



**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
«ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ»**

**ΠΑΠΟΥΤΣΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**A.M. 2006010012**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΖΟΠΟΥΝΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΧΑΝΙΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα και να αφιερώσω αυτή την εργασία στην οικογένεια μου που μου στάθηκε όλο αυτό τον καιρό και στις καλές αλλά και στις κακές στιγμές. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αδερφό μου Κώστα για την υποστήριξη του και το θάρρος που μου έδινε όλο αυτό το διάστημα των σπουδών και όχι μόνο.

Επίσης ήθελα να ευχαριστή κυρίως τον καθηγητή κ. Ζοπουνίδη Κωνσταντίνο που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με αυτή την εργασία και τους κ. Δούμπο και κ. Ατσαλάκη που μου έκαναν την τιμή να είναι παρών στην παρουσίαση της εργασίας και τον υποψήφιο διδάκτορα Δημήτρη Νίκλη για την υποστήριξη και την τεχνική βοήθεια που μου προσέφερε για την εκπόνηση της εργασίας.

Δεν θα μπορούσα να ξεχάσω και τους υπέροχους φίλους μου για όλες τις στιγμές που περάσαμε όλα αυτά τα χρόνια στα Χανιά, Ηλία, Νίκο, Μιχάλη, Άρη και Περικλή.

# ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

---

## Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1	ΑΝΑΓΚΗ.....	6
1.1.1	ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	6
1.2	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΡΙΣΗ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ.....	10
1.3	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	14
1.4	ΔΟΜΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	15
1.5	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	16
1.5.1	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	16
1.5.2	ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	17
1.6	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	18
1.7	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ .....	22
1.8	ΧΡΗΣΕΙΣ-ΑΠΟΔΟΣΗ.....	25
1.9	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	26
1.10	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΝΕΛ .....	35
1.11	INVERTER .....	42
1.12	ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΗΛΙΟΣΤΑΤΕΣ.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	ΣΚΟΠΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ .....	47
2.1.	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ & ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ Α.Π.Ε.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	59
5.1	ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ.....	59

# ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

---

5.2	ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ .....	59
5.3	ΦΕΡΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ Φ/Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	59
5.4	Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΑ.....	59
5.4.1	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	60
5.5	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ .....	61
5.5.1	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ INVERTER .....	61
5.6	ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ SMA .....	62
5.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΡΑΧΘΟΥΝ.....	63
5.8	ΤΟΠΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΝΕΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ.....	65
5.9	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΡΓΟΥ .....	69
6.1	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΚΑΙ ΕΤΟΙΜΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ .....	69
6.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ..	69
6.3	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ .....	70
6.4	ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΡΓΟΥ .....	70
6.4.1	ΠΡΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΗΠΕΔΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ:.....	70
6.4.2	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .	72
6.4.3	ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ....	73
6.4.4	ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....	74
6.4.5	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ .....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ .....	79
7.1	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ.....	79
7.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	80

# ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

---

7.3	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ	82
7.4	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	83
7.4.1	ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ .....	83
7.4.2	Ο ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ .....	84
7.5	ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ – ΠΩΛΗΣΕΩΝ	86
7.6	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ .....	86
7.7	ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ .....	87
7.8	ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ.....	87
7.9	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-IRR.....	87
7.10	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ.....	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	99
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	102

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

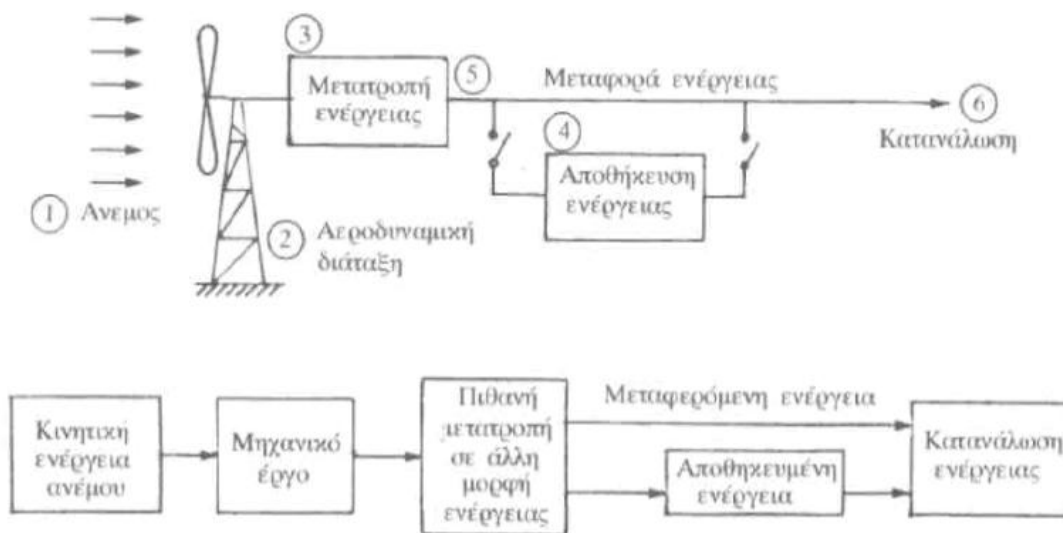
### 1.1 ΑΝΑΓΚΗ

Η σημαντικότερη, μη συμβατική, πηγή ενέργειας στο πλανήτη είναι ο ήλιος. Εκπέμπει συγχρόνως θερμότητα και φως. Έχοντας υπόψη τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ενέργεια και την ανάγκη να προστατευτεί το περιβάλλον, και έχοντας διαθέσιμη την σημαντική πηγή φωτός από τον ήλιο, προέκυψε το ερώτημα της δυνατότητας μετατροπής φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή αυτή είναι γνωστή ως φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μια **καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή** [www.greenpeace.org]. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο.

#### 1.1.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

✚ **Αιολική Ενέργεια:** Αιολική ενέργεια ονομάζεται η κινητική ενέργεια του ανέμου που οφείλεται κυρίως στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία προκαλεί την μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από μια περιοχή σε μια άλλη δημιουργώντας έτσι τους ανέμους ( [www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr) ). Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πρωτογενής πηγή ενέργειας ενώ οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις που απορρέουν από τη χρήση ανεμογεννητριών είναι περιορισμένες. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες διαφοροποιείται σημαντικά από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής. Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο φαίνονται στην παρακάτω εικόνα (Βασίλης Κασιμάτης, Σχεδιασμός, κατασκευή και δοκιμαστική λειτουργία ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα, Χανιά, 2003). Η εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του ανέμου γίνεται μέσω μιας αεροδυναμικής διάταξης, του ανεμοκινητήρα, που τη μετατρέπει σε ωφέλιμη μηχανική ενέργεια, και μέσω

ανεμογεννήτριας, ανεμοκινητήρα δηλαδή που διαθέτει ηλεκτρογεννήτρια και τη μετατρέπει απευθείας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στην έξοδο της γεννήτριας, τροφοδοτείται στο δίκτυο, μέσω της χρησιμοποιούμενης συσκευής συνδέσεώς της με αυτό. Οι μεγάλες διακυμάνσεις της ταχύτητας του ανέμου με το χρόνο, οδηγούν σε ασυμφωνία μεταξύ ζήτησης και παραγωγής ενέργειας. Λύση στο πρόβλημα αυτό μπορεί να δοθεί με την χρήση συσκευών αποθήκευσης ενέργειας. Η αποθηκευμένη ενέργεια καλύπτει το ενεργειακό έλλειμμα, όταν η ισχύς της ανεμογεννήτριας πέφτει κάτω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο. (Βασίλης Κασιμάτης, Σχεδιασμός, κατασκευή και δοκιμαστική λειτουργία ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα, Χανιά, 2003).



Εικόνα 1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

✚ **Ηλιακή Ενέργεια:** Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ήπια, ανεξάντλητη και ανανεώσιμη ([www.helarco.gr](http://www.helarco.gr)). Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι αρκετά διαδεδομένη κυρίως με εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β). Τα φωτοβολταϊκά συστήματα βασίζονται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή στην άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό, με τη

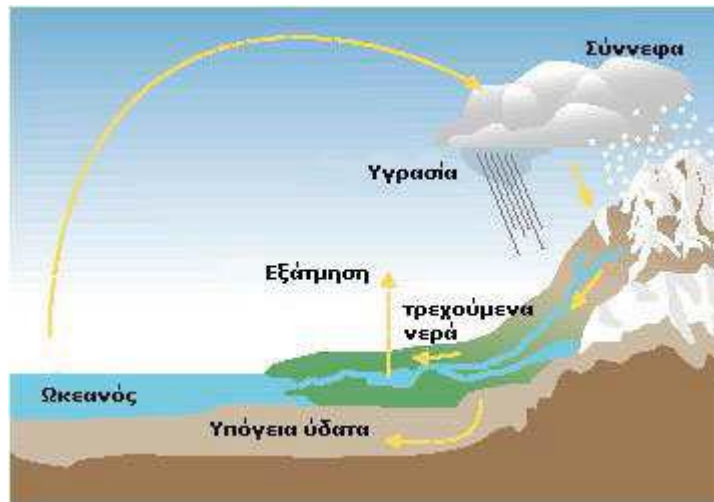
χρήση τεχνολογίας ημιαγώγιμων υλικών τα οποία ενεργοποιούνται στο φάσμα του ηλιακού φωτός. Τέτοια συστήματα χαρακτηρίζονται ως ηλιακοί συσσωρευτές και η λειτουργία τους είναι φιλική προς το περιβάλλον, ενώ η διάρκεια ζωής τους φθάνει τα 25 χρόνια. (Ελένη Κανατσούλη, Εφαρμογές τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε χώρες της Μεσογείου με έμφαση στην ηλιακή ενέργεια, Αθήνα, 2010).

- **Βιομάζα:** Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών ή αέριων καυσίμων. Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ' αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:

Νερό + Διοξείδιο του άνθρακα + Ηλιακή ενέργεια (φωτόνια) + Ανόργανα στοιχεία + Βιομάζα + Οξυγόνο ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

- ✚ **Γεωθερμία:** από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς επιφανειακούς ή υπόγειους ατμούς, με ή χωρίς αέρια, σε θερμά νερά ή σε μίγματα των παραπάνω, καθώς και σε θερμά-ξηρά πετρώματα. Πιο συγκεκριμένα γεωθερμία ή γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε την φυσική θερμική ενέργεια του μάγματος του πυρήνα της γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια, είτε μέσω ηφαιστειακών εκροών, είτε μέσω ρηγμάτων του υπεδάφους που αναβλύζουν ατμούς και θερμό νερό. (Κωνσταντίνος Κουτελιδάκης, Εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε στρατόπεδο, Αθήνα, 2010).

- ✚ **Υδροηλεκτρική Ενέργεια:** Η υδροηλεκτρική ή υδραυλική ενέργεια θεωρείται μία από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς είναι η ηλιακή ενέργεια η οποία με την εξάτμιση του νερού, κινεί τον υδρολογικό κύκλο. Κάθε μέρα ο πλανήτης αποβάλλει μια μικρή ποσότητα νερού καθώς η υπεριώδης ακτινοβολία διασπά τα μόρια του νερού σε ιόντα. Ταυτόχρονα νέες ποσότητες νερού εμφανίζονται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του νερού να διατηρείται περίπου σταθερή. ( [www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr) ).



Εικόνα 2 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ενέργεια που παράγεται από τη μετακίνηση του γλυκού νερού στους ποταμούς και τις λίμνες. Αυτό το νερό προέρχεται ως απορροή από τις βροχοπτώσεις. Οι βροχοπτώσεις δημιουργούνται από την ηλιακή ενέργεια διαμέσου σύνθετων διαδικασιών ενεργειακής μεταφοράς στην ατμόσφαιρα και μεταξύ της ατμόσφαιρας και της θάλασσας. Η δυναμική (λόγο βαρύτητας) ενέργεια που συνδέεται με αυτό το νερό το αναγκάζει να διατηρεί μία καθοδική ροή. Η υδροηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από την μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού σε κινητική και στην συνέχεια σε ηλεκτρισμό. Αυτό γίνεται: με την εκμετάλλευση της ροής του νερού σε υδάτινο αγωγό με φυσική κλίση, με αποθήκευση του νερού σε τεχνητή λίμνη ώστε να αυξηθεί το υδραυλικό ύψος, ή με ένα συνδυασμό των παραπάνω. Απαιτείται συνεπώς ένα σημαντικό δυναμικό βαρυτικού ύψους και μια ικανή ποσότητα ροής, ώστε να

υπάρχει η δυνατότητα υδροηλεκτρικής παραγωγής. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια απόδειξη ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αναπτυχθεί κατά οικονομικό τρόπο σε μεγάλη κλίμακα. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι κατά κανόνα πιο οικονομική από την ηλεκτρική ενέργεια που έχει παραχθεί από καύση υδρογονανθράκων ή από πυρηνικά καύσιμα στους συμβατικούς θερμικούς σταθμούς ( [www.agroenergy.gr](http://www.agroenergy.gr) ).

(University of Minnesota, First Course on Power Electronics and Drivers, Ned Mohan, Professor of Power Electronics and Systems, 2003 Edition.)

### 1.2 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΡΙΣΗ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ

Η χρήση των ορυκτών καυσίμων επηρεάζει τις κλιματικές συνθήκες του πλανήτη, συγκεντρώνει αέριους ρύπους στην ατμόσφαιρα, ρυπαίνει τα επιφανειακά ύδατα της γης, και μειώνει σταδιακά την βιοποικιλότητα.

Η χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προκαλεί έντονη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Έτσι κατά τη καύση των υδρογονανθράκων, όπου μετατρέπεται η χημική ενέργεια σε θερμική, παράγεται αιθάλη και διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Αντίστοιχα κατά την καύση του πετρελαίου παράγονται επιπλέον οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>), του θείου (SO<sub>x</sub>) και ελευθερώνεται μόλυβδος (Pb). Η αιθάλη και τα αέρια αυτά σχηματίζουν την αιθαλομίχλη, η οποία αιχμαλωτίζεται κυρίως στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας με δυσάρεστα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα η αιθάλη εισπνέεται έχοντας αρνητικές επιπτώσεις. Το διοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται σε αρκετά μεγάλη ποσότητα στην ατμόσφαιρα και όσο συνεχίζει να αυξάνεται, αυξάνεται και η διαφορά της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και της εξερχόμενης δημιουργώντας την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως το **φαινόμενο του θερμοκηπίου**.



Εικόνα 3 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ([www.Greenpeace.org](http://www.Greenpeace.org))

Όσον αφορά την έκλυση των οξειδίων του θείου και του αζώτου σχηματίζουν με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας οξέα που με το νερό της βροχής επιστρέφουν στην γη ως **όξινη βροχή**, προκαλώντας μεγάλες ζημιές στα δάση, ερημοποίηση και διάβρωση των εδαφών καταστρέφοντας και αρχαία μνημεία. Επίσης αλλοιώνει την σύσταση των υπόγειων και πόσιμων νερών.



- **Παγκόσμια Συνδιάσκεψη του Ρίο το 1992**

Εγκρίνεται η σύμβαση για τη βιοποικιλότητα που επιδιώκει την πρόβλεψη και πρόληψη των αιτιών της σημαντικής μείωσης ή απώλειας της βιοποικιλότητας και την αντιμετώπισή τους στην πηγή τους, λόγω της εγγενούς αξίας της βιοποικιλότητας και της οικολογικής, γενετικής, κοινωνικής, οικονομικής, επιστημονικής, μορφωτικής, πολιτιστικής, ψυχαγωγικής και αισθητικής σημασίας των στοιχείων της. Η σύμβαση επιδιώκει επίσης να διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ των κρατών και των διακυβερνητικών οργανισμών.

( [www.europa.eu](http://www.europa.eu) )

- **Διάσκεψη του Βερολίνου το Μάρτιο του 1995**

Η Γερμανία εξήγγειλε μείωση των εκπομπών άνθρακα κατά 30% έως το 2005 σε σχέση με το 1990, ενώ παράλληλα συνεχίζει να εγκαθιστά ανεμογεννήτριες, όπως και η Δανία, η Ολλανδία και η Ελβετία. Βέβαια η Γερμανία και η Αγγλία εκπέμπουν συνολικά αέρια θερμοκηπίου όσο περίπου όλες οι άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

- **Διακυβερνητική Διάσκεψη για το Κλίμα στο Κιότο το 1997**

Το «πρωτόκολλο» ή η «συνθήκη του Κιότο» είναι μια συμφωνία στα πλαίσια του ΟΗΕ με στόχο τη μείωση των εκπομπών 6 αερίων (Διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, μεθάνιο CH<sub>4</sub>, υποξείδιο του αζώτου N<sub>2</sub>O, υδροφθοράνθρακες HFC, υπερφθοράνθρακες PFC, εξαφθοριούχο θείο SF<sub>6</sub>) που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια την υπερθέρμανση του πλανήτη και την αλλαγή του κλίματος της γης.

Τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου εκλύονται κυρίως από τις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, άνθρακα, κοκ). Οι χώρες που υπέγραψαν το πρωτόκολλο του Κιότο, υποχρεούνται να μειώσουν τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 5,2% μέσα σε 7 χρόνια. Στόχος δηλαδή είναι, να μειωθεί η έκλυση αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990.

( [www.europa.eu](http://www.europa.eu) )

- **Διάσκεψη για το κλίμα στην Κοπεγχάγη το 2009**

Η υπερθέρμανση του πλανήτη και οι παράξενες κλιματικές αλλαγές οδήγησαν τα Ηνωμένα Έθνη να πραγματοποιήσουν την Διάσκεψη για το κλίμα στην Κοπεγχάγη τον Δεκέμβριο του 2009. Έχει ως σκοπό την πρόβλεψη μέτρων ώστε να διασφαλιστεί ο μέσος όρος θερμοκρασίας του πλανήτη να μην αυξηθεί περισσότερο από 2 βαθμούς Κελσίου έχοντας την υποστήριξη όλων των εθνών. ( [www.europa.eu](http://www.europa.eu) )

### 1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο αναφέρθηκε για πρώτη φορά το **1839** από το Γάλλο φυσικό Henry Becquerel το 1939. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου έχει στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος, η οποία συνεπάγεται και την ανθρώπινη υγεία. ( [www.arvis.gr](http://www.arvis.gr) )

**1877:** Οι επιστήμονες Adams και Day παρουσίασαν τις μεταβολές των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του στοιχείου σεληνίου (Se) όταν εκτίθεται στο φως.

**1883:** Ο Charles Edgar Frittis από τη Νέα Υόρκη κατασκεύασε ένα φωτοστοιχείο (solar cell) από σελήνιο που μοιάζει με τα σημερινά στοιχεία.

**1941:** Κατασκευή του πρώτου φωτοβολταϊκού στοιχείου από πυρίτιο Si (Ohl)

**1954:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από Si με σχηματισμό ένωσης πρωτονίων – νετρονίων p-n και με απόδοση 6%

**1956:** Η πρώτη εμπορική παραγωγή ηλιακών στοιχείων από την εταιρεία Hoffmann.

**1958:** Εκτόξευση του αμερικάνικου δορυφόρου Vanguard I ο οποίος έχει ως βοηθητική πηγή ενέργειας 6 στοιχεία Si.

**1958:** Εκτόξευση σοβιετικού δορυφόρου με μοναδική πηγή ενέργειας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.

**1959:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από κάδμιο Cads με απόδοση 5%

**1972:** Κατασκευή ιώδους ηλιακού στοιχείου Si με απόδοση 14% (Lindmayer & Allison)

**1976:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από άμορφο πυρίτιο (a-Si) με απόδοση 0,01% (Carlson & Wronski)

**1977:** Κατασκευή ηλιακού στοιχείου από αρσενιούχο γάλλιο GaAs με απόδοση 16% (Kameth)

**1981:** Πτήση πάνω από την Μάχη του αεροπλάνου Solar Challenger εξοπλισμένου με 16.128 φωτοβολταϊκά στοιχεία Si συνολικής ισχύος 2,7kW

**1981:** Η πρώτη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ισχύος 100 kWp στην Ελλάδα, η μεγαλύτερη στην Ευρώπη.

**1983:** Έναρξη λειτουργίας του πρώτου φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 1 MWp στην Βικτροβίλ (Καλιφόρνια).

(Tomas Markvart, «Ηλεκτρισμός Απο Ηλιακή Ενέργεια», Εκδόσεις ΙΩΝ, 2003 )

### 1.4 ΔΟΜΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από:

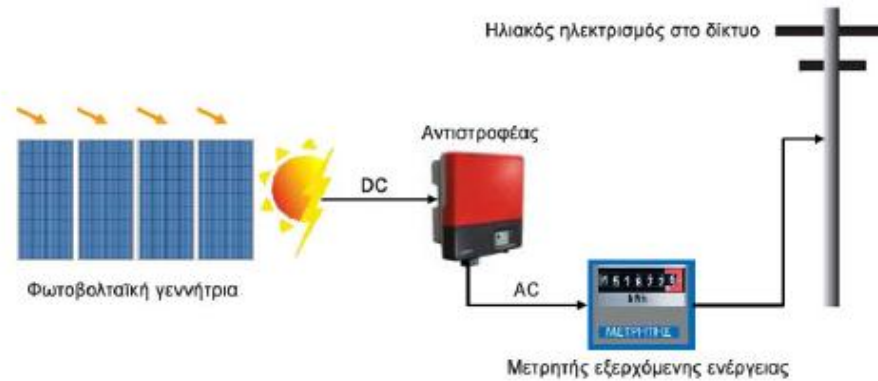
- Τα φωτοβολταϊκά πάνελ, τα οποία αποτελούνται από φωτοβολταϊκά στοιχεία επικαλυμμένα από γυαλί και τοποθετημένα σε πλαίσιο αλουμινίου.
- Μπαταρίες (σύστημα αποθήκευσης)

- Σύστημα μετατροπής ισχύος (inverters). Τα φωτοβολταϊκά παράγουν συνεχές ρεύμα ενώ τα φορτία καταναλώνουν εναλλασσόμενο. Για τη μετατροπή χρησιμοποιούνται αντιστροφείς (inverters) συνεχούς σε εναλλασσόμενο.
- Ρυθμιστή φόρτισης. Οι ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου, η γείωση, οι καλωδιώσεις, οι διατάξεις ασφάλειας, ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας και σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας του.

### 1.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

#### 1.5.1 ΔΙΑΣΥΝΔΕΛΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

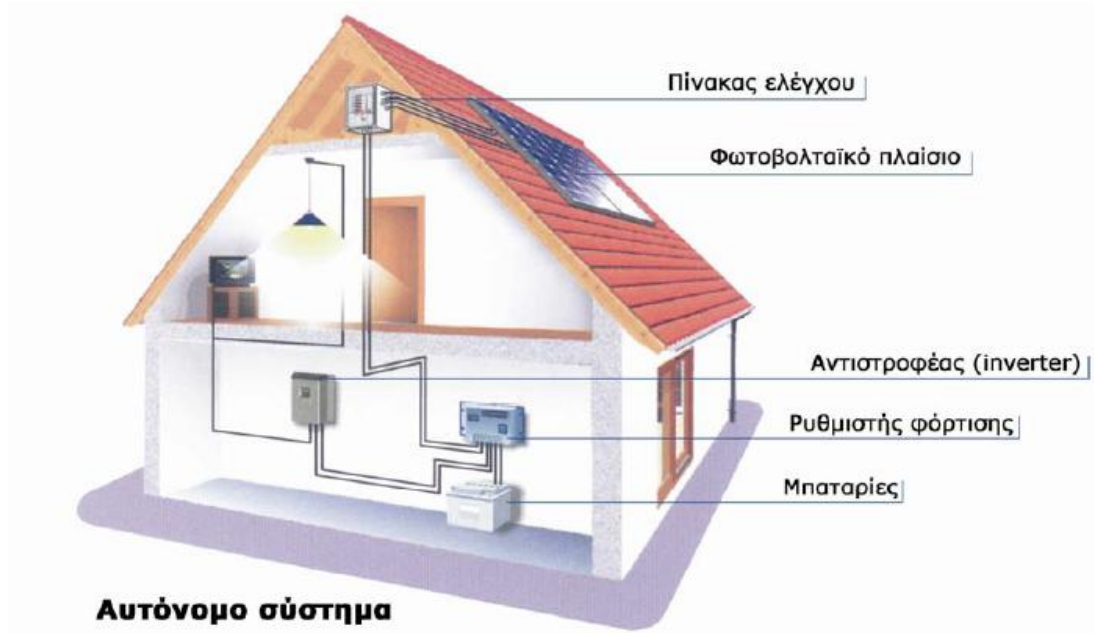
Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ. Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στο δίκτυο έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα για να καλύψει τις ανάγκες του (Ν.2244/94 για τις ανανεώσιμες πηγές). Έχει δηλαδή διπλό μετρητή για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.



Εικόνα 5 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ([www.helapco.gr](http://www.helapco.gr))

## 1.5.2 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός οποιοδήποτε κτιρίου. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.



Εικόνα 6 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ([www.helapco.gr](http://www.helapco.gr))

## 1.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ φωτοβολταϊκών στοιχείων μαζί με τις απαραίτητες συσκευές για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων:

- Το άμορφο
- Το κρυσταλλικό: A) μονοκρυσταλλικό  
B) πολυκρυσταλλικό

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

---

**A) Μονοκρυσταλλικά:** Τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία χαρακτηρίζονται από καλύτερη σχέση απόδοσης/ επιφάνειας ή "ενεργειακή πυκνότητα". Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής.



Εικόνα 7 ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ([www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr))

**B) Πολυκρυσταλλικά:** Η παραγωγή τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή τους είναι λίγο χαμηλότερη. Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές. Όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση οι μονοκρυσταλλικές περιοχές τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.



Εικόνα 8 ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ([www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr))

**Γ) Άμορφα:** Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά, έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τα κρυσταλλικά. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων, οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση πυριτίου πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Έτσι και λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται η τιμή τους είναι γενικότερα αρκετά χαμηλότερη. Χαρακτηρίζεται άμορφο φωτοβολταϊκό από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα

του πυριτίου. Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με ένα κρυσταλλικό φωτοβολταϊκό στοιχείο. Επίσης υπάρχουν μεγάλες αμφιβολίες όσον αφορά την διάρκεια ζωής των άμορφων πλαισίων μιας και δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις αφού η τεχνολογία είναι σχετικά καινούρια.



Εικόνα 9 ΑΜΟΡΦΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ( [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr) )

Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για τη κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το κάδμιο-τελλούριο (CdTe), ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός (CIS) και το αρσενιούχο γάλλιο (GaAs).

➤ **Φωτοβολταϊκά από ινδοδισεληνιούχο χαλκό (CIS):**

Ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοση του κυμαίνεται στο 11%. Εργαστηριακά έγινε εφικτή απόδοση στο επίπεδο του 18,8% η οποία είναι και η μεγαλύτερη που έχει επιτευχθεί μεταξύ των φωτοβολταϊκών τεχνολογιών λεπτής επιστρώσεως. Με την πρόσμιξη γαλλίου η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ίνδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση. Στα επόμενα χρόνια πάντως αναμένεται το κόστος του να είναι αρκετά χαμηλότερο.



Εικόνα 10 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΑΠΟ ΙΝΔΟΔΙΣΕΛΙΟΥΧΟ ΧΑΛΚΟ ( [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr) )

➤ **Φωτοβολταϊκά από κάδμιο-τελλούριο (CdTe):**

Το Τελλουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%. Στο εργαστήριο η απόδοση στο φωτοβολταϊκό στοιχείο έχει φθάσει το 16%. Μελλοντικά αναμένεται το κόστος του να πέσει αρκετά. Το κάδμιο σύμφωνα με κάποιες έρευνες είναι καρκινογόνο με αποτέλεσμα να προβληματίζει το ενδεχόμενο της εκτεταμένης χρήσης του. Ήδη η Greenpeace έχει εναντιωθεί στην χρήση του. Επίσης προβληματίζει ή έλλειψη του Τελλουρίου.



Εικόνα 11 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΑΠΟ ΚΑΔΜΙΟ ΤΕΛΛΟΥΡΙΟ ( [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr) )

### ➤ Φωτοβολταϊκά από αρσενιούχο γάλλιο (GaAs):

Το Γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Το Αρσένιο δεν είναι σπάνιο άλλα έχει το μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδες. Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Επίσης τα φωτοβολταϊκά στοιχεία GaAs είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση τους σε εφαρμογές ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία GaAs έχουν το πλεονέκτημα ότι αντέχουν σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.



Εικόνα 12 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΑΠΟ ΑΡΣΕΝΙΟΥΧΟ ΓΑΛΛΙΟ ( [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr) )

(Renewables 2010- Global Status Report , Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century (REN21), Paris 2010)

### 1.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα είναι φτιαγμένα από ειδικά υλικά, όπως το πυρίτιο που λέγονται ημιαγωγοί. Όταν το φως πέσει στο κύτταρο, ένα μέρος του απορροφάται από τον ημιαγωγό. Το ηλιακό φως είναι μικρά πακέτα ενέργειας που ονομάζονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν τα φωτόνια προσκρούσουν στο φωτοβολταϊκό στοιχείο, άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το

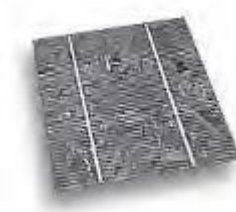
φωτοβολταϊκό. Η ενέργεια των απορροφημένων φωτονίων ελευθερώνει ηλεκτρόνια τα οποία κινούνται ελεύθερα μέσα στον ημιαγωγό. Στα φωτοβολταϊκά κύτταρα δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο που υποχρεώνει τα ελευθερωμένα ηλεκτρόνια να κινούνται προς μία κατεύθυνση. Η κίνηση των ηλεκτρονίων είναι το ηλεκτρικό ρεύμα και με την τοποθέτηση μεταλλικών επαφών πάνω και κάτω από το κύτταρο το «βγάζουμε» για εξωτερική χρήση. Αυτό το ρεύμα μαζί με την τάση του φωτοβολταϊκού κυττάρου καθορίζει την ισχύ του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγει το κύτταρο.

Το ηλιακό κελί είναι μια σύνδεση P-N (P: έχει ελεύθερα θετικά φορτία και σταθερά αρνητικά, N: έχει ελεύθερα αρνητικά φορτία και σταθερά θετικά), η οποία έχει την δυνατότητα να απορροφά φως και να απελευθερώνει ηλεκτρόνια και «οπές», δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό τάση στο κελί. Για μεγαλύτερες εφαρμογές, χρησιμοποιείται ένα σύνολο κελιών, τα οποία είναι συνδεδεμένα είτε παράλληλα είτε σε σειρά, ανάλογα με τις απαιτήσεις σε τάση και ρεύμα. Αυτά τα σύνολα κελιών ονομάζονται ηλιακά πλαίσια.

### **Εξοικείωση με την ορολογία**

**Φωτοβολταϊκό φαινόμενο** ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Πολλές φορές, για ευκολία, χρησιμοποιείται η σύντμηση Φ/Β για τη λέξη “φωτοβολταϊκό” (photovoltaic - PV).

**Φωτοβολταϊκό στοιχείο (PV cell):** Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα φωτοβολταϊκό κύτταρο ή φωτοβολταϊκή κυψέλη.



**Εικόνα 13 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**



Εικόνα 14 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Εικόνα 15 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

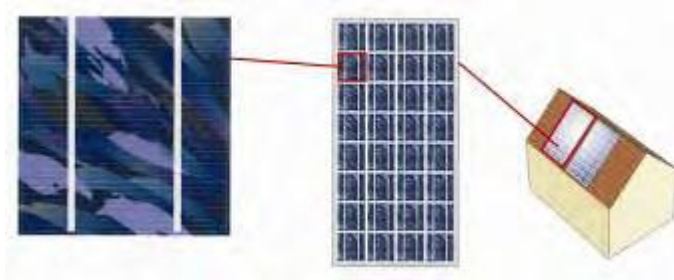
**Φωτοβολταϊκό πλαίσιο (PV module):** Ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της φωτοβολταϊκής γεννήτριας.



Εικόνα 16 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

**Φωτοβολταϊκό πάνελ (PV panel):** Ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.

**Φωτοβολταϊκή συστοιχία (PV array):** Μια ομάδα από φωτοβολταϊκά πλαίσια ή πάνελ με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης.



Εικόνα 17 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ

**Φωτοβολταϊκή γεννήτρια (PV generator):** Το τμήμα μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που περιέχει φωτοβολταϊκά στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα.

**Αντιστροφέας ή μετατροπέας (inverter):** Ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

**Ρυθμιστής φόρτισης (charge controller):** Συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών.

**kW (κιλοβάτ):** μονάδα ισχύος [ $1 \text{ kW} = 1.000 \text{ Watt}$ ,  $1 \text{ MW (μεγαβάτ)} = 1.000 \text{ kW}$ ]

**kWp (κιλοβάτ πικ-peak):** μονάδα ονομαστικής ισχύος του φωτοβολταϊκού

**kWh (κιλοβατώρα):** μονάδα ενέργειας

## 1.8 ΧΡΗΣΕΙΣ-ΑΠΟΔΟΣΗ

- Επιστημονικών συσκευών (δορυφόροι)
- Για τη κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα)
- Για τη λειτουργία φάρων
- Για τη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών απομονωμένων κατοικιών
- Στις οροφές υπαρχόντων κτιρίων
- Σε οποιοδήποτε ανοιχτό ή κλειστό ιδιόκτητο χώρο
- Σε ανοιχτούς χώρους parking ως σκίαστρα
- Ως δομικά συστατικά νέων κτιριακών κατασκευών σύμφωνα με τη νομοθεσία
- Ως αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις σε στάδια, πάρκα, πλατείες, δρόμους
- Για τη φόρτιση μπαταριών (μικροϋπολογιστές τσέπης)

Η μέγιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων, ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους κυμαίνεται από 7% (ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου) έως 12-15% (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). (Μαλαμής, 1999). Η ενέργεια που παράγεται, αποθηκεύεται σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές. Έτσι έχουμε ανεξάντλητη, ανανεώσιμη, φθηνή και κυρίως καθαρή.

### 1.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η σημαντικότερη, μη συμβατική, πηγή ενέργειας στο πλανήτη είναι ο ήλιος. Εκπέμπει συγχρόνως θερμότητα και φως. Έχοντας υπόψη τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ενέργεια και την ανάγκη να προστατευτεί το περιβάλλον, και έχοντας διαθέσιμη τη σημαντική πηγή φωτός από τον ήλιο, προέκυψε η ανάγκη για τη χρήση των Α.Π.Ε. Η ηλιακή ενέργεια είναι μια **καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή**. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο.

Η υλοποίηση εγκαταστάσεων αξιοποίησης Α.Π.Ε. για παραγωγή ηλεκτρισμού είναι επιτακτική. Κάθε εγκατεστημένο KW φωτοβολταϊκού πάρκου, ή αιολικού ή σταθμού γεωθεμίας ή βιομάζας ή υδροηλεκτρικού, ή οποιασδήποτε άλλης μορφής Α.Π.Ε., είναι πολύτιμο και αναντικατάστατο, προς την επίτευξη των στόχων της συνθήκης του Κιότο, προς την επίτευξη της ενεργειακής αυτονομίας της χώρας. Η συμβατότητα των έργων αυτών με έναν περιβαλλοντικά αποδεκτό σχεδιασμό με σκοπό την παραγωγή ενέργειας έχει πολλαπλά πλεονεκτήματα:




- Σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας με ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο), οι ΑΠΕ είναι ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον, ενώ όντας οικονομικά και ενεργειακά αποδοτικές συντελούν στην επίτευξη ουσιαστικά βιώσιμης ανάπτυξης.
- Μικρό κόστος επένδυσης σε σχέση με παλαιότερα.

- Οι τεχνολογίες ΑΠΕ δεν εκπέμπουν αέρια επιβλαβή για την ατμόσφαιρα (αέρια θερμοκηπίου), γεγονός που τις καθιστά δράση αιχμής για την προστασία του περιβάλλοντος.
- Οι φυσικοί πόροι που αξιοποιούν οι ΑΠΕ δεν περιορίζονται σε συγκεκριμένους γεωγραφικούς χώρους, με αποτέλεσμα την αποκέντρωση και χωρική διασπορά της ενεργειακής παραγωγής. Αυτό σημαίνει αφενός μεγαλύτερη σταθερότητα στη λειτουργία του συστήματος μεταφοράς και αφετέρου μείωση των απωλειών ενέργειας κατά τη μεταφορά λόγω της καλύτερης κατανομής των σταθμών παραγωγής σε σχέση με τους πόλους κατανάλωσης.
- Η αξιοποίηση των εγχώριων φυσικών πόρων και η αύξηση της παραγόμενης από αυτούς ενέργειας, συμβάλει στην ενεργειακή αυτονομία και ενισχύει το ενεργητικό στο ενεργειακό ισοζύγιο, αμβλύνοντας την εξάρτηση της εθνικής οικονομίας και πολιτικής από εξωγενείς παράγοντες.
- Περιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας. Συμβολή στη μείωση των διακοπών ηλεκτροδότησης λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου Δ.Ε.Η.
- Απαγκίστρωση της ανάγκης του πετρελαίου και απελευθέρωση από τη διεθνή αγορά με αποτέλεσμα αποφυγής των οικονομικοκοινωνικών πολιτικών
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα Φ/Β παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο που παρατηρείται έλλειψη ή πολύ υψηλό κόστος ενέργειας.
- Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

- Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορεικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής και στη μείωση του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα από τα κτήρια.

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα φωτοβολταϊκά “λεπτού υμενίου” (thin-film, όπως είναι τα άμορφα [a-Si], τα μικρομορφικά [μ-Si], τα CIS-CIGS, CdTe, κ.λπ). Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών			
ΤΥΠΟΣ	'Λεπτού υμενίου'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά
Εμφάνιση			
Απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας	a-Si: 4,5-6,5%  μ-Si: 8-9% CIS-CIGS: 6-12%	11-16%	11-19%
Επιφάνεια ανά kWp	9-25 m <sup>2</sup>	7-9 m <sup>2</sup>	5,5-9 m <sup>2</sup>



Εικόνα 18 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΥΚΑΜΠΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ CIGS (thin film)

Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που ξεπερνά τα 30 χρόνια)
- ανεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες

- ελάχιστη συντήρηση

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

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον. Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη και παράγουν ηλεκτρισμό, που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, 7 από 33 δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη

συντήρηση. Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα κιλοβάτ φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Χρειάζονται 2 στρέμματα δάσους ή περίπου 100 δέντρα για να απορροφήσουν αυτή την ποσότητα CO<sub>2</sub>. Για να παραχθεί η ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο, απαιτούνται 2,2 βαρέλια πετρελαίου κάθε χρόνο. Από περιβαλλοντική άποψη, αποφεύγοντας 1.300 κιλά CO<sub>2</sub> ετησίως είναι σαν να κάνει ένα μέσο αυτοκίνητο 7.000 χιλιόμετρα λιγότερα κάθε χρόνο. Επιπλέον, η υποκατάσταση ρυπογόνων καυσίμων από φωτοβολταϊκά συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.



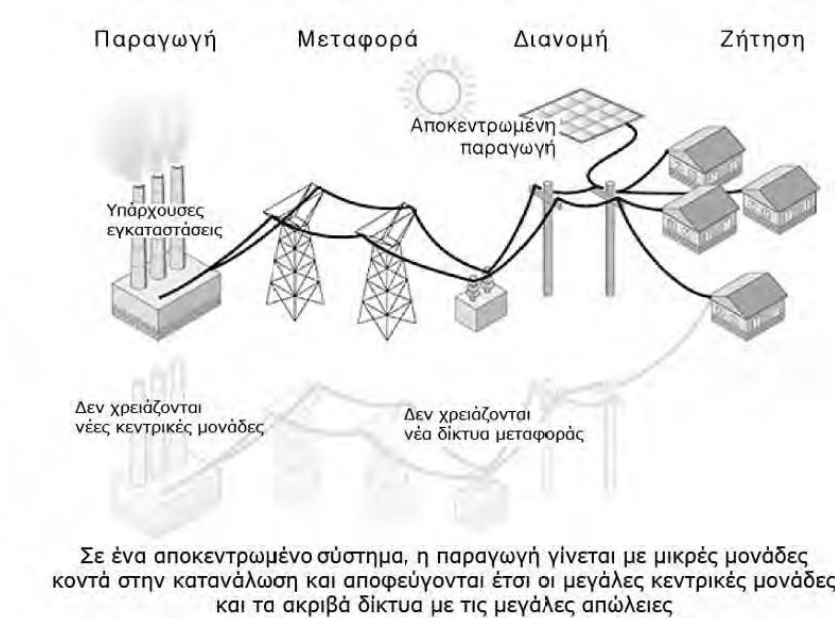
**Εικόνα 19 Ηλιακη Ενέργεια**

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση

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

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί “πράσινης” ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. ευρώ.

Μελέτες σε περιοχές με αντίστοιχες κλιματικές συνθήκες με την Ελλάδα έδειξαν ότι κάθε μεγαβάτ (MW) φωτοβολταϊκών υποκαθιστά έως και 0,8 MW συμβατικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής τις καλοκαιρινές ώρες αιχμής. Ο μέσος συντελεστής εγγυημένης ισχύος (capacity credit) των φωτοβολταϊκών σε ετήσια βάση είναι, για περιοχές σαν τη δική μας, 64% και ανέρχεται σε 80% τις καλοκαιρινές ώρες αιχμής.



**Εικόνα 20 Παραγωγή – Μεταφορά – Διανομή – Ζήτηση Ενέργειας**

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά (π.χ. κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις) συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια). Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, διατίθενται σήμερα διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεμπιμότητας (low-e), τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά απλά υαλοστάσια.

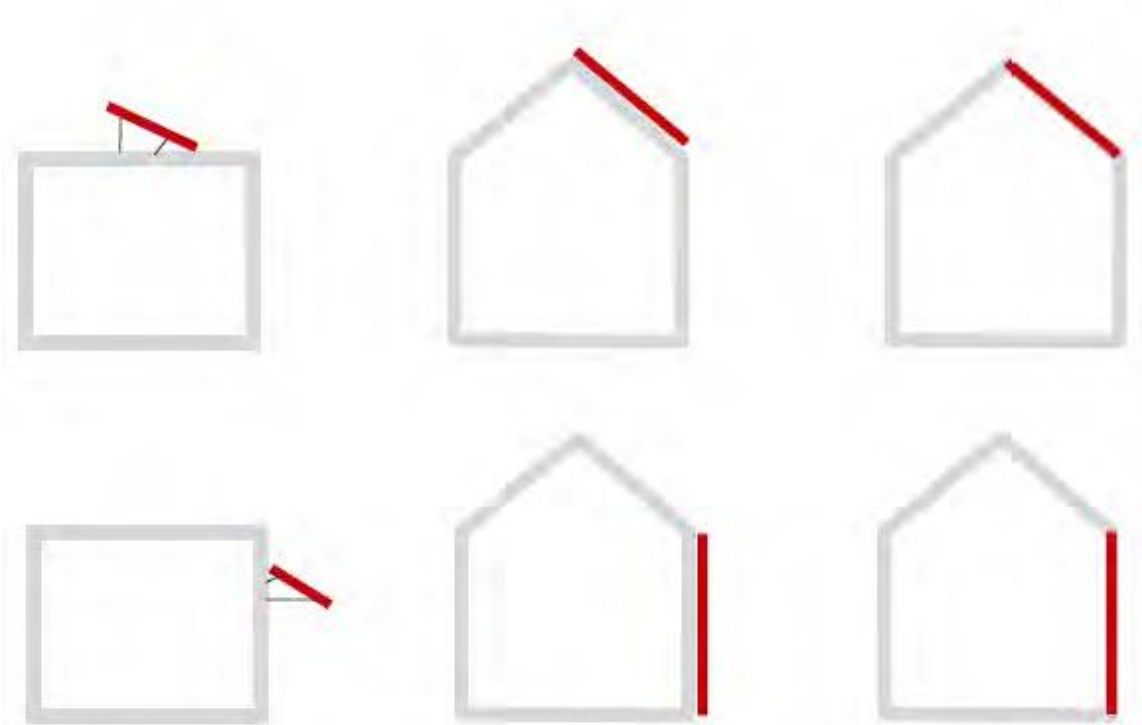


**Εικόνα 21 Χρήση Φωτοβολταϊκών σε Κοινόχρηστους Χώρους**



**Εικόνα 22 Χρήση Φωτοβολταϊκών σε Κοινόχρηστους Χώρους**

Τα φωτοβολταϊκά παράγονται σε διάφορα μεγέθη για κάθε εφαρμογή που μπορείτε να φανταστείτε. Δεν υπάρχουν συνεπώς standards που να χαρακτηρίζουν όλα τα συστήματα. Στη διεθνή αγορά κυκλοφορούν χιλιάδες διαφορετικά συστήματα με μεγάλη ποικιλία μεγεθών και ισχύος.



Εικόνα 23 ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

### 1.10 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΝΕΛ

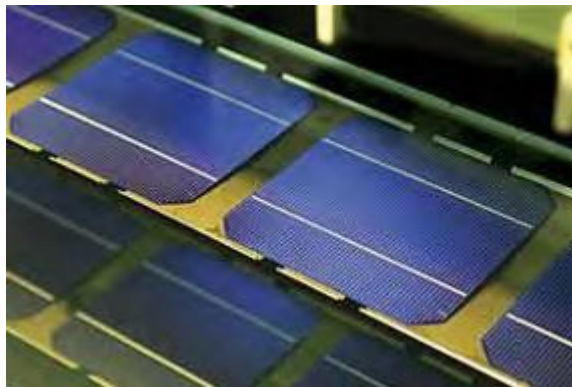
Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από συστοιχίες φωτοβολταϊκών πλαισίων (modules) με τις μεταλλικές βάσεις τους, καθώς και αντιστροφείς (inverter) που μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο. Η καρδιά του συστήματος είναι προφανώς τα φωτοβολταϊκά. Αν και υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες διαφορετικές μεταξύ τους, η πιο συνήθης είναι αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου. Η πρώτη ύλη για την παραγωγή αυτών των φωτοβολταϊκών είναι (όπως λέει και το όνομα) το διοξείδιο του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) που το παίρνουμε από χαλαζιακά πετρώματα που χρησιμοποιούνται

επίσης και για την κατασκευή των chips στους υπολογιστές.

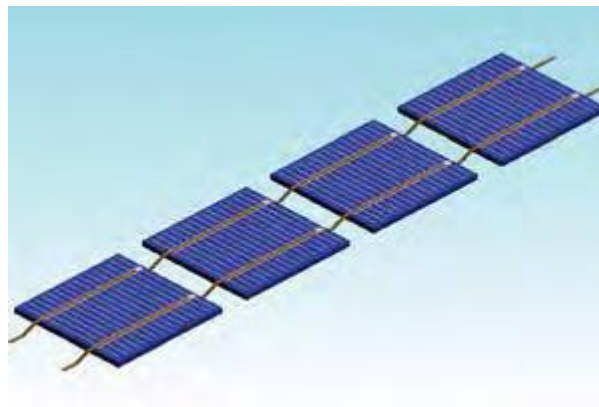


**Εικόνα 24 ΠΥΡΙΤΙΟ**

Το πυρίτιο, αφού υποστεί ειδική επεξεργασία (καθαρισμό σε υψηλό βαθμό >99,99999%, αντίστοιχο αυτού που έχουν τα chips για τους υπολογιστές) γίνεται πολύ λεπτές φέτες (ηλιακά στοιχεία ή αλλιώς ηλιακές κυψέλες) που ενώνονται ηλεκτρικά μεταξύ τους για να σχηματίσουν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο.

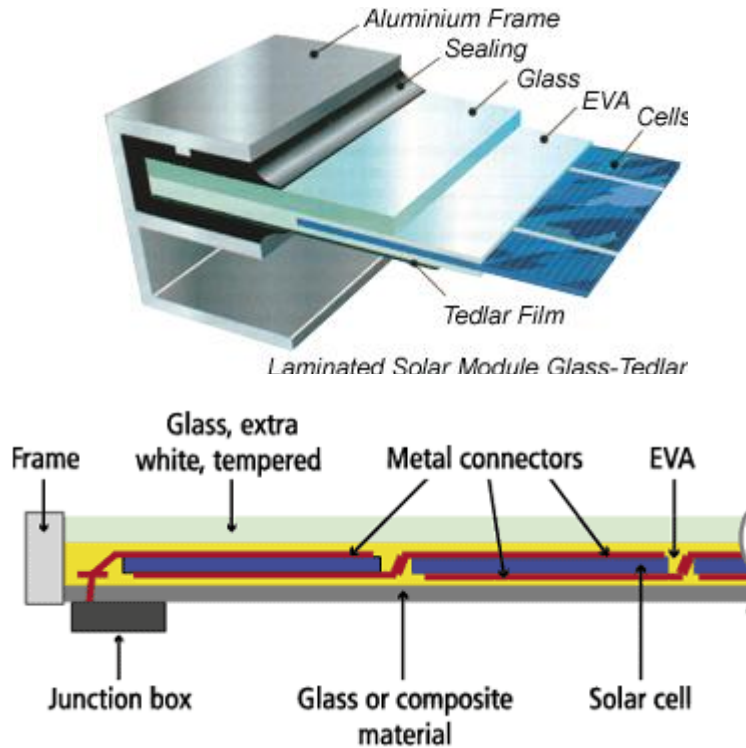


**Εικόνα 25 ΗΛΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**



**Εικόνα 26 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει πως γίνεται η συναρμολόγηση των ηλιακών στοιχείων σε φωτοβολταϊκό πλαίσιο.



Εικόνα 27 Φωτοβολταϊκό Πάνελ

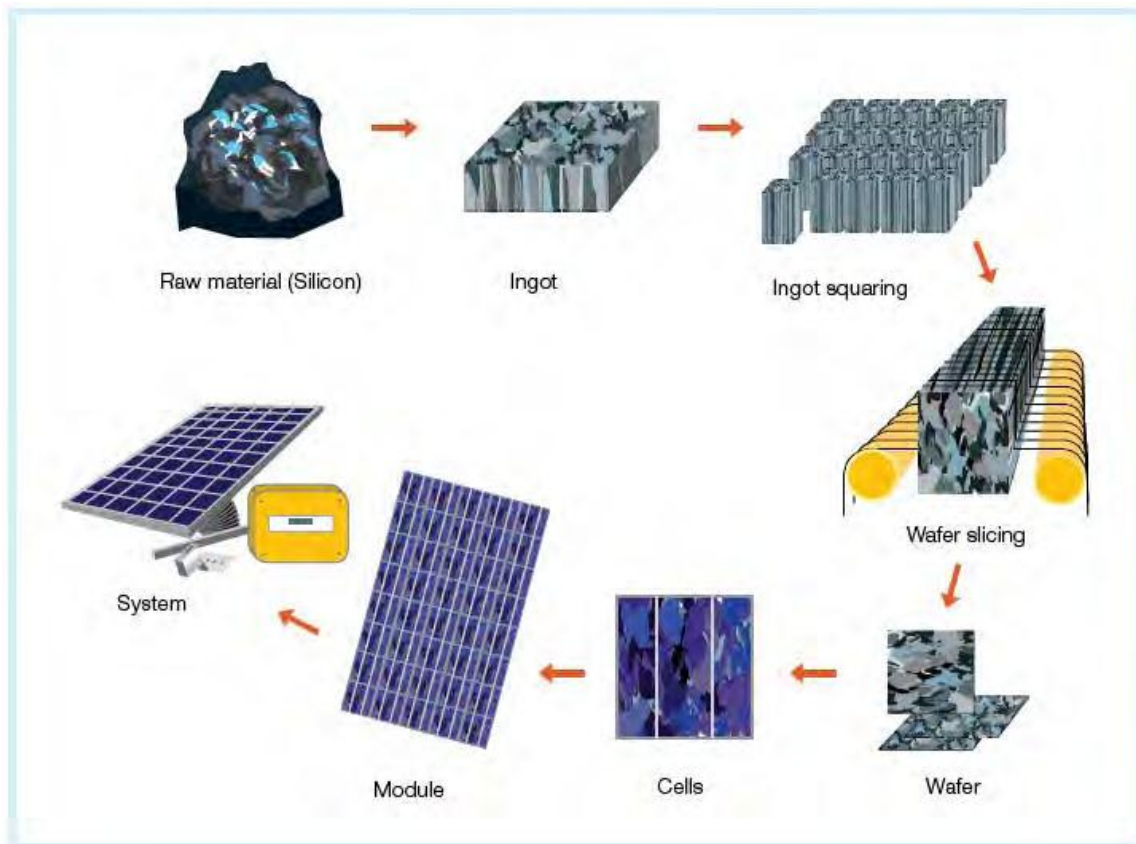
Συνήθως δηλαδή, τα ηλιακά στοιχεία περιβάλλονται από ένα λεπτό φιλμ EVA (πάχους 0,25- 0,5 mm), ενώ στην πάνω πλευρά μπαίνει και ένα ενισχυμένο γυαλί (ειδικό γυαλί με αντιανακλαστική στρώση και μεγάλη αντοχή). Από κάτω μπαίνει ή μία στρώση tedlar ή κάποιο άλλο υλικό (π.χ. γυαλί ή μέταλλο). Οι στρώσεις αυτές των υλικών συνήθως ενθυλακώνονται σε ένα πλαίσιο αλουμινίου. Στο πίσω μέρος μπαίνει ένα junction box από πολυεστέρα για τη σύνδεση των καλωδίων το οποίο προσκολλάται με κόλλα σιλικόνης.



Εικόνα 28 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ



Εικόνα 29 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ



Εικόνα 30 Μέρη Φωτοβολταϊκού Πάνελ

**Στάδιο 1: Επεξεργασία της “πρώτης ύλης”** (“Casting and Wafering”, δηλαδή κρυστάλλωση με θερμική διεργασία του πυριτίου σε κυλινδρικούς μονοκρυστάλλους ή πολυκρυσταλλικές χελώνες ή κατευθείαν σε πολυκρυσταλλικά δισκία πυριτίου και κοπή των παραπάνω σε λεπτά δισκία ή φέτες πυριτίου).



Εικόνα 31 ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ (Στάδιο 1)

**Στάδιο 2: Παραγωγή ηλιακών στοιχείων**



Εικόνα 32 ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (Στάδιο 2)

**Στάδιο 3: Συναρμολόγηση φωτοβολταϊκών πλαισίων**



Εικόνα 33 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (Στάδιο 3)

Σε αντίθεση με τις μονάδες τεχνολογίας κρυσταλλικού πυριτίου που μπορεί να είναι διακριτές και σε διαφορετικά μέρη μεταξύ τους, οι μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών τεχνολογιών thin film χρησιμοποιούν μια καθετοποιημένη διαδικασία παραγωγής.



### TCO 1200

Transparent conductive oxide deposition



### ΚΑΙ 1200

Photovoltaic layer deposition

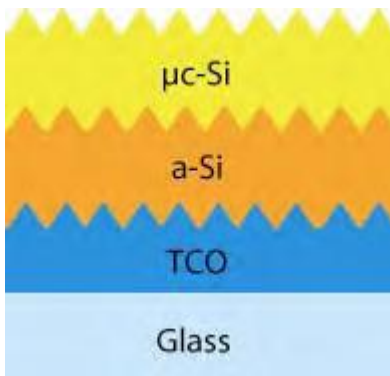


### LSS 1200

Laser scribing



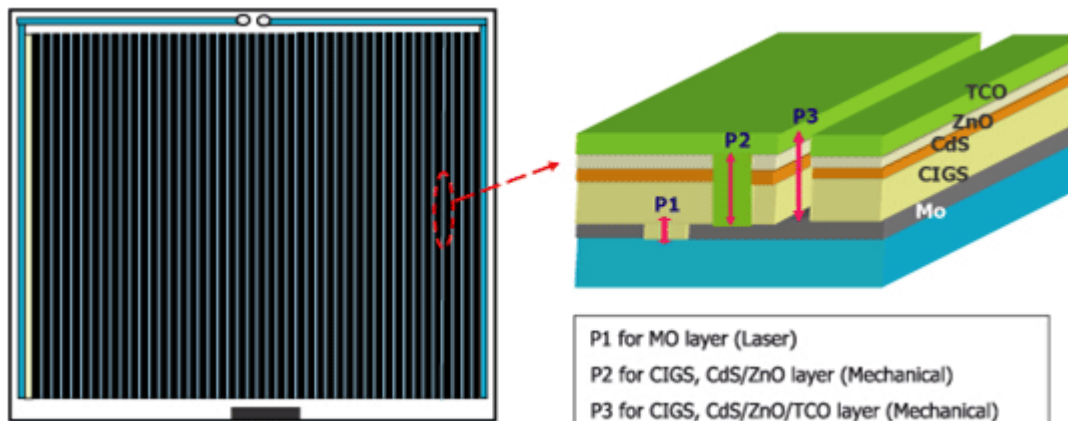
Εικόνα 34 ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΑΜΟΡΦΟΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΦΟΡΜΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ



Εικόνα 35 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΟΜΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΜΙΚΡΟΦΟΡΜΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ



Εικόνα 36 ΑΠΟ ΤΙ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ thin film ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ CdTe



Εικόνα 37 ΑΠΟ ΤΙ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ thin film ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ CIGS

(Antonio Luque, Steven Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, Wiley 2002)

## 1.11 INVERTER

Ο inverter (αντιστροφέας ή μετατροπέας στα ελληνικά) είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο αντίστοιχο με αυτό του δικτύου. Οι αντιστροφέες μπορεί να είναι μικροί (string inverters) ή κεντρικοί, ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος.



Εικόνα 38 INVERTER

Στην τεχνολογία στοιχειοσειρών (string), η φωτοβολταϊκή γεννήτρια χωρίζεται σε επιμέρους επιφάνειες μονάδας και σε κάθε μία από τις επιμέρους "στοιχειοσειρές" αντιστοιχίζεται ένας ξεχωριστός μετατροπέας. Χάρη σε αυτή την τεχνολογία μειώνονται

τα έξοδα του συστήματος, η εγκατάσταση απλοποιείται σημαντικά και αυξάνεται η ενεργειακή απόδοση καθώς και η διαθεσιμότητα της εγκατάστασης.



**Εικόνα 39 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ string**



**Εικόνα 40 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ inverter**

Οι κεντρικοί μετατροπείς ενδείκνυνται ιδιαίτερα για τη δημιουργία φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων με ομοιογενή δομή (πλαίσια του ίδιου τύπου με ταυτόσημο προσανατολισμό και κλίση). Χρησιμοποιούνται για εγκαταστάσεις άνω των 100 kWp και έχουν σχεδιαστεί για εξωτερική χρήση.

### **1.12 ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΗΛΙΟΣΤΑΤΕΣ**

Η στήριξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων γίνεται συνήθως με βάσεις αλουμινίου ή γαλβανισμένες (ή με συνδυασμό υλικών). Στο εμπόριο διατίθενται τυποποιημένες βάσεις για διάφορους τύπους πλαισίων. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα στήριξης πληρούν τις

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

---

προδιαγραφές DIN 1055, DIN 4113, DIN 18800 και έχουν μεγάλη αντοχή στην καταπόνηση. Η τοποθέτηση σε οικόπεδα γίνεται είτε με τσιμεντένιες βάσεις ή με πασσαλόπηξη ή με ειδικές βιδωτές βάσεις. Για τα κτίρια (δώματα και στέγες) παρέχεται μια μεγάλη ποικιλία τυποποιημένων βάσεων στήριξης για όλες τις εφαρμογές.



**Εικόνα 41 ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**



**Εικόνα 42 ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**



**Εικόνα 43 ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**



**Εικόνα 44 ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**



**Εικόνα 45 ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**

Οι ηλιοστάτες (trackers) είναι συστήματα στήριξης επί εδάφους που ακολουθούν την πορεία του ήλιου εκμεταλλευόμενοι περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία και αυξάνοντας έτσι την απόδοση του συστήματος (συνήθως κατά 25%-40%), αυξάνοντας παράλληλα το κόστος και τα λειτουργικά της επένδυσης. Διακρίνονται σε μονοαξονικούς και διαξονικούς και παρέχονται σε μεγάλη ποικιλία μεγεθών. Για να αποφεύγονται οι σκιάσεις μεταξύ τους, απαιτείται μεγαλύτερη έκταση απ' ό τι για τις σταθερές βάσεις (συνήθως 1,5-3 φορές μεγαλύτερη έκταση).



**Εικόνα 46 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΩΝ ΗΛΙΟΣΤΑΤΩΝ**



**Εικόνα 47 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΞΟΝΙΚΩΝ ΗΛΙΟΣΤΑΤΩΝ**

(Κορνελάκη Ε., «Ανάλυση Κύκλου Ζωής Φωτοβολταϊκού Συστήματος Στη Περιοχή Της Κρήτης», Χανιά, 2009)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΚΟΠΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Τα φωτοβολταϊκά, καθότι μια διαδεδομένη τεχνολογία, ειδικά στις χώρες του εξωτερικού, θεωρείται πως έχουν ωριμάσει πλήρως σε επίπεδο εφαρμογής. Είτε πρόκειται για εγκατάσταση γεννητριών άμορφου είτε κρυσταλλικού πυριτίου, οι κατασκευάστριες εταιρίας διαθέτουν 25ετή εγγύηση καλής λειτουργίας, που εγγυάται έως και το 90% της ονομαστικής απόδοσης των πλαισίων. Τα δε ηλεκτρονικά ισχύος, διαθέτουν και αυτά κατά κανόνα εγγύηση ή δυνατότητα επέκτασης εγγύησης για 20 χρόνια, δηλαδή όσο ο κύκλος ζωής της επένδυσης.

Οι πολυάριθμες Ελληνικές εγκαταστάτριες εταιρίες προσφέρουν λύσεις «με το κλειδί στο χέρι» (turn-key), σε συνεργασία με οίκους του εξωτερικού (κυρίως Γερμανικούς και Ισπανικούς) οι οποίοι διαθέτουν μεγάλη εμπειρία σε εγκαταστάσεις μικρής και μεγάλης κλίμακας. Οι σταθμοί σχεδιάζονται από πιστοποιημένα λογισμικά μοντέλα διαστασιολόγησης και το ενεργειακό αποτέλεσμα είναι παραπάνω από εγγυημένο. Οι ασφαλίσεις ελαχίστων εσόδων που προσφέρουν οι περισσότεροι εγκαταστάτες, σε συνδυασμό με τις συνεργαζόμενες ασφαλιστικές εταιρίες τους, έρχονται να πιστοποιήσουν το παραπάνω. Ως αποτέλεσμα, δεν υπάρχει ιδιαίτερη διαφοροποίηση σχετικά με την επιλογή του εξοπλισμού και του εγκαταστάτη:

- Η εγκατάσταση των Φ/Β αποτελεί μια πεπατημένη και εφαρμοσμένη πρακτική, η οποία απλά απαιτεί υπευθυνότητα και μεθοδικότητα προκειμένου να είναι απόλυτα επιτυχής.
- Οι κατασκευάστριες εταιρίες των πλαισίων δίδουν πανομοιότυπες εγγυήσεις, ενώ τα περισσότερα πάνελ και ηλεκτρονικά ισχύος του εμπορίου έχουν όλες τις απαραίτητες πιστοποιήσεις.
- Οι εργολάβοι εγκαταστάτες και το προσωπικό που εργάζεται για λογαριασμό των εταιριών turn key είναι εκπαιδευμένοι σε ειδικά σεμινάρια για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.
- Οι τιμές της αγοράς δε διαφέρουν ιδιαίτερα. Υπάρχει το πολύ μια απόκλιση +/- 10% στην τιμή του κυρίως παραγωγικού εξοπλισμού, ενώ το συνολικό κόστος

της εγκατάστασης μπορεί να διαφοροποιηθεί από τον προαιρετικό εξοπλισμό (ασφαλείας, αντικεραυνικά κλπ.) που θα επιλέξει ο φορέας.

Η επιλογή προμηθευτή της επιχείρησης έγκειται στην υποκειμενική αξιολόγηση των εναλλακτικών εγκαταστάτριων εταιριών μέσω της έρευνας αγοράς που πραγματοποιήσε.

### 2.1. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η ισχυρή περιβαλλοντική και αναπτυξιακή διάσταση των ΑΠΕ είναι πλέον αδιαμφισβήτητη, ειδικά παρατηρώντας τη διεθνώς αλματώδη πορεία τους. Η Ελλάδα αν και με χρονική καθυστέρηση, σύντομα αναμένεται και αυτή να γνωρίσει ανάπτυξη λόγω του συνδυασμού των ισχυρών οικονομικών κινήτρων που δίνει η νέα νομοθεσία για την προώθηση των ΑΠΕ και της δεύτερης μεγαλύτερης ηλιοφάνειας στην Ευρώπη, μετά την Ισπανία.



**Εικόνα 48 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ**

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία, αλλά η μειωμένη τιμή του

πετρελαίου και η έλλειψη συγκεκριμένων κινήτρων διατήρησαν χαμηλή την ανάπτυξη τους. Πρόσφατα, λόγω της αλματώδους αύξησης της τιμής του πετρελαίου, της αποδεδειγμένης αρνητικής συνεισφοράς της χρήσης των ορυκτών πόρων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά και συγκεκριμένων στόχων που έχουν τεθεί σχετικά με το παραγόμενο απο ΑΠΕ ποσοστό ενέργειας, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την συγκεκριμένη μορφή ενέργειας και χαρακτηρίζεται παγκοσμίως απο αλματώδη ανάπτυξη. Έχουν ήδη δρομολογηθεί μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκοί σταθμοί στις ΗΠΑ και την περιοχή της Μεσογείου.

Ειδικότερα σε ότι αφορά στη σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους ηλεκτροπαραγωγής, απο πλευρας περιβαλλοντικής αποδοχής, είναι σαφής η υπεροχή της συγκεκριμένης τεχνολογίας καθώς σε αντίθεση με αυτές:

- Δεν παράγει ρύπους
- Εκμεταλλεύεται έναν εγχώριο και ανεξάντλητο φυσικό πόρο σε περιοχή που διαθέτει έναν απο τους υψηλότερους δείκτες ηλιοφάνειας στη Ευρώπη

Παράλληλα, το μέσο κόστος παραγωγής ενέργειας απο φωτοβολταϊκούς σταθμούς είναι μεν υψηλότερο απο αυτό των συμβατικών πηγών ενέργειας, είναι όμως αποδεκτό κατά τις φάσεις αιχμής ζήτησης, όταν δηλαδή παρουσιάζουν τη μέγιστη ενεργειακή τους συνεισφορά. Επιπλέον καθίσταται απολύτως συγκρίσιμο εάν ληφθεί υπόψη το πρόσθετο κόστος που συνεπάγεται η χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας και το οποίο πολύ συχνά δεν εσωτερικεύεται στην οικονομική αποτίμηση των ενεργειακών έργων. Το εν λόγω κόστος αφορά:

- Στον περιορισμό των ρύπων.
- Το κόστος επαναφοράς του περιβάλλοντος στην προηγούμενη κατάσταση σε τοπικό επίπεδο.
- Το κόστος απο την αντιμετώπιση των αναπόφευκτων επιπτώσεων – αντιπλυμμηρικά έργα, αντιμετώπιση πυρκαγιών, αναδάσωση, αποζημιώσεις πυρόπληκτων και λοιπών θυμάτων φυσικών καταστροφών που οφείλονται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

- Το κόστος αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής CO<sub>2</sub> στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου του Κιότο λόγω της εώς τώρα αποτυχίας της να συγκρατήσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται κυρίως στο CO<sub>2</sub> που εκλύεται από τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα.
- Για τους λόγους αυτούς άλλωστε η Ελλάδα πρόσφατα καθιέρωσε με το Ν. 3468/06 μια από τις πλέον γενναίες τιμολογιακές πολιτικές διεθνώς ώστε να καταστούν οικονομικά βιώσιμοι οι φωτοβολταϊκοί και ηλιοθερμικοί σταθμοί, στα πρότυπα των αιολικών πάρκων.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ & ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Σύμφωνα με τον νέο Νόμο 3851/2010 και τις πρόσφατες ανακοινώσεις της ΔΕΗ, σε φωτοβολταϊκούς σταθμούς έως 500 kW, τα βήματα για την υλοποίηση της επένδυσης ενός πάρκου είναι:

- 1. Επιλογή κατάλληλου αγροτεμαχίου / γηπέδου για την εγκατάσταση του Φ-Β σταθμού:**
  - i.** Να υπάρχει τίτλος κυριότητας (συμβολαιογραφική πράξη και πιστοποιητικό μεταγραφής της στο υποθηκοφυλακείο), ή κατοχής του γηπέδου εγκατάστασης (σε περίπτωση απλής μίσθωσης, το μισθωτήριο θεωρημένο από τη ΔΟΥ και αντίγραφο του τίτλου κυριότητας του ιδιοκτήτη). Γίνονται δεκτά και προσύμφωνα αγοράς ή μίσθωσης.
  - ii.** Να είναι άρτιο και οικοδομήσιμο (άρα τουλάχιστον 4 στρ. για εκτός σχεδίου).
  - iii.** Να υπάρχει πρόσβαση (επαρχιακός, δημοτικός, αγροτικός δρόμος).
  - iv.** Να μην είναι μακριά από το δίκτυο ΔΕΗ (λόγω μεγαλύτερου κόστους – χρόνου σύνδεσης).
  - v.** Να μην εντάσσεται στις ζώνες αποκλεισμού (αρχαιολογικές ζώνες, δάση, γη υψηλής παραγωγικότητας, κηρυγμένα μνημεία της φύσης).
  - vi.** Θα πρέπει να υπάρχει τοπογραφικό του χώρου εγκατάστασης (1:500). Στο τοπογραφικό οι κορυφές του χώρου εγκατάστασης πρέπει να είναι εξαρτημένες στο «Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς» (ΕΓΣΑ) '87. Θα απαιτηθούν χάρτες του χώρου εγκατάστασης από τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ) κλίμακας 1:5.000 και 1:50.000 (γεωαναφερμένοι και οι δύο χάρτες) και με αποτύπωση του πολυγώνου του γηπέδου (χώρου) της εγκατάστασης.

2. Σύσταση εταιρείας (Ατομική, Ο.Ε., Ε.Ε., Ε.Π.Ε., Α.Ε.) η οποία θα υποβάλλει τις αιτήσεις για αδειοδότηση του έργου ή προσθήκη σε καταστατικό υφιστάμενης εταιρείας της νέας δραστηριότητας «παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ»
3. Κατοχή του γηπέδου εγκατάστασης (Τίτλος κυριότητας του γηπέδου εγκατάστασης (συμβολαιογραφική πράξη και πιστοποιητικό μεταγραφής της στο υποθηκοφυλακείο), ή νόμιμης κατοχής αυτού (μισθωτήριο συμβόλαιο της εταιρείας του επενδυτή). Γίνονται δεκτά και προσύμφωνα αγοράς ή μίσθωσης.
4. Αίτηση προς ΔΕΗ για τον προσδιορισμό των όρων σύνδεσης του Φ-Β σταθμού στο δίκτυο
5. Αίτηση για λήψη βεβαίωσης απαλλαγής από έγκριση περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ) από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή (για σταθμούς ισχύος έως 500 kW). Κατ' εξαίρεση υπόκειται σε διαδικασία ΕΠΟ φωτοβολταϊκά ισχύος έως 500 kW εφόσον : α) εγκαθίσταται σε περιοχές Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από 100 μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού και β) γειτνιάζουν, σε απόσταση μικρότερη των 150 μέτρων με άλλο Φωτοβολταϊκό Σταθμό και η συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει το όριο των 500 kW . Έγκριση περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ) απαιτείται οποσδήποτε για σταθμούς ισχύος άνω των 500 kW.
6. Αίτηση για έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας από Πολεοδομία (ή έγκριση εργασιών).

### **Για την αίτηση απαιτούνται:**

1. Γνωμοδότηση από αρχαιολογικές υπηρεσίες (Εφορία προϊστορικών και κλασικών αρχαιοτήτων, Εφορία βυζαντινών αρχαιοτήτων, Εφορία νεότερων μνημείων).
2. Πράξη χαρακτηρισμού του αγροτεμαχίου από δασαρχείο.
3. Βεβαίωση χρήσης γης από πολεοδομία.
4. Βεβαίωση περί γης υψηλής παραγωγικότητας από ΝΕΧΩΠ.
5. Σύμβαση σύνδεσης με τη ΔΕΗ για τη σύνδεση του Φ-Β σταθμού στο δίκτυο.

6. Σύμβαση πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με ΔΕΣΜΗΕ (ή ΔΕΗ για νησιά).
7. Εγκατάσταση και σύνδεση του Φ-Β σταθμού στο δίκτυο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ Α.Π.Ε.

Στη συνέχεια παραθέτονται οι σημαντικότερες ελληνικές νομοθετικές διατάξεις, οι οποίες σχετίζονται με τις ΑΠΕ ([www.ypeka.gr/](http://www.ypeka.gr/)) με χρονολογική σειρά ξεκινώντας με τη πιο πρόσφατη.

- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1506/οικ. 10662 (ΦΕΚ Β΄ 1310):** Συμπλήρωση της υπ' αριθμ. Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1289/9012/30.04.2013 κοινής υπουργικής απόφασης (Β΄ 1103/02.05.2013) με την οποία τροποποιήθηκε το Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.
- **Ν. 4152/2013 (ΦΕΚ Α΄ 107/09.05.2013):** Επείγοντα μέτρα εφαρμογής των νόμων 4046/2012, 4093/2012 και 4027/2013 (Παράγραφος Γ΄ - Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας).
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1289/9012 (ΦΕΚ Β΄ 1103):** Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1288/9011 (ΦΕΚ Β΄ 1103):** Τροποποίηση της υπ' αριθμ. Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2262/31.01.2012 (Β΄ 97/31.01.2012) απόφασης του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με θέμα «Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς», όπως ισχύει.
- **Ν. 4093/2012 (ΦΕΚ Α΄ 222/22.11.2012):** Έγκριση μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013 – 2016 – Επείγοντα Μέτρα Εφαρμογής του ν.4046/2012 και του Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013 – 2016 (Παράγραφος Ι.2 – Ρυθμίσεις ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ)

- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2300 οικ. 16932 (ΦΕΚ Β΄ 2317):** Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, λόγω κάλυψης των στόχων που έχουν τεθεί με την απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 του Υπουργού Π.Ε.Κ.Α.
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2301 οικ. 16933 (ΦΕΚ Β΄ 2317):** Τροποποίηση της απόφασης με αριθμό Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2262/ 31.1.2012 (Β΄97) σχετικά με την τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2302 οικ. 16934 (ΦΕΚ Β΄ 2317):** Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2303 οικ. 16935 ΦΕΚ Β 2317:** Προσδιορισμός ποσοστού της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. του άρθρου 14 του ν.1730/1987, το οποίο αποτελεί πόρο του Ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν.2773/1999.
- **Ν. 4062/2012 (ΦΕΚ Α΄ 70/30.03.2012):** Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) – Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 2266 (ΦΕΚ Β΄ 97):** Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 2262 (ΦΕΚ Β΄ 97):** Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.28287/12.12.2011 (ΦΕΚ Β΄ 3005/12.12.2011):** Ειδικό τέλος και παροχή κινήτρων στους οικιακούς καταναλωτές στις περιοχές όπου εγκαθίστανται Α.Π.Ε.

- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 1481/04.10.2011 ΦΕΚ Β 2373\_25.10.2011:** Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 18018 (ΦΕΚ Β΄ 2132):** Τροποποίηση της υπ' αρ. πρωτ. Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004 (Β΄1671) κοινής υπουργικής απόφασης με την οποία τροποποιήθηκε η υπ'αρ. πρωτ. 13727/724/24.7.2003 (Β΄1087) κοινή υπουργική απόφαση ως προς την αντιστοίχιση δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία.
- **Υ.Α. 9154 (ΦΕΚ Β΄ 583/14.04.2011):** Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια.
- **Αρ. 072528 (ΦΕΚ Β΄102/01.02.2011):** Τροποποίηση της με αριθμ. 168040/03–09–2010 κοινής απόφασης των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας»
- **Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 24839 (ΦΕΚ Β΄1901/03.12.2010):** Εγγυοδοσία για την υπογραφή Συμβάσεων Σύνδεσης στα δίκτυα διανομής σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής.
- **Αποφ. Φ1 οικ 19598 (ΦΕΚ Β΄ 1630/11.10.2010):** Απόφαση για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

- **Α.Υ./Φ1/οικ. 18513 (ΦΕΚ Β΄ 1557/22.09.2010):** Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις.
- **ΦΕΚ Β΄ 1079/04.06.2010:** Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτηρίων.
- **Α.Υ/Φ1/οικ 17149 (ΦΕΚ Β΄ 1497/06.09.2010):** Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του Ν. 3468/2006, όπως ισχύει, πλην ηλιοθερμικών και υβριδικών σταθμών.
- **Κ.Υ.Α. 36720 (ΑΑΠ 376/06.03.2010):** Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς.
- **ΑΥ/Φ1/οικ. 14586/19.07.2010:** Οδηγίες εφαρμογής διατάξεων του Ν. 3851/2010 σχετικά με το άρθρο 2 παρ. 1 – κριτήριο ι) και το άρθρο 15 παρ. 3, προς την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.
- Ενοποίηση των διατάξεων του Ν. 3468/2006 όπως τροποποιήθηκαν από τους Ν. 3734/2009, Ν. 3851/2010, Ν. 3889/2010 και λοιπών διατάξεων νόμων. 22.10.2010
- **Νόμος 3889/2010 (ΦΕΚ Α΄ 182/14.10.2010):** Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις. (Άρθρο 30 «Λοιπές διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», Άρθρο 29 «Θέματα Υπηρεσίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας»)

- **Νόμος 3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85/04.06.2010):** Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
- **N.3734/09 (ΦΕΚ Α' 8/28-1-09):** «Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις»
- **N.3468/06 (ΦΕΚ Α' 129/27-6-06):** «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις».
- **N. 2941/01 (ΦΕΚ Α' 201/12-09-01):** «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και άλλες διατάξεις»
- **N. 2244/94 (ΦΕΚ Α' 168/07-10-94):** «Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις».
- **N. 2773/99 (ΦΕΚ Α' 286/22-12-99):** «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις».
- **N. 2647/98 (ΦΕΚ Α' 237/22-10-98):** «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις περιφέρειες και την αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».
- **K.Y.A. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.13129/2.8.96 ΥΠ.ΑΝ (ΦΕΚ Β' 766/28.8.1996):** «Προσδιορισμός παραβάσεων και καθορισμός διαδικασίας επιβολής σχετικών κυρώσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής».
- **K.Y.A. ΣΕ 2708/17-12-87 ΥΒΕΤ (ΦΕΚ Β' 761):** «Δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση αδειών ίδρυσης, εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής».

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 5.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

Το παρόν έργο αφορά στο σχεδιασμό και στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 79,86kW, ο οποίος θα διασυνδεθεί με το δίκτυο διανομής στη Χαμηλή Τάση.

### 5.2 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Αναλυτικά τα επιμέρους τεχνικά χαρακτηριστικά της Φ/Β εγκατάστασης, καθώς και αναλυτική εκτίμηση του επιμέρους εξοπλισμού παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.

### 5.3 ΦΕΡΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ Φ/Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Ο κάθε tracker άχει μεταλλικό πλαίσιο δυνατότητας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων συνολικής επιφάνειας 150 m<sup>2</sup> (15X10m). Το κάθε σύστημα Tracker περιλαμβάνει: δακτύλιο σκυροδέματος 1 m<sup>3</sup>, δακτύλιο ολίσθησης προσαρμοσμένο στην βάση σκυροδέματος. Τα έδρανα και τα στοιχεία ολίσθησης είναι από Teflon. Η κίνηση είναι αζιμουθιακή, και ο υπολογισμός θέσης επιτυγχάνεται με σύστημα ελέγχου με αστρονομικό αλγόριθμο. Ο κάθε Tracker επίσης περιλαμβάνει Μονάδα Κεντρικού Ελέγχου με γέφυρα επικοινωνίας και μετεωρολογικό σταθμό.

### 5.4 Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΑ

Τα προσφερόμενα Φ/Β πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου και ονομαστικής ισχύος 217Wr, κατασκευάζονται από τον Ισπανικό οίκο **SOLARIA**. Τα Φ/Β πλαίσια SOLARIA είναι σχεδιασμένα για διασυνδεδεμένα συστήματα και χαρακτηρίζονται για την υψηλή ποιότητα κατασκευής και την άριστη απόδοσή τους. Συνολικά θα

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

χρησιμοποιηθούν τριακόσια εξήντα οκτώ (368) Φ/Β πλαίσια SOLARIA S6P SERIES S6P217, ισχύος 217 Wp, τα οποία αθροίζουν σε μία συνολική ισχύ συστήματος ίση με 79,86 kWp.

### 5.4.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια εμφανίζουν τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Πίνακας 1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΝΕΛ

Τεχνικό Στοιχείο	Τιμή
Ονομαστική ισχύς	217 WP
Διαστάσεις	1647 x 977x 35 mm
Βάρος	21 kg
Τύπος κυψελών και layout	60 πολυκρυσταλλικές κυψέλες, 6"
Θερμοκρασιακός συντελεστής μεταβολής ισχύος - P <sub>N</sub>	-0,44%/K
Θερμοκρασιακός συντελεστής μεταβολής τάσης ανοικτού κυκλώματος – U <sub>OC</sub>	-0,31%/K
Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος βραχυκυκλώσεως - I <sub>SC</sub>	+0,043%/K

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τέλος τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του εν λόγω φωτοβολταϊκού πλαισίου:

Πίνακας 2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΝΕΛ

Ηλεκτρολογική Προδιαγραφή	Τιμή
Ονομαστική ισχύς (P <sub>mpp</sub> )	217 W
Απόκλιση Ισχύος (Δ P <sub>mpp</sub> )	+0%/+3%
Ονομ. Τάση U <sub>mpp</sub>	28,8 V
Ονομ. Ένταση I <sub>mpp</sub>	7,54 A
Τάση ανοικτού κυκλώματος (U <sub>oc</sub> )	37,07 V
Βαθμός απόδοσης πλαισίου	13,5 %
Μέγιστη επιτρεπόμενη τάση συστήματος	1000 V

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Τα παραπάνω ισχύουν για τις τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου λειτουργίας των πλαισίων, δηλαδή για ηλιακή ακτινοβολία AM1,5,  $1.000\text{W/m}^2$  και θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$ . Τα πλαίσια ενσωματώνουν παρακαμπτήριες διόδους, οι οποίες περιορίζουν τις απώλειες ισχύος στην περίπτωση μερικής σκίασης, καθώς και αντί-ανακλαστική επικάλυψη.

### 5.5 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

Οι μετατροπείς τάσεως (inverters) είναι της γερμανικής εταιρείας SMA, τύπος Sunny Mini Central SMC 7000 TL, εξοπλισμένοι με τον ενσωματωμένο διακόπτη απομόνωσης φορτίου DC Electronic Solar Switch (ESS). Είναι ανθεκτικής κατασκευής, στεγανού τύπου (IP 65) και η χρήση τους είναι κατάλληλη για εξωτερικούς χώρους και εύρος θερμοκρασιών από  $-25^\circ\text{C}$  έως  $+60^\circ\text{C}$ . Χαρακτηρίζονται από υψηλή απόδοση, η οποία ανέρχεται στο 98%. Οι προτεινόμενοι μετατροπείς τάσεως DC-AC έχουν τη δυνατότητα να εξυπηρετούν έως και τέσσερις (4) συστοιχίες (strings) Φ/Β πλαισίων. Είναι ισχύος 7 kW (μέγιστη AC ισχύς) έκαστος και εναρμονισμένοι με τα πρότυπα διασύνδεσης του δικτύου της ΔΕΗ. Ο μετατροπέας SMC 7000 TL διαθέτει όλα τα απαραίτητα πιστοποιητικά για την αποφυγή του φαινομένου της νησιδοποίησης, σύμφωνα με το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1, που απαιτείται από τη ΔΕΗ.

#### 5.5.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ INVERTER

Πίνακας 3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ INVERTER

Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά	Τιμή
DC Ισχύς Εισόδου – PDC,max	7200 W
Εύρος Υ/Β Τάσης MPPT – UPV	333-500 V
Μέγιστη DC Τάση Εισόδου – UDC,max	500 V
Μέγιστη DC Ένταση Εισόδου – IDC,max	22 A
Κυμάτωση Τάσης - UPP	<10%
Μέγιστο πλήθος παράλληλων συστοιχιών (PV-	4

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Μέγιστη Ισχύς Εξόδου (AC) – PAC,max	7000 W
Ονομαστική AC Τάση Εξόδου – UAC.nom	220-240 V
Ονομαστική AC Συχνότητα Εξόδου – fAC.nom	50/60 Hz
Μέγιστη απόδοση	98,0%
Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης	97,7%
Συντελεστής Παραμόρφωσης ρεύματος δικτύου	<4%
Διαστάσεις (ΠxΤxB)	468 x 613 x 242 mm
Βάρος	32 kg
Εύρος θερμοκρασίας περιβάλλοντος	-25°...+60°C
Περίβλημα με πιστοποίηση κατά DIN EN 60529	IP-65

### 5.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ SMA

Το σύστημα θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Πίνακας 4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ SMA

Περιγραφή	Τεμάχια
Sunny Webbox	1
Sunny Sensorbox	1
Sunny Portal	1

Προκαταρκτική εκτίμηση σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ.

Στην επισυνημμένη επιστολή διατύπωσης όρων σύνδεσης του φωτοβολταϊκού σταθμού, εκ μέρους της ΔΕΗ περιοχής Ηρακλείου περιέχονται τα αναγκαία κατασκευαστικά έργα για τη σύνδεση του σταθμού με το δίκτυο είναι:

- Κατασκευή νέας τριφασικής παροχής ΧΤ
- Εγκατάσταση ηλεκτρονικής μετρητικής διάταξης εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας με ενσωματωμένο GSM modem.
- Η συνολική προϋπολογιστική δαπάνη την οποία βαρύνεται ο επενδυτής και η οποία συμπεριλαμβάνεται στην χρηματοοικονομική ανάλυση
- Οι ηλεκτρολογικές προδιαγραφές της σύνδεσης σύμφωνα με τους περιορισμούς του τοπικού δικτύου χαμηλής τάσης

Επιπλέον, αναφέρεται ότι για τις ανάγκες των μηχανημάτων παρακολούθησης και ασφάλειας, θα χρησιμοποιηθεί ηλεκτρικό ρεύμα που θα αντλείται από το δίκτυο της ΔΕΗ. Για το συγκεκριμένο σκοπό, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί το τοπικό δίκτυο χαμηλής τάσης, μέσω εγκατάστασης μετασχηματιστή υποβιβασμού Μ.Τ.-Χ.Τ.

### 5.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΡΑΧΘΟΥΝ

Η επένδυση αφορά την παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά όπως περιγράφεται παραπάνω. Το ρεύμα που παράγεται αποδίδεται στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης της ΔΕΗ. Η πολιτεία προβλέπει εξασφαλισμένη τιμή πώλησης (feed-in tariff) για διάστημα 20 ετών, στα 100 €/MWh με κάποια ετήσια αύξηση.

**Πρώτες ύλες:** Η πρωτογενής ενέργεια που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας είναι η ηλιακή. Η εγκατάσταση θα αποτελείται από «Φωτοβολταϊκή» τα οποία αποτελούν διατάξεις που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Ουσιαστικά όταν αναφερόμαστε στον όρο πρώτες ύλες σε μία φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, αναφερόμαστε στην ηλιακή ενέργεια. Επομένως, έχουμε πρώτη ύλη με επάρκεια, χωρίς επιπλέον κόστη μετά την εγκατάσταση.

**Παραγωγικότητα μονάδας – Ενεργειακή μελέτη:** Για τον υπολογισμό και την τεκμηρίωση της αναμενόμενης απόδοσης του Φωτοβολταϊκού Πάρκου θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο PVGIS. Το PVGIS είναι ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS) το οποίο αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο για το Περιβάλλον και την Αειφορία του Ενιαίου Ερευνητικού Κέντρου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με σκοπό την εκτίμηση ηλιακού δυναμικού και απόδοσης Φ/Β συστημάτων σε κάθε σημείο της Ευρώπης. Το μοντέλο του PVGIS λειτουργεί ευέλικτα και μπορεί να παράσχει πληθώρα πληροφοριών σχετικά με την πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο ή κεκλιμένο επίπεδο, την διάθλαση αυτής, θερμοκρασιακά δεδομένα, απόδοση φωτοβολταϊκών στοιχείων σταθερών ή με σύστημα παρακολούθησης ηλίου, απώλειες

λόγω θερμοκρασίας, βέλτιστη κλίση πλαισίων για κάθε μήνα, κ.ά. Το μοντέλο χρησιμοποιεί στοιχεία ηλιοφάνειας που πηγάζουν από την καθαρή ακτινοβολία (Clear Sky Irradiation), τα οποία ανάλογα με τα δορυφορικά ατμοσφαιρικά δεδομένα που έχουν καταγραφεί τα προηγούμενα χρόνια, μετατρέπονται σε δεδομένα ολικής ακτινοβολίας (Global Irradiation). Τα στοιχεία αναλύονται περεταίρω σε άμεση (beam) και διάχυτη (diffuse) ακτινοβολία. Επιπλέον, τα στοιχεία θερμοκρασίας υπολογίζονται μέσω γραμμικής παλινδρόμησης από τους κατά τόπους μετεωρολογικούς σταθμούς. Το πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό είναι ότι το μοντέλο λαμβάνει υπόψιν το φυσικό ανάγλυφο της κάθε περιοχής, και έτσι υπολογίζει με ακρίβεια τις απώλειες ακτινοβολίας από σκίαση λόγω γειτονικών λόφων ή βουνών. Συνεπώς, δεν χρειάστηκε στην ενεργειακή που προηγήθηκε να υπολογισθούν ξεχωριστά οι παραπάνω απώλειες. Σε κάθε περίπτωση η πηγή δεν μπορεί παρά να θεωρηθεί απολύτως αξιόπιστη και ακριβής. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ακρίβεια του μοντέλου διατίθενται στην ιστοσελίδα (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>)

Για το οικόπεδο της μελέτης μας χρησιμοποιήσαμε το PVGIS για τον ακριβή υπολογισμό της ενεργειακής παραγωγής του σταθμού. Έτσι, για το επιχειρηματικό σχέδιο στη θέση Χερσονήσου ισχύος 79.86 kW, η εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απολαβή ανέρχεται στις 176.000 kWh ετησίως.

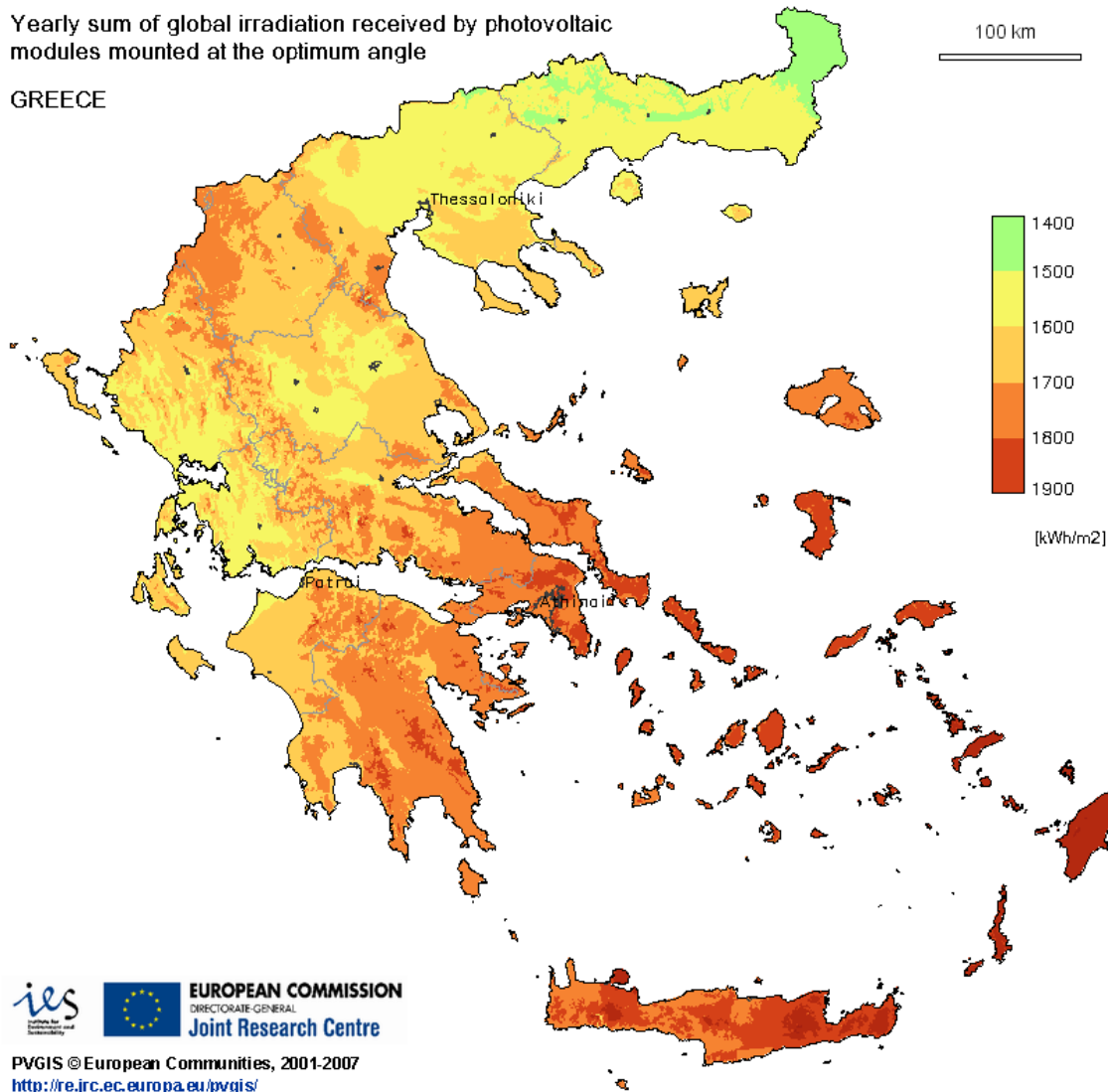
**Απασχόληση:** Η νέα εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 79,86kW πρόκειται να λειτουργεί, όπως και οι υπόλοιπες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, χωρίς τη συνεισφορά μόνιμου εργατικού δυναμικού. Εξάλλου, η λειτουργία τέτοιων πάρκων είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και τηλεπαρακολουθούμενη. Παρόλα αυτά, ο φωτοβολταϊκός σταθμός θα απαιτεί συντήρηση και παρακολούθηση. Η εταιρία που θα αναλάβει τις συγκεκριμένες υπηρεσίες θα εδρεύει εντός της ευρύτερης περιοχής της εγκατάστασης και συνεπώς, ο σταθμός θα εξασφαλίσει εγγυημένη απασχόληση για την επόμενη 20ετία, τονώνοντας έτσι μακροπρόθεσμα την τοπική οικονομία.

**Τοπική Οικονομία:** Κατά τη φάση κατασκευής του σταθμού προβλέπεται να απασχοληθούν τοπικές επιχειρήσεις στον τομέα των έργων πολιτικού μηχανικού, καθώς και στην ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Έτσι θα ενισχυθεί βραχυπρόθεσμα η τοπική οικονομία.

### 5.8 ΤΟΠΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΝΕΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Σε γενικές γραμμές η Ελλάδα διακρίνεται από υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας σε όλη την επικράτεια, ειδικά συγκρινόμενη με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο. Όπως είναι λογικά αναμενόμενο, οι Νότιες περιοχές της χώρας υπερτερούν σε σχέση με τις Βόρειες. Καθότι στην περιφέρεια Κρήτης η ηλιοφάνεια είναι διαθέσιμη σε πολύ υψηλά επίπεδα, το κύριο κριτήριο επιλογής της θέσης στην προκειμένη περίπτωση έγκειται στην απόσταση της προτεινόμενης μονάδας από την έδρα της επιχείρησης καθώς και στη διαθεσιμότητα γης σε βιώσιμο κόστος, και όχι στην όποια διαφοροποίηση υπάρχει στη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια. Στην εικόνα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η κλιμάκωση του διαθέσιμου ηλιακού δυναμικού ανά την Ελληνική επικράτεια. Όπως διαφαίνεται, οι διαφοροποιήσεις σε επίπεδο περιφέρειας είναι μικρές.

# ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



Εικόνα 49 ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ

Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A., 2007. Potential of solarelectricity generation in the European Union member states and candidate countries. *Solar Energy*, 81, 1295–1305.)

Για το γήπεδο εγκατάστασης χρησιμοποιήσαμε το PVGIS για τον ακριβή υπολογισμό της ενεργειακής παραγωγής του σταθμού. Η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο (25°) που παρατηρείται στο δεδομένο σημείο ανέρχεται σε 2.200Kwh ανα εγκατεστημένο kW. Δηλαδή  $2.220\text{kWh} \cdot 80\text{kW} = 176.000\text{kWh/year}$

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Πίνακας 5 ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μήνας	Μέση ημερήσια απολαβή σε οριζόντια	Βέλτιστη Κλίση (°)	Μέση ημερήσια	Θερμοκρασία Ημέρας (°C)
Ιαν	2130	55	2870	11.1
Φεβ	3000	49	3810	11.1
Μαρ	4030	36	4640	12.6
Απρ	5490	23	5810	15.3
Μάιος	6390	10	6280	19.4
Ιουν.	7100	3	6740	23.4
Ιουλ.	6870	6	6630	25.9
Αυγ.	6270	18	6470	25.8
Σεπ.	5230	33	5950	23.2
Οκτ	3680	46	4590	19.7
Νοεμ	2350	53	3110	15.9
Δεκ	1810	56	2440	12.8
<b>Έτος</b>	<b>4540</b>	<b>28</b>	<b>4950</b>	<b>18</b>

Η γωνία που επιλέγεται (25°) δεν είναι μεν η βέλτιστη (28°), αλλά παράχει διευκόλυνση στην εγκατάσταση και εξοικονόμηση χώρου, με ασήμαντους συμβιβασμούς στην παραγωγή ενέργειας. Έτσι, για το συγκεκριμένο σύστημα ονομαστικής ισχύος 80kW σε κλίση 25° και συντελεστή ηλεκτρολογικών απωλειών 14% (προκύπτει ως default τιμή του μοντέλου, στην οποία προστίθενται οι απώλειες λόγω των μετεωρολογικών συνθηκών και της σκίασης ορίζοντα της συγκεκριμένης περιοχής), η εκτιμώμενη ενεργειακή απολαβή ανέρχεται στις 176.000 kWh ετησίως.

## 5.9 ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα δεδομένα που παρατίθενται στην προηγούμενη ενότητα, η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο ( $25^\circ$ ) που παρατηρείται στο δεδομένο σημείο ανέρχεται σε  $4.950 \text{Wh/m}^2 \cdot \text{day}$ .

Πίνακας 6 ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Περιοχή	Ηλιακό δυναμικό ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{day}$ )
Σέρρες	4.180
Θεσσαλονίκη	4.338
Βόλος	4.460
Θήβα	4.770
Άργος	4.780
Ηράκλειο Κρήτης	4.890
Προτεινόμενη τοποθεσία	4.950

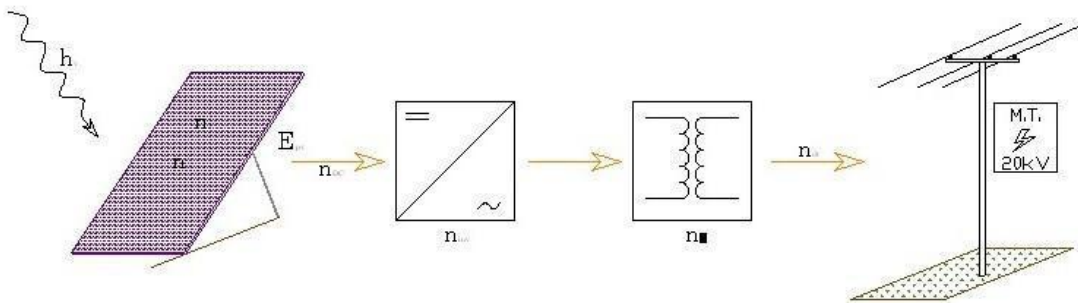
Όπως φαίνεται και στις τιμές του πίνακα, η θέση Χερσονησος, όπως και η περιοχή του Νομού Ηρακλείου γενικότερα, προσφέρεται για εφαρμογές ηλιακής ενέργειας, καθώς το ηλιακό δυναμικό κυμαίνεται στις υψηλότερες τιμές της Ελληνικής επικράτειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΡΓΟΥ

### 6.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΚΑΙ ΕΤΟΙΜΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Η εγκατάσταση χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη την ηλιακή ενέργεια, η οποία είναι άφθονη, καθώς η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό. Ως μοναδικό προϊόν της μονάδας παράγεται ηλεκτρική ενέργεια υπό τη μορφή εναλλασσόμενου ρεύματος, η οποία διατίθεται στο τριφασικό δίκτυο Χαμηλής Τάσης 3x400VAC σε συχνότητα 50Hz.

### 6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ



Εικόνα 50 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η παραγωγική διαδικασία παρουσιάζει απώλειες, οι οποίες καταγράφονται με τον αντίστοιχο συντελεστή στο διάγραμμα ροής. Οι απώλειες των Φ/Β συστοιχιών εστιάζονται πρωταρχικά στις απώλειες λόγω θερμοκρασίας/ακτινοβολίας ( $n_T$ ) και ρύπανσης των πλαισίων ( $n_D$ ). Πέρα από αυτές τις διορθώσεις, πρέπει επίσης να προνοήσουμε για τις σημαντικές ηλεκτρικές απώλειες στους αγωγούς που συνδέουν τα Φ/Β πλαίσια σε Φ/Β συστοιχίες, καθώς και στις συνδέσεις τους με τα άλλα μέρη του Φ/Β συστήματος, όπου ομαδοποιούνται ως απώλειες εσωτερικού δικτύου και διασυνδέσεων ( $n_{DC}$ ). Πρόσθετες και μάλιστα σημαντικότερες απώλειες οφείλονται στη λειτουργία αυτών των άλλων μερών του συστήματος και κυρίως στις απώλειες του αντιστροφέα ( $n_{inv}$ ) και του μετασχηματιστή ( $n_{tr}$ ). Τέλος, συνυπολογίζονται οι απώλειες διαθεσιμότητας του συστήματος λόγω συντήρησης ή βλάβης καθώς και οι απώλειες του

δικτύου της ΔΕΗ (ndt). Είναι προφανές ότι ο συνολικός συντελεστής απωλειών του συστήματος (ntot) δίδεται ως:

$$n_{tot} = n_T \cdot n_d \cdot n_{DC} \cdot n_{inv} \cdot n_{tr} \cdot n_{dt}$$

### 6.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Για τις ανάγκες των μηχανημάτων παρακολούθησης και ασφάλειας, καθώς και για τις ανάγκες αυτοκατανάλωσης (startup) των ηλεκτρονικών ισχύος, θα χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα που θα αντλείται από το δίκτυο της ΔΕΗ. Για το συγκεκριμένο σκοπό, είναι απαραίτητο να διασυνδεθεί ο σταθμός στο τοπικό δίκτυο χαμηλής τάσης, μέσω εγκατάστασης μετασχηματιστή υποβιβασμού Μ.Τ.-Χ.Τ.

### 6.4 ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΡΓΟΥ

#### 6.4.1 ΠΡΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΗΠΕΔΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ:

Βασική αρχή της χωροθέτησης θα αποτελέσει ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών γεννητριών προς το νότο, καθώς έτσι εξασφαλίζεται η μέγιστη απόδοση τους καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Συνεπώς, η διαμόρφωση του προτεινόμενου γηπέδου θα πρέπει να είναι σχεδόν επίπεδη ή στο σύνολό της ομοιόμορφα Νότια. Η τελική και καθοριστική μελέτη εφαρμογής και χωροθέτησης θα υπολογίσει με ακρίβεια το τελικό ανάγλυφο. Οι πίνακες Πίνακας 7 και Πίνακας 8 παρατίθενται με τις σχετικές πληροφορίες.

# ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Πίνακας 7 ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
<b>ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΗΠΕΔΟΥ</b>					
1	Χοματουργικές εργασίες οικοπέδου		1	1,000	1,000,00
2	Εκσκαφές για βάσεις στήριξης		1	1,000	1,000,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					2,000,00
<b>ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΑΣΕΩΝ</b>					
3	Κατασκευή 4 πέδιλων στήριξης διαστάσεων 5*5*0,65m από οπλισμένο σκυρόδεμα, με αντικεραυνική προστασία	M <sup>3</sup>	65	30	3,250.00
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					3,250,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ</b>					5,250,00

# ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Πίνακας 8 ΔΑΠΑΝΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ

Α/Α	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
<b>ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ</b>					
<b>1</b>	Περίφραξη τύπου ΝΑΤΟ και Σιδερένια πόρτα πλάτους 4m	Τρέχον μέτρο	300	15	4,500,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ</b>					<b>4,500,00</b>

## 6.4.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πρόκειται για νέα εγκατάσταση. Δεν υπάρχει υφιστάμενος μηχανολογικός εξοπλισμός. Οι κυρίως παραγωγικές υποδομές συνοψίζονται σε παρακάτω Παράγραφο. Ο Πίνακας 11 παραθέτει τον εξοπλισμό που θα αποτελέσει την κυρίως παραγωγική υποδομή του φωτοβολταϊκού σταθμού.

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

### 6.4.3 ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Ο Πίνακας 9 αναλύει τις δαπάνες μεταφοράς και εγκατάστασης του εξοπλισμού και τις εργασίες που είναι απαραίτητες.

Πίνακας 9 ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
1	Διαχείριση έργου, Εργοτάξιο, εργασίες εγκατάστασης φ/β εξοπλισμού, σχεδιασμός – μελέτη έργου, χρησιμοποίηση ανυψωτικού γερανού.		1	15,000	15,000,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ</b>					<b>15,000,00</b>

### 6.4.4 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Στα απαραίτητα έργα για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού όρων της ΔΕΗ είναι τα ακόλουθα, σύμφωνα με τους απαιτούμενους όρους σύνδεσης της ΔΕΗ Περιοχή «Ηρακλείου»:

- Επέκταση δικτύου ΜΤ με κατασκευή νέου τμήματος εναερίου δικτύου, μήκους 492m περίπου, με αγωγούς 35mm<sup>2</sup> Cu
- Κατασκευή νέου υποσταθμού 20/0,4kV με μετασχηματιστή 100kVA
- Κατασκευή νέας αναχώρησης ΦΣ μήκους 30m περίπου, με αγωγούς 3x70mm συνεστραμμένου καλωδίου
- Κατασκευή νέας τριφασικής παροχής ΧΤ
- Εγκατάσταση ηλεκτρονικής μετρητικής διάταξης εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας με ενσωματωμένο GSM modem

### **N. 3299/2004 □ ΕΛΙΑΔ 32**

Η συνολική προϋπολογιστική δαπάνη για τη σύνδεση του σταθμού με το δίκτυο της ΔΕΗ με την οποία ο παραγωγός θα επιβαρυνθεί, συμπεριλαμβανομένων των γενικών δαπανών, σε πρώτη εκτίμηση με 15.000,00€.

### 6.4.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Ο Πίνακας 10 παρουσιάζει τις δαπάνες σύνταξης και διαχείρισης του επενδυτικού σχεδίου που θα πραγματοποιείται από ειδικευμένο γραφείο συμβούλων.

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

**Πίνακας 10 ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ**

A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
1	Δαπάνες επίβλεψης υλοποίησης επενδυτικού σχεδίου		1	2,000	2,000,00
2	Ανάπτυξη και πιστοποίηση συστήματος διαχείρισης ποιότητας (ISO 9001:2000)		1	1,500	1,500,00
ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ					3,500,00
3	Κονδύλι αμοιβών μελέτης – έγκρισης εργασιών		1	1,500	1,500,00
4	Κονδύλι αμοιβών επίβλεψης εργασιών αποκοπή		1	1,000	1,000,00
ΣΥΝΟΛΟ ΑΜΟΙΒΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ					2,500,00
ΣΥΝΟΛΟ					6,000,00

# ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Πίνακας 11 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

A/	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΥΠΟΣ	ΟΙΚΟΣ	ΑΛΛΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ	ΜΟΝΑΔ	ΠΟΣΟ	ΤΙΜΗ	ΣΥΝΟΛΙΚ
A	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ –	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	A	ΤΗΤΑ	ΜΟΝ	Η ΑΞΙΑ
	Υ ΑΝΑ	Υ – ΕΤΟΣ	ΧΩΡΑ		ΜΕΤΗΣ		ΑΔΑΣ	
	ΣΥΣΤΗΜΑ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ –		ΗΣ			
	ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	Σ	ΑΝΙΠΡΟΣΩΠΟΣ					
1	Φωτοβολταϊκά Στοιχεία	Solaria S6P Series S6P217, 217Wp	Solaria Energia y Medio Ambiente, S.A.	Ονομαστική ισχύς κορυφής: 217 Wp Ονομαστική τάση μέγιστης ισχύος (V <sub>mp</sub> ): 28,80 V Ονομαστική ένταση μέγιστης ισχύος: 7,54A Ένταση Βραχυκυκλώσεως: 8,20A Τάση ανοιχτού κυκλώματος (V <sub>oc</sub> ): 37,07 V Μέγιστη απόκλιση ισχύος: +0%/+3% Μέγιστη τάση συστήματος: 1.000V	Τεμάχιο	368	170	62,560,00
2	Μετατροπείς τάσης (inverters)	Inverter SMA, Sunny mini Central 7000 TL & Θύρα SMA, RS 485	Solaria Energia y Medio Ambiente, S.A.	Ονομαστική ισχύς κορυφής: 217 Wp Ονομαστική τάση μέγιστης ισχύος (V <sub>mp</sub> ): 28,80 V Ονομαστική ένταση μέγιστης ισχύος: 7,54A Ένταση Βραχυκυκλώσεως: 8,20A Τάση ανοιχτού κυκλώματος (V <sub>oc</sub> ): 37,07 V Μέγιστη απόκλιση ισχύος: +0%/+3% Μέγιστη τάση συστήματος: 1.000V	Τεμάχιο	12	2000	24,000,00
3	Σύστημα Τηλεμετρίας	Sunny Web Box, Sensor box Wind Sensor, Temp. Sensor, Module Temp. Sensor	SMA, Γερμανία, SMA Ελλάς	Sunny Web Box, Sensor box Wind Sensor, Temp. Sensor, Module Temp. Sensor	Σετ	1	800	800,00

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

<b>4</b>	Σύστημα στήριξης Φ/Β	Σύστημα στήριξης Tracking Mechatron, Atlas150 διπλού Αξονα	Mechatron AEBE	Tracker με μεταλλικό πλαίσιο δυνατότητας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων συνολικής επιφάνειας 150 m2 (15Φ10m). Περιλαμβάνει: δακτύλιο σκυροδέματος 1 m3, δακτύλιο ολίσθησης προσαρμοσμένο στην βάση σκυροδέματος. Τα έδρανα και τα στοιχεία ολίσθησης είναι από Teflon. Η κίνηση είναι αζιμουθιακή, και ο υπολογισμός θέσης επιτυγχάνεται με σύστημα ελέγχου με αστρονομικό αλγόριθμο. Ο κάθε Tracker επίσης περιλαμβάνει Μονάδα Κεντρικού Ελέγχου με γέφυρα επικοινωνίας και μετεωρολογικό σταθμό.	Τεμάχιο	4	10,000	40,000,00
<b>5</b>	Καλώδια και υλικά DC	Καλώδια και υλικά DC	Διάφοροι, Positive Energy	Καλώδια DC, Σύνδεσμοι καλωδίων, πίνακες DC, διακλαδώσεις	Σετ	1	1,300	1,300,00
<b>6</b>	Καλώδια, υλικά και Γενικός Πίνακας AC	Καλώδια, υλικά και Γενικός Πίνακας AC	Διάφοροι, Positive Energy	Καλώδια Ασθενών ρευμάτων και σύνδεσμοι Καλώδια ισχυρών ρευμάτων Σωληνώσεις, φρεάτια, Πίνακες Χαμηλής Τάσης	Σετ	1	6,000	6,000,00
<b>7</b>	Γείωση, αντικεραυνική	Θεμελιακή γείωση, ακίδες προστασίας,	Διάφοροι, Positive	Θεμελιακή γείωση αποτελούμενη από ηλεκτρόδιο γείωσης 50mm2 αγωγούς	Σετ	1	1,500	1,500,00

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

	προστασία, κρουστικοί απαγωγείς υπερτάσεων	κρουστικοί απαγωγείς	Energy	Υ8, σφικτήρες, στη-ρίγματα, και ταινία γείωσης 30x3.5mm. Αντικεραυνικές ακίδες, Απαγωγέας, AC, In=64 kA, 4Π, TN-S διαιρούμενος κεντρικού πίνακα Απαγωγέας τηλεφωνικής γραμμής Απαγωγέας κάμερας CCTV/B				
<b>8</b>	Σύστημα ασφαλείας	Κάμερες, καταγραφικό, συναγερμός, φωτισμός	Διάφοροι, Positive Energy	Τέσσερις κάμερες εξωτερικού χώρου νυχτερινής λήψεως XB2H8R (με φακό Sony) Ένα καταγραφικό X-Core XVR264-1610 16-channel H.264 DVR χαμηλής κατανάλωσης. Εξωτερικός φωτισμός με φωτοκύτταρο και λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης	Σετ	1	2,000	2,000,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ</b>								<b>138,160,00</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ

### 7.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

Στον παρακάτω Πίνακας 12 εμφανίζονται αναλυτικά τα κόστη της επένδυσης.

Πίνακας 12 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Τόπος εγκατάστασης	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	
<b>ΚΤΙΡΙΑΚΑ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	5.250,00,00
<b>ΓΗΠΕΔΑ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	
<b>ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	138,160,00
	LEASING	
	ΣΥΝΟΛΟ	
<b>ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	
	LEASING	
	ΣΥΝΟΛΟ	
<b>ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ &amp; Δ. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ</b>	<b>&amp;</b> ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	15.000,00
<b>ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	
	LEASING	
	ΣΥΝΟΛΟ	
<b>ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

<b>ΑΓΟΡΑ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑΣ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	
<b>ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	
	LEASING	
	ΣΥΝΟΛΟ	
<b>ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	4.500,00
<b>ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΔΕΗ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	15.000,00
	ΣΥΝΟΛΟ	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΝΙΣΧΥΟΜΕΝΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	
	LEASING	
	ΣΥΝΟΛΟ	162.900,00
<b>(ΚΤΙΡΙΑΚΑ,ΜΗΧ ΕΞ,ΜΕΤ,ΔΙΑΜΟΡ)</b>		
<b>ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΑΜΟΙΒΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ ΣΥΝΔΕΟΜΕΝΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ (μόνο για ΜΜΕ)</b>		6.000,00
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΙΣΧΥΟΜΕΝΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>		183,900,00

### 7.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Στον παρακάτω Πίνακας 13 εμφανίζονται οι βασικές παραδοχές της επένδυσης. Η τρέχουσα τιμή ανα μονάδα αυξάνεται κάθε χρόνο κατά 25% του πληθωρισμού. Η αύξηση αυτή παρουσιάζεται επίσης στον Πίνακας 15. Η αρχική τιμή πώλησης διαμορφώνεται στα 0.10€/kWh. Το κόστος επένδυσης διαμορφώνεται στα 2.036,00€/kWp. Η μέση ετήσια απόδοση στην περιοχή επιλογής μας για την εγκατάσταση του πάρκου, είναι στα 2.200 kWh/kWp. Είναι δεδομένο οτι τόσο ο μηχανολογικός μας εξοπλισμός όσο και οι λοιπές εγκαταστάσεις χρειάζονται μία ετήσια συντήρηση που ανέρχεται στο 5% της συνολικής απένδυσης. Επίσης απαραίτητη

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

θεωρείται και η φύλαξη του χώρου απο κάποια εταιρεία φύλαξης όπου το αρχικό κόστος είναι στα 1.000€.

Πίνακας 13 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

<b>ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ADMISSIONS</b>	
<b>ΓΕΝΙΚΕΣ - GENERAL</b>	
ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ (Ευρώ/KWh) - Running Price (€/unit)	0.10000 €
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (Ευρώ / KWp) - Investment's Cost (€/unit)	2,036.00
ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (KWp) - Investment's Size	80.00
ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥ (KWh/KWp) - Region's medium annual output / power installed (KWh/KWp)	2,200.00
<b>ΛΟΙΠΕΣ – OTHERS</b>	
Προεξοφλητικό επιτόκιο - Discount Interest	0.00%
Ασφάλιστρα Παγίων επί του συνολικού κόστους κατασκευής - Premiums constant on the total construction cost	0.00%
Δαπάνες φύλαξης (security) σε ετήσια βάση - Security's cost on annual basis	1,000 €
Σύνηθες ποσοστό συντήρησης επί του συνολικού κόστους κατασκευής (σε ετήσια βάση) - Rate of maintenance on the total construction's cost	0.50%
Έξοδα Διοίκησης ως ποσοστό επί του Κύκλου Εργασιών σε ετήσια βάση - Administration's Expenses on annual basis	0.00%
Κόστος Ενοικίου σε ετήσια βάση	0 €
Έξοδα Διάθεσης ως ποσοστό επί του Κύκλου Εργασιών σε ετήσια βάση - Expenses of disposal as percentage of the turnover on annual basis	0.00%
<b>ΠΗΓΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ - FINANCING' S FUNDS</b>	
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ - Subsidy's Percentage	0%
ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΡΑΠΕΖΙΚΟΥ ΔΑΝΕΙΟΥ - Banking Loan Percentage (max.)	0%
ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ - Proper Funds (min.)	100%
ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΔΑΝΕΙΟΥ - Loan's Rate	0%
ΕΤΗ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ - Years of loan's Settlement	0

### 7.3 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΧΡΗΜΑΤΟΛΟΤΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Στον παρακάτω Πίνακας 14 εμφανίζεται ο τρόπος χρηματοδότησης του σχεδίου ο οποίος αποτελείται μοναχα απο ίδια κεφάλαια. Στην παρούσα χρονική στιγμή δεν μπορεί να ενταχθεί το σχέδιο σε κάποιο επενδυτικό πρόγραμμα και θεωρούμε οτι η επένδυση θα γίνει απο ίδια κεφάλαια του επενδυτη έτσι ώστε να αποφύγουμε κάποιο δάνειο το οποίο θα επιβάρυνε την επένδυση μας και την οικονομική απόδοση της.

Πίνακας 14 ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΗΜΑΤΟΛΟΤΙΚΟΥ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	
<b>ΑΞΙΑ - Value</b>	
<b>ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (KWp)</b> <b>Investment's Cost (KWp)</b>	<b>- 80</b>
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΑ KWp</b> <b>Construction' s Cost per KWp</b>	<b>- 2,036 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ - Total</b> <b>Investment Cost</b>	<b>162,900 €</b>
<b>ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΔΕΗ</b> <b>(περιλαμβάνεται στο συνολικό κόστος)-Grid Connection</b>	<b>15,000 €</b>
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΡΓΟΥ</b> <b>(ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ)</b>	<b>6,000 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ - Total</b> <b>Investment's Cost</b>	<b>183,900 €</b>
<b>ΠΟΣΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ - Subsidy's Sum</b>	<b>0 €</b>
<b>ΔΑΝΕΙΟ - LOAN</b>	<b>0 €</b>
<b>ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ - Proper Funds</b>	<b>183,900 €</b>

## 7.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

### 7.4.1 ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ

Η έννοια της καθαρής παρούσας αξίας είναι απλή: συγκρίνεται η παρούσα αξία των προβλεπόμενων καθαρών ταμειακών ροών που δίνει ένα επενδυτικό έργο με την αρχική του δαπάνη και η σύγκριση πραγματοποιείται στο χρόνο μηδέν.

$I$  = η αρχική δαπάνη του επενδυτικού έργου

$C_1, C_2, \dots, C_t, \dots, C_n$  οι καθαρές ταμειακές ροές για  $n$  περιόδους,  $k$  το επιτόκιο προεξόφλησης ή παρούσας αξίας.

Ο μαθηματικός τύπος της καθαρής παρούσας είναι ο ακόλουθος:

$$\sum_1^n C_t(1+k)^{-t} = \text{ΚΠΑ} + I$$

Η σημασία της καθαρής παρούσας αξίας είναι απλή:

- Ένα επενδυτικό έργο γίνεται αποδεκτό όταν η καθαρή παρούσα αξία του είναι θετική,
- Μεταξύ δύο επενδυτικών έργων, επιλέγεται φυσικά εκείνο που έχει τη μεγαλύτερη θετική καθαρή παρούσα αξία.

Οι δύο προτάσεις διατηρούν την αξία τους στην περίπτωση που ο βασικός στόχος των μάνατζερ είναι η αύξηση της περιουσίας των μετοχών.

Τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κριτηρίου της καθαρής παρούσας αξίας, τόσο απο θεωρητικής όσο και απο πρακτικής πλευράς, συγκεντρώνονται στα ακόλουθα σημεία.

Πλεονεκτήματα

- Σε αντίθεση με τα εμπειρικά κριτήρια, το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας λαμβάνει υπόψη του τη χρονική αξία του χρήματος
- Η χρησιμοποίηση ενός οριακού κόστους κεφαλαίου για την προεξόφληση των ταμειακών ροών, αναγνωρίζει τόσο το κόστος χρηματοδότησης της επιχείρησης

όσο και την ελάχιστη απόδοση που απαιτούν οι μετόχοι και οι εξωτερικοί επενδυτές.

- Η καθαρή παρούσα αξία εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες και κατα συνέπεια διευκολύνεται η σύγκριση της με τη δαπάνη των επενδυτικών έργων
- Η καθαρή παρούσα αξία προσαρμόζεται εύκολα σε αποφάσεις επένδυσης υπο αβέβαιο μέλλον.

### Μειονεκτήματα

- Το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας προϋποθέτει ότι οι ενδιάμεσες ταμειακές ροές επανεπενδύονται με το οριακό κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης, αυτή η παραδοχή δεν αληθεύει πάντοτε.
- Η προϋπόθεση ότι το οριακό κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια της ζωής του επενδυτικού έργου δημιουργεί προβλήματα στον ακριβή υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας.
- Στην περίπτωση που η καθαρή παρούσα αξία είναι ίση με μηδέν είναι πιθανόν να θεωρηθεί ότι το επενδυτικό έργο έχει μηδενική αποδοτικότητα.
- Επειδή εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες, το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας καθιστά δύσκολη τη σύγκριση επενδυτικών έργων με διαφορετικές αρχικές δαπάνες.

### 7.4.2 Ο ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΛΟΣΗΣ

Η σημασία του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης, όταν πρόκειται να ληφθεί μια απόφαση επένδυσης είναι απλή :

- Όταν ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης  $k_0$  είναι μεγαλύτερος από το επιλεγμένο επιτόκιο προεξόφλησης  $k$  του επενδυτή, η καθαρή παρούσα αξία του επενδυτικού έργου είναι θετική και το έργο είναι αποδοτικό.

- Όταν αντίθετα ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης  $k_0$  είναι μικρότερος από το επιλεγμένο επιτόκιο προεξόφλησης  $k$  του επενδυτή, η καθαρή παρούσα αξία του επενδυτικού έργου είναι ρητική και το έργο απορρίπτεται.

Η διαδικασία υπολογισμού του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης είναι επίπονη αλλά όχι ιδιαίτερα δύσκολη. Η επίλυση του πολυωνύμου με άγνωστο το  $k_0$  γίνεται με τη μέθοδο της Δοκιμής και Απόκλισης και στη συνέχεια εφαρμόζεται η γραμμική παρεμβολή.

Για την χρησιμοποίηση του κριτηρίου του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης υπάρχουν κάποιοι ποεριορισμοί οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω.

- Ανάγκη ενός κανόνος. Ο υπολογισμός του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης δεν αρκεί για να κριθεί η ποιότητα ενός επενδυτικού έργου.
- Η ύπαρξη επενδυτικών έργων με πολλαπλούς εσωτερικούς συντελεστές απόδοσης. Όταν όλες οι ταμειακές ροές είναι θετικές, τότε υπολογίζεται ένας και μόνος εσωτερικός συντελεστής απόδοσης.
- Η ύπαρξη πιθανών διαφορών με την καθαρή παρούσα αξία σε ότι αφορά την ταξινόμηση των επενδυτικών έργων.

### Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα του εσωτερικού βαθμού απόδοσης είναι τα ακόλουθα:

- Εκφράζει με την καθαρή παρούσα αξία, την έννοια της διαχρονικής αξίας του χρήματος.
- Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης δεν προξοφλεί τις ταμειακές ροές με το οριακό κόστος κεφαλαίου αλλά αναζητεί τον πραγματικό δείκτη απόδοσης ενός συγκεκριμένου επενδυτικού έργου.
- Επειδή δεν εκφράζει άμεσα το κόστος χρηματοδότησης, ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης πλεονεκτεί έναντι της καθαρής παρούσας αξίας όταν το κόστος κεφαλαίου αυξάνεται κατα περιόδους.

- Προσαρμόζεται ευχερώς στην απόφαση επένδυσης υπο αβέβαιο μέλλον.

Τα μειονεκτήματα του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης εκτός από τους περιορισμούς που ήδη παρουσιάστηκαν, είναι τα ακόλουθα:

- Προϋποθέτει ότι οι ενδιάμεσες ταμειακές ροές επανεπενδύονται με το επιτόκιο  $k_0$ .
- Η μέθοδος της Δοκιμής και Απόκλισης που χρησιμοποιείται μαζί με τη γραμμική παρεμβολή είναι επίπονη και κοπιαστική.
- Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης ως συγκριτικός δείκτης αποδοτικότητας δεν εκφράζει το απόλυτο χρηματικό μέγεθος της επένδυσης.

(Ζοπουνίδης Κ., «Βασικές Αρχές Και Σύγχρονα Θέματα Του Χρηματοοικονομικού Μάνατζμεντ», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2003)

### **7.5 ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ – ΠΩΛΗΣΕΩΝ**

Στον παρακάτω Πίνακας 15, εμφανίζονται τα ετήσια έσοδα από την πώληση της παραγόμενης ενέργειας. Οι τιμές που προκύπτουν είναι προ φόρων και χωρίς να έχουν υπολογιστεί τα ετήσια έξοδα. Η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά έχει μία μείωση του 0.9% σε σχέση με την προηγούμενη παραγωγική χρονιά. Σε επόμενους πίνακες θα φανεί αναλυτικά το καθαρό ετήσιο κέρδος από την πώληση της ενέργειας.

### **7.6 ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ**

Στον παρακάτω Πίνακας 16 εμφανίζονται τα ετήσια έξοδα συντήρησης τα οποία ανέρχονται όπως προαναφέραμε και παραπάνω στο 5% της αρχικής επένδυσης και υπάρχει μία προσαύξηση 5% κάθε έτος. Επίσης οι δαπάνες φύλαξης ανέρχονται στο ποσό των 1.000€ με ετήσια επιβάρυνση του 3%.

### 7.7 ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ

Η απόσβεση της επένδυσης θα γίνει σε ορίζοντα 20ετίας δηλαδή όσο η επένδυσή μας θα είναι ενεργή. Οπότε ο συντελεστής απόσβεσης ορίζεται στο 5% και μοιράζεται ισόποσα στα 20 χρόνια. Τα στοιχεία παρατίθενται στον Πίνακα 17.

### 7.8 ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

Στον παρακάτω Πίνακα 18 εμφανίζονται οι προβλεπόμενοι λογαριασμοί εκμετάλλευσης και τα αποτελέσματα χρήσεως. Στο σύνολο εργασιών φαίνονται τα έσοδα από την πώληση της ενέργειας. Το κόστος πληθέντων που εμφανίζεται σε παραπάνω πίνακα αφαιρείται από το αντίστοιχο σύνολο εργασιών και προκύπτει το μικτό κέρδος εκμετάλλευσης. Από αυτό το ποσό αφαιρούνται οι τόκοι όπου στην περιπτώσή μας δεν έχουμε. Εν συνεχεία αφαιρούνται οι αποσβέσεις και προκύπτει το αποτέλεσμα προ φόρων στο οποίο αφαιρείται φόρος 25% και εν τέλει έχουμε το καθαρό αποτέλεσμα.

### 7.9 ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-IRR

Στον συγκεκριμένο Πίνακα 19 υπολογίζουμε τις ταμειακές ροές οι οποίες υπολογίζονται όταν από τις εισροές αφαιρέσουμε τις εκροές. Οι εισροές προκύπτουν όταν από τα αποτελέσματα προ φόρων αφαιρέσουμε τους φόρους. Στις περίπτωση μας έχουμε μηδενικές εκροές επειδή δεν ούτε κάποια επιχορήγηση ούτε κάποιο δάνειο.

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

---

### 7.10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ

Με την βοήθεια του excel υπολογίζουμε τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης και την καθαρή παρούσα αξία όπου τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω.

<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ - IRR:</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ</b>	<b>3,44%</b>
---------------------------------------	--------------------	--------------

<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ - NPV:</b>	<b>69.987 €</b>
-----------------------------------	-----------------

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Πίνακας 15 ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΩΛΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΠΩΛΗΣΕΩΝ - Elements on future Productivity & Sales											
ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Quantity of Production	ΜΟΝΑΔΑ - ΜΕΤΡΗΣΗΣ of - Unit of Measurement	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο	7ο	8ο	9ο	10ο
Ηλεκτρικό ρεύμα από ΦΒ Photovoltaic's Electricity	KWh	176.000	174.416	172.846	171.291	169.749	168.221	166.707	165.207	163.720	162.247
ΑΞΙΑ ΠΩΛΗΣΕΩΝ - Value of Sales											
	ΤΙΜΗ/KWh	0,1000	0,1003	0,1005	0,1008	0,1010	0,1013	0,1015	0,1018	0,1020	0,1023
Εσοδα από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας - Income of the Electricity's Production		17.600	17.485	17.371	17.258	17.145	17.033	16.922	16.812	16.702	16.593
<b>ΣΥΝΟΛΟ TOTAL</b>		<b>17.600</b>	<b>17.485</b>	<b>17.371</b>	<b>17.258</b>	<b>17.145</b>	<b>17.033</b>	<b>16.922</b>	<b>16.812</b>	<b>16.702</b>	<b>16.593</b>

Υποσημείωση: η συνέχεια του πίνακα για τα οικονομικά έτη 11-20 εμφανίζεται στην επόμενη σελίδα.

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Υποσημείωση: συνέχεια του Πίνακας 15 για τα οικονομικά έτη 11-20.

<b>ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΠΩΛΗΣΕΩΝ - Elements on future Productivity &amp; Sales</b>												
<b>ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>-</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ</b>										
<b>Quantity of Production</b>	<b>of</b>	<b>- Unit of Measurement</b>	11o	12o	13o	14o	15o	16o	17o	18o	19o	20o
<b>Ηλεκτρικό ρεύμα από ΦΒ Photovoltaic's Electricity</b>	<b>-</b>	<b>KWh</b>	160.786	159.339	157.905	156.484	155.076	153.680	152.297	150.926	149.568	148.222
<b>ΑΞΙΑ ΠΩΛΗΣΕΩΝ - Value of Sales</b>												
	<b>ΤΙΜΗ/KWh</b>		<i>0,1025</i>	<i>0,1028</i>	<i>0,1030</i>	<i>0,1033</i>	<i>0,1036</i>	<i>0,1038</i>	<i>0,1041</i>	<i>0,1043</i>	<i>0,1046</i>	<i>0,1049</i>
<b>Εσοδα από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας - Income of the Electricity's Production</b>	<b>-</b>		16.485	16.378	16.271	16.165	16.059	15.955	15.850	15.747	15.644	15.542
<b>ΣΥΝΟΛΟ TOTAL</b>	<b>-</b>		<b>16.485</b>	<b>16.378</b>	<b>16.271</b>	<b>16.165</b>	<b>16.059</b>	<b>15.955</b>	<b>15.850</b>	<b>15.747</b>	<b>15.644</b>	<b>15.542</b>

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Πίνακας 16: ΕΤΗΣΙΑ ΈΞΟΔΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ - Future Sellings Total Cost</b>											
											Ποσά σε €
Ανάλυση Κόστους - Cost's Analysis	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος	
<b>Έξοδα συντήρησης - Expenses of Maintainance</b>	810	855	898	943	990	1.040	1.092	1.146	1.203	1.264	
<b>Δαπάνες φύλαξης (security) - Security's Expenses</b>	1.000	1.030	1.061	1.093	1.126	1.159	1.194	1.230	1.267	1.305	
<b>Κόστος Ενοικίου</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Ασφάλιστρα παγίων - premiums constant</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ - Sellings Total Cost</b>	<b>1.815</b>	<b>1.885</b>	<b>1.959</b>	<b>2.036</b>	<b>2.116</b>	<b>2.199</b>	<b>2.286</b>	<b>2.376</b>	<b>2.470</b>	<b>2.568</b>	

<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ - Future Sellings Total Cost</b>												
												Ποσά σε €
Ανάλυση Κόστους - Cost's Analysis	11ο έτος	12ο έτος	13ο έτος	14ο έτος	15ο έτος	16ο έτος	17ο έτος	18ο έτος	19ο έτος	20ο έτος	ΣΥΝΟΛΟ	
<b>Έξοδα συντήρησης - Expenses of Maintainance</b>	1.327	1.393	1.463	1.536	1.613	1.693	1.778	1.867	1.960	2.058	<b>26.932</b>	
<b>Δαπάνες φύλαξης (security) - Security's Expenses</b>	1.344	1.384	1.426	1.469	1.513	1.558	1.605	1.653	1.702	1.754	<b>26.870</b>	
<b>Κόστος Ενοικίου</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Ασφάλιστρα παγίων - premiums constant</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ - Sellings Total Cost</b>	<b>2.671</b>	<b>2.777</b>	<b>2.888</b>	<b>3.004</b>	<b>3.125</b>	<b>3.251</b>	<b>3.383</b>	<b>3.520</b>	<b>3.663</b>	<b>3.812</b>	<b>53.803</b>	





## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ &amp; ΦΟΡΩΝ - before redemption &amp; interest</b>	15.786	15.600	15.412	15.222	15.030	14.835	14.637	14.436	14.232	14.025
<b>Μείον : Αποσβέσεις - minus redemption</b>	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ - account before interest</b>	6.591	6.405	6.217	6.027	5.835	5.640	5.442	5.241	5.037	4.830
<b>Μείον: Φόρος εισοδήματος - minus income tax</b>	-1.648	-1.601	-1.554	-1.507	-1.459	-1.410	-1.360	-1.310	-1.259	-1.208
<b>ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ - net profit and loss account</b>	<b>4.943</b>	<b>4.804</b>	<b>4.663</b>	<b>4.520</b>	<b>4.376</b>	<b>4.230</b>	<b>4.081</b>	<b>3.931</b>	<b>3.778</b>	<b>3.623</b>

Υποσημείωση: η συνέχεια του πίνακα για τα οικονομικά έτη 11-20 εμφανίζεται στην επόμενη σελίδα.



## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ &amp; ΦΟΡΩΝ - before redemption &amp; interest</b>	13.815	13.600	13.382	13.160	12.934	12.703	12.468	12.227	11.982	11.731
<b>Μείον : Αποσβέσεις - minus redemption</b>	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195	-9.195
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ - account before interest</b>	4.620	4.405	4.187	3.965	3.739	3.508	3.273	3.032	2.787	2.536
<b>Μείον: Φόρος εισοδήματος - minus income tax</b>	-1.155	-1.101	-1.047	-991	-935	-877	-818	-758	-697	-634
<b>ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ - net profit and loss account</b>	<b>3.465</b>	<b>3.304</b>	<b>3.140</b>	<b>2.974</b>	<b>2.804</b>	<b>2.631</b>	<b>2.455</b>	<b>2.274</b>	<b>2.090</b>	<b>1.902</b>

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

**Πίνακας 19:** ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ

Υποσημείωση: η συνέχεια του πίνακα για τα οικονομικά έτη 11-20 εμφανίζεται στην επόμενη σελίδα.

		ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ									
		ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ - Investment's Cash flow									
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - Construction Period		ΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - Years									
		1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο	7ο	8ο	9ο	10ο
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ (A) – influx</b>											
Αποτελέσματα προ Τόκων, Αποσβέσεων και Φόρων	0	15.786	15.600	15.412	15.222	15.057	14.863	14.667	14.468	14.265	14.060
- Account before interests, redemptions and taxes											
Μείον: Φόροι - Minus Taxes	0	-1.648	-1.601	-1.554	-1.507	-1.459	-1.410	-1.360	-1.310	-1.259	-1.208
Μείον: Τοκοχρεωλύσια - minus sinking fund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο (A) - total (A)	0	14.138	13.999	13.858	13.715	13.571	13.425	13.276	13.126	12.973	12.818
<b>ΕΚΡΟΕΣ (B) flow out</b>											
Δαπάνες επένδυσης - Investment's Expenses	183.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μείον: Επιχορήγηση - Minus Subsidy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μείον: Τραπεζικό Δάνειο - Minus Banking Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο (B) Total (B)	183.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ=A-B)- Cash Flow (Γ=A-B)</b>	<b>-183.900</b>	<b>14.138</b>	<b>13.999</b>	<b>13.858</b>	<b>13.715</b>	<b>13.571</b>	<b>13.425</b>	<b>13.276</b>	<b>13.126</b>	<b>12.973</b>	<b>12.818</b>

## ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

		ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ									
		ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ - Investment's Cash flow									
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - Construction Period		ΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - Years									
		11ο	12ο	13ο	14ο	15 <sup>ο</sup>	16ο	17ο	18ο	19ο	20ο
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ (A) - influx</b>											
Αποτελέσματα προ Τόκων, Αποσβέσεων και Φόρων - Account before interests, redemptions and taxes	0	13.815	13.600	13.382	13.160	12.934	12.703	12.468	12.227	11.982	11.731
Μείον: Φόροι - Minus Taxes	0	-1.155	-1.101	-1.047	-991	-935	-877	-818	-758	-697	-634
Μείον: Τοκοχρεωλύσια - minus sinking fund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο (A) - total (A)	0	12.660	12.499	12.335	12.169	11.999	11.826	11.650	11.469	11.285	11.097
<b>ΕΚΡΟΕΣ (B) flow out</b>											
Δαπάνες επένδυσης - Investment s Expenses	183.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μείον: Επιχορήγηση - Minus Subsidy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μείον: Τραπεζικό Δάνειο - Minus Banking Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο (B) Total (B)	183.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ=A-B)- Cash Flow (Γ=A-B)</b>	<b>-183.900</b>	<b>12.660</b>	<b>12.499</b>	<b>12.335</b>	<b>12.169</b>	<b>11.999</b>	<b>11.826</b>	<b>11.650</b>	<b>11.469</b>	<b>11.285</b>	<b>11.097</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της εργασίας ήταν η εκπόνηση μίας μελέτης βιωσιμότητας ενός φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 80 kWp στη περιοχή της Χερσονήσου στο Ηράκλειο Κρήτης. Η ανάγκη για την εκπόνηση αυτής της μελέτης προέκυψε από τις ραγδαίες αλλαγές στα οικονομικά δρώμενα στη χώρα μας. Τα οικονομικά δεδομένα έχουν διαφοροποιηθεί τα τελευταία χρόνια τόσο στο κόστος της επένδυσης όσο και στην τιμή πώλησης του προϊόντος στο δημόσιο. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται παραπάνω στους πίνακες και θα κάνουμε μία ανάλυση σε αυτή τη παράγραφο για διάφορες παραδοχές που πήραμε.

Μετά την οικονομική ανάλυση της επένδυσης έχουμε υπολογίσει την καθαρή παρούσα αξία (NPV) και τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης (IRR), οι οποίοι αυτοί δείκτες είναι απαραίτητοι για να μπορέσουμε να χαρακτηρίσουμε την επένδυση μας ως βιώσιμη και να τη συγκρίνουμε με τυχόν εναλλακτικές προτάσεις που ίσως έχουμε. Με τα δεδομένα της δικής μας επένδυσης για την οποία το κόστος της επένδυσης είναι συνολικά 183,900 € και η εγγυημένη τιμή πώλησης για τα επόμενα 20 χρόνια διαμορφώνεται στα 100€/MWh με μία μεταβαλλόμενη ετήσια αύξηση της τιμής που εξαρτάται από το πληθωρισμό κάθε χρόνο και η οποία ισούται με το 25% του ετήσιου πληθωρισμού. Επίσης η φορολόγηση ανέρχεται στο 25% των καθαρών κερδών μετά τη αφαίρεση αποσβέσεων και λοιπών ετήσιων κόστων. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα προκύπτει ότι ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) ισούται με 3,44% και η καθαρή παρούσα αξία (NPV) 69,987 € η οποία είναι μεγαλύτερη του 0. Σύμφωνα με αυτά τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η επένδυση μας είναι βιώσιμη. Η επένδυσή μας θα θεωρείται βιώσιμη και συμφέρουσα όσο ο NPV είναι θετικός. Σε περίπτωση που έχουμε κάποια εναλλακτική πρόταση θα υπερισχύει αυτή η οποία θα έχει μεγαλύτερο IRR.

Η επένδυσή μας θα πρέπει να προβλέψουμε πώς θα ανταποκριθεί σε οικονομικά δεδομένα που υπάρχει περίπτωση να διαφοροποιηθούν τα επόμενα χρόνια στη χώρα μας. Έτσι για να μπορέσουμε να διαπιστώσουμε την αντοχή της επένδυσής μας, έχουμε κάνει κάποιες παραδοχές.

Η πρώτη παραδοχή είναι η διαφοροποίηση της τιμής πώλησης της ενέργειας στο δημόσιο. Παρόλο που η τιμή είναι εγγυημένη για τα επόμενα 20 χρόνια κανείς δε μπορεί να εγγυηθεί ότι κάποια ενδεχόμενη πώληση της ΔΕΗ Α.Ε. σε κάποιο ιδιώτη δε θα φέρει διαφοροποίηση της τιμής της ενέργειας. Σε περίπτωση που έχουμε αύξηση της τιμής πώλησης της ενέργειας είναι σαφές ότι δεν θα έχουμε κάποια αρνητική επίδραση στην επένδυσή μας αντιθέτως θα έχουμε αύξηση των κερδών. Σε περίπτωση όμως που έχουμε μείωση της τιμής για να έχουμε θετικούς δείκτες και να θεωρείται η επένδυσή μας βιώσιμη αυτή η μείωση δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 25€/MWh δηλαδή η τιμή πώλησης να μην είναι χαμηλότερη από 75€/MWh. Σε περίπτωση χαμηλότερης τιμής πώλησης η επένδυσή μας θα θεωρηθεί μη βιώσιμη.

Μία δεύτερη παραδοχή μας είναι να υπάρξει συγχρηματοδότηση από κοινοτικούς ή Ευρωπαϊκούς πόρους. Πριν από λίγα χρόνια που ξεκίνησαν να αναπτύσσονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα υπήρχε συγχρηματοδότηση που έφτανε έως το 50% της επένδυσής. Βεβαίως οι τιμές επένδυσής ήταν πολλαπλάσιες, δηλαδή περίπου 500.000 € για μια αντίστοιχη επένδυση αλλά και η τιμή πώλησης να ανερχόταν στα 500€/MWh οπότε η επένδυση θεωρούνταν άκρως συμφέρουσα και πολύ επικερδής με καθαρή παρούσα αξία που ξεπερνούσε το 1.500.000€ και εσωτερικό συντελεστή απόδοσης πάνω από 35%. Οπότε σε περίπτωση κάποιας συγχρηματοδότησης 50% θα έχουμε μειωμένο κόστος αρχικής επένδυσής και έτσι θα έχουμε καθαρή παρούσα αξία περίπου 150,000€ και εσωτερικό συντελεστή απόδοσης πάνω από 12%.

Μία άλλη παραδοχή ήταν να παίρναμε κάποιο δάνειο για την αρχική μας επένδυση. Σε περίπτωση που παίρναμε κάποιο δάνειο θα είχαμε τόκους οι οποίοι θα επιβάρυναν το κόστος της επένδυσής και θα είχαμε σημαντική μείωση των εσόδων και κατ' επέκταση της καθαρής παρούσας αξίας και του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης. Δεδομένου

επίσης ότι οι πληρωμές τους κατόχων φωτοβολταϊκού πάρκου καθυστερούν αρκετό διάστημα δημιουργείται το πρόβλημα ότι θα πρέπει να αποπληρώσουμε το δάνειο χωρίς να εισπράτουμε έσοδα από την χρήση αυτού. Έτσι η καλύτερη λύση για την επένδυσή μας είναι η χρήση ιδίων κεφαλαίων για αποφύγουμε περισσότερα έξοδα.

Μία τελευταία παραδοχή είναι ότι λόγω της ασταθούς οικονομίας στην χώρα μας ενδέχεται να αλλάξει η φορολόγηση των φωτοβολταϊκών πάρκων και της ενέργειας που πωλείται. Στην περίπτωση μας και τη χρονική περίοδο που κάνουμε την μελέτη ο φόρος ανέρχεται στο 25% των καθαρών κερδών. Σε περίπτωση μείωση του συντελεστή δεν θα έχουμε κάποια αρνητική επίπτωση στην επένδυση μας αλλά σε περίπτωση αύξησης του συντελεστή θα έχουμε μείωση των εσόδων. Σε περίπτωση που αυξηθεί στο 40% θα παραμείνει η επένδυση μας βιώσιμη αλλά θα έχει μικρότερο εσωτερικό συντελεστή απόδοσης και καθαρή παρούσα αξία.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. University of Minesota, First Course on Power Electronics and Drivers, Ned Mohan, Professor of Power Electronics and Systems, 2003 Edition.
2. Antonio Luque, Steven Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, Wiley 2002
3. Κορνελάκη Ε., «Ανάλυση Κύκλου Ζωής Φωτοβολταϊκού Συστήματος Στη Περιοχή Της Κρήτης», Χανιά, 2009
4. Ζοπουνίδης Κ., «Βασικές Αρχές Και Σύγχρονα Θέματα Του Χρηματοοικονομικού Μάνατζμεντ», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2003
5. Tomas Markvart, «Ηλεκτρισμός Απο Ηλιακή Ενέργεια», Εκδόσεις ΙΩΝ, 2003
6. Φραγκιαδάκης Ι. Ε., «Φωτοβολταϊκά Συστήματα», Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 2009
7. Renewables 2010- Global Status Report , Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century (REN21), Paris 2010
8. Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A., 2007. Potential of solarelectricity generation in the European Union member states and candidate countries. Solar Energy, 81, 1295–1305.
9. Γεωργιλάκης Π. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Χανιά, 2006
10. Βασίλης Κασιμάτης, «Σχεδιασμός, Κατασκευή και Δοκιμαστική Λειτουργία Ανεμογεννήτριας Οριζόντιου Άξονα», Χανιά, 2003
11. Ελένη Κανατσούλη, «Εφαρμογές Τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Σε Χώρες Της Μεσογείου Με Έμφαση Στην Ηλιακή Ενέργεια», Αθήνα, 2010
12. Κωνσταντίνος Κουτελιδάκης, «Εφαρμογή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Σε Στρατόπεδο», Αθήνα, 2010
13. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ) - Hellenic ,Association of Photovoltaic Companies [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr)

14. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
15. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
16. Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε. (ΛΑΓΗΕ) [www.lagie.gr](http://www.lagie.gr)
17. ΔΕΗ Α.Ε. [www.dei.gr](http://www.dei.gr)
18. Greenpeace [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
19. HelioSystems Φωτοβολταϊκά Συστήματα [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)
20. Κλάδης Ενεργειακή [www.kladisenergy.gr](http://www.kladisenergy.gr)
21. ΑΡΒΙΣ Α.Ε. [www.arvis.gr](http://www.arvis.gr)
22. Mechatron Εταιρία κατασκευής βάσεων στήριξης φωτοβολταϊκών  
[www.mechatron.eu](http://www.mechatron.eu)
23. SMA Solar Technology [www.sma-hellas.com](http://www.sma-hellas.com)
24. PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
25. Περιβάλλον και Διαχείριση Ενέργειας [www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr)
26. Agroenergy [www.agroenergy.gr](http://www.agroenergy.gr)
27. Ευρωπαϊκή Ένωση [www.europa.eu](http://www.europa.eu)