**Όλα όσα πρέπει να γνωρίζετε για τα Φωτοβολταϊκά.**

Όταν οι άνθρωποι μιλούν για «ηλιακή», συνήθως αναφέρονται στα Φωτοβολταϊκά, τους ηλιακούς συλλέκτες που πιθανότατα έχετε δει να κάθονται σε πολλές στέγες. Αλλά έχετε σκεφτεί ποτέ πώς λειτουργεί αυτό για την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας; Αυτό το άρθρο εξετάζει τι είναι ένα Φωτοβολταϊκό κύτταρο, από τι είναι κατασκευασμένο, την τεχνολογία πίσω από αυτό, πώς λειτουργεί και πολλά άλλα.

Όσο για το τι είναι τα Φωτοβολταϊκά, είναι η άμεση μετατροπή του φωτός σε ηλεκτρισμό ως αποτέλεσμα μιας αντίδρασης που λαμβάνει χώρα σε ατομικό επίπεδο.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι χρήσης της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το άρθρο επικεντρώνεται στην πιο δημοφιλή μέθοδο - τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία.

**Τι είναι τα Φωτοβολταϊκά;**

Ο όρος "Φωτοβολταϊκό" προέρχεται από την ελληνική λέξη "phos", που σημαίνει "φως", και από το "volt", τη μονάδα ηλεκτροκινητικής δύναμης, το βολτ. Βολταϊκό είναι επίσης μια λέξη που σχετίζεται με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από χημική δράση σε μια μπαταρία.

Φωτοβολταϊκός ορισμός: Όσο για το τι είναι τα Φωτοβολταϊκά, είναι η άμεση μετατροπή του φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια ως αποτέλεσμα μιας αντίδρασης που λαμβάνει χώρα σε ατομικό επίπεδο. Με την αξιοποίηση υλικών που παρουσιάζουν το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, είναι δυνατή η δημιουργία Φωτοβολταϊκών ηλιακών κυψελών και η ανάπτυξή τους σε μεγάλη κλίμακα, δηλαδή στις στέγες κατοικιών ή σε βιομηχανικές φάρμες ηλιακών κυψελών για την παραγωγή καθαρής, ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας.

**Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο & ιστορία των Φωτοβολταϊκών**

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είναι η εκπομπή ηλεκτρονίων σε ένα υλικό όταν εκτίθεται στο φως. Είναι τόσο φυσικό όσο και χημικό φαινόμενο με προέλευση που χρονολογείται σχεδόν δύο αιώνες. Το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο (η παραγωγή τάσης και ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα υλικό κατά την έκθεση στο φως) σχετίζεται στενά μεν, αλλά διαφέρει από το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.

Το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Edmund Becquerel, έναν Γάλλο φυσικό, το 1839. Ο Becquerel διαπίστωσε ότι ορισμένα υλικά θα μπορούσαν να παράγουν μικρές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος όταν εκτίθενται στο φως.

Στη συνέχεια, το 1095, η βραβευμένη με Νόμπελ έρευνα του Άλμπερτ Αϊνστάιν περιέγραψε τη φύση του φωτός και το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο στο οποίο βασίζεται η φωτοβολταϊκή τεχνολογία.

Ωστόσο, μόλις το 1954 κατασκευάστηκε η πρώτη φωτοβολταϊκή μονάδα από την Bell Laboratories ως «ηλιακή μπαταρία». Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ήταν πάρα πολύ ακριβό για τη μονάδα να κερδίσει έλξη και να χρησιμοποιηθεί σε ευρέως διαδεδομένες εφαρμογές.

Στη συνέχεια, στη δεκαετία του 1960, η διαστημική βιομηχανία άρχισε να χρησιμοποιεί την πρώτη σοβαρή φωτοβολταϊκή τεχνολογία για την παροχή ενέργειας σε διαστημικά σκάφη. Είναι κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου όταν η τεχνολογία πραγματικά απογειώθηκε και προχώρησε. Έγινε πιο αξιόπιστη, το κόστος άρχισε να μειώνεται και άρχισε να χρησιμοποιείται σε όλο και περισσότερες εφαρμογές, ειδικά κατά τη διάρκεια της ενεργειακής κρίσης της δεκαετίας του 1970, όταν η φωτοβολταϊκή τεχνολογία κέρδισε ευρεία αναγνώριση ως πηγή ενέργειας.

**Ηλιακά Φωτοβολταϊκά**

Τα ηλιακά Φωτοβολταϊκά (συχνά αναφέρονται ως "ηλιακά κύτταρα" ή "ηλιακοί συλλέκτες") είναι ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία από τον ήλιο (δηλαδή, την φωτεινή ενέργεια του ήλιου) σε ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος (DC). Ένα τυπικό ηλιακό Φωτοβολταϊκό σύστημα θα διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες που απορροφούν αυτό το ηλιακό φως και το μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια, παρέχοντας έτσι καθαρή και ανανεώσιμη ενέργεια, ακόμη και όταν ο ήλιος δεν λάμπει.

Από τις αρχές του αιώνα, η ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια έχει αναγνωριστεί ως μια πολλά υποσχόμενη ανανεώσιμη ενέργεια και οι εξελίξεις όλων των ειδών (επιστημονικές, τεχνολογικές, βιομηχανικές και υλικοτεχνικές) έχουν αυξηθεί, με την παραγωγή να διπλασιάζεται κάθε δύο χρόνια περίπου. Αυτό την καθιστά μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κόσμο.

Και με όλο και περισσότερα κίνητρα που υποστηρίζονται από την κυβέρνηση να παραδίδονται στους ιδιοκτήτες ηλιακών Φωτοβολταϊκών συστημάτων (π.χ. κρατικές χορηγίες), αυτή η τάση είναι πιθανό να συνεχιστεί.

Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική και η παλιρροϊκή ενέργεια έχει αλλάξει δραστικά τον τρόπο που σκεφτόμαστε για την αποθήκευση ενέργειας.

**Πώς λειτουργεί η φωτοβολταϊκή τεχνολογία;**

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 "σάντουίτς" 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 ξανασυμβαίνει το ίδιο πράγμα.

Επίσης, όσο 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!

**Τύποι φωτοβολταϊκής τεχνολογίας**

Ο ηλιακός φωτοβολταϊκός συλλέκτης είναι το κύριο δομικό στοιχείο ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος. Ενώ όλα αυτά τα συστήματα τείνουν να μοιάζουν πολύ, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία στην καρδιά αυτών των πάνελ μπορεί να ποικίλει. Αυτά περιλαμβάνουν:

Φωτοβολταϊκά πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου: Τα μονοκρυσταλλικά πάνελ κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας κυψέλες που λαμβάνονται από έναν μόνο κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Αυτός είναι σήμερα ο πιο αποδοτικός τύπος ώριμης φωτοβολταϊκής τεχνολογίας (δεν υπολογίζουμε τις φωτοβολταϊκές τεχνολογίες που βρίσκονται ακόμη υπό έρευνα, όπως τα οργανικά Φωτοβολταϊκά) και συνήθως μετατρέπει περίπου το 15% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, η διαδικασία κατασκευής που απαιτείται για την παραγωγή Φωτοβολταϊκών κυψελών και πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι αρκετά περίπλοκη, με αποτέλεσμα ένα ελαφρώς υψηλότερο κόστος.

Φωτοβολταϊκά πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου: Τα Φωτοβολταϊκά πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου, γνωστά και ως πολυκρυσταλλικά κύτταρα, αποτελούνται από κύτταρα κομμένα από ράβδο λιωμένου και ανακρυσταλλωμένου πυριτίου. Αυτά τα πλινθώματα στη συνέχεια κόβονται σε εξαιρετικά λεπτές γκοφρέτες και ενσωματώνονται σε πλήρη κύτταρα. Τα πολυκρυσταλλικά κύτταρα είναι συνήθως φθηνότερα στην παραγωγή από τα μονοκρυσταλλικά κύτταρα λόγω της πολύ απλούστερης διαδικασίας κατασκευής. Ωστόσο, αυτό συνεπάγεται το κόστος της αποτελεσματικότητας, το οποίο ανέρχεται περίπου στο 12 %.

Άμορφα ("thin film") Φωτοβολταϊκά πάνελ πυριτίου: Τα άμορφα κύτταρα πυριτίου κατασκευάζονται όταν το πυρίτιο εναποτίθεται σε ένα λεπτό ομοιογενές στρώμα πάνω σε ένα υπόστρωμα. Επειδή αυτός ο τύπος πυριτίου απορροφά το φως πιο αποτελεσματικά από το κρυσταλλικό πυρίτιο, τα κύτταρα μπορούν να γίνουν πολύ πιο λεπτά. Το άμορφο πυρίτιο μπορεί να εναποτεθεί τόσο σε άκαμπτα όσο και σε εύκαμπτα υποστρώματα, καθιστώντας το ιδανικό για καμπύλες επιφάνειες ή απευθείας συγκόλληση σε υλικά στέγης. Αν και απορροφά το φως πιο αποτελεσματικά, η πραγματική απόδοση του κυττάρου είναι πολύ χαμηλότερη από το κρυσταλλικό πυρίτιο, συνήθως κάθεται γύρω στο έξι τοις εκατό. Ωστόσο, τα άμορφα Φωτοβολταϊκά κύτταρα τείνουν να είναι ευκολότερα και φθηνότερα.

**Εφαρμογές φωτοβολταϊκής τεχνολογίας**

Σήμερα, η ενέργεια που παράγεται από ηλιακές φωτοβολταϊκές κυψέλες εξυπηρετεί ανθρώπους που ζουν σε μερικά από τα πιο απομονωμένα μέρη του κόσμου, καθώς και εκείνους που ζουν σε μεγάλες πόλεις, για να αντλούν νερό, να διατηρούν τα φώτα αναμμένα, να φορτίζουν μπαταρίες, να τροφοδοτούν το δίκτυο με ηλεκτρική ενέργεια και πολλά άλλα. Δεν έχει σημασία ποιος είστε, πού βρίσκεστε ή τι κάνετε, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία θα έχει ήδη αγγίξει τη ζωή σας με τρόπους που ίσως δεν γνωρίζετε. Αυτές είναι μερικές από τις σημαντικότερες εφαρμογές της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας:

Αυτόνομες εφαρμογές ισχύος: Σε αστικές περιοχές, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία των πάντων, από αυτόνομες συσκευές και εργαλεία έως ολόκληρα σπίτια και κοινότητες, συμπεριλαμβανομένων υποδομών όπως φανάρια, ραδιοπομποί και αντλίες νερού. Για τις πιο απομακρυσμένες και αγροτικές περιοχές, η εκτέλεση επεκτάσεων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι πάντα βολική ή οικονομικά αποδοτική. Και σε ορισμένες περιπτώσεις, απλά δεν είναι δυνατό. Εδώ, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία είναι η λύση.

Ισχύς στο διάστημα: Από την αρχή, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία υψηλής απόδοσης ήταν η κύρια πηγή ενέργειας για διαστημικές εφαρμογές όπως ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός, οι δορυφόροι σε τροχιά γύρω από τη Γη και τα επιφανειακά ρόβερ όπως αυτά στον Άρη και τη Σελήνη.

Μεταφορές: Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή βοηθητικής ισχύος για ηλεκτροκίνητα οχήματα όπως αυτοκίνητα, σκάφη, ακόμη και αεροσκάφη. Ορισμένα αυτοκίνητα έρχονται ακόμη και με φωτοβολταϊκές κυψέλες τοποθετημένες στην ηλιοροφή για τροφοδοσία, έτσι ώστε το όχημα να τροφοδοτείται με πηγή ενέργειας ενώ βρίσκεται εν κινήσει. Πολλά σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων τροφοδοτούνται επίσης από ηλιακή ενέργεια, είτε εξ ολοκλήρου είτε εν μέρει.

Ηλιακά πάρκα: Όταν αναπτύσσονται σε κλίμακα σε αρκετά στρέμματα, τα Φωτοβολταϊκά πάνελ μπορούν να παρέχουν ποσότητες ισχύος σε κλίμακα χρησιμότητας, παράγοντας ποσότητες στα GW. Αυτά τα συστήματα μεγάλης κλίμακας τείνουν να χρησιμοποιούν σταθερά πάνελ ή πάνελ παρακολούθησης του ήλιου που ακολουθούν τον ήλιο καθώς κινείται στον ουρανό, τροφοδοτώντας ενέργεια απευθείας σε δήμους και περιφερειακά δίκτυα.

Καθώς η ανάγκη και η ζήτηση για καθαρή, βιώσιμη ενέργεια συνεχίζει να αυξάνεται και οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνονται πιο προηγμένες, αναπτύσσονται περισσότερα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

**Πλεονεκτήματα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας**

Ειδικά για το περιβάλλον και τη διαθεσιμότητα, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα:

**Πηγή καθαρής ενέργειας**

Μακράν το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας είναι ότι επιτρέπει την παραγωγή καθαρής ενέργειας και σε έναν κόσμο που μαστίζεται από κλιματικά προβλήματα και υψηλούς στόχους ουδετερότητας άνθρακα, αυτό το πλεονέκτημα είναι βασιλιάς. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας, οι φωτοβολταϊκοί ηλιακοί συλλέκτες δεν εκπέμπουν επιβλαβή αέρια θερμοκηπίου και άλλους ρύπους όταν παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης, δεν εξαντλούν τους φυσικούς πόρους. Αυτό βοηθά στην προστασία του περιβάλλοντος και βοηθά τους φυσικούς πόρους της Γης να διαρκέσουν περισσότερο.

**Ήσυχο και διακριτικό**

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία και οι ηλιακές κυψέλες που τροφοδοτούν παράγουν μηδενικό θόρυβο ενώ παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή είναι μια βασική διάκριση από άλλες μεθόδους παραγωγής ενέργειας, δηλαδή γεννήτριες πίσω αυλής που παράγουν πολύ θόρυβο. Όχι μόνο η φωτοβολταϊκή τεχνολογία είναι αθόρυβη, αλλά είναι επίσης διακριτική. Καθώς η φωτοβολταϊκή τεχνολογία έχει γίνει πιο προηγμένη, οι ηλιακοί συλλέκτες έχουν γίνει μικρότεροι, ευέλικτοι και πιο διακριτικοί.

**Διαθέσιμο παντού**

Δεν υπάρχει μέρος στη Γη όπου ο ήλιος να μην λάμπει. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι διαθέσιμη οπουδήποτε. Έτσι, ανεξάρτητα από την τοποθεσία, το φως του ήλιου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας οπουδήποτε με αποκεντρωμένο τρόπο. Και δεδομένου ότι ο ήλιος παράγει τεράστιες ποσότητες ενέργειας, υπάρχουν ανησυχίες μηδενικής σπανιότητας όπως αυτές που υπάρχουν με άλλες πηγές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα και ο άνεμος.

**Μειονεκτήματα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας**

Παρά τα πειστικά πλεονεκτήματα, υπάρχουν επίσης ορισμένα μειονεκτήματα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

**Μπορεί να εξαρτάται από την τοποθεσία.**

Ο όρος "τοποθεσία, τοποθεσία, τοποθεσία" δεν ισχύει μόνο για τα σπίτια, είναι σημαντικός και για τους ηλιακούς συλλέκτες. Η διαθεσιμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να ποικίλει δραματικά ανάλογα με το πού βρίσκεστε στον κόσμο. Ένα ηλιακό πάνελ στη Σκωτία, για παράδειγμα, θα έχει πολύ λιγότερη έκθεση σε ισχυρό ηλιακό φως από εκείνα που εδρεύουν στην Κύπρο.

**Η ηλιακή ενέργεια είναι ακριβότερη.**

Η ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς φωτοβολταϊκούς συλλέκτες είναι κάπως πιο ακριβή στην παραγωγή από τις συμβατικές πηγές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο κόστος κατασκευής Φωτοβολταϊκών κυψελών και στις αποδόσεις μετατροπής στα ίδια τα συστήματα, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Καθώς οι αποδόσεις μετατροπής συνεχίζουν να αυξάνονται και το κόστος κατασκευής μειώνεται με περαιτέρω έρευνα, ωστόσο, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία γίνεται πολύ πιο ανταγωνιστική ως προς το κόστος σε σύγκριση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

**Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία βρίσκεται στο έλεος του ήλιου.**

Όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - ηλιακή, αιολική, παλιρροϊκή - είναι μεταβλητές και η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται εξ ολοκλήρου από τις καιρικές συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι τα Φωτοβολταϊκά κύτταρα μπορεί να έχουν ημέρες όπου δεν παράγεται σχεδόν τίποτα και αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε έλλειψη ενέργειας εάν πάρα πολύ από την ενέργεια μιας περιοχής εξαρτάται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

**Το μέλλον της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας**

Παρά τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι φωτοβολταϊκές τεχνολογίες, είναι σαφές ότι έχει τη δυνατότητα να αλλάξει το παιχνίδι όσον αφορά την επίτευξη των στόχων μας για μηδενικές εκπομπές άνθρακα. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η επιτάχυνση της ανάπτυξης της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας θα μπορούσε να αποφέρει το 21 % των μειώσεων των εκπομπών CO2 (σχεδόν 4,9 γιγατόνοι ετησίως) έως το 2050 και η ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια θα μπορούσε να καλύψει το ένα τέταρτο των παγκόσμιων αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2050, καθιστώντας τη δεύτερη μεγαλύτερη πηγή παραγωγής μετά την αιολική ενέργεια. Ωστόσο, η παγκόσμια παραγωγική ικανότητα πρέπει να φτάσει σχεδόν 20 φορές τα σημερινά επίπεδα (πάνω από 8.000 GW) για να επιτευχθεί αυτό.