

1^{ου} ΕΠΑΛ & Π.ΕΠΑΛ Λαυρίου

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ



Εργασία περιβαλλοντικής εκπαίδευσης του 1^{ου} ΕΠΑΛ & Π.ΕΠΑΛ Λαυρίου

Υπεύθυνοι καθηγητές: Σκαρλατίδης Ηλίας ΠΕ84 - Βούρδαλος Μιχάλης ΠΕ83

A. ΓΕΝΙΚΑ

Η παραγωγή ενέργειας μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων, έχει ως αποτέλεσμα, την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα, ένα από τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου. Το αποτέλεσμα της αυξημένης συγκέντρωσης των αερίων αυτών στην ατμόσφαιρα σημαίνει μεγαλύτερη συγκράτηση θερμότητας στον πλανήτη, οδηγώντας σε μια σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης. Η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατακόρυφα τα τελευταία 40 χρόνια.

Και ενώ ο σύγχρονος κόσμος ανησυχεί για την εξάντληση του πετρελαίου, η Greenpeace σε μια μελέτη της προειδοποιεί ότι η μέγιστη ποσότητα που επιτρέπεται να καεί, υπό μορφή πετρελαίου, ορυκτού άνθρακα ή φυσικού αερίου, για να αποφύγουμε μια κλιματική καταστροφή, είναι 225 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα. Αυτό αντιστοιχεί περίπου στο ένα τέταρτο (25%) των υπαρχόντων αποθεμάτων και είναι ένα μόνο μικρό (5%) των εκτιμώμενων πηγών πετρελαίου, ορυκτού άνθρακα και φυσικού αερίου.



Coal Kills: Το κάρβουνο σκοτώνει...

Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή είναι απόρροια ενός ενισχυμένου φαινομένου του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου καταρχήν είναι ένα θετικό φαινόμενο. Σε αυτό χρωστάμε την ύπαρξη μας πάνω στη γη. Η ατμόσφαιρα αποτελείται από διάφορα αέρια, μερικά από τα οποία έχουν την ιδιότητα να συγκρατούν την θερμότητα του ήλιου, με αποτέλεσμα η γη να θερμαίνεται και να γίνεται δυνατή η ύπαρξη ζωής.

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το νερό (H₂O), το μεθάνιο (CH₄), και οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και χλωροϋδρογονάνθρακες (HFCs).

Οι επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας θα έχει πραγματικά καταστροφικές επιπτώσεις. Η αλλαγή θα μπορεί να παρομοιαστεί κυρίως με κλιματικό χάος. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως πλημμύρες, τυφώνες, καύσωνες και παγετώνες θα αυξηθούν μέσα στα επόμενα χρόνια. Χώρες οι οποίες βρίσκονται πολύ χαμηλά στην στάθμη της θάλασσας, όπως το Μπαγκλαντές, κινδυνεύουν να χάσουν ένα σημαντικό μέρος της έκτασής τους κάτω από τα νερά της θάλασσας.

Όξινη Βροχή

Είναι ένα από τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου είναι οι κύριες ενώσεις που προκαλούν την όξινη βροχή. Αν και οι ενώσεις αυτές υπάρχουν στη φύση, πάνω από το 90% των εκπομπών θείου και 95% των εκπομπών του αζώτου στην Βόρεια Αμερική και στην Ευρώπη οφείλονται στον ανθρωπογενή παράγοντα.

Η όξινη βροχή έχει διάφορες καταστρεπτικές συνέπειες στα δάση, τις λίμνες, στα ποτάμια και στους ζωντανούς οργανισμούς. Έχει διαβρωτικές ικανότητες αποτελώντας ένα σοβαρό κίνδυνο για κτίρια και μνημεία.

Το νερό που πίνουμε, το φαγητό που τρώμε και ο αέρας που αναπνέουμε έχουν έρθει σε επαφή με τα οξέα που μεταφέρει η βροχή. Τα προβλήματα που δημιουργούνται στην υγεία, είναι κυρίως αναπνευστικές ασθένειες. Επίσης επειδή η βροχή διαλύει κάποια μέταλλα όπως ο χαλκός, το αλουμίνιο και ο μόλυβδος, η υγεία μπορεί να απειληθεί από τα αυξημένα επίπεδα αυτών των ουσιών στο πόσιμο νερό.

Κλιματικές αλλαγές και Μεσόγειος

Η Μεσόγειος είναι μία από τις πιο ευάλωτες περιοχές όσον αφορά τις κλιματικές αλλαγές. Αν και γενικά υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα γύρω από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό επίπεδο, οι επικρατούσες προβλέψεις για την περιοχή της Μεσογείου δεν είναι ευχάριστες. Οι περισσότερες ενδείξεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι θα υπάρχουν περισσότερες και πιο καταρακτώδεις βροχοπτώσεις τον χειμώνα και λιγότερες το καλοκαίρι. Ακόμα, όμως και οι περιοχές που θα δεχτούν περισσότερες βροχοπτώσεις μπορεί να αντιμετωπίσουν μελλοντικά συνθήκες ξηρότερες από τις σημερινές, λόγω της αυξημένης εξάτμισης και της μεταβολής της εποχιακής κατανομής και της έντασης των βροχοπτώσεων.

Αυτό το γεγονός αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση της συχνότητας και της έντασης των δασικών πυρκαγιών. Να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια είχαμε στην Ελλάδα μια σταδιακή και συστηματική μείωση των βροχοπτώσεων κατά 10-30%.



Κίνδυνοι που θα αντιμετωπίσουμε

1. Πλημμύρες και διάβρωση στις παράκτιες περιοχές.
2. Αύξηση στην έκταση και την ένταση της ερημοποίησης.
3. Αυξανόμενη συχνότητα έλλειψης νερού και υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.
4. Η επάρκεια τροφίμων απειλείται από τη μείωση της παραγωγής.
5. Νέες απειλές για την δημόσια υγεία.

6. υποσιτισμού και πείνας των αναπνευστικών παθήσεων κίνδυνο εμφάνισης χολέρας και δυσεντερίας.
7. Ρύπανση των νερών.

Μακροπρόθεσμα, αν δεν ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπιση του φαινομένου, η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να φτάσει τους 4-5,1 °C στα επόμενα 100 χρόνια. Αυτή η αλλαγή θα έχει ως αποτέλεσμα τα οικοσυστήματα και οι ζωντανοί οργανισμοί να μη μπορέσουν να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και να αντιμετωπίσουν μεγάλους κινδύνους, ενώ ορισμένα μπορεί και να εξαφανιστούν.

Η απειλή αυτή είχε ως αποτέλεσμα τις συμφωνίες του Κιότο (1998). Η Ευρώπη ανέλαβε τη δέσμευση, από τώρα έως το 2008 - 2012, να μειώσει κατά 8%, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂. Τα εντελώς νέα, μετά το Κιότο, ενεργειακά δεδομένα, καθιστούν τις Ανανεώσιμες και καθαρές Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), σημαντική πρόκληση. Ο στόχος της ευρωπαϊκής ενεργειακής στρατηγικής να διπλασιάσουν το μερίδιό τους δεν είναι πλέον μια απλή ευχή, αποτελεί αναγκαιότητα.

Το εντυπωσιακό όμως είναι πως οι ΑΠΕ, σύμφωνα με τις ίδιες εκτιμήσεις, θα είναι οι πηγές που θα αυξηθούν με τους μεγαλύτερους ρυθμούς, αλλά θα εξακολουθούν να παίζουν δευτερεύοντα ρόλο!

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Τρεις είναι οι άξονες, γύρω από τους οποίους πρέπει να περιστραφούν οι απαραίτητες ανά τον κόσμο (αλλά και σε εθνικό επίπεδο) ενέργειες:

α) αποφυγή της σπατάλης, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας στις κατοικίες και τα κτίρια γενικότερα, τις επιχειρήσεις και τις μεταφορές.

β) ορθολογική χρήση των συμβατικών καυσίμων με ταυτόχρονη προώθηση τεχνολογιών χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και

γ) στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας άρχισε όταν λόγω των πετρελαϊκών κρίσεων της δεκαετίας του '70, έγινε συνείδηση ότι οι ορυκτοί ενεργειακοί πόροι κάποτε θα εξαντληθούν. Επειδή όμως ήταν άγνωστο το πότε θα γίνει αυτό, έγιναν μόνο κάποιες δειλές απόπειρες για αναζήτηση λύσης προς αυτή την κατεύθυνση.

Από τότε, το ενεργειακό προσλαμβάνει όλο και μεγαλύτερες διαστάσεις. Έχει καταστεί σαφές ότι η χρησιμοποίηση του πετρελαίου και του άνθρακα δεν είναι συμβατή με την ανάγκη για αειφόρο ανάπτυξη. Οι βλαβερές συνέπειες αυτής της χρήσης -ιδιαίτερα η σοβαρή επιδείνωση της ποιότητας του αέρα που έχει άμεσες συνέπειες για τη δημόσια υγεία- αναγνωρίστηκαν ευρύτατα. Και φυσικά η κινητοποίηση για την αναζήτηση νέων λύσεων εντάθηκε με την αποκάλυψη του γεγονότος ότι η υπερβολική κατανάλωση -κυρίως από τις πλούσιες χώρες- ορυκτών ενεργειακών πόρων προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας (European Renewable Energy Council) δημοσίευσε πέρσι ένα σενάριο για τη χρήση των ΑΠΕ ως το 2040. Σύμφωνα με αυτό, οι ΑΠΕ έχουν δυνατότητα διείσδυσης στην πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας κατά 10% μέχρι το 2020 και σε 21% ως το 2030, καλύπτοντας με αυτό τον τρόπο το χάσμα που αναφέρθηκε πιο πάνω. Ο ρόλος τους στην ηλεκτροπαραγωγή μπορεί να είναι ακόμα πιο σημαντικός, καλύπτοντας το 55% της παγκόσμιας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας το 2030 και φθάνοντας το 82% το 2040.

Οι ΑΠΕ (αν και η οριοθέτησή τους είναι λίγο ασαφής) είναι στην πλειοψηφία τους διαθέσιμες από την αυγή της ανθρωπότητας. Λίγες είναι αυτές που η εκμετάλλευσή τους εξαρτάται αποκλειστικά από την τελευταία λέξη της σύγχρονης τεχνολογίας (π.χ. βιοκαύσιμα, ενέργεια των κυμάτων, υδρογόνο). Λέγονται ανανεώσιμες διότι είναι ανεξάντλητες. Τέτοιες πηγές είναι ο ήλιος, ο αέρας, το νερό των ποταμών, των λιμνών και της θάλασσας, η γεωθερμία και η βιομάζα. Επίσης, στις ΑΠΕ συμπεριλαμβάνονται και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας, όπως ο βιοκλιματικός σχεδιασμός.

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια, ονομάζεται η κινητική ενέργεια του ανέμου κα οφείλεται κυρίως στη θέρμανση της Γης από τον Ήλιο. Περίπου το 2% της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στην Γη μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια, η οποία υπολογίζεται σε 3,6 δις μεγαβάτ (MW). Η ενέργεια αυτή είναι τεράστια, συγκρινόμενη με τις ανάγκες της ανθρωπότητας.

Η ενέργεια του ανέμου χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο ήδη από την αρχαιότητα. Μάλιστα, σύμφωνα με τη μυθολογία, η σπουδαιότητα των ανέμων είχε γίνει αντιληπτή από τον Δία, που όρισε διαχειριστή τους τον Αίολο ο οποίος τους εγκλώβισε μέσα σε ασκό, πράγμα που μαρτυρά ουσιαστικά την αρχέγονη ανάγκη και επιθυμία ο άνθρωπος να ελέγχει τους ανέμους όπου και όποτε τους χρειάζεται. Το πρώτο ανθρώπινο κατασκεύασμα για εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, ήταν οι ανεμόμυλοι.



Οι πρώτοι ανεμόμυλοι εντοπίζονται στην Περσία το 350-900 μ.Χ.. Οι ανεμόμυλοι της Ολλανδίας που άρχισαν να κατασκευάζονται 1390 και ολοκληρώθηκαν πέντε αιώνες μετά, όπως και οι ανεμόμυλοι του οροπεδίου στο Λασιθί της Κρήτης, που άρχισαν να αναπτύσσονται στα τέλη του 19ου αιώνα, είναι από τις γνωστότερες εικόνες ανεμόμυλων.

Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη χρήση σχετικά μεγάλης ανεμογεννήτριας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος εντοπίζεται το 1888 στο Οχάιο των ΗΠΑ, με ισχύ 12 KW, ενώ η πρώτη αξιολογη βιομηχανική παραγωγή ανεμογεννητριών ξεκίνησε στη Ρωσία το 1931.

Το 1985, ξαφνικά εγκαταλείπεται εν μια νυκτί, το καλιφορνέζικο σχέδιο υποστήριξης της αγοράς αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ. Μετά την εξέλιξη αυτή, η Γερμανία είναι η χώρα με τις παγκοσμίως μεγαλύτερες αιολικές εγκαταστάσεις. Σήμερα η Δανία φιλοξενεί το μεγαλύτερο παράκτιο πάρκο στον κόσμο με 20 ανεμογεννήτριες Bonus 2 MW, με συνολική ισχύ 40 MW. Οι δαπάνες κατασκευής είναι πολύ μεγαλύτερες στη θάλασσα, αλλά η ενεργειακή παραγωγή είναι επίσης πολύ μεγαλύτερη.





ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο ήλιος. Η ακτινοβολία του ήλιου έχει τροφοδοτήσει και εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ακτινοβολία που δέχεται ο πλανήτης είναι $1,73 \times 10^{17}$ watt/sec.

Είναι γνωστό ότι η ηλιακή ακτινοβολία, όχι μόνο δίνει φως αλλά επίσης, θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει. Επίσης η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει και τις ιδιότητες κάποιων υλικών (των ημιαγωγών) που παράγουν έτσι ηλεκτρικό ρεύμα.

Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη αναφορά χρήσης-εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας εντοπίζεται το 212 π.Χ. όταν ο Αρχιμήδης χρησιμοποίησε ηλιακά κάτοπτρα για να καταστρέψει το στόλο των Ρωμαίων στις Συρακούσες. Το 1515, ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι σχεδίασε ένα παραβολικό ηλιακό κάτοπτρο για βιομηχανική χρήση και συγκεκριμένα για βαφεία υφασμάτων.

Το 1700, ο Αντουάν Λαβουαζιέ, κατασκεύασε ηλιακό φούρνο που ανέπτυσε θερμοκρασία πάνω από 1870°C και μπορούσε να λιώσει την πλατίνα.

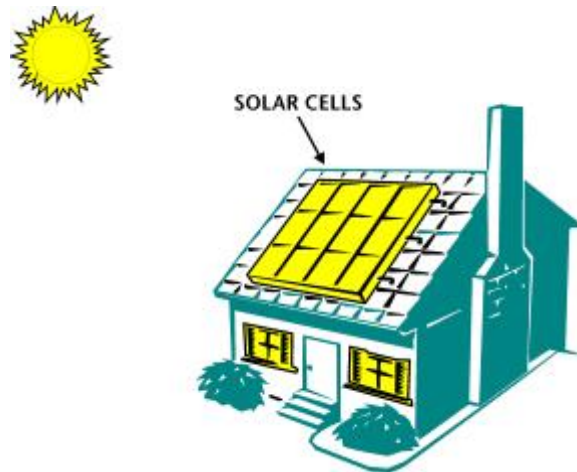
Το 1767, ο Ελβετός Οράτιος ντε Σοσούρ ανακάλυψε τον πρώτο επίπεδο ηλιακό συλλέκτη.

Για πρώτη φορά, το 1839, ο φυσικός Endmund Becquerel παρατήρησε τη δημιουργία διαφοράς δυναμικού σε μια πειραματική διάταξη υπό την επήρεια της

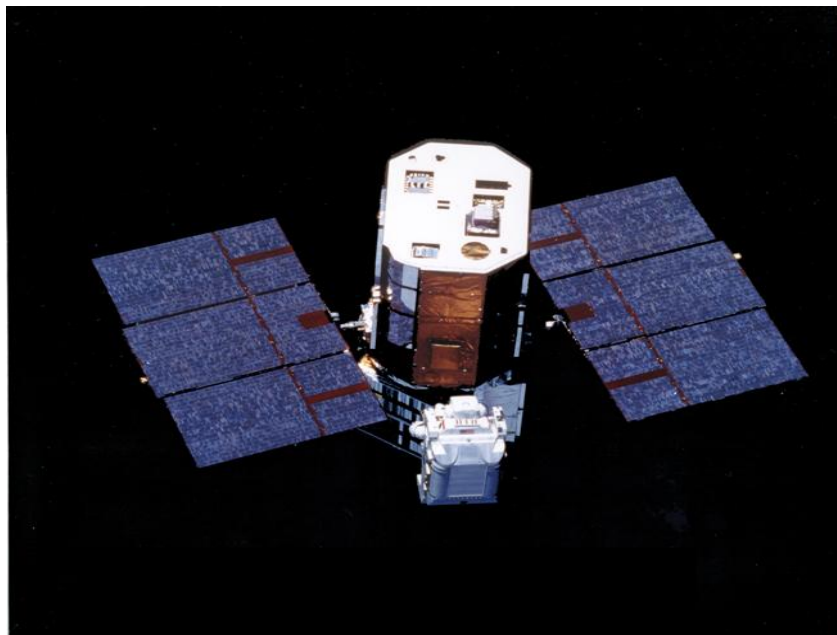
ηλιακής ακτινοβολίας (**φωτοβολταϊκό φαινόμενο**). Ωστόσο η απόδοση ήταν πολύ μικρή για οποιαδήποτε πρακτική εφαρμογή.

Το 1866, ο Γάλλος μαθηματικός Αύγουστος Μουσού, με χρηματοδότηση από το Ναπολέοντα τον Τρίτο, κατασκεύασε μια μηχανή που μετέτρεπε την ηλιακή ακτινοβολία σε μηχανική ενέργεια.

Μετά την ανακάλυψη των ημιαγωγών, το 1954 στα εργαστήρια Bell, παρατηρήθηκε ότι στο πυρίτιο, το φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι αρκετά έντονο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρακτικά κι έτσι κατασκευάστηκε το πρώτο φωτοβολταϊκό κύτταρο.



Οι πρώτες εφαρμογές του φαινομένου έγιναν στο διάστημα, για την ηλεκτροδότηση δορυφόρων, ενώ οι πρώτες επίγειες εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '70, κατά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση.



Η ηλιακή ενέργεια είναι μια καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.



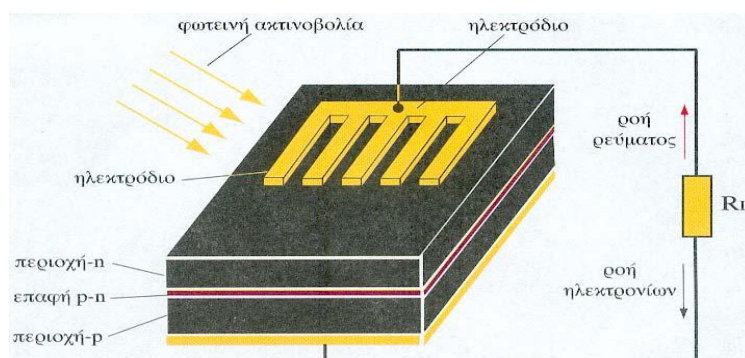
Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με διάφορους τρόπους από τους οποίους κάποιοι έχουν από καιρό ευρύτατη εμπορική εκμετάλλευση. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας ακολουθούμε δύο δρόμους:

Την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια
Την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμική ενέργεια

Για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά συστήματα:

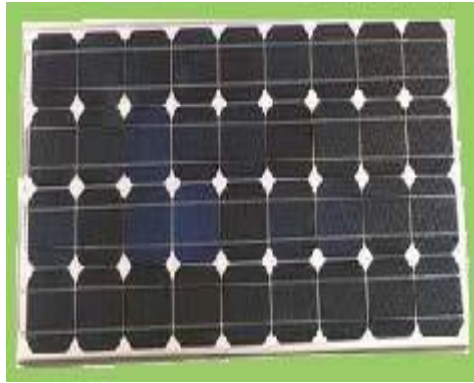
Φωτοβολταϊκά Συστήματα: μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρική.

Η καρδιά ενός Φ/Β συστήματος είναι το Φ/Β στοιχείο ή κύτταρο. Αποτελείται από δύο στρώσεις ημιαγωγικού υλικού (λεπτές φέτες κρυσταλλικού πυριτίου, αρσενικούχου γαλλίου ή άλλων ημιαγωγών), τα οποία είναι σε επαφή μεταξύ τους. Το ένα στρώμα έχει περίσσεια ηλεκτρονίων (ημιαγωγός τύπου n), ενώ το άλλο έχει έλλειψη ηλεκτρονίων (ημιαγωγός τύπου p). Τα δύο στρώματα έχουν πάχος της τάξης δέκατων χιλιοστού. Εξωτερικά των δύο στρωμάτων έχουν προσαρμοστεί κατάλληλα μεταλλικά ηλεκτρόδια. Όταν προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία, διεγείρονται τα άτομα του ημιαγωγού τα οποία απελευθερώνουν ηλεκτρόνια. Αυτά με τη σειρά τους οδηγούνται στις μεταλλικές επαφές που βρίσκονται πάνω και κάτω του στοιχείου και με κατάλληλη συνδεσμολογία του στοιχείου με μια κατανάλωση (R_L), το αποτέλεσμα είναι η ηλεκτρική τροφοδοσία αυτής της κατανάλωσης.



Παράσταση φωτοβολταϊκού στοιχείου

Η ηλεκτρική τάση που αναπτύσσεται στο Φ/Β στοιχείο πυριτίου είναι 0,5 V. Η ένταση του ρεύματος εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειάς του στοιχείου, την ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας και το βαθμό απόδοσης του στοιχείου.



Φ/Β στοιχείο

Στην πράξη δύο ή περισσότερες βαθμίδες μπορούν να διαταχθούν η μια πίσω από την άλλη. Η κάθε βαθμίδα κατασκευάζεται για ειδική φασματική περιοχή της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτά ονομάζονται κύτταρα πολλών βαθμίδων (multi-junction cells) και χαρακτηρίζονται από τον καλύτερο βαθμό απόδοσης. Θεωρητικά για άπειρο αριθμό βαθμίδων, ο βαθμός απόδοσης μπορεί να φτάσει το 54%.



Κύτταρα πολλών βαθμίδων

Παράλληλα με το κρυσταλλικό πυρίτιο, που κατέκτησε τα 3/4 της αγοράς, αναπτύχθηκε και η χρήση του άμορφου πυριτίου αλλά για εφαρμογές σαφώς μικρότερης ισχύος (π.χ. ρολόγια, υπολογιστές τσέπης κα.).

Χαρακτηριστικό είναι το σκούρο χρώμα τους προκειμένου να μεγιστοποιείται η απορροφούμενη ακτινοβολία. Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας τους, που με τη σειρά της ελατώνει την παραγόμενη τάση στα άκρα του Φ/Β κυττάρου. Πάνω από τους 25°C, για κάθε ένα βαθμό που αυξάνεται η θερμοκρασία, υπάρχει αντίστοιχη μείωση της απόδοσης κατά 0,4%.

Η μέγιστη απόδοσή τους επιτυγχάνεται με την κάθετη πρόσπτωση της ακτινοβολίας του ήλιου στην επιφάνειά τους.

Στις μέρες μας έχουν κατασκευαστεί Φ/Β που έχουν τη δυνατότητα να κινούνται ακολουθώντας την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας έτσι ώστε να μεγιστοποιείται το χρονικό διάστημα της κάθετης πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη.

Η κίνηση γίνεται με τη βοήθεια άξονα, ενώ τα πιο εξελιγμένα, φέρουν δυο άξονες και έχουν τη δυνατότητα οριζόντιας και κάθετης κίνησης.



Φωτοβολταϊκό στοιχείο με δυνατότητα παρακολούθησης της ημερήσιας πορείας του ήλιου

Αξίζει ιδιαίτερης αναφοράς, η μοναδική κατασκευή Φ/Β στοιχείου στη χώρα μας, που συναρμολογήθηκε στο ΚΑΠΕ. Αρχικά συνδέθηκαν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (μονοκρυσταλικού πυριτίου) σε σειρά και κολλήθηκαν με αγώγιμη ταινία. Τοποθετήθηκαν σε γυαλί μαζί με διαφανές υλικό το οποίο λιώνει στους 140°C. Κατόπιν ψύχθηκαν και στερεοποιήθηκε το σύνολο των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς έγιναν ένα σώμα.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της φωτοβολταϊκής μετατροπής είναι:

- ☒ Ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη πηγή
- ☒ Ικανοποιητική απόδοση μετατροπής
- ☒ Σχετικά εύκολη μέθοδος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων από υλικά που αφθονούν
- ☒ Πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (φθάνει τα 30 χρόνια)
- ☒ Δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη
- ☒ Δεν ρυπαίνεται το περιβάλλον
- ☒ Έχουν αθόρυβη λειτουργία
- ☒ Ανεξάρτητη λειτουργία από τα κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα
- ☒ Ελάχιστη συντήρηση
- ☒ Μεγάλη αναλογία παραγόμενης ισχύος προς το βάρος (100 W/Kg) που είναι σημαντικό πλεονέκτημα για τις διαστημικές εφαρμογές

Και τα κυριότερα μειονεκτήματα:

- ☒ Υψηλό κόστος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων
- ☒ Δαπανηρή αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας
- ☒ Απαιτείται η χρήση μεγάλων επιφανειών
- ☒ Φθορές από ακτινοβολία
- ☒ Τοξικές ουσίες κατά την κατασκευή

Απόδοση Φ/Β

Με δεδομένη και δοκιμασμένη στον διαστημικό χώρο σε τεχνητούς δορυφόρους, την αξιοπιστία λειτουργίας και την αντοχή των Φ/Β στοιχείων τα **κριτήρια αξιολόγησής τους σήμερα είναι η απόδοση και το κόστος τους.**

Ως **απόδοση** ενός Φ/Β στοιχείου ορίζουμε τον λόγο της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφά. Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από το φορτίο που τροφοδοτείται από το Φ/Β στοιχείο, την θερμοκρασία λειτουργίας του Φ/Β στοιχείου και την μορφή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Σήμερα, η τεχνολογική εξέλιξη οδηγεί αργά αλλά σταθερά προς τον μέγιστο θεωρητικό βαθμό απόδοσης που είναι το 25%.

Όσο αφορά το κόστος τους, αυτό κυμαίνεται πάντα ανάλογα με το είδος και την τεχνολογία που τα χαρακτηρίζει. Θα μπορούσε πάντως να πει κανείς πως τα Φ/Β εξακολουθούν να είναι μια ακριβή εφαρμογή αλλά σαφώς πιο προσιτή από ότι την προηγούμενη δεκαετία.

Μια κιλοβατώρα που προέρχεται από φωτοβολταϊκά μπορεί να περιορίσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 1,12 κιλά. Η Ελλάδα θα μπορούσε να καλύψει το 1/3 των ενεργειακών της αναγκών από τον ήλιο, αν στις σκεπές των σπιτιών έμπαιναν φωτοβολταϊκά.

Βλάβες

Οι βλάβες στα Φ/Β στοιχεία έχουν ως κύρια αιτία τη διείδυση υγρασίας στα Φ/Β πλαίσια. Αν μείνουν χωρίς καθαρισμό, τότε η επικαθήμενη σκόνη, έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της απόδοσης.

Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων

Υπάρχουν τα μονοκρυσταλλικά, τα πολυκρυσταλλικά, τα **φωτοβολταϊκά λεπτού υμενίου** (thin film, όπως είναι τα άμορφα, τα CIS κλπ), καθώς και τα λεγόμενα υβριδικά τα οποία συνδυάζουν τις τεχνολογίες των άμορφων και των μονοκρυσταλλικών, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών.

Τύπος	Λεπτού υμενίου ή Thin Film	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά	Υβριδικά
Απαιτούμενη επιφάνεια/kw	10-20. m ² .	8-10. m ² .	7-8. m ² .	6-7. m ² .
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kwh/m ²)	65-140	130-160	160-185	190-225
Ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/kw)	1400-1500	1400	1400	1450
Απόδοση	Άμορφα: 5-7% CIS: 7-10%	11-14%	13-16%	16-17%

Για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα χρησιμοποιούνται δύο είδη συστημάτων:

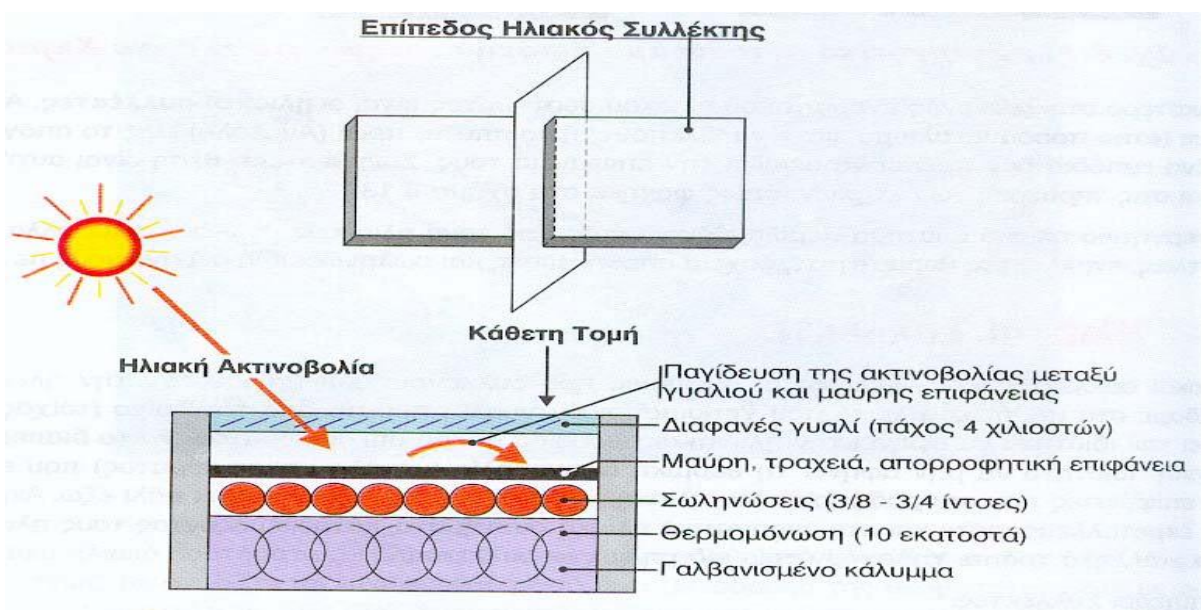
Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και Τα παθητικά ηλιακά συστήματα

Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα:

Μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα που αποθηκεύεται προσωρινά σε κάποια θερμομονωμένη δεξαμενή. Συνδυάζουν τα φυσικά φαινόμενα μετάδοσης της θερμοκρασίας με χρήση μηχανημάτων.

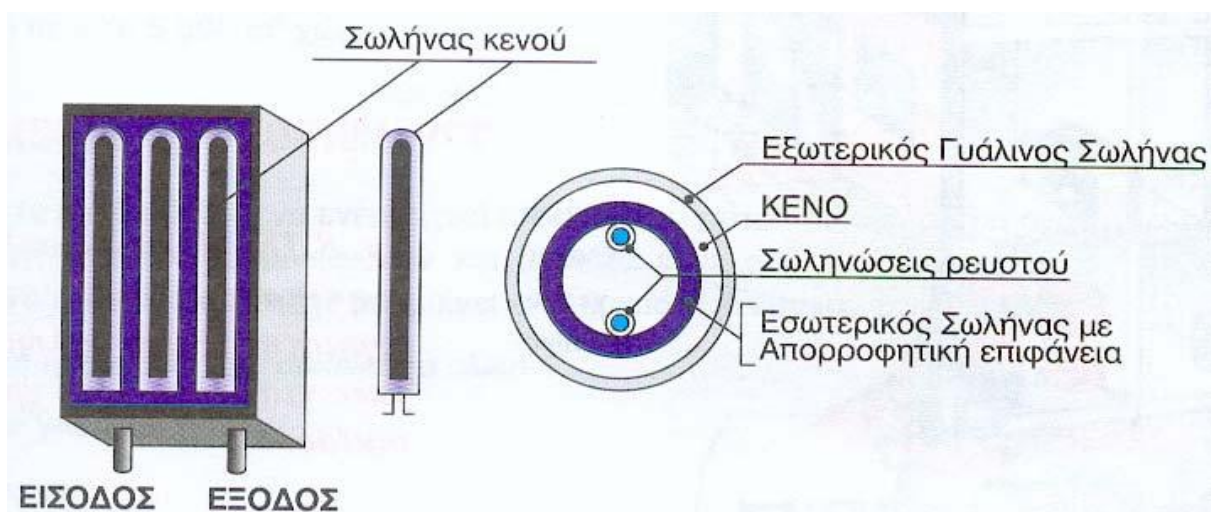
Η «καρδιά» ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο **ηλιακός συλλέκτης** που είναι συνήθως τοποθετημένος στη στέγη ενός κτιρίου. Ο συλλέκτης αυτός

περιλαμβάνει μια μαύρη, επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται.



Τομή επίπεδου ηλιακού συλλέκτη

Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό) που παγιδεύει τη θερμότητα η οποία, ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να είναι αρκετές δεκάδες έως και αρκετές εκατοντάδες °C. 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.



Ηλιακός συλλέκτης κενού

Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφοντας. Υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα το 20% των νοικοκυριών, έχουν εγκαταστήσει τέτοια συστήματα εξασφαλίζοντας ζεστό νερό με μηδενικό σχετικό κόστος.



Ηλιακός θερμοσίφοντας

Παθητικά ηλιακά συστήματα:

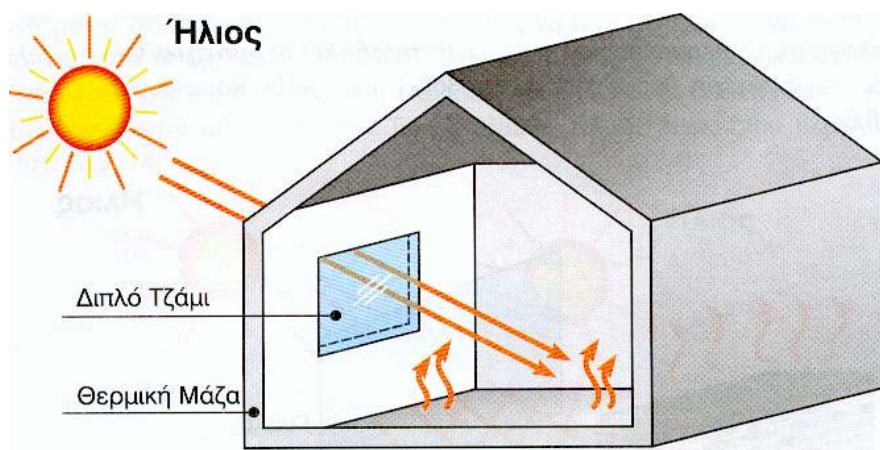
Εκμεταλλεύονται τα φυσικά φαινόμενα μετάδοσης της θερμότητας και του φωτός που παρατηρούνται από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω σε διάφορες επιφάνειες.

Αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα υλικά των κτιρίων, την μετατροπή τους σε θερμότητα και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου, όπου χρησιμοποιείται για την θέρμανση των χώρων. Η μεταφορά της θερμότητας στους διάφορους χώρους γίνεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου (χωρίς τη χρήση ανεμιστήρων).

Διακρίνονται σε:

Παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου κέρδους

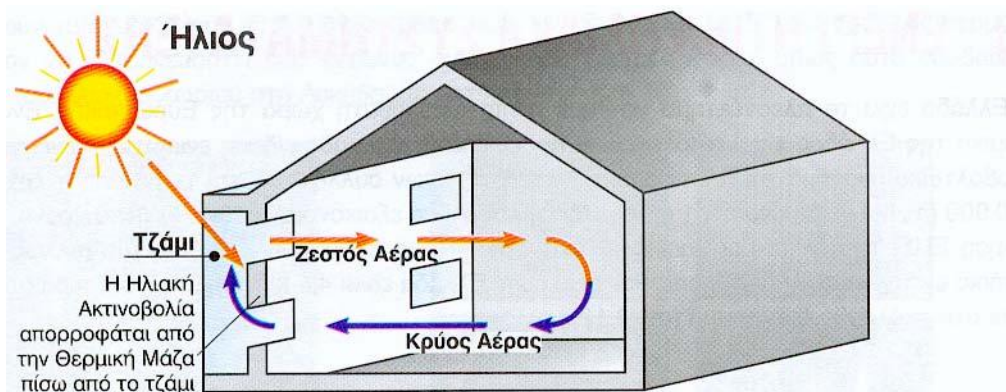
Τα συστήματα αυτά είναι τα απλούστερα και τα λιγότερο δαπανηρά. Μεγάλο ρόλο παίζει ο προσανατολισμός του κτιρίου. Όλη η ακτινοβολία υποδέχεται από μεγάλα παράθυρα τα οποία πρέπει να είναι προσανατολισμένα προς το Νότο.



Παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους

Παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους

Η ηλιακή ενέργεια είναι δυνατό να αποθηκευτεί προσωρινά σε ένα χώρο μη λειτουργικό (π.χ. τοίχος). Ένα διαφανές πλαίσιο τοποθετείται μπροστά από αυτόν ώστε να εγκλωβιστεί η θερμότητα ανάμεσα σε αυτό και τον τοίχο. Κατ' αυτό τον τρόπο ο τοίχος υπερθερμαίνεται και αποδίδει στο εσωτερικό τη θερμότητα που έχει συλλέξει. Μια γνωστή έκδοση αυτής της μεθοδολογίας είναι ο τοίχος Tromble.



Παθητικό ηλιακό σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους. Ο τοίχος Trombe.

Παθητικά ηλιακά συστήματα τύπου θερμοκηπίου

Είναι μια παραλλαγή ουσιαστικά, της προηγούμενης μεθόδου. Η διαφορά είναι πως στα συστήματα αυτού του τύπου, στη Νότια πλευρά του κτιρίου, ο χώρος διαμορφώνεται κατάλληλα με τζάμι, ώστε το αποτέλεσμα να θυμίζει θερμοκήπιο και εκεί μέσα να συλλέγεται η θερμή ακτινοβολία.



Η χώρα μας, έχει τη μεγαλύτερη ηλιοφάνεια στην Ευρώπη, αλλά έρχεται προτελευταία στον κατάλογο των χωρών που εγκαθιστούν Φ/Β συστήματα. Το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου, προβλέπει εγκατάσταση τουλάχιστον 15 MW από Φ/Β, έως το 2010.



Ενδεικτικός χάρτης, του ηλιακού δυναμικού της χώρας

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι από τις παλαιότερες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Η χρήση του υδροτροχού ήταν γνωστή από τους αρχαίους χρόνους. Εξέλιξη του υδροτροχού είναι τοποθέτηση ξύλινου γραναζιού στον άξονα, που επέτρεπε την περιστροφή μολόπετρας για άλεσμα. Πολλές είναι οι εφαρμογές του υδροτροχού στο πέρασμα των αιώνων. Κοπή ξύλων και μαρμάρων, ανύψωση υλικών, εξόρυξη μεταλλευμάτων, υφαντουργία κτλ.

Προέρχεται από τη ροή του νερού καθώς, εξαιτίας του λιώσιμου των πάγων και του χιονιού σε βουνοκορφές, διοχετεύεται σε ποτάμια, λίμνες και στη θάλασσα. Η εκμετάλλευσή της όμως δεν πραγματοποιείται μόνο στις εγκαταστάσεις των μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών, αλλά στις μέρες μας, περισσότερο από ποτέ, έχει καταστεί δυνατή και η εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων και της παλίρροιας.

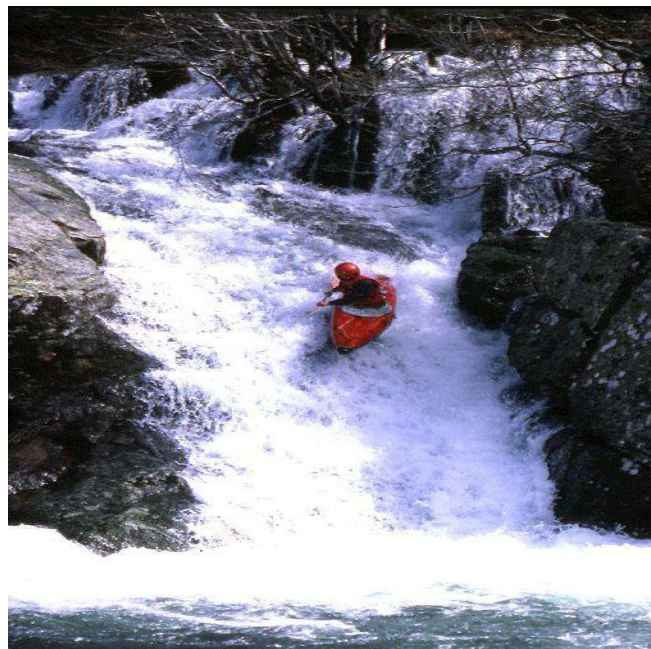
Ενέργεια των υδροηλεκτρικών σταθμών

Η ενέργεια από τη ροή του νερού, όταν αυτό ταξιδεύει προς τις λίμνες και τη θάλασσα, ούτε σταθερή είναι, ούτε διαθέσιμη για όλο το χρόνο. Έτσι γεννάται η ανάγκη για ετήσια παροχή νερού ικανής ενεργειακής στάθμης. Αυτό επιτυγχάνεται

ως ένα βαθμό με τους ταμιευτήρες νερού, ενώ με τα φράγματα δίνεται τη δυνατότητα ετήσιας αδιάλειπτης παροχής.



Η υδραυλική ενέργεια, είναι μια ανανεώσιμη, παραδοσιακή και αποκεντρωμένη πηγή ενέργειας. Η αξιοποίηση του μικροϋδροηλεκτρικού δυναμικού χιλιάδων μικρών ή μεγαλύτερων υδατορευμάτων και πηγών μπορεί να συνοδεύεται από ταυτόχρονη κάλυψη υδρευτικών ή και αρδευτικών αναγκών, καθώς και δραστηριοτήτων αναψυχής και αθλητισμού.



Μόνο στις χώρες της Ε.Ε. υπάρχουν σήμερα περισσότερα από 17400 μικρά υδροηλεκτρικά έργα. Στη χώρα μας υπάρχουν κάποιες παραδοσιακές αλλά και σύγχρονες εγκαταστάσεις μικρών μικροϋδροηλεκτρικών έργων που αξιοποιούν την υδραυλική ενέργεια για παραγωγή μηχανικού έργου αλλά κυρίως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Σε έναν υδροηλεκτρικό σταθμό, υπάρχει εγκατάσταση συλλογής ύδατος (π.χ. φράγμα), προκειμένου να διευκολυνθεί η εκμετάλλευση της δυναμικής ενέργειας του νερού. Αυτό οδηγείται σε έναν υδροστρόβιλο ο οποίος μετατρέπει την κινητική ενέργεια του νερού σε μηχανική ενέργεια. Κατόπιν μια γεννήτρια, με την οποία είναι συνδεδεμένος ο στρόβιλος, μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Οι υδροστρόβιλοι που χρησιμοποιούνται σ' αυτές τις εγκαταστάσεις, έχουν πολύ καλό βαθμό απόδοσης, της τάξης του 90%, ενώ ένας υδροηλεκτρικός σταθμός χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη διάρκεια ζωής (πάνω από 100 έτη).

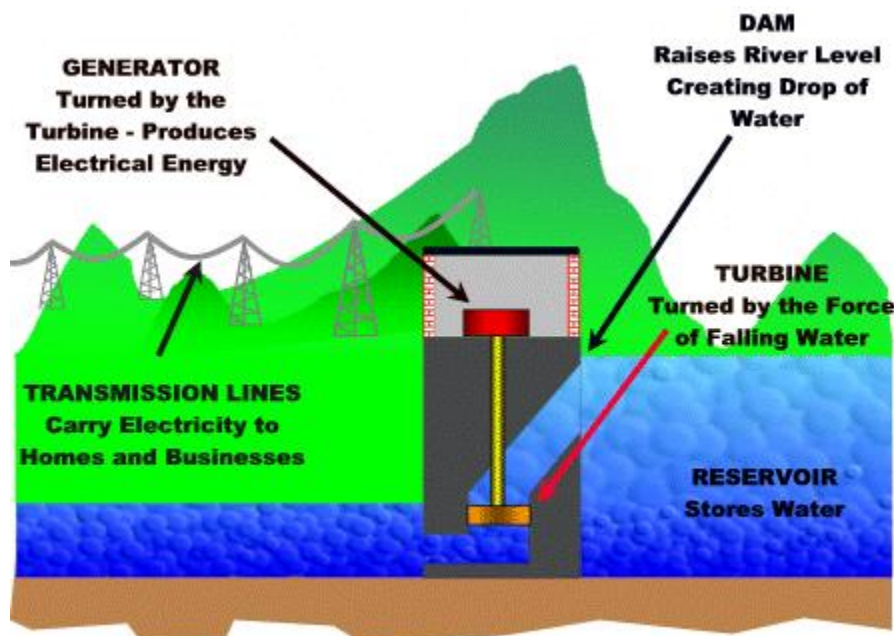
Τα μικρά υδροηλεκτρικά έχουν πολλά πλεονεκτήματα όπως είναι η ικανότητα άμεσης διασύνδεσης με το δίκτυο, η αυτόνομη λειτουργία τους, η δυνατότητα σταθερής παραγωγής ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο

μικρός χρόνος απόσβεσης, οι ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης, το ελάχιστο προσωπικό που απαιτείται για την απρόσκοπτη λειτουργία του και το σχετικά μικρό κόστος που απαιτεί μια τέτοια επένδυση.

Η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς από τα 40 μικρά υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα είναι 65 MW. Ένα τυπικό μικρό υδροηλεκτρικό παράγει 6 εκατ. Κιλοβατώρες το χρόνο και αποσοβεί την έκλυση 6000 τόννων διοξειδίου του άνθρακα.



- ❑ Παγκοσμίως, περίπου 20% όλης της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από την υδραυλική ενέργεια.
- ❑ Η υδραυλική ενέργεια παρέχει περίπου 10% ενέργεια στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι οποίες είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός υδρενέργειας στον κόσμο, με πρώτο τον Καναδά.
- ❑ Η Νορβηγία παράγει περισσότερο από 99% της ηλεκτρικής ενέργειάς της με την υδρενέργεια. Η Νέα Ζηλανδία χρησιμοποιεί την υδρενέργεια για 75% της ηλεκτρικής ενέργειάς της.



Τυπικό διάγραμμα υδροηλεκτρικού σταθμού

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Γεωθερμική ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και μπορεί να ανακτηθεί και να αξιοποιηθεί, ανάλογα με το επίπεδο θερμοκρασίας, για την κάλυψη ευρύτατου πλήθους ενεργειακών αναγκών.

Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειακή δράση και τις ιδιαίτερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Η πρώτη χρήση των «γεωθερμικών ρευστών» αφορούσε στη χρήση των ζεστών νερών για θεραπευτικούς σκοπούς (ιαματικά λουτρά). Τα γεωθερμικά ρευστά όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ενεργειακούς σκοπούς.



Ενδεικτικά αναφέρεται η δυνατότητα αξιοποίησης της Γεωθερμικής Ενέργειας στις ακόλουθες εφαρμογές:

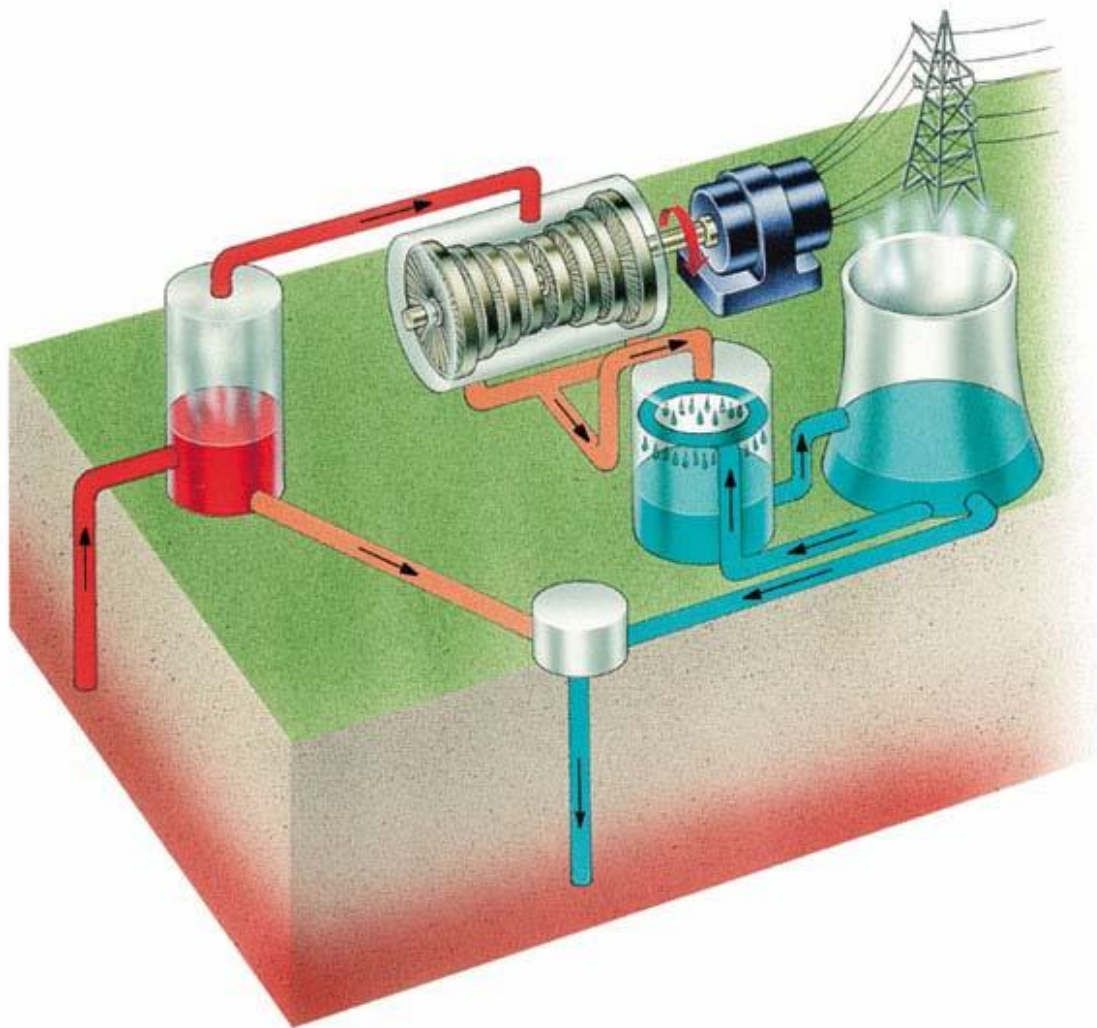
- Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, με τη χρήση Οργανικών Κύκλων (ORC – Rankine, Kalina κλπ).
- Παραγωγή πόσιμου νερού με χρήση τεχνικών θερμικής αφαλάτωσης.
- Τηλεθέρμανση & κλιματισμός οικισμών, παραγωγή θερμού νερού χρήσης, κάλυψη θερμικών αναγκών βιομηχανικών, βιοτεχνικών ή ξενοδοχειακών μονάδων.
- Ενεργειακή κάλυψη – θέρμανση & ψύξη – Θερμοκηπίων, υδατοκαλλιεργειών,

παραγωγής γόνου, κτηνοτροφικών μονάδων και λοιπών αγροτικών και αποθηκευτικών εφαρμογών (π.χ. ξηρανήρια, ψυγιοθάλαμοι κλπ).

Γεωθερμικός Κλιματισμός – Αβαθής ή Ομαλή Γεωθερμία

Μια από τις πλέον ενδιαφέρουσες και οικονομικά αποδοτικές εφαρμογές αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας αφορά στην εκμετάλλευσή της, με τη χρήση υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας, για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης & κλιματισμού κτιρίων, κατοικιών ή κτιριακών συγκροτημάτων.

Τα Γεωθερμικά συστήματα Κλιματισμού εκμεταλλεύονται τη σταθερή θερμοκρασία και τη θερμοχωρητικότητα του υπεδάφους ώστε να απορρίψουν ή να αντλήσουν ποσά θερμότητας με στόχο τη θέρμανση και κλιματισμό χώρων.



Συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα συμβατικά (π.χ. λέβητας πετρελαίου ή Φ.Α. και αερόψυκτες μονάδες ψύξης) τα συστήματα Γεωθερμικού Κλιματισμού προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 55-60% κατά τη χειμερινή περίοδο και 35-40% κατά τη θερινή.



Κολυμβητές δίπλα σε γεωθερμικό σταθμό

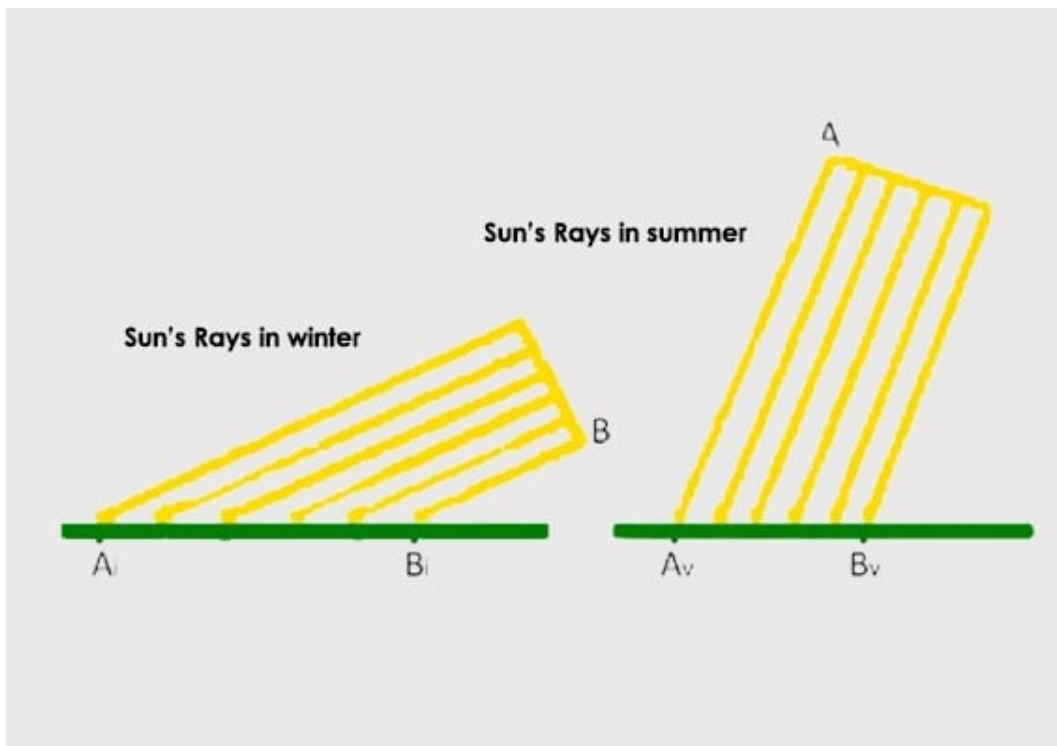
Η χρήση της γεωθερμίας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ξεκίνησε το 1904 στο Λαρνταρέλο της Ιταλίας, η οποία συνεχίζει και σήμερα να ηγείται στη χρήση της γεωθερμίας.



B. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Ανάγκη για ηλιακό ιχνηλάτη (Solar tracker)

Περιστροφικά, κάθε εποχή έρχεται με τις δικές της μεταφραστικές κινήσεις, οι οποίες επηρεάζουν τους κύκλους της ημέρας και της νύχτας και τις διαφορές θερμοκρασίας σε όλο τον κόσμο. **Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία** εξαρτάται από αυτές τις κινήσεις. Αυτές οι ακτινοβολίες θα αλλάξουν ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του χρόνου.



Η παραπάνω εικόνα δείχνει τη γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του ήλιου το μεσημέρι και σε οριζόντια επιφάνεια χειμώνα και καλοκαίρι. Έτσι, οι ημερήσιοι προσανατολισμοί του ήλιου ποικίλλουν ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και επηρεάζουν άμεσα τη γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του ήλιου. Αυτή η γωνία πρόσπτωσης είναι ένα βασικό σημείο για την παραγωγή ηλιακής ενέργειας.

Επομένως, ένα **ηλιακό σύστημα παρακολούθησης** είναι απαραίτητο για να γνωρίζουμε τον ακριβή προσανατολισμό και την κλίση της τοποθεσίας μας.

Τύποι ηλιακών συστημάτων παρακολούθησης

Σύμφωνα με τον τρόπο κίνησης, το ηλιακό σύστημα παρακολούθησης ταξινομείται σε δύο τύπους:

- Σύστημα ηλιακής παρακολούθησης μονού άξονα
- Σύστημα ηλιακής παρακολούθησης διπλού άξονα

Υπάρχουν δύο οριζόντιοι άξονες και ένας κάθετος άξονας για μια κινούμενη επιφάνεια. Η επιφάνεια περιστρέφεται γύρω από κάθε άξονα για να αποκτήσει τη σωστή γωνία λήψης του μέγιστου ηλιακού φωτός.

Η επιφάνεια ρυθμίζεται γύρω από έναν μόνο άξονα σε ένα σύστημα παρακολούθησης μονού άξονα. Όταν χρησιμοποιείτε σύστημα παρακολούθησης διπλού άξονα, η επιφάνεια περιστρέφεται ταυτόχρονα γύρω από δύο άξονες.

Πλεονεκτήματα του ηλιακού συστήματος παρακολούθησης

- Στον ίδιο χώρο, οι ηλιακοί ιχνηλάτες παράγουν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από ένα σταθερό ηλιακό σύστημα, γεγονός που τους καθιστά ιδανικούς για τη βελτιστοποίηση της χρήσης γης.
- Υπάρχουν δύο είδη ηλιακών ιχνηλατών, όπως ο μονοαξονικός και ο διπλός άξονας. Ένας κατάλληλος ηλιακός ιχνηλάτης μπορεί να εγκατασταθεί ανάλογα με το μέγεθος εγκατάστασης, τον τοπικό καιρό, το βαθμό γεωγραφικού πλάτους, τις ηλεκτρικές απαιτήσεις κ.λπ.
- Οι ηλιακοί ιχνηλάτες παράγουν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα σταθερά ηλιακά τους συστήματα λόγω της άμεσης έκθεσης στις ηλιακές ακτίνες.
- Επίσης, το σύστημα παρακολούθησης δεν απαιτεί μακροχρόνια συντήρηση λόγω της προόδου στην τεχνολογία και της αξιοπιστίας της μηχανικής.
- Σε ορισμένες πολιτείες, ορισμένες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας προσφέρουν **σχέδια τιμών χρόνου χρήσης (TOU)** για ηλιακή ενέργεια. Αυτό το βοηθητικό πρόγραμμα θα αγοράσει την ισχύ που παράγεται κατά την ώρα αιχμής της ημέρας με υψηλότερο ρυθμό. Η τεχνολογία ηλιακής παρακολούθησης χρησιμοποιείται για την ενίσχυση των ενεργειακών κερδών κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων αιχμής.

Πώς λειτουργούν τα ηλιακά πάνελ παρακολούθησης του ήλιου;

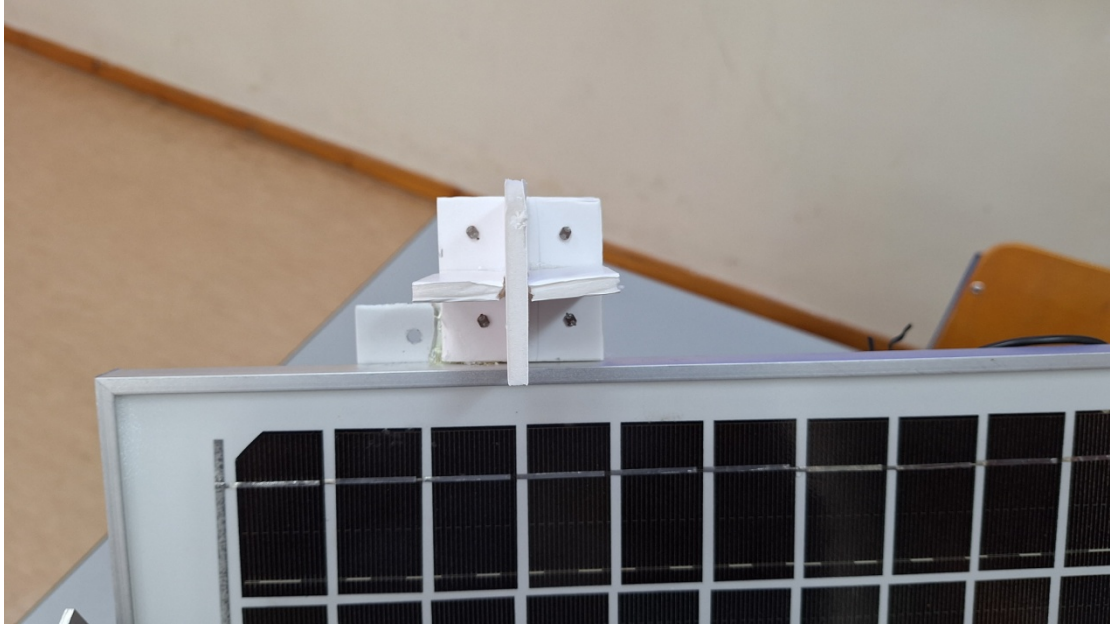
Το ηλιακό πάνελ χρησιμοποιεί **φωτοβολταϊκά στοιχεία (φωτοβολταϊκά κύτταρα)**. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες ανιχνεύουν την ένταση του φωτός και σύμφωνα με αυτήν, ο ιχνηλάτης προσαρμόζει την κατεύθυνση του ηλιακού πάνελ στη θέση του ήλιου στον ουρανό.

Όταν ο ιχνηλάτης μετακινεί το πάνελ κάθετα στον ήλιο, περισσότερο ηλιακό φως προσπίπτει στο ηλιακό πάνελ και αντανακλάται λιγότερο φως. Ως εκ τούτου, απορροφά περισσότερη ενέργεια, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια.

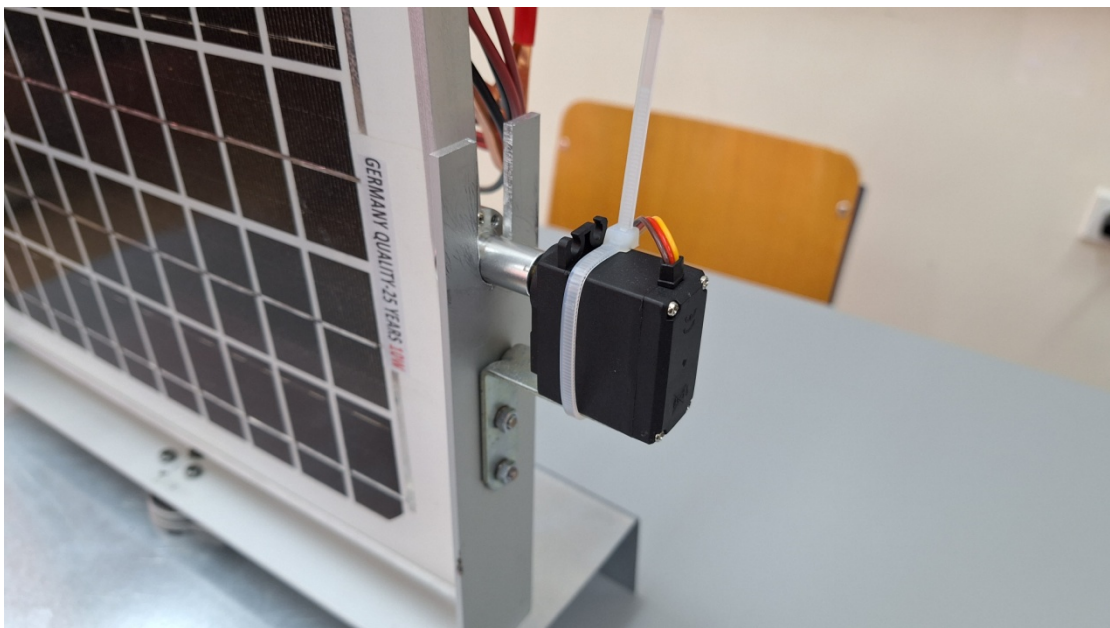
Σε αυτό το πρωτότυπο, χρησιμοποιούμε τον **αισθητήρα LDR** για να ανιχνεύσουμε την ένταση του φωτός (ήλιου) και τους σερβοκινητήρες για αυτόματη περιστροφή του πίνακα χρησιμοποιώντας τον μικροελεγκτή Arduino. Η πλακέτα Arduino Uno ελέγχει τον κινητήρα σύμφωνα με την έξοδο

του αισθητήρα LDR.

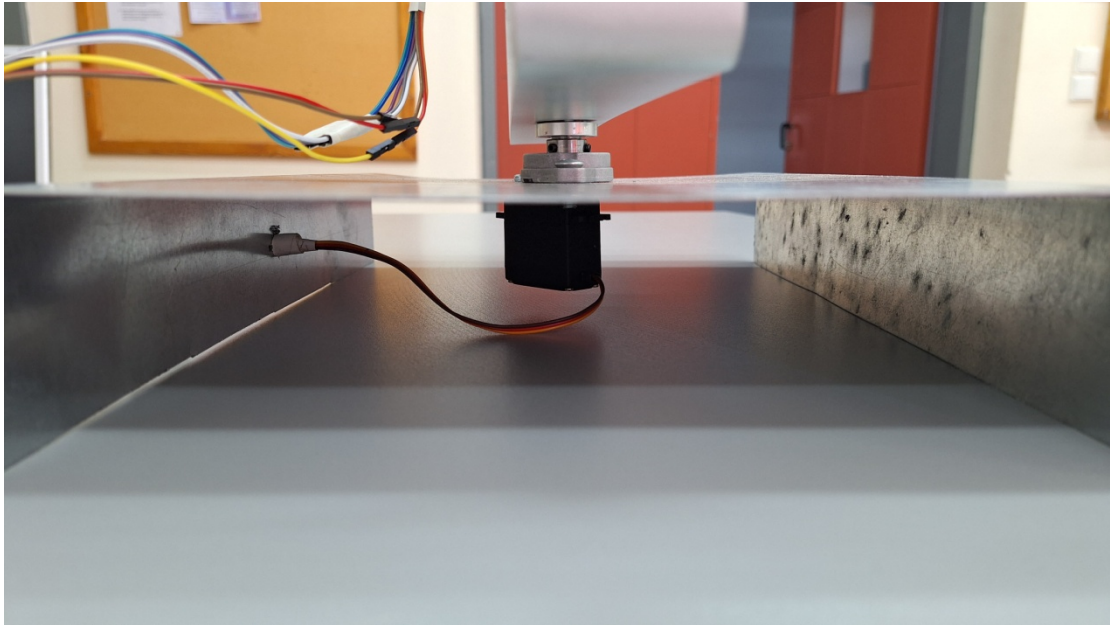
Για την τελική δομή του περιστρεφόμενου ηλιακού πάνελ έχουμε χρησιμοποιήσει δύο σερβοκινητήρες για οριζόντια και κάθετη κίνηση. Στην επάνω πλευρά, έχουμε στερεώσει τέσσερις LDRs (αντιστάσεις που εξαρτώνται από το φως) για να ανιχνεύσουμε την ένταση του ήλιου.



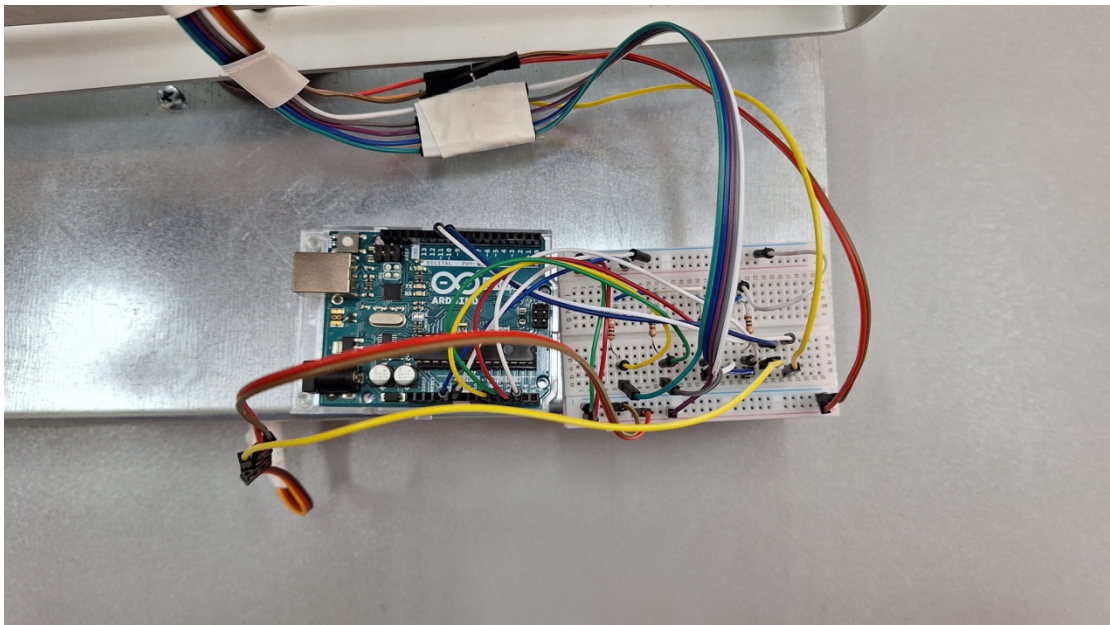
4 LDRs σε διάταξη σταυρού



Σερβοκινητήρας για κάθετη κίνηση του solar panel

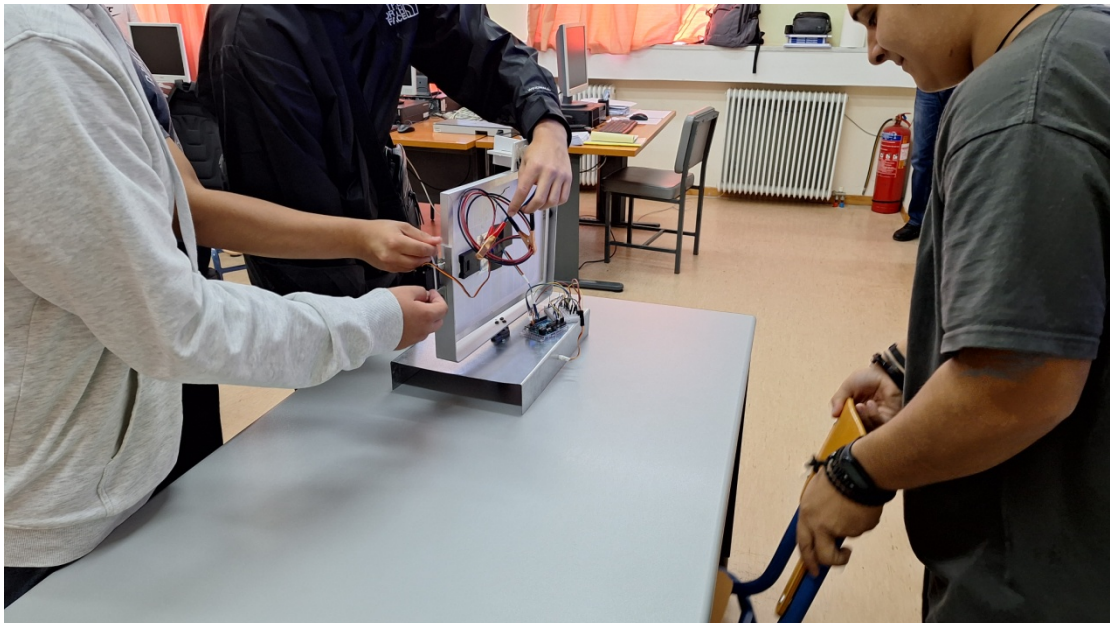
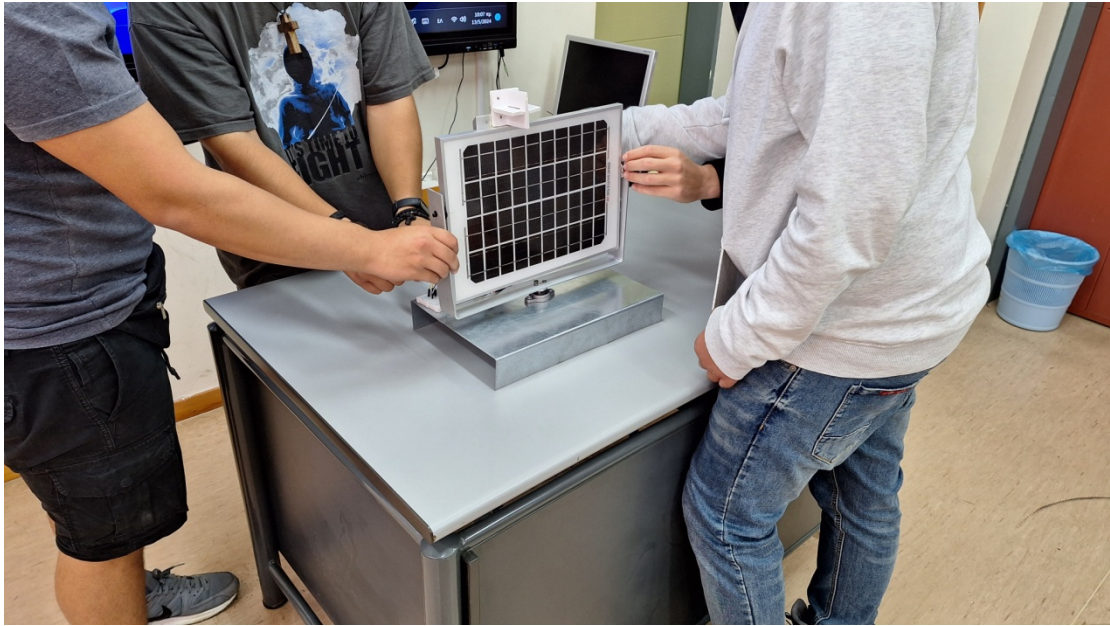


Σερβοκινητήρας για οριζόντια κίνηση του solar panel



Συνδεσμολογία του κυκλώματος με την βοήθεια Arduino και breadboard





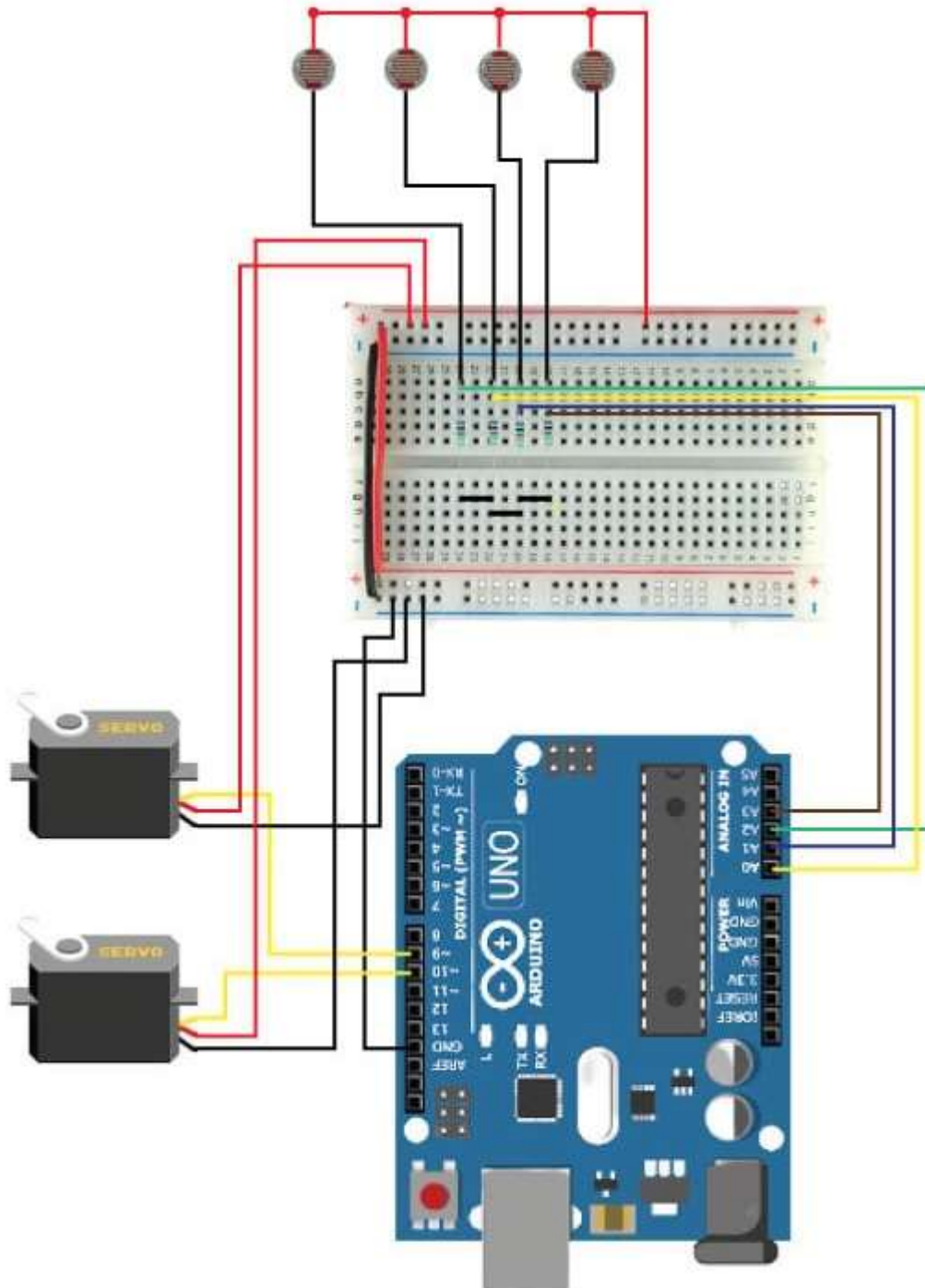
Διάγραμμα σύνδεσης

Η παρακάτω εικόνα δείχνει τη σύνδεση του αισθητήρα LDR και του σερβοκινητήρα με το **Arduino Uno**. Το Arduino Uno λαμβάνει μια αναλογική είσοδο από τον αισθητήρα LDR και σύμφωνα με τις τιμές τους, ο σερβομηχανισμός θα περιστρέφεται.

Τα στοιχεία που απαιτούνται για αυτή τη διεπαφή είναι:

1. **Arduino Uno** x1
2. **Σερβοκινητήρας SG 90 180 μοιρών** x2
3. **Power bank** x1
4. **5mm LDR** x4

5. Καλώδια σύνδεσης
6. Ηλιακό πάνελ x1
7. 1k αντίσταση x4



Κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την λειτουργία της κατασκευής

```
#include <Servo.h>

//ορισμός οριζόντιων και κάθετων σερβοκινητήρων

Servo servohori;
int servoh = 0;
int servohLimitHigh = 160;
int servohLimitLow = 60;

Servo servoverti;
int servov = 0;
int servovLimitHigh = 160;
int servovLimitLow = 60;

//pin φωτοαντιστάσεων

int ldrtopl = A2; //πάνω αριστερά
int ldrtopr = A1; //πάνω δεξιά
int ldrbotl = A3; //κάτω αριστερά
int ldrbotr = A0; //κάτω δεξιά

void setup ()
{
  servohori.attach(10);
  servohori.write(60);
  servoverti.attach(9);
  servoverti.write(60);
  Serial.begin(9600);
  delay(500);
}
```

```

void loop()
{
  servoh = servohori.read();
  servov = servoverti.read();

  int topl = analogRead(ldrtopl);
  int topr = analogRead(ldrtopr);
  int botl = analogRead(ldrbotl);
  int botr = analogRead(ldrbotr);

  int avgtop = (topl + topr) ; //μέσος όρος A1 &
A2 LDR (πάνω)
  int avgbot = (botl + botr) ; //μέσος όρος A3 &
A0 LDR (κάτω)
  int avgleft = (topl + botl) ; //μέσος όρος A2 &
A3 LDR (αριστερά)
  int avgright = (topr + botr) ; //μέσος όρος A1 &
A0 LDR (δεξιά)

  if (avgtop < avgbot)
  {
    servoverti.write(servov +1);
    if (servov > servovLimitHigh)
    {
      servov = servovLimitHigh;
    }
    delay(10);
  }
  else if (avgbot < avgtop)
  {
    servoverti.write(servov -1);
    if (servov < servovLimitLow)
    {
      servov = servovLimitLow;
    }
  }
}

```

```

}
  delay(10);
}
else
{
  servoverti.write(servov);
}

if (avgleft > avgright)
{
  servohori.write(servoh +1);
  if (servoh > servohLimitHigh)
  {
    servoh = servohLimitHigh;
  }
  delay(10);
}
else if (avgright > avgleft)
{
  servohori.write(servoh -1);
  if (servoh < servohLimitLow)
  {
    servoh = servohLimitLow;
  }
  delay(10);
}
else
{
  servohori.write(servoh);
}
delay(50);
}

```