

# Η συμβολή των ηλιακών ενεργειακών συστημάτων στην βιώσιμη τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη του ελλαδικού χώρου

Της κ. **Ροΐδως ΜΗΤΟΥΛΑ**  
Λέκτ. Χαροκοπέιου Πανεπ.

και του κ. **Μιχ. ΣΙΑΚΑΒΕΛΛΑ**  
Δρος Ε.Μ.Π., Ερευνητού Κέντρου Δ.Ε.Π. ΔΕΗ

## 1. Εισαγωγή

Ήδη, από τις αρχές του 20ού αιώνα είχε γίνει ευρύτερα γνωστό, ότι η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας θα αυξάνεται διαρκώς, αφ' ενός μεν διότι η κατά κεφαλή κατανάλωση μεγαλώνει δραματικά με τις αυξανόμενες απαιτήσεις των νέων τεχνολογιών, αφ' ετέρου δε διότι ο πληθυσμός της Γης αυξάνεται σημαντικά<sup>1</sup>. Η ραγδαία άνοδος των ενεργειακών αναγκών καλύπτεται σήμερα παγκοσμίως, κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από συμβατικές, μη ανανεώσιμες πηγές, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο. Η αλόγιστη χρήση των παραπάνω καυσίμων έχει ως αποτέλεσμα τη εκπομπή επικίνδυνων αερίων (διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), χλωροφθοράνθρακες κ.λ.) οξύνοντας το υπάρχον πρόβλημα του θερμοκηπίου και συμβάλλοντας στη δημιουργία όξινης βροχής (μέσω του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) και των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>, x=1,2). Η πυρηνική ενέργεια θεωρείται σήμερα η δεύτερη σημαντική πηγή ενέργειας, αλλά δεν ανταποκρίνεται στις υποσχούμενες προσδοκίες της μια και καλείται να επιλύσει το πρόβλημα της διαχείρισης των ραδιενεργών αποβλήτων εκτιμώντας ταυτόχρονα σενάρια περιβαλλοντικής προστασίας σε περίπτωση ατυχήματος<sup>2</sup>.

Μια δεκαετία πριν με τις παγκόσμιες συναντήσεις του Ο.Η.Ε. στο Ρίο (1992) και στο Κυότο (1997) για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη υπεγράφη μεταξύ 154 χωρών η Συνθήκη για την Κλιματική Μεταβολή με στόχο την από κοινού αντιμετώπιση της υπέρμετρης χρήσης συμβατικών καυσίμων<sup>3</sup>. Το μήνυμα που εδόθη στους ιθύνοντες ήταν σχετικά απλό: Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο με ταυτόχρονη αύξηση του μεριδίου

1. ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΜΠ: Η κλιματική μεταβολή. Το ελληνικό πρόβλημα, Φεβρουάριος 1995, σ.σ.2-3.

2. Κοσμόπουλος Π.: Δοκίμιο Εισαγωγής στον Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό. Προβλήματα φυσικών πόρων και εκμετάλλευσής τους. Θεσσαλονίκη, 2001 σ.121-122.

3. ΚΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον. Αθήνα, Μάρτιος 1997. σ.2-9.

των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Για πρώτη φορά έννοιες όπως καταστροφή και ρύπανση του περιβάλλοντος, εξάντληση των φυσικών πόρων, οικολογική συνείδηση και πολιτική, αιεφόρος ανάπτυξη και ένα παρεμφερές πλήθος νέων όρων, που στη βάση τους αφορούν τη δυναμική σχέση του φυσικού περιβάλλοντος με την ανθρώπινη δραστηριότητα κι ανάπτυξη, άρχισαν να απασχολούν όχι μόνο τη επιστημονική κοινότητα, αλλά και απλά συνειδητοποιημένα μέλη της σύγχρονης κοινωνίας.

Μεταξύ των πρωτοπόρων, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε ένα ολοκληρωμένο νομοθετικά πλαίσιο ενεργειακής πολιτικής με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και την προοδευτική εγκαθίδρυση μεταξύ των μελών της μίας ενιαίας εσωτερικής αγοράς. Μια τέτοια προσπάθεια μπορεί να στεφθεί με επιτυχία οδηγώντας σε υψηλό ποσοστό εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε., σε συνδυασμό με προστασία του περιβάλλοντος και της αιεφορίας των πόρων, μόνον μέσω μιας κοινής ενεργειακής δράσης μεταξύ της Ε.Ε. και των μελών και με πλήρη σεβασμό στην αρχή της επικουρικότητας.

Η Ελλάδα, λόγω της γεωγραφικής της θέσης, είναι η χώρα της Ε.Ε. με συγκριτικά πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων ως προς την αξιοποίηση όλων σχεδόν των μορφών Α.Π.Ε.. Η ηλιοφάνειά της είναι από τις υψηλότερες στην Ευρώπη, ενώ ισχυροί άνεμοι επικρατούν στο Αιγαίο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Υπάρχει αξιοσημείωτο δυναμικό για ανάπτυξη μικρών υδροηλεκτρικών στη Βόρειο Ελλάδα, καθώς επίσης να γεωθερμική ενέργεια στα νησιά του Αιγαίου, τη Θράκη και τη Μακεδονία. Σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις το συνολικό δυναμικό σε Α.Π.Ε. είναι περίπου 20 φορές μεγαλύτερο απ' αυτό που αξιοποιείται σήμερα. Κατά το έτος 1998 οι Α.Π.Ε. συμμετείχαν μόλις κατά 5.04% στη συνολική εθνική πρωτογενή προσφορά ενέργειας<sup>4</sup>. Αν και θα περίμενε κανείς η συνεισφορά της ηλιακής και αιολικής ενέργειας στο ισοζύγιο παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε. να καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό, στην πραγματικότητα η βιομάζα και η υδροηλεκτρική ενέργεια συνιστούσαν το 0.6%. Η συνεισφορά όλων των υπολοίπων (ηλιακή, αιολική και γεωθερμική) περιοριζόταν στο υπόλοιπο 9.4%. Το άμεσο εκμεταλλεύσιμο πλούσιο ηλιακό δυναμικό του Ελλαδικού χώρου θα μπορούσε να συμμετάσχει σημαντικά στην εξισορρόπηση της ενεργειακής ζήτησης και προσφοράς, προωθώντας κατάλληλα μέτρα και παρέχοντας κίνητρα για την αποδοτικότερη εκμετάλλευση του.

## **2. Μορφές ανάπτυξης ηλιακών ενεργειακών συστημάτων στην Ελλάδα**

Ο ήλιος θεωρείται παγκοσμίως ως η πιο σημαντική πηγή ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια που φθάνει στην επιφάνεια της γης μέσα σε χρονικό διάστημα 20 ημερών υπερβαίνει όλα τα αποθέματα καυσίμων εξόρυξης, που περιέχει ολόκληρη η υδρόγειος. Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί την πιο χρησιμοποιημένη μορφή, ιδίως στη θερμική της μορφή. Με τον φυσικό αυτό πόρο ενέργειας, δίνεται η ευκαιρία για χρησιμοποίηση κατά κόρο στις νότιες χώρες της Ε.Ε., όπου παρατηρείται μεγαλύτερη ηλιοφάνεια κατά τη διάρκεια του έτους. Η Ελλάδα βρίσκεται στην γεωγραφικά και κλιματολογικά προνομακή θέση να λούζεται από τις ακτίνες του ήλιου για περισσότερες από 250 ημέρες το χρόνο, δημιουρ-

<sup>4</sup> Καραπαναγιώτης Ν.: *Μέθοδοι Χρηματοδότησης των Επενδύσεων Α.Π.Ε. στην Ελλάδα*. Αθήνα, Οκτώβριος, 2000 σ.3-6.

γώντας ιδιαίτερα ευνοϊκές προοπτικές για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω των εξής τριών τεχνικών: των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, των παθητικών ηλιακών συστημάτων και των φωτοβολταϊκών συστημάτων<sup>5</sup>.

## **2.1. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**

### **2.1.1. Γενικά στοιχεία**

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού. Ταξινομούνται κατά ISO/DIS 9488 σε αυτόνομα, χωρίς βοηθητική θερμαντική πηγή και συστήματα προθέρμανσης για την προθέρμανση του νερού και σε υβριδικά, που καλύπτουν τις θερμαντικές ανάγκες, ανεξάρτητα της διαθεσιμότητας της ηλιακής ενέργειας, συνδυάζοντας ηλιακά με συμβατικά ενεργειακά συστήματα. Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησής τους είναι σε συστήματα υγρού, με ευρύτητα εφαρμογών στη θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση, συστήματα κλιματισμού κ.λ., και σε συστήματα αέρος με εφαρμογές στη βιομηχανία, στην ξήρανση γεωργικών προϊόντων κ.λ.. Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων υγρού βασίζεται στην κυκλοφορία υγρού διαμέσου αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Οι σημαντικότεροι τύποι είναι ο επίπεδος συλλέκτης, ο συλλέκτης κενού (με μειωμένες τις απώλειες) και ο συγκεντρωτικός συλλέκτης με μηχανισμό παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου (πολύ ακριβός). Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων αέρος βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα διαμέσου αγωγών από και προς ένα ηλιακό συλλέκτη. Τα συστήματα αυτά δεν χρειάζονται αντιψυκτική προστασία, είναι φθηνά, αλλά παρουσιάζουν δυσκολίες ως προς τη μεταφορά και διανομή του αέρα.

Στα συστήματα θέρμανσης νερού έχουμε μια μετατροπή ενός μέσου ποσοστού της τάξης του 30% της προσπίπτουσας ενέργειας σε αισθητή θερμότητα υπό θερμοκρασία 30-60°C, είτε ενός μικρότερου ποσοστού υπό θερμοκρασία 80-120°C. Τα συστήματα αυτά είναι ευρέως διαδεδομένα στην Ελλάδα ιδίως σε κτίρια του ημιαστικού και αγροτικού περιβάλλοντος, ενώ είναι επίσης δυνατή η επέκτασή τους σε μεγάλα συστήματα, που λειτουργούν αυτόνομα ή σε συνδυασμό με άλλα συμβατικά ή παθητικά καλύπτοντας κατ' αυτό τον τρόπο όλες τις θερμαντικές ανάγκες μίας σύγχρονης κατασκευής. Τα συστήματα θέρμανσης χώρων είναι πολυπλοκότερα αυτών της θέρμανσης νερού. Στην περίπτωση αυτή έχουν ευρεία εφαρμογή οι ηλιακοί συλλέκτες, που έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία 20 χρόνια στην Ελλάδα. Έχει υπολογιστεί, ότι οι εγκατεστημένοι συλλέκτες στην Ελλάδα στις αρχές του 1996 ήταν 2.000.000 τ.μ. σε σύνολο 6.500.000 τ.μ. στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα<sup>6</sup>.

### **2.1.2. Παραγόμενη ενέργεια με χρήση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων**

Στην Ελλάδα δεν έχουν εγκατασταθεί ακόμη τέτοιες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Πέρα από τον πολύ μεγάλο αριθμό ηλιακών θερμοσιφώνων, που έχουν τεθεί σε κατοικίες, η χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι διαδεδομένη επίσης σε ε-

5. Στεφάνου Ιωσ., Μπιούλα Ρ.: *Ο ρόλος της ενέργειας στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό και στην περιφερειακή ανάπτυξη*. Αθήνα, 2002, σ.31-40.

6. ΥΠΕΧΩΔΕ: *Οικολογική Δόμηση*. Αθήνα, Ιούνιος, 2000 σ.72-90.

γκαταστάσεις με πολύ υψηλότερες ανάγκες, όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία και αθλητικά κέντρα.

Μια από τις μεγαλύτερες πιλοτικές εφαρμογές μαζικής χρήσης ενεργητικών και άλλων ηλιακών συστημάτων (παθητικών) αποτελεί το Ηλιακό Χωριό, ένα συγκρότημα 435 κατοικιών που κατασκευάστηκε το 1988 στην Πεύκη Αττικής στα πλαίσια συνεργασίας του Ελληνικού Υπουργείου Ανάπτυξης του Οργανισμού Εργατικής Κατοικίας και του Υπουργείου Έρευνας και Τεχνολογίας της Γερμανίας. Η συμφωνία προέβλεπε την πειραματική εφαρμογή ενεργητικών και παθητικών ηλιακών συστημάτων προηγμένης τεχνολογίας. Ο οικισμός αυτός σχεδιάστηκε με τις καλύτερες ενεργειακές προδιαγραφές αναμένοντας να δώσει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα από πλευράς αυξημένης θερμικής άνεσης σε συνδυασμό με μικρές ενεργειακές καταναλώσεις. Στον οικισμό αυτό μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν επί σειρά ετών διαφορετικά συστήματα επίπεδων συλλεκτών, συστήματα αποθήκευσης και διανομής ζεστού νερού, ενώ δόθηκε ιδιαίτερο βάρος στη μελέτη κεντρικών συστημάτων εξυπηρέτησης ομάδων κατοικιών ή συνολικά του οικισμού<sup>7</sup>. Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων του ηλιακού χωριού επί μια δεκαετία οδήγησε στην εξοικονόμηση σημαντικών ποσών συμβατικών καυσίμων εξασφαλίζοντας υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης στους κατοίκους του, αποδεικνύοντας εμπράκτως ότι είναι δυνατή, αποτελεσματική και ταυτόχρονα οικονομικά βιώσιμη η χρήση τους σε ευρεία κλίμακα στην Ελλάδα.

Πέρα από το ηλιακό χωριό μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού έχουν εξασφαλιστεί στις αθλητικές εγκαταστάσεις του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας με χρήση 300 τετραγωνικών μέτρων επίπεδων ηλιακών συλλεκτών. Θερμικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται σήμερα για τις ανάγκες παραγωγής σε πολλές γαλακτοβιομηχανίες όπως επίσης και σε βιομηχανίες καλλυντικών.

## 2.2. Παθητικά ηλιακά συστήματα

### 2.2.1. Γενικά στοιχεία

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή κτιρίων, υπολογίζοντας τη βέλτιστη χρήση του ήλιου κι άλλων κλιματικών παραμέτρων για τη θέρμανση, το δροσισμό και το φωτισμό, αποτελούσε τμήμα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού από αιώνες. Οι εργασίες στο πεδίο αυτό αφορούν την εξασφάλιση ότι η διαμόρφωση των νέων κτιρίων ή η ανακαίνιση των υφισταμένων θα πρέπει να γίνεται με στόχο την επωφελέστερη χρήση των ηλιακών ακτίνων<sup>8</sup>. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές αυτές είναι εν γένει τοπικής προέλευσης, φιλικά προς το περιβάλλον και υπάρχουν σε ιδιαίτερη αφθονία στον ελλαδικό χώρο (τσιμέντο, πλίνθος, κεραμικό, πέτρα και ξυλεία). Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και υλικά προηγμένης τεχνολογίας (κατεργασμένα ελαστικά) αλλά αυτή η πρακτική δεν είναι συνήθης μια κι αντίκειται στις αρχές της οικολογικής δόμησης<sup>9</sup>. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές ενσωματωμένες

7. ΚΑΠΕ/Τμήμα. *Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων: Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα*. Αθήνα, Σεπτέμβριος 1998, σ.12-15.

8. Σημανιώνη Μ.: *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον*. Αθήνα, 2002.

9. Tyler G. Miller: *Βιώνοντας στο Περιβάλλον. Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*. Αθήνα, 1999, σ.149-155.

στο κέλυφος του κτιρίου. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα επιτρέπουν έτσι τη σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους για τη θέρμανση των κτιρίων βελτιώνοντας τη θερμική άνεση των ενοίκων τους, βασιζόμενα:

στη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και τη μετατροπή της σε επωφελή, στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας, στη διατήρηση της θερμότητας στο κτίριο, και τελικά, στη διανομή της θερμότητας.

Η κατασκευή ενός τέτοιου κτιρίου πρέπει να είναι όσο το δυνατόν συμπαγής και με χρησιμοποίηση στους τοίχους υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας, να προσανατολίζεται στην αποδοτικότητα της άμεσης αποθήκευσης μέσω γυάλινων συλλεκτικών επιφανειών (υαλοπίνακες) στο εξωτερικό κέλυφος του κατάλληλα τοποθετημένων, ώστε να προσλαμβάνουν τα μέγιστα ποσά ενέργειας πριν από το μεσημέρι. Η απόδοση του συστήματος ενισχύεται με τη χρήση κατάλληλης μόνωσης και μέσω του θερμοκηπίου (προσαρτημένος ηλιακός χώρος με μια ή και τις τρεις πλευρές του καλυμμένες με γυαλί). Η ανανέωση του αέρα είναι απαραίτητη για την αποβολή του στάσιμου αέρα, των οσμών και τη διατήρηση ικανοποιητικών επιπέδων οξυγόνου και υγρασίας κι επιτυγχάνεται σήμερα μέσω κατάλληλου συνδυασμού παθητικών ηλιακών συστημάτων με συμβατικούς κυκλοφορητές<sup>10</sup>.

### 2.2.2. Παραγόμενη ενέργεια με χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων

Ο συνδυασμός του γεωγραφικού πλάτους της Ελλάδας και της υψηλής ηλιοφάνειας που παρατηρείται, έχει ως αποτέλεσμα να προσπίπτουν ημερησίως κατά μέσο όρο 4.3 KWh ηλιακής ενέργειας σε κάθε τετραγωνικό μέτρο οριζόντιας επιφάνειάς της. Ο σχεδιασμός λοιπόν των κτιρίων βάσει των αρχών της βιοκλιματικής και με την κατάλληλη χρήση των απαραίτητων παθητικών συστημάτων, μπορεί να οδηγήσει στην επίτευξη μιας κάλυψης του θερμικού φορτίου των χώρων τους, που κυμαίνεται μεταξύ του 40 και 60% για τις πιο κύριες περιοχές της χώρας, φθάνοντας και το 90% στις πιο ζεστές<sup>11</sup>.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 εμφανίστηκαν αρκετές δεκάδες βιοκλιματικών κτιρίων κυρίως στην περιοχή της Αθήνας, της Θεσσαλονίκης και της Κρήτης. Την εποχή εκείνη, παρά την έλλειψη οργανωμένου θεσμικού πλαισίου, οι εφαρμογές αυτές αναπτύχθηκαν ως αποτέλεσμα επαγγελματικής πρωτοβουλίας μηχανικών, που μέσα από την συζήτηση της ποιότητας στον οικολογικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό προσέγγισαν κι εφαρμόσαν στις μελέτες τους τη βιοκλιματική λογική. Επίσης, ήταν αποτέλεσμα πρωτοβουλίας ερευνητικών και κυβερνητικών κέντρων που υποστήριξαν χρηματοδοτικά την προσπάθεια αυτή<sup>12</sup>.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αν και είναι πραγματικότητα για τις ευρωπαϊκές χώρες εδώ και δεκαετίες, στην Ελλάδα μόλις πρόσφατα απέκτησαν το θεσμικό τους πλαίσιο με την έγκριση από τη Βουλή του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού (Γ.Ο.Κ.).

10. Παναγόπουλος Ε.: *Η πράσινη αρχιτεκτονική. Εφημ. ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ*, 3 Ιουνίου 2000, σ.10.

11. ΚΑΠΕ/Τμήμα Παθητικών και Υβριδικών Ηλιακών Συστημάτων: *Παθητικά Ηλιακά Συστήματα. Αθήνα, Σεπτέμβριος 1998*, σ.13-15.

12. Γεωργιάδου Ε.: *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης. Θεσσαλονίκη, 1996*, σ.161.

Το νέο θεσμικό πλαίσιο με βάση προεδρικό διάταγμα για εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιστικό τομέα αποτελεί πλαίσιο μέτρων αιφύρου σχεδιασμού σε συνδυασμό με κατάλληλα μέτρα - κίνητρα, εφαρμογή επιδεικτικών - πιλοτικών προγραμμάτων σε επίπεδο οικισμών και μεμονωμένων κτιρίων και σχεδίων πολιτικής με την ανάληψη δεσμεύσεων και αντίστοιχων δράσεων. Θεσπίστηκαν επίσης οι κατάλληλες ρυθμίσεις που αφορούν υφιστάμενα και νεοανεγειρόμενα κτίρια όλων των κατηγοριών και χρήσεων και ιδιαίτερα αυτών του ευρύτερου δημόσιου φορέα, που θα αποτελέσουν και τον τομέα «πιλότο» της νέας ενεργειακής πολιτικής. Σήμερα, η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των καθαρών τεχνολογιών στη δόμηση των κτιρίων αποτελεί έναν από τους κύριους στόχους των μέτρων εθνικής πολιτικής για μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων και προστασίας του περιβάλλοντος.

Στα πλαίσια αυτά εκπονήθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.), αρχές του 1996 το σχέδιο δράσης «Ενέργεια 2001», από ομάδες εξειδικευμένων επιστημόνων και εκπροσώπους κλαδικών και ερευνητικών φορέων (Κ.Α.Π.Ε.), το οποίο είναι ένα συνολικό σχέδιο στρατηγικής για την εφαρμογή συστημάτων και τεχνικών που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιστικό τομέα. Το σχέδιο αυτό εξειδικεύει τα μέτρα που συμπεριλαμβάνονται στο Ελληνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Μεταβολή για τα κτίρια του οικιακού, εμπορικού και τριτογενούς τομέα μέσω πολιτικής κινήτρων, εφαρμόζοντας το άρθρο 6 του ν.1512/85 κι εναρμονίζοντας την ελληνική νομοθεσία στην κοινοτική οδηγία 93/76/ΕΟΚ (Σταθεροποίηση και περιορισμός των εκπομπών CO<sub>2</sub> με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων)<sup>13</sup>.

Ως άμεσο αποτέλεσμα των παραπάνω μέτρων είναι το γεγονός, ότι έχουν τεθεί σε λειτουργία και αποδίδουν ενεργειακά στα πλαίσια του Ηλιακού Χωριού (Παρ. 2.1.2.) σύγχρονα παθητικά ηλιακά συστήματα σε συνδυασμό με αντίστοιχα ενεργητικά, ενώ πλήθος άλλων βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Όλα τα νέα δημόσια κτίρια σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με βάση τα νέα θεσμικά πλαίσια περί ορθολογικής εκμετάλλευσης της ενέργειας συμπεριλαμβάνοντας στην αρχιτεκτονική τους πλήθος παθητικών δομικών συστημάτων. Το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ προωθεί την ανακατασκευή παλαιού βιομηχανικού κτιρίου στον Ελαιώνα σε πρότυπο «Οικολογικό Κτίριο» για τη στέγαση των κεντρικών υπηρεσιών του και των εποπτευόμενων από αυτό Οργανισμών. Επίσης, ολοκληρώνονται δύο νέα Δημόσια κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης στη Θήβα και τη Μενεμένη, ενώ ανακατασκευάζονται αρκετές παλαιές προσφυγικές πολυκατοικίες με όρους καθαρών τεχνολογιών δόμησης. Μεγάλο πλήθος ιδιωτών έχει αρχίσει τελευταία να δραστηριοποιείται απαιτώντας την κατασκευή αυτόνομων ενεργειακά κατασκευών για προσωπική τους χρήση. Ένα αρκετά μεγάλο πλήθος τέτοιων βιοκλιματικών κτιρίων με εμφανή αποτελέσματα ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση παθητικών συστημάτων έχει έντεχνα διαφημιστεί σε αρκετά ελληνικά περιοδικά κι εφημερίδες τα τελευταία δύο χρόνια.

13. Καραβασίλη Μ.: *Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια. Πρακτικά Ημερίδας, Αθήνα, 1997 σ.6-7.*

## 2.3. Φωτοβολταϊκά συστήματα

### 2.3.1. Γενικά στοιχεία

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι ότι μπορεί να μετατραπεί με διάφορους τρόπους σε ηλεκτρική ενέργεια. Η πιο άμεση και αποδοτική μέθοδος μετατροπής είναι αυτή με τη βοήθεια των «ηλιακών κυττάρων» ή φωτοβολταϊκών (Φ/Β) στοιχείων, στηριζόμενη αποκλειστικά στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Κάθε Φ/Β στοιχείο αποτελείται από δύο στρώματα ημιαγώγιμου υλικού, συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση των δύο αυτών στρωμάτων απελευθερώνεται ένα κύμα ηλεκτρονίων παράγοντας συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Επειδή ένα μεμονωμένο ηλιακό κύτταρο παράγει απειροελάχιστη ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος συσπειρώνονται πολλά μαζί σε ένα πάνελ (πλαίσιο) παράγοντας ισχύ 30-100 watt. Η απόδοση των πλαισίων που κυκλοφορούν στην αγορά είναι της τάξης του 11%, οπότε ένα πλαίσιο εκτεινόμενο σε ηλιακή ακτινοβολία  $1\text{kW}/\text{m}^2$  παράγει ηλεκτρική ισχύ ίση με  $0.11\text{kW}$ . Πολλά τέτοια πλαίσια συνδέονται μαζί και αποτελούν μια συστοιχία.

Ένα αυτόνομο Φ/Β σύστημα (Φ/Β σταθμός) αποτελείται από τη Φ/Β συστοιχία τους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας (συνήθως μολύβδου - οξέος) και το σύστημα μετατροπής ισχύος (συνεχές σε εναλλασσόμενο). Εκτός από το αυτόνομο, άλλοι τύποι είναι το διασυνδεδεμένο, όπου το Φ/Β σύστημα συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο, το υβριδικό που λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας (π.χ. γεννήτρια πετρελαίου ή ανεμογεννήτρια) και αυτό της μικρής ισχύος που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία αντλιών ή ανεμιστήρων συνεχούς ρεύματος, καθώς και για την κυκλοφορία του αέρα ή του νερού στους ηλιακούς συλλέκτες.

### 2.3.2. Παραγόμενη ενέργεια με χρήση Φ/Β συστημάτων

Η παγκόσμια ενεργειακή κρίση του 1973 έκανε πολλούς ερευνητές και τεχνολόγους να στραφούν στην κατασκευή και αξιοποίηση του πρώτου ηλιακού κυττάρου. Σήμερα ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ονομαστικής ισχύος  $3\text{KW}$  (επιφάνειας 18 τετραγωνικών μέτρων) μπορεί να παράγει ενέργεια ίση με  $4500\text{KWh}$  για ένα έτος, έχοντας τη δυνατότητα να καλύψει τις ανάγκες μίας τετραμελούς οικογένειας. Οι αναλυτές σήμερα πιστεύουν ότι τα ηλιακά κύτταρα θα μπορούσαν να τροφοδοτήσουν το 17% του παγόσμιου ηλεκτρισμού μέχρι το 2010, όσο και η πυρηνική ενέργεια, με χαμηλότερη δαπάνη όμως και λιγότερους κινδύνους. Τριάντα χρόνια μετά την εισαγωγή του πρώτου Φ/Β στοιχείου η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί έντονα τις εφαρμογές Φ/Β στοιχείων. Στη Γερμανία υπάρχει έντονη δραστηριοποίηση μια και η χώρα επιδιώκει να απαγκιστρωθεί από την πυρηνική ενέργεια προσφέροντας οικονομικά κίνητρα ακόμη και για οικιακή χρήση. Στην Ολλανδία μια ολόκληρη συνοικία 500 οικιών (Nieuwland/Amersfoort) καλύπτεται ενεργειακά από Φ/Β σταθμούς, εξοικονομώντας τεράστια ποσά ενέργειας. Η Ελλάδα διαθέτει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό για την ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Παρά την άφθονη ηλιοφάνεια που επικρατεί σε πολλά μέρη της χώρας μόλις τα τελευταία χρόνια άρχισαν να παρουσιάζονται ρυθμοί αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος κατά  $40\text{KW}$  ετησίως.

**Δρ Βασιλική Δ. ΔΕΛΗΘΕΟΥ**

## **Το νομικό καθεστώς προστασίας ξένων κεφαλαίων και επενδύσεων αναπτυξιακού χαρακτήρα στην Ελλάδα**

Αθήναι, 1996

Έχουν εγκατασταθεί τα τελευταία χρόνια στον ελλαδικό χώρο αρκετά αυτόνομα Φ/Β συστήματα, εξυπηρετώντας άριστα ξενοδοχεία, νοσοκομεία, σχολεία, αλλά και μεμονωμένες κατοικίες. Παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής αποτελεί το Φ/Β σύστημα ισχύος 65KW που εγκαταστάθηκε το 1996 στο ξενοδοχείο Elounda Island Villas της Κρήτης. Στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.) Ηρακλείου Κρήτης έχει οργανωθεί Φ/Β πάρκο, ενώ το Πολυτεχνείο Κρήτης ανέπτυξε σε συνεργασία με το Τ.Ε.Ι. Χανίων υβριδικό Φ/Β σύστημα ισχύος 1.5KW για λογριασμό των Ραδιοτηλεοπτικών Επιχειρήσεων «Ίκαρος» στην Κρήτη. Ιδιαίτερης σημασίας είναι το έντονο ενδιαφέρον που παρουσιάζεται τα τελευταία τρία χρόνια από πλευράς εγχώριων ιδιωτών για ανάπτυξη αυτόνομων Φ/Β σταθμών σε μεγάλες βιοτεχνίες και ξενοδοχεία.

Ιδιαίτερα αξιόλογες είναι και οι προσπάθειες ανάπτυξης Φ/Β συστημάτων από Δημοτικές Επιχειρήσεις (π.χ. Δήμου Μυτιλήνης με συνολική ισχύ 8KW στα πλαίσια των Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων Ενέργειας), αλλά και οικολογικές οργανώσεις (ΑΡΚΤΟΥΡΟΥ στο Νυμφαίο Φλώρινας, συνολικής ισχύος 10KW στα πλαίσια των Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων Ενέργειας)<sup>14</sup>.

Φ/Β συστήματα με μεγάλη εγκατεστημένη ισχύ έχει αποδειχθεί ότι μπορούν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες ολόκληρων οικισμών. Το Φ/Β πάρκο της Κύθνου, με μέγιστη δυνατότητα 100KW αποτελούμενο από 860 Φ/Β πλαίσια, εγκαταστάθηκε από τη Δ.Ε.Η. σε συνεργασία με το Κ.Α.Π.Ε. και τον Δήμο της περιοχής, ώστε να λειτουργεί σε συνδυασμό με αιολικό πάρκο, μειώνοντας τη κατανάλωση ρεύματος από ορυκτά καύσιμα.

Τα μεγαλύτερα Φ/Β συστήματα έως και σήμερα ανήκουν στη Δ.Ε.Η. (συνολικής ισχύος περίπου 400KW) και στον Ο.Τ.Ε. (συνολικής ισχύος περίπου 100KW). Τα περισσότερα από αυτά άρχισαν να εγκαθίστανται από τη δεκαετία του 1990 συνχρηματοδοτούμενα σε μεγάλο ποσοστό από την Ε.Ε.. Το τελευταίο μεγάλης ισχύος Φ/Β σύστημα (60KW) εγκαταστάθηκε από τη Δ.Ε.Η. το 1999 στη Σίφνο στα πλαίσια του Κοινοτικού Προγράμματος THERMIE. Υπολογίζεται, με βάση το πενταετές αναπτυξιακό πρόγραμμα της επιχείρησης, ότι μέχρι το 2004 θα έχει εγκαταστήσει η Δ.Ε.Η. κι άλλους Φ/Β σταθμούς σε νησιωτικές περιοχές.

Είναι αξιοσημείωτο ότι Φ/Β συστήματα έχουν εγκατασταθεί σε καταφύγια, σταθμούς δασοπυρόσβεσης, φάρους ναυτιλίας, ενώ μικρότερης ισχύος συστήματα ηλεκτροδοτούν τηλεφωνικούς θαλάμους, πινακίδες πληροφοριών αλλά και μηχανές έκδοσης εισιτηρίων.

Συνεχίζεται

<sup>14</sup> ΚΑΠΕ/Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων: Φωτοβολταϊκά Συστήματα. Αθήνα, Σεπτέμβριος 1998, σ.5-14.