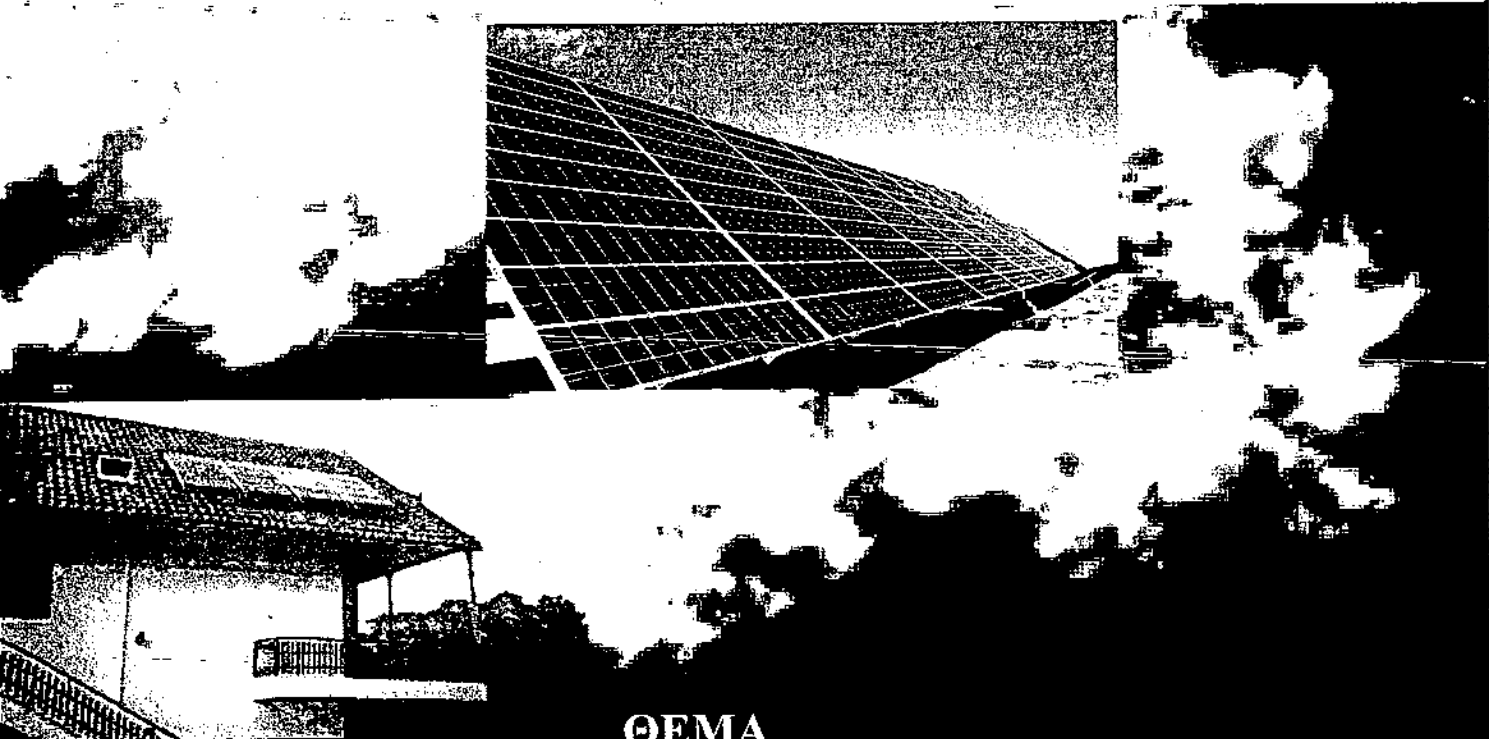
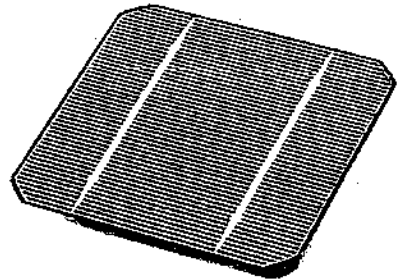


**Τ. Ε. Ι. ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**



**ΘΕΜΑ**

**ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ  
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ  
ΑΝΑΓΚΕΣ ΜΙΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**

**ΑΥΤΟΡΕΥΜΑΤΟΛΟΓΗΤΗΣ**

**ΚΑΠΛΑΝΗΣ ΣΩΚΡΑΤΗΣ**

**Δ. ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ**

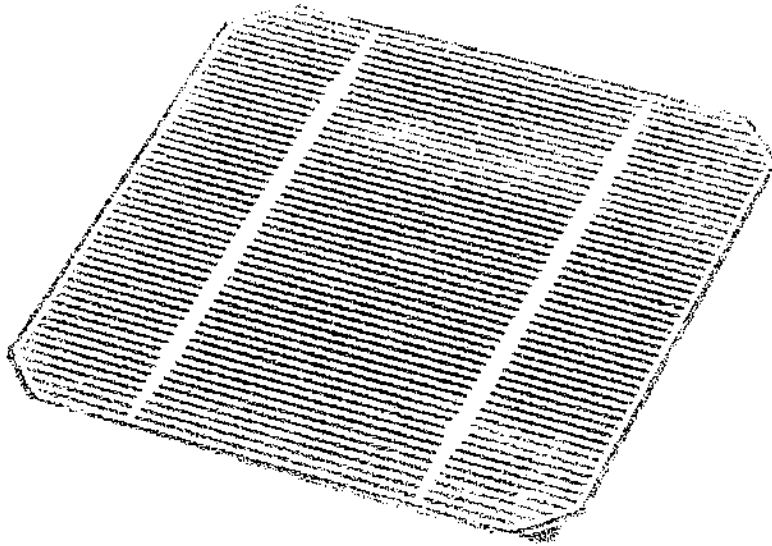
**ΡΩΣΤΟΥΛΑΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ**

**ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΗΣ ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ (2785)**

**ΠΑΤΡΑ 2006**

Αφιερώνεται στους  
γονείς μου...



Πριν αρχίσουμε θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους αυτούς που ήταν " Στο ίδιο έργο θεατές " θεατές σε ένα έργο που κράτησε όλα αυτά τα χρόνια. Ένα έργο που δεν θα μπορούσε να έχει οποιοδήποτε σενάριο... αλλά μόνο ένα, την πορεία μου σαν φοιτητής και στο τέλος περίπου της πορείας αυτής, την ανάπτυξη της πτυχιακής μου εργασίας.

Για αυτή λοιπόν την πορεία θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλα τον καθηγητή μου κ. Σωκράτη Καπλάνη για την αμέριστη βοήθεια που μου πρόσφερε αλλά και για όλες τις γνώσεις που μου διέθεσε όλα αυτά τα χρόνια πάνω στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία και όχι μόνο. Καθώς και τον ειδ. συνεργάτη κ. Αχιλλέα Κωστούλα που με τις πηγές του και τις γνώσεις του, ήταν συνταξιδιώτης στο δρόμο μου ως προς την δημιουργία αλλά και την διαμόρφωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Ακόμα θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ, στον κ. Νανούση Νανούση στην κ. Δήμητρα Νανούση στον κ. Γιώργο Μπαράκο και στους ειδικούς συνεργάτες κ. Χρήστο Σταμούτσο και κ. Βασίλη Γουγά.

Για όλους λοιπόν αυτούς που προανέφερα δεν θα ξεχάσω να πω, πως δεν μου στάθηκαν μόνο σαν καθηγητές και ειδικοί συνεργάτες σε αυτή την πορεία μου, αλλά και σαν καλοί φίλοι που μου στάθηκαν ακόμα και τις δύσκολες στιγμές.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Βασίλη Ζαφειρόπουλο και Βασίλη Λαμπρούση για την βοήθεια τους αλλά και για την υποστήριξη τους.

Να ευχηθώ "Καλή τύχη" σε ότι και αν κάνετε.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

#### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

1-24

- 1.1 Γενικά – Πηγές ενέργειας
- 1.2 Ο ήλιος ως πηγή ενέργειας
- 1.3 Κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων και πλαισίων
- 1.4 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο
- 1.5 Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού στοιχείου
- 1.6 Τρόποι σύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών
- 1.7 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών συστημάτων
- 1.8 Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος
- 1.9 Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία τα τελευταία χρόνια

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

#### **ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

25-41

- 2.1 Μέρη ενός φωτοβολταϊκού συστήματος
  - 2.1.1 Την φωτοβολταϊκή γεννήτρια
  - 2.1.2. Το σύστημα αποθήκευσης με τον ρυθμιστή φορτίσεως
  - 2.1.3 Μετατροπείς συνεχούς - εναλλασσομένου ρεύματος DC/AC, εναλλασσομένου - συνεχούς ρεύματος AC/ DC και συνεχούς - συνεχούς DC/ DC
    - 2.1.3.1 Μετατροπέας συνεχούς τάσεως σε συνεχή (DC/DC)
- 2.2 Τα φωτοβολταϊκά συστήματα
  - 2.2.1 Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα
  - 2.2.2 Φωτοβολταϊκό σύστημα που συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο
  - 2.2.3 Υβριδικό σύστημα
- 2.3 Το σύστημα ισχύος

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

#### **ΣΤΗΡΙΞΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ**

42-87

- 3.1 Τρόποι στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων (στο έδαφος)
  - 3.1.1 Τοποθέτηση επίγειου συστήματος PV – πλαισίων
  - 3.1.2 Σύστημα παρακολούθησης ηλιακού φωτός για δύο θέσεις PV – πλαισίων
- 3.2 Τρόποι στήριξης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο κέλυφος των κτιρίων
  - 3.2.1 Συστήματα όψεων με φωτοβολταϊκά στοιχεία
  - 3.2.2 Συστήματα ολοκληρωμένων προσόψεων
  - 3.2.3 Ενσωμάτωση PV συστημάτων σε κεκλιμένες στέγες
  - 3.2.4 Ενσωμάτωση PV συστημάτων σε στέγη με κεραμίδια
    - 3.2.4.1 Ενσωμάτωση PV συστημάτων σε στέγη με κεραμίδια (διαφορετικού τύπου)

- 3.2.5 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης
- 3.2.5.1 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης (διαφορετικός τύπος ραφιού)
- 3.2.5.2 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης (διαφορετικός τύπος ραφιού)
- 3.2.5.3 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης (διαφορετικός τύπος ραφιού)

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

##### **ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PV F-CHART**

###### 4.1 Γενικά

###### 4.2.1 Περιγραφές συστήματος και απόδοσης

###### 4.2.2 Τρόποι Ανίχνευσης

###### 4.2.2.1 Συλλέκτης Επίπεδης – Πλάκας

###### 4.2.2.2 Σύνθετος Παραβολικός Συγκεντρωτήρας

###### 4.2.2.3 Συλλέκτης Ανίχνευσης Ενός Αξονα

###### 4.2.2.4 Συλλέκτης Ανίχνευσης Δυο Αξόνων

###### 4.2.3 Συστήματα Ανατροφοδότησης Παροχής

###### 4.2.4 Συστήματα Μπαταρίας Αποθήκευσης

###### 4.2.5 Συστήματα Χωρίς Ανατροφοδότησης Παροχής ή Μπαταρίας Αποθήκευσης

###### 4.2.6 Περιγραφές Παραμέτρων Συστήματος

###### 4.3 Οικονομικά

###### 4.3.1 Παράμετροι Οικονομικών

###### 4.4 Αλγόριθμοι

###### 4.4.1 Μηνιαία – Μέση Ωριαία Απόδοση Συστοιχίας

88-117

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

##### **ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

###### 5.1 Γενικά

###### 5.2 Απαραίτητα υπολογιστικά μεγέθη για την μελέτη της διαστασιολόγησης

###### 5.2.1 Υπολογισμός ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας

###### 5.2.2 Κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων

###### 5.2.3 Υπολογισμός της απαραίτητης απόστασης μεταξύ παράλληλων σειρών PV-πλασίων ώστε να μην σκιάζονται μεταξύ τους

118-124

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

##### **ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟ**

###### 6.1 Ενεργειακή Μέθοδος Διαστασιολόγησης

###### 6.2 Διαστασιολόγηση με την μέθοδο των Ah

###### 6.3 Διαστασιολόγηση Συσσωρευτών

###### 6.4 Η δυσμενέστερη κατανάλωση της κατοικίας κατά την διάρκεια μιας μέρας

125-145

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ PV F-CHART ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ**

**146-160**

7.1 Γενικά

7.2 Εφαρμογή του προγράμματος

7.3 Το περιβάλλον της οικονομικής ανάλυσης του προγράμματος

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι**

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ, INVERTERS, ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ**

**161-178**

I.1 Φωτοβολταϊκά πλαίσια της αγοράς

I.2 Συσσωρευτές της αγοράς

I.3 Ρυθμιστές της αγοράς

I.4 Αντιστροφείς ισχύος

I.5 Λαμπτήρες

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ**

**ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ Φ/Β ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**179-187**

II.1 Φωτοβολταϊκά λύσεις από το μέλλον

II.2 Ευρώπη και Ενέργεια

II.3 Έξυπνη ενέργεια για την Ευρώπη

II.4 Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για την ανάπτυξη των ΑΠΕ

II.5 Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας

II.6 Ενεργειακή αποδοτικότητα

II.7 Ερευνητικές και τεχνολογικές εφαρμογές

II.8 Η εκρηκτική γεωπολιτική του πετρελαίου

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ**

Πίνακες της αγοράς ως προς την τοποθέτηση ραγών στήριξης σε επίγεια συστήματα Φ/Β πλαισίων, σε προσόψεις κτιρίων και σε κέραμο-σκεπές

**188-191**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙΙ**

**ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΔΙΑΦΟΡΑ**

**192-200**

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ενέργεια που εκπέμπεται από τον ήλιο με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας και φτάνει ως εμάς είναι κύρια πηγή ενέργειας για τη Γη. Δίνει ζωή σε όλους τους οργανισμούς φυτικούς και ζωικούς. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν σήμερα μια σημαντική ελπίδα που διαγράφεται στον περιβαλλοντολογικό ορίζοντα του πλανήτη μας.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούν μια από τις πιο μοντέρνες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η φωτοβολταϊκή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελεί μια μορφή μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε καθαρή, αξιόπιστη ηλεκτρική ενέργεια, απευθείας από το ηλιακό φως.

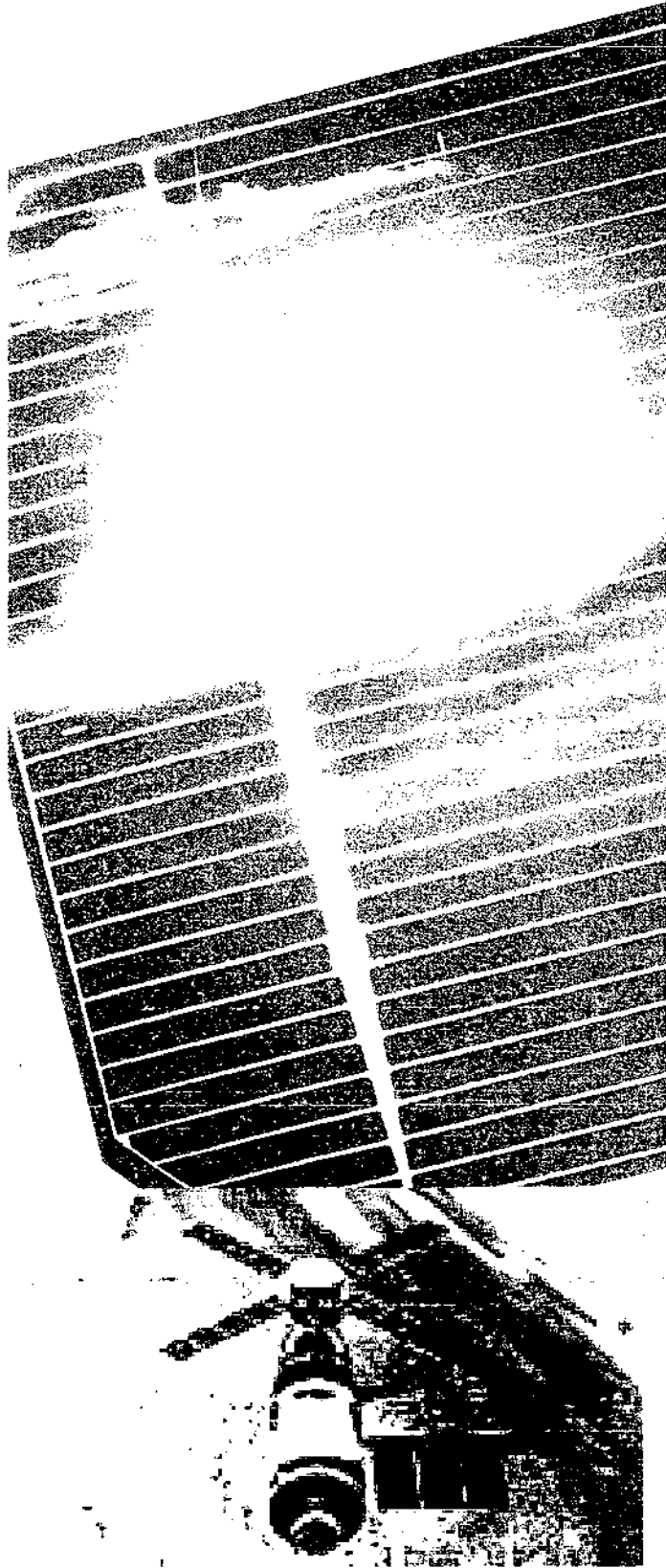
Οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες από την άποψη της ηλιακής ακτινοβολίας και η γεωγραφία της χώρας μας οδήγησαν στην αρχή, την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών εφαρμογών για την ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων περιοχών.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αναπτύχθηκαν το 1950 και χρησιμοποιήθηκαν για ηλεκτροδότηση των δορυφόρων και των διαστημοπλοίων. Μπορούν να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα χωρίς να μεσολαβήσει μετατροπή σε θερμότητα με ενδιάμεσο θερμικό κύκλο και χωρίς να προκαλείται ρύπανση στο περιβάλλον.

Ο ηλεκτρισμός που παράγεται άμεσα από τα συστήματα αυτής της μορφής μπορεί να παίξει ένα σημαντικό ρόλο συμβάλλοντας, στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και να αποτελέσει έτσι μια σημαντική πηγή ενέργειας για την παγκόσμια εκβιομηχάνιση και ιδιαίτερα για την λύση ειδικών τοπικών προβλημάτων ηλεκτροδότησης εγκαταστάσεων. Η ενέργεια σε διάφορες μορφές, έχει παίξει ένα απίστευτα σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια πρόοδο και την βιομηχανική ανάπτυξη. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αρχίζουν να έχουν και αυτά ένα σημαντικό μερίδιο. Πως λειτουργούν; Τι τομείς μπορούν να καλύψουν; Τι κόστος προβλέπεται ότι θα έχουν στο μέλλον; κ.τ.λ.

Για να μπορέσει ένα τέτοιο σύστημα όμως να ικανοποιήσει τις ανάγκες των φορτίων και να είναι και οικονομικά προσιτό θα πρέπει να προηγηθεί μια σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος. Αυτό όμως είναι λίγο δύσκολο διότι βγαίνουν στην επιφάνεια διάφορες μεταβλητές οι οποίες μπορεί να είναι η κατανομή του φορτίου κατά την διάρκεια της ημέρας, το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στο PV-πλαίσιο, ο ακριβής προσδιορισμός των ημερών αυτοδυναμίας του συστήματος, αλλά και διάφοροι άλλοι παράγοντες που θα εξετάσουμε παρακάτω.

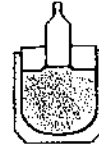
Έτσι θα πρέπει να γίνει από την αρχή μια σωστή μελέτη με βάση όλες τις παραμέτρους ώστε να μην οδηγηθούμε σε μία υπερδιαστασιολόγηση ή υποδιαστασιολόγηση του συστήματος μας.



Polycrystalline silicon



Silicon ingot growing



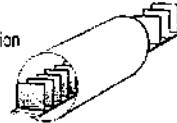
Ingot slabbing



Wafer sawing



Phosphorus diffusion



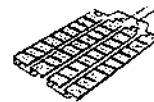
Silk screen



Solar cell



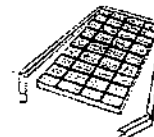
Circuit



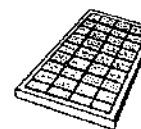
Lamination



Framing



Solar module





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

#### 1.1 Γενικά - Πηγές ενέργειας

Στην σημερινή εποχή το σύνολο των πηγών που έχει στη διάθεση του ο άνθρωπος χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες. Σε αυτές που βασίζονται στα αποθέματα που υπάρχουν μέσα στο στερεό φλοιό της Γης με συγκεκριμένη διάρκεια ζωής. Όπως για παράδειγμα το πετρέλαιο, το κάρβουνο, το φυσικό αέριο. Και η δεύτερη κατηγορία βασίζεται στις ήπιες μορφές ενέργειας που έχουν σαν βάση τον ίδιο τον ήλιο. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η Ελλάδα αποτελεί ίσως την μοναδική στον κόσμο χώρα με τόσες μεγάλες δυνατότητες στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

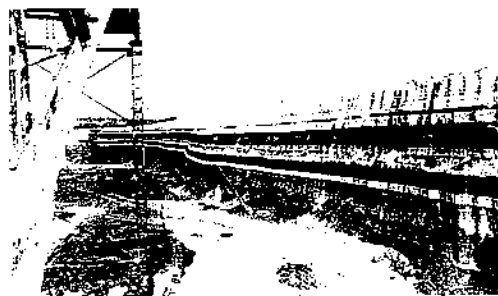
Δηλαδή με μετρήσεις που έγιναν παρατηρούμε ότι από την ηλιακή ενέργεια μπορεί να υποκατασταθεί το 10% των ενεργειακών απαιτήσεων. Από το αιολικό δυναμικό της χώρας μας που είναι τεράστιο σε πολλές περιοχές η μέση ταχύτητα του ανέμου φθάνει τα 10 m/sec. Με μία εκτίμηση της ενέργειας που μπορεί να παραχθεί θα λέγαμε πως μπορούσε να καλύψει το 20% των αναγκών μας σε ηλεκτρισμό. Ενώ στα μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα η εκμεταλλεύσιμη ισχύς είναι της τάξεως των 2000 MW, ενώ στη γεωθερμία εκτιμάται ότι είναι γύρω στα 700MW.

Ας τα πάρουμε όμως λίγο από την αρχή και να δούμε, το πώς χωρίζουμε τις μορφές ενέργειας. Η ενέργεια σαν όρος δεν είναι σαφής όμως θα λέγαμε πως είναι μία φυσική ποσότητα που έχουν όλα τα σώματα και ανάλογα με την περίπτωση, την αντιλαμβανόμαστε σε διαφορετικές μορφές.

-Οι μη ήπιες μορφές ενέργειας εμφανίζονται σε μεγάλη πυκνότητα και συνοδεύονται με προβλήματα σε βάρος του φυσικού περιβάλλοντος. Για παράδειγμα η παραγωγή ηλεκτρισμού είναι συνήθως συγκεντρωμένη σε ορισμένους μόνο τόπους (π.χ. στην Ελλάδα είναι: Πτολεμα Μεγαλόπολη, Κερατσίνι κ.λ.π.). Η αποδιδόμενη στο περιβάλλον θερμότητα είναι τόσο μεγάλη που μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στο τοπικό κλίμα με σοβαρές οικολογικές διαταραχές. Δεν είναι ανανεώσιμες και είναι εξαντλήσιμες με διάφορες εκτιμήσεις που έχουν γίνει κατά καιρούς.

Θα κάνουμε μία παρένθεση εδώ ώστε να αναφέρουμε ότι τα λιγνιτωρυχεία της Δ.Ε.Η. στη Πτολεμαΐδα και τη Μεγαλόπολη εξασφαλίζουν το σημαντικότερο για την ελληνική οικονομία ενεργειακό καύσιμο, το λιγνίτη, στον οποίο βασίστηκε ο

εξηλεκτρισμός της χώρας μας. Ο λιγνίτης βρίσκεται σε αφθονία στο υπέδαφος της Ελλάδας (σχήμα 1-1).



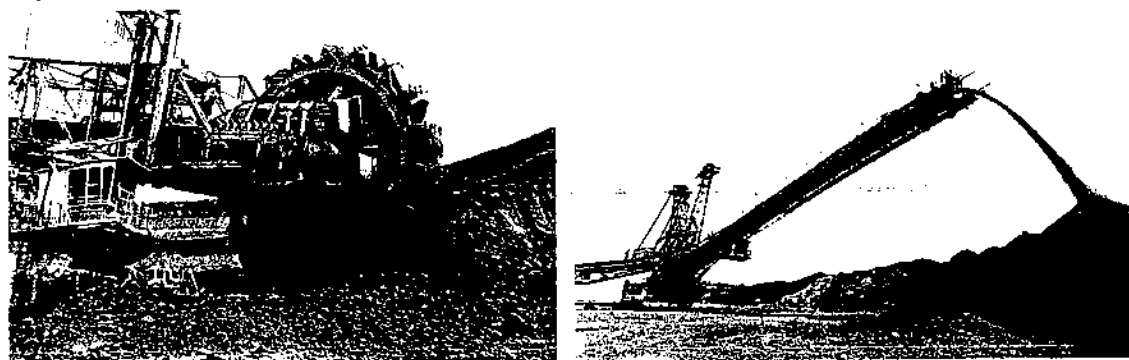
Σχήμα 1-1. Αποθέματα λιγνίτη στο υπέδαφος. (πηγή:www.dei.gr)

Η χώρα μας κατέχει τη δεύτερη θέση σε παραγωγή λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την έκτη θέση παγκοσμίως. Με βάση τα συνολικά αποθέματα και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα οι υπάρχουσες ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 50 χρόνια.

Τα κυριότερα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη βρίσκονται στις περιοχές Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου και Φλώρινας με υπολογισμένο απόθεμα 2,5 δις τόνους, στην περιοχή της Δράμας με απόθεμα 900 εκ. τόνους και στην περιοχή Ελασσόνας με 150 εκ. τόνους. Επίσης στην Πελοπόννησο, περιοχή Μεγαλόπολης, υπάρχει λιγνιτικό κοιτάσμα με απόθεμα 300 εκ. τόνους.

Μέχρι σήμερα έχουν εξορυχτεί συνολικά 1,2 δις. τόνοι λιγνίτη ενώ τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 3,5 δις. τόνους περίπου. Το 2001 εξορύχθησαν συνολικά 66,2 εκ. τόνοι που αποτελεί ρεκόρ εξόρυξης από την ίδρυση των ορυχείων (σχήμα 1-2).

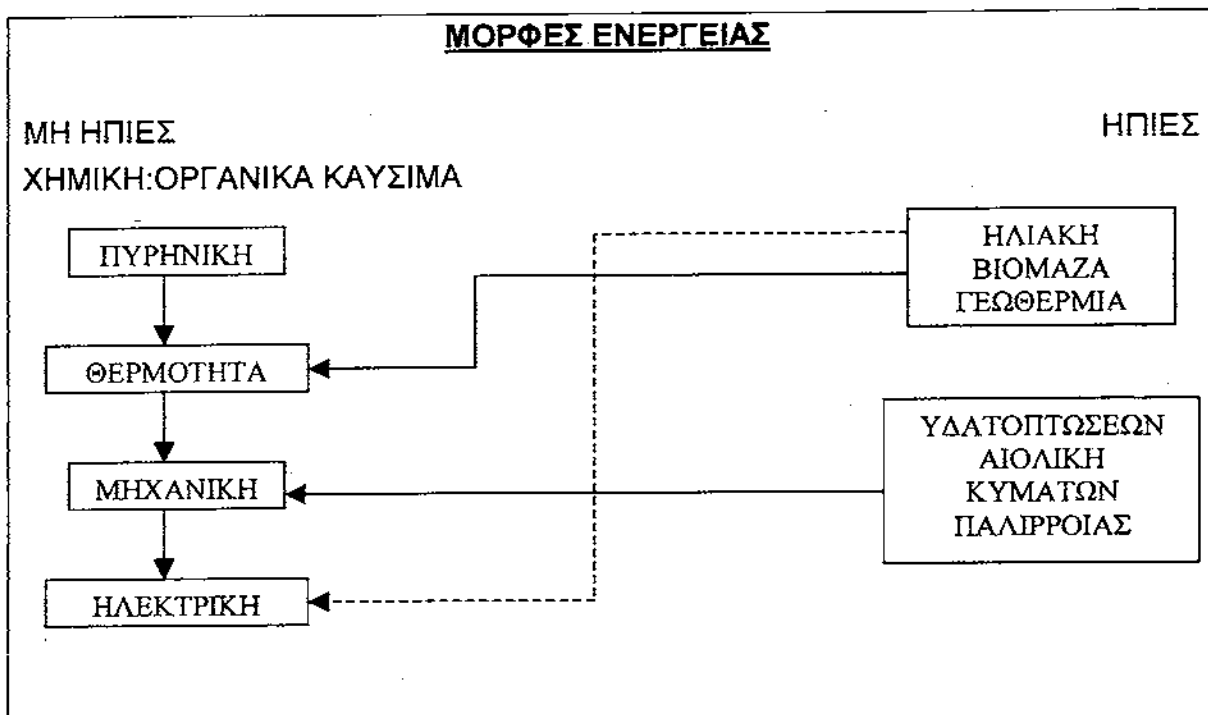
Γενικά η ποιότητα των ελληνικών λιγνιτών είναι χαμηλή. Η θερμογόνο δύναμη κυμαίνεται από 900 - 1100 kcal/kg στις περιοχές Μεγαλόπολης, Αμυνταίου και Δράμας, από 1250 - 1350 kcal/kg στην περιοχή Πτολεμαΐδας και 1800 - 2300 στις περιοχές Φλώρινας και Ελασσόνας. Σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα των λιγνιτών της χώρας μας είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε καύσιμο θείο.



Σχήμα 1-2. Εξόρυξη λιγνίτη στη Πτολεμαΐδα. (πηγή:www.dei.gr)

Η χημική ενέργεια είναι σήμερα η πρωτογενής πηγή ενέργειας των βιομηχανικών χωρών. Στη δεκαετία του '70 έχουμε και την βαθμιαία εξέλιξη της πυρηνικής ενέργειας κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι πηγές αυτές σπάνια χρησιμοποιούνται στη μορφή τους. Κυρίως μετατρέπονται σε θερμότητα και στη συνέχεια σε μηχανική (μηχανές εσωτερικής καύσεως) και στην συνέχεια σε ηλεκτρική (θερμοηλεκτρικοί σταθμοί).

- Οι ήπιες μορφές ενέργειας χρησιμοποιούνται σπάνιας αλλά και αυτές μπορούν και μετατρέπονται σε θερμότητα, μηχανική ή ηλεκτρική ενέργεια. Ονομάζονται ήπιες γιατί εμφανίζονται σε μικρή πυκνότητα, είναι ανανεώσιμες, διότι παρέχονται δωρεάν από τη φύση (ήλιος, βιομάζα, αιολική, παλίρροιες κ.α.) και είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Οι ήπιες μορφές είναι οι ιδανικές πηγές ενέργειας της Γης. Υπήρξαν για πολλές χιλιετηρίδες οι πρωτογενείς πηγές ενέργειας της.



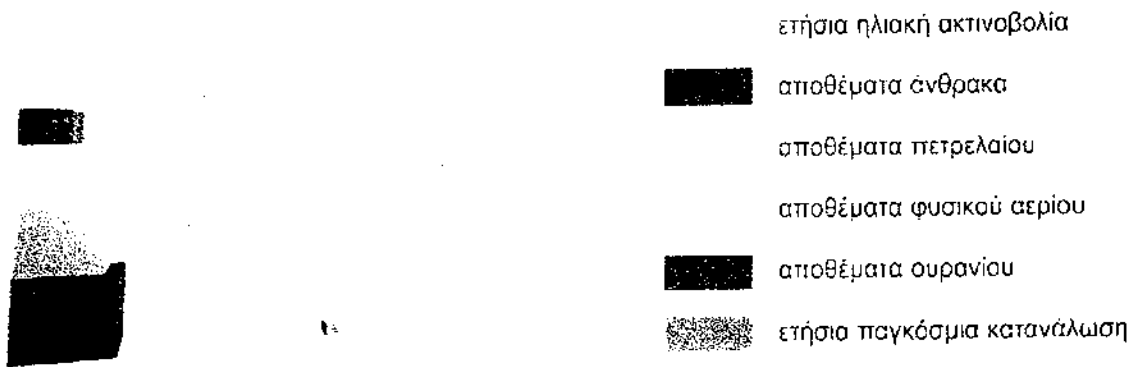
Σχήμα 1-3. Μορφές ενέργειας και οι δυνατότητες μετατροπής τους.

Οι σύγχρονες κοινωνίες και ειδικά οι βιομηχανικές εξαρτώνται αποκλειστικά από την χρήση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας. Αυτές οι τεράστιες ανάγκες ενέργειας σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού της γης προκαλούν ήδη προβληματισμό για το ενεργειακό πρόβλημα που σύντομα αναμένεται να δημιουργηθεί από την εξάντληση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων που

υπάρχουν στη φύση. Ήδη το ενεργειακό πρόβλημα παραμένει πάντα επίκαιρο λόγω της πρώτης κρίσης που είχαμε το 1973.

Έτσι η μείωση των αποθεμάτων των ορυκτών ενεργειακών πόρων αυτομάτως κάνει την παραγωγή ενέργειας όλο και πιο ακριβή. Θα μπορούσαμε να πούμε πως η ηλιακή ενέργεια αποτελεί στην παρούσα φάση τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο για παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας σε τοπικό επίπεδο.

## Ορυκτά αποθέματα ενέργειας



Σχήμα 1-4. Ετήσια ποσότητα ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία συγκριτικά με τα παγκόσμια κοιτάσματα για παραγωγή ενέργειας και την ετήσια παγκόσμια κατανάλωση [μπλέ] (πηγή: SCHUCO)

Η Ελλάδα καταναλώνει περί τους 19.000.000 ΤΙΠ (Τόνους Ισοδ. Πετρελαίου) εκ των οποίων τα 34,3% αποτελούν στερεά καύσιμα, τα 58,5% τα υγρά καύσιμα, τα 6,7% υδροηλεκτρική ενέργεια και τα υπόλοιπα καλύπτονται από το φυσικό αέριο τα καυσόξυλα και την ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια όπου και μας ενδιαφέρει στην συγκεκριμένη εργασία καλύπτει το 1,4% της καταναλισκομένης ενέργειας.

### 1.2 Ο ήλιος ως πηγή ενέργειας

Ο ήλιος είναι ένα τυπικό αστέρι, με μάζα  $1M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ , ακτίνα  $700.000 \text{ km}$ , λαμπρότητα  $1L_{\odot} = 4 \times 10^{33} \text{ erg/sec}$  και ηλικία  $5 \times 10^9$  χρόνια και υπολογίζεται ότι έχει

μπροστά του άλλα 5 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια ζωής. Η επιφανειακή θερμοκρασία του είναι  $\sim 5.800\text{ K}$ , ενώ η εσωτερική του περίπου  $10.000.000\text{ K}$ . Η θερμοκρασία αυτή δικαιολογείται με βάση τις αντιδράσεις μετατροπής του υδρογόνου σε ήλιο.

Η ακτινοβολούμενη από τον ήλιο ενέργεια, που φθάνει στη γη ισούται με  $1.7 \times 10^{17}\text{ W}$  ή  $5.4 \times 10^{24}\text{ J/έτος}$ , εκτός από την γενικότερη συμβολή της στην δημιουργία και τη διατήρηση της ζωής (απορρόφηση από το έδαφος, φυτά, θάλασσα κ.λ.π.) δίδει ακατάπαυστα ενέργεια σε διάφορες μορφές αξιοποίησης, όπως για παράδειγμα είναι η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, υδροδυναμική ενέργεια κ.α.

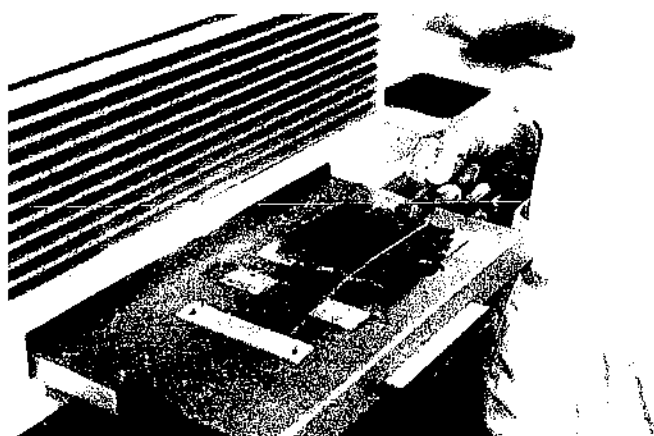
Εκτός από την μέση ημερήσια ενέργεια από τον ήλιο σε μηνιαία και ετήσια βάση, σε οριζόντιο επίπεδο, χαρακτηριστικό στοιχείο μιας περιοχής είναι η ηλιοφάνεια της. Αυτή εξαρτάται βεβαίως από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου και από την θέση και την διαμόρφωση της περιοχής. Τα χαρακτηριστικά αυτά, πιθανόν να ευνοούν την ανάπτυξη νεφώσεων, με αποτέλεσμα την μείωση των ηλιόλουστων ημερών. Η ηλιοφάνεια εκφράζεται σε πλήθος ωρών κατά μήνα και ανά έτος κατά τις οποίες ο ήλιος είναι ορατός στον ουρανό.

### 1.3 Κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων και πλαισίων

Η φωτοβολταϊκό στοιχείο (ηλιακό κύτταρο) είναι η βασική δομική μονάδα εργαστηριακής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο. Το στοιχείο που χρησιμοποιείται στην κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων ευρείας κατανάλωσης είναι το πυρίτιο(Si) σε όλες τις μορφές του, δηλαδή κρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό και άμορφο. Γενικά ακολουθούνται τέσσερα στάδια κατά την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων πυριτίου και πλαισίων.

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την κατασκευή των κρυστάλλων πολυκρυστάλλων ή άμορφου πυριτίου. Ακολουθεί η αποκοπή ή ο σχηματισμός λεπτών στρωμάτων από τα υλικά αυτά και η εισαγωγή σε αυτά μικρών ποσοτήτων άλλων στοιχείων (προσμίξεις) για να σχηματιστεί το n-πυρίτιο ή p-πυρίτιο.

Στη συνέχεια ακολουθεί η συγκόλληση μεταλλικών ηλεκτροδίων στις δύο επιφάνειες των στρωμάτων και η επικάλυψη τους με κατάλληλο υλικό που εμποδίζει την ανάκλαση του φωτός. Το τελευταίο στάδιο περιλαμβάνει την κατασκευή πλαισίου φωτοβολταϊκών στοιχείων με σκοπό την προστασία τους από τις φυσικές και χημικές μεταβολές που γίνονται συνεχώς στην ατμόσφαιρα.

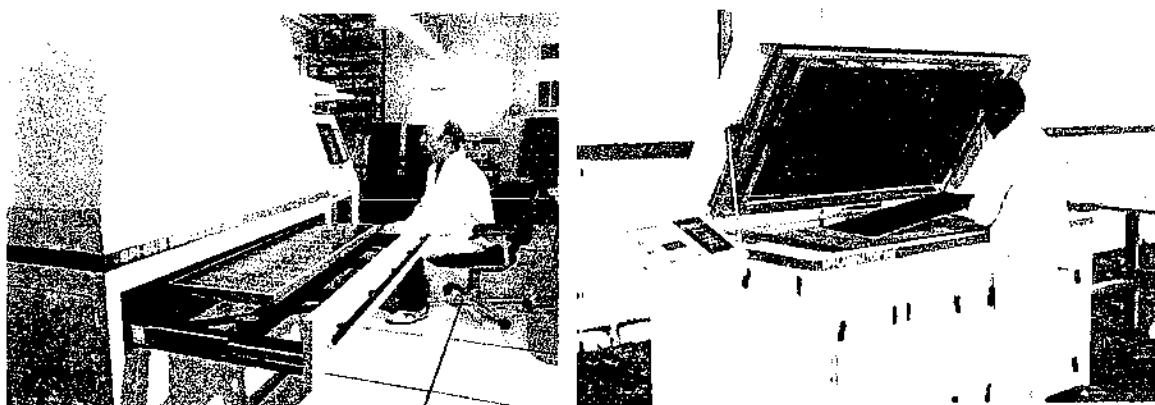


Σχήμα 1-5. Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου.

Για να μετατραπεί η φέτα αυτή σε μια p-n κρυσταλλοδίοδο που αποτελεί το βασικό μέρος του φωτοβολταϊκού στοιχείου πρέπει να εισαχθούν σε αυτή τα σχετικά στοιχεία (Βόριο και Φωσφόρος) σε κατάλληλη αναλογία. Το βόριο ρίχνεται από την αρχή στο λιωμένο πυρίτιο ώστε ο κρύσταλλος που θα σχηματιστεί να έχει την αναλογία του βόριου που χρειάζεται για να γίνει p-πυρίτιο.

Για να μετατραπεί η περιοχή κάτω από την επιφάνεια της φέτας σε n-πυρίτιο ο φωσφόρος διαβιβάζεται με την βοήθεια ενός αερίου πάνω από την επιφάνεια που θερμαίνεται οπότε άτομα φωσφόρου διαχέονται μέσα στο p-πυρίτιο μέχρι σε βάθος μερικών δεκάτων του μικρού ( $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ ). Φυσικά εισάγονται τόσα άτομα φωσφόρου ώστε τα ηλεκτρόνια που θα δώσουν να καλύψουν όλες τις οπές που έχουν δημιουργήσει τα άτομα βορίου και επιπλέον να δώσουν τον κατάλληλο αριθμό ηλεκτρονίων για να σχηματιστεί επιφανειακά το n-πυρίτιο. Έτσι το n-πυρίτιο βρίσκεται σε επαφή με το p-πυρίτιο. Στην επιφάνεια επαφής μεταξύ των δύο εμφανίζεται ο φραγμός που εμποδίζει τη δίοδο των φωτοηλεκτρονίων.

Η κατασκευή του φωτοβολταϊκού στοιχείου (σχήμα 1-5) συμπληρώνεται με τις μεταλλικές επαφές στις δύο επιφάνειες. Η p-επιφάνεια επικαλύπτεται πλήρως με μεταλλικό στρώμα που δρα σαν ηλεκτρόδιο σχήματος (Π) ή πλεγματικής μορφής ώστε το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του n-πυριτίου να μένει ελεύθερο για να δέχεται το φως. Στην επιφάνεια του n-στρώματος, περιλαμβανομένης και της επιφάνειας του ηλεκτροδίου, τοποθετείται ένα στρώμα από κατάλληλο αντανάκλαστικό υλικό που περιορίζει την ανάκλαση και βοηθά στην είσοδο όσο το δυνατό μεγαλύτερης φωτεινής ενέργειας.



Σχήμα 1-6. Κατασκευή και δοκιμή φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Αφού κατασκευαστούν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πρέπει να συναρμολογηθούν για να σχηματίσουν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο (σχήμα 1-6). Η δε απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων κρυσταλλικού πυριτίου είναι γύρω στα 22% με θεωρητική τιμή 30%.

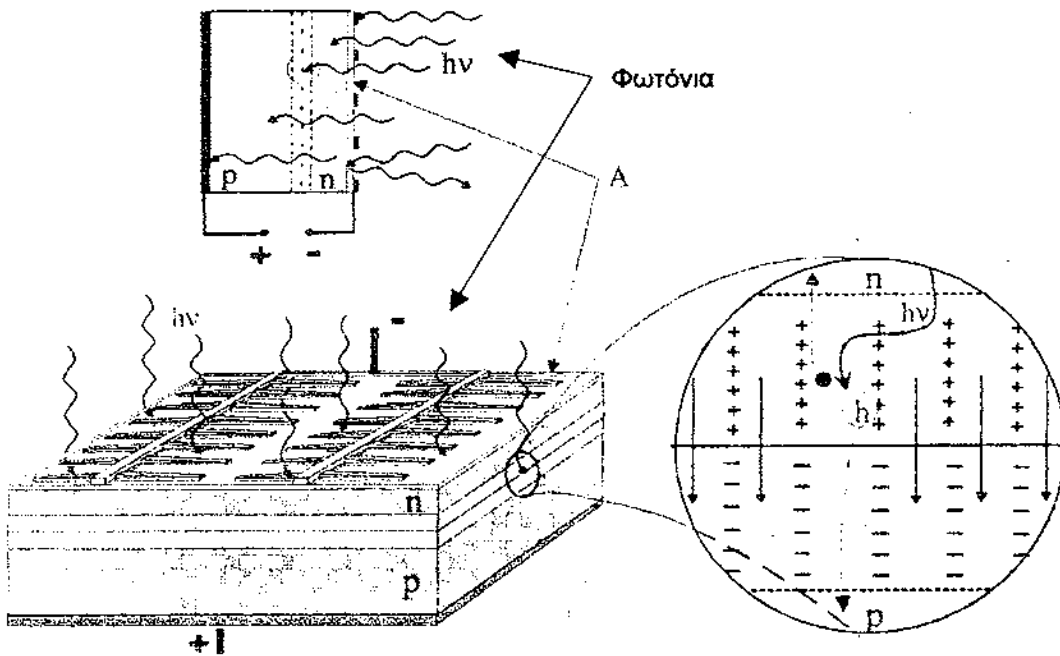
Η κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο είναι πολύ πιο απλή, γρήγορη και οικονομική. Η δε απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι γύρω στα 11% ενώ η θεωρητική τιμή της είναι 25%.

Όσο για το άμορφο πυρίτιο βρέθηκε ότι όταν είναι εντελώς καθαρό και σχηματίζει ένα λεπτό στρώμα, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η τυχαία θέση των ατόμων του πυριτίου στην άμορφη δομή δημιουργεί στο λεπτό στρώμα μεγάλη αγωγιμότητα που το κάνει ακατάλληλο για το σκοπό αυτό. Μεγάλη βελτίωση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του άμορφου πυριτίου γίνεται με διάφορες προσμίξεις που γίνονται, η πιο κύρια είναι αυτή του υδρογόνου. Ως προς την απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων από άμορφο πυρίτιο είναι γύρω στο 10% και θεωρητικά μπορεί να φθάσει και το 25%.

#### 1.4 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Πριν αρχίσουμε ας δούμε λίγο το τι, ονομάζουμε 'φωτόνιο'. Είναι το ελάχιστο ποσό μεταβολής των ενεργειών των ηλεκτρικών διπολικών ταλαντωτών της ύλης, σε κάθε συχνότητα  $\nu$ . Η ενέργεια ενός φωτονίου είναι ίση με  $E = h \cdot \nu$  όπου  $h$  η σταθερή του Planck και  $\omega$  η συχνότητα του κύματος, που περιγράφει το φωτόνιο.

Τα φωτόνια λοιπόν με κατάλληλη ενέργεια ( $h\nu > E_g$ ), τα οποία εισχωρούν στην περιοχή της επαφής p-n και στην γειτονιά της, απορροφούνται από τα ηλεκτρόνια της ζώνης σθένους και τα οποία ενεργειακά εντάσσονται στην ζώνη αγωγιμότητας. Στη ζώνη σθένους μένει αντίστοιχος αριθμός οπών. Βασική προϋπόθεση δημιουργίας ηλεκτρικής τάσης στα άκρα των δύο είναι ημιαγωγών της επαφής p-n, είναι : τα δημιουργούμενα ζεύγη ηλεκτρονίων-οπών, να κατορθώσουν να φτάσουν στους χώρους όπου υπερτερούν οι αντίστοιχοι φορείς. Μόνο στο φυσικό περιβάλλον των όμοιων τους φορέων μπορούν να επιζήσουν επί μακρό χρόνο, διατηρώντας φορτισμένα τα άκρα της διάταξης.



Σχήμα 1-7.

Ζεύγη ηλεκτρονίων-οπών δημιουργούνται, σ' όλο το χώρο, των σε επαφή ημιαγωγών, με δύο βασικούς τρόπους. Πρώτον, θερμικά (η διάταξη βρίσκεται σε ορισμένη θερμοκρασία) και δεύτερον, με τη δράση εξωτερικού φωτισμού, κατάλληλου μήκους κύματος. Μεταξύ των ζευγών αυτών, υπάρχουν και αρκετά με ιδιαίτερα σπουδαίο μέλλον. Είναι εκείνα που δημιουργούνται, αφ' ενός μέσα στην περιοχή επαφής, όπου υπάρχει το ισχυρό ενδογενές ηλεκτρικό πεδίο, αφ' ετέρου, έξω από αυτήν μεν, πολύ κοντά δε στα σύνορα με τις περιοχές τύπου n και p αντίστοιχα. Αυτοί οι φορείς, που θα δημιουργηθούν στις παραπάνω περιοχές, είναι τελικά οι μόνοι όπου μπορούν να επιζήσουν. Όλοι οι υπόλοιποι θα συναντήσουν



κατά πάσα πιθανότητα, κάποιο αντίθετο φορέα, με τον οποίο θα επανασυνδεθούν και άρα δεν πρόκειται να συμβάλλουν στη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος, μέσα στη ημιαγωγική διάταξη.

Από την στιγμή που δημιουργούνται οι ευκίνητοι ηλεκτρικοί φορείς στην περιοχή απογύμνωσης ή εισέρχονται σε αυτήν από τις γειτονικές περιοχές, δέχονται ισχυρές ηλεκτρικές δυνάμεις από το ενδογενές ηλεκτρικό πεδίο, με αποτέλεσμα να ωθούνται ταχύτατα, προς τους χώρους που περιέχουν τους όμοιους τους φορείς, ως φορείς πλειονότητας. Ως γνωστόν, η περιοχή  $n$  έχει ως φορείς πλειονότητας τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Αντίστοιχα, η περιοχή  $p$ , τις οπές. Οι πρόσθετοι αυτοί φορείς, φορτίζουν τους χώρους στους οποίους φτάνουν, με πλεονάζοντα φορτία. Ο χώρος  $n$  φορτίζεται από τα αφικνούμενα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια (-) και ο χώρος  $p$  από τις αφικνούμενες πλεονάζοντες οπές (+). Δημιουργείται άρα μια τάση μεταξύ των ελεύθερων άκρων των δύο ημιαγωγών. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

### 1.5 Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού στοιχείου

Όπως θα δούμε και παρακάτω η ισχύς που θα δώσει ένα πλαίσιο εξαρτάται από το εμβαδόν του, την κατασκευή του (στοιχείο, τεχνική) που καθορίζει την απόδοση και από την θερμοκρασία του  $T_c$ . Η μέγιστη ισχύς του πλαισίου δίνεται πάντα από τον κατασκευαστή. Ο όρος που χρησιμοποιείται Watt Peak ( $W_p$ ) είναι η ισχύς αιχμής και ακόμα έχει διαπιστωθεί ότι αυξανόμενης της θερμοκρασίας η ισχύς που δίνει το πλαίσιο μειώνεται κατά 0.4% για κάθε βαθμό πάνω από τους 25°C.

Ένα σημαντικό μέγεθος που χαρακτηρίζει το φωτοβολταϊκό στοιχείο, το φωτοβολταϊκό πλαίσιο (module) και καθ' επέκταση τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια, είναι η ισχύς αιχμής, η οποία ορίζεται ως εξής :

Ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο χαρακτηρίζεται από ισχύ αιχμής  $1W_p$ , όταν παράγεται από αυτό ηλεκτρική ισχύς  $1W$  κάτω από τις παρακάτω συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκών πλαισίων (S.O.C. Standard Operating Conditions) :

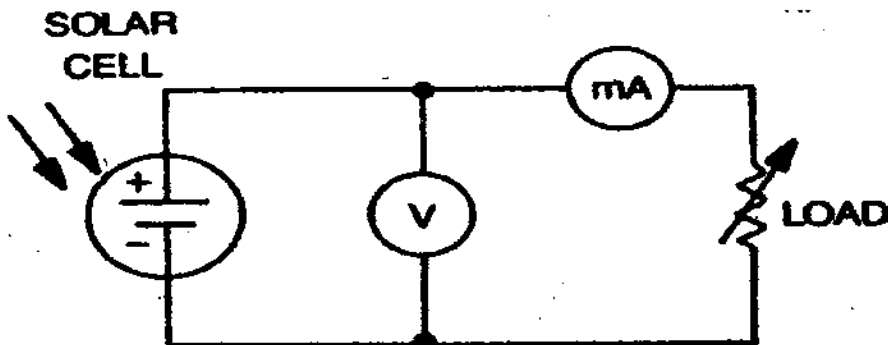
- Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας:  $E = 800 \frac{W}{m^2}$

- Φασματική καταγραφή: A M 1,5

- Θερμοκρασία αέρα (περιβάλλοντος):  $T_a = 20^\circ C$
- Ταχύτητα ανέμου:  $1 \frac{m}{sec}$
- Προσανατολισμός προς Νότο και μετρήσεις κατά το ηλιακό μεσημέρι:
- Μετρήσεις υπό συνθήκες ανοικτού κυκλώματος:

Οι παραπάνω συνθήκες είναι τέτοιες που να προσεγγίζουν περισσότερο μια πραγματική κατάσταση λειτουργίας.

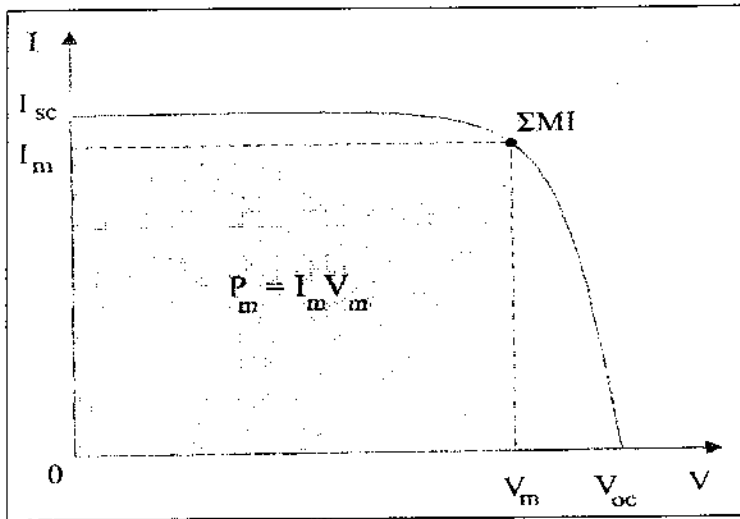
Για να μπορέσουμε να καταλάβουμε καλύτερα την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών, θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε την χαρακτηριστική του ρεύματος ( $I$ ) με τη τάση ( $V$ ) ενός απλού φωτοβολταϊκού στοιχείου στο οποίο έχει συνδεθεί φορτίο το οποίο μεταβάλλεται. Στο συγκεκριμένο κύκλωμα αρχικά μελετάμε τη μεταβολή  $I$ - $V$ , θεωρώντας σταθερή τη πυκνότητα ισχύος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του ήλιου και ίση με  $E = 1KW/m^2$ .



Σχήμα 1-8. Κύκλωμα μέτρησης των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών της φωτοβολταϊκής κυψέλης.

Η χαρακτηριστική λαμβάνεται καθώς η αντίσταση του φορτίου μεταβάλλεται από μηδέν (βραχυκύκλωμα) σε πολύ μεγάλη-άπειρη (ανοικτό κύκλωμα). Στο σημείο που η χαρακτηριστική τέμνει τον άξονα του ρεύματος  $I$ , το φορτίο έχει πάρα πολύ μικρή αντίσταση (πρακτικά μηδέν), έχουμε τάση μηδέν και ρεύμα  $I_{SC}$  (short-circuit current) που ορίζεται ως ρεύμα βραχυκυκλώσεως.

Ενώ στο σημείο που τέμνει τον άξονα της τάσης  $V$ , το φορτίο έχει πάρα πολύ μεγάλη αντίσταση (άπειρη), έχουμε ρεύμα μηδέν και τάση  $V_{OC}$  (open-circuit voltage) που ορίζεται ως τάση ανοικτού κυκλώματος.



Σχήμα 1-9. Η χαρακτηριστική I~V.

Παρατηρώντας τη χαρακτηριστική, μπορούμε να πούμε ότι στο μεγαλύτερο τμήμα της συμπεριφέρεται σαν πηγή ρεύματος. Παρέχει δηλαδή ένα σταθερό ρεύμα και μεταβάλλει τη τάση τόσο όσο χρειάζεται για να διατηρήσει αυτό το ρεύμα παρά τις αλλαγές του φορτίου. Όμως καθώς η αντίσταση του φορτίου συνεχίζει να αυξάνει, φτάνουμε σ' ένα σημείο "κατάρρευσης", όπου το φωτοβολταϊκό στοιχείο αδυνατεί πλέον να διατηρήσει αυτό το ρεύμα και η καμπύλη αρχίζει να πέφτει προς το μηδέν.

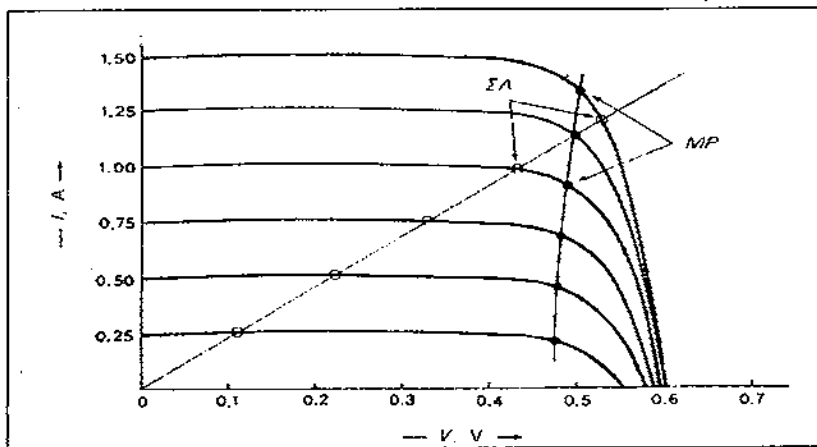
Το ερώτημα που κυρίως μας ενδιαφέρει να απαντήσουμε είναι: Σε ποίο σημείο της καμπύλης πρέπει να λειτουργήσει το φωτοβολταϊκό στοιχείο, ώστε να έχουμε την μέγιστη παροχή ισχύος στο φορτίο; Σχεδιάζουμε τη χαρακτηριστική της ισχύος  $P$  σε συνάρτηση με την τάση  $V$ , πάνω στο ίδιο διάγραμμα της  $I \sim V$  (σχήμα 1-10). Στο σημείο μέγιστης ισχύος αντιστοιχεί μια τιμή της τάσης  $V_m$ . Από το διάγραμμα  $I \sim V$  για την τιμή της τάσης  $V_m$  παίρνουμε και μια αντίστοιχη τιμή ρεύματος  $I_m$ .

Το ζευγάρι τιμών αυτό, αντιστοιχεί σε ένα σημείο πάνω στη καμπύλη  $I \sim V$  το οποίο ονομάζεται σημείο μέγιστης ισχύος (ΣΜΙ)-MPP (Maximum Power Point), το οποίο ονομάζεται και γόνατο της καμπύλης. Αν διαιρέσουμε την τάση  $V_m$  με την ένταση  $I_m$  παίρνουμε την τιμή της αντίστασης του φορτίου για την οποία θα έχουμε την βέλτιστη απόδοση για το φωτοβολταϊκό στοιχείο μας.



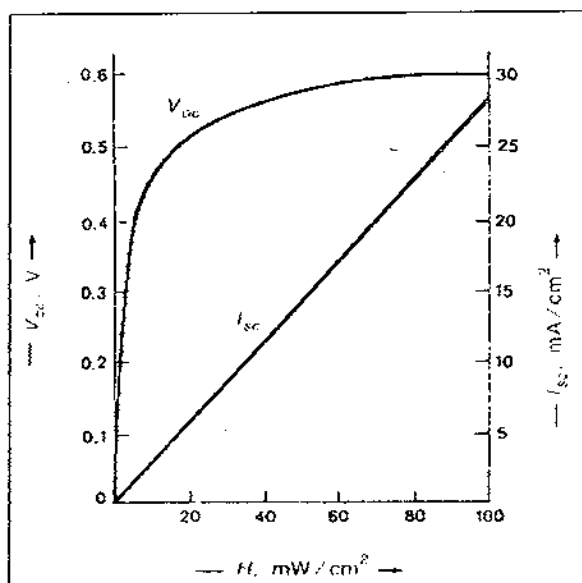
Σχήμα 1-10.

Τώρα θα μελετήσουμε τη συμπεριφορά του φωτοβολταϊκού στοιχείου κάτω από μεταβαλλόμενες συνθήκες ηλιακού φωτός. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι χαρακτηριστικές  $I \sim V$  με μεταβαλλόμενη την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας για καθεμία από αυτές. Το σχήμα της  $I \sim V$  παραμένει το ίδιο. Από αυτές προκύπτει το συμπέρασμα ότι το ρεύμα επηρεάζεται αισθητά, συγκεκριμένα μειώνεται, ενώ η τάση ελάχιστα διαφοροποιείται, από την μεταβολή της έντασης  $E$  της ηλιακής ακτινοβολίας. Το εμβαδόν του χωρίου μεταξύ καμπύλης και αξόνων ελαττώνεται. Επίσης παρατηρούμε ότι όταν ελαττώνεται η  $E$ , τότε το MPP κινείται ελαφρώς προς τα αριστερά και το εμβαδόν κάτω από τη χαρακτηριστική  $I \sim V$  ελαττώνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποδιδόμενη ισχύ αιχμής (σχήμα1-11).



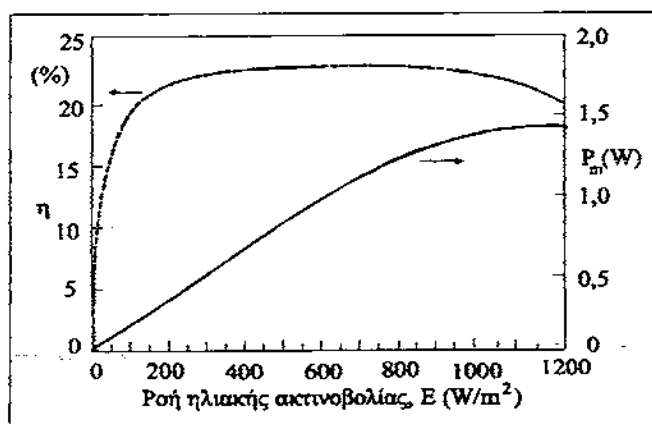
Σχήμα 1-11. Η μετάπτωση των σημείων λειτουργίας (ΣΛ) ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου πυριτίου και η απομάκρυνση του από τα αντίστοιχα σημεία της μέγιστης ισχύος (MP) της καμπύλης έντασης (I) – τάσης (V), για διαφορετικές συνθήκες ακτινοβολίας αλλά για σταθερή τιμή της αντίστασης του κυκλώματος.

Η επίδραση της ακτινοβολίας στα  $I_{sc}$  και  $V_{oc}$  φαίνεται στο παρακάτω διπλό διάγραμμα των  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$  συναρτήσει της έντασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας  $E$  (σχήμα 1-12). Παρατηρώντας τις δύο καμπύλες βλέπουμε ότι το  $I_{sc}$  είναι ευθέως ανάλογο του  $E$ , ενώ η  $V_{oc}$  αυξάνει εκθετικά για μικρές τιμές του  $E$  φτάνοντας μια τιμή κορεσμού απ' όπου μετά παραμένει αμετάβλητη. Δηλαδή με το πρώτο φως της ημέρας η τάση ανοικτού κυκλώματος παίρνει την οριακή της τιμή.



Σχήμα 1-12.

Ας δούμε τώρα την εξάρτηση της απόδοσης και της μέγιστης ισχύος  $P_m$  του φωτοβολταϊκού στοιχείου, σε συνθήκες υπαίθρου, ως συνάρτηση της πυκνότητας ισχύος της προσπίπτουσας σε αυτό ηλιακής ακτινοβολίας (σχήμα 1-13).



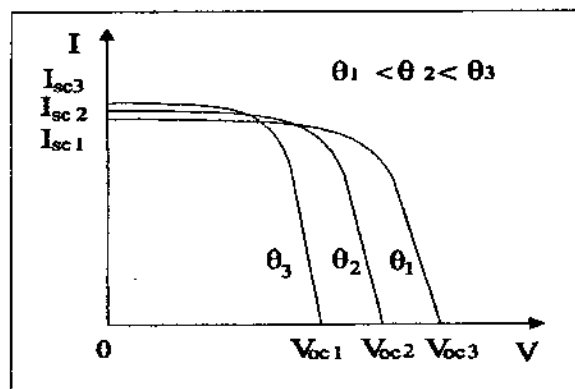
Σχήμα 1-13.

Από το παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε από τη μία, ότι η μέγιστη ισχύς που αποδίδει το φωτοβολταϊκό στοιχείο αυξάνει γραμμικά σε συνάρτηση της πυκνότητας ισχύος της ακτινοβολίας μέχρι τις υψηλές πυκνότητες ισχύος ( $800 \text{ W/m}^2$  και πάνω). Από την άλλη η απόδοση του παίρνει γρήγορα την μέγιστη τιμή της (γύρω στα  $200 \text{ W/m}^2$ ). Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε πτώση των τιμών της μέγιστης ισχύς και της απόδοσης για μεγάλες τιμές της πυκνότητας ισχύος.

Η απόδοση του φωτοβολταϊκού στοιχείου είναι ο λόγος της μέγιστης ισχύος που αποδίδει το στοιχείο προς την προσπίπτουσα ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας επί την επιφάνεια  $A_c$  του στοιχείου.

$$\eta_c = \frac{\text{μεγίστη\_ισχύς}}{\text{προσπίπτουσα\_ένταση\_ακτινοβολίας} \times \text{επιφάνεια\_στοιχείου}} = \frac{P_m}{I_T \times A_c}$$

Η επίδραση της θερμοκρασίας στη  $I \sim V$  χαρακτηριστική φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα των  $I \sim V$  για διαφορετική σε κάθε περίπτωση θερμοκρασία (σχήμα 1-14). Εδώ παρατηρούμε ότι το ρεύμα βραχυκυκλώσεως  $I_{sc}$  δεν επηρεάζεται ουσιαστικά από τη θερμοκρασία (αυξάνει λιγότερο από  $0,1\%$  ανά  $^\circ\text{C}$ ). Η τάση ανοικτού κυκλώματος  $V_{oc}$  όμως μειώνεται κατά  $0,3\%$  ανά  $^\circ\text{C}$  (μεγαλύτερη επίδραση). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι με αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται η μέγιστη ισχύς του στοιχείου και επομένως η απόδοσή του.



Σχήμα 1-14

Ονομαστική τιμή θερμοκρασίας λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου (N.O.C.T. Nominal Operation Cell Temperature), ονομάζεται η θερμοκρασία που αποκτά ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο όταν λειτουργεί υπό συνθήκες Standard Operating Conditions (S.O.C.). Η τιμή που παίρνει η N.O.C.T. είναι κατά  $20 - 40 \text{ }^\circ\text{C}$  πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει την θερμοκρασία  $T_c$  του φωτοβολταϊκού πλαισίου υπό συνθήκες

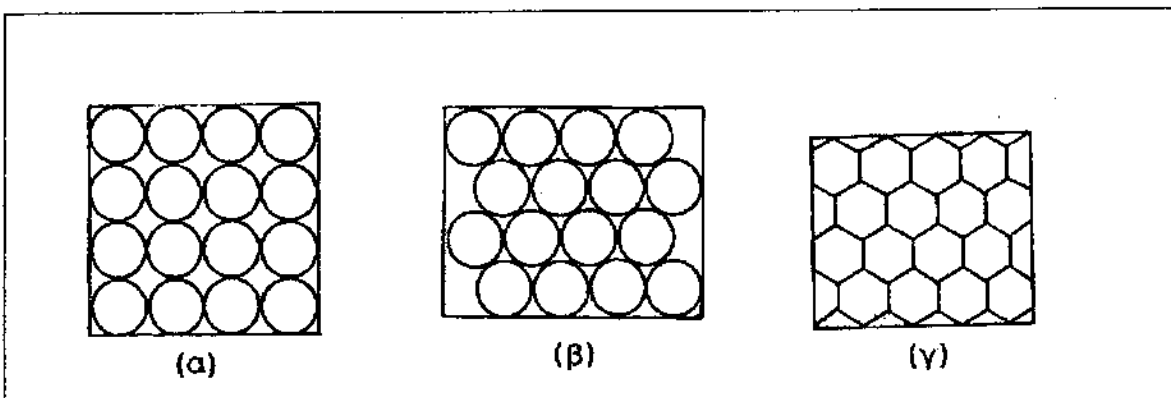
διαφορετικές των S.O.C. Έτσι η θερμοκρασία λειτουργίας των φωτοβολταϊκών πλαισίων  $T_c$  προσδιορίζεται από τη παρακάτω σχέση:

$$T_c = T_a + \frac{NOCT - 20}{0,8 \frac{KW}{m^2}} \cdot I_T \frac{KW}{m^2} \quad (*1.1)$$

όπου  $T_a$  η μέση ημερήσια μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Αν η φωτοβολταϊκή γεννήτρια βρίσκεται σε περιοχή με αυξημένη ρύπανση τότε σκόπιμο θα ήταν να προβλέπεται στους υπολογισμούς ένας αδιάστατος συντελεστής ρύπανσης ( $\sigma_p$ ) που ορίζεται ως ο λόγος της ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το ρυπασμένο φωτοβολταϊκό πλαίσιο προς την ισχύ που παράγει όταν η επιφάνεια είναι εντελώς καθαρή. Οι τιμές που παίρνει είναι μεταξύ 0 – 1. Πλησιάζει τη μονάδα όσο καθαρότερη είναι η επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου.

Ένας άλλος αδιάστατος συντελεστής είναι ο συντελεστής κάλυψης ( $\sigma_k$ ) του πλαισίου, που ορίζεται ως ο λόγος της συνολικής ενεργού επιφάνειας των ηλιακών στοιχείων προς τη συνολική επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Εξαρτάται από το σχήμα και τη πυκνότητα τοποθέτησης των ηλιακών στοιχείων πάνω στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Οι τιμές που παίρνει κυμαίνονται μεταξύ 0,78 – 0,98 (σχήμα 1-15).



Σχήμα 1-15. Τρεις συνηθισμένοι τρόποι παράθεσης των ηλιακών στοιχείων στα φ/β πλαίσια. Οι αντίστοιχοι συντελεστές κάλυψης είναι περίπου 0,78 για την (α) περίπτωση, 0,88 για την (β) περίπτωση και 0,98 για τα εξαγωνικά στοιχεία της (γ) περίπτωσης.

Το παραλληλόγραμμο με πλευρές  $I_m$ ,  $V_m$  του σχήματος 1-9, έχει εμβαδόν ίσο με την μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Ενώ το εμβαδόν του παραλληλογράμμου με πλευρές  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$ , αποδίδει τη μέγιστη ισχύ του στοιχείου

στην ιδανική συμπεριφορά αυτού. Το πηλίκο του πρώτου εμβαδού προς το δεύτερο δίνει το μέτρο ιδανικότητας λειτουργίας της επαφής, ως φωτοβολταϊκό στοιχείο.

$$FF = \frac{I_m \cdot V_m}{I_{sc} \cdot V_{sc}} \quad (*1.2)$$

Το πηλίκο αυτό λέγεται παράγοντας πλήρωσης, FF (Fill Factor), και οι τιμές που παίρνει είναι μεταξύ 0 και 1. Οι συνήθεις τιμές του κυμαίνονται από 0,5 – 0,8. Όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι οι τιμές του FF, τόσο περισσότερο πλησιάζει η διάταξη την ιδανική συμπεριφορά.

Η απόδοση ( $\eta$ ) του φωτοβολταϊκού στοιχείου ορίζεται ως, το πηλίκο της ηλεκτρικής ισχύς  $P_m$ , που αποδίδεται από το φωτοβολταϊκό στοιχείο προς τη προσπίπτουσα συνολική ισχύ της Η/Μ ακτινοβολίας,  $P_{in}$  (inside).

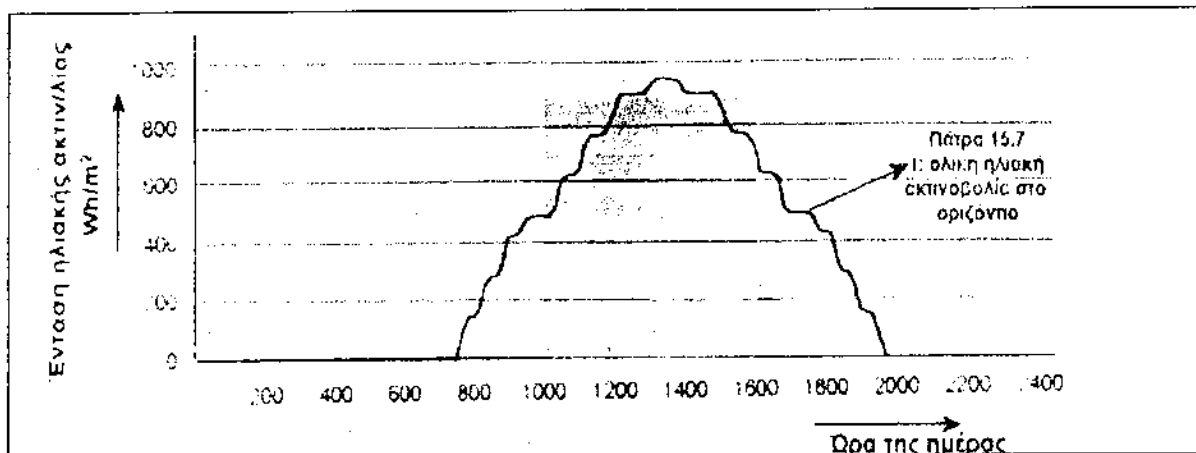
$$\eta = \frac{P_m}{P_{in}} = \frac{I_m \cdot V_m}{P_{in}} = \frac{FF \cdot I_{sc} \cdot V_{oc}}{P_{in}} \quad (*1.3)$$

Η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι το υλικό κατασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων, ο αριθμός και η διάταξη των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο, η κλίση των πλαισίων, τα οποία αναφέρονται εκτενέστερα σε επόμενα κεφάλαια, επίσης η θερμοκρασία του πλαισίου, η καθαρότητα της επιφάνειας του που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Ένας άλλος συντελεστής ο οποίος ορίζεται ως ισοδύναμος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας είναι ο PSH. Ο συντελεστής αυτός είναι ένας αριθμός που εκφράζεται σε ώρες (h) και αντιστοιχεί σε χρονική διάρκεια πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο όταν η ένταση της  $I_T$  είναι  $1000 \text{ W/m}^2$ . Το PSH είναι αριθμητικά ίσο με τη τιμή της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σ' ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο κατά τη διάρκεια μιας μέρας, όταν η ενέργεια αυτή εκφράζεται σε  $\text{KWh/m}^2$  (σχήμα 1-16). Ο μαθηματικός ορισμός του PSH είναι:



$$PSH = \frac{\text{μηνιαία ολική ακτινοβολία (KWh / m}^2\text{)}}{1KW / m^2} \rightarrow h \quad (*1.4)$$



Σχήμα 1-16. Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μέτρηση του εργαστηρίου Η.Μ.Ε. του Τ.Ε.Ι. Πάτρας στις 15.7. Το σκιασμένο ορθογώνιο έχει εμβαδόν ίσο με αυτό κάτω από τη καμπύλη της έντασης I κατά την ημέρα της 15.7. Το PSH μετριέται από της 10:00 μέχρι της 16:00. Δηλαδή PSH = 6, για τη συγκεκριμένη ημέρα.

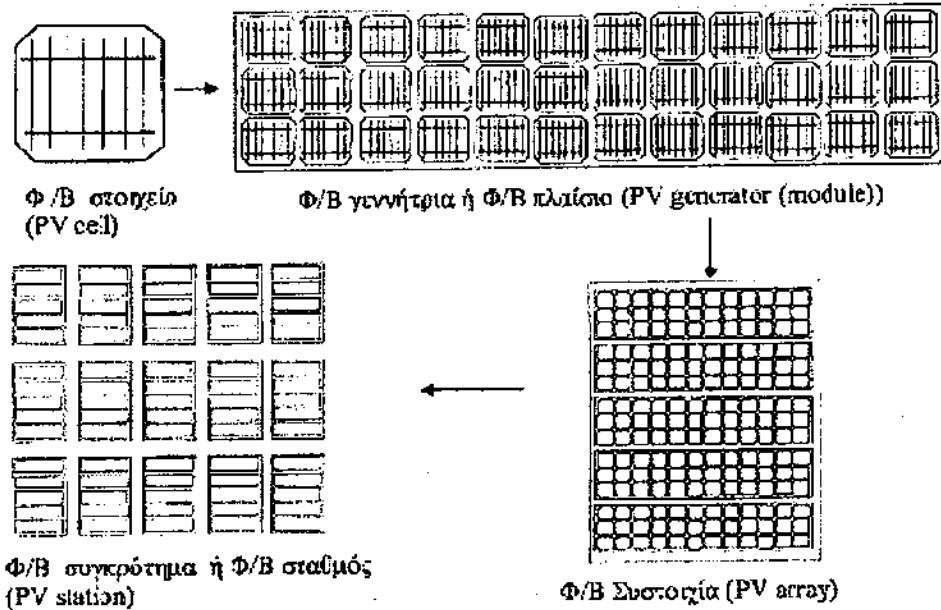
### 1.6 Τρόποι σύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες μπορούν να συνδεθούν σε σειρά ή παράλληλα, ανάλογα με τον στόχο που θέλουμε να επιτύχουμε. Παρακάτω στο σχήμα 1-17 φαίνεται η σταδιακή μετάβαση από το φωτοβολταϊκό στοιχείο στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο ή συγκρότημα.

Στην πράξη, πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδέονται μαζί για να δώσουν πιο μεγάλες ηλεκτρικές τάσεις και ισχύεις. Έτσι με τον συνδυασμό πολλών φωτοβολταϊκών στοιχείων (PV cell) δημιουργείται η φωτοβολταϊκή γεννήτρια (PV module), που αποτελεί την βασική βιομηχανική μονάδα. Ο συνδυασμός πολλών φωτοβολταϊκών γεννητριών, συνδεδεμένων μεταξύ τους σε σειρά ή παράλληλα, σε μία επίπεδη συνήθως επιφάνεια, σταθερή ή περιστρεφόμενη, αποτελεί την φωτοβολταϊκή συστοιχία (PV array).

Κάθε κλάδος αποτελείται από σειρά συνδεδεμένες φωτοβολταϊκές γεννήτριες. Οι ισοδύναμοι κλάδοι συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους. Η σύνδεση σε σειρά αυξάνει την ολική τάση ενώ η παράλληλη σύνδεση αυξάνει το ολικό ρεύμα. Συνήθως, οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες στη συστοιχία συνδυάζονται έτσι ώστε η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας να γίνεται με τις μικρότερες απώλειες στη

γραμμή μεταφοράς, δηλαδή, με χαμηλό ρεύμα και αντίστοιχα υψηλή ηλεκτρική τάση. Ενδεικτική τιμή μίας συστοιχίας είναι από 200W – 1KW.

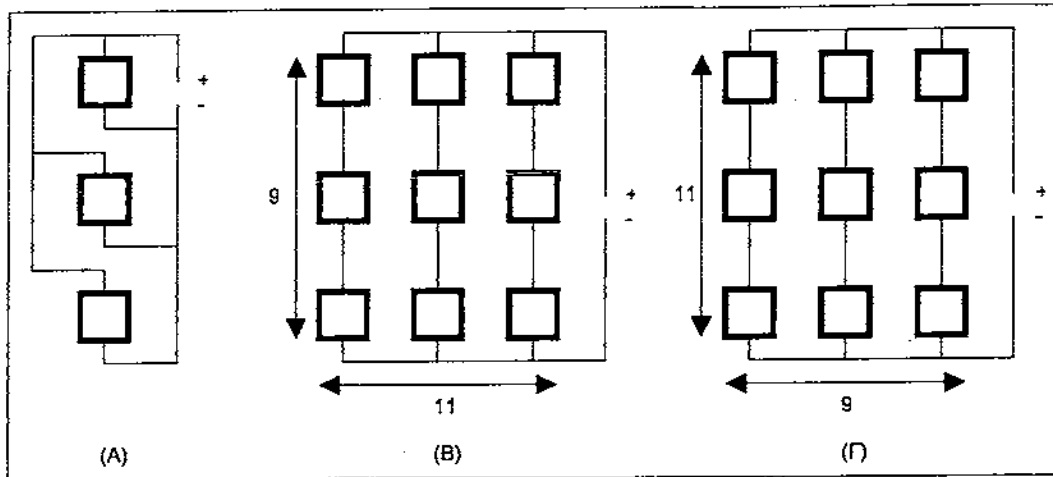


Σχήμα 1-17. Από το φωτοβολταϊκό στοιχείο στο φωτοβολταϊκό συγκρότημα.

Η σύνδεση σε σειρά  $N$  όμοιων φωτοβολταϊκών στοιχείων οδηγεί σε σύστημα με ανάλογη πολλαπλάσια τάση ανοικτού κυκλώματος ( $V_{toc} = N V_{oc}$ ). Το ρεύμα βραχυκύκλωσης ισούται με το αντίστοιχο του ενός ( $I_{tsc} = I_{sc}$ ). Ενώ η παράλληλη σύνδεση  $N$  όμοιων φωτοβολταϊκών στοιχείων οδηγεί σε σύστημα στη ίδια τάση ανοικτού κυκλώματος ( $V_{toc} = V_{oc}$ ), ενώ το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι πολλαπλάσιο του ρεύματος βραχυκύκλωσης εκάστου στοιχείου.

Αν τα συνδεόμενα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, τότε η συνολική διάταξη των  $N$  στοιχείων παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από την εικόνα που είδαμε προηγουμένως. Στη περίπτωση αυτή το στοιχείο με το μικρότερο ρεύμα βραχυκύκλωσης επιβάλλεται.

Ένα συνεργαζόμενο σύνολο φωτοβολταϊκών συστοιχιών, με όλες εκείνες τις διατάξεις που απαιτούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος επαρκούς για την τροφοδοσία οικισμών, χωριών κ.λ.π., αποτελούν ένα φωτοβολταϊκό συγκρότημα ή φωτοβολταϊκό σταθμό (PV station).



Σχήμα 1-18. Διαφορετικές συνδεσμολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων για την παραγωγή συνεχούς ηλεκτρικής τάσης (Α) 17V (Β) 153V (Γ) 187V.

### 1.7 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών συστημάτων, που τα διακρίνουν από τις άλλες μορφές Ανανεώσεων Πηγών Ενέργειας είναι :

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων Watt ή και mWatt.
- Είναι εύχρηστα. Σε μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Μπορούν να επεκταθούν ανά πάσα στιγμή για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών.
- Έχουν αθόρυβη λειτουργία και μηδενικές εκπομπές ρύπων.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία.
- Υψηλό κόστος επένδυσης.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη, όπου και να βρίσκεται αυτός είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι σήμερα το μεγαλύτερο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Όμως πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχουν σήμερα

αρκετοί χρήστες για τους οποίους το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι η πλέον ενδεδειγμένη οικονομική λύση.

Πρέπει να τονιστεί ότι η φωτοβολταϊκή τεχνολογία, όπως άλλωστε και οι περισσότερες τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, παρουσιάζει ιδιαιτερότητες που κάνουν δύσκολη τη σύγκριση της με τις συμβατικές τεχνολογίες π.χ. :

Δεν υπάρχει σαφής τρόπος αποτίμησης του περιβαλλοντικού κόστους των συμβατικών τεχνολογιών. Το κόστος της ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα εξαρτάται πάρα πολύ από το κόστος του χρήματος.

### 1.8 Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

Σε αυτού του είδους τα συστήματα θα λέγαμε πως το πλεονέκτημα που παρατηρούμε είναι ότι έχουμε την απουσία κινούμενων τμημάτων που αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερο κόστος ως προς την συντήρηση και ακόμα έχουμε και ενεργειακή αυτονομία. Άλλο ένα βασικό πλεονέκτημα είναι ότι έχουν μεγάλη διάρκεια ωφέλιμης ζωής και ως προς την κατασκευή τους δεν υπάρχει καμία δυσκολία αφού τα υλικά από το οποίο είναι φτιαγμένο (πρώτες ύλες) βρίσκεται σε αφθονία καθώς το πυρίτιο είναι το δεύτερο πιο κοινό στοιχείο στην γη. Είναι αξιόπιστο και επίσης οι περιορισμένες απαιτήσεις ως προς την συντήρηση, η αθόρυβη λειτουργία του αλλά και το ότι δεν ρυπαίνει το περιβάλλον δίνει ακόμα ένα μεγάλο ποσοστό για την αξιοποίηση του σαν μια πηγή ενέργειας.

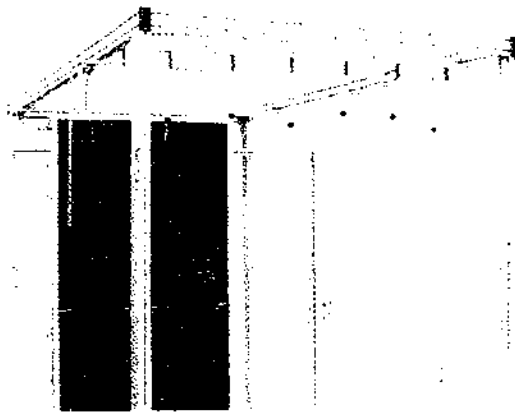
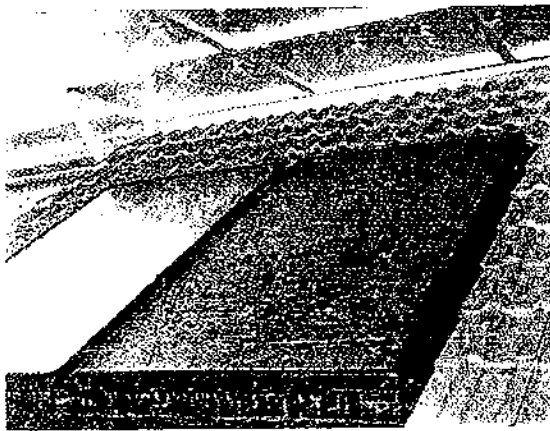
Τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας είναι η μικρή απόδοση, το μεγάλο κόστος παρασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων, η κάλυψη μεγάλης επιφάνειας εδάφους για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων και ο ετεροχρονισμένος μεταξύ της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ζήτηση αυτής.

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε διαστημικές εφαρμογές την δεκαετία του '60 λόγω του μειωμένου βάρους που είχε. Στην συνέχεια δοκιμάστηκε σε επίγειες κατασκευές για την κάλυψη ηλεκτρικών αναγκών σε απομονωμένες περιοχές με μικρή εγκατεστημένη ισχύ. Ήδη στην Ελλάδα οι δυνατότητες εφαρμογής των φωτοβολταϊκών διατάξεων είναι ευρύτατες.

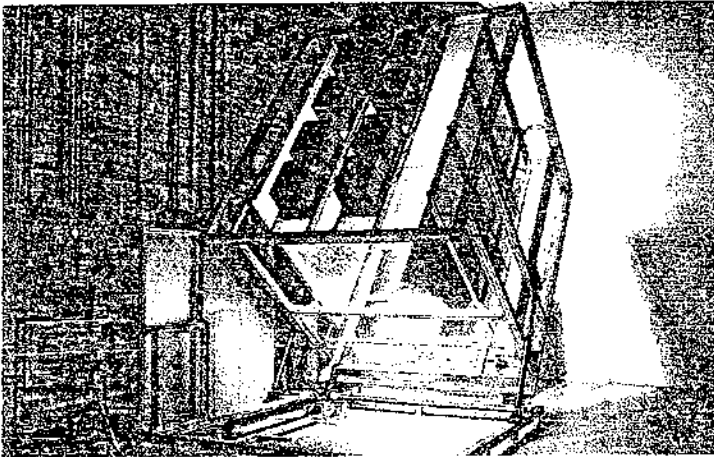
### 1.9 Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία τα τελευταία χρόνια

Οι σημαντικές εξελίξεις στον τομέα της ηλιακής τεχνολογίας, οι οποίες οδήγησαν από τα εξειδικευμένα προϊόντα σε εμπορεύσιμες και αξιόπιστες λύσεις, έλαβαν χώρα τα τελευταία χρόνια.

Η βιομηχανική κατασκευή των συλλεκτών αρχίζει και θέτει πρότυπα αναφορικά με την ποιότητα επεξεργασίας, την απόδοση ισχύος και την διάρκεια ζωής. Η διαδικασία ελέγχου, των φωτοβολταϊκών πλαισίων γίνεται σε ειδικά κέντρα ελέγχου τις κάθε εταιρείας και θεωρούνται από τις πιο αυστηρές στον τομέα της ηλιακής τεχνολογίας. Η ποιότητα των προϊόντων φυσικό είναι να επιβεβαιώνεται τακτικά από ανεξάρτητες αρχές.



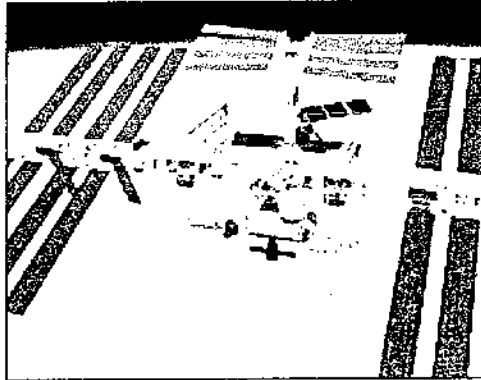
Σχήμα 1-19. Δοκιμή πλαισίων σε βροχή και χαλάζι (πηγή: SCHUCO )



Σχήμα 1-20. Προσομοίωση ήλιου και προσομοίωση περιβάλλοντος στα πλαίσια (πηγή: SCHUCO )

Η τεχνολογική πρόοδος τις τελευταίες δεκαετίες ιδιαίτερα στην περιοχή των αεροδιαστημικών εφαρμογών (σχήμα 1-21) οδήγησε στην ανάπτυξη της

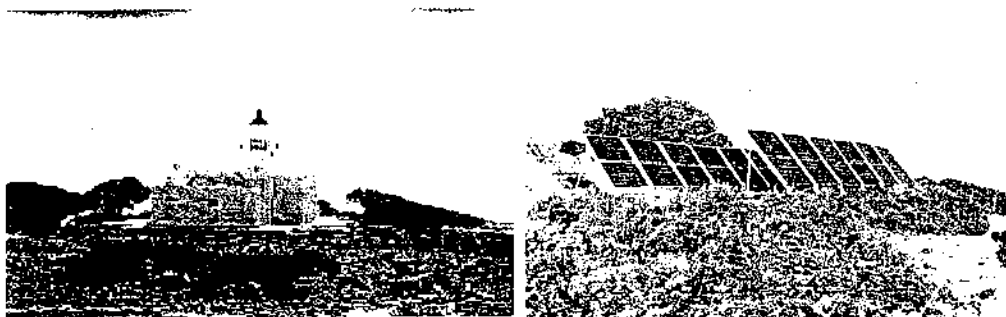
τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών στοιχείων για την άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλιακή ενέργεια.



Σχήμα 1-21. Παρουσίαση, ενός διεθνή διαστημικού σταθμού ο οποίος φέρει πάνω του φωτοβολταϊκά πλαίσια για τις ενεργειακές του ανάγκες. Το δημοσίευμα αναφέρει πως το μήκος των πλαισίων φτάνει τα 72 μέτρα, μακρύτερα και από τα πτερύγια ενός Boeing 747. Τα πλαίσια θα συγκροτούνται από 250000 ηλιακά στοιχεία δηλαδή θα μπορεί να παράγει ηλ. Ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μιας μικρής γειτονιάς. (πηγή [www.cnn.com](http://www.cnn.com))

Σε συνδυασμό και με το ενεργειακό πρόβλημα που άρχισε να προκύπτει τις τελευταίες δεκαετίες είχε σαν επακόλουθο οι επίγειες φωτοβολταϊκές εφαρμογές να γίνονται όλο και πιο εφικτές κατά τα τέλη της δεκαετίας του '70.

Στη χώρα μας το πρώτο φωτοβολταϊκό σύστημα που εγκαταστάθηκε από την ΔΕΗ ήταν το 1982 στην Αγία Ρούμελη (Κρήτης) ισχύος 50 kWp. Από τότε έχουν εγκατασταθεί 70 φωτοβολταϊκά συστήματα σε 24 νησιά, τη χρήση των οποίων η ΔΕΗ έχει παραχωρήσει στους κατοίκους ενώ η ιδιοκτησία παραμένει στη ίδια τη ΔΕΗ. Ακόμα μαζί με τα συστήματα τους δόθηκε και ο απαραίτητος εξοπλισμός δηλαδή, ψυγείο, τηλεόραση και λάμπες χαμηλής κατανάλωσης. Θα λέγαμε ότι τα μεγαλύτερα συστήματα που έχουν εγκατασταθεί είναι από τη ΔΕΗ.



Σχήμα 1-22. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών για την ηλεκτροδότηση της Νήσου Στρογγύλης Καστελορίζου (Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β: 2,64 KWp)

Η συνολική ισχύς όλων των εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων σήμερα εκτιμάται ότι φτάνει τα 600 kWp και είναι εγκατεστημένα: στην Κύθνο, στη Γαύδο, στα Αντικύθηρα, στους Αρκούς, στις Οινούσσες, στη Σαμιοπούλα, στον Άγιο Μηνά, στο Αντίκερι, στο Κάτω Κουφονήσι, στη Δονούσα, στον Κίναρο, στη Λέβιθα, στο Μάραθο, στη Σάρια, στο νησί της Ρω, στη Στρογγύλη, στη Νίμο, στην Αλυμιά, στο Σίσκλι, στην Περιστέρα, στην Κυρά Παναγιά, στα Γιούρα, στη Λήμνο και στον Άγιο Ευστράτιο.

Μεγαλύτερο πλήθος συστημάτων, πάνω από 350 αλλά μικρότερης ισχύος, έχει εγκαταστήσει η Υπηρεσία Φάρων του Πολεμικού Ναυτικού. Ένα ακόμα μεγαλύτερο πλήθος έχει εγκατασταθεί από ιδιώτες για ηλεκτροδότηση εξοχικών κατοικιών, μικρών ξενοδοχειακών μονάδων, μοναστηριών, καταφυγίων κ.λ.π. Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν γίνει χωρίς καμία οικονομική ενίσχυση από την Πολιτεία.

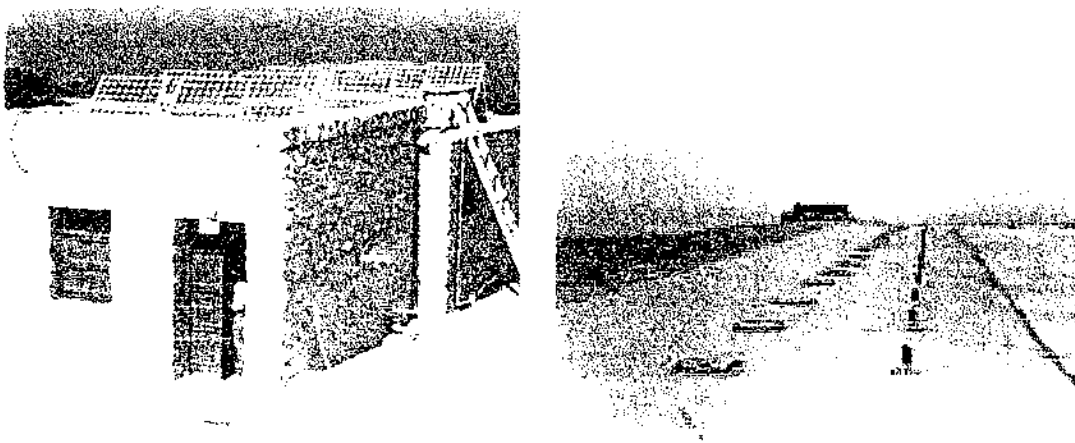
Παράλληλα οι προσπάθειες που γίνονται τη δεκαετία του '80 για μείωση του κόστους βιομηχανικής παρασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων οδήγησαν όλο και πιο πολλούς στο να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά συστήματα σε διάφορους τομείς (σχήμα 1-23).



Σχήμα 1-23. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων σε αρδευτικό κανάλι.

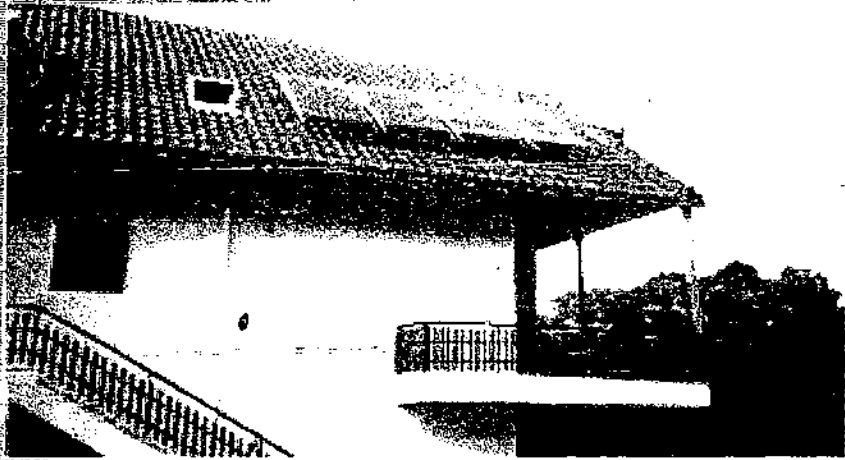
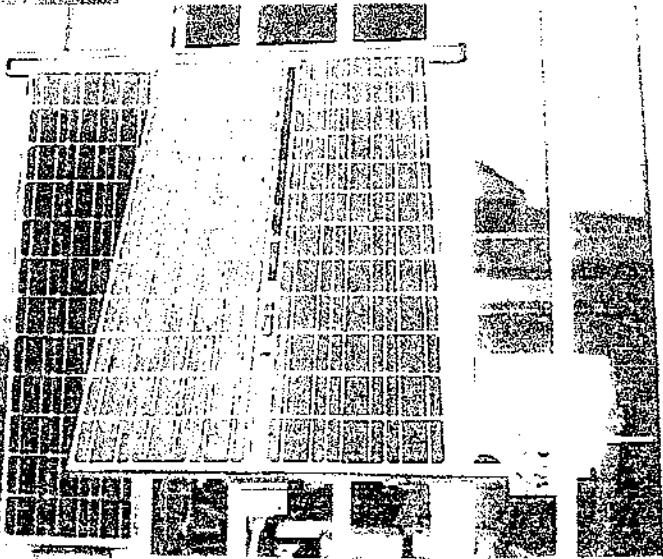
Εκτιμάται ότι το τρέχον μέγεθος της ελληνικής αγοράς κυμαίνεται ανάμεσα σε 20 και 40 KWp ανά έτος. Εκτίμηση για το αξιοποιήσιμο δυναμικό δεν είναι δυνατόν να δοθεί, γιατί η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αξιοποιηθεί παντού, φθάνει να προσφέρει μια οικονομικά βιώσιμη λύση. Το μέσο κόστος παραγωγής της ΔΕΗ, σε τιμές του 1994, για το διασυνδεδεμένο σύστημα (Ηπειρωτική Ελλάδα) ήταν 12,5 δρχ./ KWp, ενώ το μέσο κόστος παραγωγής στα νησιά κυμάνθηκε από 23 μέχρι 100 δρχ./ KWp. Αν συνεπώς, προστεθεί στην τιμή της KWh, το εξωτερικό κόστος

που παράγεται νησιωτική χώρα, αυτή αυξάνεται και η ψαλίδα ανάμεσα στα Φ/Β και στα συμβατικά καύσιμα κλείνει. Όσο για ορισμένα από τα νησιά, η τιμή της τοπικά παραγόμενης ενέργειας είναι ήδη τέτοια, που η Φ/Β ενέργεια είναι σήμερα πιθανότατα η πλέον συμφέρουσα λύση στις περιπτώσεις που προγραμματίζεται ενίσχυση του τοπικού δικτύου της ΔΕΗ. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί, ότι το κόστος ηλεκτροπαραγωγής κατά τη διάρκεια ωρών αιχμής, για πολλά από τα νησιά που παρουσιάζουν σχετικά χαμηλό μέσο κόστος, είναι δύο και τρεις φορές μεγαλύτερο από αυτό, γεγονός που σημαίνει, ότι και σε αυτά τα νησιά η χρήση Φ/Β συστημάτων πιθανόν να αποτελέσει μια ανταγωνιστική πρόταση στο μέλλον.



Σχήμα 1-24. Ηλεκτροδότηση του ελικοδρομίου της Γαύδου (Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β: 1.6 KWp). Το έργο περιλαμβάνει και σειρά αυτοματισμών, καθώς το ελικοδρόμιο δεν είναι επανδρωμένο.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

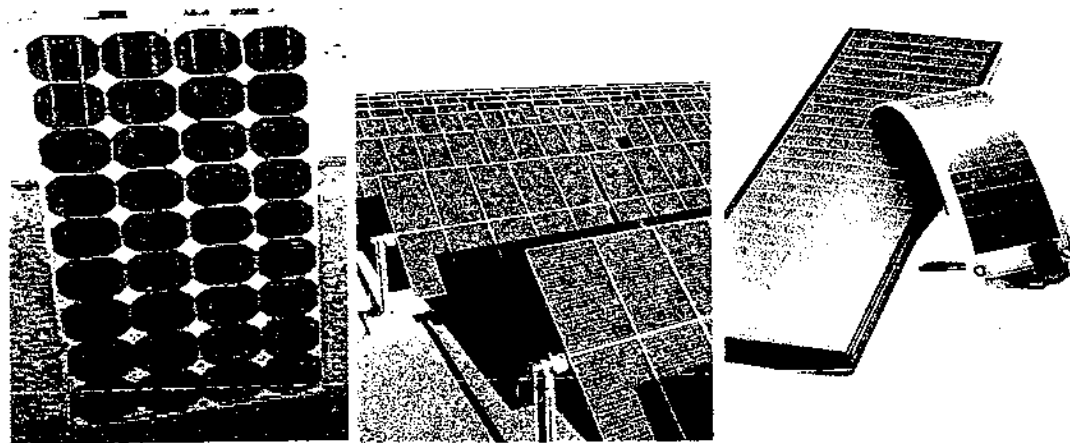
#### 2.1 Μέρη ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

Οι απαιτήσεις από τις φωτοβολταϊκές εφαρμογές στην ηλεκτροδότηση οικισμών είναι η συνεχής τροφοδότηση των καταναλωτών, ημέρα και νύκτα καθ' όλο το χρόνο, με υψηλή αξιοπιστία. Αυτά οδηγούν στη σχεδίαση φωτοβολταϊκών συστημάτων που αποτελούνται κατά κανόνα από τρία βασικά μέρη:

##### 2.1.1 Την φωτοβολταϊκή γεννήτρια

Που αναλύσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο εκτεταμένα. Θα μπορούσαμε να πούμε είναι ότι κάθε διάταξη φωτοβολταϊκών στοιχείων χαρακτηρίζεται από σειρά χαρακτηριστικών μεγεθών. Τα κυριότερα από αυτά είναι: η ονομαστική ισχύς αιχμής, η τάση στην ονομαστική ισχύ, η ένταση που αποδίδεται στην ισχύ αιχμής, η ένταση σε βραχυκύκλωμα, η τάση με ανοικτό κύκλωμα κ.τ.λ.

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χωρίζονται σε τρεις τύπους. Και χωρίζονται ανάλογα με το πως είναι κατασκευασμένα. Στα παρακάτω σχήματα παρατηρούμε με την σειρά το μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό ή άμορφο λεπτού στρώματος (σχήμα 2-1).



Σχήμα 2-1. Τύποι φωτοβολταϊκών γεννητριών.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια βγαίνουν σε διάφορες διαστάσεις που κυμαίνονται από ( 80-100 ) cm σε ύψος και ( 50-60 ) cm σε πλάτος. Για μεγαλύτερες αποδόσεις μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν και συγκεντρωτικά συστήματα ή συστήματα τύπου Fresnel.



Σχήμα 2-2. Συγκεντρωτικοί συλλέκτες παραβολικού τύπου.

### 2.1.2. Το σύστημα αποθήκευσης με τον ρυθμιστή φορτίσεως

Ο καθορισμός του εμβαδού της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών συλλεκτών στηρίζεται στη μέση ηλεκτρική κατανάλωση του συστήματος και στη μέση ηλιακή ακτινοβολία που δέχονται οι συλλέκτες στην επιλεγμένη κρίσιμη περίοδο λειτουργίας του (π.χ. ένα θερινό ή χειμερινό μήνα, μια εποχή του έτους ή και ολόκληρο το έτος). Όμως οι μέσες τιμές είναι στατιστικά μεγέθη που μπορεί να αποκλίνουν σημαντικά από ενδεχόμενες πραγματικές συνθήκες. Επίσης, ένα αξιόπιστο σύστημα πρέπει να παρέχει επαρκή ηλεκτρική ενέργεια για την ικανοποίηση της ζήτησης και στα χρονικά διαστήματα που δεν υπάρχει αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία. Προφανώς, εννοούμε κυρίως τις νυχτερινές ώρες, τις συνεφιασμένες ημέρες και τις χρονικές αιχμές της κατανάλωσης.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα που είναι συνδεδεμένα με κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής, αντλούν από αυτά την απαιτούμενη συμπληρωματική ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης, διοχετεύονται προς τα δίκτυα την ενδεχόμενη περίσσεια της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας, όταν υπερβαίνει την κατανάλωση του συστήματος.

Σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια παρένθεση και να πούμε πως τα συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, όπου η Ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται σε συσσωρευτές και μόνο, καλούνται αυτόνομα.

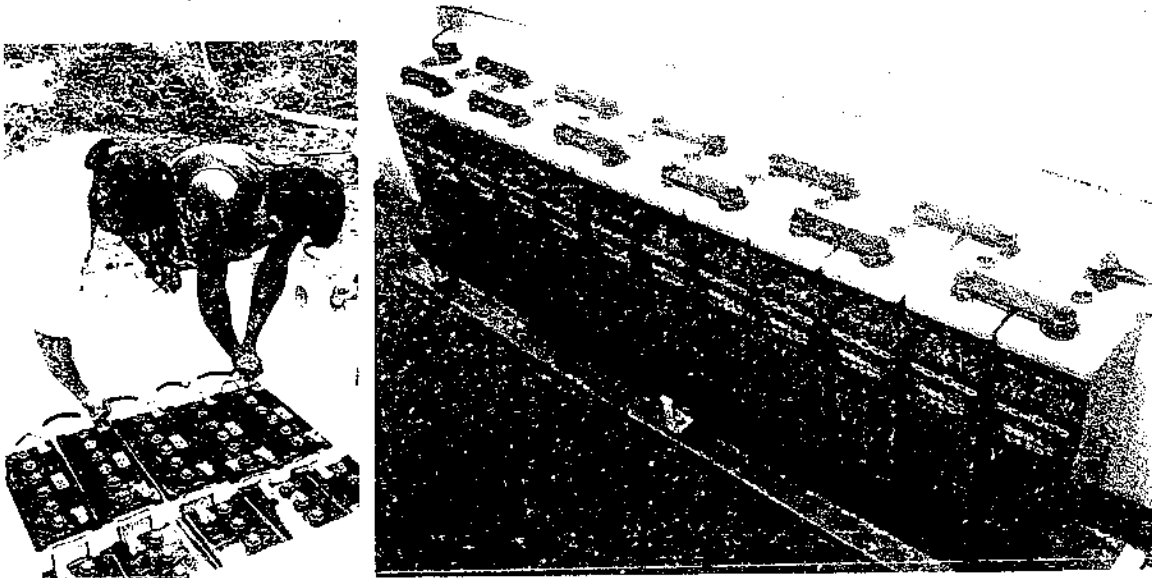
Έτσι τα απομονωμένα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν έχουν αυτή την δυνατότητα της ενεργειακής ανταλλαγής. Επομένως χρειάζεται να αποθηκεύσουν μια ποσότητα από την περίσσεια της ηλεκτρικής τους παραγωγής, ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή της φωτοβολταϊκής γεννήτριας. Ως προς την άλλη απαίτηση, δηλαδή την απαλλαγή του συστήματος από την περίσσεια της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής

ενέργειας, πέρα από τη ζήτηση της κατανάλωσης και τη δυνατότητα αποθήκευσης, αυτή αναγκαστικά αντιμετωπίζεται με τη διοχέτευση της στη γη ή σε ηλεκτρικές αντιστάσεις.

Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να προνοείται να αποθηκεύεται, εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες και απαιτήσεις και κυρίως το μέγιστο πλήθος των πιθανών συνεχών ημερών συνεφιάς, τις αιχμές της κατανάλωσης και το βαθμό αξιοπιστίας που θα πρέπει να παρουσιάζει το σύστημα σε συνδυασμό με την ύπαρξη ή όχι βοηθητικών ενεργειακών πηγών. Συνήθως, από τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα ζητείται να εξασφαλίζουν μια αυτοδυναμία τουλάχιστον 3 ως 10 ημερών περίπου.

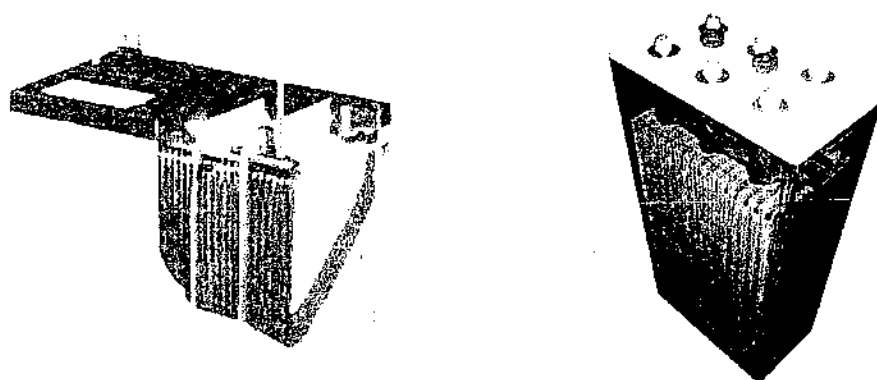
Σε ειδικές περιπτώσεις, η φωτοβολταϊκή ενέργεια μπορεί με νέα μετατροπή, να αποθηκευθεί σε μια ηλεκτρική μορφή. Για παράδειγμα να κινήσει ηλεκτρικές αντλίες που μεταφέρουν νερό σε υπερυψωμένες δεξαμενές.

Συνήθως, όμως η αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα, γίνεται σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές (μπαταρίες).



Σχήμα 2-3. Συστήματα αποθήκευσης (μπαταρίες) ηλεκτρικής ενέργειας

Οι συσσωρευτές είναι ηλεκτροχημικές κυψελίδες που αποθηκεύουν ενέργεια σε χημικούς δεσμούς (σχήμα 2-4). Αυτή λοιπόν η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια όταν ένας συσσωρευτής συνδεθεί σε ένα ηλεκτρικό φορτίο και αρχίζει να εκφορτίζεται.



Σχήμα 2-4.

Σε ό,τι αφορά την Τεχνολογία, στα Αυτόνομα συστήματα Α.Π.Ε. χρησιμοποιούνται συσσωρευτές ειδικού τύπου, ώστε να εξασφαλίζεται μεγάλος βαθμός εκφόρτισης (έως 80 %), χωρίς βλάβη των υλικών. Εξάλλου η διαδικασία φόρτισης δεν πρέπει να εμφανίζει φαινόμενα μνήμης, ενώ θα μπορεί να πραγματοποιείται σε οποιαδήποτε κατάσταση φόρτισης. Οι συσσωρευτές αυτού του τύπου καλούνται Βαθιάς Εκφόρτισης ή Solar.

Οι συσσωρευτές θα λέγαμε ότι είναι το σημαντικότερο τμήμα ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος, έτσι θα πρέπει να υπάρχει μια σωστή μελέτη η οποία να έχει ως αποτέλεσμα μια σωστή διαστασιολόγηση που να καλύπτει τις ανάγκες του συστήματος χωρίς να φτάνουμε στο σημείο να υπό-φορτίζεται αλλά και ούτε να υπερφορτίζεται.

Οι συσσωρευτές είναι ένα ευαίσθητο κομμάτι του συστήματος και κάθε αλλαγή του έχει σαν επακόλουθο ένα παρά πολύ υψηλό κόστος. Για αυτό το λόγο είναι επιθυμητή η κατάλληλη διάρκεια ζωής του συσσωρευτή. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την διάρκεια ζωής μιας μπαταρίας είναι:

- α) Σχεδιασμός συσσωρευτή και κατασκευή
- β) Συχνότητα εκφόρτισης και βάθος εκφορτίσεων
- γ) Θερμοκρασία
- δ) Μέσο επίπεδο φόρτισης
- ε) Ταχύτητα φόρτισης – εκφόρτισης
- στ) Τακτική συντήρηση

Τα στοιχεία που προσδιορίζουν τις δυνατότητες ενός συσσωρευτή είναι η ονομαστική τάση στους πόλους του, που εκφράζεται με την έννοια της ηλεκτρεγερτικής δύναμης και η ονομαστική χωρητικότητα του σε (Ah).

Για την επιλογή ενός συσσωρευτή θα πρέπει να εξετάσουμε τους παρακάτω παράγοντες :

- α) την διάρκεια ζωής ( κύκλοι φόρτισης )
- β) τα φυσικά χαρακτηριστικά του ( βάρος, διαστάσεις )
- γ) την απόδοση που έχει ( χωρητικότητα, τάση )
- δ) η ηλεκτρική συνδεσμολογία μεταξύ των στοιχείων ( σε σειρά ή παράλληλα)
- ε) η συντήρηση της ( καθάρισμα, προσθήκη υγρών )
- ζ) η εγγύηση και το κόστος ( αγοράς και συντήρησης του )

Οι πιο συνηθισμένοι συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται σε φωτοβολταϊκά συστήματα είναι με ηλεκτρόδια μολύβδου σε διάλυμα θεικού οξέος, οι οποίοι θα λέγαμε είναι και οι πιο οικονομικοί. Σε μεγάλες όμως αυξομειώσεις της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του έτους θα λέγαμε ότι χρησιμοποιούνται και αλκαλικές νικελίου καδμίου.

Το μέγεθος των συσσωρευτών που θα χρησιμοποιηθούν είναι μια σχεδιαστική μεταβλητή η οποία βασίζεται στην επιθυμητή περίοδο ενεργειακής αυτονομίας  $d$ , το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης D.O.D. και στην μείωση της αποδόσεως όταν λειτουργεί κάτω από χαμηλές θερμοκρασίες.

Το ποσό της χωρητικότητας του συσσωρευτή (συνολικό φορτίο που είναι αποθηκευμένο) εκφράζεται σε Ampere-hours (Ah) ή μερικές φορές εκφράζεται και ενεργειακά σε Watt-hours (Wh).

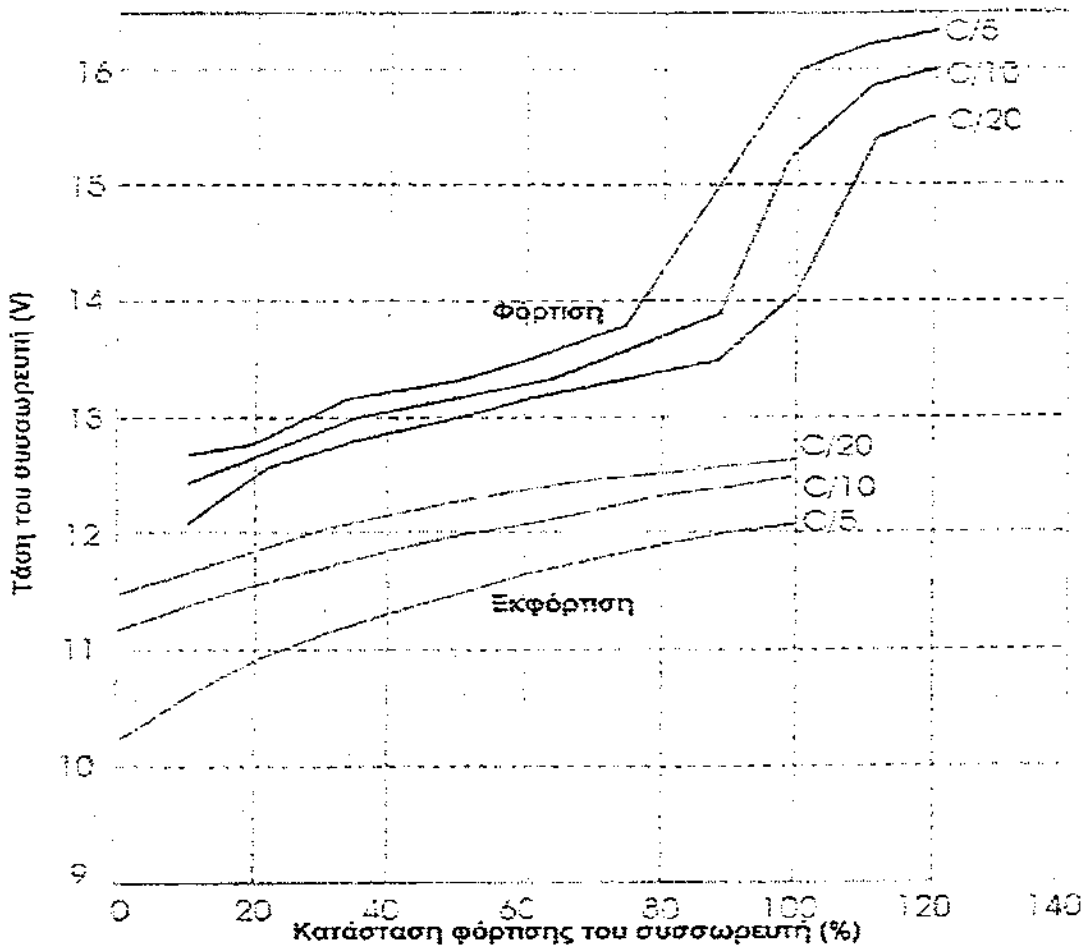
Η αυτονομία είναι το χρονικό διάστημα που ένας πλήρως φορτισμένος συσσωρευτής μπορεί να παρέχει ενέργεια στα φορτία, όταν η φωτοβολταϊκή διάταξη δεν μπορεί να παράγει ενέργεια.

#### -Ρυθμός φόρτισης και θερμοκρασία συσσωρευτών

Κατά την φόρτιση των συσσωρευτών Pb-οξέος όταν έχουν χαμηλή θερμοκρασία ο ρυθμός φόρτισης πρέπει να είναι πολύ χαμηλός, ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες επιτρέπονται μεγαλύτεροι ρυθμοί φόρτισης.

#### -Πολική τάση συσσωρευτών κατά την φόρτιση – εκφορτιση

Η πολική τάση των συσσωρευτών Pb-οξέος βαθιάς εκφόρτισης, κατά την φόρτιση ή την εκφόρτιση τους εξαρτάται από την τιμή της χωρητικότητας τους, ή καλύτερα από την κατάσταση φόρτισης (SOC) από τον ρυθμό φόρτισης ή εκφόρτισης και βεβαίως από την θερμοκρασία.

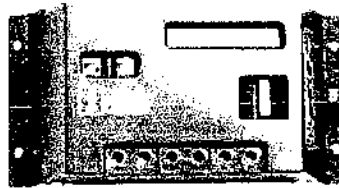


Η πολική τάση ως συνάρτηση του ρυθμού φόρτισης και εκφόρτισης και της κατάστασης φόρτισης(SOC) για ονομαστική πολική τάση 12 V.

Η φόρτιση συσσωρευτών από Φωτοβολταϊκά πλαίσια πραγματοποιείται με τη χρήση *ρυθμιστών φόρτισης*. Ένας σωστά σχεδιασμένος ρυθμιστής, καθορίζει το ρυθμό φόρτισης του συσσωρευτή, μετρώντας τη χωρητικότητά του και όχι την τάση του. Η σύγχρονη τεχνολογία χρησιμοποιεί για το λόγο αυτό την Τεχνολογία Διαμόρφωσης Εύρους Παλμών, η οποία μεταξύ άλλων εξασφαλίζει τη συνεχή ροή ενός ρεύματος συντήρησης προς το συσσωρευτή. Ακόμα θα λέγαμε ότι προστατεύει τα φωτοβολταϊκά πλαίσια από ρεύμα αντίθετης φοράς, δηλαδή από τον συσσωρευτή προς το PV-πλαίσιο, στην περίπτωση που αυτό δεν παρέχει την κατάλληλη ισχύ (σχήμα 2-5). Συνήθως όμως έχουν ενσωματωμένη μια δίοδο αντεπιστροφής που παίζει το ρόλο αυτό.

Για παράδειγμα όσο η μπαταρία πλησιάζει την πλήρη φόρτιση της ο ρυθμιστής ελαττώνει το ρεύμα που δίνουν τα πλαίσια προς την μπαταρία και εμποδίζει την

υπερφόρτιση της. Είναι γνωστό ότι η υπερφόρτιση μιας μπαταρίας ελαττώνει το χρόνο ζωής της.

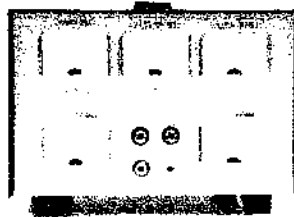


Σχήμα 2-5.

Για την εκλογή του κατάλληλου ρυθμιστή φόρτισης που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, λαμβάνονται υπόψη τα πιο κάτω χαρακτηριστικά του:

- 1) Ισχύς αποκοπής.
- 2) Χαμηλή τάση αποκοπής.
- 3) Υψηλή τάση αποκοπής.
- 4) Ρύθμιση της φόρτισης της μπαταρίας ανάλογα με την θερμοκρασία της.
- 5) Προστασία πλαισίων από αντίθετο ρεύμα.

Οι ρυθμιστές φόρτισης παρέχουν πληροφορίες για την χωρητικότητα της μπαταρίας, την τάση, την ένταση που παρέχουν οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες αλλά και πληροφορίες ως προς την κατανάλωση η οποία γίνεται. Όλες οι ενδείξεις δίνονται μέσω του συστήματος σε ποσοστιαίες μονάδες (σχήμα 2-6).



Σχήμα 2-6. Ψηφιακός και αναλογικός ρυθμιστής φόρτισης (regulators).

Όμως για κάθε ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος χρειάζεται έναν ηλεκτρονικό πίνακα ελέγχου και εφόσον απαιτείται και μια συστοιχία συσσωρευτών. Για τις εγκαταστάσεις που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα πρέπει να συνδεθεί και ένας μετατροπέας ή ένας αντιστροφέας ισχύος που θα μετατρέψει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο. Έτσι στην συνέχεια θα αναλύσουμε τους μετατροπείς αλλά και σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται ανάλογα με το τι θέλουμε να πετύχουμε.

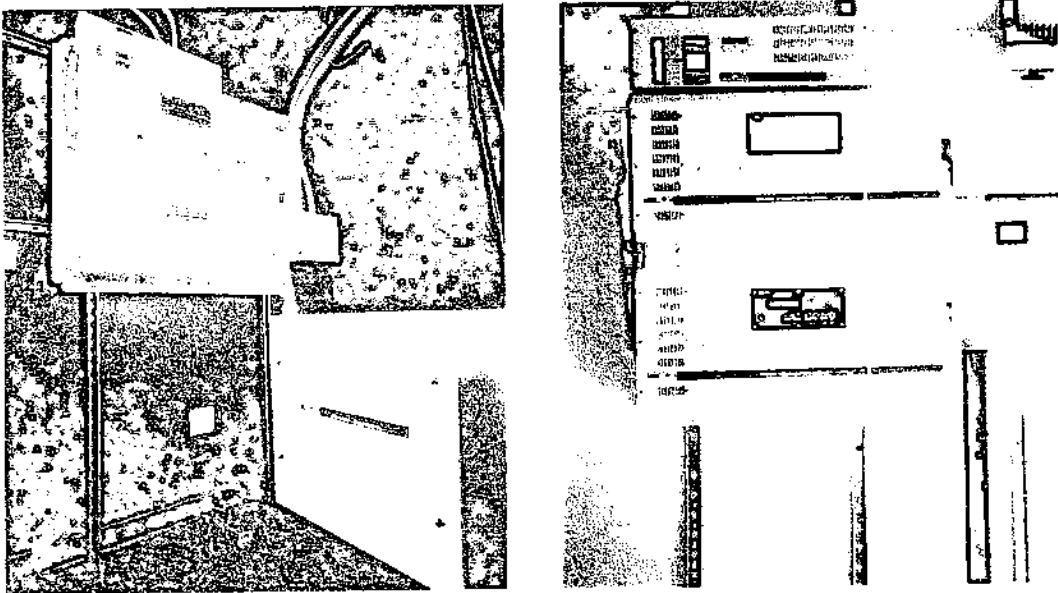


Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο οι ελεγκτές φόρτισης ρυθμίζουν το ρεύμα προς τους συσσωρευτές διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες.

1. Ελεγκτές φόρτισης σε σειρά
2. Ελεγκτές φόρτισης με παράλληλη σύνδεση
3. Sequential array shedding regulator
4. Ενσωματωμένος ελεγκτής φόρτισης σε Ah

### 2.1.3 Μετατροπείς συνεχούς - εναλλασσομένου ρεύματος DC/AC, εναλλασσομένου - συνεχούς ρεύματος AC/ DC και συνεχούς - συνεχούς DC/ DC

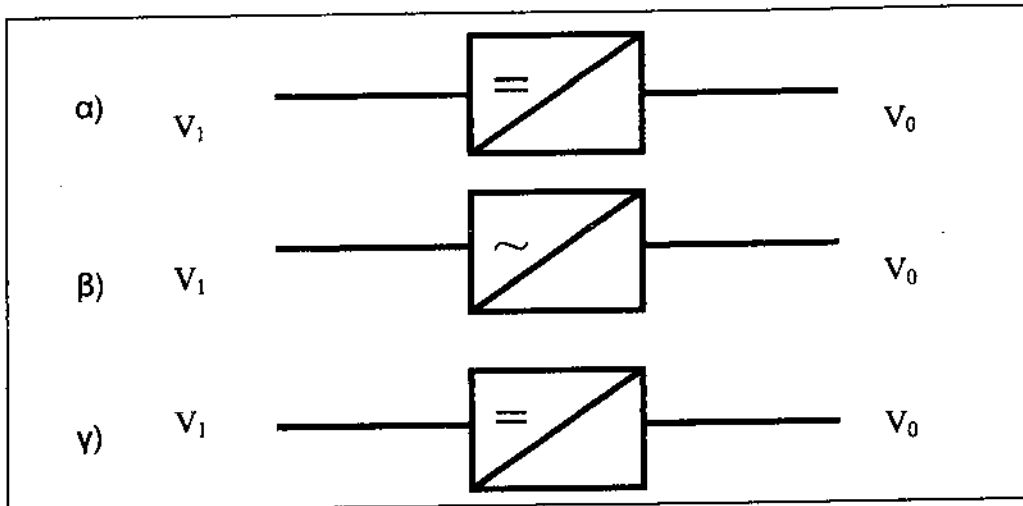
Οι μετατροπείς (converters) είναι ηλεκτρονικές διατάξεις μετατροπής α) συνεχούς ρεύματος σε συνεχές οποιασδήποτε τάσης β) συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο οποιοδήποτε πλάτους και γ) εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή (σχήμα 2-7).



Σχήμα 2-7. Πίνακες ελέγχου και μετατροπείς ρεύματος σε διάφορες εγκαταστάσεις.

Οι μετατροπείς συνεχούς/ εναλλασσόμενου ρεύματος μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα (τυπικά χαμηλής τάσης) σε εναλλασσόμενο ρεύμα (στα 230V, 50 Hz) που απαιτούν οι περισσότερες συμβατικές συσκευές. Είναι διαθέσιμοι δύο τύποι μετατροπέων συνεχούς εναλλασσόμενου:

- I) αυτός του αυτοτελούς συστήματος και
- II) αυτός του συστήματος που είναι ενωμένο με το δίκτυο



Σχήμα 2-8. Συμβολικές διατάξεις τριών τύπων μετατροπέων, α) συνεχούς τάσεως σε συνεχή β) εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή γ) συνεχούς σε εναλλασσόμενη.

Ο μετατροπέας μπορεί να αποτελεί χωριστή μονάδα ή να αποτελεί τμήμα του ελεγκτή φόρτισης. Στην τελευταία περίπτωση η λειτουργία του είναι να προσαρμόζει την τάση του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με την τάση του συστήματος αποθήκευσης, ώστε να εκμεταλλευόμαστε πλήρως την διαθέσιμη ενέργεια

Η τελευταία τεχνολογία στην κατασκευή αντιστροφέων ισχύος ή μετατροπέων είναι η Διαμόρφωση Εύρους Παλμών (PWM).

### 2.1.3.1 Μετατροπέας συνεχούς τάσεως σε συνεχή (DC/DC)

Η μετατροπή μιας συνεχούς τάσεως  $V_1$ , σε μία συνεχή  $V_0$ , βασίζεται στην χρήση ενός κυκλώματος με το οποίο μπορούμε να διαχειριζόμαστε μεγάλες ισχύς, με ελάχιστες απώλειες. Το σύστημα αυτό μετατρέπει τη συνεχή τάση σε συνεχή, μεγαλύτερης ή μικρότερης τιμής, ανάλογα με τις απαιτήσεις.

## 2.2 Τα φωτοβολταϊκά συστήματα

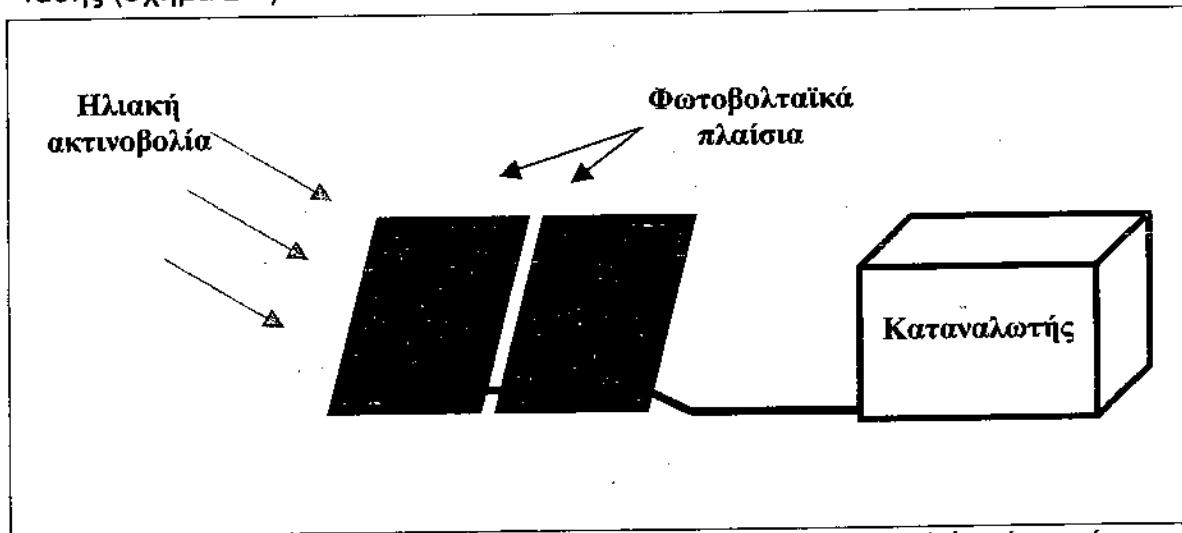
Τα φωτοβολταϊκά συστήματα διακρίνονται σε:

- >Αυτόνομα όπου η παραγόμενη ενέργεια καταναλώνεται από τον χρήστη.
- >Διασυνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο της περιοχής όπου η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο.
- >Και υβριδικά συστήματα.

### 2.2.1 Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα

Η συνηθέστερη, αλλά και ίσως η πληρέστερη, εφαρμογή της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας είναι η κατασκευή αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων. Δηλαδή εγκαταστάσεων που λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά δίκτυα διανομής, από τα οποία θα μπορούσαν να αντλούν συμπληρωματική ενέργεια ή να στέλνουν την ενδεχόμενη περίσσεια της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας.

Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι πολύ απλό ή πολύπλοκο ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο κατασκευάζεται. Το πιο απλό σύστημα είναι εκείνο που αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία τροφοδοτούν απ' ευθείας τον καταναλωτή χωρίς να γίνεται αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας ή ρύθμιση της τάσης (σχήμα 2-1).

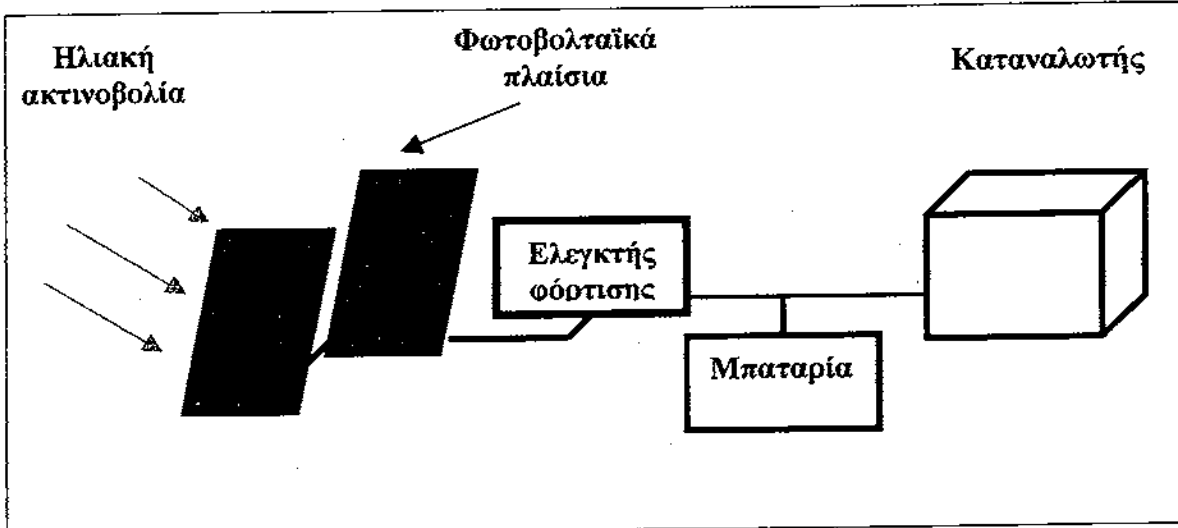


Σχήμα:2-1 Διάγραμμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος που αποτελείται μόνο από τα πλαίσια και τον καταναλωτή

Το σύστημα αυτό τροφοδοτεί τον καταναλωτή μόνο όταν υπάρχει ο φωτισμός στα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Τέτοιο σύστημα χρησιμοποιείται στους μικρούς υπολογιστές τσέπης και σε αντλίες νερού που λειτουργούν με κινητήρα συνεχούς ρεύματος.

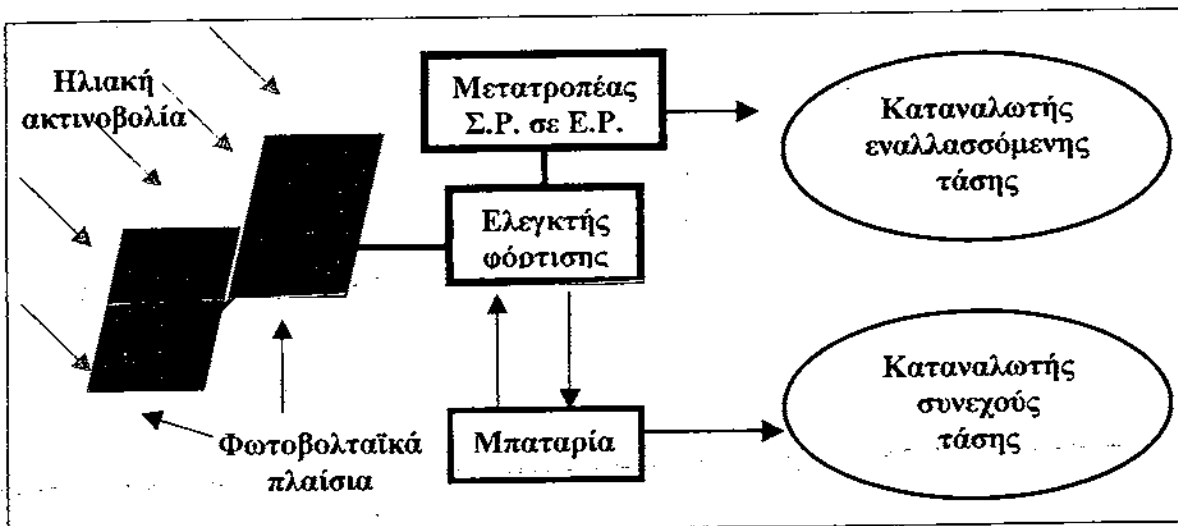
Ένα πιο σύνθετο σύστημα από το προηγούμενο περιλαμβάνει συσσωρευτές για την αποθήκευση της περίσσειας της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ανεπαρκής ή ανύπαρκτη. Για να υπάρχει αυτόματη διατήρηση της τάσης της μπαταρίας και για καλύτερη λειτουργία του συστήματος επιβάλλεται η

παρεμβολή του ρυθμιστή τάσης μεταξύ των πλαισίων και της μπαταρίας (σχήμα 2-2).



Σχήμα:2-2 Διάγραμμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος για διατήρηση της τάσης της μπαταρίας. Όπου ανάμεσα στα πλαίσια και στην μπαταρία παρεμβάλλεται ο ρυθμιστής τάσης.

Σε περίπτωση που χρειάζεται εναλλασσόμενη τάση είναι απαραίτητη για τον καταναλωτή η χρησιμοποίηση του μετατροπέα συνεχούς εναλλασσόμενου ρεύματος. Η συσκευή αυτή παρεμβάλλεται μεταξύ της μπαταρίας και του καταναλωτή. Αν τυχόν υπάρχει και καταναλωτής συνεχούς τάσης, η τροφοδότηση του γίνεται απ' ευθείας από τη μπαταρία (σχήμα 2-3).

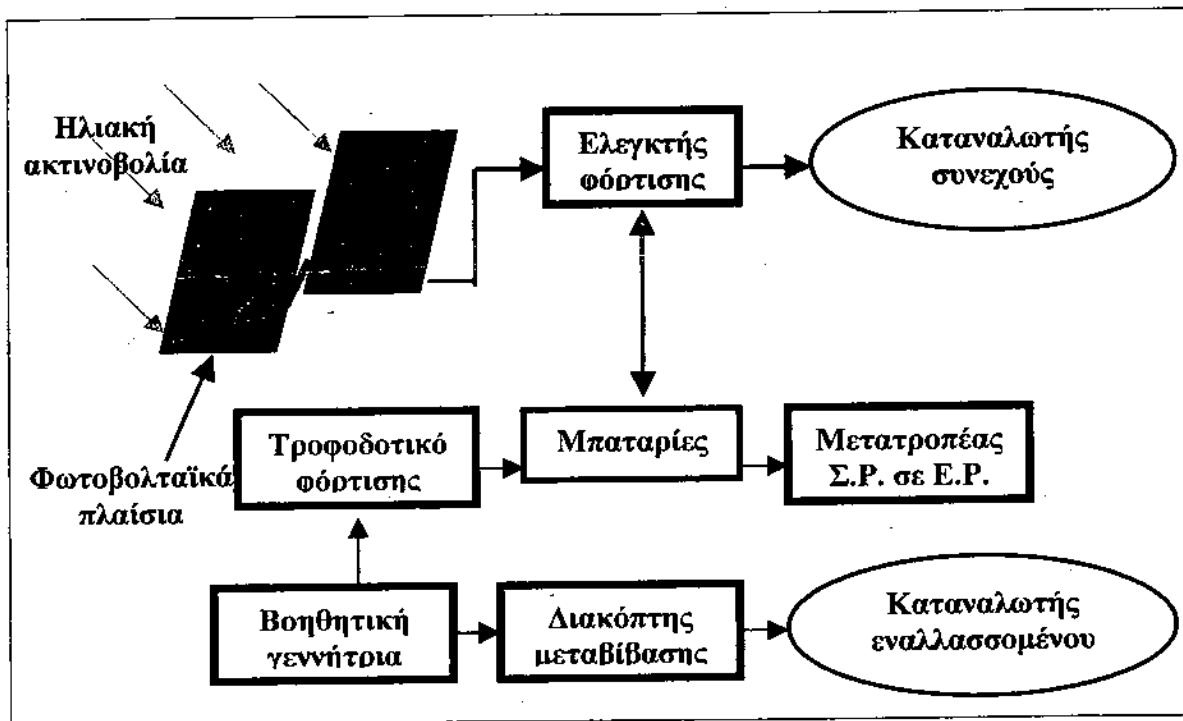


Σχήμα:2-3 Διάγραμμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος που περιλαμβάνει μετατροπέα για χρησιμοποίηση καταναλωτή εναλλασσόμενης τάσης. Ο καταναλωτής συνεχούς τάσης τροφοδοτείται απ' ευθείας από την μπαταρία.

Εάν η ισχύ που απαιτείται για την τροφοδότηση του καταναλωτή είναι πολύ μεγάλη, μπορεί τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και η αποθηκευμένη ενέργεια να μην έχουν την δυνατότητα να ανταποκριθούν σε έκτακτες περιστάσεις που μπορεί να παρουσιασθούν.

Τέτοιες έκτακτες περιστάσεις, όπως είναι μια απρόβλεπτα μεγάλη περίοδος συννεφιάς ή μια ξαφνική βλάβη του συστήματος, μπορεί να αντιμετωπισθούν με μια βοηθητική γεννήτρια, συνήθως ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος που να λειτουργεί με καύση βενζίνης, ή πετρελαίου.

Ο συμπληρωματικός εξοπλισμός των φωτοβολταϊκών συστημάτων πέρα από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια, ονομάζεται συνήθως B.O.S, από τα αρχικά της αγγλικής έκφρασης Balance of the system (υπόλοιπα του συστήματος).



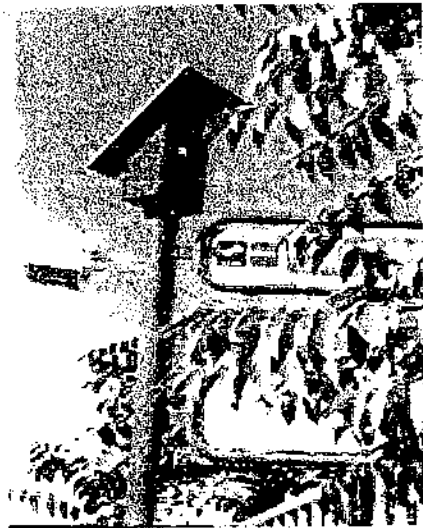
Σχήμα:2-4 Διάγραμμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος που περιλαμβάνει βοηθητική γεννήτρια και τροφοδοτικό μπαταριών.

Η προσθήκη βοηθητικής γεννήτριας στο σύστημα είναι ένας τρόπος να αντιμετωπισθεί κάποια μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να εμφανισθεί ξαφνικά. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η χρησιμοποίηση μεγάλου αριθμού φωτοβολταϊκών πλαισίων που θα ήταν απαραίτητα μόνο για εξαιρετικές περιπτώσεις χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας ή για προσωρινή χρησιμοποίηση στο

σπίτι ηλεκτρικών συσκευών μεγάλης ισχύος. Πρέπει να τονισθεί όμως ότι η γεννήτρια είναι μια εφεδρική συσκευή του φωτοβολταϊκού συστήματος και χρησιμοποιείται πολύ αραιά για να φορτίσει τις μπαταρίες.

Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα που αναπτύξαμε παραπάνω θα λέγαμε πως χρησιμοποιούνται για :

- αφαλάτωση, άντληση, καθαρισμό νερού
- φωτισμό (δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων)
- συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού
- συστήματα σηματοδότησης (οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας)
- ψύξη (αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κ.λ.π.)



Σχήμα 2-5. Μια μικρή αυτόνομη εφαρμογή φωτοβολταϊκού συστήματος για τον φωτισμό μιας στάσης λεωφορείου.

### 2.2.2 Φωτοβολταϊκό σύστημα που συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο

Μια παραλλαγή του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι εκείνη που στη θέση της βοηθητικής γεννήτριας υπάρχει η παροχή από το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο διανομής. Στην περίπτωση αυτή, οι συσκευές του καταναλωτή που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα, τροφοδοτούνται και πάλι απευθείας από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και τη μπαταρία, ενώ οι συσκευές που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα, τροφοδοτούνται από τον μετατροπέα που είναι ενωμένος

με την μπαταρία. Αν η ηλιοφάνεια είναι μικρή και το επίπεδο φόρτισης των μπαταριών είναι χαμηλό, το ενωμένο με το σύστημα ηλεκτρικό δίκτυο δίνει στον καταναλωτή την ενέργεια που χρειάζεται. Η πλευρά του συστήματος που λειτουργεί με συνεχές ρεύμα τροφοδοτείται μέσω των μπαταριών που φορτίζονται με τροφοδοτικό εναλλασσόμενου – συνεχούς. Η πλευρά όμως που λειτουργεί με εναλλασσόμενο ρεύμα τροφοδοτείται απευθείας από το δίκτυο με την χρησιμοποίηση ενός διακόπτη που αποσυνδέει τον μετατροπέα από το σύστημα και το συνδέει με το δίκτυο.

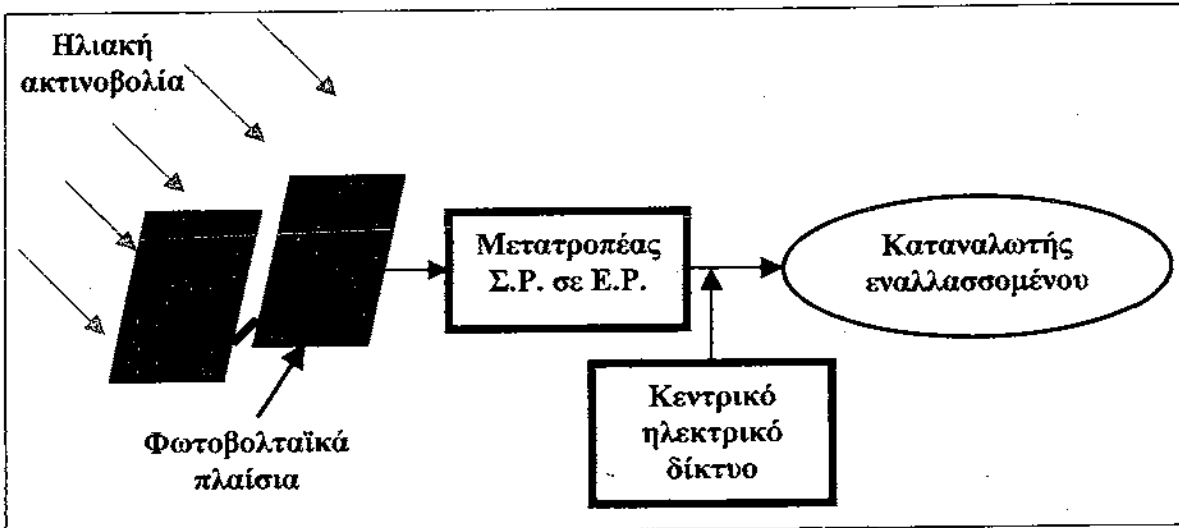
Η σύνδεση αυτή ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος με το δίκτυο έχει το πλεονέκτημα ότι αρχικά το σύστημα μπορεί να είναι μικρό στη συνέχεια όμως να γίνεται πιο μεγάλο με την προσθήκη περισσότερων πλαισίων. Έτσι η ηλεκτρική ενέργεια που παίρνει ο καταναλωτής από το δίκτυο, σαν συμπληρωματική αυτής που παίρνει από το σύστημα, στην αρχή θα είναι αρκετά μεγάλη, στη συνέχεια όμως θα ελαττώνεται όσο ο αριθμός των πλαισίων του συστήματος αυξάνεται.

Όπως είπαμε το σύστημα αυτό συνδέεται με το δίκτυο (σχήμα 2-6) έχει βασικές διαφορές ως προς την κατασκευή και την λειτουργία αν συγκριθεί με ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα. Μια βασική διαφορά είναι ότι το σύστημα αυτό δεν έχει μπαταρίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Και αυτό γίνεται γιατί σε περίπτωση που ο καταναλωτής χρειασθεί ηλεκτρική ενέργεια και δεν μπορεί να την πάρει από το σύστημα επειδή για παράδειγμα δεν υπάρχει ηλιοφάνεια, τότε το συνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο θα δώσει την ενέργεια αυτή.

Δηλαδή αν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια δεν είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες του καταναλωτή, τότε αυτόματα δίνεται στον καταναλωτή ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο.

Σε περίπτωση που τα πλαίσια παράγουν περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται ο καταναλωτής του συστήματος, τότε τα περισσεύματα ενέργειας τροφοδοτούνται δια μέσου του ηλεκτρικού πεδίου σε άλλους καταναλωτές. Αφού τα περισσεύματα ενέργειας τροφοδοτούν το ηλεκτρικό δίκτυο, φυσικό επακόλουθο θα είναι η μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από το θερμοηλεκτρικό σταθμό.

Αυτό από ενεργειακής και περιβαλλοντικής πλευράς έχει αξία γιατί λιγότερη ζήτηση ενέργειας από το θερμοηλεκτρικό σταθμό συνεπάγεται την καύση λιγότερων καυσίμων και την ελάττωση των βλαβερών αερίων διοξειδίου του άνθρακα και διοξειδίου του θείου που παράγονται με την καύση.



Σχήμα: 2-6 Διάγραμμα φωτοβολταϊκού συστήματος που συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, στο διάστημα αυτό δεν υπάρχουν μπαταρίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιούνται μόνο συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος και έτσι όλη η ηλεκτρική ενέργεια που δίνουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μετατρέπεται από συνεχή σε εναλλασσόμενη με τη βοήθεια κατάλληλου μετατροπέα.

Σε ένα τέτοιο σύστημα υπάρχουν δύο διαδρομές που μπορεί να ακολουθήσει το ηλεκτρικό ρεύμα για να φθάσει στον καταναλωτή. Η μία είναι από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και τον μετατροπέα και η άλλη απευθείας από το ηλεκτρικό δίκτυο. Στην περίπτωση όμως αυτή δεν υπάρχει διακόπτης αποσύνδεσης της μιας διαδρομής από την άλλη, αλλά και οι δύο διαδρομές λειτουργούν συγχρόνως.

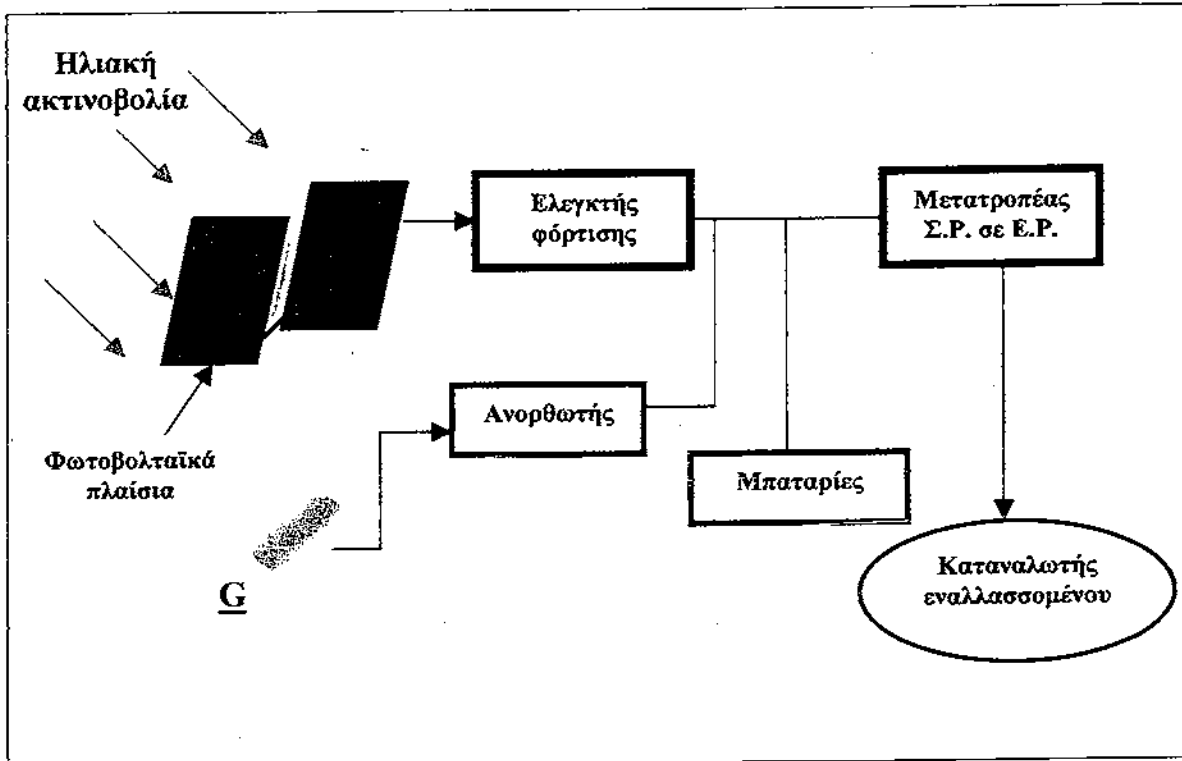
Η τροφοδότηση από το ηλεκτρικό δίκτυο μπορεί να γίνει χωρίς καμιά ενίσχυση από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, διότι οδηγεί κατευθείαν προς τον καταναλωτή χωρίς να περνά από τον μετατροπέα.

### 2.2.3 Υβριδικό σύστημα

Και αυτό το σύστημα συγκαταλέγεται στα αυτόνομα συστήματα αλλά με την μόνη διαφορά ότι μπορεί να συνδεθεί και με άλλες πηγές ενέργειας όπως για παράδειγμα γεννήτρια πετρελαίου ή ανεμογεννήτρια. Είναι επίσης δυνατόν αν το κρίνουμε να συνδέσουμε μία ή περισσότερες εναλλακτικές πηγές ισχύος στο σύστημα ώστε να καλύπτει ορισμένα φορτία.



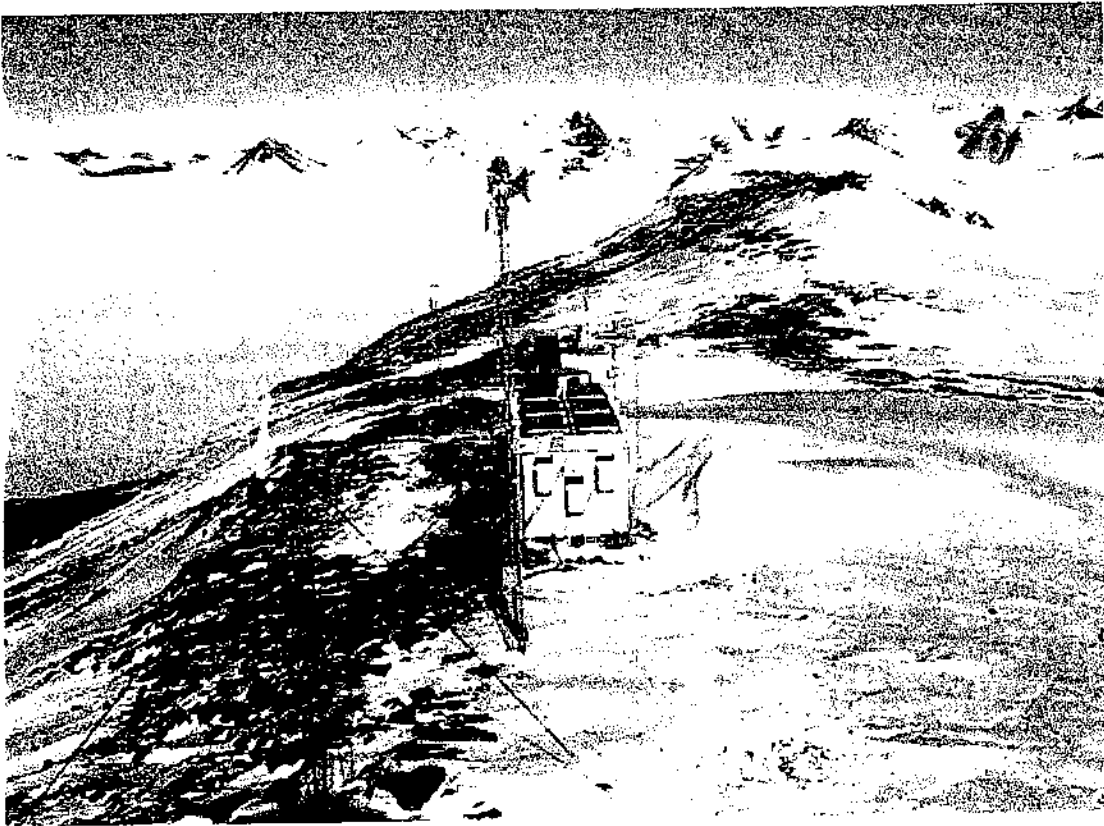
Τα υβριδικά συστήματα (σχήμα 2-7) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτόνομες ή συνδεδεμένες με το δίκτυο εφαρμογές αλλά είναι περισσότερο συνηθισμένη στην πρώτη κατηγορία δεδομένου ότι έχουν επιλεγεί σαν συμπληρωματικές πηγές παροχής ισχύος. Τα υβριδικά συστήματα επιτρέπουν μείωση της αποθηκευμένης ενέργειας και κατά συνέπεια του μεγέθους (Α ή) των συσσωρευτών.



Σχήμα: 2-7 Υβριδικό σύστημα όπου στη θέση της γεννήτριας (G) μπορούν να τοποθετηθούν και εναλλακτικές πηγές ισχύος για την κάλυψη ορισμένων φορτίων.

Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι τα περισσότερο εφαρμόσιμα διότι η εφαρμογή τους εκτείνεται σε πολλά πεδία όπως είναι η ηλεκτροδότηση τηλεπικοινωνιακών σταθμών ή αναμεταδοτών (σχήμα 2-8), φάρων ή ορειβατικών καταφυγίων, η παροχή ενέργειας σε οικισμούς απομονωμένους από το δίκτυο και διάφορες άλλες εφαρμογές που αναπτύξαμε στο κεφάλαιο 2.2.1.

Τα κύρια μέρη των τριών αυτών συστημάτων είναι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, οι μπαταρίες αν απαιτούνται, ο μετατροπέας ρεύματος, ο ελεγκτής φόρτισης και τα φορτία που καλείται να εξυπηρετήσει.



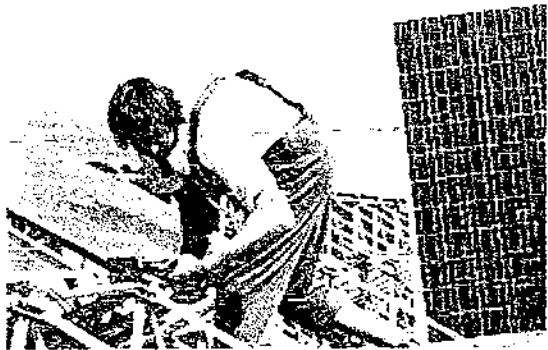
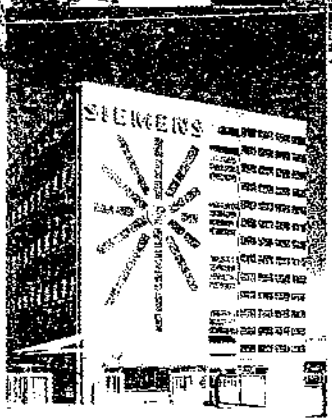
Σχήμα: 2-8 Εφαρμογή υβριδικού PV συστήματος σε αναμεταδότη, παρατηρούμε την εναλλακτική πηγή ισχύος η οποία είναι μια ανεμογεννήτρια.

Είναι σημαντικό να συμπεριλάβουμε τα φορτία για ένα αυτόνομο σύστημα επειδή ο σχεδιασμός του συστήματος και η διαστασιολόγηση του πρέπει να λάβουν υπόψη το φορτίο.

Σε αυτή την εργασία θα ασχοληθούμε με την διαστασιολόγηση ενός υβριδικού συστήματος. Και θα αναλύσουμε τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος αυτού και τον ρόλο τους.

### 2.3 Το σύστημα ισχύος

Η ισχύς που παρέχεται από ένα σύστημα φωτοβολταϊκών στοιχείων, στη μέση μιας μέρας που έχει ηλιοφάνεια, ονομάζεται ισχύς αιχμής (Watt Peak) και εκφράζεται σε Watt. Η στιγμιαία απόδοση ισχύος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος ποικίλει εφόσον αλλάζει η ένταση του ηλιακού φωτός που πέφτει πάνω στα ηλιακά στοιχεία.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

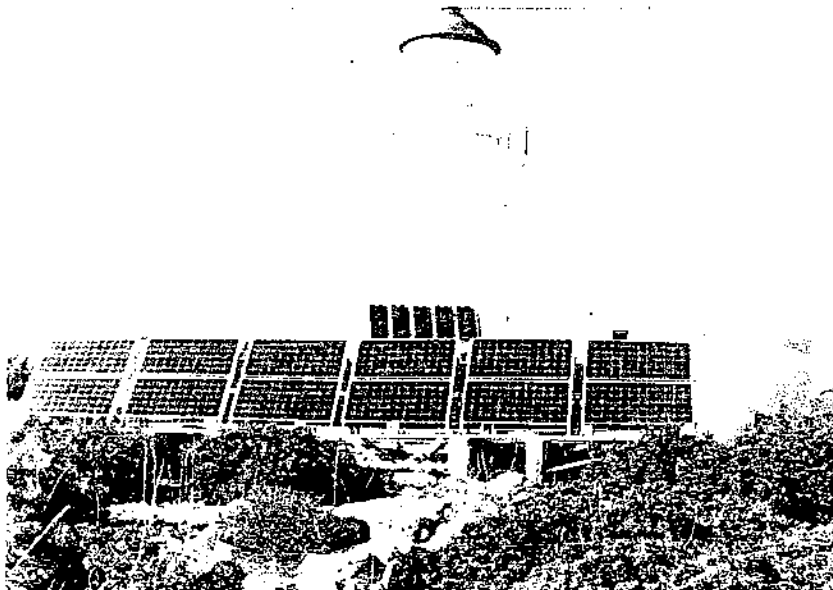
## ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

## 3.1 Τρόποι στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων (στο έδαφος).

Ως προς την τοποθέτηση των PV – πλαισίων διακρίνουμε τρεις διαφορετικούς τρόπους στήριξης. 1) Της σταθερής στήριξης 2) Της εποχιακά ρυθμιζόμενης στήριξης και 3) Της συνεχούς παρακολούθησης της θέσης του ήλιου, με συγκεκριμένη διάταξη. Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν μερικούς χαρακτηριστικούς τρόπους στήριξης φωτοβολταϊκών γεννητριών.

1) Σταθερής στήριξης : Είναι μία απλή στήριξη. Η απουσία κινητών μερών προσδίδει στη διάταξη περισσότερη μηχανική αντοχή χαρακτηριστικό που συμβάλλει στην αξιόπιστη συμπεριφορά της, ιδιαίτερα μάλιστα αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε απομακρυσμένη ή απομονωμένη περιοχή (σχήμα 3-1).

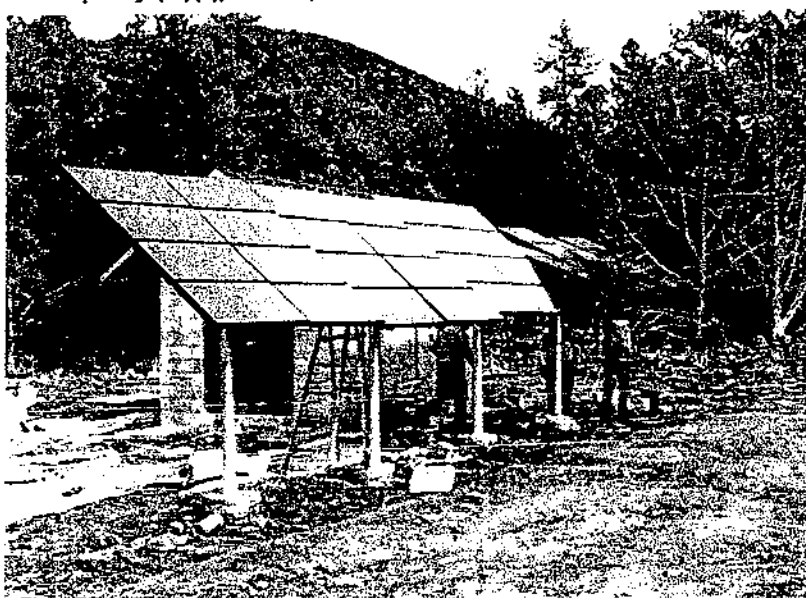
Στατικές συλλεκτικές επιφάνειες χρησιμοποιούνται επίσης ενσωματωμένες σε κτίρια όπως θα δούμε και παρακάτω. Στην περίπτωση που υπάρχει δυνατότητα αρχικού προσανατολισμού, πριν την σταθεροποίηση της διάταξης προσανατολίζουμε τον συλλέκτη προς τον νότο και του προσδίδουμε κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου τοποθέτησης του συλλέκτη.



Σχήμα 3-1 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων για τις ενεργειακές ανάγκες ενός απομονωμένου φάρου.

2) Εποχιακά ρυθμιζόμενης στήριξης : Η διάταξη αυτή με αζιμουθιακό προσανατολισμό προς τον νότο, εκ κατασκευής έχει την δυνατότητα, εποχιακής ρύθμισης της κλίσης της. Θα πρέπει όμως να προσδιοριστούν οι κατάλληλες κλίσεις και ο χρόνος των αλλαγών.

Οι θέσεις του πλαισίου είναι δύο, μια για το θερινό εξάμηνο και μια για το χειμερινό. Η επιλογή της βέλτιστης γωνίας για το PV –πλαίσιο απαιτεί γνώση των τοπικών μετεωρολογικών συνθηκών (υγρασίας) και της μορφολογίας και κάλυψης του εδάφους (σχήμα 3-2).



Σχήμα 3-2 Φωτοβολταϊκά πλαίσια με ρυθμιζόμενη κλίση.

3) Συνεχής παρακολούθηση της θέσης του ήλιου, με συγκεκριμένη διάταξη : Αυτή η διάταξη έχει την δυνατότητα να περιστρέφει το PV – πλαίσιο είτε α) γύρω από ένα άξονα είτε β) γύρω από δύο άξονες.

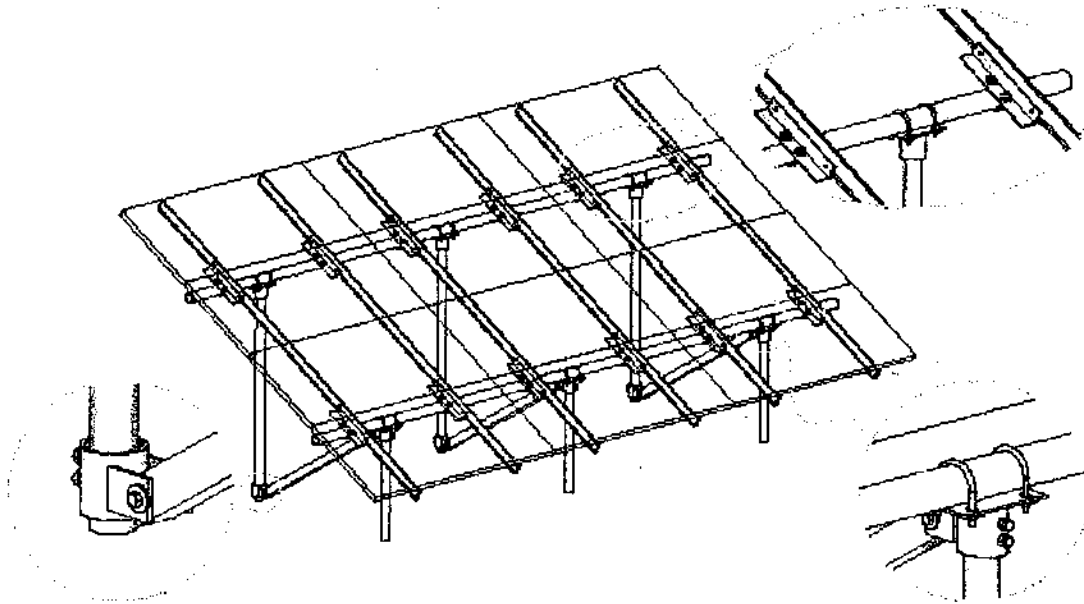
1) Στην πρώτη περίπτωση η συστοιχία περιστρέφεται με κατάλληλο μηχανισμό, γύρω από ένα άξονα, στο τέλος δε της ημέρας, το πλαίσιο επιστρέφει σε θέση αναμονής, συνήθως προς τον νότο. Όμως η συστοιχία μπορεί να περιστρέφεται και γύρω από τον άξονα κχ', με κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.

2) Στην δεύτερη περίπτωση, η παρακολούθηση του ήλιου με περιστροφή δύο αξόνων, μπορεί και γίνεται μέσω δύο, συνήθως διαδοχικών κινήσεων του πλαισίου, με ηλεκτρικούς κινητήρες ή άλλο είδος μηχανικού συστήματος. Το

μειονέκτημα μιας τέτοιας διάταξης όμως είναι η οικονομική επιβάρυνση για την κατασκευή των μηχανολογικών και ηλεκτρονικών τμημάτων της.

Στην συνέχεια θα δούμε μερικούς τρόπους στήριξης επίγειων φωτοβολταϊκών πλαισίων και μερικά χαρακτηριστικά τους στοιχεία όπως, ο τρόπος συναρμολόγησης των στηριγμάτων και τα μέρη από τα οποία αποτελείτε.

### 3.1.1 Τοποθέτηση επίγειου συστήματος PV – πλαίσιων



Η τοποθέτηση των παρακάτω συστημάτων είναι ιδανική για μεγάλες επίγειες σειρές PV.

-Τα μήκη των ραγών στηρίγματος είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να προσαρμόζονται τουλάχιστον οκτώ πλαίσια των 75-Watt ή έξι πλαίσια των 120-Watt, ανάλογα με τον κατασκευαστή και το μοντέλο.

-Οι γωνίες κλίσης του συστήματος μπορούν να είναι ψηλές, ανάλογα με τις απαιτήσεις φορτίων που μπορεί να έχουμε μέσω του αέρα.

-Κάθε σύστημα έχει τρία υποσυστήματα.

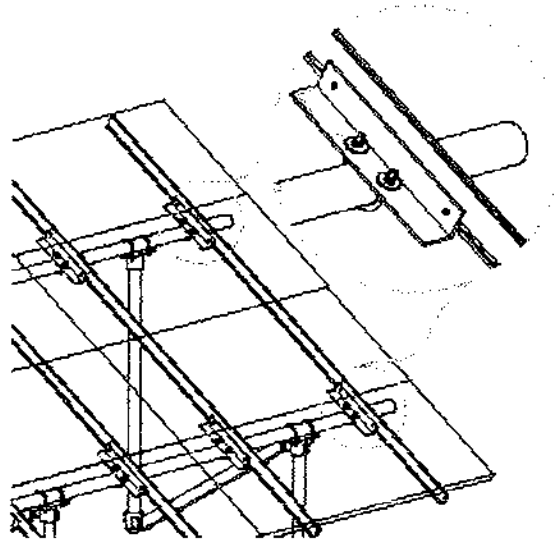
1) Το σετ ραγών κανονίζεται ανάλογα με το πώς θα τοποθετηθούν τα πλαίσια και το πώς θα συνδεθούν με την ενισχυτική δομή των σωλήνων

2) Το σετ στηριγμάτων για να συνδέσει και να παρέχει τη δύναμη στη δομή στήριξης των σωλήνων, και

3) Η δομή των σωλήνων υποστήριξης είναι κατασκευασμένες και παρέχονται για εγκατάσταση, είτε ως σωλήνας είτε ως άκαμπτος αγωγός.

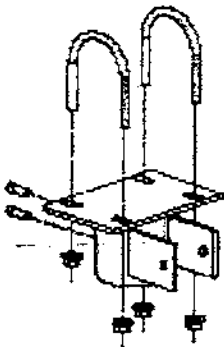
Το κάθε σετ στηριγμάτων των πλαισίων αποτελείται από:

- 1) Δύο ράγες που ποικίλουν στο μήκος ανάλογα με το μοντέλο και την ποσότητα των πλαισίων ανά σειρά (βλ. τον καθορισμένο οδηγό ταξινόμησης ραγών).
- 2) Τέσσερα υποστηρίγματα γωνίας (δύο ανά ράγα) συν τους συνδέσμους που απαιτούνται για την συναρμολόγηση και
- 3) Τοποθέτηση του υλικού του πλαισίου.



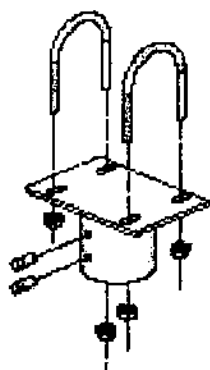
#### ΣΕΤ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Κάθε σύνολο ζευγών αποτελείται από τις τέσσερις συστατικούς συνδέσμους κατωτέρω, συμπεριλαμβανομένων των στηριγμάτων. Η σειρά των συμπληρωμένων συνόλων ζευγών είναι η πιο συνηθισμένοι, αλλά οι συστατικοί σύνδεσμοι μπορούν να διαταχθούν χωριστά, εάν είναι απαραίτητο.



Στήριγμα μπροστινού ποδιού με κατάλληλη θέση που μπορεί να συνδέεται με κάθετο σωλήνα και σωλήνας με λίγο μεγαλύτερη διάμετρο που συνδέεται με το διαγώνιο υλικό στήριξης, των συνδέσμων και τα καθορισμένα μπουλόνια.

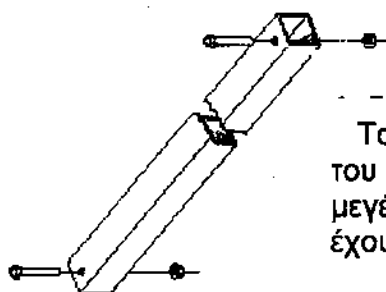




Στήριγμα οπίσθιου ποδιού που στην βάση συνδέεται με διαγώνιο σωλήνα και σωλήνας με το υλικό των συνδέσμων και τα καθορισμένα μπουλόνια.



Στήριγμα οπίσθιου ποδιού (βάση) που συνδέει τα διαγώνια πόδια με το σωλήνα (της μεγαλύτερης διαμέτρου), με το διαγώνιο στήριγμα και τα καθορισμένα μπουλόνια.



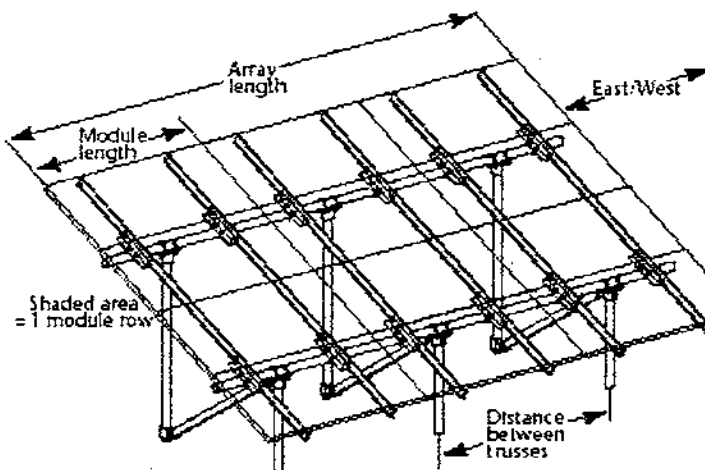
Το διαγώνιο στήριγμα της κατασκευής με τη σύνδεση του υλικού. Υπάρχουν σειτ στηριγμάτων σε ανάλογα μεγέθη ανάλογα με την κατασκευή που θέλουμε να έχουμε.

Καθορίζετε το πρότυπο και η ποσότητα των πλαισίων PV στο σύστημά βασισμένο στο ηλεκτρικό φορτίο αλλά και σε άλλες απαιτήσεις που απαιτεί η μελέτη.

Με βάση τους περιορισμούς του μεγέθους και του σχεδιαγράμματος περιοχών, οι απαιτήσεις των φορτίων μέσω του αέρα και της καλωδίωσης, αλλά και άλλοι παράγοντες, που καθορίζουν το βέλτιστο αριθμό πλαισίων ανά σειρά.

Στο παρακάτω πίνακα ταξινόμησης βλέπουμε μερικές από τις επιλογές που υπάρχουν για την κατάλληλη ράγα στήριξης.

Η ποσότητα των συνολικών στηριγμάτων που απαιτούνται είναι ίση με τα συνολικά πλαίσια στη σειρά που διαιρείται με τον αριθμό πλαισίων ανά σειρά.



### ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΡΑΓΩΝ

Αριθμός ενότητων που τοποθετούνται ανά σειρά

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ. 1]

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Σετ στηριγμάτων που απαιτούνται

- 1) Ο καθορισμός της σειράς των πλαισίων που απαιτείται με βάση τα φορτία του αέρα, καθορίζεται και από τις τοπικές απαιτήσεις οικοδόμησης. Η απαίτηση φορτίων μέσω του αέρα εκφράζεται, ως λίβρες ανά τετραγωνικό πόδι. Είναι μια έκφραση της ταχύτητας του αέρα και της ζώνης έκθεσης στην οποία θα τοποθετηθούν τα πλαίσια.
- 2) Ο καθορισμός της γωνίας κλίσης για το όλο σύστημα.
- 3) Και ο καθορισμός των αριθμών, ζευγών των στηριγμάτων που θα χρειαστείτε, θα πρέπει να υπολογιστεί ως εξής:

α) Χρησιμοποιώντας τον πίνακα μπορούμε να καθορίσουμε παρακάτω, τις μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των ζευγών. Για παράδειγμα, υποθέτουμε τις απαιτήσεις φορτίων αέρα: σε 90 mph ταχύτητα αέρα σχεδίου στη ζώνη c έκθεσης

(30 λίβρες / τετράγωνο πόδι) [ lbs / sq.Foot ] και μια βέλτιστη γωνία κλίσης 40 μοιρών. Εάν χρησιμοποιήσουμε για παράδειγμα το σύνολο ραγών U-LA /120, στην συνέχεια οι μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των ζευγών θα είναι 106 ίντσες.

β) Ο καθορισμός του μήκους της σειράς των πλαισίων θα είναι αν πολλαπλασιάσουμε τον αριθμό των σειρών των πλαισίων με το μήκος του πλαισίου.

γ) Για να καθορίσουμε τον απαραίτητο αριθμό ζευγών, διαιρούμε το μήκος σειράς με τις μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των ζευγών και του κύκλου μέχρι τον κοντινότερο ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα, ένα μήκος σειράς 15,24 μ. που διαιρείται με 2,69 μ. (οι μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των ζευγών που καθορίζονται B) = 5.7 στρογγυλοποιούμε μέχρι τον κοντινότερο ακέραιο αριθμό. Άρα θα απαιτηθούν 6 σύνολα ζευγών στηριγμάτων για τα πλαίσια.

#### ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕΣΩ ΖΩΝΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τις ζώνες έκθεσης για την εγκατάσταση των πλαισίων.

##### [ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.2]

**Ζώνη Β έκθεσης:** Επεκτείνεται σε έκταση με κτήρια, δάσος, ή άλλες επίπεδες επιφάνειες που καλύπτουν τουλάχιστον 20% της περιοχής των επίγειων επιπέδων και που εκτείνονται σε 1.609 χλμ. ή περισσότερο από την δεδομένη περιοχή.

**Ζώνη C έκθεσης:** Επεκτείνεται σε έκταση που είναι επίπεδη και γενικά ανοικτή και εκτείνεται σε 0,804 χλμ. ή περισσότερο από την δεδομένη περιοχή σε οποιοδήποτε πλήρες τεταρτημόριο.

**Ζώνη D έκθεσης:** Έχει την αυστηρότερη έκθεση σε περιοχές με βασικές ταχύτητες αέρα 80 mph ή μεγαλύτερες και επεκτείνονται σε εκτάσεις που είναι επίπεδες και ανεμπόδιστες πάνω από 1.609 χλμ. στο πλάτος σχετικά με οποιοδήποτε τεταρτημόριο της περιοχής του κτηρίου. Οι τιμές παραπάνω

ενσωματώνουν έναν παράγοντα ασφάλειας εφαρμοσμένης μηχανικής = 1,5. Αυτό το διάγραμμα κάνει τις ακόλουθες υποθέσεις:

-Η χαμηλότερη άκρη του χαμηλότερου πλαισίου είναι λιγότερο από 18inch = 457mm επάνω από το έδαφος.

Η πίεση του αέρα δεν είναι μεγαλύτερη από 50 λίβρες ανά τετραγωνικό πόδι και προηγείται από άλλους παράγοντες, όπως τα φορτία χιονιού και τα αποτελέσματα σεισμού.

Ως προς Ανατολή - Δύση η κλίση της περιοχής εγκαταστάσεων δεν είναι μεγαλύτερη από 5 μοίρες, τα υποστηρίγματα της κατασκευής, μπορούν να προσαρμοστούν σε μια ευρεία ποικιλία παραμέτρων εάν η περιοχή απαιτεί ειδική μελέτη.

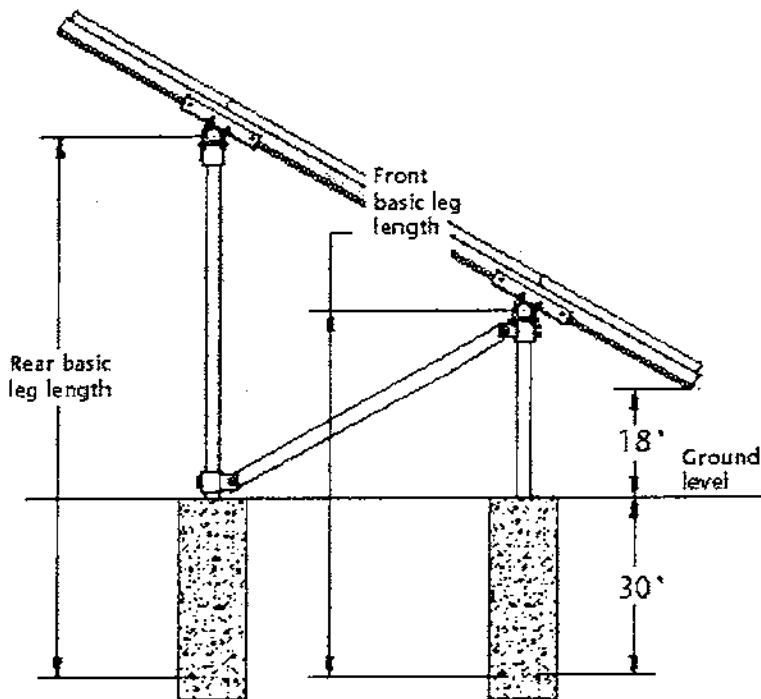
#### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Ποσότητες σωληνώσεων – στηριγμάτων και απαιτούμενος αγωγός.

Η δομή στήριξης συστημάτων φαίνεται στο σχέδιο παρακάτω παρατηρούμε την τοποθέτηση των σωλήνων που είναι γαλβανισμένοι ή των άκαμπτων αγωγών, οι οποίοι μπορούν να ληφθούν από οποιοδήποτε υδραυλική εγκατάσταση ή ηλεκτρολογικό εξοπλισμό.

Ο σωλήνας - αγωγός θα απαιτηθεί και για τις οριζόντιες υποστηρίξεις και για τα πόδια υποστήριξης. Ο υπολογισμός σωληνώσεων που απαιτείται για κάθε έναν είναι ως εξής:

- Οριζόντιες υποστηρίξεις - δύο οριζόντιοι σωλήνες υποστήριξης, μετωπικό και οπίσθιο τμήμα, είναι το πλήρες μήκος σειράς ανατολής / δύσης. Η ποσότητα σωλήνα που απαιτείται για τις οριζόντιες υποστηρίξεις είναι ίσο με το διπλάσιο μήκος της σειράς.
- Πόδια υποστήριξης - βασισμένα στις επιλογές του συνόλου των ραγών και την γωνία κλίσης, καθορίζετε το μπροστινό και οπίσθιο βασικό μήκος των ποδιών από το διάγραμμα παρακάτω.

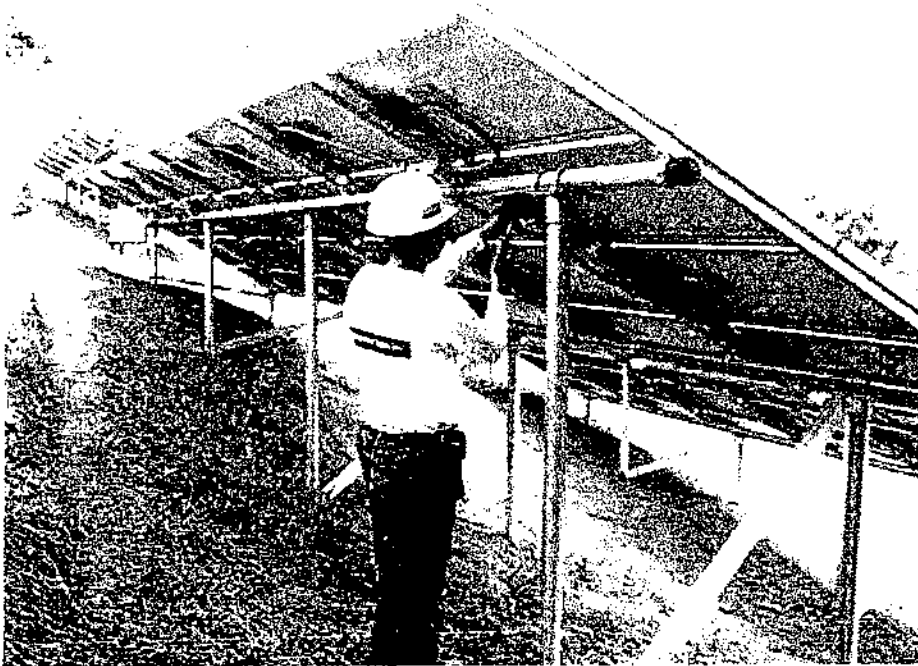


Η ρύθμιση του βασικού μήκους των ποδιών για οποιαδήποτε απόσταση στην εγκατάστασή σας, δίνονται από τις διαστάσεις που παρουσιάζονται στο παρακείμενο σχέδιο για

- 1) Την απόσταση της μπροστινής άκρης της σειράς επάνω από το επίπεδο έδαφος και
- 2) Το βάθος που παρεμβάλλονται τα πόδια υποστήριξης στο έδαφος.

Προσθέστε τα ρυθμισμένα μήκη ποδιών μαζί, για το συνολικό μήκος του σωλήνα που απαιτείται για κάθε ζευγάρι των ποδιών. Πολλαπλασιάστε το αποτέλεσμα με τον αριθμό των συνόλων των ζευγών που απαιτούνται, για το συνολικό μήκος του σωλήνα και που απαιτείται για τα πόδια υποστήριξης και για την σειρά ολόκληρη.

ΒΑΣΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΠΟΔΙΩΝ (ΙΝΤΣΕΣ)  
[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.3]

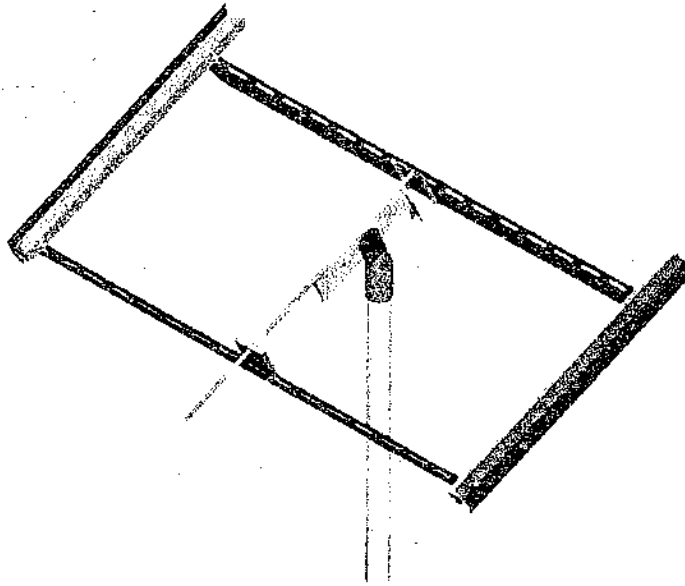


Σχήμα 3-3. Η τοποθέτηση, ο χειρισμός και η κλίση γίνεται επί του τόπου. Στη φωτογραφία παρατηρούμε μια εγκατάσταση των 9kW σε σειρά στην Portola Vall της Καλιφόρνιας.

Στον παρακάτω πίνακα θα παρατηρήσουμε για μια συγκεκριμένη εταιρία που κατασκευάζει ράφια στήριξης, πως μπορούν να συνδυαστούν ή καλύτερα ποιος είναι το κατάλληλος τύπος ραφιού για την εφαρμογή συγκεκριμένων τύπων φωτοβολταϊκών πλαισίων που υπάρχουν αυτή την στιγμή στην αγορά.

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.4]

### 3.1.2 Σύστημα παρακολούθησης ηλιακού φωτός για δύο θέσεις PV - πλαισίων



Το συγκεκριμένο σύστημα είναι εξοπλισμένο για δύο θέσεις πλαισίων PV και μπορεί να παράγει περισσότερη δύναμη για τις ενεργειακές απαιτήσεις, οποιαδήποτε στιγμή, κάθε μέρα. Στην περίπτωση ενός συστήματος άντλησης ύδατος, που χρησιμοποιεί σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να αυξήσει την καθημερινή παραγωγή ύδατος κατά 50% περισσότερο.

#### Αναλύοντας τα σταθερά ράφια

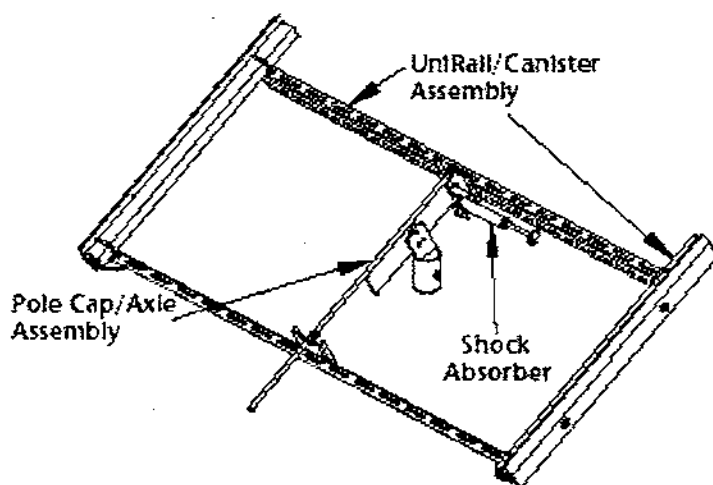
Με τα κοινά σταθερά ράφια όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία από τον ήλιο, τόσο λιγότερη είναι η ισχύς που παράγεται από τα πλαίσια. Τα πλαίσια PV παράγουν τη μέγιστη ισχύ όταν βρίσκονται κάθετα στις ακτίνες του ηλιακού φωτός.

Με τα σταθερά πλαίσια όμως, η μέγιστη ισχύς, παράγεται μόνο μία φορά την ημέρα, όταν ο ήλιος είναι κάθετος στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Ουσιαστικά όλη την υπόλοιπη ημέρα τα πλαίσια PV που είναι τοποθετημένα στα ειδικά ράφια θα λειτουργούν λιγότερο αποτελεσματικά. Εάν για παράδειγμα αντλούμε νερό η αντλία που θα είναι συνδεδεμένη με τα πλαίσια θα λειτουργεί ανεπαρκώς. Δηλαδή σε χαμηλότερα επίπεδα φωτοβολταϊκής ισχύος.

Έτσι με τα σταθερά ράφια, η παραγωγής του νερού σε ώρες ανά ημέρα μπορούν να χαθούν εξ ολοκλήρου, απλά επειδή τα σταθερά φωτοβολταϊκά πλαίσια μέσω των ειδικών ραφιών δεν θα μπορούν να βρουν τον ήλιο που θα τους δώσει στην συνέχεια την ισχύ που χρειάζεται το σύστημα για να λειτουργήσει κανονικά.

Η διαφορά του συστήματος παρακολούθησης της ηλιακής ακτινοβολίας

Αν συγκρίνουμε το σύστημα παρακολούθησης, παρατηρούμε ότι μετακινεί τα πλαίσια PV μέσω των ειδικών ραφιών κατά τη φορά του ήλιου αμέσως μετά από την ανατολή και τον ακολουθεί μέχρι και τη δύση του. Με το σύστημα αυτό, τα πλαίσια PV παράγουν υψηλά επίπεδα ισχύος καθ' όλη τη διάρκεια των ωρών φωτός της ημέρας. Άρα αν συνεχίσουμε το παραπάνω παράδειγμα μας με τις αντλίες, θα παρατηρήσουμε ότι φτάνουν σε πολύ υψηλά επίπεδα παραγωγής νωρίτερα από ότι πριν και συνεχίζουν να λειτουργούν μέχρι αργά. Το αποτέλεσμα φυσικά είναι περισσότερες ώρες λειτουργίας άρα και μεγαλύτερη παραγωγή νερού.



Πόλος κεφαλής / συγκρότημα αξόνων

Το συγκρότημα των αξόνων συναρμολογείτε σε μια σταθερή θέση πάνω στον πόλο της κεφαλής μετά από την ρύθμιση της κλίσης και της αζιμουθιακής γωνίας ως προς τον ήλιο.

Απορροφητής κραδασμών / μεταλλικά κουτιά

Ο απορροφητής κραδασμών είναι μία συσκευή ακριβείας που σαν στόχο έχει την αποφυγή των κραδασμών και την ομαλή περιστροφική κίνηση του συστήματος των ραφιών κατά την πορεία του ήλιου. Η περιστροφική κίνηση



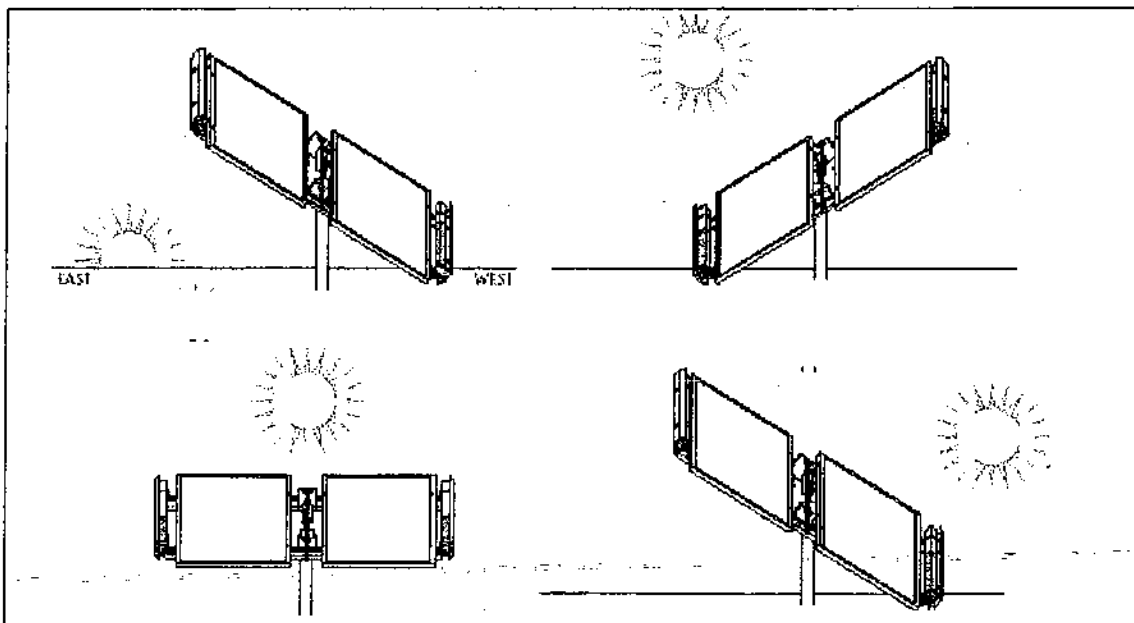
του συστήματος γίνεται με την βοήθεια των ειδικών μεταλλικών κουτιών που περιέχουν υγρό φρέον και βρίσκονται στην άκρη των αξόνων.

#### Περιστροφική κίνηση

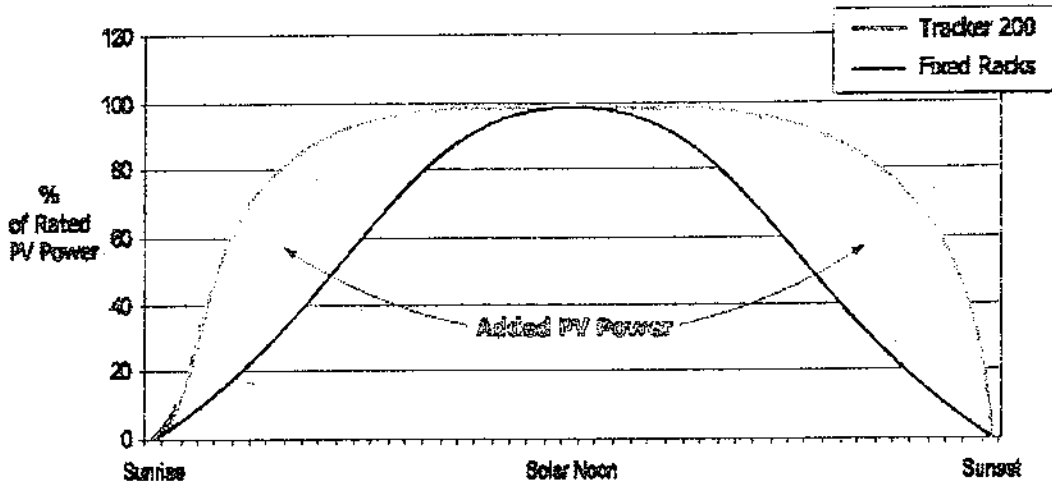
Κατά την ανατολή του ηλίου το σύστημα παρακολούθησης έχει παραμείνει στην τελευταία θέση παρατηρώντας τον ήλιο που έδωε από την προηγούμενη μέρα. Το σκιασμένο μεταλλικό κουτί που είναι προς την ανατολή παραμένει σκιασμένο άρα και δροσερό.

Ανάλογα με τις θέσεις που αρχίζει και παίρνει ο ήλιος κατά την πορεία στον ορίζοντα και λόγω της αλλαγής της θερμοκρασίας των μεταλλικών κουτιών έχουμε μετακίνηση του υγρού φρέον που μειώνει το βάρος του δυτικού μεταλλικού κουτιού και αυξάνει το βάρος του ανατολικού.

Αυτό γίνεται γιατί λόγω της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στο σύστημα των μεταλλικών κουτιών έχουμε αναλογία υγρού και αέριου φρέον μεταξύ τους. Έτσι για κάθε μετατόπιση του ήλιου θα έχουμε και διαφορετικές αναλογίες στο φρέον που υπάρχει μέσα στα μεταλλικά κουτιά άρα επιτυγχάνεται με την σειρά της η κίνηση του συστήματος.



Εξομοιωμένη σύγκριση απόδοσης μεταξύ του συστήματος παρακολούθησης και των σταθερών ραφιών.



ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ

Η γραφική παράσταση παραπάνω, συγκρίνει την απόδοση ισχύος μέσω των πλαισίων PV σε δύο σενάρια. Και οι δύο υποθέσεις έχουν σαν βάση μια ηλιόλουστη ημέρα με ανέμους μικρής έντασης. Η ανώτερη κόκκινη γραμμή στην γραφική παράσταση παρουσιάζει μια γρήγορη άνοδο στην παραγωγή ισχύος που εμφανίζεται λόγω του συστήματος παρακολούθησης και ο λόγος είναι το ότι μπορούν οι ενότητες PV να αντιμετωπίζουν τον ήλιο από το πρῶτο.

Έτσι διατηρούν την υψηλή παραγωγή τους καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας δεδομένου ότι το σύστημα ακολουθεί τον ήλιο. Από τη σύγκριση παρατηρούμε ότι, η χαμηλότερη μαύρη γραμμή παρουσιάζει την παραγωγή των σταθερών τοποθετημένων ενότητων PV. Η μεγάλη περιοχή μεταξύ των γραμμών αντιπροσωπεύει την αυξανόμενη παραγωγή ισχύος των δύο διαφορετικών ενότητων PV. Με τη χρησιμοποίηση του συστήματος παρακολούθησης, παίρνετε υψηλή παραγωγή ισχύος από τις ενότητές για περισσότερη ώρα κατά τη διάρκεια της ημέρας και όχι μόνο για λίγες ώρες κατά τη ώρα της μεσημβρίας.

Όμως όταν έχουμε μεταβολές στις καιρικές συνθήκες (δηλαδή συννεφιά) τότε η ακρίβεια του συστήματος παρακολούθησης μειώνεται. Ως προς την συντήρηση του θα λέγαμε, ότι χρειάζεται ελάχιστη κατά την διάρκεια του χρόνου. Το μόνο που χρειάζεται είναι η λίπανση στο σύστημα διεύθυνσης (ρουλεμάν, συγκρότημα

αξόνων) και καθαρισμός των ενοτήτων PV. Ως προς το ηλεκτρικό του μέρος θα λέγαμε ότι δεν χρειάζεται καμία συντήρηση.

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.5]

### 3.2 Τρόποι στήριξης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο κέλυφος των κτιρίων

Ανεξάρτητα από τη χρήση ενός κτιρίου ή ενός χώρου, η λειτουργία του σχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό, λειτουργία συσκευών, θέρμανση, κλιματισμός κ.τ.λ. Η μορφή και η ποσότητα της απαιτούμενης ενέργειας εξαρτάται κυρίως από τη χρήση του χώρου.

Η δυνατότητα ένταξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο κέλυφος των κτιρίων περιορίζει σε κάποιο ποσοστό την ανάγκη ανάπτυξης τους στο έδαφος, ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες ενέργειας για τη μεταφορά της. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούν δομικά στοιχεία σύγχρονης τεχνολογίας και υψηλής ποιότητας, τα οποία αντικαθιστούν αντίστοιχα τα συμβατικά δομικά υλικά, συμμετέχοντας στην αισθητική και λειτουργική διαμόρφωση των όψεων και των στεγών (σχήμα 3-4) των κτιρίων και εξασφαλίζοντας σημαντικό μέρος της αναγκαίας για τη λειτουργία τους ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άποψη αυτή το κόστος των φωτοβολταϊκών δομικών στοιχείων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μειωμένο ως προς το κόστος των δομικών στοιχείων τα οποία τα υποκαθιστούν.



Σχήμα 3-4. Φωτοβολταϊκά πλαίσια σε στέγη με κεραμίδια

Προκειμένου να ενταχθούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα σε κελύφη κτιρίων πρέπει να είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνουν τη μέγιστη δυνατή απόδοση και να παρουσιάζουν τις ιδιότητες των αντίστοιχων συμβατικών δομικών στοιχείων:

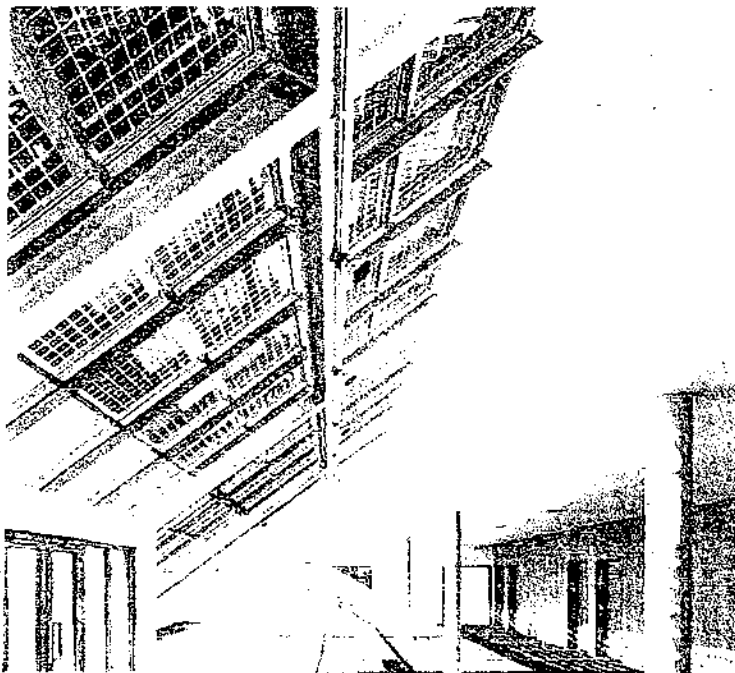
-Βάρος και αντοχή αποτελούν θεμελιώδη χαρακτηριστικά των δομικών υλικών. Ένας τρόπος μείωσης του κόστους των παραδοσιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ο περιορισμός του βάρους των μοναδιαίων στοιχείων, που

συνεπάγεται μειωμένη επιβάρυνση στη φέρουσα κατασκευή σε σύγκριση με τα παραδοσιακά φωτοβολταϊκά συστήματα.

-Το μέγεθος των φωτοβολταϊκών στοιχείων αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την ένταξη τους στο κέλυφος. Οι διαστάσεις των μοναδιαίων στοιχείων αναπτύσσονται με βάση τις διαστάσεις των κυψελών, ενώ ως δομικά υλικά διατίθενται με τυποποιημένες διαστάσεις. Μικρών διαστάσεων υλικά χαρακτηρίζονται από αυξημένο κόστος κατασκευής και τοποθέτησης. Το μέγεθος πρέπει να προσδιορίζεται σε συνδυασμό με την τυποποίηση των άλλων δομικών υλικών και σε σχέση με το βάρος, την αντοχή, την ακαμψία και τη φέρουσα ικανότητα του μοναδιαίου στοιχείου.

-Η συμβατότητα με τα συνήθη συστήματα στερέωσης των δομικών στοιχείων αποτελεί αναγκαία υποχρέωση ώστε να διευκολύνεται η προσαρμογή τους στα κτίρια και να περιορίζεται το κόστος της εγκατάστασης.

-Η αισθητική αποτελεί επίσης αποφασιστικό παράγοντα επιλογής των δομικών υλικών, τα οποία διαμορφώνουν το κέλυφος. Η συντηρητική φύση της κατασκευαστικής βιομηχανίας αναζητεί τη συμμόρφωση της αισθητικής των φωτοβολταϊκών στοιχείων προς τη συμβατική σχεδιαστική αισθητική. Ήδη κατασκευάζονται στοιχεία σε ποικίλες αποχρώσεις καθώς και ημιδιαφανή στοιχεία από άμορφο πυρίτιο τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να αποκλείουν τον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων (σχήμα 3-5).

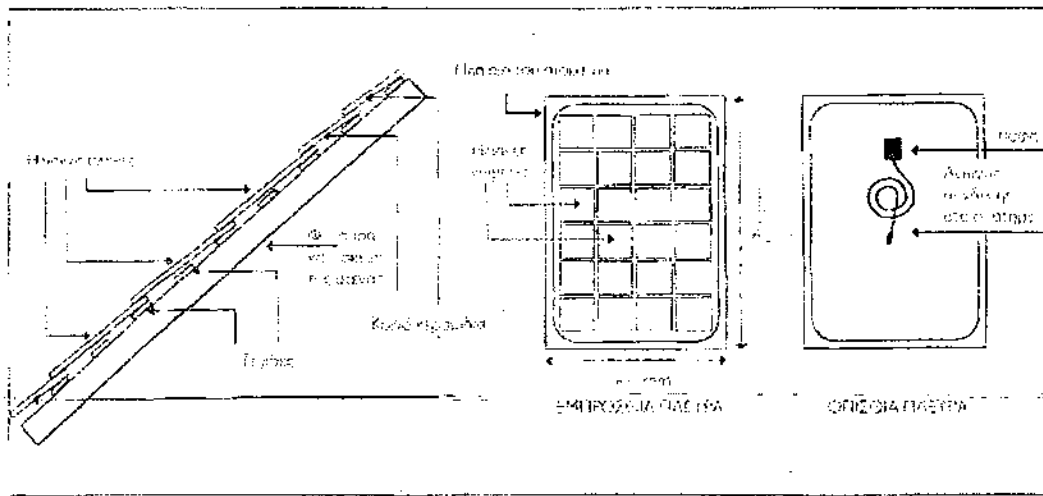


Σχήμα 3-5. Η συνολική ισχύς των φωτοβολταϊκών πλάνο που έχουν εγκατασταθεί στη στέγη του κτιρίου του υπουργείου οικονομικών στο Βερολίνο ανέρχεται σε 100kW.

-Η ασφάλεια των δομικών υλικών λαμβάνεται υπόψη κατά την παραγωγή, μεταφορά, τοποθέτηση και χρήση ή λειτουργία τους. Ιδιαίτερα ενδιαφέρει η συμπεριφορά τους σε δυναμικές καταπονήσεις (άνεμος, σεισμός κ.τ.λ.)

Η ενσωμάτωση στη στέγη φωτοβολταϊκών πανό αποτελεί ένα ενδιαφέρον βήμα προς την αισθητική ενσωμάτωση των μοναδιαίων φωτοβολταϊκών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου. Η επιφάνεια της στέγης μπορεί να καλύπτεται σε μικρό ή σε μεγάλο βαθμό με φωτοβολταϊκά συστήματα, ανάλογα με τον προσανατολισμό, σκίαση, κλίση της στέγης και τις απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια που πρέπει να καλυφθούν. Η τεχνολογία έχει αναπτύξει και τυποποιήσει τα συστήματα, τα οποία προορίζονται για τη χρήση αυτή. Υπάρχουν δύο βασικές παραλλαγές:

- Πανό μεγάλου μεγέθους που τοποθετούνται πάνω από την επικάλυψη της στέγης.
- Πανό μορφής πλακών επικάλυψης, που αντικαθιστούν τα υλικά επικάλυψης. Τα πανό που τοποθετούνται πάνω στην επικάλυψη, στηρίζονται και στερεώνονται με τη βοήθεια ειδικών μεταλλικών εξαρτημάτων, τα οποία προσαρμόζονται στις τεγίδες της στέγης (σχήμα 3-6). Ο αερισμός, που επιτυγχάνεται με τη φυσική κυκλοφορία αέρα μεταξύ των πλακών του συστήματος και της επικάλυψης, διατηρεί χαμηλή τη θερμοκρασία στην πίσω πλευρά των στοιχείων με συνέπεια την ομαλότερη και αποδοτικότερη λειτουργία του συστήματος. Τα στοιχεία αυτά είναι δυνατό να τοποθετηθούν με τον ίδιο τρόπο πάνω στη φέρουσα κατασκευή της επικάλυψης, αντικαθιστώντας τις επίπεδες κεραμικές ή λίθινες πλάκες.



Σχήμα 3-6. Σχηματική παράσταση φωτοβολταϊκών πανό μορφής πλακών επικάλυψης και τρόπος εφαρμογής τους σε συνδυασμό με κοινά κεραμικά.

Τα πανό μορφής πλακών επικάλυψης (ηλιακές πλάκες στέγης) προορίζονται για τοποθέτηση και στερέωση πάνω στις τεγίδες χωρίς την βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων, όπως δηλαδή τα κεραμίδια ή οι κοινές πλάκες επικάλυψης. Καλύπτουν όλες τις προδιαγραφές των αντίστοιχων συμβατικών δομικών στοιχείων ως προς την στεγανότητα και την αντοχή, είναι εύκολα αντικαταστάσιμα, μπορούν να τοποθετηθούν από τεχνίτες στεγών, ενώ πρέπει να ελεγχθούν από ηλεκτρολόγους ως προς τις ηλεκτρικές συνδέσεις.

Ακόμη είναι δυνατό να ενσωματωθούν στους περισσότερους τύπους στεγών και να συνδυαστούν με μεγάλη ποικιλία υλικών επικάλυψης. Τοποθετούνται με αλληλοεπικάλυψη και συνδέονται με την ηλεκτρική εγκατάσταση με αναμονές αγωγών που είναι προσαρμοσμένες στην πίσω πλευρά τους.

Το πλαίσιο των πλακών αυτών είναι κατασκευασμένο από πολυμεθυλμεθακρυλικό φύλλο, που είναι χρωματισμένο κατά τρόπο που να εξασφαλίζει προστασία έναντι της υπεριώδους ακτινοβολίας. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες συνήθως από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο τοποθετούνται μεταξύ φύλλων από οπλισμένες υαλοίνες και επικαλύπτονται με τζάμι και επικαλύπτονται με τζάμι. Το πάχος τους είναι μικρότερο από 1 cm, το συνολικό βάρος κάθε πλάκας είναι περίπου 6kg και η επιφάνεια που καλύπτεται από κάθε πλάκα ισοδυναμεί με πέντε κοινά κεραμίδια. Ο αποδοτικότερος προσανατολισμός των στοιχείων όπως ξέρουμε είναι ο νότιος.

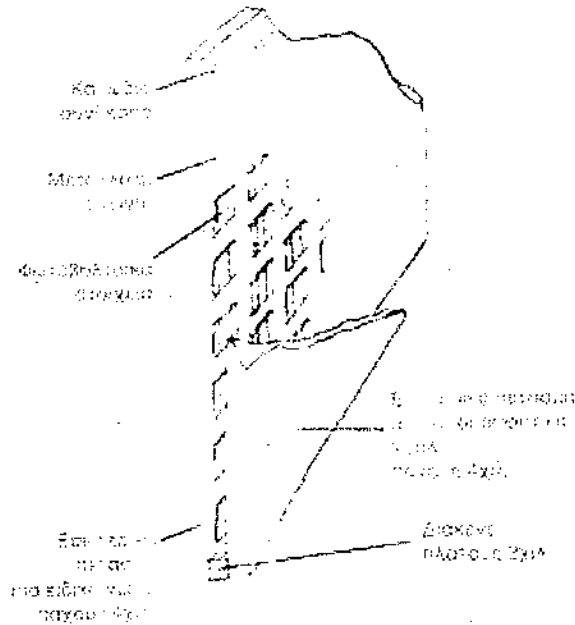
Μικρές αποκλίσεις δεν επηρεάζουν την απόδοση, μεγαλύτερες όμως θα καταστήσουν την εγκατάσταση μη αποδοτική. Η κλίση της στέγης πρέπει να είναι υπό γωνία που να πλησιάζει ή να ταυτίζεται καλύτερα με την γωνία του γεωγραφικού πλάτους. Σημαντική επίδραση στην απόδοση έχει και η σκίαση των πανό από γειτονικά κτίρια ή δέντρα σε κάποιες περιόδους της ημέρας. Η απόδοση είναι αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασίας του στοιχείου και για το λόγο αυτό πρέπει να εξασφαλίζεται ανεμπόδιστος αερισμός στη πίσω πλευρά τους.

→→ Στην συνέχεια μπορούμε να παρατηρήσουμε διάφορες εφαρμογές και στηρίξεις φωτοβολταϊκών πλαισίων σε κτιριακά συγκροτήματα αλλά και σε στέγες απλών κατοικιών ή οποίες χωρίζονται σε κατοικίες με κέραμο – σκεπές και σε επίπεδες στέγες (με πλάκα).

### 3.2.1 Συστήματα όψεων με φωτοβολταϊκά στοιχεία

Τα πανό αποτελούνται από διπλά τζαμιά με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία μέσα στο διάκενο. Τα πανό κατασκευάζονται κατά παραγγελία σε μέγεθος μέχρι 2,0x 3,20 m έτσι ώστε να μπορούν να καλύψουν ανοίγματα ή ολόκληρες όψεις κτιρίων.

Κατασκευή των ηλιακών πανό



Σχήμα 3-7

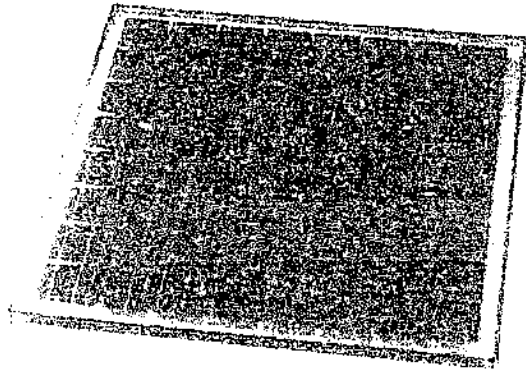
-Το εξωτερικό πέτασμα των διπλών τζαμιών των πανό, πάχους 4mm είναι κατασκευασμένο από ειδικό γυαλί με μεγάλη διαφάνεια, το οποίο επιτρέπει τη διέλευση της μέγιστης ποσότητας ακτινοβολίας.

-Το εσωτερικό πέτασμα των διπλών τζαμιών αποτελείται από ειδικό γυαλί πάχους 4mm. Ανάλογα με την συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να μεταβληθεί κατά παραγγελία τόσο το πάχος όσο και η ποιότητα του γυαλιού και στα δύο πετάσματα.

-Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία βρίσκονται μέσα στο διάκενο των δύο πετασμάτων, πλάτους 2mm, τοποθετημένα σε κατακόρυφες στήλες. Τα στοιχεία κάθε στήλης είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους σε σειρά και παράλληλα με δύο μεταλλικά σύρματα (σχήμα 3-7).

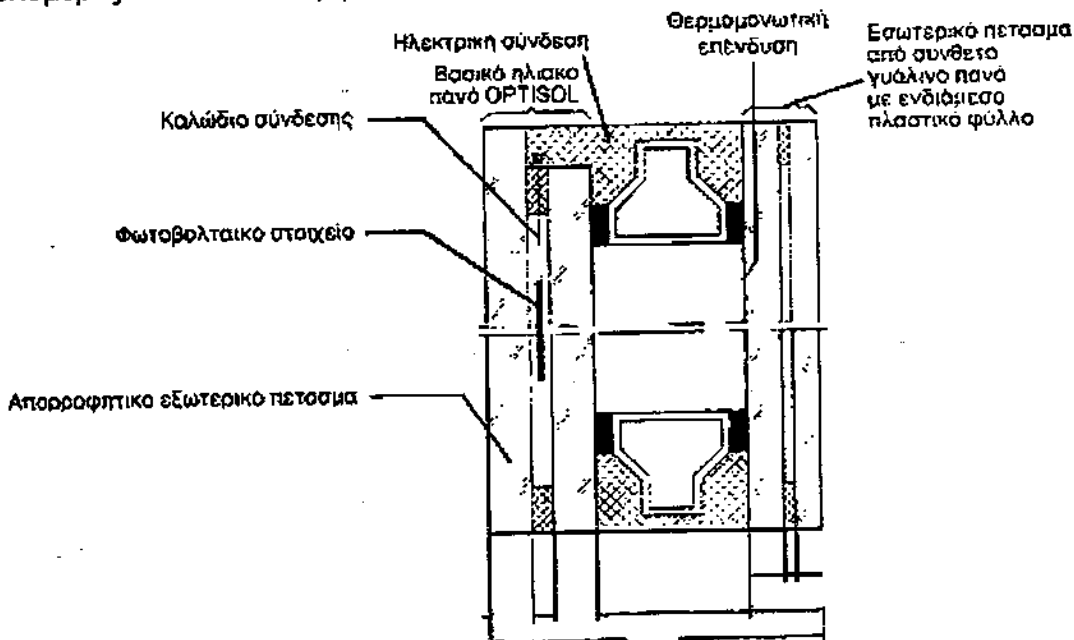


Το διάκενο των διπλών τζαμιών είναι περιμετρικά σφραγισμένο και προεξέχουν μόνο δύο ηλεκτρικά καλώδια (σχήμα 3-8) που παρέχουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μέσα στο πανό.



Σχήμα 3-8

Ο χώρος στο εσωτερικό του διακένου είναι πλήρης με ένα ειδικό ρευστό πολυμερές υλικό που περιβάλλει τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.



Σχήμα 3-9

Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο που περιλαμβάνεται στο γυάλινο πανό αποτελεί μια μικρή ηλεκτρική γεννήτρια. Το βασικό υλικό κατασκευής των στοιχείων είναι το πυρίτιο από το οποίο μπορούν να κατασκευαστούν:

→ Κρυσταλλικά στοιχεία τα οποία είναι διαφανή τετράγωνα φύλλα μονοκρυσταλλικής και πολυκρυσταλλικής δομής, πλευράς 10cm και πάχους 0,5mm. Τα κρυσταλλικά στοιχεία μπορεί να έχουν μπλε ή σκούρο γκρι χρώμα και είναι αδιαφανή, για αυτό πρέπει να εφαρμόζονται με τέτοια πυκνότητα μέσα στο πανό ώστε να παρέχουν στον εσωτερικό χώρο τον απαραίτητο φυσικό φωτισμό και θέα. Μπορεί επίσης τα πανό με κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία να συνδυαστούν με κοινά διαφανή πανό στην ίδια όψη.

→ Άμορφα στοιχεία τα οποία είναι στοιχεία με σκούρο κόκκινο χρώμα, πάχους λίγων "mm" που σχηματίζονται από διαδοχικά πυριτικά φιλμ με ειδικές τεχνικές εναπόθεσης υλικού. Τα άμορφα στοιχεία μπορεί να είναι ημιδιαφανή και εφαρμόζονται καλύπτοντας ολόκληρη την επιφάνεια των γυάλινων πανό ή τοποθετούνται με τέτοια πυκνότητα ώστε να επιτρέπουν τον επιθυμητό φυσικό φωτισμό και θέα.

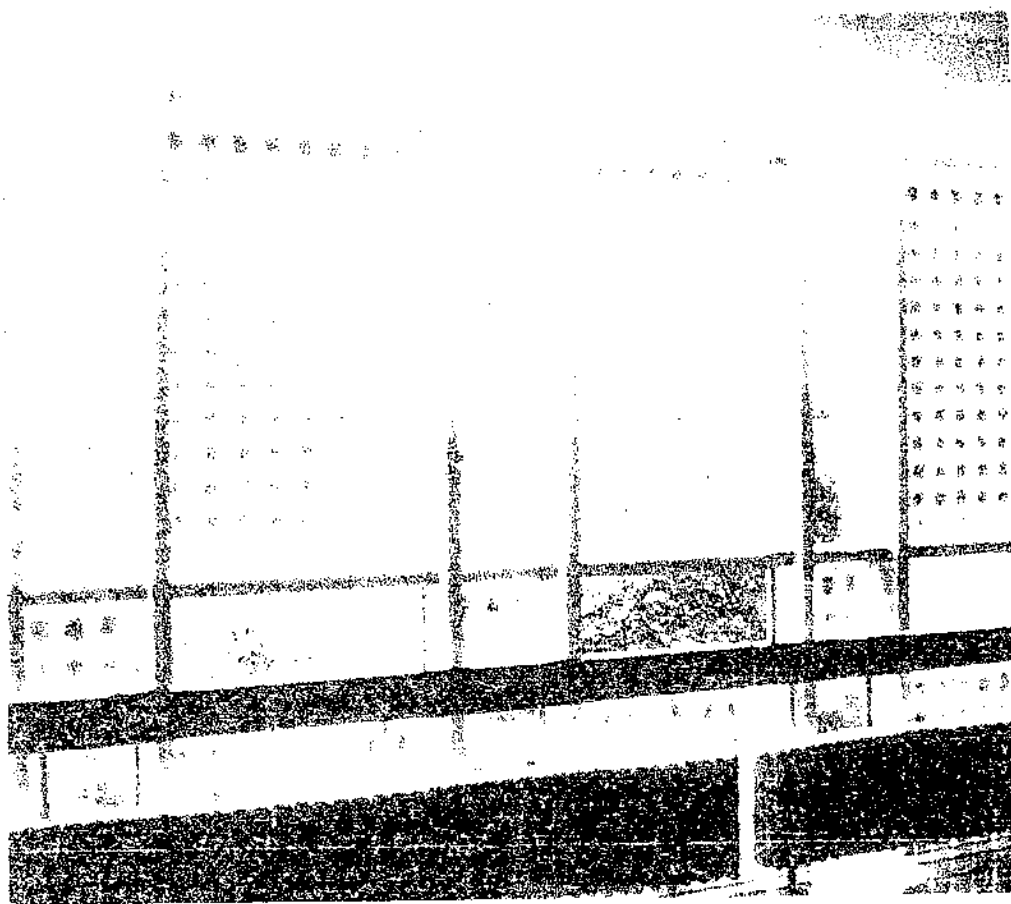
Η λειτουργία του ηλιακού πανό είναι η εξής: Από την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια κάθε στοιχείου ένα ποσοστό ανακλάται, ένα άλλο απορροφάται από το στοιχείο και το υπόλοιπο μεταδίδεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Το ποσοστό της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να παρέχει το επιθυμητό "ηλιακό θερμικό κέρδος" και φυσικό φωτισμό στον εσωτερικό του χώρου. Από το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το στοιχείο, ένα μέρος μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια.



Σχήμα 3-10. Τοποθέτηση των ειδικών πανό.

Τα άμορφα στοιχεία έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια το 5% έως 7% της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφούν, ενώ για τα κρυσταλλικά στοιχεία το ποσοστό ανεβαίνει στο 9% έως 14%. Το υπόλοιπο μέρος της απορροφούμενης ηλιακής ενέργειας αποδίδεται στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας.

Όμως για να έχουμε καλά αποτελέσματα θα πρέπει να μελετήσουμε και τον ηλιασμό του κτιρίου, για το λόγο αυτό ένα από τα βασικά στάδια της μελέτης περιλαμβάνει και την εξέταση της πορείας του ήλιου σε όλη τη διάρκεια του χρόνου.



Σχήμα 3-11. Ολοκληρωμένη εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πανό σε κτιριακό συγκρότημα.

### 3.2.2 Συστήματα ολοκληρωμένων προσόψεων

Η ενσωμάτωση των PV – συστημάτων σε στέγη είναι κατάλληλη για το μικρό μέγεθος στα μεγάλης κλίμακας συστήματα.

#### ΕΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Τα PV-συστήματα έχουν δοκιμασθεί και συμμορφώνονται με τα Ευρωπαϊκά και διεθνή στάνταρ σύγκρισης, συμπεριλαμβανομένου και τα σχέδια-στάνταρ των κτιριακών εγκαταστάσεων.

#### ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ

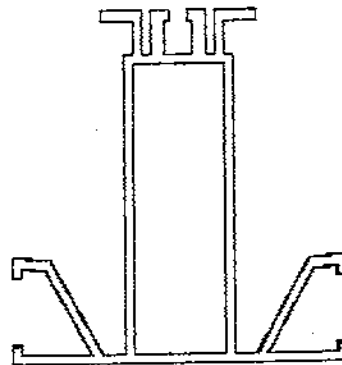
Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

1. Βασική ράγα
2. Διαγώνια ράγα
3. Αφαιρετικό συρταρωτό κάλυμμα
4. Αφαιρετικό συρταρωτό κάλυμμα
5. Παρέμβυσμα στεγανοποίησης
6. Κάλυψη καλωδίων
7. Σφιγκτήρας ανοξειδωτου χάλυβα

#### Βασική ράγα

(Τεχνικά δεδομένα)

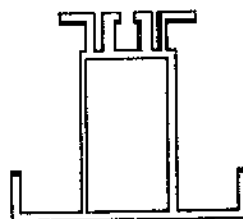
- Προδιαγραφή κραμάτων : 6063
- Σκληρότητα ατσαλιού : T6
- Θεωρητικό βάρος : 1,896 kg/m
- Εξωτερική περίμετρος : 491mm
- Εσωτερική περίμετρος : 161mm
- Ix: 19.36 cm
- Iy: 20.65 cm



Διαγώνια ράγα

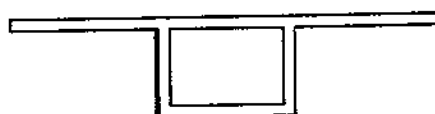
(Τεχνικά δεδομένα)

- Προδιαγραφή κραμάτων : 6063
- Σκληρότητα ατσαλιού : T6
- Θεωρητικό βάρος : 1,324 kg/m
- Εξωτερική περίμετρος : 330mm
- Εσωτερική περίμετρος : 117mm
- $I_x$ : 17.84 cm
- $I_y$ : 9.42 cm

Κάλυμμα που αφαιρείται συρταρωτά

(Τεχνικά δεδομένα)

- Προδιαγραφή κραμάτων : 6063
- Σκληρότητα ατσαλιού : T6
- Θεωρητικό βάρος : 0,154 kg/m
- Εξωτερική περίμετρος : 83mm
- Εσωτερική περίμετρος : 31mm
- Προτεινόμενο διάστημα καρφιών 300mm

Πριτσίνι

Υλικό: Αλουμίνιο

Μέσο τυποποίησης βγάζει δύναμη 600N

Παρέμβυσμα στεγανοποίησης

Υλικό: EPDM

Μέγιστο πάχος του φύλλου πλαστικού 6mm

Κάλυψη καλωδίων

Υλικό: Ημιάκαμπτο UPVC

Παρέχεται σε μήκη των 3m

Ανοξείδωτος χάλυβας

Υλικό: SS321

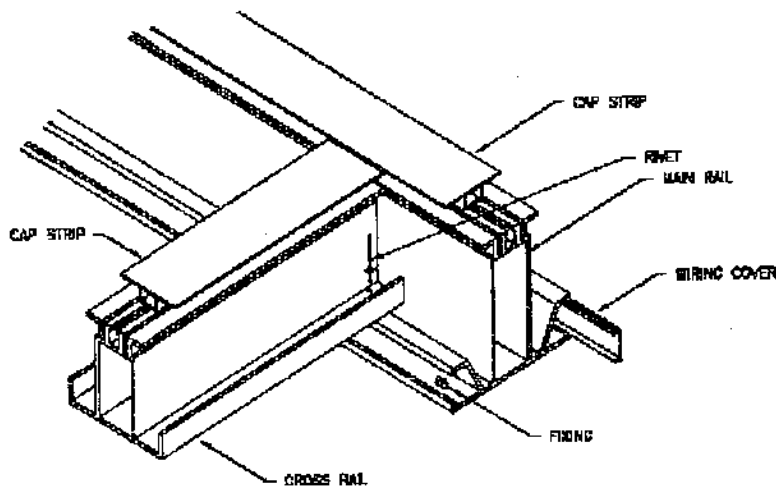
Καθοριστική διάμετρος τρυπών 6mm

Το σύστημα είναι εύκολο να συναρμολογηθεί. Το σύστημα εξασφαλίζεται με τον καθορισμό των δύο βασικών ραγών στην υποδομή των προσόψεων. Υπάρχουν δύο τρόποι που προτείνονται για την εγκατάσταση του.

1) Στο διάστημα του 1m στερεώνεται μέσω της φλάντζας και ασφαρίζεται με τους συνδέσμους (συνδετήρες).

(ή)

2) Εξασφαλίζεται με ειδικούς σφιγκτήρες ανοξείδωτου χάλυβα (τύπου 60001) που στερεώνονται ανά 600mm μεταξύ τους.



#### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- Κατάλληλο για τοποθέτηση σε νέες και παλαιές προσόψεις κτιρίων
- Το σύστημα μπορεί να τοποθετηθεί σε κάθετες αλλά και κεκλιμένες επιφάνειες.



Εφαρμογές σε κτιριακά συγκροτήματα αλλά και απλές όψεις κατοικιών.

### 3.2.3. Ενσωμάτωση PV συστημάτων σε κεκλιμένες στέγες

Η ενσωμάτωση των PV – συστημάτων σε στέγη είναι κατάλληλη για το μικρό μέγεθος στα μεγάλης κλίμακας συστήματα.

#### ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ

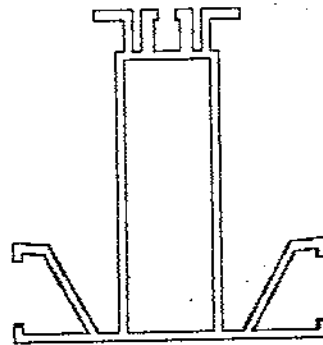
Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

1. Βασική ράγα
2. Διαγώνια ράγα
3. Αφαιρετικό συρταρωτό κάλυμμα
4. Πριτσίνι
5. Παρέμβυσμα στεγανοποίησης
6. Κάλυψη καλωδίων
7. Σφικτήρας ανοξειδωτού χάλυβα

#### Βασική ράγα

(Τεχνικά δεδομένα)

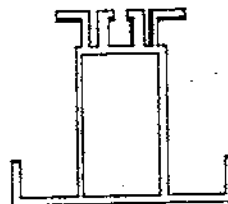
- Προδιαγραφή κραμάτων : 6063
- Σκληρότητα ατσαλιού : T6
- Θεωρητικό βάρος : 1,896 kg/m
- Εξωτερική περίμετρος : 491mm
- Εσωτερική περίμετρος : 161mm
- $I_x$ : 19.36 cm
- $I_y$ : 20.65 cm



#### Διαγώνια ράγα

(Τεχνικά δεδομένα)

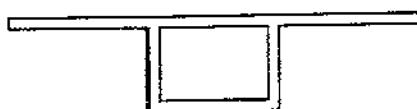
- Προδιαγραφή κραμάτων : 6063
- Σκληρότητα ατσαλιού : T6
- Θεωρητικό βάρος : 1,324 kg/m
- Εξωτερική περίμετρος : 330mm
- Εσωτερική περίμετρος : 117mm
- $I_x$ : 17.84 cm
- $I_y$ : 9.42 cm



Κάλυμμα που αφαιρείται συρταρωτά

(Τεχνικά δεδομένα)

- Προδιαγραφή κραμάτων : 6063
- Σκληρότητα ατσαλιού : T6
- Θεωρητικό βάρος : 0,154 kg/m
- Εξωτερική περίμετρος : 83mm
- Εσωτερική περίμετρος : 31mm
- Προτεινόμενο διάστημα καρφιών  
300mm

Πριτσίνι

Υλικό: Αλουμίνιο

Μέσο τυποποίησης αντέχει δύναμη 600N

Παρέμβυσμα στεγανοποίησης

Υλικό: EPDM

Μέγιστο πάχος του φύλου πλαστικού 6mm

Κάλυψη καλωδίων

Υλικό: Ημιάκαμπτο UPVC

Παρέχεται σε μήκη των 3m

Ανοξειδωτος χάλυβας

Υλικό: SS321

Καθοριστική διάμετρος τρυπών 6mm

## ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

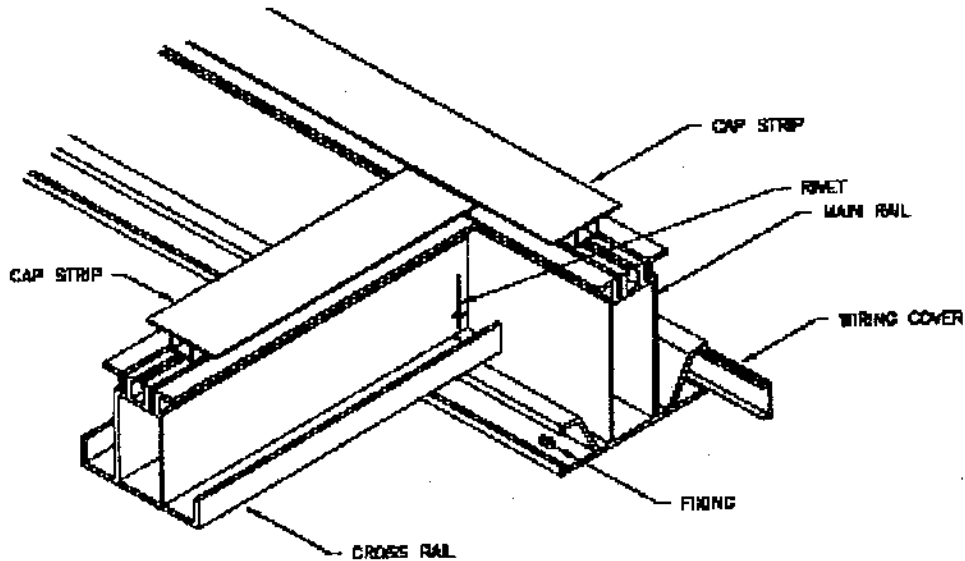
Το σύστημα είναι εύκολο να συναρμολογηθεί. Η ασφάλεια του συστήματος καθορίζεται από τις βασικές ράγες στην υποδομή στεγών. Υπάρχουν δύο προτεινόμενοι τρόποι για τη στήριξη του.

1) Στο διάστημα του 1m που στερεώνεται μέσω της φλάντζας και που εξασφαλίζεται με τους συνδέσμους

(ή)



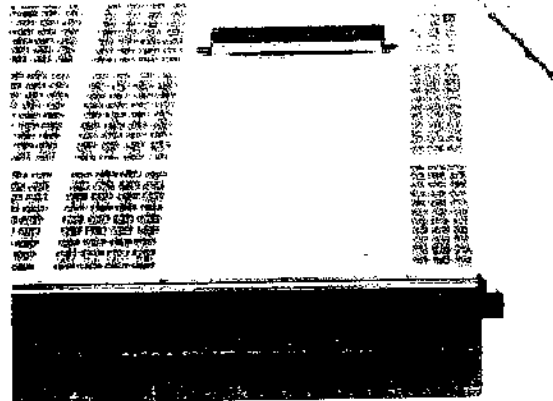
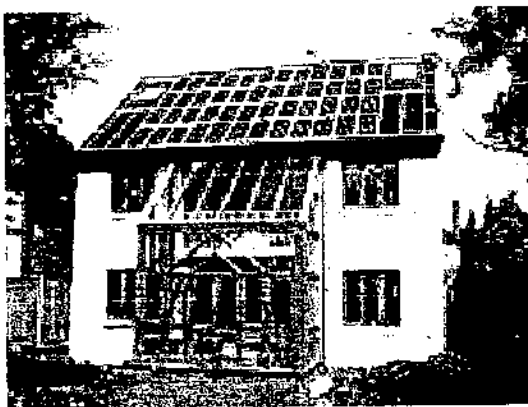
2) Εξασφαλίζεται μέσω των ειδικών σφιγκτήρων ανοξείδωτου χάλυβα(τύπου 60001) που στερεώνονται μεταξύ τους σε διάστημα 600mm



Το σύστημα μπορεί να εφοδιαστεί με διάφορα εξαρτήματα ώστε να μπορεί να ταιριάξει με τις συγκεκριμένες συνθήκες των περιοχών.

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

- Είναι κατάλληλο ώστε να εγκατασταθεί σε νέες αλλά και παλαιές στέγες.
- Μπορεί να εγκατασταθεί σε κατασκευές στεγών. Με μονό-πισσών και διπλό-πισσών επιφανειών.



## 3.2.4 Ενσωμάτωση PV συστημάτων σε στέγη με κεραμίδια

Τα συστήματα αυτά σύμφωνα με το σχέδιο εγκατάστασης μπορούν να τοποθετηθούν και σε κεραμίδια.

## Χαρακτηριστικά γνωρίσματα προϊόντων

- Μπορούν να ενσωματώσουν οποιοδήποτε μέγεθος φύλου.
- Συναρμολογείτε εύκολα.
- Κατασκευασμένος από βαμμένο γαλβανισμένο χάλυβα
- Μπορούν να εγκατασταθούν και να στερεωθούν σε όλη την κατασκευή της στέγης.

## ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ

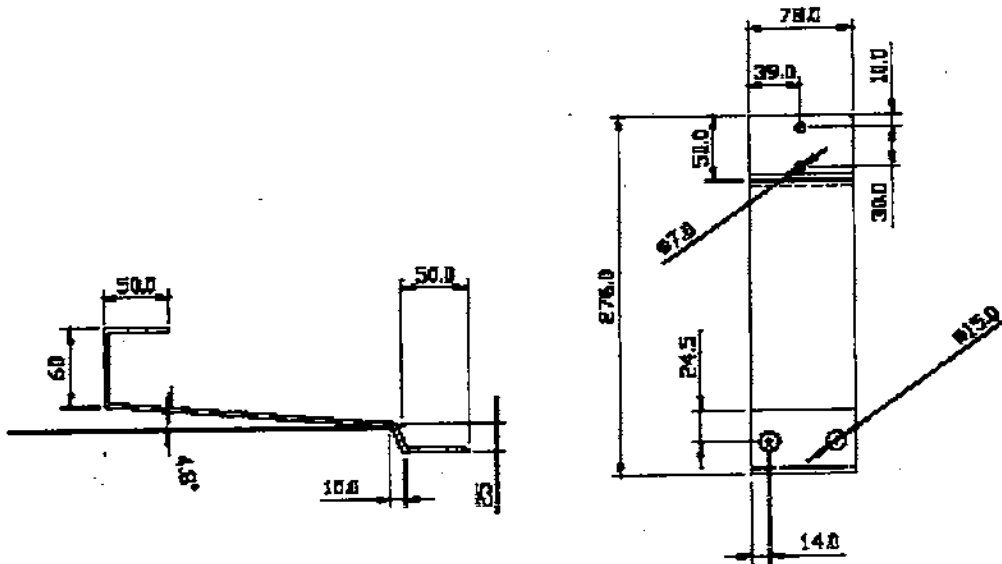
Το σύστημα αποτελείται από τα εξής μέρη.

| Περιγραφή                      | Προδιαγραφές                                    | Νούμερο Νο | Πληροφορίες          |
|--------------------------------|---|------------|----------------------|
| Βαμμένος γαλβανισμένος χάλυβας | 41x21<br>αυλακωμένο<br>κάθετο τμήμα<br>καναλιών | 170001     | -                    |
| Βαμμένος γαλβανισμένος χάλυβας | 41x21<br>αυλακωμένο<br>κάθετο τμήμα<br>καναλιών | 170002     | -                    |
| PVS γάντζος υποστήριξης        | Γαλβανισμένος                                   | 60201      | Συγκεκριμένη περιοχή |
| PVS γάντζος υποστήριξης        | Ανοξειδωτος χάλυβας                             | 60202      | Συγκεκριμένη περιοχή |
| Υποστηρίγματα κεραμιδιών       | Τύπου 'klober'                                  | -          | προαιρετικό          |
| Σύνδεσμοι πλαισίων             | Τύπος διαμαντιού                                | -          | -                    |
| Σύνδεσμοι                      | M6<br>M8<br>M10 } Σει<br>} συναρμολόγησης       | -          | -                    |

## ΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

## Γάντζος υποστήριξης

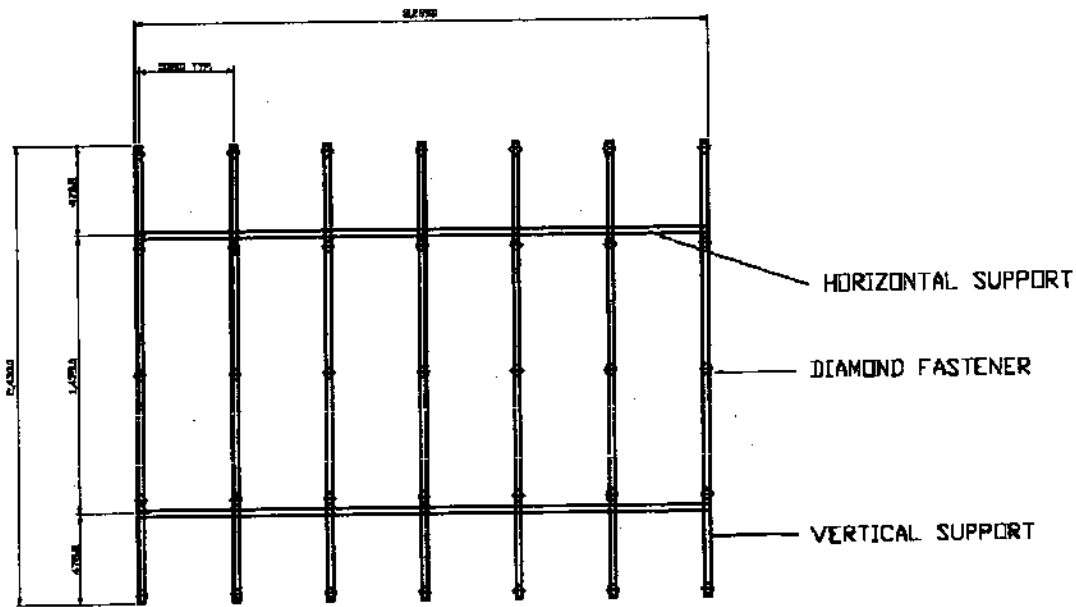
- γαλβανισμένος ή ανοξείδωτος χάλυβας
- υλικό πάχους 3mm
- βάρος 3,5kg
- κατασκευασμένος σύμφωνα με BS2994/1976



Σχήμα 3-12 Γάντζος υποστήριξης και οριζόντια συναρμολόγηση

## ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΤΟΥ ΧΑΛΥΒΑ

- γαλβανισμένος ή ανοξειδωτος χάλυβας
- αυλακωμένο κανάλι
- κατασκευασμένο σύμφωνα BS2994/1976
- ονομαστικά 41mm πλάτος με 21mm βάθος
- βάρος ανά μέτρο 1,87 kg
- πάχος μετάλλου 2,5mm



A TYPICAL CHANNEL LAYOUT

## ΔΙΑΜΑΝΤΕΝΙΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Οι διαμαντένιοι σύνδεσμοι σχεδιάζονται για να εξασφαλίσουν την ομαλή τοποθέτηση των ηλιακών φύλλων πλαστικού ως προς την δομή του κτιρίου χωρίς κίνδυνο ζημιάς στα φωτοβολταϊκά πλαίσια λόγω της διαστρέβλωσης ή της υπερβολικής συμπίεσης του φύλλου πλαστικού όπου πάνω θα τοποθετηθούν τα πλαίσια. Εξίσου σημαντικό είναι ότι η θέση των συνδέσμων δεν επηρεάζει και δεν σκιάζει τα στοιχεία των στοιχείων.

Ας σημειώσουμε εδώ ότι τα στοιχεία που τοποθετούνται στη φυλλόμορφη άκρη έχουν ένα κενό κατά 9mm. Οι σύνδεσμοι κατασκευάζονται μέσω της εφαρμοσμένης μηχανικής και τα πλαστικά περνάνε από διάφορους ελέγχους

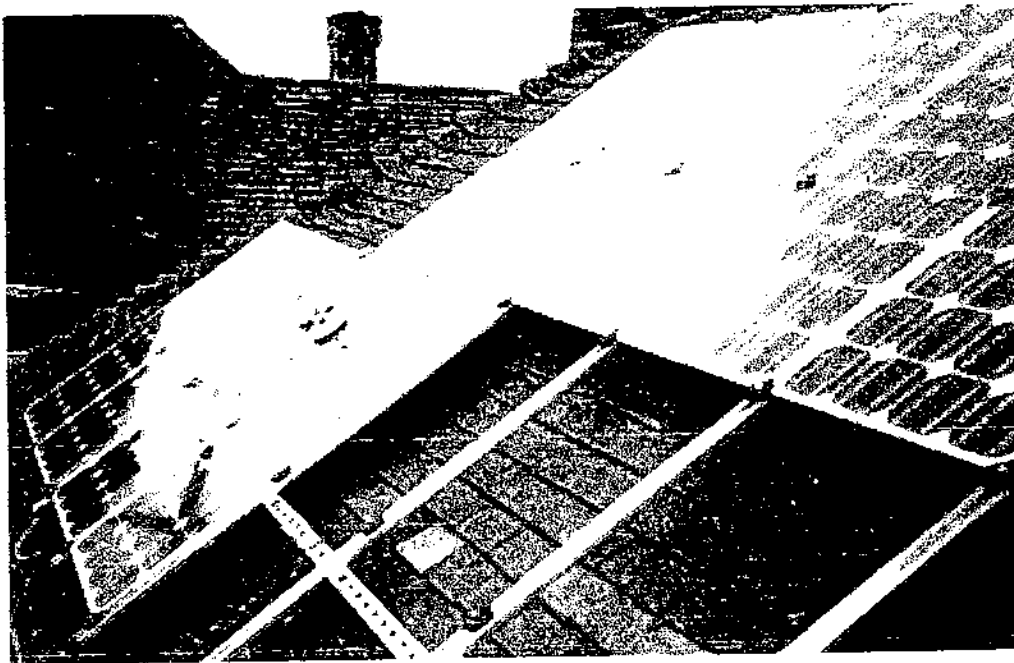
ώστε να αντέχουν στην εκτεταμένη έκθεση τους ως προς την ηλιακή ακτινοβολία και ειδικά στο υπεριώδες φάσμα.



Συναρμολόγηση διαμαντένιων συνδέσμων.

### ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

Το σύστημα είναι εύκολο να εγκατασταθεί και μπορεί να τοποθετηθεί στη στέγη με το καθορισμό των οριζόντιων υποστηρίξεων των γάντζων και οι οποίοι με τη σειρά τους ασφαλίζονται στις ξύλινες ράβδους.



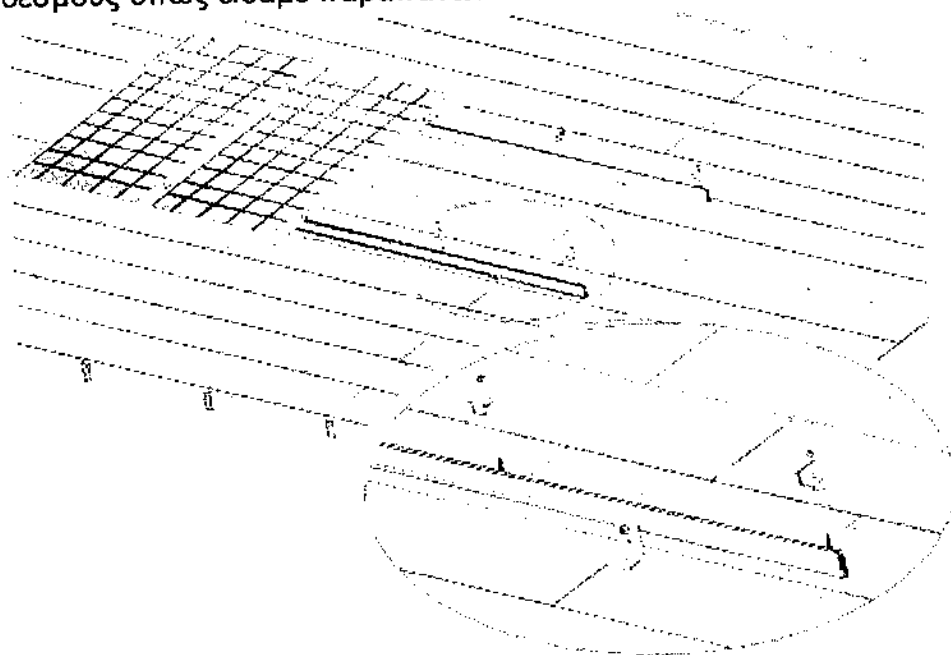
Συναρμολόγηση της δομής υποστήριξης και τοποθέτηση των ηλιακών πλαισίων.

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- Είναι κατάλληλο ώστε να εγκατασταθεί σε νέες αλλά και παλαιές στέγες.
- Μπορεί να εγκατασταθεί σε κατασκευές στεγών. Με μονό-πισσών και διπλό-πισσών επιφανειών.

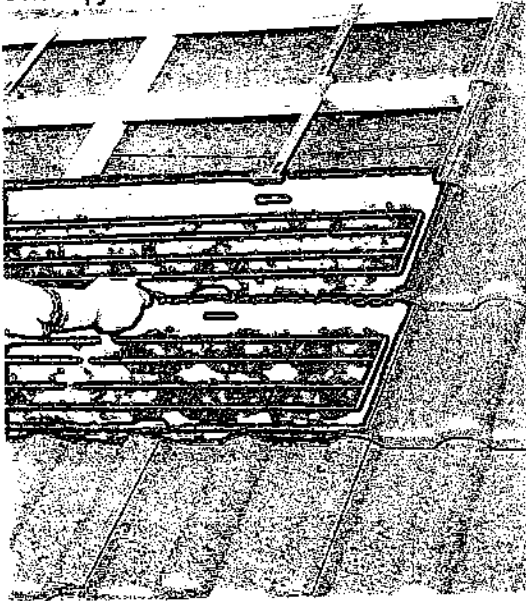


Αν κινηθούμε στον ίδιο τύπο κέραμο - σκεπών θα παρατηρήσουμε πως υπάρχουν διάφορες εναλλαγές ως προς την κατασκευή αλλά και τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε ότι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια εφαρμόζονται πάνω στον σκελετό των δοκών στηρίγματος, με συνδέσμους τύπου "Z" και "T" και όχι με διαμαντένιους συνδέσμους όπως είδαμε παραπάνω.



### 3.2.4.1 Ενσωμάτωση PV συστημάτων σε στέγη με κεραμίδια (διαφορετικού τύπου)

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 3-4 του κεφαλαίου 3.2 θα δούμε πως είναι περίπου η ίδια περίπτωση με αυτό τον τύπο εγκατάστασης. Η διαφορά τους όμως θα λέγαμε πως είναι στο ότι σε αυτή την εγκατάσταση χρησιμοποιούμε διαφορετικό τύπο φωτοβολταϊκού πλαισίου (διαφορά στις διαστάσεις αλλά και μια μικρή διαφορά στο πάχος του φωτοβολταϊκού πλαισίου) και στο ότι η τοποθέτηση των πλαισίων γίνεται πάνω σε ειδικούς τύπους γάντζων οι οποίοι βιδώνονται ή εφαρμόζονται πάνω στις τεγίδες (ξύλινα πηχάκια) της κέραμο – σκεπής.



Και εδώ παρατηρούμε πως είναι ειδικά σχεδιασμένο για την άμεση ένταξη του, στο κατασκευαστικό υλικό μιας κέραμο-σκεπής και σε συνδυασμό ως προς την μηχανική εγκατάσταση, εκπληρώνει μια διπλή λειτουργία η οποία είναι :

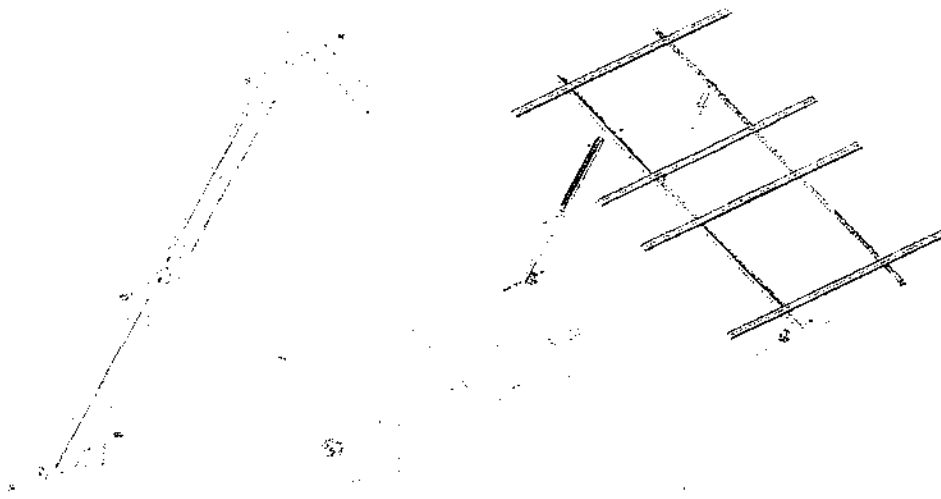
- α) Ηλιακή γεννήτρια για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και
- β) Αντικατάσταση δομικού υλικού επιφάνειας, κατασκευής σκεπής (ανθεκτική, στεγανή κάλυψη).

Αυτός ο τύπος ηλιακής ενότητας αντικαθιστά τέσσερα γραμμικά ευθυγραμμισμένα κεραμίδια στεγών. Το σύστημα όπως βέβαια και τα υπόλοιπα συστήματα εργάζεται παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο των κεντρικών αγωγών της ηλεκτρικής εγκατάστασης του κτιρίου. Η εγκατάσταση διάφορων τυποποιημένων πακέτων επιτρέπει την επέκταση των εγκαταστάσεων π.χ. 4900Wp.

→→ Μέχρι τώρα στο κεφάλαιο μας έχουμε δει εφαρμογές σε κτίρια που η σκεπή τους είναι με κεραμίδια και από κατασκευή τους είναι έτσι διαμορφωμένες ώστε να έχουν μια δεδομένη κλίση, που αυτή με τη σειρά της βοηθάει στο να έχουμε τις ηλιακές μας ενότητες σε μια κλίση (κάθετα ως προς την ηλιακή ακτινοβολία).

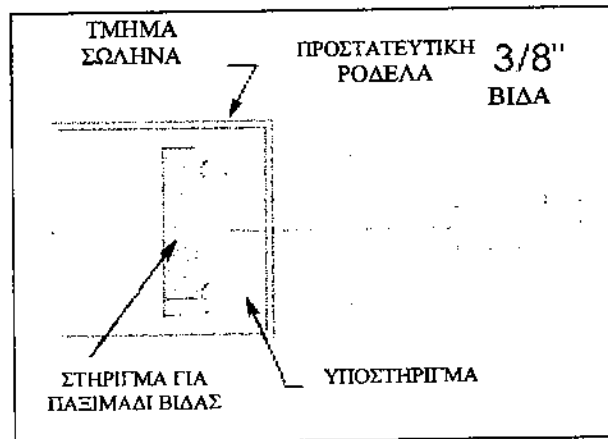
Όμως υπάρχουν και κτίρια που αντί για κέραμο – σκεπές έχουν επίπεδες τσιμεντένιες πλάκες για σκεπή σε τέτοιου είδους κατασκευές θα πρέπει να υπάρχουν ειδικά ράφια που να διαμορφώνεται η κλίση τους κατάλληλα. Μερικές από τις εφαρμογές αυτές θα δούμε παρακάτω.

3.2.5 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης



Σχήμα 3-13. Τμήμα του συστήματος συναρμολόγησης των διαβαθμισμένων ποδιών. Τα διευκρινισμένα μέρη των ποδιών και το σετ συναρμολόγησης παρατίθενται στον παρακάτω

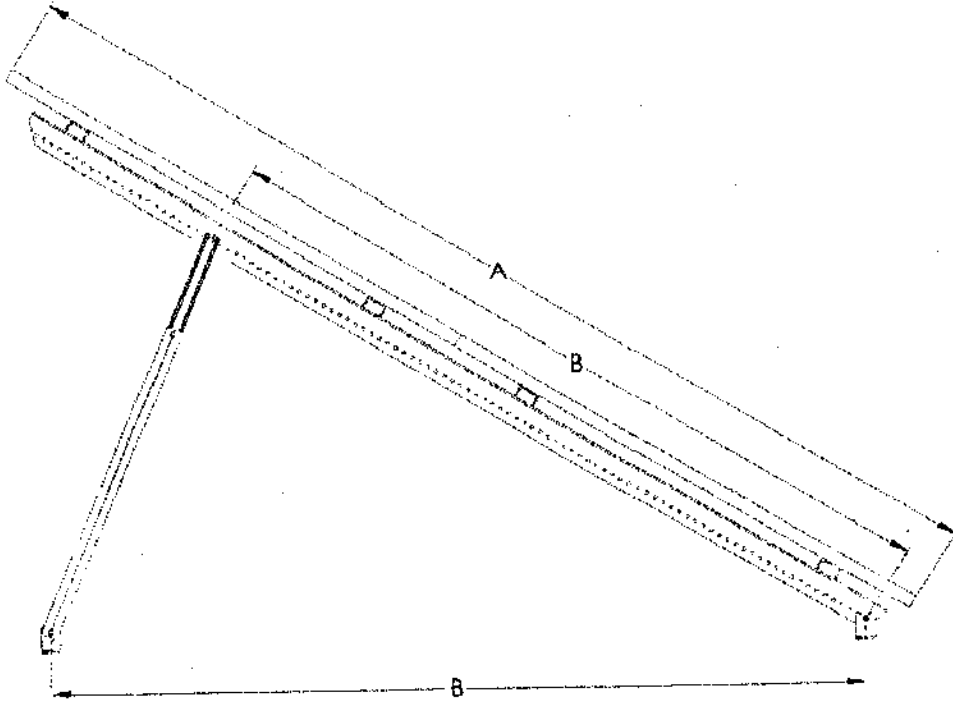
Η εφαρμογή είναι απλή και σύμφωνα με τους εφαρμοσμένους κώδικες του κτηρίου και όλης της ηλεκτρικής εγκατάστασης της σειράς των πλαισίων. Τα σχήματα επεξηγούν πλήρως τα μέρη των εξαρτημάτων.



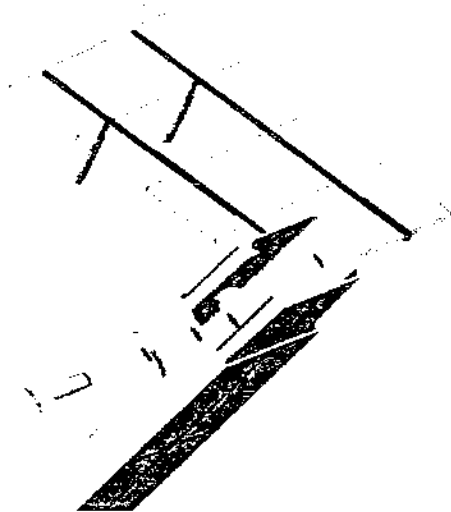
| ΛΙΣΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ          |          |                      |                          |
|----------------------------|----------|----------------------|--------------------------|
| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ                 | ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΜΕΓΕΘΟΣ ΓΑΛ.ΚΛΕΙΔΙΟΥ | ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΡΟΠΗ(FT_LBS) |
| ΤΜΗΜΑΤΑ ΠΟΔΙΩΝ             | 2        | -                    | -                        |
| ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΩΝ        | 2        | -                    | -                        |
| ΒΙΔΑ 3/8 x 1"              | 4        | 9/16                 | 30                       |
| ΒΙΔΑ(ΠΑΞΙΜΑΔΙ) 3/8 x 2 1/2 | 2        | 9/16                 | 30                       |
| ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΡΟΔΕΛΑ       | 4        | -                    | -                        |
| ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΠΑΞΙΜΑΔΙΟΥ        | 2        | -                    | -                        |



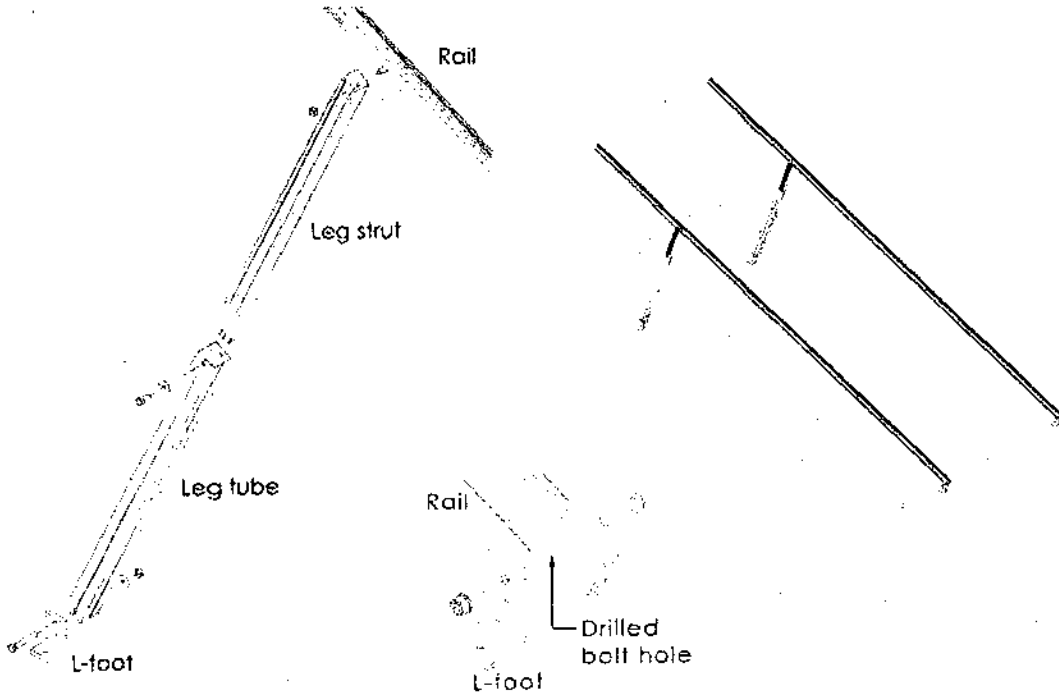
Τα εξαρτήματα από ανοξείδωτο χάλυβα μπορεί κατά την διαδικασία της συναρμολόγησης τους να γδαρθούν. Για να μειωθούν σημαντικά οι πιθανότητες του γδαρσίματος των υλικών μπορούμε πριν τη συναρμολόγηση να τοποθετήσουμε μια μικρή ποσότητα λιπαντικού στα μπουλόνια.



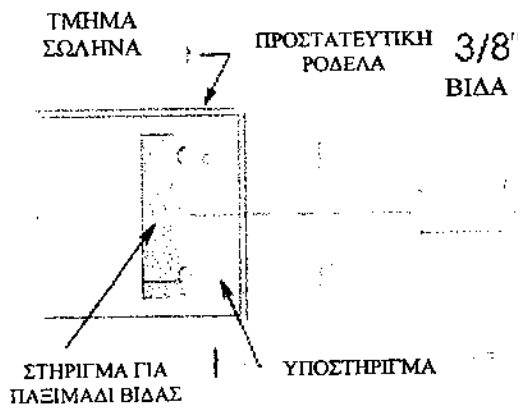
Τμήμα του συστήματος και τοποθέτηση των ποδιών. Η απόσταση μεταξύ των μπροστινών ποδιών (B) πρέπει περίπου να είναι ίση με την απόσταση μεταξύ των συνδέσεων των ποδιών και των ποδιών κατά μήκος της ράγας. Και τα δύο πρέπει να είναι ίσα με το 70% περίπου του συνολικού μήκους του πλαισίου.



3.2.5.1 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης (διαφορετικός τύπος ραφιού)

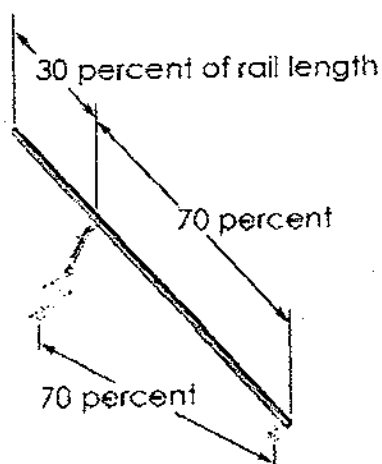


Τμήμα συναρμολόγησης ποδιών: Τα διευκρινισμένα μέρη είναι από την εξάρτηση των διαβαθμισμένων ποδιών και του ραφιού. Τα μέρη εξαρτήσεων των ποδιών παρατίθενται στον κατάλογο πιο κάτω.



Τομή σε ένα τμήμα του σωλήνα υποστήριξης

| ΛΙΣΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ             |          |                         |                             |
|-------------------------------|----------|-------------------------|-----------------------------|
| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ                    | ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΜΕΓΕΘΟΣ<br>ΓΑΛ.ΚΛΕΙΔΙΟΥ | ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ<br>ΡΟΠΗ(FT_LBS) |
| ΤΜΗΜΑΤΑ<br>ΠΟΔΙΩΝ             | 2        | -                       | -                           |
| ΤΜΗΜΑΤΑ<br>ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΩΝ        | 2        | -                       | -                           |
| ΒΙΔΑ 3/8 x 1"                 | 4        | 9/16                    | 30                          |
| ΒΙΔΑ(ΠΑΞΙΜΑΔΙ)<br>3/8 x 2 1/2 | 2        | 9/16                    | 30                          |
| ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ<br>ΡΟΔΕΛΑ       | 4        | -                       | -                           |
| ΣΤΗΡΙΓΜΑ<br>ΠΑΞΙΜΑΔΙΟΥ        | 2        | -                       | -                           |



Το διάστημα της θέσης των μπουλονιών και των λ ποδιών για κάθε ράγα υπολογίζεται σε ίντσες.

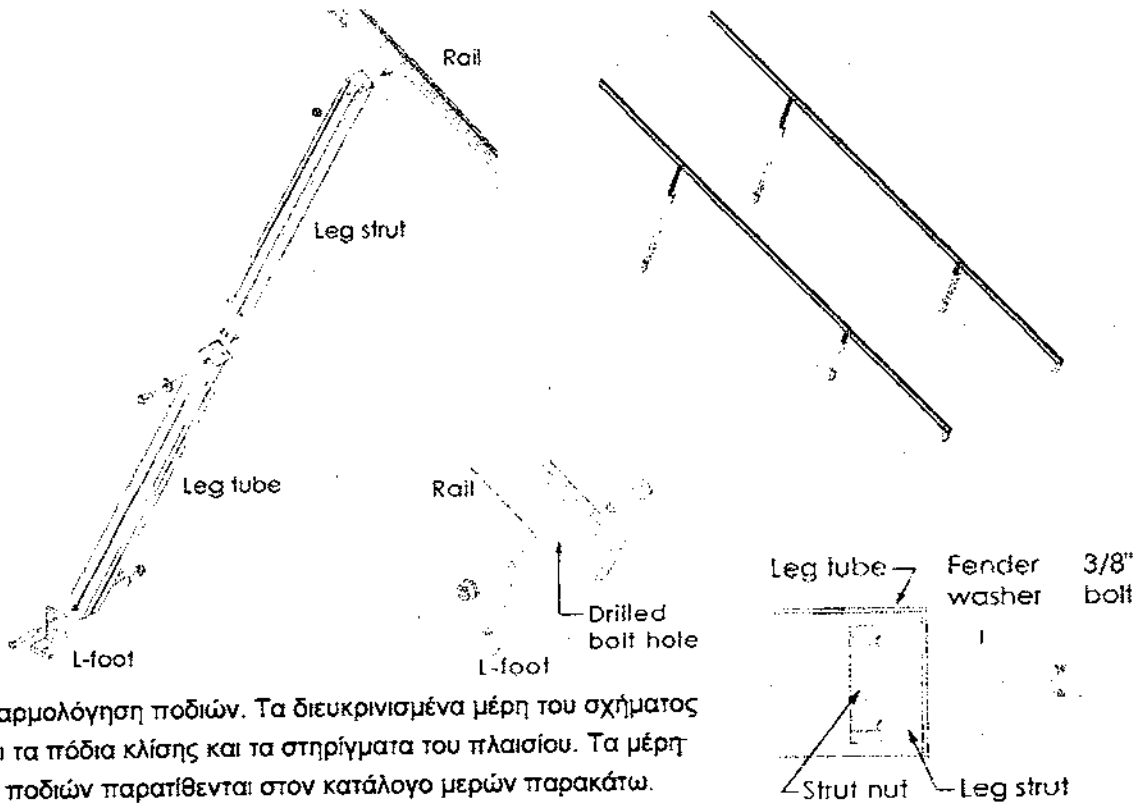
Μέσω του παρακάτω πίνακα.

Χρησιμοποιώντας τον παρακάτω πίνακα και σε συνδυασμό με το σχήμα μπορούμε να καθορίσουμε το διάστημα των μπουλονιών και των λ-ποδιών στήριξης.

Τοποθέτηση στηριγμάτων και ποδιών

| *****    | Μήκος ραγών | 70% Μήκος ραγών |
|----------|-------------|-----------------|
| U-GR/44  | 44          | 31              |
| U-GR/52  | 52          | 36              |
| U-GR/60  | 60          | 42              |
| U-GR/72  | 72          | 50              |
| U-GR/84  | 84          | 59              |
| U-GR/96  | 96          | 67              |
| U-GR/106 | 106         | 74              |
| U-GR/120 | 120         | 84              |

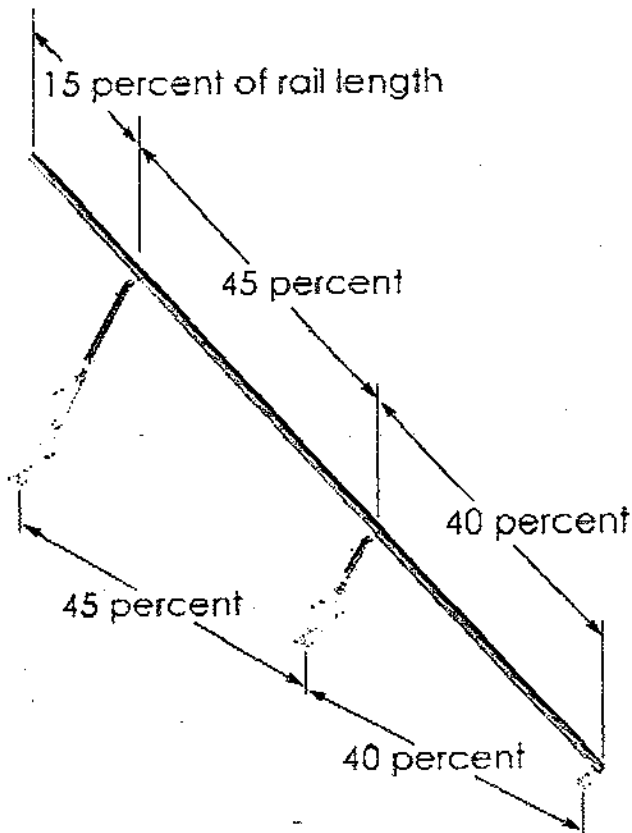
3.2.5.2 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης (διαφορετικός τύπος ραφίου)



Συναρμολόγηση ποδιών. Τα διευκρινισμένα μέρη του σχήματος είναι τα πόδια κλίσης και τα στηρίγματα του πλαισίου. Τα μέρη των ποδιών παρατίθενται στον κατάλογο μερών παρακάτω.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΕΡΩΝ

| ΜΕΡΗ                      | ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΜΕΓΕΘΟΣ ΓΑΛ. ΚΛΕΙΔΙΟΥ | ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΡΟΠΗ(FT_LBS) |
|---------------------------|----------|-----------------------|--------------------------|
| Μακρύς σωλήνας ποδιών     | 2        | -                     | -                        |
| Μακριά δοκός ποδιών       | 2        | -                     | -                        |
| Κοντός σωλήνας ποδιών     | 2        | -                     | -                        |
| Κοντή δοκός ποδιών        | 2        | -                     | -                        |
| Βίδα 3/8 x 1 1/4"         | 8        | 9/16                  | 30                       |
| Βίδα 3/8 x 2 1/2"         | 4        | 9/16                  | 30                       |
| Προστατευτική ροδέλα 3/8" | 8        | -                     | -                        |
| Στήριγμα παξιμαδιού       | 4        | -                     | -                        |



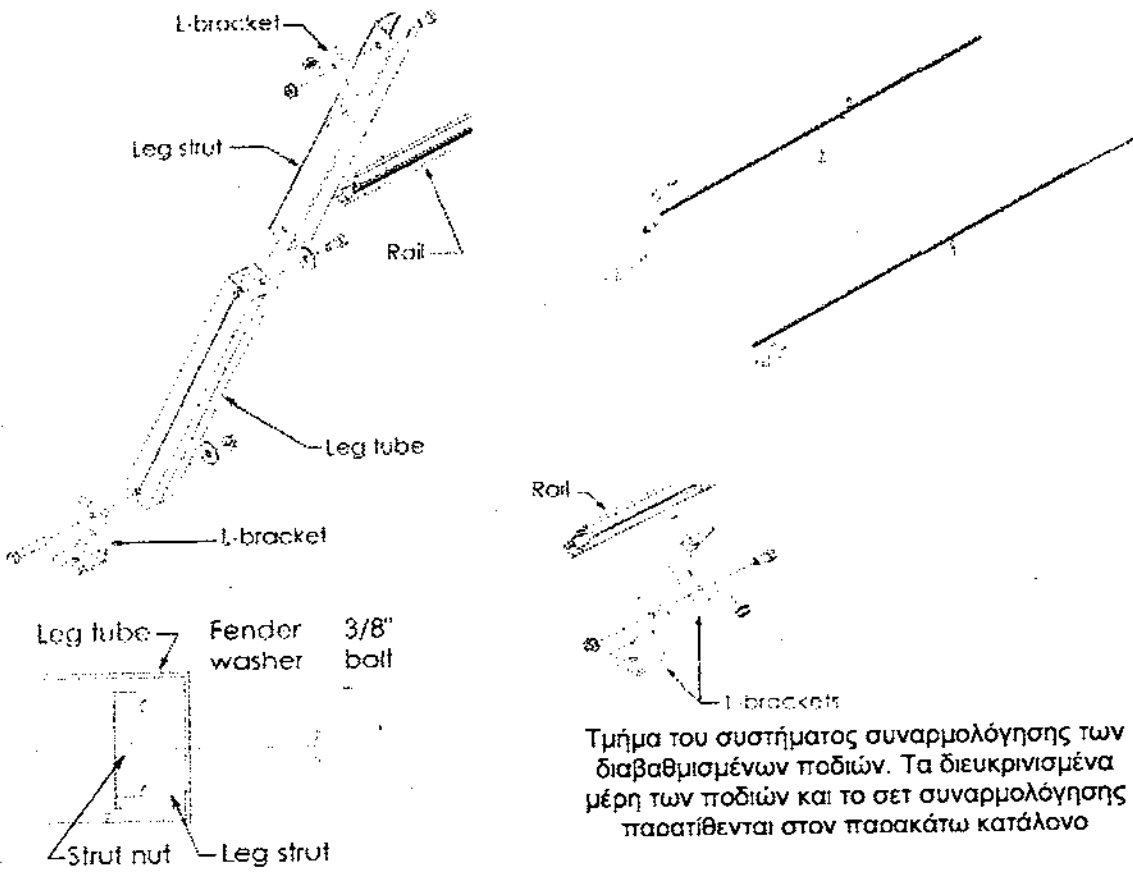
Τοποθέτηση στηριγμάτων και διαβαθμισμένων ποδιών

ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΠΟΥΛΟΝΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ Λ ΠΟΔΙΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΡΑΓΑ (ΙΝΤΣΕΣ).

Χρησιμοποιώντας τον παρακάτω πίνακα και σε συνδυασμό με το σχήμα μπορούμε να καθορίσουμε το διάστημα μπουλονιών και των λ-ποδιών θέσης.

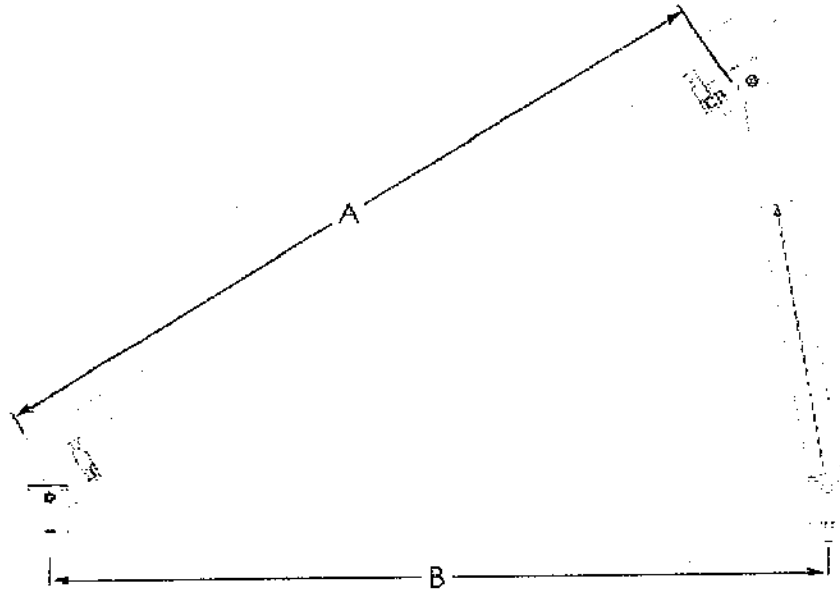
| *****    | Μήκος ραγών | 40% ραγών | Μήκος | 45% ραγών | Μήκος |
|----------|-------------|-----------|-------|-----------|-------|
| U-GR/132 | 132         | 53        |       | 59        |       |
| U-GR/144 | 144         | 58        |       | 65        |       |
| U-GR/156 | 156         | 62        |       | 70        |       |
| U-GR/168 | 168         | 67        |       | 76        |       |
| U-GR/180 | 180         | 72        |       | 81        |       |

3.2.5.3 Ράφια κλίσης με διαβαθμίσεις για συγκεκριμένους τύπους πλαισίων στήριξης (διαφορετικός τύπος ραφιού)



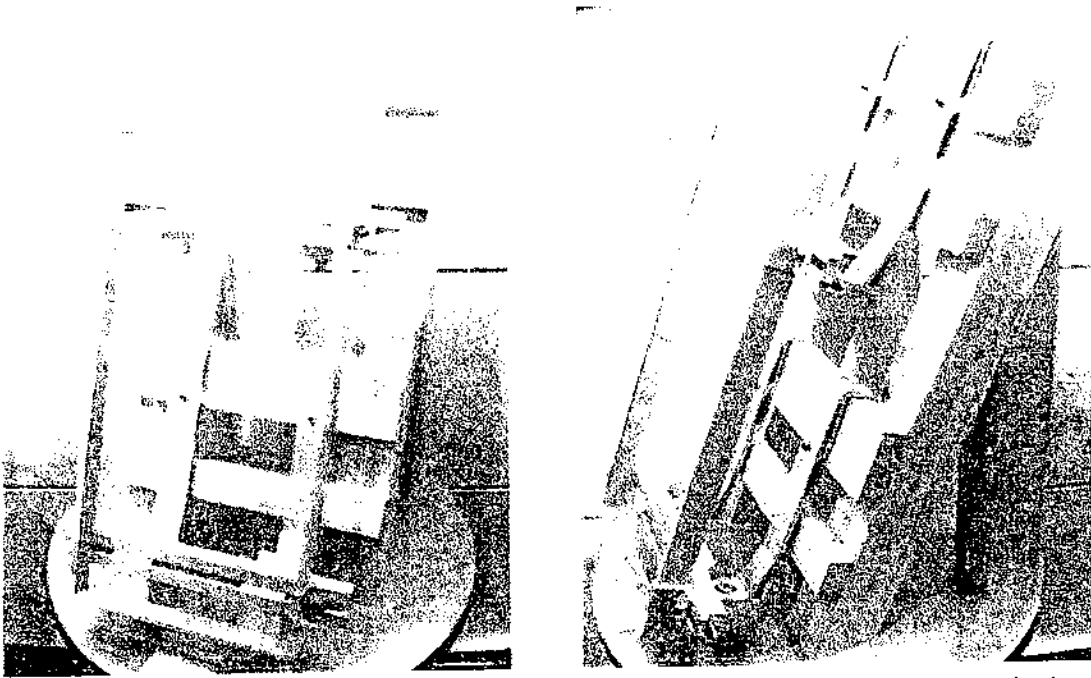
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΕΡΩΝ (ανά πόδι)

| ΜΕΡΗ                        | ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΜΕΓΕΘΟΣ<br>ΓΑΛ. ΚΛΕΙΔΙΟΥ | ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ<br>ΡΟΠΗ(FT_LBS) |
|-----------------------------|----------|--------------------------|-----------------------------|
| Μακρύς σωλήνας ποδιών       | 1        | -                        | -                           |
| Μακριά δοκός ποδιών         | 1        | -                        | -                           |
| Υποστήριγμα (L)             | 2        | -                        | -                           |
| Βίδα 3/8 x 1                | 2        | 9/16                     | 30                          |
| Βίδα 3/8 x 2 1/2"           | 1        | 9/16                     | 30                          |
| Προστατευτική ροδέλα        | 2        | -                        | -                           |
| Υποστήριγμα δοκού<br>στέγης | 1        | -                        | -                           |
| Στήριγμα παξιμαδιού         | 2        | 9/16                     | 30                          |

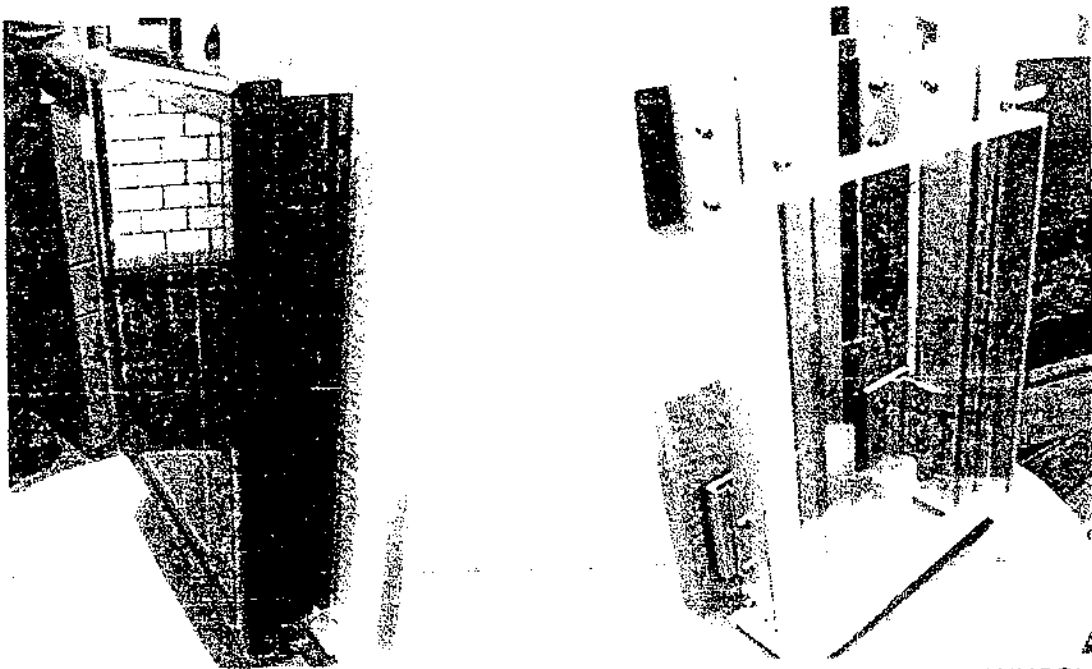


Το διάστημα μεταξύ των μπροστινών και πίσω ποδιών (B) πρέπει περίπου να είναι ίσος με την απόσταση μεταξύ του χαμηλότερου ορίου της ενότητας και του ανώτερου L-υποστηρίγματος (A).

### 3.3 Διάφορες εφαρμογές στήριξης

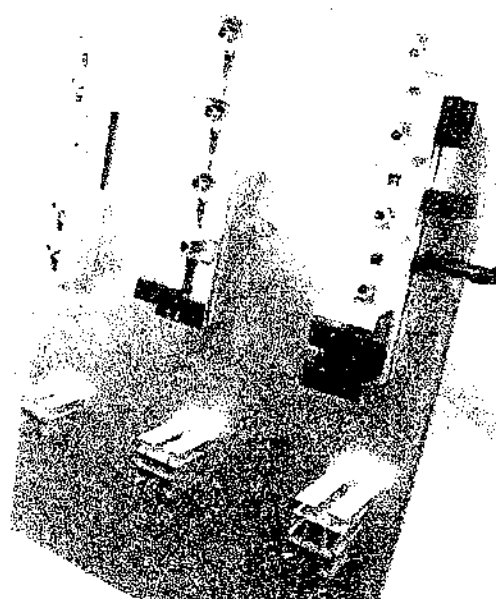
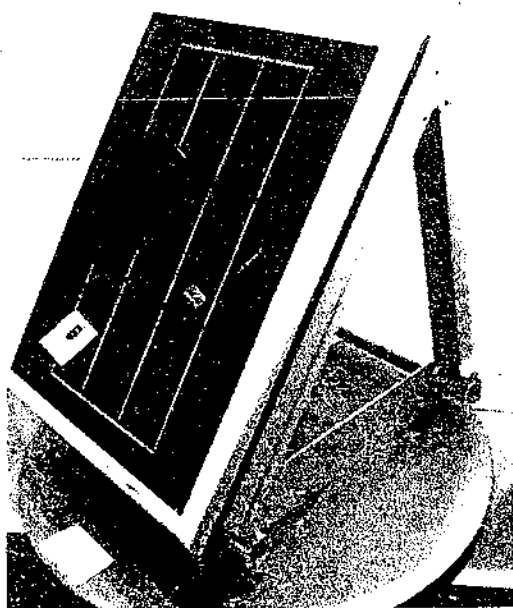


Στήριξη μόνο των πλαισίων χωρίς την επιφάνεια συλλογής ηλιακής ενέργειας σε κεκλιμένη επιφάνεια με ειδικά ψαλίδια συγκράτησης [για παράδειγμα στήριξη σε μια κέραμο-σκεπή] (πηγή: SCHUCO)

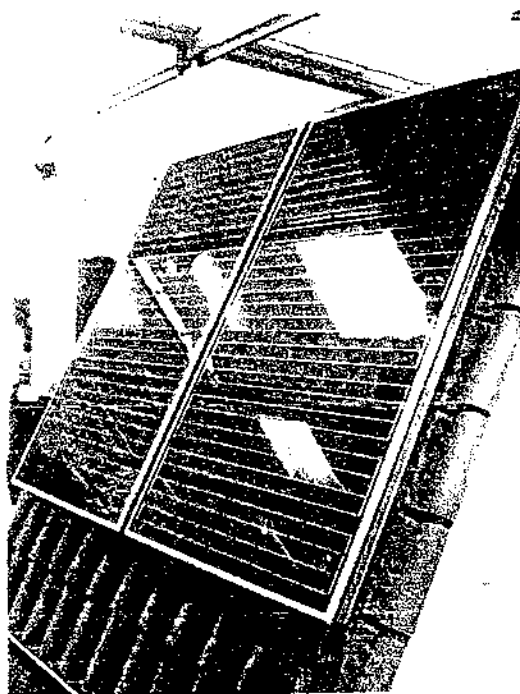
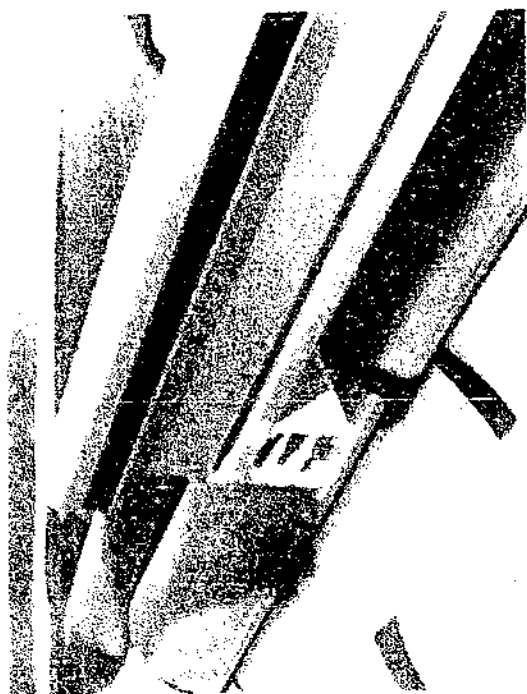


Στήριξη ηλιακών πλαισίων (κάθεται) σε προσόψεις κτιρίων, στεγαστρών (πηγή: SCHUCO)





Στήριξη επίγειου φωτοβολταϊκού πλαισίου σε μικρογραφία και διάφορα είδη ραγών και στηριγμάτων τύπου 'Z', 'T' και όχι μόνο (πηγή: SCHUCO)



Στήριξη φωτοβολταϊκών πλαισίων σε κέραμο-σκεπή (πηγή: SCHUCO)

\*\*\*\*\*

\*           **Photovoltaic F – CHART**           \*  
\*           **IBM VERSION 3.3 05 / 20 / 92**       \*  
\*           **Copyright by**                       \*  
\*           **S. A. Klein & W. A. Beckman**       \*  
\*   \*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*           **Photovoltaic F – CHART**           \*  
\*           **IBM VERSION 3.3 05 / 20 / 92**       \*  
\*           **Copyright by**                       \*  
\*           **S. A. Klein & W. A. Beckman**       \*  
\*   \*

\*\*\*\*\*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PV F-CHART

#### 4.1 Γενικά

Το PV F-CHART είναι ένα υπολογιστικό πρόγραμμα το οποίο ελέγχεται από ένα σύνολο εντολών και μπορεί να αναλύσει, να σχεδιάσει - διαστασιολογήσει και τέλος να κάνει μία οικονομική εκτίμηση για διάφορα φωτοβολταϊκά συστήματα που υπάρχουν στην αγορά. Το πρόγραμμα είναι μία εφαρμογή των μεθόδων που αναπτύσσονται στο εργαστήριο ηλιακής ενέργειας του Πανεπιστημίου Wisconsin για να μπορεί να υπολογίζει την μακροπρόθεσμη μέση απόδοση για:

1. Συστήματα βοηθούμενης αλληλεπίδρασης
2. Μπαταρίες αποθήκευσης συστήματος
3. Συστήματα χωρίς την αποθήκευση μέσω μπαταριών ή βοηθούμενης αλληλεπίδρασης.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αντίστοιχη μέθοδο που ισχύει για τους ηλιακούς συλλέκτες υγρού-αέρα

Το υπολογιστικό πρόγραμμα διαστασιολόγησης που θα αναλύσουμε παρακάτω είναι το εξής:

```

*****
*           Photovoltaic F – CHART           *
*       IBM VERSION 3.3 05 / 20 / 92         *
*           Copyright by                       *
*       S. A. Klein & W. A. Beckman         *
*                                           *
*****

```

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτύξουμε τα εξής θέματα που αφορούν το πρόγραμμα διαστασιολόγησης:

- α) Περιγραφές συστήματος και απόδοσης.
- β) Οικονομικά (οικονομικοί παράμετροι – περιγραφές )
- γ) Αλγόριθμοι (υπολογιστικοί τύποι – λεπτομερής παρουσίαση των αλγόριθμων που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα ).

Το πρόγραμμα περιέχει και πληροφορίες για το πώς μπορούν να αλλάξουν οι παράμετροι ή το πώς μπορεί να προστεθεί μια νέα γλώσσα. Και ακόμα περιέχει έναν κατάλογο εκατοντάδων πόλεων για τις οποίες τα καιρικά στοιχεία είναι διαθέσιμα. Σε αυτό τον κατάλογο η μόνη περιοχή που έχει καταχωρηθεί για την Ελλάδα είναι η πόλη της Αθήνας.

#### 4.2.1 Περιγραφές συστήματος και απόδοσης

Το πρόγραμμα PV F-CHART έχει αναπτυχθεί για να παρέχει υπολογισμούς μακροπρόθεσμης μέσης απόδοσης για φωτοβολταϊκά συστήματα που έχουν δυνατότητα ανατροφοδότησης παροχής, αποθήκευση μπαταρίας ή ανεξάρτητα συστήματα που δεν έχουν ούτε ανατροφοδότηση παροχής ούτε αποθήκευση μπαταρίας. Και στις τρεις διαμορφώσεις συστήματος, ο εξοπλισμός προσαρμογής ισχύος διατηρεί την απόδοση της διάταξης (του συστήματος) στο μέγιστο σημείο απόδοσης της ισχύος της και παρέχει τις κατάλληλες τάσεις και ρεύμα προς τον υπόλοιπο εξοπλισμό. Η μηνιαία μέση ωριαία φόρτιση στο σύστημα παρέχεται από τον χρήστη. Η ισχύς που δημιουργείται πέρα από την απαραίτητη για την παροχή του φορτίου πρέπει να ανακυκλώνεται ή ανατροφοδοτείται προς την παροχή, να αποθηκεύεται στη μπαταρία για μεταγενέστερη χρήση, ή να διαχέεται, ανάλογα με τη διαμόρφωση του συστήματος. Η ενέργεια που απαιτείται για το φορτίο και η οποία δεν τροφοδοτείται από το σύστημα πρέπει να λαμβάνεται από μια βοηθητική πηγή.

Το παρόν κεφάλαιο είναι οργανωμένο σε έξι τμήματα. Το τμήμα 4.2.1 περιγράφει τις λύσεις συλλέκτη και ανίχνευσης. Παραδείγματα υπολογισμών για τις τρεις διαμορφώσεις του συστήματος με τη βοήθεια προκαθορισμένων τιμών παραμέτρων με διάταξη επίπεδης πλάκας παρουσιάζονται μαζί με μια επεξήγηση της απόδοσης στα τμήματα 4.2.2 έως 4.2.4. Λεπτομερείς περιγραφές των παραμέτρων του συστήματος εμφανίζονται στο τμήμα 4.2.5. Οι οικονομικές παράμετροι και η απόδοση αντιμετωπίζονται στο κεφάλαιο 4.3. Και τέλος στο κεφάλαιο 4.4 παρουσιάζονται οι υπολογιστικοί τύποι οι οποίοι χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα.

#### 4.2.2 Τρόποι Ανίχνευσης

Το πρόγραμμα μπορεί να κάνει την αξιολόγηση τεσσάρων τύπων τρόπου ανίχνευσης ηλιακού συλλέκτη. Οι τρόποι ανίχνευσης επιλέγονται από το μενού που εμφανίζεται στην αρχή του προγράμματος.

```

*****
*                ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗ                *
*      1.  Επίπεδης Πλάκας                        *
*      2.  Σύνθετος Παραβολικός                  *
*      3.  Ανίχνευσης Ενός Αξονα                  *
*      4.  Ανίχνευσης Δυο Αξόνων                  *
*      ESC Επιστροφή στο κύριο μενού              *
*
*                Ποιο θέλετε;                    *
*****

```

#### 4.2.2.1 Συλλέκτης Επίπεδης – Πλάκας

Η λύση της επίπεδης πλάκας χρησιμοποιείται σε μια φωτοβολταϊκή διάταξη η οποία είναι τοποθετημένη με μια κλίση και αζιμούθιο που καθορίζονται στον κατάλογο παραμέτρων του συστήματος. Οι παράμετροι του συστήματος που είναι κατάλληλες για τη συγκεκριμένη λύση ανίχνευσης είναι :

Εμβαδόν συστοιχίας .....  
 Κλίση συστοιχίας .....  
 Αζιμούθιο συστοιχίας (νότος = 0).....

Οι μηνιαίες τιμές για την κλίση και το αζιμούθιο μπορεί να παρέχονται έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα αξιολόγησης του πλεονεκτήματος της λειτουργίας ρύθμισης του προσανατολισμού της συστοιχίας σε μηνιαία διαστήματα. Η ακτινοβολία που απορροφάται στο πλαίσιο προσδιορίζεται ως το γινόμενο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και του τροποποιητή ή συντελεστή της γωνίας πρόσπτωσης που είναι υπεύθυνος για το αποτέλεσμα της ηλιακής γωνίας πρόσπτωσης στο κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που απορροφάται. Ο τροποποιητής γωνίας πρόσπτωσης υπολογίζεται με τη βοήθεια των εξισώσεων Fresnel για επιφάνεια μονού στρώματος ύαλου.

#### 4.2.2.2 Σύνθετος Παραβολικός Συγκεντρωτήρας

Η λύση του σύνθετου παραβολικού συγκεντρωτήρα (CPC) χρησιμοποιείται σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στο οποίο ένα οπτικό σύστημα σταθερής απεικόνισης παρέχει μια αναλογία συγκέντρωσης μεγαλύτερη της μονάδας στην διάταξη της φωτοβολταϊκής κυψέλης. Οι παράμετροι για τη συγκεκριμένη λύση ανίχνευσης είναι :

Εμβαδόν συστοιχίας .....  
 Κλίση συστοιχίας .....  
 Αζιμούθιο συστοιχίας (νότος = 0).....  
 Άξονας προσανατολισμού (1 = ανατολή- δύση 2 = βορράς- νότος)..  
 Αναλογία συγκέντρωσης .....  
 Ημί-γωνία αποδοχής .....

Το εμβαδόν της συστοιχίας είναι το εμβαδόν της φωτοβολταϊκής κυψέλης το οποίο μπορεί να είναι μικρότερο από την επιφάνεια πάνω στην οποία προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία αν η αναλογία συγκέντρωσης είναι μεγαλύτερη του 1. Η κλίση και το αζιμούθιο αυτού του επιπέδου θεωρούνται σταθερά, αλλά μπορεί να διαφοροποιούνται μηνιαίως με την παροχή μηνιαίων τιμών για τις παραμέτρους αυτές. Ο άξονας προσανατολισμού μπορεί να είναι ανατολή – δύση ή βορράς –

νότος. Η αναλογία συγκέντρωσης είναι η αναλογία του εμβαδού του ανοίγματος προς το εμβαδόν του πίνακα της φωτοβολταϊκής κυψέλης. Η ημί-γωνία αποδοχής είναι η μέγιστη γωνία μετρούμενη από τον άξονα του σύνθετου παραβολικού συγκεντρωτήρα (CPC) για τον οποίο η προσπίπτουσα δέσμη ακτινοβολίας θα χτυπήσει τις κυψέλες.

Τα συστατικά διάχυσης και ανάκλασης εδάφους της προσπίπτουσας ακτινοβολίας θεωρούνται ότι είναι ιστροπικά. Ένας τροποποιητής γωνίας πρόσπτωσης που εξηγεί το αποτέλεσμα της ηλιακής γωνίας πρόσπτωσης στο κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας η οποία απορροφάται, ο οποίος υπολογίζεται με τη βοήθεια των εξισώσεων Fresnel (Φρέσνελ) για επιφάνεια μονού στρώματος ύαλου.

#### 4.2.2.3 Συλλέκτης Ανίχνευσης Ενός Άξονα

Η λύση ανίχνευσης ενός άξονα επιτρέπει μια αξιολόγηση της απόδοσης μιας επίπεδης πλάκας ή οπτικού συστήματος συγκέντρωσης το οποίο ανιχνεύει την ηλιακή θέση με συνεχή περιστροφή γύρω από έναν άξονα. Οι παράμετροι για την λύση αυτή είναι :

|  |
|--|
| Εμβαδόν συστοιχίας .....               |
| Κλίση συστοιχίας .....                 |
| Αζιμούθιο συστοιχίας (νότος = 0) ..... |
| Αναλογία συγκέντρωσης .....            |

Το εμβαδόν της συστοιχίας είναι το εμβαδόν της φωτοβολταϊκής κυψέλης η οποία μπορεί να είναι η ίδια ή μικρότερη από την επιφάνεια ανοίγματος του συλλέκτη ανάλογα με την αναλογία συγκέντρωσης. Η κλίση του άξονα είναι η γωνία μεταξύ του άξονα και της προβολής του άξονα στο οριζόντιο επίπεδο.

Το αζιμούθιο του άξονα είναι η γωνία μεταξύ της προβολής του άξονα στο οριζόντιο επίπεδο και του τοπικού μεσημβρινού. Ένας προσανατολισμός άξονα ανατολής - δύσης θα έχει αζιμούθιο άξονα 90 μοίρες ενώ ένας προσανατολισμός άξονα βορρά - νότου θα είναι 0 μοίρες. Ο πολικός προσανατολισμός άξονα λαμβάνεται με τον ορισμό της κλίσης του άξονα ίσης με το πλάτος και το αζιμούθιο να είναι 0 μοίρες.

Ο τροποποιητής γωνίας πρόσπτωσης που είναι υπεύθυνος για το αποτέλεσμα της ηλιακής γωνίας πρόσπτωσης στο κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που απορροφάται υπολογίζεται με τη βοήθεια των εξισώσεων Fresnel (Φρέσνελ) για επιφάνεια μονού στρώματος ύαλου.

#### 4.2.2.4 Συλλέκτης Ανίχνευσης Δυο Αξόνων

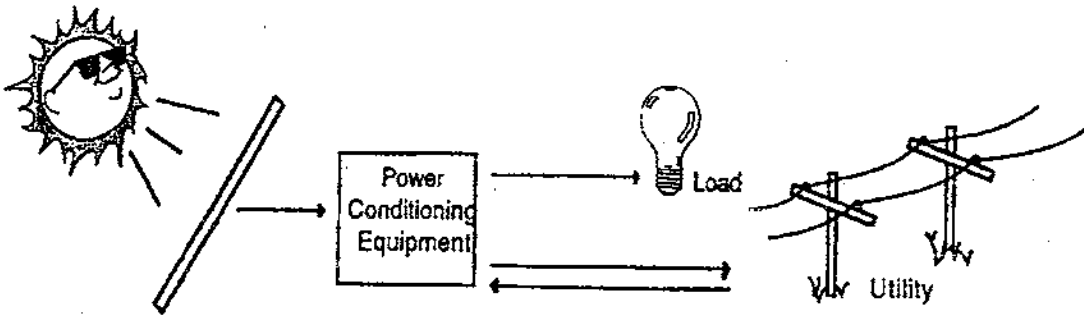
Η λύση ανίχνευσης δυο αξόνων αξιολογεί την απόδοση ενός συγκεντρωτικού ή μη συγκεντρωτικού οπτικού συστήματος το οποίο περιστρέφεται συνέχεια γύρω από δυο άξονες έτσι ώστε το επίπεδο που περιλαμβάνει το φωτοβολταϊκό πλαίσιο να

είναι πάντα κάθετο προς τη δέσμη ακτινοβολίας από τον ήλιο. Οι κατάλληλες παράμετροι για τη συγκεκριμένη λύση ανίχνευσης είναι :

- Εμβαδόν συστοιχίας .....
- Αναλογία συγκέντρωσης .....

### 4.2.3 Συστήματα Ανατροφοδότησης Παροχής

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα με δυνατότητα ανατροφοδότησης παροχής παρουσιάζεται σχηματικά στο Σχήμα 4-1. Στη διαμόρφωση αυτή, η ισχύς που παράγεται πέραν το στιγμιαίου φορτίου πουλιέται πάλι προς την παροχή. Οι παράμετροι και οι προκαθορισμένες τιμές σε αμφότερα μονάδες διεθνούς συστήματος (SI) και Αγγλικές αναφέρονται παρακάτω για ένα σύστημα με πλάκα επίπεδης πλάκας.



Σχήμα 4-1. Σύστημα Ανατροφοδότησης Παροχής

|   |                 |                |                 |                 |
|---|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1. Αριθμός Πόλης για Βοστώνη, MA                      | 27              |                | 27              |                 |
| 2. Έξοδος: (1 περίληψη, 2 λεπτομέρειες (Αρν.: γράφ.)  | 2               |                | 2               |                 |
| 3. Θερμοκρασία κυψέλης σε συνθήκες NOCT               | 44              | C              | 111             | F               |
| 4. Αποδοτικότητα αναφοράς συστοιχίας                  | 0,104           |                | 0,104           |                 |
| 5. Θερμοκρασία αναφοράς συστοιχίας                    | 28              | C              | 82,4            | F               |
| 6. Συντελεστής θερμοκρασίας ισχύος (επί 1000)         | 4,3             | 1/K            | 2,39            | 1/R             |
| 7. Αποδ. ηλεκτρον. ανίχνευσης μέγιστου σημείου ισχύος | 0,9             |                | 0,9             |                 |
| 8. Απόδοση ηλεκτρονικών προσαρμογής ισχύος            | 0,88            |                | 0,88            |                 |
| 9. Ποσοστιαία τυπική απόκλιση του φορτίου             | 0               | %              | 0               | %               |
| 10. Εμβαδόν συστοιχίας                                | 6               | M <sup>2</sup> | 64,6            | Ft <sup>2</sup> |
| 11. Κλίση συστοιχίας                                  | 50 <sup>0</sup> | deg            | 50 <sup>0</sup> | deg             |
| 12. Αζιμούθιο συστοιχίας (νότος = 0)                  | 0               | deg            | 0               | deg             |

Η έξοδος για τις προκαθορισμένες τιμές εμφανίζεται παρακάτω. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείται προκαθορισμένο φορτίο. Τα ωριαία φορτία είναι τα ίδια για όλους τους μήνες. Η έξοδος αποτελείται από δώδεκα σετ μέσω μηνιαίων ωριαίων αποτελεσμάτων για κάθε ώρα κατά την οποία υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία ακολουθούμενη από μια ετήσια σύνοψη.

| Ωρα     | Ηλιακή<br>(Kwh) | Ιανουάριος     |                 | F<br>(%) | Πώληση<br>(Kwh) |
|---------|-----------------|----------------|-----------------|----------|-----------------|
|         |                 | Απόδοση<br>(%) | Φορτίο<br>(Kwh) |          |                 |
| 7 – 8   | 10,26           | 8,8            | 3,10            | 17,2     | 0,26            |
| 8 – 9   | 29,14           | 9,7            | 3,29            | 51,0     | 0,80            |
| 9 – 10  | 49,04           | 9,7            | 3,50            | 67,1     | 1,83            |
| 10 – 11 | 65,58           | 9,6            | 3,75            | 74,6     | 2,73            |
| 11 – 12 | 74,97           | 9,5            | 4,00            | 77,1     | 3,19            |
| 12 – 13 | 74,97           | 9,5            | 4,25            | 76,0     | 3,03            |
| 13 – 14 | 65,58           | 9,5            | 4,46            | 71,0     | 2,33            |
| 14 – 15 | 49,04           | 9,6            | 4,65            | 60,6     | 1,32            |
| 15 – 16 | 29,14           | 9,5            | 4,77            | 42,03    | 0,42            |
| 16 – 17 | 10,26           | 8,7            | 4,84            | 13,3     | 0,14            |
| ΜΗΝΟΣ   | 457,99          | 9,5            | 93,00           | 24,0     | 16,06           |

## Φεβρουάριος

## Σύνοψη

|       | Ηλιακή<br>(Kwh) | Φορτίο<br>(Kwh) | F<br>(%) | Αγορά<br>(Kwh) | Πώληση<br>(Kwh) |
|-------|-----------------|-----------------|----------|----------------|-----------------|
| ΙΑΝ   | 458,0           | 93,00           | 24,0     | 70,7           | 16,1            |
| ΦΕΒ   | 519,7           | 84,00           | 28,7     | 59,9           | 18,9            |
| ΜΑΡ   | 686,4           | 93,00           | 32,9     | 62,4           | 24,4            |
| ΑΠΡ   | 741,5           | 90,00           | 36,2     | 57,5           | 25,0            |
| ΜΑΙ   | 828,9           | 93,00           | 39,6     | 56,2           | 25,6            |
| ΙΟΥΝ  | 853,3           | 90,00           | 41,4     | 52,7           | 25,2            |
| ΙΟΥΛ  | 871,5           | 93,00           | 40,5     | 55,3           | 25,4            |
| ΑΥΓ   | 820,4           | 93,00           | 37,6     | 58,0           | 25,1            |
| ΣΕΠ   | 792,9           | 90,00           | 35,7     | 57,9           | 27,0            |
| ΟΚΤ   | 705,4           | 93,00           | 31,6     | 63,6           | 25,2            |
| ΝΟΕ   | 436,5           | 90,00           | 24,0     | 68,4           | 13,7            |
| ΔΕΚ   | 384,1           | 93,00           | 20,9     | 73,6           | 12,8            |
| ΕΤΟΥΣ | 8098,5          | 1095,00         | 32,8     | 736,2          | 264,4           |

ΗΛΙΑΚΗ είναι η συνολική μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στον συλλέκτη. Το εμβαδόν που χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση ΗΛΙΑΚΗΣ είναι το γινόμενο του εμβαδού της συστοιχίας και της αναλογίας συγκέντρωσης του συλλέκτη.

ΑΠΟΔΟΣΗ (EFF) είναι η απόδοση της συστοιχίας που ορίζεται ως ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας προσπίπτουσας στον συλλέκτη η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα αποτελέσματα στην απόδοση που προκαλούνται από τον εξοπλισμό ανίχνευσης ισχύος και η γωνιακή εξάρτηση της εκπομπής και απορροφητικότητας ηλιακής ακτινοβολίας του πλαισίου του συλλέκτη συμπεριλαμβάνονται στην απόδοση αυτή. Το αποτέλεσμα του πλαισίου μπορούν να βρεθούν σαν γινόμενο της ΗΛΙΑΚΗΣ και της ΑΠΟΔΟΣΗΣ.

ΦΟΡΤΙΟ είναι η συνολική απαίτηση ηλεκτρισμού στο σύστημα.



F είναι το ποσοστό του φορτίου που παρέχεται από την συστοιχία.

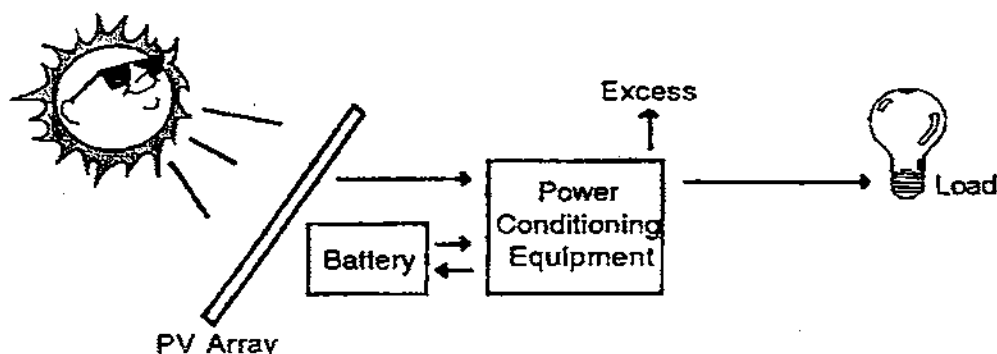
ΠΩΛΗΣΗ είναι το σύνολο ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να πωληθεί ή επιστραφεί πίσω στην εταιρία παροχής. Είναι το γινόμενο της περίσσειας ενέργειας που παράγεται από το πλαίσιο και της απόδοσης του εξοπλισμού προσαρμογής ισχύος.

ΑΓΟΡΑ είναι η ηλεκτρική ενέργεια η οποία μπορεί να αγοραστεί από την εταιρία παροχής για να ικανοποιήσει το φορτίο.

#### 4.2.4 Συστήματα Μπαταρίας Αποθήκευσης

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα με μπαταρία αποθήκευσης εμφανίζεται σχηματικά στο Σχήμα 4-2. Η λογική ελέγχου που θεωρείται για το σύστημα αυτό είναι ως ακολούθως. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την συστοιχία χρησιμοποιείται πρώτα για την τροφοδοσία του φορτίου. Η οποιαδήποτε περίσσεια ενέργειας μετά κατευθύνεται προς την μπαταρία ή των συσσωρευτή.

Οι απώλειες που προκύπτουν από αυτή τη διεργασία μεταφοράς προς (και από) τη μπαταρία λαμβάνονται υπόψη στις προδιαγραφές απόδοσης της μπαταρίας (παράμετρος 11). Αν η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας που στέλνεται προς τη μπαταρία συσσωρευτεί σε μια ποσότητα ίση με την ωφέλιμη χωρητικότητα της μπαταρίας (παράμετρος 11), πρέπει να διαχυθεί πρόσθετη ποσότητα περίσσειας ενέργειας. Δεν επιτρέπεται δυνατότητα ανατροφοδότησης (ή επιστροφής) προς την εταιρία παροχής.



Σχήμα 4-2. Σύστημα Μπαταρίας Αποθήκευσης

Οι παράμετροι για το σύστημα μπαταρίας αποθήκευσης με μια λύση ανίχνευσης επίπεδης πλάκας αναφέρονται παρακάτω με τις προκαθορισμένες τιμές σε αμφότερα μονάδες διεθνούς συστήματος (SI) και Αγγλικές μονάδες.

|   |                 |                |                 |                 |
|---|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1. Αριθμός Πόλης για Βοστώνη, MA                      | 27              |                | 27              |                 |
| 2. Έξοδος: (1 περίληψη, 2 λεπτομέρειες (Αρν.: γράφ.)) | 2               |                | 2               |                 |
| 3. Θερμοκρασία κυψέλης σε συνθήκες NOCT               | 44              | C              | 111             | F               |
| 4. Αποδοτικότητα αναφοράς συστοιχίας                  | 0,104           |                | 0,104           |                 |
| 5. Θερμοκρασία αναφοράς συστοιχίας                    | 28              | C              | 82,4            | F               |
| 6. Συντελεστής θερμοκρασίας ισχύος (επί 1000)         | 4,3             | 1/K            | 2,39            | 1/R             |
| 7. Αποδ. ηλεκτρον. ανίχνευσης μέγιστου σημείου ισχύος | 0,9             |                | 0,9             |                 |
| 8. Απόδοση ηλεκτρονικών προσαρμογής ισχύος            | 0,88            |                | 0,88            |                 |
| 9. Ποσοστιαία τυπική απόκλιση του φορτίου             | 0               | %              | 0               | %               |
| 10. Ωφέλιμη χωρητικότητα μπαταρίας                    | 1,4             | Kwh            | 1,4             | Kwh             |
| 11. Αποδοτικότητα μπαταρίας                           | 0,87            |                | 0,87            |                 |
| 12. Εμβαδόν συστοιχίας                                | 6               | M <sup>2</sup> | 64,6            | Fi <sup>2</sup> |
| 13. Κλίση συστοιχίας                                  | 50 <sup>0</sup> | deg            | 50 <sup>0</sup> | Deg             |
| 14. Αζιμούθιο συστοιχίας (νότος = 0)                  | 0               | deg            | 0               | Deg             |

Τα αποτελέσματα για τις συγκεκριμένες προκαθορισμένες παραμέτρους και το φορτία που παρουσιάζονται στο τμήμα 2.3.10 είναι ως ακολούθως.

| Ωρα     | Ιανουάριος      |                |                 |           |              |
|---------|-----------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|
|         | Ηλιακή<br>(Kwh) | Απόδοση<br>(%) | Φορτίο<br>(Kwh) | F0<br>(%) | XS0<br>(Kwh) |
| 7 – 8   | 10,26           | 8,8            | 3,10            | 17,2      | 0,26         |
| 8 – 9   | 29,14           | 9,7            | 3,29            | 51,0      | 0,80         |
| 9 – 10  | 49,04           | 9,7            | 3,50            | 67,1      | 1,83         |
| 10 – 11 | 65,58           | 9,6            | 3,75            | 74,6      | 2,73         |
| 11 – 12 | 74,97           | 9,5            | 4,00            | 77,1      | 3,19         |
| 12 – 13 | 74,97           | 9,5            | 4,25            | 76,0      | 3,03         |
| 13 – 14 | 65,58           | 9,5            | 4,46            | 71,0      | 2,33         |
| 14 – 15 | 49,04           | 9,6            | 4,65            | 60,6      | 1,32         |
| 15 – 16 | 29,14           | 9,5            | 4,77            | 42,03     | 0,42         |
| 16 – 17 | 10,26           | 8,7            | 4,84            | 13,3      | 0,14         |
| ΜΗΝΟΣ   | 457,99          | 9,5            | 93,00           | 24,0      | 16,06        |

Φεβρουάριος

Σύνοψη

|      | Ηλιακή<br>(Kwh) | Φορτίο<br>(Kwh) | F<br>(%) | Αγορά<br>(Kwh) | XS<br>(Kwh) |
|------|-----------------|-----------------|----------|----------------|-------------|
| ΙΑΝ  | 458,0           | 93,00           | 37,6     | 58,0           | 3,4         |
| ΦΕΒ  | 519,7           | 84,00           | 45,9     | 45,4           | 4,4         |
| ΜΑΡ  | 686,4           | 93,00           | 52,4     | 44,2           | 6,2         |
| ΑΠΡ  | 741,5           | 90,00           | 56,6     | 39,0           | 6,6         |
| ΜΑΙ  | 828,9           | 93,00           | 60,0     | 37,2           | 6,6         |
| ΙΟΥΝ | 853,3           | 90,00           | 62,4     | 33,9           | 6,4         |

|       |        |         |      |       |      |
|-------|--------|---------|------|-------|------|
| ΙΟΥΛ  | 871,5  | 93,00   | 61.0 | 36.2  | 6.3  |
| ΑΥΓ   | 820,4  | 93,00   | 57.8 | 39.3  | 6.3  |
| ΣΕΠ   | 792,9  | 90,00   | 58.0 | 37.8  | 7,0  |
| ΟΚΤ   | 705,4  | 93,00   | 52.2 | 44.4  | 6.1  |
| ΝΟΕ   | 436,5  | 90,00   | 36.1 | 57.5  | 2.8  |
| ΔΕΚ   | 384,1  | 93,00   | 31.9 | 63.3  | 2.5  |
| ΕΤΟΥΣ | 8098,5 | 1095,00 | 51.0 | 536.4 | 64,6 |

ΗΛΙΑΚΗ είναι η συνολική μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στον συλλέκτη. Το εμβαδόν που χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση ΗΛΙΑΚΗΣ είναι το γινόμενο του εμβαδού της συστοιχίας και της αναλογίας συγκέντρωσης του συλλέκτη.

ΑΠΟΔΟΣΗ (EFF) είναι η απόδοση της συστοιχίας που ορίζεται ως ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας προσπίπτουσας στον συλλέκτη η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα αποτελέσματα στην απόδοση που προκαλούνται από τον εξοπλισμό ανίχνευσης ισχύος και η γωνιακή εξάρτηση της εκπομπής και απορροφητικότητας ηλιακής ακτινοβολίας του πλαισίου στον συλλέκτη συμπεριλαμβάνονται στην απόδοση αυτή. Το αποτέλεσμα της συστοιχίας μπορεί να βρεθεί σαν γινόμενο της ΗΛΙΑΚΗΣ και της ΑΠΟΔΟΣΗΣ.

ΦΟΡΤΙΟ είναι η συνολική απαίτηση ηλεκτρισμού στο σύστημα.

F0 (στο μηνιαίο αποτέλεσμα) είναι το ποσοστό του φορτίου που θα παρέχονταν από το σύστημα αν δεν υπήρχε μπαταρία.

XS0 (στο μηνιαίο αποτέλεσμα) είναι το γινόμενο της συνολικής μηνιαίας ενέργειας (για κάθε ωριαία περίοδο) σε περίσσεια του φορτίου και της απόδοσης προσαρμογής ισχύος. Αυτή η ενέργεια είτε αποθηκεύεται στη μπαταρία για μεταγενέστερη χρήση ή διαχέεται αν η μπαταρία είναι φορτισμένη πλήρως.

F (στην ετήσια σύνοψη) είναι το εκτιμώμενο ποσοστό του φορτίου που τροφοδοτείται από το σύστημα, συμπεριλαμβανομένης και της συνεισφοράς της μπαταρίας.

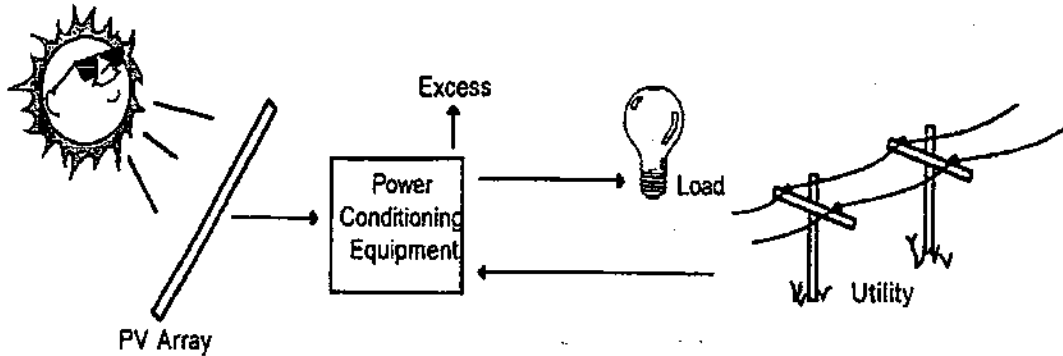
ΑΓΟΡΑ (στην ετήσια σύνοψη) είναι η βοηθητική ενέργεια η οποία πρέπει να αγοραστεί από την εταιρία παροχής για να ικανοποιήσει το φορτίο.

XS (στην ετήσια σύνοψη) είναι η μηνιαία απόδοση της συστοιχίας η οποία δεν συμβάλλει στο φορτίο ως αποτέλεσμα οποιασδήποτε απόδοσης στη μπαταρία ή στη φορτισμένη πλήρως μπαταρία κατά το χρόνο παραγωγής της ενέργειας.

#### 4.2.5 Συστήματα Χωρίς Ανατροφοδότησης Παροχής ή Μπαταρίας Αποθήκευσης

Το απλούστερο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι αυτό στο οποίο δεν υπάρχει η λύση ανατροφοδότησης της εταιρίας παροχής ή μπαταρίας αποθήκευσης. Ένα σχηματικό διάγραμμα αυτού του συστήματος παρουσιάζεται στο σχήμα 4-3. Η

ενέργεια που παράγεται από την συστοιχία είτε χρησιμοποιείται απευθείας για τροφοδότηση του στιγμιαίου φορτίου ή πρέπει να διαχυθεί.



Σχήμα 4-3. Σχηματική Συστήματος χωρίς Ανατροφοδότηση Παροχής ή Μπαταρία Αποθήκευσης

Το σετ παραμέτρων για το σύστημα αυτό με τη λύση ανίχνευσης επίπεδης πλάκας είναι:

|   |                 |                |                 |                 |
|---|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1. Αριθμός Πόλης για Βοστώνη, MA                      | 27              |                | 27              |                 |
| 2. Έξοδος: (1 περίληψη, 2 λεπτομέρειες (Αρν.: γράφ.)  | 2               |                | 2               |                 |
| 3. Θερμοκρασία κυψέλης σε συνθήκες NOCT               | 44              | C              | 111             | F               |
| 4. Αποδοτικότητα αναφοράς συστοιχίας                  | 0,104           |                | 0,104           |                 |
| 5. Θερμοκρασία αναφοράς συστοιχίας                    | 28              | C              | 82,4            | F               |
| 6. Συντελεστής θερμοκρασίας ισχύος (επί 1000)         | 4,3             | 1/K            | 2,39            | 1/R             |
| 7. Αποδ. ηλεκτρον. ανίχνευσης μέγιστου σημείου ισχύος | 0,9             |                | 0,9             |                 |
| 8. Απόδοση ηλεκτρονικών προσαρμογής ισχύος            | 0,88            |                | 0,88            |                 |
| 9. Ποσοστιαία τυπική απόκλιση του φορτίου             | 0               | %              | 0               | %               |
| 10. Εμβαδόν συστοιχία                                 | 6               | M <sup>2</sup> | 64,6            | ft <sup>2</sup> |
| 11. Κλίση συστοιχία                                   | 50 <sup>0</sup> | deg            | 50 <sup>0</sup> | deg             |
| 12. Αζιμούθιο συστοιχία (νότος = 0)                   | 0               | deg            | 0               | deg             |

Τα αποτελέσματα για τις συγκεκριμένες προκαθορισμένες παραμέτρους είναι :

| Ωρα     | Ηλιακή<br>(Kwh) | Ιανουάριος     |                 | F0<br>(%) | XS0<br>(Kwh) |
|---------|-----------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|
|         |                 | Απόδοση<br>(%) | Φορτίο<br>(Kwh) |           |              |
| 7 – 8   | 10,26           | 8,8            | 3,10            | 17,2      | 0,26         |
| 8 – 9   | 29,14           | 9,7            | 3,29            | 51,0      | 0,80         |
| 9 – 10  | 49,04           | 9,7            | 3,50            | 67,1      | 1,83         |
| 10 – 11 | 65,58           | 9,6            | 3,75            | 74,6      | 2,73         |
| 11 – 12 | 74,97           | 9,5            | 4,00            | 77,1      | 3,19         |
| 12 – 13 | 74,97           | 9,5            | 4,25            | 76,0      | 3,03         |
| 13 – 14 | 65,58           | 9,5            | 4,46            | 71,0      | 2,33         |
| 14 – 15 | 49,04           | 9,6            | 4,65            | 60,6      | 1,32         |

|         |        |     |       |       |       |
|---------|--------|-----|-------|-------|-------|
| 15 – 16 | 29,14  | 9,5 | 4,77  | 42,03 | 0,42  |
| 16 – 17 | 10,26  | 8,7 | 4,84  | 13,3  | 0,14  |
| ΜΗΝΟΣ   | 457,99 | 9,5 | 93,00 | 24,0  | 16,06 |

## Φεβρουάριος

## Σύνοψη

|       | Ηλιακή<br>(Kwh) | Φορτίο<br>(Kwh) | F<br>(%) | Αγορά<br>(Kwh) | XS<br>(Kwh) |
|-------|-----------------|-----------------|----------|----------------|-------------|
| ΙΑΝ   | 458,0           | 93,00           | 24,0     | 70,7           | 16,1        |
| ΦΕΒ   | 519,7           | 84,00           | 28,7     | 59,9           | 18,9        |
| ΜΑΡ   | 686,4           | 93,00           | 32,9     | 62,4           | 24,4        |
| ΑΠΡ   | 741,5           | 90,00           | 36,2     | 57,5           | 25,0        |
| ΜΑΙ   | 828,9           | 93,00           | 39,6     | 56,2           | 25,6        |
| ΙΟΥΝ  | 853,3           | 90,00           | 41,4     | 52,7           | 25,2        |
| ΙΟΥΛ  | 871,5           | 93,00           | 40,5     | 55,3           | 25,4        |
| ΑΥΓ   | 820,4           | 93,00           | 37,6     | 58,0           | 25,1        |
| ΣΕΠ   | 792,9           | 90,00           | 35,7     | 57,9           | 27,0        |
| ΟΚΤ   | 705,4           | 93,00           | 31,6     | 63,6           | 25,2        |
| ΝΟΕ   | 436,5           | 90,00           | 24,0     | 68,4           | 13,7        |
| ΔΕΚ   | 384,1           | 93,00           | 20,9     | 73,6           | 12,8        |
| ΕΤΟΥΣ | 8098,5          | 1095,00         | 32,8     | 736,2          | 264,4       |

ΗΛΙΑΚΗ είναι η συνολική μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στον συλλέκτη. Το εμβαδόν που χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση ΗΛΙΑΚΗΣ είναι το γινόμενο του εμβαδού της συστοιχίας και της αναλογίας συγκέντρωσης του συλλέκτη.

ΑΠΟΔΟΣΗ (EFF) είναι η απόδοση της συστοιχίας που ορίζεται ως ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας προσπίπτουσας στον συλλέκτη η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα αποτελέσματα στην απόδοση που προκαλούνται από τον εξοπλισμό ανίχνευσης ισχύος και η γωνιακή εξάρτηση της εκπομπής και απορροφητικότητας ηλιακής ακτινοβολίας της συστοιχίας στον συλλέκτη συμπεριλαμβάνονται στην απόδοση αυτή. Το αποτέλεσμα της συστοιχίας μπορεί να βρεθεί σαν γινόμενο της ΗΛΙΑΚΗΣ και της ΑΠΟΔΟΣΗΣ.

ΦΟΡΤΙΟ είναι η συνολική απαίτηση ηλεκτρισμού στο σύστημα.

F είναι το ποσοστό του φορτίου που τροφοδοτείται απευθείας από την συστοιχία.

ΑΓΟΡΑ είναι η συνολική ηλεκτρική ενέργεια η οποία πρέπει να αγοραστεί από την εταιρία παροχής για να ικανοποιηθεί το φορτίο.

ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ (XS) είναι η συνολική ηλεκτρική ενέργεια που πρέπει να διαχυθεί.

4.2.6 Περιγραφές Παραμέτρων Συστήματος

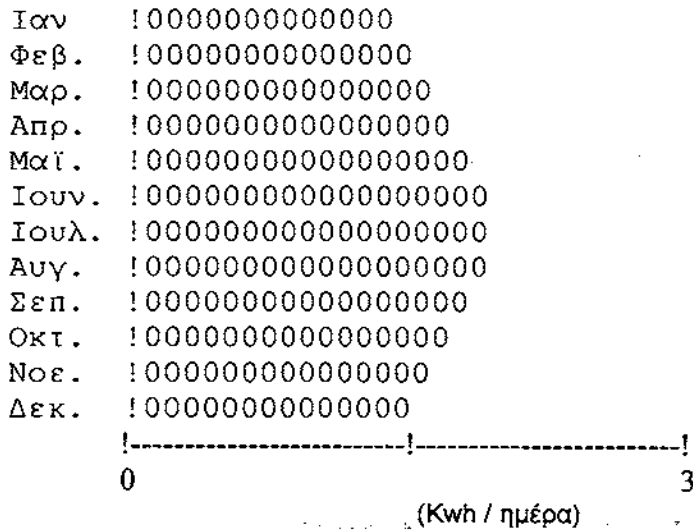
Στο παρόν τμήμα υπάρχει μια περιγραφή για την κάθε παράμετρο του συστήματος. Οι πρώτες δέκα παράμετροι είναι ίδιες για όλα τα συστήματα. Οι υπόλοιπες παράμετροι θα εξαρτώνται από την επιλογή του τύπου συστήματος και τη λύση ανίχνευσης. Πρόσθετες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε στο Κεφάλαιο 4.3 το οποίο περιγράφει τον τρόπο που αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της απόδοσης του συστήματος.

1. Αριθμός Πόλης για Βοστώνη, MA 27 27

Είναι ένας αριθμός που δείχνει την πόλη για την οποία λαμβάνονται καιρικά δεδομένα για χρήση στους υπολογισμούς απόδοσης του συστήματος. Η εντολή ΠΟΛΗ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επισκόπηση των επιλογών και για την επιλογή μιας πόλης. Τα καιρικά δεδομένα που παρέχονται με το πρόγραμμα μπορούν να αλλάζουν.

2. Έξοδος: (1περίληψη, 2λεπτομέρειες (Αρν.: γράφ.) 2 2

Είναι ένας αριθμός με απόλυτη τιμή 1 ή 2 ο οποίος ελέγχει την ποσότητα εκτύπωσης αποτελεσμάτων για τους θερμικούς – ηλεκτρικούς υπολογισμούς και εάν πρόκειται να υπάρξουν γραφικά αποτελέσματα. Όλα τα αποτελέσματα εκτυπώνονται όταν η απόλυτη τιμή αυτής της παραμέτρου είναι 2. Διαφορετικά, εκτυπώνεται μόνο η ετήσια σύνοψη. (Η έξοδος της οθόνης δεν επηρεάζεται από αυτή την παράμετρο). Αν η τιμή της παραμέτρου είναι αρνητική, παράγονται ιστογράμματα των μηνιαίων ποσοτήτων ενέργειας. Παράδειγμα αυτών των γραφημάτων εμφανίζεται ως ακολούθως.



Στα γραφήματα αυτά, το O είναι η μηνιαία μέση ημερήσια απόδοση πίνακα· B είναι η μηνιαία μέση ημερήσια ενέργεια η οποία πρέπει να αγοραστεί από την εταιρία παροχής· L είναι το μηνιαίο μέσο ημερήσιο φορτίο· S είναι η μηνιαία μέση ημερήσια ενέργεια η οποία πωλείται πίσω στην εταιρία παροχής.

3. Θερμοκρασία κυψέλης σε συνθήκες NOCT 44 C 111 F

Είναι η τιμή θερμοκρασίας την οποία λαμβάνει το πλαίσιο κάτω από συνθήκες χωρίς φορτίο και σε ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας 20°C και 800 W/ m<sup>2</sup> στο επίπεδο του ανοίγματος. Αυτή η θερμοκρασία που ονομάζεται Θερμοκρασία Ονομαστικής Λειτουργίας Κυψέλης – ΘΟΛΚ (NOCT), μετριέται σε θερμικές δοκιμές συλλέκτη – πλαισίου. Μπορεί επίσης να υπολογιστεί σε σχέση με τις παραμέτρους (τα / U<sub>L</sub> + 20) όπου (τα) είναι το γινόμενο εκπομπής – απορρόφησης και U<sub>L</sub> είναι ο συντελεστής συνολικής μεταφοράς θερμότητας της συστοιχίας. Για έναν πλαίσιο με επίπεδη πλάκα, η σχέση είναι (σε μονάδες SI):

$$(NOCT) = 800 * (τα) / U_L + 20$$

Για συλλέκτες συγκέντρωσης, η παραδοχή που γίνεται είναι ότι το 75% των 800 W/ m<sup>2</sup> αντιπροσωπεύει δέσμη ακτινοβολίας το υπόλοιπο είναι διαχυμένη και ανακλώμενη από το έδαφος ακτινοβολία. Στην περίπτωση αυτή, τα 800 W / m<sup>2</sup> στην παραπάνω εξίσωση αντικαθίστανται με το (600 \* C + 200) όπου το C είναι η αναλογία συγκέντρωσης.

4. Αποδοτικότητα αναφοράς πίνακα 0,104 0,104

Είναι το γινόμενο του συντελεστή στοίβασης της κυψέλης και την απόδοση αναφοράς της κυψέλης που προσδιορίζεται σε μια θερμοκρασία αναφοράς συστοιχίας (παράμετρος 5). Ο συντελεστής στοίβασης πρέπει να βασίζεται στο ίδιο εμβαδόν ή επιφάνεια με την παράμετρο 2.

5. Θερμοκρασία αναφοράς πίνακα 28 C 82,4 F

Είναι η θερμοκρασία στην οποία είναι γνωστή η απόδοση του πίνακα (παράμετρος 7).

6. Συντελεστής θερμοκρασίας ισχύος (επί 1000) 4,3 1/K 2,39 1/R

Είναι ο ρυθμός της γραμμικής μείωσης της απόδοσης της συστοιχίας σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία για τη μέγιστη λειτουργία ανίχνευσης ισχύος. Ο συντελεστής αυτός είναι πρωταρχικά μια συνάρτηση του υλικού της κυψέλης. Οι τυπικές τιμές είναι 0,0043 (1/ K) για κυψέλες πυριτίου και 0,0025 (1/ R) για κυψέλες γαλλίου αρσενικού. Ο συντελεστής θερμοκρασίας της συστοιχίας δεν είναι γενικά ευαίσθητος στη θερμοκρασία για το πεδίο θερμοκρασιών κυψέλης που πραγματοποιείται σε συστοιχίες μη συγκέντρωσης. Αν είναι γνωστή η μέγιστη ισχύς από πειράματα σε δυο διαφορετικές θερμοκρασίες, τότε ο συντελεστής είναι το αρνητικό της ποσότητας (P<sub>2</sub> – P<sub>1</sub>) / (T<sub>2</sub> – T<sub>1</sub>).

7. Αποδ. ηλεκτρον. ανίχνευσης μέγιστου σημείου ισχύος 0,9 0,9

Είναι η απόδοση της λογικής ελέγχου και του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της συστοιχίας ώστε να λειτουργεί στο μέγιστο σημείο της ισχύος του.

8. Απόδοση ηλεκτρονικών προσαρμογής ισχύος 0,88 0,88

Είναι η απόδοση της λογικής ελέγχου και του εξοπλισμού ο οποίος μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την συστοιχία στη μορφή που απαιτείται από το φορτίο, την εταιρία παροχής, και τη μπαταρία.

9. Ποσοστιαία τυπική απόκλιση του φορτίου 0 % 0 %

Είναι η παράμετρος η οποία επιτρέπει να λαμβάνεται υπόψη μια διανομή στα μέσα μηνιαία ωριαία φορτία. Η διανομή φορτίου για οποιαδήποτε ωριαία περίοδο θεωρείται ότι είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη με το μέσο όρο της ίσο με το φορτίο εισόδου για τη συγκεκριμένη ώρα και με το ελάχιστο και μέγιστο πεδίο του ίσο με το γινόμενο αυτής της παραμέτρου και του ωριαίου μέσου φορτίου. Για παράδειγμα, αν το ωριαίο φορτίο είναι 100 W και η επί τοις % μεταβολή είναι 100%, το φορτίο θεωρείται ότι είναι κατανεμημένο ομοιόμορφα στο πεδίο τιμών από 0 έως 200 W. Αν αυτή η παράμετρος τεθεί στο 0, δεν λαμβάνεται υπόψη διανομή φορτίων, δηλαδή, το φορτίο σε μια δεδομένη ώρα είναι πάντα η σταθερή τιμή που εισάγεται από το χρήστη.

10. Εμβαδόν πίνακα 6 M2 64,6 ft<sup>2</sup>

Είναι το συνολικό εμβαδόν ή φωτοβολταϊκή επιφάνεια που χρησιμοποιείται στο σύστημα ( σε τετραγωνικά πόδια – ft<sup>2</sup> ή τετραγωνικά μέτρα – m<sup>2</sup>). Η ίδια επιφάνεια (ακάθαρτη ή καθαρή) πρέπει να χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης αναφοράς της συστοιχίας (παράμετρος συστήματος 4) και του κόστους ανά μονάδα επιφάνειας (παράμετρος 2 οικονομικών). Ο αριθμός της παραμέτρου, 10, θα αλλάζει με την επιλογή της λύσης ανίχνευσης.

Οι παρακάτω παράμετροι μπορεί να εμφανίζονται ή να μην εμφανίζονται στο σετ παραμέτρων συστήματος, ανάλογα με τον τύπο του συστήματος και τη λύση ανίχνευσης που επιλέγεται. Οι αριθμοί των παραμέτρων επίσης θα αλλάζουν.

11. Ωφέλιμη χωρητικότητα μπαταρίας 1,4 Kwh 1,4 Kwh

Είναι η συνολική ενέργεια η οποία μπορεί να λαμβάνεται από τη μπαταρία όταν είναι πλήρως φορτισμένη. Είναι το γινόμενο της χωρητικότητας της μπαταρίας ενός στοιχείου, αριθμού στοιχείων, και του επιτρεπόμενου βάθους εκφόρτισης.

12. Απόδοση μπαταρίας 0,87 0,87

Είναι η αναλογία της ενέργειας που μεταφέρεται στη μπαταρία προς εκείνη η οποία μπορεί να ληφθεί χρήσιμα από τη μπαταρία. Σε ένα σύστημα μπαταρίας αποθήκευσης, κάποιο ποσό ενέργειας χάνεται εξαιτίας της εσωτερικής αντίστασης της μπαταρίας και της εξαέρωσης ηλεκτρολύτη. Οι τυπικές τιμές απόδοσης μπαταρίας κυμαίνονται μεταξύ 0,6 και 0,9.

13. Κλίση πίνακα (νότος = 0) 50 deg 50 deg



Είναι η γωνία μεταξύ του επιπέδου της συστοιχίας και του οριζόντιου επιπέδου (σε μοίρες). Μία κάθετη συστοιχία θα έχει κλίση 90 μοιρών.

14. Κλίση άξονα 50 deg 50 deg

Είναι η γωνία μεταξύ του άξονα του συλλέκτη και της προβολής του άξονα στο οριζόντιο επίπεδο (σε μοίρες).

15. Αζιμούθιο συστοιχίας (νότος = 0) 0 deg 0 deg

Είναι η απόκλιση της κατακόρυφου της επιφάνειας του συλλέκτη από τον τοπικό μεσημβρινό (σε μοίρες) με το μηδέν να δείχνει ότι η συστοιχία βλέπει απευθείας προς τον ισημερινό, δύση θετικό, και ανατολή αρνητικό.

16. Αζιμούθιο άξονα 0 deg 0 deg

Είναι η γωνία μεταξύ της προβολής του άξονα στο οριζόντιο επίπεδο και τον τοπικό μεσημβρινό. Ο προσανατολισμός του άξονα ανατολής – δύσης θα έχει αζιμούθιο 90 μοίρες.

17. Αναλογία συγκέντρωσης 3 3

Είναι η αναλογία της επιφάνειας του ανοίγματος (ή διαφράγματος) του ηλιακού συλλέκτη προς την επιφάνεια (ή εμβαδόν) της φωτοβολταϊκής συστοιχίας.

18. Προσανατολισμός άξονα (1 = A - Δ, 2 = B- N) 2 2

Είναι ένας ακέραιος, είτε 1 ή 2, ο οποίος δείχνει τον προσανατολισμό του άξονα σε έναν συλλέκτη τύπου CPC. Ορίστε 1 αν ο άξονας δείχνει ανατολή – δύση και 2 αν ο άξονας δείχνει βορρά – νότο όταν η γωνία αζιμουθίου είναι 0. Ορίστε 2 αν ο συλλέκτης είναι τοποθετημένος κάθετα με τον άξονα να δείχνει κατακόρυφα.

19. Ημί-γωνία αποδοχής 35 deg 35 deg

Είναι η μέγιστη γωνία η μετρούμενη από τον άξονα του συλλέκτη τύπου CPC για τον οποίο η δέσμη της προσπίπτουσας ακτινοβολίας θα χτυπήσει τον πίνακα.

### 4.3 Οικονομικά

Οι οικονομικοί υπολογισμοί που γίνονται στο πρόγραμμα PV F-CHART είναι υπολογισμοί κύκλου ζωής για α) ηλεκτρισμό που αγοράζεται από μια εταιρία παροχής ή άλλη βοηθητική πηγή β) ηλεκτρισμού που πωλείται πίσω στην εταιρία παροχής, αν είναι συνδεδεμένη και γ) κατοχή και συντήρηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Το κόστος κύκλου ζωής σε ηλεκτρισμό που χρησιμοποιείται υπολογίζεται από το τρέχον κόστος του ηλεκτρισμού, την αξία οποιουδήποτε είδους ηλεκτρισμού πωλείται, τον αναμενόμενο ρυθμό του πληθωρισμού στον ηλεκτρισμό, το ποσοστό έκπτωσης της αγοράς και την θεωρούμενη περίοδο της οικονομικής ανάλυσης. Τα κόστη κύκλου ζωής ιδιοκτησίας και λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος συμπεριλαμβάνουν στοιχεία τέτοια όπως πληρωμές κεφαλαίου για κονδύλια που δανείζονται για να πληρωθεί το σύστημα (π.χ. επί υποθήκης), ασφάλεια, συντήρηση, επιπτώσεις του φόρου εισοδήματος σε αυξημένους φόρους περιουσίας και πληρωμές τόκων, φορολογικές πιστώσεις, αξία επαναπώλησης και απόσβεσης. Στο τμήμα αυτό θα καλύψουμε τη σημασία της οικονομικής απόδοσης. Η μέθοδος του κόστους κύκλου ζωής, καθώς εφαρμόζεται σε οποιοδήποτε είδος συστήματος ηλιακής ενέργειας, μπορεί να βρεθεί στο βιβλίο *Ηλιακή Τεχνολογία Θερμικών Διεργασιών, 2<sup>η</sup> Έκδοση*, των Duffine και Beckman (Wiley Interscience, New York 1991).

#### 4.3.1 Παράμετροι Οικονομικών

Το παρόν τμήμα δίνει μια περιγραφή των 30 σε αριθμό οικονομικών παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στο σύστημα διασύνδεσης ΔΕΚΟ ή εταιρίας παροχής. Για το σύστημα μπαταρίας αποθήκευσης μόνο οι πρώτες 23 παράμετροι στον κατάλογο που ακολουθεί θα είναι εμφανείς. Για το σύστημα χωρίς αποθήκευση ενέργειας ή ανατροφοδότηση εταιρίας παροχής, μόνο οι πρώτες 29 παράμετροι είναι εμφανείς.

#### \*\*\*Οικονομικά\*\*\*

|     |  |     |                    |
|-----|--|-----|--------------------|
| 1.  | Λεπτομέρεια οικονομικής ανάλυσης                         | 1   |                    |
| 2.  | Κόστος ανά μονάδα επιφάνειας (ή εμβαδού)                 | 600 | \$/ m <sup>2</sup> |
| 3.  | Ανεξάρτητο κόστος επιφάνειας                             | 500 | \$                 |
| 4.  | Περίοδος οικονομικής ανάλυσης                            | 20  | Έτη                |
| 5.  | Ποσοστό προκαταβολής                                     | 10  | %                  |
| 6.  | Ετήσιο ποσοστό επιτοκίου υποθήκης                        | 6   | %                  |
| 7.  | Περίοδος υποθήκης  | 20  | Έτη                |
| 8.  | Ετήσιο ποσοστό έκπτωσης της αγοράς                       | 8   | %                  |
| 9.  | Ποσοστιαία επιπλέον ασφάλεια & συντήρηση τον πρώτο χρόνο | 0,5 | %                  |
| 10. | Ετήσια ποσοστιαία αύξηση ασφάλειας I & συντήρησης        | 8   | %                  |
| 11. | Ισχύουσα αναλογία φόρου Ομοσπονδιακού + Πολιτειακού      | 20  | %                  |

|  |       |        |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12. Ποσοστό φόρου περιουσίας (με βάση την τιμή αγοράς)     | 0     | %      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13. Ετήσια ποσοστιαία αύξηση του φόρου περιουσίας          | 8     | %      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14. Ποσοστιαία αξία επαναπώλησης προηγούμενου έτους        | 100   | %      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15. Θεώρηση εκπτώσεων; 1 = ΝΑΙ 2 = ΟΧΙ                     | 1     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16. Ποσοστιαία έκπτωση σε επίπεδο 1                        | 10    | %      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17. Μέγιστη επένδυση σε επίπεδο 1                          | 10000 | \$     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18. Ποσοστιαία έκπτωση σε επίπεδο 2                        | 0     | %      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19. Μέγιστη επένδυση σε επίπεδο 2                          | 10000 | \$     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20. Πρόκειται για εμπορικό σύστημα; 1 = ΝΑΙ 2 = ΟΧΙ        | 1     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21. Πρόγραμμα εμπορικής απόσβεσης                          |       | %      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25   | 38    | 37     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22. Κόστος ηλεκτρισμού (εκτός αιχμής)                      | 0,2   | \$/Kwh |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23. Ετήσια ποσοστιαία αύξηση του ηλεκτρισμού               | 10    | %      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24. Θεώρηση τιμολογίων εκτός αιχμής; 1 = ΝΑΙ 2 = ΟΧΙ       | 2     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25. Αναλογία κόστους αιχμής προς κόστος εκτός αιχμής       | 1,5   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26. Ώρα κατά την οποία ισχύουν τα τιμολόγια αιχμής         | 10    | Ώρες   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27. Ώρα κατά την οποία παύουν τα τιμολόγια αιχμής          | 18    | Ώρες   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28. Μήνας έναρξης των τιμολογίων αιχμής                    | 6     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29. Μήνας λήξης των τιμολογίων αιχμής                      | 10    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30. Αναλογία κόστους πωληθέντος ή αγορασθέντος ηλεκτρισμού | 1     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |

1. Λεπτομέρεια οικονομικής ανάλυσης 1  
 Αν η παράμετρος αυτή τεθεί ως 0, τότε η οικονομική ανάλυση δεν θα πραγματοποιηθεί. Η θέση της παραμέτρου στο 1 θα δώσει μια ελάχιστη οικονομική απόδοση, ενώ η θέση στο 4 θα δώσει τη μέγιστη απόδοση συμπεριλαμβανομένης της ετήσιας ταμειακής ροής. Και αυτές οι λύσεις καλύπτονται από το σχεδιαστικό πρόγραμμα σε ειδικό παράρτημα.

2. Κόστος ανά μονάδα επιφάνειας (ή εμβαδού) 600 \$/ m<sup>2</sup>  
 Είναι το κόστος ανά τετραγωνικό πόδι ή μέτρο του φωτοβολταϊκού συστήματος περιλαμβανομένων των στοιχείων όπως τα κόστη μπαταρίας που αυξάνονται με την επιφάνεια.

3. Ανεξάρτητο κόστος επιφάνειας 500 \$  
 Είναι το κόστος του σταθερού εξοπλισμού όπως οι ελεγκτές, μέρος της μπαταρίας αποθήκευσης, και άλλα κόστη ανεξάρτητα από την επιφάνεια.

4. Περίοδος οικονομικής ανάλυσης 20 Έτη

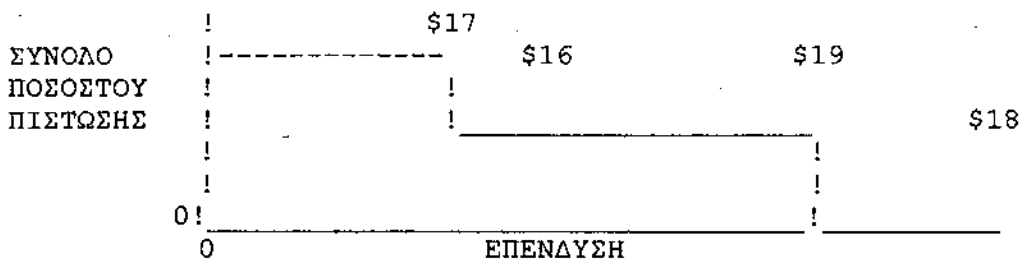
Είναι ο αριθμός των ετών για τα οποία γίνεται η ανάλυση του κόστους κύκλου ζωής. (Συχνά ίδιος με την διάρκεια της υποθήκης).

- |  |     |     |
|--|-----|-----|
| 5. Ποσοστό προκαταβολής  | 10  | %   |
| Είναι το ποσοστό του κόστους του συστήματος το οποίο καταβάλλεται κατά τη στιγμή της εγκατάστασης. Το υπόλοιπο πληρώνεται από την υποθήκη.   |     |     |
| 6. Ετήσιο ποσοστό επιτοκίου υποθήκης   | 6   | %   |
| Είναι το ετήσιο επιτόκιο που επιβάλλει ο δανειστής στα δανειζόμενα κεφάλαια, σε ποσοστό επί τοις εκατό.  |     |     |
| 7. Περίοδος υποθήκης   | 20  | Έτη |
| Είναι ο αριθμός των ετών στα οποία τα δανειζόμενα κεφάλαια πρέπει να αποπληρωθούν.   |     |     |
| 8. Ετήσιο ποσοστό έκπτωσης της αγοράς  | 8   | %   |
| Είναι ο ετήσιος ρυθμός απόδοσης της καλύτερης εναλλακτικής επένδυσης, σε ποσοστό επί τοις εκατό.   |     |     |
| 9. Ποσοστιαία επιπλέον ασφάλεια & συντήρηση τον πρώτο χρόνο  | 0,5 | %   |
| Είναι η επιπλέον συντήρηση του πρώτου χρόνου, ασφάλεια και έξοδα λειτουργίας άνευ καυσίμων που αποδίδονται στο σύστημα, εκφρασμένα σε ποσοστό επί τοις εκατό στην αρχική επένδυση. |     |     |
| 10. Ετήσια ποσοστιαία αύξηση ασφάλειας I & συντήρησης  | 8   | %   |
| Είναι το αναμενόμενο ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού στα κόστη της παραμέτρου 9, σε ποσοστό επί τοις εκατό.   |     |     |
| 11. Ισχύουσα αναλογία φόρου Ομοσπονδιακού + Πολιτειακού  | 20  | %   |
| Είναι το συνδυασμένο ποσοστό φόρου εισοδήματος Πολιτειακού ιδιοκτήτη, υπολογιζόμενο ως το άθροισμα των φορολογικών κλιμάκων Πολιτειακού φόρου μείον το γινόμενο τους.              |     |     |
| 12. Ποσοστό φόρου περιουσίας (με βάση την τιμή αγοράς)   | 0   | %   |
| Είναι η αναλογία της προσαύξησης φόρου ακινήτων λόγω ηλιακού συστήματος προς το κόστος του συστήματος, εκφρασμένο σε ποσοστό επί τοις εκατό.                                       |     |     |
| 13. Ετήσια ποσοστιαία αύξηση του φόρου περιουσίας  | 8   | %   |

Είναι το αναμενόμενο ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού του φόρου περιουσίας εκφρασμένο σε ποσοστό επί τοις εκατό.

14. Ποσοστιαία αξία επαναπώλησης προηγούμενου έτους 100 %  
 Είναι η αναμενόμενη αξία επαναπώλησης ή διάσωσης του συστήματος στο τέλος της περιόδου οικονομικής ανάλυσης, ως ποσοστό επί τοις εκατό του κόστους του συστήματος.

15. Θεώρηση εκπτώσεων; 1 = ΝΑΙ 2 = ΟΧΙ 1  
 Είναι ένας διακόπτης ή μεταγωγή για την διακοπή ή λειτουργία του υπολογισμού των φορολογικών πιστώσεων με τη βοήθεια των επόμενων τεσσάρων παραμέτρων. Οι παράμετροι 16-19 παρέχονται για την εισαγωγή φορολογικών πιστώσεων. Οι φορολογικές πιστώσεις από διαφορετικούς κυβερνητικούς φορείς αθροίζονται μαζί για να προσδιοριστούν αυτές οι παράμετροι. Για παράδειγμα, αν η τρέχουσα ομοσπονδιακή φορολογική πίστωση είναι 40% για τα πρώτα \$10.000 και αν κάποια πολιτεία είχε ποσοστό πίστωσης 16% για τα πρώτα \$2.000, τότε οι παράμετροι 16 έως 19 θα ήταν 56%, \$2.000, 40%, και \$10.000 αντίστοιχα. Αυτό φαίνεται στο παρακάτω σκαρίφημα.



16. Ποσοστιαία έκπτωση σε επίπεδο 1 10 %  
 Είναι το ποσοστό φορολογικής πίστωσης για την πρώτη προσαύξηση φορολογικών πιστώσεων, ως ποσοστό του κόστους του συστήματος.

17. Μέγιστη επένδυση σε επίπεδο 1 10000 \$  
 Είναι το μέγιστο (άνω) όριο της επένδυσης για το οποίο ισχύει η φορολογική πίστωση στο επίπεδο 1, σε δολάρια ΗΠΑ.

18. Ποσοστιαία έκπτωση σε επίπεδο 2 0 %  
 Είναι το ποσοστό φορολογικής πίστωσης για τη δεύτερη προσαύξηση φορολογικών πιστώσεων, ως ποσοστό του κόστους του συστήματος.

19. Μέγιστη επένδυση σε επίπεδο 2 10000 \$  
 Είναι το μέγιστο (άνω) όριο της επένδυσης για το οποίο ισχύει η φορολογική πίστωση στο επίπεδο 1, σε δολάρια ΗΠΑ.

20. Πρόκειται για εμπορικό σύστημα; 1 = ΝΑΙ 2 = ΟΧΙ 1  
Είναι η ένδειξη ότι η απόσβεση και άλλες επιχειρηματικές δαπάνες πρέπει ή δεν πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στην οικονομική ανάλυση.

21. Πρόγραμμα εμπορικής απόσβεσης 8  
Είναι το πρόγραμμα της ετήσιας απόσβεσης σε ποσοστό επί τοις εκατό για ένα σύστημα παραγωγής εισοδήματος. Μπορεί να εισαχθεί ένας μέγιστος αριθμός 10 ετήσιων τιμών. Για ένα τριετές πρόγραμμα απόσβεσης, η Αμερικανική Κυβέρνηση επιτρέπει επί του παρόντος 25%, 38%, και 37%. Για πενταετές πρόγραμμα, τα ποσοστά είναι 15%, 22%, 21%, 21%, και 21%. Για δεκαετές πρόγραμμα, τα ποσοστά είναι 8%, 14%, 12%, 10%, 10%, 10%, 9%, 9%, 9%, και 9%. Ανατρέξτε στο τρέχον φορολογικό δίκαιο για να καθορίσετε το κατάλληλο πρόγραμμα.

22. Κόστος ηλεκτρισμού (εκτός αιχμής) 0,2 \$/kwh  
Είναι το τιμολόγιο αγοράς του ηλεκτρισμού όταν καταβάλλεται η ετήσια δόση (θεωρείται ότι είναι στο τέλος του πρώτου χρόνου) σε δολάρια ΗΠΑ ανά κιλοβατώρα (kwh).

23. Ετήσια ποσοστιαία αύξηση του ηλεκτρισμού 10 %  
Είναι το αναμενόμενο ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού του τιμολογίου ηλεκτρισμού σε ποσοστό επί τοις εκατό.

24. Θεώρηση τιμολογίων εκτός αιχμής; 1 = ΝΑΙ 2 = ΟΧΙ 2  
Είναι η ένδειξη ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη τα τιμολόγια αιχμής του ηλεκτρισμού.

25. Αναλογία κόστους αιχμής προς κόστος εκτός αιχμής 1,5  
Είναι η αναλογία του κόστους αγοράς (ή πώλησης) ηλεκτρισμού προς μια εταιρία παροχής κατά την περίοδο αιχμής προς το κόστος αγοράς (ή πώλησης) ηλεκτρισμού κατά την περίοδο εκτός αιχμής.

26. Ώρα κατά την οποία ισχύουν τα τιμολόγια αιχμής 10 Ώρες  
Είναι η ώρα (1 – 24) κατά την οποία ισχύουν τα τιμολόγια αιχμής. Σε τιμολόγια αιχμής ξεκινήστε με το ξεκίνημα αυτής της ώρας.

27. Ώρα κατά την οποία παύουν τα τιμολόγια αιχμής 18 Ώρες  
Είναι η ώρα (1 – 24) κατά την οποία ισχύουν τα τιμολόγια εκτός αιχμής. Η παράμετρος αυτή μπορεί να είναι μικρότερη από την παράμετρο 28. Τα τιμολόγια

εκτός αιχμής ξεκινάνε με την έναρξη αυτή της ώρας. Αν αυτή η ώρα είναι ίση με το χρόνο έναρξης των τιμολογίων αιχμής (π.χ. παράμετρος 27) τότε τα τιμολόγια αιχμής θεωρούνται ότι ισχύουν για ολόκληρη την ημέρα.

28. Μήνας έναρξης των τιμολογίων αιχμής 6  
Είναι ο μήνας (1 – 12), με την αρχή του οποίου ξεκινάνε και τα τιμολόγια αιχμής.

29. Μήνας λήξης των τιμολογίων αιχμής 10  
Είναι ο μήνας (1 – 12), με την αρχή του οποίου ξεκινάνε τα τιμολόγια εκτός αιχμής. Αυτή η παράμετρος μπορεί να είναι μικρότερη από την παράμετρο 30. Αν ο μήνας αυτός είναι ίσος με το μήνα έναρξης των τιμολογίων αιχμής (π.χ. παράμετρος 29), τότε τα τιμολόγια αιχμής θεωρούνται ότι ισχύουν για όλο το χρόνο.

30. Αναλογία κόστους πωληθέντος ή αγορασθέντος ηλεκτρισμού 1  
Είναι η αναλογία της τιμής στην οποία μπορεί να πωληθεί ο ηλεκτρισμός προς μια εταιρία παροχής προς το κόστος αγοράς ηλεκτρισμού από την εταιρία παροχής.

#### 4.3.2 Απόδοση Οικονομικών

Το επίπεδο λεπτομερειών που εμφανίζεται για τους οικονομικούς υπολογισμούς ελέγχεται από την πρώτη οικονομική παράμετρο. Αν η παράμετρος αυτή τεθεί ως 0, δεν πραγματοποιούνται οικονομικοί υπολογισμοί. Αν τεθεί ως 1, το κόστος παροχής ηλεκτρισμού για το πρώτο έτος, η αρχική επένδυση, εξοικονόμηση κύκλου ζωής και κόστος κύκλου ζωής θα εκτυπωθούν όπως παρουσιάζονται.

|   |    |      |
|---|----|------|
| Κόστος επιλογής πρώτου χρόνου (Χωρίς ΦΒΣ) | \$ | 219  |
| Κόστος επιλογής πρώτου χρόνου (Με ΦΒΣ)    | \$ | 32   |
| Αξία πώλησης ηλεκτρισμού πρώτου έτους     | \$ | 107  |
| Αρχική επένδυση                           | \$ | 5900 |
| Προκαταβολή – Φορολογικές ελαφρύνσεις     | \$ | 0    |
| Δόση υποθήκης εικοσαετούς διάρκειας       | \$ | 463  |
| Αξία επαναπώλησης                         | \$ | 5900 |
| Δόση σε ετήσια βάση                       | \$ | 314  |
| Εξοικονόμηση κύκλου ζωής                  | \$ | 803  |
| Κόστος κύκλου ζωής                        | \$ | 3081 |

Το κόστος ηλεκτρισμού για το πρώτο έτος υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το κόστος ανά κιλοβατώρα επί τις ετήσιες απαιτήσεις ηλεκτρισμού που προσδιορίζονται στην ανάλυση με ΦΒΣ (Φωτοβολταϊκό Σύστημα). Αυτό το κόστος υπολογίζεται με την αφαίρεση του κόστους πώλησης του ηλεκτρισμού από την τιμή της παραγωγής ηλεκτρισμού. Αν είναι κατάλληλο, συμπεριλαμβάνονται και τιμολόγια ώρας της ημέρας στους υπολογισμούς αυτούς. Τα τιμολόγια ώρας της ημέρας δεν επιτρέπονται στο σύστημα μπαταρίας εφόσον δεν είναι δυνατό να ξέρουμε πότε το σύστημα θα απαιτήσει βοηθητική ενέργεια. Η επένδυση

υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το κόστος ανά μονάδα επιφάνειας (ή εμβαδού) επί την επιφάνεια και προσθέτοντας τα σταθερά κόστη. Η ετήσια βάση της δόσης είναι η σταθερή ετήσια δόση που θα έπρεπε να καταβάλλεται η οποία έχει τρέχουσα αξία ίση με το κόστος κύκλου ζωής. Η εξοικονόμηση κύκλου ζωής υπολογίζεται με την αφαίρεση της τρέχουσας αξίας του κόστους ιδιοκτησίας και λειτουργίας από την τρέχουσα αξία της εξοικονόμησης σε καύσιμα, αμφότερα υπολογισμένα για την περίοδο της οικονομικής ανάλυσης. Αυτή η εξοικονόμηση αντιπροσωπεύει το οικονομικό πλεονέκτημα του συστήματος επί ενός μη ηλιακού συστήματος. Το κόστος κύκλου ζωής είναι το άθροισμα της τρέχουσας αξίας του κόστους ηλεκτρισμού και του κόστους ιδιοκτησίας και λειτουργίας. Ο αριθμός συχνά είναι πολύ μεγάλος! Ωστόσο, με θετική εξοικονόμηση κύκλου ζωής, το μη ηλιακό σύστημα θα είχε ακόμη μεγαλύτερη τιμή.

Αν η πρώτη οικονομική παράμετρος τεθεί στο 2, τότε η ανάλυση του κόστους κύκλου ζωής σε ενέργεια και εξοπλισμό θα εκτυπωθεί επιπλέον αυτής που φαίνεται παραπάνω. Τα νέα στοιχεία θα εμφανιστούν σαν

|                    |    |      |  |
|--------------------|----|------|--|
| Κόστος κύκλου ζωής |    |      |  |
| Ηλεκτρισμός        | \$ | 574  |  |
| Εξοπλισμός         | \$ | 2507 |  |
| Σύνολο             | \$ | 3081 |  |

Το κόστος ηλεκτρισμού κύκλου ζωής είναι η τρέχουσα αξία των κλιμακούμενων καθαρών δόσεων δια της περιόδου της οικονομικής ανάλυσης. Το κόστος κύκλου ζωής του εξοπλισμού είναι η τρέχουσα αξία της προκαταβολής, ετήσιων δόσεων υποθήκης, ασφάλειας, συντήρησης, και φόρου περιουσίας. Το κόστος μειώνεται με τις φορολογικές ελαφρύνσεις.

Όταν η πρώτη οικονομική παράμετρος τεθεί στο 3, όλα τα παραπάνω στοιχεία θα εκτυπωθούν μαζί με μια ανάλυση του κόστους εξοπλισμού σε δαπάνες και πιστώσεις. Η εκτύπωση είναι

|                              |    |      |                  |    |      |
|------------------------------|----|------|------------------|----|------|
| Ανάλυση στα κόστη εξοπλισμού |    |      |                  |    |      |
| <b>Δαπάνες</b>               |    |      | <b>Πιστώσεις</b> |    |      |
| Προκαταβολή                  | \$ | 590  | Τόκοι            | \$ | 459  |
| Υποθήκη                      | \$ | 4545 | Απόσβεση         | \$ | 1004 |
| Συντ. & Ασφαλ.               | \$ | 437  | Επαναπώληση      | \$ | 1013 |
| Φόρος περιους.               | \$ | 0    | Φορολ. Ελαφρ.    | \$ | 590  |

Η προκαταβολή θεωρείται ότι καταβάλλεται στην αρχή του πρώτου έτους και συνεπώς δεν εκπίπτει. Το κόστος υποθήκης είναι η τρέχουσα αξία του αθροίσματος των ετήσιων δόσεων της υποθήκης. Τα κόστη συντήρησης και ασφάλειας είναι το άθροισμα της τρέχουσας αξίας των πληθωριστικών ετήσιων δόσεων. Οι φόροι περιουσίας υπολογίζονται επίσης ως το άθροισμα της



τρέχουσας αξίας των πληθωριστικών ετήσιων δόσεων. Ωστόσο, οι φόροι περιουσίας είναι ένα καθαρό κόστος αφού έχουν συμπεριληφθεί οι εκπτώσεις του φόρου εισοδήματος. Οι τόκοι αντιπροσωπεύουν το φορολογικό όφελος που προκύπτει από την περίληψη του τόκου υποθήκης σαν έκπτωση στα έντυπα ομοσπονδιακής και πολιτειακής φορολογίας εισοδήματος. Η απόσβεση είναι η τρέχουσα αξία της απόσβεσης, υπολογισμένη όπως ζητείται στην παράμετρο 21, για κτήρια που παράγουν εισόδημα. Η εγγραφή επαναπώλησης είναι η τρέχουσα αξία του γινομένου της επί τοις εκατό (%) αξίας επαναπώλησης (παράμετρος 14) επί την αρχική επένδυση. Για εμπορική περιουσία, η αξία επαναπώλησης μειώνεται από τις φορολογικές ελαφρύνσεις. Οι φορολογικές πιστώσεις από τους κρατικούς και πολιτειακούς φορείς υπολογίζονται με τις παραμέτρους 15 - 19.

Η λύση 4 παρέχει, επιπλέον των αποτελεσμάτων της λύσης 3, την ετήσια θέση σε μετρητά ή ταμειακή ροή. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται ως ακολούθως.

\*\*\*ΕΤΗΣΙΑ ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΤΩΝ\*\*\*

| Έτος   | Συντ. & Ασφάλεια | Φόρος Περιουσ. | Ενέργεια | Εξοικον. Φόρου | Αποταμί-ευση | Τρέχουσα Αξία |
|--------|------------------|----------------|----------|----------------|--------------|---------------|
| 0      | 0                | 0              | 0        | 590            | 0            | 0             |
| 1      | 30               | 0              | 32       | 371            | 21           | 20            |
| 2      | 32               | 0              | 36       | 524            | 186          | 160           |
| 3      | 34               | 0              | 39       | 511            | 187          | 148           |
| 4      | 37               | 0              | 43       | 74             | -236         | -173          |
| 5      | 40               | 0              | 47       | 74             | -220         | -150          |
| 6      | 43               | 0              | 52       | 73             | -203         | -128          |
| 7      | 47               | 0              | 57       | 72             | -184         | -108          |
| 8      | 51               | 0              | 63       | 72             | -163         | -88           |
| 9      | 55               | 0              | 69       | 71             | -140         | -70           |
| 10     | 59               | 0              | 76       | 71             | -114         | -53           |
| 11     | 64               | 0              | 84       | 70             | -86          | -37           |
| 12     | 69               | 0              | 92       | 70             | -54          | -22           |
| 13     | 74               | 0              | 102      | 70             | -19          | -7            |
| 14     | 80               | 0              | 112      | 69             | 19           | 7             |
| 15     | 87               | 0              | 123      | 69             | 62           | 20            |
| 16     | 94               | 0              | 135      | 69             | 109          | 32            |
| 17     | 101              | 0              | 149      | 69             | 161          | 44            |
| 18     | 109              | 0              | 164      | 69             | 219          | 55            |
| 19     | 118              | 0              | 180      | 70             | 283          | 66            |
| 20     | 127              | 0              | 198      | -1110          | 5073         | 1089          |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1350             | 0              | 1855     | 2021           | 4901         | 803           |

ΣΥΝΤ. & ΑΣΦΑΛΕΙΑ είναι η ετήσια δαπάνη για τη συντήρηση και την ασφάλεια του εξοπλισμού.

ΦΟΡΟΣ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΣ είναι ο ετήσιος φόρος περιουσίας.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ είναι η ετήσια καταβολή που γίνεται στην εταιρεία παροχής για βοηθητική ενέργεια.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΦΟΡΟΥ είναι η ετήσια αποταμίευση λόγω εκπτώσεων στην ομοσπονδιακή και πολιτειακή φορολογία. Για τα μη εμπορικά συστήματα, ο όρος αυτός συμπεριλαμβάνει φόρους περιουσίας και τόκους. Για εμπορικά συστήματα, συντήρηση, ασφάλεια και καύσιμα εκπίπτουν από την φορολογία και οι αποταμιεύσεις αυτές συμπεριλαμβάνονται στον όρο αυτό. Στο έτος 0, η στήλη αυτή συμπεριλαμβάνει οποιεσδήποτε επιπλέον εκπτώσεις πολιτειακής και ομοσπονδιακής φορολογίας που υποδεικνύονται στις παραμέτρους 15 έως 19.

ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ είναι η διαφορά μεταξύ των ετήσιων δαπανών που επιφέρονται χωρίς ηλιακό σύστημα και των δαπανών που επιφέρονται με ηλιακό σύστημα. Το έτος 0, ο όρος αυτός είναι η διαφορά μεταξύ της προκαταβολής και των φορολογικών εκπτώσεων.

ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΑΞΙΑ είναι η τρέχουσα αξία της στήλης ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗΣ. Το σύνολο της στήλης της ΤΡΕΧΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ είναι ίσο με την αποταμίευση του κύκλου ζωής.

#### 4.4 Αλγόριθμοι

Το PV F-CHART αναπτύχθηκε για να παρέχει εκτιμήσεις της απόδοσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε μακροπρόθεσμη βάση. Είναι βασισμένο σε αλγόριθμους που αναπτύχθηκαν από το Εργαστήριο Ηλιακής Ενέργειας του Πανεπιστημίου του Wisconsin - Madison. Το PV F-CHART δεν είναι πρόγραμμα προσομοίωσης. Μια προσομοίωση υπολογίζει την στιγμιαία (ή ωριαία) απόδοση ενός συστήματος και μετά το ολοκληρώνει σε συνάρτηση με το χρόνο χρησιμοποιώντας σαν εισερχόμενα στοιχεία, βραχυπρόθεσμα (τυπικά, ωριαία) καιρικά αρχεία για συγκεκριμένο τόπο και χρονική περίοδο. Σε αντίθεση, το PV F-CHART χρησιμοποιεί ετήσιους μέσους όρους της ηλιακής ενέργειας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος σε μακροπρόθεσμη βάση. Το αποτέλεσμα των μεταβολών στις παραμέτρους του καιρού στη μέση απόδοση σε μακροπρόθεσμη βάση των φωτοβολταϊκών συστημάτων λαμβάνεται υπόψη μέσα από τη χρήση της εκμεταλλευσιμότητας της ηλιακής ενέργειας, μια στατιστική ακτινοβολίας η οποία ενσωματώνει την κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας. Το πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι μια κατά πολύ μικρότερη εργασία υπολογισμών χωρίς να θυσιάζεται η ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Οι αλγόριθμοι απόδοσης φωτοβολταϊκού συστήματος που χρησιμοποιούνται στο PV F-CHART βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε μεθόδους που αναπτύχθηκαν από τον Siegel Et Al. [1] και Clark Et Al. [2]. Οι μέθοδοι αυτές αναπτύχθηκαν από μελέτες προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα προσομοίωσης TRNSYS [3] και μοντέλα με φωτοβολταϊκά στοιχεία που αναπτύχθηκαν από τους Evans Et Al. [4]. Οι αλγόριθμοι περιγράφονται στο παρόν κεφάλαιο. Στους υπολογισμούς χρειάζονται επίσης μέθοδοι υπολογισμού της μηνιαίας μέσης ωριαίας ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένες επιφάνειες, η εκμεταλλευσιμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, και οι μηνιαίες μέσες ωριαίες θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Οι μέθοδοι αυτές είναι πλήρως τεκμηριωμένες στις παραπομπές που αναφέρονται.

##### 4.4.1 Μηνιαία – Μέση Ωριαία Απόδοση Συστοιχίας

Οι τρεις διαμορφώσεις φωτοβολταϊκού συστήματος που μπορεί να αξιολογηθούν με το πρόγραμμα περιγράφονται στα τμήματα 3.2 – 3.4. Και στις τρεις διαμορφώσεις, ο εξοπλισμός ανίχνευσης ισχύος διατηρεί την απόδοση του πίνακα στο μέγιστο σημείο ισχύος. Το μοντέλο φωτοβολταϊκού πίνακα θεωρεί ότι, για τη μέγιστη ανίχνευση ισχύος, η στιγμιαία απόδοση του πίνακα  $\eta$ , είναι μια γραμμική συνάρτηση της θερμοκρασίας κυψέλης,  $T_c$ .

Με πιο απλά λόγια θα λέγαμε πως η μέθοδος αυτή της διαστασιολόγησης υποθέτει ότι η απόδοση του πλαισίου είναι γραμμική συνάρτηση της θερμοκρασίας του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Η απόδοση του πλαισίου λοιπόν δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$\eta = \eta_r [1 - \beta (T_c - T_r)] \eta_p \quad (1)$$

Η απόδοση του PV - πλαισίου,  $\eta_r$ , είναι το γινόμενο του παράγοντα στοίβασης της κυψέλης και της απόδοσης αναφοράς της κυψέλης που προσδιορίζεται σε μια θερμοκρασία αναφοράς,  $T_r$ . Το  $\beta$  είναι ο συντελεστής απόδοσης της θερμοκρασίας ο οποίος θεωρείται ότι είναι σταθερός στο πεδίο θερμοκρασιών που πραγματοποιούνται σε συστήματα μη συγκέντρωσης. Η απόδοση του εξοπλισμού ανίχνευσης ισχύος,  $\eta_p$ , συμπεριλαμβάνεται στον ορισμό της απόδοσης του πίνακα.

Μια εξισορρόπηση ενέργειας στον πίνακα καταλήγει σε  $E$ , την ταχύτητα με την οποία παράγεται η ενέργεια από τον πίνακα.

$$E = A I_c \eta = A I_c (\tau_a) - A U (T_c - T_a) \quad (2)$$

$A$  είναι το εμβαδόν του PV - πλαισίου. Το  $I_c$  είναι η στιγμιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ανά μονάδα επιφάνειας στο πλαίσιο. Το  $(\tau_a)$  είναι το γινόμενο εκπομπής - απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας του πίνακα.  $U$  είναι ο συντελεστής της συνολικής απώλειας θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας PV - πλαισίου για απώλειες σε ένα περιβάλλον σε θερμοκρασία  $T_a$ . Ο πρώτος όρος στη δεξιά πλευρά της εξίσωσης (2) είναι η ταχύτητα με την οποία απορροφάται η ηλιακή ακτινοβολία από τον πίνακα. Ο τελευταίος όρος στην εξίσωση αυτή είναι η ταχύτητα απώλειας της θερμικής ενέργειας. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δυο όρων αντιπροσωπεύει την ταχύτητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Απαλείφοντας τη θερμοκρασία κυψέλης από την εξίσωση (2) και αντικαθιστώντας στην εξίσωση (1) μας δίνει

$$\eta = \eta_r \eta_{pt} [1 - \beta (T_a - T_r)] - \beta I_c / U ((\tau_a) - \eta) \quad (3)$$

Στον τελευταίο όρο, το  $(\tau_a)$  είναι περίπου κατά μια τάξη μεγέθους μεγαλύτερο από το  $\eta$  έτσι ώστε ένα σχετικά μεγάλο σφάλμα στο  $\eta$  να προκαλεί μόνο ένα μικρό σφάλμα στον όρο αυτόν. Για την απλούστευση των υπολογισμών που ακολουθούν, το  $\eta$  στον τελευταίο όρο της εξίσωσης (3) θεωρείται κατά προσέγγιση ότι είναι το γινόμενο των  $\eta_r$  και  $\eta_{pt}$ , και  $(\tau_a)$  για να μας δώσει τις ακόλουθες εκφράσεις για την απόδοση του PV - πλαισίου.

$$\eta = \eta_r \eta_{pt} [1 - \beta (T_a - T_r)] - \beta I_c / U (1 - \eta_r \eta_{pt}) \quad (4)$$

Στην πρακτική, δεν είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν χωριστές τιμές των  $(\tau_a)$  και  $U$  αφού εμφανίζεται μόνο η αναλογία τους στην εξίσωση (4). Αυτή η αναλογία μπορεί να βρεθεί σε σχέση με την ονομαστικής θερμοκρασία λειτουργίας κυψέλης (NOCT) που ορίζεται ως η θερμοκρασία κυψέλης που επιτυγχάνεται από την κυψέλη κάτω από συνθήκες χωρίς φορτίο στους  $20^\circ \text{C}$  και ηλιακή ακτινοβολία 800

$W/m^2$  στο διάφραγμα (ή άνοιγμα) του συλλέκτη [5]. Για πίνακες επίπεδης πλάκας, η εξίσωση (2) με το  $\eta$  να έχει την τιμή 0 καταλήγει στην ακόλουθη σχέση για την (NOCT).

$$(NOCT) = 20 + 800 (T_a) / U \quad (5)$$

Όταν η αναλογία συγκέντρωσης είναι μεγαλύτερη της μονάδας, 1, η ηλιακή ροή των  $800 W/m^2$  στο άνοιγμα του συλλέκτη μπορεί να καταλήξει σε ροή μεγαλύτερη των  $800 W/m^2$  στην επιφάνεια του πίνακα. Για τον υπολογισμό της ροής στον πίνακα, θεωρείται ότι το 75% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας είναι ακτινοβολία δέσμης και το υπόλοιπο είναι διάχυτη ή ακτινοβολία ανακλώμενη από το έδαφος. Η (NOCT) τότε βρίσκεται από την εξίσωση (5) με τα  $800 W/m^2$  να αντικαθιστώνται από το  $(600 C + 200) W/m^2$  όπου το C είναι η αναλογία συγκέντρωσης.

Η εξίσωση (4) δίνει την απόδοση του πίνακα όταν η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι  $T_a$  και η ηλιακή ακτινοβολία είναι  $I_c$ . Στην μακροπρόθεσμη περίοδο (π.χ., 10 ή περισσότερα χρόνια), η θερμοκρασία περιβάλλοντος και η ηλιακή ακτινοβολία για μια συγκεκριμένη ωριαία περίοδο (π.χ., 10:00 – 11:00 π.μ. για όλες τις ημέρες του Ιανουαρίου) διαφέρει σημαντικά: αυτή η μεταβολή μπορεί να περιγραφεί από τις πιθανότητες κατανομών,  $P(T_a)$  και  $P(I_c)$ , αντίστοιχα. Αυτό που χρειάζεται για τους υπολογισμούς απόδοσης σε μακροπρόθεσμη βάση είναι το  $\bar{\eta}$ , η μέση απόδοση πίνακα σε μακροπρόθεσμη βάση για κάθε ώρα και μήνα. Το  $\bar{\eta}$  είναι η μέση απόδοση σταθμισμένη σε αναλογία με την ηλιακή ακτινοβολία και μπορεί να οριστεί τυπικά από την παρακάτω εξίσωση

$$\bar{\eta} = \frac{\int_0^{I_{c, \max}} \eta I_c P(I_c) dI_c}{\int_0^{I_{c, \max}} I_c P(I_c) dI_c} \quad (6)$$

Ο παρανομαστής στην εξίσωση (6) είναι  $\bar{I}_c$ , η μέση μακροπρόθεσμη ωριαία ηλιακή ακτινοβολία ανά μονάδα επιφάνειας στον πίνακα για την ώρα και το μήνα που λαμβάνονται υπόψη. Το  $\bar{I}_c$  υπολογίζεται ως το άθροισμα των τριών στοιχείων της ακτινοβολίας που αντιστοιχούν στη ακτινοβολία δέσμης, διάχυτη, και ανακλώμενη από το έδαφος με τον τρόπο που περιγράφεται στην παραπομπή [6].

$$\bar{I}_c = \bar{I} [(1 - \bar{I}_d / \bar{I}) R_b C + (\bar{I}_d / \bar{I}) (1 + \cos(s)) / 2 + \rho (1 - \cos(s)) / 2] \quad (7)$$

Το  $\Gamma$  είναι η μηνιαία μέση ωριαία ακτινοβολία ανά μονάδα επιφάνειας σε μια οριζόντια επιφάνεια η οποία υπολογίζεται από τα στοιχεία της μηνιαίας μέσης ημερήσιας ακτινοβολίας όπως περιγράφεται στο τμήμα 2.13 της παραπομπής [6]. Το κλάσμα μηνιαίας μέσης διάχυσης  $\Gamma_d / \Gamma$ , υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη σχέση που δίνεται από την εξίσωση (10) της παραπομπής [7]. Το  $R_b$  είναι η αναλογία της δέσμης ακτινοβολίας στο επίπεδο ανοίγματος προς εκείνη σε μια οριζόντια επιφάνεια και το  $C$  είναι η αναλογία συγκέντρωσης. Το  $s$  είναι η κλίση του πίνακα από το οριζόντιο και το  $\rho$  είναι η ανακλαστικότητα του εδάφους. Για τις λύσεις ανίχνευσης ενός άξονα και δυο αξόνων, το αζιμούθιο επιφάνειας και το  $s$  υπολογίζονται εσωτερικά με την βοήθεια των αλγόριθμων που παρουσιάζονται στην παραπομπή [8].

Αντικαθιστώντας το  $\eta$  από την εξίσωση (4) στην εξίσωση (6) και ολοκληρώνοντας στον βαθμό που είναι δυνατό αναλυτικά έχει ως αποτέλεσμα

$$\eta = \left[ \eta_r \eta_{pt} \left( 1 - \beta (T_a - T_r) - (\beta (t_a) / U_L \Gamma_c) (1 - \eta_r \eta_{pt}) \int_0^{l_{c,max}} l_c^2 P(l_t) dl_t \right) \right] \quad (8)$$

Το  $T_a$  είναι η μηνιαία μέση ωριαία θερμοκρασία η οποία υπολογίζεται σε σχέση με τη μέση μηνιαία ημερήσια θερμοκρασία και την οριζόντια ηλιακή ακτινοβολία με τη βοήθεια της σχέσης που δίνεται από τις εξισώσεις (13) – (15) των Erbs et al. [9].

Το ολοκλήρωμα στην εξίσωση (8) μπορεί να αποδειχθεί ότι εξαρτάται μόνο από παραμέτρους γεωμετρίας (οι οποίες είναι σταθερές για μια συγκεκριμένη ώρα και μήνα) και το  $k_t$  δηλαδή η αναλογία προς  $\Gamma_0$ , η εξωγήινη ακτινοβολία για τη συγκεκριμένη ώρα. Το ολοκλήρωμα έχει αξιολογηθεί αριθμητικά υπολογίζοντας το  $\Gamma_c$  όπως υποδεικνύεται στην εξίσωση 2.15.7 της παραπομπής [6] και με την αναδιάταξη του παράγεται η ακόλουθη μορφή:

$$\int_0^{l_{c,max}} l_c^2 P(l_t) dl_c = a_1 l_0^2 \int_0^{k_{c,max}} k_t^2 P(k_t) dk_t = a_2 l_0^2 \int_0^{k_{c,max}} k_t^2 (l_d / l) P(k_t) dk_t$$

$$+ a_3 I_0^2 \int_0^{K_{c,max}} k_t^2 (I_d / I)^2 P(k_t) dk_t \quad (9)$$

όπου τα  $a_1$ ,  $a_2$ , και  $a_3$  είναι σταθερές για μια δεδομένη ώρα και μήνα.

$$a_1 = (R_b C)^2 + \rho C (1 - \cos(s)) R_b + \rho^2 (1 - \cos(s))^2 / 4 \quad (10)$$

$$a_2 = R_b C (1 + \cos(s) - 2 R_b C) + \rho (1 + \cos(s) - 2 R_b C) (1 - \cos(s)) / 2 \quad (11)$$

$$a_3 = [(1 + \cos(s)) / 2 - R_b C] J^2 \quad (12)$$

Η παράμετρος χωρίς διαστάσεις,  $k_t$ , είναι η αναλογία της οριζόντιας ηλιακής ακτινοβολίας προς την εξωγήινη ακτινοβολία. Το κλάσμα διάχυσης ( $I_d / I$ ) είναι συνάρτηση του  $k_t$  εδώ χρησιμοποιείται ο συσχετισμός που δίνεται στην εξίσωση (1) της παράπομπής [7]. Το καθένα από τα τρία ολοκληρώματα στην εξίσωση (9) μπορεί να αξιολογηθεί αριθμητικά αφού η πιθανότητα μακροπρόθεσμης κατανομής του  $k_t$  είναι μια γνωστή συνάρτηση του  $\bar{k}_t$ , όπως φαίνεται από τους Liu και Jordan [10]. Η προσαρμογή του γραφήματος των αποτελεσμάτων στη μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων έχει ως αποτέλεσμα τις μορφές

$$\int_0^{K_{c,max}} k_t^2 P(k_t) dk_t = 0,1551 + 0,9226 \bar{k}_t \quad (13)$$

$$\int_0^{K_{c,max}} k_t^2 (I_d / I) P(k_t) dk_t = 0,1456 + 0,0544 \ln(\bar{k}_t) \quad (14)$$

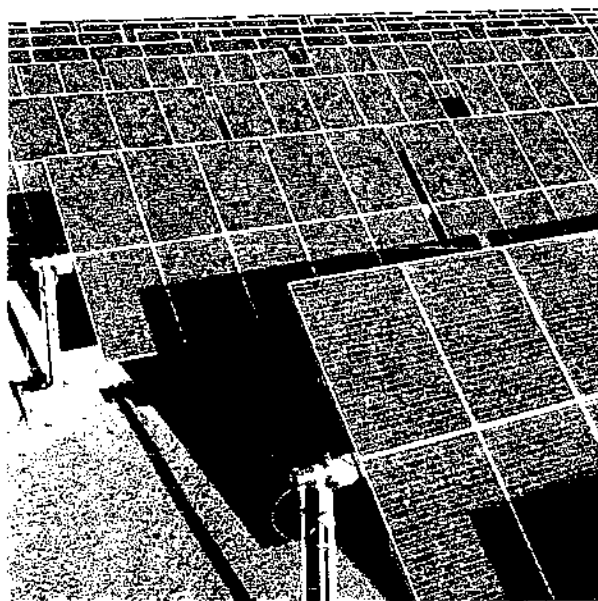
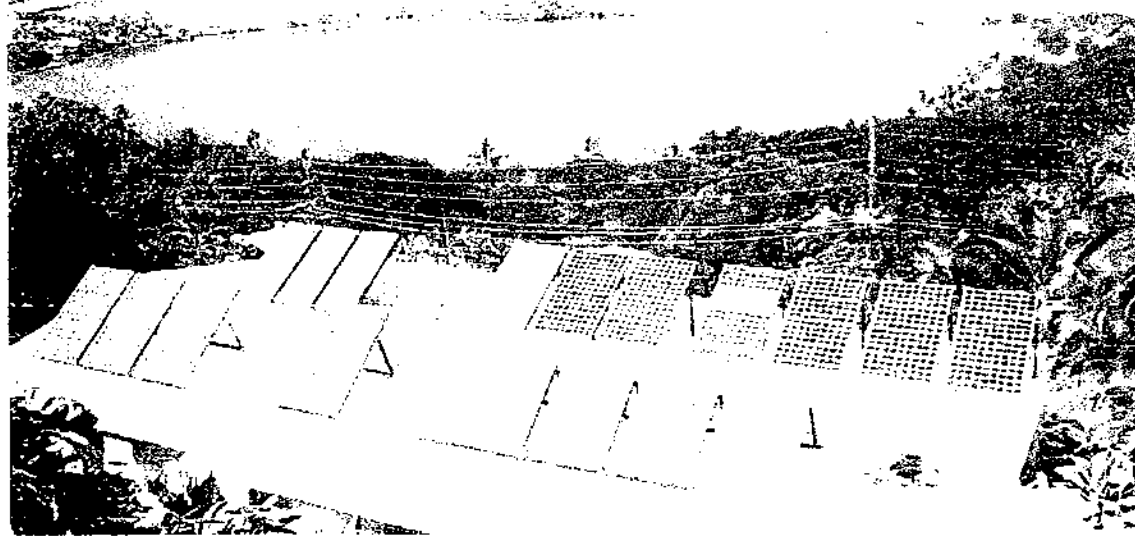
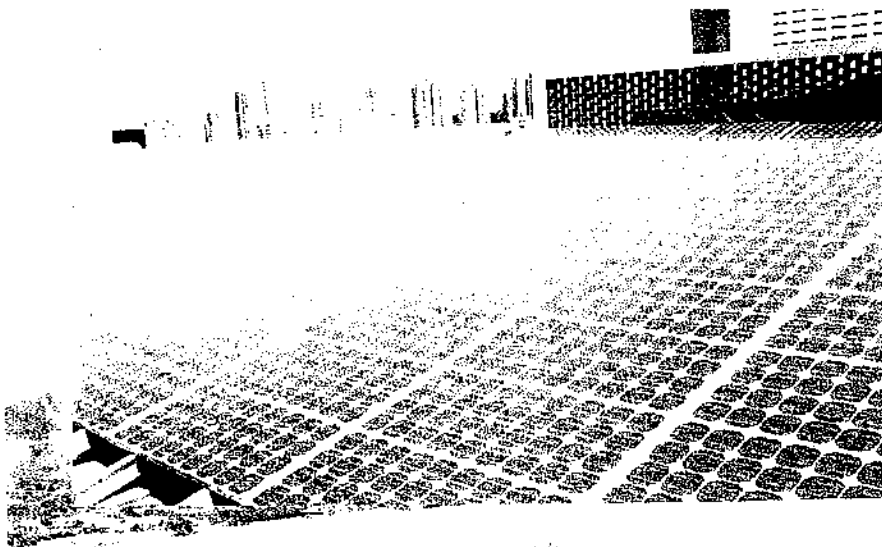
$$\int_0^{K_{c,\max}} k_t^2 (I_d / I) P(k_t) dk_t = \bar{k}_t (0,2769 - 0,3184 \bar{k}_t) \quad (15)$$

Η μηνιαία μέση ωριαία απόδοση πίνακα,  $\bar{E}$ , τότε δίνεται από τη σχέση

$$\bar{E} = A I_c \bar{\eta} K_{\tau\alpha} \quad (16)$$

όπου  $K_{\tau\alpha}$  είναι ένας παράγοντας που αφορά στην εξάρτηση του γινομένου εκπομπής – απορρόφησης του πίνακα με τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο παράγοντας αυτός υπολογίζεται για ιδιότητες με μονό κάλυμμα και ονομαστική απορρόφηση επιφάνειας όπως περιγράφονται στο Κεφάλαιο 5 της παραπομπής [6].





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΘΕΩΡΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ - ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 5.1 Γενικά

Σε μια μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης θα πρέπει να δούμε πιο θα είναι το μέγεθος των επιμέρους μονάδων της εγκατάστασης μας (γεννήτρια, συσσωρευτές κ.τ.λ.) ώστε να μπορέσουμε να πετύχουμε μία ομαλή και αξιόπιστη λειτουργία, η οποία θα είναι ικανή να καλύψει ένα ποσοστό των ηλεκτρικών φορτίων ή ακόμα και το συνολικό φορτίο που απαιτείται.

Σε μια τέτοιου είδους εφαρμογή όπως είναι τα φωτοβολταϊκά θα πρέπει να τηρήσουμε κάποιους βασικούς κανόνες ως προς την μελέτη μας, ώστε να μην έχουμε υπέρ- διαστασιολόγηση ή υπό-διαστασιολόγηση του συστήματος μας.

Διότι στην μία περίπτωση η εγκατάσταση μας, θα είναι ακριβότερη άρα και μη ανταγωνιστική ως προς την αγορά και στην δεύτερη περίπτωση, να μην είναι φθηνότερη αλλά να έχουμε το βασικό μειονέκτημα της μη κάλυψης των φορτίων (μικρότερη ισχύς του συστήματος) που ζητούνται από τον καταναλωτή και στην περίπτωση μας από τον ιδιοκτήτη της εγκατάστασης.

Έτσι με βάση τα δεδομένα που έχουμε όπως για παράδειγμα είναι, τα φόρτια που πρέπει να καλυφθούν, τα κλιματολογικά δεδομένα και η τοπολογία του συστήματος μας θα πρέπει να αποφασίσουμε πιο σενάριο θα ακολουθήσουμε.

Αυτό λοιπόν το σενάριο θα πρέπει να έχει σαν βάση την εκλογή του τύπου του φωτοβολταϊκού πλαισίου, τον αριθμό και την μεταξύ του συνδεσμολογία, τον τύπο και τις διαστάσεις της αποθήκευσης της ενέργειας στους συσσωρευτές και τις υπόλοιπες μονάδες που πλαισιώνουν την εγκατάσταση μας ώστε να μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες ως προς την ανάπτυξη διάφορων τεχνικών διαστασιολόγησης. Μία από αυτές όπως θα είδαμε στο κεφάλαιο 4 είναι και η μέθοδος της PV F-Chart.

Για την μέθοδο της διαστασιολόγησης θα λέγαμε πως ακολουθούμε ακριβώς τα ίδια βήματα είτε το σύστημα μας είναι αυτόνομο είτε είναι υβριδικό. Το μόνο που θα μπορούσαμε να πούμε ότι διαφέρει είναι τα επιμέρους μέρη του κάθε συστήματος.

Τα πρώτα βήματα για την μελέτη της διαστασιολόγησης είναι να υπάρχουν διαθέσιμα τα σχετικά στοιχεία για τον τόπο που θα εγκατασταθεί το σύστημά μας και τις ενεργειακές ανάγκες που αυτό θα πρέπει να καλύψει. Έτσι τα δεδομένα για την περιοχή θα πρέπει να περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Γεωγραφικό μήκος και πλάτος του τόπου της εγκατάστασης
- Μετεωρολογικά δεδομένα τουλάχιστον μέσα μηνιαία επίπεδα ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, επιθυμητές και μέγιστες θερμοκρασίες, βροχόπτωση, μέση ταχύτητα ανέμου, άλλες ακραίες καιρικές συνθήκες.
- Με βάση τα παραπάνω θα πρέπει να προσδιοριστεί στην συνέχεια η γωνία τοποθέτησης  $\beta$ , ο προσανατολισμός και να μελετηθεί το πρόβλημα της σκίασης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

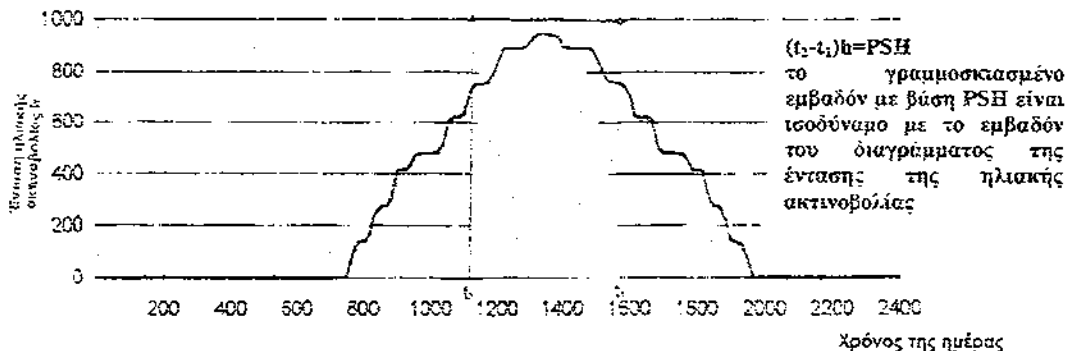
Ακόμη η μελέτη αρχικά απαιτεί πληροφορίες για την λειτουργία του συστήματος. Αυτές θα πρέπει να είναι:

- Η φύση των φορτίων, για παράδειγμα AC/DC και το μέγεθος τους
- Η χρονική κατανομή των φορτίων (ημερήσια, ετήσια μεταβολή) [κεφάλαιο 6 κατανομή ενεργειακών φορτίων ενός κτηρίου]
- Απαιτούμενη ικανότητα του συστήματος ως προς την κάλυψη των φορτίων.
- Πιθανότητα αύξησης των φορτίων. Πολλά συστήματα αποτυγχάνουν ως προς τον σκοπό τους επειδή έχουν διαστασιολογηθεί μέχρι κάποιο συγκεκριμένο σημείο και δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις.

## 5.2 Απαραίτητα υπολογιστικά μεγέθη για την μελέτη της διαστασιολόγησης

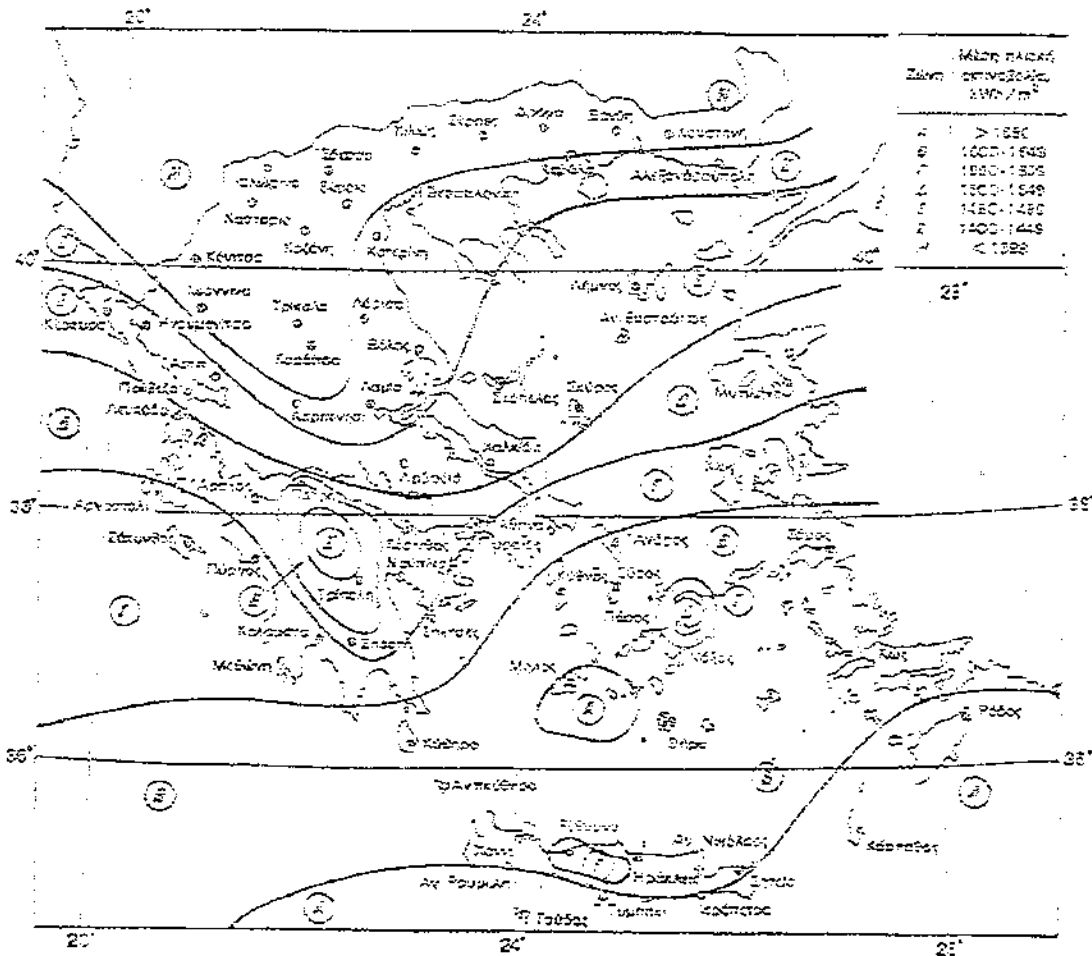
### 5.2.1 Υπολογισμός ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας

Για το συγκεκριμένο μέγεθος αναφερθήκαμε και λίγο στο πρώτο κεφάλαιο αλλά θα λέγαμε πιο αναλυτικότερα πως ο ισοδύναμος αριθμός ηλιακών ωρών είναι μια χρονική περίοδος σε (h) κατά την οποία υποθέτουμε πως η ηλιακή ακτινοβολία είναι σταθερή με  $1000 \text{ W/m}^2$  καθ' όλη την διάρκεια των ωρών αυτών, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια που θα αποδώσει το πλαίσιο κατά την υποθετική αυτή κατάσταση να είναι ισοδύναμο με την ηλεκτρική ενέργεια που θα αποδώσει για την πραγματική κατανομή όπου η ένταση I κατά την διάρκεια της ημέρας να μεταβάλλεται όπως δείχνει το σχήμα.



Στο κεφάλαιο 6 στο βήμα 2 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το 4,58 h είναι η μέση ετήσια τιμή του PSH για την περιοχή της Αθήνας. Ενώ η μία από τις δεξιές στήλες του πίνακα μας δείχνει τις τιμές του ισοδύναμου αριθμού ωρών (PSH) για κάθε μήνα.

Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε την κατανομή της μέσης συνολικής ετήσιας έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο στις διάφορες περιοχές του Ελλαδικού χώρου.



5.2.2 Κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Ένα βασικό στοιχείο ως προς την μελέτη και στο τέλος τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι και η κλίση των PV – γεννητριών ως προς το οριζόντιο επίπεδο ώστε να μπορέσουμε να απορροφήσουμε με την βοήθεια της PV – γεννήτριας την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία που θα πέφτει κάθετα πάνω της (κάθετη πρόσπτωση).

Για καλύτερα αποτελέσματα σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσε να τοποθετηθεί ένα σύστημα PV – πλαισίων το οποίο καθόλη την διάρκεια της μέρας θα παρακολουθεί την πορεία του ήλιου. Αυτού του είδους την παρακολούθηση την αναλύουμε και στο κεφάλαιο 3 για τα επίπεδα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Το γεγονός της κάθετης πρόσπτωσης είναι ένας πάρα πολύ βασικός παράγοντας αφού μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του συστήματος αυξάνοντάς την έως και 40 % ετησίως.

Όλοι ξέρουμε ότι κατά την διάρκεια της ημέρας η θέση του ήλιου αλλάζει με αποτέλεσμα η ακτινοβολία του ήλιου να μην συναντά κάθετα το επίπεδο της PV

– γεννήτριας. Για αυτό τον λόγο είναι αναγκαίος ο υπολογισμός της βέλτιστης κλίσης 'β', του συλλέκτη. Ο υπολογισμός της κλίσης αυτής βασίζεται στην προϋπόθεση ότι η PV – γεννήτρια είναι κάθετη στις ακτίνες το ηλιακό μεσημέρι.

Η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας σε ένα επίπεδο δίνεται από την σχέση:

$$\cos\theta = \sin\delta \times \sin\varphi \times \cos\beta - \sin\delta \times \cos\varphi \times \sin\beta \times \cos\gamma + \cos\delta \times \cos\varphi \times \cos\beta \times \cos\omega + \cos\delta \times \sin\varphi \times \sin\beta \times \cos\gamma \times \cos\omega + \cos\delta \times \sin\beta \times \sin\gamma \times \sin\omega.$$

Για να έχουμε κάθετη πρόσπτωση των ηλιακών ακτινών στην επιφάνεια με το  $\gamma=0$  και λόγω του ότι επιλέγουμε το ηλιακό μεσημέρι  $\omega=0$  για την μελέτη τότε από την προηγούμενη σχέση προκύπτει ότι η βέλτιστη κλίση ώστε η PV-γεννήτρια να παρουσιάζει τη μέγιστη απόδοση για λειτουργία καθ' όλη την διάρκεια του έτους υπολογίζεται από την σχέση:

$$\cos\theta = \cos\varphi \times \cos\delta + \sin\varphi \times \sin\delta$$

Θέτοντας  $\beta=0$  προκύπτει  $\beta=\varphi-\delta$

$\delta$ : η απόκλιση του ήλιου η οποία υπολογίζεται από την σχέση του Cooper

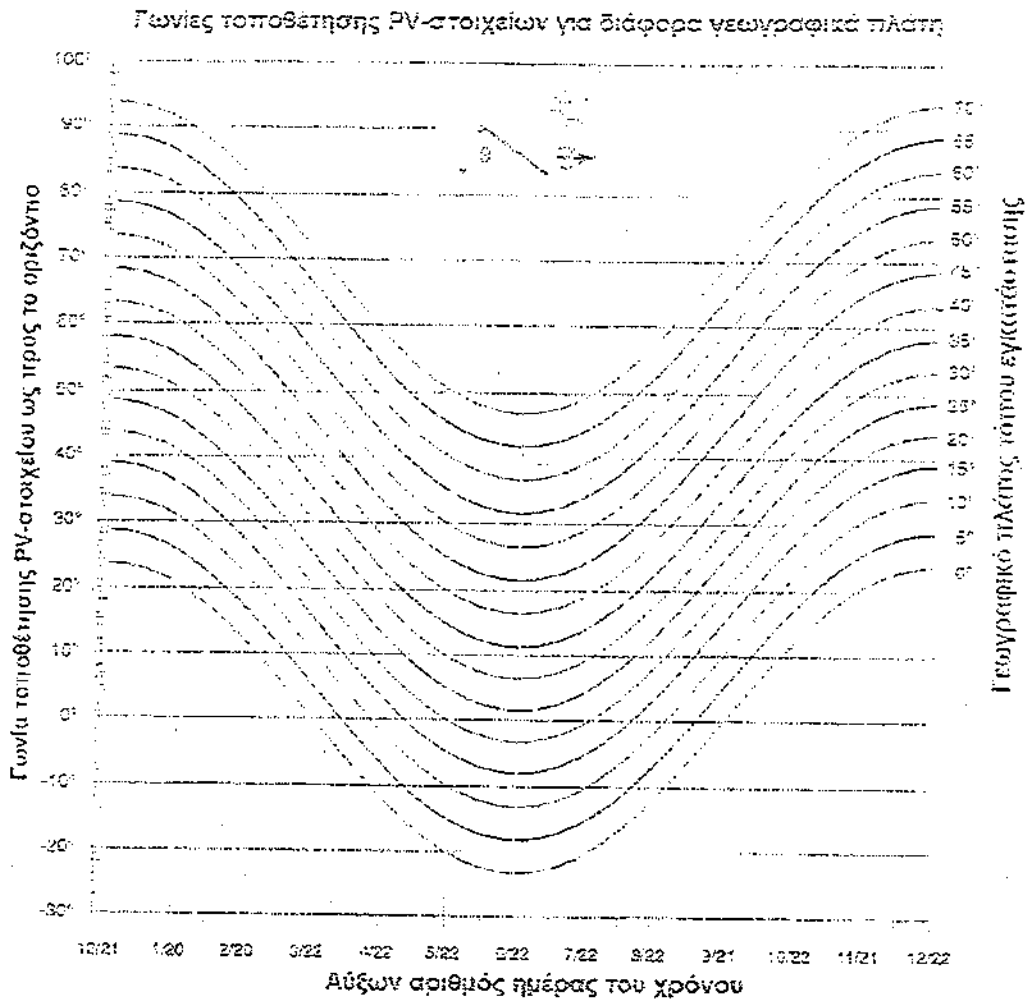
$$\delta = 23,45 \times \sin\left(360 \times \frac{284 + n}{365}\right)$$

όπου 'n' η ημέρα του έτους

$\varphi$ : Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου της PV-εγκατάστασης.

Εάν μια PV-εγκατάσταση θέλουμε να λειτουργεί αποδοτικά καθ' όλη την διάρκεια του έτους τότε επειδή το  $\delta$  μεταβάλλεται συμμετρικά  $23.45 < \delta < 23.45$ , τότε η βέλτιστη κλίση  $\beta$  για την περίπτωση αυτή θα είναι  $\beta=\varphi$ .

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται οι διάφορες γωνίες τοποθέτησης των PV-γεννητριών για διάφορα γεωγραφικά πλάτη ώστε να επιτύχουμε κάθετη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτές, κατά το ηλιακό μεσημέρι.

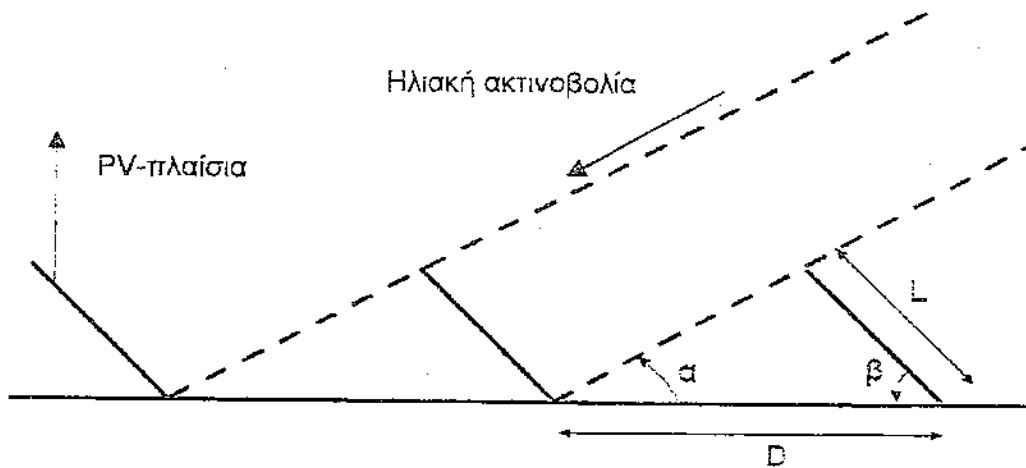


### 5.2.3 Υπολογισμός της απαραίτητης απόστασης μεταξύ παράλληλων σειρών PV- πλαισίων ώστε να μην σκιάζονται μεταξύ τους

Σε μια μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και κατά την τοποθέτηση των πλαισίων θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη μας δύο βασικά πράγματα.

Το ένα είναι πως θα πρέπει τα πλαίσια μας να έχουν κατεύθυνση προς το Νότο και το δεύτερο και βασικό αν τα πλαίσια μας εγκατασταθούν σε επίπεδη επιφάνεια, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη την ελάχιστη απόσταση  $D$  που θα πρέπει να έχουν μεταξύ τους τα πλαίσια ώστε να μην σκιάζεται η μια σειρά με την άλλη.

Η μελέτη γίνεται για τις 22 Δεκεμβρίου για την δυσμενέστερη μέρα, ως προς το ύψος του ήλιου αφού την συγκεκριμένη μέρα το μεσημέρι ο ήλιος είναι στο ελάχιστο ύψος.



Διαδοχικές σειρές πλαισίων σε απόσταση μεταξύ τους  $\Delta$  ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο της σκίασης.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Θα εφαρμόσουμε τον υπολογισμό για την μη-σκίασης μιας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων για την περιοχή της Πάτρας. Αυτό θα γίνει για της 22 Δεκεμβρίου και με  $\phi = 38.15$

Υπολογισμός ηλιακής απόκλισης

$$\delta = 23,45 \times \sin\left(360 \times \frac{284 + n}{365}\right)$$

Άρα έχουμε

$$\delta = 23,45 \times \sin\left(360 \times \frac{284 + 356}{365}\right) = -23.4446^\circ$$

Υπολογισμός του  $\theta_z$  μέσω του τύπου

$$\cos \theta_z = \cos \phi * \cos \delta * \cos \omega + \sin \phi * \sin \delta (\omega = 0, \cos \omega = 1) \Rightarrow$$

$$\cos \theta_z = \cos(\phi - \delta) \Rightarrow \theta_z = \phi - \delta = 38.15 - (-23.4446) \Rightarrow$$

$$\theta_z = 61.59 \approx 61.6^\circ$$

Άρα το ύψος του ήλιου θα είναι ως εξής

$$\alpha = 90^\circ \rightarrow \theta_z = 90^\circ, \theta_z = 61.6 \rightarrow \alpha = 28,4^\circ$$

Από τον νόμο των ημίτονων έχουμε

$$\frac{\sin(180^\circ - \beta - \alpha)}{D} = \frac{\sin \alpha}{L}$$

Όπου

D: η επιθυμητή απόσταση μεταξύ των δύο πλαισίων

L: το μήκος του πλαισίου [1m]

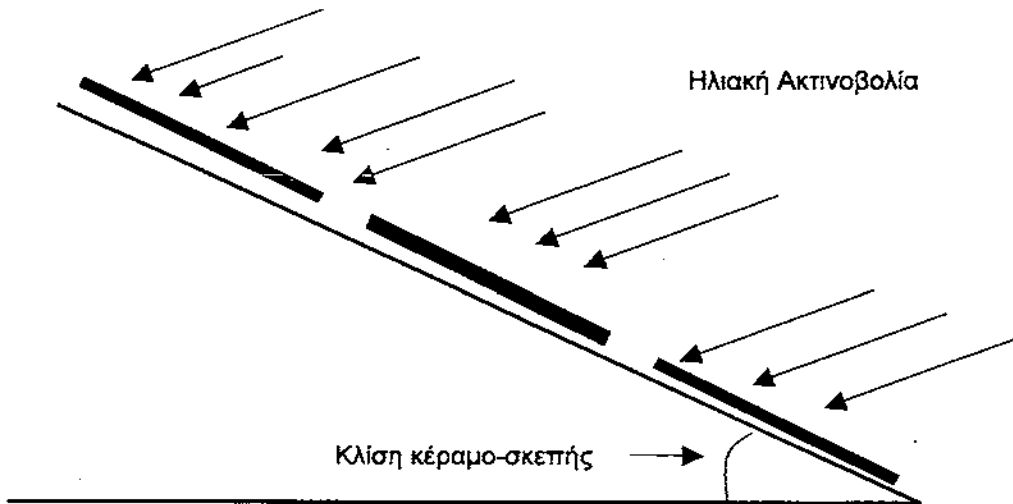
$\beta$ : η κλίση του πλαισίου  
 $\alpha$ : το ύψος του ήλιου

Άρα ο τύπος γίνεται

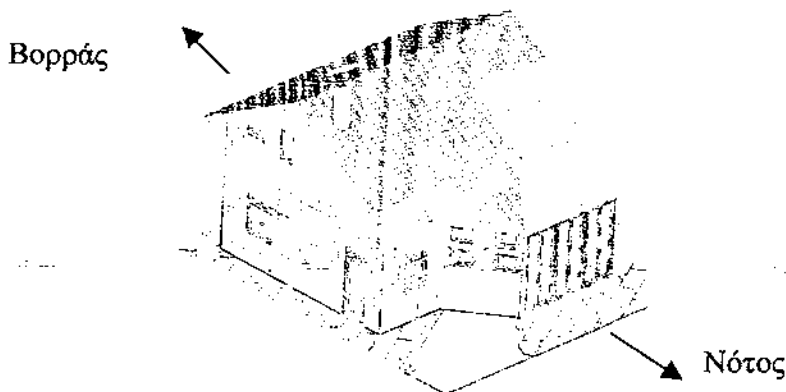
$$D = \frac{L * \sin(180^\circ - \beta - \alpha)}{\sin \alpha} = \frac{1 * \sin(180^\circ - 61.6^\circ - 28.4)}{\sin 28.4^\circ} \Rightarrow D = 2.1m$$

Στην δική μας όμως περίπτωση η μελέτη γίνεται για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε κέραμο-σκεπή.

Έτσι ο υπολογισμός αυτός δεν μας είναι χρήσιμος αφού η κλίση της κέραμο-σκεπής μας διευκολύνει ως προς τη μη - σκίαση των φωτοβολταϊκών μας πλαισίων καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

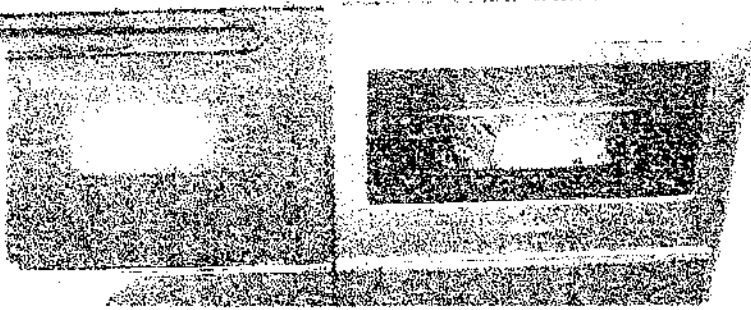
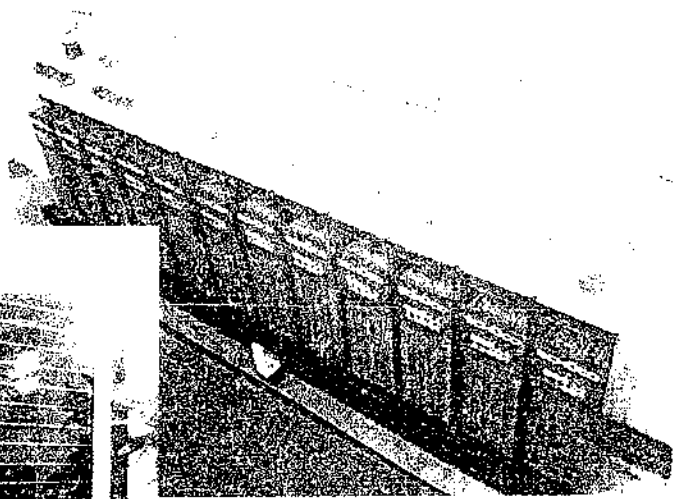
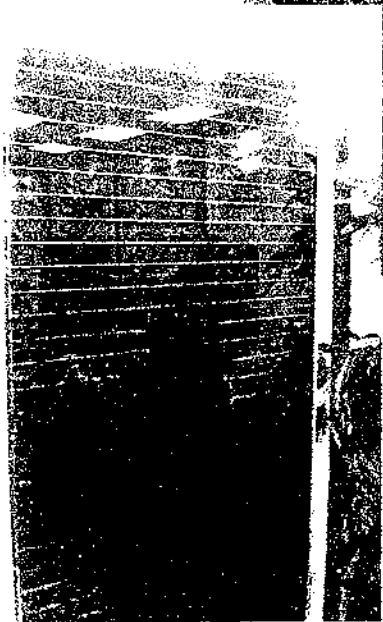


Τοποθέτηση διαδοχικών σειρών πλαισίων σε κέραμο-σκεπή

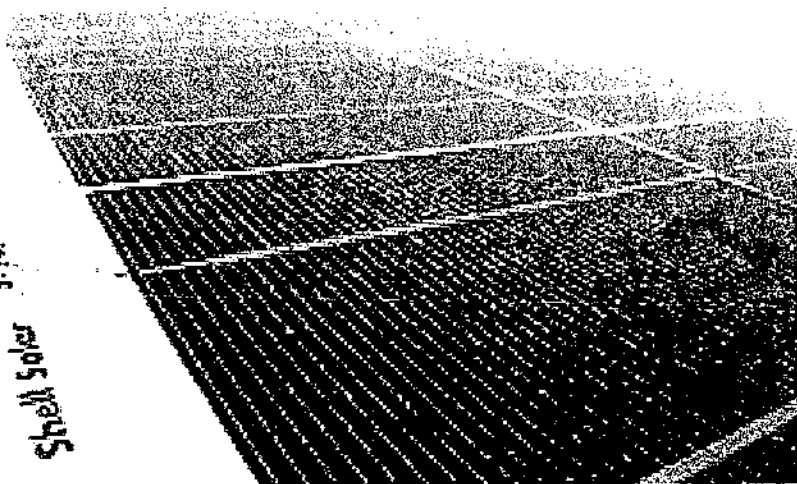


Η σωστή φορά της κέραμο-σκεπής μιας κατοικίας για την τοποθέτηση στο μέλλον Φ/Β πλαισίων





Shell Solar



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ PV – ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ

Παρακάτω θα αναπτύξουμε την διαστασιολόγηση ενός PV- συστήματος με βάση την ενεργειακή μέθοδο.

Οι ιδιοκτήτες μιας κατοικίας (τετραμελή οικογένεια) περίπου 180 m<sup>2</sup> στην Αθήνα αποφάσισαν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες με τεχνολογίες των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Το κτήριο είναι μονοκατοικία χωρίς αυλή άρα η στήριξη οποιουδήποτε PV – πλαισίου θα γίνει πάνω στο κέλυφος του κτηρίου.

Για το ζεστό νερό και την θέρμανση του χώρου χρησιμοποιήθηκαν συστήματα ηλιακών συλλεκτών, ενώ όλες οι άλλες ηλεκτρικές συσκευές – καταναλωτές θα τροφοδοτούνται από ένα αυτόνομο PV-σύστημα που θα εγκατασταθεί πάνω στο κτήριο.

Η εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών και των PV- πλαισίων θα γίνει πάνω στη στέγη του κτηρίου πάνω από την κέραμο-σκεπή.

### 6.1 Ενεργειακή Μέθοδος Διαστασιολόγησης

#### ΒΗΜΑ 1.

Για την μελέτη αυτού του έργου θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε τα φορτία που θα μπορεί να καλύπτει το PV- σύστημα.

Έστω ότι τα φορτία είναι αυτά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 6~1 υπολογίζοντας το ημερήσιο φορτίο βρίσκουμε ότι αυτό θα είναι περίπου ίσο με 3500 Wh δηλαδή 3.5 kWh / day.

Πίνακας 6~1. Βασικά φορτία και ζήτηση πρώτης προτεραιότητας για μια κατοικία

| Κατανάλωση  | Εγκατεστημένη ισχύς (W)<br>(1) | Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (2) | Μέση ημερήσια κατανάλωση (Wh/day)<br>(3)=(2) * (1)     | Μέση μηνιαία κατανάλωση (Wh/mo)<br>(4)=(3)*ημέρες του μήνα. | Μέση ετήσια κατανάλωση Wh / yr<br>(5)=(4)*12 |
|---|--------------------------------|--|--|---|--|
| -Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού<br>14 σημεία * 20 W        | 280 W                          | 2h                                     | 560Wh  | 17.36kWh  | 208.32 kWh                                   |
| -TV έγχρωμη 16"<br>-Video ή DVD<br>-Hi - fi               | 80W<br>30W<br>40W              | 5h<br>2h<br>4h                         | 400Wh<br>60Wh<br>160Wh                                 | 12.4kWh<br>2.7kWh<br>4.8kWh                                 | 148.8 kWh<br>22.32 kWh<br>57.6 kWh           |
| H/Y με εκτυπωτή   | 180W                           | 2h                                     | 360Wh  | 10.8kWh   | 129.6 kWh                                    |
| -Απορροφητήρας κουζίνας                                   | 70W                            | 0.5h                                   | 35Wh   | 1.05kWh   | 12.6 kWh                                     |
| -Ηλεκτρική κουζίνα<br>-μικροσυσκευές<br>κουζίνας (σύνολο) | 3600W<br>60W                   | 0.5h<br>0.25h                          | 1800Wh<br>15Wh   | 54kWh<br>0.46kWh  | 648 kWh<br>5.58 kWh                          |
| -Ανεμιστήρας  | 50W                            | 1h                                     | 50Wh   | 1.5kWh  | 18 kWh                                       |
| -Κυκλοφορητής ζεστού νερού                                | 70W                            | 2h                                     | 140Wh  | 4.2kWh  | 50.4 kWh                                     |
| -Ηλεκτρική σκούπα   | 800W                           | 0.25h                                  | 200Wh  | 6.2kWh  | 192.2 kWh                                    |
| -Πλυντήριο  | 500W                           | 1h                                     | 500Wh  | 15.5kWh   | 186 kWh                                      |
| -Ηλεκτρικό ψυγείο δίπορτο με καταψύκτη                    | 160W                           | 9.5h                                   | 1520Wh   | 45.6kWh   | 547 kWh                                      |
| -Ηλεκτρικό σίδερο   | 1100W                          | 0.25h                                  | Υποθέτουμε ότι το ρεύμα θα ρέει κατά το 50% του χρόνου | 4.26kWh   | 51.15 kWh                                    |
| -Φούρνος  | 2600 W                         | 0.5h                                   | Υποθέτουμε ότι το ρεύμα θα ρέει κατά το 25% του χρόνου | 9.8kWh  | 117.6 kWh                                    |
| -Κλιματιστικό   | 850 W                          | 10h                                    | 20d / μήνα το καλοκαίρι                                | 85kWh   | 1020 kWh                                     |
| -Αντλία νερού   | 80 W                           | 0.25h                                  | 20Wh   | 620kWh  | 7.44 kWh                                     |
| <b>Σύνολο</b>   | <b>10550 W</b>                 | -                                      | -  | <b>275.87 kWh</b>   | <b>3418.1kWh</b>                             |

Μετά από συζήτηση αποφασίστηκε πως τα φορτία που θα καλύπτονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα υπό μορφή AC και DC θα είναι ως εξής.

A) Φορτία DC 1500 Wh/day

B) Φορτία AC 2000 Wh/day

## ΒΗΜΑ 2.

Τα στατιστικά δεδομένα πίνακες προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, των τιμών του PSH, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6~2 Μέση Ημερήσια Ακτινοβολία ( $\text{kWh} / \text{m}^2$ ) ανά μήνα που πέφτει στην επιφάνεια των PV-πλασιών υπό κλίση  $45^\circ$ , ως προς το οριζόντιο επίπεδο στην Αθήνα. Και με ετήσιο μέσο όρο θερμοκρασίας περίπου  $20^\circ\text{C}$

| Μήνας           | $\bar{R}$<br>Συντελεστής<br>μετατροπής<br>της<br>ακτινοβολίας<br>από το<br>οριζόντιο σε<br>κεκλιμένο<br>επίπεδο $45^\circ$<br>(1) | Αριθμός<br>ημερών<br>κάθε<br>μήνα<br>(2) | $I_t \times 10^3$<br>KWh<br>(3) | Μέση<br>Ημερήσια<br>Ακτινοβολία<br>( $\text{kWh} / \text{m}^2$ ) σε<br>επίπεδο $45^\circ$<br>(1)*(3)/(2)*3600 | PSH<br>h |
|-----------------|---|--|---------------------------------|---|----------|
| Ι               | 1,62  | 31                                       | 230                             | 3,34  | 3,34     |
| Φ               | 1,37  | 28                                       | 274                             | 3,72  | 3,72     |
| Μ               | 1,155   | 31                                       | 418                             | 4,33  | 4,33     |
| Α               | 0,96  | 30                                       | 493                             | 4,38  | 4,38     |
| Μ               | 0,84  | 31                                       | 691                             | 5,2   | 5,2      |
| Ι               | 0,78  | 30                                       | 752                             | 5,43  | 5,43     |
| Ι               | 0,81  | 31                                       | 781                             | 5,67  | 5,67     |
| Α               | 0,91  | 31                                       | 713                             | 5,81  | 5,81     |
| Σ               | 1,10  | 30                                       | 536                             | 5,46  | 5,46     |
| Ο               | 1,335   | 31                                       | 382                             | 4,57  | 4,57     |
| Ν               | 1,61  | 30                                       | 270                             | 4,02  | 4,02     |
| Δ               | 1,68  | 31                                       | 198                             | 2,98  | 2,98     |
| Ετήσιος<br>Μ.Ο. |   |  |                                 | 4,58( $\text{kWh} / \text{m}^2$ )   | 4.58h    |

**ΒΗΜΑ 3.** Υπολογισμός της ημερήσιας κατανομής των φορτίων.

Από την μορφή της ημερήσιας κατανάλωσης των φορτίων, κάνουμε την υπόθεση ότι το 40% των φορτίων, δηλαδή  $3500\text{Wh} \times 0.4 = 1400\text{Wh}$  καλύπτεται απευθείας, κατά την διάρκεια της ημέρας οπότε και η PV- γεννήτρια παρέχει την ισχύ απευθείας, ενώ το 60 %, δηλαδή  $3500\text{Wh} \times 0.6 = 2100\text{Wh}$  θα καλύπτεται μέσω των συσσωρευτών. Με τα παραπάνω δεδομένα και μέσω της υπόθεσης έχουμε ότι :

**Φορτία DC:** άμεση κάλυψη από PV-γεννήτρια:  $0,4 \times 1500\text{Wh} = 600 \text{ Wh/day}$

Έμμεση κάλυψη από συσσωρευτές :  $0,6 \times 1500\text{Wh} = 900 \text{ Wh/day}$

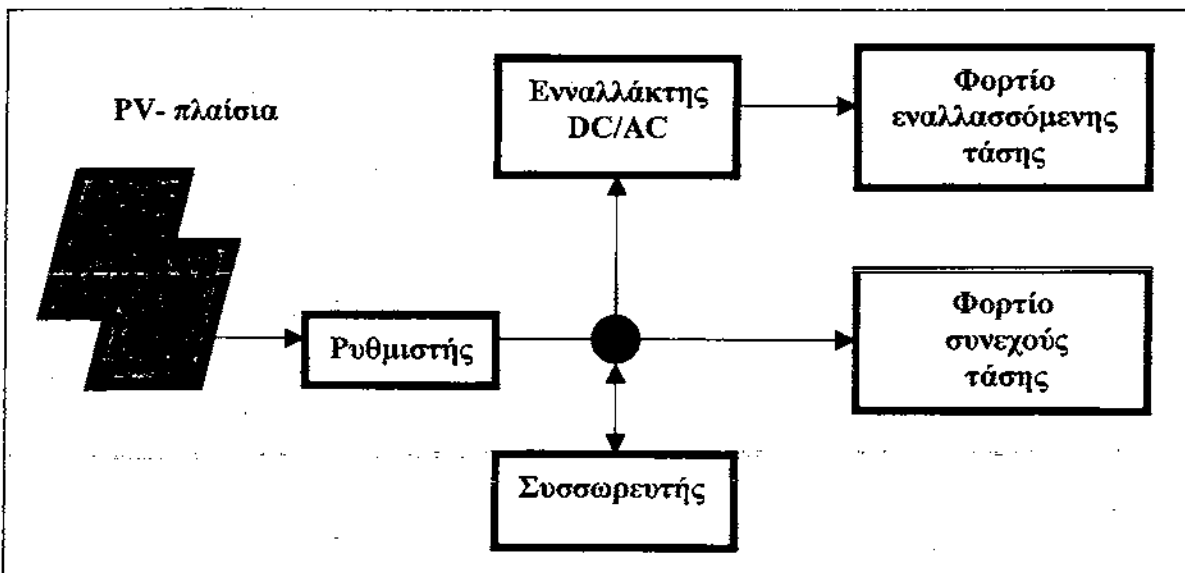
**Φορτία AC:** άμεση κάλυψη των φορτίων από PV-γεννήτρια μέσω του αντιστροφέα DC/AC:  $0,4 \times 2000\text{Wh} = 800 \text{ Wh/day}$

Έμμεση κάλυψη των φορτίων από συσσωρευτές μέσω του αντιστροφέα DC/AC:  $0,6 \times 2000\text{Wh} = 1200 \text{ Wh/day}$

Άρα το σύνολο θα ισούται με : **= 3500 Wh / day**

**ΒΗΜΑ 4.** Γενική τοπολογία του PV – συστήματος

Η παραπάνω διαδικασία της μελέτης μας δείχνει ήδη την γενική τοπολογία της PV – εγκατάστασης όπως δείχνει το σχήμα(σχήμα 6-1)



Σχήμα 6-1. Σχηματικό διάγραμμα ενός PV – συστήματος αποτελούμενο από ένα ρυθμιστή τάσης και ένα εναλλάκτη συνεχούς ρεύματος.

**ΒΗΜΑ 5.** Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

Υποθέτουμε ότι η κλίση των PV-πλαισίων θα είναι  $45^\circ$  και τα πλαίσια θα είναι προσανατολισμένα ως προς το νότο.

Σε μια ολοκληρωμένη μελέτη θα πρέπει να εξετάζουμε εάν :

A. Οι PV- συστοιχίες να είναι ακίνητες και να υπολογίζουμε την κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

Για παράδειγμα  $\beta=\varphi-15$ , ή  $\beta=\varphi=15$  ή άλλη τιμή της κλίσης σύμφωνα με τις καμπύλες του σχήματος... ώστε να υπολογίζουμε ακριβώς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στα PV-πλαίσια καθώς και το PSH για την συγκεκριμένη κλίση.

Οι τιμές αυτές θα μας βοηθήσουν καθώς θα δούμε στο τέλος της μελέτης ότι θα εξοικονομήσουμε PV- πλαίσια και άρα αυτό θα έχει σαν συνέπεια να βελτιώσουμε το κόστος της εγκατάστασης μας.

B. Οι Pν- συστοιχίες περιστρέφονται περί ένα ή δύο άξονες

Από τα δεδομένα αυτά και τον πίνακα ή μέση ετήσια τιμή του PSH είναι 4.58h ενώ οι μηνιαίες τιμές του PSH δίνονται αναλυτικά στον πίνακα.

**ΒΗΜΑ 6.** Χρόνος αυτοδυναμίας του συστήματος

Με βάση τα δεδομένα ότι η μέση ετήσια τιμή του PSH = 4.58h και ότι τα φορτία δεν είναι κρίσιμα, η περίοδος αυτοδυναμίας d υπολογίζεται από τις σχέσεις :

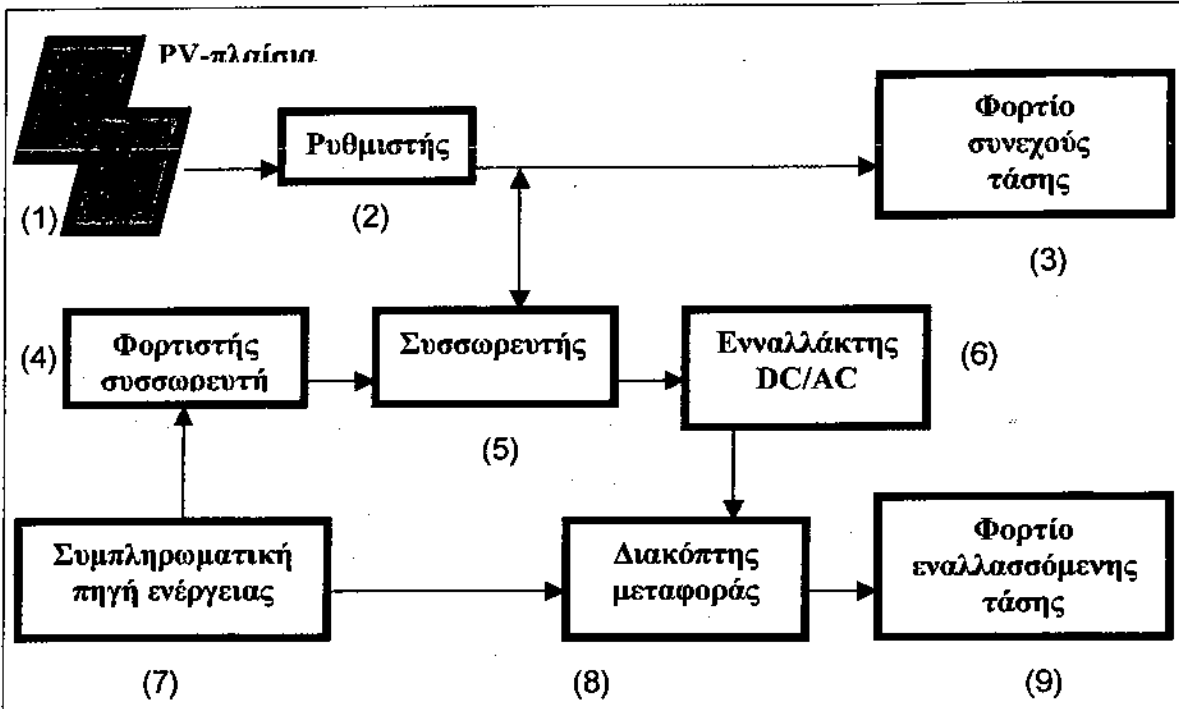
$$d_{cr} = -1.9 \times (PSH) + 18.3 \text{ (days) } (*6.1)$$

$$d_{n-cr} = -0.48 \times (PSH) + 4.58 \text{ (days) } (*6.2)$$

Παρατήρηση:

Η διαδικασία αυτή που επιλέγουμε περί μη-κρίσιμων φορτίων συνεπάγεται ότι υπάρχει πιθανότητα για κάποιες ώρες το σύστημα να είναι εκτός λειτουργίας.

Άρα αν ο πελάτης θελήσει να έχει πάντοτε τους καταναλωτές του σε λειτουργία θα οδηγηθεί σε μία λύση η οποία θα είναι μια συμπληρωματική πηγή ενέργειας. Και επειδή μιλάμε για μία αυτόνομη κατοικία τότε η συμπληρωματική ενέργεια θα είναι για παράδειγμα μια γεννήτρια πετρελαίου. Άρα το σύστημά μας διαφοροποιείται ως εξής στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 6-2).



Σχήμα 6-2. Διάγραμμα ενός PV- συστήματος με ένα ρυθμιστή τάσης, συσσωρευτές, ένα εναλλάκτη συνεχούς –εναλλασσόμενου ρεύματος, μια συμπληρωματική πηγή ενέργειας και ένα φορτιστή συσσωρευτή.

Ο χρόνος αυτοδυναμίας  $d$ , επηρεάζει τις διαστάσεις – ισχύς  $W_p$  της PV-γεννήτριας. Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος αυτοδυναμίας  $d$ , τόσο μεγαλύτερη θα πρέπει να είναι η PV-γεννήτρια σε διαστάσεις σχέση(6.???) καθώς σε περίπτωση που ο αριθμός των ημερών αυτοδυναμίας είναι μικρότερος των ημερών που η διάταξη δεν μπορεί να παράγει ενέργεια θα πρέπει να αυξήσουμε τις διαστάσεις της γεννήτριας.

$$C_L = \frac{L \times d \times F}{V \times DOD} \quad (*6.3)$$

**ΒΗΜΑ 7. Διόρθωση των τιμών των φορτίων λόγω απωλειών**

Τα φορτία που προσδιορίσαμε στο 3<sup>ο</sup> βήμα σε AC και DC πρέπει να διορθωθούν λόγω των απωλειών, ώστε να χρησιμοποιηθούν οι διορθωμένες τιμές στην ενεργειακή μέθοδο διαστασιολόγησης της PV- γεννήτριας. Οι απώλειες ομαλοποιούνται, σύμφωνα και με τα προηγούμενα τοπολογικά διαγράμματα, ως εξής:

**Φορτία DC:** Απώλειες 5% στις καλωδιώσεις για τα φορτία που εξυπηρετούνται απ' ευθείας από την PV- γεννήτρια. Για τα φορτία που είναι συνδεδεμένα με τους συσσωρευτές έχουμε απώλειες των 5% στον ελεγκτή φόρτισης και στις καλωδιώσεις και 20% λόγω της απόδοσης των συσσωρευτών (φόρτιση, εκφόρτιση κ.λ.π.). Παρατηρούμε πως και οι συσσωρευτές από την πλευρά τους επηρεάζουν και τις διαστάσεις της PV-γεννήτριας.

**Φορτία AC:** Τα φορτία αυτά εξυπηρετούνται απ' ευθείας από τη PV-γεννήτρια μέσω του αντιστροφέα DC/AC και υφίστανται μια απώλεια των 5% στις καλωδιώσεις και 15% στον αντιστροφέα. Παρατηρούμε πως είναι μια καλή τιμή για την απόδοση του αντιστροφέα που ελήφθη 85%.

Φορτία AC που εξυπηρετούνται μέσω του συσσωρευτή και του αντιστροφέα υφίστανται απώλειες 5% λόγω Ε.Φ. 20% λόγω των κύκλων φορτίσεων – εκφορτίσεων (η απόδοση ενός συσσωρευτή είναι 80%) και 15% οι απώλειες στον αντιστροφέα (η απόδοση είναι 85%). Το σύνολο των απωλειών είναι 40%. Σύμφωνα με τα ανωτέρω ενεργειακά φορτία που πραγματικά πρέπει να αποδώσει η PV- γεννήτρια αυτά είναι για να φθάσουν στους καταναλωτές και όπως βλέπουμε παρακάτω είναι:

|    |          |             |  |
|----|----------|-------------|--|
| DC | Διαδρομή | 1-2-3       | $600 \times 1.05 = 630\text{Wh}$             |
| DC | Διαδρομή | 1-2-5-3     | $900 \times 1.25 = 1125\text{ Wh}$           |
| AC | Διαδρομή | 1-2-6-8-9   | $800 \times 1.20 = 960\text{Wh}$             |
| AC | Διαδρομή | 1-2-5-6-8-9 | $1200 \times 1.40 = 1680\text{Wh}$           |
|    |          |             | Σύνολο : $4395\text{ Wh} = 4.395\text{ kWh}$ |

## ΒΗΜΑ 8.

Μια αρχική εκτίμηση της ισχύος αιχμής της PV-γεννήτριας γίνεται άμεσα με τον παρακάτω τύπο, έτσι έχουμε :

$$P_m = 4395\text{ Wh} / (\text{PSH})_m = 4395\text{Wh} / 4.58\text{h} = 960\text{ Wp μέση ετήσια ισχύς αιχμής.}$$

## ΒΗΜΑ 9.

Τα PV-πλαίσια που υπάρχουν στην αγορά (βλέπε παράρτημα I) και επελέγησαν για την μελέτη μας με βάση τα λειτουργικά χαρακτηριστικά, άμεση παράδοση, εγγύηση κ.λ.π. έχουν τα εξής χαρακτηριστικά.



Ας επιλέξουμε ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο από την σειρά της Shell Solar (πρώην Siemens) [Powermax (τεχνολογία: Texture Optimized Pyramidal Surface)] μονοκρυσταλλικού πυριτίου.

Τύπος φωτοβολταϊκού πλαισίου: Shell SM 55

Ισχύς σε (W) :  $P_m = 55 \text{ W}$

Ένταση βραχυκυκλώματος (A) :  $I_{sc} = 3.45 \text{ A}$

Τάση ανοικτού κυκλώματος (V) :  $V_{oc} = 21.7 \text{ V}$

Τάση σημείου λειτουργίας (V) :  $V_m = 17.4 \text{ V}$

Ονομαστική Τάση (V) :  $V = 12 \text{ V}$

Διαστάσεις σε (mm) : ( 1293 x 329 ) mm

Βάθος σε (mm) : 34mm

Βάρος σε (kg) : 5.5 kg

Έτσι σε συνθήκες STC δηλαδή  $10^3 \text{ W / m}^2$ , με φάσμα AM 1.5 και σε θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$ . Όμως, θα πρέπει να διορθώσουμε την ισχύ που αποδίδουν τα PV- πλαίσια επειδή θα λειτουργούν σε υψηλότερη θερμοκρασία από την κανονική. Άρα η διόρθωση θα γίνει στη συνέχεια με το παρακάτω βήμα.

**ΒΗΜΑ 10.** Διόρθωση λόγω θερμοκρασίας λειτουργίας,  $T_c$  των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Για τα πλαίσια που επελέγησαν η NOCT είναι ίση με  $46^\circ\text{C}$ . Σύμφωνα με την παρακάτω σχέση η θερμοκρασία λειτουργίας,  $T_c$ , των PV - πλαισίων θα προσδιορισθεί από την σχέση, μέσω του ορισμού της θερμοκρασίας NOCT. Άρα θα έχουμε :

$$T_c = T_a + \frac{NOCT - 20^\circ\text{C}}{0.8 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} \times I_t (\text{kW / m}^2) = T_a + \frac{46^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}}{0.8 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} \times I_t = T_a + \frac{26^\circ\text{C}}{0.8 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} \times 1.0 = T_a + 32.5^\circ\text{C} \quad (*6.4)$$

Η θερμοκρασία  $T_a$  θα ληφθεί ως μέση θερμοκρασία της ημέρας που για κάθε μέρα δίνεται από τον πίνακα.

Από πίνακες θα δούμε ότι για τον Αύγουστο η  $(T_a)_{\text{AU}} = 27^\circ\text{C}$

Άρα θα έχουμε ότι το  $(T_c)_{\text{AU}} = 59.5^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$

Για την θερμοκρασία αυτή υπολογίζουμε τα μεγέθη  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$ , FF και τελικά την ισχύ P στις καινούριες συνθήκες.

Εξετάζουμε το PV-πλαίσιο των  $P_m=55W_p$ , το οποίο έχει 36 PV – κυψελίδες εν σειρά.

α) Η  $I_{sc}=3.45 A$  θα υποθέσουμε ότι δεν επηρεάζεται από την θερμοκρασία

β)  $V_{oc}=21.7(\text{Volts}) - 36 \times 0.0023 (\text{Volts}/^\circ\text{C}) \times (60-25)^\circ\text{C} = 18.8 \text{ Volts}$

γ)  $FF = \frac{55W}{3.45A \times 21.7Volts} = 0.7346$  (\*6.5). Υποθέτουμε ότι το FF δεν επηρεάζεται ουσιαστικά από την T.

δ)  $P_m (10^3 W/m^2, T_c=60^\circ\text{C}) = 3.45 \times 18.8 \text{ Volts} \times 0.7346 = 47.65 W$

#### ΒΗΜΑ 11.

Ο αριθμός των PV-πλαισίων του τύπου που επελέγησαν μετά από διόρθωση της αποδιδόμενης από αυτά ισχύος λόγω υψηλότερης θερμοκρασίας από την NOCT(η διόρθωση αυτή θα πρέπει να γίνεται στην ενεργειακή μέθοδο) θα προσδιορίζεται ως εξής:

$$N_{PV} = \frac{P_m}{P_p} = \frac{960W_p}{47.65W_p} = 20.14PV \quad (*6.6)$$

Θα πρέπει όμως ο αριθμός των PV-πλαισίων να είναι ακέραιος (άρα 21 PV πλαίσια) και η συνδεσμολογία τους τέτοια ώστε να ικανοποιεί και άλλες προϋποθέσεις που θα δούμε παρακάτω

#### ΒΗΜΑ 12.

Επειδή θέλουμε να ελαχιστοποιήσουμε τις απώλειες λόγω μεταφοράς εξετάζουμε την περίπτωση, η ισχύς της PV-γεννήτριας να μεταφέρεται στον μετατροπέα DC/AC υπό τάση 48 Volts ή 120 Volts. Αυτή η τιμή συνιστάται για εγκαταστάσεις άνω των 2.5kWp όπως παρατηρούμε και στον πίνακα.

Πίνακας 6~3 Οδηγίες εισαγωγής τάσης για αυτόνομους εναλλάκτες συνεχούς – εναλλασσόμενου ρεύματος.

| Ισχύς φωτοβολταϊκού στοιχείου( kWp) | Φορτίο AC μετατροπέα ( kW ) | Συνολικό φορτίο ( kWh/day ) | Τάση DC συστήματος (Volts) |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Μικρότερο από 0.4                   | Μικρότερο από 1             | Μικρότερο από 1.5           | 12                         |
| 0.4-1.0                             | 2.5 ή μικρότερο             | Μικρότερο από 5.0           | 24                         |
| 1,0-2,5                             | 5.0 ή μικρότερο             | 5.0-12.0                    | 48                         |
| Μεγαλύτερο από 5.0                  | Μεγαλύτερο από 5.0          | 12.0-25.0                   | 120                        |

Ας κοιτάξουμε αυτές τις δύο δυνατές λύσεις, θα έχουμε για  $V_s = 48 \text{ Volts}$  και  $V_s = 120 \text{ Volts}$  ότι:

Αν  $V_s = 48 \text{ Volts}$  τότε ο αριθμός των πλαισίων σε σειρά θα είναι

$$\left(N_{p,s}\right)_{48V} = \frac{48\text{Volts}}{17.4\text{Volts}} = 2.76 \quad (*6.7)$$

δηλαδή  $\left(N_{p,s}\right)_{48V} = 3PV$  -πλαίσια σε σειρά.

Άρα ο ολικός αριθμός των παράλληλων σειρών θα είναι  $(N_p)_p = 7$  ώστε θα έχουμε τελικά  $N_p = 21 PV$ - πλαίσια.

Αν  $V_s = 120 \text{ Volts}$  τότε ο αριθμός των πλαισίων σε σειρά θα είναι

$$\left(N_{p,s}\right)_{120V} = \frac{120\text{Volts}}{17.4} = 6.89$$

δηλαδή  $\left(N_{p,s}\right)_{120V} = 7PV$  -πλαίσια σε σειρά.

Άρα ο ολικός αριθμός των παράλληλων σειρών θα είναι  $(N_p)_p = 3$  ώστε θα έχουμε τελικά  $N_p = 21 PV$ - πλαίσια.

Και με τις δύο λύσεις παρατηρούμε ότι δεν έχουμε καμία διαφορά μεταξύ του αριθμού των Φ/Β πλαισίων της εγκατάστασης.

Ωστόσο όταν έρθει η στιγμή να λάβουμε υπ' όψιν και την αποθήκευση ενέργειας μέσω συσσωρευτών τότε επειδή ο αριθμός των συσσωρευτών εξαρτάται από το  $V_s$  όπως θα δούμε και στη συνέχεια θα λάβουμε και την τελική απόφαση για την ακριβή τοπολογία του συστήματος.

## ΒΗΜΑ 12. Επιβεβαίωση

Στο 11<sup>ο</sup> βήμα προσδιορίσαμε ότι ο αριθμός  $N_{pv} = 21 PV$  – πλαίσια.

Δηλαδή: 21PV- πλαίσια  $\times$  47.65Wp=1000Wp σε σύγκριση με τα 960Wp μέση ετήσια ισχύ αιχμής. Αν βέβαια χρησιμοποιήσουμε την περίπτωση των 22PV-πλαισίων η διαφορά θα είναι ικανή να καλύψει και μικρότερη πτώση ισχύος λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας ή την απαιτούμενη ισχύ στα φορτία κατά τον χειμώνα σε ημέρα με συννεφιά χωρίς να υπάρχει φόβος εκφόρτισης των συσσωρευτών της εγκατάστασης.

## 6.2 Διαστασιολόγηση με την μέθοδο των Ah

Τα βήματα 1-2-3-4-5 και 6 που κάναμε στο κεφάλαιο 6.1 για την ενεργειακή μέθοδο είναι τα ίδια. Άρα για την συνέχεια θα έχουμε.

### ΒΗΜΑ 7.

Υποθέτουμε ότι η ισχύς από την PV-γεννήτρια θα αποδίδεται υπό τάση 48 V ή 120 V για τους λόγους που αναφέραμε στο κεφάλαιο 6.1 στο 12<sup>ο</sup> βήμα. Με βάση τα παραπάνω το σύστημα μας θα αποδίδει ημερησίως.

$$\frac{3500Wh}{48Volts} = \frac{3500A \times V \times h}{48Volts} = 72.92Ah$$

υπό τάση 48 Volts

$$\text{ή } \frac{3500Wh}{120Volts} = 29.2$$

υπό τάση 120 Volts (\*6.8)

Με βάση τα φορτία DC και AC που αναλύσαμε στο 3<sup>ο</sup> βήμα έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα σε Ah ανά κατηγορία.

Φορτία DC → Άμεση κάλυψη από PV γεννήτρια

$$\frac{600Wh}{48Volts} = 12.5Ah / day$$

$$\text{ή } \frac{600Wh}{120Volts} = 5Ah / day$$

Έμμεση κάλυψη από συσσωρευτές

$$\frac{900Wh}{48Volts} = 18.75Ah / day$$

$$\text{ή } \frac{900Wh}{120Volts} = 7.5Ah / day$$

Φορτία AC → Άμεση κάλυψη από PV γεννήτρια μέσω αντιστροφέα DC/AC

$$\frac{800Wh}{48Volts} = 16.7Ah / day$$

$$\text{ή } \frac{800Wh}{120Volts} = 6.7Ah / day$$

Έμμεση κάλυψη από PV γεννήτρια μέσω συσσωρευτή και αντιστροφέα DC/AC

$$\frac{1200Wh}{48Volts} = 25Ah/day$$

$$\text{ή } \frac{1200Wh}{120Volts} = 10Ah/day$$

Επομένως το σύνολο θα είναι 72.95 Ah/day αν η ηλεκτρική διάταξη είναι υπό τάση 48Volts.

**ΒΗΜΑ 8.** Διόρθωση στις τιμές των Ah λόγω των απωλειών στα επιμέρους στοιχεία του PV συστήματος .

Οι απώλειες θεωρούνται ίδιες όπως και προηγουμένως με την μέθοδο των Wh, εκτός από την πλευρά των συσσωρευτών, όπου στην προσεγγιστική αυτή

μέθοδο των Ah η απόδοση σε Ah είναι  $\frac{(Ah)_{\text{εισόδου}}}{(Ah)_{\text{εξόδου}}}$  του συσσωρευτή θεωρείται

100%.

Φορτία DC που καλύπτονται απευθείας από την PV – γεννήτρια :

$$12.5Ah \times 1.05 = 13.125Ah$$

Φορτία DC που καλύπτονται μέσω του συσσωρευτή  $18.75Ah \times 1.05 = 19.687Ah$

Σε αυτό το σημείο να πούμε ότι στην περίπτωση αυτή στη μέθοδο των Wh έχουμε συντελεστή διόρθωσης 1.25 καθώς λάβαμε υπ' όψιν ως ενεργειακή

απόδοση (Wh) του συσσωρευτή  $\frac{(Wh)_{\text{εισόδου}}}{(Wh)_{\text{εξόδου}}} = 0.80$

Φορτία AC που καλύπτονται μέσω μετατροπέα:  $16.7Ah \times 1.20 = 20.04Ah$

Φορτία AC που καλύπτονται μέσω συσσωρευτή και μετατροπέα:

$$25Ah \times 1.20 = 30Ah$$

Επομένως το σύνολο των Ah που θα πρέπει να παράγει η PV – γεννήτρια ώστε να αποδίδονται στα φορτία DC και AC τα Ah που έχουν προβλεφθεί είναι 82.852Ah/day.

**ΒΗΜΑ 9.** Προσδιορισμός της μέσης ετήσιας έντασης ρεύματος από την PV – γεννήτρια.

Γνωρίζουμε το ολικό φορτίο σε Ah ανά ημέρα: 82.852Ah/day και ότι η μέση ετήσια τιμή (PSH)= 4.58h

Άρα η μέση ετήσια τιμή ρεύματος που θα αποδίδει η PV – γεννήτρια θα ισούται

$$\text{με : } \frac{82.852Ah}{4.58h} = 18.09A$$

**ΒΗΜΑ 10.** Προσδιορισμός των παραμέτρων  $N_{p,p}$ ,  $N_{p,s}$  και  $N_p$

Ο αριθμός των παράλληλων σειρών PV – στοιχείων δίνεται από τον λόγο της μέσης ετήσιας έντασης που θα δίνει η PV – γεννήτρια, στην δική μας περίπτωση είναι 18.09A, προς το ρεύμα  $i_m$  που για τον τύπο των PV – πλαίσίων που επιλέξαμε είναι ίσο με  $i_m = 3.15A$ .

$$\text{Επομένως } (N_p) = \frac{18.09A}{3.15A} = 5.74$$

Επειδή το  $N_p$  πρέπει να είναι ακέραιος επιλέγουμε τον αμέσως πλησιέστερο ακέραιο. Άρα  $N_p = 6$

Επειδή το φορτίο αυτό θα αποδίδεται υπό τάση 48Volts και

$$V_m = \frac{P_m}{i_m} = \frac{47.65W}{3.15A} = 15.13Volts$$

Υπολογίσαμε ότι λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας η ισχύς που κάθε PV – πλαίσιο θα αποδίδει είναι 47.65W.

$$N_s = \frac{48Volts}{15.13Volts} = 3.17$$

Επειδή το  $N_s$  πρέπει να είναι ακέραιος επιλέγουμε τον αμέσως επόμενο ακέραιο. Άρα  $N_s = 4$ .

Επομένως  $N_p = 6 \times 4 = 24$  PV – πλαίσια.

**Συμπέρασμα:** Οι δύο παραπάνω μέθοδοι που μόλις αναλύσαμε παρατηρούμε πως δεν δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα. Θα λέγαμε πως η δεύτερη μέθοδος (των Wh) μας δίνει αποτελέσματα ελαφρώς πιο αισιόδοξα σε σύγκριση με την μέθοδο των Ah.

### 6.3 Διαστασιολόγηση Συσσωρευτών

Στο κεφάλαιο 6.1 και πηγαίνοντας στο 6<sup>ο</sup> βήμα εφαρμόζουμε τις σχέσεις \*6.1 και \*6.2 για να δούμε τα κρίσιμα και μη-κρίσιμα φορτία ως προς αυτό το πρόβλημα. Θεωρούμε λοιπόν ότι τα φορτία μας είναι μη-κρίσιμα καθώς θα ενσωματώσουμε και μία συμβατική πηγή ενέργειας (Diesel-γεννήτρια) στο σύστημα για d=4 μέρες. Δηλαδή το σύστημα μας θα έχει ενεργειακή αυτοδυναμία 4<sup>ων</sup> ημερών.

**ΒΗΜΑ 2.** Προσδιορισμός του φορτίου αποθήκευσης για 4 μέρες .

#### 1 Μέθοδος Wh

Όπως υπολογίσαμε στην προηγούμενη μέθοδο παρατηρήσαμε ότι απαιτείται κάλυψη ημερήσιου φορτίου ενέργειας είναι 3.5 kWh το οποίο θα μεταφέρεται υπό τάση 48 Volts. Άρα θα έχουμε ότι:

$$\frac{3500 \frac{Wh}{day} \times day}{48Volts} = 72.92Ah \quad (*6.9)$$

#### 2 Μέθοδος Ah

Όπως παρατηρούμε στο 7<sup>ο</sup> βήμα της μεθόδου των Ah, τα Ah ανά ημέρα που θα αποδοθούν στους καταναλωτές/φορτία ή στην αποθήκη του συστήματος /συσσωρευτές είναι 72.92Ah.

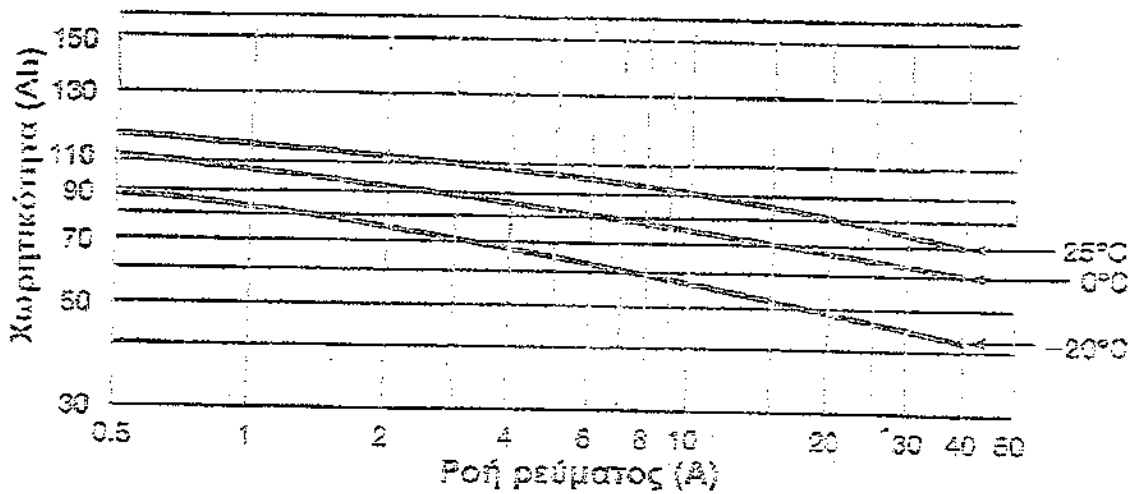
Επομένως για τις 4 μέρες θα αποθηκευτούν  $72.92 \frac{Ah}{day} \times 4day = 291.68Ah$

Ελέγχουμε τις 2 μεθόδους για τον προσδιορισμό του ημερήσιου φορτίου προς αποθήκευση.

**ΒΗΜΑ 3.** Διορθώσεις στην τιμή των Ah των συσσωρευτών.

Στο κεφάλαιο 2 είδαμε πως η θερμοκρασία των συσσωρευτών επηρεάζει την απόδοσή τους, όπως επίσης και η ταχύτητα φόρτισης και εκφόρτισης. Ακόμη είδαμε ότι η χωρητικότητα ενός συσσωρευτή ελαττώνεται για μικρότερες θερμοκρασίες της κανονικής. Ομοίως για μεγάλους ρυθμούς φόρτισης – εκφόρτισης





Σχήμα 6-2. Διάγραμμα που μας δείχνει την μεταβολή της χωρητικότητας σαν συνάρτηση της θερμοκρασίας και του ρυθμού εκφόρτισης για τον συσσωρευτή Delco2000

Για τους συσσωρευτές Pb-οξέος ισχύει η ακόλουθη διόρθωση της χωρητικότητας λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας:

$$f_{b,T} = \frac{C}{C_0} = \frac{\text{Χωρητικότητα\_σε\_}T^{\circ}\text{C}}{\text{Χωρητικότητα\_στους\_}25^{\circ}\text{C}} = 0.00575 \times T + 0.54 \quad (*6.10)$$

**ΒΗΜΑ 4.** Προσδιορισμός του συντελεστή διόρθωσης λόγω ταχύτητας φόρτισης / εκφόρτισης  $f_{b,cd}$

Εάν δούμε από την ανάλυση των φορτίων, ότι κατά την εκφόρτιση των συσσωρευτών προς τα φορτία, ο ρυθμός εκφόρτισης θα υπερβεί αυτόν που συνιστά ο κατασκευαστής, επί χρόνο περισσότερο των 10', τότε θα πρέπει να εισάγουμε διόρθωση στην χωρητικότητα των συσσωρευτών.

Για παράδειγμα αν ο ρυθμός εκφόρτισης φθάσει τα 30 A και ο συνιστάμενος είναι 20 A, τότε:

$$f_{b,cd} = \frac{20A}{30A} = 0.67 \quad (*6.11)$$

Ομοίως, εάν ο ρυθμός φόρτισης υπερβαίνει το συνιστάμενο ενεργούμε ως ακολούθως:

Υπολογίζουμε την χωρητικότητα των συσσωρευτών από την σχέση:

$$C_r = \frac{C \frac{Ah}{day}}{f_{b,T} \times f_{b,cd} \times DOD} \quad (*6.12)$$

Επίσης εάν ο ρυθμός φόρτισης των συσσωρευτών από την γεννήτρια πολλαπλασιασθεί επί 10h, θα δώσει τιμή Ah υψηλότερης από αυτή που δίνει η σχέση (\*6.11), τούτο συνεπάγεται ότι η PV- γεννήτρια θα φορτίζει τους συσσωρευτές σε λιγότερο από 10h, που είναι η κανονική περίοδος φόρτισης του συσσωρευτή.

Στην περίπτωση αυτή η τιμή των Ah για τους συσσωρευτές είναι το γινόμενο:  
 $(i_{ch} \times 10h)Ah$

Τελικά η τιμή του  $f_{b,T}$  για θερμοκρασίες 25-27 °C όπου και η συνήθης μέση θερμοκρασία του χώρου τοποθέτησης – λειτουργίας των συσσωρευτών σύμφωνα με την σχέση (\*6.12) ισούται με 1.

Σύμφωνα με την διαστασιολόγηση της PV – γεννήτριας που επιχειρήσαμε στο προηγούμενο παράδειγμα έχουμε 6 σειρές PV – πλαισίων εν παραλλήλω. Άρα το ρεύμα φόρτισης θα είναι ίσο με:

$$i = i_m \text{ (το ρεύμα της κάθε σειράς)} \times 6 \text{ σειρές} = 3,15 \times 6 = 18.9 \text{ A}$$

Η διορθωμένη χωρητικότητα του συσσωρευτή υπολογίζεται από την σχέση (\*6.12) και ισούται με:

$$C_r = \frac{72.92 \frac{Ah}{day} \times 4days}{1 \times 1 \times 0.8} = \frac{291.68Ah}{0.8} = 364.6Ah$$

Έτσι έχουμε με τα παραπάνω ότι η τιμή της  $C_r$  θα είναι 364.6 Ah με την προϋπόθεση ότι  $f_{b,cd} = 1$ , δηλαδή ότι ο ρυθμός εκφόρτισης δεν υπερβαίνει αυτόν που συνιστά ο κατασκευαστής για τον τύπο που θα επιλέξουμε.

#### ΒΗΜΑ 5. Προσδιορισμός τύπου συσσωρευτή

Ο τύπος αυτός θα προσδιορισθεί ως η βέλτιστη λύση που ικανοποιεί:

- Την συνολική χωρητικότητα, που στην περίπτωση μας είναι 364.6 Ah
- Την τάση υπό την οποία το φορτίο αποδίδεται στους καταναλωτές μέσω του μετατροπέα DC/AC ή απευθείας στην περίπτωση μας 48 Volts.
- Την απόφαση αν ο συσσωρευτής θα είναι βαθιάς ή ρηχής εκφόρτισης δηλαδή αν το DOD θα έχει αντίστοιχα τιμή 0.8 ή 0.2 σε μια εφαρμογή όπου τα φορτία – καταναλωτές θεωρούνται κρίσιμα και για να αυξήσουμε το χρόνο ζωής του συσσωρευτή λαμβάνουμε συσσωρευτές με  $DOD > 0.20$ .

- Την απόφαση να χρησιμοποιήσουμε περισσότερους συσσωρευτές μικρούς σε όγκο, βάρος αλλά και χωρητικότητα, αντί ενός ή δύο μεγάλων συσσωρευτών έστω και αν το κόστος στην δεύτερη περίπτωση είναι μικρότερο.

Αυτό θα εξαρτηθεί από την ευκολία συντήρησης των συσσωρευτών, την διάθεση τους ανά πάσα στιγμή στην αγορά, για παράδειγμα αν ένας συσσωρευτής "βγει εκτός" τότε αν το σύστημα αποτελείται από πολλούς (μικρούς) συσσωρευτές το PV – σύστημα δεν θα υποστεί πλήγμα αλλά θα λειτουργεί πρόσκαιρα με μικρότερη, χωρητικότητα αποθήκευσης, έναντι της περίπτωσης 1 ή 2 μεγάλων συσσωρευτών

- Από την πραγματική αξία των συσσωρευτών λαμβανομένου υπ' όψιν του αριθμού κύκλων ζωής, του χρόνου ζωής κ.λ.π. όπως θα αναλύσουμε ξεχωριστά στην συνέχεια.

Στην συνέχεια θα προχωρήσουμε στην τελική φάση επιλογής των συσσωρευτών και στην συνδεσμολογία τους.

Από τον παρακάτω πίνακα (6~4) διακρίνουμε ως πιθανές λύσεις των συσσωρευτών τις εξής.

Πίνακας 6~4

A) Τους GNB Absolyte με:

| C(Ah) | V(Volts) | DOD | Κύκλος φόρτισης / εκφόρτισης | Χρόνος ζωής |
|-------|----------|-----|------------------------------|-------------|
| 42    | 6        | 0.5 | 1,000                        | 2.7         |
| 59    | 12       | 0.5 | 1,000                        | 2.7         |
| 202   | 12       | 0.5 | 3,000                        | 8.0         |

B) Τους Exide Tubular Modular με:

| C(Ah) | V(Volts) | DOD  | Κύκλος φόρτισης / εκφόρτισης | Χρόνος ζωής |
|-------|----------|------|------------------------------|-------------|
| 192   | 12       | 0.15 | 4,100                        | 10          |

C) Τους Delco - Remy Photovoltaic με:

| C(Ah) | V(Volts) | DOD  | Κύκλος φόρτισης / εκφόρτισης | Χρόνος ζωής |
|-------|----------|------|------------------------------|-------------|
| 105   | 12       | 0.20 | 850                          | 2.3         |

Τους Globe με:

| C(Ah) | V(Volts) | DOD | Κύκλος φόρτισης / εκφόρτισης | Χρόνος ζωής |
|-------|----------|-----|------------------------------|-------------|
| 80    | 12       | 0.8 | 250                          | <1          |

Από τους παραπάνω διαθέσιμους τύπους συσσωρευτών αυτός με χαρακτηριστικά:

$C= 105Ah$ ,  $V= 12Volts$ ,  $DOD=0,20$  ικανοποιεί τους ανωτέρω συνδυασμούς καθώς απαιτούνται 4 συσσωρευτές αυτού του τύπου εν σειρά  $12V \times 4 = 48Volts$  για φόρτιση / εκφόρτιση μέσω μετατροπέα DC/AC προς τα φορτία. Επίσης οι 4 συσσωρευτές έχουν συνολική χωρητικότητα  $4 \times 105 = 420 Ah$

Μια δεύτερη περίπτωση που μας καλύπτει σε αυτή την περίπτωση είναι αν επιλέξουμε συσσωρευτές με τα χαρακτηριστικά  $C= 59Ah$ ,  $V= 12Volts$ ,  $DOD=0,5$ . Σε αυτή την φάση όμως ναι μεν θα έχουμε καλύτερα χαρακτηριστικά ως προς τον τύπο των συσσωρευτών στην εγκατάσταση μας αλλά για να καλύψουμε τα  $364.9Ah$  θα πρέπει να αυξήσουμε τον αριθμό τους, στους 7. Αυτό φυσικά έχει σαν συνέπεια να αυξηθεί και το κόστος της εγκατάστασης μας

Δηλαδή οι 7 συσσωρευτές θα έχουν μια συνολική χωρητικότητα  $7 \times 59 = 413 Ah$

→ Παρατηρούμε πως εκτός από τα χαρακτηριστικά των δύο συσσωρευτών, η χωρητικότητά τους και στις δύο περιπτώσεις δεν διαφέρει και πάρα πολύ.

Άρα για την καθοριστική επιλογή των συσσωρευτών της εγκατάστασής θα πρέπει να συζητηθούν όλοι οι παράμετροι με τους ιδιοκτήτες της κατοικίας και να ληφθεί η τελική απόφαση.

Ως προς τους υπόλοιπους συσσωρευτές και ειδικά με αυτούς που έχουν μεγάλη χωρητικότητα  $192Ah$ ,  $202Ah$  δεν μας καλύπτει απόλυτα για τους λόγους που αναφέραμε και παραπάνω (τοποθέτηση μόνο 2 ή 3 μεγάλων συσσωρευτών).

**ΒΗΜΑ 6.** Επιβεβαίωση ότι κατά την εκφόρτιση η τιμή του DOD δεν ξεπερνά τα όρια που δίνει ο κατασκευαστής

Αποφασίζουμε λοιπόν στην περίπτωσή μας να πάρουμε την δεύτερη περίπτωση και να εγκαταστήσουμε 7 συσσωρευτές των  $59Ah$  με ημερήσια τιμή  $DOD=0,5$

Στο 7<sup>ο</sup> Βήμα της μεθόδου των Ah υπολογίσαμε ότι ημερησίως απαιτούνται  $72,95Ah$ , ενώ η ολική χωρητικότητά των συσσωρευτών είναι  $364.9Ah$

Το ποσοστό εκφόρτισης σε μια μέρα θα είναι:

$$\frac{72.95Ah}{413Ah} = 0.176 \approx 18\%$$

Όπως παρατηρούμε βρισκόμαστε στα όρια του 18% που μας δίνει ο κατασκευαστής.

Το σύστημα των 7<sup>ωv</sup> συσσωρευτών που επιλέξαμε και είναι συνδεδεμένο εν σειρά έχει συνολική χωρητικότητα 413Ah και διαθέσιμη  $413Ah \times 0.8 = 330,4Ah$  που υπερβαίνει κατά πολύ το όριο ασφαλείας των 291.68Ah που απαιτούνται να είναι διαθέσιμα για να καλύψουν τις ανάγκες των φορτίων για μία αυτοδυναμία 4<sup>ωv</sup> ημερών.

Η μέγιστη εκφόρτιση από το σύστημα των συσσωρευτών αυτών θα είναι:

$$\frac{291.68Ah}{413Ah} = 0.706 = 70.6\%$$

ποσοστό που είναι μικρότερο του 80% για τους βαθιάς εκφόρτισης συσσωρευτές. Και αυτό μας εγγυάται την μεγάλη διάρκεια ζωής του συστήματος.

#### 6.4 Η δυσμενέστερη κατανάλωση της κατοικίας κατά την διάρκεια μιας μέρας

Στα παρακάτω διαγράμματα θα παρατηρήσουμε την κατανομή των ηλεκτρικών φορτίων μέσα στην δεδομένη κατοικία που εξετάζουμε κατά την διάρκεια της ημέρας με βάση τον πίνακα των καταναλώσεων που υπάρχει στο κεφάλαιο 6.1 πίνακας 6~1.

Η κατανομή των ηλεκτρικών φορτίων έχει γίνει με βάση την χειρότερη μέρα κατά την διάρκεια ενός καλοκαιρινού και ενός χειμωνιάτικου εικοσιτετραώρου (με βάση την θερμοκρασία περιβάλλοντος και την ενεργειακή ζήτηση από τα ίδια τα μέλη της οικογένειας).

Έτσι μπορούμε να δούμε μέσω του διαγράμματος μία γενική απεικόνιση των καταναλώσεων της κατοικίας και ειδικά ποιες ώρες υπάρχει η ενεργειακή ζήτηση κατά την διάρκεια της ημέρας.

Όπως θα δούμε το σενάριο που έχουμε επιλέξει είναι ότι η οικογένεια κατά τις πρωινές και μέχρι τις μεσημεριανές ώρες δεν καταναλώνει ρεύμα και αυτό γίνεται γιατί όλα τα μέλη είναι εκτός της κατοικίας λόγω επαγγελματικών υποχρεώσεων ή λόγω σπουδών για τα μικρότερα μέλη (ως προς την ηλικία) της οικογένειας.

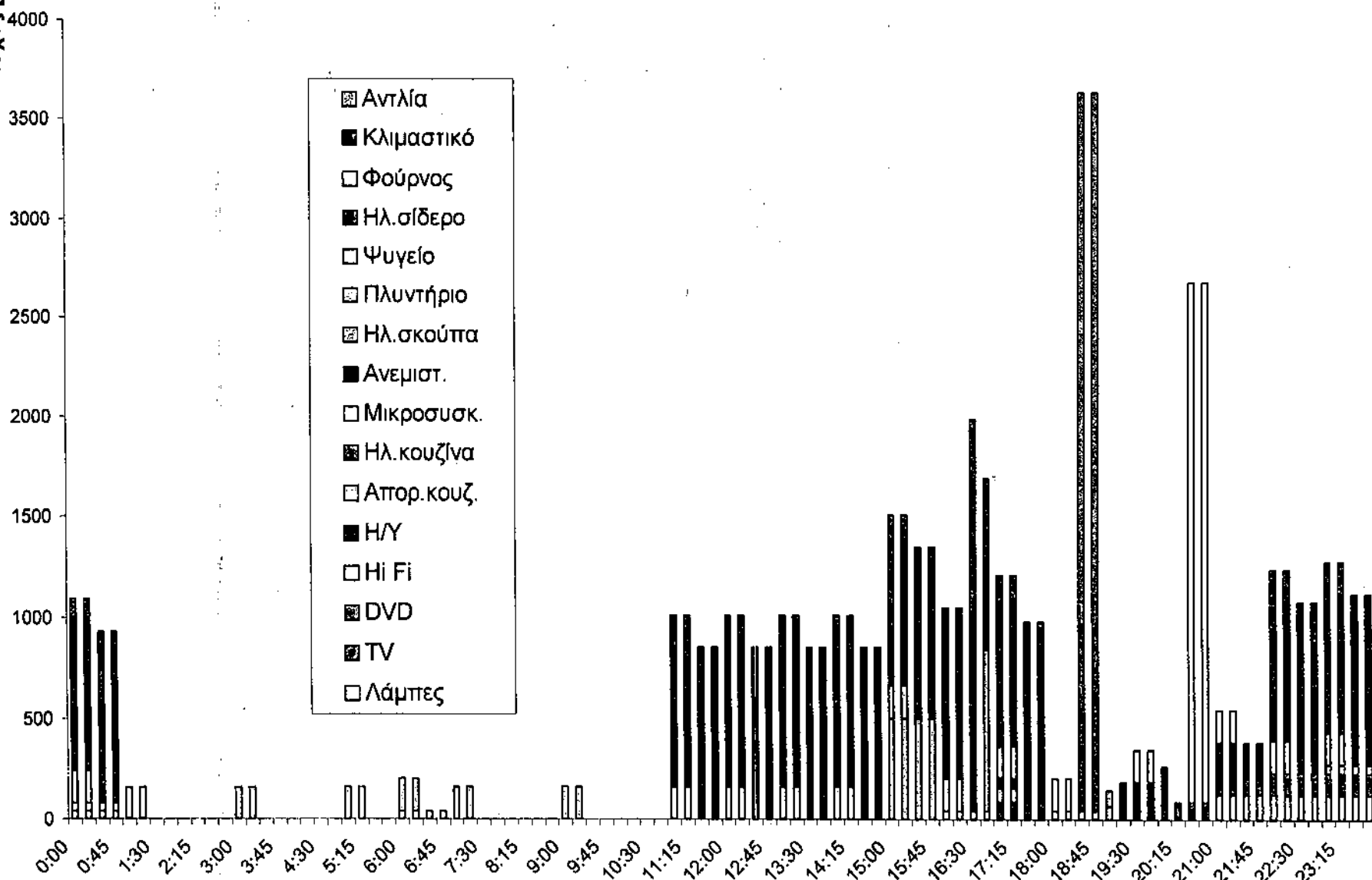
Έτσι η ενεργειακή ζήτηση εμφανίζεται κατά τις μεσημεριανές ώρες έως και τις βραδινές. Άρα μπορούμε να δούμε πως το σύνολο της κατανάλωσης των συσκευών δεν μπορεί να συμπίσει στην μεταβολή (καμπύλη) της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπου και το ανώτερο σημείο της ηλιακής ακτινοβολίας εμφανίζεται κατά της 12:00 το μεσημέρι περίπου.

Άρα για να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες των μελών της οικογένειας θα πρέπει η εγκατάσταση να μελετηθεί έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερος αποθηκευτικός χώρος για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας (περισσότερες μπαταρίες) αφού κατά τις απογευματινές και μέχρι τις βραδινές ώρες φυσικό είναι πως δεν θα έχουμε την απαιτούμενη ηλιακή ενέργεια για την κάλυψη των φορτίων.



### ΗΛ.ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ [σε Wh] (κατά την διάρκεια μιας καλοκαιρινής μέρας)

Ισχύς [W]

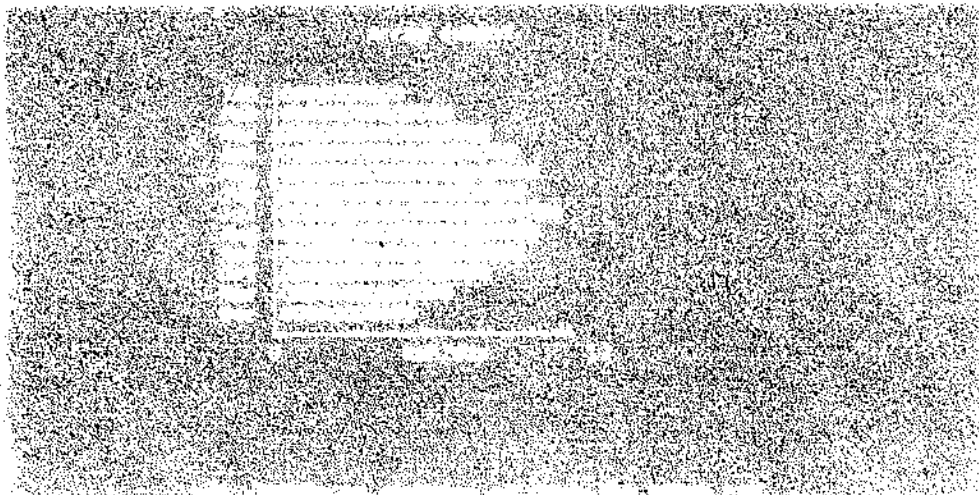


Ωρα [h]



|    |  |        |      |
|----|--|--------|------|
| 9  | Percent standard deviation of the load             | 0      | %    |
| 10 | Effective battery capacity                         | 1.4    | kwh  |
| 11 | Battery efficiency                                 | .87    |      |
| 12 | Array area   | 6      | m^2  |
| 13 | Array slope  | 50     | deg  |
| 14 | Array azimuth (south=0)                            | 0      | deg  |
| 71 |  |        |      |
| 2  |  |        |      |
| 1  | City number for Athens                             | Greece | 2    |
| 7L |  |        |      |
| 1  | City number for Athens                             | Greece | 2    |
| 2  | Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) |        | 1    |
| 3  | Cell temperature at NOCT conditions                |        | 44   |
| 4  | Array reference efficiency                         |        | .104 |
| 5  | Array reference temperature                        |        | 28   |
| 6  | Max. power eff. temperature coeff. (times 1000)    |        | 4.3  |
| 7  | Eff. of maximum power point tracking electronics   |        | .9   |
| 8  | Efficiency of power conditioning electronics       |        | .88  |
| 9  | Percent standard deviation of the load             |        | 0    |
| 10 | Effective battery capacity                         |        | 1.4  |
| 11 | Battery efficiency                                 |        | .87  |
| 12 | Array area   |        | 6    |
| 13 | Array slope  |        | 50   |
| 14 | Array azimuth (south=0)                            |        | 0    |

Type HELP for assistance.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

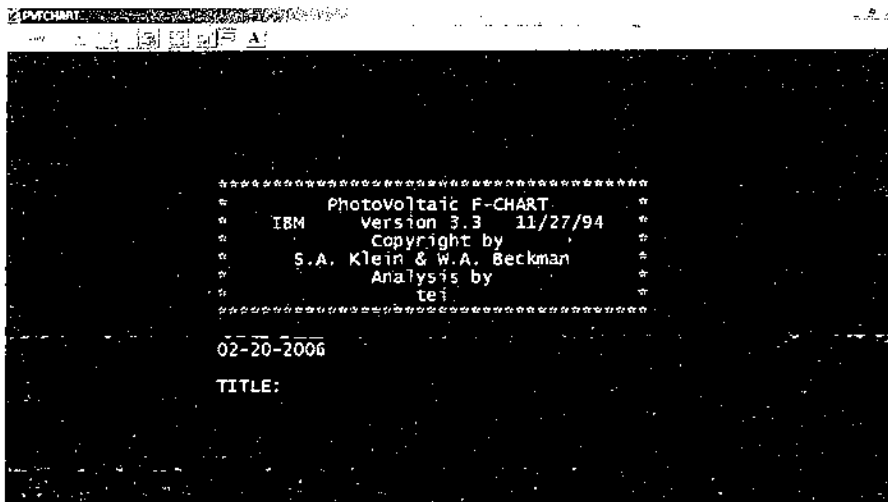
### ΕΦΑΡΜΟΓΗ PV F-CHART ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

#### 7.1 Γενικά

Στην συνέχεια αυτής της εργασίας θα αναπτύξουμε μέσω του προγράμματος της PV F-CHART την διαστασιολόγηση του PV – συστήματος μας με βάση τα στοιχεία που θέσαμε στα προηγούμενα δύο κεφάλαια.

Η διαστασιολόγηση θα γίνει φυσικά για την πόλη της Αθήνας αφού είναι και η μόνη Ελληνική πόλη που είναι καταχωρημένη σε αυτό το πρόγραμμα.

Ας δούμε λοιπόν παρακάτω μέσα από το περιβάλλον του προγράμματος της PV F-CHART την ανάπτυξη και μελέτη του συστήματος μας.



Όπως παρατηρούμε είμαστε ήδη στο περιβάλλον του προγράμματος και από εδώ και στο εξής θα πρέπει να επιλέξουμε μέσω του μενού το 'σύστημα' το οποίο θα επεξεργαστούμε τα δεδομένα μας για την συνέχεια της μελέτης μας.



Επιλέγουμε το 'Battery storage system' (2)

Φυσικό είναι ότι αφού δουλεύουμε σε περιβάλλον DOS όλες οι εντολές δίνονται από το πληκτρολόγιο. Το manual του προγράμματος μας, μας αναλύει τις εντολές που πρέπει να δώσουμε για να κινηθούμε άνετα στο πρόγραμμα. Και ακόμα μας παρέχει αυτές τις πληροφορίες και μέσω του ηλεκτρονικού προγράμματος.

```

1                                     Page 1
The letters in <> are required; others are optional.
Upper or lower case letters permitted.

<A>gain          <L>ist <#m-#n>          <Q>uit <N>o
<C>ity           <L>ist <A>LL          <R>un
<D>ata          <L>ist <LO>ad         <SH>ell
<E>con         <LO>ad                <S>ystem
<F>iles        <M>enu                 <T>itle
<G>et <FILENAME> <NE>xt             <U>nits <O>ff
<H>elp         <PA>use <O>ff         <U>nits <ON>
<I>nput        <PA>use <ON>         <W>rite <O>ff
<K>eep <FILENAME> <P>rint <O>ff   <W>rite <ON>
<L>ist         <P>rint <ON>        <Z>ip or <CL>s
<L>ist <#m>    <Q>uit             <#n> <V>ariable

Multiple commands are permitted on the same line. For example, the
commands to run two cities (127 & 128) and list all data for each are:

PR ON PA OFF S 1 127 L A R Z 1 128 L A R

Use PgUp, PgDn, Home and End then press Enter or Esc.

```

```

*****
*                               *
*          COLLECTOR TYPE       *
*                               *
*          1. Flat-Plate        *
*          2. Compound Parabolic *
*          3. One-Axis Tracking  *
*          4. Two-Axis Tracking  *
*          Esc Return to Main Menu *
*                               *
*          Which one?  _        *
*                               *
*****

```

Στην συνέχεια επιλέγουμε το "Flat - plate" (1)

Όπως παρατηρούμε παρακάτω μετά από την επιλογή που κάναμε το πρόγραμμα μας δείχνει κάποιες παραμέτρους.

Αυτές οι παράμετροι έχουν να κάνουν με την τοπολογία του συστήματος μας όπως για παράδειγμα, η πόλη που γίνεται η μελέτη μας, η κλίση της συστοιχίας μας κ.τ.λ.

Και παράμετροι που έχουν να κάνουν με διάφορα παραρτήματα της εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού μας συστήματος, όπως για παράδειγμα είναι τα φορτία που πρέπει να καλύψουμε, η προδιαγραφές της μπαταρίας ή της

συστοιχίας, διάφορες αναφορές σε θερμοκρασίες που αφορούν επιμέρους κομμάτια της εγκατάστασης κ.τ.λ.

```

PVPCWART
** Battery Storage System **
menu
1 City number for Almeria Spain..... 1
2 Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) 1
3 Cell temperature at NOCT conditions..... 44 C
4 Array reference efficiency..... .104
5 Array reference temperature..... 28 C
6 Max. power eff. temperature coeff. (times 1000).... 4.3 1/C
7 Eff. of maximum power point tracking electronics... .9
8 Efficiency of power conditioning electronics..... .88
9 Percent standard deviation of the load..... 0 %
10 Effective battery capacity..... 1.4 kWh
11 Battery efficiency..... .87
12 Array area..... 6 m^2
13 Array slope..... 50 deg
14 Array azimuth (south=0)..... 0 deg
Type HELP for assistance.

```

Έτσι στην συγκεκριμένη φάση θα πρέπει να πληκτρολογήσουμε και να εισάγουμε τα νέα δεδομένα που αφορούν την δικιά μας εγκατάσταση (μελέτη) ή όποια άλλη καινούρια μελέτη πρέπει να φέρουμε εις πέρας στο μέλλον.

Η εισαγωγή των καινούριων δεδομένων γίνεται με την καταγραφή του νούμερου της κάθε παραμέτρου, στην συνέχεια κενό και στο τέλος την εισαγωγή του νέου δεδομένου

```

PVPCWART
** Battery Storage System **
1 City number for Almeria Spain..... 1
2 Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) 1
3 Cell temperature at NOCT conditions..... 44 C
4 Array reference efficiency..... .104
5 Array reference temperature..... 28 C
6 Max. power eff. temperature coeff. (times 1000).... 4.3 1/C
7 Eff. of maximum power point tracking electronics... .9
8 Efficiency of power conditioning electronics..... .88
9 Percent standard deviation of the load..... 0 %
10 Effective battery capacity..... 1.4 kWh
11 Battery efficiency..... .87
12 Array area..... 6 m^2
13 Array slope..... 50 deg
14 Array azimuth (south=0)..... 0 deg
?1 2
Type HELP for assistance.

```

Στο πάνω και στην συνέχεια στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε το πώς μπορεί να αλλάξει μία παράμετρος και να μπει ένα καινούριο δεδομένο για την μελέτη που μας αφορά. Συγκεκριμένα βλέπουμε το πώς μπορεί να αλλάξει ο αριθμός της πόλης και κατά συνέπεια τα καιρικά δεδομένα εκείνης της περιοχής. Φυσικά

μπορούμε αν αυτό επιβάλλεται να αλλάξουμε τα καιρικά δεδομένα και μέσα από το πρόγραμμα.

```

PVCHART
** Battery Storage System **
1 City number for Almeria Spain 1
2 Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) 1
3 Cell temperature at NOCT conditions 44 C
4 Array reference efficiency 104
5 Array reference temperature 28 C
6 Max. power eff. temperature coeff. (times 1000) 4.3 1/C
7 Eff. of maximum power point tracking electronics .9
8 Efficiency of power conditioning electronics .88
9 Percent standard deviation of the load 0 %
10 Effective battery capacity 1.4 kwh
11 Battery efficiency 87
12 Array area 6 m^2
13 Array slope 50 deg
14 Array azimuth (south=0) 0 deg
?1 2
? 1 City number for Athens Greece 2
Type HELP for assistance.

```

Αν φορτώσουμε ξανά το πρόγραμμα με την εντολή (L)OAD τότε θα δούμε ότι το πρόγραμμα εισχωρεί το καινούριο δεδομένο (που την συγκεκριμένη στιγμή είναι η πόλη της Αθήνας) στις παραμέτρους μας.

```

PVCHART
9 Percent standard deviation of the load 0 %
10 Effective battery capacity 1.4 kwh
11 Battery efficiency 87
12 Array area 6 m^2
13 Array slope 50 deg
14 Array azimuth (south=0) 0 deg
?1 2
? 1 City number for Athens Greece 2
? 1 City number for Athens Greece 2
2 Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) 1
3 Cell temperature at NOCT conditions 44 C
4 Array reference efficiency 104
5 Array reference temperature 28 C
6 Max. power eff. temperature coeff. (times 1000) 4.3 1/C
7 Eff. of maximum power point tracking electronics .9
8 Efficiency of power conditioning electronics .88
9 Percent standard deviation of the load 0 %
10 Effective battery capacity 1.4 kwh
11 Battery efficiency 87
12 Array area 6 m^2
13 Array slope 50 deg
14 Array azimuth (south=0) 0 deg
?
Type HELP for assistance.

```

Ακολουθώντας με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να αλλάξουμε και τις επόμενες παραμέτρους του προγράμματος μας. Αυτές μπορεί να είναι, οι προδιαγραφές, οι θερμοκρασίες, η τοπολογία, οι αζιμουθιακές γωνίες κ.α. ανάλογα με τα στοιχεία που έχουμε ώστε να γίνει σωστά η μελέτη του φωτοβολταϊκού μας συστήματος.

Άλλη μια αλλαγή στο επόμενο σχήμα στην παράμετρο 13 που δηλώνει την κλίση(την γωνία) της συστοιχίας του συστήματος μας. Δηλαδή από της 50 ° που ήταν προηγουμένως, για τα δεδομένα της Βοστώνης, στα δεδομένα της Ελλάδας. Και για να έχουμε μια καλύτερη απόδοση από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια κατά την

```

1 City number for Athens Greece..... 2
2 Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) 1
3 Cell temperature at NOCT conditions..... 44 C
4 Array reference efficiency..... .104
5 Array reference temperature..... 28 C
6 Max. power eff. temperature coeff. (times 1000)... 4.3 1/C
7 Eff. of maximum power point tracking electronics... .9
8 Efficiency of power conditioning electronics..... .88
9 Percent standard deviation of the load..... 0 %
10 Effective battery capacity..... 1.4 kWh
11 Battery efficiency..... .87
12 Array area..... 9 m^2
13 Array slope..... 45 deg
14 Array azimuth (south=0)..... 0 deg

```

διάρκεια όλης της χρονιάς, τοποθετούμε την συστοιχία μας στις 45 ° σταθερά πάνω στο κέλυφος του κτιρίου και συγκεκριμένα στην κέραμο – σκεπή μας όπως είπαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

## 7.2 Εφαρμογή του προγράμματος

Έτσι λοιπόν στην συνέχεια του προγράμματός μας θα αλλάξουμε όποιες παραμέτρους χρειάζονται για να μπορέσουμε να επιτύχουμε μια σωστή μελέτη σε σχέση με τα δεδομένα που έχουμε από την εγκατάσταση μας.

Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε τις αλλαγές που γίνονται στις παραμέτρους του προγράμματος και την τελική μορφή τους.

```

PVPCWART
?11 0.85:
  11 Battery efficiency..... .85
?12 9.78
  12 Array area..... 9.78 m^2
?13 45
  13 Array slope..... 45 deg
?14 0
  14 Array azimuth (south=0)..... 0 deg
?1
  1 City number for Athens Greece..... 2
  2 Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) 1
  3 Cell temperature at NOCT conditions..... 46 C
  4 Array reference efficiency..... .25
  5 Array reference temperature..... 25 C
  6 Max. power eff. temperature coeff. (times 1000)... 4.3 1/C
  7 Eff. of maximum power point tracking electronics... .9
  8 Efficiency of power conditioning electronics..... .88
  9 Percent standard deviation of the load..... 0 %
 10 Effective battery capacity..... 2.48 kWh
 11 Battery efficiency..... .85
 12 Array area..... 9.78 m^2
 13 Array slope..... 45 deg
 14 Array azimuth (south=0)..... 0 deg
?
Type HELP for assistance.

```

Με την εντολή (R)UN παίρνουμε τα αποτελέσματα για τις συγκεκριμένες προκαθορισμένες παραμέτρους.

### Jan

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 7- 8  | 19.38        | 20.3     | 3.10        | 47.6    | 1.98       |
| 8- 9  | 50.56        | 21.9     | 3.29        | 79.7    | 7.13       |
| 9-10  | 82.78        | 22.0     | 3.50        | 88.9    | 12.89      |
| 10-11 | 109.30       | 21.8     | 3.75        | 92.2    | 17.47      |
| 11-12 | 124.25       | 21.6     | 4.00        | 93.2    | 19.89      |
| 12-13 | 124.25       | 21.6     | 4.25        | 92.8    | 19.63      |
| 13-14 | 109.30       | 21.6     | 4.46        | 90.8    | 16.76      |
| 14-15 | 82.78        | 21.8     | 4.65        | 85.8    | 11.87      |
| 15-16 | 50.56        | 21.6     | 4.77        | 73.5    | 6.12       |
| 16-17 | 19.38        | 20.0     | 4.84        | 39.5    | 1.50       |
| Month | 772.55       | 21.6     | 93.00       | 34.2    | 115.24     |

### Feb

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 7- 8  | 30.74        | 20.3     | 2.80        | 73.6    | 3.42       |
| 8- 9  | 64.97        | 21.7     | 2.97        | 89.4    | 9.74       |
| 9-10  | 99.33        | 21.7     | 3.16        | 93.9    | 16.01      |
| 10-11 | 127.18       | 21.5     | 3.39        | 95.6    | 20.81      |
| 11-12 | 142.76       | 21.3     | 3.61        | 96.1    | 23.29      |
| 12-13 | 142.76       | 21.3     | 3.84        | 95.8    | 23.02      |
| 13-14 | 127.18       | 21.3     | 4.03        | 94.7    | 20.05      |
| 14-15 | 99.33        | 21.4     | 4.20        | 92.0    | 14.88      |
| 15-16 | 64.97        | 21.3     | 4.31        | 85.1    | 8.52       |
| 16-17 | 30.74        | 19.9     | 4.37        | 64.8    | 2.55       |
| Month | 929.98       | 21.3     | 84.00       | 38.4    | 142.28     |

## Mar

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 6- 7  | 13.74        | 14.9     | 2.98        | 52.2    | 0.25       |
| 7- 8  | 51.30        | 20.1     | 3.10        | 87.9    | 6.33       |
| 8- 9  | 94.50        | 21.3     | 3.29        | 94.5    | 14.65      |
| 9-10  | 136.63       | 21.4     | 3.50        | 96.6    | 22.36      |
| 10-11 | 170.22       | 21.2     | 3.75        | 97.4    | 28.08      |
| 11-12 | 188.86       | 21.0     | 4.00        | 97.6    | 30.99      |
| 12-13 | 188.86       | 20.9     | 4.25        | 97.5    | 30.65      |
| 13-14 | 170.22       | 21.0     | 4.46        | 96.9    | 27.12      |
| 14-15 | 136.63       | 21.1     | 4.65        | 95.4    | 20.93      |
| 15-16 | 94.50        | 20.9     | 4.77        | 92.0    | 13.01      |
| 16-17 | 51.30        | 19.6     | 4.84        | 81.8    | 4.90       |
| 17-18 | 13.74        | 14.6     | 4.84        | 36.4    | 0.00       |
| Month | 1310.50      | 20.9     | 93.00       | 44.4    | 199.28     |

## Apr

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 6- 7  | 23.53        | 16.4     | 2.88        | 80.4    | 1.09       |
| 7- 8  | 64.72        | 19.5     | 3.00        | 94.1    | 8.28       |
| 8- 9  | 110.23       | 20.8     | 3.18        | 97.1    | 17.05      |
| 9-10  | 153.55       | 20.9     | 3.39        | 98.1    | 24.95      |
| 10-11 | 187.60       | 20.7     | 3.63        | 98.5    | 30.63      |
| 11-12 | 206.35       | 20.5     | 3.87        | 98.6    | 33.46      |
| 12-13 | 206.35       | 20.5     | 4.11        | 98.5    | 33.09      |
| 13-14 | 187.60       | 20.5     | 4.32        | 98.2    | 29.59      |
| 14-15 | 153.55       | 20.5     | 4.50        | 97.4    | 23.38      |
| 15-16 | 110.23       | 20.3     | 4.62        | 95.6    | 15.25      |
| 16-17 | 64.72        | 19.0     | 4.68        | 90.4    | 6.58       |
| 17-18 | 23.53        | 16.0     | 4.68        | 65.9    | 0.23       |
| Month | 1491.96      | 20.3     | 90.00       | 48.2    | 223.58     |



**May**

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 5- 6  | 8.17         | 21.2     | 2.91        | 52.4    | 0.00       |
| 6- 7  | 32.26        | 16.9     | 2.98        | 91.7    | 2.07       |
| 7- 8  | 77.67        | 18.6     | 3.10        | 97.0    | 9.70       |
| 8- 9  | 126.27       | 20.1     | 3.29        | 98.5    | 19.11      |
| 9-10  | 171.59       | 20.4     | 3.50        | 99.0    | 27.27      |
| 10-11 | 206.77       | 20.2     | 3.75        | 99.2    | 33.07      |
| 11-12 | 226.02       | 20.1     | 4.00        | 99.3    | 35.92      |
| 12-13 | 226.02       | 20.0     | 4.25        | 99.2    | 35.51      |
| 13-14 | 206.77       | 20.0     | 4.46        | 99.0    | 31.91      |
| 14-15 | 171.59       | 19.9     | 4.65        | 98.6    | 25.51      |
| 15-16 | 126.27       | 19.6     | 4.77        | 97.6    | 17.08      |
| 16-17 | 77.67        | 18.0     | 4.84        | 94.9    | 7.73       |
| 17-18 | 32.26        | 16.4     | 4.84        | 82.2    | 0.67       |
| 18-19 | 8.17         | 20.7     | 4.77        | 31.1    | 0.00       |
| Month | 1697.48      | 19.8     | 93.00       | 53.3    | 245.54     |

**Jun**

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 5- 6  | 11.18        | 20.8     | 2.82        | 72.2    | 0.01       |
| 6- 7  | 33.44        | 16.9     | 2.88        | 94.2    | 2.26       |
| 7- 8  | 77.42        | 17.9     | 3.00        | 97.8    | 9.29       |
| 8- 9  | 123.90       | 19.6     | 3.18        | 98.8    | 18.24      |
| 9-10  | 166.88       | 19.9     | 3.39        | 99.2    | 25.83      |
| 10-11 | 200.07       | 19.8     | 3.63        | 99.4    | 31.21      |
| 11-12 | 218.17       | 19.6     | 3.87        | 99.5    | 33.83      |
| 12-13 | 218.17       | 19.5     | 4.11        | 99.4    | 33.43      |
| 13-14 | 200.07       | 19.5     | 4.32        | 99.3    | 30.06      |
| 14-15 | 166.88       | 19.4     | 4.50        | 99.0    | 24.10      |
| 15-16 | 123.90       | 19.0     | 4.62        | 98.2    | 16.23      |
| 16-17 | 77.42        | 17.4     | 4.68        | 96.1    | 7.34       |
| 17-18 | 33.44        | 16.4     | 4.68        | 86.5    | 0.77       |
| 18-19 | 11.18        | 20.2     | 4.62        | 43.1    | 0.00       |
| Month | 1662.12      | 19.3     | 90.00       | 55.1    | 232.62     |

## Jul

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 5-6   | 9.92         | 20.6     | 2.91        | 61.9    | 0.00       |
| 6-7   | 35.73        | 15.7     | 2.98        | 95.8    | 2.08       |
| 7-8   | 89.70        | 17.6     | 3.10        | 98.8    | 10.79      |
| 8-9   | 147.21       | 19.4     | 3.29        | 99.4    | 21.82      |
| 9-10  | 200.75       | 19.6     | 3.50        | 99.7    | 31.21      |
| 10-11 | 242.30       | 19.5     | 3.75        | 99.8    | 37.84      |
| 11-12 | 265.04       | 19.3     | 4.00        | 99.8    | 41.07      |
| 12-13 | 265.04       | 19.2     | 4.25        | 99.8    | 40.57      |
| 13-14 | 242.30       | 19.2     | 4.46        | 99.7    | 36.43      |
| 14-15 | 200.75       | 19.1     | 4.65        | 99.6    | 29.12      |
| 15-16 | 147.21       | 18.7     | 4.77        | 99.1    | 19.46      |
| 16-17 | 89.70        | 16.9     | 4.84        | 97.8    | 8.58       |
| 17-18 | 35.73        | 15.1     | 4.84        | 88.1    | 0.48       |
| 18-19 | 9.92         | 19.9     | 4.77        | 36.5    | 0.00       |
| Month | 1981.30      | 19.0     | 93.00       | 54.8    | 279.44     |

## Aug

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 5-6   | 3.05         | 20.6     | 2.91        | 19.0    | 0.00       |
| 6-7   | 29.49        | 15.5     | 2.98        | 87.7    | 1.40       |
| 7-8   | 78.14        | 18.3     | 3.10        | 96.5    | 9.59       |
| 8-9   | 131.21       | 19.6     | 3.29        | 98.3    | 19.38      |
| 9-10  | 181.36       | 19.7     | 3.50        | 98.9    | 28.05      |
| 10-11 | 220.63       | 19.6     | 3.75        | 99.2    | 34.25      |
| 11-12 | 242.22       | 19.3     | 4.00        | 99.3    | 37.27      |
| 12-13 | 242.22       | 19.3     | 4.25        | 99.2    | 36.83      |
| 13-14 | 220.63       | 19.3     | 4.46        | 99.0    | 33.02      |
| 14-15 | 181.36       | 19.3     | 4.65        | 98.5    | 26.21      |
| 15-16 | 131.21       | 19.0     | 4.77        | 97.4    | 17.28      |
| 16-17 | 78.14        | 17.7     | 4.84        | 94.1    | 7.61       |
| 17-18 | 29.49        | 15.0     | 4.84        | 74.5    | 0.28       |
| 18-19 | 3.05         | 20.1     | 4.77        | 11.3    | 0.00       |
| Month | 1772.20      | 19.1     | 93.00       | 50.6    | 251.16     |

## Sep

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 6-7   | 19.57        | 14.3     | 2.88        | 69.3    | 0.47       |
| 7-8   | 63.81        | 18.8     | 3.00        | 93.2    | 7.78       |
| 8-9   | 113.92       | 20.2     | 3.18        | 97.0    | 17.12      |
| 9-10  | 162.37       | 20.2     | 3.39        | 98.2    | 25.57      |
| 10-11 | 200.83       | 20.0     | 3.63        | 98.6    | 31.71      |
| 11-12 | 222.13       | 19.7     | 3.87        | 98.7    | 34.78      |
| 12-13 | 222.13       | 19.7     | 4.11        | 98.7    | 34.39      |
| 13-14 | 200.83       | 19.7     | 4.32        | 98.3    | 30.59      |
| 14-15 | 162.37       | 19.8     | 4.50        | 97.5    | 23.92      |
| 15-16 | 113.92       | 19.6     | 4.62        | 95.4    | 15.25      |
| 16-17 | 63.81        | 18.3     | 4.68        | 89.0    | 6.10       |
| 17-18 | 19.57        | 13.9     | 4.68        | 51.0    | 0.01       |
| Month | 1565.25      | 19.6     | 90.00       | 46.9    | 227.69     |

## Oct

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 7-8   | 47.43        | 19.3     | 3.10        | 84.1    | 5.46       |
| 8-9   | 94.34        | 20.7     | 3.29        | 94.0    | 14.14      |
| 9-10  | 141.00       | 20.8     | 3.50        | 96.7    | 22.39      |
| 10-11 | 178.63       | 20.5     | 3.75        | 97.6    | 28.59      |
| 11-12 | 199.65       | 20.3     | 4.00        | 97.9    | 31.76      |
| 12-13 | 199.65       | 20.2     | 4.25        | 97.7    | 31.40      |
| 13-14 | 178.63       | 20.3     | 4.46        | 97.1    | 27.57      |
| 14-15 | 141.00       | 20.4     | 4.65        | 95.5    | 20.88      |
| 15-16 | 94.34        | 20.3     | 4.77        | 91.2    | 12.48      |
| 16-17 | 47.43        | 18.8     | 4.84        | 76.8    | 4.15       |
| Month | 1322.11      | 20.3     | 93.00       | 40.5    | 198.82     |

## Nov

| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 7- 8  | 30.14        | 19.6     | 3.00        | 64.6    | 3.26       |
| 8- 9  | 69.71        | 21.2     | 3.18        | 88.5    | 10.22      |
| 9-10  | 110.14       | 21.3     | 3.39        | 94.2    | 17.47      |
| 10-11 | 143.23       | 21.1     | 3.63        | 96.0    | 23.08      |
| 11-12 | 161.84       | 20.9     | 3.87        | 96.6    | 26.00      |
| 12-13 | 161.84       | 20.8     | 4.11        | 96.4    | 25.69      |
| 13-14 | 143.23       | 20.9     | 4.32        | 95.3    | 22.21      |
| 14-15 | 110.14       | 21.0     | 4.50        | 92.3    | 16.20      |
| 15-16 | 69.71        | 20.8     | 4.62        | 84.0    | 8.90       |
| 16-17 | 30.14        | 19.2     | 4.68        | 55.5    | 2.49       |
| Month | 1030.11      | 20.9     | 90.00       | 37.6    | 155.52     |

## Dec

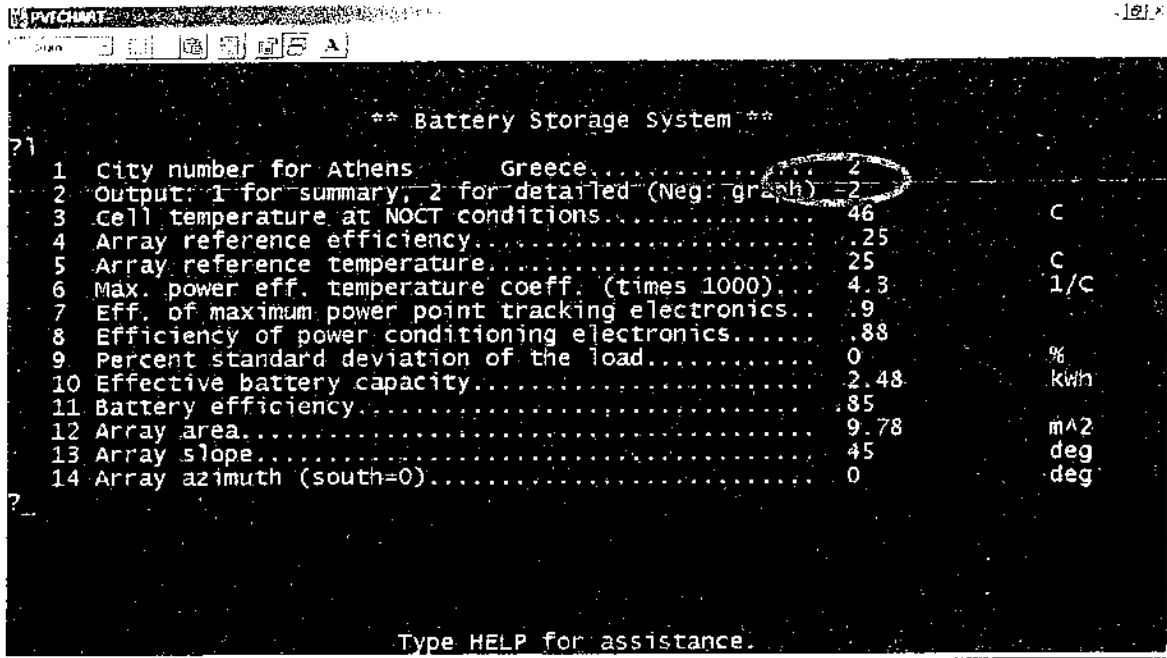
| Time  | Solar<br>kWh | Eff<br>% | Load<br>kWh | F0<br>% | XS0<br>kWh |
|-------|--------------|----------|-------------|---------|------------|
| 7- 8  | 18.90        | 19.9     | 3.10        | 40.8    | 2.05       |
| 8- 9  | 51.56        | 21.7     | 3.29        | 79.5    | 7.25       |
| 9-10  | 85.54        | 21.8     | 3.50        | 89.4    | 13.29      |
| 10-11 | 113.60       | 21.6     | 3.75        | 92.8    | 18.11      |
| 11-12 | 129.45       | 21.4     | 4.00        | 93.8    | 20.66      |
| 12-13 | 129.45       | 21.4     | 4.25        | 93.4    | 20.39      |
| 13-14 | 113.60       | 21.5     | 4.46        | 91.4    | 17.37      |
| 14-15 | 85.54        | 21.6     | 4.65        | 86.4    | 12.23      |
| 15-16 | 51.56        | 21.4     | 4.77        | 73.3    | 6.22       |
| 16-17 | 18.90        | 19.6     | 4.84        | 33.6    | 1.64       |
| Month | 798.09       | 21.4     | 93.00       | 33.8    | 119.21     |

**Summary**

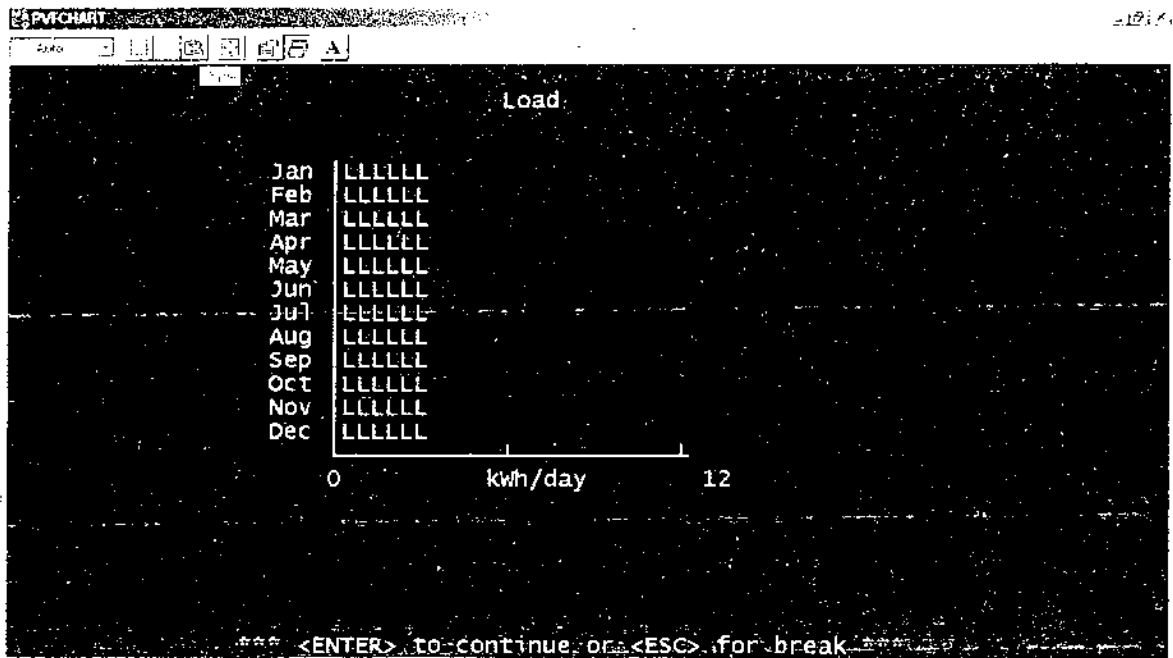
|     | Solar<br>kWh | Load<br>kWh | F<br>% | Buy<br>kWh | XS<br>kWh |
|-----|--------------|-------------|--------|------------|-----------|
| Jan | 772.5        | 93.0        | 88.4   | 10.7       | 64.8      |
| Feb | 930.0        | 84.0        | 94.5   | 4.6        | 95.2      |
| Mar | 1310.5       | 93.0        | 97.3   | 2.5        | 150.1     |
| Apr | 1492.0       | 90.0        | 98.5   | 1.4        | 178.3     |
| May | 1697.5       | 93.0        | 99.1   | 0.8        | 203.0     |
| Jun | 1662.1       | 90.0        | 99.2   | 0.7        | 192.9     |
| Jul | 1981.3       | 93.0        | 99.7   | 0.3        | 237.7     |
| Aug | 1772.2       | 93.0        | 99.2   | 0.7        | 206.0     |
| Sep | 1565.3       | 90.0        | 98.8   | 1.1        | 181.0     |
| Oct | 1322.1       | 93.0        | 97.5   | 2.3        | 145.8     |
| Nov | 1030.1       | 90.0        | 95.5   | 4.1        | 103.5     |
| Dec | 798.1        | 93.0        | 89.6   | 9.7        | 67.4      |
| Yr  | 16333.6      | 1095.0      | 96.4   | 39.1       | 1825.6    |

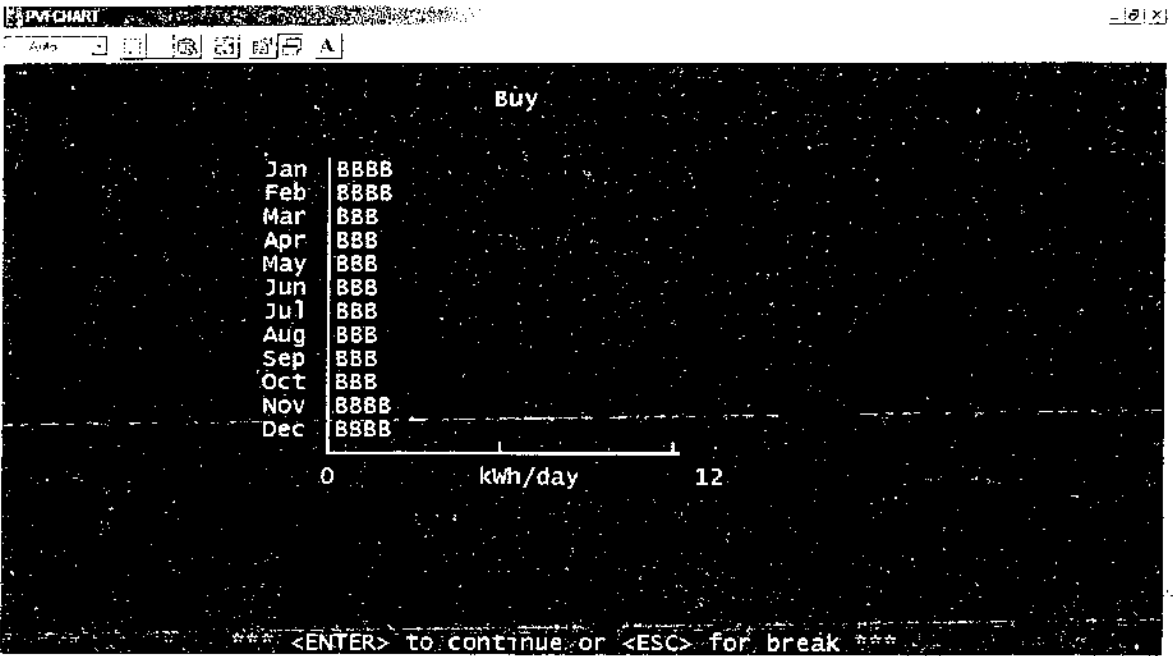
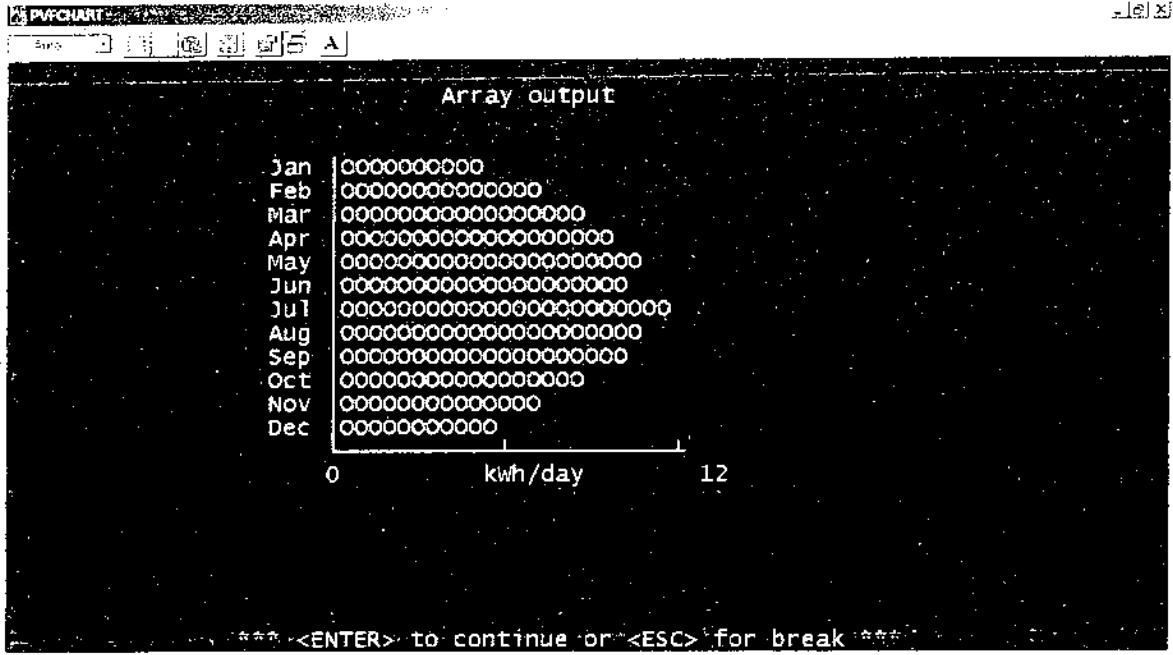
|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| First year elect cost (W/O PV)  | \$ 219  |
| First year elect cost (With PV) | \$ 8    |
| Initial investment              | \$ 6368 |
| Down Payment-Tax credits        | \$ 0    |
| 20 year mortgage payment        | \$ 500  |
| Resale value                    | \$ 6368 |
| Annualized payment              | \$ 290  |
| Life cycle savings              | \$ 1040 |
| Life cycle cost                 | \$ 2844 |

Αν τώρα θελήσουμε να δούμε τα αποτελέσματα μας γραφικά, τότε θα πρέπει να ακολουθήσουμε τις οδηγίες για την παράμετρο 2 της λίστας του προγράμματος όπως αυτή αναφέρεται στο κεφάλαιο 4.2.6



Έτσι με αυτή την αλλαγή της παραμέτρου θα έχουμε τα εξής ιστογράμματα (γραφήματα). Για την επεξήγηση του κάθε ιστογράμματος μπορείτε να ανατρέξετε και πάλι στο κεφάλαιο 4.2.6.





7.3 Το περιβάλλον της οικονομικής ανάλυσης του προγράμματος

Σε αυτό το σημείο να μην ξεχάσουμε να αναφέρουμε πως το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχει και οικονομικούς υπολογισμούς ως προς τον κύκλο ζωής του συστήματος μας.

Με λίγα λόγια θα λέγαμε ότι μπορούμε να δούμε την οικονομική απόδοση που θα έχουμε από την εγκατάσταση μας. Αλλάζοντας και πάλι τις παραμέτρους που έχει το πρόγραμμα για όποια οικονομοτεχνική ανάλυση του συστήματος θέλουμε να πετύχουμε.

Αν λοιπόν θέλουμε να μπούμε στο περιβάλλον αυτό θα πρέπει να δώσουμε την εντολή (E)con και στην συνέχεια (L)IST.

```

PVCHART
-----
      22 Cost of electricity (off-peak)..... 2      $/kwh
      23 Annual percentage increase in electricity..... 10      %

75
      ** Battery Storage System **

71
  1 City number for Athens, Greece..... 2
  2 Output: 1 for summary, 2 for detailed (Neg: graph) -2
  3 Cell temperature at NOCT conditions..... 46      C
  4 Array reference efficiency..... .25
  5 Array reference temperature..... 25      C
  6 Max. power eff. temperature coeff. (times 1000)..... 4.3      1/C
  7 Eff. of maximum power point tracking electronics..... .9
  8 Efficiency of power conditioning electronics..... .88
  9 Percent standard deviation of the load..... 0      %
 10 Effective battery capacity..... 2.48      Kwh
 11 Battery efficiency..... .85
 12 Array area..... 9.78      m^2
 13 Array slope..... 45      deg
 14 Array azimuth (south=0)..... 0      deg

7e
      *** Economics ***
      Type need for assistance.
    
```

```

PVCHART
-----
71
  1 Economic analysis detail (0 to 4)..... 1
  2 Cost per unit area..... 600      $/m^2
  3 Area independent cost..... 500      $
  4 Period of the economic analysis..... 20      years
  5 Percent down payment..... 10      %
  6 Annual percent mortgage interest..... 6      %
  7 Term of mortgage..... 20      years
  8 Annual percent market discount rate..... 8      %
  9 Percent extra insurance & maintenance in year 1..... .5      %
 10 Annual % increase in insurance I & maintenance..... 8      %
 11 Effective Federal + State income tax rate..... 20      %
 12 Percent property tax (based on purchase price)..... 0      %
 13 Annual percentage increase in property tax..... 8      %
 14 Percent resale value in last year..... 100      %
 15 Consider rebates? 1=Y 2=N..... 1
 16 Percent rebate in tier 1..... 10      %
 17 Maximum investment in tier 1..... 10000      $
 18 Percent rebate in tier 2..... 0      %
 19 Maximum investment in tier 2..... 10000      $
 20 Is this a commercial system? 1=Y 2=N..... 1
 21 Commercial depreciation schedule..... %
 25 38 37 0 0 0 0 0 0 0

      *** <ENTER> to continue or <ESC> for break ***
    
```



παραρτήματα

παραρτήματα

παραρτήματα

παραρτήματα

## I.1 Φωτοβολταϊκά πλαίσια της αγοράς

Οι παρακάτω πίνακες μας δείχνουν την σειρά των φωτοβολταϊκών πλαισίων της εταιρείας shell solar (πρώην Siemens solar). Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου εμφανίζουν τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης σε ηλεκτρική ενέργεια και τη μεγαλύτερη διάρκεια εγγυημένης απόδοσης(25έτη).

Ειδικώς η Shell Solar χρησιμοποιεί την παγκοσμίως αποκλειστική Τεχνολογία PowerMax®. Η Τεχνολογία αυτή αυξάνει την ενεργειακή απόδοση ακόμη και σε συνθήκες μειωμένης ηλιοφάνειας. Επιπροσθέτως η επιφάνεια των κελιών έχει πυραμιδική μορφή, η οποία πολλαπλασιάζει το βαθμό απορρόφησης της Ηλιακής ακτινοβολίας (Τεχνολογία TOPS®).

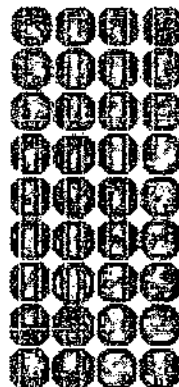
| Τύπος πλαισίου               | Shell<br>SM50 | Shell<br>SM55 | Shell<br>SM110<br>12 | Shell<br>SM110<br>24 | Shell<br>SP70 | Shell<br>SP75 | Shell<br>SP140 | Shell<br>SP150 |
|------------------------------|---------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Μέγιστη Ισχύς (W)            | 50            | 55            | 110                  | 110                  | 70            | 75            | 140            | 150            |
| Τάση σημείου Λειτουργίας (V) | 15.9          | 17.4          | 17.5                 | 35.0                 | 16.5          | 17.0          | 33             | 34.0           |
| Τάση ανοικτού κυκλώματος (V) | 19.8          | 21.7          | 21.7                 | 43.5                 | 21.4          | 21.7          | 42.8           | 43.4           |
| Ένταση βραχυκυκλώματος (I)   | 3.35          | 3.45          | 6.9                  | 3.45                 | 4.7           | 4.8           | 4.7            | 4.8            |
| Ονομαστική τάση (V)          | 12            | 12            | 12                   | 24                   | 12            | 12            | 24             | 24             |
| Μήκος (mm)                   | 1219          | 1293          | 1316                 | 1316                 | 1200          | 1200          | 1619.4         | 1619.4         |
| Πλάτος (mm)                  | 329           | 329           | 660                  | 660                  | 527           | 527           | 814            | 814            |
| Βάθος (mm)                   | 34            | 34            | 54                   | 54                   | 56            | 56            | 54             | 54             |
| Βάρος (Kg)                   | 5.2           | 5.5           | 11.5                 | 11.5                 | 7.6           | 7.6           | 14.8           | 14.8           |



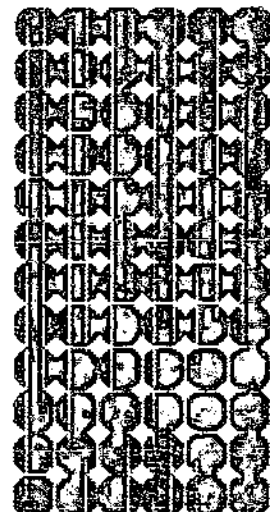
SM55/50



SM 110/100



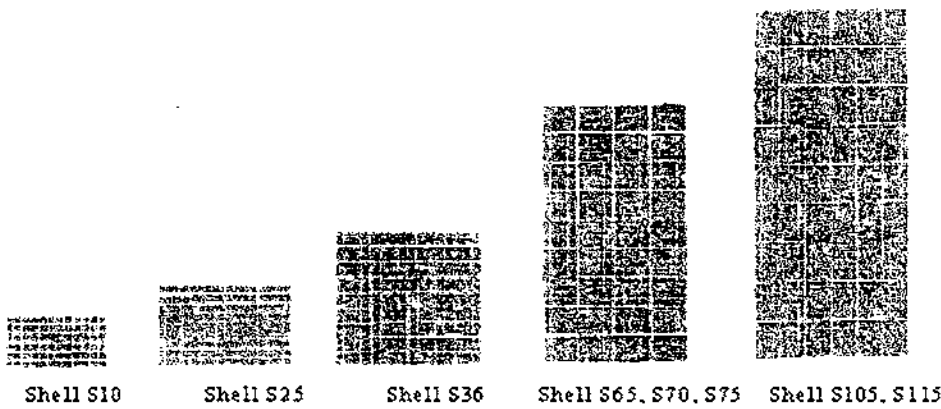
SP 75/70



SP 150/140

Τα πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου διατηρούν τον καλύτερο λόγο τιμής προς απόδοση.

| Τύπος πλαισίου               | Shell S10 | Shell S25 | Shell S36 | Shell S65 | Shell S70 | Shell S75 | Shell SP105 | Shell S115 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|
| Μέγιστη Ισχύς (W)            | 9         | 24        | 36        | 65        | 70        | 75        | 105         | 115        |
| Τάση σημείου λειτουργίας (V) | 16.5      | 16.5      | 16.5      | 16.5      | 17        | 17.6      | 25.5        | 26.8       |
| Τάση ανοικτού κυκλώματος (V) | 21.4      | 21.4      | 21.4      | 21.4      | 21.2      | 21.6      | 31.8        | 32.8       |
| Ένταση βραχυκυκλώματος (I)   | 0.57      | 1.50      | 2.3       | 4.3       | 4.5       | 4.7       | 4.5         | 4.7        |
| Ονομαστική τάση (V)          | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 12          | 12         |
| Μήκος (mm)                   | 430       | 550       | 635       | 1220      | 1220      | 1220      | 1220        | 1220       |
| Πλάτος (mm)                  | 255       | 449       | 550       | 580       | 580       | 580       | 850         | 850        |
| Βάθος (mm)                   | 45        | 45        | 45        | 54        | 54        | 54        | 54          | 54         |
| Βάρος (Kg)                   | 1.5       | 3.4       | 4.4       | 10        | 10        | 10        | 14          | 14         |



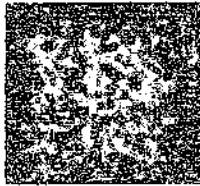
Όμως μπορούμε να πούμε πως η καλύτερη απόδοση σε όλες τις συνθήκες είναι στα φωτοβολταϊκά τύπου λεπτού φιλμ.

| Τύπος πλαισίου               | Shell ST5 | Shell ST10 | Shell ST20 | Shell ST36 | Shell ST40 |
|------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Μέγιστη Ισχύς (W)            | 5         | 10         | 20         | 36         | 40         |
| Τάση σημείου λειτουργίας (V) | 15.6      | 15.6       | 15.6       | 15.8       | 16.6       |
| Τάση ανοικτού κυκλώματος (V) | 22.9      | 22.9       | 22.9       | 22.9       | 23.3       |
| Ένταση βραχυκυκλώματος (I)   | 0.39      | 0.77       | 1.54       | 2.68       | 2.68       |
| Ονομαστική τάση (V)          | 12        | 12         | 12         | 12         | 12         |
| Μήκος (mm)                   | 329       | 359        | 748        | 1293       | 1293       |
| Πλάτος (mm)                  | 206       | 329        | 329        | 329        | 329        |
| Βάθος (mm)                   | 34        | 34         | 34         | 34         | 34         |
| Βάρος (Kg)                   | 1.4       | 2.4        | 4.1        | 7          | 7          |

Αυτού του τύπου τα φωτοβολταϊκά (λεπτού φιλμ) είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε σε μερική σκίαση να μην διακόπτεται η λειτουργία του αλλά ανάλογα με το ποσοστό σκίασης να μειώνεται ανάλογα και η απόδοσή του. Και από τις δύο πλευρές του έχει γυάλινη επιφάνεια και αυτό γιατί έχουν περάσει από επεξεργασία βαφής. Τα συγκεκριμένα φωτοβολταϊκά έχουν εγγυημένη απόδοση(10έτη).



Shell ST5



Shell ST10



Shell ST20

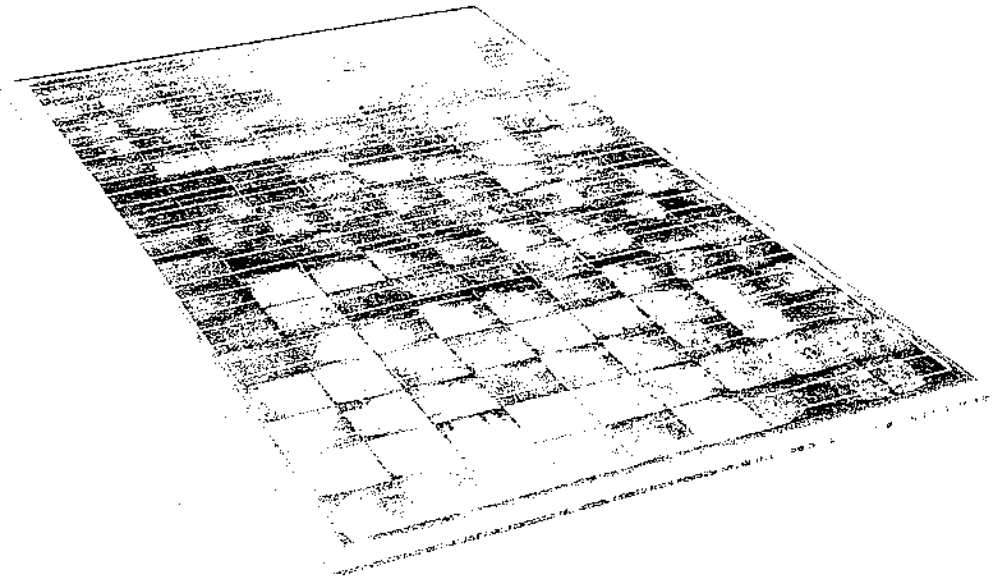


Shell ST36, ST40

## Το μέλλον έχει ήδη ξεκινήσει

Ηλεκτρικό ρεύμα από ηλιακό φως - με τα φωτοβολταϊκά συστήματα της Schüco εκμεταλλεύεστε την ισχύ του ήλιου στον οικιακό τομέα. Χωρίς ρύπους, αθόρυβα, άμεσα και αποδοτικά. Διάφορα κρατικά προγράμματα επιδότησης με οικονομικά κίνητρα, διευκολύνουν την είσοδο σας στην νέα ενεργειακή εποχή. Οι ενδείξεις είναι ευνοϊκές για ένα μέλλον, όπου η ηλιακή ενέργεια θα παίζει πρωταρχικό ρόλο στη ζωή μας. Τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας συνεχώς μειώνονται και οι τιμές στην αγορά ενέργειας ολοένα και αυξάνονται. Ακόμη και για την πολιτεία αποτελεί πλέον η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έναν πρωταρχικό στόχο για τις επόμενες

δεκαετίες. Και αυτό γιατί τα αποθέματα των παραδοσιακών μορφών ενέργειας φτάνουν στο τέλος τους. Αντιθέτως η μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια έχει ανεξάντλητο δυναμικό. Παρόλο που όλο και περισσότεροι αποφασίζουν να αξιοποιήσουν την ηλιακή ενέργεια, το μεγαλύτερο μέρος των οροφών και των επιφανειών κτιρίων, όπου μπορούν να τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά συστήματα, μένουν σήμερα χωρίς να αξιοποιούνται. Μία φωτοβολταϊκή εγκατάσταση αποτελεί κατά πρώτο λόγο μια επένδυση στο μέλλον, για ένα καθαρότερο περιβάλλον. Για μεγαλύτερη ανεξαρτησία και για μία καλύτερη ζωή για τις σημερινές αλλά και για τις επόμενες γενεές.



Διαστάσεις: 2152 x 1252 x 93 mm  
 Μέγεθος κυψέλης: 125 x 125 mm  
 Τύπος κυψέλης: Πολυκρυσταλλικός  
 Ισχύς: PMPP = 325 Wp (-0% / +5%)

Σύνδεση: 2 x 1.5 m καλωδίου  
 με συνδετικά MC (τύπου 3)  
 Πιστοποιητικά: DIN EN 61215 (IEC 61215)  
 Κατηγορία προστασίας II

## 1.2 Συσσωρευτές της αγοράς

Banner (Austria)

Πρόκειται για συσσωρευτές Μολύβδου-Οξέως ανοικτού τύπου, ονομαστικής τάσης:

| Τύπος            | Τάση (V) | Χωρητικ. (C20-Ah) | Διαστάσεις (mm) | Βάρος |
|------------------|----------|-------------------|-----------------|-------|
| <i>Solar 230</i> | 12       | 230               | 242x518x291     | 65    |
| <i>Solar 100</i> | 12       | 100               | 190x381x175     | 33    |

Delco (France)

Πρόκειται για συσσωρευτές Μολύβδου-Οξέως κλειστού τύπου, ονομαστικής Τάσης 12 V:

| Τύπος                      | Τάση (V) | Χωρητικ. (C20-Ah) | Διαστάσεις (mm) | Βάρος |
|----------------------------|----------|-------------------|-----------------|-------|
| <i>Delphi Freedom 2000</i> | 12       | 115               | 243x330x172     | 35    |

Ceac-Fulmen (France)

Πρόκειται για συσσωρευτές Μολύβδου - Οξέως ανοικτού τύπου, ονομαστικής Τάσης 2 V:

| Τύπος                  | Τάση (V) | Χωρητικ. (C72-Ah) | Διαστάσεις (mm) | Βάρος |
|------------------------|----------|-------------------|-----------------|-------|
| <i>Solar 400 Opzs</i>  | 2        | 390               | 403x124x206     | 22.5  |
| <i>Solar 550 Opzs</i>  | 2        | 530               | 519x124x206     | 31.5  |
| <i>Solar 650 Opzs</i>  | 2        | 630               | 519x145x206     | 35.5  |
| <i>Solar 750 Opzs</i>  | 2        | 725               | 519x166x206     | 40.5  |
| <i>Solar 900</i>       | 2        | 880               | 519x166x206     | 40.5  |
| <i>Solar 1500 Opzs</i> | 2        | 1485              | 694x210x233     | 61    |
| <i>Solar 1850 Opzs</i> | 2        | 1800              | 694x210x275     | 72    |

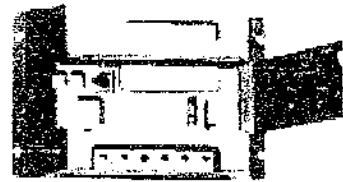
Ergon (Ελληνικής Κατασκευής, Τεχνολογίας Varta)

Πρόκειται για συσσωρευτές Μολύβδου - Οξέως ανοικτού τύπου, ονομαστικής Τάσης 2 V. Κατασκευάζονται με χρήση Τεχνολογίας VARTA. Διατίθεται ευρεία γκάμα χωρητικοτήτων, από 150 Ah έως 1800 Ah.

## 1.3 Ρυθμιστές της αγοράς

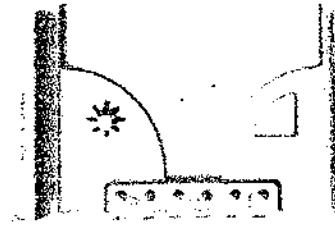
Η STECA GmbH κατασκευάζει ρυθμιστές, χρησιμοποιώντας την Τεχνολογία Διαμόρφωσης Έυρους Παλμών. Διατίθενται οι εξής τύποι ρυθμιστών:

| Τύπος  | Τάση (V) | Μεγ. Ένταση (A) |
|--|----------|-----------------|
| <i>Solsun 6.6</i>  | 12/24    | 6               |
| <i>Solsun 8.8</i>  | 12/24    | 8               |
| <i>SR8</i>   | 12/24    | 8               |
| <i>SR12</i>  | 12/24    | 12              |
| <i>SR20</i>  | 12/24    | 20              |
| <i>SR30</i>  | 12/24    | 30              |
| <i>TAROM 235</i>   | 12/24    | 35              |
| <i>TAROM 245</i>   | 12/24    | 45              |
| <i>TAROM 430</i>   | 48       | 30              |
| <i>SLX06 (με προγ/νη λειτουργία νεκτερινού φωτισμού)</i>   | 12/24    | 6               |
| <i>SLX1010 (με προγ/νη λειτουργία νεκτερινού φωτισμού)</i> | 12/24    | 10              |



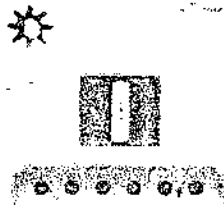
## PR 0303 / PR 0505

|   |                                      |  |
|---|--------------------------------------|--|
| system voltage                          | Systemspannung                       | 12 V                                   |
| max. module input short circuit current | Max. Modulkurzschlußstrom            | 3 A 5 A                                |
| max. load output current                | Max. Laststrom                       | 3 A 5 A                                |
| max. self consumption                   | Max. Eigenverbrauch                  | 3 mA                                   |
| equalisation charge                     | Ausgleichsladung                     | -                                      |
| boost charge voltage at 25°C            | Boostladespannung bei 25°C           | 14.4 V                                 |
| end of charge voltage (MVD) at 25°C     | Ladeendspannung (MVD) bei 25°C       | 13.7 V                                 |
| reconnection setpoint at 25°C           | Wiedereinschaltspannung bei 25°C     | 12.5 V                                 |
| low voltage disconnect (LVD) at 25°C    | Tiefentladeschutz (LVD) bei 25°C     | 11.0 V, 11.5 V                         |
| ambient temperature allowed             | Zulässige Umgebungstemperatur        | -25°C, +50°C                           |
| terminal size (line/single wire)        | Anschlußklemmen (rein/ Einzeladrige) | 6 mm <sup>2</sup> / 10 mm <sup>2</sup> |
| enclosure protection class              | Schutzklasse                         | IP 22                                  |
| weight                                  | Gewicht                              | 160 g                                  |
| dimensions l x w x h                    | Abmessungen l x b x h                | 146 x 90 x 33 mm                       |



## Steca Solsum 5.0 / 6.6 / 8.0 / 8.8

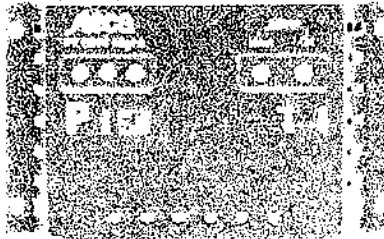
|   |                                       |   |     |                   |     |
|---|---------------------------------------|---|-----|-------------------|-----|
| system voltage                          | Systemspannung                        | 12 V / (24 V)                           |     |                   |     |
| max. module input short circuit current | Max. Modulkurzschlußstrom             | 5 A                                     | 8 A | 6 A               | 8 A |
| max. load output current                | Max. Laststrom                        | 5 A                                     | 8 A | 6 A               | 8 A |
| max. self consumption                   | Max. Eigenverbrauch                   | 4 mA                                    |     |                   |     |
| boost charge voltage at 25°C            | Boostladespannung bei 25°C            | 14,4 V / (28,8 V)                       |     |                   |     |
| end of charge voltage (HVD) at 25°C     | Ladeendspannung (HVD) bei 25°C        | 13,7 V / (27,4 V)                       |     |                   |     |
| reconnection setpoint at 25°C           | Wiedereinschaltspannung bei 25°C      | 12,6 V / (25,2 V)                       |     |                   |     |
| low voltage disconnect (LVD) at 25°C    | Tiefentladeschutz (LVD) bei 25°C      | without LVD / ohne LVD                  |     | 11,1 V / (22,2 V) |     |
| ambient temperature allowed             | Zulässige Umgebungstemperatur         | -10°C... +50°C                          |     |                   |     |
| terminal size (Pin/Single wire)         | Anschlußklemmen (Pin-/Einzelstrahlig) | 2,5 mm <sup>2</sup> / 4 mm <sup>2</sup> |     |                   |     |
| enclosure protection class              | Schutzklasse                          | IP 22                                   |     |                   |     |
| weight                                  | Gewicht                               | 110 g                                   |     |                   |     |
| dimensions l x w x h                    | Abmessungen l x b x h                 | 85 x 98 x 34 mm                         |     |                   |     |



PR 0606 / 1010

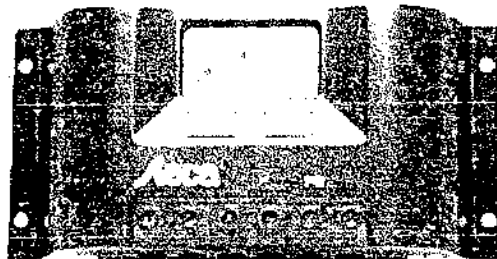


|  |   |  |
|--|---|--|
| system voltage   | Systemspannung                                    | 12 V / (24 V)                          |
| max. module input short circuit current                    | Max. Modulkurzschlußstrom                         | 6 A 10 A                               |
| max. load output current                                   | Max. Laststrom                                    | 6 A 10 A                               |
| max. self consumption                                      | Max. Eigenverbrauch                               | 6 mA                                   |
| equalisation charge (discharge for gel cells) programmable | Ausgleichsladung (nicht für Gel-Zellen auswählen) | 14,7 V or 15,0 V / (29,4 V)            |
| boost charge voltage at 25°C (see manual 2nd)              | Boostladenspannung bei 25°C (siehe Begrenzt 2nd)  | 14,4 V / (28,8 V)                      |
| end of charge voltage (HVD) at 25°C                        | Ladeendspannung (HVD) bei 25°C                    | 13,7 V / (27,4 V)                      |
| reconnection setpoint at 25°C                              | Wiedereinschaltspannung bei 25°C                  | 12,6 V / (25,2 V) > 50% SOC            |
| low voltage disconnect (LVD) at 25°C                       | Tiefentladeschutz (LVD) bei 25°C                  | 11,1 V / (22,2 V) < 30% SOC            |
| ambient temperature allowed                                | Zulässige Umgebungstemperatur                     | -25°C...+50°C                          |
| terminal size (two single wire)                            | Anschlußklemmen (zwei-einzeladr.)                 | 6 mm <sup>2</sup> / 10 mm <sup>2</sup> |
| enclosure protection class                                 | Schutzklasse                                      | IP 22                                  |
| weight   | Gewicht   | 120 g                                  |
| dimensions L x w x h                                       | Abmessungen L x B x H                             | 146 x 94 x 28 mm                       |
| night-light function                                       | Nachtlichtfunktion                                | 19 h - 3 h                             |
| morning-light function                                     | Morgenlichtfunktion                               | 23 h - 7 h                             |



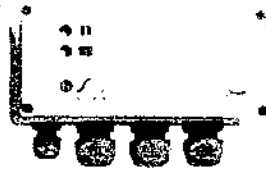
### Steca PR 1010 / 1515 / 2020 / 3030

|  |   |  |
|--|---|--|
| system voltage                                 | Systemspannung                          | 12 V / (24 V)                              |
| max. module input short circuit current        | Max. Modulkurzschlußstrom               | 10 A 15 A 20 A 30 A                        |
| max. load output current                       | Max. Laststrom                          | 10 A 15 A 20 A 30 A                        |
| max. self consumption                          | Max. Eigenverbrauch                     | 12 mA                                      |
| equalisation charge (see manual for gel cells) | Ausgleichsladung (nicht für Gel-Zellen) | 14,7 V / (29,4 V) 2:00 h                   |
| boost charge voltage at 25°C                   | Boostladenspannung bei 25°C             | 14,4 V / (28,8 V) 2:00 h                   |
| end of charge voltage (HVD) at 25°C            | Ladeendspannung (HVD) bei 25°C          | liquid 13,9 V / (27,8 V) gel 14,1 / (28,2) |
| reconnection setpoint at 25°C                  | Wiedereinschaltspannung bei 25°C        | 12,6 V / (25,2 V) > 50% SOC                |
| low voltage disconnect (LVD) at 25°C           | Tiefentladeschutz (LVD) bei 25°C        | 11,1 V / (22,2 V) < 30% SOC                |
| ambient temperature allowed                    | Zulässige Umgebungstemperatur           | -10°C...+50°C                              |
| terminal size (two single wire)                | Anschlußklemmen (zwei-einzeladr.)       | 16 mm <sup>2</sup> / 25 mm <sup>2</sup>    |
| enclosure protection class                     | Schutzklasse                            | IP 22                                      |
| weight   | Gewicht                                 | 350 g                                      |
| dimensions L x w x H                           | Abmessungen L x B x H                   | 187 x 96 x 44 mm                           |



## IP 65 10A / 20A

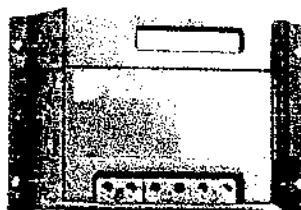
|  |                                       |                                       |                   |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| system voltage                               | Systemspannung                        | 12 V / (24 V)                         |                   |
| max. module input short circuit current      | Max. Modulkurzschlussstrom            | 10 A                                  | 20 A              |
| max. load output current                     | Max. Laststrom                        | 10 A                                  | 20 A              |
| max. self consumption                        | Max. Eigenverbrauch                   | 7 mA                                  |                   |
| equalisation charge (described for gel acid) | Ausgleichsladung (nicht für Gel-Akku) | 14,7 V / (28,4 V)                     |                   |
| boost charge voltage at 25°C                 | Boostladespannung bei 25°C            | 14,4 V / (28,8 V)                     |                   |
| end of charge voltage (HVD) at 25°C          | Ladeendspannung (HVD) bei 25°C        | 13,7 V / (27,4 V)                     |                   |
| reconnection setpoint at 25°C                | Wiedereinschaltspannung bei 25°C      | 12,6 V / 29,4 V > 50% SOC             |                   |
| low voltage disconnect (LVD) at 25°C         | Tiefentladeschutz (LVD) bei 25°C      | 11,1 V / 22,2 V < 30% SOC             |                   |
| ambient temperature allowed                  | Zulässige Umgebungstemperatur         | -25°C...+50°C                         |                   |
| terminal size (free single wire)             | Anschlußklemmen (freie Einzeladrig.)  | 4 mm <sup>2</sup> / 6 mm <sup>2</sup> |                   |
| enclosure protection class                   | Schutzklasse                          | IP 65                                 |                   |
| weight                                       | Gewicht                               | B 395 g / I 405 g                     | B 620 g / I 630 g |
| dimensions l x w x h                         | Abmessungen l x b x h                 | 162 x 57 x 120 mm                     |                   |



## Solarix Tarom 30A - 48V

|   |                                       |   |      |        |
|---|---------------------------------------|---|------|--------|
| system voltage                          | Systemspannung                        | 12 V / 24 V*                            |      | (48 V) |
| max. module input short circuit current | Max. Modulkurzschlussstrom            | 35 A                                    | 45 A | 30 A   |
| max. load output current                | Max. Laststrom                        | 35 A                                    | 45 A | 30 A   |
| max. self consumption                   | Max. Eigenverbrauch                   | 12 mA                                   |      |        |
| equalisation charge (described for gel) | Ausgleichsladung (nicht für Gel-Akku) | 14,7 V min. 14,0 V - max. 15,5 V*       |      | 58,8 V |
| boost charge voltage at 25°C            | Boostladespannung bei 25°C            | 14,4 V min. 13,5 V - max. 15,0 V*       |      | 57,6 V |
| end of charge voltage (HVD) at 25°C     | Ladeendspannung (HVD) bei 25°C        | 13,7 V min. 13,0 V - max. 14,5 V*       |      | 54,8 V |
| reconnection setpoint at 25°C           | Wiedereinschaltspannung bei 25°C      | 12,6 V / 25,2 V / (50,4 V) > 50% SOC    |      |        |
| low voltage disconnect (LVD) at 25°C    | Tiefentladeschutz (LVD) bei 25°C      | 11,1 V / 22,2 V / 44,4 V < 30% SOC      |      |        |
| ambient temperature allowed             | Zulässige Umgebungstemperatur         | -10°C...+50°C                           |      |        |
| terminal size (free single wire)        | Anschlußklemmen (freie Einzeladrig.)  | 16 mm <sup>2</sup> / 25 mm <sup>2</sup> |      |        |
| enclosure protection class              | Schutzklasse                          | IP 22                                   |      |        |
| weight                                  | Gewicht                               | 550 g                                   |      |        |
| dimensions l x w x h                    | Abmessungen l x b x h                 | 188 x 128 x 49 mm                       |      |        |

\* at 24 V double voltage values of fixed 12 V values / Bei 24 V Verdoppelung der 12 V Werte



## I.4 Αντιστροφείς ισχύος

SIEMENS (ημιτονοειδούς εξέδου)

| Τύπος    | Ισχύς (W)                                 | Τάση εισόδου (V) | Διαστάσεις (mm) | Βάρος |
|----------|---|------------------|-----------------|-------|
| ESW 3024 | 1500 W, 3000<br>W/30 min,<br>5000 W/5 sec | 24               | 640x300x210     | 30    |
| ESW 1024 | 600 W, 1200<br>W/30 min,<br>1800 W/5 sec  | 24               | 350x220x140     | 11    |
| ESW 512  | 500 W, 800<br>W/30 min,<br>900 W/5 sec    | 12               | 350x220x140     | 11    |

STECA GmbH (ημιτονοειδούς εξέδου με ενσωματωμένο ρυθμιστή φόρτισης)

| Τύπος       | Ισχύς (W)              | Τάση εισόδου (V) | Διαστάσεις (mm) | Βάρος |
|-------------|------------------------|------------------|-----------------|-------|
| Fronius 900 | 900 W, 2250<br>W/5 sec | 24               | 320x244x120     | 7.5   |
| Fronius 550 | 550 W, 1650<br>W/5 sec | 12               | 320x244x120     | 5.5   |

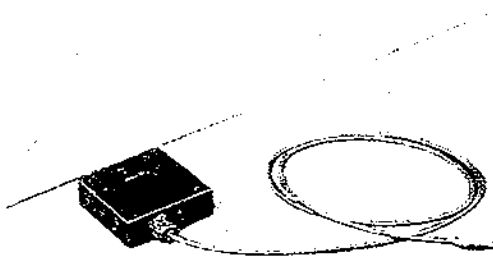
STUDER (ημιτονοειδούς εξέδου)

| Τύπος | Ισχύς (W)                                 | Τάση εισόδου (V) | Διαστάσεις (mm) | Βάρος |
|-------|---|------------------|-----------------|-------|
| C1312 | 1300 W, 1600<br>W/30 min,<br>4800 W/5 sec | 12               | 480x215x124     | 16    |
| C2324 | 2300 W                                    | 24               | 320x244x120     | 20    |



### Μετατροπέας SIEMENS SITOP Solar

Σε αποκλειστική συνεργασία με τη Siemens σχεδιάστηκε ένα νέο σύστημα μετατροπέων που λειτουργεί βάσει της αρχής Master-Slave δίνοντας μεγάλη ευελιξία συνδυασμών ισχύος για την καλύτερη δυνατή διαστασιολόγηση της Φ/Β γεννήτριας. Επίσης ο Master έχει ενσωματωμένη οθόνη ελέγχου των βασικών λειτουργιών. Όλα τα δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν μέσω από θύρας επικοινωνίας RS232 σε έναν υπολογιστή ή να απεικονιστούν σε μία μεγάλη οθόνη.



### Συνδέσεις πολλαπλών επαφών:

Χάρη στα προεγκατεστημένα συνδετικά (τύπου MC) μπορεί να γίνει η σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων πολύ γρήγορα και χωρίς κίνδυνο λανθασμένης πολικότητας.

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ Ε Σ Ε LUX ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΧΩΡΩΝ

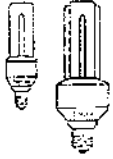
| ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ                    |                                     | Συνιστώμενη Lux   | ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ                    |   | Συνιστώμενη Lux |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-----------------|
| ΚΑΛΟΒΕΙΕΣ                         |                                     |                   | ΚΙΤΙΝΙΚΕΣ ΕΡΩΜΕΣΑΙΕΣ              |   |                 |
| Υδάτινη θέρμανση (Καλοκαίρι)      | Προσέγγιση                          | 150               | Φωτισμός Εργασίας, Προσώπου, ΚΑΤ. |   | 300 - 150       |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού εργασίας ΚΑΤ.) | 3000 - 500        | ΕΡΩΜΕΣΑΙΕΣ ΕΡΩΜΕΣΑΙΕΣ             |   |                 |
| Κουζίνα                           | Προσέγγιση                          | 150               | Καθημερινός φωτισμός              |   | 500 - 250       |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού ΚΑΤ.)          | 500 - 250         | Μουσική φωτισμός                  |   | 500 - 250       |
| Υποθήκη Διά                       | Προσέγγιση                          | 150               | Μουσική φωτισμός Προσώπου ΚΑΤ.    |   |                 |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.) | 3000 - 70         | Επιθεώρηση                        |   | 1000 - 1000     |
| Αιθροιστική φωτισμός (προσέγγιση) | Προσέγγιση                          | 150               | Άλλα χρήση                        |   | 500 - 250       |
|                                   | (προσέγγιση)                        | 500 - 250         |                                   |   |                 |
| ΣΕΠΗΛΑΓΟΥΣΙΑ - ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΗ         |                                     |                   | ΓΑΛΛΙΚΟΙ ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΟΙ              |   |                 |
| Υποθήκη Διά                       | Προσέγγιση                          | 150               | Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.     |   | 1000 - 500      |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού ΚΑΤ.)          | 500 - 250         | Επιθεώρηση ΚΑΤ.                   |   |                 |
| Κουζίνα                           | Προσέγγιση                          | 500 - 250         | Επιθεώρηση ΚΑΤ.                   |   | 1000 - 500      |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού ΚΑΤ.)          | 500 - 250         | Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.     |   | 250 - 500       |
| Μαγειρική                         | Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.       | 150               | Επιθεώρηση                        |   | 1000 - 500      |
|                                   | (χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.)     | 500 - 250         |                                   |   |                 |
| Διαμέρισμα                        | Προσέγγιση                          | 150               |                                   |   |                 |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.) | 500 - 250         | ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΣ            |   |                 |
| Χώλο - ΕΚΔΟΣΗ ΚΑΤ                 | Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.       | 150               | Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.     |   | 500 - 250       |
|                                   | (χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.)     | 500 - 250         | Επιθεώρηση ΚΑΤ.                   |   | 1000 - 500      |
| Επιθεώρηση ΚΑΤ                    | Προσέγγιση                          | 150               | Επιθεώρηση ΚΑΤ.                   |   | 3000 - 1000     |
| Επιθεώρηση ΚΑΤ                    | Προσέγγιση                          | 150               |                                   |   |                 |
| Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ      | Προσέγγιση                          | 200 - 100         | ΣΤΑΘΙΜΟΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΣ              |   |                 |
| Διαμέρισμα                        | Προσέγγιση                          | 400 - 100         | Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.     |   | 500 - 250       |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.) | 500 - 250         | Επιθεώρηση ΚΑΤ.                   |   | 1000 - 500      |
| Επιθεώρηση ΚΑΤ                    | Προσέγγιση                          | 500 - 250         | Αποσπασμα                         |   | 500 - 250       |
| Τμήμα φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ       | Προσέγγιση                          | 1000 - 500        | Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.     |   | 500 - 250       |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.) | 2000 - 1000       | Επιθεώρηση ΚΑΤ.                   |   | 1000 - 500      |
| Διαμέρισμα - ΕΚΔΟΣΗ               | Προσέγγιση                          | 150               |                                   |   |                 |
| Κουζίνα                           | Προσέγγιση                          | 500 - 250         | ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ                       |   |                 |
| Επιθεώρηση ΚΑΤ                    | Προσέγγιση                          | 500 - 250         | α) Εργασία γενική                 |   | 100             |
| Επιθεώρηση ΚΑΤ                    | Προσέγγιση                          | 1000 - 500        | β) Εργασία                        | } Κατά περίπτωση<br>φωτισμού<br>πυλωναίου | 500 - 250       |
| Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ      | Προσέγγιση                          | 1000 - 500        | γ) Δομή                           |   | 1000 - 500      |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.) | 1000 - 500        | δ) Εργασία                        |   | 2000 - 1000     |
| Χρόνος φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ      | Προσέγγιση                          | 4000 - 2000       | ΔΙΑΒΗΤΑ                           |   |                 |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.) | 0 - 1000 - 0 - 60 | Εργασία φωτισμού                  |   | 1000 - 500      |
|                                   | (προσέγγιση φωτισμού Προσώπου ΚΑΤ.) | 500 - 250         | Επιθεώρηση ΚΑΤ. και άλλων         |   | 2000 - 1000     |
|                                   |                                     |                   | ΧΡΟΝΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ                   |   |                 |

|  |                |
|--|----------------|
| Υδροφόρος  | 300 - 100      |
| Αρτηριακή  | 400 - 200      |
| Επιπέδωση (αίθουσα, 2 ή 3ο ορόφος)               | 500 - 250      |
| Πλάκα οροφής χόρτου (ελαστική)                   | 600 - 300      |
| Βασική οροφή                                     | 300 - 150      |
| Υδροπλάκα Σιμολίτη (αίθουσα, 2 ή 3ο ορόφος)      | 500 - 250      |
| αεραγωγία  | 1000 - 500     |
| ελαστική   | 500 - 250      |
| <b>ΓΡΑΜΜΙΑ - ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ</b>                     |                |
| Ασφαλτική - Σιμολίτη                             | 1000 - 500     |
| Γραμμοσουλικά                                    | 500 - 250      |
| Υδροπλάκα (πλακάκια, πλακάκια)                   | 150            |
| Ποτιστικό φασματό                                | 1000 - 500     |
| Αιθουσα οροφών                                   | 400 - 150      |
| Αιθουσα επιπέδωσης                               | 500 - 250      |
| <b>ΠΑΡΕΤΑ</b>                                    |                |
| Υδροπλάκα οροφών (ελαστική)                      | 150 - 100      |
| Υδροπλάκα οροφών (αίθουσα)                       | 1.000 - 500    |
| <b>ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ</b>                               |                |
| Βαλάνια, αεροκόμβοι, πλάκες οροφών (ελαστική)    | 2000 - 1000    |
| οροφών, αεροκόμβοι, πλάκες οροφών                | 10.000 - 5.000 |
| Βαλάνια, αεροκόμβοι, πλάκες οροφών (ελαστική)    | 1000 - 500     |
| οροφών, αεροκόμβοι, πλάκες οροφών                | 5.000 - 2.500  |
| Επιπέδωση οροφών, αεροκόμβοι, πλάκες οροφών      | 1.000 - 500    |
| Επιπέδωση οροφών, αεροκόμβοι, πλάκες οροφών      | 500 - 250      |
| <b>ΕΠΙΣΤΡΩΣΙΑ ΔΕΡΜΑΤΙΝΩΝ</b>                     | 1000 - 1000    |
| <b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ</b>                 |                |
| Τσιμεντοκονία                                    | 1000 - 500     |
| Ασφαλτική  | 500 - 250      |
| Ασφάλτης   | 150            |
| <b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ</b>                     |                |
| Επιπέδωση οροφών, Σιμολίτη                       | 1000 - 500     |
| Ελαστική οροφή                                   | 1500           |
| <b>ΥΑΛΟΠΛΑΚΙΑ - ΕΠΙΣΤΡΩΣΙΑ ΠΑΡΑΤΗΛΕΚΤΡΟΝΑΤΩΝ</b> |                |
| Τσιμεντοκονία                                    | 500 - 250      |
| Ασφαλτική  | 2000 - 1000    |
| Ασφάλτης   | 2000 - 1000    |
| <b>ΕΠΙΣΤΡΩΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ</b>                   |                |
| <b>ΕΠΙΣΤΡΩΣΙΑ ΣΑΤΩΝΟΣ</b>                        |                |
| Επιπέδωση οροφών                                 | 150            |
| Υδροπλάκα οροφών                                 | 500 - 250      |
| <b>ΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ</b>                     |                |
| Επιπέδωση οροφών                                 | 150            |
| Υδροπλάκα οροφών                                 | 1000 - 500     |

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| <b>ΕΥΑΓΩΓΙΚΟΙ ΦΟΡΤΙΣΤΕΣ</b>        |               |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 500 - 100     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 500 - 250     |
| <b>ΕΠΙΣΤΡΩΣΙΑ ΑΣΦΑΛΤΟΣ</b>         |               |
| Επιπέδωση οροφών                   | 1.000 - 500   |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 500 - 250     |
| <b>ΥΠΕΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ</b>    |               |
| Επιπέδωση οροφών                   | 1.000 - 500   |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 500 - 250     |
| <b>ΧΥΤΗΡΙΑ</b>                     |               |
| Κατασκευή οροφών (ελαστική)        | 1.000 - 500   |
| Κατασκευή οροφών (ελαστική)        | 500 - 250     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 2.000 - 1.000 |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 1.000 - 500   |
| <b>ΜΕΡΜΕΡΙΑ</b>                    |               |
| Επιπέδωση οροφών                   | 150           |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 400 - 200     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 1.000 - 500   |
| <b>ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΑΤΑΤΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ</b> |               |
| Επιπέδωση οροφών                   | 1.000 - 500   |
| Ασφαλτική                          | 150           |
| <b>ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΑΤΑΤΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ</b> |               |
| Επιπέδωση οροφών                   | 150           |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 1.000 - 500   |
| Ασφαλτική                          | 150           |
| Ασφάλτης                           | 150           |
| <b>ΑΠΟΡΡΙΠΤΗΡΙΑ</b>                |               |
| Επιπέδωση οροφών                   | 100 - 50      |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 250 - 100     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 400 - 200     |
| <b>ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b>         |               |
| Ασφαλτική οροφή                    | 400 - 200     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 1.500 - 750   |
| <b>ΜΕΡΜΕΡΙΑ</b>                    |               |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 400 - 200     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 800 - 400     |
| <b>ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ</b>                |               |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 800 - 400     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 2.000 - 1.000 |
| <b>ΕΠΙΣΤΡΩΣΙΑ ΑΠΟΡΡΙΠΤΗΡΙΑ</b>     |               |
| <b>ΕΠΙΣΤΡΩΣΙΑ</b>                  |               |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 150 - 200     |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 150           |
| Υδροπλάκα οροφών                   | 1.000 - 500   |

# Οικονομία ρεύματος χωρίς επένδυση.

## OSRAM DULUX<sup>1</sup> EL

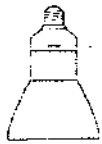


| Κάλυκας   | Κωδικός ονομασίας | Ισχύς W | Φωτεινή ροή lm | Διάμετρος μέγιστο d mm | Μήκος μέγιστο l mm | Βάρος g | Συσκευασία (τεμάχια) |
|-----------|-------------------|---------|----------------|------------------------|--------------------|---------|----------------------|
| E 14      | DEL 5 S           | 5       | 200            | 30                     | 121                | 50      | 10                   |
|           | DEL 7 D           | 7       | 400            | 42                     | 130                | 70      | 10                   |
|           | DEL 11 D          | 11      | 600            | 45                     | 143                | 75      | 10                   |
| E 27/B 22 | DEL 5             | 5       | 200            | 30                     | 121                | 50      | 10                   |
|           | DEL 7             | 7       | 400            | 45                     | 130                | 70      | 10                   |
|           | DEL 11            | 11      | 600            | 45                     | 139                | 75      | 10                   |
|           | DEL 15            | 15      | 900            | 52                     | 143                | 100     | 10                   |
|           | DEL 20            | 20      | 1200           | 52                     | 156                | 110     | 10                   |
|           | DEL 23            | 23      | 1500           | 58                     | 176                | 150     | 10                   |



## OSRAM DULUX<sup>1</sup> EL GLOBE

| Κάλυκας   | Κωδικός ονομασίας | Ισχύς W | Φωτεινή ροή lm | Διάμετρος μέγιστο d mm | Μήκος μέγιστο l mm | Βάρος g | Συσκευασία (τεμάχια) |
|-----------|-------------------|---------|----------------|------------------------|--------------------|---------|----------------------|
| E 27/B 22 | DEL 11 GL         | 11      | 450            | 100                    | 166                | 135     | 10                   |
|           | DEL 15 GL         | 15      | 700            | 100                    | 170                | 170     | 10                   |
|           | DEL 20 GL         | 20      | 1000           | 120                    | 192                | 190     | 10                   |



## OSRAM DULUX<sup>1</sup> EL REFLECTOR

| Κάλυκας   | Κωδικός ονομασίας | Ισχύς W | Φωτεινή ένταση cd | Διάμετρος μέγιστο d mm | Μήκος μέγιστο l mm | Γωνία φωτισμού μοίρες | Συσκευασία (τεμάχια) |
|-----------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| E 27/B 22 | DEL 15 REFL       | 15      | 335               | 102                    | 145                | 80°                   | 10                   |
|           | DEL 20 REFL       | 20      | 450               | 115                    | 159                | 80°                   | 10                   |



## OSRAM CIRCOLUX<sup>1</sup> EL

| Κάλυκας | Κωδικός ονομασίας | Ισχύς W | Φωτεινή ροή lm | Διάμετρος μέγιστο d mm | Μήκος μέγιστο l mm | Βάρος g | Συσκευασία (τεμάχια) |
|---------|-------------------|---------|----------------|------------------------|--------------------|---------|----------------------|
| E 27    | CIRCO EL 16       | 16      | 1000           | 165                    | 100                | 210     | 4                    |
|         | CIRCO EL 24       | 24      | 1450           | 216                    | 100                | 240     | 4                    |
|         | CIRCO EL 32       | 32      | 2000           | 216                    | 100                | 240     | 4                    |



## OSRAM DULUX<sup>1</sup> EL CONCENTRA<sup>2</sup>

| Κάλυκας | Κωδικός ονομασίας | Ισχύς W | Φωτεινή ροή lm | Διάμετρος μέγιστο d mm | Μήκος μέγιστο l mm | Βάρος g | Συσκευασία (τεμάχια) |
|---------|-------------------|---------|----------------|------------------------|--------------------|---------|----------------------|
| E 27    | DEL 11 CON        | 11      | 130            | 108                    | 115                | 170     | 10                   |
|         | DEL 15 CON        | 15      | 220            | 128                    | 120                | 190     | 10                   |

Τάση προσαρμοσής 230 V.

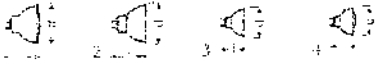
OSRAM DULUX<sup>1</sup> δεν ενδείκνυται για φωτισμό με λειτουργία με ηλεκτρονικό διακόπτη.

Χώρα κατασκευής: LUMILUX INTERNA<sup>1</sup>  
Κατασκευαστική απόδοση: 100%

OSRAM DULUX<sup>1</sup> EL: Φωτιστικά τοποθετούνται μόνο σε κλειστά και αεριζόμενα φωτιστικά.

**OSRAM DECOSTAR® TITAN**

Χαμηλής τάσεως με καθρέφτη, και επιστρώση, υψηλής ποιότητας  
**OSRAM DECOSTAR® χαμηλής τάσεως με καθρέφτη κρύας θέσης**  
**OSRAM DECOSTAR® χαμηλής τάσεως με καθρέφτη κρύας θέσης και γυαλί προστασίας**  
**OSRAM DECOSTAR® χαμηλής τάσεως με καθρέφτη αλουμινίου**



| Κωδικός αναφοράς | Ισχύς W | Τάση V | Γωνία Έκτασης σε μοίρες | Μήκος Διάχυσης σε mm | Μήκος σε mm | Επιφάνεια σε cm <sup>2</sup> | Αριθμός λαμπών ανά κωδικό | Σύστημα φωτισμού |
|------------------|---------|--------|-------------------------|----------------------|-------------|------------------------------|---------------------------|------------------|
|------------------|---------|--------|-------------------------|----------------------|-------------|------------------------------|---------------------------|------------------|

**OSRAM DECOSTAR® TITAN UV-STOP με καθρέφτη και γυαλί προστασίας**. Σταθερή χωρητικότητα απόδοσης και ομαλή ένταση σε όλη την οπτική γωνία του. Μεγάλη επιφάνεια καταπόνηση και φωτιστικό με μεγάλη ποσότητα θερμικά αδιάβροχη δέουσα υαλοπίνακα, μεγάλη διάρκεια ζωής με 50.000 ώρες, Μήκος: 48 mm. Φέρει χρώμα 3100K

|       |    |    |      |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|------|-----|----|---|---|-----------|
| 44897 | 20 | 12 | 20°  | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44898 | 20 | 12 | 30°  | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44899 | 20 | 12 | 45°  | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44900 | 20 | 12 | 60°  | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44901 | 20 | 12 | 75°  | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44902 | 20 | 12 | 90°  | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44903 | 20 | 12 | 105° | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44904 | 20 | 12 | 120° | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44905 | 20 | 12 | 135° | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44906 | 20 | 12 | 150° | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44907 | 20 | 12 | 165° | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44908 | 20 | 12 | 180° | 200 | 48 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |

**OSRAM DECOSTAR® 51 UV-STOP με καθρέφτη κρύας θέσης**. Διαστάσεις 51 mm, μήκος 45 mm. Φέρει χρώμα 3100K

|       |    |    |      |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|------|-----|----|---|---|-----------|
| 44909 | 20 | 12 | 20°  | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44910 | 20 | 12 | 30°  | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44911 | 20 | 12 | 45°  | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44912 | 20 | 12 | 60°  | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44913 | 20 | 12 | 75°  | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44914 | 20 | 12 | 90°  | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44915 | 20 | 12 | 105° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44916 | 20 | 12 | 120° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44917 | 20 | 12 | 135° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44918 | 20 | 12 | 150° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44919 | 20 | 12 | 165° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44920 | 20 | 12 | 180° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |

Κωδ. 44925 FL, 44926 FL, 44927 FL, 44928 FL, 44929 FL, 44930 FL, 44931 FL, 44932 FL, 44933 FL, 44934 FL, 44935 FL, 44936 FL, 44937 FL, 44938 FL, 44939 FL, 44940 FL, 44941 FL, 44942 FL, 44943 FL, 44944 FL, 44945 FL, 44946 FL, 44947 FL, 44948 FL, 44949 FL, 44950 FL, 44951 FL, 44952 FL, 44953 FL, 44954 FL, 44955 FL, 44956 FL, 44957 FL, 44958 FL, 44959 FL, 44960 FL, 44961 FL, 44962 FL, 44963 FL, 44964 FL, 44965 FL, 44966 FL, 44967 FL, 44968 FL, 44969 FL, 44970 FL, 44971 FL, 44972 FL, 44973 FL, 44974 FL, 44975 FL, 44976 FL, 44977 FL, 44978 FL, 44979 FL, 44980 FL, 44981 FL, 44982 FL, 44983 FL, 44984 FL, 44985 FL, 44986 FL, 44987 FL, 44988 FL, 44989 FL, 44990 FL, 44991 FL, 44992 FL, 44993 FL, 44994 FL, 44995 FL, 44996 FL, 44997 FL, 44998 FL, 44999 FL, 45000 FL

**OSRAM DECOSTAR® 35 UV-STOP με καθρέφτη κρύας θέσης**. Διαστάσεις 35 mm, μήκος 38 mm. Φέρει χρώμα 3100K

|       |    |    |      |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|------|-----|----|---|---|-----------|
| 44951 | 20 | 12 | 20°  | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44952 | 20 | 12 | 30°  | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44953 | 20 | 12 | 45°  | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44954 | 20 | 12 | 60°  | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44955 | 20 | 12 | 75°  | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44956 | 20 | 12 | 90°  | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44957 | 20 | 12 | 105° | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44958 | 20 | 12 | 120° | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44959 | 20 | 12 | 135° | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44960 | 20 | 12 | 150° | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44961 | 20 | 12 | 165° | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44962 | 20 | 12 | 180° | 200 | 38 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |

Κωδ. 44963 FL, 44964 FL, 44965 FL, 44966 FL, 44967 FL, 44968 FL, 44969 FL, 44970 FL, 44971 FL, 44972 FL, 44973 FL, 44974 FL, 44975 FL, 44976 FL, 44977 FL, 44978 FL, 44979 FL, 44980 FL, 44981 FL, 44982 FL, 44983 FL, 44984 FL, 44985 FL, 44986 FL, 44987 FL, 44988 FL, 44989 FL, 44990 FL, 44991 FL, 44992 FL, 44993 FL, 44994 FL, 44995 FL, 44996 FL, 44997 FL, 44998 FL, 44999 FL, 45000 FL

| Κωδικός αναφοράς | Ισχύς W | Τάση V | Γωνία Έκτασης σε μοίρες | Μήκος Διαχύσης σε mm | Μήκος σε mm | Επιφάνεια σε cm <sup>2</sup> | Αριθμός λαμπών ανά κωδικό | Σύστημα φωτισμού |
|------------------|---------|--------|-------------------------|----------------------|-------------|------------------------------|---------------------------|------------------|
|------------------|---------|--------|-------------------------|----------------------|-------------|------------------------------|---------------------------|------------------|

**OSRAM DECOSTAR® 51 UV-STOP με καθρέφτη κρύας θέσης και γυαλί προστασίας. Χωματιστό**. Διαστάσεις 51 mm, μήκος 47 mm. Φέρει χρώμα 3100K

|       |    |    |      |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|------|-----|----|---|---|-----------|
| 44971 | 20 | 12 | 20°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44972 | 20 | 12 | 30°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44973 | 20 | 12 | 45°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44974 | 20 | 12 | 60°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44975 | 20 | 12 | 75°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44976 | 20 | 12 | 90°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44977 | 20 | 12 | 105° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44978 | 20 | 12 | 120° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44979 | 20 | 12 | 135° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44980 | 20 | 12 | 150° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44981 | 20 | 12 | 165° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44982 | 20 | 12 | 180° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |

**OSRAM DECOSTAR® 51 ALU**. Καθρέφτης με επιστρώση αλουμινίου. Διαμ. 51 mm, μήκος 45 mm.

|       |    |    |     |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|-----|-----|----|---|---|-----------|
| 44983 | 20 | 12 | 20° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44984 | 20 | 12 | 30° | 200 | 45 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |

**OSRAM DECOSTAR® 51S UV-STOP με καθρέφτη κρύας θέσης και γυαλί προστασίας. Διαμ. 51 mm, μήκος 47 mm. Φέρει χρώμα 3100K**

|       |    |    |      |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|------|-----|----|---|---|-----------|
| 44985 | 20 | 12 | 20°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44986 | 20 | 12 | 30°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44987 | 20 | 12 | 45°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44988 | 20 | 12 | 60°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44989 | 20 | 12 | 75°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44990 | 20 | 12 | 90°  | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44991 | 20 | 12 | 105° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44992 | 20 | 12 | 120° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44993 | 20 | 12 | 135° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44994 | 20 | 12 | 150° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44995 | 20 | 12 | 165° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44996 | 20 | 12 | 180° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |

**OSRAM DECOSTAR® 35 UV-STOP με καθρέφτη κρύας θέσης και γυαλί προστασίας. Διαμ. 35 mm, μήκος 42 mm. Φέρει χρώμα 3100K**

|       |    |    |     |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|-----|-----|----|---|---|-----------|
| 44997 | 20 | 12 | 20° | 200 | 42 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44998 | 20 | 12 | 30° | 200 | 42 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44999 | 20 | 12 | 45° | 200 | 42 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 45000 | 20 | 12 | 60° | 200 | 42 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |

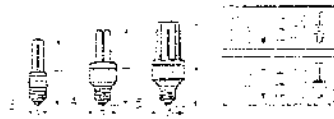
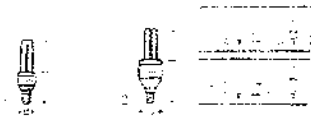
**OSRAM DECOSTAR® 51S NATURA UV-STOP με καθρέφτη κρύας θέσης και γυαλί προστασίας. Διαμ. 51 mm, μήκος 47 mm.**

|       |    |    |     |     |    |   |   |           |
|-------|----|----|-----|-----|----|---|---|-----------|
| 44997 | 20 | 12 | 20° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44998 | 20 | 12 | 30° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 44999 | 20 | 12 | 45° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |
| 45000 | 20 | 12 | 60° | 200 | 47 | 1 | 1 | GU 5.3 10 |



**OSRAM DULUX® EL Mini**  
**OSRAM DULUX® EL**  
**OSRAM DULUX® EL CONCENTRA®**

**OSRAM DULUX® EL REFLECTOR**  
**OSRAM DULUX® EL GLOBE**



**OSRAM DULUX® EL Mini** Διάμετρο βύσας 10mm

| Μοντέλο      | Τύπος | Κατηγορία | Ώρες  | Απόδοση | Εκτ. φωτισμού | Εκτ. θερμότητας | Εκτ. μήκους κύματος |
|--------------|-------|-----------|-------|---------|---------------|-----------------|---------------------|
| DULUX EL 5   | 20W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2000lm        | 10W             | 2800K               |
| CE-LUX EL 7  | 20W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2000lm        | 10W             | 2800K               |
| RE-LUX EL 13 | 20W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2000lm        | 10W             | 2800K               |

**OSRAM DULUX® EL** Διάμετρο βύσας 10mm

| Μοντέλο      | Τύπος | Κατηγορία | Ώρες  | Απόδοση | Εκτ. φωτισμού | Εκτ. θερμότητας | Εκτ. μήκους κύματος |
|--------------|-------|-----------|-------|---------|---------------|-----------------|---------------------|
| DULUX EL 10  | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| CE-LUX EL 15 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| RE-LUX EL 21 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |



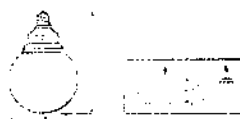
**OSRAM DULUX® EL CONCENTRA®** Διάμετρο βύσας 10mm

| Μοντέλο      | Τύπος | Κατηγορία | Ώρες  | Απόδοση | Εκτ. φωτισμού | Εκτ. θερμότητας | Εκτ. μήκους κύματος |
|--------------|-------|-----------|-------|---------|---------------|-----------------|---------------------|
| DULUX EL 10  | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| CE-LUX EL 15 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| RE-LUX EL 21 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |



**OSRAM DULUX® EL REFLECTOR** Διάμετρο βύσας 10mm

| Μοντέλο      | Τύπος | Κατηγορία | Ώρες  | Απόδοση | Εκτ. φωτισμού | Εκτ. θερμότητας | Εκτ. μήκους κύματος |
|--------------|-------|-----------|-------|---------|---------------|-----------------|---------------------|
| DULUX EL 10  | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| CE-LUX EL 15 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| RE-LUX EL 21 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |

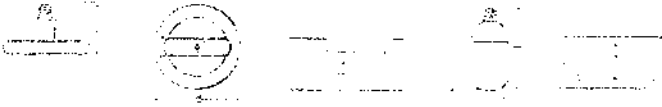


**OSRAM DULUX® EL GLOBE** Διάμετρο βύσας 10mm

| Μοντέλο      | Τύπος | Κατηγορία | Ώρες  | Απόδοση | Εκτ. φωτισμού | Εκτ. θερμότητας | Εκτ. μήκους κύματος |
|--------------|-------|-----------|-------|---------|---------------|-----------------|---------------------|
| DULUX EL 10  | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| CE-LUX EL 15 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |
| RE-LUX EL 21 | 25W   | EL        | 10000 | 100lm/W | 2500lm        | 12.5W           | 2800K               |

© OSRAM DULUX® EL, OSRAM DULUX® EL REFLECTOR, OSRAM DULUX® EL CONCENTRA® είναι εμπορικά σήματα της OSRAM. Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται. Η OSRAM είναι εμπορικό σήμα της OSRAM.

**ECOLUX® EL**  
**COMPACTA® PRISMATIC**  
**OSRAM DULUX® T και DULUX T IN λειτουργία με συμβατικά στραγγαλιστικά πηνία**  
**OSRAM DULUX® T/E και DULUX T/E IN λειτουργία με συμβατικά και ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία**



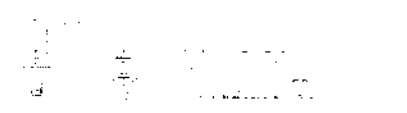
**ECOLUX® EL**

| Κατηγορία  | Μοντέλο    | Μέγεθος | Μέγιστο μήκος | Μέγιστο πλάτος | Μέγιστο βάθος | Μέγιστο βάρος | Μέγιστο μήκος καλωδίου | Μέγιστο πλάτος καλωδίου | Μέγιστο βάθος καλωδίου | Μέγιστο βάρος καλωδίου |
|------------|------------|---------|---------------|----------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| ECOLUX® EL | ECOLUX® EL | 100     | 100           | 100            | 100           | 100           | 100                    | 100                     | 100                    | 100                    |
| ECOLUX® EL | ECOLUX® EL | 150     | 150           | 150            | 150           | 150           | 150                    | 150                     | 150                    | 150                    |
| ECOLUX® EL | ECOLUX® EL | 200     | 200           | 200            | 200           | 200           | 200                    | 200                     | 200                    | 200                    |

**COMPACTA® PRISMATIC**

| Κατηγορία           | Μοντέλο             | Μέγεθος | Μέγιστο μήκος | Μέγιστο πλάτος | Μέγιστο βάθος | Μέγιστο βάρος | Μέγιστο μήκος καλωδίου | Μέγιστο πλάτος καλωδίου | Μέγιστο βάθος καλωδίου | Μέγιστο βάρος καλωδίου |
|---------------------|---------------------|---------|---------------|----------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| COMPACTA® PRISMATIC | COMPACTA® PRISMATIC | 100     | 100           | 100            | 100           | 100           | 100                    | 100                     | 100                    | 100                    |
| COMPACTA® PRISMATIC | COMPACTA® PRISMATIC | 150     | 150           | 150            | 150           | 150           | 150                    | 150                     | 150                    | 150                    |
| COMPACTA® PRISMATIC | COMPACTA® PRISMATIC | 200     | 200           | 200            | 200           | 200           | 200                    | 200                     | 200                    | 200                    |

ΟΣΡΑΜ ΕΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΗΝΙΑ με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία  
 ΟΣΡΑΜ ΕΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΗΝΙΑ με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία



**OSRAM DULUX® T με AVG (συμβατικό στραγγαλιστικό πηνίο)**

| Κατηγορία             | Μοντέλο               | Μέγεθος | Μέγιστο μήκος | Μέγιστο πλάτος | Μέγιστο βάθος | Μέγιστο βάρος | Μέγιστο μήκος καλωδίου | Μέγιστο πλάτος καλωδίου | Μέγιστο βάθος καλωδίου | Μέγιστο βάρος καλωδίου |
|-----------------------|-----------------------|---------|---------------|----------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| OSRAM DULUX® T με AVG | OSRAM DULUX® T με AVG | 100     | 100           | 100            | 100           | 100           | 100                    | 100                     | 100                    | 100                    |
| OSRAM DULUX® T με AVG | OSRAM DULUX® T με AVG | 150     | 150           | 150            | 150           | 150           | 150                    | 150                     | 150                    | 150                    |
| OSRAM DULUX® T με AVG | OSRAM DULUX® T με AVG | 200     | 200           | 200            | 200           | 200           | 200                    | 200                     | 200                    | 200                    |

**OSRAM DULUX® T/E με AVG (συμβατικό στραγγαλιστικό πηνίο)**

| Κατηγορία               | Μοντέλο                 | Μέγεθος | Μέγιστο μήκος | Μέγιστο πλάτος | Μέγιστο βάθος | Μέγιστο βάρος | Μέγιστο μήκος καλωδίου | Μέγιστο πλάτος καλωδίου | Μέγιστο βάθος καλωδίου | Μέγιστο βάρος καλωδίου |
|-------------------------|-------------------------|---------|---------------|----------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| OSRAM DULUX® T/E με AVG | OSRAM DULUX® T/E με AVG | 100     | 100           | 100            | 100           | 100           | 100                    | 100                     | 100                    | 100                    |
| OSRAM DULUX® T/E με AVG | OSRAM DULUX® T/E με AVG | 150     | 150           | 150            | 150           | 150           | 150                    | 150                     | 150                    | 150                    |
| OSRAM DULUX® T/E με AVG | OSRAM DULUX® T/E με AVG | 200     | 200           | 200            | 200           | 200           | 200                    | 200                     | 200                    | 200                    |

**OSRAM DULUX® T IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (συμβατικό στραγγαλιστικό πηνίο)**

| Κατηγορία   | Μοντέλο   | Μέγεθος | Μέγιστο μήκος | Μέγιστο πλάτος | Μέγιστο βάθος | Μέγιστο βάρος | Μέγιστο μήκος καλωδίου | Μέγιστο πλάτος καλωδίου | Μέγιστο βάθος καλωδίου | Μέγιστο βάρος καλωδίου |
|---|---|---------|---------------|----------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| OSRAM DULUX® T IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG | OSRAM DULUX® T IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG | 100     | 100           | 100            | 100           | 100           | 100                    | 100                     | 100                    | 100                    |
| OSRAM DULUX® T IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG | OSRAM DULUX® T IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG | 150     | 150           | 150            | 150           | 150           | 150                    | 150                     | 150                    | 150                    |
| OSRAM DULUX® T IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG | OSRAM DULUX® T IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG | 200     | 200           | 200            | 200           | 200           | 200                    | 200                     | 200                    | 200                    |

**OSRAM DULUX® T/E IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία)**

| Κατηγορία  | Μοντέλο  | Μέγεθος | Μέγιστο μήκος | Μέγιστο πλάτος | Μέγιστο βάθος | Μέγιστο βάρος | Μέγιστο μήκος καλωδίου | Μέγιστο πλάτος καλωδίου | Μέγιστο βάθος καλωδίου | Μέγιστο βάρος καλωδίου |
|--|--|---------|---------------|----------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| OSRAM DULUX® T/E IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία) | OSRAM DULUX® T/E IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία) | 100     | 100           | 100            | 100           | 100           | 100                    | 100                     | 100                    | 100                    |
| OSRAM DULUX® T/E IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία) | OSRAM DULUX® T/E IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία) | 150     | 150           | 150            | 150           | 150           | 150                    | 150                     | 150                    | 150                    |
| OSRAM DULUX® T/E IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία) | OSRAM DULUX® T/E IN για ψηφιακό εσωτερικών χώρων με AVG (ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία) | 200     | 200           | 200            | 200           | 200           | 200                    | 200                     | 200                    | 200                    |

Οικονομικοί λαμπτήρες φθορισμού  
 Βασικό πρόγραμμα με σωλήνα 26 mm φ  
 LUMILUX®/LUMILUX® PLUS, LUMILUX® DE LUXE, BIOLUX®  
 Standard



**LUMILUX®/LUMILUX® PLUS®**

| Κατάταξη<br>αποδοσίας | Μονάδα<br>W | Μήκος<br>mm | Διάμετρος<br>mm | Εκ.<br>σπ.φ. | Επίσημο<br>τύπο |
|-----------------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|
| LUM 11                | 11          | 1200        | 26              | 2            | 27              |
| LUM 13                | 13          | 1200        | 26              | 2            | 28              |
| LUM 15                | 15          | 1200        | 26              | 2            | 29              |
| LUM 17                | 17          | 1200        | 26              | 2            | 30              |
| LUM 19                | 19          | 1200        | 26              | 2            | 31              |
| LUM 21                | 21          | 1200        | 26              | 2            | 32              |
| LUM 23                | 23          | 1200        | 26              | 2            | 33              |
| LUM 25                | 25          | 1200        | 26              | 2            | 34              |
| LUM 27                | 27          | 1200        | 26              | 2            | 35              |
| LUM 29                | 29          | 1200        | 26              | 2            | 36              |
| LUM 31                | 31          | 1200        | 26              | 2            | 37              |
| LUM 33                | 33          | 1200        | 26              | 2            | 38              |
| LUM 35                | 35          | 1200        | 26              | 2            | 39              |
| LUM 37                | 37          | 1200        | 26              | 2            | 40              |
| LUM 39                | 39          | 1200        | 26              | 2            | 41              |
| LUM 41                | 41          | 1200        | 26              | 2            | 42              |
| LUM 43                | 43          | 1200        | 26              | 2            | 43              |
| LUM 45                | 45          | 1200        | 26              | 2            | 44              |
| LUM 47                | 47          | 1200        | 26              | 2            | 45              |
| LUM 49                | 49          | 1200        | 26              | 2            | 46              |
| LUM 51                | 51          | 1200        | 26              | 2            | 47              |
| LUM 53                | 53          | 1200        | 26              | 2            | 48              |
| LUM 55                | 55          | 1200        | 26              | 2            | 49              |
| LUM 57                | 57          | 1200        | 26              | 2            | 50              |
| LUM 59                | 59          | 1200        | 26              | 2            | 51              |
| LUM 61                | 61          | 1200        | 26              | 2            | 52              |
| LUM 63                | 63          | 1200        | 26              | 2            | 53              |
| LUM 65                | 65          | 1200        | 26              | 2            | 54              |
| LUM 67                | 67          | 1200        | 26              | 2            | 55              |
| LUM 69                | 69          | 1200        | 26              | 2            | 56              |
| LUM 71                | 71          | 1200        | 26              | 2            | 57              |
| LUM 73                | 73          | 1200        | 26              | 2            | 58              |
| LUM 75                | 75          | 1200        | 26              | 2            | 59              |
| LUM 77                | 77          | 1200        | 26              | 2            | 60              |
| LUM 79                | 79          | 1200        | 26              | 2            | 61              |
| LUM 81                | 81          | 1200        | 26              | 2            | 62              |
| LUM 83                | 83          | 1200        | 26              | 2            | 63              |
| LUM 85                | 85          | 1200        | 26              | 2            | 64              |
| LUM 87                | 87          | 1200        | 26              | 2            | 65              |
| LUM 89                | 89          | 1200        | 26              | 2            | 66              |
| LUM 91                | 91          | 1200        | 26              | 2            | 67              |
| LUM 93                | 93          | 1200        | 26              | 2            | 68              |
| LUM 95                | 95          | 1200        | 26              | 2            | 69              |
| LUM 97                | 97          | 1200        | 26              | 2            | 70              |
| LUM 99                | 99          | 1200        | 26              | 2            | 71              |
| LUM 101               | 101         | 1200        | 26              | 2            | 72              |
| LUM 103               | 103         | 1200        | 26              | 2            | 73              |
| LUM 105               | 105         | 1200        | 26              | 2            | 74              |
| LUM 107               | 107         | 1200        | 26              | 2            | 75              |
| LUM 109               | 109         | 1200        | 26              | 2            | 76              |
| LUM 111               | 111         | 1200        | 26              | 2            | 77              |
| LUM 113               | 113         | 1200        | 26              | 2            | 78              |
| LUM 115               | 115         | 1200        | 26              | 2            | 79              |
| LUM 117               | 117         | 1200        | 26              | 2            | 80              |
| LUM 119               | 119         | 1200        | 26              | 2            | 81              |
| LUM 121               | 121         | 1200        | 26              | 2            | 82              |
| LUM 123               | 123         | 1200        | 26              | 2            | 83              |
| LUM 125               | 125         | 1200        | 26              | 2            | 84              |
| LUM 127               | 127         | 1200        | 26              | 2            | 85              |
| LUM 129               | 129         | 1200        | 26              | 2            | 86              |
| LUM 131               | 131         | 1200        | 26              | 2            | 87              |
| LUM 133               | 133         | 1200        | 26              | 2            | 88              |
| LUM 135               | 135         | 1200        | 26              | 2            | 89              |
| LUM 137               | 137         | 1200        | 26              | 2            | 90              |
| LUM 139               | 139         | 1200        | 26              | 2            | 91              |
| LUM 141               | 141         | 1200        | 26              | 2            | 92              |
| LUM 143               | 143         | 1200        | 26              | 2            | 93              |
| LUM 145               | 145         | 1200        | 26              | 2            | 94              |
| LUM 147               | 147         | 1200        | 26              | 2            | 95              |
| LUM 149               | 149         | 1200        | 26              | 2            | 96              |
| LUM 151               | 151         | 1200        | 26              | 2            | 97              |
| LUM 153               | 153         | 1200        | 26              | 2            | 98              |
| LUM 155               | 155         | 1200        | 26              | 2            | 99              |
| LUM 157               | 157         | 1200        | 26              | 2            | 100             |
| LUM 159               | 159         | 1200        | 26              | 2            | 101             |
| LUM 161               | 161         | 1200        | 26              | 2            | 102             |
| LUM 163               | 163         | 1200        | 26              | 2            | 103             |
| LUM 165               | 165         | 1200        | 26              | 2            | 104             |
| LUM 167               | 167         | 1200        | 26              | 2            | 105             |
| LUM 169               | 169         | 1200        | 26              | 2            | 106             |
| LUM 171               | 171         | 1200        | 26              | 2            | 107             |
| LUM 173               | 173         | 1200        | 26              | 2            | 108             |
| LUM 175               | 175         | 1200        | 26              | 2            | 109             |
| LUM 177               | 177         | 1200        | 26              | 2            | 110             |
| LUM 179               | 179         | 1200        | 26              | 2            | 111             |
| LUM 181               | 181         | 1200        | 26              | 2            | 112             |
| LUM 183               | 183         | 1200        | 26              | 2            | 113             |
| LUM 185               | 185         | 1200        | 26              | 2            | 114             |
| LUM 187               | 187         | 1200        | 26              | 2            | 115             |
| LUM 189               | 189         | 1200        | 26              | 2            | 116             |
| LUM 191               | 191         | 1200        | 26              | 2            | 117             |
| LUM 193               | 193         | 1200        | 26              | 2            | 118             |
| LUM 195               | 195         | 1200        | 26              | 2            | 119             |
| LUM 197               | 197         | 1200        | 26              | 2            | 120             |
| LUM 199               | 199         | 1200        | 26              | 2            | 121             |
| LUM 201               | 201         | 1200        | 26              | 2            | 122             |
| LUM 203               | 203         | 1200        | 26              | 2            | 123             |
| LUM 205               | 205         | 1200        | 26              | 2            | 124             |
| LUM 207               | 207         | 1200        | 26              | 2            | 125             |
| LUM 209               | 209         | 1200        | 26              | 2            | 126             |
| LUM 211               | 211         | 1200        | 26              | 2            | 127             |
| LUM 213               | 213         | 1200        | 26              | 2            | 128             |
| LUM 215               | 215         | 1200        | 26              | 2            | 129             |
| LUM 217               | 217         | 1200        | 26              | 2            | 130             |
| LUM 219               | 219         | 1200        | 26              | 2            | 131             |
| LUM 221               | 221         | 1200        | 26              | 2            | 132             |
| LUM 223               | 223         | 1200        | 26              | 2            | 133             |
| LUM 225               | 225         | 1200        | 26              | 2            | 134             |
| LUM 227               | 227         | 1200        | 26              | 2            | 135             |
| LUM 229               | 229         | 1200        | 26              | 2            | 136             |
| LUM 231               | 231         | 1200        | 26              | 2            | 137             |
| LUM 233               | 233         | 1200        | 26              | 2            | 138             |
| LUM 235               | 235         | 1200        | 26              | 2            | 139             |
| LUM 237               | 237         | 1200        | 26              | 2            | 140             |
| LUM 239               | 239         | 1200        | 26              | 2            | 141             |
| LUM 241               | 241         | 1200        | 26              | 2            | 142             |
| LUM 243               | 243         | 1200        | 26              | 2            | 143             |
| LUM 245               | 245         | 1200        | 26              | 2            | 144             |
| LUM 247               | 247         | 1200        | 26              | 2            | 145             |
| LUM 249               | 249         | 1200        | 26              | 2            | 146             |
| LUM 251               | 251         | 1200        | 26              | 2            | 147             |
| LUM 253               | 253         | 1200        | 26              | 2            | 148             |
| LUM 255               | 255         | 1200        | 26              | 2            | 149             |
| LUM 257               | 257         | 1200        | 26              | 2            | 150             |
| LUM 259               | 259         | 1200        | 26              | 2            | 151             |
| LUM 261               | 261         | 1200        | 26              | 2            | 152             |
| LUM 263               | 263         | 1200        | 26              | 2            | 153             |
| LUM 265               | 265         | 1200        | 26              | 2            | 154             |
| LUM 267               | 267         | 1200        | 26              | 2            | 155             |
| LUM 269               | 269         | 1200        | 26              | 2            | 156             |
| LUM 271               | 271         | 1200        | 26              | 2            | 157             |
| LUM 273               | 273         | 1200        | 26              | 2            | 158             |
| LUM 275               | 275         | 1200        | 26              | 2            | 159             |
| LUM 277               | 277         | 1200        | 26              | 2            | 160             |
| LUM 279               | 279         | 1200        | 26              | 2            | 161             |
| LUM 281               | 281         | 1200        | 26              | 2            | 162             |
| LUM 283               | 283         | 1200        | 26              | 2            | 163             |
| LUM 285               | 285         | 1200        | 26              | 2            | 164             |
| LUM 287               | 287         | 1200        | 26              | 2            | 165             |
| LUM 289               | 289         | 1200        | 26              | 2            | 166             |
| LUM 291               | 291         | 1200        | 26              | 2            | 167             |
| LUM 293               | 293         | 1200        | 26              | 2            | 168             |
| LUM 295               | 295         | 1200        | 26              | 2            | 169             |
| LUM 297               | 297         | 1200        | 26              | 2            | 170             |
| LUM 299               | 299         | 1200        | 26              | 2            | 171             |
| LUM 301               | 301         | 1200        | 26              | 2            | 172             |
| LUM 303               | 303         | 1200        | 26              | 2            | 173             |
| LUM 305               | 305         | 1200        | 26              | 2            | 174             |
| LUM 307               | 307         | 1200        | 26              | 2            | 175             |
| LUM 309               | 309         | 1200        | 26              | 2            | 176             |
| LUM 311               | 311         | 1200        | 26              | 2            | 177             |
| LUM 313               | 313         | 1200        | 26              | 2            | 178             |
| LUM 315               | 315         | 1200        | 26              | 2            | 179             |
| LUM 317               | 317         | 1200        | 26              | 2            | 180             |
| LUM 319               | 319         | 1200        | 26              | 2            | 181             |
| LUM 321               | 321         | 1200        | 26              | 2            | 182             |
| LUM 323               | 323         | 1200        | 26              | 2            | 183             |
| LUM 325               | 325         | 1200        | 26              | 2            | 184             |
| LUM 327               | 327         | 1200        | 26              | 2            | 185             |
| LUM 329               | 329         | 1200        | 26              | 2            | 186             |
| LUM 331               | 331         | 1200        | 26              | 2            | 187             |
| LUM 333               | 333         | 1200        | 26              | 2            | 188             |
| LUM 335               | 335         | 1200        | 26              | 2            | 189             |
| LUM 337               | 337         | 1200        | 26              | 2            | 190             |
| LUM 339               | 339         | 1200        | 26              | 2            | 191             |
| LUM 341               | 341         | 1200        | 26              | 2            | 192             |
| LUM 343               | 343         | 1200        | 26              | 2            | 193             |
| LUM 345               | 345         | 1200        | 26              | 2            | 194             |
| LUM 347               | 347         | 1200        | 26              | 2            | 195             |
| LUM 349               | 349         | 1200        | 26              | 2            | 196             |
| LUM 351               | 351         | 1200        | 26              | 2            | 197             |
| LUM 353               | 353         | 1200        | 26              | 2            | 198             |
| LUM 355               | 355         | 1200        | 26              | 2            | 199             |
| LUM 357               | 357         | 1200        | 26              | 2            | 200             |
| LUM 359               | 359         | 1200        | 26              | 2            | 201             |
| LUM 361               | 361         | 1200        | 26              | 2            | 202             |
| LUM 363               | 363         | 1200        | 26              | 2            | 203             |
| LUM 365               | 365         | 1200        | 26              | 2            | 204             |
| LUM 367               | 367         | 1200        | 26              | 2            | 205             |
| LUM 369               | 369         | 1200        | 26              | 2            | 206             |
| LUM 371               | 371         | 1200        | 26              | 2            | 207             |
| LUM 373               | 373         | 1200        | 26              | 2            | 208             |
| LUM 375               | 375         | 1200        | 26              | 2            | 209             |
| LUM 377               | 377         | 1200        | 26              | 2            | 210             |
| LUM 379               | 379         | 1200        | 26              | 2            | 211             |
| LUM 381               | 381         | 1200        | 26              | 2            | 212             |
| LUM 383               | 383         | 1200        | 26              | 2            | 213             |
| LUM 385               | 385         | 1200        | 26              | 2            | 214             |
| LUM 387               | 387         | 1200        | 26              | 2            | 215             |
| LUM 389               | 389         | 1200        | 26              | 2            | 216             |
| LUM 391               | 391         | 1200        | 26              | 2            | 217             |
| LUM 393               | 393         | 1200        | 26              | 2            | 218             |
| LUM 395               | 395         | 1200        | 26              | 2            | 219             |
| LUM 397               | 397         | 1200        | 26              | 2            | 220             |
| LUM 399               | 399         | 1200        | 26              | 2            | 221             |
| LUM 401               | 401         | 1200        | 26              | 2            | 222             |
| LUM 403               | 403         | 1200        | 26              | 2            | 223             |
| LUM 405               | 405         | 1200        | 26              | 2            | 224             |
| LUM 407               | 407         | 1200        | 26              | 2            | 225             |
| LUM 409               | 409         | 1200        | 26              | 2            | 226             |
| LUM 411               | 411         | 1200        | 26              | 2            | 227             |
| LUM 413               | 413         | 1200        | 26              | 2            | 228             |
| LUM 415               | 415         | 1200        | 26              | 2            | 229             |
| LUM 417               | 417         | 1200        | 26              | 2            | 230             |
| LUM 419               | 419         | 1200        | 26              | 2            | 231             |
| LUM 421               | 421         | 1200        | 26              | 2            | 232             |
| LUM 423               | 423         | 1200        | 26              | 2            | 233             |
| LUM 425               | 425         | 1200        | 26              | 2            | 234             |
| LUM 427               | 427         | 1200        | 26              | 2            | 235             |
| LUM 429               | 429         | 1200        | 26              | 2            | 236             |
| LUM 431               | 431         | 1200        | 26              | 2            | 237             |
| LUM 433               | 433         | 1200        | 26              | 2            | 238             |
| LUM 435               | 435         | 1200        | 26              | 2            | 239             |
| LUM 437               | 437         | 1200        | 26              | 2            | 240             |
| LUM 439               | 439         | 1200        | 26              | 2            | 241             |
| LUM 441               | 441         | 1200        | 26              | 2            | 242             |
| LUM 443               | 443         | 1200        | 26              | 2            | 243             |
| LUM 445               | 445         | 1200        | 26              | 2            | 244             |
| LUM 447               | 447         | 1200        | 26              | 2            | 245             |
| LUM 449               | 449         | 1200        | 26              | 2            | 246             |
| LUM 451               | 451         | 1200        | 26              | 2            | 247             |
| LUM 453               | 453         | 1200        | 26              | 2            | 248             |
| LUM 455               | 455         | 1200        | 26              | 2            | 249             |
| LUM 457               | 457         | 1200        | 26              | 2            | 250             |
| LUM 459               | 459         | 1200        | 26              | 2            | 251             |
| LUM 461               | 461         | 1200        | 26              | 2            | 252             |
| LUM 463               | 463         | 1200        | 26              | 2            | 253             |
| LUM 465               | 465         | 1200        | 26              | 2            | 254             |
| LUM 467               | 467         |             |                 |              |                 |

## Πολιτικές ενίσχυσης Φ/Β τεχνολογίας

### II.1 Φωτοβολταϊκά λύσεις από το μέλλον

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) αποτελούν σίγουρα μια πολύ ελπιδοφόρα τεχνολογία παραγωγής ενέργειας, που θα εξαπλωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό στο μέλλον, αφού διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως μηδενική ρύπανση κατά την λειτουργία του, μεγάλη διάρκεια ζωής, σταθερότατη παροχή ρεύματος, αθόρυβη λειτουργία, ελάχιστη συντήρηση, προσαρμογή στις εκάστοτε ανάγκες και απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων.

Για την λειτουργία τους απαιτούν μόνο ηλιακή ενέργεια, την οποία διαθέτει σε πλεόνασμα η χώρα μας σε όλη την γεωγραφική της έκταση. Έτσι η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των φωτοβολταϊκών μειώνει την εξάρτηση από το πετρέλαιο και τους περιβαλλοντικούς κινδύνους, που αυτό συνεπάγεται, μειώνει το κόστος μεταφοράς σε απομακρυσμένες περιοχές, καθώς επίσης παρέχει προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Το όφελος που προκύπτει για το περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Για κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά μειώνονται κατά ένα κιλό οι εκπομπές του CO<sub>2</sub>, που αποτελεί το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου.

Όμως το υψηλό κόστος των φωτοβολταϊκών είναι η βασική αιτία για το χαμηλό ενδιαφέρον στη χρήση τους. Το υψηλό κόστος ισχύει στην αρχή κάποιας τεχνολογίας. Όταν αναπτυχθεί μια οικονομία κλίμακας τότε το κόστος θα πέσει θεαματικά. Για το λόγο αυτό πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των Φ/Β, με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης Φ/Β, όσο και της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας.

Έτσι σήμερα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών βρίσκεται πάνω από το ψυχολογικό όριο των 2.000 MW, το οποίο ξεπέρασε στα τέλη του 2002. Εκτιμάται ότι το 2010, η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών θα ξεπεράσει διεθνώς τα 10.000 MW.

Αντίστοιχα προγράμματα δεν έχουν δυστυχώς ξεκινήσει στην Ελλάδα και έτσι η ελληνική αγορά Φ/Β παραμένει μικρή και περιθωριακή και η χώρα μας έχει εγκαταστήσει μόλις το 0,1% των συνολικών Φ/Β συστημάτων παγκοσμίως. Συγκεκριμένα το 2001 και 2002 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ήταν 1.570 KW και 2.365 KW αντίστοιχα.

| Πολιτικές ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών σε διάφορες χώρες |   |  |
|---|---|--|
| ΧΩΡΑ  | ΣΤΟΧΟΣ  | ΚΙΝΗΤΡΑ  |
| ( ΕΥΡΩΠΗ )  |   |  |
| Αυστρία   | 4% του πωλούμενου ηλεκτρισμού θα προέρχεται από ΑΠΕ ως το 2007                  | → Ενίσχυση κιλοβατώρας (0,47 – 0,60 Ευρο/kWh) με δεκατριετή εγγύηση.<br>→ Έκπτωση φόρου σε επενδυτές για εγκατάσταση Φ/Β.  |
| Βρετανία  | 70.000 Ηλιακές στέγες   | → Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (40 – 65% της αξίας του συστήματος).   |
| Γαλλία  |   | → Ενίσχυση κιλοβατώρας (0,15-0,3 Ευρο/kWh) με εικοσαετή εγγύηση.   |
| Γερμανία  | 1.000 MW (έχει προταθεί νέος στόχος για ένα εκατομμύριο φωτοβολταϊκά συστήματα) | → Ενίσχυση κιλοβατώρας (0,457 Ευρο/kWh) με εικοσαετή εγγύηση.<br>→ Χαμηλότοκα δάνεια για αγορά Φ/Β συστημάτων.   |
| Ελβετία   |   | → Διάφορα προγράμματα ανά καρτόνι (π.χ. ενίσχυση της κιλοβατώρας 0,6 Ευρο/kWh, Χρηματοπύργο Ηλιακής Ενέργειας κ.Α.π.).   |
| Ελλάδα  | 15 MW ως το 2010<br>(δεν έχει υιοθετηθεί επίσημα)                               | → Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (40-50% της αξίας του συστήματος) αλλά μόνο για εμπορικές εφαρμογές. Δεν υπάρχει επιδότηση για κατοικίες.<br>→ Αγορά ηλιακής κιλοβατώρας με 0,08-0,078 Ευρο/kWh.   |
| Ισπανία   | 135 MW το 2010  | → Ενίσχυση κιλοβατώρας (0,2-0,4 Ευρο/kWh).<br>→ Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (30-35% της αξίας του συστήματος).   |
| Ιταλία  | 10.000 Ηλιακές στέγες<br>(50 MW)  | → Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (70% της αξίας του συστήματος).  |
| Λουξεμβούργο  |   | → Ενίσχυση κιλοβατώρας (0,45-0,55 Ευρο/kWh) με εικοσαετή εγγύηση.  |
| Ολλανδία  | 300 MW ως το 2010<br>1.400 MW ως το 2020  | → Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (30-70% της αξίας του συστήματος, μέσος όρος επιδότησης 55%).<br>→ Αγορά ηλιακής κιλοβατώρας με 0,058 Ευρο/kWh.  |
| ( ΑΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ )   |   |  |
| Αυστραλία   |   | → Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (50% της αξίας του συστήματος). Το πρόγραμμα χρηματοδοτείται από τη φορολόγηση του ρυπογόνου ντίζελ.   |
| Η.Π.Α.  | 1 εκατομμύριο Ηλιακές στέγες  | → Έκπτωση φόρου (10%) για εμπορικές εφαρμογές.<br>→ Επιδότηση 4500 \$/kW ή 50% της αξίας του συστήματος (Καλιφόρνια).<br>→ Net metering (συμψηφισμός πωλούμενης αγοραζόμενης κιλοβατώρας).   |
| Ιαπωνία   | 5.000 MW ως το 2010   | → Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (ξεκίνησε με 50% της αξίας του συστήματος και μειωνόταν σταδιακά καθώς θα έπεφτε το κόστος των συστημάτων). Ειδικά για τα εμπορικά κτίρια, το ύψος της επιδότησης ήταν ίσο με τα 2/3 της αξίας του συστήματος.<br>→ Φορολογικά κίνητρα (π.χ. μειωμένος φόρος ιδιοκτησίας, φοροαπαλλαγές).<br>→ Net metering (συμψηφισμός πωλούμενης αγοραζόμενης κιλοβατώρας).<br>→ Δημιουργία Τομείου Πράσινης Ενέργειας για χρηματοδότηση σχετικών προγραμμάτων. |
| Ταϊλάνδη  |   | → Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (50% της αξίας του συστήματος)   |

## II.2 Ευρώπη και Ενέργεια

Οι πλημμύρες και τα έντονα καιρικά φαινόμενα που πλήττουν συχνά την Ελλάδα και την Ευρώπη έχουν επιστήσει την προσοχή όλων στις κλιματικές αλλαγές και τις καταστροφικές επιπτώσεις τους σε ένα μεγάλο κομμάτι πληθυσμού. Οι επιστήμονες και οι ειδικοί σε μεγάλο ποσοστό συμφωνούν ότι οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται κυρίως στην αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Η Ε.Ε. έχει αναλάβει ήδη πρωτοβουλίες, ενώ νέα μέτρα προβλέπονται για το άμεσο μέλλον.

Οι επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο παγκόσμιο κλίμα δεν γνωρίζουν σύνορα και γι' αυτό η διεθνής κοινότητα αποφάσισε να δράσει συνολικά για να αντιμετωπίσει τις κλιματικές αλλαγές. Η συνθήκη για τις Κλιματικές Αλλαγές των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC, 1992) και το πρωτόκολλο του Κυότο το 1997, δημιούργησαν το θεσμικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος σε διεθνές επίπεδο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε αυτά τα πλαίσια κάνει σοβαρές προσπάθειες για να αντεπεξέλθει στις διεθνείς της υποχρεώσεις και να παίξει ένα καθοδηγητικό ρόλο σε παγκόσμιο επίπεδο.

Το Μάρτιο του 2000 η Ευρωπαϊκή Ένωση ξεκίνησε το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα για τη Κλιματική Αλλαγή (European Climate Change Programme – ECCP) με στόχο την προώθηση μέτρων και πολιτικών που θα οδηγήσουν σε μείωση κατά 8% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μέχρι το 2008-2012, όπως υποχρεούται με βάση το πρωτόκολλο του Κυότο, το οποίο και επικύρωσε επίσημα τον Μάιο του 2002. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή κατά τη πρώτη φάση του προγράμματος προωθεί ένα πακέτο δέκα μέτρων για τη περίοδο 2002 – 2003 με στόχο την ουσιαστική και ωφέλιμη από πλευράς κόστους μείωση των εκπομπών, θέτοντας έτσι ένα πλαίσιο στρατηγικής που θα αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις από την αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος. Σε αυτό το πλαίσιο η Επιτροπή έχει ήδη υιοθετήσει μια πρόταση για το Ευρωπαϊκό σύστημα ανταλλαγής – εμπορίου ρύπων, μια στρατηγική για τη χρήση βιο-καυσίμων στις οδικές μεταφορές, μια πρόταση Οδηγίας για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, καθώς και μια πρόταση Οδηγίας για τη συμπαραγωγή ενέργειας. Άλλα μέτρα, όπως αυτά που αφορούν την θέσπιση ορίων ενεργειακής αποδοτικότητας για τις οικιακές συσκευές είναι καθ' οδόν.

## II.3 Έξυπνη ενέργεια για την Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει υιοθετήσει τη λευκή βίβλο προς μια <<Κοινοτική Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης, Ενέργεια για το μέλλον: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας>> (COM(1997)599) και τη Πράσινη Βίβλο <<Προς μια Ευρωπαϊκή Στρατηγική ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού>> (COM(2000)769), που θέτουν ως στόχο τη συνεισφορά κατά 12% των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι το 2010. Η επίτευξη αυτού του στόχου θα έχει ως συνέπεια τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην Ε.Ε. κατά περίπου 400 εκατομμύρια τόνους το χρόνο.

Στο τέλος του 2002, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε το πρόγραμμα <<Έξυπνη ενέργεια για την Ευρώπη>> (2003-2006), το οποίο θέτει σε εφαρμογή τη στρατηγική που περιγράφεται στην Πράσινη Βίβλο και θέτει ως στόχο την

προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Έως τώρα η ενεργειακή πολιτική της Ε.Ε. είχε κυρίως σκοπό να επηρεάσει την προσφορά και την παραγωγή ενέργειας. Εντούτοις, όπως καταδεικνύεται στην Πράσινη Βίβλο για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και το σχέδιο δράσης για την ενεργειακή αποδοτικότητα στην Ε.Ε. το περιθώριο ελιγμών στον εν λόγω τομέα είναι μικρό. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο στην Πράσινη Βίβλο προτείνεται να αντισταθμιστεί η εν λόγω προσέγγιση, που επικεντρώνεται στις πηγές ενέργειας (προσφορά), από μια προσέγγιση που επικεντρώνεται στη συζήτηση, δηλαδή στην ενέργεια που καταναλώνουμε. Γίνεται ευρέως αντιληπτό λοιπόν αυτό που υποστηρίζουν πολλά χρόνια οι περιβαλλοντικές οργανώσεις, ότι δηλαδή για να έχει ουσιαστικά αποτελέσματα η ενεργειακή πολιτική της Ένωσης πρέπει να ελεγχθεί η δική μας κατανάλωση ενέργειας προκειμένου να ενισχυθεί η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, να περιορίσουμε την ενεργειακή εξάρτηση από τα αποθέματα πετρελαίου, που εμπεριέχει πάμπολλους οικονομικούς, πολιτικούς και περιβαλλοντικούς κινδύνους και να καταπολεμηθεί η αλλαγή του κλίματος.

#### II.4 Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για την ανάπτυξη των ΑΠΕ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού) έχουν να παίξουν ένα ουσιαστικό ρόλο στη προώθηση των πολιτικών στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τη μεγαλύτερη ασφάλεια των ενεργειακών αποθεμάτων του ευρωπαϊκού χώρου.

Με το νέο πρόγραμμα δράσης <<Εξυπνη ενέργεια για την Ευρώπη>>, η Επιτροπή επιλέγει μια πιο ολοκληρωμένη και συνεκτική προσέγγιση για τη προστασία του κλίματος. Προτείνει με αυτό τον τρόπο να ενισχυθεί σημαντικά η ευρωπαϊκή στήριξη της προώθησης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας (μέσα από το πρόγραμμα ALTERNER) και της ενεργειακής απόδοσης (με το πρόγραμμα SAVE), ενώ παράλληλα επαναπροσανατολίζει τη διεθνή δράση προς τις εν λόγω δύο προτεραιότητες, μέσω του προγράμματος COOPENER. Το εν λόγω πρόγραμμα δράσης συμπληρώνει τις νομοθετικές πρωτοβουλίες που ανελήφθησαν όσον αφορά τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), τα βιο-καύσιμα και την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ούτως ώστε να ικανοποιήσουμε τους ειδικούς ενεργειακούς στόχους: βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης περίπου κατά 1% κατ' έτος και ανάπτυξη των δυνατοτήτων των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας για να επιτευχθεί το 12% της συνολικής κατανάλωσης από ΑΠΕ μέχρι το 2010.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται μια σύνοψη μερικών ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών που θεωρούνται <<καλές πρακτικές>> λόγω της ουσιαστικής μείωσης σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προσφέρουν οι εφαρμογές τους. Η ανάπτυξη <<καλών πρακτικών>> και εφαρμογών για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και η διατομιακή φύση αυτού του θέματος προϋποθέτουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που ενσωματώνει τη κλιματική – περιβαλλοντική διάσταση στις άλλες πολιτικές ιδιαίτερα στους τομείς της ενέργειας, των μεταφορών, της ανάπτυξης, της γεωργίας και των οικονομικών. Στα παραδείγματα <<καλών πρακτικών>> που ακολουθούν δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα και σημασία στον τομέα της ενέργειας.

#### II.5 Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας

Το ALTENER είναι το Ευρωπαϊκό μη – τεχνολογικό πρόγραμμα που αποσκοπεί στη προώθηση της αξιοποίησης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στην Ένωση. Σε αυτό το πλαίσιο έχει σχεδιαστεί για να έχει τη μέγιστη συνεισφορά στο Κοινοτικό ενεργειακό στόχο, όπως αυτός ορίζεται από τη Λευκή Βίβλο προς μία <<Ευρωπαϊκή Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης, Ενέργεια για το μέλλον: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας>>, για σημαντική αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ. Οι δράσεις του ALTENER έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να υπερβούν μη – τεχνολογικά εμπόδια, να επιταχύνουν τη διείσδυση των ΑΠΕ στην ενεργειακή αγορά και να ενθαρρυνθούν ιδιωτικές και δημόσιες επενδύσεις στη παραγωγή και χρήση ενέργειας από ΑΠΕ. Παραδείγματα εφαρμογών από το πρόγραμμα ALTENER έχουμε σε όλη την Ευρώπη. Σε αυτά περιλαμβάνονται το αναπτυξιακό σχέδιο για ηλιακή ενέργεια σε κτήρια (Βέλγιο), το αναπτυξιακό σχέδιο αξιοποίησης βιομάζας (Ιρλανδία), η πιλοτική εφαρμογή βιο – καυσίμου σε δημοτικά λεωφορεία (Ισπανία), το Δημοτικό σχέδιο ανάπτυξης αιολικών πάρκων σε αρμονία με το τοπίο (Δανία) και τέλος ο Ευρωπαϊκός άτλαντας για την ανάπτυξη μικρών υδρο-ηλεκτρικών σταθμών σε κάθε χώρα μέλος.

## II.6 Ενεργειακή αποδοτικότητα

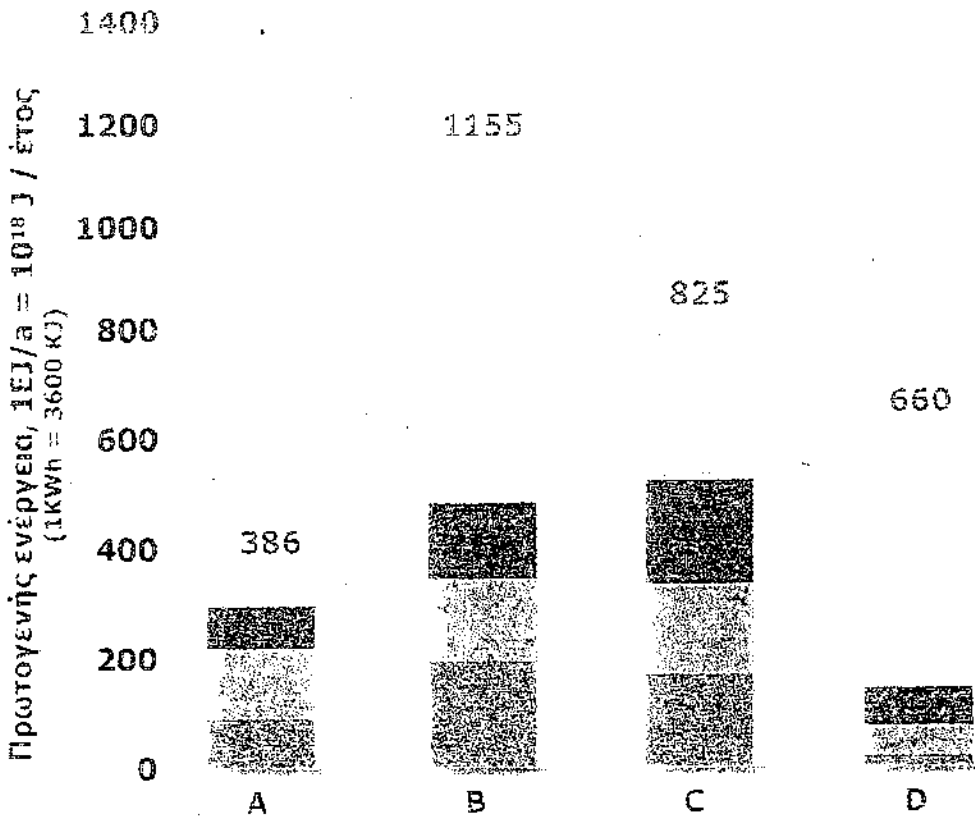
Στη παρούσα φάση, υπάρχει ανάγκη να ενταθούν οι προσπάθειες σε ευρωπαϊκό επίπεδο για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και την εξοικονόμηση ενέργειας ούτως ώστε να επιτευχθεί η υποχρέωση της Ε.Ε. με βάση το πρωτόκολλο του Κυότο για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η πρωτοβουλία SAVE στη πρώτη φάση της εστίασε στην ενεργειακή αποδοτικότητα κτηρίων και οικιακών συσκευών, καθώς και στη μεγαλύτερη αποδοτικότητα στη διαδικασία παραγωγής και προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στη δεύτερη φάση η πρωτοβουλία SAVE χρηματοδοτεί Κοινοτικές δράσεις για περιφερειακή και τοπική διαχείριση της ενέργειας, προωθώντας έτσι μια πιο "συμμετοχική" διαχείριση της ενεργειακής προσφοράς και ζήτησης σε τοπικό επίπεδο, τη αξιοποίηση τοπικών ΑΠΕ, καθώς και τη δημιουργία συνθηκών ενεργειακής απορρόφησης σε τοπικό επίπεδο. Μια από τις πιο καινοτόμες δράσεις αυτής της πρωτοβουλίας είναι η ετικέτα Ενεργειακής Σήμανσης των ηλεκτρικών συσκευών. Οι διάφοροι τύποι μιας οικιακής συσκευής δεν καταναλώνουν την ίδια ενέργεια και συνεπώς το λειτουργικό τους κόστος για όλα τα χρόνια που θα χρησιμοποιούνται μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Η ετικέτα δείχνει την ενεργειακή αποδοτικότητα της συσκευής και την κατανάλωση ενέργειας, που μεταφράζονται σε κόστος λειτουργίας.

## II.7 Ερευνητικές και τεχνολογικές εφαρμογές

Ο στρατηγικός στόχος του Ευρωπαϊκού Ερευνητικού και Τεχνολογικού προγράμματος για την Ενέργεια είναι η ανάπτυξη βιώσιμων ενεργειακών συστημάτων και υπηρεσιών. Σε αυτό το πλαίσιο χρηματοδοτεί καινοτόμες δράσεις ανάπτυξης των ΑΠΕ. Σημαντικές εφαρμογές έχουν γίνει σε όλη την Ευρώπη και μερικές από αυτές είναι: Η κατασκευή νέων βιο-κλιματικών κτηρίων για δημόσια χρήση σε επτά χώρες – μέλη (Δανία, Ολλανδία, Ιρλανδία, Ιταλία, Πορτογαλία, Ισπανία και Αγγλία) η κατασκευή μεγάλων αιολικών πάρκων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Ισπανία, Γερμανία, Δανία και Σουηδία).



## Σενάρια των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών το 2050



A = Ενεργειακές ανάγκες το έτος 1995

B = Σενάριο της εταιρείας Shell "βιώσιμη ανάπτυξη"

C = Παγκόσμια διάσκεψη για την ενέργεια/Ενδιάμεσο σενάριο

D = Ηλιακό μακροπρόθεσμο σενάριο του Γερμανικού Κέντρου Αεροναυπηγικής και Διαστήματος

1995: 5,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι - 2050: 10,1 δισεκατομμύρια άνθρωποι

Βιομάζα

Φυσικό αέριο

Ηλιακή, Αιολική, Υδροσυλική  
ενέργεια υδάτινων πόρων

Πετρέλαιο

Γαϊάνθρακες

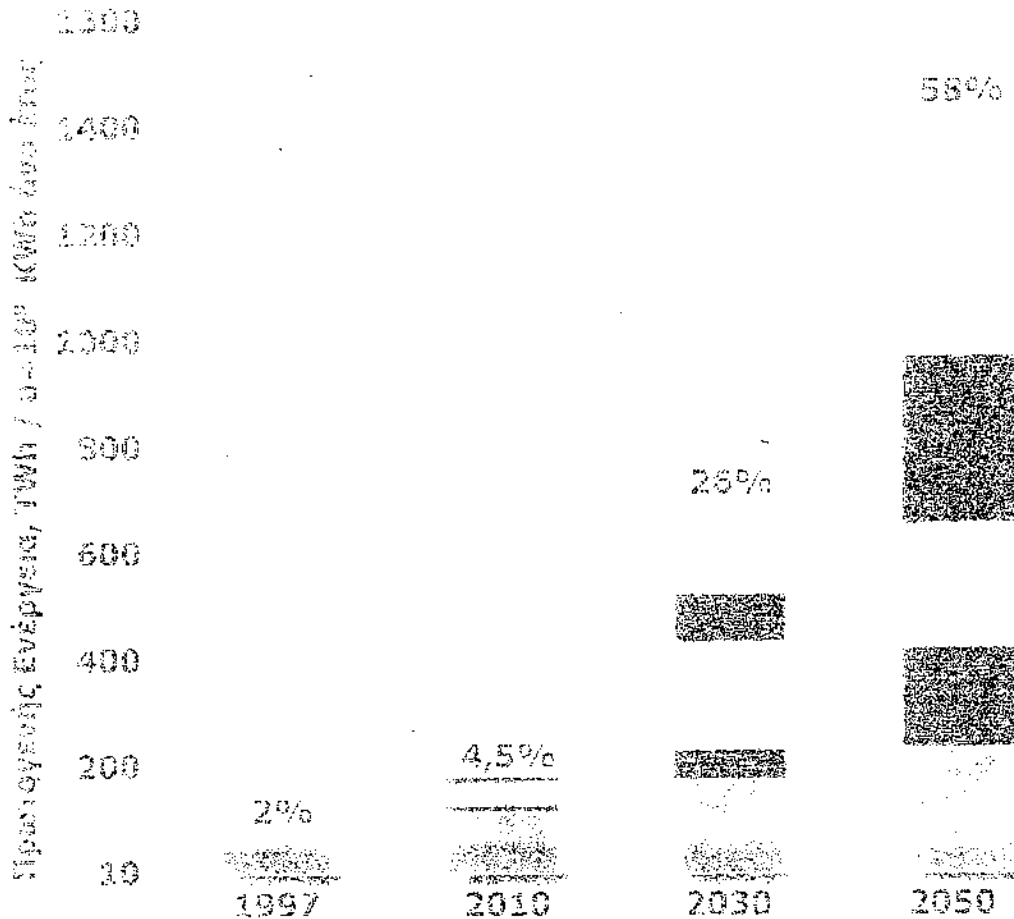
Πυρηνική Ενέργεια

Πηγή: Γερμανικό Κέντρο Αεροναυπηγικής και Διαστήματος

Τα τρία σενάρια (B, C, D) διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους.

Όλα όμως εκτιμούν σημαντική συμβολή των ΑΠΕ στην κάλυψη των παγκοσμίων ενεργειακών αναγκών το έτος 2050.

## Επιβάθιση των ΑΠΕ στη Γερμανία



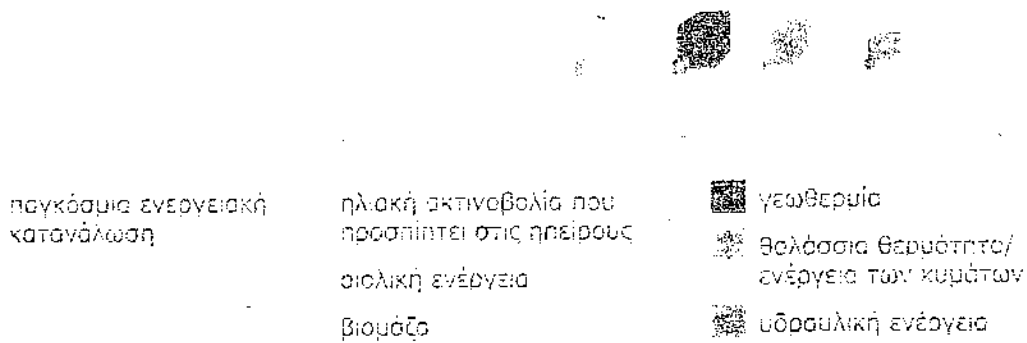
Τα ποσοστά εκφράζουν την ποσοστιαία συμμετοχή των ΑΠΕ στην πρωτογενή καταναλισκόμενη ενέργεια

- Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ
- Φωτοβολταϊκά
- Γεωθερμία
- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακοί συλλέκτες
- Υδροηλεκτρική ενέργεια υδάτινων πόρων
- Βιομάζα

Πηγή: Γερμανικό Κέντρο Αεροναυτικής και Διάστημα

Μακροπρόθεσμο σενάριο για τη Γερμανία έως το 2050: Η συμμετοχή των ΑΠΕ αυξάνει συνεχώς, εφόσον έως το 2010 επιτευχθεί ο άμεσος στόχος, δηλ. ο διπλασιασμός σε σχέση με το 2000 της συμμετοχής των ΑΠΕ στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Κατά αυτό τον τρόπο οι ΑΠΕ μπορούν να εξελιχθούν και να καταστούν η σημαντικότερη ενεργειακή πηγή μετά το 2030.

## Φυσικά Δυναμικά Αποθεζεύμενα Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)



Πηγή: Γεωμετρικό Κέντρο Αεροναυπηγικής και Διαστήματος

Το φυσικό δυναμικό των ΑΠΕ (πίσω τετράγωνο) είναι εξαιρετικά μεγάλο. Οι τεχνικά αξιοποιήσιμες ενεργειακές ποσότητες, που μπορούν να προκύψουν από τα προσφερόμενα από τη φύση δυναμικά των ΑΠΕ σε τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και χημικών ενεργειακών φορέων (μπροστίνο τετράγωνο) ανέρχονται περίπου στο τρίπλοιο της σημερινής παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης (γκρι τετράγωνο κάτω αριστερά).

## II.8 Η εκρηκτική γεωπολιτική του πετρελαίου

Η ίδρυση του ΟΠΕΚ το 1960, από πετρελαιοπαραγωγούς χώρες που συνειδητοποίησαν την ανάγκη συνεργασίας προκειμένου να επιβάλλουν τους δικούς τους όρους στη Δύση που αγωνιούσε - σε περιβάλλον Ψυχρού Πολέμου - να εξασφαλίσει την ομαλή ροή του "μαύρου χρυσού", συμπίπτει με την έναρξη μιας περιόδου έντονων πολιτικών και κοινωνικών αλλαγών στον αραβικό κόσμο και τη σημαντικοποίηση εξέλιξη στον "πό-ευρώ" για τον έλεγχο των πετρελαίων στη Μέση Ανατολή. Αν και η πρώτη αποπειρά - το 1957, μετά την ταπεινωτική στρατιωτική ήττα των αραβικών κρατών (Αίγυπτος, Σαουδ, Ιορδανία) από το Ισραήλ στον "Πόλεμο των 6 1/2 ημερών" - δεν ευδοκίγησε, ο ΟΠΕΚ επεβλήθη αραβικό πετρελαιοικό εμπόργκο το 1973, φέρνοντας σε άφραση τις οικονομίες της Δύσης μετά την τρέλη ανάπτυξη του '60.

Οι από πολλές πολιτικές ανακατατάξεις και στρατιωτικές εμπλοκές στη Μέση Ανατολή είχαν και είχαν σαν κοινή παράμετρο το πετρέλαιο: η ανάδειξη του Ισραήλ, κύρια μετά το 1967, σαν υπολογιστή περιφερειακή υπερδύναμη και ισχυρό πύριος προς το φιλοσοβιετικό αραβικό καθεστώς - με την υποστήριξη των ΗΠΑ και την άνοξη ενός νέου κύματος εβραϊκού εθνικισμού με συνέπειες ως σήμερα για τους Παλαιστίνους - η άνοδος των Σαντιν Χουσεϊν και Μουκίμάρ Καντάφι, στις αρχές του '70, που εγκαθίδρυσαν καθεστώτα με κοσμικά σοσιαλιστικά χαρακτηριστικά και εθνικοποίησαν την πετρελαιοπαραγωγή, η ισλαμική επανάσταση στο Ιράν το 1979 και ο πόλεμος μεταξύ Ιράν και Ιράκ τη δεκαετία του '80, η εισβολή του Ιράκ στο Κουβέιτ και ο (πρώτος) Πόλεμος του Περσικού Κόλπου το 1990-91.

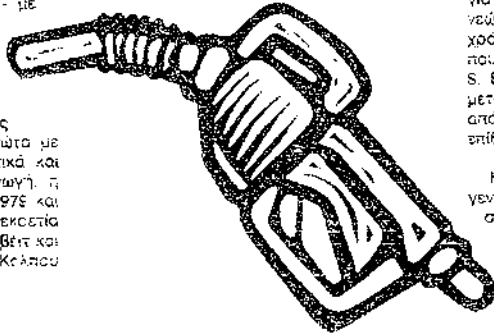
### Το "αραβικό Κλουτάικ"

Στα σενάρια για το "μετασανταμικό" Ιράκ αναφέρεται ότι τα κράτη και προσδοκώμενα κοιτάσματα έχουν ξεπηδήσει μύθες και σε πρώην αποικιοκράτες - εταίρους και κόστη. Στα πλαίσια αυτά, εκτός από σχέδια για επισκευές και νέες υποδομές, ανακύπτουν απαιτήσεις για δικαιώματα εκμετάλλευσης στα βλίσματα της Μοσούλης και της Βαγδάτης, μέσα από συμφωνίες δεκαετιών γνώριμων ονομάτων όπως Shell, BP, Mobil. Χρειάστηκαν τριάντα χρόνια (από τις αρχές της δεκαετίας του '70, που το Μπραβικό Ιράκ και η ΕΣΣΔ υπήψαν "συνθηκή φίλης και ενεργητικής συνεργασίας", ουρά" της οποίας είναι το σημερινό φλέτ με ρωσικές εταιρείες) για να οργανώσουν την ένοπλη επιστροφή τους στο Ιράκ οι "επτά αδελφές", που από τις συγχωνεύσεις έχουν μπει "έξωσες", πίσω στο μέλλον...

Από την άλλη πλευρά, υποστηρίζεται πως τα προσδοκώμενα νέα συμβόλαια (αδίας - τριπλού 40 δις \$) δεν "έκοιολογούσαν" μια πολυμική επιχείρηση που υπολογίζεται ότι κέρσισε τελικά 109 δις \$. Στην άποψη αυτή παραγωγίζεται η τα ντεγνάς ότι ενώ τα κόστη του πολέμου θα αναληθούν από ολόκληρη την κοινωνία, τα κέρη θα "ιδιωτικοποιηθούν", στα πλαίσια της "ελευθέρης" οικονομίας.

στις πετρελαιοικές εταιρείες, που επιπλέον στοχεύουν και στα - ακόμη ανεξερεύνητα και λόγω του δεκαετούς εμπόργκο των Η.Ε. κοιτάσματα του Ιράκ.

Οι πετρελαιοικοί κολοσσοί απεστλούν την πιο ισχυρή βιομηχανία του κόσμου. Έχουν πλήρως καθετοποιημένη παραγωγή και επενδεδυμένα συσφαιρόντα στην έρευνα, εξέρευση, επεξεργασία και τελική διανομή. Σ' ολόκληρο μπροσούν να φανάζουν το κλίμα, καθώς είναι υπε.θύνου για το 10% από τις παγκοσμίως εκπεμπόμενες διοξείδια του άνθρακα, ενώ σχεδόν το 30% των ανθρώπινογώς παραγόμενων "αερίων του θερμοκηπίου" εκπέμπεται από μόλις 122 ιδιωτικές και κοστικές εταιρείες. Η πολιτική επιρροή που ασκούν φαίνεται και από το δεκάδες εκατομμύρια δολάρια που εοδεύουν για "λόμπινγκ", δημόσιες σχέσεις και χρηματοδότηση υποψηφίων στις ΗΠΑ. Σε αντάλλαγμα, λαμβάνουν ευνοϊκές συμβάσεις (φορολογικά, επιχειρηματικά κλπ.), αλλά και



Επιτυγχάνοντας τους στρατιωτικούς στόχους τους, οι ΗΠΑ θα αποκτήσουν τεράστια επιρροή στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου, άδοντας το τελευταίο χτύπημα στον ΟΠΕΚ και περιορίζοντας την επίδραση άλλων παραγωγών όπως η Ρωσία, το Μεξικό και η Βενεζουέλα. Εκτός από τη Μέση Ανατολή, οι ΗΠΑ - με πρόταση τον πόλεμο στην τσομοκρατία - επεκτείνονται στρατιωτικά στο Πακιστάν, την κεντρική Ασία, τον Καυκάσο, την Ανατολική Μεσόγειο και την Κολλομβία, ενώ στεχούουν και στον έλεγχο των Βαλκάνων οδών μεταφοράς.

Η ύπαρξη φθηνού πετρελαίου δυσκολεύει τις προσπάθειες για την ανάπτυξη των ανακαλύσιμων πηγών ενέργειας και τον έλεγχο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ακριβώς τώρα που η παραγωγή από ανεμογεννήτριες γίνεται ολοένα και πιο ανταγωνιστική προς τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Η κυβέρνηση Μπους, γλωστή για τις σχέσεις της με τη βιομηχανία πετρελαίου, δεν έχει κρύψει την αντιπάθειά της στις εναλλακτικές πηγές ενέργειας, περιορίζου την χρηματοδότηση για έρευνα στην ενακονόμενη και τις ανακαλύσιμες σε λιγότερο από 1 δις δολάρια το χρόνο, ενώ πραγματοποιείες έναν πόλεμο που θα κοστίσει συνολικά πάνω από 200 δις \$. Είναι φανερό πως ο πόλεμος στο Ιράκ, μετά την πρόσφατη απόσυρση των ΗΠΑ από το Πρωτόκολλο του Κιότο, ενισχυει την επίθεση στο κλίμα του πλανήτη.

Η επεξέρτηση από το πετρέλαιο και γενικά το ορυκτά καύσιμα και η αποφασιστική στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα βελτιώσει τη ζωή στον πλανήτη και θα μειώσει τις πηγές εντάσεων. Μέχρι τότε όμως...

Χάρης Κωνσταντάτος

την άνοξη επικύρωσης του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Υποστηρίζεται ότι, αν και προσπάθειες να προσθήσουν ανάμεσα στους καταναλωτές την "πρόσβλη" εικόνα τους και αριθμημένες αναπτύσσουν και οι απόβλητα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (δικτά στις δυτικές χώρες), αυτές οι πρωτοβουλίες είναι απειροελάχιστα υικασά, σε σχέση με την επιθετική εκμετάλλευση ορυκτών καυσίμων που συνεχίζεται και τις περιβαλλοντικές ζημιές, την κοινωνική αδικία και τις παραβιβάσεις ανθρωπίνων δικαιωμάτων που προκαλούν κύρια στον τρίτο κόσμο.

### Σκοτώνοντας το Κιότο με φτηνό πετρέλαιο

Υποστηρίζεται επιπλέον πως τα δικαιώματα του πολέμου δεν αφορούν στενά το μέλλον του Ιράκ. Η ενεργειακή πολιτική του Μπους βασίζεται στην αυξανόμενη καταναλωσή πετρελαίου, κατά προτίμηση φθηνού. Όμως τα απεξέρματα στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες μη-μέλη του ΟΠΕΚ ολοένα εξαντλούνται και οι μελλοντικές προμήθειες θα γίνουν από τις χώρες του Κόλπου.

## Στηρίξεις φωτοβολταϊκών πλαισίων – Καθοριστικοί παράμετροι – Πίνακες – Οδηγοί ταξινόμησης ραγών

### III.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΡΑΓΩΝ

Αριθμός ενότητων που τοποθετούνται ανά σειρά

| Kit title make and model  | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| AVI                       |          |          |          |          |          |          |          |
| AVI 100                   | U-LA/106 | U-LA/156 |          |          |          |          |          |
| ActivePasser              |          |          |          |          |          |          |          |
| AP65, AP75                |          |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 | U-LA/168 |
| AP110, AP120              |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |
| BP Solar (Sofaloss)       |          |          |          |          |          |          |          |
| 2/5, 3/6, 5/8, 5/10, 5/12 |          |          | U-LA/96  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |
| 5/25, 5/30, 5/35          |          |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/120 | U-LA/144 | U-LA/168 |
| 5/110, 5/120              |          | U-LA/96  | U-LA/120 | U-LA/144 |          |          |          |
| 850, KC143                |          | U-LA/84  | U-LA/120 | U-LA/132 | U-LA/168 |          |          |
| MSX120                    | U-LA/84  | U-LA/120 | U-LA/156 |          |          |          |          |
| 5100, 5160, 5170, 58150   |          | U-LA/96  | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |          |
| Evergreen                 |          |          |          |          |          |          |          |
| EGM, EG102, EG110         |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |
| Evo-104                   |          |          |          |          |          |          |          |
| KC70, KC80, KC120         |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |
| K158L                     | U-LA/84  | U-LA/120 | U-LA/156 |          |          |          |          |
| Photowatt                 |          |          |          |          |          |          |          |
| PW750                     |          |          | U-LA/96  | U-LA/120 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |
| PW1000                    |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/144 | U-LA/168 |          |          |
| Sharp                     |          |          |          |          |          |          |          |
| SP                        |          |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 | U-LA/168 |
| 121                       |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |
| 165 (S-Series) 175        |          | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |          |
| Shell (S-Series)          |          |          |          |          |          |          |          |
| SH100, SH110              |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |
| SH65, SH70, SH75          |          |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 | U-LA/168 |
| SH100, SH100, SH150       |          | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/168 |          |          |          |
| Sunbrite                  |          |          |          |          |          |          |          |
| SW85, SW90, SW95          |          |          | U-LA/96  | U-LA/120 | U-LA/144 | U-LA/168 |          |
| SW115, SW120              |          | U-LA/84  | U-LA/106 | U-LA/132 | U-LA/156 |          |          |
| UniSolar                  |          |          |          |          |          |          |          |
| US64                      |          | U-LA/96  | U-LA/120 | U-LA/156 |          |          |          |

### III.2

Maximum Distance Between Trusses (Inches)

| Nominal Design Wind Speed |                 |                 | Required Wind Load (lbs/Sq Ft) | Tilt Angle (Deg.) | U-LA Model Number |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Exposure Zone B           | Exposure Zone C | Exposure Zone D |                                |                   | 84                | 96  | 108 | 120 | 132 | 144 | 156 | 168 |
| 100 mph or less           | 75 mph or less  | NA              | 20                             | <40               | 157               | 146 | 138 | 131 | 125 | 119 | 115 | 111 |
|                           |                 |                 |                                | 45                | 157               | 146 | 138 | 131 | 125 | 119 | 111 | 104 |
|                           |                 |                 |                                | 50                | 149               | 144 | 133 | 123 | 113 | 105 | 98  | 83  |
|                           |                 |                 |                                | 55                | 104               | 100 | 96  | 91  | 87  | 83  | 79  |     |
| 120 mph                   | 90 mph          | 80 mph or less  | 30                             | <35               | 128               | 119 | 113 | 107 | 102 | 97  | 94  | 90  |
|                           |                 |                 |                                | 40                | 128               | 119 | 113 | 106 | 98  | 90  | 84  | 79  |
|                           |                 |                 |                                | 45                | 123               | 111 | 101 | 93  | 86  | 79  | 74  |     |
|                           |                 |                 |                                | 50                | 99                | 96  | 89  | 82  | 75  |     |     |     |
| 135 mph or more           | 105 mph         | 90 mph          | 40                             | <30               | 111               | 103 | 97  | 92  | 88  | 84  |     |     |
|                           |                 |                 |                                | 35                | 111               | 103 | 97  | 92  | 84  | 78  |     |     |
|                           |                 |                 |                                | 40                | 106               | 96  | 87  | 79  | 73  |     |     |     |
|                           |                 |                 |                                | 45                | 92                | 83  | 76  |     |     |     |     |     |
| NA                        | 120 mph or more | 100 mph or more | 50                             | <30               | 99                | 92  | 87  | 83  | 79  |     |     |     |
|                           |                 |                 |                                | 35                | 99                | 89  | 80  | 73  |     |     |     |     |
|                           |                 |                 |                                | 40                | 85                | 76  |     |     |     |     |     |     |
|                           |                 |                 |                                | 45                | 74                |     |     |     |     |     |     |     |

## III.3 ΒΑΣΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΠΟΔΙΩΝ (ΙΝΤΣΕΣ)

|          |           | Γωνία κλίσης |    |    |    |     |     |     |     |     |
|----------|-----------|--------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          |           | 15           | 20 | 25 | 30 | 35  | 40  | 45  | 50  | 55  |
| U-LA/84  | Front Leg | 52           | 54 | 55 | 56 | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  |
|          | Rear Leg  | 61           | 65 | 69 | 73 | 77  | 80  | 84  | 87  | 89  |
| U-LA/96  | Front Leg | 53           | 55 | 56 | 58 | 59  | 60  | 62  | 63  | 64  |
|          | Rear Leg  | 63           | 68 | 72 | 77 | 81  | 85  | 89  | 92  | 95  |
| U-LA/106 | Front Leg | 54           | 55 | 57 | 59 | 60  | 62  | 63  | 65  | 66  |
|          | Rear Leg  | 65           | 70 | 75 | 80 | 85  | 90  | 94  | 98  | 101 |
| U-LA/120 | Front Leg | 54           | 56 | 58 | 60 | 62  | 63  | 65  | 66  | 68  |
|          | Rear Leg  | 67           | 73 | 78 | 84 | 89  | 94  | 99  | 103 | 107 |
| U-LA/132 | Front Leg | 55           | 57 | 59 | 61 | 63  | 65  | 67  | 68  | 70  |
|          | Rear Leg  | 69           | 75 | 82 | 88 | 93  | 99  | 104 | 109 | 113 |
| U-LA/144 | Front Leg | 55           | 58 | 60 | 62 | 65  | 67  | 68  | 70  | 72  |
|          | Rear Leg  | 70           | 78 | 85 | 91 | 98  | 104 | 109 | 114 | 119 |
| U-LA/156 | Front Leg | 56           | 59 | 61 | 64 | 66  | 68  | 70  | 72  | 74  |
|          | Rear Leg  | 72           | 80 | 88 | 95 | 102 | 108 | 114 | 120 | 125 |
| U-LA/168 | Front Leg | 57           | 59 | 62 | 65 | 67  | 70  | 72  | 74  |     |
|          | Rear Leg  | 74           | 82 | 91 | 98 | 106 | 113 | 119 | 125 |     |

Πίνακας που μας δείχνει διάφορα μήκη ποδιών για τοποθέτηση πλαισίων.

## Sizing Chart & Price List

40 W and higher modules



| UniRac Model Number   | List Price (EUR) |      |      | Set of Brackets (270°) | Wind Rating (km/h) | ASE | Array Power |      |      | BP Solar (5A Series) |      |      |      |      | Evergreen | Kipodis |      | Panzhauert |      | Sharp |       | Snel/Siemens |       | SunFlare |       | Other |       |       |       |       |
|---|------------------|------|------|------------------------|--------------------|-----|-------------|------|------|----------------------|------|------|------|------|-----------|---------|------|------------|------|-------|-------|--------------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 2000             | 2500 | 3000 |                        |                    |     | 1000        | 1500 | 2000 | 2500                 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 |           | 5000    | 6000 | 7000       | 8000 | 9000  | 10000 | 11000        | 12000 | 13000    | 14000 |       | 15000 | 16000 | 17000 | 18000 |
|   | 2000             | 2500 | 3000 |                        |                    |     | 2000        | 2500 | 3000 | 3500                 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 |           | 6000    | 6500 | 7000       | 7500 | 8000  | 8500  | 9000         | 9500  | 10000    | 10500 |       | 11000 | 11500 | 12000 | 12500 |
| <b>U-DD Series Two Tier Ground/Roof Racks (All U-DD orders must specify module)</b> |                  |      |      |                        |                    |     |             |      |      |                      |      |      |      |      |           |         |      |            |      |       |       |              |       |          |       |       |       |       |       |       |
| U-DD01  | 2000             | 2500 | 3000 | 8                      | 40                 |     | 4           | 4    | 1    | 1                    | 4    |      |      | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     |       |       |
| U-DD02  | 2000             | 2500 | 3000 | 8                      | 44                 |     | 5           | 4    | 1    | 3                    |      |      | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     |       |       |
| U-DD03  | 2000             | 2500 | 3000 | 8                      | 48                 |     | 5           | 6    | 1    | 3                    |      |      | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-DD04  | 2000             | 2500 | 3000 | 8                      | 52                 |     | 5           | 6    | 1    | 3                    |      |      | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-DD05  | 2000             | 2500 | 3000 | 10                     | 56                 |     | 10          | 8    | 1    | 10                   |      |      | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| <b>U-LA Series Large Array Ground Mounts with SolarMount Rails</b>                  |                  |      |      |                        |                    |     |             |      |      |                      |      |      |      |      |           |         |      |            |      |       |       |              |       |          |       |       |       |       |       |       |
| U-LA01  |                  | 2000 | 3000 | 4                      | 14                 |     | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA02  |                  | 2000 | 3000 | 4                      | 18                 |     | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA03  |                  | 2000 | 3000 | 4                      | 22                 | 2   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA04  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 26                 | 2   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA05  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 30                 | 2   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA06  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 34                 | 2   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA07  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 38                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA08  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 42                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA09  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 46                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA10  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 50                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA11  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 54                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA12  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 58                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA13  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 62                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA14  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 66                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA15  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 70                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA16  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 74                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA17  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 78                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA18  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 82                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA19  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 86                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA20  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 90                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA21  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 94                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA22  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 98                 | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA23  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 102                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA24  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 106                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA25  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 110                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA26  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 114                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA27  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 118                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA28  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 122                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA29  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 126                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA30  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 130                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA31  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 134                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA32  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 138                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA33  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 142                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA34  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 146                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA35  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 150                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA36  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 154                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA37  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 158                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA38  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 162                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA39  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 166                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |
| U-LA40  |                  | 2000 | 3000 | 6                      | 170                | 3   | 1           | 2    | 1    | 1                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1       | 1    | 1          | 1    | 1     | 1     | 1            | 1     | 1        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |       |

For more information on ASE, use U-DD Series racks

|            |               |       |   |   |
|------------|---------------|-------|---|---|
| Model Name | No. Available | Price | 1 | 1 |
|------------|---------------|-------|---|---|

Διαστασιολόγηση PV-συστημάτων για κάλυψη ηλεκτρικών φορτίων σε μια αυτόνομη κατοικία: 190

## III.5

| Tracker 200" | Module  |
|--------------|---|
| Model Number | #2 per Tracker 200"   |
| T200/44      | Siemens SM 46/50/55   |
| T200/60      | ASE 50<br>Astropower AP 65/75<br>BP Solar 270/275, 585, 590, SX 55/60/65/75/80/85<br>Photowatt PWX 500, PV 750<br>Siemens SP65/70/75  |
| T200/68      | Astropower 110/120<br>Evergreen – All Models, EC 47 thru EC 110<br>Kyocera – All Models, KC 35 thru KC 120<br>Photowatt PW 1000<br>Siemens SM 100/110, SR 50/90/100<br>SunVize OEM 85/115 |
| T200/80      | ASE 100<br>Astropower AP 150<br>BP Solar 2150, 3160, 4160, 5170, SX 110/120/150<br>Mitsubishi 120<br>Siemens SP 130/140/150<br>Sharp 165 (Schott-SACP 165)<br>UniSolar US 64              |
| T200/96      | BP Solar MSX 120  |

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε διάφορους τύπους σταθερών και κινητών πλαισίων που υπάρχουν στην αγορά.



Πίνακας 11: ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ Ν=Βορριάς S=Νοτιάς E=Ανατολή,W=Δύση \*

|    | ΣΤΑΘΜΟΣ     | I  | Φ  | Μ  | Α  | Ν  | Ι  | Ι  | Α  | Ε  | Ο  | Ν  | Δ  |  | ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ |
|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|------------------|
| 1  | Αθήνα       | N  | N  | N  | S  | SW | S  | N  | N  | N  | N  | NE | N  |  | 1951 - 78        |
| 2  | Αλιανός     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |  | -                |
| 3  | Αραξός      | NE | NE | NE | NE | SW | SW | NW | NW | NE | NE | E  | NE |  | 1948 - 75        |
| 4  | Αρογστόλι   | NE | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NE | NE | S  | SE |  | 1950 - 70        |
| 5  | Αστα        | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  |  | 1955 - 68        |
| 6  | Ηράκλειο    | S  | S  | NW | NW | N  | NW | NW | NW | E  | NW | S  | S  |  | 1931-42, 47-75   |
| 7  | Θεσσαλονίκη | NW | NW | NW | NW | S  | S  | S  | NW | NW | NW | NW | NW |  | 1961-73 (Μέγαρα) |
| 8  | Γεράπετρα   | N  | SW | N  | NE | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  |  | 1961 - 77        |
| 9  | Γωάννινα    | SE | SE | SE | SE | W  | N  | N  | NW | E  | SE | SE | SE |  | 1951 - 70        |
| 10 | Καλαμάτα    | N  | N  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | N  |  | 1954 - 70        |
| 11 | Κέρκυρα     | SE | SE | SE | SE | SW | NW | NW | NW | SW | SW | SE | SE |  | 1931-40, 46-73   |
| 12 | Κομοτινή    | NE | NE | NE | SW | SW | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE |  | 1951 - 77        |
| 13 | Κόνιτσα     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |  | -                |
| 14 | Κορινθός    | S  | S  | S  | NW | NW | NW | NW | NW | NW | S  | S  | S  |  | 1951 - 77        |
| 15 | Κύθηρα      | NE | NE | NE | NE | NE | NE | W  | NE | NE | NE | NE | NE |  | 1951 - 76        |
| 16 | Λαμία       | W  | W  | W  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | W  | W  |  | 1956 - 77        |
| 17 | Λάρισα      | NE | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  | E  |  | 1932 - 75        |
| 18 | Μεθώνη      | N  | NW | NW | W  | W  | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW |  | 1934 - 75        |
| 19 | Μήλος       | NE | SW | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | SW |  | 1931-40, 47-71   |
| 20 | Μυτιλήνη    | S  | S  | NE | N  | N  | N  | NW | NW | N  | N  | S  | S  |  | 1961 - 77        |
| 21 | Νάξος       | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  |  | 1953 - 75        |
| 22 | Νάρος       | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  |  | 1949 - 73        |
| 23 | Πάτρα       | SW | SW | SE | SW | SW | SW | SW | SW | SW | SW | SW | SW |  | 1951 - 74        |
| 24 | Πύργος      | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW |  | 1950 - 73        |
| 25 | Ρέθυμνο     | S  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | S  |  | 1957 - 75        |
| 26 | Ρόδος       | SE | NW | W  | W  | W  | W  | W  | W  | W  | W  | W  | W  |  | 1950 - 75        |
| 27 | Σάμος       | NW | SE | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | SE |  | 1951 - 77        |
| 28 | Σέρρες      | S  | SE | SE | SE | SE | S  | S  | SE | SE | SE | S  | SE |  | 1961 - 75        |
| 29 | Σητεία      | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW | NW |  | 1951 - 75        |
| 30 | Σκύρος      | NE | NE | NE | N  | NW | NW | NW | NW | N  | NE | NE | NE |  | 1951 - 77        |
| 31 | Σούδα       | N  | W  | W  | W  | W  | NW | NW | NW | NW | NE | W  | W  |  | 1970 - 75        |
| 32 | Σύρος       | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  |  | 1951 - 71        |
| 33 | Τυμπάκιο    | N  | W  | N  | W  | W  | W  | N  | N  | N  | N  | W  | W  |  | 1961 - 75        |
| 34 | Χανιά       | SE | SW | SW | SW | NW | NW | N  | N  | N  | N  | SW | SW |  | 1953 - 74        |
| 35 | Χίος        | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  | N  |  | 1931-40, 47-73   |
| 36 | Λήμνος      | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE |  | 1932 - 72        |

III Κλιματολογικά στοιχεία

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Πίνακας 10: ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ (m/s) \*

|    | ΣΤΑΘΜΟΣ     | Ι   | Φ   | Μ   | Α   | Μ   | Ι   | Υ   | Α   | Σ   | Ο   | Ν   | Δ   | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| 1  | Αθήνα       | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 2,6 | 2,3 | 2,7 | 3,4 | 3,3 | 2,7 | 2,8 | 2,3 | 2,7 | 2,8        |
| 2  | Αλιζατος    | 1,6 | 1,6 | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,7        |
| 3  | Αραξος      | 5,2 | 2,6 | 3,0 | 2,6 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,1 | 2,6 | 2,1 | 2,8 | 2,7        |
| 4  | Αουραστόλι  | 3,2 | 3,0 | 3,2 | 3,0 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 2,8 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 3,2 | 2,9        |
| 5  | Αρτα        | 5,4 | 5,2 | 5,4 | 4,8 | 4,0 | 3,2 | 2,6 | 2,8 | 3,4 | 3,8 | 4,2 | 4,8 | 4,1        |
| 6  | Ηράκλειο    | 3,8 | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 2,3 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 3,2 | 3,0 | 4,0 | 3,5        |
| 7  | Θεσσαλονίκη | 2,1 | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,9 | 1,9        |
| 8  | Ιεράπετρα   | 3,8 | 3,6 | 4,0 | 3,4 | 2,6 | 3,6 | 4,8 | 5,0 | 4,2 | 3,6 | 2,8 | 3,8 | 3,8        |
| 9  | Ιωάννινα    | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 0,9        |
| 10 | Καλαμάτα    | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,5        |
| 11 | Κέρκυρα     | 2,0 | 2,3 | 2,0 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 1,0 | 1,3 | 2,0 | 2,1 | 1,7        |
| 12 | Κομοτινή    | 3,0 | 2,8 | 3,4 | 2,8 | 2,4 | 2,6 | 3,2 | 3,2 | 3,0 | 3,2 | 2,3 | 2,6 | 2,9        |
| 13 | Κόνιτσα     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -          |
| 14 | Κόρινθος    | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 2,8 | 2,8 | 2,6 | 2,3 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | 2,5        |
| 15 | Κύθηρα      | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,2 | 4,0 | 4,0 | 3,8 | 4,2 | 4,6 | 5,7 | 4,8 | 5,9 | 4,9        |
| 16 | Λαμία       | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,1 | 2,1 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,8        |
| 17 | Λάρισα      | 0,8 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 2,0 | 1,6 | 1,3 | 1,0 | 0,7 | 0,6 | 1,2        |
| 18 | Μεθώνη      | 6,3 | 7,0 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 5,9 | 6,5 | 5,7 | 5,2 | 5,2 | 5,9 | 6,3 | 6,0        |
| 19 | Μήλος       | 6,1 | 5,7 | 5,7 | 4,6 | 3,4 | 3,4 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 5,0 | 4,6 | 5,9 | 4,8        |
| 20 | Μυτιλήνη    | 4,8 | 5,0 | 4,6 | 3,8 | 3,2 | 3,2 | 4,4 | 4,0 | 4,0 | 3,6 | 3,6 | 4,8 | 4,1        |
| 21 | Νάξος       | 7,3 | 7,0 | 7,0 | 6,1 | 5,0 | 5,2 | 6,7 | 6,7 | 7,0 | 6,7 | 5,0 | 6,7 | 6,4        |
| 22 | Νάυος       | 4,4 | 4,6 | 4,2 | 3,4 | 2,1 | 2,4 | 2,8 | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 3,2 | 4,4 | 3,4        |
| 23 | Νάτρα       | 2,6 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,1        |
| 24 | Νύσοι       | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3        |
| 25 | Ρέθυμνο     | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 2,8 | 2,4 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,4 | 2,4 | 3,0 | 3,8 | 2,8        |
| 26 | Ρόδος       | 3,4 | 3,6 | 4,0 | 4,4 | 4,2 | 5,7 | 6,1 | 5,7 | 4,6 | 3,0 | 3,2 | 3,4 | 4,3        |
| 27 | Σάμος       | 4,4 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,0 | 4,8 | 5,7 | 5,2 | 4,4 | 3,6 | 3,8 | 4,6 | 4,6        |
| 28 | Σέρρες      | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 2,0        |
| 29 | Σητεία      | 3,4 | 3,8 | 3,8 | 3,4 | 2,6 | 3,6 | 4,4 | 4,2 | 3,4 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 3,4        |
| 30 | Σκύρος      | 6,7 | 6,7 | 6,5 | 5,2 | 4,0 | 4,6 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,9 | 5,7 | 6,7 | 5,6        |
| 31 | Σούδα       | 3,0 | 3,6 | 3,4 | 3,6 | 3,2 | 3,4 | 3,0 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 1,8 | 2,9        |
| 32 | Σύρος       | 5,2 | 5,0 | 5,2 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 5,7 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 4,4 | 5,2 | 4,9        |
| 33 | Τυμπάκιο    | 2,1 | 2,4 | 3,0 | 2,4 | 2,0 | 2,6 | 4,0 | 3,4 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | 2,1 | 2,5        |
| 34 | Χανιά       | 3,2 | 2,8 | 3,0 | 2,6 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,6 | 2,4        |
| 35 | Χίος        | 4,4 | 4,4 | 4,2 | 3,4 | 3,0 | 3,6 | 4,6 | 4,6 | 4,2 | 3,8 | 3,6 | 4,4 | 4,0        |
| 36 | Αθήναι      | 6,7 | 6,4 | 6,1 | 5,2 | 4,2 | 4,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,9 | 5,7 | 6,4 | 5,5        |

Πίνακας 3: ΜΕΣΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΙΘΡΙΟΤΗΤΑΣ K<sub>T</sub> \*

|             | Ι    | Φ    | Μ    | Α    | Μ    | Ι    | Ι    | Α    | Σ    | Ο    | Ν    | Α    |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Αθήνα       | 0,41 | 0,44 | 0,46 | 0,51 | 0,56 | 0,59 | 0,63 | 0,64 | 0,59 | 0,52 | 0,48 | 0,42 |
| Αλιάρτος    | 0,38 | 0,43 | 0,47 | 0,53 | 0,58 | 0,60 | 0,60 | 0,61 | 0,57 | 0,49 | 0,44 | 0,39 |
| Αραξος      | 0,44 | 0,46 | 0,51 | 0,54 | 0,58 | 0,58 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,53 | 0,48 | 0,42 |
| Αργοστόλι   | 0,45 | 0,46 | 0,50 | 0,52 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,52 | 0,47 | 0,42 |
| Άρτα        | 0,46 | 0,46 | 0,50 | 0,50 | 0,57 | 0,58 | 0,59 | 0,59 | 0,57 | 0,52 | 0,47 | 0,43 |
| Ηράκλειο    | 0,41 | 0,46 | 0,49 | 0,56 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,59 | 0,52 | 0,49 | 0,42 |
| Θεσσαλονίκη | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,47 | 0,51 | 0,54 | 0,59 | 0,57 | 0,53 | 0,46 | 0,41 | 0,38 |
| Ιεράπετρα   | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,57 | 0,59 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,56 | 0,54 | 0,49 |
| Ιωάννινα    | 0,39 | 0,41 | 0,46 | 0,49 | 0,54 | 0,56 | 0,59 | 0,59 | 0,54 | 0,50 | 0,42 | 0,37 |
| Καλαμάτα    | 0,47 | 0,48 | 0,51 | 0,51 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,53 | 0,51 | 0,43 |
| Κέρκυρα     | 0,43 | 0,44 | 0,48 | 0,53 | 0,57 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,57 | 0,52 | 0,45 | 0,41 |
| Κομοτηνή    | 0,42 | 0,43 | 0,45 | 0,50 | 0,53 | 0,57 | 0,59 | 0,59 | 0,56 | 0,50 | 0,43 | 0,41 |
| Κόνιτσα     | 0,43 | 0,42 | 0,48 | 0,47 | 0,54 | 0,55 | 0,59 | 0,59 | 0,54 | 0,49 | 0,45 | 0,43 |
| Κόρινθος    | 0,41 | 0,45 | 0,50 | 0,53 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,52 | 0,48 | 0,43 |
| Κύθηρα      | 0,46 | 0,47 | 0,51 | 0,54 | 0,59 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,54 | 0,49 | 0,44 |
| Λαμία       | 0,40 | 0,42 | 0,49 | 0,53 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,59 | 0,57 | 0,49 | 0,46 | 0,43 |
| Λάρισα      | 0,38 | 0,43 | 0,47 | 0,53 | 0,58 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,57 | 0,49 | 0,46 | 0,39 |
| Μεθώνη      | 0,43 | 0,46 | 0,50 | 0,51 | 0,58 | 0,60 | 0,60 | 0,59 | 0,58 | 0,53 | 0,49 | 0,42 |
| Μήλος       | 0,39 | 0,39 | 0,48 | 0,59 | 0,60 | 0,62 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,52 | 0,49 | 0,39 |
| Μυτιλήνη    | 0,40 | 0,44 | 0,48 | 0,53 | 0,59 | 0,60 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,53 | 0,47 | 0,41 |
| Νάξος       | 0,40 | 0,44 | 0,48 | 0,53 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,53 | 0,48 | 0,42 |
| Πάρος       | 0,41 | 0,46 | 0,50 | 0,56 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,54 | 0,47 | 0,42 |
| Πάτρα       | 0,40 | 0,44 | 0,51 | 0,50 | 0,57 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,57 | 0,51 | 0,44 | 0,42 |
| Πύργος      | 0,47 | 0,47 | 0,52 | 0,52 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,54 | 0,51 | 0,46 |
| Ρέθυμνο     | 0,41 | 0,46 | 0,47 | 0,54 | 0,60 | 0,60 | 0,61 | 0,60 | 0,58 | 0,48 | 0,49 | 0,41 |
| Ρόδος       | 0,45 | 0,48 | 0,53 | 0,58 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,56 | 0,52 | 0,46 |
| Σάμος       | 0,44 | 0,47 | 0,50 | 0,54 | 0,59 | 0,60 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,56 | 0,50 | 0,43 |
| Σέρρες      | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,51 | 0,55 | 0,58 | 0,58 | 0,59 | 0,56 | 0,48 | 0,44 | 0,41 |
| Σητεία      | 0,41 | 0,46 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,52 | 0,49 | 0,42 |
| Σκύρος      | 0,36 | 0,41 | 0,45 | 0,53 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,50 | 0,43 | 0,38 |
| Σούδα       | 0,42 | 0,46 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,59 | 0,51 | 0,49 | 0,43 |
| Σύρος       | 0,41 | 0,48 | 0,49 | 0,58 | 0,60 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,59 | 0,56 | 0,48 | 0,44 |
| Τυμπάκιο    | 0,46 | 0,49 | 0,55 | 0,56 | 0,59 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,56 | 0,52 | 0,47 |
| Χανιά       | 0,41 | 0,46 | 0,49 | 0,55 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,59 | 0,50 | 0,48 | 0,42 |
| Χίος        | 0,41 | 0,44 | 0,49 | 0,54 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,59 | 0,55 | 0,47 | 0,42 |
| Λήμνος      | 0,37 | 0,43 | 0,48 | 0,54 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,52 | 0,44 | 0,38 |

Πίνακας 4: ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ (°C) (24ώρου) \*

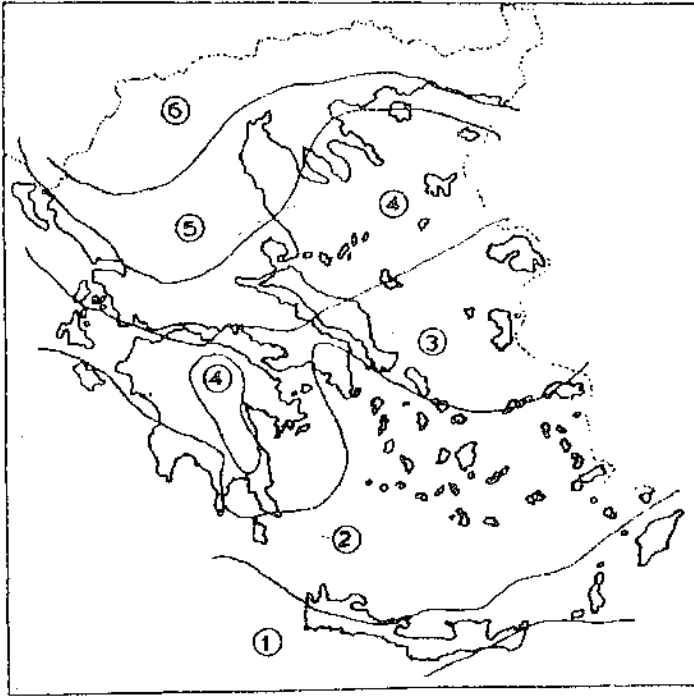
|    | ΣΤΑΘΜΟΣ     | Ι    | Φ    | Μ    | Α    | Μ    | Ι    | Ι    | Α    | Ε    | Ο    | Ν    | Δ    | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ | ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ |
|----|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------------------|
| 1  | Αθήνα       | 9,4  | 10,3 | 11,7 | 15,8 | 20,6 | 25,2 | 27,9 | 27,8 | 23,9 | 18,7 | 15,0 | 11,4 | 18,1       | 1951 - 79        |
| 2  | Αλιαντος    | 5,5  | 7,9  | 9,7  | 13,9 | 19,3 | 23,7 | 25,1 | 24,0 | 21,1 | 16,1 | 11,4 | 7,7  | 15,4       | 1971 - 77        |
| 3  | Αραβος      | 10,3 | 10,7 | 12,2 | 15,5 | 19,9 | 24,1 | 26,7 | 27,1 | 23,8 | 19,2 | 15,1 | 11,9 | 18,0       | 1948 - 75        |
| 4  | Αργασόλι    | 11,4 | 11,5 | 13,0 | 15,9 | 19,9 | 24,1 | 26,6 | 26,5 | 23,6 | 19,8 | 16,1 | 13,0 | 17,0       | 1936-40,50-70    |
| 5  | Αρτα        | 9,0  | 10,0 | 12,2 | 15,7 | 20,1 | 24,6 | 27,5 | 27,0 | 23,4 | 19,0 | 14,4 | 10,4 | 17,8       | 1931-41,55-70    |
| 6  | Ασάκλειο    | 12,3 | 12,5 | 13,8 | 16,8 | 20,4 | 24,4 | 26,4 | 26,4 | 23,6 | 20,3 | 17,2 | 13,9 | 19,0       | 1931-42,47-75    |
| 7  | Θεσσαλονίκη | 5,5  | 7,0  | 9,9  | 14,6 | 19,7 | 24,1 | 26,7 | 16,3 | 22,2 | 16,7 | 11,9 | 7,4  | 16,0       | 1936 - 75        |
| 8  | Ιεράπετρα   | 13,0 | 13,3 | 14,7 | 17,3 | 21,0 | 25,8 | 28,3 | 28,1 | 25,1 | 21,7 | 18,3 | 14,8 | 20,1       | 1931-47,54-70    |
| 9  | Ιωάννινα    | 5,2  | 6,3  | 9,0  | 13,0 | 17,5 | 22,2 | 25,5 | 25,0 | 20,6 | 15,3 | 10,4 | 6,7  | 14,7       | 1931-40,50-73    |
| 10 | Καλαμάτα    | 11,2 | 11,6 | 13,1 | 16,2 | 20,0 | 24,3 | 27,1 | 27,1 | 24,1 | 20,0 | 16,2 | 12,8 | 18,6       | 1931-40,50-70    |
| 11 | Κέοκυρα     | 10,1 | 10,4 | 12,1 | 15,3 | 19,7 | 24,0 | 26,6 | 26,5 | 22,9 | 18,7 | 14,9 | 11,0 | 17,6       | 1931-40,40-73    |
| 12 | Κομοτινή    | 5,3  | 6,0  | 8,3  | 13,4 | 18,6 | 23,1 | 26,1 | 25,8 | 21,2 | 15,6 | 11,0 | 7,3  | 15,1       | 1938-40,52-73    |
| 13 | Κόνιτσα     | 5,2  | 6,3  | 8,8  | 12,9 | 17,2 | 21,4 | 24,6 | 24,5 | 20,5 | 15,5 | 11,0 | 7,0  | 14,6       | 1932-40,55-75    |
| 14 | Κόρινθος    | 10,0 | 10,7 | 12,1 | 15,8 | 20,6 | 25,0 | 27,8 | 27,8 | 24,2 | 19,2 | 15,0 | 11,7 | 18,3       | 1937-40,47-74    |
| 15 | Κύθηρα      | 11,3 | 11,3 | 12,2 | 14,9 | 18,9 | 23,3 | 26,0 | 26,0 | 23,1 | 19,5 | 16,4 | 13,0 | 17,9       | 1931-40,49-73    |
| 16 | Λαμία       | 7,6  | 8,8  | 11,2 | 15,8 | 20,6 | 25,2 | 27,8 | 27,5 | 23,0 | 18,0 | 13,7 | 9,3  | 17,3       | 1931-40,56-73    |
| 17 | Λάρισα      | 5,3  | 7,0  | 9,5  | 14,4 | 19,9 | 25,3 | 28,0 | 27,4 | 22,6 | 16,8 | 11,7 | 6,8  | 16,2       | 1932 - 75        |
| 18 | Μεθώνη      | 11,6 | 12,0 | 13,1 | 16,0 | 19,5 | 23,2 | 25,4 | 26,3 | 24,1 | 20,2 | 16,5 | 13,2 | 18,4       | 1934 - 75        |
| 19 | Μήλος       | 11,0 | 11,2 | 12,3 | 15,5 | 19,6 | 23,5 | 25,4 | 25,4 | 22,6 | 19,3 | 16,0 | 12,7 | 17,8       | 1931-40,47-71    |
| 20 | Μυτιλήνη    | 9,6  | 10,4 | 11,7 | 15,8 | 20,3 | 24,8 | 27,1 | 26,5 | 23,0 | 18,7 | 14,6 | 11,3 | 17,8       | 1936-42,52-75    |
| 21 | Νάξος       | 12,4 | 12,5 | 13,4 | 16,3 | 19,6 | 23,2 | 24,8 | 25,0 | 22,7 | 19,9 | 16,9 | 14,1 | 18,4       | 1931-40,55-75    |
| 22 | Πάρος       | 11,5 | 12,1 | 13,1 | 16,4 | 20,3 | 24,0 | 25,5 | 25,5 | 22,9 | 19,1 | 16,5 | 13,5 | 18,4       | 1946 - 72        |
| 23 | Πάτρα       | 9,8  | 10,4 | 12,1 | 15,8 | 19,9 | 23,9 | 26,5 | 26,7 | 23,4 | 19,0 | 14,7 | 11,2 | 17,8       | 1931 - 70        |
| 24 | Πύργος      | 10,5 | 11,0 | 12,6 | 15,8 | 19,9 | 24,2 | 26,9 | 27,1 | 24,0 | 19,6 | 15,4 | 11,9 | 18,2       | 1932-41,43-75    |
| 25 | Ρέθυμνο     | 12,9 | 13,2 | 14,4 | 17,0 | 20,7 | 24,9 | 26,8 | 27,0 | 24,4 | 20,9 | 17,9 | 14,9 | 19,6       | 1957 - 75        |
| 26 | Ρόδος       | 11,4 | 11,9 | 13,4 | 16,9 | 20,6 | 25,0 | 27,2 | 27,5 | 24,8 | 20,4 | 16,2 | 13,0 | 19,0       | 1950 - 75        |
| 27 | Σάμος       | 10,9 | 11,2 | 12,8 | 16,3 | 20,4 | 24,4 | 26,5 | 26,4 | 23,8 | 19,7 | 16,1 | 12,8 | 18,4       | 1931-40,46-75    |
| 28 | Σέριες      | 4,0  | 6,2  | 9,4  | 14,5 | 19,7 | 24,1 | 26,8 | 24,4 | 21,7 | 16,2 | 10,6 | 5,6  | 15,2       | 1931-40,56-75    |
| 29 | Σητεία      | 12,8 | 13,0 | 14,1 | 17,1 | 20,9 | 24,6 | 26,4 | 26,5 | 24,2 | 20,9 | 17,8 | 14,5 | 19,4       | 1935-43,46-75    |
| 30 | Σκύρος      | 9,9  | 10,3 | 11,4 | 15,0 | 19,4 | 23,5 | 25,6 | 25,3 | 22,0 | 18,5 | 15,0 | 11,6 | 17,3       | 1932 - 71        |
| 31 | Σούδα       | 10,8 | 11,1 | 12,7 | 15,7 | 20,1 | 24,3 | 26,3 | 26,0 | 22,9 | 19,0 | 15,9 | 12,8 | 18,1       | 1959 - 75        |
| 32 | Σύρος       | 11,5 | 11,9 | 12,8 | 16,0 | 19,6 | 24,2 | 26,5 | 26,2 | 23,5 | 20,0 | 16,4 | 13,2 | 18,5       | 1931-44,63-71    |
| 33 | Τυμπάκιο    | 11,8 | 12,2 | 13,7 | 16,6 | 20,7 | 25,0 | 27,6 | 27,3 | 24,3 | 20,1 | 16,5 | 13,4 | 19,1       | 1961 - 79        |
| 34 | Χανιά       | 11,9 | 12,2 | 13,5 | 16,4 | 20,4 | 24,7 | 26,9 | 26,7 | 23,6 | 20,0 | 16,9 | 13,6 | 18,9       | 1931-40,45-71    |
| 35 | Χίος        | 10,6 | 10,8 | 12,2 | 16,1 | 20,8 | 25,5 | 27,0 | 26,7 | 23,1 | 18,8 | 15,5 | 12,1 | 18,3       | 1932-40,51-71    |
| 36 | Αθήνος      | 8,5  | 9,1  | 10,5 | 14,7 | 19,2 | 23,6 | 26,2 | 26,1 | 22,5 | 17,7 | 14,0 | 10,5 | 16,9       | 1932 - 72        |

Πίνακας 2: ΟΛΙΚΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (kWh/m<sup>2</sup>.m.) \*

| ΓΡΑΜΜΟΣ       | ΜΕΣΟΣ |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    | ΣΥΝΟΛΟ |       |
|---------------|-------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--------|-------|
|               | Ι     | Φ  | Μ   | Α   | Μ   | Ι   | Ι   | Α   | Σ   | Ο   | Ν  | Δ  |        | ΟΡΟΣ  |
| 1 Αθήνα       | 58    | 74 | 110 | 147 | 190 | 204 | 219 | 202 | 149 | 104 | 70 | 54 | 132    | 1.581 |
| 2 Αλιανός     | 51    | 70 | 114 | 158 | 206 | 216 | 220 | 204 | 153 | 102 | 66 | 49 | 134    | 1.609 |
| 3 Αραβός      | 59    | 75 | 123 | 160 | 204 | 211 | 220 | 200 | 155 | 111 | 71 | 53 | 136    | 1.641 |
| 4 Αργιστόλι   | 61    | 76 | 122 | 155 | 208 | 218 | 222 | 199 | 155 | 110 | 71 | 53 | 137    | 1.650 |
| 5 Άρτα        | 60    | 72 | 119 | 148 | 202 | 212 | 219 | 198 | 151 | 108 | 68 | 52 | 134    | 1.609 |
| 6 Ηράκλειο    | 62    | 80 | 124 | 170 | 212 | 220 | 224 | 204 | 163 | 115 | 79 | 60 | 142    | 1.713 |
| 7 Θεσσαλονίκη | 49    | 64 | 96  | 135 | 174 | 186 | 205 | 178 | 131 | 87  | 55 | 44 | 117    | 1.401 |
| 8 Ιεράπετρα   | 73    | 89 | 137 | 174 | 210 | 220 | 224 | 205 | 165 | 125 | 89 | 69 | 148    | 1.780 |
| 9 Ιωάννινα    | 50    | 65 | 108 | 143 | 189 | 203 | 217 | 195 | 143 | 101 | 61 | 44 | 126    | 1.519 |
| 10 Καλαμάτα   | 66    | 80 | 127 | 154 | 210 | 218 | 222 | 201 | 157 | 114 | 78 | 56 | 140    | 1.687 |
| 11 Κέρκυρα    | 55    | 70 | 114 | 155 | 202 | 216 | 222 | 198 | 150 | 105 | 64 | 49 | 133    | 1.600 |
| 12 Κομοτηνή   | 50    | 65 | 105 | 145 | 188 | 209 | 215 | 193 | 145 | 99  | 58 | 45 | 126    | 1.517 |
| 13 Κόνιτσα    | 53    | 65 | 112 | 138 | 190 | 200 | 216 | 194 | 141 | 99  | 63 | 50 | 126    | 1.521 |
| 14 Κόρινθος   | 57    | 75 | 122 | 157 | 206 | 215 | 219 | 199 | 155 | 111 | 73 | 55 | 137    | 1.644 |
| 15 Κύθηρα     | 68    | 81 | 127 | 161 | 210 | 220 | 223 | 204 | 160 | 117 | 78 | 60 | 142    | 1.709 |
| 16 Λαμία      | 54    | 68 | 117 | 155 | 204 | 215 | 219 | 198 | 151 | 102 | 68 | 53 | 133    | 1.604 |
| 17 Λάρισα     | 49    | 68 | 112 | 155 | 203 | 212 | 219 | 198 | 150 | 100 | 65 | 46 | 131    | 1.577 |
| 18 Μεθώνη     | 62    | 78 | 125 | 155 | 207 | 215 | 220 | 199 | 157 | 116 | 77 | 57 | 139    | 1.668 |
| 19 Μήλος      | 56    | 67 | 120 | 175 | 213 | 223 | 226 | 205 | 164 | 112 | 77 | 52 | 140    | 1.690 |
| 20 Μυτιλήνη   | 52    | 70 | 113 | 156 | 209 | 219 | 223 | 201 | 156 | 109 | 67 | 50 | 135    | 1.624 |
| 21 Νάξος      | 56    | 74 | 119 | 160 | 206 | 215 | 219 | 199 | 158 | 113 | 74 | 55 | 137    | 1.648 |
| 22 Πάρος      | 60    | 80 | 125 | 168 | 211 | 220 | 223 | 202 | 160 | 117 | 75 | 58 | 141    | 1.699 |
| 23 Πάτρα      | 55    | 72 | 124 | 147 | 200 | 215 | 218 | 197 | 153 | 107 | 66 | 53 | 133    | 1.607 |
| 24 Πύργος     | 65    | 78 | 128 | 155 | 208 | 216 | 220 | 199 | 156 | 115 | 77 | 60 | 139    | 1.677 |
| 25 Ρεθύμνο    | 62    | 81 | 119 | 164 | 211 | 218 | 223 | 204 | 160 | 106 | 81 | 58 | 140    | 1.687 |
| 26 Ρόδος      | 65    | 81 | 133 | 173 | 211 | 220 | 224 | 204 | 163 | 123 | 82 | 60 | 144    | 1.739 |
| 27 Σάμος      | 61    | 79 | 124 | 162 | 208 | 220 | 223 | 202 | 160 | 118 | 76 | 55 | 140    | 1.688 |
| 28 Σέρρες     | 48    | 64 | 109 | 148 | 192 | 210 | 215 | 193 | 145 | 95  | 59 | 45 | 126    | 1.523 |
| 29 Σπείρια    | 63    | 80 | 128 | 167 | 211 | 220 | 223 | 204 | 163 | 116 | 81 | 60 | 143    | 1.716 |
| 30 Σκύρος     | 48    | 67 | 108 | 157 | 207 | 217 | 222 | 199 | 153 | 103 | 63 | 47 | 132    | 1.591 |
| 31 Σούδα      | 62    | 80 | 125 | 167 | 212 | 219 | 224 | 205 | 163 | 112 | 79 | 59 | 142    | 1.707 |
| 32 Σύρος      | 58    | 80 | 121 | 172 | 212 | 219 | 225 | 204 | 160 | 119 | 74 | 57 | 141    | 1.701 |
| 33 Τυμπάκιο   | 70    | 87 | 139 | 170 | 210 | 220 | 224 | 206 | 165 | 126 | 86 | 67 | 147    | 1.776 |
| 34 Χανιά      | 62    | 80 | 124 | 167 | 212 | 220 | 225 | 205 | 161 | 111 | 78 | 59 | 142    | 1.704 |
| 35 Χίος       | 55    | 72 | 119 | 161 | 210 | 220 | 225 | 203 | 159 | 116 | 71 | 53 | 138    | 1.664 |
| 36 Ξάνθος     | 47    | 67 | 112 | 157 | 205 | 215 | 219 | 198 | 152 | 105 | 62 | 45 | 132    | 1.581 |

Πίνακας 1: ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ ΣΕ ΩΡΕΣ/ΜΗΝΑ [h/m<sup>2</sup>] \*

| ΣΤΑΘΜΟΣ       | Ι     | Φ     | Μ     | Α     | Μ     | Ι     | Ι     | Α     | Ε     | Ο     | Ν     | Δ     | ΕΤΗΣΙΟ<br>ΣΥΝΘΑΘ | ΠΕΡΙΟΔΟΣ  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-----------|
| 1 Αθήνα       | 123,2 | 136,9 | 180,4 | 232,5 | 302,3 | 334,5 | 372,7 | 356,6 | 276,5 | 210,9 | 161,8 | 127,2 | 2.818            | 1960 - 78 |
| 2 Αλιζατος    | 85,9  | 108,5 | 152,5 | 212,0 | 286,1 | 317,3 | 337,1 | 379,1 | 346,3 | 170,8 | 127,7 | 96,6  | 2.526            | 1966 - 78 |
| 3 Αραβος      | 128,5 | 131,8 | 185,3 | 221,9 | 283,1 | 298,1 | 343,6 | 338,9 | 271,3 | 207,7 | 154,6 | 120,8 | 2.686            | 1961 - 78 |
| 4 Αργασσόλι   | 136,4 | 133,3 | 183,5 | 206,9 | 303,4 | 340,5 | 367,4 | 347,0 | 269,4 | 203,5 | 153,2 | 119,8 | 2.766            | 1972 - 78 |
| 5 Άρτα        | 144,5 | 128,0 | 182,9 | 192,3 | 276,9 | 307,7 | 348,2 | 336,6 | 259,1 | 203,8 | 150,2 | 127,4 | 2.658            | 1973 - 78 |
| 6 Ηράκλειο    | 108,8 | 128,4 | 170,3 | 234,5 | 314,3 | 353,3 | 398,7 | 356,7 | 285,2 | 197,2 | 161,5 | 121,1 | 2.816            | 1961 - 78 |
| 7 Θεσσαλονίκη | 106,3 | 120,7 | 152,6 | 209,4 | 268,9 | 292,3 | 342,4 | 306,1 | 236,5 | 171,1 | 119,8 | 100,5 | 2.429            | 1960 - 78 |
| 8 Γεράπετρα   | 157,3 | 161,5 | 213,9 | 243,8 | 309,2 | 359,2 | 386,0 | 369,8 | 301,6 | 239,0 | 202,1 | 164,5 | 3.108            | 1968 - 78 |
| 9 Γωάννινα    | 93,8  | 97,6  | 145,6 | 177,2 | 244,2 | 269,1 | 319,5 | 299,0 | 222,6 | 179,4 | 117,0 | 86,7  | 2.252            | 1968 - 78 |
| 10 Καλαμάτα   | 148,9 | 142,5 | 193,6 | 199,2 | 307,9 | 344,4 | 366,3 | 344,2 | 272,0 | 209,7 | 176,1 | 122,4 | 2.827            | 1972 - 78 |
| 11 Κέκκορα    | 126,4 | 119,4 | 168,0 | 211,9 | 277,9 | 329,6 | 371,7 | 340,5 | 257,6 | 198,6 | 134,6 | 111,8 | 2.642            | 1961 - 78 |
| 12 Κομοτηνή   | 113,4 | 111,1 | 142,9 | 191,7 | 247,5 | 297,4 | 316,5 | 303,7 | 237,4 | 186,1 | 124,0 | 110,0 | 2.372            | 1972 - 78 |
| 13 Κόνιτσα    | 117,2 | 105,1 | 160,9 | 163,3 | 242,1 | 263,4 | 311,6 | 299,0 | 219,7 | 173,4 | 135,9 | 123,2 | 2.315            | 1971 - 78 |
| 14 Κόρινθος   | 109,1 | 124,4 | 175,6 | 210,5 | 292,4 | 321,9 | 344,4 | 335,4 | 263,0 | 199,3 | 157,4 | 123,7 | 2.661            | 1971 - 78 |
| 15 Κύθηρα     | 146,1 | 138,9 | 184,7 | 215,2 | 299,9 | 350,4 | 364,7 | 345,1 | 277,5 | 212,7 | 164,5 | 131,1 | 2.831            | 1971 - 78 |
| 16 Λαμία      | 103,9 | 105,6 | 169,9 | 209,6 | 280,9 | 320,8 | 336,3 | 321,4 | 241,8 | 175,0 | 143,1 | 124,0 | 2.532            | 1971 - 78 |
| 17 Λάρισα     | 89,4  | 109,7 | 159,1 | 213,1 | 279,8 | 300,2 | 333,1 | 322,5 | 243,6 | 176,0 | 140,6 | 95,9  | 2.463            | 1968 - 78 |
| 18 Μεθώνη     | 121,3 | 129,3 | 183,9 | 199,7 | 290,8 | 326,1 | 354,1 | 331,6 | 254,9 | 210,9 | 164,6 | 119,8 | 2.697            | 1968 - 78 |
| 19 Μήλος      | 93,7  | 87,6  | 166,5 | 260,3 | 327,0 | 389,2 | 424,0 | 399,4 | 320,6 | 195,4 | 161,9 | 95,8  | 2.921            | 1961 - 69 |
| 20 Μυτιλήνη   | 102,8 | 116,0 | 161,3 | 213,3 | 305,1 | 343,8 | 382,7 | 357,1 | 294,6 | 207,0 | 146,7 | 111,2 | 2.732            | 1968 - 78 |
| 21 Νάξος      | 101,3 | 118,3 | 167,5 | 215,5 | 285,8 | 319,5 | 340,9 | 327,4 | 273,8 | 206,3 | 156,0 | 117,8 | 2.630            | 1961 - 78 |
| 22 Πάρος      | 111,3 | 134,8 | 183,1 | 236,9 | 319,5 | 359,8 | 377,7 | 349,8 | 282,4 | 212,0 | 153,5 | 119,9 | 2.841            | 1957 - 76 |
| 23 Πάτρα      | 104,8 | 117,4 | 190,5 | 186,0 | 272,4 | 323,1 | 334,1 | 313,5 | 254,2 | 193,8 | 132,2 | 117,1 | 2.539            | 1971 - 78 |
| 24 Πύργος     | 148,1 | 137,0 | 199,3 | 207,1 | 305,8 | 338,5 | 364,8 | 345,4 | 275,2 | 215,4 | 176,5 | 146,5 | 2.857            | 1972 - 78 |
| 25 Ρέθυμνο    | 110,8 | 132,3 | 137,0 | 218,0 | 309,0 | 335,0 | 373,1 | 350,2 | 263,7 | 166,1 | 165,8 | 112,9 | 2.694            | 1968 - 72 |
| 26 Ρόδος      | 135,7 | 142,0 | 206,0 | 246,7 | 314,5 | 355,5 | 387,1 | 373,3 | 313,6 | 239,6 | 184,4 | 142,1 | 3.041            | 1961 - 78 |
| 27 Σάμος      | 129,3 | 139,2 | 182,9 | 224,6 | 299,3 | 348,7 | 377,6 | 356,3 | 300,5 | 230,6 | 168,4 | 122,4 | 2.880            | 1959 - 76 |
| 28 Σέρρες     | 101,5 | 108,0 | 157,8 | 198,8 | 260,2 | 293,0 | 321,3 | 307,9 | 235,5 | 172,6 | 128,0 | 110,9 | 2.396            | 1971 - 78 |
| 29 Σητεία     | 112,6 | 129,2 | 182,5 | 229,2 | 309,3 | 348,8 | 378,3 | 348,4 | 282,6 | 200,3 | 166,1 | 118,7 | 2.606            | 1961 - 78 |
| 30 Εκύρος     | 77,0  | 100,8 | 140,8 | 214,0 | 300,0 | 337,9 | 363,6 | 341,5 | 260,6 | 180,8 | 124,1 | 92,5  | 2.534            | 1967 - 78 |
| 31 Σούδα      | 112,7 | 131,7 | 177,2 | 229,5 | 313,1 | 335,8 | 371,9 | 365,6 | 284,3 | 187,2 | 161,5 | 120,7 | 2.791            | 1961 - 78 |
| 32 Έβρος      | 110,6 | 142,0 | 175,4 | 248,8 | 321,6 | 342,0 | 387,3 | 361,5 | 289,7 | 230,7 | 157,3 | 127,8 | 2.895            | 1964 - 70 |
| 33 Τυμπάκιο   | 146,4 | 152,3 | 218,4 | 234,8 | 304,5 | 351,7 | 376,7 | 374,2 | 296,4 | 235,7 | 186,9 | 150,7 | 3.029            | 1970 - 78 |
| 34 Χανιά      | 111,7 | 128,9 | 174,4 | 228,5 | 314,2 | 357,8 | 391,7 | 368,4 | 276,3 | 183,8 | 157,7 | 115,4 | 2.809            | 1952 - 78 |
| 35 Χίος       | 107,7 | 119,8 | 176,3 | 225,4 | 318,6 | 359,3 | 391,3 | 367,3 | 293,8 | 222,5 | 153,5 | 118,7 | 2.854            | 1960 - 78 |
| 36 Άθιμος     | 82,0  | 110,7 | 162,1 | 221,7 | 294,4 | 326,7 | 344,7 | 338,4 | 264,9 | 197,8 | 127,6 | 94,6  | 2.566            | 1961 - 78 |



ΣΧΗΜΑ 4.1. Χωρισμός της χώρας σε ζώνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1  
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΟΛΕΩΝ ΣΕ ΖΩΝΕΣ

| 1         | 2        | 3         | 4       | 5           | 6        |
|-----------|----------|-----------|---------|-------------|----------|
| Ήρακλειο  | Αθήνα    | Αργοστόλι | Άρτα    | Θεσσαλονίκη | Ιωάννινα |
| Ιεράπετρα | Καλαμάτα | Κόρινθος  | Κέρκυρα | Καβάλα      | Κομοτινή |
| Ρόδος     | Νάξος    | Μυτιλήνη  | Λαμία   | Κατερίνη    | Κόνιτσα  |
| Σητεία    | Σάμος    | Πάτρα     | Λήμνος  | Λάρισα      | Σέρρες   |
| Χανιά     | Σύρος    | Χίος      |         |             |          |

## ΚΥΡΙΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΖΩΝΩΝ

α. ΟΛΙΚΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (MJ/m<sup>2</sup> mo) (1)

| ΖΩΝΗ | Ι   | Φ   | Μ   | Α   | Μ   | Ι   | Ι   | Α   | Σ   | Ο   | Ν   | Δ   | Μ.Ο. | ΣΥΝΟΛΟ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|
| 1    | 230 | 277 | 439 | 558 | 706 | 770 | 817 | 760 | 598 | 421 | 284 | 220 | 507  | 6080   |
| 2    | 230 | 274 | 418 | 493 | 691 | 752 | 781 | 713 | 536 | 382 | 270 | 198 | 478  | 5738   |
| 3    | 220 | 259 | 400 | 493 | 684 | 745 | 781 | 713 | 526 | 367 | 241 | 187 | 468  | 5616   |
| 4    | 194 | 234 | 371 | 493 | 644 | 724 | 781 | 695 | 504 | 349 | 220 | 173 | 449  | 5381   |
| 5    | 169 | 223 | 360 | 493 | 644 | 680 | 727 | 670 | 486 | 328 | 220 | 162 | 430  | 5162   |
| 6    | 169 | 216 | 349 | 468 | 612 | 666 | 706 | 641 | 464 | 313 | 202 | 162 | 414  | 4968   |

## β. ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ 24ΩΡΟΥ (°C)

| ΖΩΝΗ | Ι  | Φ  | Μ  | Α  | Μ  | Ι  | Ι  | Α  | Σ  | Ο  | Ν  | Δ  | Μ.Ο. |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| 1    | 13 | 13 | 15 | 17 | 21 | 26 | 28 | 28 | 25 | 22 | 18 | 15 | 20   |
| 2    | 11 | 12 | 13 | 16 | 20 | 25 | 27 | 27 | 24 | 20 | 16 | 13 | 19   |
| 3    | 11 | 12 | 13 | 16 | 20 | 25 | 27 | 27 | 24 | 20 | 16 | 13 | 19   |
| 4    | 8  | 9  | 11 | 16 | 20 | 25 | 27 | 27 | 23 | 18 | 14 | 9  | 17   |
| 5    | 5  | 7  | 10 | 14 | 20 | 24 | 27 | 27 | 23 | 17 | 12 | 7  | 16   |
| 6    | 4  | 6  | 9  | 15 | 20 | 24 | 27 | 24 | 22 | 16 | 11 | 6  | 15   |

## γ. ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ (°C)

| ΖΩΝΗ | Ι  | Φ  | Μ  | Α  | Μ  | Ι  | Ι  | Α  | Σ  | Ο  | Ν  | Δ  | Μ.Ο. |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| 1    | 14 | 14 | 16 | 18 | 22 | 27 | 30 | 29 | 26 | 23 | 19 | 16 | 21   |
| 2    | 13 | 13 | 15 | 18 | 22 | 27 | 29 | 29 | 26 | 22 | 18 | 14 | 19   |
| 3    | 12 | 13 | 14 | 18 | 21 | 27 | 29 | 29 | 25 | 21 | 17 | 14 | 19   |
| 4    | 9  | 10 | 13 | 17 | 21 | 27 | 29 | 29 | 25 | 19 | 15 | 10 | 16   |
| 5    | 7  | 9  | 11 | 16 | 21 | 26 | 29 | 28 | 25 | 19 | 13 | 8  | 16   |
| 6    | 5  | 8  | 11 | 16 | 21 | 26 | 29 | 27 | 24 | 18 | 12 | 7  | 17   |

## δ. ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ 18°C

| ΖΩΝΗ | Ι   | Φ   | Μ   | Α   | Μ  | Ι | Ι | Α | Σ | Ο  | Ν   | Δ   | ΣΥΝΟΛΟ |
|------|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|---|----|-----|-----|--------|
| 1    | 127 | 147 | 131 | 78  | -  | - | - | - | - | 10 | 52  | 130 | 790    |
| 2    | 264 | 224 | 196 | 85  | 10 | - | - | - | - | 29 | 96  | 206 | 1110   |
| 3    | 281 | 225 | 205 | 121 | 14 | - | - | - | - | 46 | 129 | 246 | 1567   |
| 4    | 310 | 263 | 251 | 128 | 25 | - | - | - | - | 65 | 166 | 277 | 1785   |
| 5    | 396 | 313 | 268 | 130 | 23 | - | - | - | - | 70 | 187 | 388 | 1925   |
| 6    | 405 | 349 | 300 | 189 | 69 | - | - | - | - | 73 | 276 | 404 | 2015   |

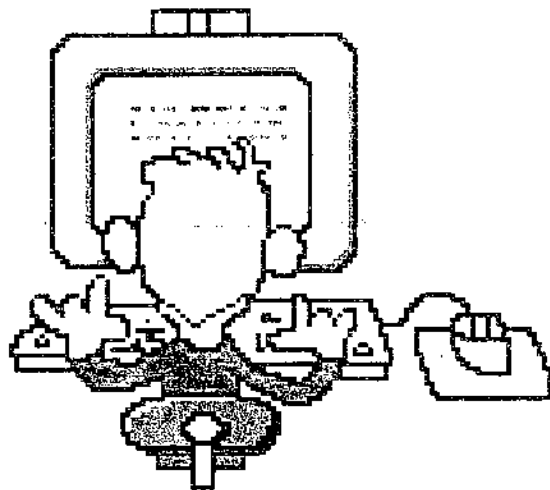


Γεωγραφικά πλάτη ( $\phi$ ) και μήκη ( $L_{loc}$ ) κυριότερων αστικών κέντρων της χώρας

|                | $\phi$ | $L_{loc}$ |           | $\phi$ | $L_{loc}$ |
|----------------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|
| Άγιος Νικόλαος | 35.9   | 25.43     | Κόρινθος  | 37.56  | 22.57     |
| Άγρίνιο        | 38.38  | 21.24     | Λαμία     | 38.54  | 22.26     |
| Αθήνα          | 37.59  | 23.43     | Λάρισα    | 39.38  | 22.25     |
| Αλεξανδρούπολη | 40.52  | 25.53     | Λειβαδιά  | 38.26  | 22.53     |
| Αργος          | 37.38  | 22.44     | Λευκάδα   | 38.50  | 20.42     |
| Αργοστόλι      | 38.11  | 20.29     | Μυτιλήνη  | 39.6   | 26.33     |
| Αργα           | 39.9   | 20.59     | Ναύπλιον  | 37.35  | 22.48     |
| Βέροια         | 40.32  | 22.13     | Ξάνθη I   | 41.9   | 24.54     |
| Βόλος          | 39.22  | 22.56     | Ορεστιάδα | 41.31  | 26.32     |
| Δράμα          | 41.9   | 24.1      | Πάτρα     | 38.15  | 21.44     |
| Ζάκυνθος       | 37.47  | 20.54     | Πειραιάς  | 37.57  | 23.39     |
| Γράκλειο       | 35.20  | 25.8      | Πρέβεζα   | 38.57  | 20.45     |
| Θεσσαλονίκη    | 40.38  | 22.58     | Πύργος    | 37.41  | 21.26     |
| Ψάννινα        | 39.40  | 20.51     | Ρέθυμνο   | 35.23  | 24.29     |
| Καβάλα         | 40.57  | 24.25     | Ρόδος     | 36.27  | 28.13     |
| Καλαμάτα       | 37.3   | 22.7      | Σέρρες    | 41.6   | 23.33     |
| Καρδίτσα       | 39.22  | 21.55     | Σπάρτη    | 37.5   | 22.26     |
| Καστοριά       | 40.32  | 21.16     | Τρίκαλα   | 39.33  | 21.46     |
| Κατερίνη       | 40.17  | 22.31     | Τρίπολη   | 37.31  | 22.22     |
| Κέρκυρα        | 39.37  | 19.55     | Φλώρινα   | 40.47  | 21.25     |
| Κιλκίς         | 41.0   | 22.53     | Χαλκίδα   | 35.28  | 23.36     |
| Κοζάνη         | 40.19  | 21.48     | Χανιά     | 35.31  | 24.1      |
| Κομοτηνή       | 41.7   | 25.25     | Χίος      | 38.22  | 26.8      |



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ☉ Φωτοβολταϊκή τεχνολογία [ Καγκαράκης ] εκδ. Συμμετρία 1992
- ☉ Ήπιες Μορφές Ενέργειας I –Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας [ Dr. Καπλάνη Σωκράτη Τ.Ε.Ι. Πάτρας ] εκδ. ΙΩΝ ISBN. 960-411-429-8
- ☉ Ήπιες Μορφές Ενέργειας III –Φωτοβολταϊκά Συστήματα Τεχνολογία Μελέτες Εφαρμογές [ Dr. Καπλάνη Σωκράτη Τ.Ε.Ι. Πάτρας ] εκδ. ΙΩΝ ISBN. 960-411-431-X
- ☉ Σύγχρονες εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα [ Παπαθανασίου Ν. και Γκουλιάρης Πατρ. – Compel Ltd ]
- ☉ Θερμοκρασιακά χαρακτηριστικά 35 Ελληνικών Πόλεων [ Δ.Α. Κουρεμένου – Κ.Π.Αντωνόπουλου] β' έκδοση Αθήνα 1993
- ☉ Photovoltaics in Buildings. A design guide – [ Max Fordham & Partners in Association with Feilden Clegg Architects ]
- ☉ Ηλιακή Ενέργεια. Συνιστώσες της ηλιακής θερμικής διαδικασίας [Ανδρέας Μοσχάτος] Τ.Ε.Ε.
- ☉ Άρθρο στο περιοδικό "ΚΤΙΡΙΟ" με θέμα "Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία- Ηλιακή ενέργεια από το ηλιακό φως" [ Ερωτ. Τσίγκα (Μηχ. Ηλεκτρολόγου)]
- ☉ Άρθρο στο περιοδικό "ΚΤΙΡΙΟ" με θέμα "Φωτοβολταϊκά στοιχεία δωματίων" [Παρουσίαση τεχν. τμήματος περιοδικού "ΚΤΙΡΙΟ"]
- ☉ ΤΕΙ Πάτρας –Εργαστήριο Η.Μ.Ε. Θέμα εργασίας "Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία" 1999[ Κερώσης Χρήστος, Τσούρας Παναγιώτης ]
- ☉ PV F-CHART (User 's Manual) IBM compatible version
- ☉ Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (Πολυτεχνείο Κρήτης τμήμα ηλεκτρονικών μηχανικών & μηχανικών υπολογιστών)
- ☉ Solar Electricity [ Edited by Tomas Markvart – John Wiley & sons] ISBN.0-471-94161-1
- ☉ Άρθρο στο περιοδικό "ΚΤΙΡΙΟ" με θέμα "Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος σε βιομηχανικό κτίριο στην Κρήτη" [ Φ. Γκουλιारा(Υπεύθυνος ενεργειακών εφαρμογών της COMPEL SOLAR)]
- ☉ Συγκριτικές καταναλώσεις οικιακών συσκευών για ορθολογική χρήση (Υπουργείο Ανάπτυξης- Δ.Ε.Η.)

- ☉ Μετατροπή της Ηλιακής Ενέργειας σε Ηλεκτρική με Φωτοβολταϊκά Συστήματα [Α. Νεοκλέους M.Sc - Σ.Π. Κωνσταντινίδη M.Sc., M.Ed.] εκδόσεις ΙΩΝ
- ☉ Άρθρο στο περιοδικό "ΚΤΙΡΙΟ" με θέμα "Φωτοβολταϊκά στοιχεία στις στέγες" [ Π. Σκαρλάτος(Αρχιτέκτονας μηχαν.) ]
- ☉ Άρθρο στο περιοδικό "ΚΤΙΡΙΟ" με θέμα "Φωτοβολταϊκά στοιχεία επένδυσης" [Παρουσίαση τεχν. τμήματος περιοδικού "ΚΤΙΡΙΟ"]
- ☉ Εξοικονόμηση Ενέργειας & Διαχείριση Ενέργειας [ Κτενιαδάκης Μιχ. (Επικ. Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου)] Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου 1999
- ☉ Ηλεκτρικές Πηγές Ενέργειας και περιβάλλον [Schwaler - Cilberti] εκδ. ΙΩΝ ISBN. 960-405-934-3
- ☉ Το Φωτοβολταϊκό Στοιχείο – Η τεχνολογία της φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας [ Φραγκιαδάκης Γιάννης (καθηγητής Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου)] Ηράκλειο 1999
- ☉ Πτυχιακή εργασία. Ανάπτυξη μοντέλων διαστασιολόγησης PV-διάταξης τύπου: αυτόνομης, σε συνεργασία με μηχανή Diesel και αποθήκευση ενέργειας σε συσσωρευτές για κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων μιας κατοικίας [ Παπαναστασίου Ν.(σπουδαστής Τ.Ε.Ι. Πάτρας )- Εισηγητής Dr.Καπλάνης Σωκράτης (καθηγητής εργ. Η.Μ.Ε. Τ.Ε.Ι. Πάτρας)]
- ☉ Εφαρμογές Της Ηλιακής Ενέργειας – Υπολογισμός και σχεδίαση συστημάτων [ Ευθ. Η. Βαζαΐος ( Διπλ. Μηχ. Ηλεκτρ.- Επιστ. Συνεργ. ΕΜΠ)] γ' εκδ. 1987
- ☉ Solar cells [C. Hu and R.M. White Mc Graw – Hill] 1983
- ☉ Electric Vehicles and solar Energy. "The solution for the future" Research and development program at the University of South Florida
- ☉ Ενέργεια με Φωτοβολταϊκά συστήματα [ Νεοκλέους Α. Κωνσταντινίδη Σ.] εκδ. ΙΩΝ ISBN. 960-405-288-8
- ☉ Αυτόνομες Εφαρμογές Ηλιακής Ενέργειας Μικρού & Μεγάλου Μεγέθους [ Μαλάμη Β.] εκδ. ΙΩΝ ISBN. 960-405-896-7
- ☉ Άρθρο στο περιοδικό "ΚΤΙΡΙΟ" με θέμα "Συστήματα όψεων με φωτοβολταϊκά στοιχεία" [Παρουσίαση τεχν. τμήματος περιοδικού "ΚΤΙΡΙΟ"]
- ☉ Εφαρμοσμένη φωτοτεχνία & Ηλεκτρικές οικιακές συσκευές [ Τούλογλου Σ.] εκδ. ΙΩΝ ISBN. 960-405-841-X
- ☉ Περιοδικό Μεσόγειος SOS. Αφιέρωμα Ενέργεια. Τεύχος 39 / Απρ.-Ιουν.2003

☉ Φωτοτεχνία ηλεκτρικές συσκευές [Φιλίππου Δημόπουλου Διπλ. Ηλ / γου - Μηχ / γου Ε.Μ.Π.]

## ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ

⊕ Εφαρμογές Ηλιακής Ενέργειας (Από το εργαστ. Η.Μ.Ε. του Τ.Ε.Ι. Πάτρας) Πάτρα 1987

⊕ 2<sup>ο</sup> Εθνικό συνέδριο. Η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. "Προτεραιότητες σε συνθήκες απελευθερωμένης αγοράς" (Από τη μονάδα Α.Π.Ε. – Ε.Μ.Π.) Αθήνα 2001

⊕ Διημερίδα – Σεμινάριο κατάρτισης Α.Π.Ε. και κτίριο. "Φωτοβολταϊκά εφαρμογές στα κτίρια [ Τσιλιγκιρίδης Γ. Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός – Λέκτορας ΑΠΘ ]( Από το τμήμα μηχανολόγων & αεροναυπηγών μηχανικών Πανεπιστημίου Πατρών)

⊕ 7<sup>ο</sup> Εθνικό συνέδριο "Ήπιες μορφές ενέργειας" (Από το Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής) Πάτρα 2002

⊕ Διημερίδα "Ενέργεια ανάπτυξη και ποιότητα ζωής στην Δυτική Ελλάδα" (Από το Τ.Ε.Ε. Δυτικής Πελοποννήσου) Πάτρα 2003

⊕ 3<sup>ο</sup> Εθνικό Συνέδριο, Η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας "Προοπτικές και προτεραιότητες προς τον στόχο του 2010" Αθήνα 2005

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- [www.photovoltaiic.gr](http://www.photovoltaiic.gr)
- [www.unirac.com](http://www.unirac.com)
- [www.dei.gr](http://www.dei.gr)
- [www.cnn.com](http://www.cnn.com)
- [www.pv.com](http://www.pv.com)
- [www.shell.com/solar](http://www.shell.com/solar)
- [www.stecasolar.com](http://www.stecasolar.com)
- [www.fchart.com](http://www.fchart.com)
- [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- [www.miele.com](http://www.miele.com)
- [www.pitsos.com](http://www.pitsos.com)
- [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- [www.rae.gr](http://www.rae.gr)
- [www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr)
- [www.e3mlab.ntua.gr](http://www.e3mlab.ntua.gr)
- [www.middletonsolar.com](http://www.middletonsolar.com)
- [www.thiesclima.com](http://www.thiesclima.com)
- [www.mare.net.gr](http://www.mare.net.gr)



- [http://Europa.eu.int/comm/environment/climat/home\\_en.html](http://Europa.eu.int/comm/environment/climat/home_en.html)
- [http://europa.eu.int/comm/energy\\_transport/fr/lpi\\_lv\\_fr1.html](http://europa.eu.int/comm/energy_transport/fr/lpi_lv_fr1.html)
- <http://www.schueco.gr>

**Η δημιουργία του σήματος του εργαστηρίου Η.Μ.Ε. του Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**  
 ( Μακρυγιάννης Ν. – Κωστούλας Αχ. [Ειδ. Συνεργάτης Εργαστ. Η.Μ.Ε. ] )

