

ΚΡΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Ηλίας Γ. Δούλος

Μηχανολόγος Μηχανικός, MSc «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

Νίκος Μ. Κατσουλάκος

Μηχανολόγος Μηχανικός, MSc «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

1. Εισαγωγή

Τα ενεργειακά θέματα αποτελούν εδώ και αρκετά χρόνια κυρίαρχο αντικείμενο συζήτησης σε πολιτικό, επιστημονικό και κοινωνικό επίπεδο. Είναι επίσης γνωστή η άμεση σχέση ενέργειας-περιβάλλοντος, αφού ο κυρίαρχος τρόπος παραγωγής ενέργειας, ο οποίος βασίζεται στην καύση ορυκτών καυσίμων, συνεπάγεται έκλυση αερίων ρύπων, αλλά και εντατικοποίηση χρήσης φυσικών πόρων. Η ενέργεια επέχει πρωτεύοντα ρόλο στην αναπτυξιακή διαδικασία, αφού δεν νοείται στρατηγική ανάπτυξης χωρίς εξασφάλιση ενεργειακής επάρκειας.

Ιδιαίτερο ρόλο στο ενεργειακό πεδίο επέχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μέσω αυτών των πηγών ενέργειας είτε επιτυγχάνεται παραγωγή ενέργειας απαλλαγμένη από δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις, είτε οι δυσμενείς επιπτώσεις της ενεργειακής παραγωγής ισοσκελίζονται από τις θετικές επιδράσεις κατά τη δημιουργία της ίδιας της πηγής ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν σημαντική ελπίδα για το μέλλον του πλανήτη, αφού, παρά τους αντικειμενικούς περιορισμούς στην απόδοσή τους, μπορούν να συντελέσουν στη μείωση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την παραγωγή ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν έμπρακτη από-

δειξη της σύζευξης του διπόλου περιβάλλον-ανάπτυξη, του οποίου οι συνιστώσες συχνά θεωρούνται αντιφατικές.

Μία σημαντική εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα, που παράγουν ηλεκτρισμό απορροφώντας ηλιακή ακτινοβολία. Ιδιαίτερα αποδοτική είναι η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας σε εφαρμογές χαμηλής ισχύος, όπως λ.χ. στον οικιακό τομέα. Δεδομένου ότι στον οικιακό τομέα καταναλώνεται πάνω από το 1/3 της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία μπορεί να αποτελέσει μία περιβαλλοντικά φιλική και αποδοτική λύση παραγωγής ηλεκτρισμού στις κατοικίες.

Στην Ελλάδα η μέχρι στιγμής στρατηγική διείσδυσης των Φ/Β συστημάτων στο ενεργειακό σύστημα δεν διευκολύνει τις οικιακές εφαρμογές και τις εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται στρεβλώσεις και αμφιβολίες για την εντέλει αποτελεσματική διάδοση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Η ορθή τακτική διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό σύστημα πρέπει να αποτελεί κεντρική προτεραιότητα, αφού συνεπάγεται ευνοϊκές περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και αύξηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της αξιοπιστίας του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

2. Σύντομη αναφορά σε τεχνικά-τεχνολογικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Όπως ήδη ειπώθηκε, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, κατά το οποίο παράγεται ηλεκτρική τάση όταν ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε κατάλληλα συνδεδεμένα φύλλα υλικού με χαρακτηριστικά ημιαγωγού.¹ Η στοιχειώδης μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού με βάση το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται φωτοβολταϊκό στοιχείο. Πολλά, συνδεδεμένα μεταξύ τους Φ/Β στοιχεία, με τις κατάλληλες καλωδιώσεις, προστατευτικά στοιχεία κ.ο.κ., συναποτελούν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο, το οποίο μπορεί πρακτικά να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται τα Φ/Β στοιχεία είναι το πυρίτιο σε διάφορες μορφές.

Ένα Φ/Β πλαίσιο διαθέτει διάφορα χαρακτηριστικά μεγέθη. Από αυτά ευρύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν η ισχύς αιχμής και ο βαθμός απόδοσης. Ως ι-

1. Ως ημιαγωγοί χαρακτηρίζονται τα υλικά που υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις αποτελούν καλούς αγωγούς του ηλεκτρικού ρεύματος.

σχύς αιχμής ορίζεται η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να παραχθεί από το φωτοβολταϊκό πλαίσιο, υπό πρότυπες συνθήκες ελέγχου. Η ισχύς αιχμής παίρνει διάφορες τιμές αναλόγως του μεγέθους του πλαισίου και του αριθμού των φωτοβολταϊκών στοιχείων που το συνιστούν. Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της προσπίπτουσας σε ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο ενέργειας που τελικώς μετατρέπεται σε ηλεκτρική και κυμαίνεται κατά μέσο όρο στο 12% περίπου. Ο χαμηλός βαθμός απόδοσης αποτελεί και το αδύνατο σημείο της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Μία σημαντική διάκριση των Φ/Β συστημάτων γίνεται ανάλογα με τη σύνδεσή τους ή όχι με το δίκτυο μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, διακρίνουμε τα αυτόνομα (off-grid) συστήματα, τα οποία λειτουργούν ανεξάρτητα και δεν έχουν καμία διασύνδεση με το δίκτυο μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και τα διασυνδεδεμένα (on-grid) συστήματα, τα οποία συνδέονται με το δίκτυο μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Πρακτικά τα off-grid συστήματα χρησιμοποιούνται για να ηλεκτροδοτηθούν εφαρμογές μακριά από το ηλεκτρικό δίκτυο ή σε περιπτώσεις όπου επιθυμείται πλήρης αυτονομία από αυτό (εξοχική κατοικία, φάρος, φωτιστικό δρόμου ή πάρκου κ.ο.κ.). Τα on-grid συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτροδότηση μίας π.χ. κατοικίας, και τυχόν αυξημένη ζήτηση να καλύπτεται από το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο, ή χρησιμεύουν ως παραγωγοί ενέργειας που διοχετεύουν τον παραγόμενο ηλεκτρισμό στο δίκτυο.

3. Βασικά χαρακτηριστικά υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου – Πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών σταθμών

Με δεδομένη την εξελισσόμενη οικονομική και ενεργειακή κρίση, οι ΑΠΕ και η εξοικονόμηση ενέργειας καλούνται να αποτελέσουν το εφελτήριο για τη μεταστροφή του υφιστάμενου αναπτυξιακού μοντέλου, το οποίο εσφαλμένα συνδέει την ενεργειακή επαύξηση και υπερκατανάλωση με την οικονομική ευμάρεια και το υψηλό βιοτικό επίπεδο.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, αναγνωρίζοντας ότι οι ΑΠΕ αποτελούν φυσικό διαθέσιμο, το οποίο συμβάλλει στην απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και στην τόνωση της τοπικής και περιφερειακής ανάπτυξης, ενώ ταυτόχρονα δεν απειλεί το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '90 προχώρησε στη διατύπωση βασικών αρχών για την προώθησή τους (Πράσινη Βίβλος, Λευκή Βίβλος, Οδηγία 2001/77/ΕΚ).

Στην Ελλάδα ο νόμος που άλλαξε σημαντικά το τοπίο αναφορικά με την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, επιχειρώντας να δώσει ισχυρά οικονομικά κίνητρα για την ανάπτυξή τους, ήταν ο ν. 2244/94. Ο ν. 2244/94, αποσκοπώντας στην αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο παρείχε τη δυνατότητα παραγωγής και διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ανεξάρτητους παραγωγούς, εφόσον οι τελευταίοι χρησιμοποιούν ΑΠΕ, επέβαλε στη ΔΕΗ να αγοράζει την παραπάνω ενέργεια, ενώ ταυτόχρονα προσέφερε ιδιαίτερα ελκυστικές και σχετικά σταθερές τιμές, αλλά και σταθερό επιχειρησιακό περιβάλλον, στους ανεξάρτητους παραγωγούς.

Τη δημοσίευση του παραπάνω νόμου ακολούθησε μια σειρά νομοθετικών πράξεων οι οποίες ρύθμιζαν θέματα ενεργειακής πολιτικής (ν. 2773/99), απλοποιούσαν τις διαδικασίες αδειοδότησης ΑΠΕ (ν. 2941/01) και καθόριζαν τους γενικούς τεχνικούς και οικονομικούς όρους των συμβάσεων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ (σειρά Υ.Α.).

Σήμερα τα θέματα που αφορούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ καθώς και τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης καλύπτονται από τις διατάξεις του ν. 3468/06. Με τον συγκεκριμένο νόμο αφενός μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/ΕΚ για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας», αφετέρου προωθείται κατά προτεραιότητα στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και η συμπαραγωγή.

Με βάση τις διατάξεις του εν λόγω νόμου:

α) Καθορίζονται με σαφήνεια οι εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, οι υβριδικές εγκαταστάσεις καθώς και οι σταθμοί Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ). Επιπλέον, οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνονται σε αυτόνομους, όταν δηλαδή ο σταθμός δεν είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο, σε αυτοπαραγωγούς, όταν ο παραγωγός χρησιμοποιεί την παραγόμενη ενέργεια κυρίως για προσωπική του χρήση και το πλεόνασμα το διαθέτει στο δίκτυο, και σε παραγωγούς, όταν το σύνολο της ενέργειας διοχετεύεται στο δίκτυο.

β) Καθορίζονται οι διαδικασίες αδειοδότησης παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και μονάδων συμπαραγωγής.

γ) Προσδιορίζεται ο τρόπος ένταξης στο δίκτυο αυτών των μονάδων παραγωγής ενέργειας. Η διαδικασία ένταξης στο ηπειρωτικό σύστημα καθορίζεται από τον ΔΕΣΜΗΕ, ενώ η διαδικασία για το νησιωτικό σύστημα καθορίζεται από τη ΔΕΗ.

δ) Προσδιορίζεται η διάθεση και η τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής

ενέργειας. Η τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί κομβικό τμήμα του νόμου, αφού αποτελεί το βασικό κίνητρο για την εγκατάσταση τέτοιων σταθμών παραγωγής ενέργειας (λ.χ. η παραγόμενη ηλεκτρική kWh από Φ/Β σταθμούς κοστολογείται κατά μέσο όρο προς 0,40-0,50 €).

Επιπλέον, ο εν λόγω νόμος προέβλεπε την έγκριση ενός φιλόδοξου προγράμματος εγκατάστασης Φ/Β σταθμών, σύμφωνα με το οποίο μέχρι το τέλος του 2020 στην ελληνική επικράτεια θα είχαν εγκατασταθεί Φ/Β σταθμοί συνολικής ονομαστικής ισχύος 790 MWp (η ισχύς των 590 MWp επιμερίζεται σε σταθμούς που συνδέονται με το Σύστημα, απευθείας ή μέσω δικτύου, ενώ η ισχύς των 200 MWp επιμερίζεται σε σταθμούς που συνδέονται στο δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών). Μάλιστα η πρώτη φάση του παραπάνω προγράμματος θα ολοκληρωνόταν στο τέλος του 2009 με την αδειοδότηση έως και του 90% της συνολικής ισχύος του προγράμματος.

Το παραπάνω πρόγραμμα ανάπτυξης Φ/Β σταθμών, προκειμένου να υλοποιηθεί επιτυχώς, συνοδεύτηκε: α) από έναν αριθμό υπουργικών αποφάσεων αναφορικά με τις διαδικασίες αδειοδότησης καθώς και με τις διαδικασίες εκτίμησης και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, β) από τις διαδικασίες προώθησης του ειδικού χωροταξικού πλαισίου για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και γ) από αυξημένα οικονομικά κίνητρα (υψηλή τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας). Επιπλέον των προηγούμενων, τα επενδυτικά σχέδια παραγωγής ηλεκτρισμού από ήπιες μορφές ενέργειας (αιολική, ηλιακή, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, βιομάζα) υπάγονται στις διατάξεις του ν. 3229/2004 («Κίνητρα ιδιωτικών επενδύσεων για την οικονομική ανάπτυξη και την περιφερειακή σύγκλιση»).

Ο ανωτέρω νόμος, σκοπός του οποίου είναι να είναι να ενισχύσει την επιχειρηματικότητα, να βελτιώσει την ανταγωνιστικότητα και εν γένει να δημιουργήσει κίνητρα για επενδύσεις που αφορούν στην προστασία του περιβάλλοντος και στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθορίζει σε γενικές γραμμές:

1) Τα τέσσερα είδη ενισχύσεων στα οποία υπάγονται τα επενδυτικά σχέδια. Οι ενισχύσεις έχουν τη μορφή: α) επιχορήγησης, β) επιδότησης χρηματοδοτικής μίσθωσης, γ) φορολογικής απαλλαγής, και δ) επιδότησης κόστους δημιουργούμενης απασχόλησης.

2) Τις περιοχές εφαρμογής των ενισχύσεων. Για την εφαρμογή των διατάξεων του παρόντος νόμου η Ελλάδα κατανέμεται σε τρεις περιοχές.

3) Τα υπαγόμενα επενδυτικά σχέδια. Τα επενδυτικά σχέδια ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες και ενισχύονται εφόσον ικανοποιούν μία τουλάχιστον από τις παρακάτω προϋποθέσεις: α) δημιουργία νέας μονάδας, β) επέκταση υπάρχουσας μονάδας, γ) διαφοροποίηση της παραγωγής μιας μονάδας προς νέα πρόσθετα προϊόντα, και δ) αλλαγή στη συνολική παραγωγική διαδικασία υπάρχουσας μονάδας.

4) Τα ποσοστά των παρεχόμενων ενισχύσεων, τα οποία προσδιορίζονται βάσει της κατηγορίας της επένδυσης, της περιοχής εφαρμογής των ενισχύσεων και του μεγέθους της επιχείρησης που θα πραγματοποιήσει την επένδυση.

5) Τις προϋποθέσεις και τα κριτήρια για τη χορήγηση των ενισχύσεων. Στις ενισχύσεις του ανωτέρω νόμου υπάγονται επενδυτικά σχέδια τα οποία υπερβαίνουν τουλάχιστον τα 500.000 € για μεγάλες επιχειρήσεις, ενώ για πολύ μικρές επιχειρήσεις το ποσό αυτό θα πρέπει να φτάνει τουλάχιστον τα 100.000 €. Το ποσοστό της ίδιας συμμετοχής του επενδυτή δεν μπορεί να είναι μικρότερο του 25% των ενισχυόμενων δαπανών. Το υπόλοιπο ποσό καλύπτεται με τραπεζικό δανεισμό τετραετούς τουλάχιστον διάρκειας.

Παρ' όλα αυτά, ο ελλιπής σχεδιασμός οδήγησε το ΥΠΑΝ στις 24/03/2008 να αναστείλει την υποβολή αιτήσεων για λήψη άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς, ενώ μέχρι και σήμερα το προαναφερθέν πρόγραμμα τελεί υπό αναθεώρηση.

Επιπλέον, σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, το 2007 εγκαταστάθηκαν συνολικά 2,5 MW φωτοβολταϊκών, νούμερο εξαιρετικά μικρό σε σχέση με τις αιτήσεις που κατατέθηκαν αλλά και με τις επιδόσεις άλλων κρατών, ενώ εξαιρετικά απογοητευτική είναι και η διείσδυση των φωτοβολταϊκών σε ιδιωτικές οικίες.

4. Εντοπισμός των προβλημάτων και των στρεβλώσεων που έχει επιφέρει το ισχύον θεσμικό πλαίσιο

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, με βάση το ν. 3468/2006 και τον αναπτυξιακό ν. 3522/2006, για πρώτη φορά στην Ελλάδα δίνονται κίνητρα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και άλλων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και θετικό. Όμως υπάρχουν ορισμένα σημαντικά μειονεκτήματα, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε μη ικανοποιητικά αποτελέσματα διάδοσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη χώρας μας.

Συγκεκριμένα, η επιδότηση του κόστους εγκατάστασης ενός Φ/Β συστήματος προβλέπεται μόνο στην περίπτωση που το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται για την πώληση ρεύματος στη ΔΕΗ και όταν το κόστος της επένδυσης είναι τουλάχιστον 100.000 €. Αυτό και μόνο το γεγονός δεν διευκολύνει οικονομικά τις μικρές εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων και, ενώ προωθεί την επιχειρηματικότητα στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δεν συντελεί στη διάδοσή τους

σε απλές εφαρμογές και στην καθημερινότητα των πολιτών. Επιπλέον, η τιμή αγοράς κάθε κιλοβατώρας ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ένα Φ/Β σύστημα τιμολογείται κατ' ελάχιστον με 0,40 €, η οποία, συνδυαζόμενη με την επιδότηση του αναπτυξιακού νόμου, καθιστά πολύ αποδοτική οικονομικά την εγκατάσταση ενός Φ/Β σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που στοχεύει στην πώληση της παραγόμενης ενέργειας στη ΔΕΗ. Συνεπώς, παρατηρούμε ότι η βάση για την προώθηση των Φ/Β συστημάτων ενέργειας είναι η ανάπτυξη της επιχειρηματικότητας στον συγκεκριμένο τομέα. Η αξία των συστημάτων αυτών ως προς την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ορυκτά καύσιμα χάνεται ουσιαστικά μπροστά στον ανταγωνισμό των εταιρειών πώλησης Φ/Β πλαισίων, ο οποίος προκύπτει από την καθαρά εμπορευματική και επιχειρηματική αντιμετώπιση του θέματος.

Όμως αυτή ακριβώς η θεμελίωση της τακτικής της διάδοσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και ιδίως των Φ/Β συστημάτων, στην επιχειρηματικότητα είναι μονοδιάστατη και δημιουργεί στρεβλώσεις, ενώ παράλληλα έχει ιδιαίτερα υψηλό κόστος. Έτσι, λόγω του ελκυστικού επιχειρηματικού περιβάλλοντος που δημιουργείται και των ιδιαίτερα υψηλών τιμών αγοράς ενέργειας από τη ΔΕΗ και των σημαντικών επιδοτήσεων, δεν πρέπει να διστάσουμε να διαπιστώσουμε ότι οι επενδύσεις σε Φ/Β συστήματα έχουν λάβει χαρακτήρα ενός νέου «Ελντοράντο», και πολλοί θεωρούν ότι ανακάλυψαν έναν εύκολο τρόπο πλουτισμού και αξιοποίησης οικοπέδων και αγροτεμαχίων που δεν απέφεραν οφέλη.²

Λόγω του ευνοϊκού επιχειρηματικού κλίματος, η μέση κοινωνική συνείδηση δεν προσανατολίζεται στην κατανόηση της ιδιαίτερης περιβαλλοντικής αξίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και παραμένει σε απόσταση από αυτές, αφού προσφέρονται μόνο για οικονομική εκμετάλλευση και όχι για εγκατάσταση σε οικιακές, καθημερινές εφαρμογές. Όμως μία σωστά σχεδιασμένη ενεργειακή πολιτική πρέπει να βασίζεται στον προσανατολισμό των πολιτών σε τακτικές εξοικονόμησης ενέργειας και εξοικείωσης με τις νέες τεχνολογίες και τους «καθαρούς» τρόπους παραγωγής ενέργειας. Όταν τα Φ/Β συστήματα βρίσκονται μακριά από την καθημερινότητα και αποτελούν πυρήνα επιχειρηματικών σχεδιασμών, είναι αμφίβολο αν τα εκατοντάδες MW που θα εγκαταστα-

2. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα που αναφέρεται στην ιστοσελίδα του Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών (www.helapco.gr) και αφορά στην οικονομική αξιολόγηση επένδυσης εγκατάστασης Φ/Β συστήματος 100 kW. Προκύπτει ότι με οριζόντια εικοσαετίας τα κέρδη ανέρχονται σε 526.000 €. Προσεγγίσεις όπως το εν λόγω παράδειγμα υποδεικνύουν την κερδοσκοπική και εμπορευματική λογική που έχει επικρατήσει στο χώρο των Φ/Β συστημάτων.

θούν μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από τα ορυκτά καύσιμα. Αποτελεί αναμφίβολα στρέβλωση η περισσότερο αποδοτική οικονομικά τακτική να είναι η εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος σε μία π.χ. εξοχική κατοικία, η πώληση της ενέργειας που παράγεται στη ΔΕΗ και η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων της κατοικίας.

Τέλος, το κόστος για την υλοποίηση της εγκατάστασης των 790 MWp και της αγοράς της ενέργειας που θα παράγεται σε ορίζοντα εικοσαετίας είναι ιδιαίτερα υψηλό, και δημιουργούνται εύλογες ανησυχίες εάν θα υπάρχουν αντίστοιχα περιβαλλοντικά οφέλη και σημαντική ελάφρυνση του ενεργειακού συστήματος της χώρας, που σε περιόδους καύσιμα, όπως αυτή του καλοκαιριού του 2007, δοκιμάζεται πολύ σκληρά. Θα προσπαθήσουμε να εκτιμήσουμε το κόστος με βάση το νομικό πλαίσιο που ισχύει. Υποθέτουμε ως βάση υπολογισμών τα παρακάτω βασικά μεγέθη, τα οποία έχουν προκύψει από οικονομοτεχνική μελέτη:

- Ισχύς που πρόκειται να εγκατασταθεί: 800 MW.
- Κόστος εγκατάστασης ανά MWp: 6.000.000 €.
- Μέσος όρος επιδότησης εγκατάστασης ανά την επικράτεια: 30% επί του κόστους.

- Μέσος όρος ετησίως παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανά MWp εγκατεστημένης φωτοβολταϊκής ισχύος: 1.000.000 kWh.

- Μέσος όρος τιμής αγοράς ανά παραγόμενη κιλοβατώρα ηλεκτρικής ενέργειας: 0,40 €.

- Μέσος όρος εξοικονομούμενης ποσότητας CO₂ ανά παραγόμενη κιλοβατώρα από Φ/Β σταθμούς: 1 kg.

Με βάση τα παραπάνω βασικά μεγέθη προκύπτουν τα ακόλουθα στοιχεία:

- Κόστος που απαιτείται για επιδότηση εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος 800 MW: 1.440.000.000 €.

- Κόστος αγοράς παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος: 320.000.000 €.

- Κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με ορίζοντα εικοσαετίας (μην υπολογίζοντας αυξήσεις στην τιμή που προβλέπονται από το νόμο): 6.400.000.000 €.

- Συνολικό κόστος με ορίζοντα εικοσαετίας: 7.840.000.000 €.

- Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στη διάρκεια της εικοσαετίας: 16.000.000.000 kWh.

- Ανηγμένο κόστος ανά παραγόμενη κιλοβατώρα με ορίζοντα εικοσαετίας: 0,49 €/kWh.

- Εξοικονομούμενη ποσότητα CO₂ στη διάρκεια της εικοσαετίας: 16.000.000 τόνοι.

- Ανηγμένο κόστος ανά τόνο εξοικονομούμενου CO₂ με ορίζοντα εικοσαετίας: 490 €/τόνο.

Έχοντας ως οδηγό τις παραπάνω εκτιμήσεις (κόστος επιδότησης, κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια κ.λπ.), οι οποίες προέκυψαν έχοντας οι υπογράφωντες ως βάση τη φιλοσοφία του επενδυτικού νόμου όπως αυτός διατυπώνεται «σήμερα», είναι δυνατόν να διατυπωθεί ένα εναλλακτικό σενάριο σχετικά με τις πολιτικές προώθησης των Φ/Β συστημάτων και να γίνουν και οι ανάλογες ποσοτικές συγκρίσεις μεταξύ των διαφορετικών λύσεων.

4.1. Εναλλακτικό σενάριο

Το σενάριο που μπορεί να διατυπωθεί είναι αυτό της διάδοσης των Φ/Β συστημάτων μέσω της «αντίστροφης» τακτικής από τη μέχρι τώρα ισχύουσα. Συγκεκριμένα, η διάδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων βασίζεται στην επιδότηση εγκατάστασης συστημάτων για παραγωγή ηλεκτρισμού που θα καλύπτει ανάγκες κατοικιών και επαγγελματικών χώρων. Δεν προβλέπεται αγορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται να ακολουθηθεί το παρακάτω πλαίσιο επιδοτήσεων:

- Για εγκατάσταση Φ/Β συστήματος σε κατοικία μέχρι ισχύος 2 kW: επιδότηση 50%.
- Για εγκατάσταση Φ/Β συστήματος σε κατοικία από 3 έως 10 kW: επιδότηση 25%.
- Για εγκατάσταση Φ/Β συστήματος σε επαγγελματικό χώρο έως 20 kW: επιδότηση 20%.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

- Με επιδότηση 50%, ένα σύστημα του 1 kW κοστίζει περίπου 3.000 € και η απόσβεση της δαπάνης γίνεται σε 2-3 έτη.
- Με επιδότηση 50%, ένα σύστημα των 2 kW κοστίζει περίπου 6.000 € και η απόσβεση της επένδυσης γίνεται σε 2-3 έτη.
- Με επιδότηση 20%, ένα σύστημα των 5 kW κοστίζει περίπου 22.500 € και η απόσβεση της επένδυσης γίνεται σε 5-6 έτη.
- Με επιδότηση 20% ένα σύστημα των 10 kW κοστίζει περίπου 45.000 € και η απόσβεση της επένδυσης γίνεται σε 6-7 έτη.

Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις είναι δυνατή η πλήρης κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων μιας κατοικίας.

Θεωρώντας ότι η διάρκεια ζωής είναι 20 έτη, οι παραπάνω επενδύσεις γίνονται ελκυστικές και οικονομικά αποδοτικές, συνεπώς μπορούμε να προβούμε στην παρακάτω εκτίμηση, λαμβάνοντας υπόψη τα εισοδήματα των νοικοκυριών, όπως αυτά δίνονται από την ΕΣΥΕ:

- 300.000 νοικοκυριά είναι δυνατόν να εγκαταστήσουν συστήματα του 1 kW.
- 500.000 νοικοκυριά είναι δυνατόν να εγκαταστήσουν συστήματα των 2 kW.
- 100.000 νοικοκυριά είναι δυνατόν να εγκαταστήσουν συστήματα των 5 kW.
- 30.000 νοικοκυριά είναι δυνατόν να εγκαταστήσουν συστήματα των 10 kW.

Ως προς τις επαγγελματικές χρήσεις, λαμβάνοντας υπόψη και τα αντίστοιχα στοιχεία της ΕΣΥΕ, μπορούμε να υποθέσουμε ότι:

- 120.000 εμπορικές, βιομηχανικές και άλλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι δυνατό να εγκαταστήσουν συστήματα των 5 kW κατά μέσο όρο.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ:

Με βάση τις εκτιμήσεις που συνοδεύουν το σενάριο, προκύπτει ότι μπορούν να εγκατασταθούν 2700 MW φωτοβολταϊκών συστημάτων. Έτσι, παρατηρούμε τα ακόλουθα:

- Συνολικό κόστος επιδότησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων:
5.820.000.000 €.
- Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια της εικοσαετίας:
54.000.000.000 kWh.
- Ανηγμένο κόστος ανά παραγόμενη κιλοβατώρα με ορίζοντα εικοσαετίας:
0,11 €/kWh.
- Εξοικονομούμενη ποσότητα CO₂ στη διάρκεια της εικοσαετίας:
54.000.000 τόνοι.
- Ανηγμένο κόστος ανά τόνο εξοικονομούμενου CO₂ με ορίζοντα εικοσαετίας: 108 €/τόνο.

4.2. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα - σχόλια

Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του σεναρίου έγκειται στο ότι δίνει κίνητρα σε κάθε πολίτη ώστε να εγκαταστήσει ένα Φ/Β σύστημα στην κατοικία του. Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνεται ευρύτερη διάδοση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας και, επιπλέον, υπάρχει το ιδιαίτερα σημαντικό όφελος της εξοικείωσης μεγάλου αριθμού πολιτών με την εν λόγω τεχνολογία. Εγκαθιστώντας ένα Φ/Β σύστημα σε μία κατοικία, όχι μόνο εξοικονομείται ενέργεια που αλλιώς θα παραγόταν από ορυκτά καύσιμα, αλλά οι κάτοχοι του συστήματος μπαίνουν στη διαδικασία –λόγω και της οικονομικής ωφέλειας– να ακολουθήσουν μία γενικότερη τακτική εξοικονόμησης ενέργειας (λαμπτήρες οικονομίας, συσκευές υψηλής ενεργειακής κλάσης, αποφυγή άσκοπης χρήσης συσκευών και φωτιστικών, χρήση φυσικού αερίου κ.ο.κ.). Έτσι, διαχέεται μια «ενεργειακή παιδεία», της οποίας τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη είναι πολύ σημαντικά. Α-

κόμη, το παρόν σενάριο συνεπάγεται την εγκατάσταση φωτοβολταϊκής ισχύος πέραν της τριπλάσιας από αυτήν που προβλέπεται από τον υπάρχοντα προγραμματισμό και με 25% μικρότερες δαπάνες.

Από την άλλη, η απουσία ελκυστικών επιχειρηματικών προοπτικών, μέσω της μη πρόβλεψης ενίσχυσης Φ/Β σταθμών παραγωγής ενέργειας ενταγμένων στο δίκτυο, αποστερεί από την όλη προσπάθεια ένα σημαντικό τμήμα της δυναμικής της. Η έλλειψη επιχειρηματικών κινήτρων καθιστά αναγκαία την οργανωμένη και αδιάκοπη εκστρατεία ενημέρωσης και προσέλκυσης των πολιτών για συμμετοχή στην προσπάθεια. Τέλος, τυχόν αλλαγές ιδιοκτητών κάποιας κατοικίας, οικογενειακά προβλήματα, φυσικές καταστροφές ή άλλα γεγονότα μπορούν να οδηγήσουν ευκολότερα ένα ποσοστό των οικιακών Φ/Β συστημάτων σε απαξίωση.

Συμπερασματικά, το σενάριο που παρουσιάστηκε παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς την υπάρχουσα τακτική, ιδίως ως προς τη διάδοση των νέων τεχνολογιών και του πνεύματος εξοικονόμησης ενέργειας σε μεγαλύτερο πλήθος πολιτών και της πολύ μεγαλύτερης ισχύος που είναι δυνατόν να εγκατασταθεί. Όμως η πλήρης απουσία επιχειρηματικών προοπτικών μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη ενδιαφέροντος εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων από μια σημαντική μερίδα ενδιαφερομένων.

5. Πρόταση αναδιαμόρφωσης της στρατηγικής ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων

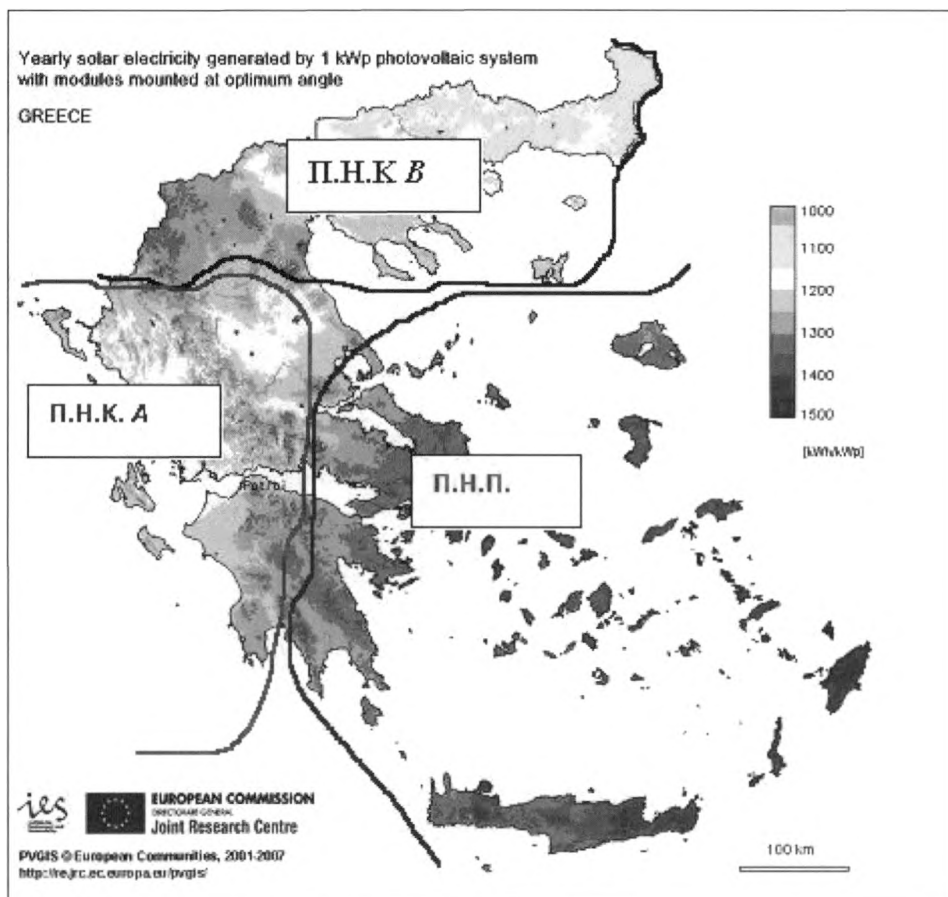
Η Ελλάδα, εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης, είναι μια περιοχή με υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας και προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, γεγονός που καθιστά τη χρήση φωτοβολταϊκών πρόσφορη σε όλη την επικράτεια. Παρ' όλα αυτά, επειδή η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων απαιτεί την κατάληψη χώρου και μάλιστα για χρονικά διαστήματα άνω των είκοσι ετών, θα πρέπει να οριστούν περιοχές προτεραιότητας εγκατάστασης.

Στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ν. 2742/1999) ορίζονται ως περιοχές προτεραιότητας οι γυμνές και άγονες περιοχές σε χαμηλό υψόμετρο τόσο της ηπειρωτικής όσο και της νησιωτικής χώρας. Θα ήταν πιο δόκιμο να καθοριστούν Περιοχές Ηλιακής Προτεραιότητας (ΠΗΠ) και Περιοχές Ηλιακής Καταλληλότητας (ΠΗΚ), κατ' αναλογία με τις Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας και Αιολικής Καταλληλότητας, βάσει του χάρτη που αποδίδει την ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 1 KW.

Θα μπορούσαν να οριστούν μία ΠΗΠ και δύο ΠΗΚ, που αποτυπώνονται στον ακόλουθο χάρτη. Η χωρική σειρά προτεραιότητας για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων θα είναι: 1) ΠΗΠ, 2) ΠΗΚ Α, 3) ΠΗΚ Β.

Χάρτης 2.

Προτεινόμενες περιοχές ηλιακής προτεραιότητας και ηλιακής καταλληλότητας για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, με βάση τις ετήσιες απολαβές ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πλαίσια



Ο αναπτυξιακός νόμος (3299/2004) ενισχύει επενδυτικά σχέδια εταιρειών, θέτοντας μάλιστα ως ελάχιστο ποσό επένδυσης τα 100.000 €, με αποτέλεσμα η ιδιωτική επενδυτική πρωτοβουλία σε επίπεδο φυσικών προσώπων να απαξιώνεται, γεγονός που δεν επιτρέπει σε έναν οικιακό καταναλωτή να εγκαταστήσει

ένα Φ/Β σύστημα ώστε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας του. Κρίνεται όχι απλά σκόπιμο αλλά απαραίτητο να ενισχύεται η ιδιωτική πρωτοβουλία, όταν αυτή αφορά σε μικρές επενδύσεις σχετικές με αυτόνομα Φ/Β συστήματα, χωρίς να είναι απαραίτητη η συμμετοχή του ιδιώτη σε κάποιο νομικό πρόσωπο. Προτείνεται να υπάρχουν τρεις κατηγορίες επενδύσεων προς χρηματοδότηση από τον δημόσιο κορβανά.

1) Οικιακοί καταναλωτές

Η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς προτείνεται να φτάνει τα 10 kW, ισχύς η οποία μπορεί να καλύψει ικανοποιητικά τις ανάγκες μιας μεγάλου μεγέθους κατοικίας. Η επιδότηση, ανεξαρτήτως εισοδήματος, θα είναι της τάξης του 40% της επένδυσης και θα συνοδεύεται από ρήτρα χρήσης της παραγόμενης ενέργειας, δηλαδή ο παραγωγός θα υποχρεούται να καλύπτει τις ανάγκες του –κατ' αρχάς– και μόνο σε περίπτωση περίσσειας θα πωλεί την πλεονάζουσα ενέργεια στη ΔΕΗ προς 0,25 €/kWh. Επιπλέον, όσες αιτήσεις προέρχονται από οικιακούς καταναλωτές θα αντιμετωπίζονται με σειρά προτεραιότητας από τον υπεύθυνο για τις εγκρίσεις φορέα, ανεξαρτήτως αν οι επενδυτές διαμένουν σε κάποια από τις ΠΗΠ ή όχι.

2) Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης

Η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς προτείνεται να κυμαίνεται μεταξύ των 100 kW και του 1 MW. Ενδεικτικά, μία Φ/Β εγκατάσταση της τάξης των 500 kW είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες ενός οικισμού περίπου 800 κατοίκων (τυπική περίπτωση ενός μικρού νησιού με πληθυσμό 200 κατοίκους, ο οποίος κατά τους θερινούς μήνες μπορεί να τετραπλασιάζεται). Η επιδότηση θα φτάνει στο 30% του κόστους της επένδυσης, ενώ, όπως και προηγουμένως, ο παραγωγός ΟΤΑ θα δεσμεύεται με ρήτρα χρήσης. Η βιωσιμότητα της επένδυσης θα εξασφαλίζεται από την πώληση της πλεονάζουσας ενέργειας στη ΔΕΗ προς 0,12 €/kWh και από το γεγονός ότι οι δημότες θα πληρώνουν την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια, η οποία θα προέρχεται από τον Φ/Β σταθμό, στον εκάστοτε ΟΤΑ προς 0,12 €/kWh. Κάτι τέτοιο, βέβαια, προϋποθέτει την ίδρυση Δημοτικών Επιχειρήσεων Εκμετάλλευσης της Ηλιακής Ενέργειας, κατ' αντιστοιχία με τις υφιστάμενες Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης-Αποχέτευσης. Τέλος, προτεραιότητα θα δίνεται στις αιτήσεις των ΟΤΑ που ανήκουν σε ΠΗΠ, και ιδιαίτερα σε απομονωμένα νησιά του Αιγαίου, στα οποία αφενός εξασφαλίζεται η ύπαρξη άγονων περιοχών χαμηλού υψομέτρου, αφετέρου η ηλεκτροδότησή τους στηρίζεται σε ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς που καταναλώνουν ως καύσιμο πετρέλαιο, γεγονός που αποτελεί περιβαλλοντική και οικονομική επιβάρυνση.

3) Μεγάλοι παραγωγοί

Η εγκατεστημένη ισχύς θα κυμαίνεται από 1 MW έως 5 MW. Προκειμένου η επένδυση να ενταχθεί στον επενδυτικό νόμο, θα πρέπει να κατατεθεί από νο-

μικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου (εταιρεία, σύνδεσμο κ.λπ.) και να συνοδεύεται, εκτός από τις απαραίτητες μελέτες και αδειοδοτήσεις, και από στοιχεία τα οποία θα δηλώνουν την εμπειρία, την οικονομική επιφάνεια και τη φερεγγυότητα του επενδυτικού οργανισμού, προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα τυχοδιωκτισμού. Η επιδότηση θα φτάνει στο 20% του κόστους της επένδυσης, ενώ, αντίθετα με τις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, δεν θα υπάρχει ρήτρα χρήσης και ο παραγωγός θα είναι σε θέση να διοχετεύσει όλη την παραγόμενη ενέργεια στο δίκτυο μέσης και υψηλής τάσης της ΔΕΗ προς 0,20 €/kWh. Προτεραιότητα θα δίνεται στις αιτήσεις που αφορούν σε ΠΗΠ, με την προϋπόθεση να πληρούνται τα κριτήρια χωροθέτησης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων όπως αυτά αναφέρονται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ν. 2742/1999).

6. Αντί επιλόγου

Εν ολίγοις, η βιωσιμότητα της διάδοσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας –διάδοση την οποία αφενός επιτάσσουν τα διογκούμενα περιβαλλοντικά προβλήματα και η ανάγκη ενεργειακής απεξάρτησης της χώρας, αφετέρου οι δεσμεύσεις ενώπιον της ΕΕ για την επίτευξη των στόχων του Κιότο– εδράζεται κατά κύριο λόγο στην προώθηση της επιχειρηματικότητας και όχι, όπως θα έπρεπε, στην προσπάθεια να καταστεί σαφές στο ευρύ κοινό το γεγονός ότι οι ΑΠΕ, και συγκεκριμένα τα Φ/Β συστήματα, μπορούν να ενσωματωθούν στην καθημερινότητά του.

Η πρόταση που παρουσιάστηκε στην παρούσα εργασία στοχεύει στο να δώσει κίνητρα στους οικιακούς καταναλωτές και στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων, κάτι που θα έχει ως αποτέλεσμα τη σε βάθος διείσδυση της συγκεκριμένης ανανεώσιμης τεχνολογίας στον οικιακό-κτηριακό τομέα, ενώ, προκειμένου να μην υποσκελιστεί η επιχειρηματικότητα, εξορθολογισμένα κίνητρα θα δίνονται σε μεγάλους, φερέγγυους παραγωγούς, εμποδίζοντας έτσι την εμφάνιση φαινομένων κερδοσκοπίας. Φαινόμενων τα οποία αρχίζουν να γίνονται εμφανή, λαμβάνοντας υπόψη τον μεγάλο αριθμό αιτήσεων για τη δημιουργία μικρών σταθμών παραγωγής (100-200 kW), η ενέργεια των οποίων δεν χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών, αντιθέτως, πωλείται στη ΔΕΗ με μόνο σκοπό το κέρδος. Εξάλλου δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι, αν και η αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας είναι επιθυμητή, θα πρέπει να καλύπτει συγκεκριμένες ανάγκες, και όχι απλά να διοχετεύονται στο δί-

κτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μικρά ποσά ηλεκτρισμού, τα οποία πολλές φορές δεν είναι εύκολο να απορροφηθούν από αυτό.

ΠΗΓΕΣ

- Αντωνόπουλος, Κ. Α. (2001), *Θερμικά-ηλιακά συστήματα. Μέρος Α, Σημειώσεις για το μάθημα της Ηλιακής Ενέργειας, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ.*
- Περδίδης, Σ. Δ. (2007), *Φωτοβολταϊκά συστήματα*, Αθήνα: ΣΕΛΚΑ/4Μ/ΤεΚΔΟΤΙΚΗ.
- Ρόκος, Δ. Κ. (2003), *Από τη «βιώσιμη» ή «αιεφόρο» στην αξιοβιώτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη*, Αθήνα: Λιβάνης.
- Φραγκιαδάκης, Ι. Ε. (2006), *Φωτοβολταϊκά συστήματα*, Θεσσαλονίκη: Ζήτης.
- www.cres.gr: ο δικτυακός τόπος του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).
- www.energy.gov: ο δικτυακός τόπος του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ (U.S. Department of Energy).
- www.ies.jrc.ec.europa.eu: ο δικτυακός τόπος του Ινστιτούτου για το Περιβάλλον και την Αειφορία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.
- www.helapco.gr: η ιστοσελίδα του Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών.