

Πανεπιστήμιο Πειραιά
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Logistics
Δ' Εξάμηνο



***Θέμα: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Φωτοβολταϊκό Πάρκο:
Δημιουργία και Οικονομοτεχνική Μελέτη περίπτωσης Κάσου***

Επιμέλεια: Χριστίνα Βλάχου

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Εμίρης

Απρίλιος 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας δεν θα μπορούσε να είχε έρθει σε πέρας χωρίς τη βοήθεια του επιβλέποντος καθηγητή κυρίου Δημήτριου Εμίρη. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για το αμείωτο ενδιαφέρον και τη συνεχή στήριξη που μου παρείχε κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων της υλοποίησής της. Ο κύριος Εμίρης υπήρξε αρωγός στην προσπάθειά μου και οι υποδείξεις και η καθοδήγησή του ήταν καταλυτικά στοιχεία στη εκπόνηση της εργασίας αυτής.

Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να απευθύνω στον κο Πανταζή Τραϊφόρο, Διευθύνων Σύμβουλο εταιρείας που ειδικεύεται στα συστήματα ενέργειας, καθώς και στον κο Κωνσταντίνο Μαρμαρινό, υπεύθυνο τεχνικού τμήματος της ίδιας εταιρείας. Οι δύο κύριοι, μέσω συνεδριάσεων, αφιέρωσαν αρκετές ώρες για να μου γνωρίσουν τις έννοιες των τεχνικών μερών της δημιουργίας ενός Φωτοβολταϊκού Συστήματος και της λειτουργίας αυτών.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που με στήριξε οικονομικά και ψυχολογικά προκειμένου να πραγματοποιήσω το όνειρό μου για μεταπτυχιακές σπουδές πάνω στον τομέα των Logistics και να καταφέρω να το ολοκληρώσω επιτυχώς.

Τέλος, να ευχαριστήσω τους πολύ καλούς μου φίλους Δήμητρα Δροσούνη και Μάριο Μαργιώλη για την ανοχή που έδειξαν στην απουσία μου το χρονικό διάστημα στο οποίο εργαζόμουν πάνω στην πτυχιακή, καθώς επίσης και για την στήριξη που μου παρείχαν έστω κι αν αυτοί ήταν μακριά.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει μπει στις αντιλήψεις όλων μας το ενδιαφέρον και η ανησυχία για το μέλλον της γης. Η μεγάλη κλιματολογική αλλαγή που ζούμε, με όλα όσα την περιβάλλουν έχουν καταστήσει απαραίτητη την εγρήγορση και την κινητοποίησή μας προς έναν δρόμο που θα είναι ανασταλτικός σε περεταίρω καταστροφές για την οικολογία. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν πορεία των περισσότερων κρατών ανά τον κόσμο προκειμένου να βοηθήσουν στον δρόμο αυτό. Κάποιοι ισχυρίζονται πως είναι αργά και πως έχει ήδη αρχίσει η αντίστροφη μέτρηση. Εμείς θα θέλαμε να πιστεύουμε πως η ενίσχυση και η στροφή σε μορφές ενέργειας όπως οι ανανεώσιμες μπορούν να καταστείλουν την υπάρχουσα κατάσταση.

Η Ε.Ε. αποτελεί αρωγό στην προσπάθεια αυτή εκμετάλλευσης των ΑΠΕ και οι ανά περιόδους στοχοθετήσεις και οδηγίες της το δείχνουν και εμπράκτως.

Μία από τις ΑΠΕ που ενδείκνυται για την Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής θέσης της και της ετήσιας ακτινοβολίας που δέχεται, είναι η Ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση των υδάτων αλλά και για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί μέσω του Φωτοβολταϊκού Φαινομένου.

Στην εργασία που ακολουθεί, θα παρουσιαστεί η κατασκευή ενός τέτοιου έργου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ενέργεια του ήλιου. Το έργο δεν είναι άλλο από ένα Φωτοβολταϊκό Πάρκο στην περιοχή της Κάσου. Σε αυτό θα γίνει μια παρουσίαση των εργασιών που απαιτούνται, του χρονοδιαγράμματος και του συνολικού κόστους κατασκευής.

Τέλος, θα γίνει ένας σχεδιασμός απόδοσης της επένδυσης (ROI) για την διάρκεια μιας 20ούς λειτουργίας του πάρκου από τη στιγμή της ολοκλήρωσης του έργου και της έναρξης λειτουργίας του.

INTRODUCTION

In the past few years it has been into everyone's interest and concern, the earth's future situation. There have been great changes climatologically which prompt us to vigilance and mobilisation way in order to stop further ecological disasters. Most countries over the world use Renewable Energy Sources as a tool for this path. Some people claim that it is already late concerning the environmental issues and that the final count down has begun. From a more optimistic point of view, it is believed that the support of renewable energy could in fact restrain the current situation.

The European Union helps this effort by taking advantage of the RES and very often it set goals and directives which confirm that.

Greece is and ideal country for using Solar Energy because of its geographical position and the solar irradiation it accepts yearly. Solar Energy can be used for water heating and electrical energy production. The electrical energy can be produced through the Photovoltaic phenomenon.

The Thesis that follows will present (among others) the construction of an electrical production through solar energy project. This project is located in Kasos island and it is a Photovoltaic Park. There will also be presented the tasks needed, the timetable and the total construction cost.

Finally, there will be a Return on Investment (ROI) analysis for a 20 year operation of the park, since the project completion.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο	Τίτλος	Σελίδα
	Ευχαριστίες	1
	Εισαγωγή	2
	Introduction	3
	Πίνακας Περιεχομένων	4
1	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	6
1.1	Γενικά	6
1.2	Κατηγορίες ΑΠΕ	7
1.3	ΑΠΕ και Ευρωπαϊκή Ένωση	9
2	Φωτοβολταϊκά Συστήματα	14
2.1	Γενικά	14
3	Εισαγωγή σε έννοιες για ένα Φωτοβολταϊκό Πάρκο	17
3.1	Ορισμός	17
3.2	Κύρια Μέρη	17
3.2.1	Φ/Β Γεννήτριες	17
3.2.2	Μετατροπείς Ρεύματος (Inverters)	19
3.2.3	Σύστημα Στήριξης των Φ/Β	20
3.2.4	Ασφαλιστικές Διατάξεις	22
3.3	Δευτερεύοντα Μέρη	22
3.3.1	Σύστημα Παρακολούθησης – Απεικόνισης Μετρήσεων	22
3.3.2	Αντικεραυνική Προστασία και Προστασία έναντι Κρουστικών Τάσεων	22
3.3.3	Εγκαταστάσεις ασφάλειας και Ελέγχου Πρόσβασης	22
3.4	Παραγόμενη Ενέργεια – Παράγοντες	22
3.4.1	Από την εγκατεστημένη ισχύ του σταθμού	23
3.4.2	Από τον τόπο εγκατάστασης	23
3.4.3	Από την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία	23
3.4.4	Από την εταιρεία που θα υλοποιήσει το σχεδιασμό και την εγκατάσταση του σταθμού	23
3.5	Διατάξεις Φ/Β Συστημάτων	24
3.6	Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα των Φ/Β	24
4	Η κατάσταση στην Ελλάδα	26
4.1	Γενικά	26
4.2	Αναφορά της ΕΡΙΑ για την Ελλάδα	28
4.3	Στόχοι της Ελλάδας	29
5	Παρουσίαση του έργου	31
5.1	Γενικά	31

5.2	Τί είναι το Satel – light	31
5.3	Κύρια Περιγραφή του Σταθμού	32
5.4	Κύρια Μέρη του Σταθμού – Τεχνικά Χαρακτηριστικά	33
5.4.1	Φωτοβολταϊκές Γεννήτριες (Solar modules) BP Solar Γερμανίας BP7195S	33
5.4.2	Μετατροπέας ρεύματος (Grid Inverter) SMA Γερμανίας SMC8000TL	33
5.4.3	Σύστημα παρακολούθησης ηλίου (tracking) DegerEnergie Γερμανίας	34
5.4.4	Μεταλλικός Οικίσκος	34
5.5	Συστήματα Προστασίας – Ασφαλείας	35
5.5.1	Γειώσεις	35
5.5.2	Προστασία από άμεσο κεραυνικό πλήγμα	35
5.5.3	Προστασία κρουστικών τάσεων	35
5.5.4	Προστασία Πυρός	35
5.6	Προτεινόμενος τρόπος Σύνδεσης στο Δίκτυο της ΔΕΗ	36
5.7	Προστασία απρόσκλητης πρόσβασης και παραβίασης	36
5.7.1	Περίφραξη	36
5.7.2	Συναγερμός Οικίσκου	36
5.7.3	CCTV	36
5.7.4	Περιμετρικός Φωτισμός	36
5.8	Εφεδρεία	37
5.8.1	Εφεδρική Τροφοδοσία	37
5.8.2	Ανταλλακτικά	37
5.9	Συστήματα Παρακολούθησης και τηλεαπεικόνισης	37
5.10	Εγγυήσεις– Εύρυθμη Λειτουργία	38
6	MS Project	39
6.1	Gantt Chart	39
6.2	Tracking Gantt Chart	40
6.3	Υλικά – Ανθρώπινοι πόροι	41
6.4	Project cash flow	42
6.5	Αναφορά εξέλιξης έργου	43
7	Οικονομική Ανάλυση του έργου	45
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	51
	Βιβλιογραφία	55

1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1. Γενικά

Μία γνωστή ρήση λέει «Δεν κληρονομήσαμε τη γη από τους προγόνους μας, αλλά την δανειστήκαμε από τα παιδιά μας». Αυτό το ρητό παρ' όλη την παλαιότητά του φαίνεται πως δεν είχε την απήχηση και δεν έλαβε την σοβαρότητα που έπρεπε να λάβει. Το γιατί είναι μάλλον εμφανές εάν απλά ρίξουμε μια ματιά στο περιβάλλον που ζούμε όλοι σήμερα και εστιάσουμε στις απειλές που καθημερινά αυτό δέχεται. Το δυστυχές και απαράδεκτο είναι πως υπαίτιοι για την κατάσταση που αντικρίζουμε σήμερα είμαστε όλοι εμείς.

Η γη μας έχει δεχθεί μια τεράστια ποσότητα εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα κάτι που οδήγησε: στην αύξηση της θερμότητας, στο λιώσιμο των πάγων, στην αύξηση της στάθμης των επιπέδων της θάλασσας, στην εξαφάνιση της βιοποικιλότητας και σε πολλές άλλες καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον και για τον ίδιο τον άνθρωπο.

Ευτυχώς υπάρχουν κάποιες πιο «καθαρές» εναλλακτικές που αντικαθιστούν τις πηγές ενέργειας που επιβαρύνουν αρνητικά το περιβάλλον. Ο κλάδος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) ξεχωρίζει ως ο μόνος που προσφέρει τις δυνατότητες μείωσης των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου και της ρύπανσης, και ο μόνος που μπορεί να αξιοποιήσει τοπικές και αποκεντρωμένες ενεργειακές πηγές και να τονώσει πρωτοπόρες βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας παγκοσμίως. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα αναλυθούν παρακάτω, εμφανίζουν μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια.

Ο όρος ανανεώσιμη ενέργεια χρησιμοποιείται για να περιγράψουμε μια πηγή ενέργειας που έχει την ικανότητα να ανανεώνεται. Η ανανεώσιμη ενέργεια είναι κατ' ορισμό ανανεώσιμη κάτι που σημαίνει πως η πηγή μπορεί να αναπληρώνεται από μόνη της ξανά και ξανά. Μπορεί ακόμη να καλείται και «απεριόριστη» ενέργεια καθώς στηρίζεται σε ενέργεια που βρίσκεται σε απεριόριστο απόθεμα. Η ανανεώσιμη ενέργεια δίνει μια νέα ευκαιρία στον πλανήτη μας καθώς μειώνονται οι εκπομπές του άνθρακα, καθαρίζει ο αέρας κι έτσι θέτει την παγκόσμια κοινότητα σε μια πιο βιώσιμη κατάσταση. Δίνει ακόμη την δυνατότητα σε όλα τα κράτη ανά τον κόσμο να βελτιώσουν την ασφάλεια της ενέργειας και τις ωθεί σε οικονομική ανάπτυξη. Εν αντιθέσει, οι περιορισμένες πηγές ενέργειας είναι γνωστές και ως μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς βασίζονται με τη σειρά τους σε αποθέματα που βρίσκονται σε περιορισμένη ποσότητα.

Επί πλέον η ανανεώσιμη ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί και καθαρή ενέργεια διότι δεν παράγει τοξικά ή ρυπαντικές ουσίες που είναι βλαβερά για το περιβάλλον (σε αντίθεση με τις

μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Έτσι, η ανανεώσιμη ενέργεια είναι επίσης γνωστή και ως πράσινη ή καθαρή ενέργεια. Οι πιο γνωστοί τύποι ανανεώσιμων πηγών ενέργειας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και αντίστοιχα φαίνεται για τον κάθε τύπο η ενέργεια στην οποία μετατρέπονται. Να διευκρινιστεί πως οι πηγές αυτές είναι οι πιο συνήθεις καθώς υπάρχουν κι άλλες πολλές που βρίσκονται στο περιβάλλον.

Ηλιακή Ενέργεια	Τα ηλιακά panels χρησιμοποιούνται για την θέρμανση του νερού και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
Αιολική Ενέργεια	Οι αιολικές τουρμπίνες μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική.
Μικρά Υδρο-Ηλεκτρικά Συστήματα	Η υδάτινη ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
Bio – Ισχύς (Βιομάζα)	Η βιομάζα χρησιμοποιείται για ηλεκτρική παραγωγή ή για θέρμανση. Τα μπόιλερς είναι η πιο κοινή τους εφαρμογή
Γεωθερμική Ενέργεια	Η γεωθερμική ενέργεια είναι αποθηκευμένη στην γη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς
Ενέργεια από Κύματα και Παλίρροιες	Η Ενέργεια από Κύματα και Παλίρροιες μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια

Κατηγορίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

1.2. Κατηγορίες ΑΠΕ

Πιο αναλυτικά οι μορφές των ΑΠΕ οι τεχνολογίες των οποίων είναι οι πιο γνωστές και περισσότερο χρησιμοποιήσιμες είναι οι εξής:

Ήλιος

Φωτοβολταϊκά Συστήματα: Η ηλιακή ενέργεια που μετατρέπεται σε ηλεκτρική, είναι γνωστή σε όλους ως «Φωτοβολταϊκή» Τεχνολογία η οποία μετατρέπει το φως του ήλιου κατ' ευθείαν σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα πιο απλά φωτοβολταϊκά κύτταρα δίνουν ενέργεια σε ρολόγια και αριθμομηχανές. Τα Φ/Β κύτταρα, πάνελς, και ο εξοπλισμός τους (inverters, chargers) είναι στερεός εξοπλισμός χωρίς κινητά μέρη.

Θερμικά ηλιακά συστήματα: Οι ηλιακοί θερμαντικοί συλλέκτες στην ουσία εγκλωβίζουν την θερμότητα του ήλιου όπως ένα κλειστό αυτοκίνητο που είναι σταθμευμένο κάτω από τον ήλιο (φαινόμενο θερμοκηπίου). Ο αέρας ή το υγρό θερμαίνεται στους συλλέκτες και μεταφέρεται (μέσω αντλίας ή ανεμιστήρα) σε ένα σύστημα αποθήκευσης για άμεση ή μελλοντική χρήση.

Άνεμος

Η ανομοιόμορφη θερμότητα της επιφάνειας της γης από τον ήλιο παράγει αιολική ενέργεια, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική. Οι ανεμόμυλοι μπορούν να μετατραπούν σε ηλεκτρικές γεννήτριες καθώς μετατρέπουν την κίνηση του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια.

Μικρά Υδρο-Ηλεκτρικά Συστήματα

Οι υδροηλεκτρικές γεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια της ροής του νερού σε μηχανική ή ηλεκτρική. Η μεγάλη δύναμη της ροής του νερού είναι ικανή να γυρίσει τεράστιες τουρμπίνες. Αυτές οι τουρμπίνες οδηγούν τις γεννήτριες κι έτσι παράγεται ο ηλεκτρισμός. Ο βαθμός της δύναμης εξαρτάται από τον όγκο του νερού και την απόσταση από την οποία αυτό πέφτει.

Βιομάζα

Η βιομάζα περιλαμβάνει με μία λέξη τα φυτά, τα ζώα και όλη την οργανική ύλη στη γη. Η βιομάζα είναι η ηλιακή ενέργεια που διοχετεύεται σε οργανικούς οργανισμούς μέσω της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια απελευθερώνεται όταν η βιομάζα χρησιμοποιείται για να παραχθεί θερμότητα. Τέλος η βιομάζα περιλαμβάνει την ενέργεια και των ίδιων των ανθρώπων. Είναι η θερμή ενέργεια που απέμεινε στο εσωτερικό της γης από τη δημιουργία της.

Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια αναφέρεται στην ενέργεια που βρίσκεται στα έγκατα της γης. Μπορούμε να την δούμε μέσω των θερμοπιδάκων και του καυτού νερού στις φυσικές πηγές. Χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των σπιτιών, των εργοστασίων και των θερμοκηπίων. Να αναφερθεί τέλος πως η γεωθερμική μπορεί να εντάσσεται για την ώρα στις ανανεώσιμες ενέργειες, αλλά μπορεί να γίνει μη-ανανεώσιμη μελλοντικά και ανά τόπους, εξ αιτίας της ανθρώπινης χρήσης – παρέμβασης.

Κύματα και Παλίρροιες

Τα κύματα και οι παλίρροιες είναι πολύ δυνατές δυνάμεις.

Ενέργεια από παλίρροια: αιχμαλωτίζει την ενέργεια από την παλίρροια. Δύο διαφορετικές αρχές για την δημιουργία ενέργειας χρησιμοποιούνται έως τώρα:

1. κίνηση με κατακόρυφη κατεύθυνση: Οι παλίρροιες μπαίνουν, αυξάνουν τις στάθμες ύδατος σε μια «λεκάνη», και ξετυλίγονται. Γύρω από τη χαμηλή παλίρροια, το νερό στη λεκάνη απελευθερώνεται μέσω ενός στροβίλου, εκμεταλλευόμενο την αποθηκευμένη ενέργεια
2. κίνηση με οριζόντια κατεύθυνση: Χρησιμοποιώντας τις παλιρροιακές γεννήτριες ρευμάτων, όπως τους ανεμοστρόβιλους αλλά σε ένα παλιρροιακό ρεύμα. Λόγω της υψηλής πυκνότητας του νερού, περίπου οκτακόσιες φορές της πυκνότητας του αέρα, τα παλιρροιακά ρεύματα μπορεί να έχουν πολύ κινητική ενέργεια.

Ενέργεια από κύματα: χρησιμοποιεί την ενέργεια σε κύματα. Οι μηχανές ενέργειας κυμάτων λαμβάνουν συνήθως τη μορφή των επιπλεουσών ή ουδέτερα επιπλεουσών δομών που κινούνται ανάλογα το ένα με το άλλο ή προς ένα σταθερό σημείο.

Οι κυβερνήσεις, οι οικονομικές κοινότητες αλλά και γενικότερα η κοινή γνώμη θεωρούν πως είναι πολύ σημαντική η ανάπτυξη της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έως σήμερα η ανανεώσιμη ενέργεια μέσα από όλες τις μορφές της αγγίζει το 14% της παγκόσμιας παροχής ενέργειας και αναμένεται να αυξηθεί. Μέσα από τους παράγοντες που συνεισφέρουν στην δυναμική αυτή αύξηση, είναι:

- Το μεγάλο ενδιαφέρον και η γνώση των απλών πολιτών για την κλιματολογική αλλαγή και η κατεύθυνσή τους σε διάφορους στόχους κλιματικής προστασίας
- Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση στην ενέργεια: αναμένεται 60% αύξηση έως το 2030
- Η συνεχόμενη μείωση των αποθεμάτων των συμβατικών πηγών ενέργειας
- Η μεγάλη ανταγωνιστικότητα στις προμήθειες ενέργειας

1.3. ΑΠΕ και Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε έναν στόχο για την αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στην συνολική κατανάλωση ενέργειας της Ε.Ε. από το 8.5% (2005) έως το 20% το 2020. Αυτός ο στόχος είναι αισιόδοξος αλλά είναι και μια απαραίτητη συνεισφορά της παγκόσμιας μάχης κατά των κλιματολογικών αλλαγών και υπέρ του καλύτερου ελέγχου της ενεργειακής

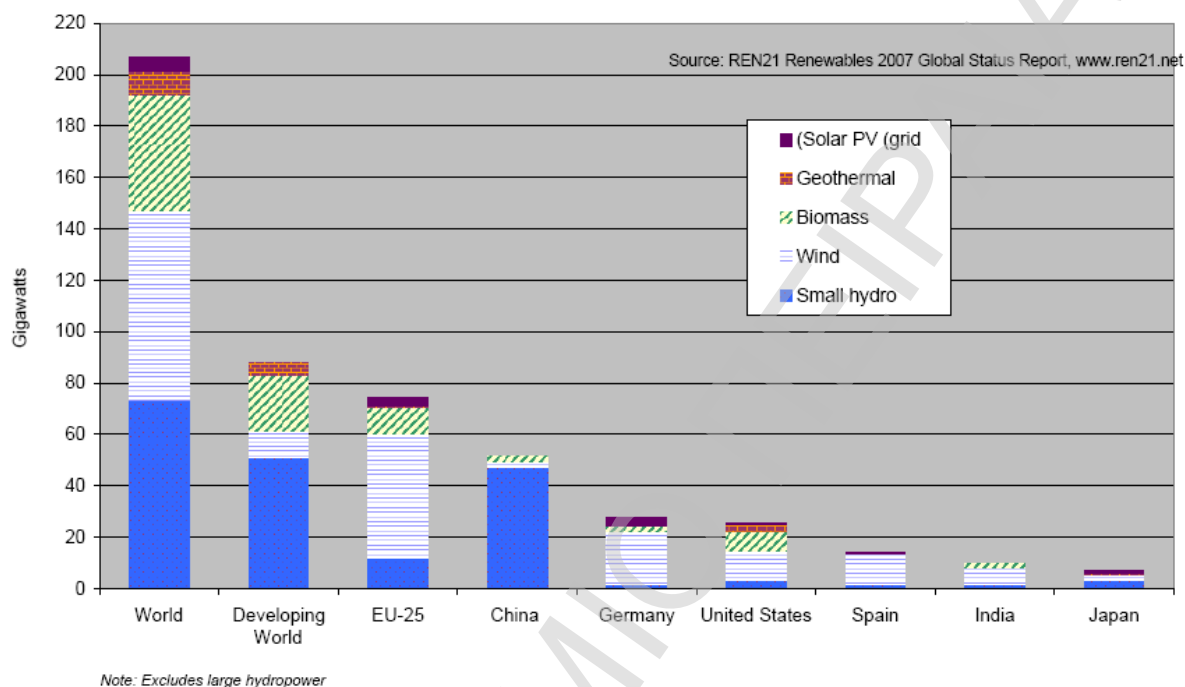
ανεξαρτησίας. Οι κυβερνήσεις παίζουν κρίσιμο ρόλο δίνοντας σωστά παραδείγματα και υποστήριξη. Αλλά και ο κάθε πολίτης χωριστά μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη του στόχου. Οι διάφορες χρήσεις των ΑΠΕ έχουν ξετασθεί: ηλεκτρισμός για την αιολική και την υδραυλική ενέργεια, ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα για την γεωθερμική και την ηλιακή ενέργεια, πολλαπλές εφαρμογές: ηλεκτρισμός, θερμότητα και βιοκαύσιμα για τη βιομάζα. Η Ε.Ε. είναι παγκόσμιος ηγέτης στη χρήση και ανάπτυξη των τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τις ΑΠΕ και έχει σκοπό να παραμείνει¹.

Πιο αναλυτικά, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Μαρτίου 2006 ζήτησε να ηγηθεί η ΕΕ στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κάλεσε την Επιτροπή να διενεργήσει ανάλυση σχετικά με τον τρόπο για την περαιτέρω προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μακροπρόθεσμα, π.χ. με αύξηση του μεριδίου τους στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση σε 15% μέχρι το 2015. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, με συντριπτική πλειοψηφία, ζήτησε να καθοριστεί 25% ως στόχος για το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη συνολική κατανάλωση ενέργειας της ΕΕ μέχρι το 2020. Προτάθηκε να καθορίσει η ΕΕ υποχρεωτικό (νομικώς δεσμευτικό) στόχο ύψους 20% για το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στην κατανάλωση ενέργειας της ΕΕ μέχρι το 2020 (Ντιρεκτίβα 2001/77/EC) και χαραχτηκε η πορεία για την ένταξη των ανανεώσιμων πηγών στις ενεργειακές πολιτικές και αγορές της ΕΕ. Επιπλέον, προτάθηκε νέο νομοθετικό πλαίσιο για την προώθηση και την αξιοποίηση της ανανεώσιμης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι στόχοι που ορίστηκαν μπορούσαν να επιτευχθούν μόνον εφόσον αυξηθεί σημαντικά σε όλα τα κράτη μέλη το μερίδιο που καταλαμβάνουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, στις μεταφορές καθώς και στη θέρμανση και ψύξη. Η πρόκληση είναι τεράστια, αλλά με αποφασιστικότητα και συνδυασμένες προσπάθειες σε όλα τα επίπεδα διοίκησης είναι δυνατόν να επιτευχθεί ο προτεινόμενος στόχος, υπό την παραδοχή ότι η ενεργειακή βιομηχανία θα αναλάβει πλήρως το μερίδιο που του αναλογεί στο εγχείρημα αυτό. Η επίτευξη του στόχου θα έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές εξοικονομήσεις εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων και θα ωθήσει τις νέες τεχνολογίες και τις ευρωπαϊκές βιομηχανίες. Για τα οφέλη αυτά θα απαιτηθεί πρόσθετο κόστος που, μεταξύ 2005 και 2020, θα ανέρχεται κατά μέσον όρο σε 10-18 δισεκατομμύρια ευρώ ανά έτος, ανάλογα με τις ενεργειακές τιμές².

¹ http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/videos/energy/2008_01_res_en.htm , link από την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

² Ανακοίνωση της επιτροπής στο συμβούλιο και στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο «Χάρτης πορείας για τις ΑΠΕ. Οι ΑΠΕ τον 21ο αιώνα: συμβολή στην ενίσχυση της αειφορίας», Βρυξέλλες 10/01/2007

Στον πίνακα που ακολουθεί, φαίνεται η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας σε Gigawatts παγκοσμίως και ανά κατηγορία ΑΠΕ σύμφωνα με την ετήσια αναφορά της REN 21 ³ το 2007.



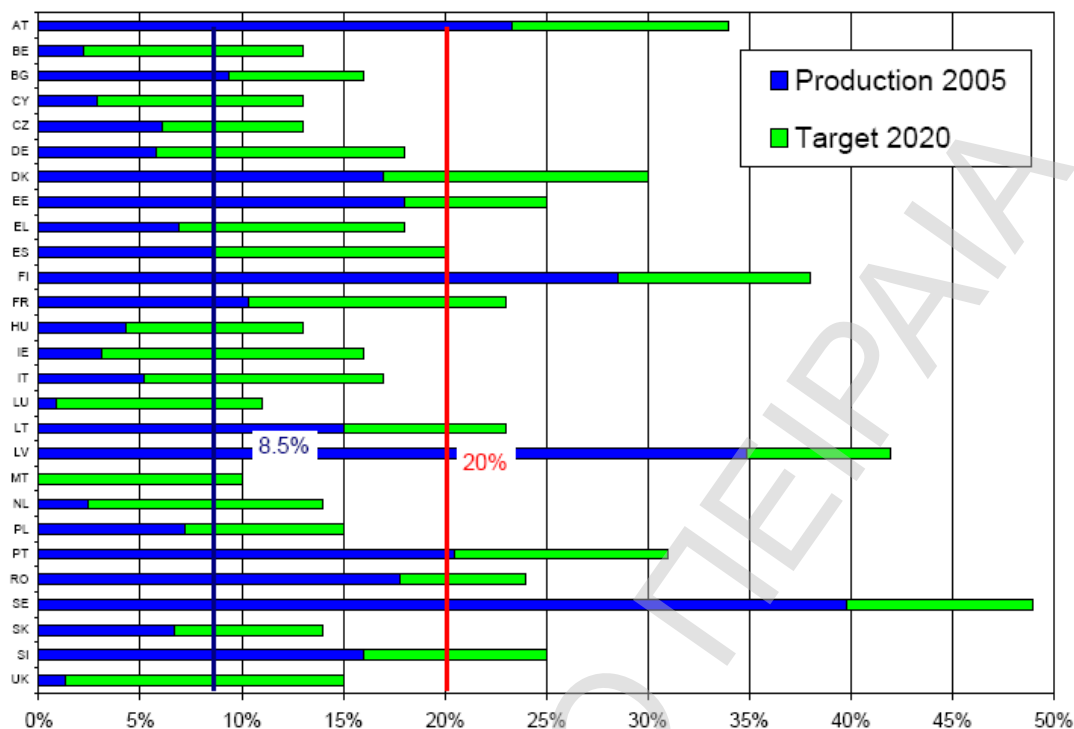
Ισχύς στις ΑΠΕ Παγκοσμίως 2007⁴

Από τον πίνακα αυτό θα λέγαμε πως η Ε.Ε. έχει πάρει πιο «ζεστά» το ζήτημα των ΑΠΕ και δεν έχει μείνει απλά στα λόγια σε σύγκριση με τις Η.Π.Α. ή και με Ασιατικές χώρες, κολοσσούς σε βιομηχανική και οικονομική ανάπτυξη όπως η Κίνα ή η Ιαπωνία.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο έθεσε λοιπόν τις προβλέψεις – στόχους που αναφέρθηκαν παραπάνω και διαγραμματικά φαίνονται στα παρακάτω σχεδιαγράμματα:

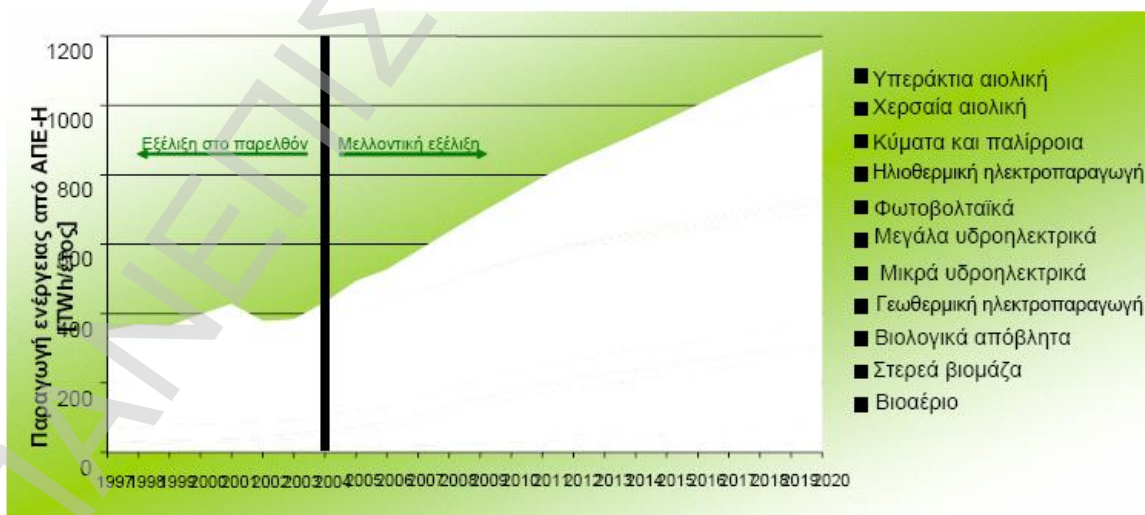
³ Το REN21 είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο που παρέχει ένα forum για παγκόσμια ηγεσία στην ανανεώσιμη ενέργεια. Ο στόχος του είναι να ενισχύσει την πολιτική της ανάπτυξης για την γρήγορη εξάπλωση των ανανεώσιμων ενεργειών και αναπτυγμένες οικονομίες.

⁴ Renewables 2007 Global Status Report – REN21



Μερίδιο των ΑΠΕ στην Ε.Ε. για το 2020⁵

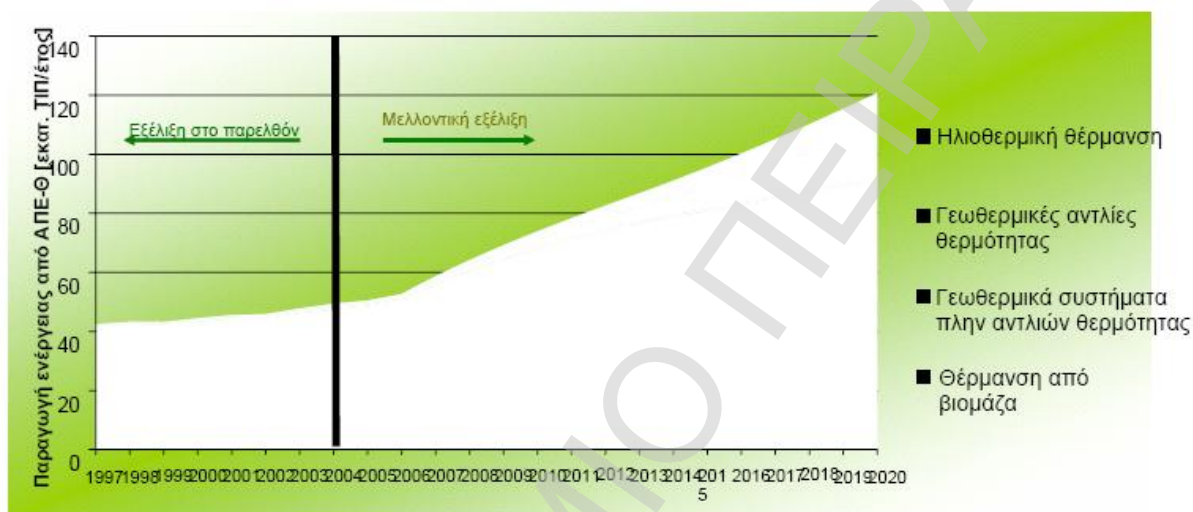
Από αυτό το σχεδιάγραμμα φαίνεται πως η Ελλάδα προκειμένου να φτάσει τον στόχο της θα πρέπει να τριπλασιάσει την παραγωγή της σε ΑΠΕ έως το 2020. Ενώ υπάρχουν χώρες όπως η Σουηδία, η Λιθουανία και η Φιλανδία που έχουν ξεπεράσει κατά πολύ το 20% της παραγωγής και ο στόχος τους, συνεπώς, έχει τεθεί πολύ πιο ψηλά.



Αύξηση ΑΠΕ : Προβλέψεις για την Ηλεκτροπαραγωγή 2020⁶

⁵ Joint Research Center, Renewable Energy Unit, PV Status Report 2008, Arnulf Jager – Waldau, σελ.92, σχ.21

Ύστερα από τα παραπάνω, συμπερασματικά η παραγωγή της ενέργειας μέσω ΑΠΕ για τα κράτη μέλη της Ε.Ε. μελλοντικά θα έχει μια ανοδική πορεία σε αντίθεση με την μέχρι τώρα σταθερή της πορεία. Αυτό φαίνεται διαγραμματικά στα δύο σχήματα που παρουσιάζουν τις προβλέψεις για το μέλλον στην αύξηση των ΑΠΕ και δη πάνω στην ηλεκτροπαραγωγή, στη θέρμανση και την ψύξη.



Αύξηση ΑΠΕ : Προβλέψεις για την θέρμανση και τη ψύξη 2020⁵

⁶ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:EL:PDF>

2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ⁷

2.1. Γενικά

Το να παραχθεί ενέργεια χωρίς να επηρεάσει δυσμενώς το περιβάλλον, μοιάζει σαν ένα όνειρο πολύ καλό για να είναι αληθινό. Παρ' όλα αυτά, με την χρήση των Φωτοβολταϊκών



(Φ/Β), το φως του ήλιου μπορεί να μετατραπεί κατ' ευθείαν σε ηλεκτρισμό. Η ροή της ηλιακής ενέργειας που φθάνει στην επιφάνεια της γης ανά έτος, είναι σχεδόν ισοδύναμη με 10.000 φορές της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης. Αυτό είναι που την κάνει ίσως την πιο «άφθονη» από τις υπόλοιπες ανανεώσιμη ενέργεια στη γη. Μέρος της ενέργειας αυτής μετατρέπεται σε

ηλεκτρική μέσω των Φ/Β γεννητριών. Αυτό είναι σε εμάς γνωστό ως «Φωτοβολταϊκά» ή «Ηλιακή Ενέργεια».

Το Φ/Β έχει την μοναδική ιδιότητα, να χτίζονται σειρές από αυτό που η εμβέλεια της εγκατάστασης τους ξεκινάει milliwatts από μερικά έως και multi-megawatt. Οι Φ/Β γεννήτριες μπορεί να αποτελέσουν μέρος ενός καταναλωτικού προϊόντος, όταν αυτές χρησιμοποιούνται στις σκεπές των σπιτιών ιδιωτών, όταν είναι εγκατεστημένες σε επιφάνειες κτιρίων ή όταν είναι συγκεντρωμένες σε μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Εξαιτίας αυτής τους της δυνατότητας να προσαρμόζεται, έχει γίνει αποδεκτό ως μέσο που εξυπηρετεί τις ενεργειακές ανάγκες σε διασκορπισμένες ή απομονωμένες κοινότητες. Μπορεί να σχεδιαστεί για να είναι πολύ γερό, ανθεκτικό και ταυτοχρόνως αθόρυβο και ασφαλές. Ακόμη προσφέρει δυνατότητες να κάνει έξυπνους συνδυασμούς ανάμεσα στην προσφορά και τη ζήτηση. Η συνολική ποσότητα της ηλιακής ενέργεια που φθάνει στη γη, αντιπροσωπεύει όπως αναφέρθηκε παραπάνω πολλές χιλιάδες φορές την συνολική παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Η τεχνολογική δυνατότητα της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας κατ' ευθείαν σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό, συμπεριλαμβανομένων των Φ/Β είναι πολύ μεγάλη: περισσότερη από 440.000 TWh ανά έτος⁸.

Στην Ευρώπη αν γεμίσαμε τη συνολική επιφάνεια των σκεπών που βλέπουν προς Νότο με Φ/Β εξοπλισμό, θα είχαμε καλύψει όλες μας τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό

⁷ Τα Φ/Β κυριολεκτικά σημαίνει ηλεκτρισμός από το φως: το «Φώτο» από την ελληνική λέξη «φως» και το «βολταϊκό» από τον Ιταλό επιστήμονα Alessandro Volta έναν πρωτοπόρο στην ενασχόληση με τον ηλεκτρισμό

⁸ World Energy Assessment: Energy and the challenge of Sustainability, UNDP, Νέα Υόρκη, (Κεφάλαιο 5: Energy Resources)

επεξηγεί πως το Φ/Β μπορεί τελικώς να προμηθεύσει μέρος ή ακόμη και το σύνολο των μελλοντικών ενεργειακών μας αναγκών.

Μεγάλης κλίμακας εφαρμογές σε Φ/Β είναι μια διαδικασία που απαιτεί μακροπρόθεσμη προσέγγιση. Μολονότι είναι έτοιμη σήμερα η αξιόπιστη Φ/Β τεχνολογία, χρειάζεται περεταίρω ανάπτυξη, ιδίως για να μειώσει το κόστος της παραγόμενης ποσότητας. Επιπλέον, ακόμη κι αν αυξηθούν κατά πολύ οι ρυθμοί ζήτησης στην αγορά, θα περάσει μια ουσιαστική χρονική περίοδος πριν τα Φ/Β γίνουν μία κύρια πηγή ενέργειας παγκοσμίως. Αυτό δεν προκύπτει από την έλλειψη σημαντικότητας των Φ/Β, αλλά υπογραμμίζει το πόσο πολύ χρειάζεται χρονικά για αλλαχθούν τα πρότυπα στον τομέα της ενέργειας. Αφενός εντούτοις, τα οικονομικά οφέλη του αναπτυσσόμενου εμπορικού τομέα των Φ/Β, δείχνουν ήδη την πραγματικότητα και έχουν οδηγήσει σε μεγάλη παγκόσμια ανταγωνιστικότητα. Η ερχόμενη δεκαετία θεωρείται πως θα παίξει αποφασιστικό ρόλο στο ποιες χώρες ή παγκόσμιες περιοχές θα κυριαρχήσουν στον τομέα των Φ/Β. Η Ε.Ε. ενόψει της ηγετικής τεχνολογικής και εμπορικής της θέσης, έχει την μοναδική ικανότητα να χτίσει έναν μεγάλο και ιδιαίτερα καινοτόμο οικονομικό τομέα, ενώ συγχρόνως θα αναπτύσσει μια δομική μονάδα για έναν σταθερό ενεργειακό εφοδιασμό. Κάτι τέτοιο απαιτεί μια αισιόδοξη και συνεπής πολιτική σε τομείς όπως η έρευνα και ανάπτυξη, αλλά και στις αρχές της αγοράς και της επικοινωνίας με ταυτόχρονη απομάκρυνση τυχόν εμποδίων.

Στον πίνακα που ακολουθεί, βλέπουμε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β στην Ε.Ε. για την χρονική περίοδο 1990 έως 2006.

European Commission Directorate-General for Energy and Transport (DG TREN)		Gross Electricity Generation from Renewables * Photo voltaic (in GWh)																
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
EU27	5	7	13	18	23	26	33	41	62	76	117	192	280	459	720	1 450	2 485	EU27
EU25	5	7	13	18	23	26	33	41	62	76	117	192	280	459	720	1 450	2 485	EU25
BE															1	1	2	BE
BG																		BG
CZ																	1	CZ
DK										1	1	1	1	2	2	2	2	DK
DE	1	1	3	3	7	7	12	17	35	30	60	116	188	333	557	1 282	2 220	DE
EE																		EE
IE																		IE
EL															1	1	1	EL
ES				1	2	3	3	3	4	17	18	24	30	41	56	41	125	ES
FR											5	6	7	7	8	10	12	FR
IT	4	5	9	11	11	13	14	15	16	17	18	19	21	24	29	31	35	IT
CY														1	1	1	1	CY
LV																		LV
LT																		LT
LU											1	1	1	1	9	18	21	LU
HU																		HU
MT																		MT
NL				1	1	1	1	2	3	6	8	14	17	31	33	34	35	NL
AT				1	1	1	1	2	2	2	3	4	7	11	14	15	15	AT
PL																		PL
PT							1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	5	PT
RO																		RO
SI																		SI
SK																		SK
FI		1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	FI
SE												1						SE
UK										1	1	3	4	3	4	8	7	UK
HR																		HR
MK																		MK
TR																		TR
IS																		IS
NO									3									NO
CH	1	2	3	4	5	5	6	8	8	9	11	12	14	17	17	19	23	CH

Source: Eurostat, December 2008

E.E.: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή 1990-2006⁹

Από τα στοιχεία που φαίνονται στον πίνακα, η Γερμανία κατέχει ηγετική θέση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ δεύτερη και με μεγάλη διαφορά έρχεται η Ισπανία. Η θέση της Ελλάδας είναι πολύ χαμηλά καθώς η πορεία της διαγράφεται μόλις την τελευταία τριετία 2004-2006.

⁹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, EU Energy in Figures 2009, Electricity Generation from Renewables, <http://ec.europa.eu/>

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΕΝΝΟΙΕΣ ΓΙΑ ΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ

3.1. Ορισμός

Φωτοβολταϊκό¹⁰ Πάρκο καλείται ένας σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, του οποίου η αρχή λειτουργίας βασίζεται στο Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο και οι υπομονάδες παραγωγής είναι φωτοβολταϊκές γεννήτριες (Solar Modules, Solar Panels). Ο σταθμός είναι άμεσα διασυνδεδεμένος με τις γραμμές μεταφοράς ρεύματος του τοπικού δικτύου.



Φωτοβολταϊκό Πάρκο

3.2. Κύρια Μέρη

3.2.1. Φ/Β Γεννήτριες

Οι Φ/Β γεννήτριες αποτελούνται από κύτταρα (cells) ημιαγωγών πυριτίου, συνδεδεμένα ηλεκτρικά μεταξύ τους, που παράγουν μια συνεχή τάση στα άκρα τους όταν προσπίπτει σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία (Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο). Η ισχύς κάθε Φ/Β γεννήτριας εξαρτάται από τον αριθμό των “cells” που διαθέτει, από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και από την γωνία πρόσπτωσης της.

Τα διασυνδεδεμένα “cells” του πυριτίου εσωκλείονται ερμητικά εντός ειδικού διάφανου υλικού EVA TEDLAR για προστασία από σκόνη και υγρασία. Το πάχος της κατασκευής δεν ξεπερνά τα 5mm. Η όλη κατασκευή προστατεύεται από ειδικό γυαλί υψηλής αντοχής σε κρούσεις και περικλείεται από πλαίσιο αλουμινίου για αύξηση της μηχανικής αντοχής, παρέχοντας ταυτόχρονα και τη δυνατότητα στήριξης.

Τα φωτοβολταϊκά είναι συστήματα που όταν εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπουν ένα 12-17 % της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία). Το πόσο

¹⁰ Φωτοβολταϊκό ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο όταν προσπίπτει φωτεινή ακτινοβολία στην επιφάνεια ενός ημιαγωγού, τότε στα άκρα αυτού εμφανίζεται μια συνεχής ηλεκτρική τάση.

ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Η τεχνολογία των Φ/Β έχει να κάνει με το είδος του πυριτίου που χρησιμοποιείται. Οι κύριες κατηγορίες είναι¹¹:

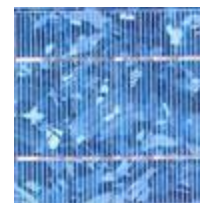
A) Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο

Τα πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου κατασκευάζονται από κρυσταλλικό πυρίτιο- βασικό ημιαγώγιμο υλικό. Το κρυσταλλικό πυρίτιο μορφοποιείται σε μεγάλα φύλλα, τα οποία μπορούν να κατατμηθούν σε συγκεκριμένο μέγεθος και να χρησιμοποιηθούν σε ένα πλαίσιο. Τα πλαίσια αυτού του είδους είναι πιο ακριβά από τα πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου καθώς προέρχονται από πυρίτιο καλύτερης ποιότητας-καθαρότητας, ωστόσο χαρακτηρίζονται από υψηλότερη ικανότητα μετατροπής και συχνά σε βάθος χρόνου παρουσιάζουν καλύτερη σχέση κόστους-απόδοσης. Η ικανότητα μετατροπής τους είναι της τάξης του 15-18%, κάτι που σημαίνει ότι από την ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην επιφάνειά τους, το παραπάνω ποσοστό μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. (όσο αυξάνει η θερμοκρασία, τόσο αλλάζει η συμπεριφορά του)



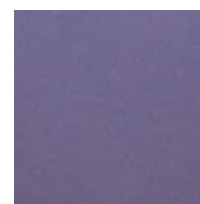
B) Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο

Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια πυριτίου έχουν ένα μέτριο κόστος σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες στις μέρες μας, και σίγουρα χαμηλότερο από τα αντίστοιχα μονοκρυσταλλικά εξαιτίας της χαμηλότερης ποιότητας πυριτίου που χρησιμοποιούν, παρόλο που το κόστος παραγωγής των μεμονωμένων ηλιακών στοιχείων που τα αποτελούν παραμένει υψηλό. Το μειονέκτημα σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια είναι η σχετικά μειωμένη ικανότητα μετατροπής που κυμαίνεται σε 12-14%.



Γ) Λεπτού υμενίου (Thin Film)

Τα thin-film πλαίσια διαφέρουν σημαντικά από τα κρυσταλλικά, από την αρχική φάση κατασκευής τους. Το βασικό πλεονέκτημα των thin-film πλαισίων έγκειται στο χαμηλό κόστος κατασκευής και η πολλαπλή



¹¹ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ, Αλεξάνδρα Πέππα, Νοέμβριος 2008, σελ 19-20

χρησιμότητα τους. Επειδή για την κατασκευή τους απαιτείται λιγότερος χρόνος και κόστος, μπορούν να παραχθούν πιο αποδοτικά. Από την άλλη πλευρά, επειδή οι μεμβράνες αυτές εφαρμόζονται σε λεπτές επιστρώσεις σε διάφορα υλικά, είναι δυνατή η κατασκευή εύκαμπτων, σταθερής μορφής, ή ασυνήθιστου μεγέθους πλαισίων. Ωστόσο, τα πλαίσια thin-film παρουσιάζουν κάποια σημαντικά μειονεκτήματα. Παρόλο που υπερέρχουν σε κόστος κατασκευής και “ευλυγισία”, υστερούν πολύ σε ικανότητα μετατροπής με συνέπεια να παρουσιάζουν τη χαμηλότερη ανάμεσα σε όλες τις υπάρχουσες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών (4-5%). Τα συγκεκριμένα πλαίσια χρησιμοποιούν πυρίτιο με χαμηλά επίπεδα καθαρότητας γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε επιπρόσθετες απώλειες μετατροπής όταν τα πλαίσια αυτά αρχίσουν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των τεχνολογιών είναι ότι για την παραγωγή ίδιας ισχύος με γεννήτριες άμορφου πυριτίου, απαιτείται διπλάσια επιφάνεια.

3.2.2. Μετατροπείς Ρεύματος (Inverters)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι Φ/Β γεννήτριες παράγουν μια συνεχή τάση. Τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, παγκοσμίως, μεταφέρουν και διανέμουν εναλλασσόμενη τάση.

Ο μετατροπέας καλείται να μετατρέψει αυτήν τη συνεχή τάση των Φ/Β γεννητριών σε εναλλασσόμενη, καθώς επίσης και παραλληλιστεί και με το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο. Για τον λόγο αυτό καλούνται και “Grid Inverters”.



Οι λύσεις μετατροπής που χρησιμοποιούνται στους Φωτοβολταϊκούς Σταθμούς είναι δύο ειδών:

- Μετατροπή με τη χρήση πολλών μικρών, εξωτερικού χώρου (outdoor) μετατροπέων (μέγιστη ισχύς ως 10kWatt)
- Μετατροπή με τη χρήση ενός ή περισσότερων μετατροπέων μεγάλης ισχύος >30kWatt, εσωτερικού χώρου

Συνήθως η λύση των μεγάλων μετατροπέων εφαρμόζεται σε μεγάλες εγκαταστάσεις.

3.2.3. Σύστημα Στήριξης των Φ/Β

Οι Φωτοβολταϊκές γεννήτριες στηρίζονται στο έδαφος επί μεταλλικής κατασκευής (υψηλής αντοχής έναντι των καιρικών συνθηκών) έτσι ώστε να διατηρούν σωστό προσανατολισμό με τον ήλιο αλλά και ταυτόχρονα να αντέχουν σε κακές καιρικές συνθήκες.

Προκειμένου να γίνει εκμετάλλευση της μέγιστης απόδοσης των Φ/Β γεννητριών, θα πρέπει να είναι προσανατολισμένες έτσι ώστε να δέχονται κάθετα τις ακτίνες του ήλιου καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας (Νότια για το Βόρειο ημισφαίριο). Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι στήριξής τους επί του εδάφους:

- Σύστημα σταθερής κλίσης: σε αυτήν την περίπτωση η μεταλλική κατασκευή είναι προσανατολισμένη στο Νότο με κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο ανάλογη με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Η λύση αυτή απαιτεί μικρή έκταση εγκατάστασης.



Σύστημα Σταθερής κλίσης

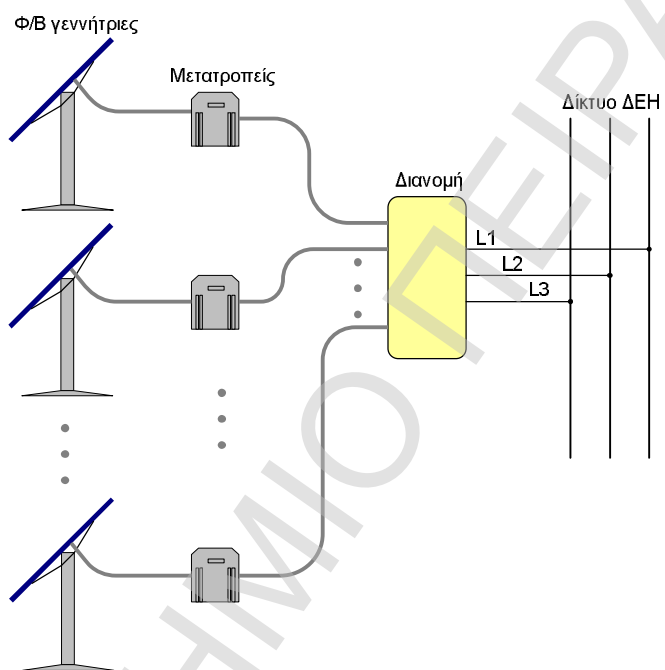
- Σύστημα μεταβλητής κλίσης δύο αξόνων (Tracking System): οι Φ/Β γεννήτριες εδράζονται επί μεταλλικής κατασκευής που έχει τη δυνατότητα να τις στρέφει κάθετα με τις ακτίνες του ήλιου, ακολουθώντας τον συνεχώς, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η λύση αυτή απαιτεί τη διπλάσια έκταση εγκατάστασης από την προηγούμενη.



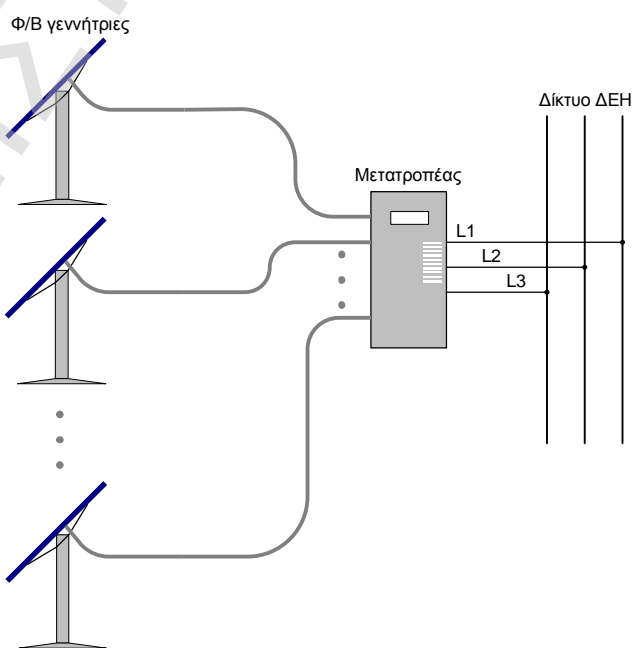
Tracking systems δύο αξόνων

Ακόμη να αναφερθεί πως υπάρχει δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μικτές τεχνικές, ανάλογα με τον τόπο εγκατάστασης και την τεchnοοικονομική μελέτη.

Ακόμη, η εγκατάσταση μπορεί να γίνει με έναν ή με πολλούς μετατροπείς. Διαγραμματικά η διάταξή τους φαίνεται παρακάτω. Το έργο που θα παρουσιάσουμε αργότερα, είναι έργο εγκατάστασης με πολλούς μετατροπείς.



Τυπικό Διάγραμμα εγκατάστασης με πολλούς Μετατροπείς



Τυπικό Διάγραμμα εγκατάστασης με ένα Μετατροπέα

3.2.4. Ασφαλιστικές Διατάξεις

Όπως σε κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση, έτσι και στους Φωτοβολταϊκούς Σταθμούς απαιτούνται ασφαλιστικές διατάξεις που προστατεύουν τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα και τις καλωδιώσεις από τυχόν υπερεντάσεις.

3.3. Δευτερεύοντα Μέρη

3.3.1. Σύστημα Παρακολούθησης – Απεικόνισης Μετρήσεων

Το Σύστημα Παρακολούθησης – Απεικόνισης Μετρήσεων, δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης όλου του σταθμού (monitoring) και την αποστολή των παραμέτρων μέσω τηλεφωνικού δικτύου σε κέντρο παρακολούθησης. Οι πληροφορίες που παρέχονται είναι η παραγόμενη ενέργεια, η κατάσταση των μετατροπέων κ.α. Με το σύστημα αυτό δίνεται η δυνατότητα της έγκαιρης επέμβασης σε περίπτωση δυσλειτουργίας.

3.3.2. Αντικεραυνική Προστασία και Προστασία έναντι Κρουστικών Τάσεων

Σε υπαίθριες και απομονωμένες εγκαταστάσεις όπως τα Φωτοβολταϊκά Πάρκα, ο κίνδυνος πρόκλησης ζημιάς από κεραυνοπτώσεις είναι ιδιαίτερα αυξημένος. Η αντικεραυνική προστασία προφυλάσσει την εγκατάσταση από άμεσο πλήγμα κεραυνού, ενώ η προστασία από κρουστικές τάσεις την προφυλάσσει από έμμεσο.

3.3.3. Εγκαταστάσεις ασφάλειας και Ελέγχου Πρόσβασης

Οι απομακρυσμένες εγκαταστάσεις φέρουν μεγαλύτερο κίνδυνο δολιοφθοράς αλλά και απρόσκλητης επίσκεψης από ανθρώπους και ζώα. Για να αποφευχθούν τέτοιου είδους κίνδυνοι εγκαθίσταται περίφραξη και ηλεκτρονικό σύστημα ασφαλείας.

3.4. Παραγόμενη Ενέργεια – Παράγοντες

Η ενέργεια που παράγει ένα Φ/Β πάρκο εξαρτάται από τέσσερις παράγοντες:

3.4.1. Από την εγκατεστημένη ισχύ του σταθμού

Όσο μεγαλύτερη είναι η εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού, τόσο μεγαλύτερη είναι και η παραγόμενη ενέργεια

3.4.2. Από τον τόπο εγκατάστασης

Ο κάθε τόπος έχει μια συγκεκριμένη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η παραγόμενη ενέργεια. Ακόμη, η χαμηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξάνει την απόδοση των Φ/Β γεννητριών αφού η θερμοκρασία του πυριτίου αυξάνεται κατά την λειτουργία του. Τέλος να σημειωθεί πως ο σωστός προσανατολισμός και η γωνία των Φ/Β γεννητριών ως προς το οριζόντιο επίπεδο, βελτιστοποιεί την απόδοση του σταθμού.

3.4.3. Από την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία

Βάσει των κατηγοριών τεχνολογίας των Φ/Β γεννητριών που αναφέρθηκαν παραπάνω, το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο έχει μεγαλύτερη απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο από ότι οι άλλες τεχνολογίες. Όσον αφορά στα συστήματα στήριξης, τα Tracking είναι αυτά που μπορούν να αυξήσουν την απόδοση του σταθμού έως και 40% υπό συνθήκες, αν αυτά εγκατασταθούν σωστά.

3.4.4. Από την εταιρεία που θα υλοποιήσει το σχεδιασμό και την εγκατάσταση του σταθμού

Σαφώς παράγοντας που καθιστά λειτουργικά αποδοτικό τον σταθμό είναι η σωστή σχεδίασή του, πάντα λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν δυσλειτουργία. Παρ' όλα αυτά, η υλοποίηση της εγκατάστασης είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας της σωστής και μακροχρόνιας λειτουργίας του σταθμού. Η χρήση των αρχών καλής τέχνης αλλά και η ύπαρξη πολλών σημείων ελέγχου κατά τη διάρκεια υλοποίησης, ελαχιστοποιεί τους μελλοντικούς κινδύνους λειτουργίας.

3.5. Διατάξεις Φ/Β Συστημάτων

Υπάρχουν 3 βασικές κατηγορίες Φ/Β συστημάτων αναφορικά με τη διάταξη:

A) Αυτόνομα συστήματα: Αποτελούνται από τη Φ/Β συστοιχία και τον αντιστροφέα, έχοντας τη δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται σε συσσωρευτές (μπαταρίες), και συνήθως καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων της εφαρμογής.

B) Υβριδικά συστήματα: Αποτελούνται από τη Φ/Β συστοιχία η οποία συνδυάζεται με άλλες πηγές ενέργειας, όπως ανεμογεννήτριες ή άλλες μορφές Α.Π.Ε. Το πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας αποθηκεύεται σε ένα σύστημα συσσωρευτών.

Γ) Διασυνδεδεμένα συστήματα: Πρόκειται για την απλούστερη μορφή Φ/Β διάταξης, που αποτελείται από τη Φ/Β συστοιχία, με έναν αντιστροφέα (ή περισσότερους) και η οποία είναι διασυνδεδεμένη στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται είναι συνεχές και με τη βοήθεια του αντιστροφέα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο πριν καταναλωθεί. Η λύση αυτή δεν απαιτεί μέσο αποθήκευσης της ενέργειας, αφού το δίκτυο καλύπτει τις ενεργειακές απαιτήσεις όταν η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς δεν αρκεί (π.χ. στη διάρκεια της νύχτας), αλλά παράλληλα χρησιμεύει και ως αποθηκευτικό μέσο, όταν η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ξεπερνά την κατανάλωση. Ένας μετρητής (της ΔΕΗ) καταγράφει τις εξερχόμενες kWh από το δίκτυο, και ένας δεύτερος καταγράφει τις εισερχόμενες kWh, αυτές δηλαδή που το Φ/Β σύστημα παράγει και τροφοδοτεί στο δίκτυο. Η λύση αυτή είναι αποδεδειγμένα η ιδανικότερη για χρήση σε κτιριακές εφαρμογές, ενώ κοστίζει και λιγότερο αφού απαιτούνται λιγότερα εξαρτήματα.

3.6. Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα των Φ/Β

Πλεονεκτήματα

- Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα ηλιακά κύτταρα είναι καθαρή και αθόρυβη. Επειδή δεν χρησιμοποιείται άλλο καύσιμο πέραν από την ηλιακή ενέργεια, τα Φ/Β δεν απελευθερώνουν κάποιο βλαβερό για το περιβάλλον αέριο και δεν μολύνουν τα νερά. Επίσης δεν αποτελούν απειλή για τη μείωση των φυσικών πηγών και δεν απειλούν την υγεία της πανίδας και του ίδιου του ανθρώπου.
- Τα Φ/Β συστήματα είναι αθόρυβα και διακριτικά

- Τα Φ/Β μικρής κλίμακας μπορούν να εκμεταλλευτούν τον μη χρησιμοποιούμενο χώρο στα ήδη υπάρχοντα κτίρια
- Η ηλιακή ενέργεια είναι διαθέσιμη παντού ανά τόπους. Δεν χρειάζεται να γίνει εισαγωγή της από άλλες περιοχές μιας χώρας ή από άλλη χώρα. Αυτό μειώνει τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο που σχετίζεται με την μεταφορά και μειώνει την εξάρτησή μας από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Και αντιθέτως με τα καύσιμα που γίνεται εξόρυξη και συγκομιδή από τη γη, όταν χρησιμοποιούμε την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ενέργειας δεν απειλείται ή αλλοιώνεται η πηγή.
- Ένα Φ/Β Σύστημα μπορεί να κατασκευαστεί σε οποιοδήποτε μέγεθος βασιζόμενο στις ενεργειακές απαιτήσεις. Επιπλέον ο ιδιοκτήτης του Φ/Β έχει την δυνατότητα να το αλλάξει (να το επεκτείνει σε μέγεθος) αν η ανάγκες του για ενέργεια μεταβληθούν στην πορεία (modularity)
- Τα Φ/Β πάνελς είναι πολύ αξιόπιστα και δεν έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε συντήρηση ακόμη και σε δύσκολες συνθήκες.
- Τα Φ/Β συστήματα έχουν πολύ μικρό lead time για την εγκατάστασή τους
- Έχουν αυξημένο ποσοστό κοινωνικής αποδοχής και είναι απόλυτα ασφαλή
- Αποτελούν μια πράσινη τεχνολογία που έχει την δυναμικότητα να παίξει έναν πολύ μεγάλο ρόλο στον έλεγχο της παγκόσμιας αύξησης θερμοκρασίας
- Οι Φ/Β βιομηχανίες δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας και βοηθούν οικονομικά την ανάπτυξη των κοινωνιών

Μειονεκτήματα

- Μερικά τοξικά χημικά χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία παραγωγής των Φ/Β, όπως το κάδμιο και το αρσενικό. Αυτές οι περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις μπορούν να ελεγχθούν εύκολα μέσω ανακύκλωσης και σωστής απαλλαγής των απορριμμάτων
- Η ηλιακή ενέργεια είναι κάπως πιο ακριβή να παραχθεί από ότι οι υπόλοιπες συμβατικές μορφές ενέργειας εξαιτίας του κόστους παρασκευής του Φ/Β εξοπλισμού
- Η ηλιακή ενέργεια είναι μεταβλητή πηγή ενέργειας, καθώς η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται από τον ήλιο. Περιοχές όπου παρατηρείται μεγαλύτερη κάλυψη από σύννεφα και μικρότερη διάρκεια ημέρας, θα παρουσιάσουν μικρότερη παραγωγή ενέργεια και θα πρέπει να σχεδιαστούν αναλόγως.
- Κάποια από τα Φ/Β συστήματα βασίζονται στους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ενέργειας, κάτι που αυξάνει το κόστος τους, το μέγεθος και τη πολυπλοκότητα του συστήματος.

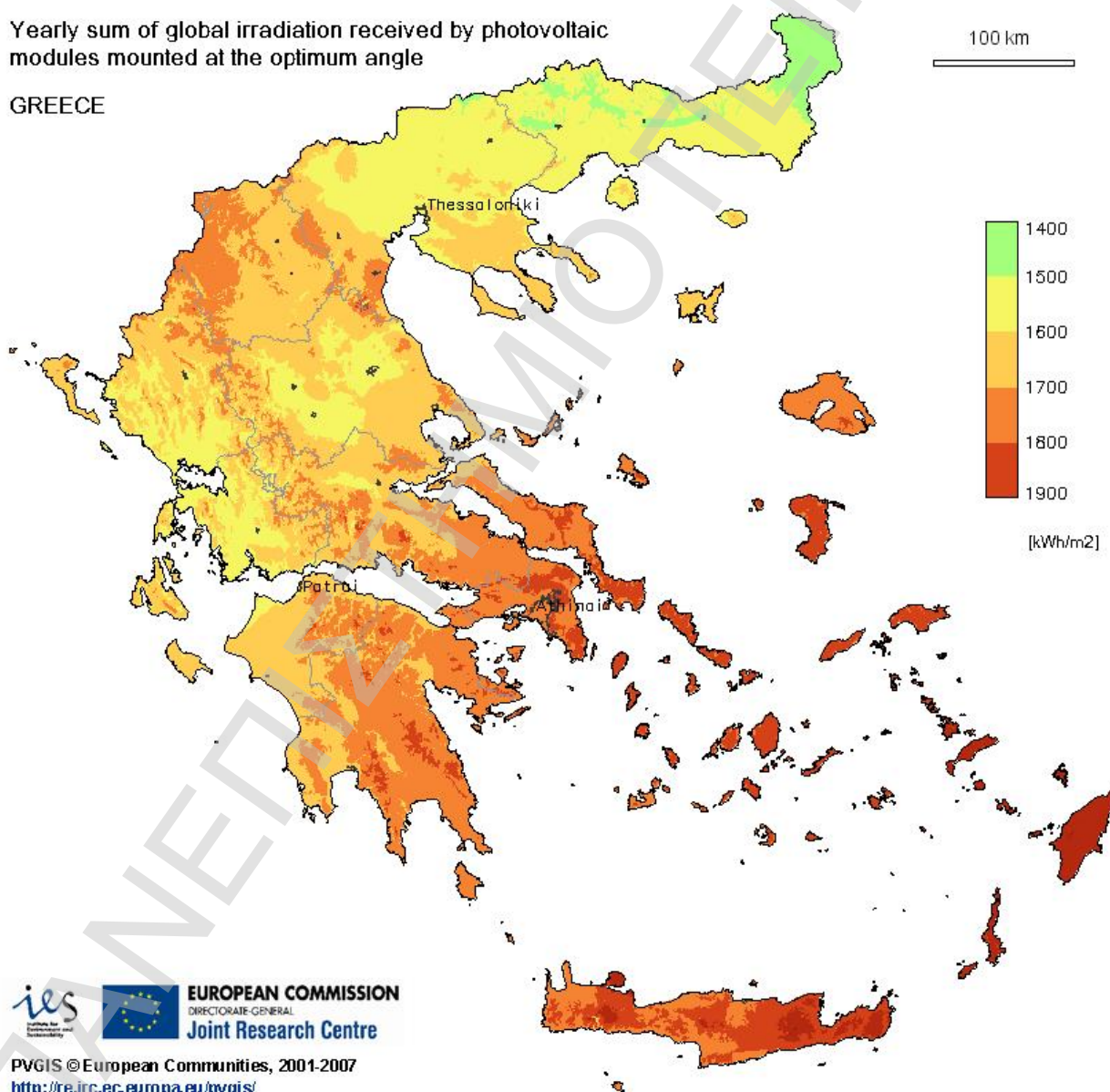
4. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1. Γενικά

Σύμφωνα με την PVGIS¹², στην Ελλάδα η εγκατεστημένη ισχύς σε Φ/Β ήταν για το 2006 6,7MW² (Το 24% της οποίας ήταν σε διασυνδεδεμένα συστήματα) και για το 2007 ήταν 9,17 MW². Ακόμη, το ποσοστό αύξησης των εγκατεστημένων Φ/Β στον Ελλαδικό χώρο είναι 98% συγκριτικά με τις τιμές του προηγούμενου έτους. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ετήσια αθροιστική ακτινοβολία που λαμβάνεται από τα Φ/Β στην πιο ευνοϊκή κλίση τους.

Yearly sum of global irradiation received by photovoltaic modules mounted at the optimum angle

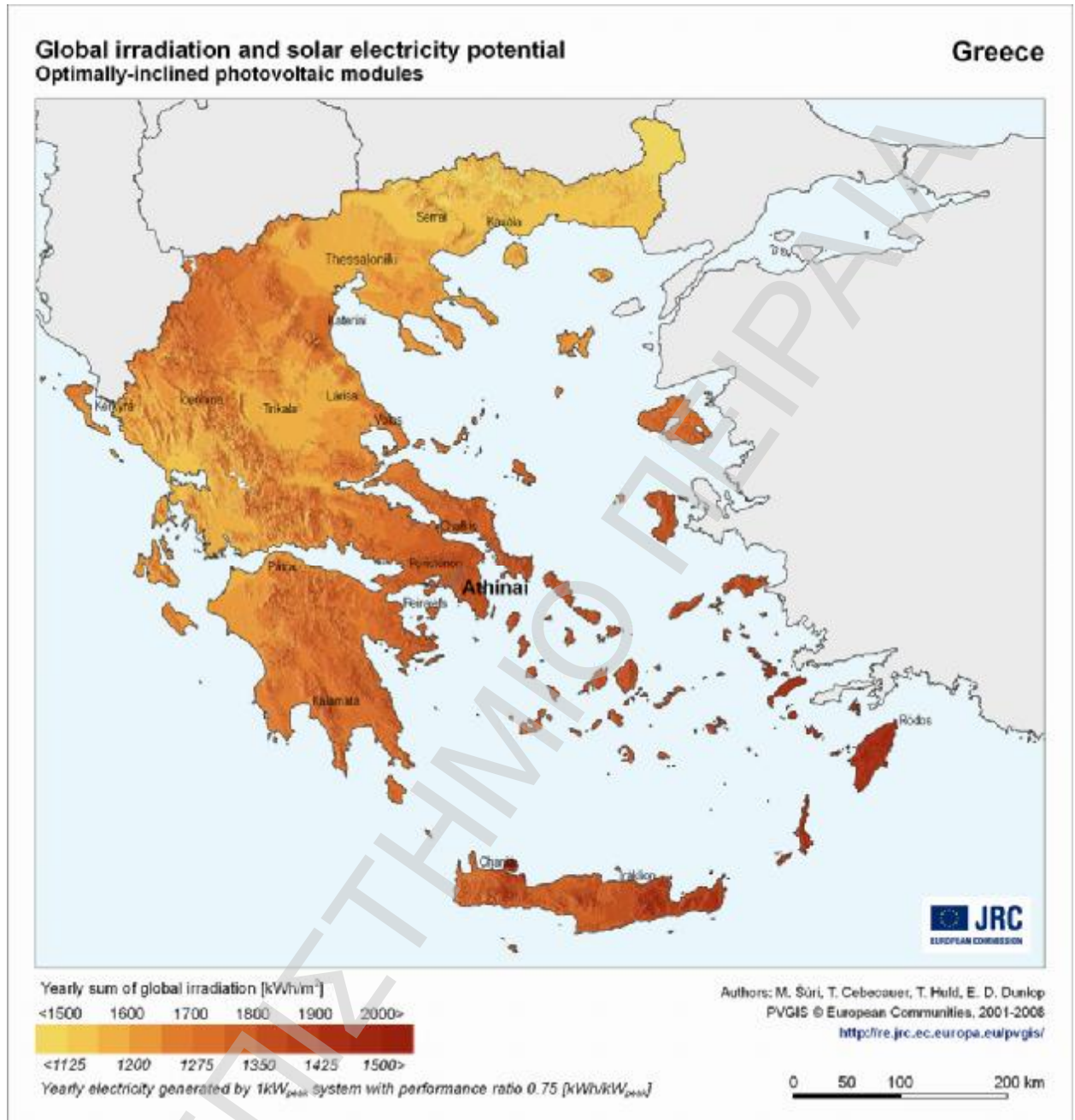
GREECE



Χάρτης ετήσιας ακτινοβολίας που λαμβάνεται από Φ/Β στην Ελλάδα¹³

¹² Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

¹³ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/europe/g13.opty.gr.png>



Ετήσιο αθροιστικό σύνολο ακτινοβολίας και ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/B ¹⁴

Η ανάπτυξη ενεργητικών ηλιακών συστημάτων προϋποθέτει αυξημένη διάρκεια ηλιοφάνειας, και μέση ετήσια ηλιακή ενέργεια μεγαλύτερη από 1,5 kWh/m². Η χρήση τους μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην Ελλάδα, αν και παρουσιάζουν το μειονέκτημα να χρειάζονται μεγάλες εκτάσεις για την εφαρμογή τους σε βιομηχανική κλίμακα. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 230 KW σε φωτοβολταϊκά πάρκα. Σύμφωνα με τα στοιχεία που

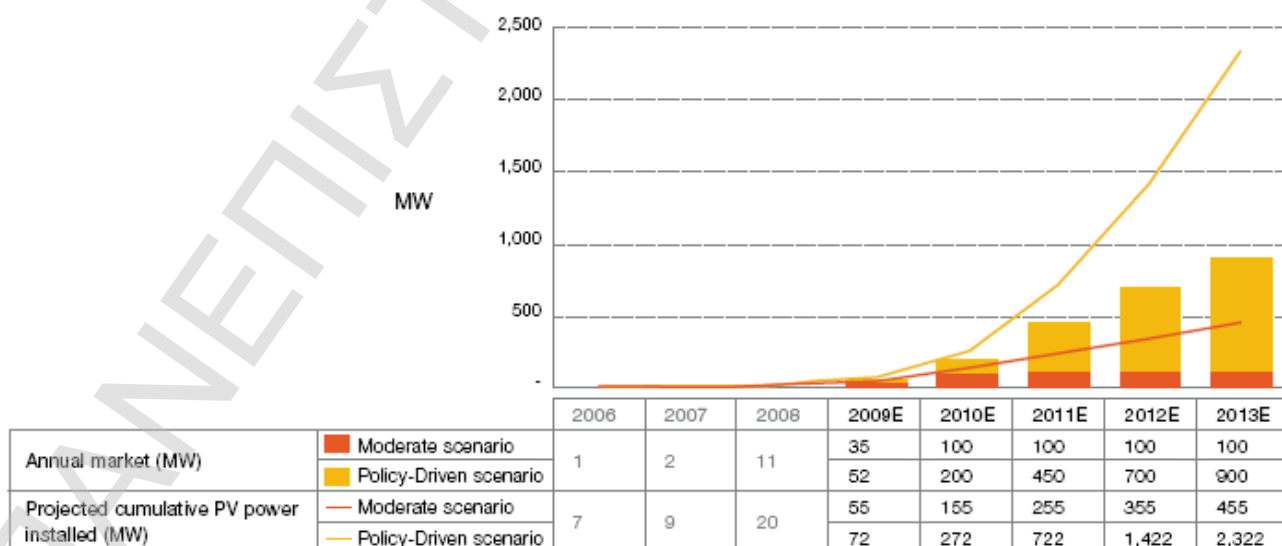
¹⁴ http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu_opt/pvgis_solar_optimum_GR.png

μας δίνει η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε., Η εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών Πάρκων στην Ελλάδα είναι¹⁵:

- ΚΥΘΝΟΣ: 100 kW
- ΓΑΥΔΟΣ: 20 kW
- ΑΡΚΙΟΙ: 25 kW
- ΣΙΦΝΟΣ: 60 kW
- ΑΝΤΙΚΗΘΥΡΑ: 25 kW

4.2. Αναφορά της ΕΡΙΑ για την Ελλάδα

Λόγω της εξαιρετικής ακτινοβολίας της, η Ελλάδα έχει ένα από τα καλύτερα FiTs¹⁶ στην Ευρώπη. Με περισσότερα από 3.5 GW Φ/Β έργα να βρίσκονται σε εξέλιξη, η χώρα μας αναμένεται να παίξει ηγετικό ρόλο στην ανάπτυξη των Φ/Β. Εντούτοις, πολύ από τους συμβαλλόμενους στην ανάπτυξη των έργων αυτών, καταγγέλλουν καθυστερήσεις και εμπόδια λόγω γραφειοκρατίας και διοικητικών διαδικασιών. Εάν λοιπόν το Ελληνικό κράτος μπορέσει να λάβει τα απαραίτητα μέτρα για να βελτιώσει τις διοικητικές αυτές διαδικασίες, η ΕΡΙΑ αναμένει πως η αγορά των Φ/Β στην Ελλάδα θα φτάσει τα 900 MW ανά έτος έως το 2013¹⁷.



Η αγορά των Φ/Β στην Ελλάδα 2006-2013

¹⁵ http://www.ppcr.gr/index.php?page=activities&subpage=our_activities&node=23

¹⁶ Feed-in-tariffs = ειδικά τιμολόγια τροφοδοσίας του δικτύου με την παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια

¹⁷ European Photovoltaic Industry Association, Global market outlook for Photovoltaic until 2013, April 2009, σελ12

Στο σχέδιο αυτό, βάσει της αναφοράς της ΕΡΙΑ η Ελλάδα προβλέπεται να έχει εγκατεστημένη ισχύ σε Φ/Β 2.322 MW. Στις δύο πρώτες σειρές του πίνακα βλέπουμε την ετήσια αγορά για τα Φ/Β σε ένα μέτριο σενάριο και στο σενάριο που είναι βασισμένο στην πολιτική της χώρας για τα έτη 2006 έως 2013. Στις επόμενες δύο σειρές φαίνεται η εγκατεστημένη ισχύς σε Φ/Β πάλι σε μέτριο και σε βασισμένο στην πολιτική της χώρας σενάριο για τα ίδια έτη.

4.3. Στόχοι της Ελλάδας¹⁸

Στη χώρα μας, η ενεργειακή στρατηγική στοχεύει στην:

- Ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού με διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών και ενδυνάμωση του γεωστρατηγικού ρόλου της Ελλάδας,
- Προώθηση της Εξοικονόμησης και της Ορθολογικής Χρήσης της Ενέργειας,
- Προώθηση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας μέσω ενεργειακών επενδύσεων καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών, εξασφαλίζοντας παράλληλα την περιφερειακή ανάπτυξη,
- Προστασία του περιβάλλοντος,

Οι κύριοι στρατηγικοί στόχοι που έχει θέσει η Ελλάδα για το 2020 είναι οι παρακάτω:

- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%,
- Αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στη συνολική κατανάλωση στο επίπεδο του 18%,
- Μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου κατά 4%.

Έτσι το κράτος μας, υπό την πορεία που έχει θέσει η Ε.Ε., έχει αναδείξει προτεραιότητες στην ενεργειακή πολιτική που καλείται να ασκήσει. Μία από αυτές, είναι η ενίσχυση των μεγάλων έργων ενεργειακών διασυνδέσεων για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και η δημιουργία υποδομών για τη διατήρηση στρατηγικών ή λειτουργικών ενεργειακών αποθεμάτων. Επίσης, η δημιουργία αξιόπιστων και σταθερών θεσμικών, ρυθμιστικών και ελεγκτικών πλαισίων καθώς και θέσπιση αποτελεσματικών κανόνων διαμόρφωση του ρυθμιστικού και νομικού καθεστώτος των ενεργειακών αγορών. Όλα αυτά σε συνδυασμό με την ολοκλήρωση ενός ολοκληρωμένου προγράμματος για την εξοικονόμηση της ενέργειας και την ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, υπάρχει το νέο θεσμικό πλαίσιο για τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα (ΦΒΣ) το οποίο θα ωθήσει την εγκατάσταση και

¹⁸ http://www.ypan.gr/index_c.cms.htm

λειτουργία νέων μονάδων. Να σημειωθεί στο σημείο αυτό ο Νόμος 3734/2009 που παρουσιάζει ένα πρόγραμμα για την εγκατάσταση των Φ/Β στις προσόψεις και στέγες των κτιρίων, ο οποίος σύμφωνα με τα δεδομένα που έχουμε αντλήσει από το Υπουργείο Ανάπτυξης, βρίσκεται σε στάδιο επεξεργασίας.

Σύμφωνα με δεδομένα που αντλούμε από το Υπουργείο Ανάπτυξης, στην προσπάθεια αυτή εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης των τεχνολογιών ΑΠΕ θα συμβάλει για πρώτη φορά και ο δημόσιος τομέας που ως γνωστόν είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος. Επιπλέον, το Υπουργείο Ανάπτυξης σχεδιάζει την υλοποίηση εξειδικευμένων δράσεων εξοικονόμησης στον οικιακό τομέα. Οι δράσεις θα αφορούν ενίσχυση της αντικατάστασης ενεργοβόρων ηλεκτρικών συσκευών, καθώς και εργασιών αναμόρφωσης παλαιών κτιριακών εγκαταστάσεων, και θα προκηρυχθούν στο προσεχές διάστημα.

Η διάχυση πληροφοριών στο ευρύ κοινό, στα κέντρα λήψης αποφάσεων και στον ιδιωτικό τομέα σχετικά με τις δυνατές εφαρμογές και τη σχέση κόστους – οφέλους των ΑΠΕ θεωρείται ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση κοινωνικής αποδοχής, την υποστήριξη στη λήψη των αναγκαίων νομοθετικών ή κανονιστικών μέτρων για την προώθηση των ΑΠΕ στην τελική χρήση ενέργειας, καθώς και την αύξηση της ζήτησης για σχετικές εφαρμογές.

5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

5.1. Γενικά

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, πέραν από το θεωρητικό μέρος της εργασίας αυτής, ασχοληθήκαμε και με την υλοποίηση ενός έργου. Το έργο αυτό είναι η κατασκευή ενός Φωτοβολταϊκού Πάρκου στην περιοχή της Κάσου. Η περιοχή αυτή επιλέχθηκε τυχαία και λόγω της υψηλής ηλιοφάνειας που παρουσιάζει, ενδείκνυται για πραγματικές επενδύσεις σε Φ/Β Συστήματα. Τα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας αντλήθηκαν από την βάση δεδομένων του Satelight project και τα θερμοκρασιακά στοιχεία από την EMY (οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι μέγιστες)¹⁹.

Θα αναλυθούν πέραν από την περιγραφή του, τα μέρη του σταθμού με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, τα συστήματα ασφαλείας του αλλά θα παρουσιαστεί και σχεδιάγραμμα με την κατάταξη των Φ/Β στο έργο.

Τέλος, με τη βοήθεια του MS Project, θα δείξουμε με screenshots την πορεία του έργου, το χρονοδιάγραμμα του, τα επιμέρους αλλά και το συνολικό κόστος.

5.2. Τί είναι το Satel – light²⁰

Με το Satel-light υπάρχει πρόσβαση σε δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας σε όλη την Ευρώπη. Πριν από το Satel-light ο μόνος τρόπος να ληφθούν τέτοια στοιχεία ήταν είτε μέσω ενός σταθμού μέτρησης είτε μέσω ενός κλιματολογικού άτλαντα. Και οι δύο λύσεις δεν ήταν ιδανικές. Υπάρχουν πολύ λίγοι σταθμοί μέτρησης που καταγράφουν συνεχώς αυτό το είδος στοιχείων στην Ευρώπη. Οι κλιματολογικοί άτλαντες όπως ο ευρωπαϊκός ηλιακός άτλαντας ακτινοβολίας ή η βάση δεδομένων Meteoform που είναι διαθέσιμοι συγκεντρώνουν τις χρήσιμες κλιματολογικές πληροφορίες. Εντούτοις, αυτά τα προϊόντα έχουν τις αδυναμίες:

- δεν υπάρχει καμία συνοχή των πληροφοριών της Ευρώπης (οι πληροφορίες είναι βασισμένες σε έναν περιορισμένο αριθμό επίγειων σταθμών: περίπου 600),
- δεν υπάρχει καμία ωριαία/ημίωρη τιμή εκτός από μερικές περιοχές. Οι τιμές υψηλής συχνότητας είναι ουσιαστικές για να παρέχουν τις πληροφορίες για τη δυναμική του φωτός της ημέρας και της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα στοιχεία από το γεωστατικό δορυφορικό Meteosat φάνηκαν να είναι ο μόνος τρόπος να ληφθεί μια συνεχής χωρική κάλυψη της Ευρώπης σε μια υψηλή συχνότητα (30 λεπτά). Κατά συνέπεια, μια βάση δεδομένων που προήλθε από τα στοιχεία Meteosat και που έγινε ευρέως

¹⁹ Παράρτημα: Αποτελέσματα προσομοίωσης Λογισμικό PVSyst 4.1

²⁰ <http://www.satel-light.com/indexgA.htm>

διαθέσιμη, ήταν για μας μια λογική απάντηση στις ανεπάρκειες των υπάρχοντων προϊόντων. Το Satellight-Project χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (η γενική διεύθυνση XII) από το 1996 έως το 1998. Εικόνες που παρήχθησαν από το δορυφόρο Meteosat κάθε μισή ώρα, επιλέχτηκε ως μια και μόνο πηγή πληροφοριών. Η σημαντικότερη δυσκολία στάθηκε στην παραγωγή των ακριβών στοιχείων επίγειων επιπέδων από τις εικόνες χρησιμοποιώντας τα διάφορα πρότυπα.

Ο πρώτος στόχος, ήταν να βελτιωθούν / αναπτυχθούν και επικυρωθούν τέτοια πρότυπα. Ο δεύτερος στόχος, ήταν να παραχθεί μια βάση δεδομένων από δύο έτη δορυφορικών εικόνων: το 1996 και το 1997, και να καταστεί ευρέως διαθέσιμη μέσω ενός κεντρικού υπολογιστή δικτύου. Η ομάδα του Satel-light project σύνδεσε 10 ερευνητικές ομάδες με πείρα στην απόκτηση και την ανάλυση των δορυφορικών εικόνων ηλιακής ακτινοβολίας. Ο κεντρικός υπολογιστής του δικτύου αναπτύχθηκε από μια ομάδα τεσσάρων ατόμων με την πείρα στην ηλιακή διαμόρφωση ακτινοβολίας, την ηλεκτρονική γραφιστική και της βάσης δεδομένων στη συνδετικότητα κεντρικών υπολογιστών δικτύου.

5.3. Κύρια Περιγραφή του Σταθμού

<u>ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ</u>	: ΚΑΣΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε.
Θέση	:ΧΩΡΙΟ Α' ΚΑΣΟΣ
ΝΟΜΟΣ	:ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ
Οικόπεδο έκτασης	:5.565τμ
Μετεωρολογικός Σταθμός	:Ρόδου
Απόσταση Δικτύου ΔΕΗ	:Κολώνα Χαμηλής Τάσης στα 55μ από τα όρια του οικοπέδου

Τα δεδομένα ηλιοφάνειας που χρησιμοποιήθηκαν είναι της περιοχής της Ρόδου όπου υπάρχει εγκατεστημένος σταθμός. Η ανάλυση και προσομοίωση των στοιχείων έγινε το λογισμικό PVsyst του Πανεπιστημίου της Γενεύης το οποίο θεωρείται από τα εγκυρότερα του είδους.

Ο φωτοβολταϊκός σταθμός αποτελείται από 504 φωτοβολταϊκές γεννήτριες συνολικής ισχύος 98,250kWp εγκατεστημένες σε εγκατεστημένες σε 12 μεταλλικούς ιστούς με δυνατότητα παρακολούθησης του ήλιου σε δύο άξονες.

Ομάδες 14 φωτοβολταϊκών γεννητριών συνδέονται εν σειρά δημιουργώντας ένα «string». Τα συνολικά strings που παράγονται από την παραπάνω συνδεσμολογία είναι 36strings. Ανά 3 strings οδηγούνται σε 12 μετατροπείς ισχύος 8Kwatt έκαστος. Οι μετατροπείς

συνδεδεσμοιολογούνται σε τριφασική διάταξη παράγοντας μία τριφασική τάση. Σε αυτή την έξοδο συνδέεται ο μετρητής ενέργειας της ΔΕΗ.

Η όλη καλωδίωση είναι μελετημένη σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς εξωτερικών (υπαιθριων) εγκαταστάσεων με διπλή μόνωση (double insulation).

Όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα λειτουργίας και ελέγχου του σταθμού είναι εγκατεστημένα εντός μεταλλικού οικίσκου. Ο οικίσκος φέρει τα συστήματα ισχύος, τα ηλεκτρονικά συστήματα παρακολούθησης - ελέγχου όπως επίσης και τα εφεδρικά συστήματα τροφοδοσίας του σταθμού.

Η επιφάνεια των φωτοβολταϊκών είναι 634τ.μ. Ο οικίσκος φέρει σύστημα συναγερμού και πυρασφάλειας. Ο χώρος εγκατάστασης είναι περιφραγμένος και προστατεύεται από σύστημα ασφαλείας.

Η αναμενόμενη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι της τάξεως των 214MWh ανά έτος.

Το Performance ratio του σταθμού υπολογίζεται στα 81,9%

5.4. Κύρια Μέρη του Σταθμού – Τεχνικά Χαρακτηριστικά

5.4.1. Φωτοβολταϊκές Γεννήτριες (Solar modules) BP Solar Γερμανίας BP7195S

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες είναι τεχνολογίας Μονοκρυσταλλικού πυριτίου υψηλής απόδοσης 15,5%. Ισχύος 195Wp (-0/+2,5%) έκαστη, κατασκευασμένες σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές IEC61215, με κρύσταλλο υψηλής αντοχής Class II (χαλάζι έως 25mm διάμετρο με ταχύτητα 23m/s και άνεμο έως 130km/h).

Η δε απώλειες των φωτοβολταϊκών γεννητριών ανέρχονται στο 10% στα 12 έτη και στο 20% στα 25 έτη.

5.4.2. Μετατροπέας ρεύματος (Grid Inverter) SMA Γερμανίας SMC8000TL

Οι μετατροπείς είναι της πλέον σύγχρονης τεχνολογίας, άνευ μετασχηματιστή. Η διαστασιολόγησή του επιφέρει απόδοση 97%. Είναι ισχύος 8KW/8,25KWp με εξαναγκασμένη ροή αέρα για ψύξη και με δυνατότητα λειτουργίας σε πλήρη ισχύ έως 45 βαθμούς θερμοκρασία περιβάλλοντος. Είναι δε εγκατεστημένοι σε μεταλλικό οικίσκο IP54, φέροντα όλες τις απαραίτητες ασφαλιστικές διατάξεις που προβλέπουν οι ευρωπαϊκοί κανονισμοί.

5.4.3. Σύστημα παρακολούθησης ηλίου (tracking) DegerEnergie Γερμανίας

Το σύστημα tracking της DegerEnergie υψηλής τεχνολογίας. Με την μέθοδο αυτή αυξάνεται η απόδοση του συστήματος μιας και τα φωτοβολταϊκά παρακολουθούν συνεχώς τον ήλιο έτσι ώστε οι ακτίνες του να είναι κάθετες σ' αυτά καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρα. Ο μηχανισμός κίνησης είναι ευτελώς αθόρυβος κι η όλη μεταλλική κατασκευή είναι υψηλής μηχανικής αντοχής κατά DIN 1055-4 (8.86).

Το εξελιγμένο σύστημα παρακολούθησης της θέσης του ήλιου που χρησιμοποιεί δεν λειτουργεί μόνο με την παράμετρο να είναι κάθετες οι ακτίνες αλλά και ποιο σημείο του ουρανού έχει την μέγιστη ακτινοβολία. Αν για παράδειγμα μια μέρα έχει συννεφιά που το απόγευμα κινείται δυτικά, τότε το σύστημα θα γυρίσει τα φωτοβολταϊκά προς την ανατολή που θα υπάρχει μεγαλύτερη ηλιοφάνεια.

Συνοδεύεται από σύστημα WindGuard. Το σύστημα αυτό μετρά την ταχύτητα του ανέμου και αν αυτή υπερβεί κάποια όρια (ρυθμιζόμενο) τότε το σύστημα στρέφει τα φωτοβολταϊκά σε επίπεδη θέση έτσι ώστε η αντίσταση στον άνεμο να είναι η μικρότερη δυνατή.

Ένα επιπλέον μηχανικό σύστημα ασφαλείας εξασφαλίζει την ελεύθερη περιστροφή των φωτοβολταϊκών ακολουθώντας την διεύθυνση του ανέμου σε περίπτωση που για κάποιο λόγο (π.χ. κεραυνός) καταστραφούν τα Controls και το μοτέρ. Στην περίπτωση αυτή μια μηχανική ασφάλεια καταστρέφεται όταν οι δυνάμεις υπερβούν τα προδιαγραφόμενα όρια. Τότε απαιτείται επισκευή της κεφαλής του ιστού μόνο από τον αντιπρόσωπο.

Ταυτόχρονα με το σύστημα αυτό επιτυγχάνουμε καλύτερο αερισμό των φωτοβολταϊκών με συνέπεια την καλύτερη απαγωγή θερμότητας με αποτέλεσμα την υψηλότερη απόδοση των φωτοβολταϊκών γεννητριών.

Οι μεταλλικοί ιστοί που εδράζουν την μεταλλική κατασκευή που φέρει τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα. Είναι δε πακτωμένοι εντός υπόγειας βάσης από σπλισμένο σκυρόδεμα υπολογισμένη με βάση στατική και δυναμική ανάλυση, ώστε να αντέχει τα δυναμικά φορτία λόγω των ανέμων και τα στατικά σε περιπτώσεις σεισμικών δονήσεων.

5.4.4. Μεταλλικός Οικίσκος

Ο μεταλλικός οικίσκος είναι κατασκευής ISOBOX, διαστάσεων 6mχ2,5m, θερμικά μονωμένος και φέρει κλιματιστική μονάδα έτσι ώστε να διατηρείτε η εσωτερική θερμοκρασία στους 22 βαθμούς Κελσίου, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εύρυθμη και μακροχρόνια λειτουργία των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

5.5. Συστήματα Προστασίας – Ασφαλείας

5.5.1. Γειώσεις

- Τρίγωνο γείωσης
- Ισοδυναμικές γειώσεις σε όλα τα μεταλλικά μέρη του σταθμού
- Γείωση αντικεραυνικής προστασίας

5.5.2. Προστασία από άμεσο κεραυνικό πλήγμα

Το Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας που θα εγκατασταθεί είναι τεχνολογίας αλεξικέραυνου εκπομπής πρώιμου οχετού (Early Streamer Emission) τύπου PULSAR (μη ραδιενεργού). Η σχεδίαση του συστήματος είναι σύμφωνα με το Γαλλικό πρότυπο NF C 17-102 “Protection of Structures and open areas against lightning using Early Streamer Emission air terminals” το οποίο εμπεριέχει και την “εκτίμηση κινδύνου κεραυνοπληξίας (Risk assessment)”. Στη συγκεκριμένη περίπτωση και με βάση την θέση του οικοπέδου, το επίπεδο προστασίας εκτιμήθηκε σε στάθμη II, που αντιστοιχεί σε αποτελεσματικότητα έως 95%, όπως προκύπτει από την εκτίμηση κινδύνου κεραυνοπληξίας.

5.5.3. Προστασία κρουστικών τάσεων

Η όλη εγκατάσταση προστατεύεται από κρουστικές υπερτάσεις, που μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στα ευαίσθητα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Προστατεύεται επίσης και το κύκλωμα συνεχούς ρεύματος του σταθμού (DC). Επίσης όλες οι μεταλλικές κατασκευές, καθώς και οι μεταλλικοί οικίσκοι που διαθέτει η εγκατάσταση είναι γειωμένες ισοδυναμικά.

5.5.4. Προστασία Πυρός

Στον μεταλλικό οικίσκο είναι εγκατεστημένο ένα πολύ εξελιγμένο σύστημα πυρόσβεσης. Κάθε οικίσκος φέρει ανιχνευτές καπνού που δίνουν σήμα στον πίνακα ελέγχου, το οποίο ενεργοποιεί το σύστημα σβέσης.

Το σύστημα σβέσης χρησιμοποιεί αέριο aerosol Unimarsafe® μη τοξικό με ειδικές προδιαγραφές για σβέση ηλεκτρικών κυκλωμάτων υπό τάση έως και 40KV, χωρίς να προκαλεί οξειδώσεις στις ηλεκτρικές επαφές.

Το εν λόγω υλικό δεν απαιτεί αναγόμωση και έχει χρόνο ζωής 15έτη.

Παράλληλα στον οικίσκο των ηλεκτρονικών ελέγχου υπάρχει και μία φορητή γεννήτρια σβέσης με αέριο aerosol Unimarsafe® και ένας πυροσβεστήρας διοξειδίου.

5.6. Προτεινόμενος τρόπος Σύνδεσης στο Δίκτυο της ΔΕΗ

Η σύνδεση του σταθμού προτείνεται να γίνει στο τριφασικό Δίκτυο χαμηλής τάσης των 400V.

Οι 12 μετατροπείς που θα χρησιμοποιηθούν σύνδεσμολογούνται σε τριφασική διάταξη (3φάσεις από 6παραλληλισμένους μετατροπείς ανά φάση) δημιουργώντας ένα ιδανικά ισομοιρασμένο τριφασικό δίκτυο.

5.7. Προστασία απρόσκλητης πρόσβασης και παραβίασης

5.7.1. Περίφραξη

Η περίφραξη του σταθμού αποτελείται από:

- Συρματόπλεγμα δικτυωτό γαλβανιζέ, ύψους 2,50 μέτρων, καρέ 5,5X5,5 εκατοστά με πάχος σύρματος 2,20 χιλιοστά (No 14). Ορθοστάτες από σωλήνες γαλβανιζέ, κυκλικής διατομής, Φ48 (κατασκευών), με πάχος τοιχωμάτων 2,00 χιλιοστά.
- Οι ορθοστάτες είναι τοποθετημένοι σε απόσταση 2,50 μέτρων έκαστος.
- Επίσης τρεις (3) σειρές ούγια γαλβανιζέ, πάχους 2,40 χιλιοστά, κατά μήκος του συρματοπλέγματος.

Η είσοδος στον χώρο γίνεται μέσω πόρτας ανοιγόμενης (2 φύλλων), διαστάσεων 2,50 μέτρων ύψους και 4,00 μέτρων πλάτους, κατασκευασμένη από τετράγωνο γαλβανιζέ 38X38 χιλιοστά και πλέγμα 10X5,5 εκατοστά γαλβανιζέ.

5.7.2. Συναγερμός Οικίσκου

Ο μεταλλικός οικίσκος φέρει εγκατεστημένο σύστημα συναγερμού αποτελούμενο από μία προστατευόμενη σειρήνα εξωτερικού χώρου 118db με ενισχυμένα φύλλα ατσαλιού, Tampet μπροστά-πίσω, πλήρη προστασία της πλακέτας από υγρασία, διαθέτει ηλεκτρονικό φλας με μεγάλη διάρκεια ζωής, από Ανιχνευτή κίνησης παθητικών υπέρυθρων Ortex για κάλυψη απόστασης 12 μέτρων 85 μοιρών και μαγνητικές επαφές. Το όλο σύστημα ελέγχεται από κεντρικό πίνακα ασφαλείας.

5.7.3. CCTV

Στο χώρο εγκατάστησης του σταθμού είναι σε επιλεγμένα σημεία, εγκατεστημένες 4 ενσύρματες κάμερες Neocom (ημέρας – νύχτας) IP68 με εμβέλεια 7 μέτρων και 63 μοιρών έκαστη. Οι εν λόγω κάμερες καταγράφουν τον χώρο ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή όποτε δοθεί σήμα συναγερμού.

5.7.4. Περιμετρικός Φωτισμός

Στον χώρο του σταθμού υπάρχει εγκατάσταση φωτισμού η οποία ενεργοποιείται αυτόματα μετά από λήψη σήματος συναγερμού ή χειροκίνητα.

5.8. Εφεδρεία

5.8.1. Εφεδρική Τροφοδοσία

Ο σταθμός είναι εφοδιασμένος με σύστημα εφεδρικής τροφοδοσίας αποτελούμενο από UPS και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος με αρχιτεκτονική NO BREAK. Το σύστημα αυτό τροφοδοτεί αδιάλειπτα με τάση, όλα τα κυκλώματα ελέγχου, πυρανίχνευσης, συναγερμού και φωτισμού.

Σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος της ΔΕΗ η γεννήτρια έχει την δυνατότητα να λειτουργεί με πλήρες φορτίο επί 4 ώρες. Σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας της γεννήτριας το UPS δύναται να τροφοδοτήσει το φορτίο για 1ώρα. Παράλληλα, το σύστημα συναγερμού και πυρανίχνευσης διαθέτει και αυτόνομο σύστημα τροφοδοσίας από συσσωρευτές.

5.8.2. Ανταλλακτικά

Ο σταθμός είναι εφοδιασμένος με σετ ανταλλακτικών (ένας Μετατροπέας, σετ ανταλλακτικών ασφαλειών τήξεως και μικροαυτομάτων, λυχνίες φωτισμού κλπ) πρώτης ανάγκης, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος αποκατάστασης της βλάβης σε περίπτωση δυσλειτουργίας.

5.9. Συστήματα Παρακολούθησης και τηλεαπεικόνισης

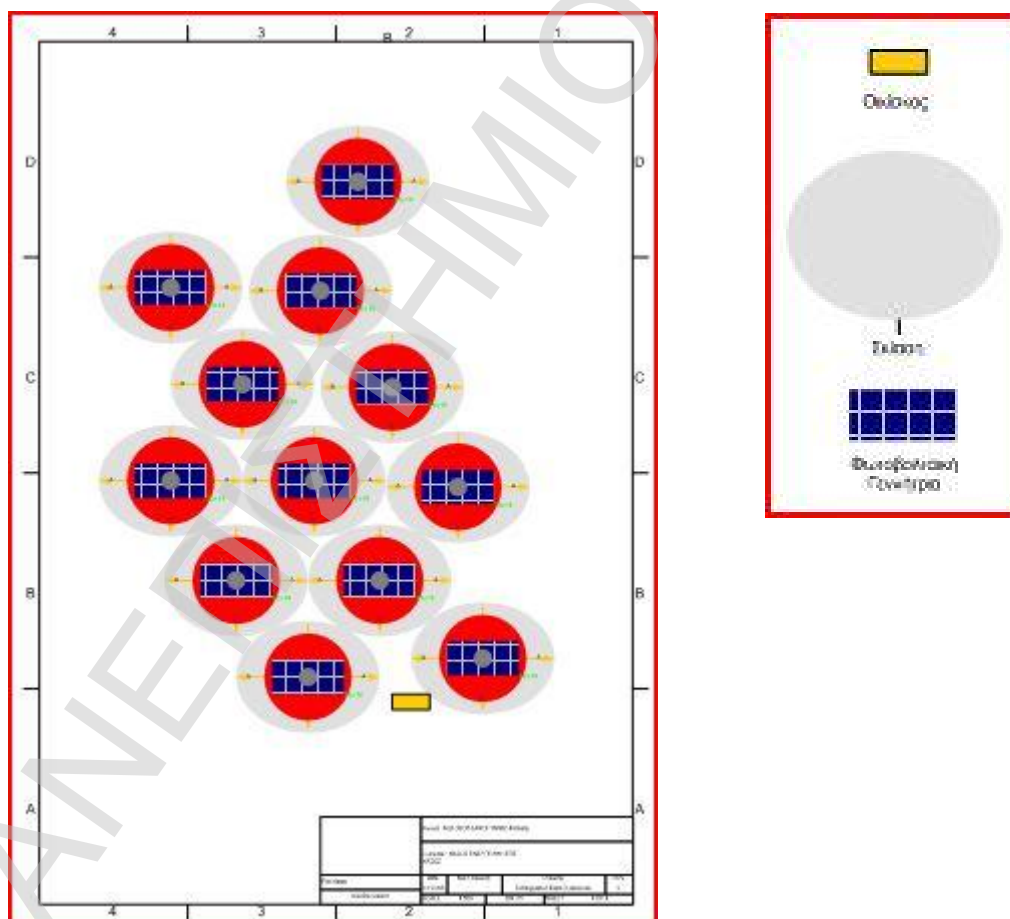
Ο σταθμός έχει εγκατεστημένο ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος έχει την δυνατότητα να ελέγχει και να παρακολουθεί τα παρακάτω:

- Όλες τις παραμέτρους των μετατροπέων ανά μετατροπέα.
- Παρακολούθηση της παραγόμενης ενέργειας με σύνδεση ISDN
- Έλεγχος συναγερμού και αποστολή σημάτων μέσω GSM
- Ψηφιακός καταγραφέας έως 8 καμερών με σκληρό δίσκο και διαθέτει alarm input-output, Time, Motion. Back up και σύνδεση Ethernet (TCPIP).

5.10. Εγγυήσεις– Εύρυθμη Λειτουργία

- Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες συνοδεύονται από εγγύηση πέντε ετών για κατασκευαστική ατέλεια και εικοσιπέντε ετών εγγύηση απόδοσης για το 80% της ισχύος τους.
- Οι αντιστροφείς συνοδεύονται από εγγύηση καλής λειτουργίας πέντε ετών με δυνατότητα επέκτασης στα 10 έτη.
- Πέραν των εγγυήσεων των κατασκευαστών των επιμέρους υλικών του σταθμού, προσφέρεται εγγύηση καλής λειτουργίας του Σταθμού για 3 έτη.
- Ο φωτοβολταϊκός σταθμός συνοδεύεται από συμβόλαιο συντήρησης με μέγιστο χρόνο απόκρισης 92 ωρών.

Στο σχήμα που ακολουθεί, φαίνεται η διάταξη των φωτοβολταϊκών γεννητριών στο οικόπεδο.



Τοπογραφικό σχέδιο με αποτύπωση θέσης των Φωτοβολταϊκών Γεννητριών και των σκιάσεων

6. MS PROJECT

6.1. Gantt Chart

Ύστερα από την τεχνική ανάλυση του έργου, θα ακολουθήσει η μεταφορά του στο λογισμικό του MS Project της Microsoft. Στο πρόγραμμα αυτό, βάλαμε όλα τα δεδομένα του έργου (ανθρώπινους πόρους, υλικά κτλ), τα κοστολογήσαμε, ορίσαμε τις εργασίες που απαιτούνται για την κατασκευή του και θέσαμε ημερομηνία έναρξης.

Πιο αναλυτικά στο screenshot που παρουσιάζεται παρακάτω, δείχνουμε το Gantt Chart του έργου. Είναι ένα χρονοδιάγραμμα στο οποίο φαίνονται αρχικά όλες οι εργασίες και οι επί μέρους εργασίες που απαιτήθηκαν για τη δημιουργία του έργου. Στη δεύτερη στήλη εμφανίζονται οι διάρκειες των εργασιών και υποεργασιών και οι δύο επόμενες στήλες δείχνουν τις ημερομηνίες έναρξης και λήξης των εργασιών αυτών. Συνεχίζοντας, από τον πίνακα μπορούμε να δούμε τις προαπαιτούμενες εργασίες για την κάθε μία και το ποιες από αυτές βρίσκονται στην κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Kasos Project								
ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Critical	Resource Names
0		Kasos PV Project	27 days	Mon 3/3/08	Tue 8/4/08		No	
1	1	Start	0 days	Mon 3/3/08	Mon 3/3/08		No	
2	2	Χωματουργικά	5 days	Mon 3/3/08	Fri 7/3/08		No	
3	2.1	Διαμόρφωση Εδάφους	1 day	Mon 3/3/08	Mon 3/3/08		No	Εργάτης Α
4	2.2	Εκσκαφή	4 days	Tue 4/3/08	Fri 7/3/08	3	No	Εργάτης Α, Εργάτης Β, Εργάτης Γ, Εργάτης
5	3	Κατασκευή Μεταλλικών Ιστών	5 days	Mon 10/3/08	Fri 14/3/08		No	
6	3.1	Βάσεις Μπστά	3 days	Mon 10/3/08	Wed 12/3/08	4	No	Εργάτης Α, Εργάτης Β, Εργάτης Γ, Εργάτης
7	3.2	Πάκωση Ιστών	2 days	Thu 13/3/08	Fri 14/3/08	6	No	
8	4	Εργασίες Panels	15 days	Mon 10/3/08	Fri 28/3/08		No	
9	4.1	Τοποθέτηση Panels στις Μεταλλικές Κατασκευές	12 days	Mon 10/3/08	Tue 26/3/08	4	No	Ηλεκτρολόγος Α, Ηλεκτρολόγος Β, Ηλεκτρο
10	4.2	Βίδωμα Panels στους Ιστούς	3 days	Wed 26/3/08	Fri 28/3/08	9	No	Γερανός
11	5	ISOBOX	13 days	Mon 10/3/08	Wed 26/3/08		No	
12	5.1	Μεταλλικός Οικότοπος	1 day	Mon 10/3/08	Mon 10/3/08	4	No	Μεταλλικός Οικότοπος[1], Χημειομασάζ[1]
13	5.2	Εγκατάσταση Ηλεκτού Εξοπλισμού	1 day	Wed 26/3/08	Wed 26/3/08	12,9	No	Ηλεκτρολόγος Α, Ηλεκτρολόγος Β, Ηλεκτρο
14	6	Καλωδίωση	12 days	Mon 17/3/08	Tue 1/4/08		No	
15	6.1	Σκάψιμο	5 days	Mon 17/3/08	Fri 21/3/08	7	No	Εργάτης Α, Εργάτης Β
16	6.2	Τοποθέτηση Καλωδίων	1 day	Thu 27/3/08	Thu 27/3/08	15,9,13	No	Εργάτης Α, Εργάτης Β, Ηλεκτρολόγος Α, Ηλ
17	6.3	Επικάλυψη Αμμου	1 day	Fri 28/3/08	Fri 28/3/08	16	No	Εργάτης Α, Εργάτης Β, Αμμος Θάλασσης[3]
18	6.4	Τοποθέτηση Πλακών	1 day	Mon 31/3/08	Mon 31/3/08	17	No	Εργάτης - Πλακάκια Α, Εργάτης - Πλακάκια
19	6.5	Επικάλυψη με Χαλκία	1 day	Tue 1/4/08	Tue 1/4/08	18	No	Εργάτης Α, Εργάτης Β
20	7	Τοποθέτηση Αντικραυλικής Προστασίας	1 day	Wed 2/4/08	Wed 2/4/08	19	No	Ηλεκτρολόγος Α, Ηλεκτρολόγος Β, Ηλεκτρο
21	8	Συνδέσεις με Ηλεκτρονικά	2 days	Thu 3/4/08	Fri 4/4/08	19,20	No	Εργάτης Γ, Ηλεκτρολόγος Δ
22	9	Έλεγχος / Δοκιμές	2 days	Mon 7/4/08	Tue 8/4/08	21	No	Ηλεκτρολόγος Α, Ηλεκτρολόγος Β
23	10	Περφόραση	1 day	Tue 1/4/08	Tue 1/4/08	18	No	Εργάτης - Περφόραση Α, Εργάτης - Περφόρα
24	11	Finish	0 days	Tue 8/4/08	Tue 8/4/08		No	

Project: Kasos PV Project
Date: Mon 6/4/09

Task		Milestone		External Tasks	
Split		Summary		External Milestone	
Progress		Project Summary		Deadline	

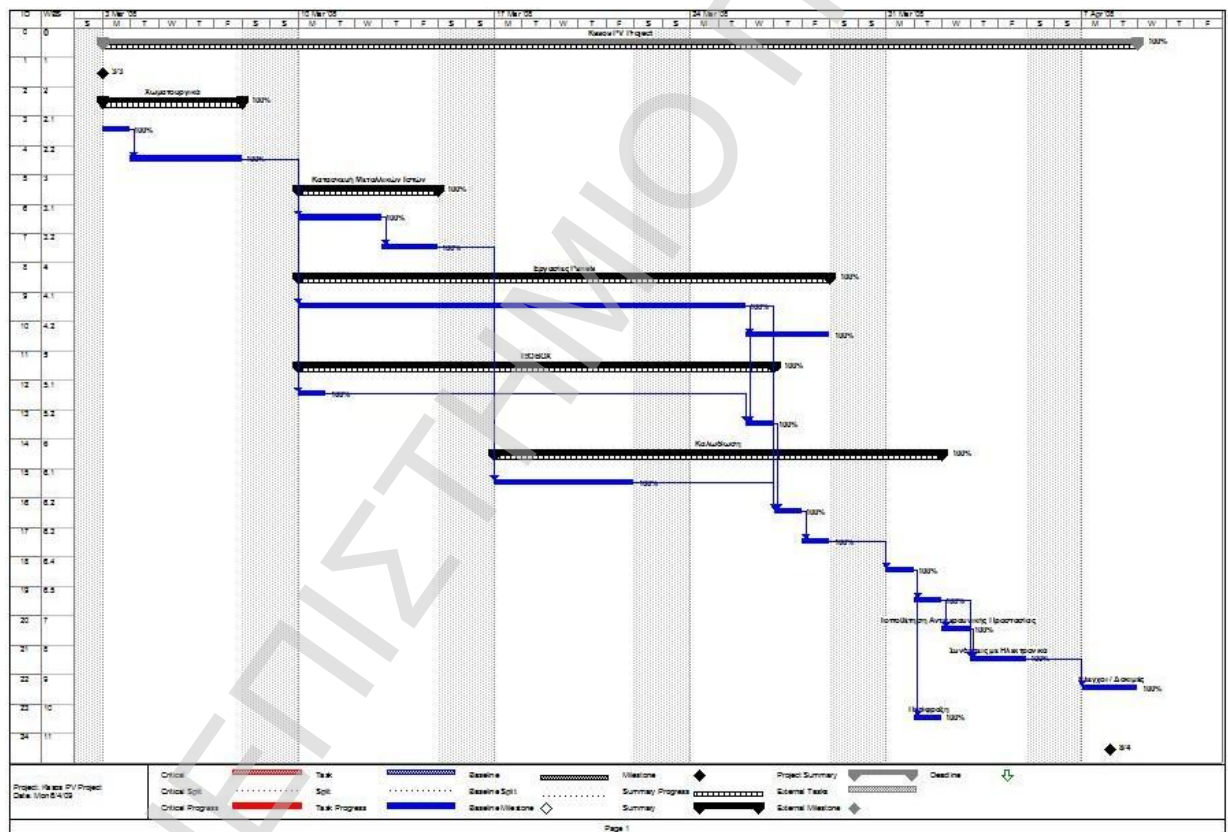
Christina Vlachou

Gantt Chart

Τα βασικά στοιχεία δε, που μπορούμε να υπογραμμίσουμε από όλα αυτά είναι η ημερομηνία έναρξης και λήξης του έργου και η συνολική διάρκειά του, δεδομένα που δίνουν την ταυτότητα του έργου.

6.2. Tracking Gantt Chart

Πιο κάτω φαίνεται το Tracking Gantt Chart στο οποίο φαίνεται το χρονοδιάγραμμα το έργου διαγραμματικά με τις μπλε μπάρες που δείχνουν τις διάρκειες των υποεργασιών και τις μαύρες μπάρες να δείχνουν τις συνολικές διάρκειες των κυρίων εργασιών και το ποσοστό υλοποίησής τους. Οι ημερομηνίες έναρξης 3/3/08 και λήξης 8/4/08 εμφανίζονται ως ορόσημα με την μορφή ρόμβου.



Tracking Gantt Chart

6.3. Υλικά – Ανθρώπινοι πόροι

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια δημιουργίας του πάρκου τα βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα.

Resource Name	Type	Material Label	Group	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost	Work	Start
Group: Εξοπλισμός			Εξοπλισμός	100%			689.186,33 €	24 hrs	Mon 10/3/08
Γερανός	Work		Εξοπλισμός	100%	400,00 €/hr	400,00 €/hr	9.600,00 €	24 hrs	Wed 26/3/08
Πλακάκια	Material		Εξοπλισμός		5,00 €		1.120,00 €	224	Mon 31/3/08
Περιφραξη	Material		Εξοπλισμός		18,00 €		1.342,80 €	74,6	Tue 1/4/08
Μπετό	Material		Εξοπλισμός		19,00 €		380,00 €	20	Mon 10/3/08
Άμμος Θαλάσσης	Material		Εξοπλισμός		29,00 €		973,53 €	33,57	Fri 28/3/08
Βίδες	Material		Εξοπλισμός		500,00 €		500,00 €	1	Mon 10/3/08
Συναγερμός	Material		Εξοπλισμός		870,00 €		870,00 €	1	Wed 26/3/08
Panels	Material		Εξοπλισμός		975,00 €		491.400,00 €	504	Mon 10/3/08
Φωτισμός	Material		Εξοπλισμός		1.000,00 €		1.000,00 €	1	Wed 26/3/08
Γεννήτρια	Material		Εξοπλισμός		1.000,00 €		1.000,00 €	1	Wed 26/3/08
Κλιματισμός	Material		Εξοπλισμός		1.000,00 €		1.000,00 €	1	Mon 10/3/08
UPS	Material		Εξοπλισμός		1.000,00 €		1.000,00 €	1	Wed 26/3/08
Σύστημα Πυρόσβεσης	Material		Εξοπλισμός		2.000,00 €		2.000,00 €	1	Wed 26/3/08
Μεταλλικός Οικόσκος	Material		Εξοπλισμός		3.000,00 €		3.000,00 €	1	Mon 10/3/08
Σύστημα Παρακολούθησης	Material		Εξοπλισμός		3.000,00 €		3.000,00 €	1	Wed 26/3/08
Inverters	Material		Εξοπλισμός		5.000,00 €		60.000,00 €	12	Wed 26/3/08
Back Up Inverter	Material		Εξοπλισμός		5.000,00 €		5.000,00 €	1	Wed 26/3/08
Αντικεραυνικό Σύστημα	Material		Εξοπλισμός		5.000,00 €		5.000,00 €	1	Wed 2/4/08
CCTV	Material		Εξοπλισμός		5.000,00 €		5.000,00 €	1	Wed 26/3/08
Καλώδια 50mm ²	Material		Εξοπλισμός		6.000,00 €		6.000,00 €	1	Thu 27/3/08
Ιστός Στήριξης	Material		Εξοπλισμός		7.500,00 €		90.000,00 €	12	Mon 10/3/08

Υλικά Έργου - Κόστη

Η πρώτη στήλη δείχνει το είδος του υλικού και η δεύτερη το χαρακτηρίζει. Να εξηγήσουμε εδώ πως επειδή ο συγκεκριμένος πίνακας χρησιμοποιείται και για το ανθρώπινο δυναμικό που θα εργαστεί για το έργο, ο χαρακτηρισμός διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία του πόρου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι “material” στον πίνακα που θα φαίνονται οι ανθρώπινοι πόροι θα χαρακτηρίζονται ως “work”. Επίσης πιο κάτω φαίνονται τα κόστη των υλικών ανά μονάδα μέτρησης και συνολικά αλλά και η ποσότητα αυτών που απαιτήθηκε. Τέλος, η τελευταία στήλη δείχνει την τις ημερομηνίες που ξεκινάει η χρήση τους.

Ο αντίστοιχος πίνακας με το ανθρώπινο δυναμικό έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτόν των υλικών. Εδώ αξίζει να ειπωθεί πως πέραν από τα ωρομίσθια που έχουν τεθεί από την αρχή του «χτισίματος» του έργου, έχουν τεθεί και υπερωριακές τιμές για τους εργαζόμενους αυτούς που θα χρειαστεί να δουλέψουν κάποιες υπερωρίες.

Resource Name	Type	Material Label	Group	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost	Work	Start
Group: Εξοπλισμός			Εξοπλισμός	100%			689.186,33 €	24 hrs	Mon 10/3/08
Group: Εργαζόμενοι			Εργαζόμενοι	1.200%			9.200,00 €	920 hrs	Mon 3/3/08
Εργάτης Α	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	1.280,00 €	128 hrs	Mon 3/3/08
Εργάτης Β	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	1.200,00 €	120 hrs	Tue 4/3/08
Εργάτης Γ	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	720,00 €	72 hrs	Tue 4/3/08
Εργάτης Δ	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	560,00 €	56 hrs	Tue 4/3/08
Ηλεκτρολόγος Α	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	5,00 €/hr	1.360,00 €	136 hrs	Mon 10/3/08
Ηλεκτρολόγος Β	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	5,00 €/hr	1.360,00 €	136 hrs	Mon 10/3/08
Ηλεκτρολόγος Γ	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	5,00 €/hr	1.120,00 €	112 hrs	Mon 10/3/08
Ηλεκτρολόγος Δ	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	5,00 €/hr	1.280,00 €	128 hrs	Mon 10/3/08
Εργάτης - Πλακάκια Α	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	80,00 €	8 hrs	Mon 31/3/08
Εργάτης - Πλακάκια Β	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	80,00 €	8 hrs	Mon 31/3/08
Εργάτης - Περιήραξη Α	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	80,00 €	8 hrs	Tue 1/4/08
Εργάτης - Περιήραξη Β	Work		Εργαζόμενοι	100%	10,00 €/hr	3,00 €/hr	80,00 €	8 hrs	Tue 1/4/08

Ανθρώπινοι Πόροι Έργου – Κόστη

6.4. Project cash flow

Όπως αναφέρθηκε, πέραν από τους πόρους που ορίσαμε στο έργο μας, αντιστοιχήσαμε και κόστη για κάθε ένα από αυτά. Τόσο για τους ανθρώπινους πόρους, όσο και για τα υλικά που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου. Στο cash flow του έργου γίνεται ανάλυση των δαπανών για κάθε εβδομάδα υλοποίησης του έργου. Παράλληλα στην τελευταία στήλη φαίνονται το σύνολο των δαπανών ανά υποεργασία και τέλος το συνολικό κόστος υλοποίησης του έργου που ανέρχεται στα 698.386,33€.

Cash Flow as of Mon 6/4/09
Kasos PV Project
Christina

Kasos PV Project	3/3/08	10/3/08	17/3/08	24/3/08	31/3/08	7/4/08	Total
Start							
Χωματουργικά							
Διαμόρφωση Εδάφους		80,00 €					80,00 €
Εκσκαφή	1.280,00 €						1.280,00 €
Κατασκευή Μεταλλικών Ιστών							
Βάσεις Μπτό		1.340,00 €					1.340,00 €
Πάκωση Ιστών							
Εργασίες Ραβελ							
Τοποθέτηση Ραβελ στις Μεταλλικές Κατασκευές		244.058,33 €	244.058,33 €	97.623,33 €			585.740,00 €
Βύμα Ραβελ στους Ιστούς				9.600,00 €			9.600,00 €
ΙΣΟΒΟΧ							
Μεταλλικός Οικόπεδος		4.000,00 €					4.000,00 €
Εγκατάσταση Ηλεκτ. Εξοπλισμού				79.190,00 €			79.190,00 €
Καλωδίωση							
Σκάψιμο			800,00 €				800,00 €
Τοποθέτηση Καλωδίων				6.320,00 €			6.320,00 €
Επικάλυψη Αμμου				1.133,53 €			1.133,53 €
Τοποθέτηση Πλακιδίων					1.280,00 €		1.280,00 €
Επικάλυψη με Χαλκία					160,00 €		160,00 €
Τοποθέτηση Αντικραυλικής Προστασίας					5.320,00 €		5.320,00 €
Συνδέσεις με Ηλεκτρικά					320,00 €		320,00 €
Έλεγχος / Δοκιμές						320,00 €	320,00 €
Περιήραξη					1.502,80 €		1.502,80 €
Finish							
Total	1.360,00 €	249.398,33 €	244.858,33 €	193.866,86 €	8.582,80 €	320,00 €	698.386,33 €

Project cash flow

6.5. Αναφορά εξέλιξης έργου

Στον τελευταίο πίνακα, παρουσιάζονται κάποια γενικά στοιχεία του έργου: οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης, η διάρκεια (σε μέρες όπως ορίστηκε εξ' αρχής), οι ώρες εργασίας, το συνολικό κόστος και οι εργασίες που έχουν εκτελεστεί. Επειδή η αναφορά αυτή ζητήσαμε να μας δοθεί αφού ολοκληρώθηκε το έργο, κατανοητό είναι όλες οι εργασίες και τα κόστη να είναι σε ποσοστό 100% της ολοκλήρωσης του έργου. Εάν η αναφορά αυτή ζητηθεί κατά τη διάρκεια της εξέλιξης της πορείας του έργου, εύλογο είναι στην αναφορά αυτή να φαίνονται τα αντίστοιχα ποσοστά για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που έχουν ολοκληρωθεί.

Kasos PV Project
Rutech Energy Systems S.A.
Christina
 as of Thu 16/4/09

Dates			
Start:	Mon 3/3/08	Finish:	Tue 8/4/08
Baseline Start:	NA	Baseline Finish:	NA
Actual Start:	Mon 3/3/08	Actual Finish:	Tue 8/4/08
Start Variance:	0 days	Finish Variance:	0 days
Duration			
Scheduled:	27 days	Remaining:	0 days
Baseline:	0 days?	Actual:	27 days
Variance:	27 days	Percent Complete:	100%
Work			
Scheduled:	944 hrs	Remaining:	0 hrs
Baseline:	0 hrs	Actual:	944 hrs
Variance:	944 hrs	Percent Complete:	100%
Costs			
Scheduled:	698.386,33 €	Remaining:	0,00 €
Baseline:	0,00 €	Actual:	698.386,33 €
Variance:	698.386,33 €		
Task Status		Resource Status	
Tasks not yet started:	0	Work Resources:	13
Tasks in progress:	0	Overallocated Work Resources:	0
Tasks completed:	24	Material Resources:	20
Total Tasks:	24	Total Resources:	33

Αναφορά εξέλιξης έργου συνολικά

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε πως κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του έργου ενός Φωτοβολταϊκού Πάρκου, μπορεί να γίνει μια προσομοίωση του έργου πριν την έναρξή του. Έχοντας στη διάθεσή του ο project manager του έργου βασικά στοιχεία του έργου, μπορεί να έχει ξεκάθαρη εικόνα σε βαρυσήμαντα θέματα που αφορούν στο έργο και στους ιδιοκτήτες του. Οι χρόνοι του έργου και τα κόστη είναι γνωστό πως είναι τα σημεία αυτά στα οποία υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να υπάρχουν αποκλίσεις, από το σχεδιασμό στην

ολοκλήρωση του έργου. Έχοντας ένα εργαλείο όπως το MS Project, γίνεται καλύτερος προγραμματισμός και προβλέψεις και αποφεύγονται τέτοιου είδους δυσμενείς παρεκκλίσεις. Ακόμη υπάρχει δυνατότητα monitoring του έργου ανά πάσα στιγμή. Έτσι η διοίκηση του έργου μπορεί να κρίνει εάν κάτι δεν πάει βάσει προγράμματος και τι φταίει γι' αυτό και αυτομάτως να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες προκειμένου να επαναφέρει το έργο στην προγραμματισμένη πορεία του.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

7. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Προκειμένου να καθορισθεί πόση αξία θα πραγματοποιήσει μία επένδυση, πόσα χρήματα θα εξοικονομήσει αλλά και τον αντίκτυπο που θα υπάρξει σε έναν οργανισμό, πρέπει να γίνει μια σύγκριση των οικονομικών και μη οικονομικών ωφελειών με το εκτιμώμενο κόστος. Η ανάλυση του Return On Investment βοηθάει τους project managers να εκτιμήσουν καλύτερα και αποδοτικότερα τα έργα τους. Το ROI είναι το καθαρός κέρδος και εκφράζεται ως ποσοστό του συνολικού ποσού επένδυσης:

$$\text{ROI} = \frac{\text{NPV}}{\text{PV Investment}}$$

Πιο συγκεκριμένα:

Προκειμένου να κάνουμε την χρηματοοικονομική ανάλυση, χρησιμοποιήσαμε τα υπολογιστικά φύλλα του excel με τα οποία κάναμε τις απαραίτητες μετρήσεις και υπολογισμούς. Στο πρώτο υπολογιστικό φύλλο που το ονομάζουμε «Κατασκευές και Εξοπλισμός», βάζουμε τα συνολικά κόστη για τα 1) Κτίρια και Υποδομή και 2) Εξοπλισμός εσωτερικού και περιβάλλοντος χώρου. Τα συνολικά κόστη απορρέουν από την ανάλυση κόστους του έργου που προηγήθηκε στο στάδιο του προγραμματισμού το οποίο αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στην επόμενη στήλη έχουμε εντάξει το ποσοστό των αποσβέσεων για τις δύο αυτές κατηγορίες εξόδων (τα ποσοστά έχουν μπει κατά προσέγγιση). Εν συνεχεία και σε περίοδο 20 ετών²¹ που θα πραγματοποιηθεί η ανάλυσή μας, θεωρούμε πως για την κατηγορία κόστους Κτίρια και Υποδομή θα γίνεται απόσβεση στο ποσό των 3.500,00€ και στην κατηγορία Εξοπλισμός εσωτερικού και περιβάλλοντος χώρου στα 5.000,00€. Έτσι, όπως φαίνεται και στον πίνακα του excel, στο όγδοο έτος λειτουργίας του έργου θα έχει γίνει η απόσβεση στα Κτίρια και Υποδομή και αντίστοιχα στο ένατο έτος στον Εξοπλισμό του εσωτερικού και περιβάλλοντος χώρου. Παράλληλα στο τέλος κάθε στήλης ανά έτος, φαίνεται το συνολικό ποσό απόσβεσης και για τις δύο κατηγορίες παγίων.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ																			
2		Συνολικό Αποσβέσιμος		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
3	ΚΤΙΡΙΑ & ΥΠΟΔΟΜΗ	19.916 €	8%	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.136 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1 €	
4	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	22.870 €	15%	5.000 €	5.000 €	5.000 €	5.000 €	5.000 €	5.000 €	5.000 €	5.030 €	1.525 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1 €	
5				8.500 €	8.500 €	8.500 €	8.500 €	8.500 €	8.500 €	8.500 €	8.136 €	1.525 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	

Φύλλο 1: Κατασκευές και Εξοπλισμός

²¹ Στον πίνακα φαίνεται ενδεικτικά η εξέλιξη ως το 16ο έτος.

Στο δεύτερο υπολογιστικό φύλλο, θα αποτυπωθούν τα λειτουργικά έσοδα και έξοδα. Όπως φαίνονται και από τα παρακάτω κελιά, τα λειτουργικά έξοδα απαρτίζονται από την αμοιβή του φύλακα που ορίζεται στα 800,00€ και από τα ασφάλιστρα και τέλη που ορίζονται στα 600,00€ ανά μήνα. Στην επόμενη στήλη εμφανίζονται τα έξοδα αυτά και για τους δώδεκα μήνες αλλά και στο σύνολό τους αθροιστικά (16.800,00€). Τα έσοδα του έργου, θα προέρθουν από την ηλεκτρική ενέργεια που θα παραχθεί από το έργο και θα το αγοράσει η ΔΕΗ. Ύστερα από υπολογισμούς των ποσών και συντελεστών (που βρίσκονται στο 3^ο υπολογιστικό φύλλο), η πώληση της ενέργειας θα αποφέρει στην επιχείρηση λειτουργίας του Φωτοβολταϊκού Πάρκου το ποσό των 10.292,00€ μηνιαίως και ετησίως 123.505,00€. Το μικτό κέρδος είναι αποτέλεσμα της διαφοράς των δύο προηγούμενων υπολογισμών (Έσοδα-Έξοδα).

	A	B	C	D
1				
2	ΕΞΟΔΑ			
3	ΜΙΣΘΟΔΟΣΙΑ	Ποσότητα	Μηνιαία Αμοιβή (μικτά)	Ετήσια Αμοιβή (μικτά & εργοδοτικές εισφορές)
4	Φύλακας	1	800 €	9.600 €
5	Ασφάλιστρα & Τέλη	12	600 €	7.200 €
6	ΣΥΝΟΛΟ			16.800 €
7				
8	ΕΣΟΔΑ		Μηνιαία	Ετήσια
9	Πώληση Ενέργειας		10.292 €	123.505 €
10	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΣΟΔΑ		10.292 €	123.505 €
11				
12	ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΔΟΣ			106.705 €
13				
14				
15				

Φύλλο 2: Λειτουργικά Έσοδα και Έξοδα

Στο τρίτο υπολογιστικό φύλλο, παρουσιάζεται το κόστος ανάπτυξης της επένδυσης. Αυτό συνεπάγεται, το άθροισμα από τα κόστη των κατασκευών και του εξοπλισμού και της αγοράς του οικοπέδου. Τα επιμέρους κόστη της κατηγορίας «Κατασκευές Εξοπλισμός» έχουν υπολογιστεί και πάλι κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού του έργου και φαίνονται στις πρώτες γραμμές του πίνακα παρακάτω. Η αξία του οικοπέδου είναι η έκταση του οικοπέδου επί 4,00€ το τετραγωνικό μέτρο. Η συνολική επένδυση είναι το άθροισμα των δύο κατηγοριών αυτών. Πιο κάτω, στην «Χρηματοδότηση», έχουμε δύο στήλες που δείχνουν για τις κατασκευές και το οικόπεδο τι ποσοστό έχει χρηματοδοτηθεί από πού. Έτσι, τα κατασκευαστικά κόστη έχουν χρηματοδοτηθεί κατά 40% από την επιχορήγηση

Αναπτυξιακού Νόμου, κατά 30% από ίδια κεφάλαια του ιδιοκτήτη και κατά 30% από δανεισμό. Αντιθέτως το οικόπεδο έχει χρηματοδοτηθεί στο 100% από τον ιδιοκτήτη. Το σύνολο του ποσού χρηματοδότησης πρέπει να είναι ίδιο (όπως και είναι άλλωστε) με το ποσό των δαπανών στις Κατασκευές – Εξοπλισμός και στο Οικόπεδο. Τελειώνοντας το φύλλο, θέτουμε κάποιες υποθέσεις οι οποίες είναι πολύ κοντά σε τιμές με τη σημερινή πραγματικότητα. Όπως για παράδειγμα η αγορά ενέργειας 0,45€ η οποία χρησιμοποιήθηκε στο προηγούμενο υπολογιστικό φύλλο (στα έσοδα) για την εύρεση αποτελέσματος στο ποσό της πώλησης ενέργειας από την επιχείρηση.

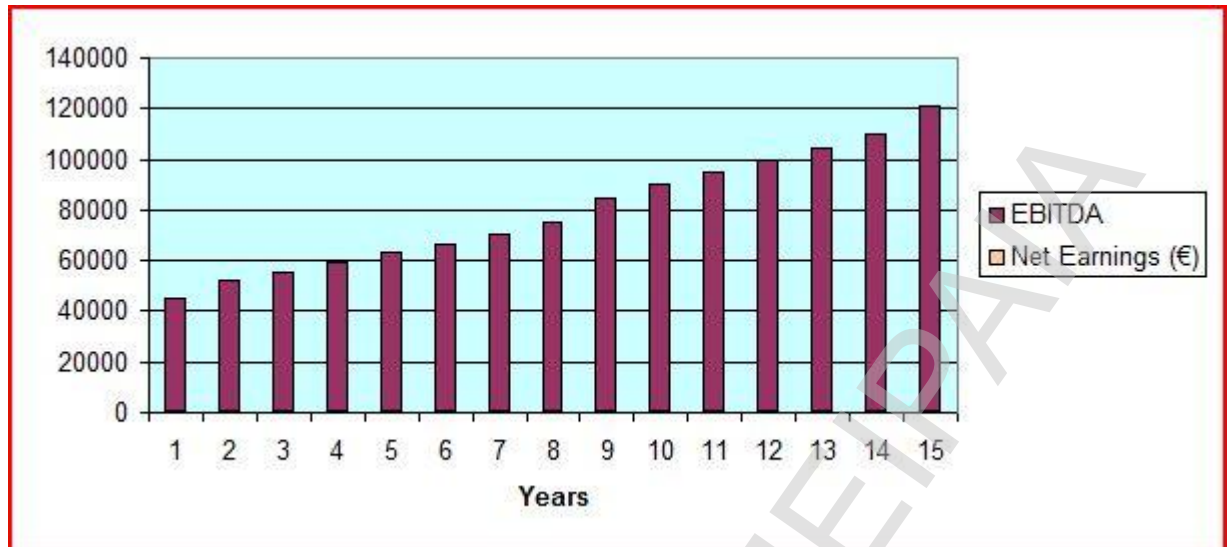
	A	B	C	D	E
1					
2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ				Ποσό
3	Φωτοβολταϊκά - Πλαίσια - Inverters - Rotators			214.000	646.400 €
4	Λοιπές εγκαταστάσεις & έργα υποδομής				19.916 €
5	Λοιπές αμοιβές (άδειες & λοιπές εργασίες)				9.200 €
6	Εξοπλισμός εσωτερικού χώρου				22.870 €
7	Αμοιβές συμβούλων				5.000 €
8	ΦΠΑ		19%		133.643 €
9	ΣΥΝΟΛΟ				837.030 €
10					
11	ΟΙΚΟΠΕΔΟ			τ.μ.	Ποσό
12	Αξία οικοπέδου			5.565	22.260 €
13	ΣΥΝΟΛΟ				22.260 €
14					
15	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ				859.290 €
16					
17					
18	ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ	<i>Κατασκευές</i>	<i>Οικόπεδο</i>		Ποσό
19	Επιχορήγηση Αναπτυξιακού Νόμου	40%	0%		334.812 €
20	Ίδια Κεφάλαια	30%	100%		273.369 €
21	Δανεισμός 15 ετών	30%	0%		251.109 €
22	ΣΥΝΟΛΟ				859.290 €
23					
24					
25	ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ				
26	Επιτόκιο Δανεισμού	4,80%			
27	Ποσοστό αποπληρωμής	4,10%			
28	Ετήσια αύξηση δόσης	7,00%			
29	Αύξηση κύκλου εργασιών	4,00%			
30	Αγορά Ενέργειας	0,45 €			
31	Συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (KWh/KW)	1,35			
32	Κόστος Φωτοβολταϊκών & λοιπών ανά KW	5,00 €			

Φύλλο 3: Κόστος Ανάπτυξης

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2029	ΣΥΝΟΛΑ	
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2029	ΣΥΝΟΛΑ	
3 Έτος																						
4 Διάφορα Τραπεζικά	251.109	240.813	228.937	218.010	205.388	191.902	177.463	162.012	145.479	127.790	108.962	88.698	66.939	43.752	18.941	0	0	0	0	0	0	
5 Έξοδα	12.053	11.559	11.030	10.464	9.859	9.211	8.518	7.777	6.983	6.134	5.225	4.253	3.213	2.100	909	0	0	0	0	0	109.890	
7 Αποπληρωμή Δανείου	10.295	11.016	11.787	12.612	13.495	14.440	15.451	16.532	17.690	18.928	20.253	21.670	23.187	24.810	18.941	0	0	0	0	0	0	251.109
8 Σύνολο ετήσιων πληρωμών	22.349 €	22.575 €	22.818 €	23.077 €	23.354 €	23.651 €	23.989 €	24.309 €	24.673 €	25.062 €	25.478 €	25.924 €	26.400 €	26.911 €	19.850 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	360.399 €
9 Εξοχολογιστικό δάνεια	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10 κεντρικά																						
11 Έξοδα Συντήρησης	123.505	128.445	133.883	138.926	144.483	150.262	156.273	162.524	169.025	175.786	182.817	190.130	197.735	205.644	213.870	222.425	231.322	240.575	250.198	260.206	24.474	
13 Έξοδα Αποκατάστασης	16.800	17.136	17.479	17.828	18.185	18.549	18.920	19.298	19.684	20.078	20.479	20.889	21.306	21.733	22.167	22.611	23.063	23.524	23.995	24.474		
14 Έξοδα Συναρμολογίας	5.000																					
15 Σ/Α/Υ	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
16 Έξοδα Συντήρησης	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
17 Συναρμολογία δαπέδων	32.300	27.636	27.979	28.328	28.685	29.049	29.420	29.798	30.184	30.578	30.979	31.389	31.806	32.233	32.667	33.111	33.563	34.024	34.495	34.974		
18 Συναρμολογία δαπέδων	22.349	22.575	22.818	23.077	23.354	23.651	23.989	24.309	24.673	25.062	25.478	25.924	26.400	26.911	19.850	0	0	0	0	0	0	
19 Αποσβέσεις	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.136	4.525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20 Έξοδα για εφόδια (μηνιά)	60.356	69.724	74.986	79.021	83.044	86.063	84.384	100.381	112.643	120.147	126.360	132.818	139.528	146.501	161.353	186.314	197.759	205.551	215.703	225.731	656.245 €	
21 Έξοδα	15.089	17.483	18.572	19.755	20.995	22.266	23.596	25.070	26.161	30.037	31.590	33.204	34.882	36.625	40.338	47.329	49.440	51.638	53.926	56.308		
22 Κόστος ελάττω (ζημιές)	45.267 €	52.300 €	55.715 €	59.266 €	62.958 €	66.797 €	70.788 €	75.211 €	84.483 €	90.110 €	94.770 €	99.613 €	104.646 €	109.876 €	121.015 €	141.966 €	148.319 €	154.913 €	161.778 €	168.924 €	1.966.734 €	
23 Συναρμολογία εσόδων	45.267	57.507	153.882	212.548	275.506	342.303	413.091	488.302	572.784	662.894	757.664	857.277	961.924	1.071.900	1.192.814	1.334.800	1.483.119	1.638.033	1.798.810	1.968.724		
24 NPV	45.267 €	49.340 €	49.586 €	49.761 €	49.869 €	49.915 €	49.903 €	50.019 €	53.005 €	53.336 €	53.919 €	52.475 €	52.006 €	51.514 €	53.525 €	59.246 €	58.385 €	57.529 €	56.678 €	55.831 €	1.050.109 €	
25 Συναρμολογία NPV	45.267	94.607	144.193	193.954	243.822	293.737	343.640	393.659	446.665	500.000	553.920	605.394	657.400	708.915	762.439	821.685	880.071	937.600	994.278	1.050.109		

Το τέταρτο και τελευταίο υπολογιστικό φύλλο, είναι η ανάλυση της αποπληρωμής. Η ανάλυση θα γίνει για ένα χρονικό διάστημα 20 ετών λειτουργίας του, από το 2010 έως το 2029. Αρχικά, εμφανίζονται οι ετήσιες πληρωμές που πρέπει να γίνουν για τα δάνεια και τους τόκους αυτών. Η αποπληρωμή των δανείων, τελειώνει το 15ο έτος. Εν συνέχεια, υπολογίζουμε τα καθαρά κέρδη και τέλος το NPV (Net Present Value = Καθαρή Παρούσα Αξία). Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι η διαφορά μεταξύ της παρούσας αξίας των ταμειακών εισροών και της παρούσας αξίας των ταμειακών εκροών και χρησιμοποιείται για την ανάλυση της αποδοτικότητας του έργου. Πιο κάτω θα παρουσιαστεί και αναλυτικά ο πίνακας με το συσσωρευτικό NPV το οποίο θα δείχνει το αθροιστικό ποσό NPV ανά κάθε έτος λειτουργίας του έργου έως και το εικοστό.

Φύλλο 4: Ανάλυση Αποπληρωμής



Πίνακας του EBITDA

Το EBITDA είναι τα αρχικά από τις λέξεις “ Earnings before interest, taxes, depreciation, amortization” δηλαδή, “Κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων”. Στον πίνακα φαίνεται μια ανοδική πορεία του δείκτη αυτού και έτσι για παράδειγμα τον πρώτο χρόνο λειτουργίας του έργου το EBITDA ανέρχεται στα 45.267,00€, τον δεύτερο στα 52.300,00€ και μόνιμα αυξανόμενος, καταλήγει στο 15^ο έτος λειτουργίας του έργου στο ποσό των 121.015,00€. Από το έτος αυτό και μετά, έχει ήδη γίνει η αποπληρωμή των δανείων.



Πίνακας συσσωρευτικών καθαρών κερδών

Στον τελευταίο πίνακα, φαίνονται το σύνολο των τιμών των καθαρών κερδών ανά έτος. Οι τιμές αυτές, προστίθενται με το συνολικό κέρδος των προηγούμενων ετών κάθε φορά. Έτσι για παράδειγμα το πρώτο έτος τα καθαρά κέρδη είναι 45.267,00€, το δεύτερο είναι $45.267,00€ + 49.340,00€ = 94.607,00€$, το τρίτο θα είναι $94.607,00€ + 49.340,00€ = 143.947,00€$.

+ 49.586,00€ = 144.193,00€ και ούτω καθεξής. Το εικοστό και τελευταίο έτος τα συσσωρευτικά κέρδη φτάνουν στα 1.050.109,00€.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Οι 4 σελίδες που ακολουθούν, είναι τα τεχνικά δεδομένα του έργου έτσι όπως τα εξάγει το Pn Sys. Θα λέγαμε πως είναι κάτι σαν την τεχνική ταυτότητα του έργου. Αρχικά συγκεντρώνουμε τις πληροφορίες του έργου, τι έχουμε σχεδιάσει, πως κτλ, τα εισάγουμε στο λογισμικό και αυτό που ακολουθεί είναι η εξομοίωση του προγράμματος.

PVSYST V4.1		Page 1/4	
Grid-Connected System: Simulation parameters			
Project :	Ενεργειακή ΕΠΕ		
Geographical Site	Rhodos	Country	Greece
Situation	Latitude: 36.2°N	Longitude:	29.1°E
Time defined as:	Legal Time: Time zone: UTC+2	Altitude:	11 m
Meteo data :	Rhodos , synthetic hourly data		
Simulation Variant :	Simulation variant		
	Simulation date: 11/07/07 22:22		
Simulation parameters			
Tracking plane, two axis	Minimum tilt: 10°	Maximum tilt:	60°
Rotation limitations:	Minimum Azimuth: -90°	Maximum Azimuth:	90°
Horizon	Free horizon		
Near Shadings	No Shadings		
PV Array Characteristics			
PV module	Si-mono	Module:	BP 7195 S
		Manufacturer:	BP Solar
Number of PV modules:	14 modules	In parallel:	35 strings
Total number of PV modules:	504	Unit Nom. Power:	185 Wp
Array global power:	Nb. modules: 504	At operating temp:	93 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C):	Nominal (STC):	U _{mp} :	188 A
Total area:	U _{mp} :	I _{mp} :	474 V
	Module area:		634 m²
PV Array loss factors			
Heat Loss Factor:	kc (const):	kc (wind):	0.0 W/m²K / m/s
→ Nominal Oper. Coef. Temp. (800 W/m², Tamb=20°C):	wind (m/s):	TCO ² :	45 °C
Wiring Ohmic Loss:	Global array res.:	Loss Fraction:	0.2 % at STC
Series Diode Loss:	Voltage Drop:	Loss Fraction:	0.1 % at STC
Module Quality Loss:		Loss Fraction:	5.5 %
Module Mismatch Loss:		Loss Fraction:	2.0 % at MPP
Temperature effect, ASHRAE parameterization:	AM = 1.00 (1/icos - 1)	bn Parameter:	0.35
System Parameter			
	System type:	Grid-Connected System	
Inverter			
	Mode:	Sunny Mini Central 8000 TL	
	Manufacturer:	SMA	
Inverter Characteristics:	Operating Voltage:	Unit Nom. Power:	6 kW AC
Inverter pack:	Number of Inverter:	Total Power:	93 kW AC
User's needs :	Daily household consumers average:	Constant over the year 5.4 kWh/Day	

Grid-Connected System: Detailed User's needs

Project : Ενεργειακή ΕΠΕ

Simulation Variant : Simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	Tracking two axis			
PV modules	Model	BP 7135 S	P _{nom}	135 Wp
PV Array	Nb. of modules	304	P _{nom tota}	96 kWp
Inverter	Model	Sunny Mini Central 3000 TL	P _{nom}	8.0 kW ac
Inverter bank	Nb. of units	12	P _{nom tota}	96 kW ac
User's needs	Daily household consumers	Constant over the year	global	3070 kWh/year

Daily household consumers, Constant over the year, average = 8.4 kWh/day

Annual values

	Number	Power	Use	Energy
TV / Magnifying glass / PC	✓	85 Wapp	24 h/day	9160 Wh/day
Other Use	✓	9 W tot	12 h/day	108 Wh/day
Stand-by consumers		6 W tot	24 h/day	144 Wh/day
Total daily energy				9412 Wh/day

Grid-Connected System: Main results

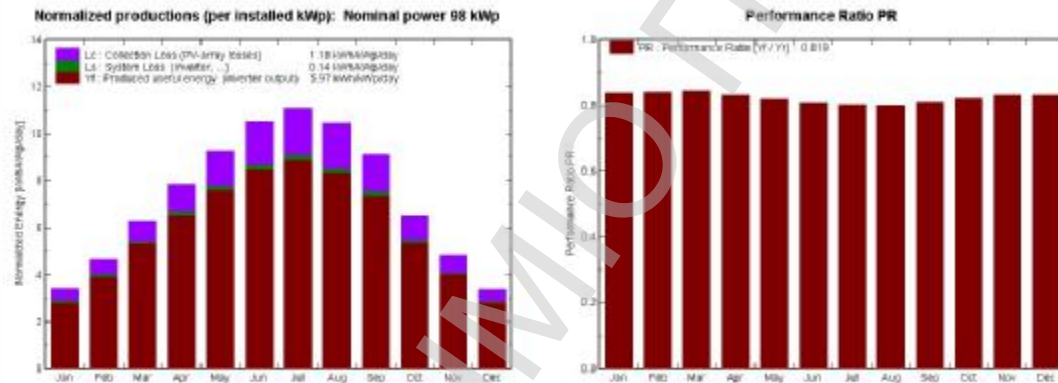
Project : Ενεργειακή ΕΠΕ
Simulation Variant : Simulation variant

Main system parameters

System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	Tracking two axis		
PV modules	Model	BP 7195 S	From 195 Wp
PV Array	Nb. of modules	574	Prnom total 98 kWp
Inverter	Model	Sunny Mini Central 8000 TUProm	Prnom 8.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	17	Prnom total 98 kW ac
User's needs	Daily household consumers	Constant over the year	global 6070 kWh/year

Main simulation results

System Production	Produced Energy	214 MWh/year	Specific	2179 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	81.9 %		



Simulation variant
 Balances and main results

	ClbEtr kWh/m²	T.Amb °C	ClbEtr kWh/m²	ClbEtr kWh/m²	ECutIn kWh/m²	ECutIn kWh/m²	EPACR %	EPSPR %
January	15.8	1.0	1.8	13.0	8.2	8.8	10.1	10.1
February	14.8	1.4	1.4	13.4	10.4	10.0	10.18	10.18
March	12.0	10.0	10.0	12.0	12.7	12.0	10.39	10.00
April	10.4	16.0	10.0	10.4	14.0	12.0	10.4	10.4
May	10.0	19.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
June	10.0	24.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
July	10.0	28.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
August	10.0	26.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
September	10.0	19.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
October	10.0	10.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
November	10.0	6.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
December	10.0	1.0	10.0	10.0	14.0	12.0	10.0	10.0
Year	126.0	15.8	10.0	116.0	14.0	12.0	10.0	10.0

ClbEtr: Global irradiation
 T.Amb: Ambient Temperature
 ECutIn: Global irradiation at cut-in
 EPACR: Global irradiation at cut-in
 EPSPR: Global irradiation at cut-in

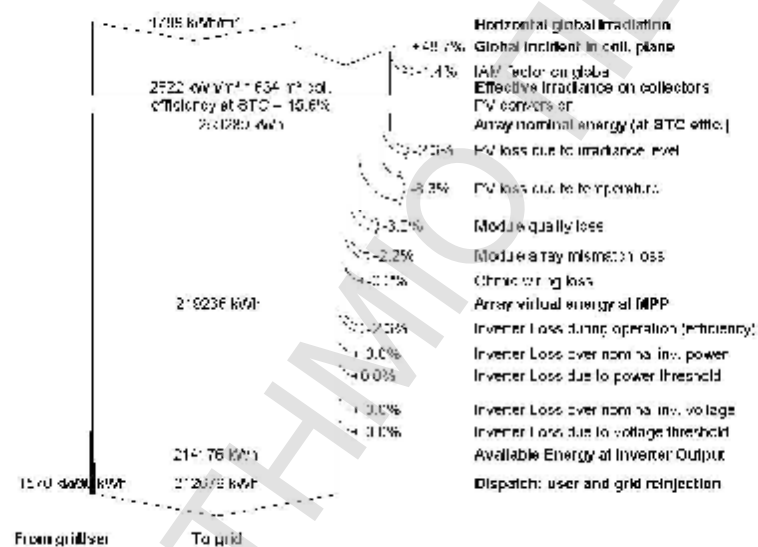
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : Ενεργειακή ΕΠΕ

Simulation Variant : Simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	racking two axis		
PV modules	Mode	BP 7195 S	Prnom 195 Wp
PV Array	Nb. of modules	504	Prnom total 98 kWp
inverter	Mode	Sunny Mini Central 5000 TL-Prnom	80 kW ac
inverter pack	Nb. of units	12	Prnom total 96 kW ac
User's needs	Daily household consumers	Constant over the year	global 3000 kWh/year

Loss diagram over the whole year



Πέραν από τα πολύ τεχνικά χαρακτηριστικά που δείχνει το πρόγραμμα αυτό (και που δεν είναι δικός μας τομέας να ασχοληθούμε), δείχνει κι ένα διάγραμμα που αποτελεί την ουσία όλων. Κατ' αρχάς να πούμε πως με βάσει τα αποτελέσματα του λογισμικού, η ισχύς του πάρκου θα είναι 98.000 Wp. Ακόμη η ισχύς που δέχεται η περιοχή της Κάσου σε θερινές περιόδους είναι 1789kWh/m². Η ονομαστική ισχύς του πάρκου μας είναι 259289kWh ανά έτος, δηλαδή αυτήν είναι η ενέργεια που αναμένεται να παραχθεί μέσα στη διάρκεια του ενός έτους. Όπως όμως φαίνεται κι από το διάγραμμα, υπάρχουν και κάποιες απώλειες που πρέπει να ληφθούν υπόψη όπως π.χ. απώλεια λόγω θερμοκρασίας, λόγω της μη καλής ποιότητας των modules κτλ. Εάν αφαιρεθούν λοιπόν οι απώλειες αυτές, η πραγματική ενέργεια που θα παραχθεί από το πάρκο μας σε ένα έτος είναι 212676kWh και αυτήν είναι στην ουσία η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που θα αγοράσει η ΔΕΗ από εμάς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. www.cres.gr Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
2. <http://www.nrel.gov/learning/> National Renewable Energy Laboratory
3. <http://www.helioindex.gr/> Ελληνική εταιρεία Μελέτης και Υλοποίησης Φ/Β Συστημάτων
4. www.epia.org European Photovoltaic Industry Association
5. http://www.re-energy.ca/t-i_renewablebasics.shtml Βασικές Αρχές ΑΠΕ από εταιρεία λογισμικού Φ/Β στο διαδίκτυο
6. www.compadre.org Ψηφιακή Βιβλιοθήκη ComPADRE
7. www.ctcleanenergy.com Connecticut Clean Energy Fund
8. <http://environment.about.com/> Ψηφιακή Βιβλιοθήκη About.com
9. www.ifpaenergyconference.com
10. <http://www.ren21.net/> το REN21 είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο που παρέχει ένα forum για τη διεθνή ηγεσία της Ανανεώσιμης Ενέργειας
11. www.renewableenergyworld.com Διαδικτυακή πηγή για νέα και πληροφορίες πάνω στην Ανανεώσιμη Ενέργεια
12. <http://en.wikipedia.org/> Διαδικτυακή Εγκυκλοπαίδεια
13. http://ec.europa.eu/news/energy/archives_el.htm?Page=1 Αρχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τους φυσικούς πόρους και την ενέργεια
14. http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/statistics/ext_renewables_gross_electricity_generation.pdf Αρχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τους φυσικούς πόρους και την ενέργεια
15. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:EL:PDF> Ανακοίνωση της επιτροπής στο Συμβούλιο και στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Χάρτης πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τον 21ο αιώνα: συμβολή στην ενίσχυση της αειφορίας Βρυξέλλες , 10/1/07
16. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/europe.htm#GR> Ευρωπαϊκή Επιτροπή , Ηλιακή ακτινοβολία και χάρτες Φ/Β στην Ευρώπη
17. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eu_opt/pvgis_solar_optimum_GR.png Ευρωπαϊκή Επιτροπή , Ηλιακή ακτινοβολία και χάρτες Φ/Β στην Ευρώπη
18. <http://re.jrc.ec.europa.eu/solarec/> Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την δράση της ηλιακής ενέργειας
19. <http://www.docrenewableenergy.info/> Ψηφιακή Βιβλιοθήκη σε θέματα ενέργειας
20. <http://www.energyandenvironment.undp.org/> Ψηφιακή Βιβλιοθήκη και διαδικτυακή βάση δεδομένων σε θέματα περιβαλλοντολογικά και ενέργειας
21. <http://www.eupd-research.com/>

22. <http://www.helapco.gr/> Σύνδεσμος εταιρειών Φ/Β Ελλάδος
23. http://www.cetonline.org/Renewables/PV_pro_con.php Κέντρο Οικολογικής Τεχνολογίας
24. <http://www.satel-light.com/core.htm> βάση δεδομένων του Satelight project
25. <http://www.ppcr.gr/> ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε.
26. http://www.ypan.gr/index_c cms.htm , Υπουργείο Ανάπτυξης
27. NREL Report No. NREL/FS-520-24619
28. Introduction to Photovoltaic Systems, Renewable Energy the Infinite power of Texas, Fact Sheet 11
29. European Photovoltaic Industry Association, "Global Market Outlook for Photovoltaics until 2013", April 2009
30. "Energy and the challenge of sustainability", World Energy Assessment, 2000
31. Sioe-Yao Kan, Ruben Strijk, "Towards a more efficient energy use in photovoltaic powered products", Faculty of Industrial Design Engineering, Delft University of Technology, Published at IPSS 2005, Brighton UK
32. "Οδηγός για τη δημιουργία μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια με τη χρήση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων", PSI Group
33. Βιβλιοθήκη εταιρείας «Rutech Συστήματα Ενέργειας Α.Ε.»
34. Dave Tavianini, "New light cast for Photovoltaics", CryoGas International, January 2009
35. Arnulf Jäger-Waldau, "PV Status Report 2008", Joint Research Centre, European Union, 2008
36. P. Menna, R. Gambi, A. Hercsuth, W. Gillett, G. Tondi, A. Piontek, D. Anderson, "European Photovoltaic RTD and demonstration programme", 2008
37. North Carolina Solar Center, "Photovoltaics: Electricity from the Sun" State Energy Office, N.C. Department of Administration, June 2002
38. Lithuanian Photovoltaic Technology Platform, "Feasibility Study: Photovoltaic industry and research and technology development: demand and perspectives", November 21 2006
39. European Commission, "Report: A vision for Photovoltaic Technology", Community Research, EUR 21242, 2005
40. European Commission, "Energy for the future: Renewable Sources of Energy White Paper for a Community Strategy and Action Plan", COM(97)599 final (26/11/1997)
41. Deloitte Financial Advisory GmbH, "Renewable Energy The 21st Century's Greatest Challenge", 2008
42. Illinois Solar Energy Association, "Renewable Energy basics", April 2005

43. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, “Οδηγός τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ”, ΚΑΠΕ, Ecole des mines de Paris, ZREU, Αύγουστος 2001
44. Γεώργιος Καρυδάκης, “ΑΠΕ τρέχουσα κατάσταση στην Ευρώπη, στον κόσμο και ειδικότερα στις Βαλκανικές χώρες”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιανουάριος 2008
45. REN 21, “Renewables 2007, Global status report”, 2007

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ