

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΑΤΟΣ ΔΙΑΦΑΝΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΑΝΕΛ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ**



**ΠΟΛΥΖΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ  
ΣΤΕΡΓΙΩΤΗ ΦΩΤΕΙΝΗ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΣΤΑΘΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2015**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευση της ιδίως στην χώρα μας. Η εκμετάλλευση αυτή μας έδωσε την δυνατότητα και την αφορμή να ασχοληθούμε με μια από τις κυριότερες χρήσεις της που είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Ποιο συγκεκριμένα θα μας απασχολήσουν τα φωτοβολταϊκά 3<sup>ης</sup> γενιάς λεγόμενα και ως διάφανα ηλιακά παράθυρα.

Η ενέργεια του ήλιου, αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια μια σημαντική πηγή ενέργειας, την οποία ο άνθρωπος χρησιμοποίησε είτε άμεσα, (ξήρανση τροφών, στέγνωμα κλπ.), είτε έμμεσα (μέσω της γεωργίας για την παραγωγή σιτηρών). Στη δεκαετία του 1830. ο βρετανός αστρονόμος John Herschel χρησιμοποίησε ένα ηλιακό θερμικό κουτί, μέσω του οποίου εκμεταλλευόταν την ηλιακή ενέργεια για μαγείρεμα του φαγητού κατά τη διάρκεια μιας εκστρατείας στην Αφρική. Συνεπώς ο ήλιος εδώ και αρκετά δισεκατομμύρια χρόνια και μέσα από τις ακτίνες του μας στέλνει μια απίστευτη ποσότητα ενέργειας. Αυτό συγκεκριμένα σημαίνει: Κάθε ώρα που λάμπει ο ήλιος φτάνει στον πλανήτη μας περισσότερη ηλιακή ενέργεια απ' ότι μπορούμε να καταναλώσουμε παγκοσμίως μέσα σε ένα χρόνο. Συνεπώς, ήλιος αποτελεί έναν από τους λίγους προμηθευτές ενέργειας, ο οποίος είναι σε θέση να προμηθεύσει τους πάντες με επαρκή ενέργεια. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια καλή επένδυση. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις αποφέρουν μια σίγουρη και επικερδή απόδοση σε όλη την Ευρώπη και αυτή θα εξετάσουμε και θα αναλύσουμε στις επόμενες σελίδες.

# Περιεχόμενα

## Κεφάλαιο 1 :

- 1.0** Εισαγωγή στην ηλιακή ενέργεια.... Σελ.5
  - 1.1** Η λειτουργία της...Σελ.5
  - 1.2** Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα....Σελ.8
  - 1.3** Παθητικά-Ενεργητικά Συστήματα....Σελ.9

## Κεφάλαιο 2 :

- 2.0** Φωτοβολταϊκά Συστήματα....Σελ.12
  - 2.1** Διάφανα Ηλιακά παράθυρα....Σελ.18
  - 2.2** Στοιχεία που αποτελούνται....Σελ.20
  - 2.3** Συντελεστής απόδοσης Φ/Β συστήματος –Παραγόμενη ενέργεια....Σελ.21
  - 2.4** Ενσωμάτωση Φ/Β συστημάτων σε κτίρια αντί για συμβατικό γυαλί....Σελ.23
    - 2.4.1** Κριτήρια εγκατάστασης....Σελ.40
    - 2.4.2** Προσανατολισμός και τρόπος σύνδεσης....Σελ.46
    - 2.4.3** Σκίαση των επιφανειών....Σελ.56
    - 2.4.4** Υπολογισμός συνολικής ενέργειας....Σελ.62
    - 2.4.5** Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα....Σελ.62
    - 2.4.6** Παραδείγματα....Σελ.67

## Κεφάλαιο 3:

- 3.0** Εφαρμογή στην Ελλάδα....Σελ.70
  - 3.1** Κόστος-Τιμολόγηση-Νόμοι....Σελ.73
  - 3.2** Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις....Σελ.86
  - 3.3** Πόρισμα....Σελ.87

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

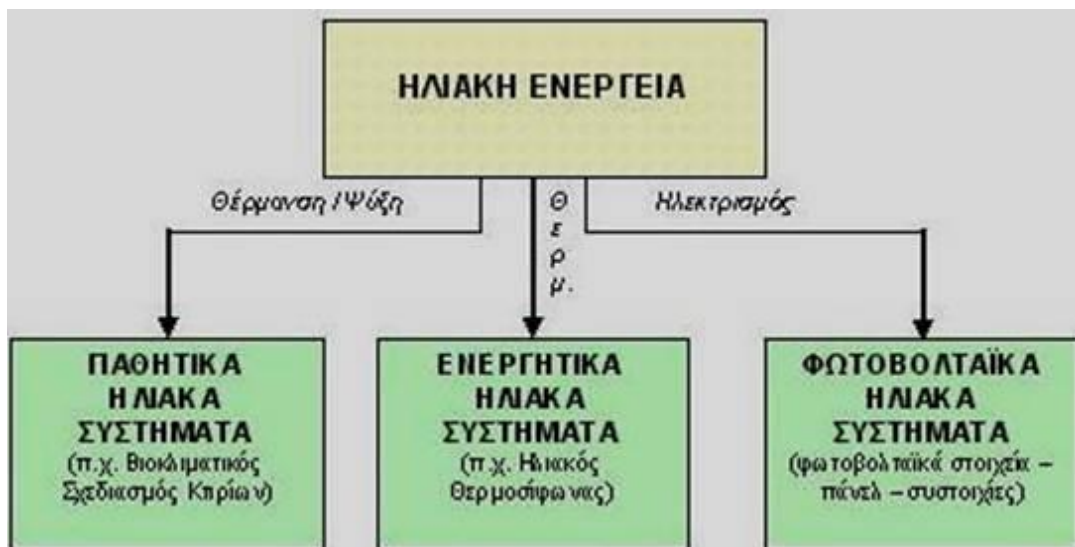
## 1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο ήλιος είναι ένας αστέρας με μάζα  $2 \cdot 10^{30} \text{kg}$ , ακτίνα 700.000km, ηλικία 5 δισεκατομμύρια χρόνια και προσδόκιμο χρόνο ζωής άλλα τόσα χρόνια περίπου. Η επιφανειακή θερμοκρασία του εκτιμάται σε 5.800 K, η θερμοκρασία του πυρήνα του σε 14.000.000 K και η μέση απόσταση από τη γη είναι 150.000.000km. Η υψηλή θερμοκρασία του ήλιου οφείλεται στις αυτοσυντηρούμενες θερμοπυρηνικές αντιδράσεις, που συμβαίνουν στον πυρήνα του. Η ηλιακή ενέργεια διαδίδεται στο σύμπαν κυρίως με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, αλλά και με σωματιδιακή μορφή. Η σωματιδιακή ακτινοβολία αποτελείται από ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια, κυρίως ηλεκτρόνια και πρωτόνια, αλλά δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον από πλευράς ενεργειακής εκμετάλλευσης. Τέλος η ηλιακή ενέργεια που εκπέμπεται σε 20min είναι ίση με την ενέργεια που καταναλώνει ο πληθυσμός της γης σε έναν ολόκληρο χρόνο!!!

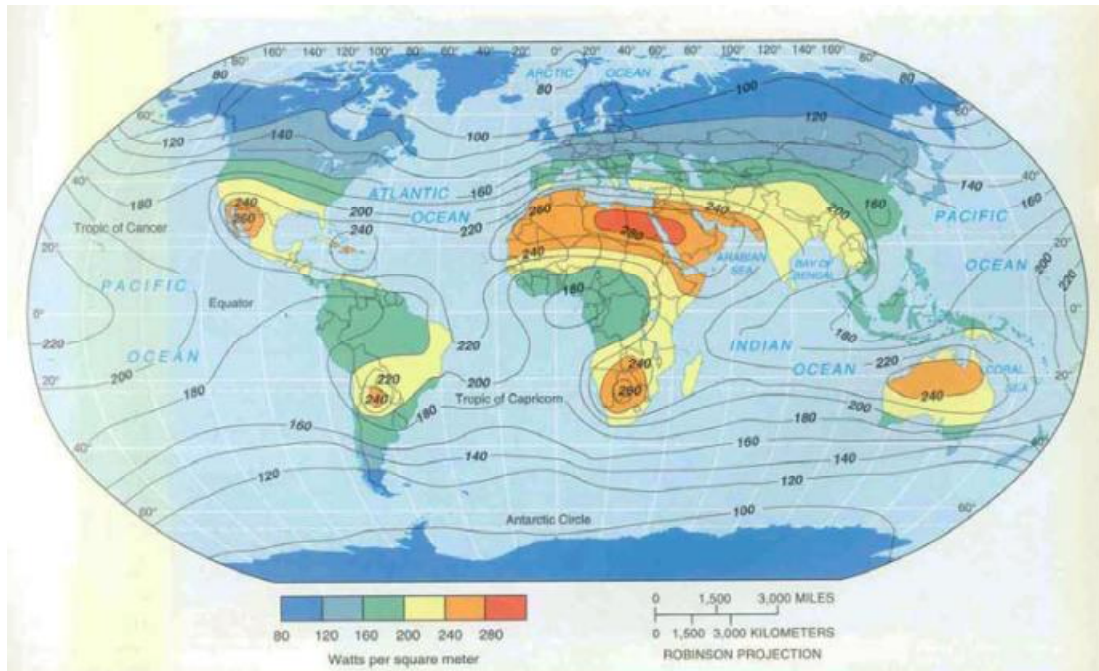
Επομένως μπορούμε να πούμε ότι: Με τον όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φώς και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας.

## 1.1 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ.

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση του νερού (για χρήση σε σπίτια, κτίρια, ή πισίνες) και για θέρμανση χώρου (σπίτια, θερμοκήπια και άλλα κτίρια). Αυτό γίνεται εφικτό με χρήση ηλιακών θερμικών συστημάτων που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμότητα. Διακρίνονται σε ενεργητικά και παθητικά. Για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά και τα ηλιοθερμικά συστήματα.



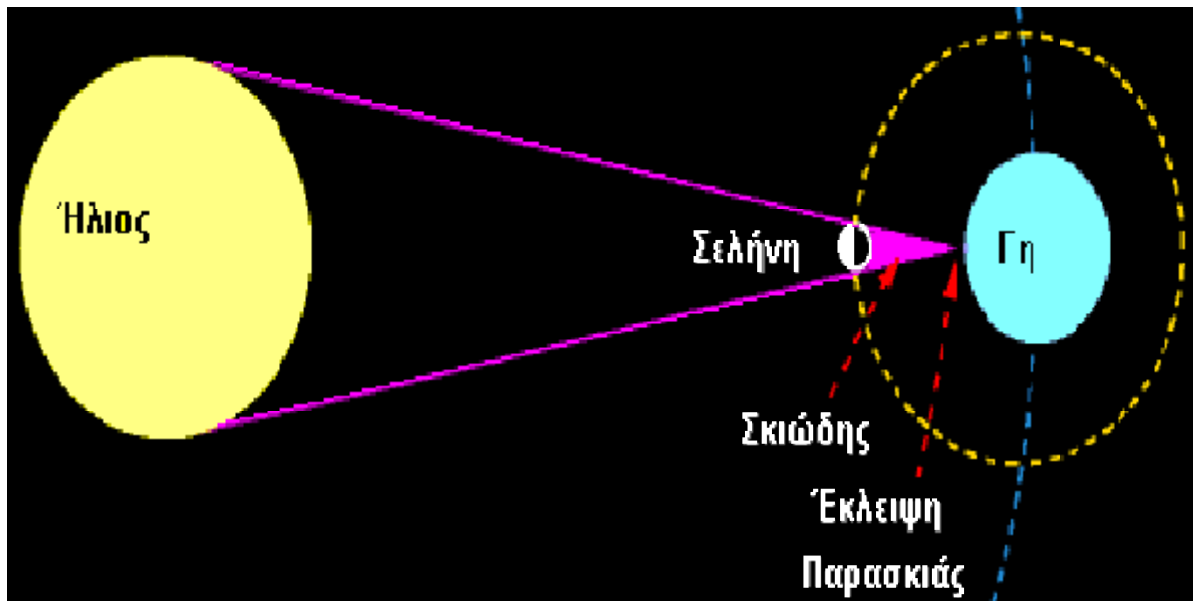
Μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος ( $W/m^2$ ). [Ηλιακή ενέργεια στην ατμόσφαιρα!!!!](#)



Όπως ξέρουμε ο ήλιος είναι η βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Ο Ήλιος (εκ του *Αβίλιος* - *αέλιος* - *ηέλιος* = ο ακτινοβολών, ο πυρπολών) είναι απλανής αστέρας μέσου μεγέθους που λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών των στοιχείων που τον συνθέτουν, μεταξύ των οποίων και το υδρογόνο, τα μόρια αλλά και τα άτομά τους βρίσκονται σε μια κατάσταση " νέφους " θετικών και αρνητικών φορτίων ή κατάσταση πλάσματος, όπως ονομάστηκε.

Σ' αυτές τις θερμοκρασίες, μερικών εκατομμυρίων °C, οι ταχύτατα κινούμενοι πυρήνες υδρογόνου (H) συσσωματώνονται, υπερνικώντας τις μεταξύ τους αποστικές ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις και δημιουργούν πυρήνες του στοιχείου ηλίου (He). Η πυρηνική αυτή αντίδραση -σύντηξη πυρήνων- είναι εξώθερμη και χαρακτηρίζεται από τη γνωστή μας έκλυση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας ή θερμότητας ή όπως συνηθίζεται να λέγεται, ηλιακής ενέργειας, που ακτινοβολείται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα.

Αν και αυτό συμβαίνει συνεχώς εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, ο ήλιος διαθέτει τεράστιες ποσότητες υδρογόνου και δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας που ακτινοβολείται από αυτόν. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως.



## ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

### **ΑΜΕΣΗ-ΔΙΑΧΥΤΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ!!!**

**ΑΜΕΣΗ (direct):** Η ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της Γης χωρίς να σκεδαστεί στην ατμόσφαιρα εξαρτάται από:

- § Την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα στην ατμόσφαιρα.
- § Το ύψος του ήλιου.
- § Την απόσταση του ήλιου.
- § Το υψόμετρο της θέσης.
- § Στην κλίση της επιφάνειας.

**ΔΙΑΧΥΤΗ (diffuse):** Η ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της Γης αφού έχει αλλάξει η διεύθυνση της από ανάκλαση ή σκέδαση στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από:

- § Την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.
- § Το ύψος του ήλιου.
- § Το υψόμετρο της θέσης.
- § Την ανακλαστικότητα του εδάφους.
- § Το πόσο και το είδος των νεφών.
- § Τη σύνθεση των σωματιδίων και των αερίων της ατμόσφαιρας.

## **1.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Ηλιακής Ενέργειας.**

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

- ✓ Πρώτον και κύριο, η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με την κυριολεκτική έννοια του όρου.
- ✓ Δεύτερον, ηλιακή ενέργεια δεν είναι σε ένα συγκεκριμένο τόπο σε αντίθεση με ορισμένες άλλες μορφές ενέργειας. Ανεξάρτητα από το αν ένα άτομο είναι σε ένα μία πόλη ή σε ένα απομακρυσμένο χωριό, σε μια άγνη έρημο ή μέσα σε ένα καταπράσινο δάσος, στη θάλασσα ή στα βουνά η ηλιακή ενέργεια είναι διαθέσιμη παντού.
- ✓ Για τις άλλες πηγές ενέργειας χρειάζονται Massive αντλιοστάσια και δίκτυα γεωτρήσεων για την εξόρυξη των ορυκτών καυσίμων κάτω από την επιφάνεια της γης,. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα τεράστιο κόστος εγκατάστασης και ένα εξίσου υψηλό κόστος λειτουργίας τους . Κάτι τέτοιο πράγμα δεν είναι απαραίτητο στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι απανταχού παρούσα. Το μόνο που απαιτείται είναι ένα ηλιακός συλλέκτης.
- ✓ Οι τιμές των ορυκτών καυσίμων συνεχώς παρουσιάζει διακυμάνσεις, δεδομένου ότι εξαρτώνται από ορισμένους παράγοντες παγκόσμιας προσφοράς και ζήτησης. Η ηλιακή ενέργεια είναι δωρεάν!
- ✓ Με την καύση των ορυκτών καυσίμων έχουμε απελευθέρωση των επιβλαβών αερίων και άλλων υποπροϊόντων με αποτέλεσμα της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος. Ταυτόχρονα, προκαλούν επίσης πρόσθετη ζημία στο περιβάλλον. Στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας δεν τίθεται τέτοιο θέμα Προκαλεί μηδενική ρύπανση και είναι εκατό τοις εκατό μια καθαρή και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας.



## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Ø Το κύριο μειονέκτημα της ηλιακής ενέργειας είναι το αρχικό κόστος. Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι συγκριτικά αρκετά ακριβοί, κυρίως λόγω του κόστους υλικών και της πολυπλοκότητας του σχεδιασμού της. Αυτό μπορεί μερικές φορές, να αποδειχθεί αποτρεπτικό ειδικά στην περίπτωση της οικιακής κατανάλωσης για άτομα που σχεδιάζουν μια στροφή προς την ηλιακή ενέργεια.
- Ø Συννεφιά, συνθήκες βροχής, κλπ., μπορεί να παρέμβει στο ποσό του φωτός του ήλιου που φτάνει το ηλιακό πάνελ. Αυτό με τη σειρά του επηρεάζει την ποσότητα της ενέργειας και τη δύναμη που παράγεται.
- Ø Τρίτον, τι γίνεται τη στιγμή που δεν υπάρχει φως του ήλιου; Πώς ηλιακή ενέργεια παράγεται τη νύχτα; Η μόνη λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η αποθήκευση ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας όπου μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ωστόσο, αυτό είναι πιο εύκολο στα λόγια παρά στην πράξη.

### 1.3 Παθητικά-Ενεργητικά Συστήματα

#### Û Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο γυαλί του θερμοκηπίου και ειδικότερα

στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο

εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ηλιακοί τοίχοι :** Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου είτε μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο.
- **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι):** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.
- **Ηλιακά αίθρια:** είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Όλα τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

## Ü Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανικές κατασκευές ικανές να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη (θερμική, ψυκτική ή ηλεκτρική), να αποθηκεύουν τμήμα αυτής και να τη διανέμουν προς χρήση.

Τα πλέον διαδεδομένα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι **Ηλιακοί Συλλέκτες** για παραγωγή θερμού νερού χρήσης και τα **Φωτοβολταϊκά πλαίσια** για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μικρής ισχύος. Επίσης, στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι **Ηλιακοί Συλλέκτες Κενού**, ο **συνδυασμός τους με ψύκτες Προσρόφησης (Adsorption Chillers)** για κάλυψη ψυκτικών αναγκών και τα **Ηλιακά Υψηλής Ενθαλπίας** για άμεση παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ατμοστροβίλων ή Οργανικών Κύκλων.

Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού. Ο συλλέκτης αυτός περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό) που παγιδεύει τη θερμότητα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που απάγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης. Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφωνας.

*«Στρέψου στον ήλιο και θα αφήσεις τις σκιές πίσω σου» (γερμανική παροιμία)*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.0 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο άρχισε να γίνεται παγκοσμίως γνωστή κυρίως με την ανακοίνωση της πρώτης κατασκευής ηλιακού στοιχείου πυριτίου Si απόδοσης 6% από τους Fuller, Pearson και Chappin το 1954 καθώς και με την χρήση του σε διαστημικές εφαρμογές της

Nasa το 1958. Όμως, η αρχική παρατήρηση πραγματοποιήθηκε αρκετά χρόνια πριν από τον Γάλλο φυσικό Henri Becquerel το 1839. Ο Becquerel ανακάλυψε πως είναι δυνατόν να εμφανισθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν μία φωτεινή πηγή εφαρμόζεται σε ορισμένα χημικά διαλύματα. Έπειτα, το

1877 πραγματοποιήθηκε η πρώτη παρατήρηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου σε στερεά (σελήνιο-Se) από τους Adams και Day.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα όπως προαναφέραμε έχει στόχο την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Αποτελείται από ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά στοιχεία και τις συσκευές και διατάξεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως από άμορφο ή κρυσταλλικό πυρίτιο. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάρδαμο-Τελλούριο και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός.

**Τα κύρια μέρη ενός Φ/Β συστήματος είναι :**

1. **Τα φωτοβολταϊκά πάνελ** (δηλαδή ένα σύνολο φ/β πλαισίων) στα οποία παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.
2. **Ο inverter** (στα ελληνικά αντιστροφέας ή μετατροπέας), ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα πάνελ σε εναλλασσόμενο.
3. **Οι συσσωρευτές**, που χρησιμοποιούνται στα αυτόνομα συστήματα.

**Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων:**

Με βάση την κλίμακα ισχύος τους και το αν είναι διασυνδεδεμένα ή όχι στο κεντρικό δίκτυο της ΔΕΗ, τα Φ/Β συστήματα κατηγοριοποιούνται ως εξής:

▼ Αυτόνομα :

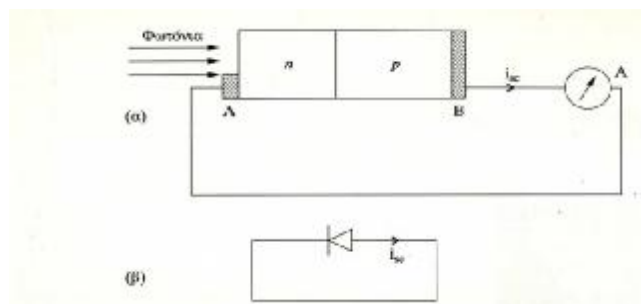
- Καταναλωτικά προϊόντα (κομπιουτεράκια, ρολόγια, εξοπλισμός κήπου, παιδικά παιχνίδια κλπ)
- Οικιακά συστήματα (αγροτικές εξοχικές κατοικίες κλπ.)
- Μη-οικιακά συστήματα (φωτισμός οδών, τηλεπικοινωνίες, ψύξη προϊόντων, εγκαταστάσεις αφαλάτωσης νερού, εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων κλπ.)

▼ Διασυνδεδεμένα :

- Αποκεντρωμένα συστήματα (στέγες κτηρίων, ενσωματωμένα φ/β στα δομικά στοιχεία κλπ.)
- Κεντρικά συστήματα (φωτοβολταϊκά πάρκα, βιομηχανικά κτήρια, αεροδρόμια κλπ.)

## Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο στηρίζεται στην άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρές δέσμες ενέργειας (φωτόνια) που περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φ/β στοιχείο (ουσιαστικά είναι ένας ημιαγωγός) άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από αυτό. Αυτά τα τελευταία είναι που παράγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Συγκεκριμένα, τα φωτόνια που απορροφώνται από το ημιαγωγικό υλικό δημιουργούν ζεύγη οπών ηλεκτρονίου-ηλεκτρονίου κάτω από την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου και καθοδηγούνται μέσω εξωτερικού κυκλώματος. Πιο απλά, τα φωτόνια αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φ/β να μετακινηθούν σε άλλη θέση και όπως γνωρίζουμε ο «ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτα άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων».



Το σχηματικό διάγραμμα παραπάνω δείχνει μία επαφή n—p. Φως πέφτει στο εμπρόσθιο τμήμα που είναι ένα στρώμα ημιαγωγών {n} που έχει επικαθήσει και συνήθως έχει διαχυθεί σε μία βάση που είναι ημιαγωγός τύπου {p}. Αν συνδέσουμε τους ακροδέκτες A και B με έναν αγωγό τότε ρεύμα διαρέει το κύκλωμα κατά την κατεύθυνση p—n όπως δείχνει το αμπερόμετρο. Το ρεύμα αυτό είναι ρεύμα βραχυκύκλωσης  $I$  [short circuit]. Επιπρόσθετα το ρεύμα το οποίο ανήκει στην διάταξη αυτή και είναι ουσιαστικά το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζεται **φωτόρευμα**.

Το φωτόρευμα είναι ευθέως ανάλογο της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας  $P_{HA}$  [ $W/m^2$ ], που προσπίπτει στο φ/β στοιχείο και του εμβαδού της επαφής των δύο ημιαγωγών. Η τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του φ/β στοιχείου όταν φωτίζεται είναι ανεξάρτητη της έντασης του φωτός που προσπίπτει στην επιφάνεια του στοιχείου αλλά και στο εμβαδόν της επιφάνειας, αντίθετα συμπεριφέρεται το φωτόρευμα που εξαρτάται από την ένταση του φωτός.

## **Πλεονεκτήματα:**

- Δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η ηλιακή ενέργεια διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα.
- Αθόρυβη λειτουργία.
- Σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής (20-30 χρόνια λειτουργίας)
- Δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης.
- Μικρό κόστος συντήρησης.
- Εγκατάσταση πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές (στέγες, προσόψεις κτηρίων).
- Ευελιξία στις εφαρμογές: λειτουργούν ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα, συσσωρευτές, διασυνδεδεμένο σύστημα.
- Πολύ πρακτική λύση για εφαρμογές μικρής ισχύος και με χωρική διασπορά (φωτισμοί δρόμων συστήματα τηλεματικής, φάροι, κατοικίες μακριά από το δίκτυο)

### **Μειονεκτήματα:**

- Το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά υψηλό με ενδεικτική τιμή 4000 ευρώ ανά εγκατεστημένο kW(μια τυπική οικιακή κατανάλωση στην Ελλάδα απαιτεί από 1,5 έως 3,5 kW).
- Μικρή απόδοση.
- Χρήση μπαταριών.

Γενικά ένα πλήρες Φ/Β σύστημα μαζί με τις βάσεις ζυγίζει περίπου 15-20 kg/m.

Έτσι, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν χρειάζεται περαιτέρω ενίσχυση των στατικών.

Η σωστή σχεδίαση ενός φ/β συστήματος και η άρτια εγκατάστασή του επιβάλλονται ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία της ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας, τόσο από άποψη ασφάλειας όσο και από άποψη ενεργειακής αποδοτικότητας.

Αναφέροντας κάποιες ηλεκτρικές τιμές ενός φ/β συστήματος έχουμε:

**ΤΑΣΗ:** Η μέγιστη αναμενόμενη τάση μιας στοιχειοσειράς, είναι η συνολική τάση ανοικτού κυκλώματος των εν σειρά συνδεδεμένων πλαισίων για τη μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας.

**ΈΝΤΑΣΗ:** Η μέγιστη αναμενόμενη τιμή του ρεύματος μια στοιχειοσειράς, προκύπτει από το ρεύμα βραχυκύκλωσης του ενός πλαισίου πολλαπλασιασμένο επί τον συντελεστή 1,25. Για παράλληλους κλάδους η μέγιστη αναμενόμενη τιμή του συνολικού ρεύματος, προκύπτει από την αντίστοιχη τιμή του ενός κλάδου πολλαπλασιασμένη επί τον αριθμό των παράλληλων κλάδων. Ο συντελεστής ασφαλείας 1,25 καλύπτει ειδικές συνθήκες ατμόσφαιρας και ανακλάσεων οι οποίες μπορούν να παρουσιαστούν σε καθαρό ουρανό μετά από βροχή (ένταση ακτινοβολίας μεγαλύτερη από  $1000\text{W/m}^2$ ). Η τιμή του ρεύματος που υπολογίζεται με αυτό τον τρόπο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διαστασιολόγηση των καλωδίων και των προστασιών.

**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ:** Η μέγιστη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας των φ/β πλαισίων, όπως και των κιβωτίων σύνδεσης αυτών, μπορεί να φθάσει τους 70(βαθμού Κελσίου), σε κατασκευές που επιτρέπουν την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα στην πίσω πλευρά των φ/β πλαισίων.

Στις περιπτώσεις που εμποδίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα αναμένονται μεγαλύτερες θερμοκρασίες, έως και 80-90(βαθμούς Κελσίου). Στην περίπτωση που οι αγωγοί διασύνδεσης των φ/β πλαισίων γειτνιάζουν με τα πλαίσια, η θερμοκρασία των τελευταίων θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη τόσο για την ορθή επιλογή της μόνωσης των αγωγών, όσο και για την κατάλληλη επιλογή της διατομής τους (επιλογή σωστού διορθωτικού συντελεστή αύξησης διατομής).

**ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ Φ/Β ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΣΤΙΣΤΡΟΦΕΑ:** Κατά τη σχεδίαση του συστήματος απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη συνεργασία μεταξύ της φ/β



συστοιχίας και του ηλεκτρονικού αντιστροφέα. Ο αντιστροφέας απαιτεί στην είσοδό του ένα συγκεκριμένο εύρος για την τάση λειτουργίας, έχοντας ένα ανώτατο όριο τάσης εισόδου. Το ανώτατο όριο δεν πρέπει να υπερβαίνεται, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος καταστροφής του αντιστροφέα.

Συνεπώς, ο αριθμός των φ/β πλαισίων που μπορούν να συνδεθούν εν σειρά (στοιχειοσειρά) υπολογίζεται έτσι ώστε να μην υπερβαίνονται τα όρια αυτά, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας.

Η τάση ενός φ/β πλαισίου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη θερμοκρασία λειτουργίας του. Οι τιμές της τάσης, ρεύματος και ισχύος που δίνονται από τον κατασκευαστή, αναφέρονται στις πρότυπες συνθήκες δοκιμών (S.T.C.).

Σημειώνονται ότι η θερμοκρασία στην οποία διενεργήθηκαν οι μετρήσεις ( του κατασκευαστή ) είναι 25 (βαθμούς κελσίου). Κατά συνέπεια τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των φ/β πλαισίων πρέπει να διορθωθούν ( αναχθούν) στις ακραίες θερμοκρασιακές συνθήκες λειτουργίας του φ/β συστήματος. Αναλυτικότερα, από την ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων υπολογίζεται η μέγιστη τιμή της τάσης των αλυσίδων και από τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων καθορίζεται η μέγιστη τιμή του ρεύματος των παράλληλων αλυσίδων (κλάδων).

Ο μέγιστος αριθμός φ/β πλαισίων εν σειρά υπολογίζεται έτσι ώστε η συνολική τάση ανοικτού κυκλώματος της συστοιχίας στη μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας, να μην υπερβαίνει το ανώτατο όριο τάσης εισόδου του αντιστροφέα. Για τις πεδινές περιοχές της Ελλάδος ως ελάχιστη θερμοκρασία μπορεί να ληφθεί η τιμή -5 ή 10 (βαθμούς κελσίου), (θερμοκρασία λειτουργίας ενεργού υλικού του φ/β πλαισίου). Συγχρόνως πρέπει να ελεγχθεί και η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση λειτουργίας του φ/β πλαισίου , η οποία ομοίως πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη τάση ανοικτού κυκλώματος της στοιχειοσειράς στην μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασίας λειτουργίας, ώστε να μην προκύψει προβλήματα στη μόνωση του φ/β πλαισίου.

Ο ελάχιστος αριθμός φ/β πλαισίων εν σειρά ορίζεται έτσι ώστε η συνολική τάση βέλτιστης λειτουργίας της συστοιχίας στη μέγιστη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας να υπερβαίνει την ελάχιστη τάση του εύρους εισόδου του αντιστροφέα ώστε αυτός να ενεργοποιείται.

Αν ο κατασκευαστής παρέχει μόνο την τιμή του θερμοκρασιακού συντελεστή για την τάση ανοικτού κυκλώματος , τότε η ίδια τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την τάση στο σημείο μέγιστης αποδιδόμενης ισχύος του φ/β πλαισίου , χωρίς σημαντικό σφάλμα.

Αν από την εν σειρά σύνδεση των φ/β πλαισίων δεν προκύπτει ισχύς κοντά στην ονομαστική ισχύ του αντιστροφέα, θα πρέπει να συνδεθούν περισσότεροι παράλληλοι κλάδοι (αποδεκτού αριθμού εν σειρά πλαισίων ) ώστε η ισχύς της φ/β συστοιχίας να είναι κοντά στην ονομαστική ισχύ του μετατροπέα.

Το ρεύμα λειτουργίας των παραλλήλων κλάδων θα πρέπει να είναι χαμηλότερο από το μέγιστο όριο ρεύματος εισόδου του αντιστροφέα. Η συνολική ισχύς της φ/β συστοιχίας μπορεί και να υπερβαίνει την ονομαστική ισχύ του μετατροπέα. Για τις συνθήκες της Ελλάδας συνίσταται η ονομαστική ισχύς της φ/β συστοιχίας να μην υπερβαίνει το 110% της ονομαστικής ισχύος του αντιστροφέα.

Τέλος, ένα σημαντικό θέμα που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν είναι η συμβατότητα μεταξύ των τύπων των φ/β και του αντιστροφέα που σχετίζεται με τη απαίτηση ή όχι για γείωση της συστοιχίας στην πλευρά Σ.Ρ. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένοι τύποι φ/β πλαισίων απαιτούν σύμφωνα με τις κατασκευαστικές προδιαγραφές γείωση είτε του αρνητικού (Thin-film) είτε του θετικού (Back contact) πόλου. Η γείωση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε απευθείας, είτε μέσω μεγάλης αντίστασης και αποσκοπεί στην αποφυγή λειτουργικών προβλημάτων που εμφανίζουν οι παραπάνω τύποι πλαισίων όταν παραμένουν αγείωτα (δηλαδή προβλήματα διάβρωσης και υποβάθμισης της απόδοσης).

Κατά συνέπεια σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται χρήση αντιστρώφων χωρίς γαλβανική απομόνωση, λόγω εμφάνισης ρευμάτων διαρροής, εκτός αν προσποιείται από τον κατασκευαστή του αντιστροφέα ότι ο επιλεγμένος τύπος αντιστροφέα είναι κατάλληλος για χρήση με τα πλαίσια που έχουμε επιλέξει.



## 2.1 ΔΙΑΦΑΝΑ ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Τα ηλιακά πάνελ έχουν φωτοβολταϊκά συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ενέργειας από τον ήλιο και τη μετατροπή της σε ηλεκτρική. Και η πιο πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα αυτό είναι η δημιουργία των διάφανων ηλιακών πάνελ.

Αυτά τα πάνελ μπορεί να μετατρέψουν οποιοδήποτε τμήμα του παραθύρου σε ηλιακή γεννήτρια ρεύματος, χωρίς να παρεμποδίζεται η διέλευση του φωτός.

Είναι κατασκευασμένα από οργανικά μόρια που απορροφούν ενέργεια μόνο από κοντινό υπέρυθρο φως με υψηλή αποτελεσματικότητα. Η θερμική ενέργεια που συλλέγεται μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε σκοπό.

Ο Richard Lunt, ένας από τους ερευνητές, πιστεύει ότι κάποια μέρα αυτό το πρόγραμμα μπορεί να μετατρέψει έναν ουρανοξύστη σε μια μεγάλη ηλιακή γεννήτρια ρεύματος.

### ΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΑΝΕΛ

#### ***1. Τα κυρτά πάνελ είναι τα νέα ‘ηλεκτρικά παράθυρα’***

Εταιρία της Ιαπωνίας δημιούργησε πολύ μικρά ηλιακά πάνελ με σφαιρικό σχήμα που τα ονόμασε Sphelar. Το σφαιρικό αυτό σχήμα ενισχύει την απορρόφηση του φωτός από όλες τις γωνίες και τα καθιστά πολύ αποτελεσματικά και ευέλικτα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

#### ***2. Ηλιακά πάνελ για παράθυρα που συσσωρεύουν ενέργεια***

Εταιρία που εδρεύει στην Μασαχουσέτη των ΗΠΑ έχει δημιουργήσει διαφανή ηλιακά πάνελ από εύκαμπτο πλαστικό. Επίσης έχει κατασκευάσει πρωτότυπα παράθυρα με φωτοβολταϊκά τα οποία είναι ενσωματωμένα σε κτήρια με τα ηλιακά πάνελ να βρίσκονται μεταξύ δύο υαλοπινάκων.

#### ***3. Το ηλιακό παράθυρο του Chin Hua***

Το ηλιακό παράθυρο του Chin Hua, το οποίο είναι ελαφρώς ομιχλώδες, είναι μια κινέζικη καινοτομία που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από διάφανα ηλιακά πάνελ. Η θολούρα του παραθύρου είναι υπεύθυνη για την άνοδο και την αποτελεσματικότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

#### ***4. Τα διάφανα ηλιακά παράθυρα βασίζονται σε χρωστικές ουσίες***

Χρωστικές ουσίες απορροφούν το ηλιακό φως για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται τεχνητή φωτοσύνθεση. Το πάνελ αποτελείται από έναν ηλεκτρολύτη ο οποίος είναι τοποθετημένος

ανάμεσα σε δύο γυαλιά. Το φως χτυπά τη χρωστική ουσία την οποία διεγείρει ένα ηλεκτρόνιο και έτσι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

## **ΟΦΕΛΗ**

Ο ήλιος είναι ένας θαυμάσιος φυσικός πόρος που μπορεί να ικανοποιεί όλες τις ανάγκες του ανθρώπου. Η αξιοποίηση του ηλιακού φωτός μέσω διάφανων ηλιακών πάνελ παράγει ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παρεμποδίζεται το πέρασμα του φωτός .Δεν είναι μόνο φιλικό προς το περιβάλλον αλλά και οικονομικά αποδοτικό. Ένα κτίριο γραφείων με διαφανή ηλιακά παράθυρα μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια η οποία είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες του. Έρχεται σε όλα τα είδη των σχημάτων και των μεγεθών και μπορεί επίσης να χρωματιστεί με χρώματα. Χρησιμοποιώντας τα παράθυρο ως επιφάνεια δέχεται πολύ περισσότερη ηλιακή ενέργεια από ότι τα παλαιότερα ηλιακά πάνελ.

## **ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ**

*1.Αποτελεσματικότητα* Τα διάφανα ηλιακά πάνελ έχουν απόδοση 2% των συμβατικών ηλιακών πάνελ.

*2.Διάρκεια ζωής* Η μεγαλύτερη πρόκληση είναι να αυξηθεί η διάρκεια ζωής των διάφανων ηλιακών πάνελ για να συμβαδίζουν με τη διάρκεια ζωής του παραθύρου.

## **ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**

Εάν η παραγωγή του διαφανούς ηλιακού πάνελ είναι αποδεδειγμένα εμπορικά βιώσιμη, τότε θα είναι περιβαλλοντικά και οικονομικά πολύ επωφελής. Τα μεγάλα κτίρια μπορεί να ανταποκριθούν σε μερικές από τις ενεργειακές ανάγκες τους μέσω των διαφανών ηλιακών πάνελ. Η τεχνολογία τους δεν είναι τέλεια, αλλά αυτές οι καινοτομίες ανοίγουν την πόρτα για την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε μεγαλύτερη κλίμακα στο εγγύς μέλλον.

## 2.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝΤΑΙ

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο, «κρύσταλλα») φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών», ή «κυττάρων»), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm.

Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε *μονοκρυσταλλικό* το οποίο αποτελείται από έναν ενιαίο κρύσταλλο πυριτίου και το *πολυκρυσταλλικό* τα οποία αποτελούνται από πολλούς κρυστάλλους πυριτίου.

Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Το άμορφο αποτελείται από μια λεπτή επίστρωση πυριτίου πάνω σε κάποιο υπόστρωμα (γυαλί). Είναι κατά πολύ φθηνότερα από τα υπόλοιπα έχουν όμως την μισή απόδοση και απαιτούν διπλάσια επιφάνεια για την παραγωγή ρεύματος της ίδιας της ισχύος.

Υπάρχουν επίσης και τα υβριδικά στοιχεία τα οποία αποτελούνται από έναν ενιαίο κρύσταλλο με επίστρωση από λεπτό άμορφο πυρίτιο. Οι ιδιότητες τους συνδυάζουν αυτές των μονοκρυσταλλικών και των άμορφων στοιχείων. Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών.

- HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin-layer). Τα πιο γνωστά **υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία** αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου.

Κατασκευάζεται από την **Sanyo Solar**. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ο **υψηλός βαθμός απόδοσης** του πλαισίου που φτάνει σε εμπορικές εφαρμογές στο **17,2%** και το οποίο σημαίνει ότι χρειαζόμαστε μικρότερη επιφάνεια για να έχουμε την ίδια εγκατεστημένη ισχύ.

Τα αντίστοιχα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν απόδοση 19,7%. Αλλα πλεονεκτήματα για τα υβριδικά **φωτοβολταϊκα στοιχεία** είναι η **υψηλή τους απόδοση** σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και η μεγάλη τους απόδοση στην διαχεόμενη ακτινοβολία. Φυσικά, αφού προσφέρει τόσα πολλά, το υβριδικό φωτοβολταϊκό είναι και κάπως ακριβότερο σε σχέση με τα συμβατικά φωτοβολταϊκά πλαίσια.

### ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ (Crystalline Silicon, Si)



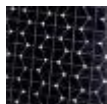
#### - Μονοκρυσταλλικά στοιχεία Πυριτίου (sc-Si)



#### - Πολυκρυσταλλικά στοιχεία Πυριτίου (mc-Si)



#### - Υβριδικό φωτοβολταϊκό (HIT)



### 2.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ-ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο **βαθμός απόδοσης** εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο.

Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια *Bell Laboratories* δημιούργησαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%.

Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών.

Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη.

Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.

Η απόδοση που θα δίνει το σύστημα σε ετήσια βάση και πόσο θα κοστίζει η κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β εξαρτάται από:

- Το κλίμα της περιοχής(όσο λιγότερες είναι οι μέρες της ηλιοφάνειας τόσο μικρότερη είναι η απόδοση)
- Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (όσο πιο νότια είναι η περιοχή τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας)
- Την κλίση των Φ/Β πάνελ ως προς το οριζόντιο επίπεδο ( η βέλτιστη απόδοση είναι με νότιο προσανατολισμό και κλίση περίπου 30 μοίρες)

- Την ηλικία των Φ/Β πάνελ ( υπολογίζεται ότι η απόδοση των πάνελ μειώνεται κατά μέσο όρο 0,5% έως 1% κάθε έτος)
- Την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ( τα συστήματα ανίχνευσης ήλιου μπορεί να βελτιώσουν την απόδοση έως και 35%)
- Την σωστή συντήρηση σε βάθος χρόνου
- Τον προσανατολισμό των Φ/Β (τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό, αποκλίσεις από το Νότο έως και 45° είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση)
- Την ύπαρξη ή μη ανωμαλιών στο επίπεδο (π.χ. ρέματα, εξογκώματα, βράχια κ. λ .π )
- Την ύπαρξη εντός ή πλησίον του οικοπέδου στοιχείων που δημιουργούν σκίαση και σε αυτή τη περίπτωση σε πόση έκταση δημιουργούν το πρόβλημα και για πόσες ώρες την ημέρα (ο χώρος να είναι κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, ένας χοντρικός κανόνας βεβαίωσης ότι το σύστημα δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτίριο, δέντρο, κ. λ. π) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου. Ειδικότερα για τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά απαιτούν 1 τετραγωνικό μέτρο για κάθε 100 watt, ενώ τα άμορφα φωτοβολταϊκά περίπου 2πλάσια επιφάνεια)

Για την Ελλάδα μπορούμε να θεωρήσουμε πως ένα Φ/Β σύστημα με την βέλτιστη κλίση και τον βέλτιστο προσανατολισμό παράγει κατά μέσο όρο γύρω στα 1200-1450 κιλοβατώρες ανά έτος και ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ. Στην Ελλάδα οι υψηλότερες αποδόσεις παρατηρούνται όσο πιο νότια και ανατολικά βρίσκεται μια περιοχή.



## **2.4 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ ΑΝΤΙ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΓΥΑΛΙ**

Στα πλαίσια κάλυψης των κτηριακών ενεργειακών αναγκών και της πρόωξης των κτηρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας, η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι μια εμφανής επιλογή. Για την επίτευξη του στόχου αυτού τα φβ πλαίσια μπορούν είτε να εγκατασταθούν σε επικλινείς ή οριζόντιες στέγες, στις προσόψεις των κτηρίων ή ως σκίαστρα (Building Attached PhotoVoltaic BAPV) είτε να ενσωματωθούν με ανάλογο τρόπο αντικαθιστώντας συμβατικά δομικά υλικά (Building Integrated PhotoVoltaic BIPV).

Πριν την εφαρμογή των φβ στο κτηριακό περίβλημα πρέπει να ληφθούν υπόψη και να αξιολογηθούν διάφορες πτυχές. Τα φωτοβολταϊκά πρέπει να τοποθετηθούν έτσι ώστε να σχηματίζεται ένα διάκενο κάτω από το πλαίσιο που θα εξασφαλίζει τη φυσική ροή του αέρα, για να γίνεται απαγωγή της θερμότητας από τα φβ κύτταρα και να επιτυγχάνεται η ψύξη του, ιδίως στην περίπτωση μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών πλαισίων που η απόδοσή τους επηρεάζεται σημαντικά από την αύξηση της θερμοκρασίας. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο παίζει η κλίση, η επιφάνεια κάλυψης καθώς και ο τρόπος χωροθέτησης των πλαισίων. Για να είναι η εγκατάσταση σε μια στέγη ή μια πρόσοψη ενός κτηρίου αισθητικά αποδεκτή, τα πλαίσια πρέπει να ακολουθούν την κλίση και τον προσανατολισμό αυτών. Τέλος, στην περίπτωση των BIPV θα πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις μιας και αντικαθιστούν δομικά υλικά, όπως υδατοστεγανότητα, προστασία από μεταφορά θερμότητας και υγρασίας.

### ***Κατηγοριοποίηση συστημάτων BIPV***

Τα προϊόντα BIPV έχουν πολύ μεγάλο εύρος και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το πώς ο κατασκευαστής τα χαρακτηρίζει και με τι άλλου είδους υλικά μπορούν να συνδυάζονται. Τα προϊόντα χωρίζονται στις εξής κατηγορίες: προϊόντα BIPV σε μορφή ρολό, κεραμιδιού, πλαισίου και ηλιακά κύτταρα για υαλοπίνακες.

### ***Προϊόντα BIPV σε ρολό***

Τα προϊόντα BIPV σε ρολό είναι εύκαμπτα και ελαφριά με αποτέλεσμα να είναι μια πολύ εύκολη επιλογή για ενσωμάτωση (Εικόνα 2.1.). Κατασκευάζονται από κύτταρα λεπτού φιλμ για να διατηρούν τη μορφή τους όταν τυλίγονται στο ρολό και την απόδοσή τους σε υψηλές θερμοκρασίες για στέγες που δεν έχουν αερισμό. Δυστυχώς, ο αριθμός των

κατασκευαστών που προσφέρουν υδατοστεγείς λύσεις είναι πολύ μικρός. Ο παράγοντας πληρότητας γι' αυτά τα προϊόντα είναι μικρός εξαιτίας της χαμηλής απόδοσης και της μεγάλης αντίστασης που έχουν τα ηλιακά κύτταρα λεπτού φιλμ.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.1**

### *Προϊόντα BIPV κεραμιδιού*

Τα προϊόντα BIPV κεραμιδιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καλύψουν όλη τη στέγη ή τμήμα αυτής και έχουν την εμφάνιση και τις ιδιότητες των τυπικών κεραμιδιών.

Ο τύπος των κυττάρων και το σχήμα των κεραμιδιών μπορεί να διαφέρει. Κάποια κεραμίδια μοιάζουν με τα καμπυλωτά κεραμίδια, τα οποία όμως εξαιτίας του σχήματός τους δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτικά, αν και είναι πιο αποδεκτά αισθητικά συγκριτικά με τα επίπεδα φωτοβολταϊκά κεραμίδια.

(Εικόνα 2.2.).

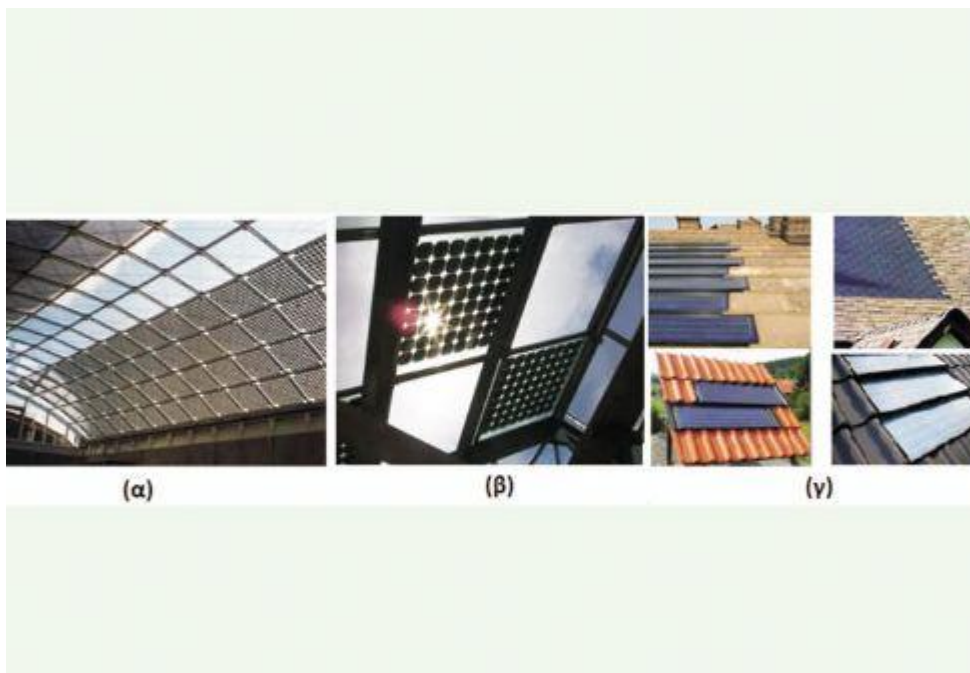




**ΕΙΚΟΝΑ 2.2**

### *Προϊόντα BIPV πλαισίου*

Τα BIPV τύπου πλαισίου μοιάζουν πολύ με τα τυπικά φωτοβολταϊκά πλαίσια, με τη διαφορά ότι τα πρώτα είναι υδατοστεγή. Κάποια από αυτά τα προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν στέγες διαφόρων τύπων ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συγκεκριμένο τύπο στέγης που προτείνει ο κατασκευαστής.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.3**

### ***BIPV ηλιακά στοιχεία για υαλοπίνακες***

Τα ηλιακά φβ στοιχεία για υαλοπίνακες μπορούν να προσφέρουν ένα πλήθος επιλογών για παράθυρα, για γυάλινες ή με τούβλα προσόψεις και οροφές.

Το αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης αυτών των προϊόντων μπορεί να είναι ιδιαίτερα αισθητικό, αφού υπάρχει η δυνατότητα επιλογής πολλών χρωμάτων, σχημάτων και διαπερατοτήτων

·  
Η ένταση του φωτισμού που θέλουμε να έχουμε στο χώρο και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια καθορίζουν την απόσταση μεταξύ των κυττάρων (συνήθως μεταξύ 3 και 50 mm).

Η είσοδος του φωτός γίνεται από τα διαφανή διάκενα ανάμεσα στα κύτταρα. Με αυτόν τον τρόπο συνδυάζεται η σκίαση, ο φυσικός φωτισμός και η παραγωγή ηλεκτρισμού.





**EIKONA 2.4**

### ***Εκτίμηση παραγόντων για το σχεδιασμό BIPV συστήματος***

Η τοποθεσία, το κλίμα, το γεωγραφικό πλάτος, η μέση νέφωση, οι μέσες θερμοκρασίες, η βροχόπτωση, η υγρασία, το επίπεδο σκόνης, τα φορτία ανέμου και οι σεισμικές συνθήκες είναι κάποιοι από τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό του συστήματος ενσωμάτωσης των φωτοβολταϊκών.

Στην περίπτωση που ο προσανατολισμός του κτηρίου είναι νότιος, χωρίς την ύπαρξη εμποδίων, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τοποθετούνται με γωνία κλίσης σχεδόν ίση με το γεωγραφικό πλάτος, έτσι ώστε να λαμβάνουν τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε προσόψεις με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό αποδίδουν σχετικά καλά όταν τοποθετούνται με μεγάλη κλίση ή κατακόρυφα.

Η απόδοσή τους φτάνει το 60% της αντίστοιχης των πλαισίων με βέλτιστο προσανατολισμό (νότιο) εξαιτίας της χαμηλής θέσης του ήλιου κατά την ανατολή και τη δύση.

Σημαντική παράμετρος για τον καθορισμό του βέλτιστου προσανατολισμού των πλαισίων είναι και η κατανομή των ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας, στην περίπτωση αυτόνομων φβ συστημάτων.

Καθώς στο αστικό περιβάλλον κυριαρχούν ψηλά κτήρια και οι ελεύθεροι χώροι είναι περιορισμένοι, για να αποφευχθεί η σκίαση των φωτοβολταϊκών πλαισίων που θα ενσωματωθούν στα κτήρια, οδηγώντας σε μείωση της απόδοσής τους, μπορεί να γίνει ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών μόνο στους πάνω ορόφους του κτηρίου.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, όπου μόνο ένα τμήμα του κτηρίου θα περιέχει φωτοβολταϊκά, οι αρχιτέκτονες μπορούν να χρησιμοποιήσουν άλλα υλικά δίπλα στα φβ, στην εξωτερική επιφάνεια του κτηρίου, για να δημιουργήσουν αντίθεση ή ομοιομορφία.

Οι κανονισμοί ζώνης κάθε περιοχής μπορεί να ορίζουν το ύψος, το μέγεθος και τα χρώματα του κτηρίου, προκαθορίζοντας τα φωτοβολταϊκά υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Οι διαστάσεις του κτηρίου και γενικά η συνολική διαμόρφωσή του, οι ενεργειακές ανάγκες και οι οικονομικοί περιορισμοί, είναι κάποιιοι ακόμα παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν.

Τέλος, σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα EN1990 η ενδεικτική διάρκεια ζωής σχεδιασμού των κτηρίων είναι 50 έτη, δηλαδή περίπου διπλάσια από τη διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Έτσι, κατά το σχεδιασμό του συστήματος ενσωμάτωσης θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα εύκολης αντικατάστασης των φωτοβολταϊκών στοιχείων, που έχουν ολοκληρώσει τη διάρκεια ζωής τους, με άλλα πιο αποδοτικά.

### ***Προτεινόμενοι τρόποι ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών***

Ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή, είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο και φυσικό αέριο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελεί μια σημαντική οικονομική επιβάρυνση για το χρήστη και παράλληλα μεγάλη επιβάρυνση για το περιβάλλον (CO<sub>2</sub> και χημικοί ρύποι).

Έτσι, η δυνατότητα εφαρμογής των φωτοβολταϊκών, ώστε να αξιοποιηθεί η μεγάλη εξωτερική επιφάνεια των κτηρίων, για παραγωγή ενέργειας και να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες του ίδιου του κτηρίου, λαμβάνει ιδιαίτερη προσοχή και πρόκειται να αποτελέσει κυρίαρχο στόχο στο μέλλον.

Στην περίπτωση της ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών, το BIPV σύστημα μπορεί να είναι πολυλειτουργικό, αντικαθιστώντας υλικά του εξωτερικού

περιβλήματος, όπως τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας, πόρτες και παράθυρα, οροφή, πρόσοψη ή μέσα σκίασης.

### ***Τοίχοι και προσόψεις***

Η ενσωμάτωση των φβ στα κτήρια πρέπει να προσαρμόζεται στην αρχιτεκτονική του κτηρίου, βελτιώνοντας ταυτόχρονα τη μόνωσή του και μειώνοντας τις ανάγκες για θέρμανση/ψύξη. Στην Ελλάδα αν και η πλειοψηφία των κτηρίων είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα, τις τελευταίες δεκαετίες έκαναν την εμφάνισή τους και μεταλλικές κατασκευές με γυάλινη πρόσοψη κυρίως για επαγγελματικούς χώρους και εμπορικά κέντρα.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μπορούν να εφαρμοστούν σε τοίχους και προσόψεις, (αεριζόμενες και μη), στο εσωτερικό διάκενο παραθύρων με διπλό τζάμι ή σε έξυπνα παράθυρα για ταυτόχρονο έλεγχο του φωτισμού και της ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται μέσα στο κτήριο.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μπορούν να ενσωματωθούν σε τοίχους και προσόψεις με διάφορους τρόπους και ταυτόχρονα να συνδυαστούν με άλλα υλικά ώστε το κτήριο να εναρμονίζεται με το γύρω περιβάλλον. Η πιο απλή τοποθέτηση είναι η κατακόρυφη ακολουθώντας τον προσανατολισμό του κτηρίου.

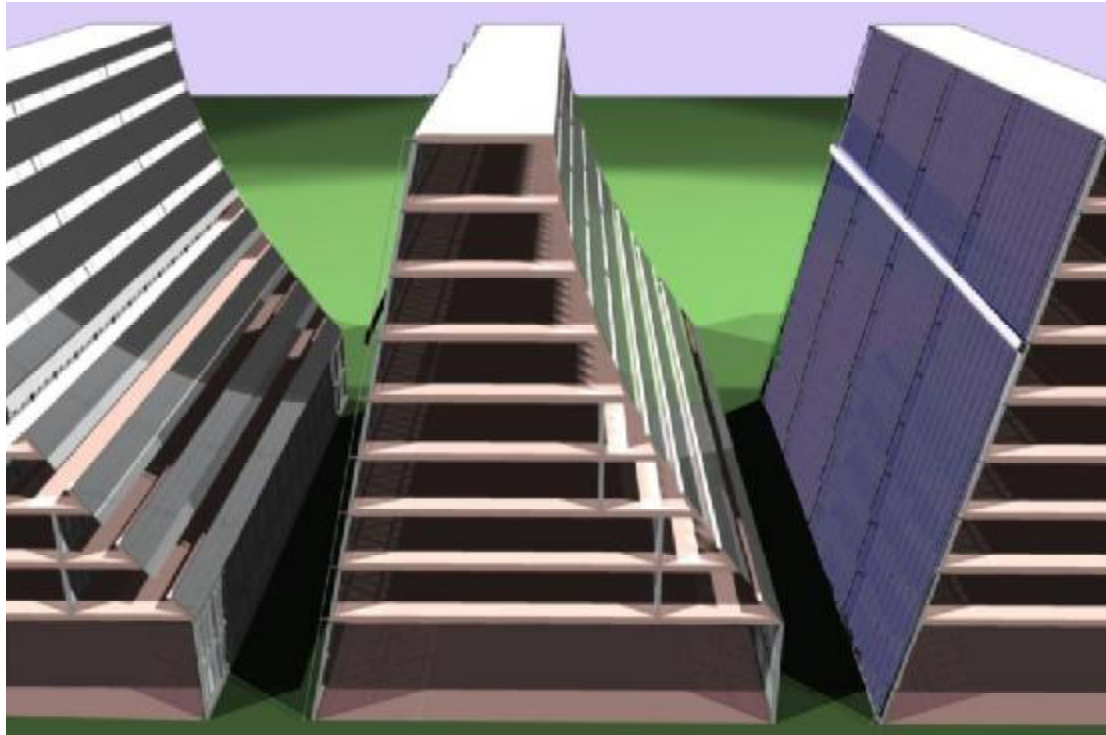
Ο συγκεκριμένος τρόπος ενσωμάτωσης είναι οικονομικά και αισθητικά αποδεκτός και χρησιμοποιώντας φβ πλαίσια διαφορετικής διαπερατότητας ή και υαλοπίνακες μπορεί να δημιουργηθεί ένα ενδιαφέρον μοτίβο.

Στην περίπτωση που το κτήριο δεν έχει το βέλτιστο προσανατολισμό ως προς τον ήλιο, μπορεί να γίνει μια πιο λεπτομερής μελέτη εφαρμογής, για τη βελτίωση της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά, που όμως αυξάνει το κόστος κατασκευής.

Τέτοιες περίπλοκες συνθέσεις μπορούν να γίνουν σε τοίχους που έχουν κλίση ή έχουν προιονωτό προφίλ.

Στα κτήρια προτείνεται και η χρήση των μπαλκονιών ως ανακλαστήρες ώστε να συγκεντρώνεται το ανακλώμενο φως στην πίσω πλευρά του απέναντι κτηρίου. Εκεί βρίσκεται φβ απορροφητής που μπορεί να ανεβοκατεβαίνει (σαν ανελκυστήρας) ακολουθώντας τη συγκλίνουσα δέσμη της ηλιακής ακτινοβολίας.

(εικόνα 2.5)



**ΕΙΚΟΝΑ 2.5**

Ωστόσο τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία τοποθετούνται σε μια μη αεριζόμενη πρόσοψη, αναπτύσσουν θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να μη λειτουργούν αποδοτικά.

Για να γίνεται η απαγωγή της θερμότητας από τα φβ κύτταρα και για να ελαχιστοποιηθούν προβλήματα στεγανοποίησης μπορεί να κατασκευαστεί μια αεριζόμενη διπλή πρόσοψη, όπου τα φβ πλαίσια αποτελούν το εξωτερικό περίβλημα και το εσωτερικό θα είναι το στεγανό.

Τα κτήρια με διπλή πρόσοψη πρέπει να έχουν διαφορετικές στρατηγικές αερισμού ανάλογα με την εποχή. Η θερμότητα που παράγεται από τα φβ πλαίσια της πρόσοψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

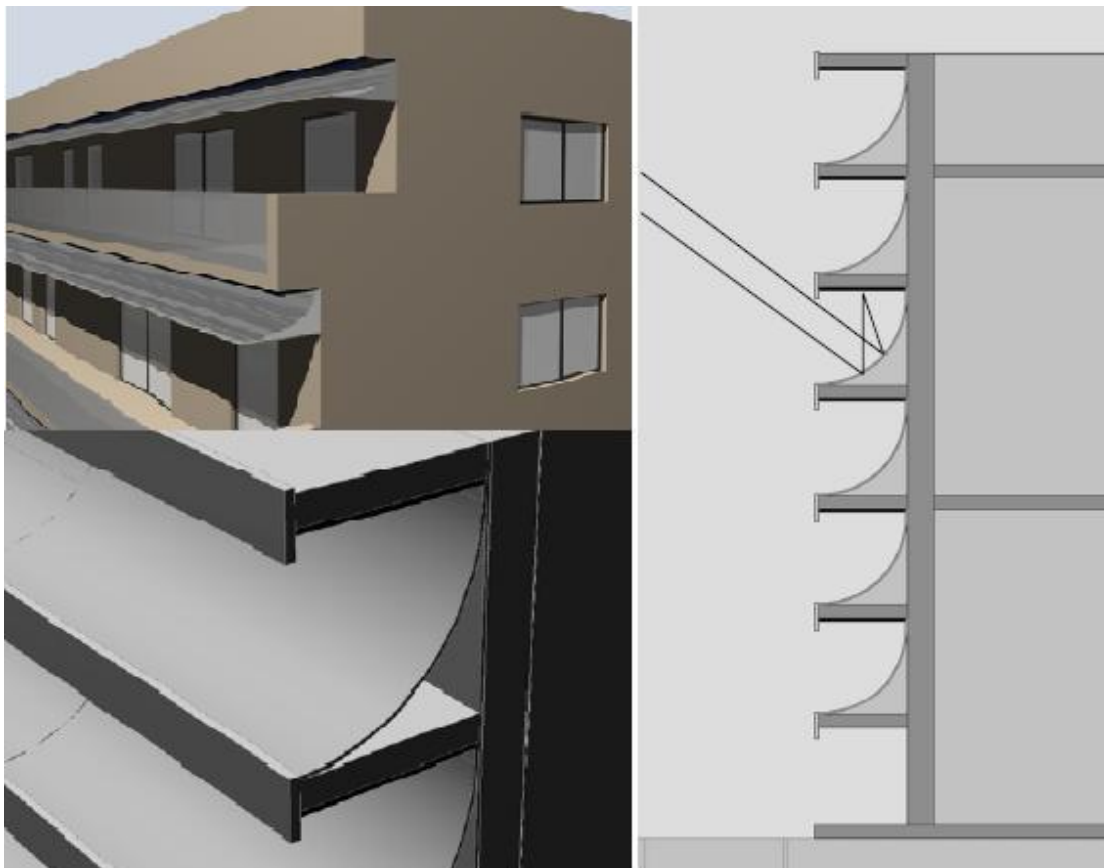
Το καλοκαίρι, όπου ο προθερμασμένος αέρας επιδρά αρνητικά στο κλίμα των εσωτερικών χώρων, η θερμότητα από τα φωτοβολταϊκά μπορεί να εξέρχεται μέσω του διακένου που υπάρχει ανάμεσα στις δύο προσόψεις. Σε κτήρια μη διπλές προσόψεις θα πρέπει να γίνεται ειδική μελέτη για το φωτισμό, καθώς η ένταση του φωτός που προσπίπτει στο εσωτερικό περίβλημα είναι μικρότερη απ' ό,τι σε ένα συνηθισμένο κτήριο.



Στην αγορά κυκλοφορούν πολλά καινοτόμα προϊόντα για αεριζόμενες προσόψεις που επιτρέπουν μέγιστη ευελιξία στην κατασκευή, χωρίς να χρειάζεται να γίνουν συμβιβασμοί ανάμεσα στο σχεδιασμό και στη λειτουργικότητα και διατίθενται σε ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων για ένα πιο αισθητικό αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης.

Η ενσωμάτωση των φβ στην πρόσοψη ενός κτηρίου μπορεί να γίνει και με τρόπο που να μην είναι ορατά. Η τοποθέτησή τους μπορεί να γίνει κάτω από τα μπαλκόνια με παράλληλη χρήση καμπύλων ανακλαστήρων ώστε να αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια των πλαισίων (Εικόνα 2.6.).

Σε μια τέτοια εγκατάσταση η παραγόμενη ενέργεια από τα φβ είναι μικρότερη από αυτή που θα παραγόταν αν είχαν βέλτιστη κλίση και προσανατολισμό. Είναι κατανοητό λοιπόν ότι η επιλογή μιας τέτοιας εγκατάστασης θα αύξανε το χρόνο που απαιτείται για να γίνει απόσβεση του συστήματος κερδίζοντας όμως από ένα πολύ αισθητικό αποτέλεσμα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.6**

Φωτοβολταϊκά πλαίσια διαφόρων τύπων (ημιδιαπερατά ή μη) και μεγεθών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εξωτερικά σκίαστρα στις προσόψεις των

κτηρίων, προστατεύοντας από την άμεση ακτινοβολία και παρέχοντας διάχυτο φως στους εσωτερικούς χώρους (Εικόνα 2.7).

Οι σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις προωθούν τη δημιουργία μεγάλων παραθύρων ώστε να μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για τεχνητό φωτισμό στο εσωτερικό του κτηρίου. Αυτός ο τρόπος ενσωμάτωσης συνδυάζει τα ενεργειακά πλεονεκτήματα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος προσφέροντας ταυτόχρονα σκίαση.

Ένας ακόμη τρόπος ενσωμάτωσης των φβ σε σκίαστρα σε εξωτερικό χώρο είναι πάνω σε πέργκολες (Εικόνα 2.8.). Η κατασκευή πέργκολας δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης των φωτοβολταϊκών χωρίς πολεοδομικά εμπόδια τόσο σε οικιακά κτήρια όσο και σε καταστήματα με άψογο αισθητικό αποτέλεσμα.

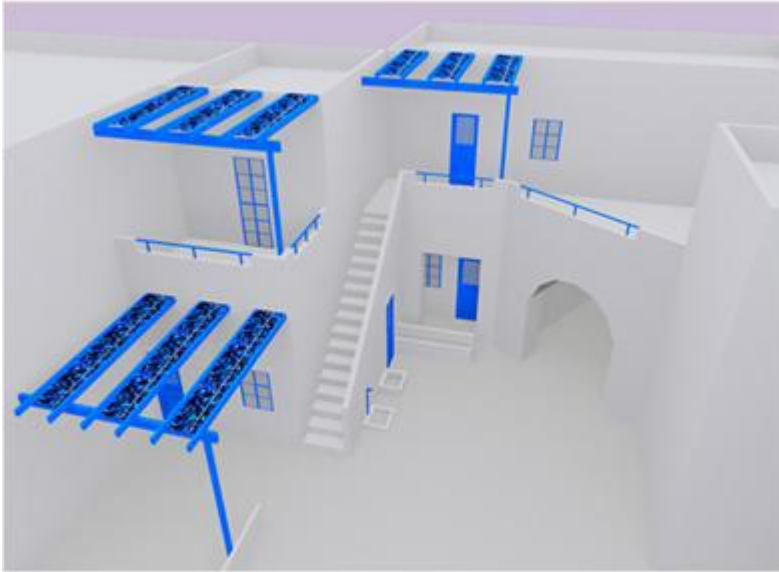
Σε τέτοια συστήματα (σκίαστρα, πέργκολες) μπορεί να γίνει και εφαρμογή συστήματος περιστροφής των φβ γύρω από τον οριζόντιο άξονα (αλλαγή της ζενίθιας γωνίας του συστήματος) για δυνατότητα εποχικής ρύθμισης της κλίσης, επιτυγχάνοντας μέγιστη παραγόμενη ισχύ και διαφορετική σκίαση .

Αν και στην περίπτωση που τα φβ τοποθετούνται ως σκίαστρα δεν αντικαθιστούν απαραίτητα κάποιο οικοδομικό υλικό, παρόλα αυτά μιλάμε για ενσωμάτωση, γιατί τα πλαίσια συγκρατούνται από κάποιο σημείο του τοίχου

(Εικόνα 2.7)

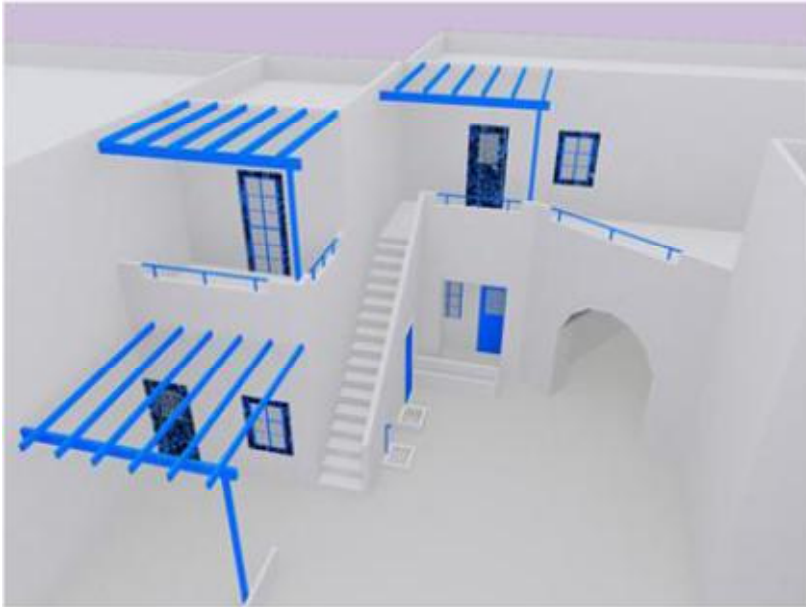


**ΕΙΚΟΝΑ 2.7 Τρόπος ενσωμάτωσης φ/β σαν σκίαστρα**



**ΕΙΚΟΝΑ 2.8** Ενσωμάτωση φ/β πάνω σε πέργκολες σταθερές ή ανοιγοκλειόμενες

Εκτός από τους παραπάνω τρόπους εφαρμογής των φβ, η ενσωμάτωσή τους μπορεί να γίνει με αισθητικό τρόπο σε πόρτες ή στο περίβλημα των παράθυρων, ακόμα και σε κτήρια με παραδοσιακή αρχιτεκτονική.



### **Ενσωμάτωση φ/β σε πόρτες και παράθυρα**

Επιπλέον, μια άλλη φβ συσκευή με παθητικά ηλιακά οφέλη είναι τα έξυπνα φβ παράθυρα με ημιδιαπερατά φωτοβολταϊκά τα οποία είναι σχεδιασμένα για να επιτρέπουν μια συγκεκριμένη ποσότητα φωτός να εισέρχεται.

Κάποιες φβ συσκευές λεπτού φιλμ είναι εγγενώς ημιδιαπερατές αν κατασκευαστούν με καθαρές αγώγιμες επικαλύψεις σε γυάλινο υπόστρωμα. Διαφορετικά, αδιαφανείς φβ συσκευές μπορούν καθίστανται αποτελεσματικά διαφανείς δημιουργώντας ένα μοτίβο από καθαρές περιοχές, όπου έχουν απομακρυνθεί τα αδιαφανή υλικά.

Η απόδοση αυτών των ημιδιαπερατών φβ είναι μικρότερη απ' ό τι αυτή των αντίστοιχων αδιαφανών, γεγονός όμως που αντισταθμίζεται από τη δυνατότητα που έχουν οι χρήστες του κτηρίου να βλέπουν την εξωτερική θέα (εικόνα 2.9).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.9** Άποψη του εξωτερικού χώρου μέσα από παράθυρο με ημιδιαπερατά φ/β

### **Στέγες και δώματα**

Η εφαρμογή φβ σε στέγες και δώματα κτηρίων είναι η πλέον διαδεδομένη και απλή μέθοδος. Οι κλιματολογικές συνθήκες όμως που επικρατούν στην περιοχή που βρίσκεται το κτήριο θέτουν κάποιους περιορισμούς.

Γενικά οι οριζόντιες οροφές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να αντέχουν φορτία όπως χιόνι ή βρόχινο νερό. Σε περιοχές με μεγάλες χιονοπτώσεις, οι στέγες, οι φεγγίτες και κατ' επέκταση το φβ σύστημα που θα εγκατασταθεί, σχεδιάζονται με τέτοια κλίση ώστε να μη συγκρατείται το χιόνι στις επιφάνειες τους.

Σε αυτές τις περιπτώσεις η κλίση μπορεί να είναι μεγαλύτερη από τη βέλτιστη κλίση στην οποία θα έπρεπε να τοποθετηθούν τα φβ πλαίσια για μέγιστη παραγωγή ενέργειας.

Στα κτήρια με την παραδοσιακή στέγη, τα απλά κεραμίδια (επίπεδα ή καμπύλα) μπορούν να αντικατασταθούν από φβ κεραμίδια ή πλάκες από σχιστόλιθο πάνω στις οποίες έχουν τοποθετηθεί φβ κύτταρα (sunslates, megalates).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.10 Φ/β κεραμίδια**

Τα φβ κεραμίδια είναι αδιάβροχα, έχουν σχεδιαστεί για να αντέχουν μεγάλες ταχύτητες ανέμου ή φορτίο από χιόνι, τις υψηλές θερμοκρασίες που συναντώνται σε μια στέγη και μπορεί να συνοδεύονται από βαθμολογία πυρός.

Η εγγύηση που παρέχουν οι περισσότερες εταιρείες για τα φβ κεραμίδια είναι όμοιες με αυτές των κοινών φβ, δηλαδή εγγύηση ισχύος 90% για 12 χρόνια και 80% για 25 χρόνια.

Η εγκατάσταση των φβ κεραμιδιών είναι απλή και μπορεί να γίνει από τον τεχνικό που τοποθετεί τα απλά κεραμίδια, αρκεί πρώτα να έχουν προβλεφθεί οι κατάλληλες ηλεκτρικές συνδέσεις.

Τα sunslates ή megalates δημιουργούν ένα ακόμη BIPV σύστημα οροφής. Κατασκευάζονται τοποθετώντας πάνω σε πλάκες από σχιστόλιθο πλαίσια χωρίς το αλουμινένιο περίβλημα (Εικόνα 2.11), από το συνδυασμό των οποίων προκύπτει ένα ολοκληρωμένο φβ σύστημα που λειτουργεί σαν αδιάβροχη εγγυημένη οροφή.

Η τοποθέτηση αυτού του προϊόντος πρέπει να γίνεται πάνω από υδατοστεγανό υπόστρωμα, για να μην υπάρχουν προβλήματα υγρασίας στο εσωτερικό του κτηρίου και σε ύψος 50mm πάνω από την επιφάνεια της στέγης, για να υπάρχει καλός αερισμός.

Η ενσωμάτωση μπορεί να γίνει σε στέγη με νότιο (ή δυτικό ή ανατολικό) προσανατολισμό και με κλίση 20° ή παραπάνω, αρκεί να μη σκιάζεται από άλλα κτήρια ή δέντρα. Η ορατή περιοχή αυτών των προϊόντων, αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, είναι μόνο το τμήμα της πλάκας πάνω στην οποία βρίσκεται το πλαίσιο.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.11** *Sunslates* και υποδοχείς σύνδεσης

Η μόνη διαφορά ανάμεσα στα sunslates και στα megaslates είναι στο μέγεθος και κατ' επέκταση στην τιμή της μέγιστης ισχύος ανά m<sup>2</sup> που παράγουν.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.12** *Megaslates*

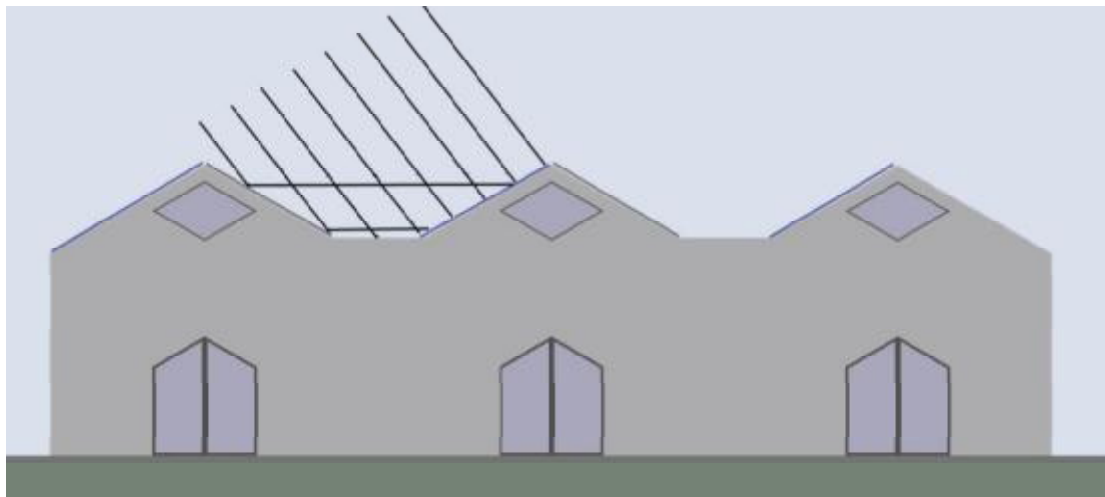


Η ενσωμάτωση φβ στις στέγες μπορεί να συνδυαστεί και με χρήση ανακλαστήρων για να καλύπτονται οι κτηριακές ενεργειακές ανάγκες. Οι διάχυτοι ανακλαστήρες μπορούν να ενισχύουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ιδίως από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο.

Με κατάλληλη γεωμετρία στο σύστημα των ανακλαστήρων, μπορεί να επιτευχθεί σχεδόν ομοιόμορφη κατανομή της επιπρόσθετης ακτινοβολίας στην επιφάνεια των φβ (Εικόνα 2.13.).

Η επιπρόσθετη ηλιακή ακτινοβολία θα μπορούσε να είναι ακόμα μεγαλύτερη αν αντί για διάχυτους ανακλαστήρες χρησιμοποιηθούν κατοπτρικοί.

Ωστόσο οι κατοπτρικοί ανακλαστήρες έχουν λίγο υψηλότερο κόστος και εξαιτίας της κατευθυντικότητάς τους μπορούν να φωτίζουν περισσότερο κάποια τμήματα ή κύτταρα των πλαισίων, με αποτέλεσμα το πλαίσιο να παρουσιάζει συμπεριφορά όπως όταν σκιάζεται μερικώς, δηλαδή μεγάλη μείωση του παραγόμενου ηλεκτρισμού.

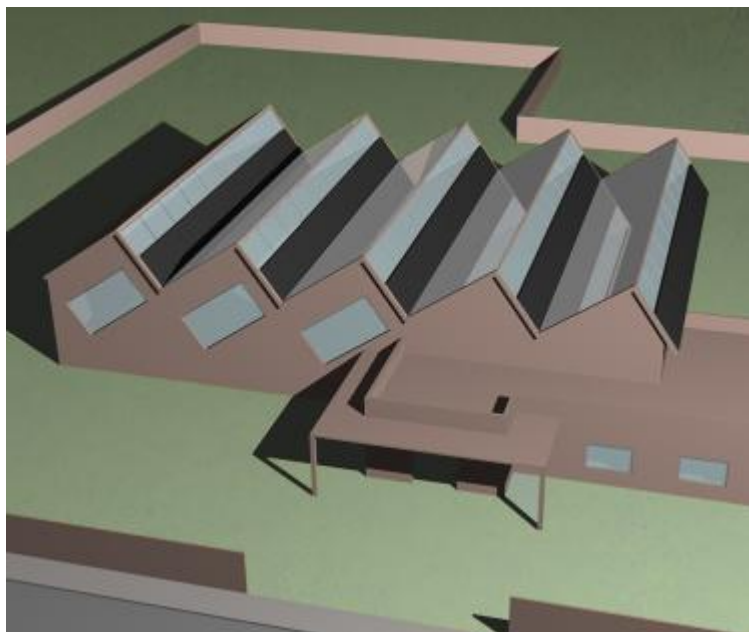
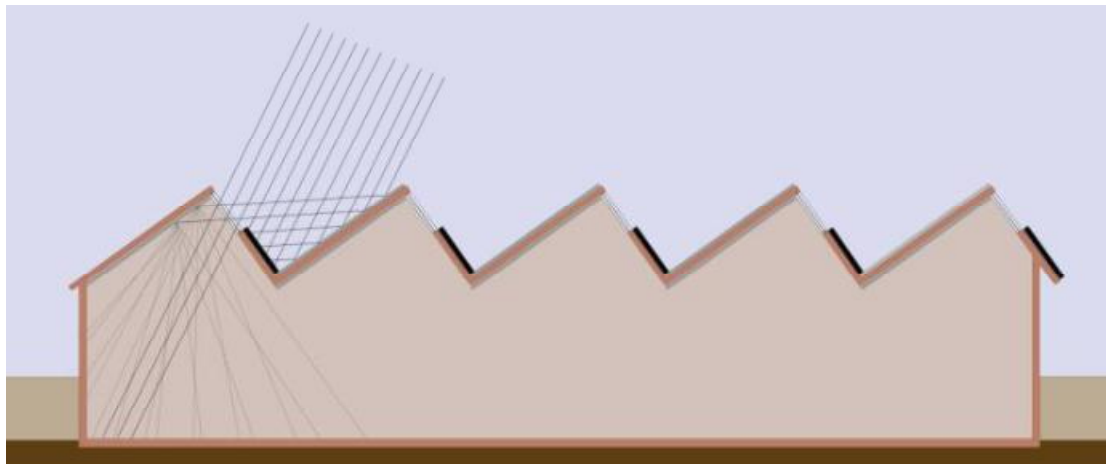


**ΕΙΚΟΝΑ 2.13 Κατεύθυνση των ανακλώμενων ακτίνων στην επιφάνεια των φ/β**

Στην περίπτωση κτηρίων με πριονωτό προφίλ στέγης, υπάρχει η δυνατότητα τα φβ να καλύπτουν μόνο ένα τμήμα της μιας πλευράς της στέγης, αφήνοντας το υπόλοιπο ελεύθερο και η αντίθετη πλευρά της στέγης να καλύπτεται από ανακλαστήρα, όπως προηγουμένως.

Στο ελεύθερο τμήμα της στέγης μπορούν να τοποθετηθούν υαλοπίνακες, η χρήση των οποίων θα επιτρέπει ένα τμήμα της ανακλώμενης από τον ανακλαστήρα ακτινοβολίας να εισέρχεται στο εσωτερικό του κτηρίου για να καλύπτονται οι ανάγκες σε φυσικό φωτισμό.

(Εικόνα 2.13)

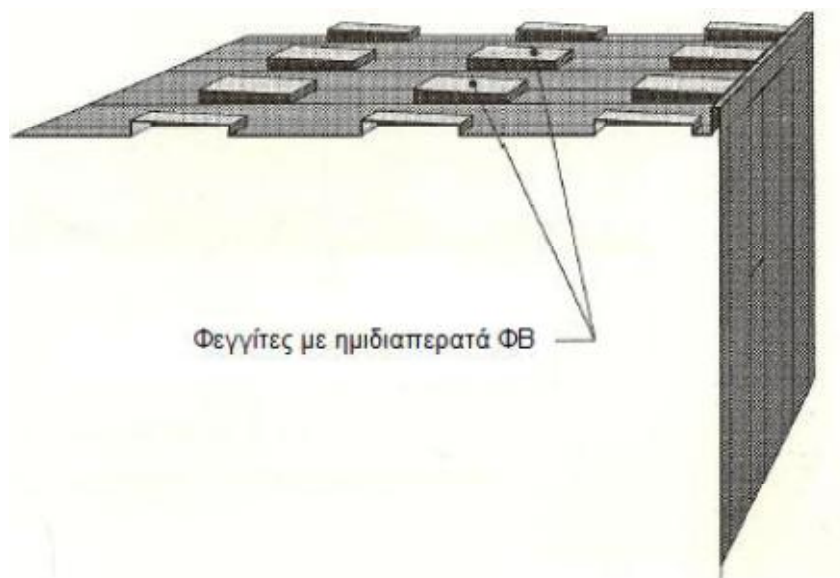


**ΕΙΚΟΝΑ 2.13** Παράδειγμα ενσωμάτωσης φ/β με ενισχυτικούς ανακλαστήρες σε στέγη βιομηχανικού κτηρίου και κατεύθυνση των ανακλώμενων ακτινών

Οι φεγγίτες συναντώνται συχνά σαν παθητικά συστήματα σε κτήρια με βιοκλιματικό σχεδιασμό.

Το πλεονέκτημα της ενσωμάτωσης ημιδιαπερατών φβ σε φεγγίτες και φωταγωγούς είναι ότι αντικαθιστούν τον τεχνητό φωτισμό, μειώνουν φαινόμενα θάμβωσης, ενώ παράλληλα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

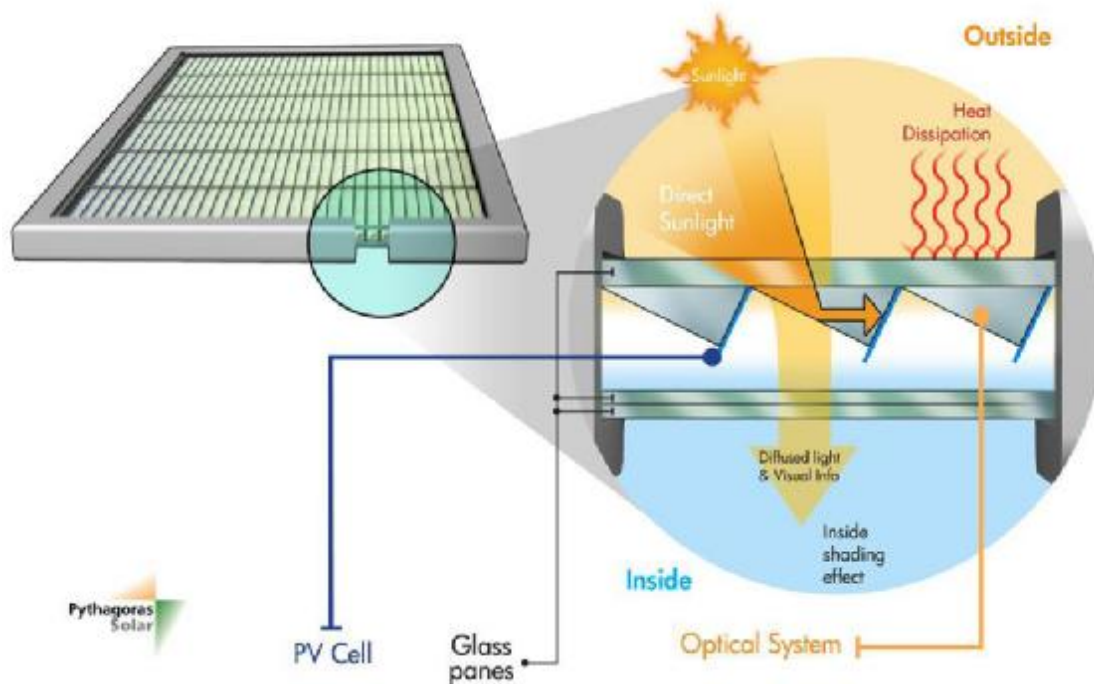
Πρόκειται για εγκατάσταση που μπορεί να γίνει εύκολα τόσο σε καινούριες κατασκευές όσο και σε υπό ανακαίνιση κτήρια, οριζόντια ή υπό κλίση (Εικόνα 2.14.).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.14** Φεγγίτες στην οροφή

Μια άλλη κατασκευή φεγγίτη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είναι σαν αυτή που φαίνεται στην Εικόνα 2.15., όπου ανάμεσα στα δύο τζάμια έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκά κύτταρα υπό κλίση.

Η άμεση ακτινοβολία ανακλάται από ένα οπτικό σύστημα πάνω στην επιφάνεια των φβ κυττάρων και παράγεται ενέργεια, ενώ η διάχυτη ακτινοβολία εισέρχεται στο χώρο.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.15 Φεγγίτες με φ/β κύτταρα**

#### 2.4.1. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η ανάγκη για ορθολογική χρήση της ενέργειας και των φυσικών πόρων γενικότερα επιβάλλει νέα δεδομένα στο σχεδιασμό και την κατασκευή των κτιριακών κελυφών. Πολλές χώρες προσπαθούν να θέσουν νέους όρους δόμησης με σκοπό τη βέλτιστη διαχείριση των ενεργειακών αποθεμάτων.

Στην εξέλιξη των φ/β συστημάτων για ενσωμάτωση σε κελύφη κτιρίων μέχρι σήμερα διακρίνονται σε τρεις (3) γενιές προϊόντων (Helmke 2006). Την πρώτη γενιά προϊόντων συνιστούν τα συστήματα που δεν έχουν σχεδιαστεί ειδικά για κτιριακή ενσωμάτωση. Οι συλλέκτες τοποθετούνται σε μέρη υφισταμένων κτιρίων, κυρίως αναρτημένα στις κεκλιμένες στέγες ή σε επίπεδα δώματα πάνω σε ειδικές βάσεις που εξασφαλίζουν την επιθυμητή κλίση. Σε αυτήν την περίπτωση ο βαθμός ενσωμάτωσης είναι μικρός και το τελικό αποτέλεσμα στερείται αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος.

Η δεύτερη γενιά προϊόντων χαρακτηρίζεται από το ότι οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες είναι μέρος του κτηριακού, αντικαθιστώντας συμβατικά δομικά υλικά. Τα φωτοβολταϊκά προϊόντα δεύτερης γενιάς είναι σχεδιασμένα για αυτό το σκοπό και παρέχουν πολλές επιλογές ενσωμάτωσης. Επιπλέον, έχουν το πλεονέκτημα της πολυλειτουργικότητας, όπως για παράδειγμα της διαχείρισης του φυσικού φωτός και της διαφάνειας του κελύφους με ευρεία ποιοτική διαβάθμιση.

Στην ΤΡΙΤΗ ΓΕΝΙΑ όπου εξετάζουμε στην παρούσα εργασία ανήκουν τα προϊόντα τελευταίας τεχνολογίας λεπτών υμενίων που μπορούν σήμερα να αναπτυχθούν σε εύκαμπτα πολυμερή υποστρώματα. Με τεχνικές ευρείας κλίμακας θα προκύψουν εύκαμπτα συστήματα με χαμηλό κόστος παραγωγής, σε μορφή ρολού ή υφάσματος, με άπειρες δυνατότητες εφαρμογής, ιδιαίτερα για την κτιριακή βιομηχανία.

Πριν ξεκινήσει ο σχεδιασμός ενός κτιρίου με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά συστήματα, είναι σημαντικό να γίνει ανάλυση κάθε δυνατής εφαρμόσιμης λύσης και να εξεταστεί πώς η κάθε μία από αυτές διαμορφώνει το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου, αλλά και την αρχιτεκτονική πρόταση.

Μέχρι σήμερα , τα περισσότερα αξιόλογα παραδείγματα κτιρίων ενσωματώνουν προϊόντα δεύτερης γενιάς. Η τυπολογία ενσωμάτωσης αφορά σε δύο βασικές θέσεις στο κτιριακό κέλυφος:

Ü Στις οροφές , όπου προσφέρουν κατά κανόνα τις καλύτερες αποδόσεις , επειδή απαιτούνται λιγότεροι συμβιβασμοί στην τοποθέτησή τους. Επιπρόσθετα πλεονεκτούν διότι εύκολα αποφεύγεται η ανεπιθύμητη σκίαση , ενώ η κλίση που μπορεί να διαθέτουν βοηθάει στην αύξηση της απόδοσης , αποτελώντας μια απλούστερη και οικονομικότερη λύση ενσωμάτωσης συγκριτικά με τις όψεις.

Ü Οι όψεις των κτιρίων προσφέρονται για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων , αλλά δεν ικανοποιούν πάντα το κριτήριο της βέλτιστης απόδοσης. Ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος υπάρχουν πολλαπλά οφέλη από τη χρήση των ενσωματωμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων . ειδικά για τις ανατολικές και δυτικές όψεις που χρειάζονται προστασία από τον έντονο ήλιο. Επιπλέον , τα συστήματα αυτά είναι μια σχεδιαστική πρόκληση για τους αρχιτέκτονες καθώς διαμορφώνουν την τελική εικόνα του κτιρίου.

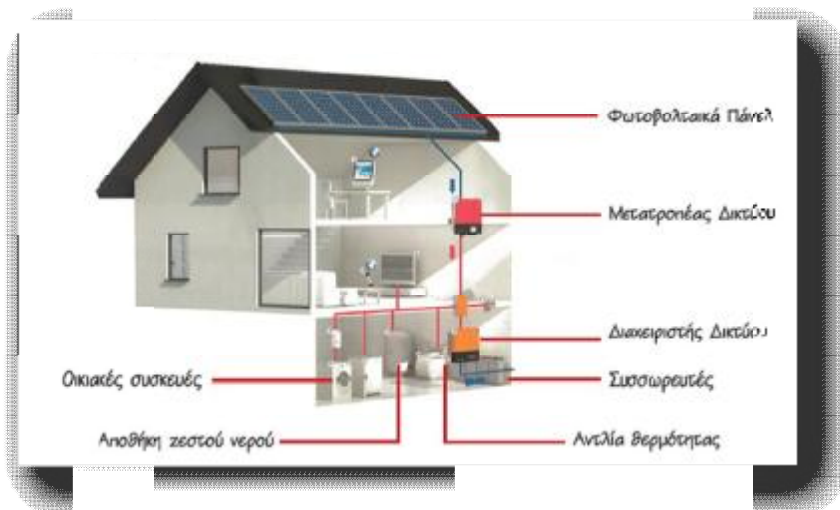
Η τοποθέτησή των συστημάτων αυτών γίνεται παράλληλα με την κατασκευή του οικοδομήματος. Έτσι τα ΦΒΕΚ (φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα σε κτίριο) αποτελούν δομικό υλικό του κτιρίου ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως παραγωγοί καθαρού ηλιακού ηλεκτρισμού , με σημαντικό πλεονέκτημα την εξοικονόμηση κόστους υλικών όσο και ενέργειας.

Οι δυνατότητες ενσωμάτωσης είναι απεριόριστες όπως προαναφέραμε , καθώς τα φ/β μπορούν να ενσωματωθούν σε οποιοδήποτε οικοδομικό έργο , από κτίρια υψηλής τεχνολογικής αισθητικής έως οικοδομήματα πολιτιστικής κληρονομιάς , σε νέα ή παλαιά κτίρια.

Οι συνηθέστερες εφαρμογές αφορούν την ενσωμάτωση των φ/β σε :

- § Στέγες ή δώμα
- § Προσόψεις
- § Στέγαστρα , στέγαστρα βεραντών
- § Φωταγωγούς
- § Σκίαστρα
- § Βοηθητικοί χώροι κτιρίου

Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται εφαρμογές σε στέγη σχήμα 1, σχήμα 2 περιλαμβάνει ( ενσωμάτωση σε πρόσοψη, ως σκίαστρα ως στοιχεία επικάλυψης και στην οροφή όπου μπορεί να είναι αδιαφανή ή ημιπερατά Φ/Β)



ΣΧΗΜΑ 1



ΣΧΗΜΑ 2

Η εγκατάσταση φβ πλαισίων σε ορισμένη επιφάνεια του κτιρίου , συγκεκριμένου υλικού κατασκευής και προσανατολισμού, προϋποθέτει την ύπαρξη του κατάλληλου συστήματος προσαρμογής.

Υπάρχουν συστήματα τα οποία εγκαθίστανται είτε πάνω στην επιφάνεια των ήδη υπάρχοντων συμβατικών υλικών των επιφανειών του κτιρίου (υπάρχοντα κτίρια είτε αποτελούν μέρη της κατασκευής του κυρίως στην περίπτωση νεοανεγερθέντων κτιρίων. Επίσης , υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες μπορεί να γίνει κάποια μετατροπή ήδη υπάρχοντων υλικών του κτιρίου για την εγκατάσταση φβ πλαισίων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν ορισμένα συστήματα κουφωμάτων –στήριξης υαλοπινάκων στα οποία είναι εφικτό να ενσωματωθούν με ελάχιστες τροποποιήσεις συγκεκριμένα φβ πλαίσια.

Ένα σύστημα εγκατάστασης θα πρέπει να εξασφαλίζει :

- Μηχανική αντοχή για το συνολικό βάρος που είναι εγκαταστημένο σε αυτό με γνώμονα τα τοπικά έντονα καιρικά φαινόμενα.
- Επαρκή αερισμό του πίσω μέρους των φβ πλαισίων στην περίπτωση των αδιαφανών πλαισίων με σκοπό την βέλτιστη του βαθμού απόδοσης τους. Το παραπάνω εξασφαλίζεται διατηρώντας απόσταση από την επιφάνεια του κτιρίου.
- Κατάληψη όσο το δυνατόν μικρότερου επιπλέον μέρους της επιφάνειας δεδομένου ότι είναι ιδιαίτερα περιορισμένη στα κτίρια.
- Ομοιομορφία στην συνολική επιφάνεια των φβ πλαισίων . Μέσω του παραπάνω εξασφαλίζεται ομοιόμορφη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φβ πλαίσια που ανήκουν στην ίδια συστοιχία.
- Εύκολη εξαγωγή και αντικατάσταση φβ πλαισίου σε περίπτωση σφάλματος.



## **ΒΑΣΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ:**

### ο Στα **ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ** :

Είναι απαραίτητη η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες και η εγκατάσταση συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Είναι ιδανικά για εξοχικές κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

### ο Στα **ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΑΗΚ:**

Η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Δεν χρειάζεται η αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες , απαιτείται όμως η εγκατάσταση μετατροπέα.

### ο Επίσης ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια είναι η ηλιοφάνεια και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Τέλος είναι πολύ σημαντικό να αναφερθούν και να αναλυθούν τα αρχιτεκτονικά κριτήρια ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών συστημάτων στα κτιριακά κελύφη.

Τα κριτήρια αυτά άρχισαν να εξετάζονται συστηματικά στη δεκαετία του '90. Μέχρι τότε , το πρωταρχικής σημασίας κριτήριο ήταν η απόδοση του συστήματος. Στην πράξη αποδείχτηκε πως ο ρόλος του αρχιτέκτονα είναι πολύ σημαντικός , γιατί η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων πρέπει να γίνεται στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού και όχι ως μια επέμβαση εκ των υστέρων.

Ο σχεδιασμός των ενσωματωμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να επηρεάσει καθολικά την αρχιτεκτονική σύνθεση , ενώ παράλληλα πρέπει να αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης ενεργειακής στρατηγικής. Η συνύπαρξη των φωτοβολταϊκών με τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία είναι **κρίσιμη**. Η τελική εικόνα και το αισθητικό μέρος είναι εξίσου σημαντικά με την λειτουργικότητα ενός τέτοιου συστήματος, λόγω της ανάγκης να γίνουν ευρύτερα αποδεκτά τα νέα στοιχεία των κτιρίων. Ο σχεδιασμός του κελύφους γενικότερα αποτελεί μια διεπιστημονική υπόθεση. Ειδικά για τα ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά συστήματα οι αρχιτέκτονες , μαζί με ειδικευμένους συνεργάτες , καλούνται να επιτύχουν την καλύτερη ένταξη των φωτοβολταϊκών ως προς τέσσερα βασικά κριτήρια:

- Τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό
- Τη μηχανολογική ένταξη
- Την ηλεκτρολογική ένταξη και την δυνατότητα επιτήρησης και ελέγχου λειτουργίας τους ώστε να αποδίδουν το μέγιστο σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους.

Το διεθνές γραφείο Ενέργειας (IEA) υλοποίησε στη δεκαετία του '90 πολλά προγράμματα για την διερεύνηση των δυνατοτήτων εφαρμογής των φωτοβολταϊκών συστημάτων στα κτήρια , με συμμετοχές από πολλές χώρες.

Στο πρόγραμμα 'TASK 7' οι ομάδες εργασίας των αρχιτεκτόνων προσπάθησαν να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά μιας πετυχημένης ενσωμάτωσης. Κατέληξαν σε ορισμένα κριτήρια που σύμφωνα με τους ίδιους δεν είναι απόλυτα και αποκλειστικά , αλλά θέτουν μια πρώτη βάση για να προκύψουν ερωτήματα και συγκρίσεις σε σχέση με την αρχιτεκτονική ποιότητα .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος, κριτήρια αξιολόγησης ενός έργου μπορούν να θεωρηθούν:

1. Η φυσική ένταξη , που αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του κτιρίου. Το σύστημα ολοκληρώνει το κτίριο , χωρίς απαραίτητα να είναι τόσο εμφανές και ευδιάκριτο.
2. Η αρχιτεκτονική αρτιότητα , που σχετίζεται με το πώς ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αναδεικνύει τον καλό σχεδιασμό. Πρόκειται για ένα αρκετά υποκειμενικό ζήτημα που θα διαμορφωθεί με το χρόνο από την εμπειρία στο σχεδιασμό τέτοιων κτηρίων.
3. Η σύνθεση των χρωμάτων και της υφής, που πρέπει να είναι σε ισορροπία με τα υπόλοιπα εξωτερικά υλικά. Για τον λόγο αυτό σε πολλές περιπτώσεις τα προϊόντα φωτοβολταϊκής τεχνολογίας παράγονται με

συγκεκριμένα αισθητικά χαρακτηριστικά. Ειδικές τεχνικές μπορούν να επιτύχουν την επιθυμητή διαφάνεια , σχήμα και υφή.

4. Ο κάρναβος και οι διαστάσεις του φωτοβολταϊκού συστήματος , που θα πρέπει να βρίσκονται σε αρμονία με τις αναλογίες και τις χαράξεις των δομικών στοιχείων στο κτίριο. Τα φωτοβολταϊκά έχουν συχνά έναν κατασκευαστικό κάρναβο , όπως έχουν και οι όψεις του κτιρίου , που είναι επιθυμητό να σχετίζονται μεταξύ τους.
5. Η συνέπεια προς την κεντρική αρχιτεκτονική ιδέα , που περιγράφει πώς το φωτοβολταϊκό σύστημα βρίσκεται σε συμφωνία με το συνολικό ύψος του κτιρίου και συμβαδίζει με τη συνθετική ιδέα του.
6. Η άρτια κατασκευή , που εκτός από την υγραμόνωση και την αντοχή του συστήματος , περιλαμβάνει και την ποιότητα των κατασκευαστικών λεπτομερειών.
7. Ο πρωτοποριακός και καινοτόμος σχεδιασμός , που σχετίζεται με την εφαρμογή μίας νέας τεχνολογίας. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι νέες ιδέες που μπορούν να εμπλουτίσουν την αρχιτεκτονική και να προσδώσουν μεγαλύτερη αξία στα κτίρια.

Παρόλο που η χρήση των φωτοβολταϊκών από τους αρχιτέκτονες, ως δομικό στοιχείο αυξάνεται συνεχώς , ο αριθμός των κτιρίων που έχουν ενσωματωμένα φ/β συστήματα είναι ακόμα χαμηλός. Το υψηλό κόστος της ενσωμάτωσης τους προβάλλεται συνήθως ως κ αιτία για τη μη υιοθέτησή τους. Ωστόσο , το κόστος δεν μπορεί να θεωρηθεί ως καθοριστική αιτία , καθώς συχνά στις προσόψεις των κτιρίων χρησιμοποιούνται υλικά υψηλότερου κόστους όπως π.χ. ο γρανίτης. Ο βασικός λόγος πιθανόν εστιάζεται στην έλλειψη γνώσης και τεχνογνωσίας για τη νέα αυτή τεχνολογία , παρόλο που η διαδικασία σχεδιασμού και εγκατάστασης ενός φ/β συστήματος δε διαφέρει σημαντικά από τη διαδικασία τοποθέτησης μιας στέγης ή πρόσοψης σε ένα κτίριο , ενσωματώνεται σχεδόν με την ίδια ευκολία τοποθέτησης μιας τυπικής πρόσοψης ή στέγης από γυαλί και συνδέεται ηλεκτρικά όπως μια συμβατική ηλιακή εγκατάσταση.

#### 2.4.2 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Η αποδοτική λειτουργία των Φ/Β συστημάτων εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό από την σωστή τοποθέτηση και διάταξη των πλαισίων. Ο προσανατολισμός τους στην επιφάνεια της γης, περιγράφεται από την αζιμούθια γωνία ( $\alpha$ ) και την γωνία κλίσης ( $\beta$ ). Η αζιμούθια γωνία σχηματίζεται από την προβολή της κατακόρυφου του Φ/Β πλαισίου πάνω στο οριζόντιο επίπεδο και από τον Νότο. Συνεπώς όταν έχουμε  $\alpha=0$  αυτό αντιστοιχεί σε τοποθέτηση Φ/Β πλαισίου με νότιο προσανατολισμό (βέλτιστη κλίση). Με γωνία  $\alpha$  ίση με  $90$  έχουμε προσανατολισμό προς τη Δύση, με  $\alpha=-90$  προς την Ανατολή και με γωνία  $\alpha=-180$  ο προσανατολισμός είναι προς το Βορρά.

Η γωνία κλίσης σχηματίζεται από το επίπεδο του Φ/Β πλαισίου και το οριζόντιο επίπεδο και δείχνει την κλίση του πλαισίου.

Στις περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου τα πλαίσια τοποθετούνται προς το Νότο ( $\alpha=0$ ), ενώ στο νότιο ημισφαίριο τοποθετούνται προς το Βορρά ( $\alpha=-180$ ). Αν η θέση του κτιρίου δεν επιτρέπει τον προσανατολισμό των πλαισίων προς το Νότο (βόρειο ημισφαίριο), τότε αυτά τοποθετούνται είτε προς την Ανατολή, είτε προς τη Δύση, όχι όμως προς το Βορρά, γιατί τότε έχουν πολύ χαμηλή απόδοση. Μόνο για οριζόντια πλαίσια επιτρέπεται ο προσανατολισμός προς το Βορρά.

Στις περιπτώσεις που η τοποθέτηση δεν καθορίζεται από την κλίση της επιφάνειας που τοποθετούνται (π.χ. πλαϊνοί τοίχοι), η βέλτιστη γωνία κλίσης στο βόρειο ημισφαίριο εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου και την περίοδο λειτουργίας του συστήματος.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων, τα πλαίσια τοποθετούνται με σταθερή γωνία κλίσης και λόγω της συνεχούς μετακίνησης του ήλιου κατά τη διάρκεια του έτους, η βέλτιστη γωνία κλίσης των ΦΒ πλαισίων διαφέρει από εποχή σε εποχή. Γενικά ισχύει με την απαίτηση ισχύος κατά εποχή ανά γεωγραφικό πλάτος  $\lambda$ :

- $\beta=\lambda+15$  Μεγαλύτερη παραγωγή κατά τους χειμερινούς μήνες
- $\beta=\lambda-15$  Μεγαλύτερη παραγωγή κατά τους θερινούς μήνες
- $\beta=\lambda-10$  έως  $-15$  Μέγιστη ετήσια παραγωγή και αποδοτικότητα.

## ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ

Οι κύκλοι που είναι παράλληλοι στον ισημερινό ονομάζονται παράλληλοι κύκλοι. Τα ημικύκλια που διέρχονται από τους πόλους ονομάζονται μεσημβρινοί.

Από κάθε επιφάνειας της γης περνάει ένας παράλληλος κύκλος και ένας μεσημβρινός. Βασικός μεσημβρινός θεωρείται αυτός που περνάει από το αστεροσκοπείο του Greenwich(G).

Προκειμένου να καθορισθεί η θέση ενός τόπου (T) στην επιφάνεια της γης απαιτείται να ορισθεί το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος.

**Γεωγραφικό πλάτος ( $\varphi$ )** ενός τόπου είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της ευθείας που ενώνει το κέντρο της γης με τον τόπο και του ισημερινού επιπέδου. Το γεωγραφικό πλάτος παίρνει τιμές από 0ο μέχρι 90ο για το βόρειο ημισφαίριο και από 0ο μέχρι -90ο για το νότιο ημισφαίριο.

**Γεωγραφικό μήκος (L)** ενός τόπου είναι η γωνία που σχηματίζεται από το μεσημβρινό του Greenwich και το μεσημβρινό επίπεδο του τόπου. Το γεωγραφικό μήκος παίρνει τιμές από 0ο μέχρι -180ο για τόπους ανατολικά του Greenwich και από 0ο μέχρι 180ο για τόπους δυτικά του Greenwich.

## ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

Για τον καθαρισμό της ακριβής θέσης ενός άστρου όπως είναι ο ήλιος στον ουράνιο θόλο, χρησιμοποιούνται σφαιρικές συντεταγμένες.

**Αζιμούθιο του ήλιου** ( $\alpha$ ) ονομάζεται το τόξο ΝΛ. Μετράται επί του ορίζοντος από το νότο(N) προς τη δύση από 0ο μέχρι 180 και από το νότο (N) προς την ανατολή από 0ο μέχρι -180.

**Ύψος του ήλιου** ( $h$ ) ονομάζεται το τόξο ΛΗ. Μετράται από τον ορίζοντα προς το ζενίθ από 0 μέχρι 90 και από τον ορίζοντα προς το ναδίρ ( $Z'$ ) από 0ο μέχρι -90.

**Ζενίθια γωνία του ήλιου** ( $\theta Z$ ). Μετράται από τον ορίζοντα προς το ζενίθ από 0ο μέχρι 90 και από τον ορίζοντα προς το ναδίρ από 0 μέχρι -90.

Επομένως σύμφωνα με τα παραπάνω:

$$h = 90 - \theta z$$

**Ωριαία γωνία** ( $\omega$ ) του ήλιου καλείται το τόξο ΙΚ .Μετράται επί του ουρανού ισημερινού από το Ι προς τη δύση από 0 μέχρι 360 θετικά, ή από την αντίθετη κατεύθυνση αρνητικά.

**Απόκλιση** ( $\delta$ ) του ήλιου ονομάζεται το τόξο ΚΗ . Γενικά η απόκλιση του ήλιου μπορεί να ορισθεί σαν η γωνία που σχηματίζεται από την ευθεία που ενώνει το κέντρο της γης με το κέντρο του ήλιου και την προβολή της ευθείας αυτής στο ισημερινό επίπεδο.



Έστω ένα επίπεδο, όπως φαίνεται στο σχήμα, που έχει μια κλίση  $\beta$  ως προς τον ορίζοντα και είναι προσανατολισμένο προς το νότο. Ο ήλιος σε κάποια στιγμή του ημερήσιου τόξου του βρίσκεται στο σημείο Η.

Αν ΚΟ είναι κάθετη στο οριζόντιο επίπεδο και ΓΟ κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο, τότε σχηματίζεται το σφαιρικό τρίγωνο ΗΚΓ. Η ΖΟ είναι η προβολή της ΓΟ στο οριζόντιο επίπεδο και ΕΟ είναι η προβολή της διεύθυνσης των ηλιακών ακτινών στο οριζόντιο επίπεδο.

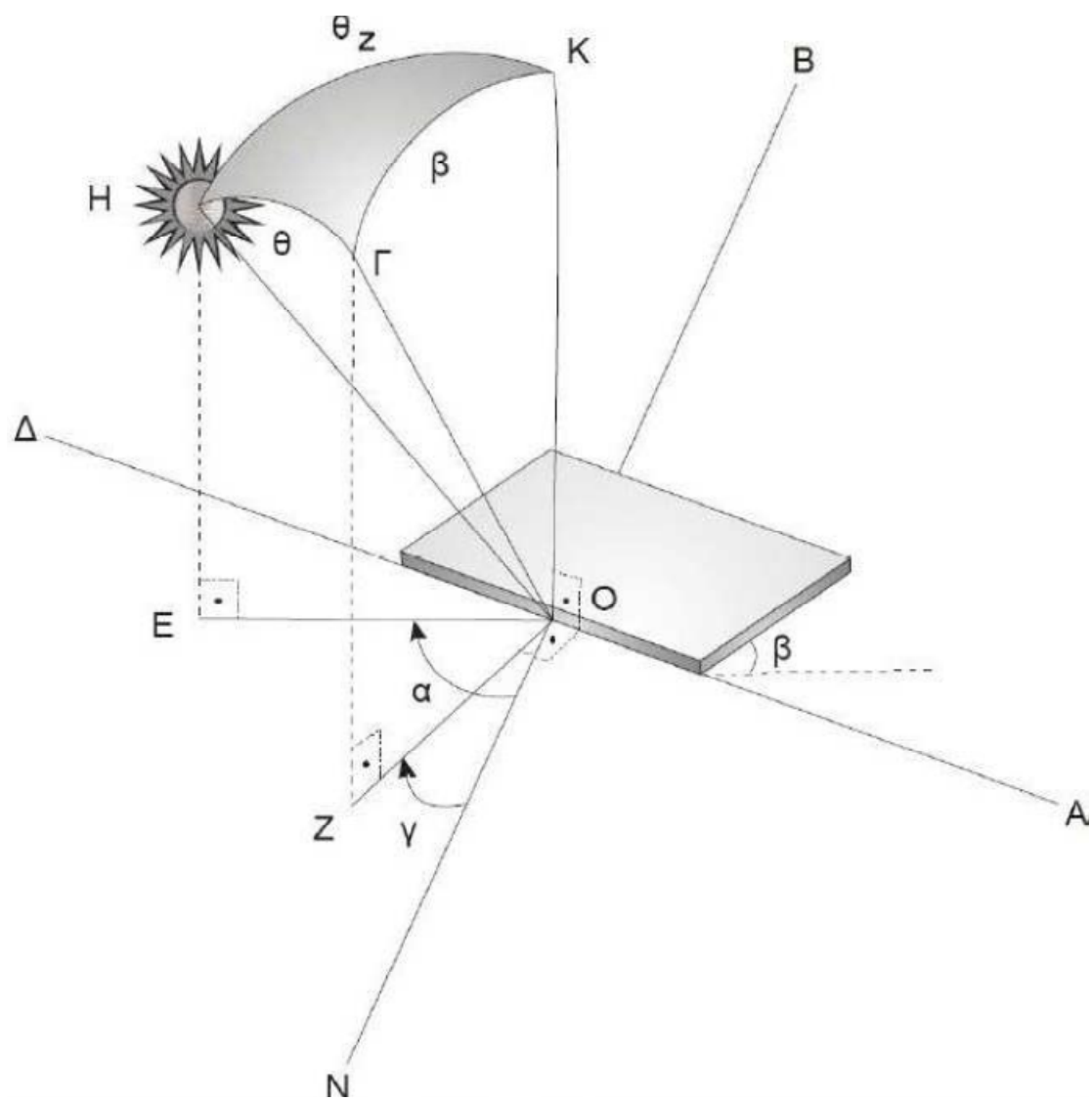
**Γωνία πρόσπτωσης** των ηλιακών ακτινών ( $\theta$ ) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της διεύθυνσης των ηλιακών ακτινών (ΗΟ) και της κάθετου στο κεκλιμένο επίπεδο.

**Αξιμούθιο της επιφάνειας** ( $\gamma$ ) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της διεύθυνσης βορρά – νότου και της προβολής της ΓΟ στο οριζόντιο επίπεδο. Έχει θετικές τιμές δυτικά του νότου και αρνητικές τιμές ανατολικά του νότου. Όταν μια επιφάνεια έχει εντελώς νότιο προσανατολισμό τότε  $\gamma=0$ .

Η εφαρμογή του νόμου του συνημίτονου στο σφαιρικό τρίγωνο ΗΚΓ δίνει:  
 $\cos \theta = \cos \beta \cos \theta_z + \sin \beta \sin \theta_z \cos (\alpha - \gamma)$ .

Η γνώση της γωνίας πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών ( $\theta$ ) είναι σημαντική στις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας, διότι από την τιμή της γωνίας αυτής θα εξαρτηθεί το μέγεθος της ηλιακής ακτινοβολίας που θα δεχθεί η αντίστοιχη επιφάνεια. Έτσι όσο μικρότερη είναι η γωνία αυτή τόσο μεγαλύτερη είναι η ακτινοβολία που θα δεχθεί η επιφάνεια.





## ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Τα ΦΒ πλαίσια μπορούν να συνδεθούν σε σειρά ή παράλληλα, ανάλογα με τους επιδιωκόμενους στόχους. Μερικά ΦΒ πλαίσια συναρμολογημένα σε ένα μεταλλικό πλαίσιο, με καλωδιώσεις που απολήγουν σε ηλεκτρολογικό κιβώτιο, ως ενιαία κατασκευή, έτοιμη για εγκατάσταση, με δυνατότητα, λόγω μικρού βάρους, εύκολης αφαίρεσης και επανατοποθέτησης, ανεξάρτητα από τ' άλλα όμοια, λέγεται ΦΒ panel (σύνθετο).

Ο συνδυασμός πολλών ΦΒ πλαισίων ή ΦΒ panels, συνδεδεμένων μεταξύ τους σε σειρά ή παράλληλα, σε μια επίπεδη συνήθως επιφάνεια, σταθερή ή περιστρεφόμενη, αποτελεί την ΦΒ συστοιχία (array).

Η έννοια της ισχύος αιχμής ΦΒ πλαισίου εφαρμόζεται αναλογικά και στην περίπτωση των ΦΒ συστημάτων. Κάθε κλάδος αποτελείται από σε σειρά συνδεδεμένα ΦΒ πλαίσια. Οι ισοδύναμοι κλάδοι συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους.

Η σε σειρά σύνδεση αυξάνει την ολική τάση ενώ η παράλληλη σύνδεση, το ολικό ρεύμα.

Συνήθως, τα ΦΒ πλαίσια, 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 μεγάλη ηλεκτρική τάση.

Προκειμένου να προσαρμοστεί, αυτή η τάση, στην ΗΕΔ του συσσωρευτή, απαιτούνται ηλεκτρονικές διατάξεις, που ονομάζονται μετατροπείς συνεχούς τάσεως σε συνεχή (Converters DC-DC). Ενδεικτική τιμή συνολικής ισχύος αιχμής μιας συστοιχίας είναι: από 200 W ~ 1 kW. Σ' αυτό το μέγεθος αποδεικνύονται εξαιρετικά βιώσιμα συστήματα.

Ένα συνεργαζόμενο σύνολο ΦΒ συστοιχιών αποτελούν ένα ΦΒ συγκρότημα ή ΦΒ πάρκο, το οποίο μαζί με όλες εκείνες τις διατάξεις που απαιτούνται για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, τον έλεγχο της φόρτισης συσσωρευτών (αν υπάρχουν) για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος (1 kW - μερικά MW) επαρκούς για την τροφοδοσία οικίας, οικισμών ή χωριών, κ. λ. π., αποτελούν τον ΦΒ σταθμό.

Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη σταδιακή μετάβαση, από το φωτοβολταϊκό στοιχείο, στο ΦΒ συγκρότημα. Σταθμοί ισχύος αιχμής από 200 kW και άνω χαρακτηρίζονται, προς το παρόν, από μειωμένη βιωσιμότητα.

Για την προστασία των διαφόρων τμημάτων του ΦΒ συστήματος χρησιμοποιούνται δίοδοι αντεπιστροφής ΔΑ, (προστασία εκφόρτισης του ηλεκτρικού συσσωρευτή και αποφυγή δημιουργίας ρευμάτων μέσα από τους παράλληλους κλάδους) σε κάθε κλάδο και δίοδοι παράκαμψης, ΔΠ, σε κάθε ΦΒ πλαίσιο ενός κλάδου.

## Η ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ

Η πρώτη παρατήρηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου έγινε το 1839 από τον Γάλλο φυσικό Henri Becquerel. Ο Becquerel ανακάλυψε πως είναι δυνατόν να εμφανισθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν μια φωτεινή πηγή εφαρμοσθεί σε ορισμένα χημικά διαλύματα.

Το 1883, η πρώτη ηλιακή κυψέλη κατασκευάστηκε από τον Charles Fritts, ο οποίος χρησιμοποίησε το σελήνιο με ένα εξαιρετικά λεπτό στρώμα χρυσού για την κατασκευή των ενώσεων. Η συσκευή ήταν περίπου 1% αποτελεσματική.

Στη συνέχεια, ο Ρώσος φυσικός Aleksandr Stoletov κατασκεύασε την πρώτη ηλιακή κυψέλη με βάση το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (το ανακάλυψε ο Heinrich Hertz νωρίτερα το 1887).

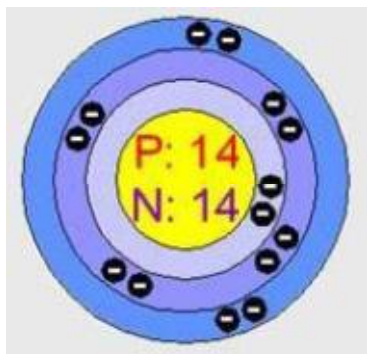
Ενώ, το 1946 ο Russell Ohl κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την κατασκευή ενώσεων ηλιακών κυψελών. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο άρχισε να γίνεται παγκοσμίως γνωστή κυρίως με την ανακοίνωση της πρώτης κατασκευής ηλιακής κυψέλης πυριτίου από τους Fuller, Pearson και Chappin το 1954.

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών. Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται, είτε την διαπερνά (διαπερατότητα) είτε απορροφάται από το υλικό της επιφάνειας.

Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει την μετατροπή του σε μια άλλη μορφή ενέργειας (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας) η οποία συνήθως είναι η θερμότητα.

Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα υλικά είναι οι ημιαγωγοί και σε αυτά οφείλεται επίσης η τεράστια τεχνολογική πρόοδος που έχει συντελεστεί στον τομέα της ηλεκτρονικής και συνεπακόλουθα στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

Το χαρακτηριστικό στοιχείο ενός ημιαγωγού που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα υλικά είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων του ατόμου στην εξωτερική του στοιβάδα (σθένους). Ο περισσότερο γνωστός ημιαγωγός και το πιο σύνηθες υλικό κατασκευής των ηλιακών κυψελών είναι το πυρίτιο (Si). **(εικόνα 19)**



**Εικόνα 19**

Το πυρίτιο έχει κάποιες ιδιαίτερες χημικές ιδιότητες στην κρυσταλλική του δομή. Όπως φαίνεται και στην **εικόνα 19**, ένα άτομο πυριτίου έχει 14 ηλεκτρόνια κατανομημένα σε τρεις διαφορετικές στοιβάδες. Οι πρώτες δύο στοιβάδες, αυτές που είναι πιο κοντά στο κέντρο, είναι συμπληρωμένες (2 και 8 ηλεκτρόνια αντίστοιχα). Η εξωτερική στοιβάδα όμως έχει μόνο 4 ηλεκτρόνια ενώ θα έπρεπε να έχει 8. Γι' αυτό μοιράζεται ηλεκτρόνια με τα γειτονικά του άτομα. Έτσι, τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν την κρυσταλλική δομή του πυριτίου, που είναι πολύ σημαντική για τις ηλιακές κυψέλες.

Αυτό είναι το καθαρό κρυσταλλικό πυρίτιο. Το καθαρό κρυσταλλικό πυρίτιο είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού αφού κανένα ηλεκτρόνιο του δεν είναι ελεύθερο να μετακινηθεί όπως τα ηλεκτρόνια στους καλούς αγωγούς, σαν το χαλκό. Αντίθετα τα ηλεκτρόνια του είναι 'κλειδωμένα' στην κρυσταλλική δομή του. Το πυρίτιο σε μια ηλιακή κυψέλη τροποποιείται ελαφρά έτσι ώστε να μπορέσει να λειτουργήσει σαν ηλιακή κυψέλη. Το κρυσταλλικό πυρίτιο αναμιγνύεται με άτομα φωσφόρου.

Ο φώσφορος έχει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα και όχι 4 όπως το πυρίτιο. Πάλι συνδέεται με τα γειτονικά του άτομα πυριτίου αλλά ο φώσφορος έχει ένα ηλεκτρόνιο που δεν συνδέεται με κάποιο άλλο. Δεν σχηματίζει δεσμό, αλλά υπάρχει ένα θετικό πρωτόνιο στον πυρήνα του φωσφόρου που το συγκρατεί.

Όταν διοχετεύεται ενέργεια στο καθαρό πυρίτιο, για παράδειγμα με τη μορφή θερμότητας, μερικά ηλεκτρόνια σπάζουν τους δεσμούς τους και φεύγουν από τα άτομα τους. Τότε δημιουργείται μια κενή θέση στο άτομο. Αυτά τα ηλεκτρόνια περιφέρονται τυχαία μέσα στο κρυσταλλικό πυρίτιο αναζητώντας μια άλλη θέση.

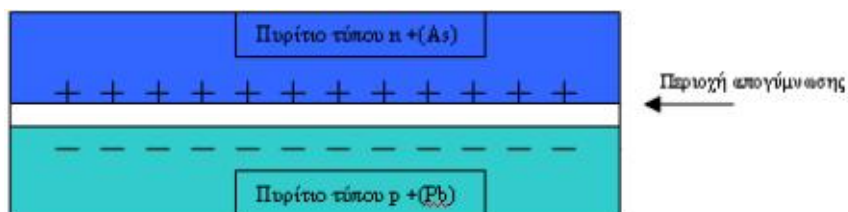
Έτσι μεταφέρουν την ενέργεια (ηλεκτρικό ρεύμα). Είναι τόσο λίγα που δεν είναι πολύ χρήσιμα. Το πυρίτιο, όμως, με άτομα φωσφόρου είναι κάτι διαφορετικό. Χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για να ελευθερωθεί το επιπλέον ηλεκτρόνιο του φωσφόρου, αφού αυτό δεν σχηματίζει δεσμό με άλλο (τα γειτονικά ηλεκτρόνια δεν το συγκρατούν).

Σαν αποτέλεσμα τα περισσότερα από αυτά τα ηλεκτρόνια ελευθερώνονται και γίνονται φορείς ηλεκτρικού ρεύματος, που είναι πολύ περισσότεροι από

αυτούς του κρυσταλλικού πυριτίου. Η διαδικασία μίξης ατόμων κρυσταλλικού πυριτίου με άτομα φωσφόρου δημιουργεί πυρίτιο πού ονομάζεται πυρίτιο τύπου N (Negative, Αρνητικό) εξαιτίας της υπεροχής του αριθμού των ηλεκτρονίων και είναι καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.

Στην πραγματικότητα μόνο ένα μέρος της ηλιακής κυψέλης είναι πυρίτιο τύπου N. Το άλλο μέρος είναι ανάμειξη κρυσταλλικού πυριτίου με βόριο, το οποίο έχει μόνο 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα αντί για 4, και μετατρέπεται σε πυρίτιο τύπου P. Αντί να έχει ελεύθερα ηλεκτρόνια, το πυρίτιο τύπου P (Positive, θετικό) έχει ελεύθερες θέσεις. Οι θέσεις αυτές είναι ουσιαστικά απουσία ηλεκτρονίων, και έτσι μεταφέρουν αντίθετο φορτίο (θετικό) και περιφέρονται όπως και τα ηλεκτρόνια.

Όταν τοποθετηθούν μαζί πυρίτιο τύπου P και N, η ηλιακή κυψέλη έχει τουλάχιστον ένα ηλεκτρικό πεδίο. Χωρίς ηλεκτρικό πεδίο, η κυψέλη δεν θα λειτουργούσε. Ξαφνικά τα ηλεκτρόνια του πυριτίου τύπου N ψάχνουν για ελεύθερες θέσεις και προσπαθούν να καλύψουν τις κενές θέσεις στο πυρίτιο τύπου P. Το ηλεκτρικό πεδίο λειτουργεί σαν ηλεκτρόδιο, επιτρέποντας τα ηλεκτρόνια να περάσουν από το πυρίτιο P στο N αλλά όχι αντίστροφα. Έτσι, δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο που λειτουργεί σαν ηλεκτρόδιο, στο οποίο τα ηλεκτρόνια μπορούν να κινηθούν σε μια μόνο κατεύθυνση (**εικόνα 20**).



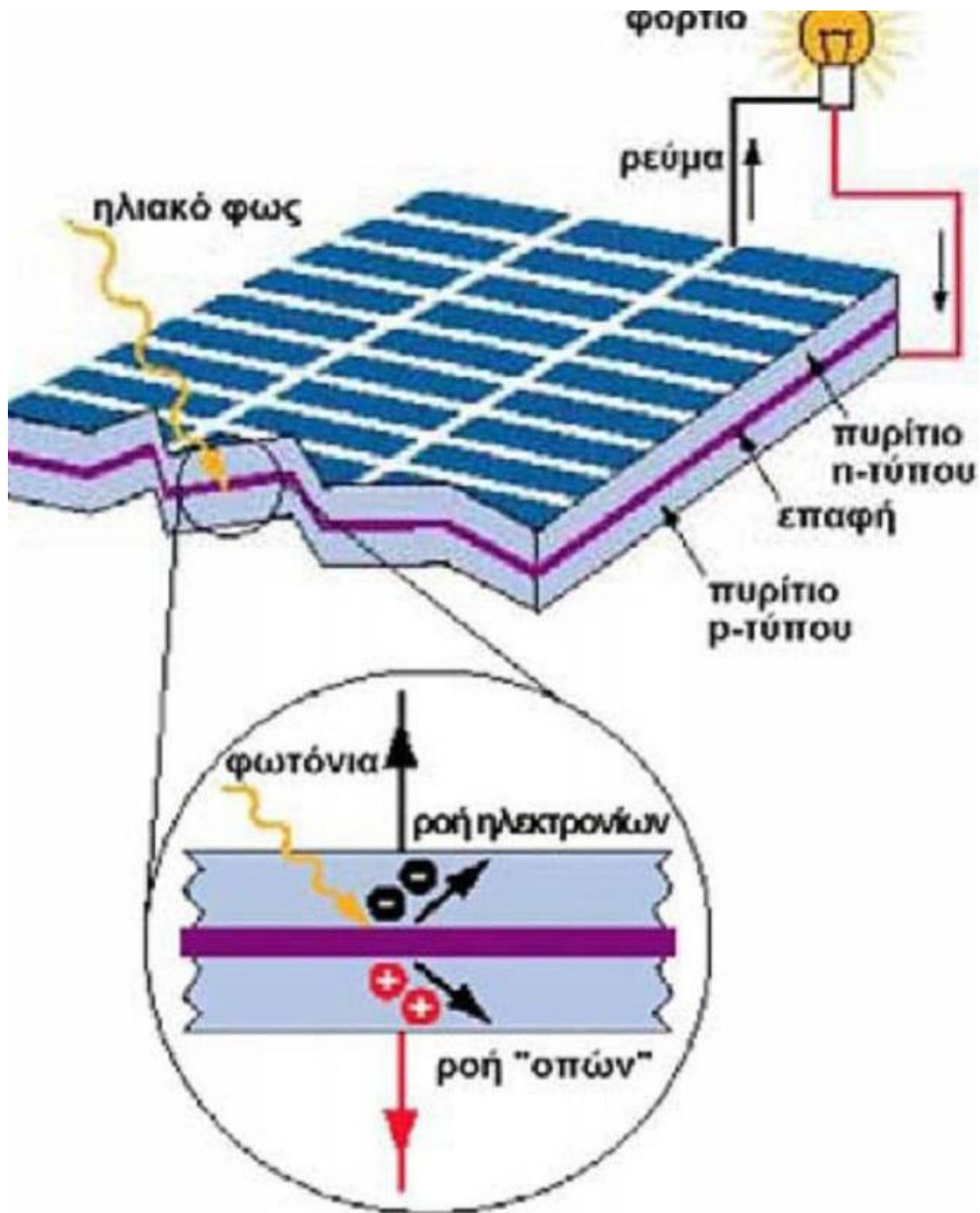
**Εικόνα 20**

Άρα λοιπόν, η λειτουργία των ηλιακών κυψελών βασίζεται στην δημιουργία ηλεκτροστατικού φράγματος δυναμικού. Όσο διαρκεί η ακτινοβολή της κυψέλης, δημιουργείται μια περίσσεια από ζεύγη φορέων. Αν οι ελεύθεροι αυτοί φορείς δεν επανασυνδυαστούν αλλά βρεθούν στην περιοχή της ένωσης P-N, θα δεχτούν το ενσωματωμένο ηλεκτροστατικό πεδίο της διόδου και θα διαχωριστούν.

Έτσι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου N και οι οπές μεταφέρονται προς το τμήμα τύπου P, με αποτέλεσμα η συσσώρευση αυτή του φορτίου στα δυο τμήματα να δημιουργεί μια διαφορά δυναμικού

ανάμεσα στους ακροδέκτες της διόδου. Η διάταξη, δηλαδή, λειτουργεί ως ορθά πολωμένη δίοδος και ως πηγή ηλεκτρικού ρεύματος για όσο διαρκεί η οπτική διέγερση.

Η εκδήλωση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις δυο όψεις της ηλιακής κυψέλης σύμφωνα με την διαδικασία που προαναφέρθηκε ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο (εικόνα 21).



### 2.4.3 ΣΚΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

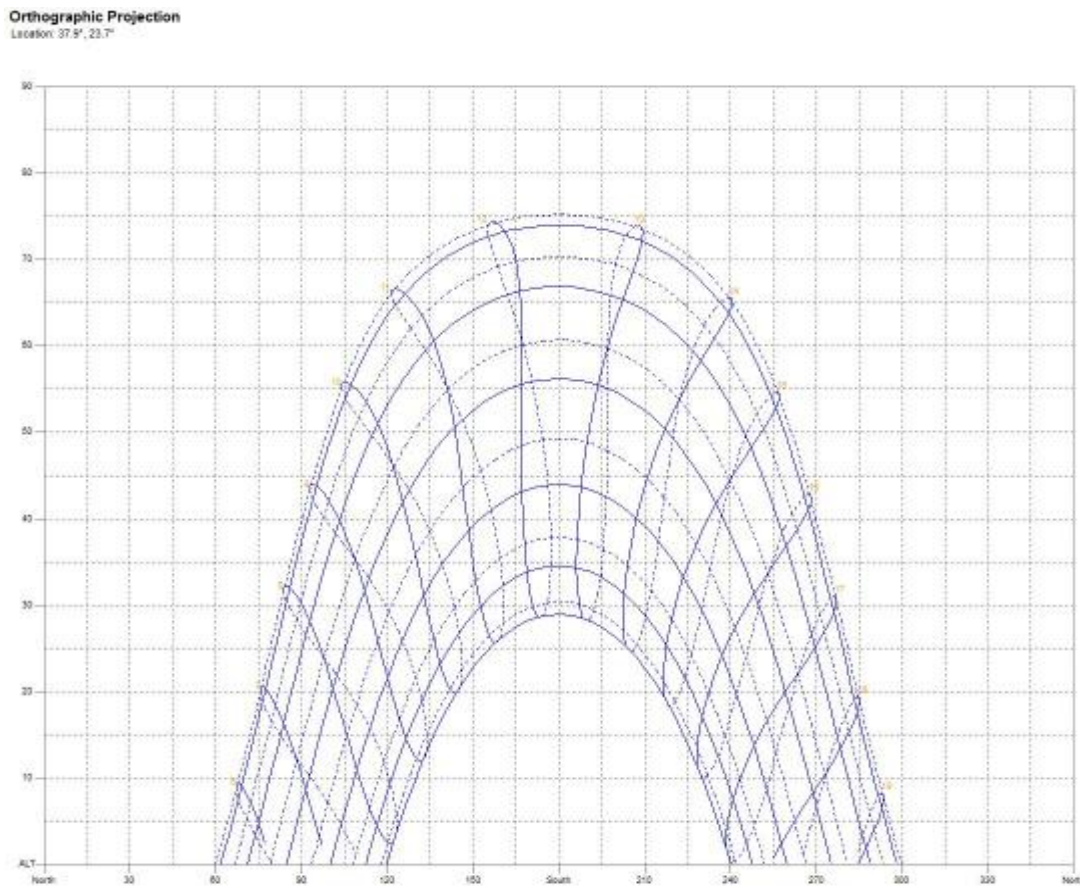
Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας ο οποίος επιδρά καθοριστικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτηριακού φ/β συστήματος είναι η ύπαρξη σκιασμών. Λαμβάνοντας υπόψη ότι σε ένα φ/β πλαίσιο τόσο τα φ/β στοιχεία ( ή μέρος αυτών) όσο και τα φ/β πλαίσια μιας στοιχειοσειράς συνδέονται μεταξύ τους εν σειρά, γίνεται κατανοητό ότι ακόμα κι ο σκιασμός ενός μέρους της φ/β συστοιχίας μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος συγκριτικά με την αναμενόμενη τιμή αυτής.

Αναλυτικότερα , το συνολικό ρεύμα μιας στοιχειοσειράς φ/β πλαισίων καθορίζεται από το μειωμένο ρεύμα του σκιασμένου τμήματος της φ/β συστοιχίας. Βέβαια στην περίπτωση που ο σκιασμός περιορίσει την τάση του (των) σκιασμένου(ων) πλαισίου(ων) αρκετά χαμηλά ώστε να εισέλθει σε αγωγή η δίοδος παράκαμψης , το πλαίσιο αυτό εξαιρείται της ηλεκτροπαραγωγής.

Από μια άλλη οπτική γωνία , μόνιμοι και επαναλαμβανόμενοι τοπικοί σκιασμοί σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας δύναται να καταπονήσουν το σκιαζόμενο φ/β πλαίσιο , προκαλώντας την πρόωρη σκίαση αυτού. Συνεπώς είναι σημαντικό να αποφεύγονται σκιασμοί , έστω και από αντικείμενα μικρού όγκου όπως να αποφεύγονται σκιασμοί , έστω και από αντικείμενα μικρού όγκου όπως κολώνες, κεραίες ή ηλεκτρικά καλώδια ή , ακόμη περισσότερο, από δένδρα, παρακείμενα κτήρια κλπ. Η επιλογή της θέσης έδρασης της φ/β συστοιχίας θα πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν θα υπάρξουν σκιασμοί καθ' όλο το έτος και ειδικά τις ώρες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Εάν στην τοποθεσία έδρασης του φ/β εξοπλισμού υπάρχουν μόνιμοι ή επαναλαμβανόμενοι σκιασμοί (π.χ. σκίαση από παρακείμενα κτήρια , κολώνες, στηθαίο, κλπ.) για μεγάλο χρονικό διάστημα γύρω από το ηλιακό μεσημέρι (από της 09:00 έως 15:00), τότε η θέση εγκατάστασης θεωρείται ακατάλληλη.

Επιπρόσθετα, για την εξασφάλιση της μακροχρόνιας απρόσκοπτης λειτουργίας του φ/β συστήματος θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο εμφάνισης μελλοντικών σκιασμών λόγω ανοικοδόμησης παρακείμενων κτηρίων. Εν κατακλείδι μπορούμε να πούμε ότι ο γενικός κανόνας ορθής τοποθεσίας έδρασης του φ/β εξοπλισμού είναι ο ορίζοντας προς τον Νότο να είναι ελεύθερος και χωρίς εμπόδια. Για τον έλεγχο πιθανών σκιασμών καθ' όλο το έτος καλό είναι να χρησιμοποιηθεί ένα διάγραμμα τροχιάς του ήλιου , όπως αυτό πού παρατίθεται στο σχήμα 3. Στο εν λόγω διάγραμμα σχεδιάζεται η θέση του ήλιου σε γωνιακές συντεταγμένες, για το γεωγραφικό πλάτος 38 μοίρες. Για διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος στην Ελλάδα προκύπτει ελαφρά διαφορετικό διάγραμμα. Ο οριζόντιος

άξονας του σχήματος 3 αντιστοιχεί στην αζιμούθια γωνία στην προβολή της κατεύθυνσης του ήλιου.



Σχήμα 3

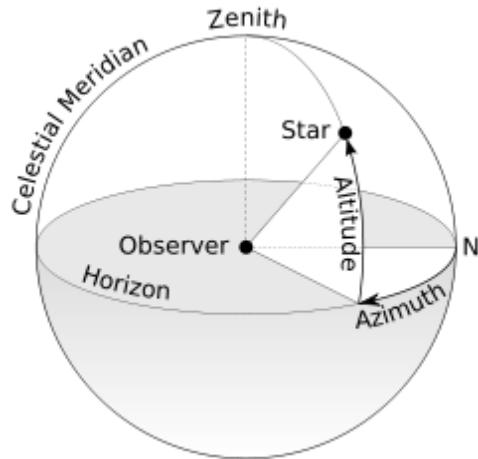
Γεωγραφικό πλάτος Αθήνας (37,9=38) μοιρών

Επί του διαγράμματος έχουν σχεδιαστεί ενδεικτικά ξεκινώντας από την κάτω μεριά η πρώτη καμπύλη η 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου, η 21<sup>η</sup> Μαρτίου η δεύτερη καμπύλη από το τέλος και η 21<sup>η</sup> Ιουνίου η τρίτη καμπύλη από το τέλος, ενώ επίσης σημειώνονται επί των τροχιών και οι θέσεις του ήλιου για κάθε ώρα της ημέρας (σε τοπική ηλιακή ώρα).

Με βάση το διάγραμμα του σχήματος 3 θα πρέπει να συγκριθούν τα περιγράμματα των εμποδίων (σε γωνιακές συντεταγμένες στο ίδιο σύστημα αξόνων) όπως φαίνονται από το δυσμενέστερο σημείο της φ/β συστοιχίας. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να ελέγξουμε αν τα εμπόδια σκιάζουν την φ/β



συστοιχία , δηλαδή αν η γωνία ύψους των εμποδίων είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ύψους του ήλιου για την αντίστοιχη αζιμούθια γωνία.



Το Αζιμούθιο ή Αζιμούθ(\*), που προέρχεται από την [αραβική Azimuth](#), είναι μια από τις [οριζόντιες συντεταγμένες](#) καθώς αποτελεί και μια [γωνία του τριγώνου θέσεως](#).

Συνήθως μετριέται από τον Βορρά.

### Είδη αζιμούθιου

Το αζιμούθιο διακρίνεται σε δύο βασικά είδη, ανάλογα του ακολουθούμενου τρόπου εύρεσής του:

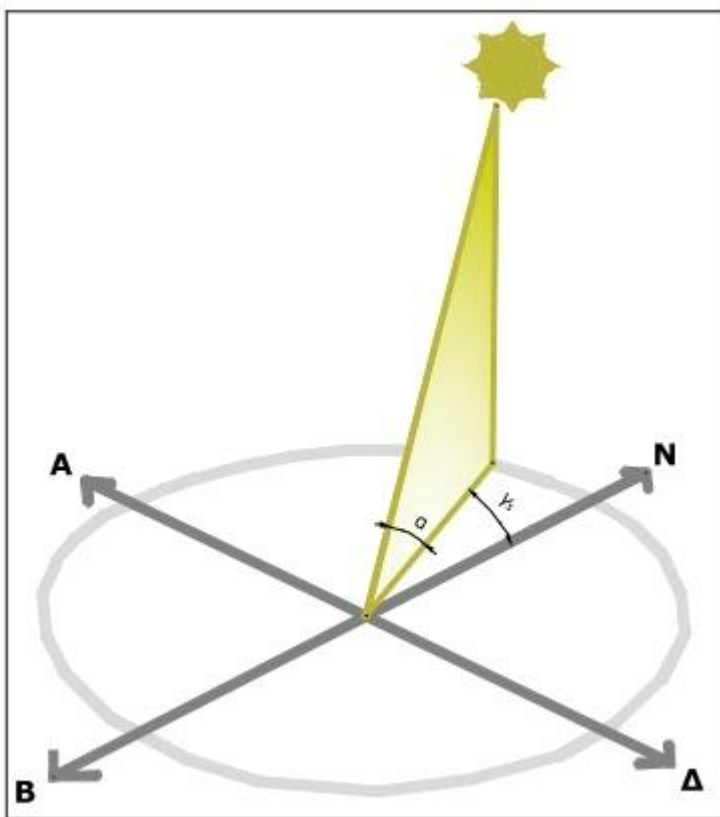
- 1) [αζιμούθιο παρατήρησης](#): Συμβολίζεται ως **Αζπ** και είναι αυτή που παρατηρείται με την [διόπτρα](#) ή διοπτηρία [πυξίδα](#), και
- 2) [αζιμούθιο υπολογισμού](#): που συμβολίζεται ως **Αζλ**, ονομάζεται και [αληθές αζιμούθιο](#) και υπολογίζεται στην επίλυση του τριγώνου θέσεως.

- Αν η διοπτρηία πυξίδα είναι επαναλήπτης [γυροσκοπικής πυξίδας](#), που σημαίνει 0 σφάλμα, τότε το λαμβανόμενο αζιμούθιο θεωρείται αληθές αζιμούθιο Αζλ.

Το ύψος του ήλιου είναι η γωνία ( $\alpha$ ) η οποία μετριέται σε μοίρες που σχηματίζεται μεταξύ της θέσης του ήλιου στον ουρανό και του οριζόντιου επιπέδου, ενώ το αζιμούθιο ( $\gamma_s$ ) είναι η γωνία της ορθής προβολής του ήλιου επάνω στο οριζόντιο επίπεδο, σε σχέση με τον τοπικό μεσημβρινό Βορρά-Νότου.

Στην κατεύθυνση του Νότου, σύμφωνα με παραδοχή, ορίζεται η γωνία αζιμούθιου ίση με 0(μοίρες), αρνητική προς την ανατολή και θετική προς την δύση.

Ο σκιασμός ή ο ηλιασμός ενός κτηρίου μπορεί να υπολογιστεί, γνωρίζοντας την γεωμετρία του ήλιου, το γεωγραφικό πλάτος όπου βρίσκεται το κτήριο μας και τον προσανατολισμό των επιφανειών, με τη βοήθεια της οριζόντιας (HSA) και της κατακόρυφης γωνίας σκίασης (VSA) της επιφάνειας.(βλέπε σχήμα Α)



## Σχήμα Α

Η οριζόντια γωνία σκίασης (HAS) (σε μοίρες) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του αζιμούθιου της επιφάνειας ( $\gamma$ ) και του ηλιακού αζιμούθιου, ενώ η κατακόρυφη γωνία σκίασης (VSA) (σε μοίρες) είναι η γωνία μεταξύ της διεύθυνσης του ήλιου, σε σχέση με το επίπεδο της επιφάνειάς μας και το οριζόντιο επίπεδο και εξαρτάται από το ύψος του ήλιου και την οριζόντια γωνία σκίασης.

Το αζιμούθιο της επιφάνειας ( $-180^\circ < \gamma < +180^\circ$ ) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του μεσημβρινού που περνά από το επίπεδο αναφοράς και την προβολή σε οριζόντιο επίπεδο της καθέτου επί του επιπέδου. Σύμφωνα με την παραδοχή, για τους υπολογισμούς του ηλιασμού /σκιασμού για επίπεδο με νότιο προσανατολισμό ισχύει  $\gamma=0$  (μοίρες), για δυτικό προσανατολισμό  $\gamma=90$ (μοίρες), για ανατολικό προσανατολισμό  $\gamma=-90$ (μοίρες) και βόρειο προσανατολισμό  $\gamma=180$  (μοίρες).

Έτσι, η οριζόντια γωνία σκίασης (HSA) δίνεται από τη σχέση:

$$HAS = |\gamma_s - \gamma| < 90^\circ$$

Και η κατακόρυφη γωνία σκίασης (VSA) δίνεται από τη σχέση:

$$VSA = \tan^{-1}[\tan(a)/\cos(HSA)]$$

Για παράδειγμα, για γεωγραφικό πλάτος  $38^\circ$  Β, στις 12:00 το μεσημέρι, το ύψος του ήλιου τον Ιούνιο είναι  $a=77^\circ$  και τον Δεκέμβριο  $a=29^\circ$ , ενώ και στις δύο περιπτώσεις το αζιμούθιο ισούται με το μηδέν ( $\gamma_s=0$ (μοίρες)). Για ένα επίπεδο με απόκλιση  $10^\circ$  από το νότιο προς τη δύση ( $\gamma=10^\circ$ ), η οριζόντια και η κατακόρυφη γωνία σκίασης στις 12:00 το μεσημέρι, είναι αντίστοιχα:

$$\text{Για τον Ιούνιο: } HAS = |0 - 10^\circ| = 10^\circ \quad VSA = \tan^{-1}[\tan(77^\circ)/\cos(10^\circ)] = 77,19^\circ$$

$$\text{Για το Δεκέμβριο: } HAS = |0 - 10^\circ| = 10^\circ \quad VSA = \tan^{-1}[\tan(29^\circ)/\cos(10^\circ)] = 29,37^\circ$$

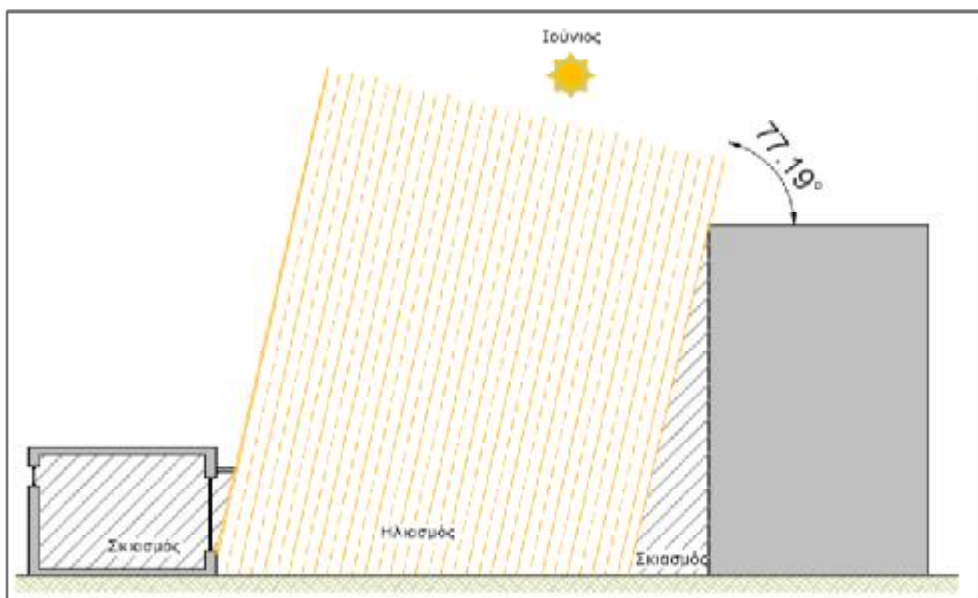
Γνωρίζοντας την κατακόρυφου γωνία της σκίασης , μπορεί εύκολα να οριστεί ο ηλιασμός και ο σκιασμός από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία των επιφανειών του κτηρίου ή/και στοιχείων του σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές.

Για το παράδειγμα του σχήματος Β όπου φαίνεται το σκαρίφημα του τοπογραφικού ενός κτηρίου του οποίου ζητείται να υπολογισθεί η σκίαση, του οποίου η νότια επιφάνεια έχει  $10^\circ$  απόκλιση προς τη Δύση , μπορούν να ορισθούν σχηματικά στο σχήμα Β ο ηλιασμός και η σκίαση του κτηρίου , το μεσημέρι τόσο από τον περιβάλλοντα χώρο της , όσο και από τις αρχιτεκτονικές προεξοχές για τον Ιούνιο και το Δεκέμβριο αντίστοιχα , με τις γωνίες που υπολογίσθηκαν παραπάνω.

Παρατηρείται ότι τον Ιούνιο , που ο ήλιος βρίσκεται ψηλά , η νότια πλευρά του κτηρίου μπορεί να σκιασθεί κυρίως από οριζόντιες προεξοχές. Το Δεκέμβριο , που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά , τα ψηλά γειτονικά κτήρια μπορεί να εμποδίσουν τον ηλιασμό της νότιας πλευράς του κτηρίου σε μεγάλο βαθμό. Ο χειμερινός ηλιασμός του κτηρίου είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη κατά την χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο. Για τη διαστασιολόγηση των αρχιτεκτονικών προεξοχών που προσφέρουν σκιασμό σε νότια ανοίγματα τη θερινή περίοδο, λαμβάνεται υπόψη ο θερινός ηλιασμός. (βλέπε σχήμα Β)

Σχήμα

B



Σχήμα Ηλιασμός και σκιασμός κτηρίου από τον περιβάλλοντα χώρο και από προεξοχές, για νότια προσανατολισμένη επιφάνεια με  $10^\circ$  απόκλιση προς τη Δύση, στις 12:00 το μεσημέρι τον Ιούνιο, για γεωγραφικό πλάτος  $38^\circ$  Β.

Η χρήση φωτοβολταϊκών για σκίαση παρουσιάζει δύο πλεονεκτήματα:

1. Την εξοικονόμηση κόστους από τα συμβατικά σκίαστρα , καθώς τα φ/β προσφέρουν επαρκή σκίαση στον εσωτερικό χώρο. Εξάλλου, η χρήση των ημιπερατών πλαισίων επιτρέπει τον προσδιορισμό του βαθμού διαφάνειας , ανάλογα με τον βαθμό σκίασης που απαιτείται.
2. Την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να αποδειχτεί μια καλή επένδυση για το μέλλον.

Το πλεονέκτημα από τη χρήση των ΦΒΕΚ για σκίαση είναι ότι η βέλτιστη κλίση τοποθέτησης τους για τη μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας ταυτίζεται με την κλίση που παρέχει την μέγιστη σκίαση.

Κάθε επιφάνεια του κτιρίου είναι πιθανό να περιλαμβάνει επιμέρους επιφάνειες στις οποίες μπορούν να εγκατασταθούν ΦΒ στοιχεία. Για παράδειγμα , στο δώμα μπορεί να υπάρχουν φεγγίτες ή παράθυρα οροφής και στις όψεις γυάλινες επιφάνειες ή σκίαστρα. Ιδιαίτερα σε γυάλινα κτίρια , οι όψεις είναι απίθανο να αποτελούνται αποκλειστικά από αδιαφανείς, ημιδιαφανείς και διάφανες γυάλινες επιφάνειες. Τα ΦΒ πλαίσια μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά υλικά των παραπάνω επιφανειών ανάλογα με τον τύπο τους.

Ωστόσο τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία τοποθετούνται σε μια μη αεριζόμενη πρόσοψη, αναπτύσσουν θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να μη λειτουργούν αποδοτικά. Για να γίνεται η απαγωγή της θερμότητας από τα φβ κύτταρα και για να ελαχιστοποιηθούν προβλήματα στεγανοποίησης μπορεί να κατασκευαστεί μια αεριζόμενη διπλή πρόσοψη, όπου τα φβ πλαίσια αποτελούν το εξωτερικό περίβλημα και το εσωτερικό θα είναι το στεγανό. Τα κτήρια με διπλή πρόσοψη πρέπει να έχουν διαφορετικές στρατηγικές αερισμού ανάλογα με την εποχή. Η θερμότητα που απάγεται από τα φβ πλαίσια της πρόσοψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Το καλοκαίρι, όπου ο προθερμασμένος αέρας επιδρά αρνητικά στο κλίμα των εσωτερικών χώρων, η θερμότητα από τα φωτοβολταϊκά μπορεί να εξέρχεται μέσω του διακένου που υπάρχει ανάμεσα στις δύο προσόψεις. Σε κτήρια μη διπλές προσόψεις θα πρέπει να γίνεται ειδική μελέτη για το φωτισμό, καθώς η ένταση του φωτός που προσπίπτει στο εσωτερικό περίβλημα είναι μικρότερη από ότι σε ένα συνηθισμένο κτήριο.

#### 2.4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ΦΒ συστήματα εξαρτάται αρχικά από την συνολική ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει σε δεδομένη επιφάνεια. Αντίστοιχα, στην περίπτωση των ενσωματωμένων σε ένα κτίριο ΦΒ συστημάτων η συνολική απολαβή ηλιακής ενέργειας, για συγκεκριμένα μετεωρολογικά στοιχεία της περιοχής, εξαρτάται με την σειρά της από τον προσανατολισμό του κτιρίου καθώς και από την συνολική επιφάνεια των ΦΒ πλαισίων που υπάρχουν εγκατεστημένα στην επιφάνεια του.

#### 2.4.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η αρχιτεκτονική ενσωμάτωση φ/β στα κτήρια δε είναι μία ιδιαίτερη διαδεδομένη εφαρμογή. Παρολ ' αυτά κερδίζει έδαφος μέρα με τη μέρα καθώς μας δίνει τη δυνατότητα να εκμεταλλευτούμε ενεργειακά εκτός από την οροφή και την πρόσοψη ενός κτιρίου , χωρίς να επηρεάζει αρνητικά την αισθητική του.

Γενικότερα πρέπει να τονισθεί η έννοια των φ/β ενσωματωμένα στα κτήρια B.I.P.V. το οποίο αποτελεί ακρωνύμιο των λέξεων Building Integrated PhotoVoltaic και αναφέρεται στα φωτοβολταϊκά αυτά σαν δομικά στοιχεία στα κτίρια.

Η ενσωμάτωση φβ συστημάτων σε κτίρια διακρίνεται για επιπρόσθετα πλεονεκτήματα εκτός των γενικών πλεονεκτημάτων των φβ συστημάτων.

##### Δηλαδή :

- Άμεση παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στον τόπο της ζήτησης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση των ηλεκτρικών απωλειών μεταφοράς.

- Αντικατάσταση συμβατικών οικοδομικών υλικών. Τα φβ πλαίσια μπορούν να αντικαταστήσουν συμβατικά υλικά με επιπρόσθετο όφελος την μείωση του κόστους ενσωμάτωσής τους.
- Ενσωμάτωση σε υπάρχουσες επιφάνειες του κτιρίου χωρίς την απαίτηση επιπλέον γης. Οπότε η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.
- Είναι ικανή να καλύψει , αν όχι ολόκληρο , μεγάλο μέρος της ηλεκτρικής κατανάλωσης.
- Ο έλεγχος και η συντήρηση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης είναι εφικτό να ενσωματωθεί με τον έλεγχο και την συντήρηση του υπόλοιπου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.
- Σε συνδυασμό με το βιοκλιματικό σχεδιασμό κυρίως στην ανέγερση νέου κτιρίου μπορεί να συμβάλει στην περαιτέρω μείωση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ισχύος.
- Μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση της αισθητικής του κτιρίου με καινοτόμο τρόπο.
- Το μεγάλο πλεονέκτημα των BIPVs είναι προφανώς η βελτιωμένη εμφάνιση του συστήματος. Με ένα ενσωματωμένο σύστημα στη στέγη τα πλαίσια είναι στην πραγματικότητα αθέατα. Επίσης σε ένα καινούργιο κτίριο συμφέρει η χρήση των BIPVs καθώς αποφεύγουμε το επιπλέον κόστος των κεραμιδιών και της τοποθέτησής τους.
- Επιπρόσθετα ένα άλλο στοιχείο που ορίζεται ως πλεονέκτημα είναι η ενέργεια που μπορούμε να παράγουμε από ένα BIPV: πρόκειται για μία βολική σύμπτωση το γεγονός ότι η ηλιακή ενέργεια που 'πέφτει' σε ένα σπίτι είναι αρκετή για να τροφοδοτήσει , συχνά

εξολοκλήρου , τις ενεργειακές ανάγκες τους. Μπορούμε λοιπόν να καλύψουμε με την κατάλληλη εγκατάσταση ακόμη και όλες τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου. Οι εταιρίες αντιλαμβάνονται το οικονομικό και περιβαντολλογικό όφελος της εκμετάλλευσης μιας αρκετά μεγάλης επιφάνειας στην οροφή τους από μια εγκατάσταση φβ. Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την ενέργεια που παράγεται είναι:

1. Η έκθεση του χώρου στην ηλιακή ακτινοβολία
2. Η έκταση της οροφής
3. Η απόδοση των πλαισίων
4. Επιπλέον η ενέργεια που παράγεται από μια στέγη εξαρτάται από την θερμοκρασία περιβάλλοντος, την γωνία , τον προσανατολισμό, την σκίαση και την σκόνη στο χώρο.

Όσον αναφορά στον προσανατολισμό ιδανικός είναι ο νότιος. Γενικά θα πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση των συστημάτων σε βόριο προσανατολισμό ( στο νότιο ημισφαίριο) ενώ σε ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό θα παράγουμε 25% λιγότερη ενέργεια από ότι στο νότιο. Η βέλτιστη γωνία είναι η γωνία του γεωγραφικού πλάτους με τα οριζόντια συστήματα να παράγουν περίπου 10% λιγότερο (βέβαια δεν συνιστώνται εξαιτίας της σκόνης του νερού που θα λιμνάζει) ενώ τα κάθετα παράγουν λιγότερο.

Επίσης πρέπει να φροντίσουμε να μην σκιάζονται τα πλαίσια. Υπάρχουν επίσης αρκετά προγράμματα τα οποία μπορούν να υπολογίσουν την παραγωγή ενέργειας ενός συστήματος για μια δεδομένη οροφή όπως το Sunny Design της SMA.

- Η πλειοψηφία των φ/β συστημάτων έχει σχεδιαστεί να κλείνει σε περίπτωση διακοπής ρεύματος για λόγους ασφαλείας. Παρόλα αυτά , είναι πιθανό να σχεδιαστεί ένα σύστημα με μπαταρίες το οποίο μπορεί να λειτουργεί σε αυτή την περίπτωση. Πρόκειται βέβαια για μια λύση που δεν συνιστάται λόγω του υψηλού κόστους και της χαμηλής διάρκειας ζωής των μπαταριών.



- Ως γνωστών ένα πολύ βασικό πλεονέκτημα που αξίζει να σημειωθεί είναι η διάρκεια ζωής αυτών των συστημάτων. Τα πλαίσια BIPV συνήθως έχουν 25 χρόνια εγγύηση λειτουργίας. Η εγγύηση δηλώνει ότι η ισχύς εξόδου των πλαισίων θα είναι τουλάχιστον 80% της αρχικής ισχύος μετά από 25 χρόνια. Τα φ/β πλαίσια δεν απαιτούν καμία συντήρηση αλλά συνίσταται το περιοδικό πλύσιμό τους ( με μάνικα) ανάλογα με την κλίση της στέγης και την ποσότητα σκόνης στην περιοχή. Το άλλο βασικό κομμάτι της εγκατάστασης είναι ο μετατροπέας (ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ρεύμα των πάνελ σε εναλλασσόμενο για να συνδεθεί με το δίκτυο). Οι μετατροπείς έχουν πιο μικρή εγγύηση και ίσως χρειαστούν αντικατάσταση μετά από 10 χρόνια. Συνίσταται περιοδικό καθαρίσμα του ανεμιστήρα με ηλεκτρική σκούπα.

### **Μειονεκτήματα:**

Δεν διαφέρουν από τα γενικά μειονεκτήματα των φ/β συστημάτων.

- Υψηλό κόστος κατασκευής του συστήματος κυρίως λόγω του κόστους των φ/β στοιχείων.
- Απαίτηση μεγάλων επιφανειών λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης.
- Η παραγωγή και η ζήτηση είναι ετεροχρονισμένες επιβάλλοντας λύσεις αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας σε ορισμένες εφαρμογές.
- Κατά τις νυχτερινές ώρες , δεν υπάρχει παραγωγή ενέργειας , επομένως για αυτόνομα συστήματα απαιτείται η χρήση συσσωρευτών.
- Η παραγωγή ενέργειας επηρεάζεται από πιθανές νεφώσεις και τη ρύπανση του αέρα.
- Τα φ/β πλαίσια παράγουν συνεχή τάση η οποία πρέπει να μετατρέπει σε εναλλασσόμενη (με τη χρήση αντιστροφήα ). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια ενέργειας κατά 4-12%.
- Οι απόψεις για την αισθητική (οπτική) επίπτωση τους δίστανται , αν και σήμερα υπάρχει πληθώρα καινοτόμων υλικών που ικανοποιούν και τις πιο απαιτητικές αισθητικές παραμέτρους της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Είναι **σημαντικό** να αναφερθούν και να αναλυθούν **προβλήματα** κατά την λειτουργία φ/β εγκαταστάσεων σε κτίρια.

Κατά την λειτουργία ενός ενσωματωμένου φ/β συστήματος εντοπίζονται μια σειρά προβλημάτων τα οποία οφείλονται στην χωροταξία του κτιρίου

και στη μορφή του ηλεκτρικού δικτύου. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται τα προβλήματα που προκαλούνται από μερική σκίαση, διαφορετικό προσανατολισμό αλλά και δυσκολία φυσικής πρόσβασης σε ένα τμήμα της εγκατάστασης ενώ τη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα προβλήματα της μεταβολής της τάσης και της συχνότητας του δικτύου καθώς και το πρόβλημα <<της νησιδοποίησης>>.

Η μερική σκίαση και ο διαφορετικός προσανατολισμός σε μια φ/β εγκατάσταση είναι σημαντικές σε μεγάλα κτίρια. Συγκεκριμένα προκαλούν διαφοροποίηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στις συστοιχίες των φ/β πλαισίων του ίδιου συστήματος με αποτέλεσμα την εμφάνιση απωλειών. Οι απώλειες αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι τα πλαίσια, τα οποία είναι συνδεδεμένα παράλληλα ή σε σειρά, αδυνατούν να λειτουργήσουν στο σημείο μέγιστης ισχύος διότι η τάση τους (στην περίπτωση της παράλληλης σύνδεσης) ή το ρεύμα τους (στην περίπτωση της εν σειράς σύνδεσης) θα πρέπει να είναι ίσες. Συνεπώς, η συνολική τους ισχύς είναι μικρότερη από επί μέρους άθροισμα της θεωρητικής ισχύος του κάθε πλαισίου, για τις δεδομένες συνθήκες λειτουργίας. Στην βιβλιογραφία το φαινόμενο αυτό ονομάζεται κακός συνδυασμός ('mismatch').

Η δυσκολία πρόσβασης σε ένα φ/β πλαίσιο το οποίο μπορεί να έχει υποστεί βλάβη, ενδεχομένως μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την λειτουργία του όλου συστήματος. Οι επιπτώσεις αυτής της μορφής των απωλειών εξαρτώνται από την κυκλωματική μορφή της φ/β εγκατάστασης, δηλαδή από το αν υπάρχουν παρακαμπτήριες δίοδοι και από το μήκος του σειριακού κυκλώματος (string).

Εάν δεν λάβουμε υπόψη τους παράγοντες του κόστους και της αξιοπιστίας, ο βέλτιστος τρόπος για να μειώσουμε τις απώλειες λόγω των προηγούμενων φαινομένων, είναι η χρήση όσο το δυνατόν μικρότερων σειριακών κυκλωμάτων (string). Φυσικά, το μικρότερο δυνατό σειριακό κύκλωμα είναι αυτό που αποτελείται από ένα και μόνο φ/β πλαίσιο. Αυτό οδηγεί στην παράλληλη σύνδεση των πλαισίων. Πιθανοί τρόποι σύνδεσης πολλών πλαισίων, σύμφωνα με το προηγούμενο συμπέρασμα, είναι οι εξής :

- I. Όλα τα πλαίσια συνδέονται απ' ευθείας, μέσω ενός καλωδίου χαμηλής αντίστασης, σε έναν κεντρικό αντιστροφέα ( δίαυλος DC χαμηλής τάσης)
- II. Όλα τα πλαίσια έχουν << ατομικό>> αντιστροφέα ( δίαυλος AC)
- III. Όλα τα πλαίσια έχουν <<ατομικό>> MPP (ανιχνευτή βέλτιστου σημείου λειτουργίας) και επίσης :

IV. DC/DC ατομικό μετατροπέα συνδεδεμένο σε έναν δίαυλο DC υψηλής τάσης και στη συνέχεια ,σε έναν κεντρικό αντιστροφέα DC/AC Τέλος με

V. DC/AC ατομικό αντιστροφέα συνδεδεμένο σε έναν δίαυλο AC υψηλής τάσης και στην συνέχεια, σε έναν κεντρικό μετατροπέα AC/AC.

Όσον αναφορά τη νησιοδοποίηση, την μη επιθυμητή τροφοδοσία του δικτύου σε χρονική στιγμή ανοίγματος διακόπτη σε σημείο του δικτύου λόγω σφάλματος ή μη , έχουν αναπτυχθεί συστήματα τα οποία αποτρέπουν τέτοιου είδους φαινόμενα.

Στις ίδιες συσκευές επίσης προβλέπονται διατάξεις προστασίας από τις μεταβολές της τάσης και της συχνότητας του δικτύου.

**Ένα σύστημα προστασίας έναντι της νησιοδοποίησης είναι η μονάδα ENS.**

Συνοψίζοντας διαπιστώνουμε, ότι ένα φ/β σύστημα είναι μια μακροπρόθεσμη επένδυση γι αυτό είναι σημαντικό να διαλέξουμε εξαρτήματα υψηλής ποιότητας και έναν εγκαταστάτη άρτια εκπαιδευμένο και έμπειρο. Τα σωστά εγκατεστημένα συστήματα που αποτελούνται από επώνυμα και ποιοτικά πλαίσια και μετατροπείς καθώς και κατάλληλα καλώδια είναι πολύ αξιόπιστα.

Αν πιστεύετε ότι το σύστημα σας δεν αποδίδει αρκετά , θυμηθείτε ότι η ισχύς εξόδου αλλάζει καθημερινά σύμφωνα με την ηλιοφάνεια. Τα περισσότερα προβλήματα προκύπτουν από τον μετατροπέα που κλείνει αυτόματα. Θα ήταν καλό , να διαβάσετε το εγχειρίδιο του μετατροπέα σας και να επικοινωνήσετε με τον εγκαταστάτη σας για να σας εξηγήσει πώς να επανεκκινήσετε τον μετατροπέα αν χρειαστεί.

## 2.4.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΤΗ ΣΤΕΓΗ

**ΕΡΓΟ:** Molina de Segura

**ΠΕΡΙΟΧΗ:** Murcia-Ισπανία

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ:** 38° 4'53.79 N 1° 7'58.67 W

**ΕΤΟΣ:** 2004

**ΣΥΝΟΛΙΚΗ Φ/Β ΙΣΧΥ:** 5.985 kWp

**ΤΥΠΟΣ Φ/Β ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:** Ενσωμάτωση φ/β σε κεραμοσκεπή

**ΠΗΓΗ:** SOLSURESTE

### ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Στο έργο αυτό, τα φ/β συστήματα έχουν ενσωματωθεί στην κεραμοσκεπή του κτηρίου. Τα φ/β αυτά παρουσιάζουν χαρακτηριστικά αντίστοιχα με τα συμβατικά κεραμίδια, και είναι δυνατόν να καλύψουν όλη τη σκεπή. Κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά και το τελικό οπτικό αποτέλεσμα δεν διαφέρει από αυτό μιας τυπικής στέγης με κεραμίδια. Από τεχνική άποψη, τα φ/β αυτά είναι πολύ ελαφρά και εύχρηστα, ενώ εξοικονομούν χρόνο κατά τη διαδικασία της εγκατάστασης. Είναι 100% ανακυκλώσιμα και δεν περιέχουν CFC. Αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (εώς 800° C).

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας του έργου εκτιμάται ως 8.000kWh.



**ΕΡΓΟ:** Lehrter- Νέος σιδηροδρομικός σταθμός  
**ΠΕΡΙΟΧΗ:** Βερολίνο-Γερμανία  
**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ:** 52° 34' 1.81"N 13° 27' 24.76"E  
**ΕΤΟΣ:** 2002  
**ΣΥΝΟΛΙΚΗ Φ/Β ΙΣΧΥΣ:** 189 kWp  
**ΤΥΠΟΣ Φ/Β ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:** Ενσωμάτωση Φ/Β σε καμπύλη οροφή  
**ΠΗΓΗ:** SSG

## ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Τα χωρίς πλαίσια φ/β αντικαθιστούν την υαλοκατασκευή στη διαπερατή οροφή της κεντρικής αίθουσας του σιδηροδρομικού σταθμού Lehrter και τοποθετούνται σε γραμμική διάταξη πάνω σε πλέγμα από ατσάλι. Λόγω της καμπυλότητας της αίθουσας η γεωμετρία κάθε φ/β είναι διαφορετική με επιφάνειες που ποικίλουν από 1,5-2,5 τετραγωνικά μέτρα. Οι διαφορετικές κλίσεις των σχεδόν τέλεια ευθυγραμμισμένων πλαισίων οδηγούν σε σύστημα αντιστροφών το οποίο όχι μόνο μεγιστοποιεί την παραγωγή ενέργειας, αλλά παράλληλα βελτιστοποιεί τη διαδικασία παρακολούθησης. Η συγκεκριμένη τεχνική λύση συμβάλλει ακόμα περισσότερο στη μείωση του κόστους λόγω της τυποποίησης, της βιομηχανικής κατασκευής και της μείωσης των καλωδιώσεων εναλλασσόμενου ρεύματος. Το παράδειγμα του Lehrter αποτελεί από τα πιο σημαντικά υποδείγματα για την αρχιτεκτονική ενσωμάτωση των φ/β και ανοίγει νέους ορίζοντες στην Φ/Β τεχνολογία.



**ΕΡΓΟ:** Ανάπλαση εργατικής πολυκατοικίας  
**ΠΕΡΙΟΧΗ:** Ταύρος Αθήνα-Ελλάδα  
**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ:** 37° 58'32'15"Ν 23° 43'7'66"Ε  
**ΕΤΟΣ:** 2002  
**ΣΥΝΟΛΙΚΗ Φ/Β ΙΣΧΥΣ:** 11,9 kW  
**ΤΥΠΟΣ Φ/Β ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:** Ενσωμάτωση Φ/Β σε πρόσοψη κτιρίου  
**ΠΗΓΗ:** SENERS

## ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το συγκεκριμένο έργο αποτελεί μια καινοτόμα προσέγγιση στην ενσωμάτωση Φ/Β στην πρόσοψη κτιρίων. Έχουν χρησιμοποιηθεί και συνδεθεί μεταξύ τους Φ/Β γεννήτριες με διαφορετικές διαστάσεις, διαφορετική τάση και ισχύ δίνοντας έτσι μεγάλη ελευθερία στο σχεδιασμό.

Το ενσωματωμένο διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα της πολυκατοικίας στον Ταύρο, είναι ισχύος 11,9 kW και αποτελείται από 82 Φ/Β γεννήτριες ισχύος 100W( 24V ανά γεννήτρια) και από 74 Φ/Β γεννήτριες ισχύος 50W των 12 V.

Το ΦΒΕΚ βρίσκονται στη νότια όψη του κτιρίου και αποτελούνται από δύο πυραμιδοειδή στοιχεία, ώστε να σχηματίζονται δυο ξεχωριστές ανάστροφες πυραμίδες οι οποίες συνδέονται με το κτίριο με σειρά πρόσθετων μεταλλικών εξωστών . Στόχος του έργου είναι η κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό των κοινόχρηστων χώρων ( φωτισμός κ . λ. π) και του φωτισμού περιμετρικά του κτιρίου.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.0 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στη χώρα μας κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα τόσο κατά τη καλοκαιρινή όσο και κατά την χειμερινή περίοδο.

Όλα τα πλεονεκτήματα όμως που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν στάθηκαν ικανά μέχρι σήμερα να απογειώσουν την αγορά των φωτοβολταϊκών και παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα είναι η πιο πλούσια χώρα της Ευρώπης σε ηλιοφάνεια κατατάσσεται μεταξύ των τελευταίων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Αιτία το σχετικά υψηλό κόστος συγκριτικά με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Η αγορά Φ/Β θα ευδοκιμήσει όταν πέσει το κόστος τους, αλλά για να πέσει το κόστος χρειάζεται μια οικονομία κλίμακας, δηλαδή μια σχετικά δυναμική αγορά.

Προσπαθώντας να ενισχύσουν την χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων και στην χώρα μας, έχουν ήδη ξεκινήσει σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των Φ/Β, με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης Φ/Β, όσο και της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας. Έτσι λοιπόν, στην Ελλάδα, τον Ιούνιο του 2006 ψηφίστηκε νέος νόμος που ενισχύει σημαντικά την ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά και τροφοδοτείται στο δίκτυο. Λόγω αυτών των ευνοϊκών κινήτρων που

δίνονται τόσο σε ιδιώτες, αλλά κυρίως στις επιχειρήσεις που σκοπεύουν να επενδύσουν στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας έχουν αυξησει το επενδυτικό ενδιαφέρον σε έναν κλάδο, ο οποίος μέχρι πρότινος βρισκόταν στο περιθώριο έναντι άλλων εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπως η αιολική. Συγκεκριμένα επιδοτείται αρχική εγκατάσταση σε ποσοστό από 30% έως 55% της αξίας του συστήματος, ενώ επιδοτούμενο είναι και το επιτόκιο σε περίπτωση δανεισμού.

Το σημαντικότερο κίνητρο όμως για επενδύσεις είναι ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων θα μπορεί να πωλείται στη ΔΕΗ εγγυημένα για μία 20ετία σε τιμή η οποία θα αναπροσαρμόζεται με βάση τον πληθωρισμό ή τις αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ. Το νέο νομοθετικό πλαίσιο εγγυάται γρήγορη απόσβεση των επενδύσεων και σημαντικά κέρδη.



Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Οι λόγοι για την προώθηση της Φ/Β τεχνολογίας, της έρευνας και των εφαρμογών στην Ελλάδα συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που είναι σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας.
- Υποστήριξη του τουριστικού τομέα για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό, ιδιαίτερα στα νησιά. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο τελικώς χρεώνεται η ΔΕΗ.



- Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα Φ/Β παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο που παρατηρείται έλλειψη ή πολύ υψηλό κόστος ενέργειας.
- Μείωση των απωλειών του δικτύου, με την παραγωγή ενέργειας στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- Περιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας. Συμβολή στη μείωση των διακοπών ηλεκτροδότησης λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου ΔΕΗ.
- Σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο και κάθε μορφής εισαγόμενη ενέργεια και εξασφάλιση της παροχής ενέργειας μέσω αποκεντρωμένης παραγωγής.
- Κοινωνική προσφορά του παραγωγού / καταναλωτή και συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια.
- Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με σημαντική συμβολή σε αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους.
- Ανάπτυξη της Ελληνικής Βιομηχανίας Φ/Β Συστημάτων με άριστες προοπτικές για πλήρη κάλυψη της Ελληνικής αγοράς και εξαγωγικές δραστηριότητες. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και ανάπτυξη Ελληνικής τεχνογνωσίας. Εκτίμηση 2004: 2 βιομηχανίες για κατασκευή Φ/Β, 3 ΜΜΕ για ανάπτυξη ηλεκτρονικών ισχύος και 3 μονάδες παραγωγής μπαταριών για Φ/Β εφαρμογές.
- Προώθηση των στόχων της ΕΕ και του Kyoto σχετικά με τη μείωση των αερίων ρύπων και τη διείσδυση των ΑΠΕ στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή.

### 3.1 Κόστος-Τιμολόγηση-Νόμοι

#### ΚΟΣΤΟΣ

Η ΕΕ έχει μεγάλα σχέδια για το μέλλον στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και πολλή προσοχή έχει κατευθυνθεί προς την παραγόμενη αιολική ενέργεια, με τα έθνη όπως Αγγλία και η Γερμανία να ανοίγουν το δρόμο παράγοντας το μέγιστο δυνατό από την αιολική ενέργεια στην Ευρώπη. Για αυτόν τον λόγο, το πιο πρόσφατο πλάνο της ευρωπαϊκής επιτροπής για να μειώσει τη εκπομπή άνθρακα με την επένδυση ενός μεγάλου μέρους 50 δισεκατομμύριο ευρώ στην έρευνα και την ανάπτυξη της ηλιακή ενέργεια.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα πάνω στο οποίο δουλεύει η NREL (εθνικό εργαστήριο ανανεώσιμης πηγής ενέργειας) είναι το πώς θα αποθηκευτούν μέρος της θερμότητας που παράγεται όσο υπάρχει το φως της μέρας , προκειμένου αυτή να απελευθερωθεί αργότερα. Το 2008, το πρώτο εργοστάσιο παραγωγής ηλιακής ενέργειας για εμπορική χρήση με δυνατότητα αποθήκευσης της θερμότητας άνοιξε κοντά στο Γκουαδίσ της Ισπανίας, ανατολικά της Γρανάδας. Στην διάρκεια της ημέρας, το φως του ήλιου από μια έκταση με κάτοπτρα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση τιγμένου άλατος.

Οι καλές προθέσεις είναι τα πάντα ευπρόσδεκτες, δεν αρκούν όμως για να ανατρέψουν μία πραγματικότητα που όλοι συμφωνούν πως πρέπει να αλλάξει. Γι' αυτό και η στοχοθέτηση και οι κανονιστικές διατάξεις με αυστηρά χρονοδιαγράμματα αποτελούν μια ουσιαστική εγγύηση για να μπορέσουμε να έχουμε πρακτικά αποτελέσματα. Στην κατεύθυνση αυτή κινείται και η κοινοτική οδηγία 2001/77 <<Για την προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας>>.

Στην εσωτερική αγορά ηλεκτρισμού της Ε.Ε στρατηγικός στόχος είναι η δημιουργία ενός πλαισίου για τη σημαντική αύξηση μεσοπρόθεσμα του προερχόμενου από ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρισμού στην Ε.Ε και η διευκόλυνση της πρόσβασης του σε αυτόν (εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας).

Τα φ/β συστήματα γίνονται πιο προσιτά και σε πολλές χώρες οι κυβερνήσεις έχουν φροντίσει να δώσουν κίνητρα για την προώθηση τους. Ένα από τα βασικά κίνητρα είναι η σταδιακή αποκλιμάκωση της τιμής αγοράς ενέργειας (feed-in-tariff). Υπό αυτό το καθεστώς, τροφοδοτείς το δίκτυο με το ρεύμα που παράγεις από το ηλιακό σύστημα και λαμβάνεις ένα εισόδημα , εγγυημένα για όσα χρόνια διαρκέσει η σύμβαση.

Επιπλέον, μπορεί να υπάρχουν φορολογικά κίνητρα και τα δάνεια χαμηλού επιτοκίου. Ο συνδυασμός αυτών των κινήτρων συχνά σημαίνει ότι το ηλιακό σύστημα θα έχει εξοφληθεί πριν το πέρας της διάρκειας ζωής του. Με τους καλύτερους όρους η απόσβεση μπορεί να γίνει σε λιγότερο από 5 χρόνια ενώ, σε κάποιες άλλες περιπτώσεις, μπορεί να πάρει και 15 χρόνια για να καλύψει τα έξοδα του το σύστημα. Για αρχιτεκτονικές εφαρμογές, το

κόστος των ΒΡΙVs μπορεί να συγκριθεί ευνοικά με άλλους τύπους υλικών όπως η πέτρα ή το μέταλλο. Το ΒΡΙV μπορεί να έχει χαμηλότερο κόστος από κάποια ευρέως χρησιμοποιούμενα υλικά όπως το μάρμαρο και είναι το ΜΟΝΟ δομικό στοιχείο που αποφέρει ένα τακτικό εισόδημα.

### Αναλυτικά:

#### **ΝΕΕΣ Τιμές New Deal Με Παράδειγμα.**

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι νέες τιμές για Φ/Β Ειδικού Προγράμματος (<=10kW) μετά την ΜΟΝΟΜΕΡΗ τροποποίηση από πλευράς ΥΠΕΚΑ με το ΝΕΟ Νόμο 4254/2014 (New Deal).

<b>Ημερομηνίες <u>Ενεργοποίησης</u> Φ/Β Συστήματος.</b>				
<b>Έτος</b>	<b>Τρίμηνο</b>	<b>Από</b>	<b>Έως</b>	<b>Νέες Ταρίφες (Ανά kWh)</b>
Πριν Το 2009	-----	-----	-----	0,550 €
2009	A	1-Ιαν	31-Μαρ	0,550 €
2009	B	1-Απρ	30-Ιουν	0,550 €
2009	Γ	1-Ιουλ	30-Σεπ	0,550 €
2009	Δ	1-Οκτ	31-Δεκ	0,550 €
2010	A	1-Ιαν	31-Μαρ	0,550 €
2010	B	1-Απρ	30-Ιουν	0,550 €
2010	Γ	1-Ιουλ	30-Σεπ	0,550 €
2010	Δ	1-Οκτ	31-Δεκ	0,550 €
2011	A	1-Ιαν	31-Μαρ	0,550 €
2011	B	1-Απρ	30-Ιουν	0,550 €
2011	Γ	1-Ιουλ	30-Σεπ	0,470 €
2011	Δ	1-Οκτ	31-Δεκ	0,470 €
2012	A	1-Ιαν	31-Μαρ	0,415 €
2012	B	1-Απρ	30-Ιουν	0,385 €
2012	Γ	1-Ιουλ	30-Σεπ	0,340 €
2012	Δ	1-Οκτ	31-Δεκ	0,295 €
2013	A	1-Ιαν	31-Μαρ	0,295 €
2013	B	1-Απρ	30-Ιουν	0,270 €
2013	Γ	1-Ιουλ	30-Σεπ	0,220 €
2013	Δ	1-Οκτ	31-Δεκ	0,175 €

Αφού εξελέγξετε την ακριβή ημερομηνία ενεργοποίησης (*ΟΧΙ Σύμβασης Συμψηφισμού*) από το έγγραφο ενεργοποίησης της ΔΕΗ, πηγαίνετε στην αντίστοιχη γραμμή ημερομηνιών στον πίνακα και βλέπετε σε ποιά ΝΕΑ τιμή αντιστοιχεί στην δεξιά στήλη.

Η νέα τιμή θα εμφανιστεί σε εκκαθαριστικούς λογαριασμούς της ΔΕΗ (σε μία ή δύο μειώσεις της ταρίφας) μετά την 1η Απριλίου 2014.

Στην περίπτωση όπου κατά την υπογεγραμμένη σύμβαση συμψηφισμού η τιμή πώλησης (€/kWh) είναι μικρότερη από την νέα τιμή του νόμου (New Deal), τότε η τιμή της σύμβασης συμψηφισμού παραμένει αμετάβλητη (και ΔΕΝ αυξάνεται).

Για παράδειγμα: Ιδιοκτήτης Φ/Β συστήματος 10kW ενεργοποιήθηκε στις 20 Ιανουαρίου 2013 και έχοντας υπογράψει τιμή 0,495€/kWh. Ποιά είναι η νέα τιμή και ποιο είναι το ποσοστό μείωσης...?

### Νέα Τιμή

Η ημερομηνία ενεργοποίησης 20-01-2013, κοιτάζοντας τον παραπάνω πίνακα ανήκει στο Α τρίμηνο 2013 το οποίο αντιστοιχεί σε νέα τιμή **0,295€/kWh.**

### Ποσοστό Μείωσης

Αφού γνωρίζουμε την ΠΑΛΑΙΑ και ΝΕΑ τιμή, το ποσοστό μείωσης προκύπτει από τον παρακάτω μαθηματικό τύπο:

$$\left( \frac{\text{ΠΑΛΑΙΑ Τιμή} - \text{ΝΕΑ Τιμή}}{\text{ΠΑΛΑΙΑ Τιμή}} \right) \times 100\% = \left( \frac{0,495\text{€} - 0,295\text{€}}{0,495\text{€}} \right) \times 100\% = \left( \frac{0,200\text{€}}{0,495\text{€}} \right) \times 100\% =$$

**40,40%**

## ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ

Με την αναπροσαρμογή των τιμολογίων του άρθρου 5 του Ν.3851/2010 (ΦΕΚ.Α'85), η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού χρήσης ΑΠΕ - συμπεριλαμβανομένων των μικρών Φωτοβολταϊκών σε κτίρια και μόνο, όχι των υπολοίπων (βλ. πιο κάτω) - ή μέσω ΣΗΘΥΑ ή από υβριδικό σταθμό και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, τιμολογείται σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (€/MWh) σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος > 50 kW	87,85	99,45
Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με εγκαταστάσεις ισχύος ≤ 50 kW	250	
Φωτοβολταϊκά έως 10 kWpeak στον οικιακό τομέα και σε μικρές επιχειρήσεις (σύμφωνα με το ειδικό πρόγραμμα για Φ/Β σε κτίρια - <a href="#">ΚΥΑ.12323/4.6.2009, Β'1079</a> )	550	
Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από μΥΗΣ με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 15 MWe	87,85	
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από Ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	264,85	
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από Ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο	284,85	

Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας ( <a href="#">N.3175/2003, A'207, αρθ.2, §1στ</a> )	150
Γεωθερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (N.3175/2003, A'207, αρθ.2, §1στ)	99,45
Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1$ MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	200
Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατ. ισχύ $> 1$ MW και $\leq 5$ MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	175
Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\geq 5$ MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	150
Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και Βιοαέρια από Βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 2$ MW	120
Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και Βιοαέρια από Βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ $> 2$ MW	99,45
Βιοαέριο που προέρχεται από Βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά οργανικά	220

υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 3$ MW		
Βιοαέριο που προέρχεται από Βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ $> 3$ MW	200	
Λοιπές ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)	87,85	99,45
Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)	$87,85 \times \Sigma P^{(*)}$	$99,45 \times \Sigma P^{(*)}$

(\*) ΣΡ: Συντελεστής Ρήτρας Φυσικού Αερίου όπως ορίζεται στον Ν.3851

Σύμφωνα με την §2 του ίδιου άρθρου, οι τιμές του παραπάνω πίνακα (πλην φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών σταθμών) προσαυξάνονται κατά 15% ως 20% ανάλογα με την περίπτωση, εφόσον έχουν υλοποιηθεί χωρίς την χρήση δημόσιας επιχορήγησης.

Ειδικά για τα Φωτοβολταϊκά εισήχθησαν καινούργιες ρυθμίσεις αναπροσαρμόζοντας τις τιμές μεσοπρόθεσμα και συνδέοντάς τες απευθείας με την μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος (μΟΤΣ) μακροπρόθεσμα.

Πιο συγκεκριμένα, η τιμολόγηση της ενέργειας από Φωτοβολταϊκούς σταθμούς (πλην εκείνων του ειδικού προγράμματος για Φ/Β σε κτίρια) γίνεται με βάση τον ακόλουθο πίνακα:

Έτος / Μήνας	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)		
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα		Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
	A	B	Γ
	>100 kW	<=100 kW	>100 kW
2009 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00
2009 Αύγουστος	400,00	450,00	450,00
2010 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00
2010 Αύγουστος	392,04	441,05	441,05
2011 Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43
2011 Αύγουστος	351,01	394,89	394,89
2012 Φεβρουάριος	333,81	375,54	375,54
2012 Αύγουστος	314,27	353,55	353,55
2013 Φεβρουάριος	298,87	336,23	336,23
2013 Αύγουστος	281,38	316,55	316,55
2014 Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56
2014 Αύγουστος	260,97	293,59	293,59
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3 χμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4 χμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4 χμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>



Οι τιμές του πίνακα αυτού:

α) μπορεί να **μεταβάλλονται** με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται μετά από γνώμη της ΡΑΕ. Για την μεταβολή αυτή λαμβάνονται κυρίως υπόψη η διείσδυση των Φωτοβολταϊκών σταθμών στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, ο βαθμός επίτευξης των εθνικών στόχων διείσδυσης των ΑΠΕ και οι επιπτώσεις για τον καταναλωτή από τη σχετική επιβάρυνση λόγω του ειδικού τέλους ΑΠΕ και

β) **αναπροσαρμόζονται** κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος. Αν η τιμή που αναφέρεται στον παραπάνω πίνακα αναπροσαρμοσμένη κατά τα ανωτέρω, είναι μικρότερη της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος, όπως αυτή διαμορφώνεται κατά το προηγούμενο έτος, προσαυξημένης κατά 30%, 40% και 40% αντίστοιχα για τις περιπτώσεις Α, Β και Γ του ανωτέρω πίνακα, η τιμολόγηση γίνεται με βάση τη μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος του προηγούμενου έτους, προσαυξημένη κατά τους αντίστοιχους ως άνω συντελεστές.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα επιδοτούνται από το Ελληνικό κράτος μέσω του νέου επενδυτικού νόμου [Ν. 3522/06](#) και του αναπτυξιακού νόμου [Ν. 3299/04](#) για επενδυτές μεσαίας και μεγάλης κλίμακας (επιδότηση αγοράς εξοπλισμού έως και 40% ανάλογα με την περιοχή της εγκατάστασης και τα επιχειρηματικά κριτήρια που ικανοποιούνται). Στη συνέχεια, με βάση το νόμο [Ν. 3468/06](#) για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ο επενδυτής συνάπτει δεκαετές συμβόλαιο – με μονομερή δυνατότητα ανανέωσης της σύμβασης από την πλευρά του επενδυτή για ακόμη δέκα χρόνια – για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει στον [ΔΕΣΜΗΕ](#) (Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) για τις διασυνδεδεμένες περιοχές, ή απευθείας στη [ΔΕΗ](#) για τις μη-διασυνδεδεμένες περιοχές.

Η τιμή πώλησης κυμαίνεται από 0,40 έως 0,50 Ευρώ ανά [κιλοβατώρα](#) (kWh) ανάλογα με το μέγεθος και την περιοχή της εγκατάστασης. Όμως, και ο ιδιώτης μπορεί να επωφεληθεί του νόμου 3468, πουλώντας την πλεονάζουσα ενέργεια της εγκατάστασης ιδιόχρησης που διαθέτει στις ίδιες ανταγωνιστικές τιμές, με επιπλέον όφελος φοροελάφρυνση έως και 700 Ευρώ.

Τα κίνητρα αυτά έχουν ήδη δείξει τα πρώτα αποτελέσματα, και πλέον βλέπουμε τη δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων σε πολλές περιοχές της χώρας, και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε καινούργια ή και παλιότερα σπίτια.

Με την τρέχουσα νομοθεσία η Ελληνική πολιτεία στοχεύει στην δημιουργία μεγάλων ως πολύ μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων, σε αντίθεση με άλλες χώρες, που όπως η Γερμανία στοχεύουν στην ανάπτυξη πολλών μικρών συστημάτων. Μία σχετική σύγκριση φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Τα στοιχεία του διαγράμματος προέρχονται από τον σύνδεσμο εταιρειών ηλιακής ενέργειας της Γερμανίας (BSW) και από την Ελληνική Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ  
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ

Αρ. Φύλλου 85

7 Απριλίου 2014

ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4254

Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονο-μίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν4046/2012 καιάλλες διατάξεις.

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ  
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

Εκδίδομε τον ακόλουθο νόμο που ψήφισε η Βουλή:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄

ΜΕΤΡΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ

N. 4046/2012

Άρθρο πρώτο

ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ Α: ΔΙΑΝΟΜΗ ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΓΕ-  
ΝΟΥΣ ΠΛΕΟΝΑΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ  
ΥΠΟΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ Α.1.: ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΜΕ-  
ΡΙΣΜΑΤΟΣ

1. Διατίθεται ποσό τετρακοσίων πενήντα εκατομμυ-ρίων (450.000.000) ευρώ από το Πρωτογενές Πλεόνα-σμα Γενικής Κυβέρνησης έτους 2013 για την καταβολή κοινωνικού μερίσματος προς στήριξη των πολιτών καιοικογενειών με χαμηλό συνολικό ετήσιο εισόδημα και ακίνητη περιουσία μικρής αξίας, με βάση ειδικά εισοδηματικά και περιουσιακά κριτήρια, τα οποία καθορίζονται με την κοινή υπουργική απόφαση της περίπτωσης 3 της παρούσας.

2. Το κοινωνικό μέρισμα καταβάλλεται εφάπαξ, είναι αφορολόγητο, δεν υπόκειται σε οποιαδήποτε κράτηση, δεν κατάσχεται ούτε συμψηφίζεται με ήδη βεβαιωμένα χρέη προς το Δημόσιο ή πιστωτικά ιδρύματα και δεν υπολογίζεται στα εισοδηματικά όρια για την καταβολή του Ε.Κ.Α.Σ. ή οποιασδήποτε άλλης παροχής κοινωνικού ή προνοιακού χαρακτήρα. Κάθε δικαιούχος λαμβάνει το κοινωνικό μέρισμα από μία και μόνο πηγή.

3. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας, καθορίζονται τα εισοδηματικά και περιουσιακά κριτήρια για την καταβολή του κοινωνικού μερίσματος, το ακριβές ποσό του διανεμόμενου κοινωνικού μερίσματος ανά δικαιούχο, οι κατηγορίες των δικαιούχων, οι προϋποθέσεις, τα δικαιολογητικά, ο φορέας, η διαδικασία, ο χρόνος και ο τρόπος καταβολής, ο χρόνος και τρόπος ελέγχου των εισοδηματικών και περιουσιακών κριτηρίων για τη χορήγησή του ανά κατηγορία δικαιούχων και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή της παρούσας υποπαραγράφου.

#### ΥΠΟΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ Α.2.: ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΕΓΑΣΗΣ, ΣΙΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΣΤΕΓΟΥΣ

1. Η παράγραφος 3 του άρθρου 29 του ν. 4052/2012 (Α' 41) αντικαθίσταται από τότε που ίσχυσε ως εξής:

2.

«3. Με αποφάσεις του Υπουργού Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας και του εκάστοτε συναρμόδιου Υπουργού, που δημοσιεύονται στην Εφημερίδα της

Κυβερνήσεως, καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις υλοποίησης προγραμμάτων για άστεγους, η έκταση και ο χρόνος παροχής κοινωνικής προστασίας. Με όμοιες αποφάσεις καθορίζεται το πλαίσιο προδιαγραφών λειτουργίας Κέντρων Ημέρας Αστέγων, Κοινωνικών Ξενώνων ή άλλων δομών και ειδικότερα οι φορείς υλοποίησης, η στελέχωση, οι κτιριακές προδιαγραφές, η διαδικασία αδειοδότησης και ελέγχου, οι φορείς καταγραφής αστέγων και λοιπά θέματα εφαρμογής της παρούσας.»

2. Στο άρθρο 29 του ν. 4052/2012 (Α' 41) προστίθενται οι ακόλουθες παράγραφοι:

«4. Διατίθεται ποσό είκοσι εκατομμυρίων (20.000.000) ευρώ από το Πρωτογενές Πλεόνασμα Γενικής Κυβέρνησης έτους 2013 για τη χρηματοδότηση των ανωτέρω προγραμμάτων ή δράσεων. Οι ανωτέρω πόροι μεταβιβάζονται από το Υπουργείο Οικονομικών και εγγράφονται στον προϋπολογισμό τρέχοντος έτους του Υπουργείου Εργασίας, Κοινωνικής

Ασφάλισης και Πρόνοιας (Γενική Γραμματεία Κοινωνικών Ασφαλίσεων – Ε.Φ. 33-220).

5. Προγράμματα ή δράσεις, που χρηματοδοτούνται από τους ως άνω πόρους, προκηρύσσονται με απόφαση του Υπουργού Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας με δυνητικούς δικαιούχους τους πιστοποιημένους φορείς παροχής υπηρεσιών στέγασης, σίτισης και κοινωνικής φροντίδας στην ομάδα στόχο των αστεγών.

6. Ως επιλέξιμα για χρηματοδότηση προγράμματα ή δράσεις, κατά την πρώτη εφαρμογή του παρόντος, ορίζονται τα προγράμματα ή δράσεις στέγασης, σίτισης και παροχής υπηρεσιών κοινωνικής φροντίδας στην ομάδα στόχο των αστεγών.

7. Οι προτάσεις που κατατίθενται στο πλαίσιο προγραμμάτων ή δράσεων της ως άνω παραγράφου.

1436

#### ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ)

(v) απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων ή αριθμό κατάθεσης της μελέτης για την περιβαλλοντική αδειοδότηση, εφόσον απαιτείται και

(vi) πιστοποιητικό ελέγχου σε ισχύ δεξαμενών υγραερίου, κατά τις κείμενες διατάξεις, εφόσον η μονάδα έχει εγκατάσταση υγραερίου.

Η προσωρινή άδεια λειτουργίας χορηγείται εντός δεκαπέντε (15) ημερών από τον έλεγχο τυπικής πληρότητας των υποβαλλόμενων δικαιολογητικών. Τρεις μήνες πριν από τη λήξη της προσωρινής αδειάς λειτουργίας, υποβάλλεται από τον λειτουργό των εγκαταστάσεων στην κατά νόμο αδειοδοτούσα αρχή φάκελος με πλήρη δικαιολογητικά για την έκδοση οριστικής αδειάς λειτουργίας.»

6. Η παράγραφος 15 του άρθρου 6 του ν. 3891/2010 αντικαθίσταται ως εξής:

«15. Οι διατάξεις των άρθρων 21 και 22 του β.δ. 24.9/20.10.1958 σε συνδυασμό με τη διάταξη της παραγράφου 11(12) του άρθρου 25 του ν. 1828/1989, καθώς και οι διατάξεις των άρθρων 13 του β.δ 24.9/20.10.1958 και 10 του ν. 1080/1980, δεν εφαρμόζονται για τον υπολογισμό, την επιβολή και τη βεβαίωση των τελών που προβλέπονται από αυτές, για τα ακίνητα και το υπέδαφος αυτών, που ανήκουν στην Εθνική Σιδηροδρομική Υποδομή, όπως αυτή ορίζεται στην παράγραφο 16 του άρθρου 2 του π.δ. 41/2005, σε συνδυασμό με τις διατάξεις των εδαφίων α', γ', δ', ε', η', θ', ιβ', ιγ', ιδ', της παραγράφου 4 του άρθρου 6 του παρόντος νόμου. Τα μέχρι της δημοσίευσης του παρόντος βεβαιωθέντα από τους ΟΤΑ, σε εφαρμογή των παραπάνω διατάξεων, τέλη, πρόστιμα και προσαυξήσεις που αφορούν στα παραπάνω ακίνητα, διαγράφονται και δεν αναζητούνται, εκτός από

αυτά που έχουν κριθεί δικαστικώς αμετάκλητα. Τυχόν καταβληθέντα από το Διαχειριστή της Υποδομής, ποσά που αφορούν στις ανωτέρω περιπτώσεις τελών, δεν αναζητούνται. Κάθε αντίθετη στην παρούσα, γενική ή ειδική, διάταξη καταργείται.»

7. Η πρώτη περίπτωση της παραγράφου 2 του άρθρου 20 του ν. 3891/2010 αντικαθίσταται ως εξής:

«- εξαρτημένης εργασίας αορίστου ή ορισμένου χρόνου, απαγορεύεται να υπερβαίνει το ανώτατο όριο αποζημίωσης, που ορίζεται στο άρθρο 2 παράγραφος 2 του α.ν. 173/1967, όπως κάθε φορά, αναπροσαρμοζόμενο ισχύει».

8. Στο άρθρο 29 του ν. 3891/2010 προστίθεται παράγραφος 5 ως εξής:

«5. Για τη μίσθωση-εκμίσθωση ακινήτων για τη στέγαση της Ρ.Α.Σ. εφαρμόζονται οι διατάξεις του π.δ. 715/1979 (Α' 212), όπως ισχύει».

9. Η παρ. 1 του άρθρου 30 του ν. 3891/2010 αντικαθίσταται ως εξής:

«1. Η Ρ.Α.Σ. έχει ίδιο προσωπικό. Για τη στελέχωση της Ρ.Α.Σ. συνιστώνται τριάντα πέντε (35) θέσεις προσωπικού, από τις οποίες είκοσι (20) είναι θέσεις τακτικού προσωπικού με σχέση εργασίας δημοσίου δικαίου, δεκατρείς (13) είναι θέσεις Ειδικού Επιστημονικού Προσωπικού με σχέση εργασίας ιδιωτικού δικαίου αορίστου χρόνου, μία (1) θέση δικηγόρου με έμμισθη εντολή και μία (1) θέση Νομικού Συμβούλου. Ο συνολικός αριθμός θέσεων προσωπικού και η ανωτέρω κατανομή μπορεί να τροποποιηθεί με τον Κανονισμό Εσωτερικής Λειτουργίας και Διαχείρισης του άρθρου 31. Ως προσόντα πρόσληψης, για μεν το τακτικό προσωπικό ορίζονται τα προβλεπόμενα στο π.δ. 50/2001 (Α' 39), όπως εκάστοτε ισχύει, για δε το Ειδικό Επιστημονικό Προσωπικό τα προβλεπόμενα στο άρθρο 25 παρ. 2 του ν. 1943/1991 (Α' 50) με επιστημονική εξειδίκευση στο αντικείμενο και τις αρμοδιότητες της Ρ.Α.Σ..

Η πλήρωση των θέσεων προσωπικού της Ρ.Α.Σ. πραγματοποιείται ύστερα από προκήρυξη που εκδίδει το Α.Σ.Ε.Π. σύμφωνα με την προβλεπόμενη από τη σχετική με το Α.Σ.Ε.Π. εκάστοτε ισχύουσα νομοθεσία.»

10. Οι παράγραφοι 4 και 5 του άρθρου 30 του ν. 3891/2010 καταργούνται και οι παράγραφοι 6 και 7 αναριθμούνται σε 4 και 5 αντίστοιχα.

ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ ΙΓ: ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟΥΡ-  
ΓΕΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΛΛΑΓΗΣ

ΥΠΟΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ ΙΓ.1: ΕΠΑΝΑΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙ-  
ΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡ-  
ΓΟΥΝΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΠΕ ΚΑΙ ΣΗΘΥΑ

1. Τα στοιχεία και οι τιμές αναφοράς του πίνακα της περίπτωσης β' της παρ. 1 του άρθρου 13 του ν. 3468/2006 (Α' 129), όπως ισχύει, και του πίνακα της παραγράφου 3 του άρθρου 27Α του ν. 3734/2009 (Α' 8), όπως ισχύει, καθώς και των τιμών του «Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων» (Β' 1079/2009), (Φ/Β Στεγών (<=10kW) στον κατωτέρω πίνακα Α), όπως αυτές οι τιμές έχουν αναπροσαρμοστεί και εφαρμόζονται για την εκτέλεση των συμβάσεων πώλησης και των συμβάσεων συμψηφισμού κατά την έναρξη ισχύος της παρούσας υποπαραγράφου, επανακαθορίζονται, από την έναρξη ισχύος της παρούσας υποπαραγράφου, για τους σταθμούς ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ που κατά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας υποπαραγράφου βρίσκονται σε λειτουργία (κανονική ή δοκιμαστική) σύμφωνα με τις ακόλουθες περιπτώσεις.

α. Τιμολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

1438

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ)

Οι σταθμοί που αντιστοιχούν σε κελί του πίνακα Α το οποίο δεν φέρει αριθμητική τιμή (€/MWh) δεν εμπίπτουν στις διατάξεις της παρούσας υποπαραγράφου. Για σταθμούς ισχύος έως και 20 kW, που δεν εντάσσονται στο «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων» (Β' 1079/2009), οι τιμές του πίνακα Α προσαυξάνονται κατά 10%. Η διάταξη του προηγούμενου εδαφίου δεν εφαρμόζεται στις περιπτώσεις σταθμών, για τους οποίους η ανωτέρω προσαύξηση του 10% οδηγεί σε τιμή υψηλότερη της τιμής αποζημίωσης που εφαρμόζεται για την εκτέλεση των αντίστοιχων συμβάσεων πώλησης τον Ιανουάριο του 2014.

Για σταθμούς ισχύος έως και 100 kW, οι οποίοι, κατά την έναρξη ισχύος της παρούσας υποπαραγράφου, ανήκουν σε κατ' επάγγελμα αγρότες και για ανώτατο όριο συνολικής ισχύος έως και 100 kW ανά επαγγελματία αγρότη, δεν εφαρμόζονται οι τιμές του πίνακα Α. Στις περιπτώσεις των ανωτέρω σταθμών, και από την έναρξη ισχύος της παρούσας υποπαραγράφου, οι ισχύουσες την 1.1.2014 τιμές αποζημίωσης μειώνονται κατά ποσοστό 12% εφόσον δεν έχουν τύχει ενίσχυσης, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Υποπαραγράφο ΙΓ.2. Σε περίπτωση που οι ανωτέρω σταθμοί έχουν τύχει ενίσχυσης, εφαρμόζονται οι αντίστοιχες τιμές του πίνακα Α. Κατ' εξαίρεση από τη διάταξη της περίπτωσης β' της παραγράφου 6 του άρθρου 15 του ν. 3851/2010, επιτρέπεται η μεταβίβαση σταθμού που ανήκει σε κατ' επάγγελμα αγρότη μόνο σε άλλον κατ' επάγγελμα αγρότη.

Η υποβολή δηλώσεων από τους κατ' επάγγελμα αγρότες παραγωγούς για τη διατήρηση ή μη της ιδιότητας του κατ' επάγγελμα αγρότη, οι οποίες επέχουν θέση υπεύθυνης δήλωσης του ν. 1599/1986 και οι οποίες υποβάλλονται εντός του πρώτου τριμήνου κάθε έτους και αφορούν το προηγούμενο της υποβολής έτος, θα γίνεται μέσω των συστημάτων πληροφορικής που αναπτύσσονται κατά τις διατάξεις της περίπτωσης 2 της υποπαραγράφου ΙΓ.2. Σε περίπτωση μη υποβολής της δήλωσης κατά το προηγούμενο εδάφιο ή διαπίστωσης ανακριβούς δήλωσης επανακαθορίζεται αναδρομικά η τιμή αποζημίωσης σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στον πίνακα Α. Ειδικά για τους σταθμούς για τους οποίους η τιμή αναφοράς αποζημίωσης της παραγόμενης ενέργειας έως την έναρξη ισχύος της παρούσας υποπαραγράφου καθορίστηκε βάσει των διατάξεων της υποπερίπτωσης β' της περίπτωσης 3 της υποπαραγράφου Ι.2 της παραγράφου Ι του άρθρου πρώτου του ν. 4093/2012, και οι οποίοι συνδέθηκαν εντός του δεύτερου εξαμήνου του 2013 .

## ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ)

1439

Σε περίπτωση που υλοποιηθεί διασύνδεση νησιού με το Διασυνδεδεμένο Σύστημα της ηπειρωτικής χώρας, η παραγόμενη ενέργεια από τους αιολικούς σταθμούς αποζημιώνεται βάσει των αντίστοιχων κατηγοριών για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα από την πρώτη ημερολογιακή ημέρα του μήνα που έπεται της ημερομηνίας θέσης σε λειτουργία της διασύνδεσης.

γ. Τιμολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικής ενέργειας από μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ έως 15 MWe.

δ. Τιμολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΣΗΘΥΑ.



### 3.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Με σκοπό την επίτευξη του στόχου 20-20-20 μέχρι και το 2020 που έχει θέσει η Ε.Ε, η B & T energy με σεβασμό στο περιβάλλον υλοποιεί Φ/Β εγκαταστάσεις με αποτέλεσμα πολυάριθμα περιβαλλοντικά οφέλη. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία της ΔΕΗ (Ιούλιος 2012), το ποσοστό των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας φτάνει το 9,02%. Με το μεγαλύτερο ποσοστό συμβάλλουν οι μεγάλες ανεμογεννήτριες και ακολουθούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Ειδικότερα, τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν χωρίς κανένα απολύτως θόρυβο και με μηδενική έκλυση ρύπων καθ' όλη διάρκεια της λειτουργίας τους, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη τους συμβάλλουν τα μέγιστα στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Πιο συγκεκριμένα, κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Έτσι, με τη λειτουργία Φ/Β συστήματος ισχύος 10kW (και με δεδομένη την παραγωγή τουλάχιστον 15.000kWh ετησίως) θα αποτρέπεται κάθε χρόνο η έκλυση 15 τόνων CO<sub>2</sub> όσο δηλαδή θα απορροφούσαν 2 στρέμματα δάσους (ή αντίστοιχα 100 δέντρα). Για να παραχθεί η ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο απαιτούνται 352 λίτρα πετρελαίου, ενώ η αποφυγή έκλυσης CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον, παράγοντας ενέργεια από φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 10kw, αντιστοιχεί σε 7000 ετήσια km ενός Ι.Χ αυτοκινήτου.

Σχετικά με το ποσοστό συμμετοχής στην έκλυση διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως, τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος συμμετέχουν κατά 24% και οι συγκοινωνίες κατά 14%. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλώντας μεγάλες αλλαγές στο κλίμα της Γης επιβαρύνοντας την υγεία όλων των έμβιων οργανισμών και η αύξηση του ποσοστού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι η πλέον ρεαλιστική επιλογή.

Η εγκατάσταση των φ/β πρέπει να γίνεται με αισθητικό τρόπο έτσι ώστε να μετριάζεται η οπτική όχληση και να μην υπάρχει διατάραξη του τοπίου. Η εγκατάσταση ή ενσωμάτωση των φ/β πλαισίων στα κτήρια πρέπει να εναρμονίζεται σχηματικά και χρωματικά με την αρχιτεκτονική του κτηρίου περιορίζοντας έτσι στο ελάχιστο την οπτική όχληση. Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δίνεται και στη σωστή χωροθέτησή τους, αποφεύγοντας τη δημιουργία ηλιακών πάρκων κοντά σε προστατευόμενες περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, πολιτιστικούς ή αρχαιολογικούς χώρους.

Από το στάδιο της κατασκευής των φ/β κυττάρων και την εγκατάσταση και λειτουργία των φ/β πάρκων, μπορεί να παρατηρηθεί κάποια αλλοίωση περιβάλλοντος που περιλαμβάνει και την αισθητική πλευρά, με τοπικό κυρίως χαρακτήρα, το εύρος της οποίας εξαρτάται από το μέγεθος της δραστηριότητας. Εκτός από τα φ/β, αισθητική αλλοίωση στο τοπίο μπορεί να προκαλέσει και η υποδομή η οποία απαιτείται για τη σύνδεση του συστήματος με το δίκτυο, όπως οι μετασχηματιστές και οι πυλώνες.

Η οπτική όχληση εξαρτάται από την ανακλαστικότητα, το σχήμα και το χρώμα των φ/β κυττάρων και αυξάνεται ανάλογα με την επιφάνεια που καταλαμβάνουν και από τον τρόπο χωροθέτησής τους. Στα περισσότερα φ/β συστήματα που ήδη έχουν εγκατασταθεί δεν έχει ληφθεί υπόψη ο αισθητικός παράγοντας, αφού πρωταρχικός στόχος είναι η τοποθέτηση των φ/β πλαισίων με τέτοιο τρόπο που να παράγουν τη μέγιστη δυνατή ενέργεια ώστε να εξασφαλίζεται μεγαλύτερο οικονομικό κέρδος. Γι' αυτές τις περιπτώσεις, η αλλοίωση του αισθητικού περιβάλλοντος θα είναι υπαρκτή για το τόσο χρόνο όσο και η διάρκεια ζωής του συστήματος. Για τα απομακρυσμένα φ/β συστήματα η οπτική ενασχόληση μπορεί να θεωρηθεί ασήμαντη, καθώς η οπτική επαφή με το σύστημα δεν είναι συχνή.

### 3.3 ΠΟΡΙΣΜΑ

Το μέλλον της παραγωγής από Φ/Β στην ΕΕ φαίνεται ότι θα είναι τα αποκεντρωμένα και ολοκληρωμένα συστήματα στα κτίρια και σε εγκαταστάσεις πολλαπλής χρήσης η θα αναπτυχθούν έτοιμα σετ Φ/Β. Τα Φ/Β είναι ελκυστικά στις αστικές περιοχές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος. Ακόμα και σήμερα τα Φ/Β έχουν απαγορευτικό κόστος για τις εκτός δικτύου περιοχές.

Γενικά, εκτός και αν η τιμή τους ελαττωθεί τα Φ/Β είναι απίθανο να έχουν μεγάλη ενεργειακή συμμετοχή στο ενεργειακό ισοζύγιο, τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα. Όμως θα μπορούσαν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρισμού σε ειδικές τοπικές περιπτώσεις.

**ΠΗΓΕΣ:**

**Ιστοσελίδες:**

[www.level-up.gr](http://www.level-up.gr)

[www.helpaco.gr](http://www.helpaco.gr)

[www.cres.gr](http://www.cres.gr)

[www.rae.gr](http://www.rae.gr)

[www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)

[www.epia.gr](http://www.epia.gr)

[www.exelgroup.gr](http://www.exelgroup.gr)

[www.solarpv.gr](http://www.solarpv.gr)

[www.konarka.gr](http://www.konarka.gr)

[www.scheutensolar.de](http://www.scheutensolar.de)

[www.provincia.savona](http://www.provincia.savona)

[www.siga.gov.sk](http://www.siga.gov.sk)

[www.enveg.tuc.gr](http://www.enveg.tuc.gr)

[www.iqsolarpower.com](http://www.iqsolarpower.com)

[www.robotikeres](http://www.robotikeres)

[www.ist.utl.pt](http://www.ist.utl.pt)

[www.acralight.com](http://www.acralight.com)

[www.konarka.com](http://www.konarka.com)

[www.nrel.gr](http://www.nrel.gr)

[www.sphelarpower.com](http://www.sphelarpower.com)

[www.bridgestone.com](http://www.bridgestone.com)

## **Παραπομπές:**

ΕΘΝΟΣ 22\5\07 ‘ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ ΑΡΘΡΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ’

ΚΑΠΕ ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ  
ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ 2008 ‘ΕΝΑΣ ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ’

ΨΩΜΑΣ Σ. , ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ  
2006

ΖΕΡΒΟΣ Α.2006 ‘ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘΗΝΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ’  
ΣΤΑΜΑΤΗΣ Δ.ΠΕΡΔΙΟΣ ‘ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ  
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘΗΝΑ 2011’

ΤΣΑΛΑΣ Ι.Γ., ΠΛΑΤΙΑΣ Χ 2010 ‘ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΚΑΙ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ‘ ΑΘΗΝΑ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ι.ΣΙΔΕΡΗΣ

ΦΙΛΙΠΠΑΚΗ 2008 ‘ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ Η  
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ’ ΑΘΗΝΑ

Μ.ΒΡΑΧΟΠΟΥΛΟΣ ‘ΦΒ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ’ (2011)

TOMAS MARKVART ‘SOLAR ELEVTRICITY’ , JOHN WILEY &SONS INC 1994