Στρέψου στον ήλιο
και θα αφήσεις τις σκιές πίσω σου

φωτοβολταϊκά

Ένας πρακτικός οδηγός

Σεπτέμβριος 2007

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

ΕΝΑΣ ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

Γιατί να στραφώ στην ηλιακή ενέργεια;

Για να καλύψετε δύο τουλάχιστον ανάγκες. Την ανάγκη σε ενέργεια και την **ανάγκη να προστατευτεί το περιβάλλον**. Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που προμηθευόμαστε από το δίκτυο της ΔΕΗ και παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι, ως γνωστόν, το σημαντικότερο "αέριο του θερμοκηπίου" που συμβάλλει στις επικίνδυνες κλιματικές αλλαγές. Η στροφή στις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, αποτελεί τη μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη. Επιπλέον, η χρήση της ηλιακής ενέργειας συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι ρύποι αυτοί επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον.

Συμφέρει η ηλιακή ενέργεια;

Ναι, στις περιπτώσεις εκείνες όπου παρέχονται κίνητρα και υπάρχει ξεκάθαρη πολιτική στήριξης της ηλιακής τεχνολογίας. Όταν, για παράδειγμα, παρέχεται ενισχυμένη τιμή της πωλούμενης ηλιακής κιλοβατώρας (όπως ισχύει πλέον και στη χώρα μας), τότε, ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις πάλι των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων σε εφαρμογές εκτός δικτύου, η ανταγωνιστική τεχνολογία είναι οι πανάκριβες στη λειτουργία τους, θορυβώδεις και ρυπογόνες ηλεκτρογεννήτριες, οπότε τα φωτοβολταϊκά είναι μια συμφέρουσα εναλλακτική λύση.

Τα κριτήρια όμως δεν πρέπει να είναι μόνο οικονομικά. Στην καθημερινή μας ζωή κάνουμε επιλογές που δεν υπολογίζουν ούτε το κόστος ούτε το χρόνο απόσβεσης. Όταν

επιλέγουμε π.χ. ένα ακριβό καναπέ σε σχέση με ένα φθηνότερο που δεν ικανοποιεί το γούστο μας, προφανώς το κριτήριο είναι αισθητικό και όχι οικονομικό.

Τα φωτοβολταϊκά, όπως και όλα σχεδόν τα προϊόντα, πέρα από ενεργειακές υπηρεσίες, προσφέρουν και μία "προστιθέμενη αξία", η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν όταν υπολογίζουμε το κόστος τους. Όταν ξεκίνησε, για παράδειγμα, η αγορά της κινητής τηλεφωνίας, η τηλεφωνική μονάδα κόστιζε 30-40 φορές περισσότερο από την αντίστοιχη της σταθερής τηλεφωνίας, το δε κόστος κτήσης των κινητών ήταν σχεδόν απαγορευτικό για το μέσο καταναλωτή. Κι όμως, σε λιγότερο από μια δεκαετία, τα κινητά τηλέφωνα κατέκτησαν τις διεθνείς αγορές, ακόμη και εκείνες που θα χαρακτηρίζαμε μη αναπτυγμένες. Ακόμη και σήμερα η τιμή της μονάδας της κινητής τηλεφωνίας είναι πολλαπλάσια της αντίστοιχης σταθερής. Κι όμως οι καταναλωτές πληρώνουν πρόθυμα αυτό το επιπλέον κόστος. Γιατί; Μα γιατί τα κινητά προσφέρουν ευελιξία και υπηρεσίες που δεν έχει η σταθερή τηλεφωνία. Αυτή η προστιθέμενη αξία της κινητής τηλεφωνίας, δικαιολογεί το υψηλό κόστος της και βοήθησε την ταχεία ανάπτυξή της.

Αντίστοιχη και ίσως πιο κραυγαλέα είναι η περίπτωση των εμφιαλωμένων νερών. Ένα λίτρο εμφιαλωμένου νερού κοστίζει στην Ελλάδα κατά μέσο όρο 1.350 φορές περισσότερο από ένα λίτρο νερού βρύσης! Κι όμως, η αγορά των εμφιαλωμένων νερών αυξάνεται συν τω χρόνω. Γιατί; Όχι γιατί το εμφιαλωμένο νερό υπερτερεί σε ποιότητα από το νερό της βρύσης. Τις περισσότερες φορές, η ποιότητα είναι ίδια. Είναι γιατί το εμφιαλωμένο νερό παρέχει μια (καλώς ή κακώς εννοούμενη) προστιθέμενη αξία που κάνει τους καταναλωτές πρόθυμους να ξοδέψουν τεράστια συγκριτικά ποσά για την κτήση του.

Την προστιθέμενη αξία των προϊόντων την αναζητά και την εκτιμά σχεδόν πάντα ο καταναλωτής. Επιλέγουμε ένα ακριβό καναπέ ή ένα ακριβό αυτοκίνητο σε σχέση με ένα φθηνότερο που κάνει πρακτικά την ίδια δουλειά, γιατί μας αρέσει περισσότερο, γιατί μας παρέχει περισσότερη ασφάλεια ή κύρος, γιατί απλά έχει για μας μια προστιθέμενη αξία. Και όχι μόνο πληρώνουμε αδιαμαρτύρητα το υπερβάλλον κόστος, αλλά ουδέποτε αναρωτιόμαστε αν και πότε κάνουμε απόσβεση της επένδυσής μας.

Το ίδιο θα έπρεπε να ισχύει και για τα φωτοβολταϊκά. Έτσι δεν είναι;

Πώς λειτουργεί;

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Οταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας "ημιαγωγός"), άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι

τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ' αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

Εξοικείωση με την ορολογία

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" *(photovoltaic - PV).*

Φωτοβολταϊκό στοιχείο: Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη *(PV cell)*.

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο: Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας *(PV module)*.

Φωτοβολταϊκό πανέλο: Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση *(PV panel)*.

Φωτοβολταϊκή συστοιχία: Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πανέλα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης *(PV array)*.

Φωτοβολταϊκή γεννήτρια: Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα *(PV generator)*.

Αντιστροφέας (inverter): Ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

Ρυθμιστής φόρτισης (charge controller): Συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών.

kW (κιλοβάτ): μονάδα ισχύος [1 kW = 1.000 Watt, 1 MW = 1.000 kW]
kWp (κιλοβάτ πικ-peak): μονάδα ονομαστικής ισχύος του φωτοβολταϊκού (ίδιο με το kW)
kWh (κιλοβατώρα): μονάδα ενέργειας

Γιατί να διαλέξω τα φωτοβολταϊκά;

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-18% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα φωτοβολταϊκά "λεπτού υμενίου" (thin-film, όπως είναι τα άμορφα, τα CIS, CdTe, κ.λπ), καθώς και τα λεγόμενα "υβριδικά", τα οποία συνδυάζουν τις τεχνολογίες των άμορφων και των μονοκρυσταλλικών, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών				
ΤΥΠΟΣ	**'Λεπτού υμενίου' ή 'Thin Film'**	**Πολυκρυσταλλικά**	**Μονοκρυσταλλικά**	**'Υβριδικά'**
Εμφάνιση				
Απόδοση	Άμορφα: 5-7% CIS: 7-10% CdTe: 8-10%	11-14%	13-16%	16-18%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	10-20 m^2	8-10 m^2	7-8 m^2	6-7 m^2
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp) (μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)	1.300–1.400	1.300	1.300	1.350
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m^2) (μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)	65-140	130-160	160-185	190-225
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO_2 ανά kWp)	1.380–1.485	1.380	1.380	1.435

Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

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

Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς [α] χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη, [β] δεν έχουν κινούμενα μέρη, και [γ] παράγουν ηλεκτρισμό, που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον **απόλυτο έλεγχο** στον καταναλωτή και **άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια**. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην **ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας**. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν **αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας** (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν **ελάχιστη συντήρηση.**

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. **Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα** (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). **Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ,**

αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3-1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει την ποσότητα των ρύπων (σε γραμμάρια) η έκλυση των οποίων αποφεύγεται για κάθε ηλιακή κιλοβατώρα που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα.

Υποκατάσταση	**Αποφυγή εκλυόμενων ρύπων (σε gr) ανά ηλιακή κιλοβατώρα** (λαμβάνοντας υπ' όψη και τις απώλειες του δικτύου)			
	CO_2	**SO_2**	**NO_X**	**PM_{10}**
Λιγνίτη	1.482	1-1,8	1,17-1,23	1,1
Πετρελαίου (χαμηλού θείου)	830	3,5	1,5	0,34
Φυσικού αερίου	475	0,017	0,6	-
Μέσου ενεργειακού μείγματος χώρας	1.062	CO_2: διοξείδιο του άνθρακα, SO_2: διοξείδιο του θείου NOx: οξείδια του αζώτου, PM_{10}: μικροσωματίδια		

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί "πράσινης" ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10,6% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου,

στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. ευρώ.

Σε ένα αποκεντρωμένο σύστημα, η παραγωγή γίνεται με μικρές μονάδες κοντά στην κατανάλωση και αποφεύγονται έτσι οι μεγάλες κεντρικές μονάδες και τα ακριβά δίκτυα με τις μεγάλες απώλειες

ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΑ ΟΦΕΛΗ

1=20

Τα φωτοβολταϊκά δημιουργούν 20 φορές περισσότερες θέσεις εργασίας από το λιγνίτη για την ίδια παραγωγή ενέργειας

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

1=10

Ένα μέσο φωτοβολταϊκό πλαίσιο ισοδυναμεί με 10 δέντρα

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

1=200

Ένα τετραγωνικό μέτρο φωτοβολταϊκού ισοδυναμεί με 200 τετραγωνικά μέτρα δάσους

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως **δομικά υλικά** παρέχοντας τη δυνατότητα για **καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς**, καθώς διατίθενται σε **ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων** και μπορούν να παρέχουν **ευελιξία και πλαστικότητα** στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά (π.χ. κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις) συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια). Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, διατίθενται σήμερα **διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεμψιμότητας (low-e)**, τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά απλά υαλοστάσια.

Προσομοίωση φυσικού φωτισμού για ενσωμάτωση ειδικών ημιδιαφανών φωτοβολταϊκών

Φουτουριστικό αποτέλεσμα από εφαρμογή φωτοβολταϊκών ως skylight σε σχολείο της Δανίας

Μπορώ να απαλλαγώ από τη ΔΕΗ αν στραφώ στην ηλιακή ενέργεια;

Ναι, αλλά δεν είναι απαραίτητο, ούτε σκόπιμο τις περισσότερες φορές. Ας δούμε γιατί.

Υπάρχουν δύο τρόποι να χρησιμοποιήσει κανείς τα φωτοβολταϊκά. Σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ ή ανεξάρτητα από αυτό.

1. Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (**διασυνδεδεμένο σύστημα**). Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στη ΔΕΗ έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα. Έχει δηλαδή ένα διπλό μετρητή για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.

2. Εναλλακτικά, μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα **αυτόνομο σύστημα** που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για **παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας (δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής – UPS)**. Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες (συν όλα τα απαραίτητα ηλεκτρονικά) για να αναλαμβάνει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος και για όσο διαρκεί αυτή.

Κατά κανόνα τα φωτοβολταϊκά συστήματα που έχουν εγκατασταθεί μέχρι σήμερα στην Ελλάδα εξυπηρετούν απομονωμένες χρήσεις, σε σημεία όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, επειδή στις περιπτώσεις αυτές η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος είναι πολύ πιο εμφανής. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, η εναλλακτική λύση μιας ηλεκτρογεννήτριας αποδεικνύεται μακροπρόθεσμα εξαιρετικά ακριβή. Όταν όμως υπάρχουν ισχυρά κίνητρα για την παραγόμενη ηλιακή κιλοβατώρα (όπως ισχύει πλέον από τον Ιούνιο του 2006), τότε συμφέρει στον καταναλωτή να είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο και να πουλά ηλιακό ηλεκτρισμό σ' αυτό έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής.

Τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απ'ευθείας σε ηλεκτρική. Τις ημέρες που δεν έχει ήλιο ή τη νύχτα, τι γίνεται;

Μην ανησυχείτε. Ότι σύστημα και να επιλέξετε, θα συνοδεύεται από κάποιο σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας. Στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων, το "σύστημα αποθήκευσης" είναι το δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ τα αυτόνομα συστήματα συνοδεύονται από μπαταρίες.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Αυτό που ενδιαφέρει, είναι πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το σύστημά μας σε ετήσια βάση. Σε

γενικές γραμμές, **ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.400 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ** (KWh/έτος/KW). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες.

Πόσο ισχυρό πρέπει να είναι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα για να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του σπιτιού μου;

Αν έχετε επιλέξει ένα διασυνδεδεμένο σύστημα, η ερώτηση αυτή είναι χωρίς νόημα. Το πόσης ισχύος θα είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα εξαρτάται μόνο από δύο παραμέτρους. Τη διαθέσιμη επιφάνεια στο κτίριο ή το οικόπεδό σας για να εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά και τα χρήματα που είστε διατεθειμένοι να επενδύσετε.

Θα μπορούσατε π.χ. να βάλετε ένα σύστημα που καλύπτει μόλις το 10% των αναγκών σας (αν έχετε λίγο χώρο και χρήματα) ή και να υπερκαλύψετε πολλές φορές τις ανάγκες σας (πουλώντας πράσινη ενέργεια στο δίκτυο).

Στην περίπτωση των αυτόνομων εφαρμογών, δεν υπάρχει μονοσήμαντη απάντηση. Θα πρέπει να έρθετε σε επαφή με μια εταιρία που εγκαθιστά φωτοβολταϊκά, να περιγράψετε τις ανάγκες σας και το προφίλ της κατανάλωσης ενέργειας που έχετε και να πάρετε μια προσφορά. Κι αυτό γιατί, το ίδιο σπίτι θα έχει πολύ διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες αν χρησιμοποιείται ως κύρια κατοικία ή ως εξοχικό, ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκεται, τον αριθμό των ατόμων και τις ώρες που μένουν εκεί, ακόμα και τις συνήθειές τους. Η εταιρία που θα σας εγκαταστήσει το φωτοβολταϊκό σύστημα θα πρέπει να υπολογίσει τη βέλτιστη ισχύ ώστε να καλύψετε με ασφάλεια τις ανάγκες σας χωρίς να μπείτε σε περιττά έξοδα.

Τα οφέλη από τη χρήση ηλιακής ενέργειας θα είναι πολύ πιο εμφανή αν εφαρμόζετε παράλληλα μεθόδους εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας. Μη ξεχνάτε ότι η εξοικονόμηση είναι η φθηνότερη και καθαρότερη μορφή ενέργειας.

Η οικονομικότερη προσέγγιση επομένως για να αξιοποιήσετε την ηλιακή ενέργεια, είναι να μειώσετε όσο γίνεται τις ενεργειακές σας ανάγκες και κατόπιν να καλύψετε τις ανάγκες αυτές με την παραγωγή ηλεκτρισμού από τον ήλιο ή άλλες καθαρές πηγές ενέργειας.

Τι ενεργειακές ανάγκες μπορώ να καλύψω με ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα;

Τα πάντα. Ότι θα καλύπτατε και με το ρεύμα της ΔΕΗ. Δεν υπάρχει καμία απολύτως διαφορά.

Για λόγους απόδοσης και οικονομίας πάντως, **δεν συνιστάται** η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την τροφοδότηση θερμικών ηλεκτρικών συσκευών, όπως κουζίνες, θερμοσίφωνες, ηλεκτρικά καλοριφέρ ή θερμοσυσσωρευτές. Για τις χρήσεις αυτές υπάρχουν πολύ οικονομικότερες λύσεις όπως οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ο γεωθερμικός κλιματισμός, οι κουζίνες ή τα σύγχρονα συστήματα θέρμανσης με βιομάζα, κ.λπ.

Ας πάρουμε το παράδειγμα της θέρμανσης νερού: αν χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρικό θερμοσίφωνα που τροφοδοτείται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, το ηλιακό φως μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και κατόπιν από το θερμοσίφωνα σε θερμότητα. Το συνολικό κόστος των δύο αυτών συστημάτων είναι πολύ μεγαλύτερο από έναν ηλιακό θερμοσίφωνα που μετατρέπει απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

Από την άλλη μεριά, ο φωτισμός με λάμπες εξοικονόμησης και η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών (υπολογιστές, ηχητικά συστήματα, ψυγεία, τηλεοράσεις, τηλεπικοινωνίες κ.λπ) αποτελούν ανάγκες που μπορούν να καλυφθούν εύκολα και οικονομικά με φωτοβολταϊκά.

Κτίζω τώρα την κατοικία μου. Ποιά είναι η καλύτερη στιγμή για να σκεφτώ την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών;

Όσο νωρίτερα, τόσο καλύτερα. Καλό είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εγκαταστήσετε να έχει ενταχθεί από την αρχή στο σχεδιασμό του σπιτιού. Μια συνολική μελέτη που να καλύπτει την εξοικονόμηση ενέργειας (μόνωση, έξυπνα παράθυρα, σκίαση κ.λπ), τη θέρμανση και τον κλιματισμό και τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό (με φωτοβολταϊκά), θα σας βοηθήσει να πετύχετε το καλύτερο αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Παρέχονται σε διάφορα μεγέθη και μπορούν π.χ. να υποκαταστήσουν τμήμα μιας κεραμοσκεπής (μειώνοντας αντίστοιχα το κόστος) ή τα υαλοστάσια σε μία πρόσοψη. Μπορούν επιπλέον να παίξουν και το ρόλο σκιάστρων πάνω από παράθυρα (βοηθώντας έτσι και στη μείωση των εξόδων για επιπλέον κλιματισμό). Τέλος, παρέχονται και σε διάφορα χρώματα και διαφάνειες (κατόπιν παραγγελίας) για ειδικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές.

Είναι το κτίριο που διαθέτω κατάλληλο να δεχθεί φωτοβολταϊκά;

Τα περισσότερα κτίρια είναι κατάλληλα. Αρκεί να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

1. **Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος.** Ως ένα πρόχειρο κανόνα υπολογίστε πως χρειάζεστε περίπου 1-1,5 τετραγωνικό μέτρο για κάθε 100 Watt (αν χρησιμοποιήσετε τα συνηθισμένα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά του εμπορίου). Χρειάζεται περίπου 8-10 τ.μ/kW για κεραμοσκεπή και 15 τ.μ/kW για δώμα ή οικόπεδο. Αν πάλι τοποθετήσετε άμορφα φωτοβολταϊκά, το συνολικό κόστος θα είναι περίπου το ίδιο ή και μικρότερο, θα απαιτηθεί όμως περίπου διπλάσια επιφάνεια. Προσέξτε ιδιαίτερα ο χώρος να είναι κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Διαφορετικά, το σύστημά σας θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση.

   Ένας χοντρικός κανόνας για να βεβαιωθείτε ότι το σύστημά σας δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτίριο, δέντρο, κ.λπ) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.

2. **Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό.** Αποκλίσεις από το Νότο έως και 45° είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση.

3. Η **σωστή κλίση** του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συνήθως επιλέγεται μια κλίση που να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις 30°. Μην ανησυχείτε πάντως. Τη σωστή κλίση θα τη βρεί ο τεχνικός που θα κάνει την εγκατάσταση.

Απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
Ανατολικός - Δυτικός	90	85	50
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90	95	60
Νότιος	90	100	60
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90	67	30
Βόρειος	90	60	20

Παραδείγματα εφαρμογών

Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε ταράτσα κτιρίου

Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε δημόσιο κτίριο

Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε σκέπαστρο

Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στο σταθμό του μετρό στο αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος

Εφαρμογή φωτοβολταϊκών στη στέγη της Γερμανικής Σχολής στο Μαρούσι

Ενσωμάτωση άμορφων φωτοβολταϊκών στο Τεχνολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης

Οικισμός με ηλιακές κατοικίες στη Γερμανία

Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε στέγες κτιρίων

Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε κεραμοσκεπή εξοχικής κατοικίας

Φωτοβολταϊκά σε ρόλο σκιάστρων

Διαφανή φωτοβολταϊκά σε στέγη κατοικίας επιτρέπουν τη διέλευση του φυσικού φωτός

Εφαρμογή φωτοβολταϊκών που επιτρέπουν τη διέλευση φυσικού φωτός σε εμπορικό κτίριο

Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε χώρο στάθμευσης στο Μαρούσι

Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε γήπεδο ποδοσφαίρου

Ηλιακά κεραμίδια

Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε πυροσβεστικό σταθμό

Εφαρμογές φωτοβολταϊκών σε προσόψεις κτιρίων

Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε ρόλο ηχοφράγματος σε αυτοκινητοδρόμους

Ηλιακός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής στην Κρήτη

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

www.helapco.gr