

2ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΓ. Ι. ΡΕΝΤΗ
Σχολικό Έτος: 2012-2013
ΤΑΞΗ-ΤΜΗΜΑ: Α3'
Μάθημα: Τεχνολογία

ΑΤΟΜΙΚΟ ΕΡΓΟ

Της μαθήτριας Μαίρης Φιλιππίδου

ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΜΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ



Καθηγητής: ΗΡ.ΝΤΟΥΣΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΑ-ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Σελ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο:ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1α:Σημασία των ήπιων μορφών ενέργειας.....5

1β:Οι κυριότερες εφαρμογές των φωτοβολταϊκών5

1γ:Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ήπιων μορφών ενέργειας.....6

1δ:Η τεχνολογική κατάσταση των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα.....7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2α:Οι πρώτες χρήσεις της ηλιακής ενέργειας και των άλλων ήπιων μορφών ενέργειας.....9

2β:Η ανακάλυψη των φωτοβολταϊκών φαινομένων.....10

2γ:Η εξέλιξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....12

2δ:Το μέλλον των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

3α: Η Ηλιακή ενέργεια στη φύση14

3β: Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ηλιακής ενεργειας.....15

3γ: Η εκμετάλευση των φωτοβολταϊκών.....16

3δ: Η χρησιμότητα των φωτοβολταϊκών..... 17

3ε:Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών..... 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο:ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4α:Τα είδη των φωτοβολταϊκών..... 20

4β:Τα μέρη των φωτοβολταϊκών.....21

4γ: Πως λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά..... 21

4δ: Τύποι Φωτοβολταϊκών συστημάτων..... 21

4ε:Η τεχνολογία των Ηλιακών Φωτοβολταϊκών Στοιχείων-Φωτοβολταϊκων κυψελων..... 21

4στ:Ανάλυση δομής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος..... 22

4ζ:Φωτοβολταϊκά συστήματα στήριξης 22

4η:Αυτόνομα ή μη διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα..... 23

4θ:Φωτοβολταϊκές βασικές μονάδες..... 23

4ι:Πως λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ..... 24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο:ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

5α. Πρόοψη.....	26
5β.Αριστερή πλάγια όψη.....	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....

28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο: ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

..... 33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο:ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....

34

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ35

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ατομικό έργο που επέλεξα να κατασκευάσω είναι μία κατοικία με φωτοβολταϊκά. Η ιδέα αυτή μου ήρθε από το εξοχικό μου σπίτι όπου δεν έχουμε παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και γι' αυτό τον λόγο έχουμε εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν σε μία ειδική κατηγορία στις «ήπιες μορφές ενέργειας», οι οποίες είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον και μ' αυτές μπορούμε εξοικονομήσουμε αρκετά χρήματα. Πιο πολλές πληροφορίες θα λάβετε στα παρακάτω κεφάλαια όπου θα αναλύσουμε τα πάντα σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο :



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ





1α: Η σημασία των ήπιων μορφών ενέργειας


Η εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων του πλανήτη μας (άνθρακας, φυσικό αέριο, πετρέλαιο) σε συνδυασμό με την διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας, αλλά και την βαθμιαία επιδείνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, οδήγησε τις σύγχρονες κοινωνίες να στραφούν σε τεχνικές εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, αφετέρου στην αξιοποίηση των ήπιων ή Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας (ΑΠΕ). Οι από αρχαιοτάτων χρόνων γνωστές ενεργειακές πηγές αποτελούν ανεξάντλητα (ανανεώσιμα) ενεργειακά αποθέματα, ενώ η χρήση τους είναι φιλική (ήπια) προς το περιβάλλον.


1β: Οι κυριότερες εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας

-  **Ηλιακή ενέργεια:** Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση.
-  **Αιολική Ενέργεια:** Χρησιμοποιήθηκε παλιότερα για την άντληση νερού από πηγάδια καθώς και για μηχανικές εφαρμογές.

 **Βιομάζα:** Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να δώσει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, που είναι καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά. Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον.

 **Υδροηλεκτρική Ενέργεια:** Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.

 **Γεωθερμική ενέργεια:** Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

 **Ενέργεια της Θάλασσας (παλιρροιακά κύματα):** Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό.

1γ:Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ήπιων μορφών ενέργειας

Πλεονεκτήματα

1. Είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες.
2. Για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, αλλά απλώς η εκμετάλλευση τους από τις ήδη υπάρχουσες ροές ενέργειας στη φύση.
3. Πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
4. Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. (εκτός της γεωθερμικής εν.)
5. Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
6. Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις
7. Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.

8. Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

Μειονεκτήματα

1. Μια από τις ενέργειες όπως η γεωθερμική δεν είναι ανανεώσιμη καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.
2. Υπάρχει υψηλή τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών.
3. Τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής όπως και πολιτικές αλλά και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους στον ενεργειακό τομέα , εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού.
4. Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
5. Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
6. Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
7. Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πτηνών.
8. Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1δ: Η τεχνολογική κατάσταση των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα

Η Ηλιακή ενέργεια καθαρή, ήπια και ανανεώσιμη μορφή ενέργειας από τον ήλιο. Διαθέσιμη στον καθένα χωρίς κόστος και πρακτικά ανεξάντλητη. Η Ελλάδα ως χώρα είναι ιδιαίτερα ευνοημένη αφού μπορεί να εκμεταλλευτεί τα περισσότερα είδη των ήπιων μορφών ενέργειας-και ιδιαίτερα την ηλιακή- γιατί διαθέτει πολλές ώρες ηλιοφάνειας τις περισσότερες ημέρες του χρόνου. 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.

Η ουσιαστική ώθηση για τα φωτοβολταϊκά όπως και για τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δόθηκε μέσα από κυβερνητικά προγράμματα με την μορφή επιδοτήσεων των δραστηριοτήτων παραγωγής ενέργειας (κυρίως ηλεκτρικής) με την χρήση "πράσινων" τεχνολογιών (ΑΠΕ). Η περισσότερο γνωστή από αυτές είναι η ευνοϊκή τιμολόγηση της ενέργειας που παράγεται από Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γνωστή και ως feed - in - tariff.

Η Ελλάδα έχει υιοθετήσει και αυτή με την σειρά της κίνητρα για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα οποία μάλιστα ήταν (και είναι?) ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ελκυστικά για τους υποψήφιους επενδυτές.

Όμως η παροιμιώδης τσαπατσουλιά, ανικανότητα και διαφθορά που μαστίζει τους κρατικούς φορείς, κατάφερε την πιο ελπιδοφόρα τεχνολογία της εποχής μας να την κάνει να χαρακτηριστεί ως "φούσκα" (και μάλιστα από την οπτική γωνία κάποιων, δυστυχώς δικαιολογημένα).

Εκατοντάδες αιτήσεις για άδειες παραγωγής ενέργειας στην ΡΑΕ και άλλες τόσες αιτήσεις αδειών - εξαιρέσεων προς επιδότηση από τον επενδυτικό νόμο, περιμένουν καρτερικά σε κάποια συρτάρια την ώρα (ή την χρονιά) της κρίσης τους.

Παρόλα αυτά, ευτυχώς δεν φαίνεται να "κατόρθωσε" ο κρατικός μηχανισμός να αναχαιτίσει στην χώρα μας την παγκόσμια δυναμική των φωτοβολταϊκών, αφού η εφευρετικότητα του Έλληνα κατασκευαστή αλλά και η "προνοητικότητα" κάποιων επενδυτών έχουν ήδη "στείλει" κάποιες μεγαβατώρες στο δίκτυο της ΔΕΗ.

Επίσης, πέρα από τις επενδύσεις σε διασυνδεδεμένα συστήματα μια άλλη αγορά ΦΒ που αναπτύσσεται είναι αυτή των αυτόνομων συστημάτων, αφού η τιμή της φωτοβολταϊκής κιλοβατώρας πλέον ανταγωνίζεται με αξιώσεις αυτήν του πετρελαίου και μάλιστα παρουσιάζει και αρκετά πλεονεκτήματα έναντι αυτής. Τα περισσότερα αυτόνομα συστήματα προς το παρόν βρίσκονται στο Αγίο Όρος, αλλά πλέον υπάρχουν πολλές Φ/Β εγκαταστάσεις σε εξοχικές κατοικίες, απομακρυσμένους τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς, φάρους, κτηνοτροφικές μονάδες κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο :

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



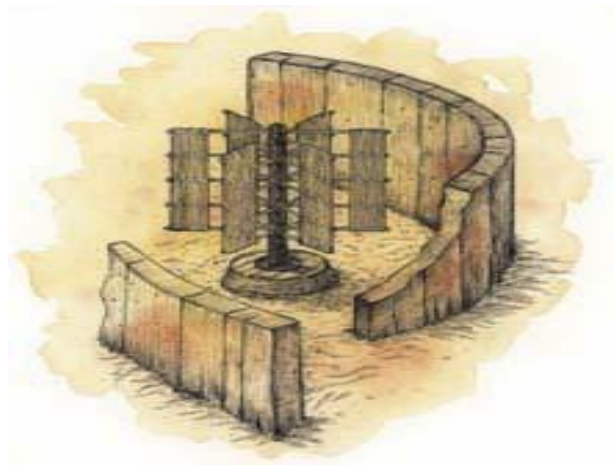
2α:Οι πρώτες χρήσεις της ηλιακής ενέργειας και των άλλων ήπιων μορφών

Από τη λίθινη εποχή γνωρίζουμε ότι οι άνθρωποι των σπηλαιών χρησιμοποίησαν την ενέργεια της φωτιάς αρχικά για φωτισμό, τη θέρμανση και τη μαγειρική και με το πέρασμα των χιλιετιών για την μεταλλουργία και την υαλουργία. Τα πρώτα καύσιμα ήταν ξερά χόρτα, το ξύλο και στη συνέχεια το φυτικό και ζωικό λίπος.



Αργότερα ανακάλυψε τη δύναμη του ανέμου αιολική ενέργεια την οποία χρησιμοποίησε σαν μηχανική ενέργεια για την ύδρευση και άδρευση, την άλεση δημητριακών κ.ά. Ήδη το 3.500 π.Χ. ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ενέργεια του ανέμου στα ιστιοφόρα πλοία ενώ οι

πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν στην Περσία το 3.000π.Χ. και στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στη Γαλλία το 1180π.Χ.



Με την ανακάλυψη του τροχού, του νερού περίπου το 200π.Χ. αξιοποιήται η ενέργεια του νερού που έρρεε ή έπεφτε για την άλεση των σπόρων -υδραυλική ενέργεια- και σήμερα έχει εξελιχθεί στο σύγχρονο υδροστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.



Οι πρώτες προσπάθειες κατασκευής και χρήσης πιο πολύπλοκων μηχανών που απαλλάσσουν τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες και αξιοποιούν τις πιο πάνω πηγές ενέργειας εμφανίζονται το 300π.Χ. Ο Αρχιμήδης αναφέρεται ανάμεσα στους πρώτους εφευρέτες καθώς το 212π.Χ. με τα ποικίλα κάτοπτρα που κατασκευάζει εκμεταλεύεται την ηλιακή ενέργεια που κατακαίει τα ρωμαϊκά πλοία κατά την πολιορκία των Συρακουσών.

2β: Η ανακάλυψη των φωτοβολταϊκών φαινομένων

Ζούμε μια περίοδο όπου η διόγκωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε συνδυασμό με την εξάντληση των ορυκτών ενεργειακών πόρων και τα τεράστια βήματα στην τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων κάνουν πλέον εφικτή την χρήση τους. Πώς φτάσαμε όμως ως εδώ και ποιά είναι η ιστορία των φωτοβολταϊκών;

Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός **Edmond Becquerel** (1820 - 1891) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια.



Edmond Becquerel

Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν οι **Adams** (1836 - 1915) και ο φοιτητής του **Day** παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως.



W. Grylls Adams, F.R.S.

Adams

Το 1918 ο Πολωνός **Czochralski** (1885 - 1953) πρόσθεσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα



Czochralski

Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι **Mott** και **Schottky** ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Chapin, Fuller και Pearson. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

2γ: Η εξέλιξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Το 1958 η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων προσαρτάται στον χώρο των διαστημικών εφαρμογών όταν τοποθετήθηκε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο Vanguard I .



Δορυφόρος Vanguard

Το σύστημα αυτό λειτούργησε επιτυχώς για 8 ολόκληρα χρόνια και ήταν ένα από τα πρώτα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Από το χρονικό αυτό σημείο και μετά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα άρχισαν να ενσωματώνονται σταδιακά σε διάφορες εφαρμογές και η τεχνολογία να βελτιώνεται συνεχώς.

Το 1962 η μεγαλύτερη ΦΒ εγκατάσταση στον κόσμο γίνεται στην Ιαπωνία από την Sharp, σε έναν φάρο. Η εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος είναι 242Wp.

Τα φωτοβολταϊκά ξεκίνησαν λοιπόν να κάνουν την εμφάνισή τους αλλά λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής η εφαρμογή τους ήταν δυνατή μόνο σε ειδικές περιπτώσεις αυτόνομων συστημάτων. Η έρευνα όμως προχωρούσε και η απόδοση των ΦΒ συνεχώς βελτιωνόταν. Κυριότερος πελάτης των φωτοβολταϊκών τις δεκαετίες που ακολούθησαν είναι η NASA.

Οι υψηλές τιμές στα φωτοβολταϊκά ήταν ο σημαντικότερος λόγος που δεν υπήρχε περισσότερο ενθουσιώδης αποδοχή από την αγορά. Ενδεικτικά η τιμή των φωτοβολταϊκών ξεκινάει από τα 500\$ ανά εγκατεστημένο Watt το 1956, ενώ μετά από 14 χρόνια, το 1970 αγγίζει τα 100\$/Watt. Το 1973 οι βελτιώσεις στις μεθόδους παραγωγής φέρνουν το κόστος των φωτοβολταϊκών στα 50\$/Watt.

Η πρώτη εγκατάσταση PV που φτάνει στα επίπεδα του 1MW (μεγαβατ) γίνεται στην Καλιφόρνια το 1980 από την ARCO Solar χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα και σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ηλίου 2 αξόνων (dual-axis trackers).

Η εξέλιξη αρχίζει πλέον να γίνεται με ταχύτερους ρυθμούς. Το 1983 η παγκόσμια παραγωγή ΦΒ φτάνει τα 22MW και ο συνολικός τζίρος τα 250.000.000\$.

Το 1999 η εταιρία Spectrolab σε συνεργασία με το NREL αναπτύσσουν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο με απόδοση 32,3%!!!. Το στοιχείο αυτό είναι συνδυασμός τριών υλικών (στρώσεων) και ειδικό για εφαρμογές σε συγκεντρωτικά συστήματα CPV. Την ίδια χρονιά το ρεκόρ στην απόδοση των Thin Films φτάνει στο 18.8%. Η παραγωγή όλων των τεχνολογιών των ΦΒ πάνελ φτάνει συνολικά τα 200 MegaWatt.

2004: Η πορεία πια είναι ασταμάτητη. Η μαζική είσοδος μεγάλων εταιρειών στον χώρο των ΦΒ φέρνει την μαζική παραγωγή και αυτή με την σειρά της την τιμή των διασυνδεδεμένων συστημάτων στα 6,5 ευρώ/Wp. Γερμανία και Ιαπωνία κυριαρχούν στην κατασκευή ΦΒ πάνελ και πλέον σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες αρχίζουν, με τον έναν (παραγωγή εξοπλισμού) ή τον

άλλον τρόπο (κατασκευή ΦΒ εγκαταστάσεων), να υιοθετούν τις τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών και να τις παγιώνουν στην συνείδηση των επενδυτών αλλά και των καταναλωτών ενέργειας. Η συνολική παραγωγή το 2004 έφτασε τα 1.200 MegaWatt ΦΒ στοιχείων ενώ ο τζίρος της ίδιας χρονιάς άγγιξε τα 6.500.000.000\$.

Σήμερα με οικονομίες μεγάλης κλίμακας έχουν επιτευχθεί μεγάλες αποδόσεις στα κρυσταλλικά κυρίως υλικά και αρκετές χώρες με πρωτοπόρες την Γερμανία και την Ιαπωνία έχουν ήδη επενδύσει τεράστια κονδύλια με σκοπό την ευρύτερη εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Ήδη βέβαια οι χώρες αυτές έχουν αρχίσει και απολαμβάνουν τους καρπούς της εξελιγμένης τεχνογνωσίας τους.

2δ: Το μέλλον των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Πολλοί παρόλα αυτά κρίνουν ότι η διείσδυση των φωτοβολταϊκών έγινε με πολύ αργό ρυθμό παίρνοντας μάλιστα αφορμή από τον εκρηκτικό τρόπο που εξελίχθηκε μια άλλη βιομηχανία ημιαγωγών υλικών, αυτή των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αυτή η καθυστέρηση οφείλεται κυρίως στις τεχνικές (και οικονομικές) δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές στην παραγωγική διαδικασία κατά την προσπάθεια τους να δημιουργήσουν καθαρά ημιαγωγά υλικά (κρυσταλλικό πυριτίο).

Στα φωτοβολταϊκά συστήματα ο όγκος του απαιτούμενου υλικού (κρυσταλλικού πυριτίου) είναι πολύ μεγάλος και η παραγωγή του είναι **ιδιαίτερα ενεργοβόρος**. Επίσης απαιτούνται **υπέρογκα κεφάλαια για το κόστος του εξοπλισμού** αλλά και της ενέργειας που καταναλώνεται κατά την παραγωγική διαδικασία.

Για τον λόγο αυτό άλλωστε η τάση που φαίνεται ότι θα καταλάβει ένα μεγάλο μερίδιο στην αγορά των φωτοβολταϊκών μετά από κάποια χρόνια (σε σχέση με αυτό που έχει σήμερα) είναι οι τεχνολογίες λεπτού υμενίου (thin film) στις οποίες επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του απαιτούμενου όγκου πυριτίου (ή των άλλων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται) και συνεπώς μείωση στις τιμές των φωτοβολταϊκών.

Σε καμία περίπτωση πάντως δεν πρόκειται να αμφισβητηθούν τα πρωτεία των τεχνολογιών κρυσταλλικού πυριτίου. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ - δολάρια - γέν και γιουάν, που έχουν επενδυθεί παγκοσμίως για την κατασκευή εργοστασίων παραγωγής:

1. πολυπυριτίου (**polysilicon**)
2. ράβδων (μόνο και πόλυ) κρυσταλλικού πυριτίου (**solar ingot**)
3. φωτοβολταϊκών στοιχείων (**solar wafers**)
4. φωτοβολταϊκών κυψελών (**solar cells**)
5. φωτοβολταϊκών πλαισίων (**solar panels** - modules) ή αλλιώς (πανέλων - τζαμιών - καθρεπτών κλπ).

Οι προβλέψεις για το άμεσο μέλλον όσον αφορά την αγορά των φωτοβολταϊκών είναι ιδιαίτερα ευοίωνες, τόσο για την καθολική εξάπλωση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας παγκοσμίως, όσο και για την καθοδική πορεία στις τιμές των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ



3α: Η Ηλιακή ενέργεια στη φύση

Η Ηλιακή ενέργεια καθαρή, ήπια και ανανεώσιμη μορφή ενέργειας από τον ήλιο. Διαθέσιμη στον καθένα χωρίς κόστος και πρακτικά ανεξάντλητη.

Για να μετατραπεί η ακτινοβολία του ήλιου που φθάνει στη γη (κατά μέσο όρο 1000 watt ανά ώρα στο τ.μ.) σε ηλεκτρική ενέργεια, χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκα στοιχεία ή κυψέλες (PV cells). Η απόδοση για τα φωτοβολταϊκα στοιχεία του εμπορίου φθάνει στο 5-15% ανάλογα με τον τύπο τους. Αυτό σημαίνει πως 1000 watt ηλιακής ενέργειας μετατρέπονται σε 50-150 watt ηλεκτρικής ανά ώρα σε κάθε τ.μ. με φωτοβολταϊκα στοιχεία.

Ο ήλιος μας παρέχει >1000 watt ανά ώρα στο τετραγωνικό μέτρο! Η ηλιακή ενέργεια που φθάνει σε όλη τη γη σε 1 ώρα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη για όλο το έτος.

Τελευταία έχουν αυξηθεί σημαντικά οι παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε μια σοβαρή κρίση που μπορεί να επηρεάσει σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό τον τρόπο που ζούμε και την καθημερινότητά μας:

Η καταστροφή του περιβάλλοντος, οι κλιματικές αλλαγές, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ενεργειακή κρίση, οι τιμές του πετρελαίου, οι ασύμμετρες απειλές, η τρομοκρατία, οι σεισμοί, οι πλημμύρες, οι πυρκαγιές, ενδεχόμενες μεγάλες απεργίες ή βλάβες στο ενεργειακό δίκτυο και το ηλεκτρικο ρεύμα, αποτελούν μόνο μερικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο ζωής ή την ίδια την επιβίωσή μας, εάν δεν έχουμε προετοιμαστεί κατάλληλα.

Το ηλιακό φως ηλιακή ενέργεια είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που ονομάζονται φωτόνια. Τα φωτόνια του ηλιακού φωτός- ενέργειας περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού ενεργειακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (φωτοβολταϊκά στοιχεία που είναι ουσιαστικά ένας ημιαγωγός, άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό ή τα φωτοβολταϊκά. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν

ηλεκτρικό ρεύμα (ενέργεια). Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού ή των φωτοβολταϊκών, στοιχείων να μετακινηθούν σε άλλη θέση. Η βασική θεωρία του ηλεκτρισμού είναι η κίνηση των ηλεκτρονίων από το θετικό προς το αρνητικό. Σε αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας Ηλιακή Φωτοβολταϊκή Διάταξη πλαισίων, τόξων, πάνελ.

3β: Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της Ηλιακής Ενέργειας

Πλεονεκτήματα:

1. Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
2. Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
3. Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής.
4. Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη.
5. Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
6. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας.
7. Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών.
8. Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου.
9. Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας.
10. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.
11. Η ηλιακή ενέργεια δεν βρίσκεται σε έναν συγκεκριμένο τοπο σε αντίθεση με άλλες ορισμένες μορφές ενέργειας.
12. Οι τιμές των ορυκτών καυσίμων συνεχώς παρουσιάζουν αυξήσεις δεδομένου ότι εξαρτώνται από ορισμένους παγκόσμιους παράγοντες προσφοράς και ζήτησης. Η ηλιακή ενέργεια απουσίαζε τόσο καιρό όχι λόγω πολυπλοκότητας αλλά επειδή είναι δωρεάν.

13. Η καύση των ορυκτών καυσίμων έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση των επιβλαβών αερίων και άλλων υποπροϊόντων πολλά από τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Ταυτόχρονα, προκαλούν πρόσθετη ζημία στο περιβάλλον. Δεν τίθεται θέμα επιβλαβών υποπροϊόντων στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας. Προκαλεί μηδενική ρύπανση και είναι εκατό τοις εκατό μια καθαρή και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας.

14. Η ηλιακή ενέργεια στοχεύει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Εκτός από το κόστος αγοράς των ηλιακών πάνελ, η ηλιακή ενέργεια είναι εντελώς δωρεάν εφόρου ζωής! Επίσης κάτι που πάντα θ'απαλλάσσεται από κάθε είδους φόρου ή δασμού κυβέρνησης!

Μειονεκτήματα :

1. Το κύριο μειονέκτημα της ηλιακής ενέργειας είναι το αρχικό κόστος. Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι συγκριτικά αρκετά ακριβοί, κυρίως λόγω του κόστους υλικών καθώς και την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού που εμπλέκονται. Αυτό μπορεί μερικές φορές, να αποδειχθεί αποτρεπτικό ειδικά στην περίπτωση που ασχολούνται με τα οικιακά και τα άτομα που σχεδιάζουν μια στροφή προς την ηλιακή ενέργεια.


2. Καιρικές συνθήκες όπως συννεφιά, συνθήκες βροχής, κ.λ.π. 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.


3. Τρίτον, τι γίνεται τη στιγμή που δεν υπάρχει φως του ήλιου; Πως θα παράγεται η ηλιακή ενέργεια τη νύχτα; Η μόνη λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η αποθήκευση αρκετής ηλιακής ενέργειας στη διάρκεια της ημέρας για να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας.


3γ: Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας

Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιώντας απλά μικρά εύκαμπτα φωτοβολταϊκά στοιχεία με μέγεθος όσο ένα κινητό τηλέφωνο για να φορτίζουμε μια μπαταρία (ή το ίδιο το κινητό τηλέφωνο), έως το να εγκαταστήσουμε μεγάλα φωτοβολταϊκά συστήματα που θα καλύπτουν τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό μιας οικίας ή ακόμη και μιας ολόκληρης πόλης!

Μετά την 1η Ιουλίου 2009 υπάρχουν μάλιστα και κίνητρα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε στέγες και σπίτια από ιδιώτες και επαγγελματίες.

 **Μικρό κινητό σύστημα ηλιακής ενέργειας:** Είναι ένα σύστημα με φωτοβολταϊκά, μικρό σε μέγεθος ώστε να μετακινείται εύκολα και να παρέχει ηλεκτρισμό όπου τον χρειαζόμαστε (π.χ. στο κάμπινγκ, σε περιοχές εκτός δικτύου, στον κήπο, στην οικία σε περιπτώσεις διακοπής ρεύματος κ.ο.κ.). Συνήθως απαιτούνται συσσωρευτές (μπαταρίες) για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας.

 **Αυτόνομο σύστημα ηλιακής ενέργειας:** Αποτελείται από τα ίδια μέρη με το προηγούμενο αλλά είναι μεγαλύτερου μεγέθους και συνήθως εγκατεστημένο μόνιμα. Τροφοδοτεί τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό χώρων όπως εξοχικές κατοικίες, τροχόσπιτα, σκάφη, θερμοκήπια, αγροικίες, απομακρυσμένους σταθμούς (μετρήσεων, τηλεπικοινωνιών κ.α.), ακόμη και μόνιμες κατοικίες για ανεξάρτηση από το βασικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Απαιτούνται κι εδώ συσσωρευτές. Ένα αυτόνομο σύστημα φωτοβολταϊκών μπορεί να υποστηρίζεται και από μια ανεμογεννητριά. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε ένα υβριδικό σύστημα παραγωγής ρεύματος ταυτόχρονα από φωτοβολταϊκά και από ανεμογεννητριά. Περισσότερα για τις ανεμογεννητριάς στο νέο ιστοχώρο μας που αφορά την κατασκευή ανεμογεννητριάς.

 **Διασυνδεδεμένο σύστημα:** Είναι ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά αλλά με σύνδεση στο βασικό δίκτυο (π.χ. της ΔΕΗ). Σε αυτή την περίπτωση, ο αυτοπαραγωγός μπορεί να καταναλώσει (αν θέλει) μέρος της παραγωγής ηλεκτρισμού και να πωλήσει στη ΔΕΗ το υπόλοιπο, έναντι προσυμφωνημένης (και ιδιαίτερα ελκυστικής) τιμής, έχοντας κέρδος. Στο διασυνδεδεμένο σύστημα δεν απαιτούνται συσσωρευτές.

Δείτε επίσης και την παρουσίαση εναλλακτικών τρόπων θέρμανσης με ή χωρίς φωτοβολταϊκα, με χαμηλή κατανάλωση ρεύματος (οπότε και με δυνατότητα υποστήριξης από φωτοβολταϊκα) ή με τη χρήση βιολογικών και ανανεώσιμων καυσίμων χαμηλής ρύπανσης, όπως για παράδειγμα τα τζακία βιοαιθανολης και τα ηλεκτρικά πανελ υπερυθρης θερμομανσης (πανελ υπερυθρων με φωτοβολταϊκα).

3δ: Η χρησιμότητα των φωτοβολταϊκών

Με τον γενικό όρο φωτοβολταϊκά χαρακτηρίζονται οι βιομηχανικές διατάξεις μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στην ουσία πρόκειται για ηλεκτρογενήτριες που συγκροτούνται από πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία σε επίπεδη διάταξη που έχουν ως βάση λειτουργίας το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στη κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Τα φωτοβολταϊκά είναι διατάξεις που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα από την ηλιακή ακτινοβολία. Το ηλεκτρικό αυτό ρεύμα χρησιμοποιείται για να δώσει ενέργεια σε μια συσκευή ή για τη φόρτιση μπαταρίας. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε μικροϋπολογιστές τσέπης που λειτουργούν χωρίς μπαταρία, απλώς με την έκθεσή τους στο φως.

Τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται συχνά σε συστοιχίες για την παραγωγή ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα. Σε τέτοια μορφή χρησιμοποιούνται για να δίνουν ενέργεια σε δορυφόρους, διαστημόπλοια, αλλά και σε απλούστερες εφαρμογές, όπως για την ενεργειοδότηση απομακρυσμένων τηλεφώνων εκτάκτου ανάγκης σε εθνικές οδούς, σε σπίτια κλπ.

Σε πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει προγράμματα επιδότησης των επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια που μεταπωλείται και εισάγεται στα δημόσια δίκτυα μεταφοράς. Τα προγράμματα αυτά έχουν στόχο τη διαφοροποίηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τη σταδιακή απεξάρτησή της από το πετρέλαιο.





Η θερμοκρασία είναι μια σημαντική παράμετρος λειτουργίας ενός Φ/Β συστήματος. Όπως έχουμε δει ο συντελεστής θερμοκρασίας για την τάση ανοικτού κυκλώματος είναι κατά προσέγγιση ίσος με $-2.3 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ για καθένα ηλιακό στοιχείο. Ο συντελεστής τάσης μιας βασικής μονάδας είναι επομένως αρνητικός και πολύ μεγάλος από τη στιγμή που συνδέονται σε σειρά 33 έως 36 ηλιακά στοιχεία. Ο συντελεστής ρεύματος, από την άλλη πλευρά, είναι θετικός και μικρός, περίπου $+6 \text{ }\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ ανά τετραγωνικό εκατοστό της βασικής μονάδας. Συνεπώς, μόνο η μεταβολή τάσης σε σχέση με αυτή της θερμοκρασίας λαμβάνεται υπόψη για πρακτικούς κυρίως υπολογισμούς, ενώ για κάθε βασική μονάδα αποτελούμενη από n_c ηλιακά στοιχεία συνδεδεμένα σε σειρά ισούται προς:

Είναι σημαντικό να σημειώσετε ότι η τάση καθορίζεται από τη θερμοκρασία λειτουργίας των ηλιακών στοιχείων, η οποία διαφέρει από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Όπως και για καθένα ηλιακό στοιχείο, το ρεύμα βραχυκυκλώματος I_{sc} μιας βασικής μονάδας είναι ανάλογο προς την ακτινοβολία και επομένως θα ποικίλλει κατά τη διάρκεια της ημέρας κατά τον ίδιο τρόπο. Εφόσον η τάση είναι λογαριθμική συνάρτηση του ρεύματος, θα εξαρτάται επίσης λογαριθμικά και από την ακτινοβολία. Κατά τη διάρκεια της ημέρας επομένως η τάση θα μεταβάλλεται λιγότερο από ότι το ρεύμα. Στο σχεδιασμό της Φ/Β γεννήτριας είναι συνηθισμένο να παραμελείται η μεταβολή της τάσης και να λαμβάνεται το ρεύμα βραχυκυκλώματος ανάλογο προς την ακτινοβολία.

Η λειτουργία μιας βασικής μονάδας θα πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο μέγιστης ισχύος. Είναι ένα σημαντικό γνώρισμα της χαρακτηριστικής της βασικής μονάδας, το ότι η τάση του σημείου μέγιστης ισχύος V_m είναι σχεδόν ανεξάρτητη από την ακτινοβολία. Η μέση τιμή αυτής της τάσης κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να εκτιμηθεί στο 80% της τάσης ανοικτού κυκλώματος κάτω από κανονικές συνθήκες ακτινοβολίας. Αυτή η ιδιότητα είναι χρήσιμη για τη σχεδίαση της μονάδας ελέγχου της ισχύος της συσκευής.

Ο χαρακτηρισμός της βασικής Φ.Β. μονάδας συμπληρώνεται με τη μέτρηση της θερμοκρασίας ενός κανονικά λειτουργούντος ηλιακού στοιχείου (NOCT) (Normal Operating Cell Temperature), οριζόμενης ως η θερμοκρασία του ηλιακού στοιχείου, όταν η βασική μονάδα λειτουργεί κάτω από τις ακόλουθες συνθήκες σε ανοικτό κύκλωμα:

-  Ακτινοβολία 0,8
-  Φασματική κατανομή AM 1,5
-  Θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C
-  Ταχύτητα ανέμου 1 m/s

Η NOCT (συνήθως μεταξύ 42°C και 46 °C) χρησιμοποιείται τότε για να καθορίσει τη θερμοκρασία του ηλιακού ηλεκτρικού στοιχείου T_c κατά τη διάρκεια της λειτουργίας βασικής μονάδας. Συνήθως υποθέτουμε ότι η διαφορά μεταξύ T_c και θερμοκρασίας περιβάλλοντος T_a εξαρτάται γραμμικά από την ακτινοβολία G_r .

3ε:Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών

Πλεονεκτήματα:

1. Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
2. Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
3. Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής.
4. Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη.
5. Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
6. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας.
7. Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών.
8. Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου.
9. Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας.
10. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου.

Μειονεκτήματα

1. Είναι ακριβή η αγορά εξαρτημάτων και εγκατάστασή του για καλή και ολοκληρωμένη λειτουργία.
2. Η καλή λειτουργία εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν.
3. Λόγω έλλειψης σωστής ενημέρωσης είναι δύσκολο να την εμπιστευτούν ως εναλλακτική ενέργεια οι γηραιότεροι άνθρωποι.
4. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθούν ακόμη σε εναέρια μέσα μεταφοράς, και άλλους τομείς τεχνολογίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο:

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΑΤΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ



4α: Τα είδη των φωτοβολταϊκών

Διακρίνουμε τρεις κατηγορίες συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας: Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα.



Τα παθητικά ηλιακά συστήματα:






είναι δομικά στοιχεία του κτιρίου, που χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων και αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συνδυάζονται και με τεχνικές φυσικού φωτισμού, καθώς και παθητικά συστήματα και τεχνικές για το φυσικό δροσισμό των κτιρίων το καλοκαίρι. Μπορούν δε να εφαρμοστούν τόσο σε καινούργια, όσο και σε ήδη υπάρχοντα κτίρια. Ένα κτίριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ αρχής ή τροποποιημένο, ονομάζεται "βιοκλιματικό κτίριο" και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.



Ενεργητικά ηλιακά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

4β: Τα μέρη των φωτοβολταϊκών

Τα κύρια μέρη ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

-  Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες που μετατρέπουν το φως σε ηλεκτρικό ρεύμα
-  Μεταλλική δομή στήριξης η οποία μπορεί να είναι είτε σταθερή είτε κινητή που στρέφει τους συλλέκτες πάντα προς την κατεύθυνση του ήλιου
-  Ηλεκτρονικός ρυθμιστής για την διαχείριση της φόρτισης των μπαταριών (για αυτόνομα συστήματα)
-  Ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες) για την αποθήκευση του παραγόμενου ρεύματος που πλεονάζει, για μεταγενέστερη χρήση (για αυτόνομα συστήματα)
-  Μετατροπέας τάσης για το μετασχηματισμό του συνεχούς ρεύματος από τις μπαταρίες σε ημιτονοειδές εναλλασσόμενο για τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών ή για την τροφοδότηση του δικτύου της ΔΕΗ.

4γ: Πως λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια-φωτοβολταϊκα πάνελ έχουν ως βασικό μέρος το ηλιακό στοιχείο (solar cell) ηλιακά φωτοβολταϊκα στοιχεία που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός λεπτού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία ομαδοποιούνται κατάλληλα και συγκροτούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ή ηλιογεννήτριες (pv module), τυπικής ισχύος από 10W έως 300W. Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες συνδέονται ηλεκτρολογικά μεταξύ τους και δημιουργούνται οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες (pv-arrays).

4δ: Τύποι Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων, το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv) με το δίκτυο της ΔΕΗ και το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv). Η απλούστερη μορφή του δεύτερου εκ των δυο αποτελείται απλώς από μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια-φωτοβολταϊκό πλαίσιο, η οποία μόνη της τροφοδοτεί με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οποτεδήποτε υπάρχει επαρκής φωτεινότητα. Αυτού του τύπου το σύστημα είναι κοινό σε εφαρμογές οικιακές ή γεωργικές, άντληση. Σε άλλες περιπτώσεις το φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv) παρέχει δυνατότητα αποθήκευση ενέργειας στις μπαταρίες. Συχνά συμπεριλαμβάνεται μετρατροπέας ισχύος της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως στην περίπτωση που απαιτείται εναλλασσόμενο ρεύμα να εξέρχεται από το σύστημα. Σε μερικές περιπτώσεις το σύστημα περιέχει μια εφεδρική ηλεκτρογεννήτρια ή ανεμογεννήτρια (υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα).

Τα συνδεδεμένα στο δίκτυο φωτοβολταϊκά (photovoltaic) συστήματα μπορούν να υποδιαιρεθούν σε εκείνα στα οποία το δίκτυο ενεργεί απλώς ως μια βοηθητική τροφοδοσία (εφεδρικό δίκτυο) και εκείνα τα οποία ίσως λάβουν επίσης πρόσθετη ισχύ από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια (αλληλοεπιδρώμενο δίκτυο). Μέσα στους φωτοβολταϊκούς σταθμούς (φωτοβολταϊκά πάρκα) όλη η παραγόμενη ισχύς τροφοδοτείται στο δίκτυο.

4ε: Η τεχνολογία των Ηλιακών Φωτοβολταϊκών Στοιχείων-Φωτοβολταϊκών κυψελών

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία - πλαίσια χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες

1. Φωτοβολταϊκά κρυσταλικού πυριτίου

α. φωτοβολταϊκά (photovoltaic) Μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποδόσεις πλαισίων 14,5% έως 21%.

β. φωτοβολταϊκά (photovoltaic) Πολυκρυσταλλικού πυριτίου με αποδόσεις πλαισίων 13% έως 14,5%.2.

2. Φωτοβολταϊκά λεπτών μεμβρανών





α. φωτοβολταϊκά (photovoltaic) από άμορφο Πυρίτιο $a\text{-Si}$, ονομαστική απόδοση ~7%.

β. φωτοβολταϊκά (photovoltaic) από Χαλκοπυρίτες CIS / CIGS, ονομαστική απόδοση από 7% έως 11%.

Το πυρίτιο (Si) είναι η βάση για το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής Φωτοβολταϊκών. Ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά, από τα οποία παράγονται τα φωτοβολταϊκά (photovoltaic) στοιχεία. Τα λεπτά υλικά είναι ένας τρόπος να μειωθεί το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων και να αυξηθεί η απόδοσή τους. Η τεχνολογία φωτοβολταϊκών πλαισίων thin film βρίσκεται σε αναπτυσσόμενο στάδιο αφού με διάφορες μεθόδους επεξεργασίας και χρήση διαφορετικών υλικών αναμένεται αύξηση της απόδοσης, σταθεροποίηση των χαρακτηριστικών τους και αύξηση της διείσδυσης στην αγορά. Σήμερα πάντως αποτελούν την πιο φθηνή επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων.

4στ: Ανάλυση δομής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

-  Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια (φωτοβολταϊκο πλαίσιο) με τη Βάση στήριξης και ίσως (tracker), σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς.
-  Μπαταρίες - συσσωρευτές φωτοβολταϊκών
-  Ρυθμιστή φόρτισης για τον έλεγχο και προστασία των μπαταριών.
-  Μετατροπέα τάσεως dc (12v/24v/48v) inverter για μετασχηματισμό στα 220V AC.







4ζ: Φωτοβολταϊκά συστήματα στήριξης

Στερεώνοντας τα φωτοβολταϊκά πάνω σε σύστημα με δύο άξονες παρακολούθησης του Ηλίου, μπορεί να συλλεχθεί μέχρι 25% περισσότερη ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια ενός έτους, σε σύγκριση με την εγκατάσταση σταθερής κλίσης. Κάτι τέτοιο όμως αυξάνει την πολυπλοκότητα και έχει ως αποτέλεσμα μια χαμηλότερης αξιοπιστίας και υψηλότερου κόστους συντήρησης. Η μονού άξονα παρακολούθηση (ιχνηλάτηση) tracker είναι λιγότερο σύνθετη αλλά παρουσιάζει μικρότερο κέρδος. Ο προσανατολισμός μπορεί να ρυθμίζεται χειροκίνητα, εκεί που η προσφορά εργασίας είναι διαθέσιμη, αυξάνοντας έτσι τις όποιες απολαβές. Έχει υπολογιστεί ότι σε κλίματα με ηλιοφάνεια μια διάταξη επίπεδης κινούμενης πλάκας που έχει κατάλληλη ρύθμιση ώστε να στρέφεται προς τον ήλιο δυο φορές την ημέρα και να παίρνει την κατάλληλη κρίση τέσσερις φορές το χρόνο, μπορεί να συλλαμβάνει το 95% της ενέργειας, που συλλέγετε με ένα σύστημα δυο αξόνων παρακολούθησης πλήρως αυτοματοποιημένο.




Το σύστημα παρακολούθησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα φωτοβολταϊκά (photovoltaic) συστήματα, που λειτουργούν κάτω από συγκεντρωμένο ηλιακό φως. Η δομή αυτών των φωτοβολταϊκών συστημάτων εκτείνεται από έναν απλό σχεδιασμό βασισμένο πάνω σε πλευρικούς ενισχυτικούς καθρέπτες μέχρι τα συγκεντρωτικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν υπερσύγχρονες οπτικές τεχνικές, για να αυξήσουν την είσοδο φωτός προς τα ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία κατά μερικές τάξεις του μεγέθους. Αυτά τα συστήματα πρέπει να προνοούν για ένα σημαντικό γεγονός, ότι δηλαδή συγκεντρώνοντας την ηλιακή ενέργεια ελαττώνουν το γωνιακό άνοιγμα των ακτίνων, που το σύστημα μπορεί να δεχθεί. Η παρακολούθηση γίνεται απαραίτητη από τη στιγμή που ο λόγος συγκέντρωσης υπερβαίνει το 10 περίπου και το σύστημα μπορεί να μετατρέψει μόνο την άμεση συνιστώσα της ηλιακής ακτινοβολίας- ενέργειας.

4η:Αυτόνομα ή μη διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα


Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για:


-  Ηλεκτροδότηση Ιερών Μονών.
-  Αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού.
-  Συστήματα εξωτερικού φωτισμού δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων κλπ.
-  Συστήματα σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας κλπ.
-  Αγροτικές εφαρμογές όπως άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, ψύξη αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κλπ.
-  Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού

4θ:Φωτοβολταϊκές βασικές μονάδες

-  Συνήθως τα φωτοβολταϊκά ηλιακά στοιχεία σε μια βασική μονάδα συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά. Αυτό οφείλεται στα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του κάθε ηλιακού φωτοβολταϊκού στοιχείου. Ένα τυπικό (διαμέτρου 4 ιντσών) ηλιακό στοιχείο κρυσταλλικού πυριτίου ή ένα (10 cm * 10 cm) πολυκρυσταλλικό στοιχείο θα παρέχουν κάτω από κανονικές συνθήκες ισχύ μεταξύ 1 και 1.5 βαττ, εξαρτώμενη από την απόδοση του ηλιακού στοιχείου. Αυτή η ισχύς παρέχεται συνήθως υπό τάση 0.5 ή 0.6 V. Από τη στιγμή που υπάρχουν πολύ λίγες εφαρμογές, οι οποίες εκτελούνται σε αυτή την τάση, η άμεση λύση είναι να συνδεθούν τα ηλιακά στοιχεία σε σειρά.
-  Ο αριθμός των ηλεκτρικών φωτοβολταϊκών στοιχείων μέσα σε μια βασική μονάδα ρυθμίζεται από την τάση της βασικής μονάδας. Η ονομαστική τάση λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος συνήθως πρέπει να ταιριάζει με την ονομαστική τάση του υποσυστήματος αποθήκευσης. Οι περισσότερες εκ των φωτοβολταϊκών βασικών μονάδων, που κατασκευάζονται βιομηχανικά έχουν, επομένως, σταθερές διατάξεις, οι οποίες μπορούν να συνεργασθούν ακόμη και με μπαταρίες των 12Volt / 6Volt/ 2Volt. Προβλέποντας πιθανότητα υπέρτασης προκειμένου να φορτισθεί η φωτοβολταϊκή μπαταρία και να αντισταθμιστεί χαμηλότερη έξοδος, κάτω από συνθήκες χαμηλότερες των κανονικών, έχει βρεθεί ότι μια ομάδα των 33 έως 36 ηλιακών στοιχείων σε σειρά συνήθως εξασφαλίζουν αξιόπιστη λειτουργία.
-  Τα τρία περισσότερο σημαντικά ηλεκτρικά φωτοβολταϊκά pn χαρακτηριστικά μιας βασικής μονάδας είναι το ρεύμα βραχυκυκλώματος, η τάση ανοικτού κυκλώματος και το σημείο

μέγιστης ισχύος σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία και την ακτινοβολία. Αυτές οι χαρακτηριστικές μοιάζουν με τη χαρακτηριστική I-V ενός ηλιακού στοιχείου ωστόσο μερικές συγκεκριμένες ιδιομορφίες χρειάζεται να διασαφιστούν.

 Η λειτουργία μιας βασικής φωτοβολταϊκής μονάδας θα πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο μέγιστης ισχύος. Είναι ένα σημαντικό γνώρισμα της χαρακτηριστικής της βασικής μονάδας, το ότι η τάση του σημείου μέγιστης ισχύος V_m είναι σχεδόν ανεξάρτητη από την ακτινοβολία. Η μέση τιμή αυτής της τάσης κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να εκτιμηθεί στο 80% της τάσης ανοικτού κυκλώματος κάτω από κανονικές συνθήκες ακτινοβολίας. Αυτή η ιδιότητα είναι χρήσιμη για τη σχεδίαση της μονάδας ελέγχου της ισχύος της συσκευής.

 Η NOCT (συνήθως μεταξύ 42°C και 46 °C) χρησιμοποιείται για να καθορίσει τη θερμοκρασία του ηλιακού ηλεκτρικού φωτοβολταϊκού στοιχείου T_c κατά τη διάρκεια της λειτουργίας βασικής μονάδας. Συνήθως υποθέτουμε ότι η διαφορά μεταξύ T_c και θερμοκρασίας περιβάλλοντος T_a εξαρτάται γραμμικά από την ακτινοβολία G_r .

4i: Πως λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ

Ένα **φωτοβολταϊκό πάνελ**, με το που λαμβάνει ηλιακό φως, παράγει **ρεύμα** όπως όλοι γνωρίζουμε.

Η λογική για να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε όλο αυτό το ρεύμα που παράγεται, ενώ "βαράει" ο ήλιος το φωτοβολταϊκό μας πάνελ, είναι η εξής:

- 1) είτε με το ρεύμα που παράγεται, φορτίζουμε μία μπαταρία επαναφορτιζόμενη (πχ για να έχουμε ρεύμα το βράδυ που δεν υπάρχει ήλιος για να παράγει ρεύμα, και να ανάψουμε κάποια/ες λάμπα/ες)
- 2) είτε για να τροφοδοτήσουμε κάποια μονάδα της ΔΕΗ με ρεύμα (να συνεισφέρουμε έναντι κάποιου αντιτίμου) που, αφού το έχει αγοράσει από εμάς, θα τροφοδοτήσει κάποιον τρίτο.



Ας δούμε όμως τι συμβαίνει και **παράγεται ρεύμα**, απλά και κατανοητά.

Ένα φωτοβολταϊκό πάνελ, ας το πούμε, είναι ένα "σάντουιτς" από δύο διαφορετικές στρώσεις πυριτίου.

Το **πυρίτιο**, δεν είναι ούτε θετικός, ούτε αρνητικός αγωγός ρεύματος, αλλά ουδέτερος (δηλαδή το ρεύμα δεν περνάει ούτε με ευκολία, ούτε με δυσκολία). Επίσης είναι επεξεργασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να αφήνει ρεύμα να περνάει μόνο κάτω υπό ορισμένες συνθήκες.

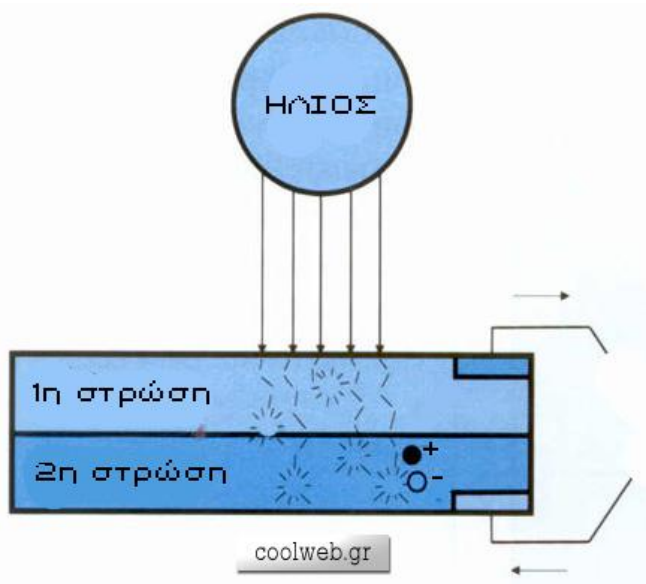
Στην πρώτη στρώση, μετά από περαιτέρω επεξεργασία, υπάρχουν πολλά **θετικά φορτισμένα ηλεκτρόνια**. Ενώ στη δεύτερη στρώση, υπάρχουν πολύ λίγα **αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια**.

Όταν λοιπόν βάλουμε, την πρώτη στρώση πάνω στη δεύτερη(και τις φέρουμε σε επαφή), δημιουργείται ένα "ηλεκτρικό φράγμα" αναμεταξύ τους. Τι σημαίνει αυτό; Τα ηλεκτρόνια δεν

μπορούν να περάσουν από την πρώτη στρώση στη δεύτερη, και αντιστρόφως.

Αν όμως φως του ηλίου προσπέσει πάνω στο "σάντουιτς" μας, συμβαίνει κάτι αξιοσημείωτο! Τα **φωτόνια** του ηλιακού φωτός, εισβάλλουν στην πρώτη στρώση. Αυτά, μεταφέρουν την ενέργειά τους στα πολλά θετικά φορτισμένα ηλεκτρόνια της στρώσης αυτής!

Αφού λοιπόν πήραν την ενέργεια τα ηλεκτρόνια αυτά, τότε ξεπετάγονται στη δεύτερη στρώση. Εκεί αντιδρούν με τα λίγα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια και κατά την αντίδραση αυτή, παράγεται ρεύμα! Παράλληλα με αυτή την αντίδραση, τα θετικά ηλεκτρόνια απωθούνται ξανά στην πρώτη στρώση.



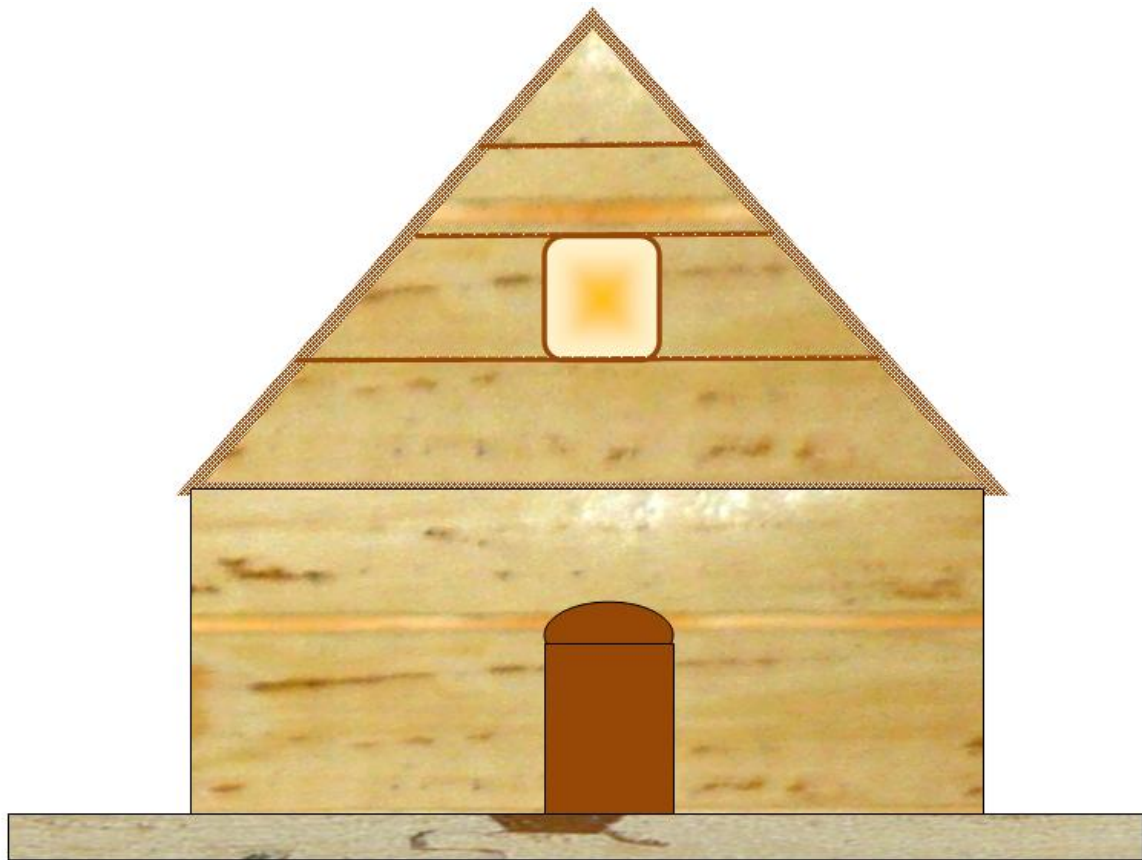
Έτσι κλείνει ο κύκλος!

Αυτό συμβαίνει σε κλάσματα δευτερολέπτου, και όσο συνεχίζει να πέφτει το φως, τόσο ξανα συμβαίνει το ίδιο πράγμα.

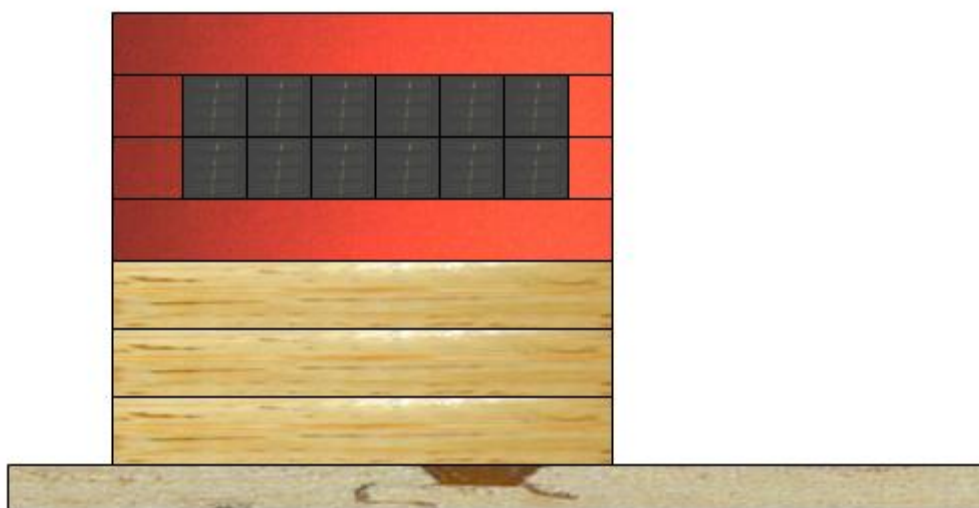
Επίσης, αν είναι πιο δυνατό είναι το ηλιακό φως, συμβαίνει το εξής: τα φωτόνια δίνουν ενέργεια σε περισσότερα θετικά ηλεκτρόνια της πρώτης στρώσης οπότε παράγεται περισσότερο ηλεκτρικό ρεύμα, αφού περισσότερα **ηλεκτρόνια** κατεβαίνουν στη δεύτερη στρώση!

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

5α: Πρόσοψη της κατοικίας



5β: Δεξιά πλάγια όψη της κατοικίας



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Α/Α	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	ΒΗΜΑΤΑ
1.		<p>Μέτρησα και έκοψα την γυψοσανίδα σε διαστάσεις 50x60 εκ.</p>
2.		<p>Έκοψα 3 ξύλα(ραμποτέ) σε διαστάσεις 40x17 και τα ένωσα για να φτιάξω τη βάση.Την τοποθέτησα πάνω στη γυψοσανίδα αλλά δεν την κόλλησα.</p>
3.		<p>Έκοψα 2 ξύλα (ραμποτέ) σε διαστάσεις 15x5 εκ για τα πλαϊνά μέρη του σπιτιού και άλλα 2 ξύλα 10x5 για το μπρος και το πίσω μέρος του σπιτιού.</p>
4.		<p>Έτριψα τα άγρια σημεία των ξύλων.</p>

5.



Άρχισα να κολλάω ένα-ένα τα ξύλα και άφησα τελευταίο το μπροστινό, έτσι ώστε να μπορέσω μετά να κόψω την πόρτα.

6.



Άρχισα να κόβω 2 ξύλα τριγωνικά έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν με την σκεπή μετά.

7.



Κόλλησα το 1 τριγωνικό μέρος στην πίσω πλευρά.

8.



Έκοψα την πόρτα και την τοποθέτησα στην μπροστινή πλευρά.

9.



Ύστερα τοποθέτησα και το άλλο τριγωνικό μέρος στην μπροστινή πλευρά.

10.



Μετά έκοψα άλλα 4 ξύλα με μήκος 20 εκ., κόλλησα και τοποθέτησα τα 2 από αυτά (αφού τα έννωσα) ως την μία πλευρά της σκεπής.

11.



Κόλλησα το τρίτο ξύλο στην άλλη μεριά της σκεπής και άφησα το τέταρτο τελευταίο έτσι ώστε να το κόψω για να τοποθετήσω το φωτοβολταϊκό στοιχείο.

12.



Αφού είχα τοποθετήσει και το φ/β ξεκίνησα να φτιάχνω τον κήπο. Εφόσον δεν είχα κολλήσει τη βάση με το σπίτι πάνω στην γυψοσανίδα, την αφαίρεσα και αφού πήρα τις διαστάσεις που θα κάλυπτε το σπίτι πάνω στη γυψοσανίδα ξεκίνησα με προσοχή να βάζω το γρασίδι.

13.



Ύστερα ξεκίνησα να βάζω τις πέτρες έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένας πέτρινος διάδρομος.

14.



Αφού τελείωσα με τις πέτρες έβαλα το σπίτι για να δώ αν εφαρμοζε καλά.

15.



Ύστερα τοποθέτησα τα δέντρα για να ολοκληρώσω τον κήπο.

16.



Ξεκίνησα να βάφω σιγά-σιγά τα αφαιρούμενα μέρη της σκεπής.

17.



Ύστερα έβαψα την σκεπή.

18.



Μετά έβαψα με λούστρο και χρώμα το υπόλοιπο σπίτι.

19.



Πέρασα ένα χέρι λούστρο με χρώμα, την βάση του σπιτιού.

20.



Έβαψα με πράσινο χρώμα τέμπερας τα πλαϊνά της γυψοσανίδας.

21.



Τέλος έβαλα στον κενό χώρο της γυψοσανίδας κόλλα και τοποθέτησα το σπίτι.

Εικόνα από την προφορική μου παρουσίαση



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο: ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
1.	ΣΕΓΑ	ΚΟΨΙΜΟ ΤΩΝ ΞΥΛΩΝ
2.	ΧΑΡΑΚΑΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΥΚΟΥΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΥΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ
3.	ΤΡΟΧΟΣ	ΚΟΨΙΜΟ-ΛΕΙΑΝΣΗ ΤΩΝ ΞΥΛΩΝ
4.	ΤΡΥΠΑΝΙ-ΔΡΑΠΑΝΟ	ΒΟΗΘΕΙΑ ΣΤΗ ΚΟΠΗ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΡΤΑΣ
5.	ΛΙΜΑ-ΡΑΣΠΑ	ΛΕΙΑΝΣΗ ΤΩΝ ΞΥΛΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο: ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ


A/A	ΥΛΙΚΟ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ
1.	ΚΟΛΛΑ	8 τεμ.	2,00 €
2.	ΞΥΛΑ ΡΑΜΠΟΤΕ (8€/Τμ ² x 3)	13 τεμ.	24,00 €
3.	ΔΕΝΤΡΑ	8 τεμ.	10,00 €
4.	ΓΡΑΣΙΔΙ	1 σακ.	1,89 €
5.	ΠΕΤΡΕΣ	1 σακ.	1,99 €
6.	Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΟ	1 τεμ.	14,99 €
7.	ΚΟΛΛΑ ΣΠΡΕΪ	1 τεμ.	4,99 €
8.	ΜΟΛΥΒΙ	1 τεμ.	0,50 €
9.	ΓΟΜΑ	1 τεμ.	0,50 €
10.	ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΑ (ΒΑΣΗ)	1 τεμ.	3,37 €
11.	ΠΙΝΕΛΑ	4 τεμ.	7,99 €
12.	ΜΠΟΓΙΕΣ	2 τεμ.	10,00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ		82,22 €	


ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο:

 **1α:** <http://.survey.ntua.gr/enviro/6420/APE-kef1-6.pdf>

 **1β:** http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82

 **1γ:** http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82

 **1δ:** <http://www.iqsolarpower.com/> / <http://www.selasenergy.gr/history.php#bookmark1>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:

 **2α :** http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_use.htm

Εικόνες: http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_use.htm / 5α.

Πρόοψη.....26

5β.Αριστερή πλάγια όψη.....27

 org/wikipedia/commons/d/d6/Solar_energy_diagram_el.jpg

 **2β:** <http://www.selasenergy.gr/history.php#bookmark1>

 **2γ:** <http://www.selasenergy.gr/history.php#bookmark1>

 **2δ:** <http://www.selasenergy.gr/history.php#bookmark1>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο:


 **3α:** <http://www.iqsolarpower.com/>


 **3β:** http://www.solarfree.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=7

5 / <http://affiliate-solar-energy.prositeslab.com/el/43/solar-energy-pros-and-cons/>

/ <http://affiliate-solar-energy.prositeslab.com/el/43/solar-energy-pros-and-cons/>

 **3γ:** <http://www.iqsolarpower.com/>

 **3δ:** <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC>

 **3ε:** <https://sites.google.com/site/binteostigmagonontmemgaok1/home/ti-einai-ta-photovoltaika-pleonektemata-kai-meionektemata/> http://www.google.gr/search?hl=el&q=φωτοβολταικα&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.&bpcl=35466521&biw=1151&bih=645&um=1&ie=UTF-8&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=sCGEUO-DBeaN4gS

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο:

 **4α:** <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-1-1>

 **4β** http://www.ptolemeo.gr/?page_id=146

 **4γ:** <http://coolweb.gr/fotovoltaika-panels-paragoun-reuma/>

 **4δ:** <http://www.iqsolarpower.com/>

 **4ε:** <http://coolweb.gr/fotovoltaika-panels-paragoun-reuma/>

 **4στ:** <http://www.iqsolarpower.com/>

 **4ζ:** <http://coolweb.gr/fotovoltaika-panels-paragoun-reuma/>

 **4η:** <http://www.iqsolarpower.com/>

 **4ι:** <http://coolweb.gr/fotovoltaika-panels-paragoun-reuma/>