχος παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ*

Στο ΦΕΚ 85 Α (04062010) Άρθρο 1 παράγραφος 3 αναφέρεται ο εθνικός στόχος Α.Π.Ε. όπως αυτός προστίθεται στο Ν.3468/2006 (ΦΕΚ 129 Ά).

Οι Εθνικοί στόχοι για της Α.Π.Ε. με βάση της οδηγία 2009/28/ΕΚ (ELL,140/2009) καθορίζονται μέχρι το έτος 2020 ως εξής:

1. Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%
2. Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%.
3. Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση-ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%.
4. Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

2.1.3 *Άδεια Παραγωγής.*

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. χορηγείται με απόφαση της ΡΑΕ (Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας) με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- Της Εθνικής ασφάλειας.
- Της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας.
- Της εν γένει ασφάλειας των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του συστήματος και του δικτύου.
- Της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου για το οποίο υποβάλλεται σχετική αίτηση, όπως η αποδοτικότητα αυτή προκύπτει για τα έργα Α.Π.Ε. από μετρήσεις του δυναμικού Α.Π.Ε.
- Της ωριμότητας της διαδικασίας υλοποίησης του έργου, όπως προκύπτει από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, γνωμοδοτήσεις αρμόδιων υπηρεσιών καθώς και από συναφή στοιχεία.
- Της εξασφάλισης ή της δυνατότητας εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.
- Της δυνατότητας του αιτούντος ή των μετόχων ή των εταίρων του να υλοποιήσουν το έργο με βάση την επιστημονική και τεχνική του επάρκεια και της δυνατότητας εξασφάλισης της απαιτούμενης χρηματοδότησης.
- Της διασφάλισης παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και προστασίας των πελατών.
- Της δυνατότητας υλοποίησης του έργου σε συμμόρφωση με το ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για της Α.Π.Ε. και ειδικότερα με τις διατάξεις του για τις περιοχές αποκλεισμού χωροθέτησης εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. εφόσον οι περιοχές αυτές έχουν οριοθετηθεί κατά τρόπο ειδικό και συγκεκριμένο, καθώς και τις διατάξεις του για τον έλεγχο της φέρουσας ικανότητας στις περιοχές που επιτρέπονται Α.Π.Ε. ώστε να διασφαλίζεται η καταρχήν προστασία του περιβάλλοντος.
- Της συμβατότητας του έργου με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την επίτευξη των στόχων του άρθρου 1.

Σύμφωνα με την υπουργική απόφαση Υ.Α.Π.Ε./Φ1/14810/04.10.2011 (ΦΕΚ Β΄/2373/25.10.2011) δικαίωμα υποβολής αίτησης χορήγησης άδειας παραγωγής έχουν φυσικά και νομικά πρόσωπα που:

- Έχουν συσταθεί νόμιμα και εδρεύουν σε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε χώρες της Ενεργειακής Κοινότητας ή σε τρίτες χώρες εφόσον σχετικό δικαίωμα απορρέει από την διμερή συμφωνία που η χώρα έχει συνάψει με την Ελλάδα.
- Έχουν συστήσει νομίμως υποκατάστημα στην Ελλάδα.

Η Ρ.Α.Ε. πριν εκδόσει την απόφασή της για της παραχώρηση άδειας για το έργο μπορεί να συνεργάζεται με τον Διαχειριστή του Συστήματος (του δικτύου ή των μη διασυνδεδεμένων νήσων) για τον καταρχήν καθορισμό του τρόπου και του σημείου σύνδεσης του έργου με το σύστημα ή το δίκτυο.

Το χρονικό περιθώριο του καθορισμού αυτού γίνεται εντός είκοσι (20) ημερών από την υποβολή του ερωτήματος.

Αφού η Ρ.Α.Ε. εξετάσει εάν πληρούνται τα κριτήρια όπως αυτά αναφέρονται παραπάνω αποφασίζει για την χορήγηση ή μη της άδειας παραγωγής μέσα σε δύο (2) μήνες από την υποβολή της αίτησης, εφόσον ο φάκελος θεωρείται πλήρης. (πλήρης θεωρείται ένας φάκελος εάν μέσα σε τριάντα (30) μέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως από τον αιτούντα συμπληρωματικά στοιχεία.

Η απόφαση αναρτάται στην ιστοσελίδα της Ρ.Α.Ε. και κοινοποιείται στον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με επιμέλειά της και δημοσιεύεται σε μία ημερήσια εφημερίδα πανελλαδικής κυκλοφορίας με μέριμνα του δικαιούχου. Ο Υπουργός ελέγχει αυτεπαγγέλτως την νομιμότητα αυτής μέσα σε διάστημα είκοσι (20) ημερών από την περιέλευσή της σε αυτόν.

Δίνεται προθεσμία δεκαπέντε (15) ημερών από την ημέρα ανάρτησης της απόφασης στην ιστοσελίδα της Ρ.Α.Ε. σε όποιον έχει έννομο συμφέρων να ασκήσει προσφυγή κατ΄αυτής για έλεγχο της νομιμότητάς της.

Ο Υπουργός αποφαίνεται επί της προσφυγής σε διάστημα είκοσι (20) ημερών από την κατάθεσή της στο υπουργείο. Αν παρέλθει άπρακτη η ημερομηνία προσφυγής τεκμηριώνεται η απόρριψη αυτής.

Μετά το πέρας του ελέγχου νομιμότητας της αίτησης η απόφαση της Ρ.Α.Ε. καταχωρείται στο μητρώο που τηρεί η Αυτοτελής Υπηρεσία Α.Π.Ε. του υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χορηγείται για είκοσι πέντε (25) έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρόνο. Εάν μέσα σε διάστημα τριάντα (30) μηνών από την άδεια παραγωγής δεν εκδοθεί άδεια εγκατάστασης η άδεια παραγωγής παύει να ισχύει εκδιδόμενης σχετικής απόφασης από την Ρ.Α.Ε.

Προς διευκόλυνση των επενδυτών στον χρόνο των τριάντα (30) μηνών δεν υπολογίζονται:

- Ο χρόνος αναστολής με δικαστική απόφαση της άδειας παραγωγής ή άλλης άδειας/έγκρισης που απαιτείται για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης.
- Ο χρόνος καθυστέρησης που οφείλεται σε πράξεις ή παραλείψεις των αρμοδίων υπηρεσιών ή σε άλλους αντικειμενικούς λόγους που δεν αφορούν τον κάτοχο της άδειας παραγωγής.

Στις ανωτέρω περιπτώσεις ο δικαιούχος της άδειας μπορεί να υποβάλει πριν από την παρέλευση των τριάντα (30) μηνών αίτηση στη Ρ.Α.Ε. για την χορήγηση παράτασης. Η άδεια παραγωγής εξακολουθεί να ισχύει έως την έκδοση απόφασης από την Ρ.Α.Ε. επί της αιτήσεως αυτής.

Η άδεια παραγωγής βάση του ν.3468/2006 όπως ισχύει προβλέπει πως η άδεια παραγωγής περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία του κατόχου της:

- Τον κάτοχο, παραγωγό ή αυτοπαραγωγό (φυσικό ή νομικό πρόσωπο).
- Τον τόπο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Την εγκατεστημένη ισχύ και την μέγιστη ισχύ παραγωγής.
- Την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή την μορφή Α.Π.Ε. (εάν εφόσον χορηγείται για σταθμό Α.Π.Ε.).
- Την διάρκεια ισχύος αυτής.
- Το ή τα πρόσωπα τα οποία έχουν την οικονομική δυνατότητα για την χρηματοδότηση και υλοποίηση του έργου.

Με βάση τον ν.3851/2010 η άδεια παραγωγής ισχύει κανονικά εάν αλλάξει οποιοδήποτε από τα παραπάνω πλην της διάρκειας ισχύος της άδειας με μία απλή ενημέρωση στην Ρ.Α.Ε. με σχετική αίτηση από τον κάτοχο.

Η Ρ.Α.Ε. γνωμοδοτεί για την τροποποίηση της άδειας παραγωγής μέσα σε εξήντα (60) ημέρες από την κατάθεση του φακέλου της αίτησης εφόσον αυτός είναι πλήρης. Εφόσον εκδοθεί απόφαση με επιμέλεια της Ρ.Α.Ε. αναρτάται στην ιστοσελίδα αυτής.

Μετά την έκδοση του ν.3851/2010 δεν απαιτείται αλλαγή/τροποίηση της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όταν:

- Η εγκατεστημένη ισχύς ή η μέγιστη ισχύς παραγωγής σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που συνδέεται με το σύστημα ή με το δίκτυο αυξηθεί μέχρι δέκα τις εκατό (10%) συνολικά σε σχέση με την αρχική άδεια και εφόσον δεν επέρχεται μεταβολή του γηπέδου εγκατάστασης άλλη πέραν από την μείωση του εμβαδού του.
- Μεταβολή της κατοικίας ή έδρας του αδειούχου.
- Αν μειωθεί ή εγκατεστημένη ισχύς ή η μέγιστη ισχύς παραγωγής εφόσον από την μείωση αυτής δεν επέρχεται καμία αλλαγή στο γήπεδο εγκατάστασης πλην από την μείωση του εμβαδού του.
- Εάν η όποια αλλαγή των στοιχείων της άδειας δεν επηρεάζει τα στοιχεία με τα οποία έχει αρχικά γνωμοδοτήσει θετικά για την άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. η ΡΑΕ όπως αυτά αναφέρονται στην αρχή του κεφαλαίου.

Εάν συντρέχει οποιαδήποτε από τις παραπάνω περιπτώσεις ο κάτοχος της άδειας παραγωγής υποχρεούται να γνωστοποιήσει αμελλητί στην Ρ.Α.Ε. και στον υπουργό Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με γραπτή δήλωσή του και η γραμματεία της Ρ.Α.Ε. υποχρεούται να εκδόσει σχετική βεβαίωση μέσα σε προθεσμία δέκα (10) ημερών από την υποβολή της αίτησης.

Σε περίπτωση που ο κάτοχος της άδειας παραλείψει την ενημέρωση αυτή επιβάλλονται σε βάρος του κυρώσεις όπως αυτές προβλέπονται από το άρθ. 22 του ν.3648/2006 ύψους από 5.000 έως 500.000 ευρώ ανάλογα με την περίπτωση.

Στην παράγραφο 6 του άρθρου 3 του ν.3648/2006 για την δυνατότητα μεταβίβασης της άδειας παραγωγής εφόσον δεν επηρεάζονται και φυσικά συνεχίζουν να πληρούνται τα κριτήρια της αρχικής γνωμοδότησης της Ρ.Α.Ε. και με απόφαση αυτής επιτρέπεται. Όμως από τον ν.3851/2010 η μεταβίβαση αυτή δεν συντρέχει λόγος παράτασης της προθεσμίας των τριάντα (30) μηνών για την έκδοση άδειας εγκατάστασης.

Η χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. δεν απαλλάσσει τον κάτοχο αυτής από την υποχρέωση να λάβει και τις υπόλοιπες άδειες ή εγκρίσεις που προβλέπονται από την νομοθεσία (όπως έγκριση περιβαλλοντικών όρων, άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας).

Παρόλα αυτά η άδεια παραγωγής αποτελεί προϋπόθεση για την χορήγηση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.). Πριν από την χορήγηση της άδειας παραγωγής οι αρμόδιες υπηρεσίες οφείλουν να εξετάζουν αιτήσεις ενδιαφερομένων για την έκδοση γνωμοδοτήσεων σχετικών με την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

2.1.4 *Περιβαλλοντική αδειοδότηση*

Με βάση την Υ.Α. 1958/2012 (παράρτημα 10) για την κατάταξη των δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 1 παράγραφος 4 του ν.4014/2011 (ΦΕΚ 209/Α/2011) όπως ισχύει σήμερα με την διορθωτική παρέμβαση από την Υ.Α. 207741/2012 για τους Φωτοβολταϊκούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η κατηγοριοποίηση είναι:

Ομάδα 10η: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

α/α	Είδος έργου	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
1	Ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια	P ≥ 60 MW ή P > 30 MW και εντός περιοχών δικτύου Natura 2000 ή L ≥ 20 km	5 < P < 60 MW και L < 20 km	0,02 < P < 5 MW ή P<0,02 και ισχύει η Ξ	Από την κατάταξη εξαιρούνται τα έργα ΑΠΕ που σύμφωνα με ισχύουσες διατάξεις δεν απαιτούν την έγκριση περιβαλλοντικών όρων (π.χ. φωτοβολταϊκοί σταθμοί και ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται σε κτίρια ή και άλλες δομικές κατασκευές ή εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων). P: εγκατεστημένη ισχύς L: μήκος διασυνδετικής γραμμής μεταφοράς υψηλής τάσης (150 kV) Ξ: Εξαίρεση σύμφωνα με την παρ. 13 του άρθρου 8 του ν. 3468/2006 όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 3 του ν. 3851/2010, δηλαδή: α) Το έργο εγκαθίστανται σε γήπεδο που βρίσκεται σε περιοχή του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτια θέση που απέχει λιγότερο από 100 m από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων, ή β) Το έργο γειτνιάζει, σε απόσταση μικρότερη των 150 m, με σταθμό Α.Π.Ε. της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί γι' αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης, η δε συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει το 0,5 MW για φωτοβολταϊκούς, ηλιοθερμικούς και γεωθερμικούς σταθμούς, καθώς και για σταθμούς βιοκαυσίμων, βιορευστών και βιοαερίου ή τα 20 kW για αιολικούς σταθμούς. Τα συνοδά έργα (π.χ. οδοποιία, δίκτυο διασύνδεσης) ακολουθούν την κατηγορία του κυρίως έργου. Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς βιοαερίου που παράγεται σε ΧΥΤΑ ακολουθεί την κατάταξη του ΧΥΤΑ Στην ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς καύσης βιομάζας δεν περιλαμβάνονται οι περιπτώσεις SRF και RDF που δεν πληρούν τα κριτήρια περιεκτικότητας σε βιομάζα που καθορίζει ο εκάστοτε κανονισμός αδειών παραγωγής.
2	Ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκούς σταθμούς		P ≥ 2 MW	0,5 < P < 2 MW ή P<0,5 και ισχύει η Ξ	
3	Ηλεκτροπαραγωγή από ηλιοθερμικούς σταθμούς	P ≥ 10 MW	0,5 < P < 10 MW ή P<0,5 και ισχύει η Ξ		
4	Ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμικούς σταθμούς	P ≥ 5 MW	0,5 < P < 5 MW ή P<0,5 και ισχύει η Ξ		
5	Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς βιορευστών και βιοκαυσίμων	P ≥ 10 MW	0,5 < P < 10 MW ή P<0,5 και ισχύει η Ξ		
6	α) Ηλεκτροπαραγωγή με καύση βιοαερίου	P ≥ 3 MW	0,5 < P < 3 MW ή P<0,5 και ισχύει η Ξ		
	β) Εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	Κατατάσσονται σύμφωνα με το Παράρτημα IV			
7	Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς καύσης βιομάζας	P ≥ 10 MW	0,5 < P < 10 MW		

Από όπου προκύπτει ότι οι Φωτοβολταϊκοί σταθμοί εντάσσονται στην κατηγορία Β εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι από 500kWp έως 2MWp ενώ και οι σταθμοί μικρότερης ισχύος (P<500kWp) βάση της παραγράφου 13 του άρθρου 8 του ν.3468/2006 όπως αυτή τροποποιήθηκε από το άρθρο 3 του ν.3851/2010 εντάσσονται στην ίδια κατηγορία στις εξής περιπτώσεις:

1. Το έργο εγκαθίσταται σε γήπεδο που βρίσκεται σε περιοχή natura 2000 (Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών: Τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (στα αγγλικά: Special

Protection Areas - SPA) για την Ορνιθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ, και τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (στα αγγλικά: Sites of Community Importance – SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Για τον προσδιορισμό των ΤΚΣ λαμβάνονται υπόψη οι τύποι οικοτόπων και τα είδη των Παραρτημάτων I και II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ καθώς και τα κριτήρια του Παραρτήματος III αυτής. Οι ΖΕΠ, μετά τον χαρακτηρισμό τους από τα Κράτη Μέλη, εντάσσονται αυτόματα στο Δίκτυο Natura 2000, και η διαχείρισή τους ακολουθεί τις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΚ και τις διατάξεις του άρθρου 4 της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Αντίθετα, για την ένταξη των ΤΚΣ πραγματοποιείται επιστημονική αξιολόγηση και διαπραγμάτευση μεταξύ των Κρατών Μελών και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των κατά οικολογική ενότητα Βιογεωγραφικών Σεμιναρίων. Οι ΤΚΣ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.). ή σε παράκτια θέση που απέχει λιγότερο από 100 m από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων.

2. Το έργο γειτνιάζει σε απόσταση μικρότερη των 150 m με σταθμό ΑΠΕ ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί για αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης. Η δε συνολική ισχύς των σταθμών δεν υπερβαίνει τα 0.5MWp για φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

Τα έργα η ισχύς των οποίων ξεπερνά τα 2MWp κατατάσσονται αυτόματα στην κατηγορία Α-υποκατηγορία Α2. Το έργο με το οποίο θα ασχοληθούμε στην παρούσα εργασία είναι εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως 500kWp οπότε θα προχωρήσουμε στην ανάλυση των περιβαλλοντικών όρων για έργα που σύμφωνα με την τρέχουσα νομοθεσία κατατάσσονται στη κατηγορία Β.

Από το άρθρο 8 του ν.4014/2011 προκύπτουν για έργα κατηγορίας Β τα ακόλουθα:

- Τα έργα ή δραστηριότητες κατηγορίας Β δεν ακολουθούν την διαδικασία εκπόνησης Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) αλλά υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ).
- Τα ανωτέρω έργα ή δραστηριότητες αναλόγως του είδους τους, υπάγονται αυτοδικαίως σε ΠΠΔ, με ευθύνη της αρμόδιας αρχής/υπηρεσίας που χορήγησε την άδεια λειτουργίας κατόπιν σχετικής δήλωσης του μελετητή ή του φορέα του έργου-δραστηριότητας. Αν το έργο ή η δραστηριότητα δεν λαμβάνει άδεια λειτουργίας τότε υπάγεται σε ΠΠΔ με ευθύνη της αρμόδιας υπηρεσίας περιβάλλοντος της Περιφέρειας.
- Με αποφάσεις του Υπουργού περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και του κατά περίπτωση συναρμόδιου Υπουργού, που εκδίδονται εντός εννέα (9) μηνών από την δημοσίευση του παρόντος καθορίζονται οι προβλεπόμενες ΠΠΔ καθώς και όποια λεπτομέρεια για την ορθή εφαρμογή του παρόντος άρθρου κατά περίπτωση.

- Οι ΠΠΔ αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των απαιτούμενων, κατά περίπτωση αδειών, που προβλέπονται για την κατασκευή εγκατάσταση ή λειτουργία του εν λόγω έργου ή δραστηριότητας.

Θα πρέπει να αναφερθούμε και στην περίπτωση που το έργο ή δραστηριότητα προς αδειοδότηση βρίσκεται σε περιοχές που έχουν ενταχτεί στο δίκτυο Natura 2000 όπως αυτό αναλύεται πιο πάνω).

Στην περίπτωση έργων και δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα σε προστατευόμενες περιοχές η περιβαλλοντική αδειοδότηση διενεργείται με βάση τις σχετικές πρόνοιες των ειδικότερων προεδρικών διαταγμάτων και υπουργικών αποφάσεων προστασίας. Σε περίπτωση ελλείψεως σχετικών προβλέψεων για:

1. Έργα κατηγορίας Β υποβάλλεται ειδική οικολογική αξιολόγηση στην αρμόδια υπηρεσία Περιβάλλοντος της Περιφέρειας σύμφωνα με την παράγραφο 8 του άρθρου 11 του παρόντος (άρθρο 11 παράγραφος 8 του ν.4014/2011, Η ειδική Οικολογική Αξιολόγηση για έργα και δραστηριότητες κατηγορίας Β περιλαμβάνει την καταγραφή στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος με έμφαση στα προστατευτέα αντικείμενα της περιοχής Natura, που πρόκειται να λάβει χώρα το έργο ή η δραστηριότητα, και ενδέχεται να επηρεαστούν και την εκτίμηση πιθανών επιπτώσεων, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλα έργα ή δραστηριότητες λαμβανομένων υπόψη των στόχων διατήρησης της συγκεκριμένης περιοχής Natura.)

2. Έργα κατηγορίας Α υποβάλλεται, ως τμήμα, της ΜΠΕ, ειδική οικολογική αξιολόγηση στην αρμόδια, κατά περίπτωση, υπηρεσία σύμφωνα με τις παραγράφους 9 και 10 του άρθρου 11 του παρόντος (άρθρο 11 παράγραφος 9-10 του ν.4014/2011, ειδική οικολογική αξιολόγηση για τα έργα και τις δραστηριότητες κατηγορίας Α εντάσσεται σε παράρτημα της ΜΠΕ, ως αναπόσπαστο μέρος της, παρουσιάζοντας επιπρόσθετα των προβλεπόμενων:

    - Αναλυτική καταγραφή στοιχείων φυσικού περιβάλλοντος με έμφαση στα προστατευτέα είδη της περιοχής που δύναται να επηρεαστούν από το έργο
    - Και δέουσα εκτίμηση επιπτώσεων (όπως αυτή ορίζεται από το άρθρο 11 παράγραφος 10 του ν.4014/2011)

    Δέουσα εκτίμηση επιπτώσεων πρέπει να περιλαμβάνει ανάλυση και αξιολόγηση των εκτιμώμενων επιπτώσεων με ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία επί:

    - Των τύπων των οικοτόπων όπως αυτοί ορίζονται στο παράρτημα Ι της ΚΥΑ Η.Π. 14849/853/Ε103/04.04.2008 (τεύχος Β΄645) ιδίως ως προς την αντιπροσωπευτικότητα, την σχετική επιφάνεια και το καθεστώς διατήρησής τους.
    - Των ειδών χλωρίδας και πανίδας του παραρτήματος ΙΙ της ΚΥΑ Η.Π. 14849/853/Ε103/04.04.2008 (τεύχος Β΄645) ιδίως ως προς το μέγεθος και την πυκνότητα των πληθυσμών, την κατάσταση διατήρησής τους και την απομόνωση τους.
    - Των ειδών ορνιθοπανίδας του παρατήματος Ι της ΚΥΑ Η.Π. 37338/1807/Ε103 (τεύχος Β΄1495), καθώς και άλλων ειδών μεταναστευτικής ορνιθοπανίδας με σημαντική παρουσία στην περιοχή η οποία εξετάζεται.
    - Ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία σχετικά με το αν διασφαλίζεται η ακεραιότητα των περιοχών. Σε περίπτωση πιθανών σημαντικών

αρνητικών επιπτώσεων παρατίθεται με ανάλογη τεκμηρίωση τα αναγκαία μέτρα για την αποτροπή και ελαχιστοποίηση ώστε να διασφαλίζεται η ακεραιότητα της περιοχής. Σε περίπτωση που κατά τα δεδομένα δεν είναι δυνατή η διασφάλιση της ακεραιότητας της περιοχής παρατίθεται με ανάλογη τεκμηρίωση και συμφώνα με τα προβλεπόμενα.

Η ειδική οικολογική αξιολόγηση και η ΜΠΕ όπου αυτή απαιτείται εστιάζει στις συνέπειες για την περιοχή βάσει των στόχων διατήρησής της. Η σημασία των επιπτώσεων προσδιορίζεται σε σχέση με τα ειδικά χαρακτηριστικά και τις ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην εκάστοτε προστατευόμενη περιοχή την οποία αφορά το έργο ή η δραστηριότητα, λαμβάνοντας ιδιαιτέρως υπόψη τους στόχους διατήρησης της περιοχής. Βάσει των συμπερασμάτων της ειδικής αξιολόγησης και της ΜΠΕ και της εξαιρούμενης περίπτωσης των διατάξεων της παραγράφου 4 (έργα ή δραστηριότητες τα οποία πρέπει να υλοποιηθούν παρά τα αρνητικά αρχικά συμπεράσματα ελλείψη εναλλακτικών λύσεων για επιτακτικούς λόγους σημασίας δημοσίου συμφέροντος, συμπεριλαμβανομένων λόγων κοινωνικής ή οικονομικής φύσεως), η αρμόδια αρχή συμφωνεί για το οικείο έργο ή την δραστηριότητα της συγκεκριμένης περιοχής. Ειδικότερα η εξέταση πιθανών μέτρων αντιμετώπισης των επιπτώσεων και εναλλακτικών λύσεων μπορεί να επιτρέψει την διαπίστωση ότι, βάσει τέτοιων λύσεων ή μέτρων, το έργο ή η δραστηριότητα δεν θα παραβλάψει την ακεραιότητα της περιοχής. Η ακεραιότητα μιας περιοχής αναφέρεται στις οικολογικές λειτουργίες. Η απόφαση για το πόσο παραβλάπτεται πρέπει να εστιάζεται και να περιορίζεται στους στόχους διατήρησής της. Οι προδιαγραφές της ειδικής οικολογικής αξιολόγησης και η διαδικασία δημοσιοποίησης ανάλογα με την κατηγορία του έργου ή της δραστηριότητας καθορίζονται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, εντός τριών (3) μηνών.

Για έργα ή δραστηριότητες της κατηγορίας **Β** και εφόσον από την ειδική οικολογική αξιολόγηση προκύπτει ότι ενδέχεται να κινδυνεύει η ακεραιότητα της προστατευόμενης περιοχής, η αρμόδια περιβαλλοντική αρχή, με απόφαση του Περιφερειάρχη, εκδίδει πρόσθετους περιβαλλοντικούς όρους στις ΠΠΔ, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν παραβλάπτεται η ακεραιότητα της περιοχής.

Για κάθε έργο ή δραστηριότητα, το οποίο βρίσκεται εκτός προστατευόμενων περιοχών του δικτύου Natura αλλά όμως είναι δυνατόν να επηρεάζει σημαντικά την εν λόγω περιοχή, καθ εαυτό ή από κοινού με άλλα έργα εφαρμόζεται η παραπάνω διαδικασία μετά από εντολή της αδειοδοτούσας αρχής, προκειμένου να εκτιμηθεί δεόντως ως προς τις επιπτώσεις του στην προστατευόμενη περιοχή.

Τα έργα και οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε περιοχές που βρίσκονται εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεως ή εντός ορίων οικισμών νομίμως υφιστάμενων του 1923 ή εντός ορίων οικισμών με πληθυσμό μέχρι δύο χιλιάδων (2000) κατοίκων ή σε οργανωμένους υποδοχείς παραγωγικών δραστηριοτήτων όπως ήδη χωροθετημένες βιομηχανικές περιοχές και ζώνες ή βιοτεχνικές περιοχές και πάρκα σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία εξαιρούνται από την παραπάνω διαδικασία.

2.1.5 *Εγγυημένη Τιμή Πώλησης Ενέργειας από φωτοβολταϊκά (F.I.T.).*

Το επενδυτικό ενδιαφέρων στράφηκε στην ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκά όταν από το 2004 υπήρχαν κρατικές επιχορηγήσεις για την εγκατάσταση και λειτουργία Σταθμών Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

Στην συνέχεια οι επιχορηγήσεις ενσωματώθηκαν στην τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας στην ΔΕΗ με αυξημένη τιμή της kWh τη λεγόμενη F.I.T.

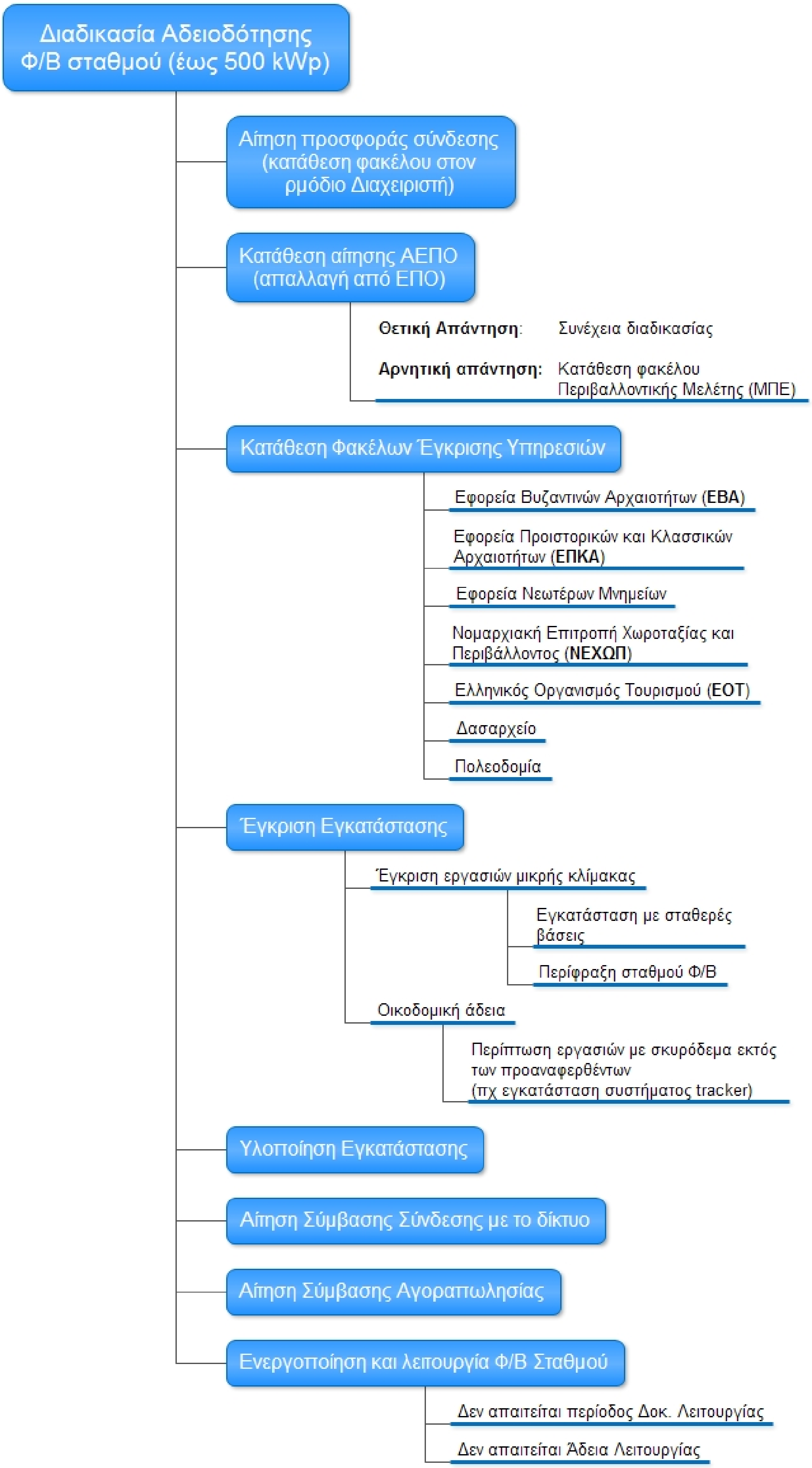
Παρουσιάζεται στην συνέχεια ένας πίνακας με την εξέλιξη της τιμής της προς πώληση παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β σταθμούς ανάλογα με την ισχύ της εγκατάστασης όπως αυτός διαμορφώνεται τα τελευταία χρόνια.

	Οικιακό Φ/Β σύστημα (€/ kWh)	Ισχύς > 100 kWp (€/MWh)	Ισχύς <= 100 kWp (€/MWh)
2006(α)	-	400	450
2006(β)	-	400	450
2007(α)	0.55	400	450
2007(β)	0.55	400	450
2008(α)	0.55	400	450
2008(β)	0.55	400	450
2009(α)	0.55	400	450
2009(β)	0.55	400	450
2010(α)	0.55	400	450
2010(β)	0.55	392.04	441.05
2011(α)	0.55	372.83	419.43
2011(β)	0.5225	351.01	394.89
2012(α)	0.495	**292.08**	**328.6**
2012(β)	**0.25**	**180**	**225**

Πίνακας 2.1
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας
ανάλογα με την ισχύ της εγκατάστασης

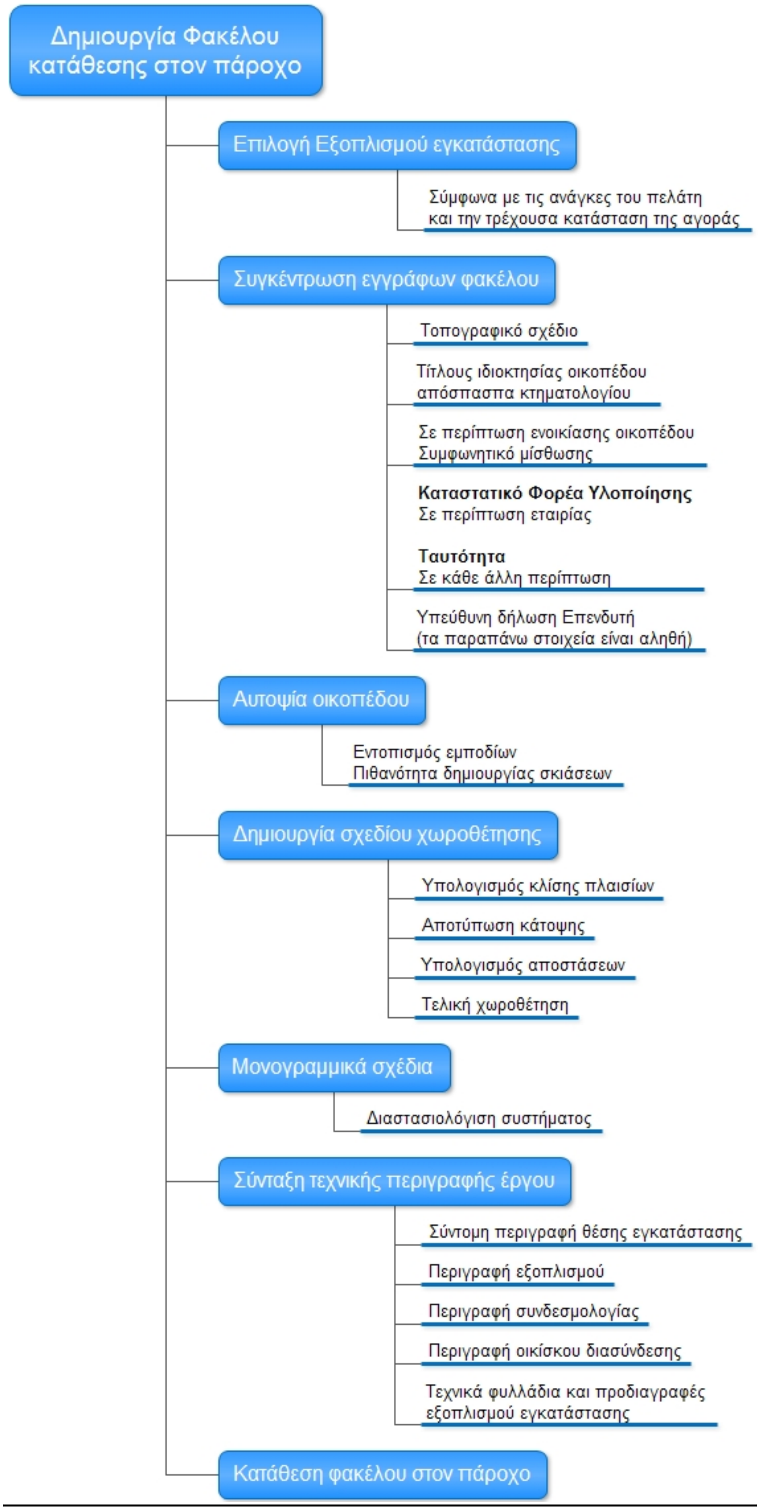
Με κίτρινο σημειώνονται οι χρονικές στιγμές κατά τις οποίες με νομοθετική ρύθμιση άλλαξε η F.I.T. με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που είχε αρχικώς θεσμοθετηθεί.

2.1.6 *Διάγραμμα ροής αδειοδοτικής διαδικασίας Φ/Β σταθμών*



2.2 *Δημιουργία φακέλου για έργα έως 1MWp*

2.2.1 *Διάγραμμα ροής εργασιών για την δημιουργία του φακέλου.*



2.2.2 *Δημιουργία φακέλου κατάθεσης.*

Συνοψίζοντας τα παραπάνω για την διαδικασία αδειοδότησης ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος μέχρι 1MW ισχύουν τα εξής:

Στην αρχική φάση του έργου εφόσον έχει βρεθεί το γήπεδο στο οποίο θα εγκατασταθεί ο Φωτοβολταϊκός Σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται η αρχική αίτηση στον ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.) 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 τροποποιήθηκες 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.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η απόδειξη της κυριότητας ή της νόμιμης κατοχής του γηπέδου για την εγκατάσταση τους.

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.

Πρέπει να δώσουμε προσοχή στο γεγονός ότι δεν απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας εργασίες από σκυρόδεμα που συνοδεύουν τις παραπάνω 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. Επιπλέον συνυποβάλλεται Υπ. Δήλωση του ενδιαφερομένου ότι ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο συγκεκριμένος πιστοποιημένος εξοπλισμός.

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:

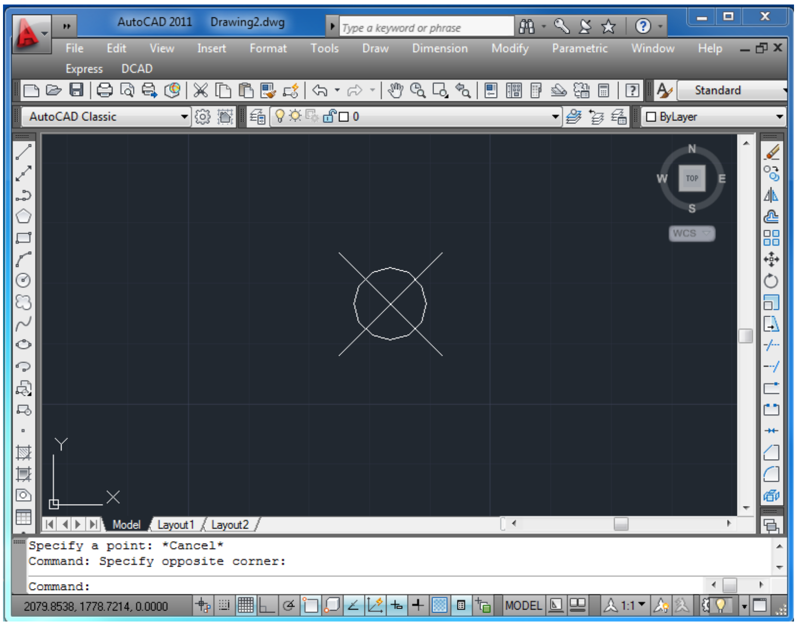
- Σύντομη περιγραφή των εκτελούμενων εργασιών που αφορούν την εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού

- 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.

2.2.2.1 *Δημιουργία τοπογραφικού διαγράμματος χωροθέτησης Φ/Β σταθμού.*

Για την δημιουργία του διαγράμματος με την χωροθέτηση του Φ/Β σταθμού στο AutoCAD χρειαζόμαστε τις συντεταγμένες του γηπέδου όπου θα γίνει η εγκατάσταση κατά ΕΓΣΑ ΄87 όπως αυτές έχουν προκύψει από τοπογραφικό διάγραμμα το οποίο έχει συντάξει τοπογράφος μηχανικός.

Η εισαγωγή των σημείων στο AutoCAD γίνεται με την εντολή point. Μπορούμε να επιλέξουμε το μέγεθος καθώς και το σύμβολο αυτού με τις εντολές PDSIZE και PDMODE αντίστοιχα για τις οποίες standard τιμές για ευκολία στον εντοπισμό των σημείων είναι 12 και 35 με τα οποία έχουμε το εξής αποτέλεσμα:



Εικόνα 2.1
Παράδειγμα εισαγωγής σημείου

Επειδή συνήθως τα προτεινόμενα αγροτεμάχια δεν είναι αποκλειστικά τετράγωνα και τα σημεία είναι αρκετά για να αποφύγουμε την διαδικασία εισαγωγής των σημείων ένα ένα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εντολή **MULTIPLE**. Ουσιαστικά είναι μία εντολή η οποία επαναλαμβάνει μια επιλεγμένη εντολή. Άρα μόλις πληκτρολογήσουμε multiple στην συνέχεια πληκτρολογούμε point ώστε να επαναλάβει την εντολή που θέλουμε.

Για να εισάγουμε τα σημεία με την εντολή multiple θα πρέπει να τα περάσουμε σε ένα φύλλο excel το οποίο περιορίζει σημαντικά την πιθανότητα λάθους αφού ο έλεγχος είναι σαφώς ευκολότερος.

Η δομή που θα πρέπει να έχει το φύλλο excel είναι η εξής:

	A	B	C	D	E	POINT
	X	,	Y	,	Z	X,Y,Z
1		,		,	0	,,0
2		,		,	0	,,0

Όπου στα κελία A1, C1 έχουμε format text ώστε να αφήνει τον αριθμό χωρίς να το στρογγυλοποιεί και στο κελί point γράφουμε την συνάρτηση:

=A1&B1&C1&D1&E1

Αυτή η συνάρτηση απλώς ενώνει τα κελία ώστε να σχηματίζεται ένα κελί με τα δεδομένα που χρειάζεται η εντολή point για να ορίσει ένα σημείο. Το Z το ορίζουμε μηδέν (0) εφόσον δεν μας ενδιαφέρει να αποτυπώσουμε στο διάγραμμα χωροθέτησης του Φ/Β σταθμού την υψομετρική διαφορά των σημείων που απαρτίζουν το γήπεδο εγκατάστασης.

Εφόσον έχουμε συμπληρώσει τον πίνακα στο φύλλο excel με τα σημεία του γηπέδου εγκατάστασης και φυσικά έχουμε κάνει τον απαραίτητο έλεγχο των σημείων κάνουμε copy την στήλη POINT και την κάνουμε PASTE στην γραμμή εντολών του AutoCAD ως συνέχεια της εντολής Multiple Point και εμφανίζονται όλα τα σημεία όπως αυτά έχουν περαστεί στο excel.

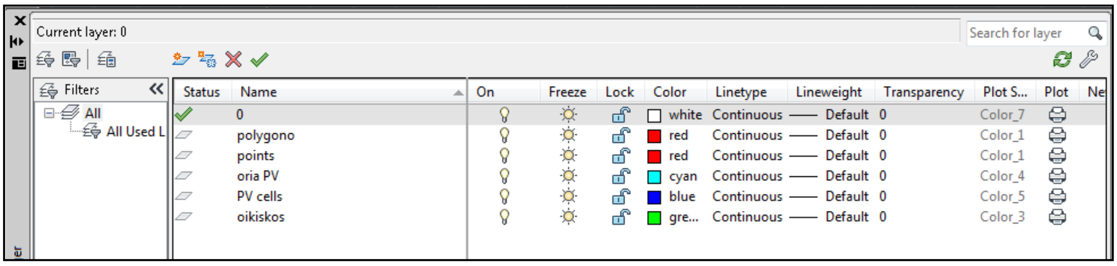
Εικόνα 2.1
Εφαρμογή εντολής Multiple
στο AutoCAD

Στην συνέχεια ενώνουμε τα σημεία με γραμμή δημιουργώντας τα όρια του γηπέδου εγκατάστασης όπως αυτό αποτυπώνεται στο τοπογραφικό διάγραμμα. Την λύση για την ένωση των σημείων μας δίνει και πάλι η εντολή multiple αλλά αυτή την φορά ως επαναλαμβανόμενη εντολή ορίζεται η line. Και πάλι με Copy – Paste των σημείων που έχουμε περάσει στο excel η εντολή multiple με την ίδια σειρά που αποτύπωσε τα σημεία στο AutoCAD τα ενώνει. Το κάθε ευθύγραμμο τμήμα που έχει δημιουργηθεί είναι ξεχωριστό και για δική μας ευκολία στην συνέχεια, χρησιμοποιώντας την εντολή PEDIT μετατρέπουμε τις ανεξάρτητες γραμμές σε ένα ενιαίο Polyline.

Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να δημιουργούνται ξεχωριστά layer για κάθε αντικείμενο το οποίο σχεδιάζουμε ώστε να μπορούμε εύκολα να το απομονώσουμε ή να το κλειδώσουμε για να μην γίνει κάποιο λάθος κατά την διάρκεια της σχεδίασης.

Έτσι εξ αρχής δημιουργούμε layer όπως αυτά παρουσιάζονται αναλυτικά στην συνέχεια και φαίνονται στο layer manager του AutoCAD (για προσωπική ευκολία δίνονται διαφορετικά χρώματα):

1. Points (περιλαμβάνει τα σημεία του γηπέδου εγκατάστασης)
2. Polygono (περιλαμβάνει το περίγραμμα του γηπέδου εγκατάστασης)
3. Oria PV (περιλαμβάνει τα όρια, βάση νομοθεσίας, που θα πρέπει να τηρούνται εντός του γηπέδου)
4. PV-cells (περιλαμβάνει τα Φ/Β πλαίσια)
5. Oikiskos (περιλαμβάνει τον οικίσκο Χαμηλής ή Μέσης Τάσης)



Εικόνα 2.3
Layer εισαγωγής στοιχείων

Με βάση τα παραπάνω σε ένα παράδειγμα πραγματικής αίτησης φακέλου για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουμε:

Αρχικά επιλέγεται η θέση εγκατάστασης του Φ/Β σταθμού (θέση Τρακαδάρι, Δ.Δ. Στυλίδας Δήμου Στυλίδας Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας).

Έχοντας τις συντεταγμένες του γηπέδου (κατά ΕΓΣΑ ΄87) προχωρούμε στην αποτύπωση του στο AutoCAD για την χωροθέτηση του Φ/Β σταθμού.

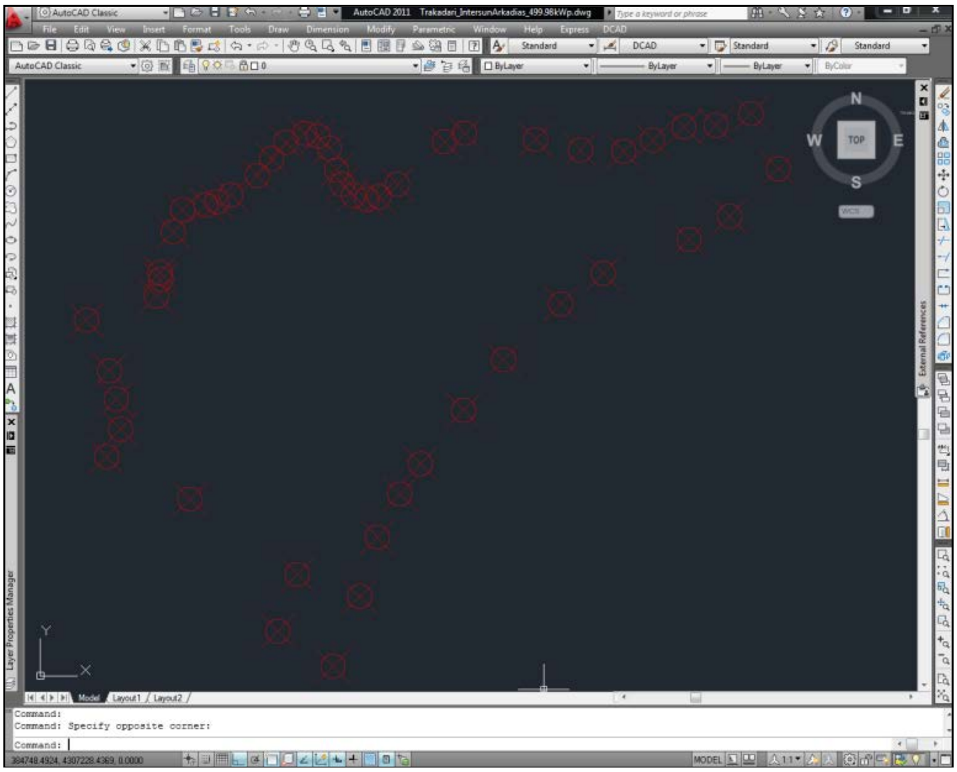
Δίνονται 49 σημεία των κορυφών του πολυγώνου του γηπέδου εγκατάστασης τα οποία θα περάσουν στο excel στην μορφή που παρουσιάζεται παραπάνω και θα γίνει και έλεγχος πιθανού λάθους κατά την διάρκεια εισαγωγής. Τμήμα του φύλλου excel παρουσιάζεται στην συνέχεια:

	A	B	C	D	E	POINT
	X	,	Y	,	Z	X,Y,Z
1	384569.25	,	4307466.01	,	0	384569.25,4307466.01,0
2	384580.89	,	4307468.42	,	0	384580.89,4307468.42,0
3	384586.34	,	4307470.02	,	0	384586.34,4307470.02,0
4	384593.11	,	4307473.37	,	0	384593.11,4307473.37,0
5	384606.33	,	4307482.98	,	0	384606.33,4307482.98,0
6	384613.45	,	4307491.37	,	0	384613.45,4307491.37,0
7	384620.45	,	4307499.53	,	0	384620.45,4307499.53,0
8	384629.9	,	4307503.85	,	0	384629.9,4307503.85,0
9	384636.49	,	4307502.5	,	0	384636.49,4307502.5,0
10	384641.99	,	4307496.64	,	0	384641.99,4307496.64,0

..	..	..	..	..	..	..
43	384536.27	,	4307372.26	,	0	384536.27,4307372.26,0
44	384532.95	,	4307386.12	,	0	384532.95,4307386.12,0
45	384521.54	,	4307411.34	,	0	384521.54,4307411.34,0
46	384556.11	,	4307423.19	,	0	384556.11,4307423.19,0
47	384558.52	,	4307431.49	,	0	384558.52,4307431.49,0
48	384557.85	,	4307434.85	,	0	384557.85,4307434.85,0
49	384564.57	,	4307455.14	,	0	384564.57,4307455.14,0

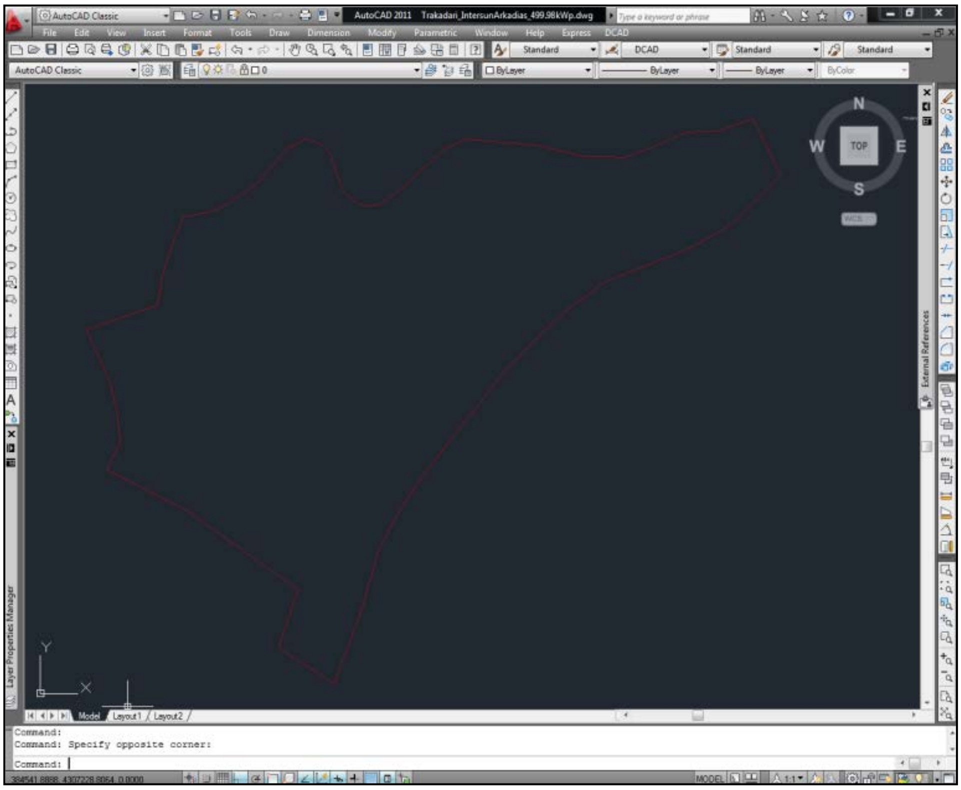
Πίνακας 2.2
Αρχείο σημείων κορυφών πολυγώνου

Στην συνέχεια γίνεται η εισαγωγή των σημείων στο AutoCAD με την εντολή Multiple-point εφόσον έχουν οριστεί κατάλληλα (PDSIZE=12 και PDMODE=35) τα σημεία για δική μας ευκολία. Το αποτέλεσμα της εισαγωγής των σημείων παρουσιάζεται στην συνέχεια:



Εικόνα 2.4
Εφαρμογή Multiple-POINT
στα σημεία του υπό μελέτη σταθμού

Στην συνέχεια επιλέγουμε να σημεία που έχουμε εισάγει και τα τοποθετούμε στο layer points το οποίο κάνουμε freeze γιατί δεν μας χρειάζεται στην τελική μορφή του σχεδίου. Για την δημιουργία των ορίων του οικοπέδου χρησιμοποιείται η εντολή Multiple-line και πάλι γίνεται copy-paste των σημείων και σαν αποτέλεσμα έχουμε:

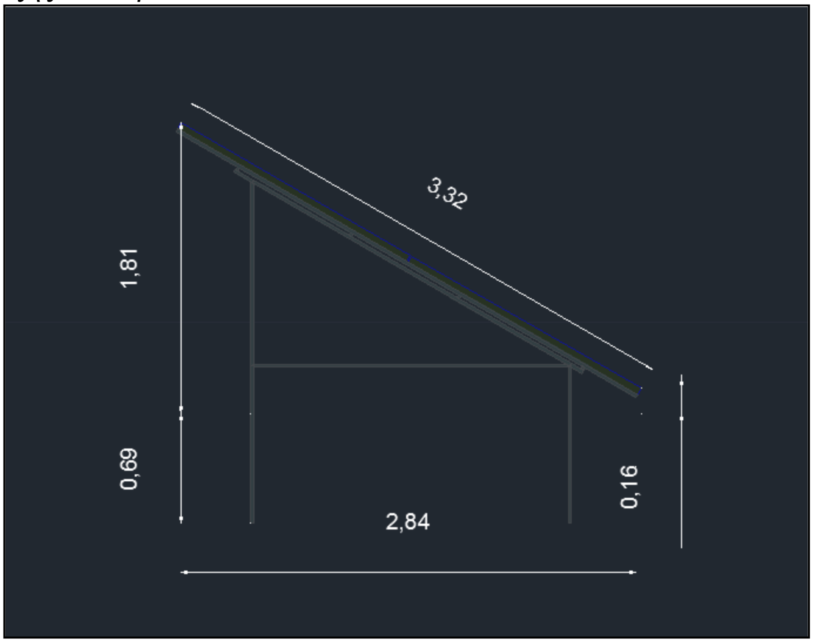


Εικόνα 2.5
Εφαρμογή Multiple-LINE
στα σημεία του υπό μελέτη σταθμού

Για την απόσταση που θα πρέπει να έχει ο εξοπλισμός από τα όρια του γηπέδου εγκατάστασης βάση της νομοθεσίας όπως αυτή έχει αναλυθεί στην αρχή του κεφαλαίου θα πρέπει να επιλέξουμε τον εξοπλισμό και να ελέγξουμε εάν το ύψος πρόκειται να ξεπεράσει τα 2.5 μέτρα.

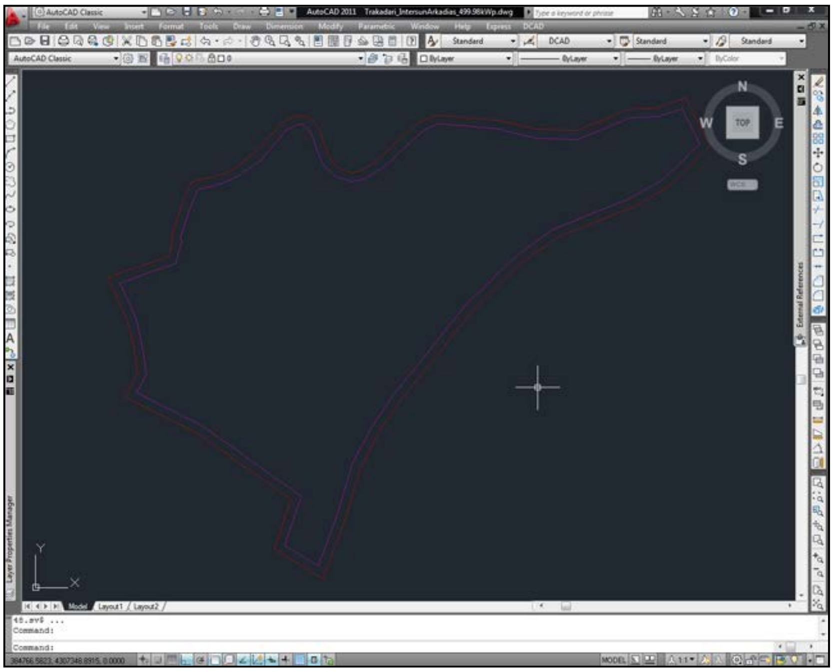
Για εγκατάσταση με σταθερές βάσεις, συνηθέστερα χρησιμοποιούνται βάσεις 2 ή 4 Φωτοβολταϊκών πλαισίων σε διάταξη portrait η landscape αντίστοιχα οι οποίες έχουν την δυνατότητα ρύθμισης της κλίσης τους καθώς και του ύψους τοποθέτησης αυτών. Στις περισσότερες των περιπτώσεων στην μέγιστη κλίση και το μέγιστο δυνατό ύψος τοποθέτησης το ύψος από το έδαφος του ψηλότερου σημείου οριακά φτάνει τα 2.5 μέτρα. Οι οικίσκοι εξοπλισμού και παρακολούθησης της εγκατάστασης στο σύνολό τους δεν ξεπερνούν το ύψος των 2.5 μέτρων. Επομένως η απόσταση του εξοπλισμού από τα όρια του γηπέδου είναι 2.5 μέτρα (βάση νομοθεσίας).

Σχεδιασμένο σε AutoCAD παρουσιάζεται στην συνέχεια ένα σχέδιο τυπικής βάσης στήριξης Φωτοβολταϊκών πλαισίων.



Εικόνα 2.6
Τομή Βάσης Φ/Β πλαισίων (30°)

Τα όρια τοποθέτησης του εξοπλισμού στο γήπεδο εγκατάστασης τοποθετούνται για δική μας ευκολία με την εντολή OFFSET ορίζοντας την απόσταση στα 2.5 μέτρα επιλέγοντας το Polyline που έχουμε δημιουργήσει με την εντολή PEDIT-JOIN (επιλέγοντας τις γραμμές που έχουμε εισάγει αρχικά με την εντολή MULTIPLE) και επιλέγουμε την πλευρά από την οποία θέλουμε να εμφανιστεί η γραμμή που θα αποτυπώνει το όριο (κλικ στο εσωτερικό του γηπέδου εγκατάστασης).



Εικόνα 2.7
Νόμιμα όρια γηπέδου εγκατάστασης

Υπολογισμός κλίσης Φ/Β πλαισίων.

Γνωρίζοντας την θέση της εγκατάστασης χρησιμοποιούμε την σελίδα του **Joint Research Center** (ινστιτούτου ενέργειας και μεταφοράς, Institute for Energy and Transport-IET) στο τμήμα της έρευνας ακτινοβολίας ανά περιοχή για την Ευρώπη (Photovoltaic Geographical Information System-PVGIS) για την Ευρώπη www.re.jrc.ec.europa.eu το οποίο για την συγκεκριμένη περιοχή (Αγροτική περιοχή Τρακαδάρι, Στυλίδα) μας δίνει βασικά δεδομένα για τον υπολογισμό της απόδοσης της εγκατάστασης και την βέλτιστη κλίση των Φ/β πλαισίων.

Fixed system: inclination=0°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	1.50	46.5	1.91	59.3
Feb	2.05	57.4	2.59	72.6
Mar	3.06	94.8	3.90	121
Apr	4.01	120	5.22	157
May	4.72	146	6.34	197
Jun	5.33	160	7.33	220
Jul	5.36	166	7.42	230
Aug	4.83	150	6.66	206
Sep	3.53	106	4.75	143
Oct	2.40	74.4	3.16	98.1
Nov	1.68	50.5	2.19	65.8
Dec	1.32	40.8	1.71	52.9
Yearly average	**3.32**	**101**	**4.44**	**135**
Total for year		**1210**		**1620**

Εικόνα 2.8
Παραγωγική ικανότητα Φ/Β σταθμού
στην περιοχή μελέτης σε μηδενική κλίση

Από τον παραπάνω πίνακα έχουμε την απόδοση σε kWh per Year για εγκατεστημένη ισχύ στην συγκεκριμένη περιοχή με γωνία εγκατάστασης Φ/β πλαισίων 0° και αζιμούθιο αδιάφορο λόγω της μηδενικής κλίσης. Από τον πίνακα προκύπτει ότι το κάθε εγκατεστημένο kW θα αποδίδει 1210 kWh /χρόνο σε μηδενική κλίση.

Αντίστοιχα θα επιλέξουμε την **βελτιστοποίηση** της γωνίας κλίσης των Φ/β πλαισίων από το PVGIS το οποίο λαμβάνει υπόψη τα γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής και την ηλιοφάνεια και έχουμε το εξής αποτέλεσμα:

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 38°54'44" North, 22°36'58" East, Elevation: 0 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature: 10.3% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.5%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 24.8%

Fixed system: inclination=31°, orientation=0° (Optimum at given orientation)				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.37	73.4	2.92	90.4
Feb	2.83	79.3	3.56	99.7
Mar	3.68	114	4.73	147
Apr	4.25	128	5.60	168
May	4.60	143	6.24	193
Jun	4.97	149	6.90	207
Jul	5.11	158	7.14	221
Aug	5.00	155	6.97	216
Sep	4.08	123	5.55	166
Oct	3.17	98.2	4.18	130
Nov	2.58	77.5	3.28	98.4
Dec	2.04	63.2	2.53	78.4
Yearly average	**3.73**	**113**	**4.97**	**151**
Total for year		**1360**		**1820**

E_d: Average daily electricity production from the given system (kWh)
E_m: Average monthly electricity production from the given system (kWh)
H_d: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m^2)
H_m: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m^2)

Εικόνα 2.9
Υπολογισμός κλίσης Φ/Β πλαισίων
για την χωροθέτηση του Φ/Β σταθμού

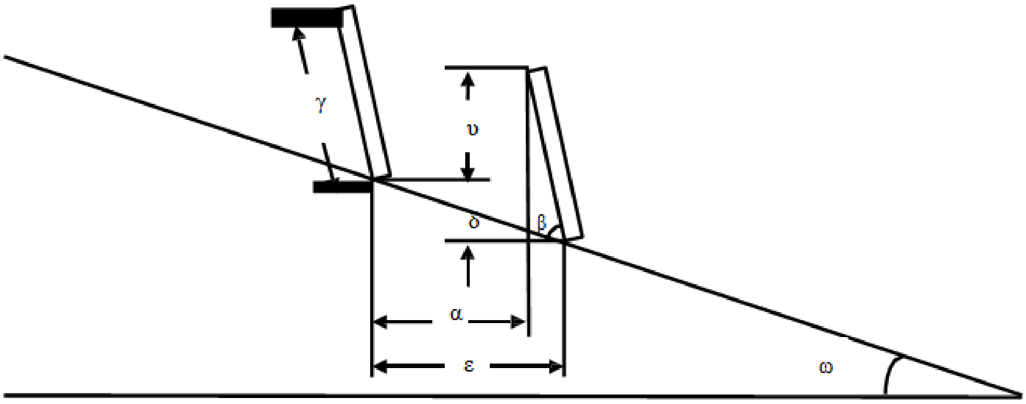
Στον πίνακα που παρουσιάζεται παραπάνω δίνεται το στίγμα της περιοχής που έχουμε επιλέξει για την εγκατάσταση του Φωτοβολταϊκού Σταθμού και από το PVGIS δίνονται τα εξής δεδομένα:

- Βέλτιστη κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Απώλειες πλαισίων (θερμοκρασιακές, καλωδίωσης και συνολικές)
- Υπολογισμός απόδοσης σε kWh/kW/year

Όπως φαίνεται λοιπόν η βέλτιστη κλίση πλαισίων για την συγκεκριμένη εγκατάσταση είναι **31°** σε Νότιο προσανατολισμό (γωνία αζιμούθιου=0°) και ετήσια παραγωγή ανά εγκατεστημένο kW, **1360kWh**.

Υπολογισμός απόστασης στοιχειοσειρών για αποφυγή σκιάσεων.

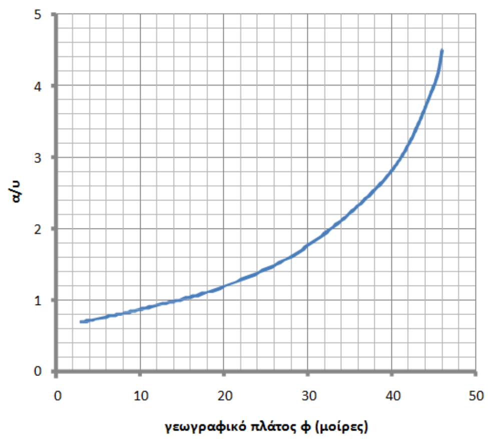
Χρησιμοποιούμε στην συνέχεια την βέλτιστη κλίση που βρήκαμε για τον υπολογισμό της απόστασης των στοιχειοσειρών ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο της μεταξύ τους σκίασης.



Εικόνα 2.10
Υπολογισμός απόστασης στοιχειοσειρών

Ο υπολογισμός της απόστασης (ελεύθερη απόσταση, α) δύο γειτονικών σειρών Φ/Β πλαισίων προκύπτει από τον λόγο α/υ όπως αυτός δίνεται από το σχήμα που παρουσιάζεται στην συνέχεια και είναι εμπειρικό.

Συνδέει τον λόγο της ελεύθερης απόστασης α προς το ύψος των συστοιχιών υ με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής φ.



Εικόνα 2.11
Λόγος ελεύθερης απόστασης

Για τιμές γεωγραφικού πλάτους από 25° έως 45° η καμπύλη προσεγγίζεται ικανοποιητικά από την μαθηματική σχέση:

$$\mathbf{\alpha/\upsilon} = 0{,}0042\varphi^2 - 0{,}1661\varphi + 2{,}8653$$

Η ελάχιστη απόσταση (ε) μεταξύ δύο γειτονικών στοιχειοσειρών δίνεται από τον τύπο:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \alpha + \gamma * \cos(\beta)$$

Στην οποία αντικαθιστώντας το ύψος του Φ/Β πλαισίου και χρησιμοποιώντας την τιμή του λόγου που προκύπτει από το διάγραμμα (α/υ) λύνοντας ως προς ε προκύπτει:

$$\gamma \cdot \frac{\frac{\alpha}{\upsilon} \cdot \sin\beta + \cos\beta}{1 + \frac{\alpha}{\upsilon} \cdot \kappa}$$

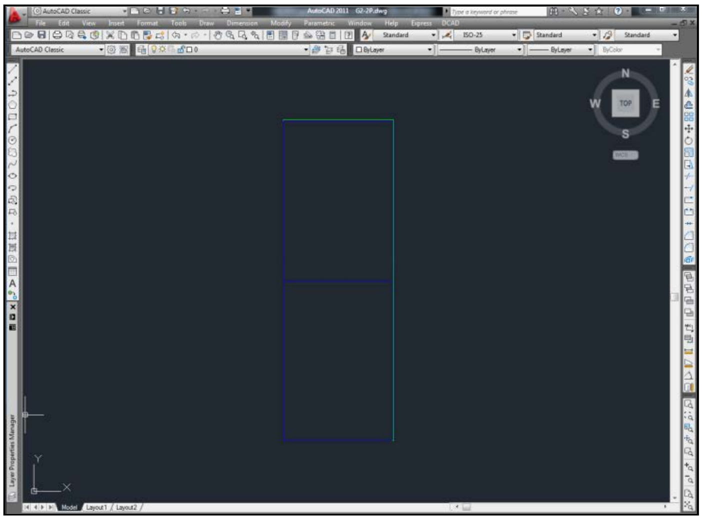
Για τον Ελλαδικό χώρου όπου η βέλτιστη κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι περίπου 30° (β=30) και όταν η υψομετρική διαφορά των στοιχειοσειρών είναι μηδέν (0) τότε η απόσταση που μεταξύ των γειτονικών σειρών πρέπει να ακολουθεί των κανόνα:

$$\boldsymbol{\alpha = 2 * \upsilon}$$

Σύμφωνα με το σχέδιο της βάσης όπως αυτό παρουσιάστηκε στην παραπάνω (βάση στήριξης δύο πλαισίων portrait) δεδομένου ότι τα πλαίσια τοποθετούνται στο ίδιο ύψος και ανασηκώνονται από το έδαφος μέχρι και 69cm ώστε να μην υπερβαίνουν το όριο των 2.5 μέτρων, το υ = 1.81 m τότε η ελάχιστη απόσταση που θα τοποθετηθούν τα πλαίσια (α) ισούται με 3,62 μέτρα (2*1,81).

Οι υπολογισμοί γίνονται με πλαίσια διάστασης 1,653*0,99, διαστάσεις που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι κατασκευαστές πλαισίων στην παγκόσμια αγορά για πλαίσια ισχύος έως 250Wp.

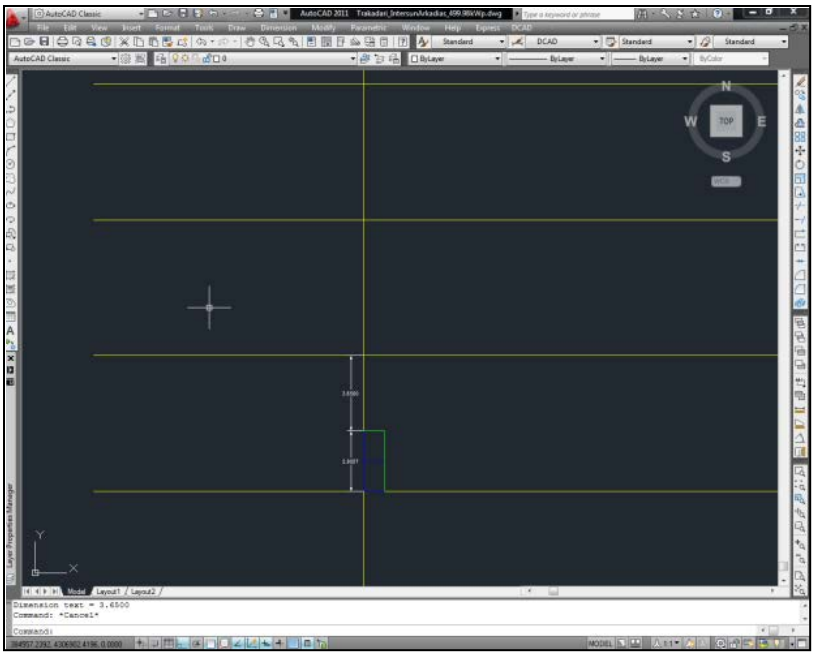
Η χωροθέτηση του Φ/Β σταθμού θα γίνει με σταθερές βάσης 2 πλαισίων (portrait) επομένως πρέπει να σχεδιαστεί η κάτοψη μίας τέτοιας βάσης για να προχωρήσει η χωροθέτηση του σταθμού.



Εικόνα 2.12
Κάτοψη βάσης (δύο) φωτοβολταϊκών
πλαισίων σε κλίση 30

Για να επιτευχθεί ισχύς 500 kWp (0,5 MWp) με φωτοβολταϊκά πλαίσια ισχύος 235 Wp θα χρειαστούν 2.127 πλαίσια ή 1.064 βάσεις στήριξης όπως αυτή φαίνεται στην εικόνα 2.12 που παρουσιάζεται παραπάνω και επιτυγχάνεται ισχύς 499,845kWp.

Η επιλογή της ισχύος των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι υποκειμενική και έγκειται στον μελετητή να αποφασίσει την εταιρία και την ισχύ ώστε να πλησιάζει περισσότερο τον στόχο και να επιτυγχάνει καλύτερη τιμή για την αγορά των υλικών.

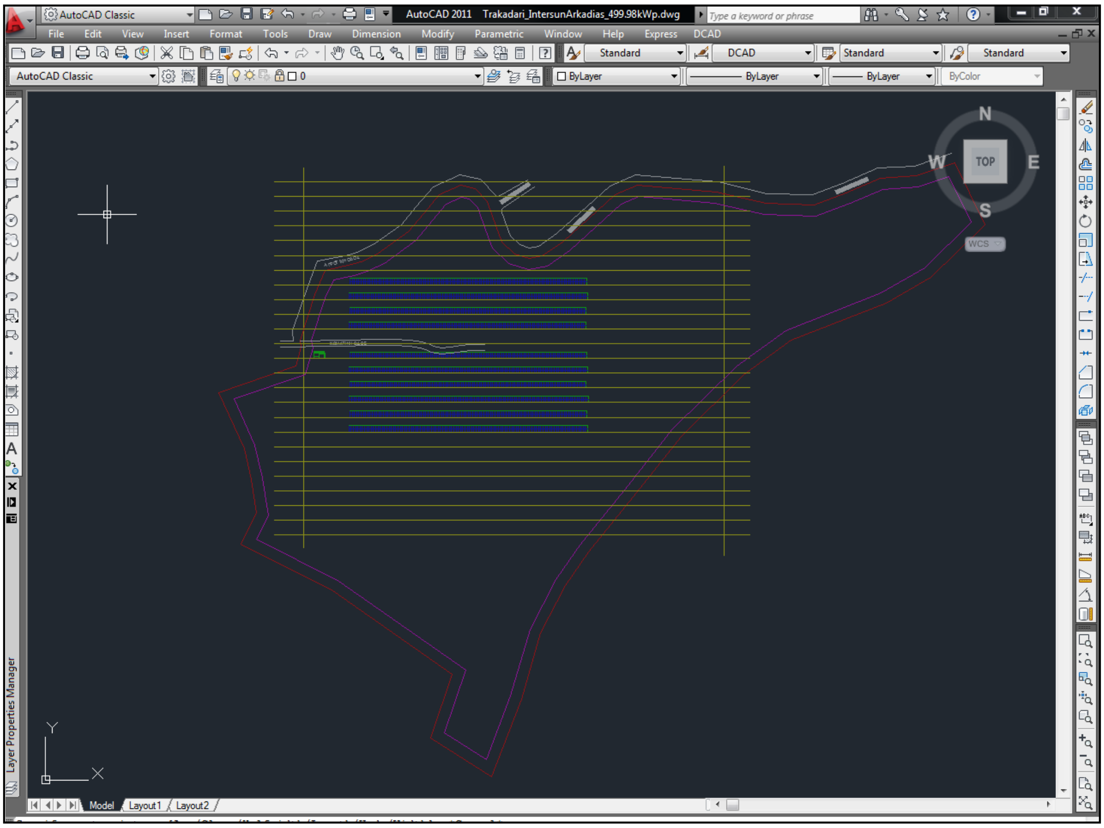


Εικόνα 2.13
Υπολογισμός κλίσης Φ/Β πλαισίων
για την χωροθέτηση του Φ/Β σταθμού

Για παράδειγμα για να επιτύχουμε τον στόχο μας θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε πλαίσια με ισχύ:

1. 230Wp και θα χρειαζόμασταν 2173 πλαίσια για να φτάσουμε τα 499,79kWp
2. 260Wp και θα χρειαζόμασταν 1923 πλαίσια για να φτάσουμε τα 499,98kWp

Για δική μας ευκολία θα ορίσουμε ένα κάναβο ο οποίος θα μας δίνει την απόσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων όπως την έχουμε υπολογίσει πιο πάνω ώστε να χωροθετηθούν σωστά τα πλαίσια και να αποφευχθούν τυχών σκιάσεις μεταξύ των στοιχειοσειρών, ο οποίος φαίνεται στην συνέχεια.



Εικόνα 2.14
Τελική χωροθέτηση Φ/Β σταθμού

Με την εντολή CP (copy-paste) επιλέγοντας την κάτοψη της βάσης που έχουμε τοποθετήσει στον κάναβο που σχεδιάσαμε θα συμπληρώσουμε τις 1.064 βάσεις τις οποίες χρειαζόμαστε. Αυτού του τύπου οι βάσεις τοποθετούνται ως μία ενιαία ανά στοιχειοσειρά και αφήνουν κενό ανά φ/β πλαίσια 1 cm. Για αυτό και κατά την σχεδίαση της κάτοψης των φωτοβολταϊκών πλαισίων έχουμε σχεδιάσει την απόσταση που θα πρέπει να έχουν τα γειτονικά πλαίσια με πράσινο για δική μας ευκολία.

Στο τοπογραφικό που έχουμε από τον τοπογράφο μηχανικό ή από την επιτόπια αυτοψία που έχουμε κάνει στο χώρο γνωρίζουμε για φυσικά ή τεχνητά εμπόδια όπως δέντρα ή κτήρια εντός του γηπέδου εγκατάστασης τα οποία κατά την χωροθέτηση θα πρέπει να αποφύγουμε ώστε να επιτύχουμε την βέλτιστη απόδοση του συστήματος μας.

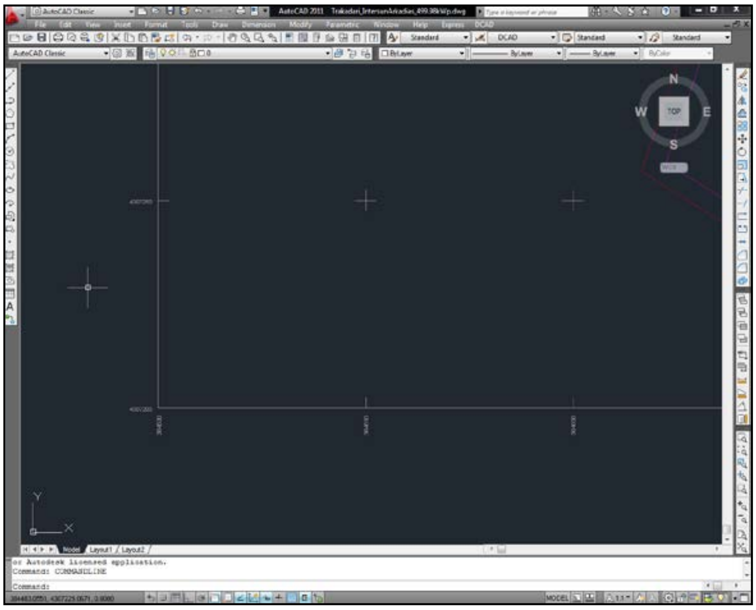
Στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο δεν παρουσιάζονται εμπόδια φυσικά η τεχνητά και η βέλτιστη επιλογή είναι η χωροθέτηση να είναι κατά το δυνατότερο κοντά σε αγροτικό δρόμο όπου θα γίνει και σε επόμενο στάδιο η σύνδεση του σταθμού με το δίκτυο ώστε να μειώσουμε τα καλώδια, το κόστος και τις απώλειες.

Η ολοκληρωμένη χωροθέτηση των πλαισίων παρουσιάζεται στην εικόνα 2.14.

Βάση της ελληνικής νομοθεσίας για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά 500 kWp εγκατεστημένης ισχύς πρέπει να τοποθετείται ένας οικίσκος Μέσης Τάσης (ΜΤ) όπως αυτός έχει τοποθετηθεί στην χωροθέτηση που παρουσιάζεται παραπάνω. Συνήθως ο οικίσκος μπαίνει στην άκρη του γηπέδου εγκατάστασης ώστε από εκεί να φύγει το καλώδιο παροχής το οποίο θα συνδεθεί με το δίκτυο ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες από το καλώδιο.

Με την τοποθέτηση του οικίσκου ουσιαστικά ολοκληρώνεται και η χωροθέτηση του γηπέδου εγκατάστασης.

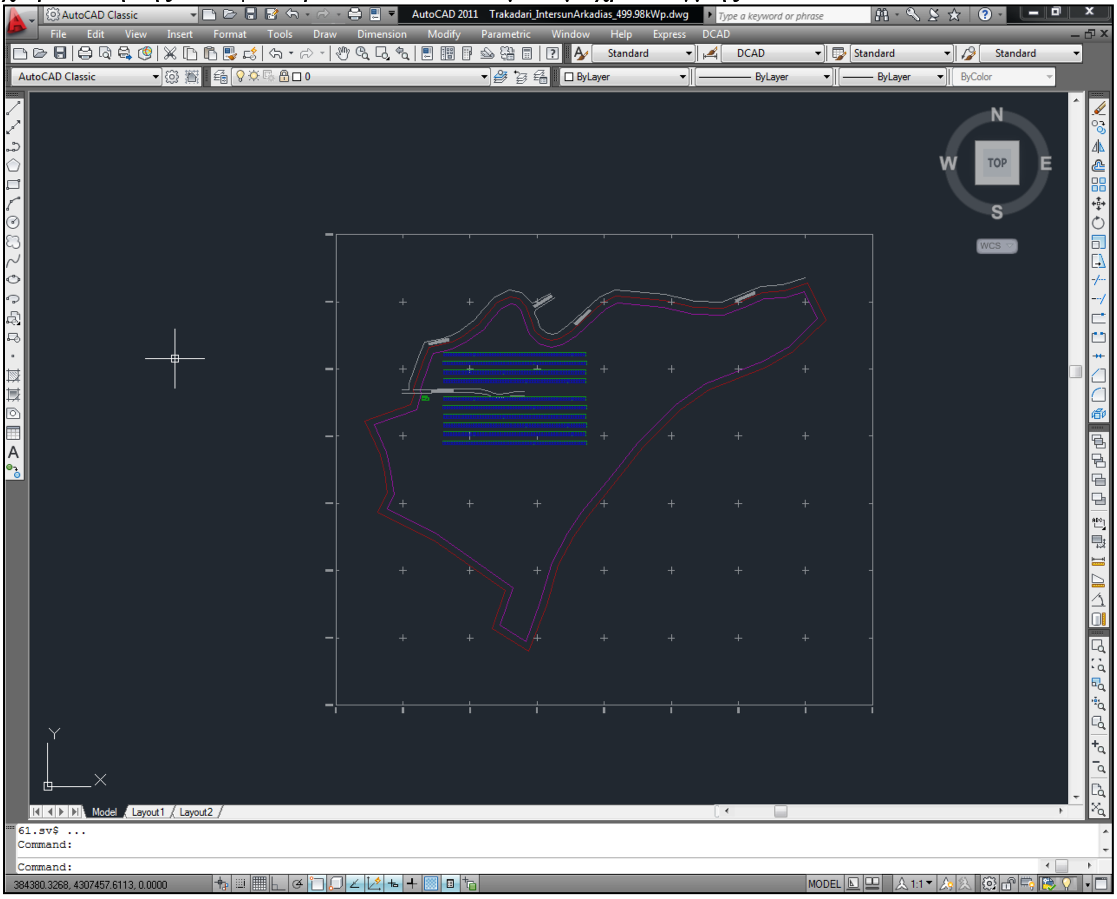
Για να ολοκληρώσουμε το τοπογραφικό διάγραμμα εγκατάστασης του Φ/β σταθμού θα πρέπει να τοποθετήσουμε τον κάναβο στον οποίο θα φαίνονται οι συντεταγμένες. Χρησιμοποιώντας το DGAD και επιλέγοντας την σχεδίαση κανάβου και δίνοντας την κλίμακα του τοπογραφικού (1:500) . Ζητείται από τον χρήστη, όπως φαίνεται στην γραμμή εντολών, να δώσει το κάτω αριστερό άκρο του κανάβου και στη συνέχεια το άνω δεξιά για να επιλεχθεί η περιοχή που θέλουμε να τοποθετήσουμε τον κάναβο των συντεταγμένων.



Εικόνα 2.15
Εισαγωγή κανάβου στο
τοπογραφικό διάγραμμα

Στην εικόνα 2.15 παρουσιάζεται το κάτω αριστερό άκρο του κανάβου στην τελική του μορφή με τις συντεταγμένες όπως αυτές θα φαίνονται στο τοπογραφικό διάγραμμα.

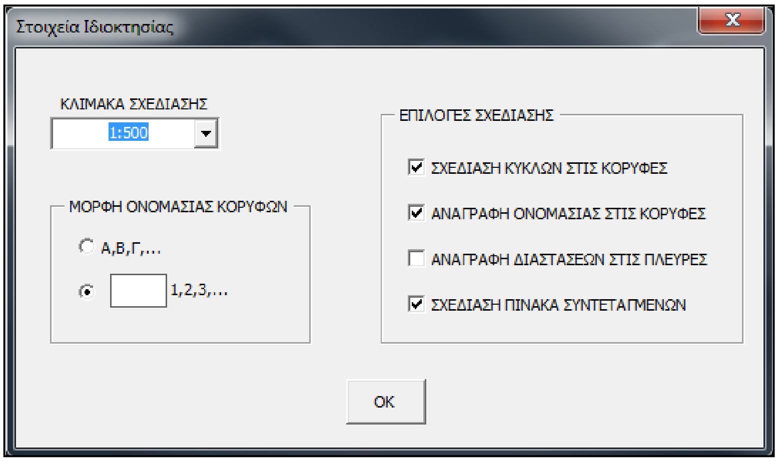
Στην συνέχεια παρουσιάζεται μία γενική εικόνα του τοπογραφικού της χωροθέτησης του φωτοβολταϊκού σταθμού μέχρι στιγμής.



Εικόνα 2.16
Γενική εικόνα σχεδίου

Στη συνέχεια τοποθετούμε τα ονόματα τον κορυφών του πολυγώνου και δημιουργούμε τον πίνακα συντεταγμένων.

Χρησιμοποιώντας και πάλι την εντολή DCAD επιλέγοντας στοιχεία τα Στοιχεία Ιδιοκτησίας ανοίγει ένα παράθυρο στο οποίο μπορούμε να επιλέξουμε τι θέλουμε να εμφανίσουμε και το όνομα που θέλουμε να δώσουμε στις κορυφές.



Εικόνα 2.17
Εισαγωγή στοιχείων πολυγώνου

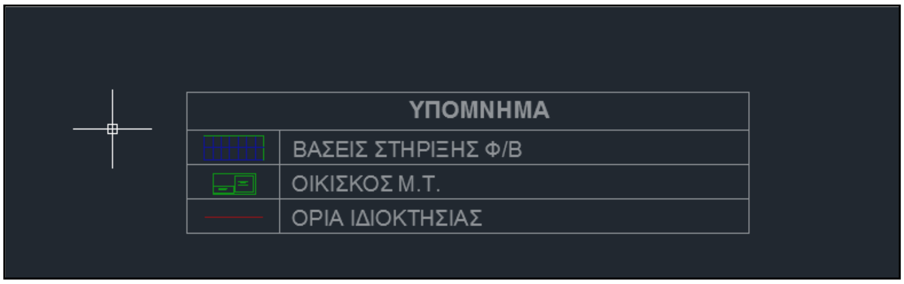
Επιλέγουμε την κλίμακα που θα εκτυπωθεί το τοπογραφικό (1:500) καθώς στο φύλλο του AutoCAD – model όπου σχεδιάζουμε δεν χρησιμοποιείται κλίμακα αλλά η σχεδίαση γίνεται 1:1. Την μορφή της ονομασίας των κορυφών του πολυγώνου, όπου έχουμε επιλέξει την αρίθμηση από με αρχικό σημείο το 1 (ένα) και θέλουμε να τοποθετήσουμε και τους αντίστοιχους αριθμούς στις κορυφές σε αντιστοιχία με τον πίνακα συντεταγμένων όπως φαίνεται στην checklist – Επιλογές Σχεδίασης.

Τοποθετούμε τον δείκτη για τον βορρά και το υπόμνημα στο οποίο πρέπει αν επεξηγήσουμε τι φαίνεται στο τοπογραφικό διάγραμμα που δημιουργήσαμε.

Τα στοιχεία που απαρτίζουν το τοπογραφικό διάγραμμα της χωροθέτησης της εγκατάστασης του Φωτοβολταϊκού Σταθμού είναι :

- Το περίγραμμα του οικοπέδου
- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια-βάσεις
- Ο οικίσκος Μέσης Τάσης

Φαίνεται επίσης και η αγροτική οδός στη Βόρεια πλευρά του γηπέδου εγκατάστασης την οποία όμως επεξηγούμε στο σχέδιο οπότε δεν χρειάζεται να αναφερθεί στο υπόμνημα. Ένα τυπικό υπόμνημα με τα προαναφερθέντα στοιχεία παρουσιάζεται στην συνέχεια:



Εικόνα 2.18
Παράδειγμα υπομνήματος

Στη συνέχεια σχεδιάζουμε την πινακίδα του τοπογραφικού διαγράμματος η οποία θα αναφέρει:

- Τον φορέα του έργου
- Την ισχύ της εγκατάστασης
- Την θέση της εγκατάστασης
- Τον μελετητή
- Την εταιρία για την οποία εργάζεται ο μελετητής
- Θέμα και όνομα του τοπογραφικού
- Ημερομηνία

Για την σχεδίαση της πινακίδας πρέπει να θέσουμε την σωστή κλίμακα ώστε από την σχεδίαση σε 1:1 στο φύλλο model και στην συνέχεια την εκτύπωση σε κλίμακα 1:500 να προκύψει η πινακίδα διαστάσεων κόλλας Α4.

ΦΟΡΕΑΣ ΕΡΓΟΥ

ΕΡΓΟ

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 499,84kW

ΘΕΣΗ

"ΤΡΑΚΑΔΑΡΙ"
ΠΕΡΙΟΧΗ Δ.Δ. ΣΤΥΛΙΔΑΣ Δ. ΣΤΥΛΙΔΑΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ

ΑΙΤΗΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΤ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ

ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ
ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ	Ο1

ΚΛΙΜΑΚΑ

1:500

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

Εικόνα 2.19
Παράδειγμα πινακίδας σχεδίου

Σχεδιάζοντας σε κλίμακα 1:1 και εκτυπώνοντας σε κλίμακα 1:500 θέλουμε το μήκος για παράδειγμα της κάτω πλευράς να είναι 21 εκατοστά (διαστάσεις Α4: 21*29.6 εκατοστά) επομένως η διάσταση στην σχεδίαση είναι:

X=21.0*500=105 μέτρα.
Y=29.6*500=148 μέτρα.

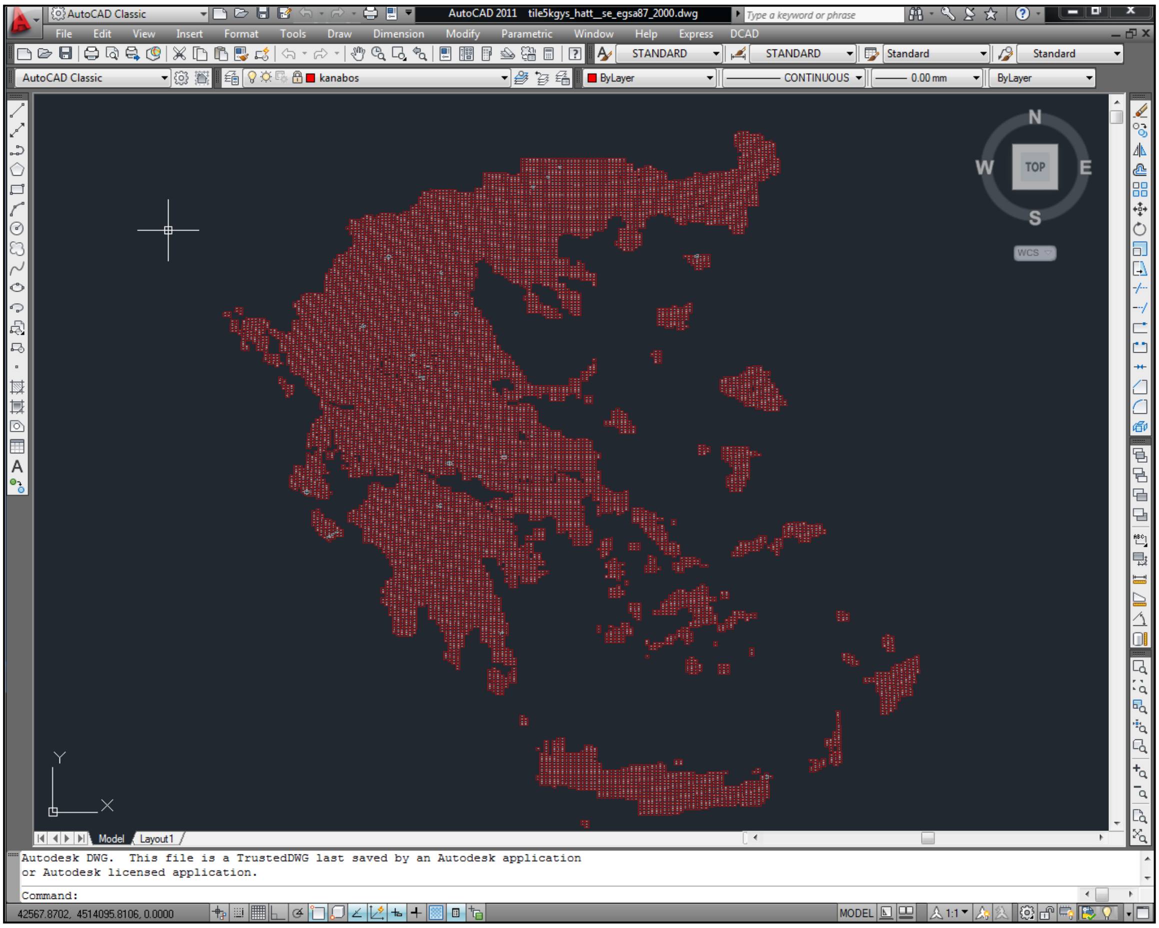
Δεδομένου ότι θα αφήσουμε και ένα κενό όπως φαίνεται στην εικόνα από τα όρια της εκτύπωσης σχεδιάζουμε την πινακίδα με διαστάσεις :

99 μέτρα * 145 μέτρα.

<u>Εντοπισμός Φύλλου Χάρτη Γής</u>

Για την ολοκλήρωση του τοπογραφικού διαγράμματος θα χρειαστούν απόσπασμα Φύλλου Χάρτη ΓΥΣ σε κλίμακα 1:5000 το οποίο προμηθευόμαστε από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού και μία ψηφιακή φωτογραφία από αέρα (Google earth) στις οποίες θα αποτυπώνονται τα όρια του γηπέδου εγκατάστασης.

Για το φύλλο χάρτη ΓΥΣ και τον εντοπισμό του αριθμού του χάρτη χρησιμοποιούμε ένα αρχείο .dwg στο οποίο είναι τοποθετημένοι όλοι οι χάρτες 1:5000 σε ακριβείς συντεταγμένες όπως αυτό παρουσιάζεται στην συνέχεια:

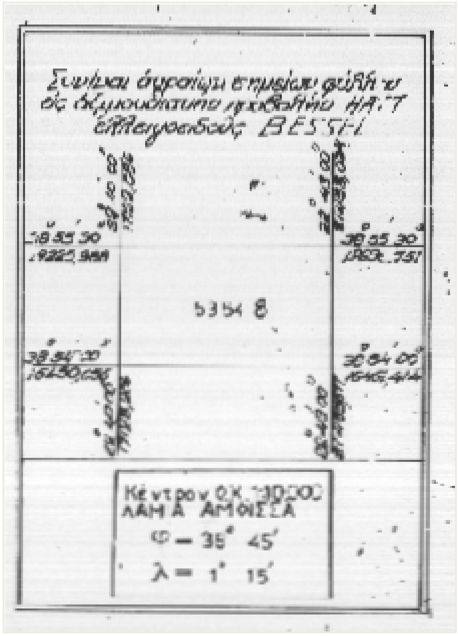


Εικόνα 2.20
Χάρτης Ελλαδικού χώρου σε κλίμακα
για τον εντοπισμό Φύλλου Χάρτη ΓΥΣ

Κάνοντας copy&paste to original coordinates το περίγραμμα του γηπέδου εγκατάστασης όπως αυτό το έχουμε αποτυπώσει στο τοπογραφικό μας διάγραμμα εντοπίζουμε τον αριθμό του χάρτη που πρέπει να προμηθευτούμε.

Στην περίπτωσή μας το νούμερο του χάρτη είναι **5354/8**.

Για την εισαγωγή του χάρτη στο τοπογραφικό διάγραμμα αρχικά ψηφιοποιούμε τον χάρτη σε ασπρόμαυρη εικόνα .tiff με χαμηλή ανάλυση για να είναι εύκολη η εισαγωγή και τροποποίησή του στο σχέδιό μας.



Εικόνα 2.21
Φύλλο Χάρτη Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού

Στον χάρτη αφού ψηφιοποιηθεί και γίνει εισαγωγή της εικόνας στο AutoCAD με την χρήση του menu MAPS του AutoCAD πρέπει να αποτυπωθεί το γήπεδο της εγκατάστασης.

Χρησιμοποιούμε και πάλι την αντιγραφή και επικόλληση στις κανονικές συντεταγμένες ώστε να τοποθετηθεί το γήπεδο της εγκατάστασης πάνω στον χάρτη ΓΥΣ.

Στη συνέχεια πρέπει να κάνουμε το 1:1 σχέδιο του χάρτη και του περιγράμματος του γηπέδου εγκατάστασης να είναι σε εκτυπώσιμη μορφή τοπογραφικού κλίμακας 1:500 αλλά να διατηρεί την αρχική του κλίμακα (1:5000). Επομένως χρησιμοποιούμε την εντολή scale επιλέγοντας τον χάρτη και το περίγραμμα του γηπέδου:

1. Πρώτο όρισμα της εντολής scale είναι το base point το οποίο μετά την σμίκρυνση ή μεγέθυνση θα παραμείνει σταθερό στις συντεταγμένες του.
2. Δεύτερο όρισμα που ζητείται είναι η κλίμακα ή να δώσουμε όρισμα ώστε να μεγεθύνουμε ή να μικρύνουμε ως προς κάποιο άλλο αντικείμενο του σχεδίου. Εμείς επιλέγουμε την επιθυμητή κλίμακα.

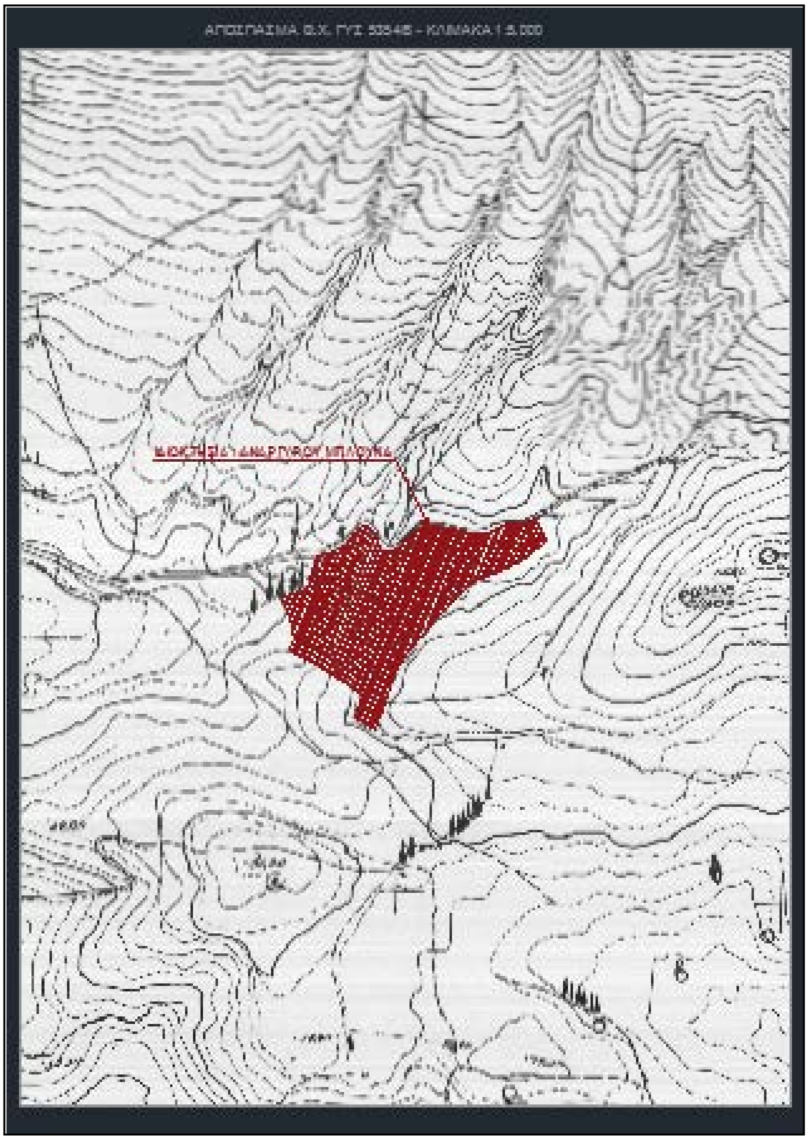
Η κλίμακα την οποία θα δώσουμε είναι **0,1** το οποίο προκύπτει από την τοποθέτηση του φύλλου χάρτη σε κλίμακα 1:1 (όπου το AutoCAD αναγνωρίζει την κλίμακα σε 1000 μετρικές μονάδες) επομένως από εισαγωγή σε 1:1 και την αποτύπωση σε κλίμακα 1:5000 ενώ εκτυπώνουμε σε 1:500 θα πρέπει να κάνουμε την διαίρεση για να βρούμε την διαφορά που προκύπτει από τις δύο κλίμακες (εισαγωγής και εκτύπωσης).

(1000:5000/1000:500)=5/50=**0,1**

Έχοντας φέρει τον χάρτη στην επιθυμητή κλίμακα πρέπει να κρατήσουμε μόνο το κομμάτι το οποίο αποτυπώνεται το γήπεδο της εγκατάστασης αποτέλεσμα το οποίο επιτυγχάνουμε χρησιμοποιώντας την εντολή clip image.

Από το menu Modify – Clip – Image έχοντας επιλέξει την εικόνα ορίζουμε τα νέα όρια της εικόνας.

Η τελική μορφή του χάρτη που θα τοποθετήσουμε στο τοπογραφικό παρουσιάζεται στην συνέχεια:



Εικόνα 2.22
Αποτύπωση πολυγώνου
σε κλίμακα 1:5000

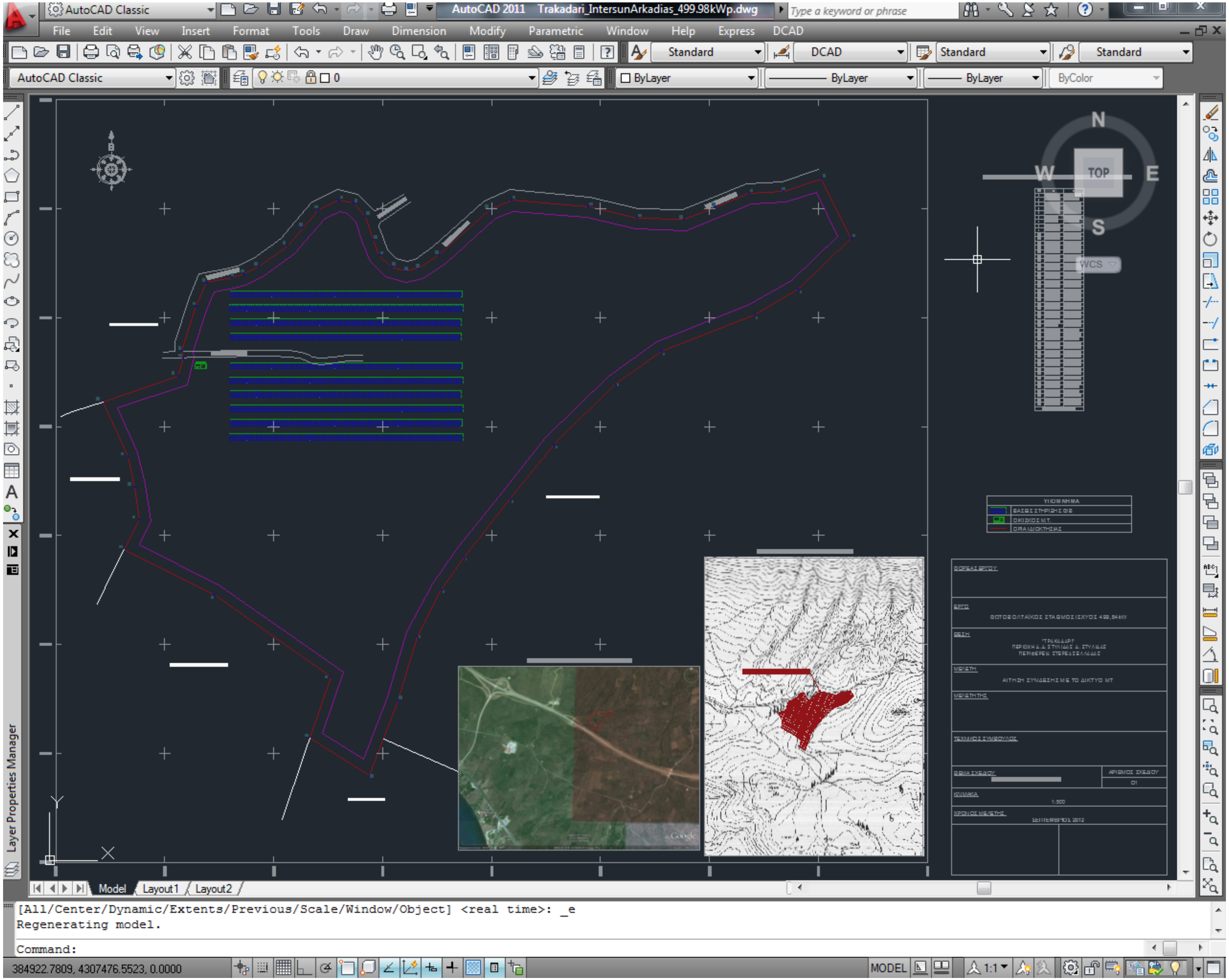
Για την δημιουργία της εικόνας από το Google Earth επιλέγουμε το περίγραμμα του γηπέδου εγκατάστασης και εκτελούμε την εντολή KML export ώστε να μας βγάλει το γήπεδο σε μορφή .kml και να έχουμε την δυνατότητα να το εισάγουμε στο Google Earth και να βγάλουμε μία φωτογραφία. Το επιθυμητό ύψος λήψης της φωτογραφίας είναι περίπου 690 μέτρα ούτως ώστε να έχουμε μία σχετικά καθαρή εικόνα και να εμφανίζονται τα στοιχεία της περιοχής περιμετρικά του γηπέδου (δρόμοι- οικισμοί).

Έχοντας εισάγει το kml του γηπέδου στο Google Earth η φωτογραφία που προκύπτει είναι:

Εικόνα 2.23
Εικόνα από το Google Earth
Με το αρχείο τύπου.kml του γηπέδου
εγκατάστασης

Την οποία εισάγουμε στο σχέδιο κάνοντας ένα απλό scale με reference ένα πλαίσιο το οποίο είναι ο οδηγός του μεγέθους της φωτογραφίας χωρίς να έχουμε απαιτήσεις για συγκεκριμένη κλίμακα.

Η μορφή του τοπογραφικού μέχρι στιγμής, έχοντας τοποθετήσει και τους συνορίτες (ιδιοκτήτες γειτονικών οικοπέδων οι οποίοι έχουν δηλωθεί στον τοπογράφο μηχανικό που έχει κάνει το αρχικό τοπογραφικό) και τον δείκτη του Βορρά, είναι:


AutoCAD 2011 Trakadari_IntersunArkadias_499.98kWp.dwg
Type a keyword or phrase
File Edit View Insert Format Tools Draw Dimension Modify Parametric Window Help Express DCAD
AutoCAD Classic
Standard
DCAD
ByLayer
ByColor
N
W
TOP
E
S
WCS
Model
Layout1
Layout2
Layer Properties Manager
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: _e
Regenerating model.
Command:
384922.7809, 4307476.5523, 0.0000
MODEL

Για την ολοκλήρωση του τοπογραφικού διαγράμματος προστίθεται ένα πλαίσιο που αντιπροσωπεύει τα όρια της εκτύπωσης.

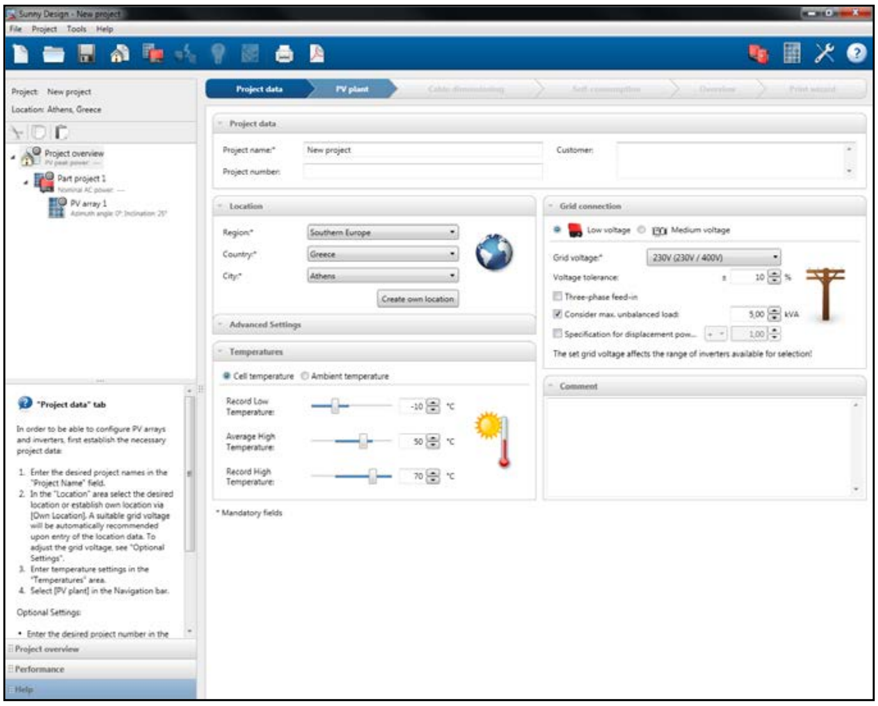
2.2.2.2 *Συνδεσμολογία πλαισίων*

Ο φάκελος κατάθεσης έργου Φωτοβολταϊκού σταθμού στη ΔΕΗ πέραν από το τοπογραφικό του γηπέδου εγκατάστασης από Τοπογράφο Μηχανικό, το τοπογραφικό της χωροθέτησης της εγκατάστασης όπως αυτό έχει δημιουργηθεί στο κεφάλαιο αυτό χρειάζονται τα Μονογραμμικά Σχέδια τα οποία εξηγούν την συνδεσμολογία των Φωτοβολταϊκών Πλαισίων με τους Inverters και την σύνδεση του σταθμού με το δίκτυο.

Για να προχωρήσουμε στην σχεδίαση των Μονογραμμικών σχεδίων πρέπει να καταλήξουμε στον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσουμε για την εγκατάσταση. Μια λύση είναι να τοποθετηθούν 50 inverter των 10 kWp έκαστος ώστε να καλυφθεί η απαιτούμενη ισχύς των 500 kWp. Η λύση αυτή είναι αποδεκτή αλλά δεν είναι η βέλτιστη επιλογή από οικονομική άποψη αλλά και σχετικά με τον βαθμό απόδοσης του συστήματος.

Συνηθέστερη επιλογή είναι η εγκατάσταση συστήματος κεντρικών μετατροπέων και μία αξιόπιστη λύση είναι οι inverter της εταιρίας SMA.

Για την σχεδίαση του συστήματος η εκάστοτε εταιρία παρέχει ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα διαστασιολόγησης της εγκατάστασης το οποίο θα μας οδηγήσει στην ορθή επιλογή inverter για το σύστημα που θέλουμε να εγκαταστήσουμε. Το πρόγραμμα που παρέχει η εταιρία ονομάζεται **Sunny Design** και παρουσιάζεται στη συνέχεια:

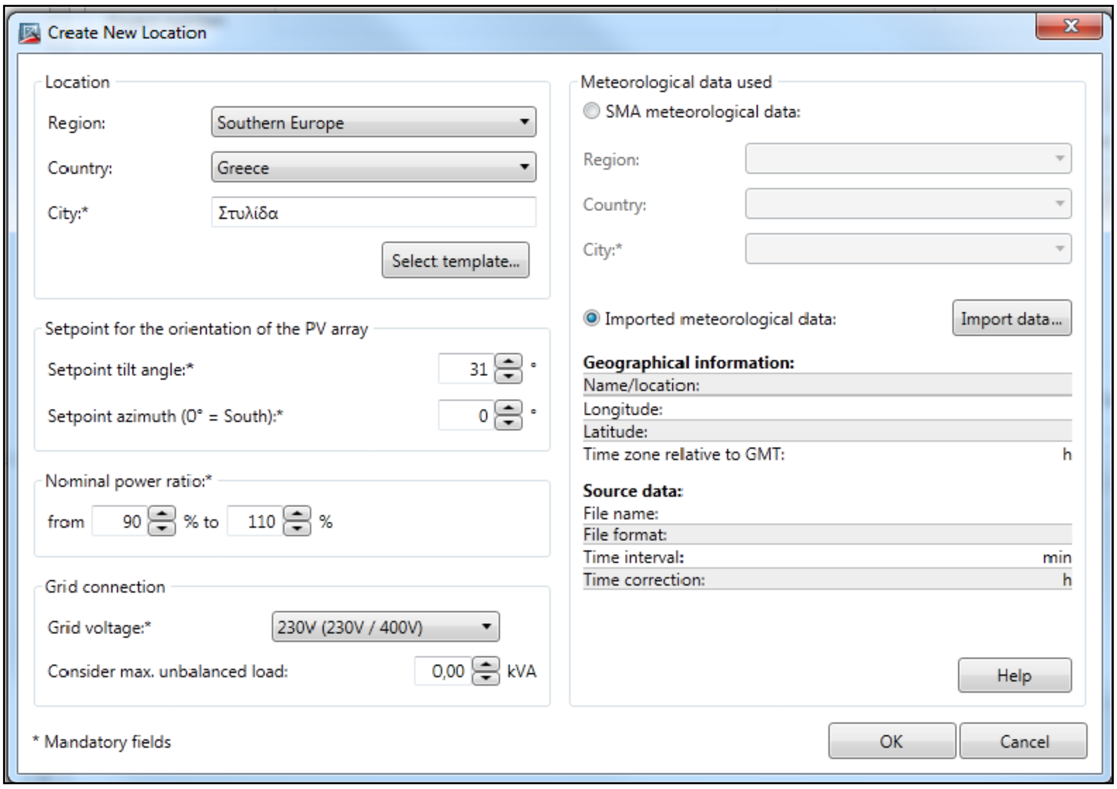


Εικόνα 2.24
Αρχική εικόνα Sunny Design

Αρχικά το σχεδιαστικό πρόγραμμα διαστασιολόγησης Sunny Design ζητάει τα στοιχεία του έργου που τυπικά δόθηκε το όνομα Διπλωματική Εργασία και η πραγματική περιοχή εγκατάστασης του Φωτοβολταϊκού Σταθμού.

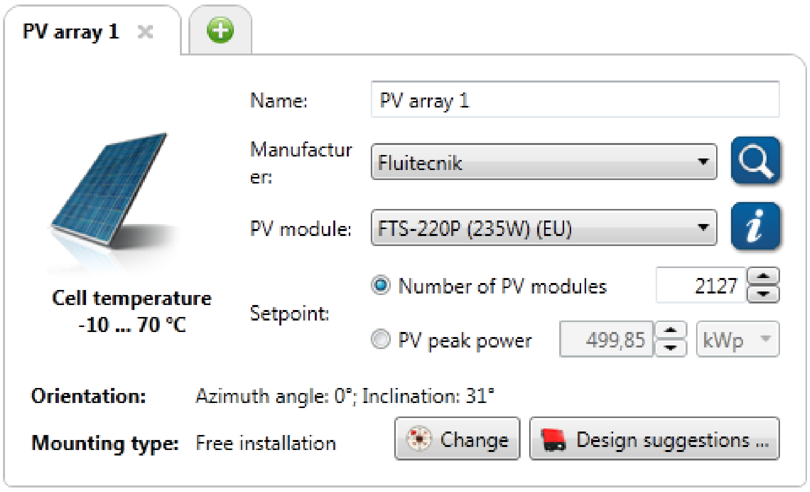
Στα στοιχεία της τοποθεσίας δεν συμπεριλαμβάνεται ο Δήμος Στυλίδας που στην πραγματικότητα βρίσκεται το γήπεδο εγκατάστασης του σταθμού επομένως θα πρέπει να δημιουργήσουμε ΝΕΑ περιοχή με τα κλιματικά δεδομένα του Δήμου Στυλίδος.

Επιλέγοντας το tab-Create New Location ανοίγει το παράθυρο με τα δεδομένα της περιοχής που θέλουμε να εισάγουμε.



Εικόνα 2.25
Εισαγωγή στοιχείων στο Sunny Design

Εφόσον ολοκληρώσουμε την εισαγωγή των δεδομένων της Νέας Περιοχής, στην περίπτωσή μας του Δήμου Στυλίδος στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας το επόμενο βήμα είναι να συμπληρώσουμε τα στοιχεία της εγκατάστασης (τύπο και αριθμό πλαισίων). Η επιλογή των στοιχείων αυτών γίνεται μέσο μίας drop down λίστας με στοιχεία κατασκευαστών πλαισίων και των μοντέλων που κατασκευάζουν. Η χωροθέτηση του σταθμού έγινε με πολυκρυσταλικά πλαίσια ισχύος 235 Wp έκαστο και μία εκ των εταιριών που κατασκευάζει τέτοια πλαίσια είναι η ισπανική Fluitecnik και το μοντέλο με τις συγκεκριμένες προδιαγραφές είναι το FTS-220P (235Wp). Στα ζητούμενα στοιχεία της εγκατάστασης είναι και ο αριθμός των πλαισίων που αποτελούν τον φωτοβολταϊκό σταθμό. Μπορούμε να εισάγουμε τον αριθμό των πλαισίων και υπολογίζεται αυτόματα η ισχύς του συστήματος ή την ισχύ και υπολογίζεται αυτόματα ο αριθμός των πλαισίων. Επίσης στο παράθυρο που συμπληρώνονται τα στοιχεία φαίνεται και η προεπιλεγμένη βέλτιστη κλίση των πλαισίων όπως αυτή είχε υπολογισθεί από το PVGIS στην αρχή της χωροθέτησης του σταθμού για την περιοχή της Στυλίδας.



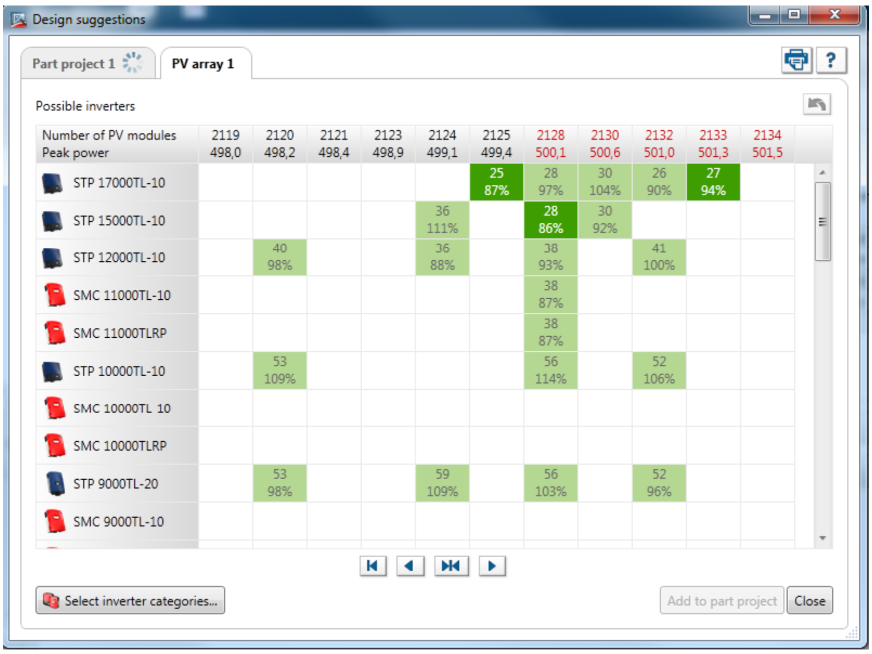
Εικόνα 2.26
Επιλογή Φ/Β πλαισίων

Σε εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού τα πλαίσια έχουν την ίδια κλίση και προσανατολισμό επομένως δεν χρειάζεται να ορίσουμε περισσότερα από ένα (1) PV-arrays.

Σε περίπτωση εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος σε στέγη για να βελτιστοποιήσουμε την προσομοίωση της χωροθέτησης και να προταθεί από το σχεδιαστικό εργαλείο ο βέλτιστος για το συγκεκριμένο έργο inverter χωρίζουμε τα πλαίσια σε arrays ανάλογα με την κλίση και τον προσανατολισμό τους.

Επόμενο στάδιο της διαστασιολόγησης είναι η επιλογή του συστήματος των inverter. Επιλέγοντας το Design Suggestions του σχεδιαστικού προγράμματος Sunny Design εμφανίζεται η λίστα με τις προτάσεις των μετατροπέων. Εμφανίζονται οι επιλογές του συστήματος των μετατροπέων με φθίνουσα σειρά στην ονομαστική ισχύ AC.

Επιλέγουμε την λύση με τον καλύτερο βαθμό απόδοσης συστήματος (nominal power ratio) και την μεγαλύτερη δυνατή ονομαστική ισχύ (nominal AC power).



Εικόνα 2.27
Επιλογή συστήματος inverter

Σύμφωνα λοιπόν με την επιλογή μας θα χρησιμοποιήσουμε 28 μετατροπείς τύπου STP 17000 TL-10 με σύνολο πλαισίων πρότασης 2.128. Στην παρούσα εφαρμογή χρειαζόμαστε ένα πλαίσιο λιγότερο οπότε επιλέγοντας το σύστημα που προτείνεται και αλλάζοντας τα string του ενός inverter έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Επομένως και σύμφωνα με το πρόγραμμα διαστασιολόγησης έχουμε την εξής συνδεσμολογία των πλαισίων στους μετατροπείς.

Για τους πρώτους 27 μετατροπείς τύπου STP 17000 TL-10 παρουσιάζεται η συνδεσμολογία:

- Τρεις στοιχειοσειρές (string) από 19 φωτοβολταϊκά πλαίσια έκαστο.
- Μία στοιχειοσειρά (string) από 19 φωτοβολταϊκά πλαίσια.

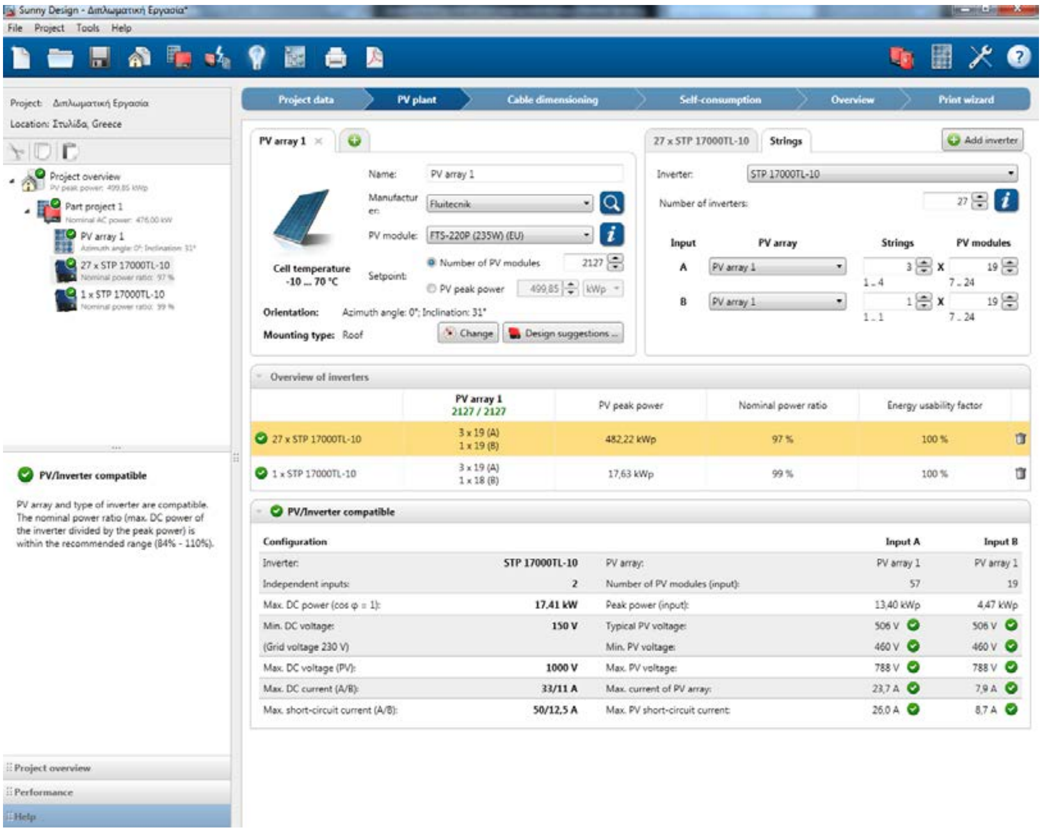
Συνολικής ισχύος **482,22 kWp**.

Για τους τελευταίο μετατροπέα τύπου STP 17000 TL-10 παρουσιάζεται η συνδεσμολογία:

- Τρεις στοιχειοσειρές (string) από 19 φωτοβολταϊκά πλαίσια έκαστο.
- Μία στοιχειοσειρά (string) από 18 φωτοβολταϊκά πλαίσια.

Συνολικής ισχύος **17,625 kWp**.

Στην συνέχεια παρατίθενται οι εικόνες από το σχεδιαστικό εργαλείο Sunny Design όπου φαίνονται οι στοιχειοσειρές.



Εικόνα 2.28
Συνδεσμολογία inverter και Φ/Β πλαισίων

Ολοκληρώνοντας την διαστασιολόγησης του συστήματος μπορούμε να εκτυπώσουμε τα αποτελέσματα σε μορφή αρχείου .pdf το οποίο μπορούμε να συμπεριλάβουμε στο φάκελο της ΔΕΗ στο παράρτημα με τα datasheets των μετατροπέων.

[redacted]

Project name:	**Διπλωματική Εργασία**	**Location: Greece / Στυλίδα**	
Project number:			
Project file:	Διπλωματική Εργασία.sdp2	Grid voltage: 3~230 V	

System overview

2127 x Fluitecnik FTS-220P (235W) (EU) (PV array 1)
Azimuth angle: 0°, Inclination: 31°, Mounting type: Roof, PV peak power: 499,85 kWp

27 x STP 17000TL-10 **1 x STP 17000TL-10**

Technical data

Total number of PV modules:	2127	Energy usability factor:	100 %
PV peak power:	499,85 kWp	Performance ratio (approx.)*:	83,7 %
Number of inverters:	28	Spec. energy yield (approx.)*:	1463 kWh/kWp
Nominal AC power:	476,00 kW	Line losses (in % of PV energy):	---
AC active power:	476,00 kW	Unbalanced load:	0,00 VA
Active power ratio:	95,2 %	Self-consumption:	---
Annual energy yield (approx.)*:	731,46 MWh	Self-consumption quota:	---

Sunny Design 2.30.0.R

Signature

*Important: The yield values displayed are estimates. They are determined mathematically. SMA Solar Technology AG accepts no responsibility for the real yield value which can deviate from the yield values displayed here. Reasons for deviations are various outside conditions, such as soiling of the PV Modules or fluctuations in the efficiency of the PV modules.

1 / 3

Evaluation of design

Project name: Διπλωματική Εργασία
Project number:
Project file: Διπλωματική Εργασία.sdp2

Part project 1

Location: Greece / Στυλίδα
Cell temperature:
Record Low Temperature: -10,00 °C
Average High Temperature: 50,00 °C
Record High Temperature: 70,00 °C

27 x STP 17000TL-10

PV peak power:	482,22 kWp
Total number of PV modules:	2052
Number of inverters:	27
Max. DC power (cos φ = 1):	17,41 kW
Max. AC active power (cos φ = 1):	17,00 kW
Grid voltage:	230 V
Nominal power ratio:	97 %
Displacement power factor cos φ:	1

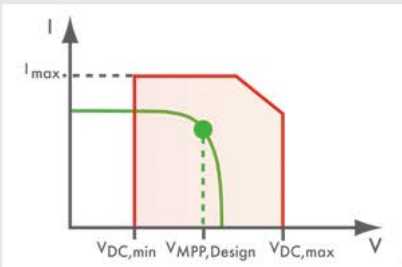
STP 17000TL-10

Technical data

Input A: PV array 1
57 x Fluitecnik FTS-220P (235W) (EU), Azimuth angle: 0°, Inclination: 31°, Mounting type: Roof

Input B: PV array 1
19 x Fluitecnik FTS-220P (235W) (EU), Azimuth angle: 0°, Inclination: 31°, Mounting type: Roof

	Input A:	Input B:
Number of strings:	3	1
PV modules per string:	19	19
Peak power (input):	13,40 kWp	4,47 kWp
Typical PV voltage:	506 V	506 V
Min. PV voltage:	460 V	460 V
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	150 V	150 V
Max. PV voltage:	788 V	788 V
Max. DC voltage (PV):	1000 V	1000 V
Max. current of PV array:	23,7 A	7,9 A
Max. DC current:	33,0 A	11,0 A
Max. short-circuit current:	50,0 A	12,5 A



PV/Inverter compatible

Sunny Design 2.30.0.R

Evaluation of design

Project name: Διπλωματική Εργασία
Project number:
Project file: Διπλωματική Εργασία.sdp2

Part project 1

Location: Greece / Στυλίδα
Cell temperature:
Record Low Temperature: -10,00 °C
Average High Temperature: 50,00 °C
Record High Temperature: 70,00 °C

1 x STP 17000TL-10

PV peak power:	17,63 kWp
Total number of PV modules:	75
Number of inverters:	1
Max. DC power (cos φ = 1):	17,41 kW
Max. AC active power (cos φ = 1):	17,00 kW
Grid voltage:	230 V
Nominal power ratio:	99 %
Displacement power factor cos φ:	1

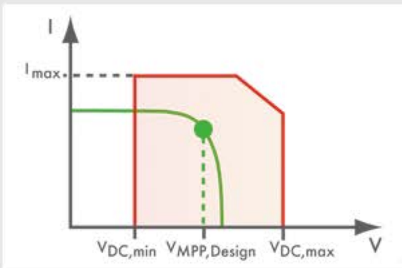
STP 17000TL-10

Technical data

Input A: PV array 1
57 x Fluitecnik FTS-220P (235W) (EU), Azimuth angle: 0°, Inclination: 31°, Mounting type: Roof

Input B: PV array 1
18 x Fluitecnik FTS-220P (235W) (EU), Azimuth angle: 0°, Inclination: 31°, Mounting type: Roof

	Input A:	Input B:
Number of strings:	3	1
PV modules per string:	19	18
Peak power (input):	13,40 kWp	4,23 kWp
Typical PV voltage:	506 V	480 V
Min. PV voltage:	460 V	435 V
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	150 V	150 V
Max. PV voltage:	788 V	746 V
Max. DC voltage (PV):	1000 V	1000 V
Max. current of PV array:	23,7 A	7,9 A
Max. DC current:	33,0 A	11,0 A
Max. short-circuit current:	50,0 A	12,5 A

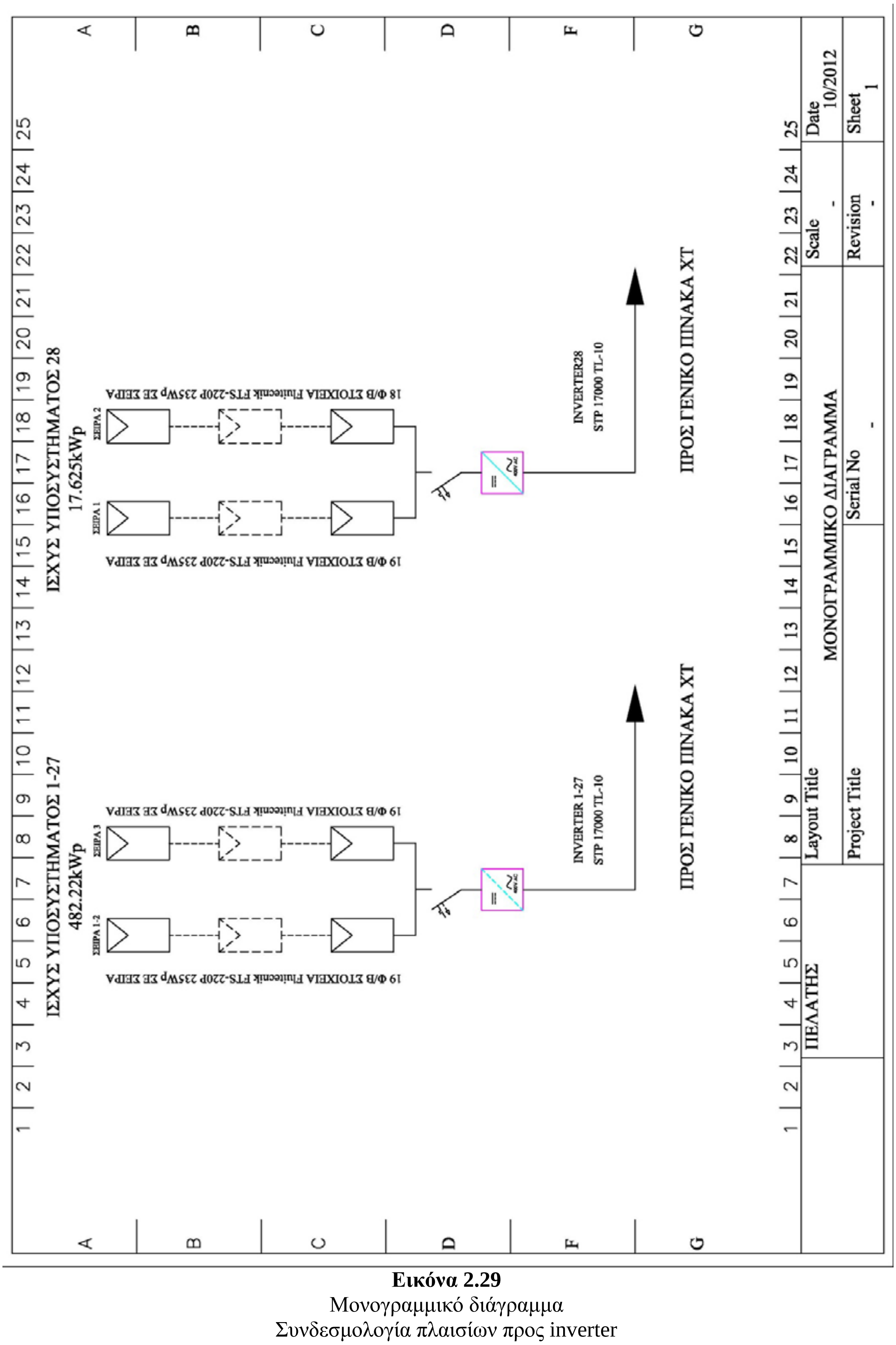


PV/Inverter compatible

Sunny Design 2.30.0.R

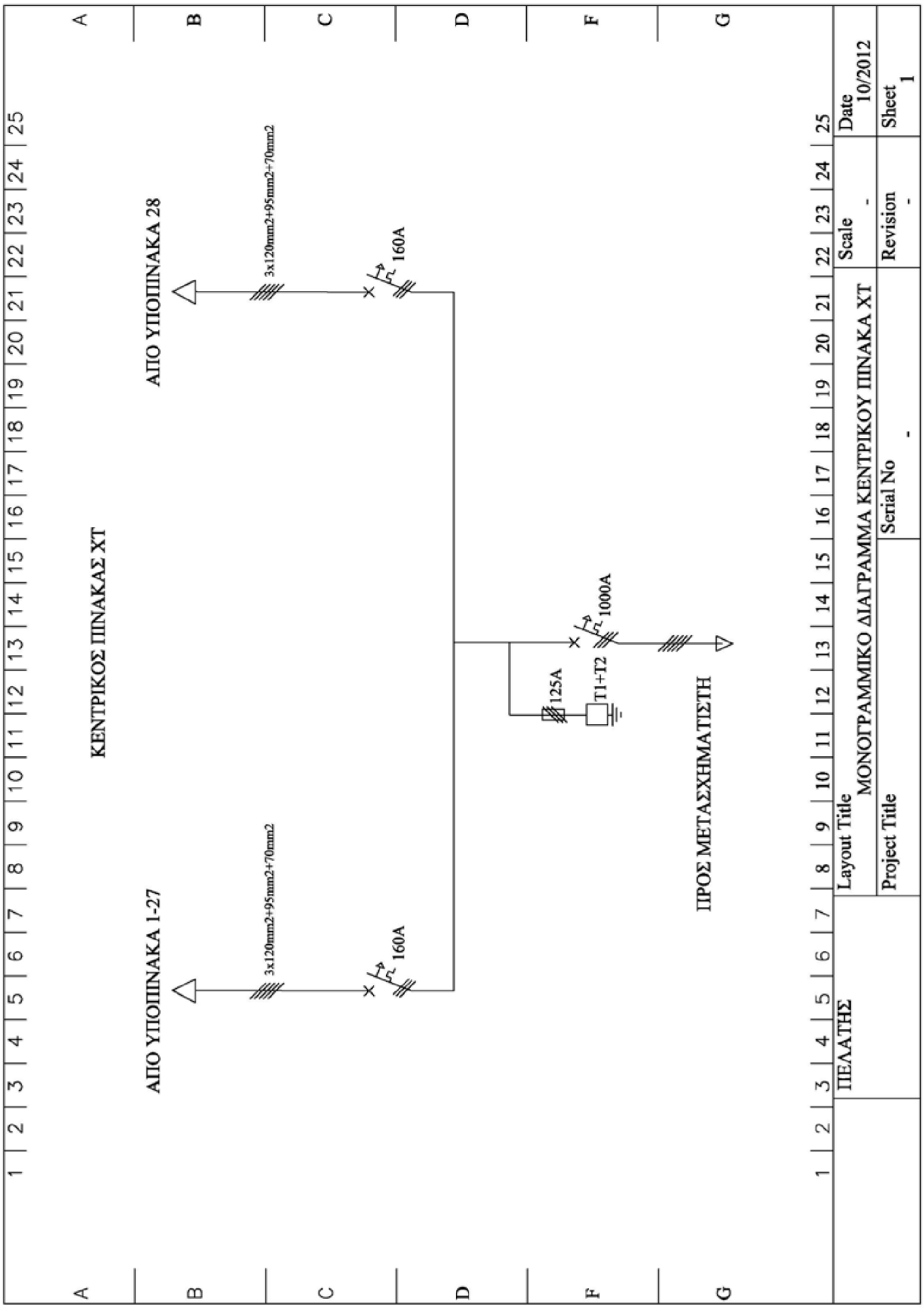
3 / 3

Στα μονογραμμικά σχέδια αποτυπώνεται η συνδεσμολογία των πλαισίων στους Inverter και η διαδρομή από τους μετατροπείς στον πίνακα Χαμηλής Τάσης και Μέσης Τάσης. Το σχέδιο 1 όπως αυτό παρουσιάζεται στη συνέχεια προκύπτει από το Εργαλείο Διαστασιολόγησης και τα αποτελέσματα που πήραμε για το συγκεκριμένο έργο.



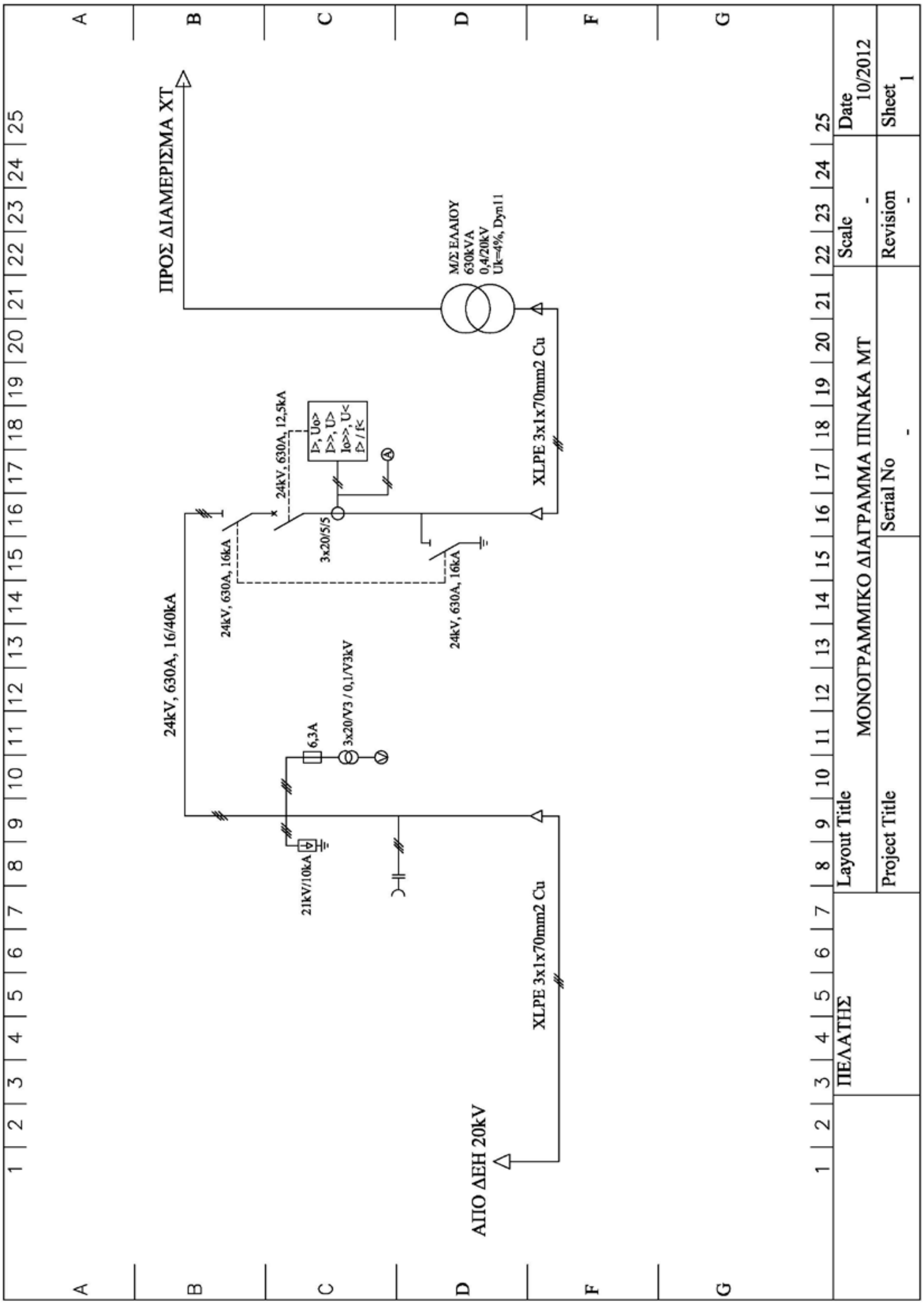
Εικόνα 2.29
Μονογραμμικό διάγραμμα
Συνδεσμολογία πλαισίων προς inverter
Και στην συνέχεια προς τον πίνακα χαμηλής τάσης

Όπως ακριβώς έχει δοθεί από το πρόγραμμα της εταιρίας SMA για την διαστασιολόγησης του έργου έχουμε 28 inverter. Στο δεύτερο μονογραμμικό σχέδιο παρουσιάζεται οι συνδεσμολογία και οι δικλίδες ασφαλείας (ασφάλειες-αντικεραυνικά) όπως αυτά απαιτούνται από τον ΔΕΔΔΗΕ για την όδευση των 28 συστημάτων όπως αυτά φαίνονται στο μονογραμμικό σχέδιο 1 στον πίνακα Χαμηλής Τάσης και στην συνέχεια στον μετασχηματιστή.



Εικόνα 2.30
Συνδεσμολογία από τον κεντρικό πίνακα
προς τον μετασχηματιστή

Τέλος παρουσιάζεται η καλωδίωση και η προστασία της εγκατάστασης και του Δικτύου όπως αυτή πραγματοποιείται όταν συνδέεται στο δίκτυο Μέσης Τάσης.



Εικόνα 2.31
Διασύνδεση στο δίκτυο

Για την ολοκλήρωση του φακέλου αίτησης χρειάζεται μία τεχνική περιγραφή του έργου, το τοπογραφικό που έχει συντάξει ο Τοπογράφος Μηχανικός, τους τίτλους κυριότητας του γηπέδου εγκατάστασης, σύμφωνο μίσθωσης εφόσον ο χώρος πρόκειται να ενοικιασθεί, το ΦΕΚ στο οποίο έχει γίνει η έναρξη της εταιρίας εφόσον το έργο δεν είναι ατομικό, και το καταστατικό της εταιρίας. (αιτήσεις από υπό σύσταση εταιρίες δεν γίνονται δεκτές) και Υπεύθυνη Δήλωση του Μηχανικού και του Επενδυτή ότι τα στοιχεία που υποβάλλονται στην αίτηση είναι αληθή.

Ένα υποδείγματα τεχνικής περιγραφής που καλύπτει τις απαιτήσεις για την ολοκλήρωση του Φακέλου Αδειοδότησης το οποίο γίνεται αποδεκτό στην πλειοψηφία των καταστημάτων ΔΕΗ παρουσιάζεται στο παράρτημα μαζί με τον ολοκληρωμένο φάκελο του έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ

Η **Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης** του Φωτοβολταϊκού Σταθμού συνήθως κρίνεται απαραίτητη από τα Πιστωτικά Ιδρύματα για την έκδοση και έγκριση του δανείου για την κατασκευή του σταθμού καθώς επίσης ζητείται από τους υποψήφιους επενδυτές ώστε να εξασφαλίζεται μερικώς η βιωσιμότητα της επένδυσης.

Εκτός από την ετήσια παραγωγική ικανότητα του Σταθμού μπορεί να ζητηθεί και Επιχειρηματικό Πλάνο (Business Plan – BP) για τα αποτελέσματα χρήσης του Φωτοβολταϊκού Πάρκου σε βάθος χρόνου και τον τρόπο αποπληρωμής του δανείου.

Για τον υπολογισμό της παραγωγικής ικανότητας της εγκατάστασης (Φ/Β σταθμού ισχύος 499,845 kWp στην θέση Τρακαδάρι, Στυλίδος) στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μία προσέγγιση μέσω του PVGIS από την οποία προέκυψε με βάση, τη βάση δεδομένων του συστήματος, ότι η ετήσια παραγωγή του φωτοβολταϊκού σταθμού θα είναι:

Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [this]

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 38°54'38" North, 22°35'35" East, Elevation: 37 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature: 10.2% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.5%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 24.7%

Fixed system: inclination=31°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.44	75.7	3.00	93.1
Feb	2.88	80.8	3.62	101
Mar	3.72	115	4.78	148
Apr	4.29	129	5.64	169
May	4.63	143	6.27	194
Jun	5.00	150	6.94	208
Jul	5.15	160	7.19	223
Aug	5.05	157	7.04	218
Sep	4.14	124	5.62	169
Oct	3.22	99.9	4.25	132
Nov	2.65	79.5	3.36	101
Dec	2.12	65.6	2.62	81.3
Yearly average	**3.78**	**115**	**5.04**	**153**
Total for year		**1380**		**1840**

Εικόνα 3.1
Υπολογισμός προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας
στην θέση εγκατάστασης μέσω PVGIS

Με εκτίμηση παραγωγής στις 1380 kWh/KWp/έτος συνυπολογίζοντας τις απώλειες του συστήματος όπως αυτές φαίνονται ακριβώς πάνω από τον πίνακα.

Επομένως για το συγκεκριμένο Φωτοβολταϊκό πάρκο για το οποίο έγινε η σύσταση φακέλου στο κεφάλαιο 3 της παρούσας εργασίας η παραγωγική ικανότητα είναι :

1.380*499,845=**689.786,1 kWh/έτος**

3.1 *Απλή Χρηματοοικονομική ανάλυση αποτελεσμάτων χρήσης Φ/Β σταθμού.*

Ένα απλό **BP** το οποίο καλύπτει τις απαιτήσεις των Πιστωτικών Ιδρυμάτων και συνήθως καλύπτει και τις απορίες των επενδυτών παρουσιάζεται στην συνέχεια και είναι μία απλή ανάλυση του δανείου σε βάθος χρόνου σε σχέση με τα έσοδα του σταθμού με βάση τον υπολογισμό της ετήσιας παραγωγικής ικανότητας από το PVGIS όπως αυτή παρουσιάζεται παραπάνω.

Με δεδομένο τα ετήσια κέρδη από την ηλεκτροπαραγωγή και το κόστος κατασκευής του Φ/Β σταθμού (επομένως και το ύψος του δανείου) παρουσιάζεται στη συνέχεια η διαδικασία σύνταξης ενός BP.

Στην παρούσα μελέτη χρηματοοικονομική ανάλυση χρησιμοποιείται η πρόβλεψη τιμής πώλησης της MWh στα 225 € όπως αυτή προβλέπεται ότι θα κυμανθεί τον Αύγουστο του 2012.

Στην πρώτη σελίδα αναφέρονται τα στοιχεία της εγκατάστασης (ισχύς, φορέας, περιοχή) ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί (τύπος, μοντέλο, ισχύς και αριθμός φωτοβολταϊκών πλαισίων και η εταιρία που θα προμηθεύσει τους αντιστροφείς)

Έγκατάσταση ισχύος		499,845 kWp	Ιδιοκτήτης		Περιοχή	Τρακαδάρι, Στυλίδα	
Εναλλακτική 1							
	Fluitecnik FTS 220 P	235	Σταθερές Βάσεις	2127		499845	
	SMA	26	STP 17000/10000 TL-10	24/2			
ΚΟΣΤΟΣ							650.000.00 €

Εικόνα 3.2
Γενικά στοιχεία εγκατάστασης

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μία ανάλυση του κόστους κατασκευής:

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1	Αντιστροφείς	SMA STP 17000 TL	24 τμχ
		SMA STP 10000 TL	2 τμχ
2	Στήριξη	Σταθερές Βάσεις ExelGroup G2	2128
3	Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός	Καλώδια ισχύος όλων των απαιτούμενων διατομών, Διάταξη γείωσης (St/tZn), Κεντρικός τριφασικός πίνακας με τις κατάλληλες ασφάλειες και ασφαλειοδιακόπτες/ Υποπίνακες, Αντικεραυνική Προστασία (AC&DC)	--
4	Οικίσκος	Προκατασκευασμένος μεταλλικός οικίσκος, τύπου "ISOBOX", διαστάσεων 2,30x3,00x2,30m	1
5	Εγκατάσταση	Μεταφορικά, εργατικά, κατασκευή υπογείων δικτύων, υποδομή οπλισμένου σκυροδέματος κ.α	--
6	Έλεγχος Ορθής Λειτουργίας	Δοκιμή λειτουργίας, έλεγχος συνδέσεων, επιβεβαίωση δεδομένων παραγωγικής ικανότητας	--
7	Σύνδεση με το Δίκτυο	Παρουσία κατά τον έλεγχο της ΔΕΗ	--
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ 1			
8.1	Φ/Β Πλαίσια	Fluitecnik FTS 230P 235Wp	2127 τμχ
ΣΥΝΟΛΟ [€]			**650.000**

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1	Σύστημα Ασφαλείας	Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης αναλογικής τεχνολογίας και απαραίτητος φωτισμός – Σύστημα συναγερμού και ανίχνευση παραβίασης με υπέρυθρες ακτίνες	1 τμχ
2	Περίφραξη	Περίφραξη Έργου (250 μέτρα)	1 τμχ
ΣΥΝΟΛΟ [€]			**16.000**
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ [€]			**666.000**

Εικόνα 3.3
Ανάλυση κόστους κατασκευής

Το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός τους ύψους (ποσοστό) δανειοδότησης για την κατασκευή της εγκατάστασης. Σύνηθες ποσοστό είναι το 75% με δανειοδότηση και το 25% χρηματοδοτούμενο από ιδία κεφάλαια του Φορέα Υλοποίησης. Ένα μέσο επιτόκιο δανεισμού (στην χειρότερη περίπτωση) είναι το 9.2% (σταθερό).

Εναλλακτική 1	**Fluitecnik FTS 220 P**	**Σταθερές Βάσεις**	
Κόστος Επένδυσης [€]	**666.000**		
Ποσοστό Ιδίων Κεφαλαίων	**25.00%**		
Ποσοστό Δανειοδότησης	**75.00%**		
Ύψος Δανείου	**499.500.00 €**		
Μέσο Επιτόκιο δανεισμού για εγκατάσταση συστήματος ΑΠΕ			9.20%
Διάρκεια αποπληρωμής δανείου [έτη]			6

Εικόνα 3.4
Υπολογισμός ποσοστού δανειοδότησης
εγκατάστασης

Μια ρεαλιστική προσέγγιση αποπληρωμής του δανείου είναι σε 6 χρόνια (72 μηνιαίες ισόποσες δόσεις) το οποίο γίνεται με βάση τα έσοδα του σταθμού σε βάθος χρόνου ώστε ο σταθμός να λειτουργεί και τα έσοδα αυτού να μην υπερβαίνουν τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης). Ανάλογα με την παραγωγική ικανότητα του σταθμού συνυπολογίζοντας την μείωση της απόδοσης των Φωτοβολταϊκών πλαισίων με την πάροδο του χρόνου (ποσοστιαία κυμαίνεται σε 0.8% ετησίως με βάση την εγγύηση που δίνουν οι κατασκευαστές)

Υπολογίζοντας ετήσια έσοδα από το σταθμό με την τρέχουσα τιμή πώλησης της kWh σε 0,225 € τα ετήσια έσοδα είναι περίπου 150.000 €/χρόνο.

Τα λειτουργικά έξοδα του σταθμού υπολογίζονται περίπου στα 5.000 € ετησίως επομένως τα υπόλοιπα θα πρέπει να καλύπτουν τις δόσεις του δανείου μέσα στο έτος (12 δόσεις) και να αφήνουν και ένα αποθεματικό στα ταμεία της εταιρίας για χρήση σε έκτακτη ανάγκη (βλάβη συστήματος – αποκατάσταση/επισκευή ή την κάλυψη μειωμένης παραγωγής λόγο καιρικών συνθηκών).

Με την ανάλυση των δόσεων του δανείου για 6 χρόνια προκύπτει:

	Εισαγωγή τιμών
Ποσό δανείου	499.500.00 €
Ετήσιο επιτόκιο	9.200%
Περίοδος σε έτη	6
Ημερομηνία έναρξης του δανείου	29/10/2012
Μηνιαία δόση	9.053.42 €
Αριθμός δόσεων	72
Συνολικοί τόκοι	152.346.02 €
Συν. κόστος δανείου	651.846.02 €

Αρ.	Ημερομηνία πληρωμής	Αρχικό υπόλοιπο	Δόση	Κεφάλαιο	Τόκος	Τελικό υπόλοιπο
1	29/11/2012	499.500.00 €	9.053.42 €	5.223.92 €	3.829.50 €	494.276.08 €
2	29/12/2012	494.276.08 €	9.053.42 €	5.263.97 €	3.789.45 €	489.012.12 €
3	29/1/2013	489.012.12 €	9.053.42 €	5.304.32 €	3.749.09 €	483.707.79 €
4	1/3/2013	483.707.79 €	9.053.42 €	5.344.99 €	3.708.43 €	478.362.80 €
5	29/3/2013	478.362.80 €	9.053.42 €	5.385.97 €	3.667.45 €	472.976.83 €
6	29/4/2013	472.976.83 €	9.053.42 €	5.427.26 €	3.626.16 €	467.549.57 €
7	29/5/2013	467.549.57 €	9.053.42 €	5.468.87 €	3.584.55 €	462.080.70 €

.
.

63	29/1/2018	86.830.86 €	9.053.42 €	8.387.71 €	665.70 €	78.443.15 €
64	1/3/2018	78.443.15 €	9.053.42 €	8.452.02 €	601.40 €	69.991.13 €
65	29/3/2018	69.991.13 €	9.053.42 €	8.516.82 €	536.60 €	61.474.31 €
66	29/4/2018	61.474.31 €	9.053.42 €	8.582.11 €	471.30 €	52.892.20 €
67	29/5/2018	52.892.20 €	9.053.42 €	8.647.91 €	405.51 €	44.244.29 €
68	29/6/2018	44.244.29 €	9.053.42 €	8.714.21 €	339.21 €	35.530.07 €
69	29/7/2018	35.530.07 €	9.053.42 €	8.781.02 €	272.40 €	26.749.05 €
70	29/8/2018	26.749.05 €	9.053.42 €	8.848.34 €	205.08 €	17.900.71 €
71	29/9/2018	17.900.71 €	9.053.42 €	8.916.18 €	137.24 €	8.984.54 €
72	29/10/2018	8.984.54 €	9.053.42 €	8.984.54 €	68.88 €	- €

Εικόνα 3.5

Υπολογισμός αποπληρωμής δανείου

Τέλος παρουσιάζεται το φύλλο της σύνοψης χρήσης όπου φαίνονται τα αποτελέσματα χρήσης του σταθμού για τα 20 χρόνια λειτουργίας (αρχική άδεια παραγωγής με υποψία ανανέωσης μέχρι ίσο χρονικό διάστημα).

Περιγραφή			Ετήσια Παραγωγή [kWh]	Τρέχουσα τιμη kWp	κέρδος/έτος [€]
Εναλλακτική 1	Fluitecnik FTS 220 P	Σταθερές Βάσεις	689786.1	0.225	155201
Πρόβλεψη εσόδων					
	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
Εναλλακτική 1	155.201	153.928	152.666	151.414	150.173
Προβλεψη εξόδων (έξοδα συντήρισης)					
	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
Εναλλακτική 1	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €
Αποτελέσματα Χρήσης					
	1	2	3	4	5
Εναλλακτική 1	42.249.43 €	40.976.78 €	39.714.57 €	38.462.71 €	37.221.11 €

6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος	11ο έτος	12ο έτος	13ο έτος	14ο έτος
148.941	147.720	146.509	145.307	144.116	142.934	141.762	140.599	139.447
6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος	11ο έτος	12ο έτος	13ο έτος	14ο έτος
4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €
6	7	8	9	10	11	12	13	14
35.989.70 €	143.409.38 €	142.198.08 €	140.996.71 €	139.805.19 €	138.623.44 €	137.451.38 €	136.288.93 €	135.136.02 €

15ο έτος	16ο έτος	17ο έτος	18ο έτος	19ο έτος	20ο έτος
138.303	137.169	136.044	134.929	133.822	132.725
15ο έτος	16ο έτος	17ο έτος	18ο έτος	19ο έτος	20ο έτος
4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €	4.310.56 €
15	16	17	18	19	20
133.992.55 €	132.858.47 €	131.733.68 €	130.618.12 €	129.511.70 €	128.414.36 €

Συνοψη αποτελεσμάτων Χρήσης	
Εναλλακτική 1	2.135.652.31 €

Εικόνα 3.6
Αποτελέσματα χρήσης Φ/Β σταθμού
BP - 1

Στους πίνακες του Business Plan το οποίο παρουσιάζεται παραπάνω φαίνεται το αποτέλεσμα χρήσης (λειτουργίας) του σταθμού για τα 20 χρόνια της άδειας παραγωγής με το σύνολο των χρηματορροών στον φορέα λαμβάνοντας υπόψη την αποπληρωμή του έντοκου δανείου και τα λειτουργικά έξοδα. Δεδομένης της χρήσης ιδίων κεφαλαίων στην αρχική επένδυση σε ποσοστό 25% επί του αρχικού ποσού μπορούμε να το αφαιρέσουμε από τα έσοδα που προκύπτουν από την πώληση του ηλεκτρικού ρεύματος και να έχουμε τα καθαρά (προ φόρων) κέρδη του φορέα σε βάθος 20ετίας.

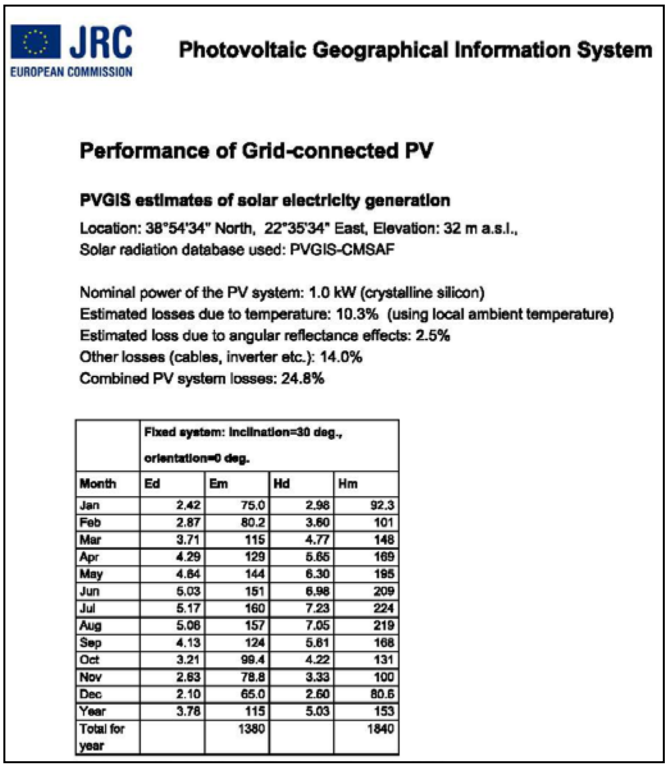
2.135.652,31-166.500=**1.969.152,31€**

3.2 *Χρηματοοικονομική ανάλυση αποτελεσμάτων χρήσης Φ/Β σταθμού με αποτελέσματα παραγωγής από το PVsyst.*

Εικόνα 3.7
Λογισμικό PV-Syst
Υπολογισμός απόδοσης συστήματος

Στη συνέχεια σε μία πιο επιστημονική προσέγγιση την παραγωγικής ικανότητας του σταθμού (Φ/Β Πάρκου) θα κάνουμε μία ενεργειακή μελέτη με το **PV-Syst** ώστε να έχουμε μία πιο σαφή εικόνα για την παραγωγή σε kWh του σταθμού.

Ξεκινώντας να κάνουμε την ενεργειακή μελέτη για το συγκεκριμένο έργο από το PVGIS παίρνουμε τα κλιματολογικά δεδομένα (ορίζοντα) για την συγκεκριμένη τοποθεσία όπως αυτό φαίνεται στην εικόνα 3.8.


JRC EUROPEAN COMMISSION

Photovoltaic Geographical Information System

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 38°54'34" North, 22°35'34" East, Elevation: 32 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature: 10.3% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.5%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 24.8%

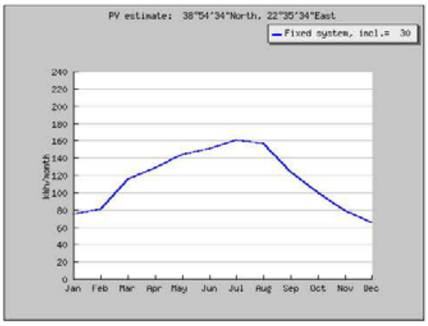
	Fixed system: inclination=30 deg., orientation=0 deg.			
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	2.42	75.0	2.98	92.3
Feb	2.87	80.2	3.60	101
Mar	3.71	115	4.77	148
Apr	4.29	129	5.65	169
May	4.64	144	6.30	195
Jun	5.03	151	6.98	209
Jul	5.17	160	7.23	224
Aug	5.06	157	7.05	219
Sep	4.13	124	5.61	168
Oct	3.21	99.4	4.22	131
Nov	2.63	78.8	3.33	100
Dec	2.10	65.0	2.60	80.6
Year	3.78	115	5.03	153
Total for year		1380		1840

Εικόνα 3.8
Εκτύπωση κλιματικών δεδομένων
PVGIS (pg.1)

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

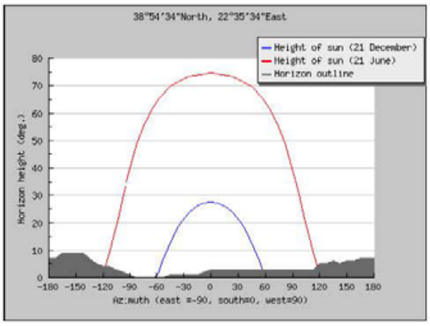
EUROPEAN COMMISSION

Photovoltaic Geographical Information System



Monthly energy output from fixed-angle PV system

Monthly in-plane irradiation for fixed angle



Outline of horizon with sun path for winter and summer solstice

Εικόνα 3.9
Εκτύπωση κλιματικών δεδομένων
PVGIS (pg.2)

3.2.1 *Εισαγωγή στο PVSYST*

Η **ενεργειακή μελέτη** ενός Φ/Β συστήματος βασίζεται σε προσομοίωση που γίνεται μέσω του λογισμικού PVSYST. Το συγκεκριμένο λογισμικό χρησιμοποιείται σε παγκόσμια κλίμακα για την μελέτη φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων τόσο αυτόνομων όσο και διασυνδεδεμένων. Οι δυνατότητες που παρέχει είναι μια πλήρης μελέτη (διαστασιολόγησης, προσομοίωση, ανάλυση δεδομένων).Διαθέτει μια εκτενής βάση μετεωρολογικών δεδομένων καθώς και στοιχεία εξοπλισμού Φ/Β συστημάτων διαφόρων κατασκευαστών.

Για διασυνδεδεμένα συστήματα, όπως το Φ/Β πάρκο στο Τρακαδάρι Στυλίδας το οποίο εξετάζουμε, ο χρήστης εισάγει την επιθυμητή ισχύ επιλέγει τον τύπο του Φ/Β πλαισίου και τεχνολογία Inverter από μια εκτενή βάση δεδομένων ενώ παράλληλα παρέχεται και η δυνατότητα εισαγωγής εξοπλισμού που δεν βρίσκεται στην βάση δεδομένων του προγράμματος χρησιμοποιώντας data sheets των κατασκευαστών.

Το πρόγραμμα προτείνει τον αριθμό των inverter και ένα πιθανό layout. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αλλάξει τα στοιχεία αυτά σύμφωνα με τον δικό του σχεδιασμό και το πρόγραμμα ελέγχει εάν ο σχεδιασμός αυτός είναι σωστός όπως και στην δική μας περίπτωση όπου η διαστασιολόγηση του σταθμού έχει προκύψει από το Sunny Design της κατασκευάστριας εταιρίας των μετατροπέων (inverters)

Στα εργαλεία του λογισμικού περιλαμβάνεται επίσης βάση μετεωρολογικών δεδομένων (Meteonorm) από 7.500 μετεωρολογικούς σταθμούς παράλληλα ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εισάγει και δικά του μετεωρολογικά δεδομένα από άλλες πηγές.

Για την μοντελοποίηση του συστήματος χρησιμοποιείται ένα ισοδύναμο μοντέλο της μίας διόδου
Η εξίσωσή που περιγράφει το ισοδύναμο μοντέλο περιλαμβάνει:

- I (A) : Το ρεύμα εξόδου του πλαισίου
- V (Volts): Η τάση εξόδου του πλαισίου
- Iph: Φωτόρευμα σε (A) είναι ανάλογο της ολικής ακτινοβολίας, με διόρθωση που εξαρτάται από την θερμοκρασία Tc
- ID: Το ρεύμα διόδου
- Io: Ανάστροφο ρεύμα της διόδου που επίσης εξαρτάται από την θερμοκρασία
- Rs: Σε σειρά αντίσταση σε (Ohm)
- Rsh: Παράλληλη αντίσταση σε (Ohm)
- q : Το φορτίο του ηλεκτρονίου q= 1.602x10-19 Coulomb
- K : Σταθερά Boltzmann K= 1.381 E -23 J/K
- Gamma : Παράγοντας της ποιότητας της διόδου μεταξύ 1-2 για κρυσταλλικά πλαίσια
- Ncs: Αριθμός κυττάρων εν σειρά
- Tc: Θερμοκρασία κυττάρων σε (K)

Το λογισμικό προσομοιώνει την απόδοση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης σε KWh/KWp λαμβάνοντας υπόψη ένα μεγάλο αριθμό παραμέτρων όπως:

1. Τροχιά ηλίου, γωνίες πρόσπτωσης κτλ.
2. Ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο
3. Μετεωρολογικούς υπολογισμούς σε κεκλιμένο επίπεδο με ορίζοντα, σκίαση χωρίς σκίαση
4. Βέλτιστο προσανατολισμό εγκατάστασης
5. Παραγωγή ωριαίων στοιχείων ανά μηνιαία δεδομένα
6. Ηλεκτρική συμπεριφορά των στοιχείων κάτω από μερική ή ολική σκίαση διπλό προσανατολισμό κτλ.

Με τη χρήση του παραπάνω λογισμικού είμαστε σε θέση να υπολογίζουμε κάθε είδους απώλειες που σχετίζονται με την παραγωγή ενός Φ/Β συστήματος όπως:

Near shading on global: Απώλειες από εσωτερική σκίαση από μπροστινές σειρές πλαισίων και κοντινά αντικείμενα.

Απώλειές IAM (Incidence angle modifier- IAM): Είναι οι απώλειες οπτικού τύπου, λόγω ανάκλασης και διάδοσης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο πλαίσιο. Ουσιαστικά εκφράζουν το «αδυνάτισμα» της ακτινοβολίας που τελικά φθάνει στην επιφάνεια των Φ/Β κυττάρων σε σχέση με αυτή που θα προσέπιπτε αν δεν υπήρχαν τα παραπάνω φαινόμενα.

Καθοριστικός παράγοντας για τα παραπάνω είναι η γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στην επιφάνεια του πλαισίου. Αυτό του είδους οι απώλειές υπακούουν στους νόμους του Fresnel αναφορικά με την διάδοση της ακτινοβολίας και τις ανακλάσεις της πάνω στο προστατευτικό στρώμα γυαλιού που επικαλύπτει τα Φ/Β κύτταρα των πλαισίων καθώς και πάνω στην ίδια την επιφάνεια των κυττάρων

PV Conversion: Απόδοση πλαισίου σε πρότυπες συνθήκες σύμφωνα με τον κατασκευαστή.

PV loss due to irradiance level: Απώλειες λόγω διαφορετικού επιπέδου της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Θερμικές απώλειες λόγω θερμοκρασίας των κυψελίδων: Στις Πρότυπες συνθήκες δοκιμής (SAC) η θερμοκρασία λειτουργίας των κυττάρων λαμβάνεται 25C. Ωστόσο στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας η θερμοκρασία των κυττάρων ανέρχεται σε τιμές αρκετά πιο ψηλές κάτι που επηρεάζει τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των κυττάρων και συνεπώς των πλαισίων και των συστοιχιών που αποτελούν τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια.

Module Quality losses: Απώλειες λόγω ανακρίβειας των ποιοτικών χαρακτηριστικών των Φ/Β πλαισίων η τιμή που παίρνεται από το πρόγραμμα είναι της τάξης του (-3%)

Mismatch losses: Απώλειες αναντιστοιχίας οφείλονται στο γεγονός ότι τα πλαίσια που αποτελούν την συστοιχία στη πραγματικότητα δεν είναι μεταξύ τους πανομοιότυπα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρουσιάζονται αποκλίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών τάσης ρεύματος (I-V) των πλαισίων. Στην ουσία τα πλαίσια έχουν μεταξύ τους, έστω και ελάχιστα διαφορετικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Στην πράξη αυτό το φαινόμενο επηρεάζει τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά ολόκληρης της συστοιχίας με συνέπεια να παρουσιάζεται απώλεια ισχύος στο MPP. Στο πρόγραμμα παρέχεται η δυνατότητα ποσοτικοποίησης αυτού του είδους απωλειών με τη χρήση ενός συντελεστή που του δίνεται σταθερή τιμή -2%.

Ωμικές απώλειες λόγω καλωδιώσεων: Οι ωμικές απώλειες λόγω καλωδιώσεων εκφράζουν την ενέργεια που χάνεται πάνω στις γραμμές κατά την μετατροπή της σε θερμότητα. Οι καλωδιώσεις αφορούν στην σύνδεση μεταξύ των πλαισίων εν σειρά για την συγκρότηση ενός string, στις καλωδιώσεις που χρειάζονται για να συνδεθούν οι αλυσίδες μεταξύ τους στους κόμβους, στις καλωδιώσεις για να συνδεθούν οι κόμβοι με τους μετατροπείς, στις καλωδιώσεις από τους μετατροπείς ως το δίκτυο κ.α.. Οι διατομές των καλωδίων επιλέγονται ώστε αυτές οι απώλειές να μην ξεπερνούν το 0,5%.

Inverter loss during operation: Απώλειες του Inverter κατά την λειτουργία του.

Inverter loss due to power threshold: Παρασιτικό φορτίο του Inverter (ιδιοκατανάλωση).

Inverter loss over nominal inverter voltage: Κατά τον σχεδιασμό του συστήματος η μέγιστη τάση εξόδου της συστοιχίας λαμβάνεται η τάση ανοιχτοκύκλωσης της συστοιχίας (VOC για T=-10° C). Όταν η τάση εισόδου του Inverter ξεπεράσει αυτό το όριο ο Inverter σταματά.

Inverter loss due to voltage threshold: Κατά τον σχεδιασμό του συστήματος η VMPP της συστοιχίας για T= 60°C επιλέγεται να είναι εντός του παραθύρου τάσης που μπορεί να ανιχνεύσει ο Inverter.

Τελικά με τη χρήση του παραπάνω λογισμικού είμαστε σε θέση να προβλέψουμε

- Αποδοτικότητες
- Λόγο επίδοσης
- Αποδόσεις

Η αποδοτικότητα της Φ/Β συστοιχίας (array Yield, Ya) ορίζεται ως το πηλίκο της αποδιδόμενης ημερησίως (σε μηνιαία ή ετήσια βάση) ηλεκτρικής ενέργειας δια της ισχύος αιχμής της συστοιχίας.

Έτσι έχουνε : Ya = Earray/ Pp με μονάδες Wh/Wp/day. και εκφράζει την ενέργεια που αποδίδει κάθε εγκατεστημένο kWp στην έξοδο της συστοιχίας σε μία ημέρα.

Η αποδοτικότητα του Φ/Β συστήματος (final Yield, Yf) ορίζεται με παρόμοιο τρόπο. Είναι δηλαδή το πηλίκο της ημερήσιας (σε μηνιαία ή ετήσια βάση) διαθέσιμης ηλεκτρικής ενέργειας στην έξοδο του μετατροπέα δια της ισχύος αιχμής.

Έτσι έχουμε: Yf =Eoutsyst / Pp με μονάδες Wh/Wp/day και εκφράζει την ενέργεια που παίρνουμε στην έξοδο του συστήματος από κάθε εγκατεστημένο kWp σε μία ημέρα.

Η αποδοτικότητα αναφοράς του Φ/Β συστήματος (reference system Yield, Yr) είναι η ιδανική αποδοτικότητα του συστήματος χωρίς καμία απώλεια. Θεωρούμε δηλαδή ότι η συστοιχία λειτουργεί υπό συντελεστή απόδοσης που αντιστοιχεί στις πρότυπες συνθήκες ελέγχου και η προσπίπτουσα ολική ακτινοβολία φτάνει στην επιφάνεια των κυττάρων χωρίς να υφίσταται οπτικές απώλειες λόγω διάθλασης ή ανάκλασης. Οι λοιπές απώλειες τόσο της συστοιχίας όσο και του μετατροπέα δεν λαμβάνονται υπόψη. Έτσι μπορούμε να γράψουμε: Yr = Earray, optimum / Pp.

Ο λόγος επίδοσης μιας Φ/Β συστοιχίας (Performance Ratio PR) μιας Φ/Β συστοιχίας (PRa) ή ενός Φ/Β συστήματος (PRs) ισούται με το πηλίκο της αποδιδόμενης ηλεκτρικής ενέργειας Ε προς την ενέργεια Earray (Gt, nstc) που θα απέδιδε η Φ/Β συστοιχία, αν λειτουργούσε ιδανικά χωρίς επιπλέον απώλειες δεχόμενη κάθε στιγμή την ίδια πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια της ημέρας.

Έτσι έχουμε:

PRarray = Earray / Erray (Gt, nstc) για την συστοιχία
PRs = Es / Earray / (Gt, nstc) για το σύστημα συνολικά

Με βάση τα παραπάνω ορίζονται και τα ακόλουθα μεγέθη:
Lc= Collection Loss = Yr – Ya: Σύνολό απωλειών συστοιχίας
Ls = System Loss = Ya – Yf: Απώλειες μετατροπέα.

Ακτινοβολία αποδιδόμενης ενέργειας και αποδόσεις
GlobHor: (Global Horizontal) Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο οριζόντιου συλλέκτη στον γεωγραφικό τόπο που βρίσκεται ο σταθμός. Μονάδες (kWh/m²) και εκφράζει πυκνότητα ενέργειας. Εδώ αναφέρεται σε ολικές μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

GlobInc: (Global Incident) Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη στον γεωγραφκό τόπο που βρίσκεται ο σταθμός. Προκύπτει από την GlobHor όπου λαμβάνεται υπόψη η κλίση του συλλέκτη. Μονάδες KWh/m²) και εκφράζει πυκνότητα ενέργειας. Εδώ αναφέρεται σε συνολικές μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

GlobalEff: (Effective Global) Αξιοποιήσιμη πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη στον γεωγραφικό τόπο που βρίσκεται ο σταθμός. Προκύπτει από την GlobInc αφού ληφθούν υπόψη οι οπτικές απώλειες (IAM) λόγω διάδοσης και ανάκλασης. Μονάδες KWh/m² και εκφράζει πυκνότητα ενέργειας. Εδώ αναφέρεται σε συνολικές μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

Tamb: (Tambient) Θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αναφέρεται σε μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

Earray: Αξιοποιήσιμη ενέργεια στην έξοδο της συστοιχίας αφού ληφθούν υπόψη οι απώλειες για την ακτινοβολία και τη λειτουργία της συστοιχίας. Μονάδες KWh. Αναφέρεται σε συνολικές μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

EOutInv: Διαθέσιμη ενέργεια στην έξοδο των μετατροπέων, δηλαδή στην έξοδο του συστήματος, αφού ληφθούν υπόψη όλες οι απώλειες του συστήματος. Μονάδες kWh. Αναφέρεται σε συνολικές μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

EffArrR (Array Efficiency Rough area): είναι η απόδοση της συστοιχίας με βάση την ολική επιφάνεια της και όχι μόνο η καθαρή επιφάνεια των κυττάρων. Προκύπτει από τα παραπάνω ως εξής:
EffArrR= Earray / (GlobInc×Sarray) Αναφέρεται σε μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

EffSysR (System Efficiency Rough area): είναι η απόδοση συνολικά του συστήματος με βάση την ολική επιφάνεια της και όχι μόνο η καθαρή επιφάνεια των κυττάρων. Προκύπτει από τα παραπάνω ως εξής:
EffSysR =EOutInv/ (GlobInc×Sarray). Αναφέρεται σε μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

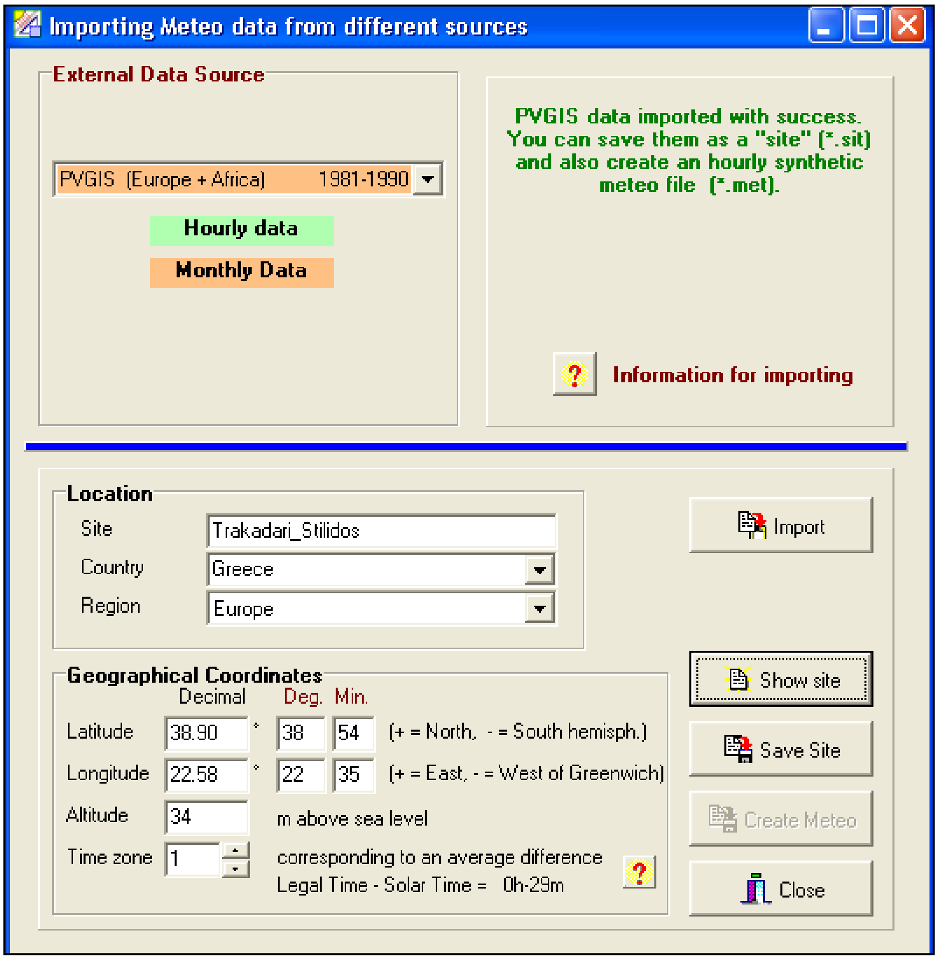
Τα δεδομένα θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας των Φ/Β πλαισίων κατά την διάρκεια λειτουργίας τους, προκύπτουν με γραμμική παρεμβολή των δεδομένων που προέρχεται από 17 μετεωρολογικούς σταθμούς που υπάρχουν στην Ελλάδα. Η ανάλυση χώρου είναι 1x1 Km και η μεθοδολογία που ακολουθείται επιτρέπει σε ημερήσια βάση τον υπολογισμό κατά την διάρκεια της ημέρας, της θερμοκρασίας περιβάλλοντος για οποιαδήποτε ώρα της ημέρας και για οποιαδήποτε περιοχή της Ελλάδας με σφάλμα γραμμικής παρεμβολής μόνο κατά 0,5° έως 0,7°C.

Η ταχύτητα του ανέμου στον υπολογισμό θεωρείται 0 m/sec λόγω ελλιπών δεδομένων που υπάρχουν διαθέσιμα. Ο άνεμος όμως έχει θετική επίδραση στην απόδοση των πλαισίων λόγω της απαγωγής της θερμότητας που επιτυγχάνεται, έτσι η πραγματική απόδοση θα είναι μεγαλύτερη από αυτήν που υπολογίζεται μέσω της προσομοίωσης.

3.2.2 *Εισαγωγή κλιματολογικών και εδαφολογικών δεδομένων.*

Για την εισαγωγή των δεδομένων (κλιματολογικών) από το PVGIS κάνουμε ένα copy – paste των πίνακα όπως αυτός εμφανίζεται στην αρχική σελίδα (πίνακας ηλιακής ακτινοβολίας της επιλεγμένης περιοχής)

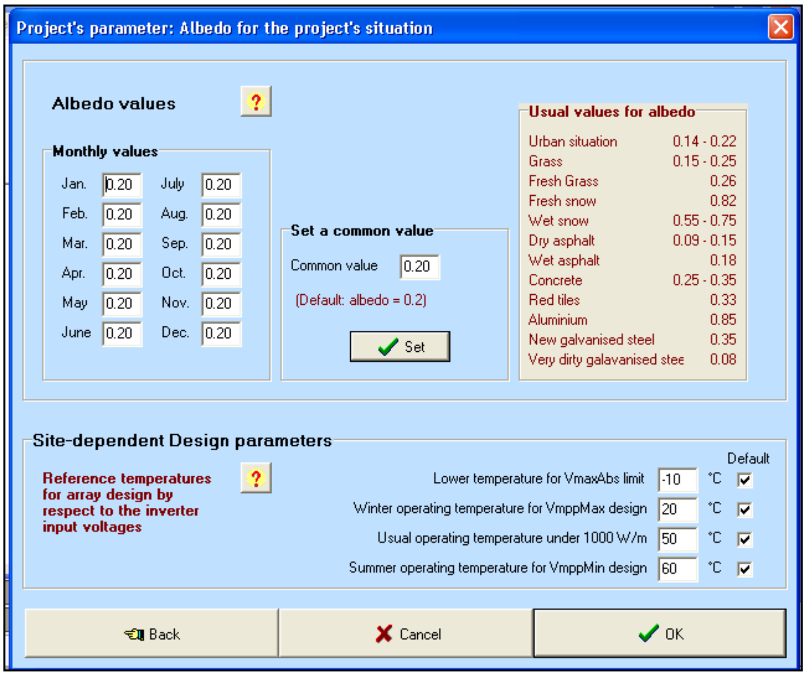
Στην συνέχεια και αφού δώσουμε τα στοιχεία της περιοχής όπως φαίνεται στην εικόνα (τα δεδομένα προέρχονται από το PVGIS όπως περιγράφεται παραπάνω και επιλέγουμε την ονομασία που θέλουμε να δώσουμε στα κλιματολογικά δεδομένα που κάναμε εισαγωγή).



Εικόνα 3.10
Εισαγωγή δεδομένων
στο PV-Syst μέσω του PVGIS

Ο βασικός τρόπος εισαγωγής κλιματολογικών δεδομένων όπως περιγράφεται στην αρχή του κεφαλαίου (για το PV-Syst) είναι το Meteonorm αλλά έχει την επιλογή εισαγωγής στοιχείων από άλλη πηγή (Importing Meteo data from different sources).

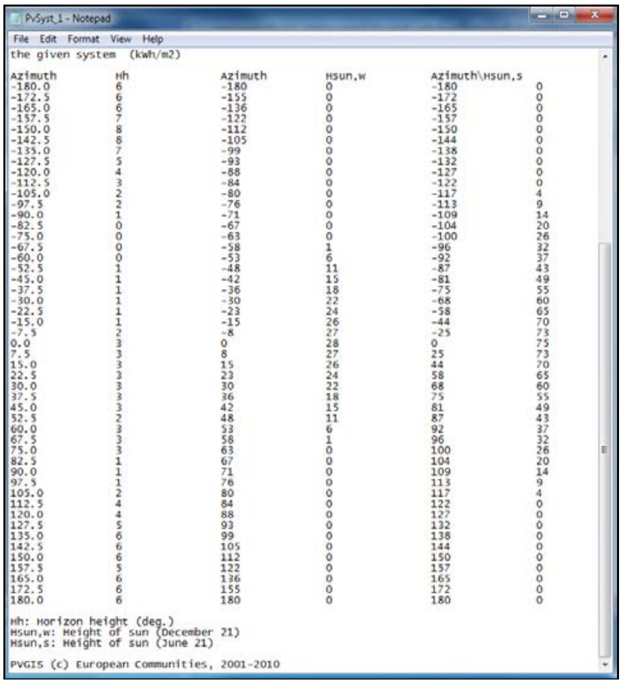
Επόμενο βήμα για την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων είναι να σώσουμε το site και να δούμε τις πληροφορίες όπως αυτές τις έχουμε εισάγει, και παρουσιάζονται στην εικόνα όπως φαίνεται στη συνέχεια:



Εικόνα 3.11
Εισαγωγή δεδομένων
στο PV-Syst μέσω του PVGIS (st.2)

Για να ολοκληρώσουμε την εισαγωγή δεδομένων για την περιοχή θα πρέπει να εισάγουμε τον ορίζοντα (horizon) όπως αυτός εμφανίζεται στο PVGIS, από το οποίο έχουμε επιλέξει να κάνουμε την εισαγωγή των δεδομένων.

Επιλέγοντας την εκτύπωση των αποτελεσμάτων σε notepad το PVGIS δεν μας δίνει το γράφημα το οποίο θέλουμε να δημιουργήσουμε αλλά τις τιμές που χρειαζόμαστε για να το εισάγουμε, όπως φαίνονται στη συνέχεια:


PvSyst_1 - Notepad
File Edit Format View Help

the given system (kWh/m2)

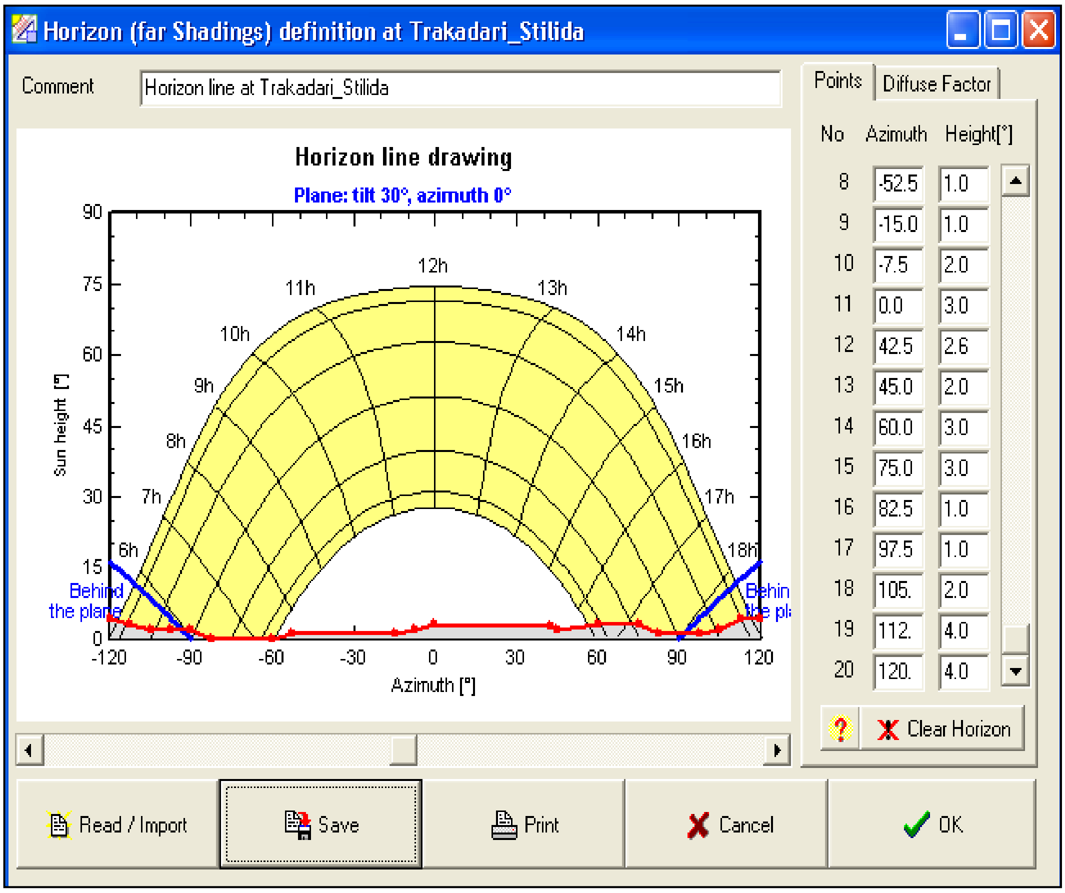
Azimuth	Hh	Azimuth	Hsun,w	Azimuth\Hsun,s	
-180.0	6	-180	0	-180	0
-172.5	6	-155	0	-172	0
-165.0	6	-136	0	-165	0
-157.5	7	-122	0	-157	0
-150.0	8	-112	0	-150	0
-142.5	8	-105	0	-144	0
-135.0	7	-99	0	-138	0
-127.5	5	-93	0	-132	0
-120.0	4	-88	0	-127	0
-112.5	3	-84	0	-122	0
-105.0	2	-80	0	-117	4
-97.5	2	-76	0	-113	9
-90.0	1	-71	0	-109	14
-82.5	0	-67	0	-104	20
-75.0	0	-63	0	-100	26
-67.5	0	-58	1	-96	32
-60.0	0	-53	6	-92	37
-52.5	1	-48	11	-87	43
-45.0	1	-42	15	-81	49
-37.5	1	-36	18	-75	55
-30.0	1	-30	22	-68	60
-22.5	1	-23	24	-58	65
-15.0	1	-15	26	-44	70
-7.5	2	-8	27	-25	73
0.0	3	0	28	0	75
7.5	3	8	27	25	73
15.0	3	15	26	44	70
22.5	3	23	24	58	65
30.0	3	30	22	68	60
37.5	3	36	18	75	55
45.0	3	42	15	81	49
52.5	2	48	11	87	43
60.0	3	53	6	92	37
67.5	3	58	1	96	32
75.0	3	63	0	100	26
82.5	1	67	0	104	20
90.0	1	71	0	109	14
97.5	1	76	0	113	9
105.0	2	80	0	117	4
112.5	4	84	0	122	0
120.0	4	88	0	127	0
127.5	5	93	0	132	0
135.0	6	99	0	138	0
142.5	6	105	0	144	0
150.0	6	112	0	150	0
157.5	5	122	0	157	0
165.0	6	136	0	165	0
172.5	6	155	0	172	0
180.0	6	180	0	180	0

Hh: Horizon height (deg.)
Hsun,w: Height of sun (December 21)
Hsun,s: Height of sun (June 21)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2010

Εικόνα 3.12
Εισαγωγή δεδομένων
του ορίζοντα της περιοχής στο PV-Syst

Έχοντας τα δεδομένα του ορίζοντα (για την εισαγωγή τους στο PV-Syst μας ενδιαφέρουν οι δύο πρώτες στήλες του πίνακα – αζιμούθιο και ύψος). Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται ο ορίζοντας όπως έχει προκύψει από την εισαγωγή επιλεγμένων σημείων από τα παραπάνω. Συνήθως επιλέγονται σημεία τα οποία παρουσιάζουν υψομετρική διαφορά σε μέγιστο βαθμό διότι η εισαγωγή όλων των σημείων είναι χρονοβόρα και δεν αλλάζει το αποτέλεσμα.

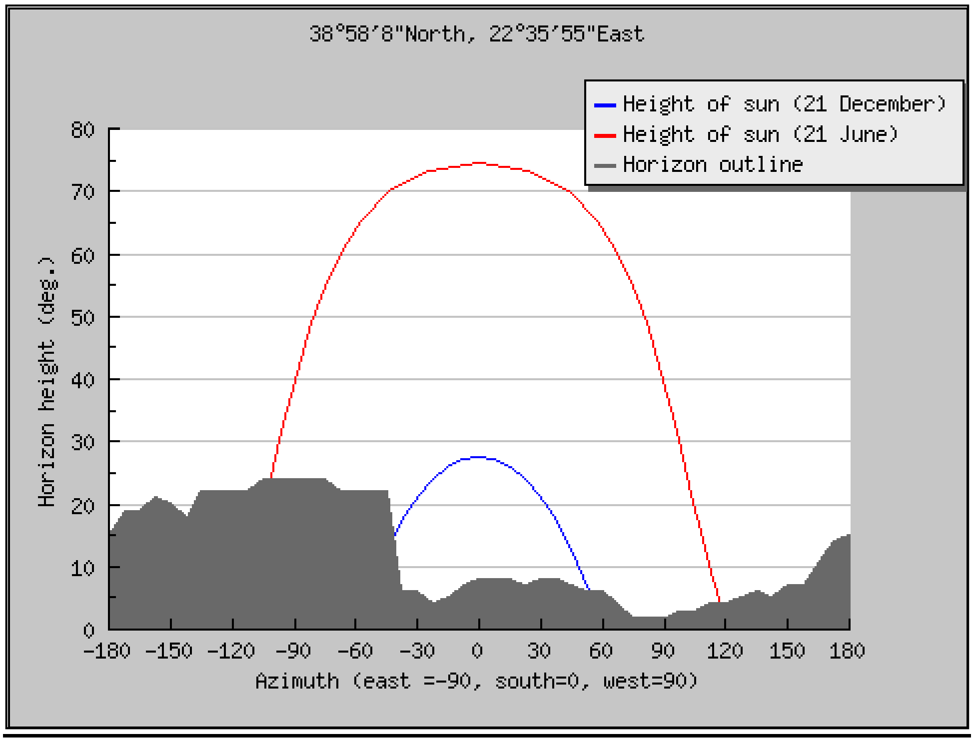


Εικόνα 3.13
Εμφάνιση ορίζοντα

Στην εικόνα 3.13 παρουσιάζεται η γραμμή του ορίζοντα όπου αποτυπώνεται το ύψος του ηλίου στο θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο ανά ώρα της ημέρας περιμετρικά του σημείου της εγκατάστασης ενώ με κόκκινο παρουσιάζονται τα εμπόδια (φυσικά) τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν σκιάσεις στο σημείο εγκατάστασης περιμετρικά του σταθμού.

Όπως προκύπτει και από τον ορίζοντα ο φωτοβολταϊκός σταθμός στην θέση που πρόκειται να εγκατασταθεί δεν έχει σκιάσεις από ύψωμα/βουνά στην γύρω περιοχή. Έγινε παραδοχή-επιλογή ότι δεν υπάρχουν σκιάσεις από κοντινά αντικείμενα (δέντρα- κτήρια- μεταξύ των Φ/Β πλαισίων) αποτέλεσμα αυτοψίας στο χώρο εγκατάστασης.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται μία εικόνα από τον ορίζονται 4.8 χλμ Βόρεια-Βορειοδυτικά της θέσης εγκατάστασης στα όρια του Εθνικού Δρυμού Νεράιδας Λογγιτσίου όπου εντοπίζονται προβλήματα σκιάσεων και αποτυπώνονται στο γράφημα του ορίζοντα (εικόνα 3.14)



Εικόνα 3.14
Ορίζοντας σημείου
με πρόβλημα σκιάσεων από ύψωμα-βουνό
(Βορειοδυτικά σημείου)

3.2.3 *Εισαγωγή φωτοβολταϊκών συστοιχιών και inverter συστήματος.*

Έχοντας ολοκληρώσει την εισαγωγή των κλιματολογικών και εδαφολογικών δεδομένων για την περιοχή εγκατάστασης επιλέγουμε την περιοχή (αρχείο) που δημιουργήσαμε και προχωράμε στην δημιουργία του Φ/Β σταθμού. Όπως αναφέρθηκε στην αρχή το PV-Syst έχει την δυνατότητα εφόσον δεχθεί ως όρισμα τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν (Φ/Β πλαίσια και Inverter) να διαστασιολογήσει την εγκατάσταση. Εμείς όμως έχουμε τα δεδομένα του προγράμματος διαστασιολόγησης της εταιρίας που κατασκευάζει τους μετατροπείς από το οποίο έχουν προκύψει τα υλικά και ο τρόπος συνδεσμολογίας επομένως θα πρέπει να εισάγουμε τα στοιχεία στο PV-Syst.

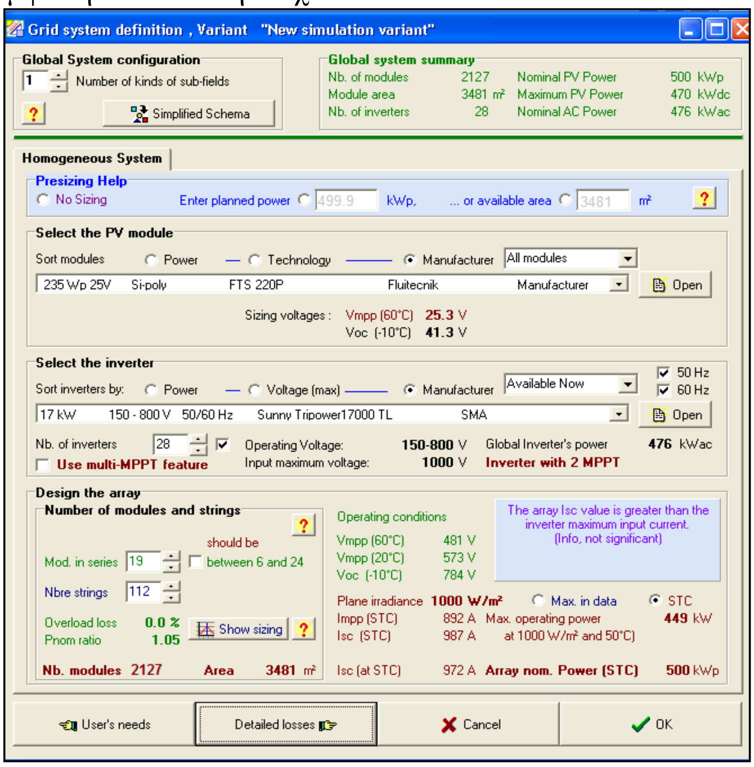
Είναι γνωστό πως το PV-Syst δεν δέχεται την εισαγωγή Multiple MPP tracker σε μετατροπείς που, από την εταιρία κατασκευής τους, παρέχουν αυτή τη δυνατότητα. Στην περίπτωση αυτή καλούμαστε να προσομοιώσουμε το σύστημα με τέτοιο τρόπο ώστε να πετύχουμε τα strings όπως αυτά δίνονται από την SMA και το Sunny Design. Η προσομοίωση αυτή επιτυγχάνεται αν διασπαστεί το σύστημα ανά string με διαφορετικό αριθμό πλαισίων.

Στην περίπτωση τη δική μας όπου οι συστοιχίες των μετατροπέων είναι:

1. 3*19 και 1*19 για κάθε έναν από τους 27 inverter των 17 kWp
2. 3*19 και 1*18 για τον τελευταίο inverter των 17 kWp

Εύκολα λοιπόν διακρίνονται τα υποσυστήματα τα οποία θα μας οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το ολοκληρωμένο σύστημα όπως αυτό έχει αποτυπωθεί και αποτελείται από 2.127 φωτοβολταϊκά πλαίσια στο οποίο περισσότερη έμφαση δίνεται στην ισχύ του.

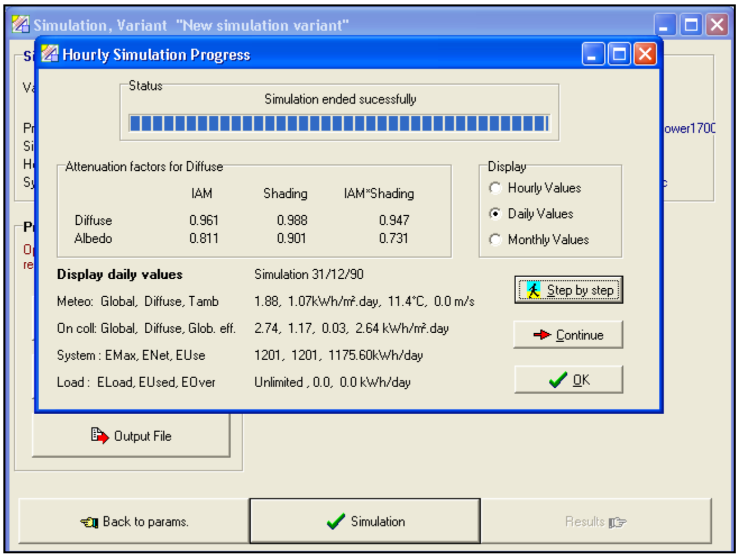


Εικόνα 3.15
Εισαγωγή συστήματος
Inverter και Φ/Β πλαισίων

Όπως φαίνεται στο πάνω δεξί τμήμα της εικόνας από το PV-Syst το σύστημά μας αποτελείται από 2.127 φωτοβολταϊκά πλαίσια (Fluitecnik FTS-220 P ισχύος 235Wp) με συλλεκτική επιφάνεια 3.481 τετραγωνικών μέτρων και 28 inverter (μετατροπείς). Συνολική ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος 500 kWp ποσό που προκύπτει από την στρογγυλοποίηση του 499,845 kWp.

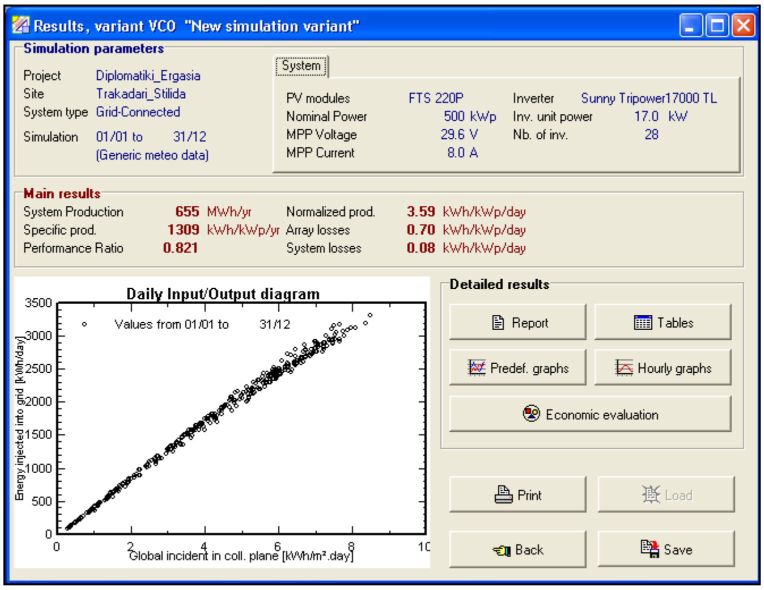
3.2.4 *Προσομοίωση συστήματος*

Πιέζοντας το πλήκτρο OK έχουμε ολοκληρώσει την δημιουργία του Φ/Β πάρκου στο Τρακαδάρι Στυλίδας και μένει μόνο η προσομοίωση του συστήματος για την πρόβλεψη παραγωγικής ικανότητας.



Εικόνα 3.16
Διαδικασία προσομοίωσης

Γίνεται η εκτέλεση του προγράμματος σε Step by Step mode και ακολουθούν τα αποτελέσματα από την ενεργειακή μελέτη του σταθμού.



Εικόνα 3.17

Αποτελέσματα προσομοίωσης

Στην συνέχεια δίνεται σε μορφή .pdf η αναφορά του προγράμματος για τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, όπου φαίνονται τα αποτελέσματα χρήσης (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος λειτουργίας) του σταθμού και τα ποσοστά των απωλειών του συστήματος.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	**Diplomatiki_Ergasia**			
Geographical Site	**Trakadari_Stilida**		**Country**	**Greece**
Situation	Latitude	38.9°N	Longitude	22.6°E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	34 m
	Albedo	0.20		
Meteo data :	Trakadari_Stilidos, Synthetic Hourly data			

Simulation variant :	**New simulation variant**			
	Simulation date	05/11/12 15h33		

Simulation parameters

Collector Plane Orientation	Tilt	31°	Azimuth	0°
Horizon	Average Height	1.9°		
Near Shadings	No Shadings			

PV Array Characteristics

PV module	Si-poly Model	**FTS 220P**		
	Manufacturer	Fluitecnik		
Number of PV modules	In series	19 modules	In parallel	112 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	2127	Unit Nom. Power	235 Wp
Array global power	Nominal (STC)	**500 kWp**	At operating cond.	449 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	504 V	I mpp	892 A
Total area	Module area	**3482 m²**	Cell area	3108 m²

Inverter	Model	**Sunny Tripower17000 TL**		
	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	150-800 V	Unit Nom. Power	17.0 kW AC
Inverter pack	Number of Inverter	28 units	Total Power	476.0 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor	Uc (const)	27.7 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	46 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	9.5 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05

User's needs : Unlimited load (grid)

Grid-Connected System: Horizon definition

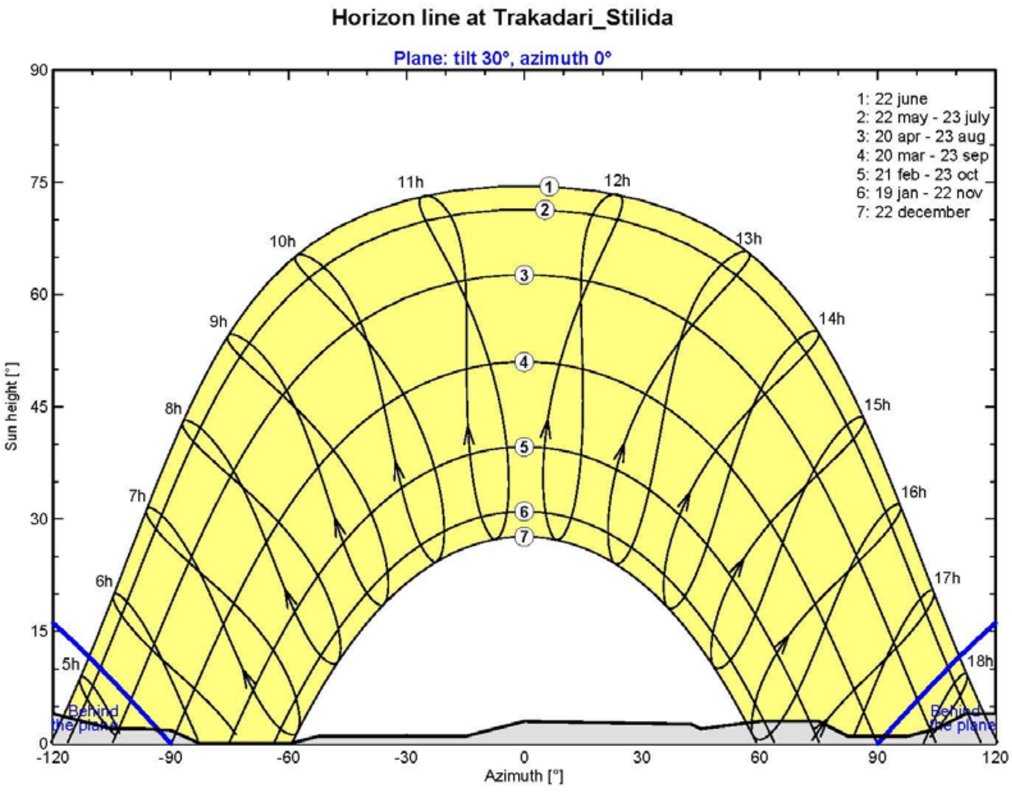
Project : **Diplomatiki_Ergasia**

Simulation variant : **New simulation variant**

Main system parameters	System type	**Grid-Connected**			
Horizon	Average Height	1.9°			
PV Field Orientation	tilt	31°	azimuth	0°	
PV modules	Model	FTS 220P	Pnom	235 Wp	
PV Array	Nb. of modules	2127	Pnom total	**500 kWp**	
Inverter	Model	Sunny Tripower17000 TL	Pnom	17.00 kW ac	
Inverter pack	Nb. of units	28.0	Pnom total	**476 kW ac**	
User's needs	Unlimited load (grid)				

Horizon	Average Height	1.9°	Diffuse Factor	0.99	
	Albedo Factor	100 %	Albedo Fraction	0.90	

Height [°]	4.0	3.0	2.0	2.0	1.8	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0
Azimuth [°]	-120	-112	-105	-98	-90	-82	-60	-52	-15	-7
Height [°]	3.0	2.6	2.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	4.0	4.0
Azimuth [°]	0	43	45	60	75	82	98	105	112	120



Grid-Connected System: Main results

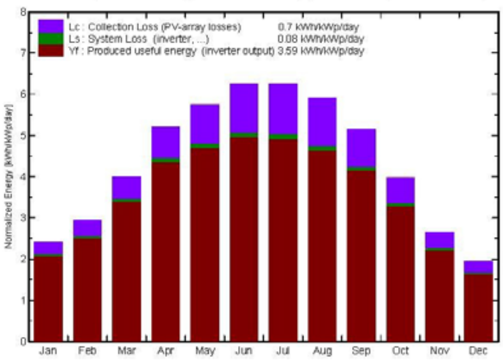
Project : **Diplomatiki_Ergasia**

Simulation variant : **New simulation variant**

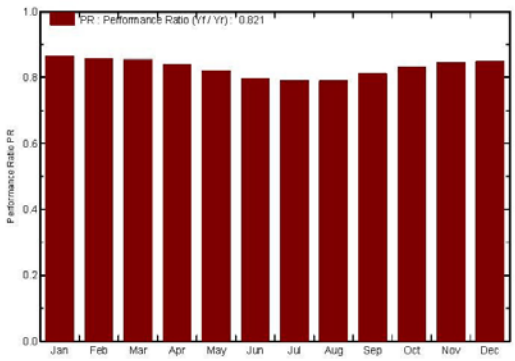
Main system parameters	System type	**Grid-Connected**		
Horizon	Average Height	1.9°		
PV Field Orientation	tilt	31°	azimuth	0°
PV modules	Model	FTS 220P	Pnom	235 Wp
PV Array	Nb. of modules	2127	Pnom total	**500 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower17000 TL	Pnom	17.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	28.0	Pnom total	**476 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results				
System Production	**Produced Energy**	**655 MWh/year**	Specific prod.	1309 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	82.1 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 500 kWp



Performance Ratio PR



New simulation variant

Balances and main results

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
January	52.7	7.60	74.9	72.0	33.13	32.36	12.70	12.40
February	65.0	8.50	82.3	79.1	36.03	35.22	12.57	12.29
March	106.6	10.70	123.6	118.9	53.86	52.70	12.52	12.24
April	147.6	14.20	156.1	150.2	67.00	65.54	12.32	12.06
May	184.1	19.60	178.1	171.0	74.57	72.95	12.02	11.76
June	201.3	24.20	187.4	179.8	76.42	74.66	11.71	11.44
July	204.9	26.20	193.7	185.9	78.24	76.44	11.60	11.33
August	178.9	25.90	183.0	176.2	73.93	72.24	11.60	11.33
September	134.4	22.00	154.1	148.7	63.95	62.53	11.92	11.65
October	95.8	17.60	122.8	118.4	52.21	51.06	12.21	11.94
November	57.0	12.70	79.4	76.3	34.30	33.53	12.40	12.12
December	43.1	9.00	60.4	57.9	26.28	25.61	12.49	12.18
Year	1471.4	16.56	1595.9	1534.4	669.91	654.85	12.05	11.78

Legends:				
	GlobHor	Horizontal global irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
	T Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
	GlobInc	Global incident in coll. plane	EffArrR	Effic. Eout array / rough area
	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EffSysR	Effic. Eout system / rough area

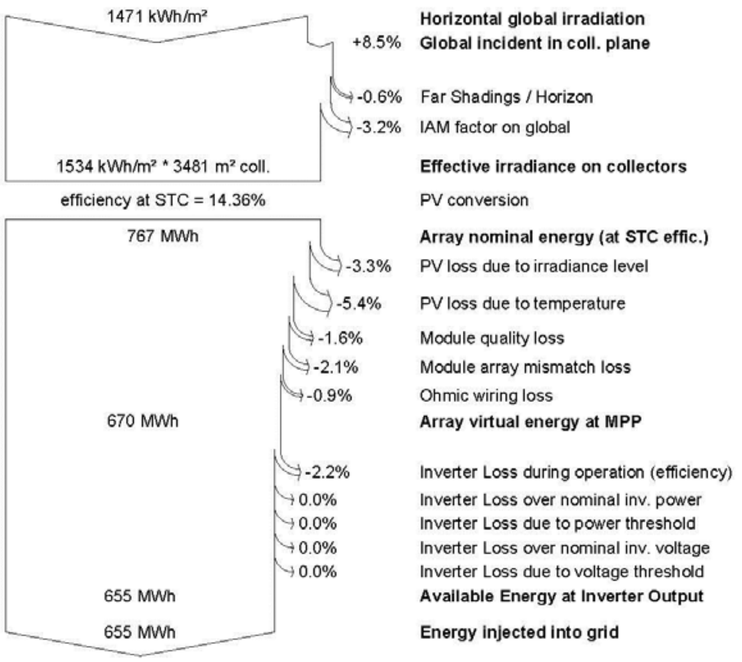
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **Diplomatiki_Ergasia**

Simulation variant : **New simulation variant**

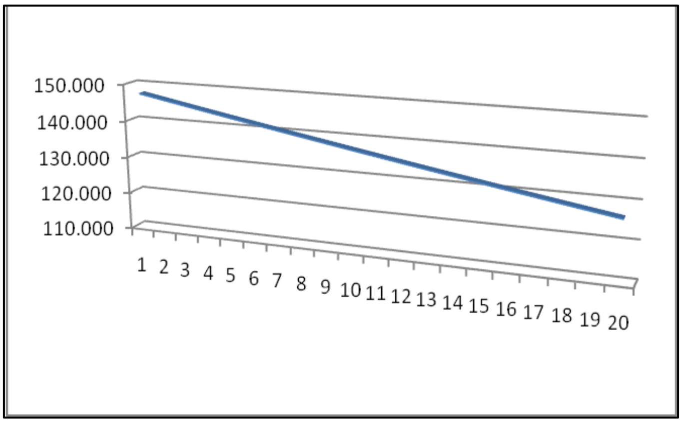
Main system parameters	System type	**Grid-Connected**		
Horizon	Average Height	1.9°		
PV Field Orientation	tilt	31°	azimuth	0°
PV modules	Model	FTS 220P	Pnom	235 Wp
PV Array	Nb. of modules	2127	Pnom total	**500 kWp**
Inverter	Model	Sunny Tripower17000 TL	Pnom	17.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	28.0	Pnom total	**476 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



Η προσομοίωση της εγκατάστασης από το PV-Syst έδειξε ότι η παραγωγική δύναμη του σταθμού είναι μειωμένη κατά 40 MWh/έτος σε σχέση με τον αρχικό υπολογισμό.

Με τα νέα δεδομένα παραγωγικής ικανότητας του σταθμού η επένδυση για την κατασκευή του συγκεκριμένου φωτοβολταϊκού πάρκου παραμένει αποδοτική και τα νέα δεδομένα παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια:



Παρουσιάζεται μία πτωτική πορεία των εσόδων από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας σε βάθος 20ετίας και αυτό διότι υπάρχει ποσοστιαία μείωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων (δίνεται από τον κατασκευαστή περίπου στο 0.8-1% ετησίως).

Σε σχέση με το αρχικό Οικονομικό Πλάνο για το φωτοβολταϊκό σταθμό στο Τρακαδάρι Στυλίδος παρατηρείται μία μείωση εσόδων της τάξης των 7.000 ευρώ / έτος και αυτό λόγω της νέας (βάση PV-Syst) ενεργειακής μελέτης η οποία παρουσιάζει το σταθμό να παράγει στην χειρότερη περίπτωση (worst case scenario) 40 MWh /έτος λιγότερες από την αρχική πρόβλεψη.

Το συνολικό κέρδος του φορέα από την λειτουργία του Φωτοβολταϊκού Σταθμού αρχικά είχε υπολογιστεί στα 2.135.652€ και με την αφαίρεση του αρχικού κεφαλαίου (25% ιδία κεφάλαια συμμετοχής) έφτανε το 1.969.152€ προ φόρων και δασμών βάση κείμενης νομοθεσίας (25-35%).

Βάση της ενεργειακής μελέτης και την νέα απόδοση του σταθμού τα κέρδη προ φόρων και δασμών έχοντας αφαιρέσει το ποσοστό συμμετοχής ιδίων κεφαλαίων στην επένδυση ανέρχονται σε 1.828.523€.

Τα αποθεματικά κεφάλαια του φορέα υλοποίησης του έργου από το πρώτο έτος παρά την αποπληρωμή του δανείου παρουσιάζουν θετικό πρόσημο ενώ το δάνειο εξοφλείται τον 6ο χρόνο λειτουργίας του Φ/Β σταθμού.

Με βάση τα οικονομικά στοιχεία από την χρηματοοικονομική ανάλυση της λειτουργίας του σταθμού παρατηρείται ότι το δάνειο θα μπορούσε να αποπληρωθεί και σε συντομότερο του προτεινόμενου χρονικό διάστημα (περίπου ένα έτος) με αποτέλεσμα την σημαντική μείωση των αποθεματικών του φορέα.

Η πιθανότητα αποπληρωμής του δανείου ένα (1) έτος νωρίτερα από το προτεινόμενο θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των συνολικών κερδών προερχόμενων από την πώληση του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 25.000€ (μείωση των τόκων δανεισμού) ενώ σε περίπτωση βλάβης του συστήματος το κόστος επισκευής πιθανόν να μην μπορούσε να καλυφθεί από το αποθεματικό. Επομένως προτείνεται η διατήρηση του αρχικού πλάνου εξόφλησης δανείου σε 6 χρόνια καθώς το κέρδος από την μείωση της περιόδου δανεισμού κατά ένα (1) έτος επί των συνολικών κερδών δεν ξεπερνά το 1,02%.

3.3 *Χρηματοοικονομική ανάλυση Φ/Β σταθμού από το RET-Screen.*

Εικόνα 3.18
Λογισμικό RET-Screen
Ανάλυση βιωσιμότητας επένδυσης
σε Φ/Β σταθμό

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το λειτουργικό RET-Screen με το οποίο θα κάνουμε μία ενεργειακή μελέτη και θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα με τις δύο μεθόδους που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αυτό.

3.3.1 *Εισαγωγή στο RET-Screen.*

Το ***Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας RETScreen*** είναι το πρωτοπόρο παγκοσμίως λογισμικό υποστήριξης αποφάσεων σχετικά με την καθαρή ενέργεια. Παρέχεται εντελώς δωρεάν από την Κυβέρνηση του Καναδά στα πλαίσια της αναγνώρισης της ανάγκης να υιοθετηθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και για τη μείωση της ρύπανσης. Το RETScreen είναι αποδεδειγμένα ένα *εργαλείο ενδυνάμωσης* σε έργα καθαρής ενέργειας παγκοσμίως.

Το λογισμικό αυτό μειώνει σημαντικά τα κόστη (τόσο τα οικονομικά όσο και τα χρονικά) που σχετίζονται με τον εντοπισμό και την αξιολόγηση πιθανών ενεργειακών έργων. Αυτά τα κόστη, τα οποία ανακύπτουν στα στάδια προ-σκοπιμότητας, σκοπιμότητας, ανάπτυξης, και σχεδιασμού, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά εμπόδια για την ανάπτυξη των Ενεργειακά Αποδοτικών Τεχνολογιών και Τεχνολογιών ΑΠΕ. Βοηθώντας στην άρση αυτών των εμποδίων, το λογισμικό αυτό μειώνει το κόστος της υλοποίησης έργων και της επιχειρηματικότητας στον τομέα της καθαρής ενέργειας.

Το RETScreen επιτρέπει στους φορείς λήψης αποφάσεων και τους επαγγελματίες να προσδιορίζουν εάν ή όχι ένα προτεινόμενο έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενεργειακής απόδοσης, ή συμπαραγωγής ενέργειας είναι οικονομικά σκόπιμο. Αν ένα έργο είναι βιώσιμο - ή αν δεν είναι- το RETScreen θα βοηθήσει το φορέα λήψης αποφάσεων να το αντιληφθεί: γρήγορα, αδιαμφισβήτητα, σε φιλικό-προς-το-χρήστη περιβάλλον και με σχετικά ελάχιστο κόστος.

Το RETScreen είναι το πιο ολοκληρωμένο προϊόν του είδους του, επιτρέποντας σε μηχανικούς, αρχιτέκτονες και στους υπεύθυνους οικονομικού σχεδιασμού να μοντελοποιούν και να αναλύουν οποιοδήποτε έργο καθαρής ενέργειας. Οι φορείς λήψης αποφάσεων μπορούν να διεξάγουν μία πρότυπη ανάλυση πέντε βημάτων, η οποία περιλαμβάνει ενεργειακή ανάλυση, ανάλυση κόστους, ανάλυση εκπομπών, οικονομική ανάλυση, και ανάλυση ευαισθησίας/κινδύνου.

Οι τεχνολογίες που εμπεριέχονται στα μοντέλα έργων του RETScreen περιλαμβάνουν τα πάντα και συμπεριλαμβάνουν τόσο παραδοσιακές όσο και μη-παραδοσιακές πηγές καθαρής ενέργειας, καθώς επίσης και συμβατικές πηγές ενέργειας και τεχνολογίες. Μία δειγματοληψία αυτών των μοντέλων έργων περιέχει: ενεργειακή απόδοση (από μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις μέχρι μεμονωμένες κατοικίες), θέρμανση και ψύξη (π.χ. βιομάζα, αντλίες θερμότητας, και ηλιακή θέρμανση αέρα/ νερού), ενέργεια (συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών όπως ηλιακή, αιολική, κυματική, υδροδυναμική, γεωθερμική, κ.τ.λ., αλλά επίσης και των συμβατικών τεχνολογιών όπως αεριοστρόβιλοι/ ατμοστρόβιλοι και παλινδρομικοί κινητήρες), και συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (ή συμπαραγωγή).

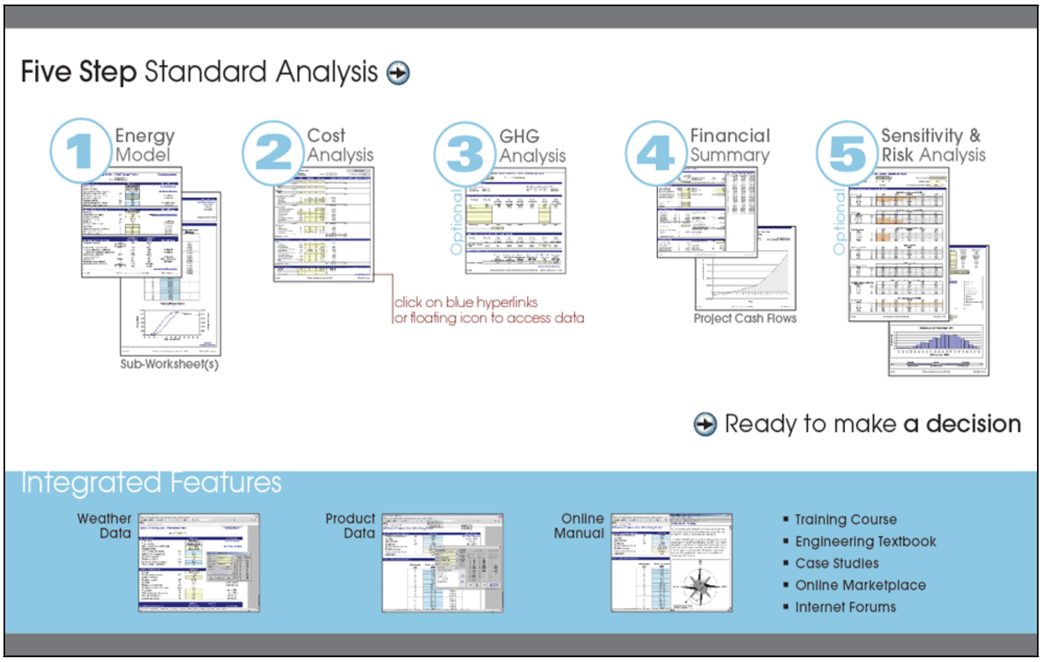
Πλήρως ενσωματωμένες σε αυτά τα αναλυτικά εργαλεία υπάρχουν βάσεις δεδομένων: προϊόντος, έργου, υδρολογικές και κλιματολογικές (οι τελευταίες με 4,700 θέσεις επίγειων σταθμών συν δορυφορικά δεδομένα της NASA που καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια του πλανήτη), καθώς επίσης και σύνδεσμοι προς παγκόσμιους χάρτες ενεργειακών πόρων. Επίσης, προκειμένου να βοηθήσει το χρήστη να ξεκινήσει γρήγορα την ανάλυση, το RETScreen διαθέτει ενσωματωμένη μία εκτενή βάση δεδομένων γενικών προτύπων έργων καθαρής ενέργειας.

Χρησιμοποιείται από περισσότερους από 250,000 ανθρώπους σε 222 χώρες και περιοχές. Είναι διαθέσιμο σε 35+ γλώσσες, οι οποίες καλύπτουν περισσότερο από τα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού. Αποτελεί μέρος του προγράμματος σπουδών σε περισσότερα από 270 πανεπιστήμια και κολλέγια ανά τον κόσμο.

Υπήρξε άμεσα υπεύθυνο για πάνω από $5 δισεκατομμύρια σε εξοικονομήσεις των χρηστών παγκοσμίως, ένας αριθμός που αναμένεται να αυξηθεί σε ενδεχομένως πάνω από $8 δισεκατομμύρια μέχρι το 2013. Χάρη στην ενδυνάμωση που παρέχει στην καθαρή ενέργεια, το RETScreen συνεισφέρει έμμεσα σε μια ουσιαστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου - μία μείωση που συντηρητικά εκτιμάται να φτάσει τα 20 εκατομμύρια τόνους ετησίως μέχρι το 2013. Και μέχρι το 2013, εκτιμάται ότι το RETScreen θα έχει βοηθήσει στην κινητοποίηση της εγκατάστασης τουλάχιστον 24 GW (γιγαβάτ) εγκατεστημένης δυναμικότητας καθαρής ενέργειας παγκοσμίως με μια αξία περίπου τα $41 δισεκατομμύρια.

Συμπληρώστε κάθε γραμμή του φύλλου εργασίας με σειρά από πάνω προς τα κάτω εισάγοντας τιμές στα σκιασμένα κελιά. Για να μετακινηθείτε μεταξύ φύλλων εργασίας απλά κάντε "κλικ" στις καρτέλες στο κάτω μέρος της κάθε.

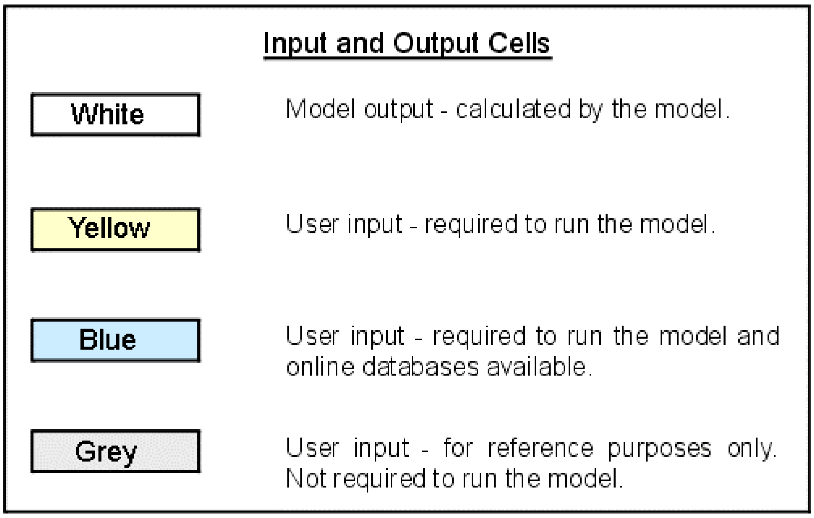
Το Οργανόγραμμα του μοντέλου παρουσιάζεται στη συνέχεια.



Εικόνα 3.19
Οργανόγραμμα RET-Screen

Η εισαγωγή των δεδομένων τον υπό μελέτη έργων στο RETScreen γίνεται στα σκιασμένα κελιά του φύλλου εργασίας. Όλα τα κελιά τα οποία δεν απαιτούν δεδομένα προστατεύονται για να εμποδίζεται ο χρήστης από την κατά λάθος διαγραφή απαραίτητων δεδομένων για την εκτέλεση του προγράμματος.

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με την κωδικοποίηση για την είσοδο και την έξοδο δεδομένων στα κελιά του Excel.



Εικόνα 3.20
Κωδικοποίηση κελιών RET-Screen

Το μοντέλο **Photovoltaic Project** του RETScreen μπορεί να χρησιμοποιηθεί διεθνώς για την αξιολόγηση της ενεργειακής παραγωγής, το κόστος κύκλου ζωής και την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τις βασικές κατηγορίες εφαρμογής Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.

Έξι (6) φύλλα εργασίας (Ενεργειακό Μοντέλο, Σύστημα Ηλιακού Δυναμικού, Ανάλυση κόστους, Μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG Analysis) και τέλος τα οικονομικά στοιχεία και η ανάλυση κινδύνου.

Τα φύλλα εργασίας συμπληρώνονται ως εξής : πρώτα το φύλλο της «Εκκίνησης» όπου συμπληρώνονται τα βασικά στοιχεία του έργου όπως η ονομασία η τοποθεσία του έργου, ο τύπος του έργου η τεχνολογία που χρησιμοποιείται και ανάλογα με τη θέση του έργου τα αντίστοιχα κλιματολογικά δεδομένα. Έπειτα το «Ενεργειακό Μοντέλο» και το φύλλο που αναφέρεται στις «Πήγες της Ηλιακής Ενέργειας & τα Θερμικά Φορτία» . Μετά πρέπει να συμπληρωθεί το φύλλο εργασίας «Ανάλυση κόστους» ενώ ακολουθεί η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας «Οικονομοτεχνική ανάλυση». Τα φύλλα εργασίας «Ανάλυση μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου» και «Ανάλυση Επικινδυνότητας και Ευαισθησίας» είναι προαιρετικά. Το φύλλο «Ανάλυση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου» βοηθάει το χρήστη να αποτιμήσει την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οι οποίες θα επέλθουν αν υλοποιηθεί το προτεινόμενο έργο, ενώ το φύλλο εργασίας «Ανάλυση ευαισθησίας» είναι σχεδιασμένο για να βοηθήσει τον χρήστη να αντιληφθεί τη σημασία ορισμένων σημαντικών οικονομικών δεικτών σε σχέση με τις βασικές τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους του έργου. Σε γενικές γραμμές, ο χρήστης δουλεύει από πάνω προς τα κάτω και μέχρι το τέλος, σε κάθε ένα από τα φύλλα εργασίας.

Υπάρχει περίπτωση η διαδικασία να πρέπει να επαναληφθεί αρκετές φορές προκειμένου να οδηγηθούμε στην βελτιστοποίηση του σχεδιασμού του Φωτοβολταϊκού Σταθμού από άποψη παραγωγής ενέργειας και κόστους κατασκευής και λειτουργίας.

Ενεργειακό Μοντέλο (Energy Model)

Στο πλαίσιο των έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας του RETScreen τα φύλλα υπολογισμού Ενεργειακό Μοντέλο και το φύλλο που αναφέρεται στις Πήγες της Ηλιακής Ενέργειας & τα Θερμικά Φορτία χρησιμοποιούνται για να υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή τους σταθμού. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε κοινή μεγαβατώρα (MWh) για να υπάρχει ευκολία σύγκρισης παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Συνθήκες τοποθεσίας εγκατάστασης (Site Conditions)

Οι συνθήκες στο προτεινόμενο σημείο εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού σταθμού οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την εκτίμηση της παραγωγικής ικανότητας του σταθμού παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

Ονομασία και θέση του έργου (Project name & location)

Το όνομα του έργου και η τοποθεσία εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δίνεται από τον χρήστη μόνο για λόγους αναφοράς.

Πλησιέστερο σημείο λήψης κλιματολογικών δεδομένων (Nearest location for weather data)

Ο χρήστης εισάγει τη θέση του μετεωρολικού σταθμού που βρίσκεται κοντά στη θέση εγκατάστασης του έργου από το φύλλο εργασίας της Ηλιακής Ενέργειας & τα Θερμικά Φορτία (SR & SL) και τα δεδομένα αυτόματα περνούν στο φύλλο Ενεργειακό Μοντέλο για τους υπολογισμούς. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας εγκατάστασης.

Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία (Annual Solar radiation)

Το μοντέλο υπολογίζει αυτόματα βάση των δεδομένων που έχει εισάγει σε προηγούμενο βήμα ο χρήστης την συνολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην φωτοβολταϊκή γεννήτρια σε MWh / τμ. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζεται και η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής της εγκατάστασης.

Χαρακτηριστικά του συστήματος (System Characteristics)

Τα χαρακτηριστικά του συστήματος σχετίζονται με την εκτίμηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός φωτοβολταϊκού συστήματος και παρουσιάζονται στη συνέχεια

- **Τύπος Εφαρμογής (Application Type):**
  Ο χρήστης εισάγει τον τύπο της εφαρμογής στο φύλλο εργασίας SR & SL και αντιγράφεται αυτόματα στο ενεργειακό μοντέλο Υπάρχουν τρεις βασικές εφαρμογές: οι On Grid που ισχύουν για τα συστήματα χωρίς μπαταρίες (συνδεδεμένα στο δίκτυο), οι Off Grid για συστήματα με μπαταρίες και γεννήτριες και τέλος για άντληση υδάτων (χωρίς μπαταρίες). Η περίπτωση που θα εξετάσουμε στη συνέχεια είναι η On Grid επιλογή.

- **Τύπος διασύνδεσης (Grid Type):**
  Επιλέγεται ο τύπος του δικτύου στο οποίο θα συνδεθεί ο σταθμός παραγωγής ενέργειας ανάμεσα σε δύο επιλογές. Κεντρικό Δίκτυο και Απομονωμένο Δίκτυο. Στην περίπτωση του Φ/Β σταθμού στο Τρακαδάρι Στυλίδος το δίκτυο στο οποίο θα συνδεθεί ο σταθμός είναι κεντρικό επομένως η παραγόμενη ενέργεια θα είναι άμεσα διαθέσιμη στο δίκτυο χωρίς περιορισμό όγκου (πάντα θα υπάρχει ζήτηση). Στην περίπτωση του κεντρικού δικτύου το ποσοστό απορρόφησης ενέργειας (PV energy adsorption rate) του δικτύου είναι 100%

Συστοιχίες Φωτοβολταϊκών (PV Array)

Στην υπό-ενότητα αυτή ο χρήστης εισάγει τα χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

- **Τύπος φωτοβολταϊκών πλαισίων (PV module type):**
  Ο χρήστης επιλέγει των τύπο των πλαισίων που θεωρούνται κατάλληλα για την εφαρμογή (όπως αυτά έχουν προκύψει από την αρχική μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος). Υπάρχει drop-down λίστα στην οποία

εμφανίζονται οι επιλογές σε μόνο-Si, πολύ-Si, a-Si, CdTe, CIS, σφαιρικό-Si και οριζόμενο από τον χρήστη ως τελευταία επιλογή.
Ο τύπος των φωτοβολταϊκών πλαισίων που θα επιλεχθεί θα εξαρτηθεί από έναν αριθμό παραγόντων όπως:

1. Η τιμή που προμηθεύεται ο εξοπλισμός
2. Η διαθεσιμότητα
3. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές
4. Η αποδοτικότητα

Στην συνέχεια εισάγεται η εταιρία που κατασκευάζει τα πλαίσια και το μοντέλο για λόγους αναφοράς. Η ονομαστική απόδοση (%) των φωτοβολταϊκών πλαισίων εισάγεται στην συνέχεια τιμή την οποία δίνει ο κατασκευαστής στο Data Sheet του μοντέλου που επιλέγεται. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι ο βαθμός απόδοσης εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του φωτοβολταϊκού πλαισίου που επιλέγεται. Συνηθισμένες τιμές βαθμού απόδοσης κυψέλης ανά τύπο δίνονται στην συνέχεια:

Τύπος Φωτοβολταϊκού	Βαθμός απόδοσης (%)
mono-Si	13
poly-Si	11
a-Si	5
CdTe	7
CIS	7.5

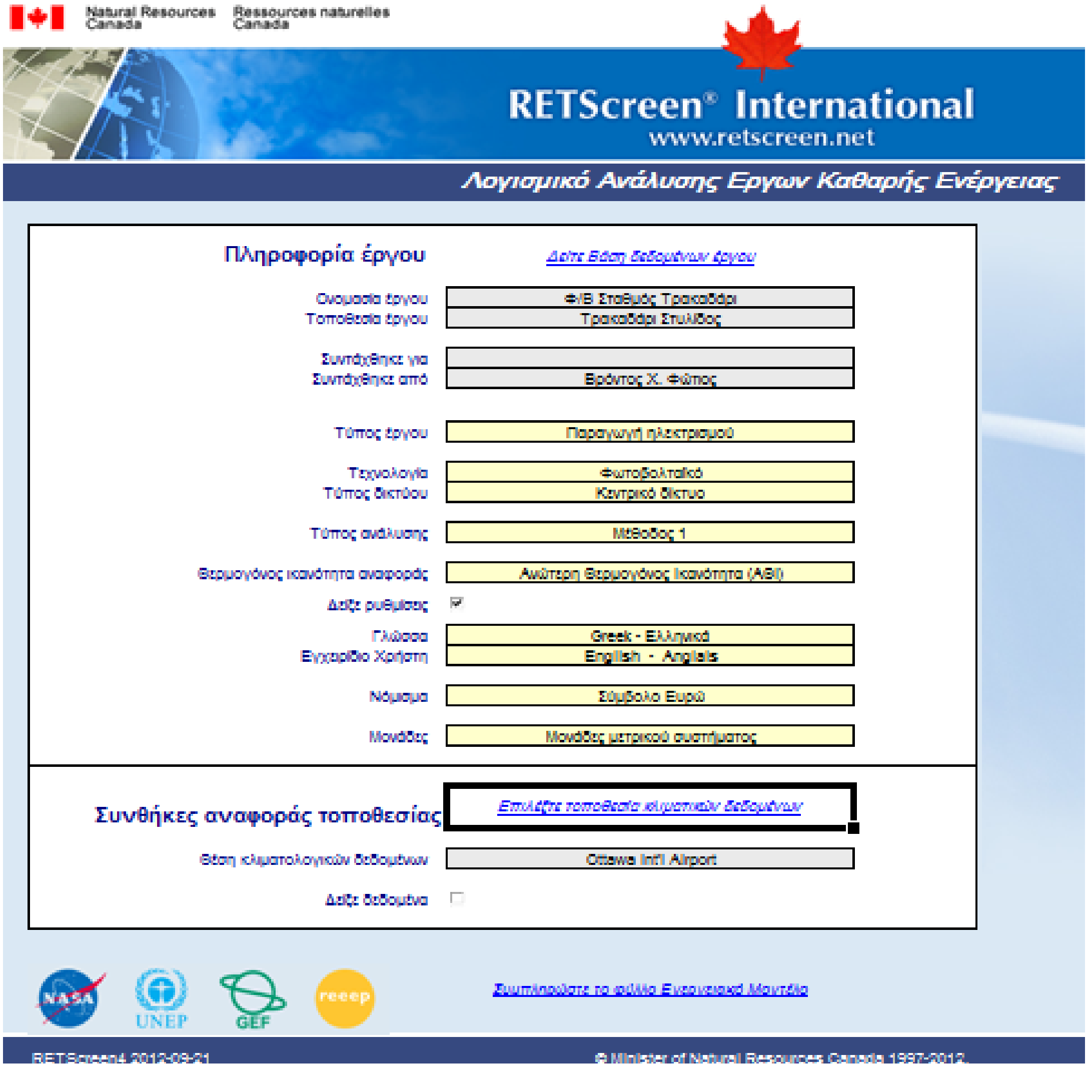
Εικόνα 3.21
Βαθμός απόδοσης Φ/Β
πλαισίων κατά RET-Screen

- **Διάφορες απώλειες φωτοβολταϊκής ενέργειας:**
  Ο χρήστης εισάγει τις απώλειες (%) της απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος οι οποίες δεν λαμβάνονται υπόψη σε άλλα σημεία του μοντέλου. Τέτοιες απώλειες θεωρούνται αυτές που προέρχονται από ακαθαρσίες, χιόνι ή άλλες σχετικές αιτίες. Τυπικές τιμές για το ποσοστό των απωλειών αυτών κυμαίνονται από μηδέν (0) έως δέκα (10) και σε εξαιρετικές περιπτώσεις (πχ : σκληρό περιβάλλον) μπορεί να φτάσει έως 20%.

Έχοντας ολοκληρώσει την περιγραφή της βασικής ορολογίας του RETScreen προχωράμε στην συμπλήρωση των στοιχείων για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων από το ενεργειακό μοντέλο.

3.3.1 *Εισαγωγή δεδομένων.*

Στην πρώτη σελίδα ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα της τοποθεσίας που πρόκειται να εγκατασταθεί ο Φωτοβολταϊκός Σταθμός.



Εικόνα 3.22
Πληροφορίες έργου

Από την βάση δεδομένων του RETScreen επιλέγουμε την τοποθεσία του έργου ώστε το μοντέλο να υπολογίσει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία την περιοχή εγκατάστασης και την ικανότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του συστήματος.

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας	Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων
Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Lamía
Δείξε δεδομένα	☑

	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	38.9	38.9
Γεωγραφικό μήκος	°A	22.4	22.4
Υψόμετρο	m	485	485
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	-0.6	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	31.7	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	22.6	

Μήνας		Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία -	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
		°C	%	kWh/m²/ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτο	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιανουάριος		5.9	72.0%	1.94	97.6	4.2	5.1	377	0
Φεβρουάριος		6.4	66.8%	2.60	97.5	4.4	6.5	326	0
Μάρτιος		9.3	59.5%	3.62	97.4	3.8	10.6	269	0
Απρίλιος		14.1	50.2%	4.89	97.1	3.4	16.5	116	124
Μαίος		19.9	42.5%	5.80	97.2	3.2	23.2	0	307
Ιούνιος		24.7	36.8%	7.08	97.2	3.0	28.8	0	442
Ιούλιος		27.3	34.1%	6.93	97.1	3.3	31.4	0	536
Αύγουστος		26.9	36.3%	6.20	97.1	3.3	30.6	0	525
Σεπτέμβριος		22.7	43.3%	4.83	97.4	3.1	25.5	0	382
Οκτώβριος		17.5	53.0%	3.16	97.6	3.5	18.8	16	232
Νοέμβριος		11.6	66.1%	2.01	97.6	3.9	11.5	192	48
Δεκέμβριος		7.2	73.4%	1.56	97.6	4.3	6.4	336	0
Ετήσιο		16.2	52.7%	4.23	97.4	3.6	18.0	1.631	2.596
Μετρημένο σε	m					10.0	0.0		

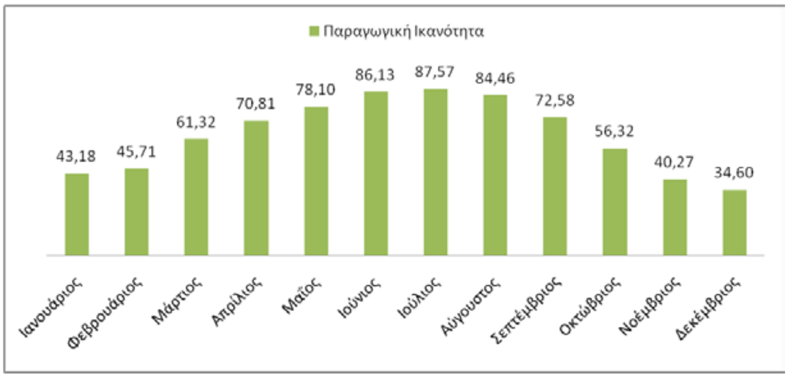
Εικόνα 3.23
Κλιματικά δεδομένα RET-Screen

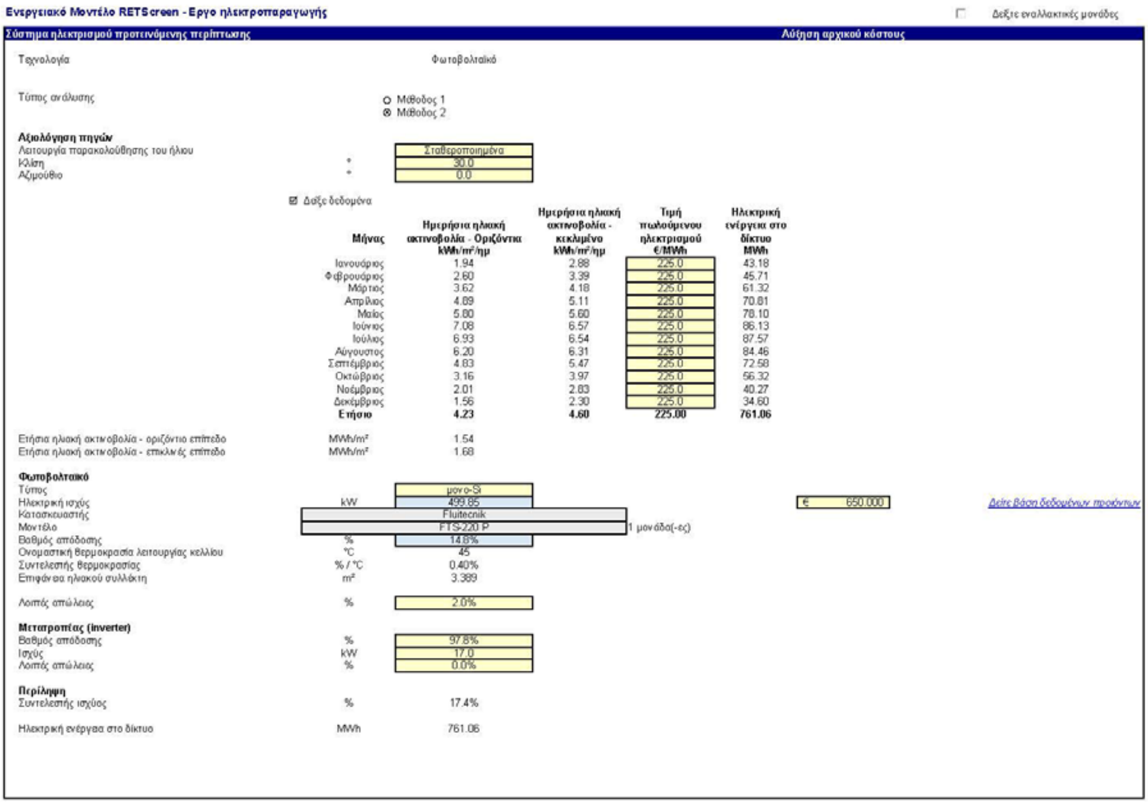
Στη βάση κλιματολογικών δεδομένων δεν υπάρχει η περιοχή της Στυλίδας οπότε η κοντινότερη περιοχή που παρουσιάζονται στοιχεία είναι αυτή της Λαμίας. Εισάγοντας τα δεδομένα της περιοχής στο RETScreen 4 από την data base συγκριτικά με τις άλλες δύο μεθόδους υπολογισμού της παραγωγικής δύναμης του σταθμού φαίνεται η πιο αισιόδοξη αποτίμησή της με 761,06 MWh/χρόνο ενώ η αμέσως μικρότερη εκ των τριών μεθόδων που εξετάζονται στην παρούσα εργασία είναι αυτή του χειρονακτικού υπολογισμού απευθείας από το PVGIS με απλό πολλαπλασιασμό της παραγωγής και αποτέλεσμα 689,78 MWh δηλαδή 71,28 MWh λιγότερες.

Η πιθανότητα παραγωγής πάνω από 700MWh είναι πιθανή από έναν σταθμό τέτοιας έκτασης αλλά για την ενεργειακή μελέτη είναι σύνηθες να επιλέγεται το worst case scenario και ο υπολογισμός βάση αυτού των εσόδων που προκύπτουν από την πώληση του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από τα Φ/Β πλαίσια.

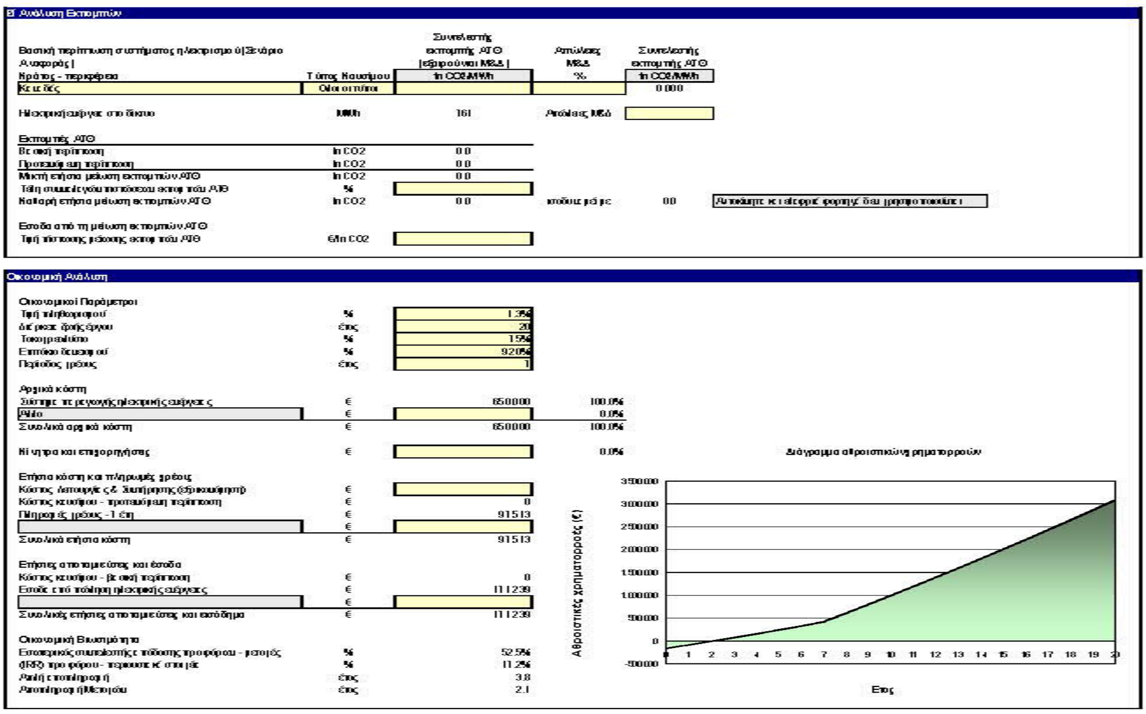
Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το φύλλο του ενεργειακού μοντέλου με επιλεγμένη την ισχύ της εγκατάστασης το κόστος κατασκευής και την τιμή πώλησης του ηλεκτρικού ρεύματος ανά μήνα και ο υπολογισμός της ετήσιας παραγωγής από το RETScreen 4 όπως αυτός αναφέρεται και παραπάνω.

Στην τελευταία στήλη του πίνακα με την ηλεκτροπαραγωγή φαίνεται η ισχύς σε MWh του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από τον σταθμό ανά μήνα με παρόμοιο τρόπο όπως αυτός εμφανίζεται και από το PV-Syst σε διάγραμμα και παρουσιάζεται σχηματικά στην συνέχεια για αντιπαράθεση αποτελεσμάτων πρόβλεψης χρήσης.





Εικόνα 3.24
Δεδομένα παραγωγικής ικανότητας
RET-Screen

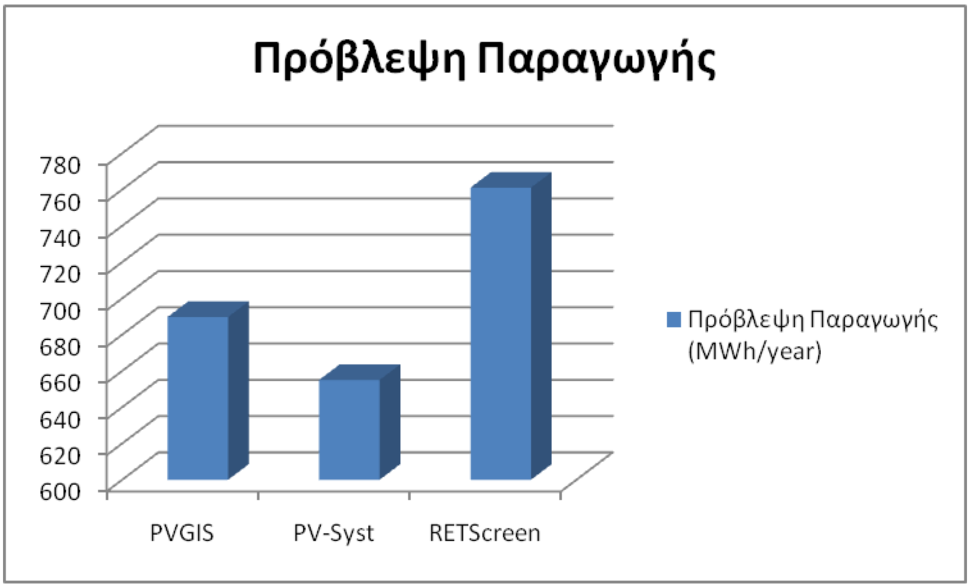


Εικόνα 3.25
Λειτουργικά έξοδα και έξοδα συντήρησης
Αποτελέσματα χρήσης RET-Screen

Έχοντας λάβει υπόψη τα αποτελέσματα των τριών μεθόδων πρόβλεψης της παραγωγικής ικανότητας του ίδιου έργου στο Τρακαδάρι, Στυλίδος μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως και με τις τρείς μεθόδους που χρησιμοποιούνται το έργο εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος περίπου 500 kWp στην περιοχή της Στυλίδας και συγκεκριμένα στην Τ.Κ. Τρακαδάρι είναι μία επένδυση βιώσιμη ακόμα και με χρηματοδότηση από χρηματοπιστωτικό οργανισμό (τράπεζα) με επιτόκιο >9% και η απόσβεση γίνεται σε λιγότερο από 7 χρόνια με θετική εισροή χρημάτων στα αποθεματικά ταμεία της εταιρίας που θα υλοποιήσει ένα τέτοιο έργο.

Τα αποτελέσματα της εξέτασης των τριών μεθόδων μας οδηγούν στο συμπέρασμα πως η κατασκευή Φωτοβολταϊκών σταθμών παραγωγής ενέργειας και πώλησης στο δίκτυο (διασυνδεδεμένα συστήματα) αποτελούν μία επένδυση βιώσιμη με χαμηλό ρίσκο και υψηλή απόδοση στην 20 έτη διάρκεια ζωής του έργου και ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο λήξης της σύμβασης πώλησης της παραγόμενης ενέργειας υπάρχει δυνατότητα βάση κείμενης νομοθεσίας για ανανέωση της μέχρι 20 χρόνια ακόμα.

Για την ανανέωση πρέπει να διεξαχθεί εκ νέου μελέτη για το συμφέρον της εταιρίας διότι η πτώση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων με την πάροδο των χρόνων και η νέα τιμή πώλησης της kWh θα ισχύει κατά την περίοδο της ανανέωσης μπορεί να καθιστούν ασύμφορη την σύναψη νέας 20ετούς σύμβασης πώλησης.



Εικόνα 3.26
Συγκριτικό γράφημα πρόβλεψης παραγωγικής ικανότητας Φ/Β σταθμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι μία μορφή επένδυσης από την οποία αμφότεροι οι συμβαλλόμενοι έχουν κέρδος.

Αφενός ο πάροχος (διαχειριστής του δικτύου) έχει παραγωγή ενέργειας με χαμηλότερο κόστος και αφετέρου ο καταναλωτής έχει κέρδος από την πώληση της παραγόμενης ενέργειας στον πάροχο.

Σε περιπτώσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγες κατοικιών ή εταιριών το κέρδος των επενδυτών προκύπτει από τον εξίσωση την κατανάλωσης με την παραγόμενη ενέργεια σε €.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν στοιχεία από τα αποτελέσματα χρήσης (εν λειτουργία) φωτοβολταϊκών σταθμών (διαφόρων τύπων). Συγκρινόμενη η παραγωγική δύναμη του σταθμού σε kWh στην μέχρι τώρα λειτουργία του και τα κέρδη που έχει αποφέρει σε σχέση με το ύψος της επένδυσης για την κατασκευή του κάθε συστήματος θα προσπαθήσουμε να επαληθεύσουμε τα αποτελέσματα των μεθόδων προβλέψεις παραγωγικής ικανότητας – βιωσιμότητας της επένδυσης όπως αυτοί αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3 της παρούσας εργασίας.

Έχοντας κατηγοριοποιήσει τα δεδομένα θα ξεκινήσουμε από φωτοβολταϊκούς σταθμούς εγκατεστημένους σε στέγες Ιδιωτικών Κτηρίων (πρόγραμμα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών σε στέγες).

Τα δεδομένα από τις εγκαταστάσεις όπως αυτές θα παρουσιαστούν στη συνέχεια προέρχονται από τα προγράμματα απομακρυσμένης παρακολούθησης λειτουργίας των σταθμών των inverter που έχουν χρησιμοποιηθεί στην κάθε εγκατάσταση.

Για κάθε ένα έργο θα αναφέρεται τοποθεσία εγκατάστασης και προσανατολισμός φ/β πλαισίων, τύπος και ισχύς φωτοβολταϊκών και ο inverter που χρησιμοποιήθηκε στην εγκατάσταση. Θα γίνετε αναφορά στο κόστος εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού σταθμού και την μέχρι τώρα παραγωγή του σε kWh και το κέρδος που έχει προκύψει από την πώλησή του στον πάροχο.

Για ευνόητους λόγους **παραλείπονται** στοιχεία που αφορούν τους κατόχους των φωτοβολταϊκών σταθμών.

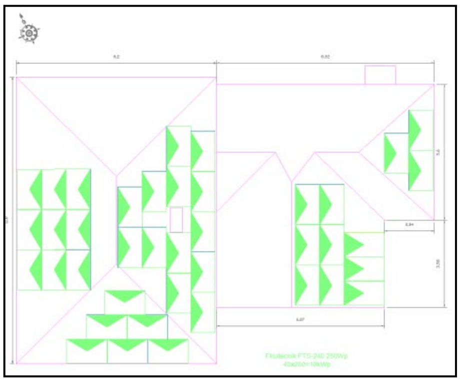
4.1 Οικιακά Φωτοβολταϊκά.

Εγκατάσταση σε κεκλιμένη στέγη στο Πικέρμι Αττικής.

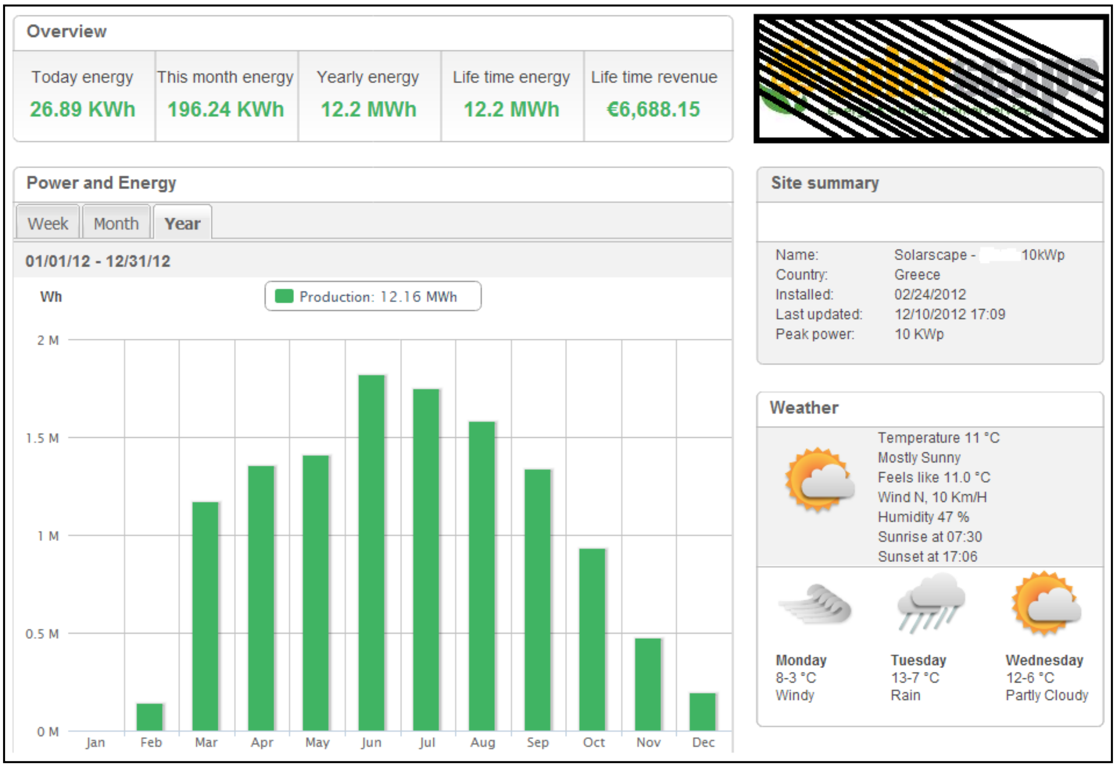
Ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι πολλαπλός και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Διαφορετικές κλίσεις σε κάθε τμήμα της εγκατάστασης καθώς και οι πολλαπλοί προσανατολισμοί οδήγησαν στην επιλογή inverter της εταιρίας Solaredge ο οποίος συνδυάζεται με Power Box (Solar Optimizer) για κάθε πλαίσιο (φωτοβολταϊκό πάνελ) τα οποία βελτιστοποιούν την απόδοση του συστήματος καθώς επιτρέπουν σε κάθε πλαίσιο να λειτουργεί μεμονωμένα και να μην απομονώνεται ολόκληρο το string σε περιπτώσεις σκιασμού ενός πλαισίου.

Το σύστημα αποτελείται από 40 φωτοβολταϊκά πλαίσια της εταιρίας Fluitecnik ισχύος 250 Wp έκαστο και ο inverter είναι της εταιρίας Solaredge με κωδικό SE10 k.



Συνολική ισχύς συστήματος 10 kWp



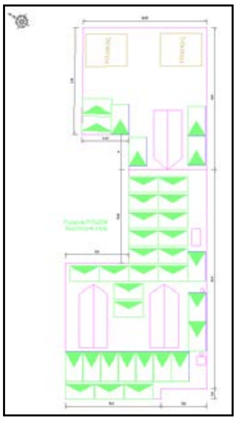
Συνολικό κόστος εγκατάστασης 31.119 € (συμπεριλαμβάνεται και το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και ο ΦΠΑ). Παρατηρείται ότι σε λιγότερο από ένα (1) χρόνο λειτουργίας του συστήματος (Μάρτιος-Δεκέμβριος) έχουν παραχθεί 12.2 MWh από την πώληση των οποίων στην ΔΕΗ έχουν εξοικονομηθεί περίπου 6.500 €.

Εγκατάσταση σε κεκλιμένη στέγη στον Σταυρό Καβάλας.

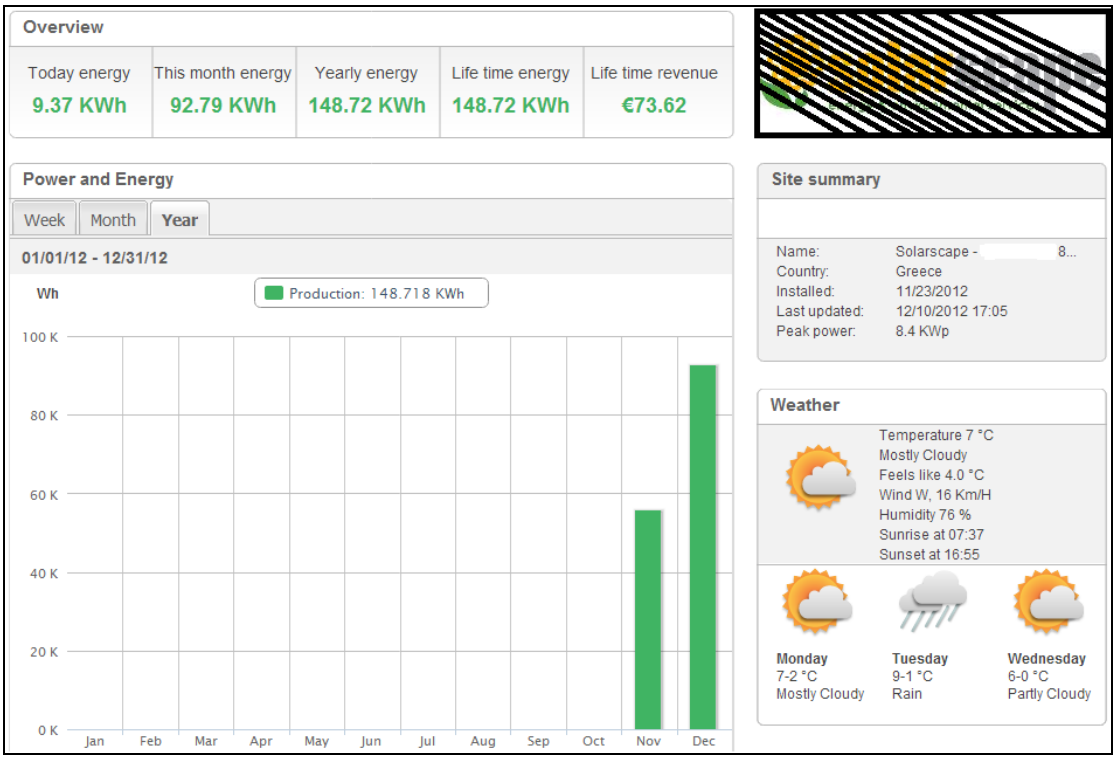
Ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι πολλαπλός και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Διαφορετικές κλίσεις σε κάθε τμήμα της εγκατάστασης καθώς και οι πολλαπλοί προσανατολισμοί οδήγησαν στην επιλογή inverter της εταιρίας Solaredge ο οποίος συνδυάζεται με Power Box (Solar Optimizer) για κάθε πλαίσιο (φωτοβολταϊκό πάνελ) τα οποία βελτιστοποιούν την απόδοση του συστήματος καθώς επιτρέπουν σε κάθε πλαίσιο να λειτουργεί μεμονωμένα και να μην απομονώνεται ολόκληρο το string σε περιπτώσεις σκιασμού ενός πλαισίου.

Το σύστημα αποτελείται από 35 φωτοβολταϊκά πλαίσια της εταιρίας Fluitecnik ισχύος 240 Wp έκαστο και ο inverter είναι της εταιρίας Solaredge με κωδικό SE8 k.



Συνολική ισχύς συστήματος 8,4 kWp



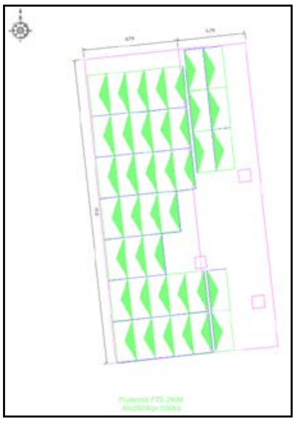
Συνολικό κόστος εγκατάστασης 33.209 € (συμπεριλαμβάνεται και το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και ο ΦΠΑ). Παρατηρείται ότι σε λιγότερο από ενάμιση (1,5) μήνα λειτουργίας του συστήματος (Νοέμβριος-Δεκέμβριος) έχουν παραχθεί 149 kWh από την πώληση των οποίων στην ΔΕΗ έχουν εξοικονομηθεί περίπου 74 €.

Εγκατάσταση σε κεκλιμένη στέγη στο Κορφοβούνι Άρτας.

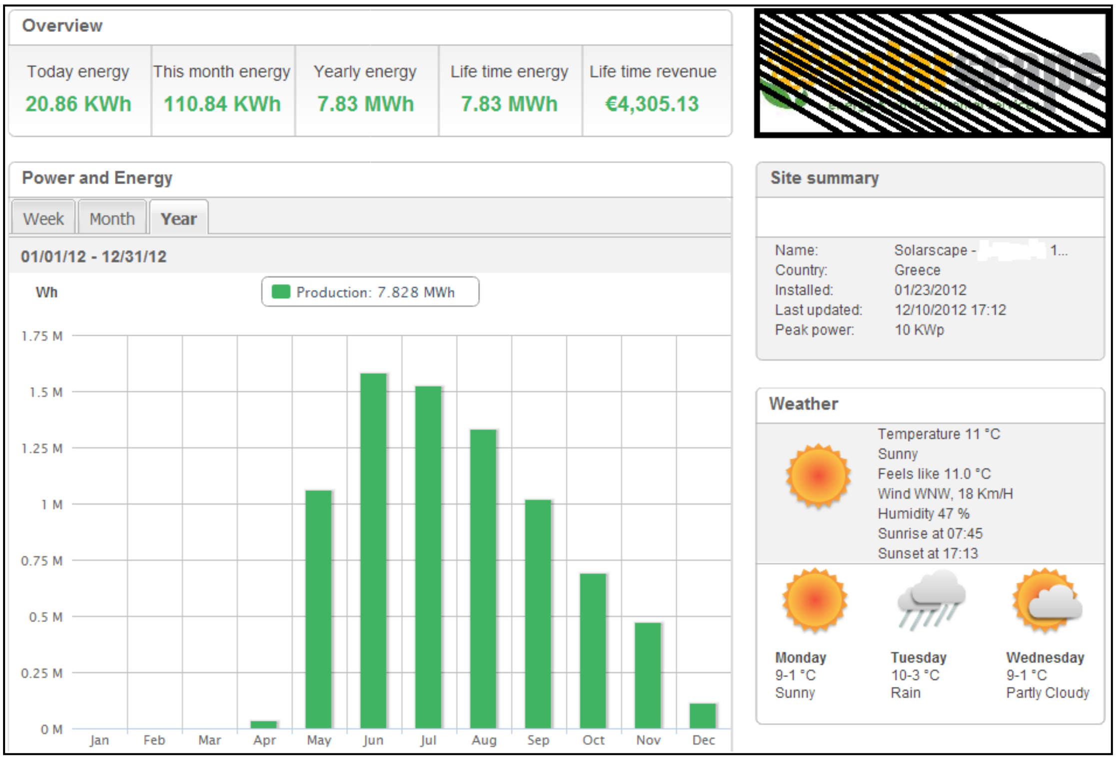
Ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι πολλαπλός και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Διαφορετικές κλίσεις σε κάθε τμήμα της εγκατάστασης, οι πολλαπλοί προσανατολισμοί και οι καμινάδες του κτηρίου οδήγησαν στην επιλογή inverter της εταιρίας Solaredge ο οποίος συνδυάζεται με Power Box (Solar Optimizer) για κάθε πλαίσιο (φωτοβολταϊκό πάνελ) τα οποία βελτιστοποιούν την απόδοση του συστήματος καθώς επιτρέπουν σε κάθε πλαίσιο να λειτουργεί μεμονωμένα και να μην απομονώνεται ολόκληρο το string σε περιπτώσεις σκιασμού ενός πλαισίου.

Το σύστημα αποτελείται από 40 φωτοβολταϊκά πλαίσια της εταιρίας Fluitecnik ισχύος 250 Wp έκαστο και ο inverter είναι της εταιρίας Solaredge με κωδικό SE10 k.



Συνολική ισχύς συστήματος 10 kWp



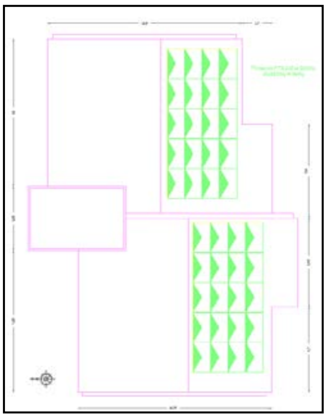
Συνολικό κόστος εγκατάστασης 29.290 € (συμπεριλαμβάνεται και το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και ο ΦΠΑ). Παρατηρείται ότι σε λιγότερο από οχτώ (8) μήνες λειτουργίας του συστήματος (Απρίλιος-Δεκέμβριος) έχουν παραχθεί 7,83 MWh από την πώληση των οποίων στην ΔΕΗ έχουν εξοικονομηθεί περίπου 4.300 €.

Σημειώνεται ότι το σύστημα έχει ενεργοποιηθεί νωρίτερα αλλά συνδέθηκε με το Portal μεταφοράς δεδομένων περίπου 3 μήνες μετά την ενεργοποίηση.

Εγκατάσταση σε κεκλιμένη στέγη στο Άνω Λιόσια Αττικής.

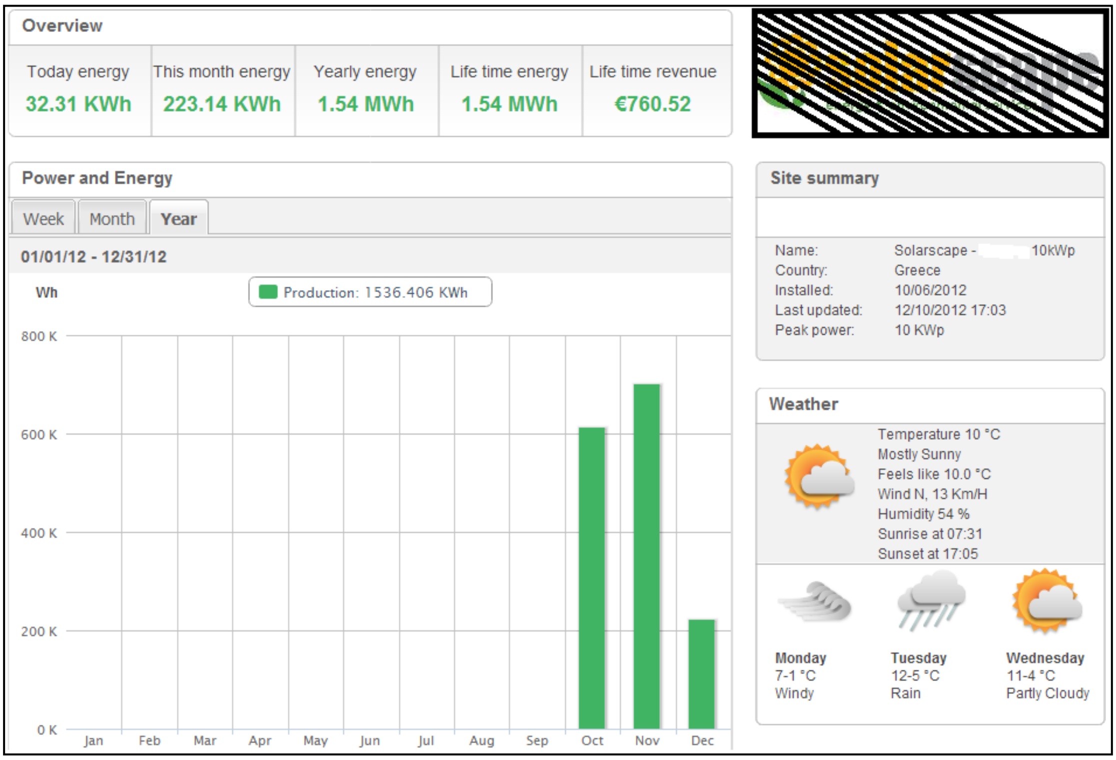
Ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι Νότιος και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στα 2 τμήματα της στέγης είναι ίδια αλλά οι δύο (2) καμινάδες στην νότια μεριά δημιουργούν σκιάσεις σε μεγάλα τμήματα της στέγης επομένως η επιλογή inverter της εταιρίας Solaredge ο οποίος συνδυάζεται με Power Box (Solar Optimizer) για κάθε πλαίσιο (φωτοβολταϊκό πάνελ) τα οποία βελτιστοποιούν την απόδοση του συστήματος καθώς επιτρέπουν σε κάθε πλαίσιο να λειτουργεί μεμονωμένα και να μην απομονώνεται ολόκληρο το string σε περιπτώσεις σκιασμού ενός πλαισίου.



Το σύστημα αποτελείται από 40 φωτοβολταϊκά πλαίσια της εταιρίας Fluitecnik ισχύος 250 Wp έκαστο και ο inverter είναι της εταιρίας Solaredge με κωδικό SE10 k.

Συνολική ισχύς συστήματος 10 kWp



Συνολικό κόστος εγκατάστασης 28.092 € (συμπεριλαμβάνεται και το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και ο ΦΠΑ). Παρατηρείται ότι σε λιγότερο από τρεις (3) μήνες λειτουργίας του συστήματος (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) έχουν παραχθεί 1,54 MWh από την πώληση των οποίων στην ΔΕΗ έχουν εξοικονομηθεί περίπου 760 €.

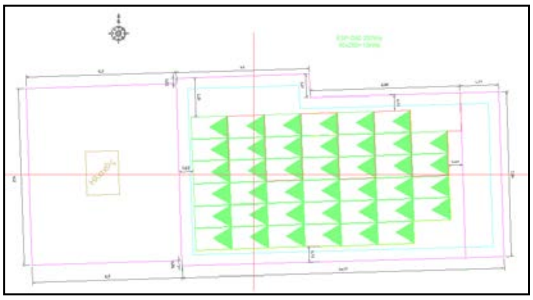
Εγκατάσταση σε κεκλιμένη στέγη στο Κορωπί Αττικής.

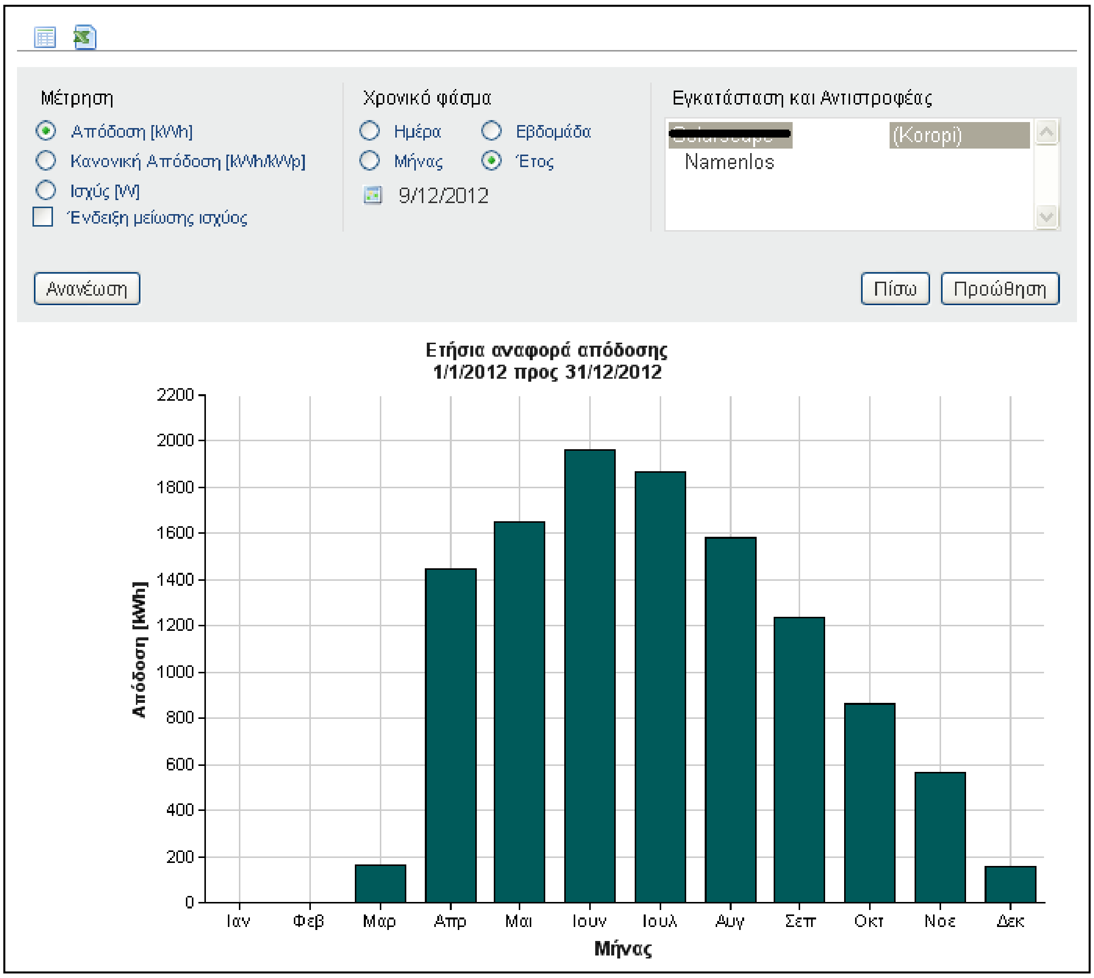
Ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι Δυτικός και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίδια. Η κλίση της στέγης είναι πολύ μικρή αλλά βάση νομοθεσίας εφόσον είναι αδειοδοτημένο με κεκλιμένη στέγη δεν επιτρέπεται τα φωτοβολταϊκά πλαίσια να τοποθετηθούν με διαφορετική κλίση. Όπως φαίνεται και στην κάτοψη δεν υπάρχουν αντικείμενα που δημιουργούν σκιάσεις στην εγκατάσταση επομένως χρησιμοποιήθηκε inverter με τρία (3) MPPT τριφασικός της εταιρίας Kostal.

Το σύστημα αποτελείται από 40 φωτοβολταϊκά πλαίσια της εταιρίας Exel Group ισχύος 250 Wp έκαστο

Συνολική ισχύς συστήματος 10 kWp



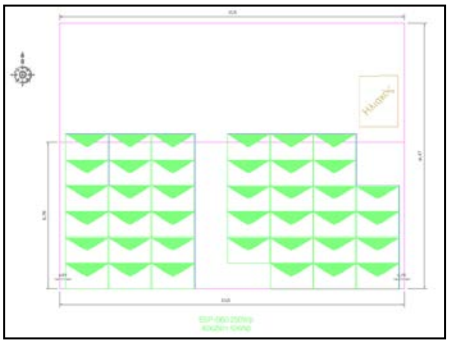


Συνολικό κόστος εγκατάστασης 29.700 € (συμπεριλαμβάνεται και το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και ο ΦΠΑ). Παρατηρείται ότι σε λιγότερο από ένα (1) χρόνο λειτουργίας του συστήματος (Μάρτιος-Δεκέμβριος) έχουν παραχθεί 10,21 MWh από την πώληση των οποίων στην ΔΕΗ έχουν εξοικονομηθεί περίπου 5.600 €.

Εγκατάσταση σε κεκλιμένη στέγη στο Ζούμπερι Αττικής.

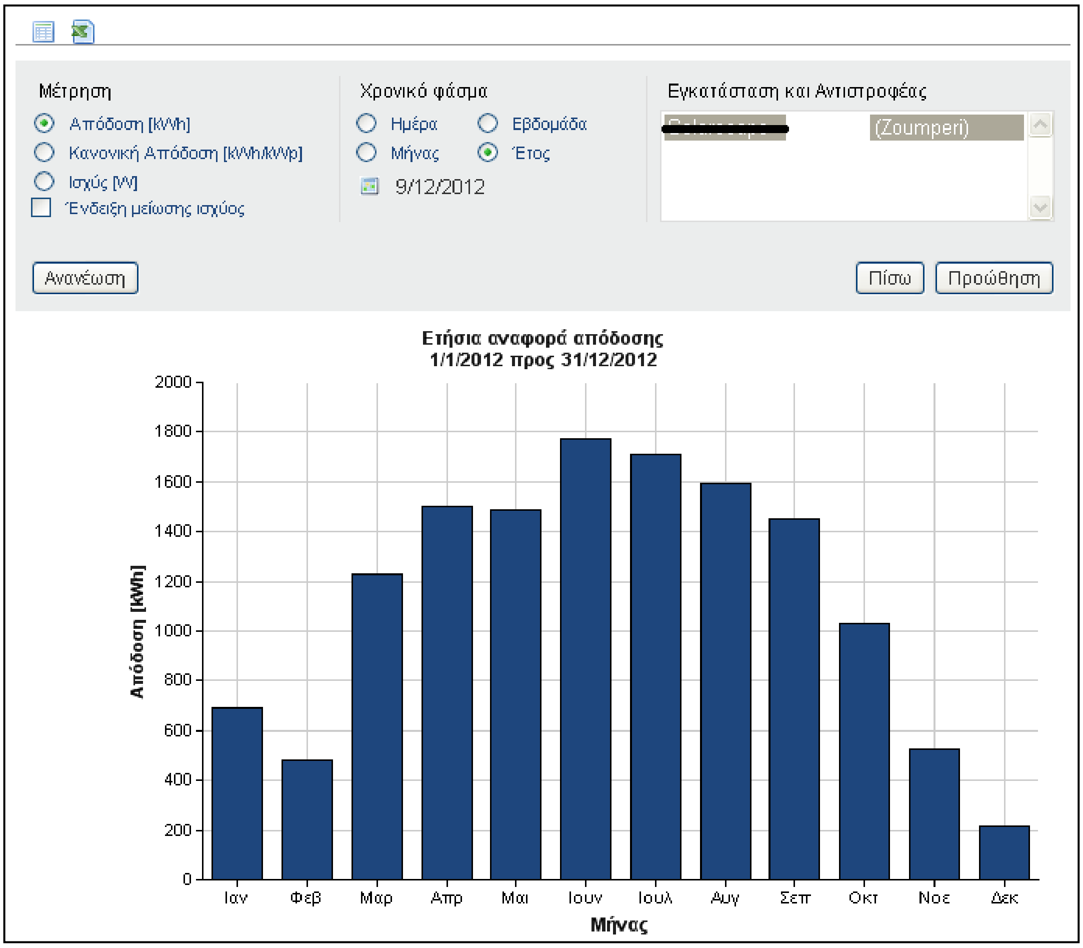
Ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι Νότιος και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίδια και ακολουθούν την κλίση της στέγης. Όπως φαίνεται και στην κάτοψη δεν υπάρχουν αντικείμενα που δημιουργούν σκιάσεις στην εγκατάσταση επομένως χρησιμοποιήθηκε inverter με τρία (3) MPPT τριφασικός της εταιρίας Kostal.



Το σύστημα αποτελείται από 40 φωτοβολταϊκά πλαίσια της εταιρίας Exel Group ισχύος 250 Wp έκαστο

Συνολική ισχύς συστήματος 10 kWp



Συνολικό κόστος εγκατάστασης 30.500 € (συμπεριλαμβάνεται και το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και ο ΦΠΑ). Το σύστημα λειτουργεί πάνω από ένα χρόνο και στο διάγραμμα εμφανίζονται τα αποτελέσματα χρήσης του 2012 έχουν παραχθεί 13,65 MWh από την πώληση των οποίων στην ΔΕΗ έχουν εξοικονομηθεί περίπου 7.500 €.

Παρουσιάζεται σημαντική διαφορά στο κόστος εγκατάστασης των παραπάνω έργων διότι έχουν υλοποιηθεί σε διαφορετική χρονική περίοδο επομένως οι τιμές προμήθειας του εξοπλισμού ήταν διαφορετικές παρόλο που ορισμένα εξ αυτών έχουν υλοποιηθεί με τα ίδια υλικά και λαμβάνεται υπόψη και η τοποθεσία εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού σταθμού.

Η πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας των οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων και οι χρηματικές απολαβές από αυτήν προκύπτουν μετά από συμψηφισμό της παραγόμενης και της καταναλισκόμενης ενέργεια από τον αριθμό παροχής στον οποίο έχει ενεργοποιηθεί το σύστημα.

Δηλαδή σε όλες τις παραπάνω εγκαταστάσεις ο κάθε λογαριασμός της ΔΕΗ έρχεται πιστωτικός εφόσον τα κέρδη από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας ξεπερνούν το κόστος αγοράς της καταναλισκόμενης και το ποσό κατατίθεται σε λογαριασμό τραπέζης. Επομένως το ποσό το οποίο φαίνεται ως κέρδος σε κάθε μία από τις παραπάνω φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις δεν αντικατοπτρίζει τα πραγματικά έσοδα που προκύπτουν από την συναλλαγή με την ΔΕΗ.

Θεωρώντας λοιπόν πως μία μέση οικογένεια έχει λογαριασμό 4μήνου 250 €, το έτος για ηλεκτρικό ρεύμα πληρώνει στη ΔΕΗ 750 € τα οποία η ΔΕΗ συμψηφίζει με τα κέρδη από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον Φωτοβολταϊκό σταθμό.

Μέση τιμή καθαρών κερδών από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος σε οικιακή στέγη (ή επαγγελματική υπό προϋποθέσεις) έχοντας συμψηφίσει την κατανάλωση ηλεκτρικού ανέρχεται σε 6.000-6.700 € ανά έτος.

Με την προϋπόθεση αυτή η αποπληρωμή της εγκατάστασης γίνεται σε λιγότερο από 7 χρόνια χωρίς ο ιδιοκτήτης της συνεισφέρει στην αποπληρωμή του δανείου (στοιχεία δανείου: 28.000-30.000 €, ετήσιο επιτόκιο 9%, δόση δανείου 450 €)

4.2 Φωτοβολταϊκά Πάρκα.

(ισχύς έως 150 kWp)

Στην συνέχεια θα παρουσιαστεί ένα φύλλο excel με αποτελέσματα χρήσης φωτοβολταϊκών σταθμών εγκατεστημένων σε αγροτεμάχια-γήπεδα με χρήση ηλιακών ιχνηλατών (tracker-2 αξόνων της εταιρίας Mechatron) και φωτοβολταϊκά πλαίσια της εταιρίας Scheuten. Δεν ακολουθείται η αναλυτική αποτύπωση των δεδομένων όπως στα οικιακά συστήματα που παρουσιάζονται πιο πάνω διότι ο όγκος των δεδομένων των inverter/εγκατάσταση είναι πολύ μεγάλος. Επομένως η συγκεντρωτική απεικόνιση θεωρήθηκε καλύτερη επιλογή. Παρουσιάζονται συγκεντρωτικά αν περιοχή εγκατάστασης και η ισχύς των συστημάτων είναι από 99-100 kWp ανάλογα με την ισχύ των πλαισίων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια της εγκατάστασης.

Ένα παράδειγμα τμήματος των εγκαταστάσεων παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα:

Μετρήσεις Παραγωγής Φ/Β σταθμών (περιοχή Βοιωτίας) σε kWh													
Ονομασία/Θέση Σταθμού	Ιαν-12	Φεβ-12	Μαρ-12	Απρ-12	Μαϊ-12	Ιουν-12	Ιουλ-12	Αυγ-12	Σεπ-12	Οκτ-12	Νοε-12	Δεκ-12	Σύνολο ετήσιας παραγωγής (MWh)
ΛΕΚΑΝΗ	11.691	8.848	17.672	20.797	22.177	29.509	28.222	23.928	21.316	15.280	9.553	10.887	219.88
ΔΕΝΔΡΙ	10.800	9.180	18.105	21.263	22.389	29.855	28.865	26.563	21.496	16.003	9.885	7.031	221.435
ΔΕΝΔΡΙ 1	10.397	8.774	17.189	21.559	22.015	29.560	28.641	25.764	20.845	15.208	9.322	7.444	216.718
ΔΕΝΔΡΙ 2	10.757	8.738	18.057	20.879	21.859	28.940	28.226	22.802	20.823	14.694	9.363	6.958	212.096
ΜΥΡΤΙΑ	11.168	9.088	17.607	20.353	21.027	27.625	26.964	24.323	20.194	15.094	8.931	7.791	210.165
ΛΟΥΤΣΑ	10.617	8.791	16.416	19.759	21.296	28.116	26.905	24.714	20.083	14.974	9.318	10.274	211.263
ΔΕΝΔΡΙ	10.710	8.472	14.660	18.487	20.830	27.833	27.471	24.239	20.014	14.632	9.088	9.932	206.368
ΑΜΠΕΛΙΑ	11.797	9.032	17.564	20.279	21.724	28.862	28.178	24.663	20.577	14.870	9.405	10.703	217.654
ΡΙΝΙΖΑ	11.569	8.918	17.198	18.097	21.428	28.898	28.292	24.980	20.480	14.507	9.222	10.498	214.087
ΛΕΚΑΝΗ	11.411	9.175	17.758	20.632	21.968	28.948	28.069	24.834	20.768	15.026	7.542	9.055	215.186
ΛΙΟΘΑΤΕΖΑ - ΜΑΛΙΘΩΔΑ	11.861	9.078	16.076	19.791	20.926	28.348	27.676	24.519	20.152	14.911	9.118	10.508	212.964
ΜΑΝΔΡΙ	11.080	9.193	18.340	21.146	22.031	29.376	28.622	26.261	20.944	15.478	9.977	11.099	223.547
ΚΟΚΚΙΝΟΧΩΡΑΦΟ	11.354	9.191	17.655	19.878	21.705	29.117	27.516	25.894	20.945	15.013	9.675	10.787	218.73
ΛΟΥΤΣΑ	11.805	9.358	18.623	21.363	22.727	30.343	29.494	26.525	21.265	15.528	9.832	10.587	227.45
ΛΕΚΑΝΗ	11.018	8.988	17.706	20.395	22.009	29.178	28.366	23.926	14.733	12.196	9.331	10.543	208.389
ΜΥΡΤΙΑ	11.504	8.909	17.424	20.001	21.367	28.174	27.574	24.681	19.424	14.839	9.381	10.749	214.027
ΛΟΥΤΣΑ-ΣΑΡΝΤΖΙΑ	11.130	9.216	17.921	18.710	21.547	27.843	26.631	25.018	19.836	15.078	9.820	11.119	213.869
ΣΑΡΝΤΖΙΑ	12.131	9.275	17.477	18.958	21.150	27.269	27.386	25.496	20.333	15.381	10.049	10.845	215.75

Μετρήσεις Παραγωγής Φ/Β σταθμών (περιοχή Ηλείας) σε kWh													
Ονομασία/Θέση Σταθμού	Ιαν-12	Φεβ-12	Μαρ-12	Απρ-12	Μαϊ-12	Ιουν-12	Ιουλ-12	Αυγ-12	Σεπ-12	Οκτ-12	Νοε-12	Δεκ-12	Σύνολο ετήσιας παραγωγής (MWh)
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	13.660	9.388	18.217	18.975	23.443	28.368	26.703	13.657	6.141	8.047	13.241	10.163	190.003
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	13.621	9.342	18.055	18.443	21.852	24.940	24.931	12.125	5.182	6.537	11.737	8.336	175.101
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	11.634	8.783	17.761	18.830	23.013	27.747	27.530	13.819	6.110	7.194	10.948	8.209	181.578
Θ. ΡΕΝΙΑ	12.027	8.707	17.187	18.045	22.688	27.792	25.938	13.231	15.395	14.942	11.235	8.565	195.752
ΑΠΙΔΙΑ	12.647	9.260	17.716	18.530	22.739	26.900	26.490	13.312	15.995	15.849	12.255	9.224	200.917
ΤΣΟΥΚΑΛΟΧΩΜΑ	13.810	-	-	19.028	23.490	28.547	27.288	13.823	6.209	8.035	13.233	9.803	163.266
ΤΣΟΥΚΑΛΟΧΩΜΑ	13.291	-	-	18.447	23.147	28.132	26.210	13.443	6.072	7.790	12.595	9.519	158.646
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	13.885	9.347	18.383	18.880	22.703	28.042	26.783	12.987	15.596	16.200	12.613	9.415	204.834
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	11.853	9.384	18.094	18.788	22.952	27.955	26.264	13.286	16.228	15.150	11.168	8.292	199.414
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	11.719	8.963	16.921	17.439	21.121	26.721	26.102	13.020	16.108	15.150	11.771	9.063	194.098
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	13.173	9.317	17.545	17.829	21.102	25.550	25.150	12.409	16.112	16.033	12.829	9.712	196.761
ΑΒΥΣΣΟΣ	13.120	9.179	18.987	18.852	23.140	27.911	25.648	24.218	20.425	13.822	10.470	8.064	213.836

Στην συνέχεια και για την σύγκριση των αποτελεσμάτων παραγωγής ενέργειας των φωτοβολταϊκών σταθμών που παρουσιάζονται παραπάνω παρατίθενται τα στοιχεία του ΔΕΣΜΗΕ για την παραγωγή των συγκεκριμένων έργων.

Τα αρχεία του ΔΕΣΜΗΕ έρχονται ανά 4μήνο.Το τετράμηνο το οποίο περιλαμβάνει τους δύο (2) τελευταίους μήνες του έτους 2012 θα αποσταλεί τον Μάρτιο του τρέχοντος έτους επομένως θεωρήθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθεί το τετράμηνο που περιλαμβάνει τους δύο (2) τελευταίους μήνες του έτους 2011.

Μετρήσεις παραγωγής έργων Βοιωτίας				
	18/10/11-16/02/12	16/02/12 - 14/06/12	21/6/12-18/10/12	Σύνολο
ΛΕΚΑΝΗ	36.800	78.800	96.923	213
ΔΕΝΔΡΙ	35.840	80.960	98.963	216
ΔΕΝΔΡΙ 1	34.040	78.280	97.123	209
ΔΕΝΔΡΙ	35.240	78.800	95.163	209
ΜΥΡΤΙΑ	35.800	76.440	91.950	204
ΛΟΥΤΣΑ	34.120	75.000	92.923	202
ΔΕΝΔΡΙ	34.640	73.720	92.803	201
ΑΜΠΕΛΙΑ	36.960	77.520	94.723	209
ΡΙΝΙΖΑ	36.800	75.960	94.403	207
ΛΕΚΑΝΗ	36.200	78.840	94.643	210
ΛΙΟΘΑΤΕΖΑ-ΜΑΛΙΘΩΔΑ	37.400	74.840	92.763	205
ΜΑΝΔΡΙ	37.240	80.240	98.603	216
ΚΟΚΚΙΝΟΧΩΡΑΦΟ	37.440	77.400	96.043	211
ΛΟΥΤΣΑ	37.840	82.000	99.760	220
ΛΕΚΑΝΗ	37.240	78.560	92.720	209
ΜΥΡΤΙΑ	36.360	76.560	92.240	205
ΛΟΥΤΣΑ-ΣΑΡΝΤΖΙΑ	36.920	77.480	92.280	207
ΣΑΡΝΤΖΙΑ	34.080	79.920	94.200	208

Μετρήσεις παραγωγής έργων Ηλείας				
	21/10/11-20/02/12	20/02/12-22/06/12	22/6/12-21/10/12	Σύνολο
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	45.120	89.880	92.440	227.44
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	55.120	74.520	82.320	211.96
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	43.600	82.160	91.800	217.56
Θ. ΡΕΝΙΑ	44.640	81.360	87.800	213.8
ΑΠΙΔΙΑ	46.480	80.960	88.803	216.243
ΤΣΟΥΚΑΛΟΧΩΜΑ	39.840	81.320	91.840	213
ΤΣΟΥΚΑΛΟΧΩΜΑ	46.880	84.960	88.400	220.24
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	50.200	83.840	89.320	223.36
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	46.400	83.560	89.200	219.16
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	44.840	78.120	87.603	210.563
ΚΑΛΑΘΕΪΚΑ	48.600	78.280	86.400	213.28
ΑΒΥΣΣΟΣ	48.280	83.840	86.040	218.16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ & ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ

Η Ελλάδα παρόλη την οικονομική κρίση ανέβηκε στην 42η θέση του Δείκτη Ενεργειακής Βιωσιμότητας για το έτος 2012 του Παγκόσμιου Συμβουλίου Ενέργειας (World Energy Council – WEC), το οποίο καταρτίζει και στον σχετικό δείκτη βιωσιμότητας.

2012 Energy Sustainability Index rankings

2012 Rank	Country	Importer / Exporter	GDP Group	2011 Rank	2010 Rank
1	Sweden	I	A	4	7
2	Switzerland	I	A	3	1
3	Canada	E	A	1	2
4	Norway	E	A	5	3
5	Finland	I	A	2	4
6	New Zealand	I	B	6	5
7	Denmark	E	A	8	8
8	Japan	I	A	11	11
9	France	I	A	7	6
10	Austria	I	A	9	10
11	Germany	I	A	10	18
12	United States	I	A	12	9
13	Belgium	I	A	18	12
14	Netherlands	I	A	16	13
15	United Kingdom	I	A	28	21
16	Spain	I	B	15	26
17	Slovakia	I	B	20	17
18	Luxembourg	I	A	13	16
19	Hungary	I	B	21	25
20	Australia	E	A	24	20
21	Italy	I	B	31	33
22	Slovenia	I	B	25	14
23	Iceland	I	A	14	15
24	Croatia	I	B	17	40
25	Portugal	I	B	29	19
26	Russia	E	B	27	29
27	Korea (Republic)	I	A	37	34
28	Argentina	E	B	19	24
29	Czech Republic	I	B	26	22
30	Ireland	I	A	39	28
31	Lithuania	I	B	22	27
32	Taiwan, China	I	A	33	35
33	Colombia	E	C	32	37
34	Hong Kong, China	I	A	35	32
35	Estonia	I	B	38	23
36	Uruguay	I	C	34	30
37	Latvia	I	B	23	31
38	Bulgaria	I	C	40	51
39	Ukraine	I	C	36	45
40	Albania	I	C	41	58
41	Qatar	E	A	48	38
42	Greece	I	B	52	44
43	Kazakhstan	E	C	30	49
44	United Arab Emirates	E	A	49	50
45	Bolivia	E	D	-	-
46	Saudi Arabia	E	B	47	42
47	Poland	I	B	53	47
48	Iran (Islamic Republic)	E	C	63	39
49	Cyprus	I	B	51	48
50	Mexico	E	C	46	53
51	Trinidad & Tobago	E	B	62	55
52	Paraguay	E	D	56	59
53	Brazil	I	C	45	56
54	Kuwait	E	A	60	54
55	Egypt (Arab Republic)	E	C	50	36
56	Romania	I	C	42	41
57	South Africa	E	C	55	46
58	Peru	I	C	59	63
59	Gabon	E	B	73	-
60	Tunisia	I	C	66	52
61	Israel	I	B	61	73
62	Macedonia (Republic)	I	C	58	43
63	Thailand	I	C	67	72
64	Turkey	I	C	75	61
65	Cameroon	E	D	65	66
66	Serbia	I	C	44	82
67	Kenya	I	D	69	65
68	Jordan	I	C	70	60
69	Congo (Dem. Republic)	E	D	77	83
70	Côte d'Ivoire	E	D	74	81
71	China	I	C	71	78
72	Zimbabwe	I	D	-	-
73	Sri Lanka	I	D	68	70
74	Nepal	I	D	78	74
75	Philippines	I	D	57	64
76	Syria (Arab Republic)	E	D	64	69
77	Lebanon	I	B	72	67
78	Algeria	E	C	84	79
79	Namibia	I	C	81	68
80	Swaziland	I	D	43	57
81	Ghana	I	D	80	76
82	Tanzania	I	D	79	80
83	Indonesia	E	D	76	71
84	Nigeria	E	D	83	77
85	Mongolia	E	D	85	88
86	Chad	E	D	-	-
87	Morocco	I	D	82	85
88	Libya	E	C	86	75
89	Ethiopia	I	D	92	91
90	Niger	I	D	90	90
91	Botswana	I	B	87	86
92	Pakistan	I	D	88	87
93	India	I	D	89	84
94	Senegal	I	D	91	89

2012 Country rankings for energy performance dimensions

2012 Rank	Energy security (2011 rank)	Social equity (2011 rank)	Environmental impact mitigation (2011 rank)
1	Canada (1)	United States (1)	Paraguay (8)
2	Sweden (8)	Canada (2)	Sweden (1)
3	Denmark (5)	Australia (3)	Iceland (2)
4	Zimbabwe (-)	Switzerland (4)	France (3)
5	Colombia (6)	Luxembourg (5)	Norway (4)
6	Slovakia (28)	United Kingdom (8)	Finland (6)
7	Japan (16)	Austria (7)	Albania (15)
8	Russia (2)	France (10)	New Zealand (7)
9	Norway (21)	Japan (6)	Lithuania (5)
10	Hungary (20)	Norway (11)	Switzerland (14)
11	Germany (13)	Germany (12)	Austria (18)
12	Switzerland (15)	Belgium (9)	Canada (12)
13	Finland (7)	New Zealand (13)	Latvia (9)
14	Croatia (11)	Finland (14)	Slovakia (17)
15	Czech Republic (38)	Qatar (15)	Belgium (24)
16	New Zealand (33)	Sweden (33)	Russia (11)
17	Spain (27)	Argentina (20)	Slovenia (20)
18	Ukraine (8)	Saudi Arabia (18)	Luxembourg (13)
19	Italy (49)	Spain (17)	Hungary (22)
20	Kenya (23)	Netherlands (22)	Netherlands (31)
21	Gabon (10)	Iceland (19)	Brazil (16)
22	Bolivia (-)	Taiwan, China (21)	Uruguay (19)
23	Portugal (39)	Greece (16)	Ukraine (23)
24	Nigeria (18)	Ireland (24)	Japan (37)
25	Australia (42)	Korea (Republic) (25)	Denmark (28)
26	Congo (Dem. Republic) (30)	Italy (23)	Croatia (26)
27	United States (32)	Kuwait (31)	Taiwan, China (47)
28	Slovenia (41)	Denmark (26)	Bulgaria (43)
29	France (29)	Cyprus (28)	Nepal (25)
30	Côte d'Ivoire (3)	Hong Kong, China (29)	Argentina (27)
31	Belgium (61)	Iran (Islamic Republic) (30)	United States (39)
32	Cameroon (17)	Czech Republic (27)	Korea (Republic) (35)
33	Egypt (Arab Republic) (14)	Croatia (32)	Italy (48)
34	Netherlands (53)	Mexico (34)	Colombia (33)
35	Argentina (12)	Slovakia (35)	United Kingdom (53)
36	Romania (46)	Hungary (39)	Trinidad & Tobago (34)
37	United Kingdom (58)	Portugal (36)	Ethiopia (66)
38	Kazakhstan (34)	Poland (38)	Portugal (40)
39	Austria (37)	United Arab Emirates (40)	Ghana (38)
40	Bulgaria (25)	Kazakhstan (37)	Spain (46)
41	Turkey (68)	Slovenia (41)	Germany (44)
42	Estonia (69)	Romania (43)	Ireland (41)
43	Greece (63)	Israel (42)	Tanzania (49)
44	Albania (26)	Uruguay (44)	Kazakhstan (21)
45	Mexico (51)	Lithuania (45)	Bolivia (-)
46	Peru (48)	Estonia (46)	United Arab Emirates (55)
47	Iran (Islamic Republic) (71)	Russia (48)	Congo (Dem. Republic) (51)
48	Chad (-)	Trinidad & Tobago (49)	Niger (81)
49	Sri Lanka (40)	Egypt (Arab Republic) (47)	Hong Kong, China (60)
50	Poland (57)	Latvia (50)	Estonia (29)
51	Tunisia (60)	Tunisia (51)	Iran (Islamic Republic) (50)
52	Philippines (31)	South Africa (52)	Gabon (79)
53	Lithuania (36)	Turkey (53)	South Africa (57)
54	Syria (Arab Republic) (19)	Macedonia (Republic) (58)	Cameroon (62)
55	Libya (70)	Jordan (54)	Swaziland (42)
56	Macedonia (Republic) (43)	Colombia (59)	Côte d'Ivoire (77)
57	Ireland (88)	Serbia (57)	Namibia (73)
58	Thailand (67)	Ukraine (56)	Chad (-)
59	China (45)	Bulgaria (60)	Saudi Arabia (56)
60	Indonesia (47)	Algeria (55)	Peru (45)
61	Korea (Republic) (83)	Albania (67)	Czech Republic (32)
62	Paraguay (54)	Thailand (63)	Serbia (30)
63	Uruguay (50)	Lebanon (62)	Cyprus (59)
64	Latvia (22)	Bolivia (-)	Qatar (75)
65	Lebanon (44)	Brazil (65)	Poland (63)
66	Israel (52)	Morocco (66)	Egypt (Arab Republic) (74)
67	Serbia (35)	Peru (68)	Jordan (67)
68	Tanzania (56)	Syria (Arab Republic) (71)	Macedonia (Republic) (58)
69	Trinidad & Tobago (86)	China (72)	Kenya (54)
70	Swaziland (4)	Paraguay (69)	Algeria (84)
71	Iceland (55)	Sri Lanka (74)	Zimbabwe (-)
72	Luxembourg (81)	Indonesia (61)	Syria (Arab Republic) (70)
73	Pakistan (64)	Libya (64)	Australia (72)
74	Mongolia (72)	Botswana (73)	Kuwait (68)
75	Algeria (65)	Swaziland (70)	Mongolia (78)
76	Hong Kong, China (66)	Namibia (75)	Greece (83)
77	Brazil (62)	Philippines (76)	Pakistan (71)
78	South Africa (59)	Gabon (77)	Philippines (52)
79	United Arab Emirates (80)	Mongolia (78)	Thailand (65)
80	Morocco (77)	Pakistan (79)	Romania (36)
81	Qatar (91)	Ghana (80)	Nigeria (88)
82	Nepal (76)	India (84)	Sri Lanka (61)
83	Taiwan, China (73)	Cameroon (81)	Mexico (64)
84	Kuwait (92)	Nigeria (82)	Turkey (69)
85	Saudi Arabia (85)	Côte d'Ivoire (85)	Lebanon (82)
86	Senegal (78)	Kenya (86)	Senegal (85)
87	India (84)	Niger (88)	Morocco (76)
88	Ghana (79)	Chad (-)	Libya (92)
89	Botswana (87)	Senegal (87)	Tunisia (80)
90	Namibia (75)	Ethiopia (92)	Indonesia (90)
91	Cyprus (90)	Congo (Dem. Republic) (89)	China (87)
92	Niger (74)	Nepal (90)	Israel (89)
93	Jordan (82)	Tanzania (91)	India (86)
94	Ethiopia (89)	Zimbabwe (-)	Botswana (91)

Για το 2012, η χώρα μας κατέλαβε την 44η θέση, έναντι της 52ης το 2011 και της 44ης το 2010. Όσον αφορά τις επιμέρους παραμέτρους, που συνιστούν τον εν λόγω δείκτη, η Ελλάδα φέτος κατέλαβε τις εξής θέσεις ανά τομέα:

- Ενεργειακή ασφάλεια: 43η έναντι 63ης θέσης το 2011 και 50ής το 2010 (σαφής βελτίωση σε σχέση με πέρυσι).
- Κοινωνική (ενεργειακή) ισότητα: 23η έναντι 16ης θέσης το 2011 και 10ης το 2010 (συνεχής επιδείνωση).
- Περιβαλλοντικές (ενεργειακές) επιπτώσεις: 76η έναντι 83ης θέσης το 2011 και 86ης το 2010 (αργή αλλά σταθερή βελτίωση).

Η έκθεση επισημαίνει, ότι το 2012 η Ελλάδα κέρδισε δέκα θέσεις στο Δείκτη Ενεργειακής Βιωσιμότητας σε σχέση με το 2011 χάρη στην ισχυρότερη ενεργειακή ασφάλειά της φέτος, η οποία βελτιώθηκε όσον αφορά όλες τις επιμέρους παραμέτρους (με εξαίρεση τα πετρελαϊκά αποθέματα που εμφάνισαν μικρή μείωση).

Παράλληλα, επισημαίνεται, ότι παραμένει αδύνατο σημείο της χώρας το χαμηλό ποσοστό της εγχώριας παραγωγής σε σχέση με την συνολική ενεργειακή προσφορά.

Στον τομέα της κοινωνικής ισότητας, όσον αφορά την πρόσβαση των πολιτών στην ενέργεια, επισημαίνεται, ότι η χώρα μας συνεχίζει να τα πηγαίνει καλά (έχει συγκριτικά τις καλύτερες διεθνείς επιδόσεις της), αν και, όπως αναφέρεται, τελευταία έχει σημειωθεί μια μικρή πτώση, όσον αφορά την ποιότητα της προσφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και το πόσο οικονομικά προσιτό είναι το ρεύμα.

Σχετικά με το περιβαλλοντικό «αποτύπωμα» της ενέργειας στην Ελλάδα, επισημαίνεται, ότι η βελτίωση της χώρας διεθνώς το 2012 οφείλεται κυρίως στις χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού. Όπως τονίζεται, αν και στη χώρα μας έχει αυξηθεί σημαντικά η ενεργειακή κατανάλωση ανά κεφαλή, η Ελλάδα δείχνει να μετριάζει πιο αποτελεσματικά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον σε σχέση με άλλες χώρες με παρόμοιο επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης.

Όπως αναφέρει η μελέτη, το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται από συμβατικά θερμοηλεκτρικά εργοστάσια (86%), ενώ συνεισφέρουν επίσης η υδροηλεκτρική ενέργεια (11%) και οι λοιπές ανανεώσιμες πηγές (4%). Η έκθεση ακόμα αναφέρει, ότι ο τομέας ενέργειας συμβάλλει κατά 17,9% στο ΑΕΠ της χώρας, ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι 8,98 μετρικοί τόνοι ανά κεφαλή.

Σύμφωνα με την έκθεση του Παγκόσμιου Ενεργειακού Συμβουλίου, που εδρεύει στο Λονδίνο, οι δέκα πρώτες χώρες από άποψη ενεργειακής βιωσιμότητας είναι κατά σειρά οι εξής: Σουηδία, Ελβετία, Καναδάς, Νορβηγία, Φινλανδία, Νέα Ζηλανδία, Δανία, Ιαπωνία, Γαλλία και Αυστρία.

Συγκριτικά με την Ελλάδα, η Πορτογαλία κατέλαβε το 2012 την 25η θέση, η Βουλγαρία την 38η, η Αλβανία την 40ή, η Κύπρος την 49η και η Τουρκία την 64η.

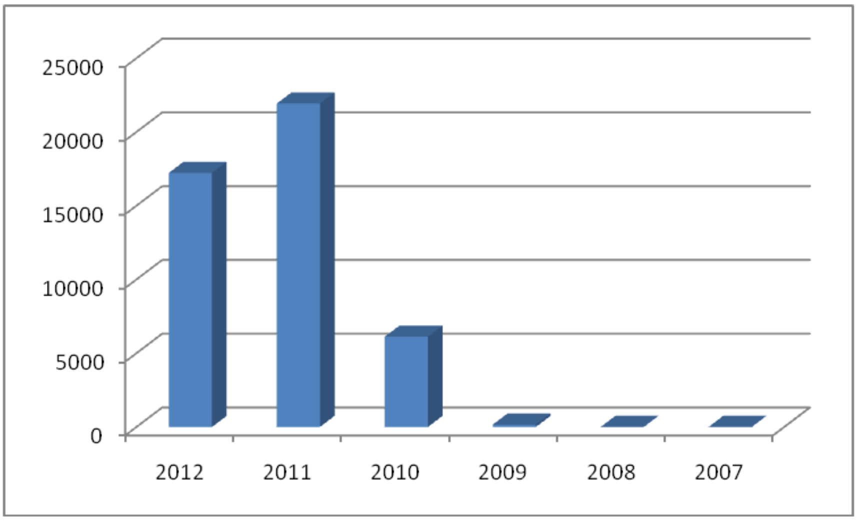
Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω και τα στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ παρατηρήθηκε την τελευταία τριετία μία καλή ενεργειακή πορεία για την Ελλάδα η οποία φαίνεται και από τα στοιχεία του ΔΕΔΗΕ στα οποία παρατηρείται μεγάλο επενδυτικό ενδιαφέρον για της επενδύσεις σε Φωτοβολταϊκά Πάρκα διαφόρων τύπων και ισχύ μέχρι 1 (ένα) MWp.

5.1 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων οικιακών Φ/Β συστημάτων.*

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια στοιχεία αιτήσεων στην ΔΕΗ-ΔΕΔΔΗΕ για την κατάθεση του φακέλου (έναρξη αδειοδοτικής διαδικασίας) έργων Φωτοβολταϊκών Σταθμών που ακολουθείται η συγκεκριμένη διαδικασία αδειοδότησης έργων και υπάρχουν τα αντίστοιχα ηλεκτρονικά αρχεία.

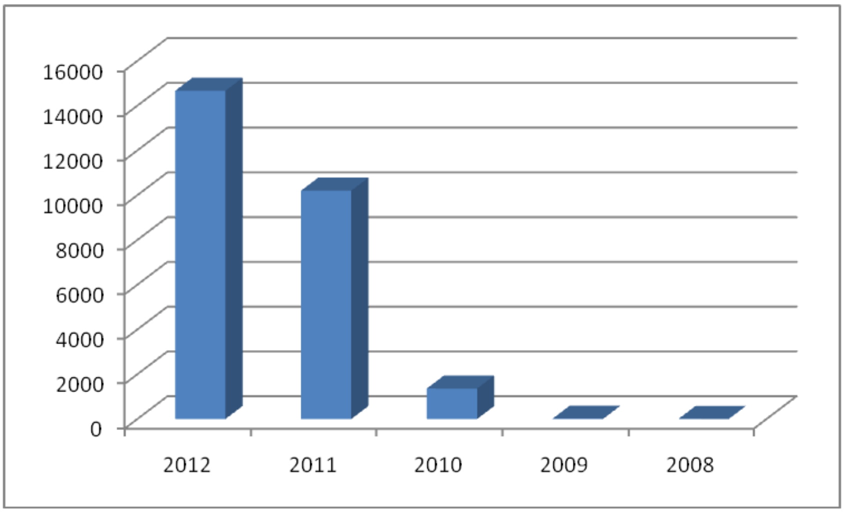
Μέχρι τον Οκτώβριο του τρέχοντος έτους και με ημερομηνία πρώτης αίτησης εγκατάστασης Φ/Β συστήματος σε στέγη (ισχύος μέχρι 10 kWp, Ειδικό Πρόγραμμα εγκατάστασης Φ/Β σε στέγες) την 30/11/2007 μέχρι την τελευταία περασμένη στην λίστα (ανανέωση 10/2012) την 02/12/2012 και με συνολικό αριθμό αιτήσεων τις 45.442.

Σύμφωνα με τον ΔΕΔΔΗΕ και τα αρχεία αιτήσεων η κατανομή των αιτήσεων από το 2007 μέχρι σήμερα παρουσιάζεται στην συνέχεια.



Εικόνα 5.1
Αιτήσεις οικιακών Φ/Β συστημάτων

Από τις αιτήσεις αυτές φαίνεται να έχουν ενεργοποιηθεί 28.812 με κατανομή στα έτη από 2008 μέχρι σήμερα όπως φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Εικόνα 5.2
Ενεργοποιήσεις οικιακών Φ/Β συστημάτων

Παρατηρήθηκε το φαινόμενο της ενεργοποίησης του συστήματος πολύ αργότερα από την αίτηση εγκατάστασης και φυσικά την σύναψη όρων σύνδεσης για το σύστημα γεγονός που καταδεικνύει την έλλειψη κεφαλαίων για την εγκατάσταση του συστήματος (αγορά εξοπλισμού και τοποθέτηση). Παρατηρήθηκαν περιπτώσεις ενεργοποίησης του συστήματος ακόμα και σχεδόν 2 (δυο) χρόνια μετά την αρχική αίτηση. Μόνο το τελευταίο έτος παρατηρήθηκε άμεση σχεδόν ενεργοποίηση εφόσον οι φήμες μείωση της ταρίφας πώλησης της κιλοβατώρας ήταν πολλές οπότε το «κλείδωμα» της τιμής πώλησης της κιλοβατώρας σε ικανοποιητικά επενδυτικά επίπεδα οδήγησε τους υποψήφιους επενδυτές στην άμεση υλοποίηση των έργων.

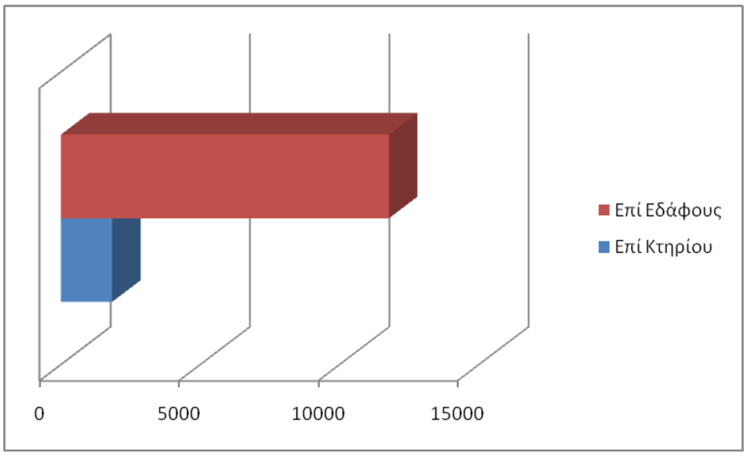
Η συνολική ισχύς των αιτήσεων είναι 414.843,57 kWp (περίπου 415 MWp) με μέση τιμή ανά έργο να είναι 9,2 kWp,ενώ η εγκατεστημένη ισχύς των συστημάτων που τελικώς ενεργοποιήθηκαν είναι 237.751,15 kWp (περίπου 238 MWp) ποσοστό το οποίο δεν ξεπερνά το **58%** της συνολικής ισχύς των αιτήσεων.

Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι οι περισσότερες επενδύσεις σε Φ/Β συστήματα σε στέγες κτηρίων είναι εκτός του Ν. Αττικής καθώς οι ενεργοποιήσεις στην πρωτεύουσα δεν ξεπερνούν τις 3.700.

5.2 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων Φ/Β συστημάτων σε γήπεδα έως 100kWp.*

Οι αιτήσεις που έχουν κατατεθεί από το έτος 2010 μέχρι και τον Οκτώβριο του 2012 για φωτοβολταϊκούς Σταθμούς ισχύος έως 100 kWp φτάνουν τις 13.619 σύμφωνα με τα στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ.

Οι παραπάνω αιτήσεις αναφέρονται για εγκαταστάσεις επί εδάφους και επί κτηρίων. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι αριθμοί των αιτήσεων ανά κατηγορία.



Εικόνα 5.3
Αιτήσεις Φ/Β συστημάτων σε γήπεδα
Ισχύος έως 100kWp

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα που παρουσιάζεται παραπάνω οι συντριπτική πλειοψηφία των επενδυτών στον τομέα των Φωτοβολταϊκών αποφάσισε την εκμετάλλευση αγροτεμαχίων που δεν απέδιδαν οικονομικά με οποιονδήποτε άλλο τρόπο και εγκατάσταση σε αυτά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της αδειοδοτικής διαδικασίας του ΔΕΔΔΗΕ από το συνολικό αριθμό των αιτήσεων που έχουν κατατεθεί μόνο το 37,1% (5.053) έχουν φτάσει στο σημείο της Υπογραφής της Σύμβασης Σύνδεσης με τον Διαχειριστή του Δικτύου και μέχρι σήμερα έχουν ενεργοποιηθεί 762. Πολλοί κάτοχοι αδειών παραγωγής ειδικά όσοι έχουν κλειδώσει υψηλή ταρίφα πώλησης της παραγόμενης ενέργειας τα τελευταία χρόνια προσπαθούν να πουλήσουν τις άδειες σε εταιρίες που έχουν την δυνατότητα κατασκευής των σταθμών και μεταπώλησης αυτών ή είναι στη διαδικασία αναζήτησης χρηματοδότησης είτε από χρηματοπιστωτικά ιδρύματα είτε από ιδιώτες επενδυτές μισθώνοντας για κάποια χρόνια το Φ/Β πάρκο.

5.3 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων αγροτικών Φ/Β συστημάτων.*

Εξαιρετικά δύσκολη είναι η κατάσταση στον τομέα του προγράμματος των αγροτικών φωτοβολταϊκών, που έχει βαλτώσει κυρίως λόγω της έλλειψης χρηματοδότησης και απειλείται με ναυάγιο.

Το αμφιλεγόμενο πρόγραμμα, με το οποίο η κυβέρνηση και οι συνεταιριστικοί φορείς των αγροτών φιλοδοξούσαν να συμπληρώσουν το εισόδημα μέρους των απασχολουμένων στην αγροτική οικονομία με παράλληλο όφελος την ώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, βρίσκεται τώρα μεταξύ φθοράς και αφθαρσίας.

Ο αρχικός ενθουσιασμός που πυρπόλησε τους κάμπους και που έδωσε χαρακτηριστικά μονομαχίας στον ήλιο, όσον αφορά τη σκληρή προσπάθεια των αγροτών για να προλάβουν τις προθεσμίες καταβολής των αρχικών αιτήσεων και των σχετικών μελετητικών φακέλων, έχει μετατραπεί σε αγωνία και ανησυχία για την εξέλιξη του προγράμματος.

Δεν είναι μόνο οι ελπίδες που μπορεί να ακυρωθούν σε μια εποχή που έτσι κι αλλιώς σπανίζουν, αλλά και τα χρήματα που έδωσαν οι καλλιεργητές της γης για τον φάκελο της αίτησης και μπορεί να χαθούν. Πρόκειται για ποσά της τάξης των 5.000 ευρώ και δεν είναι βεβαίως καθόλου αμελητέα, ειδικά για τους αγρότες.

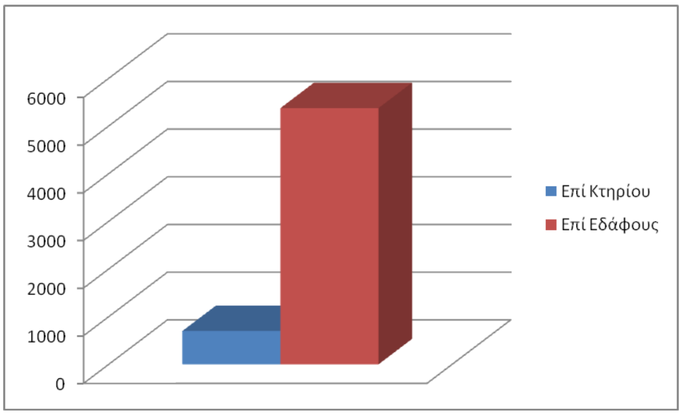
Μέχρι το τέλος του 2012 μόλις 92.257,28 kWp (περίπου 92 MWp), δηλαδή περίπου 93 μικρά πάρκα αγροτικών φωτοβολταϊκών, είχαν τεθεί σε λειτουργία. Το καλοκαίρι του 2010 είχε δημιουργηθεί μια ενθουσιώδης τάση συμμετοχής στο πρόγραμμα, που προκάλεσε εκτιμήσεις για μέχρι και 10.000 αιτήσεις αγροτών. Τελικά, υπέβαλαν φάκελο 6.610 αγρότες για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ, δυναμικότητας μέχρι 100 KW, σε αγροτική γη. Η συνολική ισχύς αιτήσεων εγκατάστασης Φ/Β σταθμών έφτασε περίπου τα 642 MWp ενώ έχουν εγκαταληφθεί τα σχέδια για 2.079 αγρότες οι οποίοι ακύρωσαν εντελώς την διαδικασία αδειοδότησης ενώ ακόμα 76 έχουν θέσει προς ακύρωση τις αρχικές του αιτήσεις ενώ ο αριθμός αυτός συνεχώς αυξάνεται.

5.4 *Δεδομένα αιτήσεων/ενεργοποιήσεων Φ/Β συστημάτων σε γήπεδα από 100 kWp και πάνω.*

Τέλος οι αιτήσεις με ισχύ μεγαλύτερη των 100 kWp έως και 1MWp αγγίζουν τις 6.073 με μέση ισχύ τα 497,43 kWp ανά εγκατάσταση και συνολική ισχύ εγκαταστάσεων τα 3.020.380,37 kWp (περίπου 3.020 MWp).

Τα ποσοστά και εδώ είναι απογοητευτικά καθώς τα 547 έργα έχουν οριστικώς ακυρωθεί ή οδεύουν προς ακύρωση (ισχύς ακυρωμένων έργων 267 MWp), τα 129 έχουν ήδη ενεργοποιηθεί (ισχύς 66 MWp) ενώ την διαδικασία με εμποδίων συνεχίζουν τα υπόλοιπα έργα.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ένα γράφημα για το είδος των εγκαταστάσεων που διαχωρίζονται σε κτηριακές ή επί εδάφους.



Εικόνα 5.4
Αιτήσεις Φ/Β συστημάτων σε γήπεδα
Ισχύος 100kWp και άνω

Και εδώ βλέπουμε την προτίμηση των επενδυτών να προσελκύουν τα αγροτεμάχια διότι είναι σαφώς δυσκολότερη η ιδιοκτησία κτηρίων με τέτοια έκταση ώστε να μπορέσει να εγκατασταθεί σταθμός ισχύος μεγαλύτερης των 100 kWp που εξετάζεται σε αυτή την περίπτωση.

5.5 *Συμπληρωματικά στοιχεία από την Ρ.Α.Ε.*

Συμπληρωματικά στα στοιχεία από τον ΔΕΔΔΗΕ έρχονται τα αρχεία της ΡΑΕ ανά τεχνολογία ΑΠΕ όπως αυτά φαίνονται στην ιστοσελίδα της ΡΑΕ και παρουσιάζονται στη συνέχεια:

Ομάδα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Στατιστικά στοιχεία ΑΠΕ

ΡΑΕ RAE

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: ΣΤΑΔΙΟ ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΕΡΓΩΝ ΑΠΕ ΑΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΙΣΧΥΣ [MW])

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	Με Άδεια ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		Με Άδεια ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		Με Άδεια ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (1)		ΑΝΑΚΛΗΘΕΙΣΕΣ		Αιτήσεις σε αξιολόγηση (3)	
	Σύν. Ισχύος (MW)	% στο σύνολο των αδειών λειτουργίας	Σύν. Ισχύος (MW)	% στο σύνολο των αδειών εγκατάστασης	Σύν. Ισχύος (MW)	% στο σύνολο των αδειών παραγωγής	Σύν. Ισχύος (MW)	% στο σύνολο των ανακλήσεων	Σύν. Ισχύος (MW)	% στο σύνολο των αιτήσεων σε αξιολόγηση
Αιολικά **Σύνολο**	1525,2	75,9%	1649,5	69,8%	23291,1	78,4%	757,9	84,5%	23644,7	96,5%
Έργα στην Εύβοια με αυτοτελή διασύνδεση στο ηπειρωτικό σύστημα	0,0	0,0%	181,7	7,7%	817,1	2,8%	-	-		
Έργα στα μη διασυνδεδεμένα νησιά με καλώδιο διασύνδεσης στο ηπειρωτικό σύστημα	0,0	0,0%	0,0	0,0%	5490,9	18,5%	-	-		
Βιομάζα	43,6	2,2%	25,0	1,1%	453,2	1,5%	32,0	3,6%	173,1	0,7%
Γεωθερμία	0,0	0,0%	0,0	0,0%	8,0	0,0%	0,0	0,0%	20,0	0,1%
Μικρά Υδροηλεκτρικά	200,1	10,0%	48,4	2,0%	985,6	3,3%	104,7	11,7%	152,5	0,6%
Φωτοβολταϊκά Καταλαμβάνονται από τις διατάξεις του ν.3851 (έως 0,5MW)	1,94	0,1%	9,84	0,4%	22,66	0,1%	-	-		
Καταλαμβάνονται από τις διατάξεις του ν.3851 (από 0,5 MW έως 1MW)	8,17	0,4%	18,91	0,8%	54,52	0,2%	-	-		
Έργα με ισχύ μεγαλύτερη του 1MW	230,41	11,5%	586,07	24,8%	4480,11	15,1%	-	-		
Σύνολο	240,52	12,0%	614,82	26,0%	4557,29	15,3%	2,69	0,3%	100,00	0,4%
Ηλιοθερμικά	0,0	0,0%	25,0	1,1%	404,8	1,4%	0,0	0,0%	424,3	1,7%
Συνολική Ισχύς (MW)	**2009,5**	100,0%	**2362,7**	100,0%	**29700,1***	100,0%	**897,3**	100,0%	**24514,5**	100,0%
% Ισχύος επί της Συνολικής Ισχύος Άδειας Παραγωγής	**6,8%**		**8,0%**		-		**3,0%**		-	

Εικόνα 5.5
Στάδιο αδειοδοτικής διαδικασίας έργων Α.Π.Ε.
(ανά τεχνολογία)

Ομάδα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Στατιστικά στοιχεία ΑΠΕ

ΡΑΕ RAE

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: ΣΤΑΔΙΟ ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΕΡΓΩΝ ΑΠΕ ΑΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΩΝ)

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	Με Άδεια ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		Με Άδεια ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		Με Άδεια ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (1)		ΑΝΑΚΛΗΘΕΙΣΕΣ		Αιτήσεις σε αξιολόγηση (3)	
	Πλήθος	% στο σύνολο των αδειών λειτουργίας	Πλήθος	% στο σύνολο των αδειών εγκατάστασης	Πλήθος	% στο σύνολο των αδειών παραγωγής	Πλήθος	% στο σύνολο των ανακλήσεων	Πλήθος	% στο σύνολο των αιτήσεων σε αξιολόγηση
Αιολικά **Σύνολο**	177	42,4%	107	26,4%	1089	38,2%	55	50,0%	591	78,3%
Έργα στην Εύβοια με αυτοτελή διασύνδεση στο ηπειρωτικό σύστημα	0	0,0%	7	1,7%	39	1,4%	-	-		
Έργα στα μη διασυνδεδεμένα νησιά με καλώδιο διασύνδεσης στο ηπειρωτικό σύστημα	0	0,0%	0	0,0%	129	4,5%	-	-		
Βιομάζα	10	2,4%	8	2,0%	89	3,1%	9	8,2%	21	2,8%
Γεωθερμία	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	4	0,5%
Μικρά Υδροηλεκτρικά	98	23,5%	36	8,9%	433	15,2%	43	39,1%	80	10,6%
Φωτοβολταϊκά Καταλαμβάνονται από τις διατάξεις του ν.3851 (έως 0,5MW)	39	9,4%	25	6,2%	98	3,4%	-	-		
Καταλαμβάνονται από τις διατάξεις του ν.3851 (από 0,5 MW έως 1MW)	10	2,4%	22	5,4%	64	2,2%	-	-		
Έργα με ισχύ μεγαλύτερη του 1MW	83	19,9%	207	51,0%	995	34,9%	-	-		
Σύνολο	132	31,7%	254	62,6%	1157	40,6%	3	2,7%	1*	0,1%
Ηλιοθερμικά	0	0,0%	1	0,2%	81	2,8%	0	0,0%	58	7,7%
Σύνολο	**417**	100,0%	**406**	100,0%	**2850**	100,0%	**110**	100,0%	**755**	100,0%
% Πλήθους Αδειών επί του Συνολικού Πλήθους Αδειών Παραγωγής	**14,6%**		**14,2%**		-		**3,9%**		-	

Εικόνα 5.6
Στάδιο αδειοδοτικής διαδικασίας έργων Α.Π.Ε.
(αριθμός έργων)

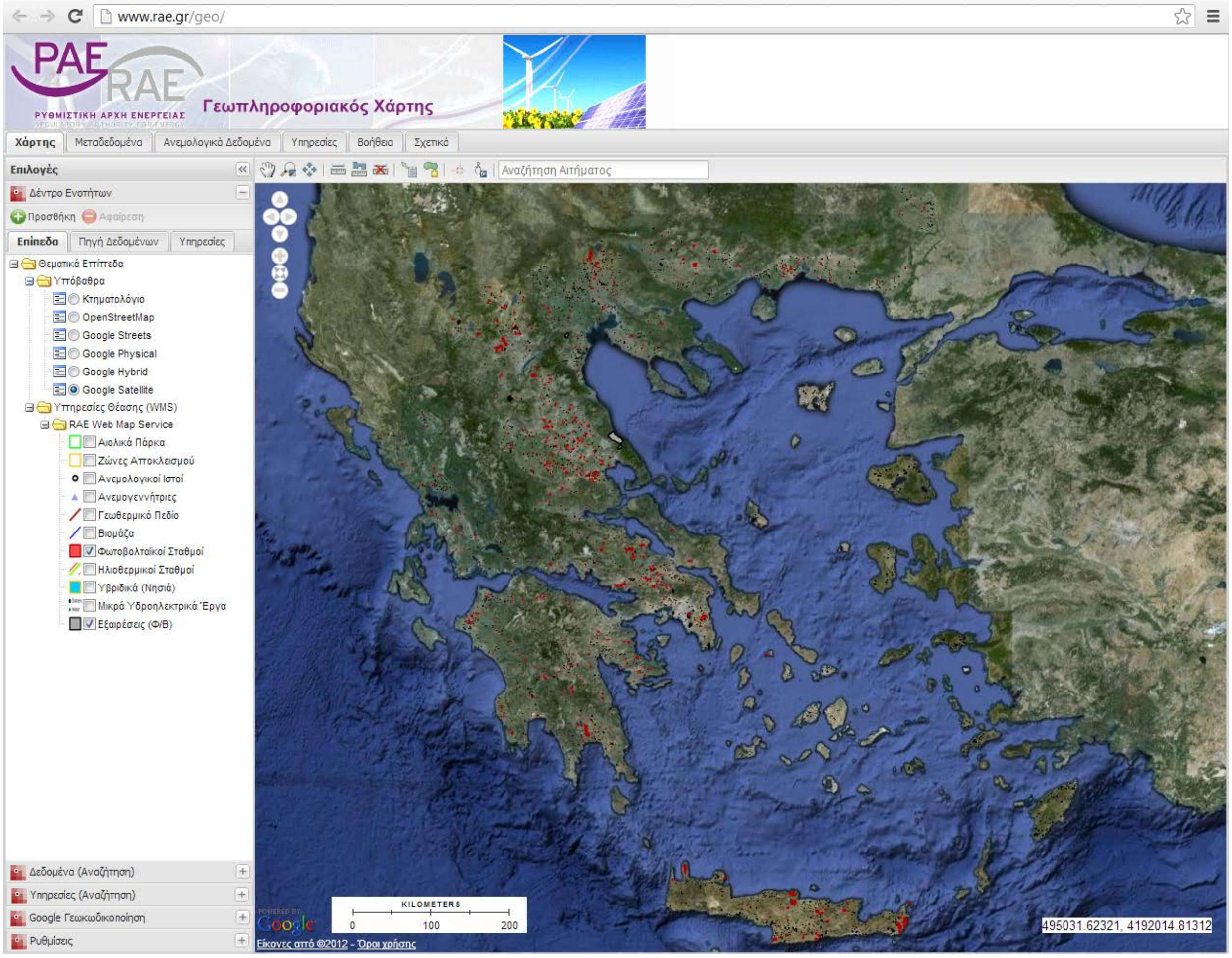
Ομάδα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Στατιστικά στοιχεία ΑΠΕ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3: ΣΤΑΔΙΟ ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΕΡΓΩΝ ΑΠΕ ΑΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ		Με Άδεια ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		Με Άδεια ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		Με ΕΠΟ		Με Άδεια ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ [2]	Αιτήσεις σε αξιολόγηση [3]	
			% επί Συνολ. Αδειών Παρ / Ισχύος [1]		% επί Συνολ. Αδειών Παραγ / Ισχύος [1]		% επί Συνολ. Αδειών Παραγ / Ισχύος [1]			% επί Συνολ. Αιτησεων σε αξιολόγηση / Ισχύος
Αιολικά	**Πλήθος**	177	16,3%	107	9,8%	178	16,3%	1089	591	78,3%
	Ισχύς (MW)	1525,2	6,6%	1649,5	7,1%	3156,0	13,6%	23122,2	23644,7	96,5%
Βιομάζα	**Πλήθος**	10	11,2%	8	9,0%	6	6,7%	89	21	2,8%
	Ισχύς (MW)	43,6	9,8%	25,0	5,6%	26,6	5,9%	447,2	173,1	0,7%
Γεωθερμία	**Πλήθος**	0	0,0%	0	0,0%	1	100,0%	1	4	0,5%
	Ισχύς (MW)	0,0	0,0%	0,0	0,0%	8,0	100,0%	8,0	20,0	0,1%
Μικρά Υδροηλεκτρικά	**Πλήθος**	98	22,6%	36	8,3%	26	6,0%	433	80	10,6%
	Ισχύς (MW)	200,1	20,6%	48,4	5,0%	58,8	6,1%	970,5	152,5	0,6%
Φωτοβολταϊκά	**Πλήθος**	39	39,8%	25	25,5%	31	31,6%	98		
Καταλαμβάνονται από τις διατάξεις του ν.3851 (έως 0,5MW)	**Ισχύς (MW)**	1,9	8,3%	10,3	44,6%	10,0	43,3%	23,1		
	Πλήθος	10	15,6%	22	34,4%	27	42,2%	64		
Καταλαμβάνονται από τις διατάξεις του ν.3851 (από 0,5 MW έως 1MW)	**Ισχύς (MW)**	8,2	15,0%	18,9	34,7%	22,7	41,5%	54,5		
	Πλήθος	132	11,4%	254	22,0%	361	31,2%	1157	1**	0,1%
Σύνολο	**Ισχύς (MW)**	218,6	4,8%	568,7	12,6%	1351,1	29,9%	4524,4	100**	0,4%
Ηλιοθερμικά	**Πλήθος**	0	0,0%	1	1,2%	24	29,6%	81	58	0,2%
	Ισχύς (MW)	0,0	0,0%	25,0	6,2%	44,5	11,0%	404,8	424,3	1,7%
Σύνολο	**Πλήθος**	**417**	14,6%	**406**	14,2%	**596**	20,9%	**2850**	**755**	**100,0%**
	Ισχύς (MW)	**1987,5**	**6,7%**	**2316,6**	**7,9%**	**4644,9**	15,8%	**29477,1***	**24514,5**	**100,0%**

Εικόνα 5.7
Στάδιο αδειοδοτικής διαδικασίας έργων Α.Π.Ε.
(ανά τεχνολογία)

Η ΡΑΕ μας δίνει την δυνατότητα απεικόνισης των αιτήσεων των έργων ΑΠΕ ανά τεχνολογία real time κατανεμημένες στον ελλαδικό χώρο και παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα όπως αυτή εμφανίζεται στο www.rae.gr/geo/ στον γεωπληροφοριακό χάρτη.



Εικόνα 5.8
Γεωπληροφοριακός χάρτης Ρ.Α.Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Τα νέα δεδομένα της οικονομικής κρίσης και της αβεβαιότητας που έχει παγώσει την ανάπτυξη στην Ελλάδα, έχουν οδηγήσει τους επενδυτές σε οποιονδήποτε κλάδο να σκέφτονται πολύ πριν επενδύσουν τα χρήματά τους.

Στον τομέα των ΑΠΕ και συγκεκριμένα των φωτοβολταϊκών σταθμών παραγωγής ενέργειας δεν θα μπορούσαν τα πράγματα να είναι διαφορετικά. Πληθώρα λόγων βάζουν σε σκέψη τους υποψήφιους επενδυτές για την βιωσιμότητα και αποδοτικότητα της επένδυσης στην κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού σταθμού (οικιακό-βιομηχανικό-σε αγροτεμάχιο).

Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης έρχονται σε μορφή ερωτήσεων-απαντήσεων. Οι ερωτήσεις αυτές είναι οι πιο συνηθισμένες ερωτήσεις που κάνουν οι υποψήφιοι επενδυτές στον τομέα των φωτοβολταϊκών. Είναι βασικά πράγματα τα οποία απασχολούν τους ανθρώπους που σκέφτονται να επενδύσουν στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα και ενδεχομένως η έλλειψη ενημέρωσης οδηγεί στην αμφιβολία για την αποδοτικότητα των συστημάτων.

Βασικό ερώτημα που απασχολεί τους υποψήφιους επενδυτές είναι η αξιοπιστία και η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

- **Αξιοπιστία:** Τα υλικά (φωτοβολταϊκά πλαίσια – μετατροπείς) έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και καλύπτονται από εγγύηση για ένα μεγάλο μέρος της ζωής της επένδυσης. Ειδικά τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία τάση επέκτασης των εγγυήσεων του εξοπλισμού πιθανόν γιατί έχει βελτιωθεί αρκετά η τεχνολογία και η διαδικασίες παραγωγής.

Ρίσκο	Καθόλου	Μικρό	Μεσαίο	Μεγάλο

- **Απόδοση:** Η ηλιακή ακτινοβολία σε οποιαδήποτε περιοχή είναι μετρήσιμη και δεδομένη (βλ. Κεφάλαιο 3 υπολογισμό ηλιακής ακτινοβολίας με την βοήθεια του PVGIS). Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν ακραίες μεταβολές των καιρικών συνθηκών ανά περιοχή επομένως οι προβλέψεις παραγωγικής ικανότητας ενός φωτοβολταϊκού σταθμού αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα.
  Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μακροπρόθεσμα και εκτός εγγύησης αν παρουσιάσουν κάποια βλάβη υπάρχει πάντα η πιθανότητα αξιολόγησης της αντικατάστασης τμήματος της εγκατάστασης με νέα πλαίσια. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται αύξηση της απόδοσης (πτώση απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων με την πάροδο του χρόνου περίπου 0,8%/έτος λειτουργίας) πολύ πιθανό σε συμφέρουσα τιμή εφόσον παρατηρείται πτωτική πορεία των τιμών της απόκτησης του εξοπλισμού (ήδη τα τελευταία 4-5 χρόνια η διαφορά στην τιμή εγκατάστασης, με το κλειδί στο χέρι, έχει μειωθεί σε ποσοστό που αγγίζει το 35-40%).

Μια ακόμα ανησυχία των επενδυτών αφορά τη φερεγγυότητα της ΔΕΗ ή του ΔΕΔΔΗΕ και την πιθανότητα να μην πληρώνονται για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Υπάρχει πιθανότητα αλλαγής της ταρίφας πώλησης της παραγόμενης ενέργειας χωρίς ειδοποίηση;

- **Πληρωμή:** Υπήρχαν κάποιες καθυστερήσεις πληρωμών και αυτό οφείλεται στο σκάνδαλο με τους εναλλακτικούς παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας (Energa-Hellas Power) των οποίων τις απώλειες ανέλαβε η ΔΕΗ.

- **Αλλαγή Ταρίφας:** Εκτός δύο περιπτώσεων (Ισπανία και Τσεχία) η αλλαγή ταρίφας πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ δεν είχε πουθενά αλλού αναδρομική ισχύ. Εφόσον υπάρχει συμβόλαιο που υπογράφεται από τον διαχειριστή του δικτύου και τον επενδυτή η τιμή παραμένει σταθερή χωρίς αλλαγή για τα 25 χρόνια των οικιακών φωτοβολταϊκών και για 20 χρόνια για οποιαδήποτε άλλη περίπτωση.
  Παράδειγμα για τις οικιακές εγκαταστάσεις: με νέες τιμές οι Έλληνες (0,2500€/KWh) οικιακοί παραγωγοί απολαμβάνουν τιμές αντίστοιχες με των Αυστριακών (0,276€/KWh) και των Σλοβάκων (0,2775€/KWh) και σημαντικά καλύτερες από τους Γερμανούς (0,195€/KWh) και τους Άγγλους (0,209€/KWh), χώρες με σημαντικά χαμηλότερη ηλιοφάνεια από ότι η Ελλάδα. Φυσικά, η νέα τιμή της κιλοβατώρας είναι σημαντικά χαμηλότερη από ότι στην Πορτογαλία (0,45€/KWh), την Γαλλία (0,388€/KWh), την Κύπρο (0,36€/KWh) και την Ελβετία (0,386€/KWh).
  Παρά την σημαντική μείωση (της τάξης του 46,8%) που επιβλήθηκε στην τιμή της κιλοβατώρας, η επένδυση σε ένα οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα συνεχίζει να είναι εξαιρετικά συμφέρουσα. Πιο συγκεκριμένα:
  α) Αν κάποιος ιδιώτης επενδύσει σήμερα 22.000€ σε ένα οικιακό διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 10KWp, και όλα τα χρήματα που εισπράττει από την παραγόμενη ενέργεια τα καταθέτει σε έναν απλό τραπεζικό λογαριασμό με επιτόκιο 2%, μετά από 25 χρόνια θα έχει στον λογαριασμό του 102.722€, ενώ αν κατέθετε τα ίδια χρήματα στην τράπεζα, σε 25 χρόνια θα είχαν γίνει «μόλις» 68.924€ (παραδοχές: μέση ετήσια απόδοση 13120KWh, μέση ετήσια μείωση απόδοσης ΦΒ 0,67%, μέσος πληθωρισμός 2%)
  β) Αν κάποιος ιδιώτης πάρει δάνειο ύψους 22.000€ για την εγκατάσταση του ίδιου συστήματος και τα χρήματα που θα

περισσεύουν μετά την αποπληρωμή του δανείου τα καταθέτει σε ένα απλό τραπεζικό λογαριασμό με επιτόκιο 2%, μετά από 25 χρόνια θα έχει στον λογαριασμό του 57.550€,**χωρίς να έχει επενδύσει ούτε ευρώ.** (παραδοχές: μέση ετήσια απόδοση 13120KWh, μέση ετήσια μείωση απόδοσης ΦΒ 0,67%, μέσος πληθωρισμός 2%, επιτόκιο δανεισμού 7%, χρόνος αποπληρωμής 10 έτη)

Εάν με την οικονομική κρίση αύριο η ΔΕΗ ή ο ΔΕΔΔΗΕ πτωχεύσουν ποία είναι η κατάληξη της επένδυσης. Σε περίπτωση Ελληνικής Χρεοκοπίας τι γίνεται;

- **Πτώχευση ΔΕΗ/ΔΕΔΔΗΕ:** Αν και η ΔΕΗ είναι μια κερδοφόρος εταιρία ας λάβουμε την πιθανότητα πτώχευσης. Είναι βέβαιο πως σε αυτή την περίπτωση κάποιος άλλος θα αναλάβει ως πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας και ο ίδιος θα συνεχίσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (αγορά από παραγωγούς-επενδυτές) εφόσον αυτή η επιλογή είναι η μοναδική διέξοδος για την κάλυψη των αναγκών του δικτύου.
  Όπως αναφέρεται και στο 2^{ο} κεφάλαιο της παρούσας εργασίας η Ελλάδα δεσμεύεται στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ τουλάχιστον στο 20 % της ζήτησης μέχρι το έτος 2020 και μέχρι το τέλος του 2014 θα πρέπει να έχουν μειωθεί οι ρύποι που προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επομένως οποιοσδήποτε αναλάβει ακόμα και μετά από πτώχευση της ΔΕΗ είναι υποχρεωμένος να τηρήσει αυτή τη συμφωνία.

- **Χρεοκοπία Ελλάδας:** Η σύμβαση που υπογράφεται και από τη ΔΕΗ/ΔΕΔΔΗΕ και από τον επενδυτή αναφέρει πως σε περιπτώσεις ανωτέρας βίας (πόλεμος- κατάσταση έκτακτης ανάγκης) οι υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων αναστέλλονται μέχρι νεωτέρας.
  Δηλαδή υπάρχει στάση πληρωμών.
  Αν και με τα σημερινά δεδομένα απομακρύνεται ο κίνδυνος της χρεοκοπίας της χώρας.

Δυστυχώς η ελλιπής ενημέρωση των υποψήφιων επενδυτών οδηγεί σε εσφαλμένη νοοτροπία για την αποδοτικότητα της επένδυσης και των τρόπο με τον οποίο εισρέουν τα κέρδη από μία επένδυση σε φωτοβολταϊκό σύστημα. Έχει καλλιεργηθεί η εντύπωση ότι τα κέρδη είναι άμεσα και πολλαπλάσια του κόστους επένδυσης. Έτσι λοιπόν ο Έλληνας επενδυτής με γνώμονα το άμεσο κέρδος περιμένει η επένδυσή του να αποφέρει σημαντικά κέρδη σε σύντομο χρονικό διάστημα. Δυστυχώς η απογοήτευση της μακροπρόθεσμης αποκομιδής κερδών οδηγεί στις περισσότερες των περιπτώσεων σε εγκατάλειψη της επενδυτικής διαδικασίας. Η νοοτροπία που καλλιεργήθηκε αρχικά για ελάχιστο έως μηδενικό κόστος επένδυσης και τρομακτικής (άμεσης) χρηματικής απόδοσης των φωτοβολταϊκων συστημάτων συνδεδεμένων με δίκτυο έχει οδηγήσει τους Έλληνες επενδυτές στην εσφαλμένη επιλογή απόρριψης της επένδυσης. Η αλλαγή στην F.I.T. και των επιδοτήσεων για την εγκατάσταση έχει κάνει τα φωτοβολταϊκά συστήματα του παρελθόντος να φαίνονται σαφώς πιο ελκυστικά αλλά δεν αλλάζει το γεγονός της αποδοτικής έστω και μακροπρόθεσμα επένδυσης στον τομέα των Α.Π.Ε.

Από την πλευρά των μελετητών-εγκαταστατών η διαδικασία αδειοδότησης εγκατάστασης μία μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά είναι μία διαδικασία με τεράστια γραφειοκρατικά προβλήματα καθώς ανά περιφέρεια και κατάστημα ΔΕΗ ζητούνται διαφορετικά πράγματα για την έκδοση άδειας με μακροχρόνιες διαδικασίες που μπορεί να φτάσουν σε ορισμένες περιπτώσεις και τους 24 μήνες (για αγροτεμάχια, ενώ σε στέγες και οικιακά συστήματα η διαδικασία είναι σαφώς πιο γρήγορη.)

Θα μπορούσε να υπάρχει ένα ενιαίο σύστημα κατάθεσης φακέλων σε ηλεκτρονική μορφή και ένα ΜΟΝΟ φυσικό αντίγραφο του φακέλου για αρχείο στην υπηρεσία Α.Π.Ε. εφόσον εγκριθεί η άδεια ώστε να μειώνεται το κόστος και ο χρόνος ολοκλήρωσης της αδειοδοτικής διαδικασίας.

Εν κατακλείδι, η επένδυση σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και συγκεκριμένα στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα είναι μία βιώσιμη και κερδοφόρος επένδυση.

Όπως κάθε επένδυση εμπεριέχει ρίσκο το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο και μπορεί να περιοριστεί σημαντικά με την επιλογή σωστού εξοπλισμού για την υλοποίηση του έργου και εξειδικευμένων συνεργείων να αναλάβουν την εγκατάσταση ώστε να υπάρχουν και εγγυήσεις καλής λειτουργίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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

[2] Π.Σ. Γεωργιλάκη, ΄***Ηλεκτρική Οικονομία***΄, Σημειώσεις Μαθήματος, Χανία 2006.

[3] Π.Σ. Γεωργιλάκη, ΄***Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας***΄, Σημειώσεις Μαθήματος Χανιά 2006.

[4] Κ. Καγκαράκης, ΄***Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία***΄, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1992.

[5] Γ. Κάππος, ΄***Εισαγωγή Στο AutoCAD***΄, εκδόσεις κλειδάριθμος, Αθήνα 2005

[6] Β.Κ. Παπαδιάς, ΄***Ανάλυση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας***΄, ΕΜΠ, Αθήνα 1985.

[7] Σ. Πέρδιος, ΄***Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις***΄, εκδόσεις ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα 2007.

[8] Β. Φαλάλης, ΄***Μεθοδολογία Υπολογισμού Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και Χρηματοοικονομική Αξιολόγηση της Επένδυσης***΄, Σημειώσεις Σεμιναρίου, Αθήνα 2008.

[9] Δ.Χαραλαμπόπουλος, ΄***Ηλιακή Ενέργεια***΄, Σημειώσεις Μαθήματος, Πανεπιστήμιο Αιγίου 2002.

[10] Μ. Παπαδόπουλος, ΄***Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ***΄, Σημειώσεις Μαθήματος, ΕΜΠ 1997.

[11] Ε. Δανατσοπούλου, Κ. Γαλάνη , Θ. Θεος, ΄***Τεχνο-οικονοκική Μελέτη Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Από Φωτοβολταϊκό Πάρκο***΄, Διπλωματική Εργασία , Κοζάνη 2010.

[12] Γ. Κτενίδης, ΄***Μελέτη Διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού Σταθμού Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας***΄, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 2008.

[13] Π. Χρυσάγης, ΄***Οικονομοτεχνική Ανάλυση Μονάδας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Από Φωτοβολταϊκά στην Ελλάδα***΄, Αθήνα 2007.

[14] Λ. Ζαφειρίου, Α. Αποστόλου, ΄***Μέθοδοι Βελτίωσης του Βαθμού Απόδοσης των Φωτοβολταϊκών Στοιχείων Συναρτήση της Θερμοκρασίας***΄, Διπλωματική Εργασία, Θεσσαλονίκη 2010.

[15] Κ. Κωνσταντίνου, ΄***Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα και Προοπτικές Ανάπτυξης***΄, Τεχνικός Υπεύθυνος Περιφερειακού Ενεργειακού Κέντρου Κ. Μακεδονίας.

[16] Γ. Γιαννακόπουλος, ΄***Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση και Μετρητικό Σύστημα Φωτοβολταϊκού Σταθμού Μικρής Ισχύος***΄, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 2012.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν πηγές από το διαδίκτυο οι σημαντικότερες εκ των οποίων παρουσιάζονται στη συνέχεια:

[17] www.dei.gr

[18] www.deddie.gr

[19] www.desmie.gr

[20] www.lagie.gr

[21] www.opengov.gr

[22] www.ypeka.gr

[23] www.re.jrc.ec.europa.eu/pvgis

[24] www.inbalance-energy.com.uk

[25] www.energies-renouvelables.org

[26] www.en.wikipedia.org

[27] www.epia.org

[28] www.renewablesb2b.com

[29] www.energia.gr

[30] www.epia.org

[31] www.imerisia.gr

[32] www.kathimerini.gr

Παράρτημα Α

(φάκελος έργου)

«ΟΝΟΜΑ ΦΟΡΕΑ»

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 499,84kWp

ΣΤΗ ΘΕΣΗ «ΤΡΑΚΑΔΑΡΗ»

Δ.Δ. ΣΤΥΛΙΔΑΣ

ΔΗΜΟΥ ΣΤΥΛΙΔΑΣ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΗΜ/ΝΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 499,84kWp
ΣΤΗ ΘΕΣΗ «ΤΡΑΚΑΔΑΡΗ»
Δ.ΣΤΥΛΙΔΑΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

1 Γεωγραφική Θέση έργου

Η θέση εγκατάστασης του Φωτοβολταϊκού (Φ/Β) Σταθμού είναι στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας στον Δήμο Στυλίδας στην αγροτική περιοχή του Δημοτικού Διαμερίσματος Στυλίδας στην θέση Τρακαδάρι.
Το εμβαδόν της έκτασης όπου θα κατασκευαστεί ο Φ/Β σταθμός είναι συνολικά 39.984,28m^2.

2 Περιγραφή έργου

2.1 <u>Φωτοβολταϊκά Πλαίσια</u>

Η εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι Φ/Β σταθμός, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 499,84kWp, το οποίο θα περιλαμβάνει συνολικά 2.127 Φ/Β πλαίσια της σειράς FTS-220 P της ισπανικής εταιρείας Fluitecnik ονομαστικής μέγιστης ισχύος 235Wp τεχνολογίας πολυκρυσταλλικού πυριτίου.
Τα Φ/Β πλαίσια FTS-220 P έχουν προφίλ ανοδειωμένου αλουμινίου, και χρησιμοποιούν κυψέλες τριών (3) αγωγών (bus-bar), για μειωμένη σειριακή αντίσταση και αύξηση της αξιοπιστίας και της απόδοσης. Παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή σε φορτία ανέμου (2400Pascal) και χιονιού (5400Pascal), ενώ η εμπρόσθια επιφάνεια καλύπτεται από σκληρυμένο (tempered) γυαλί με χαμηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο και υψηλούς συντελεστές απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας για μεγαλύτερη απόδοση. Επίσης, είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα IEC 61730 και IEC 61215 από την TUV RHEINLAND, ενώ και ο κατασκευαστής είναι πιστοποιημένος για τη διασφάλιση της ποιότητας με βάση το πρότυπο ISO 9001.
Τα Φ/Β πλαίσια, με διαστάσεις 1653x99x44mm, θα τοποθετηθούν επί μεταλλικής κατασκευής ειδικά σχεδιασμένης για Φ/Β Σταθμούς ανάλογης κλίμακας. Σε κάθε βάση στήριξης θα μπορούν να τοποθετηθούν μέχρι και 2 Φ/Β πλαίσια του ανωτέρου τύπου.
Η συνολική συλλεκτική επιφάνεια του Φ/Β σταθμού θα είναι 3.481m^2.

2.2 <u>Μετατροπείς</u>

Τα Φ/Β πλαίσια διατάσσονται σε συστοιχίες (strings). Για την εγκατάσταση θα χρησιμοποιηθούν 28 inverter της εταιρίας SMA με διάταξη όπως αυτή παρουσιάζεται στην συνέχεια:

Θα χρησιμοποιηθούν 28 inverter, τύπου STP 17000TL-10 ονομαστικής ισχύος 17 kWp έκαστος στους οποίους θα συνδεθούν 2.127 Φ/Β πλαίσια σε 108 συστοιχίες (string).
Ανά inverter για τους πρώτους 27 θα συνδέονται 4(τέσσερις) συστοιχίες 3(τρεις) των 19(δεκαεννέα) και 1(μία) των 19(δεκαεννέα) Φωτοβολταϊκών πλαισίων.
Στον τελευταίο STP 17000TL-10 ονομαστικής ισχύος 17 kWp θα συνδεθούν 4(τέσσερις) συστοιχίες 3(τρεις) των 19(δεκαεννέα) πλαισίων και 1(μία) των 18(δεκαοκτώ).

Οι μετατροπείς είναι κατάλληλοι για τοποθέτηση τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους και θα τοποθετηθούν σε ειδικά διαμορφωμένες μεταλλικές

βάσεις, οι οποίες θα τοποθετηθούν στο πίσω μέρος των βάσεων στήριξης των Φ/Β πλαισίων.
Ο κάθε μετατροπέας ελέγχει την κατάσταση του δικτύου και μόλις ανιχνεύσει κάποιο σφάλμα (υπόταση, υπέρταση, διακοπή φάσης κλπ) τίθεται αυτομάτως εκτός λειτουργίας για να προστατευτεί η εγκατάσταση και το δίκτυο. Η λειτουργία του μετατροπέα είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές VDE 0126 για την αποφυγή του φαινομένου της νησιδοποίησης, καθώς επίσης και με τις απαιτήσεις της ΔΕΗ και μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυό της.

2.3 Μονάδα Ελέγχου

Ο έλεγχος της λειτουργίας του Φ/Β σταθμού θα γίνεται μέσω του Sunny Portal, ενός εξελιγμένου συστήματος το οποίο θα παρακολουθεί ανά τακτά χρονικά διαστήματα τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των μετατροπέων, θα τα επεξεργάζεται και θα τα αποθηκεύει ώστε να μπορούν να μεταφερθούν ασύρματα σε οποιοδήποτε απομακρυσμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή, παρέχοντας τη δυνατότητα για πλήρη τηλεπαρακολούθηση του Φ/Β σταθμού.

2.4 Υποπίνακες

Οι έξοδοι των μετατροπέων (φάσεις, ουδέτερος, γείωση) θα συγκεντρώνονται σε πέντε (5) υποπίνακες, έκαστος των οποίων θα περιλαμβάνει έναν (1) αυτόματο τριπολικό διακόπτη ισχύος, μία (1) ενδεικτική λυχνία για κάθε φάση, ασφάλειες τύπου φυσιγγίου, μαχαιρωτές ή αυτόματες για την προστασία του AC καλωδίου, και αντικεραυνική προστασία με διάταξη στάθμης προστασίας T2.

2.5 Κεντρικός Πίνακας

Ο κεντρικός πίνακας του Φ/Β σταθμού θα τοποθετηθεί στο διαμέρισμα Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) του οικίσκου του Υποσταθμού Μέσης Τάσης (ΜΤ) του Φ/Β σταθμού. Θα είναι μεταλλικός με δυνατότητα επέκτασης, πιστοποιημένος κατά τα πρότυπα IEC και τους διεθνείς κανονισμούς και θα έχει υψηλή ηλεκτρική και μηχανική αντοχή.
Στον κεντρικό πίνακα θα συγκεντρώνονται όλες οι φάσεις, οι ουδέτεροι και οι γειώσεις από τους υποπίνακες, και για την εξασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας του Φ/Β σταθμού θα περιλαμβάνει έναν (1) αυτόματο διακόπτη ισχύος έντασης 1000Α, μία (1) ενδεικτική λυχνία για κάθε φάση, μπάρα ισοδυναμικής γείωσης, και αντικεραυνική προστασία με διάταξη στάθμης προστασίας T1+T2.

2.6 Υποσταθμός Μέσης Τάσης

Δεδομένης της ισχύος του Φ/Β σταθμού, που είναι μεγαλύτερη από τρων 100kWp, επιβάλλεται η εγκατάσταση Υποσταθμού ΜΤ για την διοχέτευση της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο ΜΤ(20kV) της ΔΕΗ, ο οποίος θα αποτελείται από:

- περίβλημα από γαλβανισμένη λαμαρίνα
- κυψελωτό πίνακα ΜΤ με δύο (2) πεδία
    - διακόπτης φορτίου, αυτόματος διακόπτης ισχύος, ρελέ, αποζεύκτης
    - προκατασκευασμένο, μεταλλοενδεδυμένο πεδίο με διηλεκτρικό μέσω τον αέρα
- μετασχηματιστή 0,4kV/20kV ισχύος 630kVA
- εξοπλισμός χειρισμού και εσωτερικές καλωδιώσεις
- οικίσκος με τρία (3) ανεξάρτητα διαμερίσματα

Σημειώνεται ότι οι κυψέλες του πίνακα ΜΤ θα ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις ασφάλειας προσωπικού και εγκατάστασης, προστασίας περιβάλλοντος, καθώς και τη σωστή διαδοχή χειρισμών.

2.7 Καλωδιώσεις

Τα καλώδια διαστασιολογήθηκαν βάσει DIN VDE 0298-4, DIN VDE 0100 μέρος 410, 430 ακολουθώντας τη βέλτιστη δυνατή διαδρομή από τα Φ/Β πλαίσια προς τους μετατροπείς και τους πίνακες ελαχιστοποιώντας τις απώλειες.

Η σύνδεση κάθε συστοιχίας Φ/Β πλαισίων με τον αντίστοιχο μετατροπέα θα γίνει με καλώδια τύπου H07RN-F 1x6mm^2. Αντίστοιχα, η σύνδεση κάθε μετατροπέα με τον υποπίνακά του θα γίνει με καλώδια τύπου NYY 5x10mm^2, ενώ η σύνδεση κάθε υποπίνακα με τον κεντρικό πίνακα θα γίνει με καλώδια τύπου NYY κατάλληλης διατομής ώστε να μην προκαλείται πτώση τάσης μεγαλύτερη από 1%. Τέλος, τα καλώδια επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων μεταξύ των μετατροπέων και της μονάδας ελέγχου, θα είναι τύπου LiY-CY 2x2x0,50 mm^2, σύμφωνα με το πρότυπο DIN VDE 0245, 0812.

Τα καλώδια θα τοποθετηθούν σε ειδικούς σωλήνες που θα τα οδηγούν με ασφάλεια και θα τα προστατεύουν από τα καιρικά φαινόμενα και λοιπές εξωτερικές επεμβάσεις. Κανένα καλώδιο δεν θα οδεύει χωρίς προστασία ή κατάλληλη επίχωση εντός του εδάφους.

2.8 Αντικεραυνικά

Για την προστασία από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα θα τοποθετηθούν δύο (2) στάθμες αντικεραυνικής προστασίας από την πλευρά του AC. Η πρώτη στάθμη (T1+T2) στον κεντρικό πίνακα και η δεύτερη στάθμη (T2) στους υποπίνακες πλησίον των μετατροπέων, βάσει των προτύπων EN 61643-11 και IEC 61643-1. Στην περίπτωση που κάποιος μετατροπέας βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 15m από τον υποπίνακά του, τότε θα τοποθετηθεί επιπλέον αντικεραυνική προστασία από υπέρταση πλησίον του συγκεκριμένου μετατροπέα.

Όλοι οι μετατροπείς στην είσοδο τους από την πλευρά DC έχουν κατάλληλη αντικεραυνική προστασία με varistors.

2.9 Γείωση

Η γείωση του Φ/Β σταθμού θα είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς και τα πρότυπα EN 50164-1,2, IEC 61024-1, DIN 57185 / VDE 0185, IEC 60364-5-4, VDE 0100, DIN 48852, και θα κατασκευαστεί με ταινία σε μορφή κλειστού δακτυλίου περιμετρικά της εγκατάστασης και σε απόσταση περίπου 2m μέσα σε χαντάκι, βάσει του EN 50164-2. Η ταινία θα τοποθετηθεί επί ορθοστατών ανά 2m περίπου, έχοντας την μεγάλη της επιφάνεια κάθετη. Η γείωση θα συνδέεται με τις καθόδους με σφιγκτήρες, βάσει του EN 50164-1 (100kA, 10/350μs).

Το σύστημα γείωσης θα συνδεθεί με τις μεταλλικές βάσεις στήριξης των Φ/Β πλαισίων, ώστε να γειωθούν και αυτά, λόγω του ότι εφάπτονται στις μεταλλικές βάσεις.

Ηλεκτρόδιο γείωσης θα συνδεθεί σε όλα τα μεταλλικά μέρη των μετατροπέων, των υποπινάκων, του κεντρικού πίνακα, καθώς και του μετρητή της ΔΕΗ.

Με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης της γείωσης θα πραγματοποιηθεί μέτρηση της αντίστασης γείωσης και θα πρέπει η τιμή της να είναι μικρότερη των 10Ω.

3 Τεχνική Περιγραφή Υποσταθμού Μέσης / Χαμηλής Τάσης

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΙΚΙΣΚΟΥ Γ.Π.Μ.Τ.

Ο υποσταθμός στεγάζεται εντός προκατασκευασμένου οικίσκου με κατάλληλη διαρύθμιση.

- Μεταλλική Κατασκευή : Ο υποσταθμός θα κατασκευασθεί από χαλυβδοέλασμα γαλβανιζέ ελαχίστου πάχους 2.0 mm. Ο σκελετός του θα είναι κατασκευασμένος από μορφοσίδηρο κατάλληλης διατομής.
- Ο ΥΣ θα είναι αυτοφερόμενος, θα μεταφέρεται με τον Π.Μ.Τ. συνδεδεμένο.
- Βαθμός Προστασίας : Εξωτερικός Βαθμός Προστασίας IP 54. Στο διαμέρισμα του Μ/Σ ο βαθμός προστασίας θα είναι IP 43.
- Προδιαγραφές Κατασκευής : IEC 439-1/1992 , IEC 298 & IEC 144.
- Βαφή : Η βαφή θα είναι ηλεκτροστατική, αντισκωριακή, σύμφωνη με ASTM B 117.
- Απόχρωση : RAL 7032.
- Αερισμός : Θα υπάρχει εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα μέσω θερμοστάτη και ανεμιστήρα.
- Φωτισμός : Στον Οικίσκο θα υπάρχει φωτιστικό στεγανό τύπου χελώνας που θα λειτουργεί με εξωτερικό στεγανό διακόπτη.
- Περσίδες : Οι περσίδες στον Οικίσκο θα είναι διπλές με φίλτρα που απαγορεύουν την είσοδο σκόνης.
- Δοκιμές : Κατά την παράδοση του υποσταθμού θα γίνουν δοκιμές σειράς (routine tests) σύμφωνα με IEC 439-1 & IEC 298. Οι δοκιμές θα γίνουν παρουσία σας και θα σας δοθεί πρωτόκολλο δοκιμών.
- Σχέδια : Ο υποσταθμός θα συνοδεύεται από πλήρη τεχνικό φάκελο με ηλεκτρολογικά σχέδια, λίστα υλικών , πιστοποιητικά δοκιμών κ.λ.π.

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΔΙΩΝ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ Υ/Σ ΤΥΠΟΥ ΚΙΟΣΚΙ

Προσφέρεται τυποποιημένος πίνακας μειωμένων διαστάσεων με διακοπτικό υλικό του οποίου τα ενεργά μέρη δηλ. Διακόπτης και γειωτής περικλείονται σε ερμητικά κλεισμένο κέλυφος από ανοξείδωτο χάλυβα με αέριο SF6, με εύκολη και μη παρακαμπτώμενη διαδοχή χειρισμών με οπτική και μηχανική επιβεβαίωση στο μιμικό διάγραμμα του καθώς και μηχανική μανδάλωση με την πόρτα.

Ο πίνακας είναι διαμερισματοποιημένος σύμφωνα με τον ορισμό METAL COMPARTMENT και αποτελείται από διαμέρισμα ζυγών, διακοπτικού υλικού , μηχανισμού λειτουργίας, σύνδεσης καλωδίων-ισχύος και Χ. Τ.

Ο πίνακας απαρτίζεται από τυποποιημένα πεδία τύπου MODULAR με δυνατότητα επέκτασης του με πεδία με διαφορετικό εξοπλισμό ανάλογα με τις μελλοντικές ανάγκες της εγκατάστασης.

Τα πεδία συναρμολογούνται από τυποποιημένα προκατασκευασμένα μεταλλικά εξαρτήματα από λαμαρίνα γαλβανιζέ πάχους 2mm.

Η κατασκευή είναι πολύ στιβαρή και ανθεκτική στις αναμενόμενες δυναμικές και μηχανικές καταπονήσεις σε περίπτωση σφάλματος, **διαθέτουν εκτόνωση αερίων στο επάνω μέρος** ξεχωριστά για τον χώρο ισχύος και τον χώρο των μπαρών.

Τα πεδία διαθέτουν παράθυρο κατόπτευσης του χώρου ισχύος καλυμμένο με Plexiglas 8mm με αντιστατική προστασία.

Οι πίνακες συμβαδίζουν με τα παρακάτω διεθνή πρότυπα :

- IEC 62271-200
- IEC 62271-102
- IEC 62271-103/104
- IEC 62271-001
- IEC 62271-105
- IEC 60282.1
- IEC 62271-100

Τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι:

Ονομαστική τάση	: 24kV
Τάση λειτουργίας	: 20kV
Ονομαστική συχνότητα	: 50Hz
Ονομαστική τάση αντοχής σε βιομηχανική συχνότητα (1min)	: 50kV
Ονομαστική αντοχή κρουστικής τάσης	: 125kV
Ονομαστική αντοχή ρεύματος βραχυκύκλωσης	: 16kA/1sec, 40kA peak
Ονομαστική ένταση κύριων ζυγών (40°C)	: 630A
Περιοχή θερμοκρασίας λειτουργίας	: -5 to +40°C
Σχετική υγρασία εγκατάστασης	: 95%
Υψόμετρο εγκατάστασης	: max 1000m
Βαθμός προστασίας έναντι επαφής εξωτ. περιβλήματος	: IP3X
Εσωτ. βαθμός προστασιας έναντι επαφής	: IP2X
Βοηθητική τάση ελέγχου & σημάνσεων	: 220V ac

Τα πεδία αναλυτικά έχουν όπως αναλύεται στις επόμενες παραγράφους.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΔΙΩΝ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Πεδίο Εισόδου από ΔΕΗ	Τεμ.1

Γενικές διαστάσεις 750x1190x1950

Περιλαμβάνει τον παρακάτω εξοπλισμό :

- Τρεις (3) μπάρες χαλκού 630Α.
- Τρεις (3) χωρητικούς καταμεριστές παρουσίας τάσεως
- Τρεις (3) υποδοχές για την εύκολη σύνδεση καλωδίων.
- Τρία (3) αλεξικλέραυνα γραμμής τύπου **POLIM 21kV, 10kA**
- Τρεις Μ/Σ τάσεως τύπου **1P KRES 24A1-VO1 20√3/0.1√3 kV**

Πεδίο Διασύνδεσης τύπου P1/F	Τεμ.1

Γενικές διαστάσεις 750 x 1250 x 1950mm (ΠxΒxΥ)

εριλαμβάνει τον παρακάτω εξοπλισμό :

- Τρεις (3) μπάρες χαλκού 630Α.
- Αποζεύκτη κενού **SF6** μηχανικά μανδαλωμένο γειωτή, τύπου **SHS/IB**
- **24kV, 630A, 16kA/sec**
- Κλειδαριά ασφαλείας για την θέση OFF.
- Κλειδαριά ασφαλείας για ενεργοποίηση του γειωτή και ταυτόχρονη απελευθέρωση της πόρτας.
- Αυτόματο Διακόπτη ισχύος SF6 με ηλεκτροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας τύπου **HD4/R230 24kV,630A,12,5KA.**
- Τρείς (3) Μ/Σ εντάσεως 20/5/5 τύπου TPU.60
- Μοτέρ τηλεχειρισμού 220VAC
- Πηνίο κλεισίματος 220VAC

Ρελέ Δευτερογενούς προστασίας, **τύπου REX521 H50** που παρέχει τις εξής λειτουργίες:

ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ:

3I>	50/51	multiple-stage three-phase overcurrent protection, low-set, high-set and instantaneous stage available
3I>→	67	multiple-stage three-phase directional overcurrent protection, low-set, high-set and instantaneous stage available
I0>	50N/51N	multiple-stage earth-fault protection, low-set, high-set and instantaneous stage available
I0>→	67N	multiple-stage directional earth-fault protection, low-set, high-set and instantaneous stage available
3U>	59	three-phase overvoltage protection, low-set and high-set stage available
3U <	27	three-phase undervoltage protection, low-set and high-set stage available
U0>	59N	multiple-stage residual overvoltage protection, low-set, high-set and instantaneous stage available
3I2f>	68	inrush detection based on the 2nd harmonic content of phase currents, applied for preventing possible unnecessary operation of overcurrent or earth-fault protection during transformer
f</f>	81U/81Q	under/overfrequency protection/load shedding scheme
o-m	79	multiple-shot auto-recloser
CBFP	*/62	circuit-breaker failure protection

Διαμέρισμα Χαμηλής Τάσης 630kVA	Τεμ.1

- Στο διαμέρισμα χαμηλής τάσης θα τοποθετηθεί ο **Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης.**
- **Μεταλλική Κατασκευή**: Η μεταλλική κατασκευή των πεδίων θα γίνει από χαλυβδοέλαμσα DKP ελαχίστου πάχους 2.0 mm. Τα πεδία θα είναι αρθρωτού τύπου, modular design, τυποποιημένων διαστάσεων
- **Βαθμός Προστασίας**: Εξωτερικός Βαθμός Προστασίας IP 54. Εσωτερικός βαθμός προστασίας IP 2X min., σύμφωνα με IEC439-1.
- **Βαφή**: Η βαφή θα είναι ηλεκτροστατική, αντισκωριακή, σύμφωνη με ASTM B 117.
- **Απόχρωση**: RAL 7032.
- Στο διαμέρισμα χαμηλής τάσης θα τοποθετηθεί ο **Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης** που θα περιέχει τα ακόλουθα :
- Ένα (1) Τριπολικό Αυτόματο Διακόπτη Ισχύος, κλειστού τύπου Tmax, **T7S1000**, ονομαστικής εντάσεως 1000A, εντάσεως βραχυκυκλώματος 36kA, τύπου LS/I με δυνατότητα καθυστέρησης στο βραχυκύκλωμα
- Πέντε (5) Τριπολικούς Αυτόματους Διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου Tmax, **T4NP250,** ονομαστικής έντασης 200A, εντάσεως βραχυκυκλώματος 36KA.
- Πλήρες Σύστημα μέτρησης A.V., cosφ, KWh, με ηλεκτρονικό πολυόργανο τύπου ABB.
- Στον υποσταθμό συμπεριλαμβάνεται επίσης πίνακας αυτοματισμού προστασίας ΜΣ με ενδείξεις σφάλματος, σειρήνα , acknowledgement push-button για stop σειρήνας. Το δεύτερο στάδιο alarm Bucholtz θα επιδρά στην ΜΤ ενώ το δεύτερο στάδιο του θερμομέτρου στον γενικό διακόπτη χαμηλής τάσης.
- Το κύκλωμα φωτισμού και η βοηθητική τάση 230V παρέχονται από Μ/Σ απομόνωσης ισχύος 1KVA 230/ 230V **για προστασία προσωπικού.**
- Στην είσοδο του Γενικού Αυτόματου Διακόπτη **T7S41000** προσφέρονται **τέσσερα (4) Αλεξικέραυνα γραμμής τύπου LOVOS** για προστασία από υπερτάσεις, κατάλληλα και για εξωτερική τοποθέτηση.

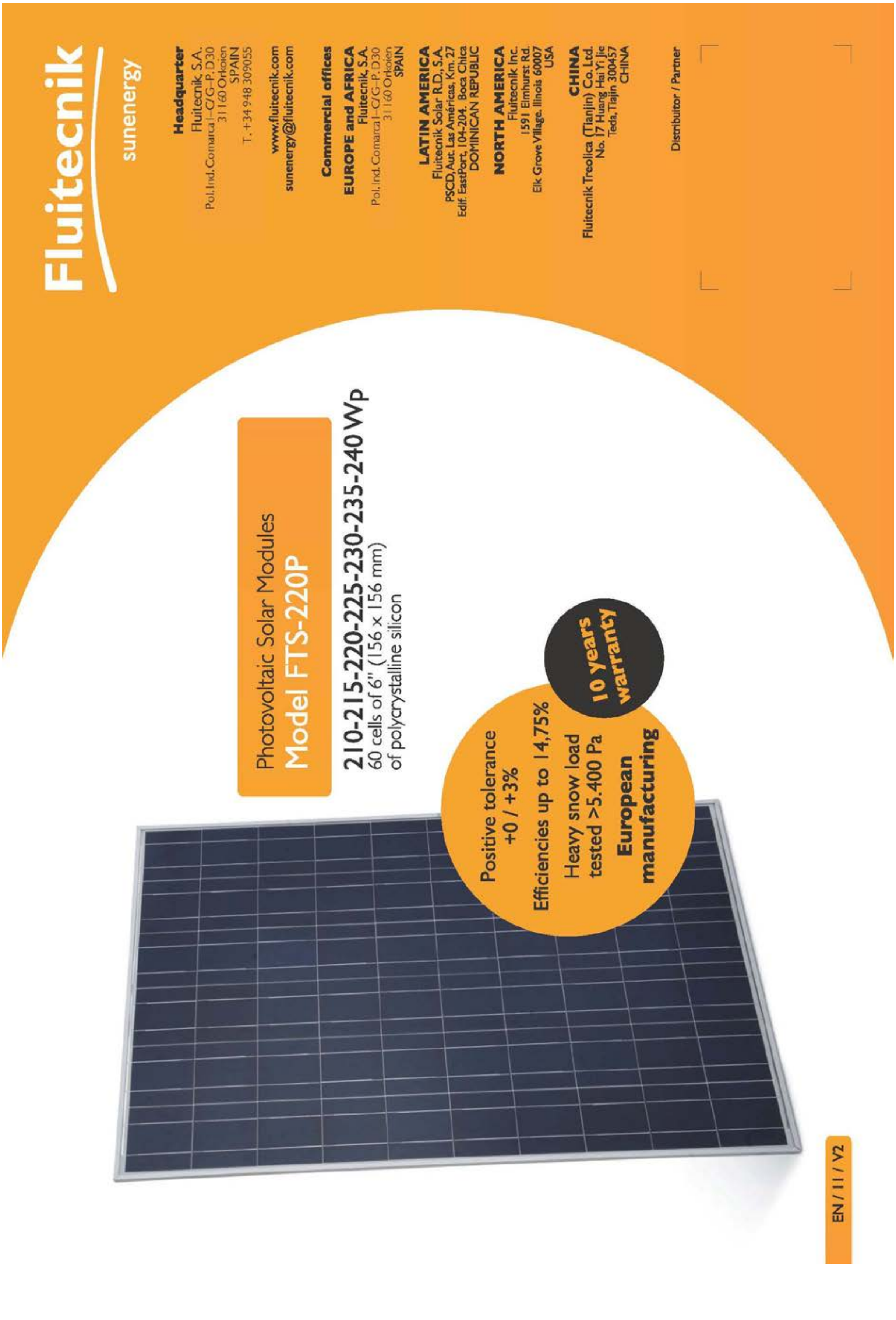
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

E	energy counter, forward or reverse active / reactive energy
MCS	measuring circuit supervision
TCS	Trip circuit supervision
CBCM	circuit-breaker condition monitoring
3U~harm	voltage waveform distortion measurement
3I~harm	current waveform distortion measurement
⊗ R	annunciating, event generating and value recording functions
⇒	disturbance recorder
000	digital value indication
0↔I	local and remote control interface
⊗ R	annunciating, event generating and value recording functions
P	active power measurement, indication and supervision
Q	reactive power measurement, indication and supervision
3I	3-phase current measurement, indication and supervision
3U	3-phase voltage or phase-to-phase voltage measurement, indication and supervision
f	frequency measurement, indication and supervision
pf	power factor measurement, indication and supervision
I_0	residual current measurement, indication and supervision
U_0	residual voltage measurement, indication and supervision

- Γειωτή καλωδίων με αντοχή στο βραχυκύκλωμα (MAKE PROOF)
- Πηνίο εργασίας 220VAC
- Βοηθητικές επαφές (3NO+2NC)
- Τρεις (3) υποδοχές για εύκολη σύνδεση των καλωδίων
- Διαμέρισμα Χ.Τ. με επιλογικό διακόπτη, Auto 0 Manual, μπουτόν τηλεχειρισμού και λυχνίες ένδειξης Α.Δ.Ι.

Μετασχηματιστής 630kVA	Τεμ.1

Στοιχεία Μετασχηματιστή	
Ονομαστική ισχύς	630 kVA
Συνδεσμολογία τυλιγμάτων	Dyn11
Ονομαστική τάση πρωτεύοντος	20 kV
Ονομαστική τάση δευτερεύοντος	0,4 kV
Επαγωγική Αντίδραση	4%
Τιμή αντίστασης και αντίδρασης γείωσης του υποσταθμού	<1 Ohm
Διάταξη γείωσης ουδετέρου κόμβου	ΝΑΙ (τρίγωνο γείωσης)


Fluitecnik
sunenergy
Headquarter
Fluitecnik S.A.
Pol.Ind.Comarca I–C/G-P, D30
31160 Orkoien
SPAIN
T. +34 948 309055
www.fluitecnik.com
sunenergy@fluitecnik.com
Commercial offices
EUROPE and AFRICA
Fluitecnik S.A.
Pol.Ind.Comarca I–C/G-P, D30
31160 Orkoien
SPAIN
LATIN AMERICA
Fluitecnik Solar R.D., S.A.
PSCD, Aut. Las Américas, Km. 27
Edif. EastPort, 104-204. Boca Chica
DOMINICAN REPUBLIC
NORTH AMERICA
Fluitecnik Inc.
1591 Elmhurst Rd.
Elk Grove Village, Illinois 60007
USA
CHINA
Fluitecnik Treolica (Tianjin) Co. Ltd.
No. 17 Huang Hai Yi Jie
Teda, Tiajin 300457
CHINA
Distributor / Partner
Photovoltaic Solar Modules
Model FTS-220P
210-215-220-225-230-235-240 Wp
60 cells of 6" (156 x 156 mm)
of polycrystalline silicon
Positive tolerance
+0 / +3%
Efficiencies up to 14,75%
Heavy snow load
tested >5.400 Pa
European
manufacturing
10 years
warranty
EN / 11 / V2

Pmax Maximum power	210Wp	215Wp	220Wp	225Wp	230Wp	235Wp	240Wp
Efficiency	12,91%	13,22%	13,53%	13,83%	14,14%	14,45%	14,75%
Tolerance	+0 / +3 %*						

*** Also available tolerance +/- 3 %**

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Vpm maximum power voltage	28,90V	28,92V	29,38V	29,54V	29,63V	29,71V	29,79V
Ipm running at maximum power	7,27A	7,40A	7,51A	7,64A	7,73A	7,91A	8,06A
Voc open circuit voltage	36,33V	36,42V	36,76V	37,03V	37,10V	37,15V	37,36V
Isc short circuit current	8,06A	8,12A	8,30A	8,40A	8,46A	8,68A	8,76A
NOCT standard operating temperature	46°C +/-2°C (114.8°F +/- 3.6°F)						
Tk Pmax temperature coefficient of Pmax	-0,45% / °C						
Tk Isc temperature coefficient of Isc	+0,06% / °C						
Tk Voc temperature coefficient of Voc	-0,33% / °C						
Maximum operational voltage	1.000V for IEC, 600V for UL						
Junction box diodes	3						
Cable characteristics	Lenght 1.000 mm. (39.37"), section 4 mm². According to IEC 60228 Class 5. Certifications TÜV and UL						
Connectors	Tyco Solarlok / Lumberg LC4 CP (MC4 compatible); IP67; certifications TÜV y UL						
Reverse current	15 A						
Dielectric insulation voltage	3.000V						
Junction box	Tyco 1740699 / Lumberg LC4 JC; IP65; certifications TÜV y UL						

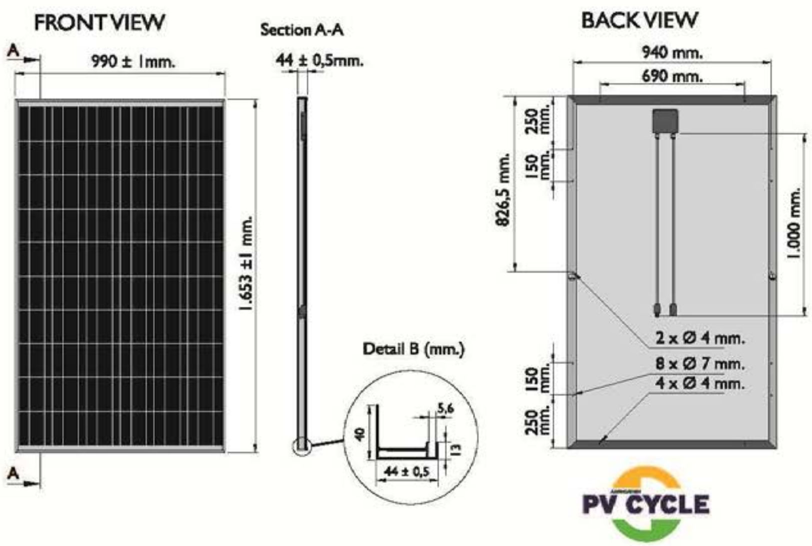
All data is subject to the Standard Test Conditions (STC). Irradiance, 1000 W/m².
AM 1.5G. Solar Spectrum. Cell temperature: 25°C

MODULE CHARACTERISTICS

Cell type	Policrystaline 6" (156 x 156 mm.)
Module configuration	6 Columns x 10 Rows
Dimensions	1.653 x 990 x 44 mm. (65.07 x 38.98 x 1.73 in)
Weight	18,3 Kg. (40.34 lb)
Glass	Tempered, with SPF certification and low Fe content
Maximum surface load capacity	5.400 Pa. according IEC 61215 (advanced test)
Operating temperature	-40°C to 85°C (-40°F to 176°F)
Relative humidity	0 to 100%

The specifications described in this data sheet are subject to change without notice.

MODEL FTS-220P



PV CYCLE

WARRANTY

Manufacturer's craftsman ship warranty: 10 years.

Power warranty: 25 years, 90% power output guaranteed during the first 10 years and 80% for the remaining 15 years.

Product certificates, company certificates, user's manual (installation and safety) and the guarantee that Fluitecnik Sunenergy extends to its entire product range, are available at http://www.fluitecnik.com/

CERTIFICATIONS

IEC
EN IEC 61730:2004
EN IEC 61215:2005
EN IEC 61730:2007

TÜVRheinland CERT ISO 9001

CSA INTERNATIONAL

ANSI/UL 1703

MCS

www.tuv.com

• Qualified, IEC 61215
• Safety tested, IEC 61730
• Heavy Snow Load tested
• Periodic Inspection

IQNet

cener

TÜVRheinland®

Factory Inspection Certificate

Registration No.: AK 60040365 Page 1 **Report No.: 21172296.001**

License Holder:
Fluitecnik S.A.
Pol. Industrial Comarca 1
c/G – Parcela D30
31160 Orcoyen
Spain

Manufacturing Plant:
MFS – Fabrico e Comérico de Painéis
Solares, Lda,
Pólo Tecnológico de Moura, lote 1
7860-076 Moura
Portugal

Product:
PV Module
Type:
FTS-240M/FTS240M-B
(power range: 220-250 Wp in steps of 5Wp)

FTS-220P
(power range: 210-250 in steps of 5 Wp)

FTS-270P
(power range: 250-280 in steps of 5 Wp)

The above listed module types are manufactured in the European Union. The manufacturing plant is under a periodic factory surveillance programme in the frame of TÜV Rheinland type approval certification according to IEC 61215:2005 and IEC 61730:2004.

These main production steps are taking place in the above listed plant(s):

- Cell stringing and connection of strings
- Assembly / Lamination
- Electrical tests

Remarks:
Further information can be found in the attachment of the factory inspection certificate

Certification body

TÜV Rheinland LGA Products GmbH
TÜVRheinland®
Zertifizierungsstelle

Cologne, 04 August 2011

Dipl.-Ing. M. Adrian

TÜVRheinland®
LGA
Genau. Richtig.

Annex to Factory Inspection Certificate

Registration No.: AK 60040365
Report No.: 21172296.001

Licence Holder: **Fluitecnik S.A.**
Pol. Industrial Comarca 1
c/G – Parcela D30
31160 Orcoyen
Spain

Manufacturing Plant: MFS – Fabrico e Comérico de Painéis Solares, Lda,
Pólo Tecnológico de Moura, lote 1
7860-076 Moura
Portugal

Certificates: Registration no.
PV 60030265, PV 60030266 (valid until 10 May 2015)
PV 60038276, PV 60038277 (valid until 16 March 2016)

The above listed plant is traceable by an identification code on the type label.

Explanation of Identification code:

Identification coding:

Explanation for serial number coding:

Description of PV modules Serial Number of 13 digits (from left to right):
1st digit: indicates the manufacturing plant ('B' indicates the above mentioned plant).
2nd and 3rd digit: indicates the manufacturing year.
4th to 6th digit: indicates the family of PV module – related with nominal power output (W).
7th digit: indicates the type of silicon cells (M – Mono; P – Poly).
8th to 13th digit: indicates the serial number of each module (starts in 0000001 in the beginning of each production year).

Certification body

TÜV Rheinland LGA Products GmbH
TÜVRheinland
Zertifizierungsstelle

Cologne, 04 August 2011

Dipl.-Ing. M. Adrian

CERTIFICADO DE ENSAYO
TEST CERTIFICATE
Nº: 35939CER.001

Producto **Product**	: :	**MÓDULO FOTOVOLTAICO DE SILICIO CRISTALINO** **SILICON CRYSTALLINE PHOTOVOLTAIC MODULE**
Marca comercial **Trade Mark**	:	**FLUITECNIK**
Modelo /Tipo Ref. **Model / Type Ref.**	:	**FTS220P, FTS270P, FTS240M and FTS240M-B**
Fabricante **Manufacturer**	:	**MFS - FABRICO E COMÉRCIO DE PAINÉIS SOLARES, LDA.**
Peticionario **Tested on request of**	:	**FLUITECNIK, S.A.**
Otros datos de identificación - n/s **Full identification of the product - s/n**	: :	**Módulo fotovoltaico de silicio cristalino; estructura con marco metálico de clase II de acuerdo con EN 61730.** **Silicon crystalline photovoltaic module; metallic structure and class II according to EN 61730.**
Norma(s) de referencia **Standard(s)**	: :	**IEC 62716:2011 Corrosión por amoniaco de módulos fotovoltaicos (FV)** **IEC 62716:2011 Ammonia corrosion testing of photovoltaic (PV) modules**
Certificado basado en el informe **Test certificate based on the test report**	:	**Nº. 35939RER.001 dated on 2012-05-03**
Resultado **Summary**	: :	**CONFORME** **COMPLIANT**

AT4 wireless es un laboratorio de ensayo acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), para los ensayos indicados en el Certificado Nº 51/LE 1509.
AT4 wireless is a testing laboratory accredited by the National Accreditation Body (ENAC -Entidad Nacional de Acreditación), to perform the tests indicated in the Certificate No. 51/LE 1509.

Nota: Este certificado de ensayo sólo es aplicable a los objetos sometidos a ensayo cuya identificación se recoge en el informe en que se basa, ensayados en el modo y fecha(s) declaradas del mismo informe. Por tanto, no implica una certificación de la producción.
Note: This test certificate is only applicable to the unit(s) of the product submitted, shown in the reference report, tested and used in the mode and date shown in the mentioned test report. It does not imply a certification of the production.

Málaga, a

Jose Manuel Gómez Galván

AT4 wireless, S.A.
Parque Tecnológico de Andalucía - C/ Severo Ochoa,2 - 29590 - Málaga - Tel: +34 952 61 91 00 - Fax: +34 952 61 91 13
www.at4wireless.com

SUNNY TRIPOWER
8000TL / 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

Υψηλή απόδοση

- Μέγιστος βαθμός απόδοσης της τάξης του 98,2 %
- Βέλτιστη προσαρμογή του βαθμού απόδοσης μέσω του συστήματος ελέγχου MPP OptiTrac της SMA
- Επικοινωνία Bluetooth

Ασφάλεια

- Τριπλή προστασία μέσω του συστήματος Optiprotect:
- Ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών
- Έξυπνη αναγνώριση σφάλματος στοιχειοσειρών
- Ενσωματωμένος απαγωγός υπέρτασης DC (τύπου II)

Ευελιξία

- Τάση εισόδου DC μέχρι 1.000 V
- Ενσωματωμένες λειτουργίες διαχείρισης δικτύου
- Ακριβής σχεδιασμός εγκατάστασης μέσω του συστήματος Optiflex

Ευκολία

- Τριφασική τροφοδοσία
- Σύνδεση καλωδίων χωρίς εργαλεία
- Ενιαίο σύστημα σύνδεσης DC SUNCLIX
- Εύκολα προσβάσιμη περιοχή συνδέσεων

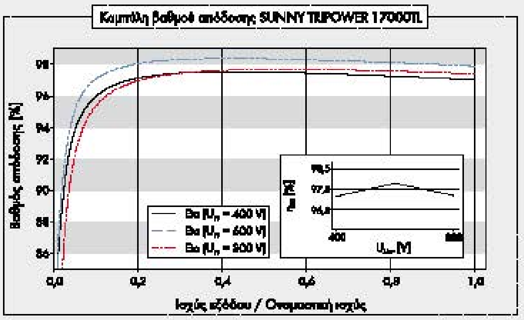
SUNNY TRIPOWER 8000TL / 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

Τριφασικός για εύκολο σχεδιασμό του συστήματος

Τεχνολογία του μέλλοντος: ο τριφασικός μετατροπέας Sunny Tripower διαθέτει μέγιστη ευελιξία κατά το σχεδιασμό μίας εγκατάστασης χάρη στη νέα τεχνολογία Optiflex με δύο εισόδους ανίχνευσης σημείου μέγιστης ισχύος MPP και με μεγάλο εύρος τιμών τάσης εισόδου και έτσι ενδείκνυται για τη διαστασιολόγηση με κάθε τύπο φωτοβολταϊκού πλαισίου. Ο Sunny Tripower πληροί όλες τις απαιτήσεις, παραδείγματος χάριν για την παροχή άεργου ισχύος και την υποστήριξη δικτύου, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο αξιόπιστα στη διαχείριση του δικτύου. Το σύστημα ασφάλειας Optiprotect με εντοπισμό βλάβης στοιχειοσειρών, ηλεκτρονική ασφάλεια των στοιχειοσειρών και ενσωματωμένο απαγωγό υπέρτασης DC Τύπου II, εξασφαλίζει την υψηλή διαθεσιμότητα του μετατροπέα.

SUNNY TRIPOWER
8000TL / 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Sunny Tripower 8000TL	Sunny Tripower 10000TL
Είσοδος (DC)		
Μέγιστη ισχύς DC (@ cos φ=1)	8200 W	10200 W
Μέγιστη τάση εισόδου	1000 V	1000 V
Εύρος τάσης MPP / Ονομαστική τάση εισόδου	320 V - 800 V / 600 V	320 V - 800 V / 600 V
Ελάχιστη τάση εισόδου / Αρχική τάση εισόδου	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου σε είσοδο A / είσοδο B	22 A / 11 A	22 A / 11 A
Μέγιστο ρεύμα εισόδου ανά στοιχειοσειρά σε είσοδο A** / είσοδο B**	33 A / 12,5 A	33 A / 12,5 A
Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP / Στοιχειοσειρές ανά είσοδο MPP	2 / A:4, B:1	2 / A:4; B:1
Έξοδος (AC)		
Ονομαστική ισχύς (@230 V, 50 Hz)	8000 W	10000 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	8000 VA	10000 VA
Ονομαστική τάση AC	3 / N / PE, 220 / 380 V 3 / N / PE, 230 / 400 V 3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Εύρος ονομαστικής τάσης AC	160 V - 280 V	160 V - 280 V
Συχνότητα δικτύου AC / Εύρος	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz
Ονομαστική συχνότητα δικτύου / Ονομαστική τάση δικτύου	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	16 A	16 A
Συντελεστής ισχύος σε ονομαστική ισχύ	1	1
Ρυθμιζόμενος συντελεστής πρόσφυσης	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση
Φάσεις τροφοδοσίας / Φάσεις σύνδεσης	3 / 3	3 / 3
Βαθμός απόδοσης		
Μέγιστος βαθμός απόδοσης / Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης	98,1 % / 97,5 %	98,1 % / 97,7 %
Διατάξεις προστασίας		
Αποζεύκτες εισόδου	●	●
Επιτήρηση γείωσης / Επιτήρηση δικτύου	● / ●	● / ●
Απαγωγός υπέρτασης DC τύπου II με δυνατότητα ενσωμάτωσης	○	○
Προστασία αντιστροφής πόλων DC / Αντοχή AC σε βραχυκυκλώματα / Γαλβανική μόνωση	● / ● / –	● / ● / –
Μονάδα επιτήρησης σφαλμάτων ρεύματος ευαίσθητη σε όλους τους τύπους ρεύματος	●	●
Κλάση προστασίας (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62103) / Κατηγορία υπέρτασης (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60664-1)	I / III	I / III
Γενικά χαρακτηριστικά		
Διαστάσεις (Πλάτος / Ύψος / Βάθος)	665 / 690 / 265 mm (26,2 / 27,2 / 10,4 inch)	665 / 690 / 265 mm (26,2 / 27,2 / 10,4 inch)
Βάρος	64 kg / 141,1 lb	64 kg / 141,1 lb
Εύρος τιμών θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F
Εκπομπή θορύβου, τυπική	51 dB(A)	51 dB(A)
Ιδιοκατανάλωση (νύχτα)	1 W	1 W
Τοπολογία / Είδος ψύξης	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool
Κλάση προστασίας / Κλάση προστασίας συνδέσεων (κατά το πρότυπο IEC 60529)	IP65 / IP54	IP65 / IP54
Κλιματική κατηγορία (κατά το πρότυπο IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για σχετική υγρασία (χωρίς συμπύκνωση)	100 %	100 %
Εξοπλισμός		
Σύνδεση DC	SUNCLIX	SUNCLIX
Σύνδεση AC	Ελατηριωτός συνδετήρας	Ελατηριωτός συνδετήρας
Οθόνη	Γράφημα	Γράφημα
Διεπαφή: RS485 / *Τεχνολογία Bluetooth*	○ / ●	○ / ●
Εγγύηση: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 χρόνια	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Ρελέ πολλαπλών λειτουργιών	●	●
Πιστοποιητικά και άδειες (περισσότερα κατόπιν αιτήματος)	CE, VDE0126-1-1, G83/1-1, RD 1663/2000, RD 661/2007, G59/2, PPC, AS4777, EN 50438*, C10/11, PPDS, IEC 61727, ENEL-Guida, UTE C15-712-1	
Χαρακτηρισμός τύπου	STP 8000TL-10	STP 10000TL-10



Εξαρτήματα

Διεπαφή RS485
DM-485CB-10

Απαγωγός υπέρτασης
DC Τύπος II, είσοδος A
DCSPD KIT1-10

Απαγωγός υπέρτασης
DC Τύπος II, είσοδος A
DCSPD KIT2-10

* Δεν ισχύει για όλα τα εθνικά παραρτήματα του προτύπου EN 50438
** Να λαμβάνεται υπόψη σε περιπτώσεις βραχυκυκλώματος της ηλεκτρονικής ασφάλειας στοιχειοσειρών

● Βασικός εξοπλισμός ○ Προαιρετικός – Μη διαθέσιμος
Στοιχεία υπό ονομαστικές συνθήκες

Sunny Tripower 12000TL	Sunny Tripower 15000TL	Sunny Tripower 17000TL	
12250 W	15340 W	17410 W	
1000 V	1000 V	1000 V	
380 V – 800 V / 600 V	360 V – 800 V / 600 V	400 V – 800 V / 600 V	
150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	
22 A / 11 A	33 A / 11 A	33 A / 11 A	
33 A / 12,5 A	33 A / 12,5 A	33 A / 12,5 A	
2 / A:4, B:1	2 / A:5; B:1	2 / A:5, B:1	
12000 W	15000 W	17000 W	
12000 VA	15000 VA	17000 VA	
3 / N / PE, 220 / 380 V	3 / N / PE, 220 / 380 V	3 / N / PE, 220 / 380V	
3 / N / PE, 230 / 400 V	3 / N / PE, 230 / 400 V	3 / N / PE, 230 / 400V	
3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE, 240 / 415 V	
160 V – 280 V	160 V – 280V	160 V – 280V	
50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	
50 Hz / 230V	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	
19,2 A	24 A	24,6 A	
1	1	1	
0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	
3 / 3	3 / 3	3 / 3	
98,1 % / 97,7 %	98,2 % / 97,8 %	98,2 % / 97,8 %	
●	●	●	
● / ●	● / ●	● / ●	
○	○	○	
● / ● / –	● / ● / –	● / ● / –	
●	●	●	
I / III	I / III	I / III	
665 / 690 / 265 mm	665 / 690 / 265 mm	665 / 690 / 265 mm	
[26,2 / 27,2 / 10,4 inch]	[26,2 / 27,2 / 10,4 inch]	[26,2 / 27,2 / 10,4 inch]	
64 kg / 141,1 lb	64 kg / 141,1 lb	64 kg / 141,1 lb	
-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	
51 dB(A)	51 dB(A)	51 dB(A)	
1 W	1 W	1 W	
Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	
IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54	
4K4H	4K4H	4K4H	
100 %	100 %	100 %	
SUNCLIX	SUNCLIX	SUNCLIX	
Ελατηριωτός συνδετήρας	Ελατηριωτός συνδετήρας	Ελατηριωτός συνδετήρας	
Γράφημα	Γράφημα	Γράφημα	
○ / ●	○ / ●	○ / ●	
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	
●	●	●	
CE, VDE0126-1-1, G83/1-1, RD 1663/2000, RD 661/2007, G59/2, PPC, AS4777, EN 50438*, C10/11, PPDS, IEC 61727, ENEL-Guida, UTE C15-712-1			
STP 12000TL-10	STP 15000TL-10	STP 17000TL-10	

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Germany
Telefon: +49 561 9522-0 | Fax: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | E-Mail: info@SMA.de
Registergericht: Amtsgericht Kassel HRB 3972
Vorsitzender des Aufsichtsrats: Dr. Erik Ehrentraut
Vorstand: Günther Cramer, Peter Drews, Jürgen Dolle, Roland Grebe, Uwe Hertel, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Herstellererklärung

Made in Germany

Die folgenden Produkte werden von SMA Solar Technology AG in Niestetal (Deutschland) entwickelt und produziert.

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Germany
Phone: +49 561 9522-0 | Fax: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | E-mail: info@SMA.de
Register court: Amtsgericht Kassel HRB 3972
Chairman of the Supervisory Board: Dr. Erik Ehrentraut
Managing Board: Günther Cramer, Peter Drews, Jürgen Dolle, Roland Grebe, Uwe Hertel, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Manufacturer's Declaration

Made in Germany

The following products are developed and manufactured by the SMA Solar Technology AG in Niestetal (Germany).

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Alemania
Teléfono: +49 561 9522-0 | Fax: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | E-Mail: info@SMA.de
Tribunal de registro: Amtsgericht Kassel HRB 3972
Presidente del consejo de administración: Dr. Erik Ehrentraut
Junta directiva: Günther Cramer, Peter Drews, Jürgen Dolle, Roland Grebe, Uwe Hertel, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Declaración del fabricante

Made in Germany (Fabricado en Alemania)

SMA Solar Technology AG desarrolla y fabrica estos productos en Niestetal (Alemania).

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Allemagne
Téléphone : +49 561 9522-0 | Fax : +49 561 9522-100 | Internet : www.SMA.de | E-Mail : info@SMA.de
Cour de registre : Amtsgericht Kassel HRB 3972
Président du conseil de d'administration : Dr. Erik Ehrentraut
Comité directeur : Günther Cramer, Peter Drews, Jürgen Dolle, Roland Grebe, Uwe Hertel, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Déclaration du fabricant

Made in Germany (Produit en Allemagne)

Les produits suivants sont développés et produits par SMA Solar Technology AG à Niestetal (Allemagne).

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Germania
Telefono: +49 561 9522-0 | Fax: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | E-mail: info@SMA.de
Registro Tribunale: Amtsgericht Kassel HRB 3972
Presidente del consiglio di amministrazione: Dr. Erik Ehrentraut
Consiglio direttivo: Günther Cramer, Peter Drews, Jürgen Dolle, Roland Grebe, Uwe Hertel, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Dichiarazione del produttore

Made in Germany (Prodotto in Germania)

SMA Solar Technology AG sviluppa e produce i seguenti prodotti in Niestetal (Germania).

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Γερμανία
Τηλέφωνο: +49 561 9522-0 | Φαξ: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | E-mail: info@SMA.de
Δικαστήριο τόπου τήρησης μητρώου: Amtsgericht Kassel HRB 3972
Πρόεδρος Διοικητικού Συμβουλίου: Dr. Erik Ehrentraut
Διοικητικό συμβούλιο: Günther Cramer, Peter Drews, Jürgen Dolle, Roland Grebe, Uwe Hertel, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Δήλωση κατασκευαστή

Made in Germany (Γερμανικής κατασκευής)

Τα ακόλουθα προϊόντα αναπτύσσονται και κατασκευάζονται από την SMA Solar Technology AG στο Niestetal (Γερμανια).

Sunny Boy			
SB 1200	SB 1600-TL	SB 1700	SB 2100TL
SB 2500	SB 3000	SB 2000HF-30	SB 2500HF-30
SB 3000HF-30	SB 3300	SB 3800	SB 3000TL-20
SB 4000TL-20	SB 5000TL-20		

Sunny Mini Central			
SMC 4600A	SMC 5000A	SMC 6000A	SMC 7000HV
SMC 7000HV-11	SMC 6000TL	SMC 7000TL	SMC 8000TL
SMC 9000TL-10	SMC 10000TL-10	SMC 11000TL-10	SMC 9000TLRP-10
SMC 10000TLRP-10	SMC 11000TLRP-10		

Sunny Tripower			
STP 8000TL-10	STP 10000TL-10	STP 12000TL-10	STP 15000TL-10
STP 17000TL-10			

Monitoring Systems		
Sunny Beam with Bluetooth	Sunny WebBox	Sunny WebBox with Bluetooth
Sunny SensorBox	Sunny Matrix	Power Reducer Box

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Γερμανία
Τηλέφωνο: +49 561 9522-0 | Φαξ: +49 561 9522-100 | Διαδίκτυο: www.SMA.de | Ηλεκτρονική διεύθυνση: info@SMA.de
Δικαστήριο τόπου τήρησης μητρώου: Amtsgericht Kassel HRB 3972
Πρόεδρος Διοικητικού Συμβουλίου: Günther Cramer
Διοικητικό Συμβούλιο: Jürgen Dolle, Roland Grebe, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Δήλωση συμμόρφωσης ΕΚ

κατά την έννοια των οδηγιών της ΕΚ

- Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα 2004/108/ΕΚ
- Χαμηλή τάση 2006/95/ΕΚ
- R&TTE 1999/5/ΕΚ

Οι συσκευές που αναφέρονται παρακάτω σχεδιάστηκαν, κατασκευάστηκαν και παράγονται σύμφωνα με τις προαναφερθείσες οδηγίες της ΕΕ.
Τα εφαρμοζόμενα εναρμονισμένα πρότυπα απαριθμούνται στον παρακάτω πίνακα.

	Sunny Boy	**Sunny Boy/ Sunny Mini Central**	**Sunny Boy**	**Sunny Boy/ Sunny Tripower**	**Sunny Boy**	**Sunny Boy/ Sunny Tripower**
	SB 1200, SB 1300TL-10, SB 1600TL-10, SB 1700, SB 2100TL, SB 2500, SB 3000, SB 3300, SB 3300-11	SB 3800, SB 3800-11, SMC 4600A, SMC 4600A-11, SMC 5000A, SMC 5000A-11, SMC 6000A, SMC 6000A-11, SMC 6000TL, SMC 7000TL, SMC 7000HV-11, SMC 8000TL, SMC 9000TL-10, SMC 9000TLRP-10, SMC 10000TL-10, SMC 10000TLRP-10, SMC 11000TL-10, SMC 11000TLRP-10,	SB 3000TL-20, SB 3600TL-20	SB 2000HF-30, SB 2500HF-30, SB 3000HF-30, SB 2500TLST-21, SB 3000TLST-21, SB 3000TL-21, SB 3600TL-21, STP 5000TL-20, STP 6000TL-20, STP 7000TL-20, STP 8000TL-10, STP 8000TL-20, STP 9000TL-20 STP 10000TL-10	SB 4000TL-20, SB 5000TL-20	SB 4000TL-21, SB 5000TL-21, STP 12000TL-10, STP 15000TL-10, STP 15000TLHE-10, STP 15000TLEE-10, STP 17000TL-10, STP 20000TLHE-10, STP 20000TLEE-10
Παρασιτική εκπομπή:						
EN 61000-6-3:2007	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EN 61000-6-4:2007	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Διακυμάνσεις δικτύου:						
EN 61000-3-3:2008	✓	✗	✓	✓	✗	✗
EN 61000-3-2:2006 + A1:2009 + A2:2009	✓	✗	✓	✓	✗	✗
EN 61000-3-11:2000	✗	✓	✗	✗	✓	✓
EN 61000-3-12:2005	✗	✓	✗	✗	✓	✓
Ατρωσία:						
EN 61000-6-1:2007	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EN 61000-6-2:2005	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ασφάλεια συσκευών:						
EN 50178:1997	✓	✓	✓	✗	✓	✗
EN 62109-1:2010	✗	✗	✗	✓	✗	✓
Ασύρματη μονάδα (*Bluetooth*):						
EN 301 489-1 V1.8.1	✓*	✓*	✓	✓	✓	✓
EN 301 489-17 V1.3.2	✓*	✓*	✓	✓	✓	✓
EN 300 328 V1.7.1	✓*	✓*	✓	✓	✓	✓
	CE	CE	CE (!)			

* Μόνο σε εξοπλισμό με το SMA *Bluetooth* Piggy-Back.

✓ Σχετικό πρότυπο
✗ Μη σχετικό πρότυπο

Υπόδειξη:
Η παρούσα δήλωση συμμόρφωσης παύει να ισχύει σε περίπτωση που στο προϊόν
- γίνουν μετασκευές, προσθήκες ή άλλου είδους τροποποιήσεις,
- γίνουν προσθήκες εξαρτημάτων τα οποία δεν ανήκουν στον εγκεκριμένο από την SMA εξοπλισμό, εσφαλμένης σύνδεσης ή μη προβλεπόμενης χρήσης του προϊόντος, χωρίς τη ρητή συγκατάθεση της SMA.

Niestetal, 17/08/2012
SMA Solar Technology AG

ppa. Frank Greizer
(Vice President MP T PD)

Declaration of Conformity

with German, European and International (Non-European) standards used for SUNNY BOY, SUNNY MINI CENTRAL and SUNNY TRIPOWER inverters

German Standard DIN EN		European Standard EN		International Standard IEC (IEC/CISPR)
DIN EN 61000-6-1:2007-10	based on	EN 61000-6-1:2007	based on	IEC 61000-6-1:2005
DIN EN 61000-6-2:2006-03	based on	EN 61000-6-2:2005	based on	IEC 61000-6-2:2005
DIN EN 61000-6-3:2007-09	based on	EN 61000-6-3:2007	based on	IEC 61000-6-3:2006
DIN EN 61000-6-4:2007-09	based on	EN 61000-6-4:2007	based on	IEC 61000-6-4:2006
DIN EN 61000-3-2:2010-03	based on	EN 61000-3-2:2006 + A1:2009 + A2:2009	based on	IEC 61000-3-2:2005 + A1:2008 + A2: 2009
DIN EN 61000-3-3:2009-06	based on	EN 61000-3-3:2008	based on	IEC 61000-3-3:2008
DIN EN 61000-3-11:2001-04	based on	EN 61000-3-11:2000	based on	IEC 61000-3-11:2000
DIN EN 61000-3-12:2005-09	based on	EN 61000-3-12:2005	based on	IEC 61000-3-12:2004
DIN EN ———		EN 301 489-1 V1.8.1		IEC ———
DIN EN ———		EN 301 489-17 V1.3.2		IEC ———
DIN EN ———		EN 300 328 V1.7.1		IEC ———
DIN EN 50178:1998-04	based on	EN 50178:1997	led to	IEC 62103:2003
DIN EN 62109:2011	based on	EN 62109-01:2010	based on	IEC 62109:2010

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Γερμανία
Τηλέφωνο: +49 561 9522-0 | Φαξ: +49 561 9522-100 | Διαδίκτυο: www.SMA.de | Ηλεκτρονική διεύθυνση: info@SMA.de
Δικαστήριο τόπου τήρησης μητρώου: Amtsgericht Kassel HRB 3972
Πρόεδρος Διοικητικού Συμβουλίου: Günther Cramer
Διοικητικό Συμβούλιο: Jürgen Dolle, Roland Grebe, Pierre-Pascal Urbon, Marko Werner

Πιστοποιητικό για μετατροπείς σε φωτοβολταϊκά συστήματα διασυνδεδεμένα στο Ελληνικό δημόσιο δίκτυο

Τύπος μετατροπέα	Ονομαστική ισχύς εναλλασσόμενου ρεύματος	Μέγιστη ισχύς εναλλασσόμενου ρεύματος	Βαθμός απόδοσης	Ρύθμιση χαμηλής τάσης	Ρύθμιση υψηλής τάσης	Ρύθμιση χαμηλής συχνότητας ηπειρωτική Ελλαδα	Ρύθμιση υψηλής συχνότητας ηπειρωτική Ελλάδα
Sunny Boy 1200	1.200 W	1.200 VA	92,1%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 1300TL-10	1.300 W	1.300 VA	96,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 1600TL-10	1.600 W	1.600 VA	96,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 1700	1.550 W	1.700 VA	93,5%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 2100TL	1.950 W	2.100 VA	96,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 2500	2.300 W	2.500 VA	94,1%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 3000	2.750 W	3.000 VA	95,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 3300/3300-11	3.300 W	3.600 VA	95,2%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 3800/3800-11	3.800 W	3.800 VA	95,6%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 4600A/4600A-11	4.600 W	5.000 VA	96,1%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 5000A/5000A-11	5.000 W	5.500 VA	96,1%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 6000A/6000A-11	6.000 W	6.000 VA	96,1%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 7000HV-11	6.650 W	7.000 VA	96,2%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 6000TL	6.000 W	6.000 VA	98,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 7000TL	7.000 W	7.000 VA	98,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 8000TL	8.000 W	8.000 VA	98,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 9000TL-10	9.000 W	9.000 VA	98,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 10000TL-10	10.000 W	10.000 VA	98,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 11000TL-10	11.000 W	11.000 VA	98,0%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 9000TLRP-10	9.000 W	9.000 VA	97,7%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 10000TLRP-10	10.000 W	10.000 VA	97,7%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Mini Central 11000TLRP-10	11.000 W	11.000 VA	97,7%	186 V	260 V	49,51 Hz	50,49 Hz
Sunny Boy 2000HF-30	2.000 W	2.000 VA	96,3%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Boy 2500HF-30	2.500 W	2.500 VA	96,3%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Boy 3000HF-30	3.000 W	3.000 VA	96,3%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Boy 3000TL-20/3000TL-21	3.000 W	3.000 VA	97,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Boy 3600TL-21	3.680 W	3.680 VA	97,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 HZ
Sunny Boy 4000TL-20/4000TL-21	4.000 W	4.000 VA	97,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Boy 5000TL-20/5000TL-21	4.600 W	5.000 VA	97,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Boy 2500TLST-21	2.500 W	2.500 VA	97,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Boy 3000TLST-21	3.000 W	3.000 VA	97,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 5000TL-20	5.000 W	5.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 6000TL-20	6.000 W	6.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 7000TL-20	7.000 W	7.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 8000TL-20	8.000 W	8.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 9000TL-20	9.000 W	9.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 8000TL-10	8.000 W	8.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 10000TL-10	10.000 W	10.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 12000TL-10	12.000 W	12.000 VA	98,1%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 15000TL-10	15.000 W	15.000 VA	98,2%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 17000TL-10	17.000 W	17.000 VA	98,2%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 15000TLHE-10*	15.000 W	15.000 VA	99,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 20000TLHE-10*	20.000 W	20.000 VA	99,0%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 15000TLEE-10*	15.000 W	15.000 VA	98,5%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz
Sunny Tripower 20000TLEE-10*	20.000 W	20.000 VA	98,5%	184 V	264,5 V	49,50 Hz	50,50 Hz

* Στο στάδιο του σχεδιασμού για τις συσκευές STP 15000TLHE-10/20000TLHE-10 και STP 15000TLEE-10/STP 20000TLEE-10.

Ισχυεί για όλους τους μετατροπείς που αναφέρονται πιο πάνω:

Εύρος τάσεως εναλλασσόμενου ρεύματος:	$0,8\ V_{nom}$ – $1,15\ V_{nom}$ (V_{nom} = 230 V) Κατώτερο όριο > 184 V Ανώτατο όριο < 264,5 V
Περιοχή συχνοτήτων εναλλασσόμενου ρεύματος:	45,5 Hz – 54,5 Hz (περιοχή συχνοτήτων του μετατροπέα)
Ρύθμιση χαμηλής συχνότητας:	47,5 Hz για τα μή συνδεδεμένα στο δίκτυο νησιά
Ρύθμιση υψηλής συχνότητας:	51,0 Hz για τα μή συνδεδεμένα στο δίκτυο νησιά
Συντελεστής παραμόρφωσης ρεύματος:	< 4%
DC-Current Injection:	< 0,5% του ονομαστικού ρεύματος
Active Anti Islanding (Επιτήρηση δικτύου):	SMA Grid Guard, επιτήρηση δικτύου active anti islanding σύμφωνα με την DIN VDE 0126-1-1 Με μέτρηση τάσης/συχνότητας/σύνθετης αντίστασης/LOM (Loss Of Mains). Ο χρόνος αποσύνδεσης σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων συχνότητας και τάσης είναι < 0,5 s. Ο χρόνος επανασύνδεσης μετά την επαναφορά του δικτύου είναι τουλάχιστον 180 s.

Niestetal, 20/06/2012
SMA Solar Technology AG

ppa. Frank Greizer

ppa. Frank Greizer
(Vice President MP T PM)

Σχέδιο: ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ

Σχέδιο: ΧΟΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Σχέδιο: ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

ΤΙΤΛΟΙ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ/ΣΥΜ. ΜΙΣΘΩΣΗΣ
(+απόσπασμα κτηματολογίου)

ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ
(εγκατάσταση από εταιρία)
ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ
(ατομική εγκατάσταση)

Υπ. Δήλωση
(Επενδυτή)
Υπ. Δήλωση
(Μηχανικού)

Βεβαίωση ότι τα στοιχεία της αίτησης είναι αληθή