

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ (Σεπτέμβριος 2011)

Συγγραφέας: ΣΤΕΛΙΟΣ ΨΩΜΑΣ

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 χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη, και παράγουν ηλεκτρισμό, που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με τη χρήση φωτοβολταϊκών παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που ξεπερνά τα 30 χρόνια)
- απεξάρτηση από τα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- 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 ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου).

Ένα κιλοβάτ φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση κατά μέσο όρο 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Χρειάζονται 2 στρέμματα δάσους ή περίπου 100 δέντρα για να απορροφήσουν αυτή την ποσότητα CO₂. Για να παραχθεί π ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο, απαιτούνται 2,2 βαρέλια πετρελαίου κάθε χρόνο.

Από περιβαλλοντική άποψη, αποφεύγοντας 1.300 κιλά CO₂ ετησίως είναι σαν να κάνει ένα μέσο αυτοκίνητο 7.000 χιλιόμετρα λιγότερα κάθε χρόνο.

Επιπλέον, η υποκατάσταση ρυπογόνων καυσίμων από φωτοβολταϊκά συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξειδία 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. 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.

Οι διάφοροι 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 αγγίζουν το 10%.

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. Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση των αιχμών ζήτησης και στην αποτροπή black-out. Κάτι τέτοιο ενισχύεται και από πρόσφατες μελέτες στις ΗΠΑ και την Αυστραλία, όπου αποδείχτηκε ότι η διάσπαρτη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων θα βοηθούσε στην αποτροπή των μεγάλων black-out, όπως αυτό που ταλαιπώρησε τη βόρεια Αμερική τον Αύγουστο του 2003.

Επιπρόσθετα, η διαθεσιμότητα των φωτοβολταϊκών είναι υψηλή και συνεπώς αποτελούν αξιόπιστα ενεργειακά συστήματα.

Σε 80 δισ. δολάρια ετησίως εκτιμάται το κόστος από τις διακοπές ρεύματος στις ΗΠΑ, σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη του Lawrence Berkeley National Laboratory. Ένα ποσοστό 2% αυτού του ποσού αφορά τον οικιακό τομέα, ενώ το υπόλοιπο τη βιομηχανία και τις υπηρεσίες. Η αποκεντρωμένη παραγωγή και η διάδοση των φωτοβολταϊκών θα μπορούσε να αποτρέψει πολλές από τις σημερινές διακοπές και να συμβάλλει στην ευστάθεια των δικτύων και την εξοικονόμηση δισεκατομμυρίων δολαρίων. Κάτι τέτοιο φυσικά ισχύει και για την Ελλάδα και ιδίως για τα αδύναμα νησιωτικά δίκτυα.

Παρακάτω επιχειρούμε μία ποσοτική αποτίμηση ορισμένων από τα οφέλη που συνεπάγεται η υλοποίηση ενός προγράμματος ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών.

Η αποτίμηση αυτή συνυπολογίζει τα εξής διακριτά μεγέθη:

1. Κόστος αποφυγής επιπλέον υποδομών για παραγωγή, μεταφορά, διανομή.
2. Εξωτερικό κοινωνικό κόστος (που περιλαμβάνει και το κόστος αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών).
3. Δημόσια έσοδα από φόρους που σχετίζονται με την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών.

Η ανάλυση που ακολουθεί έγινε με βάση το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ

που παρουσιάστηκε από το ΥΠΕΚΑ το καλοκαίρι του 2010 και περιγράφει την αναμενόμενη διείσδυση ανά τεχνολογία για την περίοδο ως το 2020.

Για τα φωτοβολταϊκά, το Σχέδιο αυτό προβλέπει την εγκατάσταση 2.200 MW ως το 2020. Το Σχέδιο αυτό αναπροσαρμόστηκε με βάση και την υπουργική απόφαση που ακολούθησε και η οποία τροποποιεί την κατανομή στο χρόνο, θέτονται ένα ενδιάμεσο στόχο για τα φωτοβολταϊκά ίσο με 1.500 MW ως το 2015.

Μελέτες σε περιοχές με αντίστοιχες κλιματικές συνθήκες με την Ελλάδα (π.χ. Καλιφόρνια) έδειξαν ότι κάθε MW φωτοβολταϊκών υποκαθιστά έως και 0,8 MW συμβατικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής τις καλοκαιρινές ώρες αιχμής.

Ο μέσος συντελεστής εγγυημένης ισχύος (capacity credit) των φωτοβολταϊκών σε ετήσια βάση είναι, για την περιοχή αυτή, 64% και ανέρχεται σε 80% τις καλοκαιρινές ώρες αιχμής. Η ηλιοφάνεια όμως δεν είναι ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει το συντελεστή εγγυημένης ισχύος. Ιδιαίτερα καθοριστικός παράγοντας είναι και η σχέση του καλοκαιρινού προς το χειμερινό φορτίο ενός ηλεκτρικού συστήματος. Όταν η σχέση αυτή είναι σχετικά υψηλή, τότε ο μέσος συντελεστής εγγυημένης ισχύος είναι επίσης υψηλός. Για την Ελλάδα, η σχέση αυτή για τις ώρες έγχυσης των φωτοβολταϊκών είναι περίπου 1.20 ενώ για κάποιες μεσημεριανές ώρες φτάνει και το 1,25. Σημειωτέον ότι η σχέση αυτή μεγαλώνει συν τω χρόνω καθώς προστίθενται ολοένα και περισσότερα κλιματιστικά.

Με βάση τα παραπάνω, η εγκατάσταση, για παράδειγμα, 2.200 MW φωτοβολταϊκών καθιστά μη αναγκαία τουλάχιστον 1.400 MW συμβατικών ρυπογόνων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής κυρίως τις ώρες της μεσημεριανής και καλοκαιρινής αιχμής. Τέτοιες μονάδες είναι θεωρητικά (και για την περίπτωση του ηπειρωτικού δικτύου) αεριοστροβιλικές μονάδες ανοιχτού κύκλου με φυσικό αέριο (OCGT), μονάδες συνδυασμένου κύκλου με φυσικό αέριο ή και λιγνιτικές-ανθρακικές μονάδες, ενώ στα μη διασυνδεδεμένα νησιά το φορτίο αυτό καλούνται να καλύψουν οι πετρελαϊκοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής.

Η καταλληλότερη και φθηνότερη από άποψη κεφαλαιουχικού κόστους επιλογή είναι οι μονάδες ανοιχτού κύκλου με καύσιμο φυσικό αέριο, είναι όμως και αυτή που παρέχει τελικά την ακριβότερη ενέργεια δεδομένου ότι οι μονάδες αυτές λειτουργούν

λίγες ώρες ετησίως με χαμηλό βαθμό απόδοσης. Η εκτίμηση του κόστους της συμβατικά παραγόμενης ενέργειας έγινε, για μεν το ηπειρωτικό δίκτυο, με βάση την Οριακή Τιμή Συστήματος (ΟΤΣ), για δε τα μη διασυνδεδεμένα νησιά με βάση το ανηγμένο κόστος της ΔΕΗ στα νησιά αυτά. Από τα 2.200 MW φωτοβολταϊκών που προβλέπει το Εθνικό Σχέδιο Δράσης ως το 2020, θεωρούμε ότι τα 2.000 MW θα είναι εν τέλει διασυνδεδεμένα στο Σύστημα και 200 MW σε αυτόνομα νησιωτικά δίκτυα.

Εξετάστηκαν δύο σενάρια για την εξέλιξη της ΟΤΣ ως το 2020. Ένα σενάριο χαμηλής ΟΤΣ και ένα υψηλότερης.

Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, σύμφωνα με τη λογιστικά διαχωρισμένη κατάσταση αποτελεσμάτων της ΔΕΗ για το 2008, το κόστος παραγωγής ανέρχεται σε 185.9 €/MWh (εκ των οποίων 8.56 €/ MWh οι αποσβέσεις).

Οι αποσβέσεις είναι σημαντικά υψηλότερες για νέες επιπλέον μονάδες, οι οποίες θα χρειαστούν αν δεν εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά.

Για τις νέες αυτές πετρελαϊκές μονάδες υποθέτουμε αρχικό κόστος επένδυσης ίσο με 1,35 εκατ. €/MW (με επιτόκιο 7,4% και απόσβεση σε μια εικοσιπενταετία), θεωρώντας συνολική ισοδύναμη ισχύ των πετρελαϊκών σταθμών τα 128 MW (που αντιστοιχεί σε μέσο συντελεστή εγγυημένης ισχύος των φωτοβολταϊκών 64%) και υποκαθιστούμενη ενέργεια 280 GWh/έτος, οι αποσβέσεις αντιστοιχούν σε 54,86 €/MWh.

Το συνολικό κόστος παραγωγής τυχόν νέων πετρελαϊκών μονάδων για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά ανέρχεται συνεπώς σε 232.2 €/MWh.

Ένα από τα παράπλευρα οφέλη από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών είναι η μείωση των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος, καθώς και η χρονική μετάθεση για το μέλλον επενδύσεων αναβάθμισης του εξοπλισμού των δικτύων διανομής λόγω της συμβολής τους στη μείωση του διακινούμενου φορτίου.

Για να μπορέσουν οι καταναλωτές να εξυπηρετηθούν κατά τις κρίσιμες ώρες αιχμής χωρίς τον κίνδυνο black-out, απαιτούνται επιπλέον ενισχύσεις των δικτύων μεταφοράς και διανομής (σε γραμμές μεταφοράς και καλώδια, σε μετασχηματιστές,

σε πυκνωτές αντιστάθμισης και σε διατάξεις προστασίας, τηλεμετρήσεων και τηλεχειρισμών, κ.λπ.).

Η εμπειρία την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων στην Αθήνα έδειξε ότι μια μείζων αναβάθμιση του δικτύου διανομής έχει κόστος περί τις 770.000 €/MWh. Αντιθέτως, η εμπειρία της Γερμανίας έδειξε ότι π απλή αναβάθμιση υπάρχοντων δικτύων χαμηλής και μέσης τάσης για να μπορέσουν να εξυπηρετήσουν τα διάσπαρτα φωτοβολταϊκά, ανέρχεται σε λιγότερο από 20.000 €/MW (για εξυπηρέτηση 1.100 MW φωτοβολταϊκών στη Βαυαρία). Υπάρχει λοιπόν μία διαφορά 750.000 €/MWh. Με ανάκτηση του ποσού αυτού σε 35 έτη και με επιτόκιο 7,4%, έχουμε ετήσιο κόστος αναβάθμισης ίσο με 60.470 €/MWh. Για την αποτίμηση του εξωτερικού κόστους από την ηλεκτροπαραγωγή με ρυπογόνες μονάδες, χρησιμοποιήσαμε την προτεινόμενη από το Γερμανικό Υπουργείο Περιβάλλοντος μεθοδολογία, η οποία εν πολλοίς στηρίζεται στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα Externe. Με βάση τη μεθοδολογία αυτή, προτείνεται η χρήση μίας τυπικής τιμής 70 €/tn CO₂, ενώ για την ανάλυση ευαισθησίας προτείνεται ένα εύρος 20-280 €/tn CO₂. Δεδομένου ότι η τρέχουσα χρηματιστηριακή τιμή κυμαίνεται περί τα 15 €/tn CO₂, στο σενάριο χαμηλού εξωτερικού κόστους χρησιμοποιήσαμε την τιμή αυτή ως και το 2012 και στη συνέχεια θεωρήσαμε 20 €/tn CO₂. Στο βασικό σενάριο χρησιμοποιήσαμε 70 €/tn CO₂ (η τιμή αυτή δεν είναι η χρηματιστηριακή αλλά αυτή που θεωρείται πιο κοντά στα πραγματικά εξωτερικά κόστη της ρύπανσης) και στο δυσοίωνα για το κλίμα σενάριο την τιμή 280 €/tn CO₂.

Η αποτίμηση του συνολικού εξωτερικού κόστους (πέραν δηλαδή των επιπτώσεων στο κλίμα και συνυπολογίζοντας και τις επιπτώσεις στη δημόσια υγεία) έγινε με τη χρήση του ειδικού λογισμικού MethodEx που δημιουργήθηκε για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Με βάση τα παραπάνω, το συνολικό εξωτερικό κόστος υπολογίζεται σε:

- 27,2 €/MWh για 15 €/tn CO₂
- 31,8 €/MWh για 20 €/tn CO₂
- 77,4 €/MWh για 70 €/tn CO₂

- 268,9 €/MWh για 280 €/tn CO₂

Το Δημόσιο ωφελείται από τη φορολόγηση των προϊόντων και υπηρεσιών που αφορούν την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών (φορολόγηση παραγωγής, εμπορίας, εγκατάστασης φωτοβολταϊκών αλλά και επενδύσεων σε φωτοβολταϊκούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής). Τα οφέλη αυτά αφορούν στα φορολογικά έσοδα από τα φωτοβολταϊκά μείον τα διαφυγόντα έσοδα από την υποκατάσταση της συμβατικής ενέργειας. Στην αποτίμηση αυτή δεν συνυπολογίζονται η ασφάλεια του εφοδιασμού που παρέχουν τα φωτοβολταϊκά, καθώς και τα ευρύτερα αναπτυξιακά οφέλη.

Ήδη από την ψήφιση του πρώτου νόμου για τα φωτοβολταϊκά το 2006, έχουν δημιουργηθεί εκατοντάδες νέες επιχειρήσεις εμπορίας και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, ενώ λειτουργούν πέντε μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών και πολλές ακόμη επικουρικού εξοπλισμού. Για τις μονάδες αυτές έχουν επενδυθεί περί το 0.5 δισ. €. Οι εξελίξεις αυτές συνεπάγονται, μεταξύ άλλων, πολλές χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας και μάλιστα σε ένα τομέα αιχμής.

Στον αντίποδα των παραπάνω ωφελειών, οι καταναλωτές καλούνται να πληρώσουν ένα αντίτιμο για την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών, επιδοτώντας την παραγόμενη ηλιακή ενέργεια μέσω του μηχανισμού του feed-in-tariff.

Συνυπολογίζοντας όλα τα παραπάνω βλέπουμε ότι, σε κάθε περίπτωση, το ισοζύγιο είναι θετικό για τα φωτοβολταϊκά.

Στα τρία σενάρια που εξετάσαμε (σενάριο min = χαμηλές τιμές ΟΤΣ & CO₂, σενάριο basic = χαμηλή ΟΤΣ και μέτρια τιμή CO₂ και σενάριο max = υψηλές τιμές ΟΤΣ & CO₂), το ισοζύγιο είναι + 149 εκατ. €, +954 εκατ. € και +4.573 εκατ. € αντίστοιχα υπέρ της ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών.

Δεδομένου ότι τα οφέλη για την περίοδο 2009-2020 αποτιμώνται σε 5,5 δισ. €, 6,1 δισ. € και 9.2 δισ. € για τα τρία σενάρια αντίστοιχα και τα κόστη σε 5,3 δισ. €, ο κοινωνικός εσωτερικός βαθμός απόδοσης (Social Return on Investment - SROI) για τα φωτοβολταϊκά είναι 1,15 για το βασικό σενάριο (και αντιστοίχως 1,03 για το πρώτο σενάριο και 1,85 για το τρίτο).

Με άλλα λόγια, για κάθε ευρώ που επενδύουμε στα φωτοβολταϊκά, η κοινωνία παίρνει πίσω τουλάχιστον 1,15 ευρώ (έχοντας οφέλη από αποφυγή δημιουργίας νέων συμβατικών υποδομών, από αποφυγή κόστους ρύπανσης, από δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, κ.λπ.).

Όσο περισσότερα λοιπόν επενδύουμε στα φωτοβολταϊκά, τόσο καλύτερα για την αναπτυξιακή προοπτική της χώρας.

Το άρθρο δημοσιεύθηκε στο Περιοδικό ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΑ (Ιούλιος-Αύγουστος 2011), σ. 22-26.