

## Η συμμετοχή των Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην επίτευξη του εθνικού στόχου ηλεκτροπαραγωγής το 2020

Στάθης Τσελεπής

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας

Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και Διεσπαρμένης Παραγωγής

Τηλ. +30.210.6603370, fax +30.210.6603318

[stselep@cres.gr](mailto:stselep@cres.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Η επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής πολιτικής, οι λεγόμενοι «20-20-20», για την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μεταστροφή σε μορφές ενέργειας που δεν εκλύουν CO<sub>2</sub> είναι δεσμευτικοί για την Ελλάδα. Η Ελληνική κυβέρνηση όσον αφορά την συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην τελική κατανάλωση ενέργειας, ανέβασε τον πήχη από το 18% το 2020 που όρισε η Ε.Ε. στο 20%. Η πρόθεση είναι ο ενεργειακός σχεδιασμός της Ελλάδας όσον αφορά τις ΑΠΕ να βασίζεται κυρίως στο την αιολική ενέργεια λόγω οικονομικότητας αλλά και διαθέσιμου δυναμικού, τα σχέδια αυτά σε ορισμένες περιπτώσεις περιέχουν αρκετή αβεβαιότητα ως προς το χρόνο και δυνατότητα υλοποίησής των λόγω τεχνικών και τοπικών προβλημάτων, ενώ είναι σημαντικό να έχουμε σημαντική διείσδυση ΑΠΕ μέχρι το 2013, έτος από το οποίο θα πρέπει να καταβάλλονται για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής CO<sub>2</sub> στην ηλεκτροπαραγωγή πάνω από 1,2 Δις Ευρώ τον χρόνο, αν η διείσδυση των ΑΠΕ παραμένει υποτονική όπως το προηγούμενο χρονικό διάστημα. Το ποσό αυτό θα σήμαινε αύξηση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας κατά 30 με 40% για τους καταναλωτές. Προτείνεται οι τεχνολογίες ΑΠΕ που έχουν την δυνατότητα να ενταχθούν γρήγορα στο δίκτυο να προχωρήσουν άμεσα παράλληλα με τα έργα ενίσχυσης και κατασκευής δικτύων. Τα επιμέρους ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ στο ενεργειακό μας μίγμα, που θα μας οδηγήσουν στην επίτευξη των στόχων δεν μπορεί να θεωρηθούν δεδομένα, η κατάσταση είναι δυναμική και εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες.

Στο πλαίσιο αυτό, τα διεσπαρμένα Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα είναι δυνατόν να συνδεθούν άμεσα χωρίς νέα έργα στα δίκτυα διανομής και μεταφοράς μέχρι μια διείσδυση της τάξης του 30% του ελάχιστου φορτίου τις ώρες λειτουργίας των, χωρίς να δημιουργείται κάποιο πρόβλημα (δηλαδή τουλάχιστον 2000 MWp, μέχρι το 2013), ενώ για περαιτέρω διείσδυση θα χρειασθούν τεχνικές λύσεις οι οποίες βρίσκονται ήδη σε ανάπτυξη.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής πολιτικής, οι λεγόμενοι «20-20-20», για την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μεταστροφή σε μορφές ενέργειας που δεν εκλύουν CO<sub>2</sub> είναι δεσμευτικοί για την Ελλάδα. Η Ελληνική κυβέρνηση όσον αφορά την συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας, ανέβασε τον πήχη από το 18% το 2020 που όρισε η Ε.Ε. στο 20%. Η πολιτική βούληση της κυβέρνησης αποτυπώνεται στο νέο σχέδιο νόμου «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής» που βρίσκεται στη βουλή για ψήφιση (Απρίλιος 2010). Στο άρθρο 1 του νομοσχεδίου αναφέρεται ότι ο εθνικός στόχος για τη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται σε ποσοστό

τουλάχιστον 40% μέχρι το 2020. Όπως αναφέρει ο καθηγητής Παντελής Κάπρος [1], αν η δομή της ηλεκτροπαραγωγής στη Ελλάδα δεν αλλάξει, από το 2013 θα πρέπει να καταβάλλονται για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής CO<sub>2</sub> στην ηλεκτροπαραγωγή πάνω από 1,2 Δις Ευρώ τον χρόνο, αυτό θα σήμαινε αύξηση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας κατά 30 με 40% για τους καταναλωτές. Συνεπώς, θα πρέπει άμεσα να προωθηθεί η διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή γιατί το οικονομικό και κοινωνικό κόστος αν δεν προχωρήσουμε σε σημαντικές εγκαταστάσεις ΑΠΕ μέχρι το 2013 θα είναι μεγαλύτερο. Ο ενεργειακός σχεδιασμός της Ελλάδας προβλέπει το μεγαλύτερο μερίδιο για την επίτευξη των δεσμευτικών στόχων του 2020 να προέρχεται από την αιολική ενέργεια λόγω οικονομικότητας αλλά και διαθέσιμου δυναμικού, το οποίο όμως βρίσκεται κυρίως σε ορεινές και νησιωτικές περιοχές της χώρας. Η ένταξη 5000 με 8000 MW επιπλέον αιολικών συστημάτων στο ηλεκτρικό σύστημα της χώρας μέχρι το 2020 απαιτεί έργα υποδομής σε δίκτυα που έχουν εκτιμηθεί στα 2 Δις Ευρώ. Συνεπώς, η αποτελεσματικότητα στην εφαρμογή αυτών των σχεδίων είναι το σημαντικότερο ζήτημα, ενώ η μέχρι σήμερα εμπειρία για την πρόοδο τέτοιων έργων δεν είναι ενθαρρυντική. Η αβεβαιότητα για την έγκαιρη κατασκευή των δικτύων που απαιτούνται για την διασύνδεση των αιολικών συστημάτων, όπου επαφίεται κυρίως η επίτευξη των στόχων, θα πρέπει να μας οδηγήσει σε ανάπτυξη όσον το δυνατόν περισσότερο όλων των διαθέσιμων και οικονομικά βιώσιμων ανανεώσιμων πόρων στην χώρα μας. Τα επιμέρους ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ στο ενεργειακό μας μίγμα, που θα μας οδηγήσουν στην επίτευξη των στόχων δεν μπορεί να θεωρηθούν δεδομένα, η κατάσταση είναι δυναμική και εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες.

Στο πλαίσιο αυτό, τα διεσπαρμένα Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα είναι δυνατόν να συνδεθούν άμεσα χωρίς νέα έργα στα δίκτυα διανομής μέχρι μια διείσδυση της τάξης του 30% του ελάχιστου φορτίου τις ώρες λειτουργίας των, χωρίς να δημιουργείται κάποιο πρόβλημα (δηλαδή τουλάχιστον 2000 MWp, μέχρι το 2013), ενώ για περαιτέρω διείσδυση θα χρειασθούν τεχνικές λύσεις οι οποίες βρίσκονται ήδη σε ανάπτυξη. Η σύνδεσή τους στο δίκτυο διανομής επιτρέπει την επιτόπια παραγωγή και κατανάλωση μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας από τους κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Συνεισφέρουν επίσης στην μείωση της αιχμής ζήτησης λόγω σύμπτωσης με την παραγωγή και ιδιαίτερα το καλοκαίρι κατά την μεσημεριανή αιχμή.

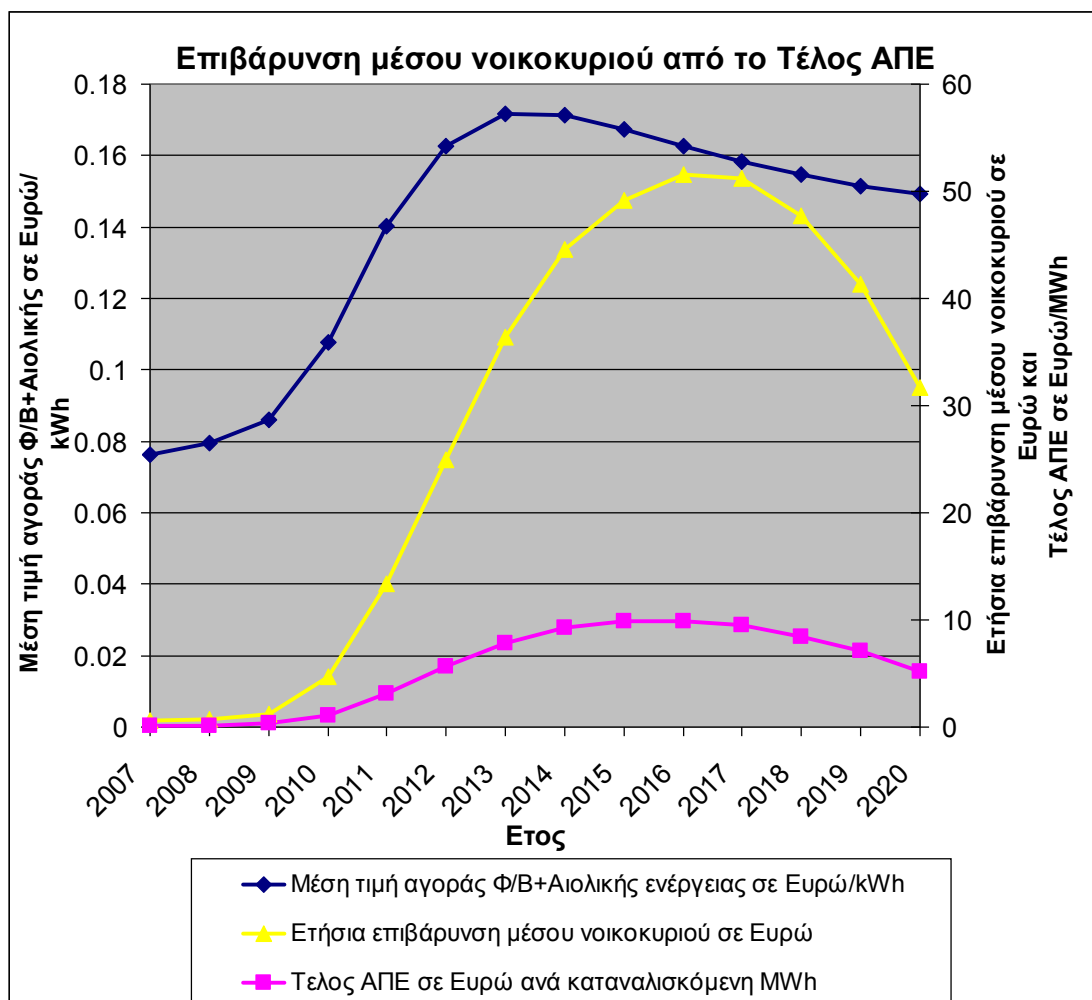
Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μετά από πρόταση του Ευρωπαϊκού Συνδέσμου Βιομηχανίας Φωτοβολταϊκών (EPIA, [www.epia.org](http://www.epia.org)) υποστηρίζει σαν στόχο για το 2020 την διείσδυση των Φ/Β συστημάτων κατά 12% στην ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτός ο στόχος, για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αντιστοιχεί σε εγκατεστημένη συνολική Φ/Β ισχύ περίπου 390 GWp μέχρι το 2020, κατ' επέκταση αυτός ο στόχος σημαίνει συνολική εγκατεστημένη ισχύ περίπου 6 GWp στην Ελλάδα, ανάλογα με την ετήσια κατανάλωση το 2020. Η υποστήριξη και ανάπτυξη της ηλιακής φωτοβολταϊκής βιομηχανίας και του κλάδου μελετών, εγκαταστάσεων και συντήρησης θα μπορούσε να γίνει ένας από τους μοχλούς ανάπτυξης της οικονομίας καθώς θα δημιουργηθούν πολλαπλάσιες θέσεις εργασίας σε σχέση με την ηλεκτρική ενέργεια που αντικαθιστάται από ορυκτά καύσιμα. Συγκεκριμένα, για την ίδια εγκατεστημένη ισχύ με ορυκτά καύσιμα χρειάζονται 2,5 φορές περισσότερες ανθρωπο-ώρες και όσον αφορά την παραγόμενη ενέργεια περίπου 10 φορές περισσότερες ανθρωπο-ώρες [2, 3]. Οι νέες θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν σύμφωνα με σενάριο διείσδυσης 2,4 GWp Φ/Β συστημάτων μέχρι το 2020 και δεδομένου του συντελεστή που εκτιμήθηκε (50 Εργατοέτη/MWp, εφόσον και όλος ο εξοπλισμός κατασκευάζεται στην Ελλάδα) σε μελέτη του ΣΕΦ [2], είναι της τάξεως των 10.000 νέων θέσεων εργασίας ως το 2020. Σύμφωνα με μελέτη του ΚΑΠΕ το 2008 [4] για τον υπολογισμό της επιβάρυνσης του μέσου νοικοκυριού από το «Ειδικό Τέλος ΑΠΕ» λόγω διείσδυσης 6000 MW αιολικών και 2400 MWp Φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι το 2020, προκύπτει ότι η ετήσια επιβάρυνση του μέσου Ελληνικού νοικοκυριού δεν ξεπερνά τα 22 €, με περίοδο κορύφωσης το 2014-2015. Ή αλλιώς, το Ειδικό Τέλος ΑΠΕ δεν θα ξεπεράσει τα 4,5 €/MWh στην συνολική εθνική κατανάλωση στο συγκεκριμένο σενάριο.

Πρόσφατα έγινε επικαιροποίηση των στοιχείων της παραπάνω μελέτης [4] λαμβάνοντας υπόψη:

- τις νέες τιμές πώλησης της φωτοβολταϊκής ενέργειας σύμφωνα με το Νόμο 3734/2009,
- το πρόγραμμα Φ/Β σε κτίρια που εφαρμόζεται από το καλοκαίρι 2009, με την εγκατάσταση 50% των ετήσια εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων από το 2016 στα κτίρια,
- και τις νέες μειωμένες τιμές κόστους των Φ/Β συστημάτων (μέση τιμή 1,7 €/Wp το 2020)

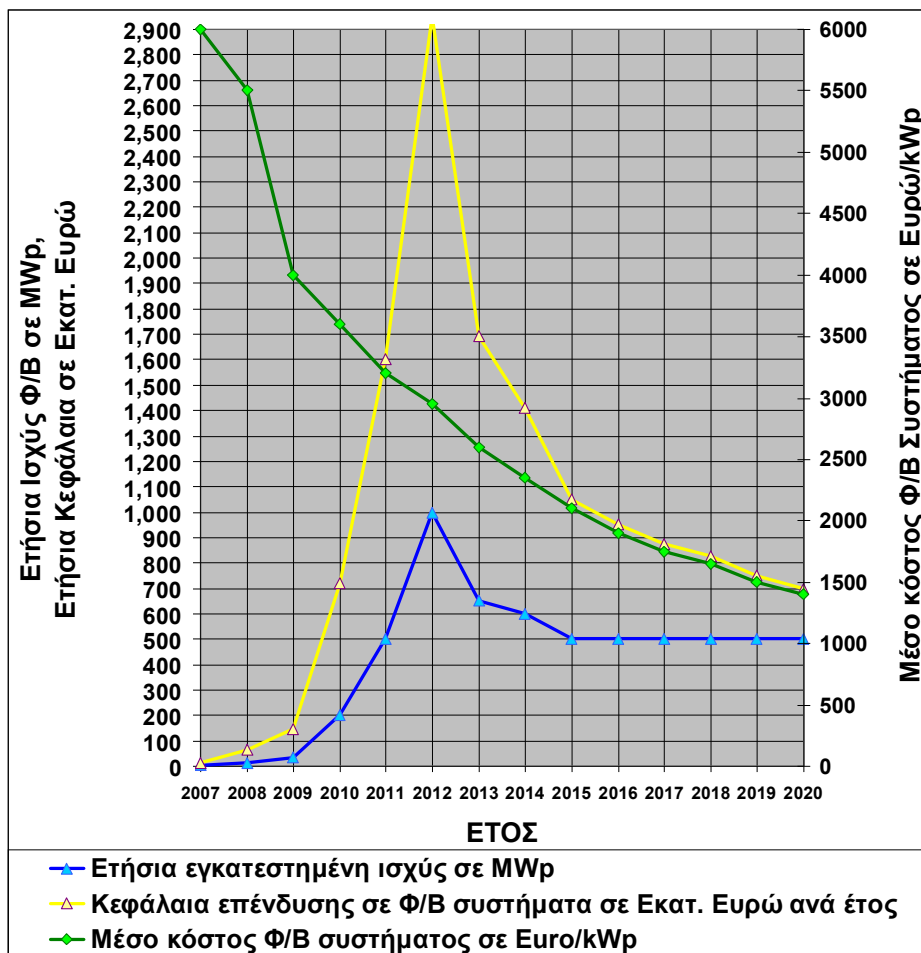
και προκύπτει ότι η ετήσια επιβάρυνση του μέσου Ελληνικού νοικοκυριού δεν ξεπερνά τα 15 €, με περίοδο κορύφωσης το 2014-2015. Η αλλιώς, το Ειδικό Τέλος, ΑΠΕ δεν θα ξεπεράσει τα 3,0 €/MWh στην συνολική εθνική κατανάλωση (78,6 TWh το 2020).

Στο διάγραμμα, «Επιβάρυνση μέσου νοικοκυριού από το Τέλος ΑΠΕ» παρουσιάζεται μια νέα εκδοχή πολύ μεγάλης διείσδυσης, δηλαδή, 8000 MW από αιολικά συστήματα και 6000 MWp Φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι το 2020 (με την εγκατάσταση του 50% των ετήσια εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων από το 2016 στα κτίρια). Από αυτή προκύπτει ότι η ετήσια επιβάρυνση του μέσου Ελληνικού νοικοκυριού δεν ξεπερνά τα 52 €, με περίοδο κορύφωσης το 2016. Η αλλιώς, το Ειδικό Τέλος ΑΠΕ δεν θα ξεπεράσει τα 10 €/MWh στην συνολική εθνική κατανάλωση στο συγκεκριμένο σενάριο.



Σχήμα 1: Ετήσια επιβάρυνση του μέσου νοικοκυριού από το τέλος ΑΠΕ.

Για σύγκριση αναφέρω ότι το κόστος για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής CO<sub>2</sub>, με βάση τις τρέχουσες τιμές της ευρωπαϊκής αγοράς κοστίζει περί τα 20 €/tn. Σύμφωνα με τον «Οδηγό Ενεργειακών Επενδύσεων» του Υπ. Ανάπτυξης, Ιούλιος 2005, στη σελίδα 75, παρουσιάζεται πρόβλεψη του Αστεροσκοπείου Αθηνών, όπου η μέση εκπομπή CO<sub>2</sub> από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής το 2015, για το ενεργειακό μίγμα της χώρας, εκτιμάται σε 0,85 kg/kWh, που μεταφράζεται αντίστοιχα σε 17 €/MWh. Συνεπώς, η αυξημένη αρχική διείσδυση από Φ/Β συστήματα μαζί με τα αιολικά οδηγεί σε οικονομικότερη λύση. Η μέση τιμή αγοράς (δηλαδή η μέση ειδική τιμή για την πώληση της ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο) του συνδυασμού της αιολικής και φωτοβολταϊκής ενέργειας στο σενάριο που παρουσιάζεται θα φθάσει τα 0,17 €/kWh το 2013 και από εκεί και μετά θα βαίνει μειούμενη, φθάνοντας τα 0,15 €/kWh το 2020. Με το τελευταίο σενάριο θα έχουμε ένα μέσο ποσοστό διείσδυσης των αιολικών κατά 21% και των Φ/Β κατά 9,4% στην ηλεκτρική κατανάλωση της χώρας το 2020, σύνολο 30%. Συνεπώς, δεν αρκεί μόνο η ανάπτυξη των αιολικών και Φ/Β για να πετύχουμε τον στόχο του τουλάχιστον 40% το 2020, χρειαζόμαστε την ανάπτυξη όλων των «εθνικών» ΑΠΕ, της βιομάζας, γεωθερμίας, τα μικρά και μεγάλα υδροηλεκτρικά, την κυματική ενέργεια και τέλος να μην ξεχνάμε την συμμετοχή της εξοικονόμησης ενέργειας καθώς οι στόχοι θα γίνουν ευκολότερα και οικονομικότερα επιτεύξιμοι. Η κάθε ΑΠΕ έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όσον αφορά την απόδοση το κόστος, την διαθεσιμότητα σε συγκεκριμένα γεωγραφικά σημεία, τοπική, την δυνατότητα ένταξης σε κάποιο περιβάλλον ή όχι κλπ.



Σχήμα 2: Σενάριο αυξημένης αρχικής διείσδυσης Φ/Β συστημάτων στο ηλεκτρικό σύστημα με τις συνολικές εγκαταστάσεις Φ/Β να φθάνουν τα 1750 MWp μέχρι τα τέλη 2012 και 6000 MWp το 2020.

Η ένταξη μέχρι 8000 MW επιπλέον αιολικών συστημάτων στο ηλεκτρικό σύστημα της χώρας μέχρι το 2020 απαιτεί έργα υποδομής σε δίκτυα που έχουν εκτιμηθεί στα 2 Δις Ευρώ και απαιτούν χρόνο για την μελέτη, προμήθειες και κατασκευή. Η αβεβαιότητα για την έγκαιρη κατασκευή των δικτύων, θα πρέπει να μας οδηγήσει στην άμεση ανάπτυξη όσον το δυνατόν περισσότερο όλων των διαθέσιμων και οικονομικά αποδεκτών για το κοινωνικό σύνολο ανανεώσιμων πόρων στην χώρα μας.

## 2. Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα η βιομηχανική βάση για τα φωτοβολταϊκά αναπτύχθηκε σημαντικά τα τελευταία χρόνια (Πίνακας 1) και δραστηριοποιούνται στην κατασκευή φωτοβολταϊκών γεννητριών, δισκίων και στοιχείων οι παρακάτω εταιρίες:

1. SOLAR CELLS HELLAS SA, ΒΙ.ΠΕ. Πάτρας, με επένδυση πάνω από 100 εκατ. Ευρώ. Μονάδα παραγωγής Φωτοβολταϊκών δισκίων και στοιχείων πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc-Si) και συναρμολόγησης Φ/Β πλαισίων, δυναμικότητας 60 MWp. Η έναρξη παραγωγής δισκίων και στοιχείων ξεκίνησε στα τέλη 2008, ενώ η έναρξη παραγωγής Φ/Β πλαισίων άρχισε στα τέλη του 2009.

2. Οι εταιρίες Pirition S.A και Silsio S.A., ανήκουν στον όμιλο Κοπελούζου και έχουν έδρα στη ΒΙΠΕ Πάτρας. Υλοποίησαν επενδύσεις για παραγωγική μονάδα φωτοβολταϊκών δισκίων, στοιχείων και γεννητριών mc-Si, συνολικού προϋπολογισμού 60 εκατ. Ευρώ, με έναρξη λειτουργίας τα μέσα του 2009.

3. Stibetherm στη ΒΙΠΕ Σταυροχωρίου στο Κιλκίς ξεκίνησε πρόσφατα την συναρμολόγηση Φ/Β πλαισίων πολυ-κρυσταλλικού Πυριτίου με ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 15 MWp.

4. Η HelioSphera διαθέτει μονάδα παραγωγής στη ΒΙΠΕ Τρίπολης. Η επένδυση αφορά παραγωγική μονάδα φωτοβολταϊκών πλαισίων a-Si/μcSi (micromorph) δυναμικότητας ετήσιας παραγωγής 500.000 πλαισίων, ή 60MWp ετησίως, προϋπολογισμού 185 εκατ. Ευρώ. Με έναρξη λειτουργίας της παραγωγής Φ/Β πλαισίων τα μέσα 2009.

5. Η εταιρία Exel Solar εντός του 2009 αναμένεται να ξεκινήσει την συναρμολόγηση Φ/Β πλαισίων κρυσταλλικού Πυριτίου με προοπτική στο μέλλον ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 70 MWp. Η έδρα της βρίσκεται επίσης στην ΒΙΠΕ Σταυροχωρίου. Σε συνεργασία με την εταιρία του ομίλου, Exel Steel, η Exel Solar θα είναι σε θέση να προσφέρει κατάλληλες βάσεις στήριξης για Φ/Β πλαίσια και ολοκληρωμένες λύσεις για ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια (BIPV).

Επίσης υπάρχουν και δυο άλλες επενδύσεις ελληνικών συμφερόντων η μία, ονομάζεται ENERGY SOLUTIONS SA, και είναι εγκατεστημένη στη Βουλγαρία στην πόλη Πέρνικ. Η ENERGY SOLUTIONS SA, άρχισε την συναρμολόγηση φωτοβολταϊκών γεννητριών κρυσταλλικού πυριτίου με δυναμικότητα 1 MWp ετησίως το 2005, κατόπιν το 2007 αύξησε την δυναμικότητα παραγωγής στα 10 MWp ετησίως. Η δεύτερη εταιρία είναι η ΗΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε., η οποία εντάχθηκε στον αναπτυξιακό νόμο το 2001, αλλά λόγω οικονομικής δυσχέρειας της μητρικής τεχνικής εταιρίας ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ η επένδυση έχει παγώσει.

Πίνακας 1: Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Επιχείρηση	Φ/Β τεχνολογία και Δυναμικότητα Παραγωγής
SOLAR CELLS HELLAS S.A.: βρίσκεται στη ΒΙ.ΠΕ. Πάτρας και ιδρύθηκε το 2006.	Μονάδα παραγωγής Φωτοβολταϊκών δισκίων και στοιχείων πολυκρυσταλλικού πυριτίου mc-Si και συναρμολόγησης Φ/Β πλαισίων, δυναμικότητας 60 MWp. Η έναρξη παραγωγής δισκίων και στοιχείων ξεκίνησε στα τέλη 2008, ενώ η έναρξη παραγωγής Φ/Β πλαισίων άρχισε στα τέλη του 2009. (πιστοποίηση Φ/Β πλαισίων κατά IEC 61215 και IEC 61730)

SILCIO S.A., με έδρα στη ΒΙΠΕ Πάτρας, ίδρυση 2005.	Μονάδες φωτοβολταϊκών δισκίων, στοιχείων και γεννητριών mc-Si, με έναρξη λειτουργίας το 2009 (δισκία mc-Si 2010). Ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 40, 31 και 18 MW αντίστοιχα (πιστοποίηση Φ/Β πλαισίων IEC 61215 και IEC 61730)
HELIOSPHERA διαθέτει μονάδα παραγωγής στη ΒΙΠΕ Τρίπολης και ιδρύθηκε το 2007.	Παραγωγική μονάδα φωτοβολταϊκών πλαισίων a-Si/μcSi (micromorph) δυναμότητας ετήσιας παραγωγής 500.000 πλαισίων, ή 60MWp ετησίως. Έναρξη λειτουργίας της παραγωγής Φ/Β πλαισίων τα μέσα 2009 (πιστοποίηση Φ/Β πλαισίων κατά IEC 61646 και IEC 61730)
EXEL GROUP S.A. με έδρα στην ΒΙΠΕ Σταυροχωρίου, στο Κιλκίς. Ιδρύθηκε το 2007.	Συναρμολόγηση Φ/Β πλαισίων κρυσταλλικού Πυρίτιου με προοπτική ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 50 MWp η οποία θα αυξηθεί στα 70 εντός του 2010 (πιστοποίηση Φ/Β πλαισίων κατά IEC 61215 και IEC 61730)
STIBETHERM S.A. Με έδρα στη ΒΙΠΕ Σταυροχωρίου στο Κιλκίς.	Ξεκίνησε πρόσφατα την συναρμολόγηση Φ/Β πλαισίων πολυκρυσταλλικού Πυρίτιου με ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 15 MWp.
ENERGY SOLUTIONS S.A., είναι εγκατεστημένη στη Βουλγαρία στην πόλη Πέρνικ και ιδρύθηκε το 2004.	Το 2005 άρχισε την συναρμολόγηση Φ/Β γεννητριών κρυσταλλικού πυριτίου με δυναμικότητα 1 MWp ετησίως, κατόπιν το 2007 αύξησε την δυναμικότητα παραγωγής στα 10 MWp ετησίως (IEC 61215 και IEC 61730).

Πίνακας 2: Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ</b>	
Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΑ (Modules)	203 MWp
Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ mc-Si (Cells)	61 MWp
ΔΙΣΚΙΑ mc-Si (Wafers)	80 MWp

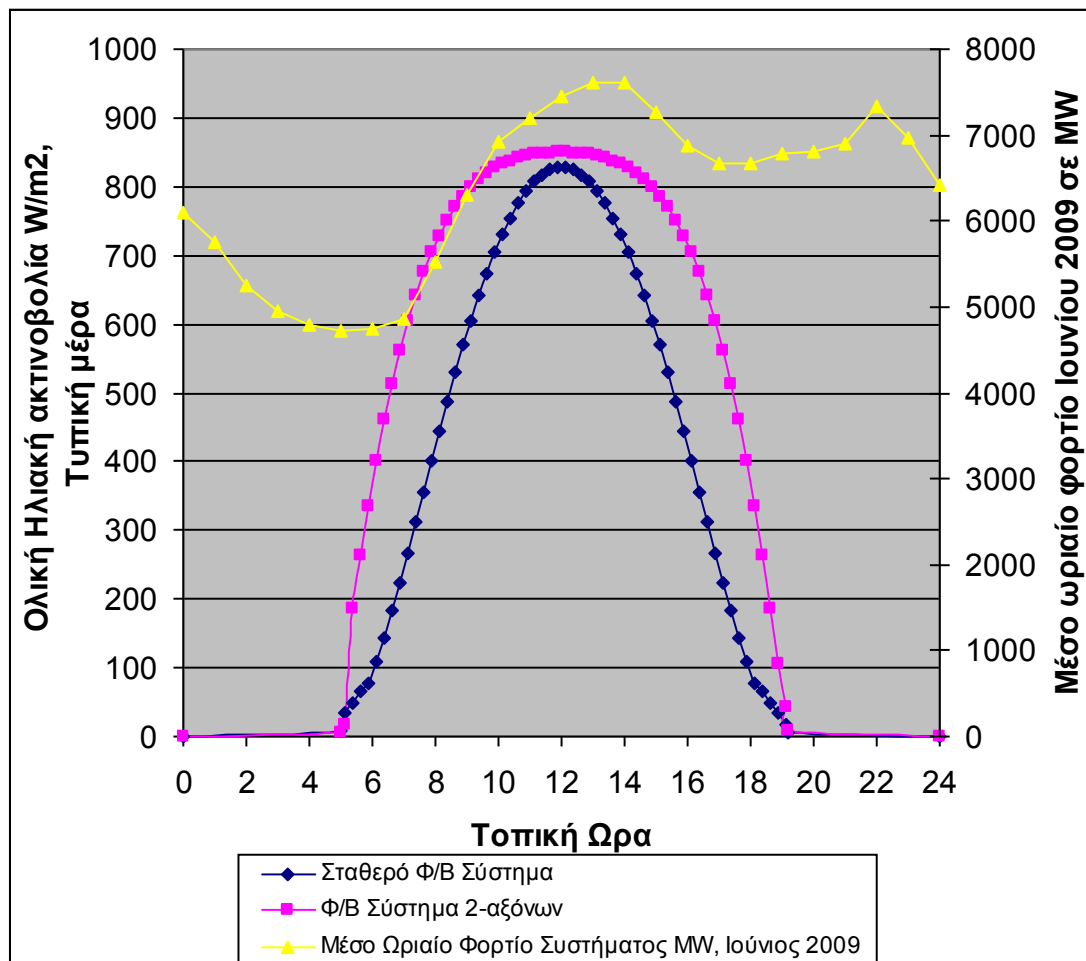
Όσον αφορά την κατασκευή άλλων εξαρτημάτων που χρειάζονται για την σύνθεση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος στην Ελλάδα υπάρχουν εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην κατασκευή μεταλλικών βάσεων στήριξης και βάσεων με δυνατότητα παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου, μετατροπέων ισχύος, μπαταριών ειδικά για βαθιές εκφορτίσεις, ηλεκτρικών πινάκων και συστημάτων ασφάλειας, καλώδια, κλπ.

Υπάρχουν δυνατότητες ανάπτυξης και ευκαιρίες σχετικά με τις ΑΠΕ και την ενσωμάτωση τους στα ηλεκτρικά δίκτυα και ας μην θεωρείται ότι είναι αργά. Βρισκόμαστε ουσιαστικά στην αρχή μιας περιόδου αλλαγής του ενεργειακού συστήματος και η ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών είναι δυνατό να δώσει νέα ώθηση στην οικονομία μας και πολλαπλά οφέλη στην κοινωνία μας.

### 3. Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Η τιμή αγοράς των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι αρκετά χαμηλή ώστε εδώ και χρόνια να αποτελούν την οικονομικότερη λύση για την ηλεκτροδότηση αυτόνομων συστημάτων μακριά από το ηλεκτρικό δίκτυο και εφαρμογές χαμηλής κατανάλωσης σε καταναλωτικά προϊόντα (αριθμομηχανές, κλπ). Η σημαντική πτώση των τιμών όμως ήρθε ιδιαίτερα την τελευταία χρονιά (μείωση των τιμών των Φωτοβολταϊκών πλαισίων περίπου κατά 40%) με την κλιμάκωση της

προώθησης των εφαρμογών μέσω προγραμμάτων προώθησης με ειδική τιμή για την πώληση της ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο (Feed-in tariff) και τις επενδύσεις της βιομηχανίας σε μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών σε μεγάλη κλίμακα λόγω της σημαντικής διαμορφούμενης ζήτησης.



Σχήμα 3: Ποιοτική σύγκριση καμπύλης φορτίου ηλεκτρικού συστήματος και σχετική δυνατότητα Φ/Β παραγωγής.

Ανάλογα με το ηλιακό δυναμικό κάθε χώρας και σε συνδυασμό με τη μειούμενη τιμή αγοράς των Φ/Β συστημάτων, το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β μειώνεται και από τον επόμενο χρόνο, συγκεκριμένα για την Νότιο Ιταλία, το κόστος παραγωγής από Φ/Β θα είναι ίσο με την τιμή που πληρώνουν οι καταναλωτές για ηλεκτρική ενέργεια. Με την συνεχιζόμενη μείωση των τιμών των Φ/Β η σχέση αυτή θα γίνεται θετική για ολόενα και περισσότερες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, αλλά και για χώρες με μικρότερο ηλιακό δυναμικό. Μετά από 5 με 10 χρόνια τα προγράμματα προώθησης με ειδική τιμή για την πώληση της ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο δεν θα είναι απαραίτητα, καθώς δεδομένης της αύξησης της τιμής παραγωγής και πώλησης από συμβατικά καύσιμα και ενώ η τιμή παραγωγής από φωτοβολταϊκά θα βαίνει μειούμενη θα υπάρξει σημείο διασταύρωσης και από εκεί και πέρα καθαρό πλεονέκτημα για τα φωτοβολταϊκά. Εν τω μεταξύ, είναι σημαντικό να εφαρμοστεί το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου ώστε να δίνεται η πραγματική περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση στο κόστος χρήσης των ορυκτών καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή και τις μεταφορές και να υποστηρίζεται η διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Επίσης πρέπει να διασφαλίζεται η πρόσβαση των συστημάτων ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο, ενώ το ηλεκτρικό δίκτυο με την ανάπτυξη νέων σχημάτων λειτουργίας της αγοράς και χρήσης κατάλληλης τεχνολογίας

επικοινωνίας και διαχείρισης (Ευφυή δίκτυα – Smartgrids) να μεταβάλλεται έτσι ώστε να διευκολύνει και να υποστηρίζει την υιοθέτηση συστημάτων ΑΠΕ. Στον πίνακα 3, παρουσιάζεται η εξέλιξη του κόστους και της απόδοσης των Φ/Β συστημάτων μέχρι το 2030, όπως εκτιμάται από την Ευρωπαϊκή Φωτοβολταϊκή Τεχνολογική Πλατφόρμα που δημοσιεύθηκε πρόσφατα στο Σχέδιο Εφαρμογής της Στρατηγικής Ερευνητικής Ατζέντας για τα Φωτοβολταϊκά [5].

Πίνακας 3: Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

<b>ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ*</b>	<b>1980</b>	<b>1995</b>	<b>2009</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>Μακροπρό- θεσμη Δυναμική</b>
<b>Συνολική Τυπική τιμή συστήματος €/Wp</b>	> 30	10	3 - 4.5**	1.5 -2.3	< 1	0.5
<b>Τυπικό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με 1300 kWh/kWp·έτος***</b>	> 2	0.7	0.20–0.30	0.10–0.15	< 0.07	0.03
<b>Απόδοση εμπορικών επιπέδων Φ/Β πλαισίων</b>	μέχρι 8%	μέχρι 12%	μέχρι 20%	μέχρι 23%	μέχρι 25%	μέχρι 40%
<b>Απόδοση εμπορικών συγκεντρωτικών Φ/Β μονάδων</b>	(~10%)	μέχρι 20%	μέχρι 30%	μέχρι 35%	μέχρι 40%	μέχρι 60%
<b>Χρόνος Αποπληρωμής Φ/Β συστήματος με 1300 kWh/kWp·έτος (έτη)</b>	> 10	> 5	< 2	< 1	0.5	0.25

\* Οι τιμές εκφράζονται σε Ευρώ με αξία 2009

\*\* Το εύρος των τιμών καλύπτει από μικρά (υψηλή τιμή) μέχρι μεγάλα (χαμηλή τιμή) Φ/Β συστήματα

\*\*\* Υπολογισμός με το μοντέλο Καθαρής Παρούσας Αξίας [NPVTP] που ανέπτυξε η Ευρωπαϊκή Φ/Β Πλατφόρμα με χρόνο απόσβεσης 25 χρόνια [6].

Για να φθάσουμε το 2020 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες στην διείσδυση των Φ/Β συστημάτων στο 12% της ετήσιας ηλεκτρικής κατανάλωσης θα πρέπει τα Φωτοβολταϊκά συστήματα να εγκατασταθούν κατά προτεραιότητα:

- σε κτίρια, αποθήκες αλλά και σε θέσεις που προσφέρουν προστιθέμενη αξία όπως στέγαστρα σκίασης σε χώρους στάθμευσης και
- τέλος σε ελεύθερα γήπεδα χωρίς να αλλοιώνουν τον χαρακτήρα των περιοχών εγκατάστασης.

Η διείσδυση των διεσπαρμένων Φ/Β συστημάτων κυρίως στο δίκτυο διανομής αντικαθιστά ή αναβάλλει την επέκταση συμβατικών κεντρικών σταθμών παραγωγής με θετικά αποτελέσματα για το περιβάλλον. Επιπλέον, ιδιαίτερη αξία έχει η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς από τα Φ/Β όταν συμπίπτει με την αιχμή ζήτησης, όπως οι καλοκαιρινές αιχμές λόγω χρήσης κλιματιστικών. Άλλες θετικές επιπτώσεις είναι ο σύντομος χρόνος ένταξης μονάδων Φ/Β στο δίκτυο, η βελτίωση της ποιότητας ισχύος, η μείωση των απωλειών μεταφοράς καθώς η παραγωγή γίνεται κοντά στους χρήστες, η διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.





Φωτό 1: Η ηλιακή γειτονιά στην πόλη Kiyomino της Ιαπωνίας με εγκαταστάσεις 237 kWp σε 80 κατοικίες μια γειτονιάς.

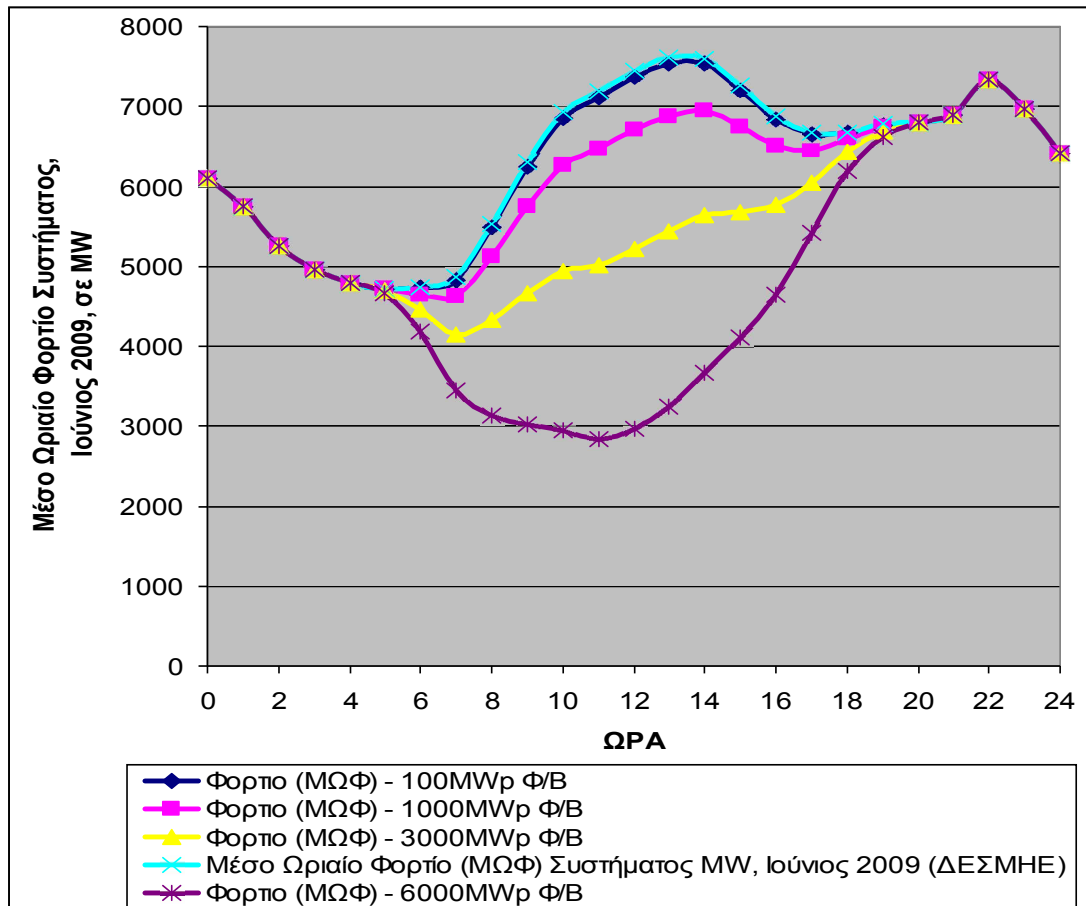
Η ενσωμάτωση πολλών μικρών μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις υπάρχουσες δομές εφοδιασμού επιτάσσει την χρήση νέων τεχνολογικών λύσεων. Οι βελτιωμένες διαδικασίες διαχείρισης της ενέργειας και οι προηγμένες τεχνολογίες επικοινωνιών είναι απαραίτητες για να υποστηρίξουν μια αξιόπιστη, οικονομική και ασφαλή λειτουργία όλων των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας. Η κατοικία και γενικά τα κτίρια θα πρέπει να γίνουν στόχος για την εφαρμογή της εξοικονόμησης ενέργειας, παραγωγής, διαχείρισης και αυτο-κατανάλωσης της ενέργειας από ΑΠΕ. Η προσοχή κυρίως πρέπει να εστιασθεί στις νέες προσεγγίσεις στην τεχνολογία συστημάτων σχετικά με την διεσπαρμένη παραγωγή, την αλληλεπίδραση με το δίκτυο διανομής, τη σταθερότητα και την ποιότητα του ηλεκτρισμού, την αξιοπιστία παροχής ηλεκτρισμού, τον προγραμματισμό ανάπτυξης του δικτύου, θέματα ασφάλειας και επικοινωνίας δεδομένων και μέθοδοι πρόγνωσης της ζήτησης και της παραγωγής ισχύος.

Υπό το πρίσμα των παραπάνω εξελίξεων παρουσιάζεται παρακάτω η επίδραση της διείσδυσης των φωτοβολταϊκών στο ηλεκτρικό σύστημα της χώρας. Τα σχήματα 4 και 5 παρουσιάζουν την συμμετοχή της ηλεκτρικής ισχύος των Φ/Β συστημάτων στην ημερήσια καμπύλη φορτίου κατά την διάρκεια μιας τυπικής μέσης μέρας, τον Ιούνιο και Ιανουάριο 2009 αντίστοιχα, σύμφωνα με στοιχεία του ΔΕΣΜΗΕ. Η διείσδυση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των Φ/Β συστημάτων μεταβάλλεται από 100 μέχρι 6000 MWp. Με την προοδευτική διείσδυση των Φ/Β συστημάτων η μεσημεριανή αιχμή εξαφανίζεται, καθώς τα Φ/Β συστήματα αντικαθιστούν τις μονάδες παραγωγής αιχμής του ηλεκτρικού Συστήματος. Για εγκατεστημένη ισχύ πάνω από 3000 MWp, παρουσιάζεται αντικατάσταση και μονάδων παραγωγής βάσης. Δεδομένου ότι η αιχμή ζήτησης θα μπορούσε να αυξηθεί κατά 30 με 40% μέχρι το 2020 από τις τιμές του 2009, συμπεραίνεται ότι η ποιοτική επίδραση των Φ/Β στη καμπύλη φορτίου δεν θα είναι τόσο δραματική όπως αυτή που παρουσιάζεται στα σχήματα 4 και 5. Σε κάθε περίπτωση, για να διευκολυνθεί η μεγάλη διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και ειδικά των Φωτοβολταϊκών συστημάτων σύμφωνα με τους στόχους της Ε.Ε. και της Ευρωπαϊκής βιομηχανίας Φ/Β, με θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, την οικονομία και την ενεργειακή αποδοτικότητα και περαιτέρω, χωρίς να έχουμε σημαντικές επιπτώσεις στο ηλεκτρικό Σύστημα θα πρέπει:

- να δοθούν κίνητρα και τεχνικές λύσεις στους χρήστες Φ/Β συστημάτων, αλλά και τους άλλους καταναλωτές, να μεταθέσουν χρονικά την χρήση ορισμένων φορτίων στις ώρες μέγιστης παραγωγής των φωτοβολταϊκών (δηλαδή μεταξύ 8π.μ. με 4μ.μ.) ή να κάνουν χρήση

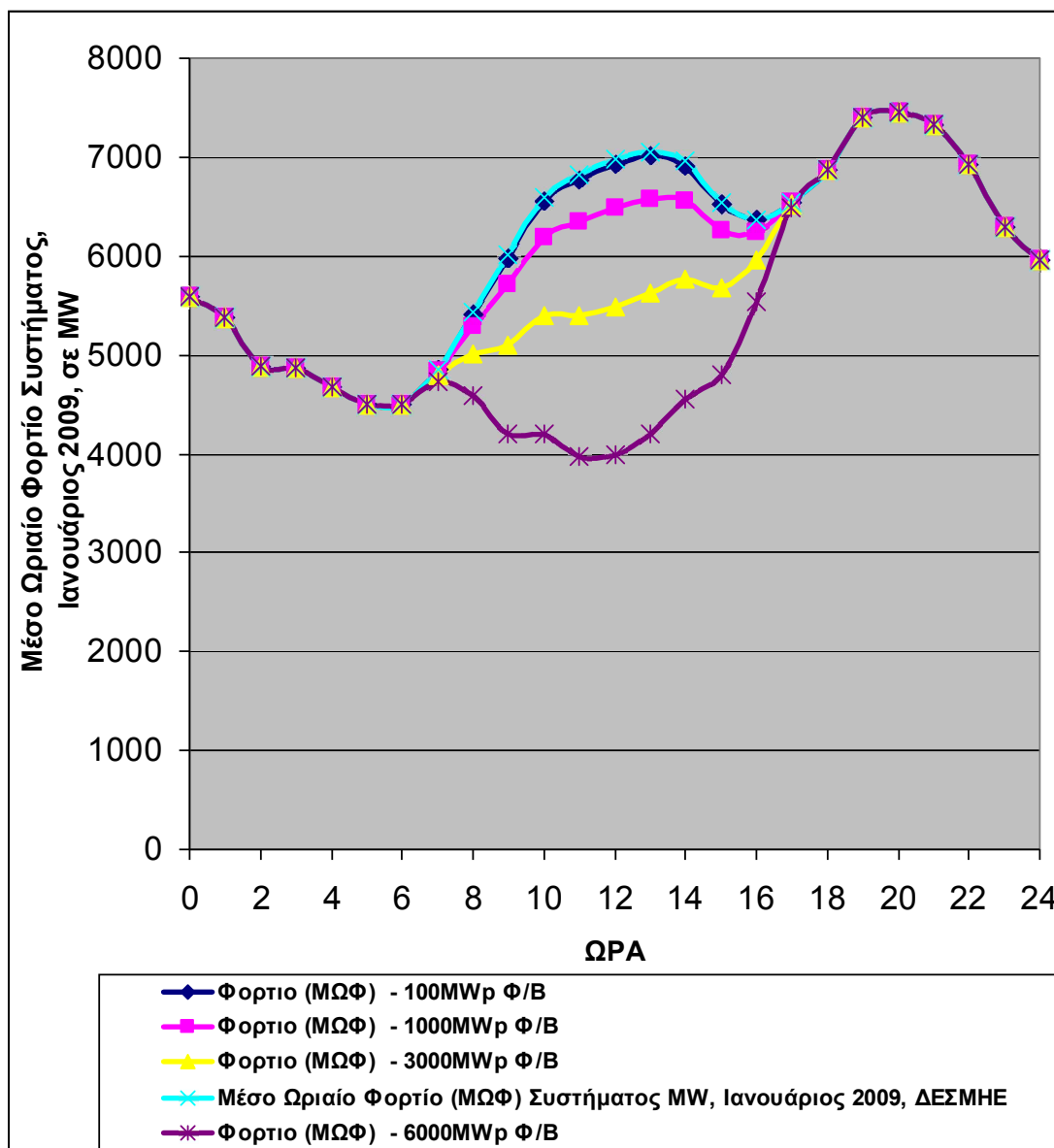
κατάλληλων μέσων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και απόδοσής της κατά τις βραδινές ώρες.

- να προωθηθεί η επέκταση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στις μεταφορές και τον κλιματισμό (ψύξη και θέρμανση με αντλίες θερμότητας).



Σχήμα 4: Μέσο Ωριαίο Φορτίο (ΜΩΦ) Συστήματος σε MW, Ιούνιος 2009, ΔΕΣΜΗΕ.

Επιπλέον, η αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από διεσπαρμένες μονάδες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας δίνει την δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης και εκμετάλλευσης ιδιωτικών και δημόσιων μέσων ηλεκτροκίνησης με την επιπλέον δυνατότητα χρήσης, με κατάλληλα επιχειρηματικά σχέδια, των μέσων αποθήκευσης που διαθέτουν τα υβριδικά και αμιγώς ηλεκτροκίνητα οχήματα για την εξισορρόπηση της προσφοράς και ζήτησης στο ηλεκτρικό δίκτυο διανομής.



Σχήμα 5: Μέσο Ωριαίο Φορτίο (ΜΩΦ) Συστήματος σε MW, Ιανουάριος 2009, ΔΕΣΜΗΕ.

Δεδομένου ότι ο τομέας των μεταφορών επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον και λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων στο τομέα των συσσωρευτών με την ανάπτυξη κατάλληλων μπαταριών λιθίου, πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες προχώρησαν στην παραγωγή Ηλεκτρικών και Υβριδικών οχημάτων, ενώ πρόσφατα στις Βρυξέλλες οι επικεφαλής 48 ευρωπαϊκών επιχειρήσεων ηλεκτρισμού, διαχειριστών συστημάτων διανομής και εθνικών ενώσεων ηλεκτρισμού - μελών της EURELECTRIC, μεταξύ αυτών και η ΔΕΗ, υπέγραψαν διακήρυξη για την τυποποίηση των υποδομών και του εξοπλισμού για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων από τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην κατεύθυνση της χρήσης των αντλιών θερμότητας για ψύξη και θέρμανση καθώς και την διεύδυση της ηλεκτροκίνησης χρειάζονται από κρατικής πλευράς κίνητρα και συντονισμένα ολοκληρωμένα προγράμματα.

## ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ (RENEWABLE ACTION PLAN) - ΙΟΥΝΙΟΣ 2010

Όσον αφορά το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ, που πρέπει να κατατεθεί από όλα τις χώρες μέλη της Ε.Ε. μέχρι το τέλος Ιουνίου 2010, προτείνεται για την Ελλάδα να προωθηθεί η επιθετική διείσδυση των ΑΠΕ επιτραπεί η άμεση ένταξη συστημάτων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους κανόνες ασφάλειας λειτουργίας του δικτύου για να μειωθούν όσο το δυνατόν τα έξοδα για τα δικαιώματα του CO<sub>2</sub> που δεν προσφέρουν τίποτα στην οικονομία μας. Ο ενεργειακός σχεδιασμός της Ελλάδας όσον αφορά τις ΑΠΕ προβλέπεται να βασισθεί κυρίως στην αιολική ενέργεια λόγω οικονομικότητας αλλά και διαθέσιμου δυναμικού. Βέβαια και το ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας είναι εξαιρετικό και τα επόμενα 3 με 5 χρόνια τα Φ/Β συστήματα θα είναι οικονομικά ανταγωνιστικά των συμβατικών λόγω της ενσωμάτωσης των δικαιωμάτων του CO<sub>2</sub> και της ραγδαίας πτώσης των τιμών των Φ/Β συστημάτων. Τα σχέδια μεγάλης διείσδυσης των αιολικών πάρκων σε αρκετές περιπτώσεις περιέχουν αρκετή αβεβαιότητα ως προς το χρόνο υλοποίησής των απαραίτητων δικτύων μεταφοράς λόγω τεχνικών και τοπικών προβλημάτων. Ενώ από το 2013 θα πρέπει να καταβάλλονται δικαιώματα εκπομπής CO<sub>2</sub> στην ηλεκτροπαραγωγή. Η συνεχιζόμενη υποτονική διείσδυση των ΑΠΕ θα οδηγήσει σε πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση που εκτιμάται πάνω από 1,2 Δις Ευρώ τον χρόνο, μία αύξηση κατά 30 με 40% για τους καταναλωτές. Θεωρώ λοιπόν ότι είναι σημαντικό να επιταχύνουμε την διείσδυση ΑΠΕ μέχρι το 2013, καθώς μέρος από τα δικαιώματα που δεν θα πληρώσουμε θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη των ΑΠΕ και νέες θέσεις εργασίας. Ο καθορισμός της επιδιωκόμενης αναλογίας των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ, η εγκατεστημένη ισχύς των και η κατανομή της διείσδυσης των θα έχει δυναμική συμπεριφορά και δεν προεξοφλείται, γιατί καλό θα ήταν από το 2010 να ληφθούν υπόψη τα αντικειμενικά προβλήματα διείσδυσης που έχουν παρουσιαστεί και να δοθεί ώθηση στις τεχνολογίες ΑΠΕ με δυνατότητα άμεσης ένταξης γιατί σε 2 με 3 χρόνια πάλι θα συζητάμε τα ίδια.

Συνεπώς προτείνεται στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ και στο ενεργειακό μίγμα να ληφθούν υπόψη:

1. Η σταδιακή χρήση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στις ιδιωτικές και δημόσιες μεταφορές (ηλεκτροκίνητα οχήματα, υβριδικά, κλπ. [με συμμετοχή περίπου 0.3 TWh/100.000 οχήματα/έτος])
2. Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ για την ψύξη/θέρμανση, όπως με αντλίες θερμότητας και να δοθούν κίνητρα για υψηλής απόδοσης συστήματα [0.4 TWh/100.000 νοικοκυριά/έτος]
3. Η εισαγωγή «ευφών» συστημάτων μέτρησης, διαχείρισης της κατανάλωσης και παραγωγής και οι επιπτώσεις στην εξέλιξη της καμπύλης ζήτησης φορτίου,
4. Να δοθούν κίνητρα ανάπτυξης συστημάτων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας για την εξισορρόπηση κατανάλωσης/παραγωγής (αντλησιοταμίευση, ηλεκτρικά οχήματα, κλπ.)
5. Οργάνωση αγοράς επικουρικών υπηρεσιών και κίνητρα/αντι-κίνητρα για τους καταναλωτές/παραγωγούς μικρής και μεγάλης κλίμακας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να διευκολυνθεί και να υποστηριχθεί η πολύ μεγάλη διείσδυση Ανανεώσιμων Πηγών στο ηλεκτρικό Σύστημα απαιτείται ένα ευέλικτο και έξυπνο σύστημα ενεργειακών υποδομών με στόχο την απαραίτητη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την κατά προτεραιότητα ένταξη των ΑΠΕ που δεν απαιτούν νέες υποδομές, με στόχο και την οικονομική ανάπτυξη με κίνητρα ελκυστικά ιδιαίτερα για τον μικρο-επενδυτή για να έχουμε την μεγαλύτερη δυνατή κοινωνική στήριξη.

Η σύνδεση διεσπαρμένων μονάδων ΑΠΕ και ιδιαίτερα Φ/Β συστημάτων στο δίκτυο διανομής επιτρέπει την επιτόπια παραγωγή και κατανάλωση μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας από τους κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Τα Φ/Β συστήματα συνεισφέρουν επίσης στην μείωση της αιχμής ζήτησης λόγω σύμπτωσης με την παραγωγή και ιδιαίτερα το καλοκαίρι κατά την μεσημεριανή αιχμή. Η αύξηση της διείσδυσης από διεσπαρμένες μονάδες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και ιδιαίτερα των Φ/Β συστημάτων, δίνει την δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης κινήτρων για την εκμετάλλευση ιδιωτικών και δημόσιων μέσων ηλεκτροκίνησης με την επιπλέον δυνατότητα χρήσης των μέσων αποθήκευσης που διαθέτουν τα υβριδικά και ηλεκτροκίνητα οχήματα για την εξισορρόπηση της προσφοράς και ζήτησης.

## ΠΑΡΑΠΟΜΠΗ / ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Παντελής Κάπρος, Δεκέμβριος 2009. «Ενεργειακό σχεδιασμός στην προοπτική του 2020», Περιοδικό Energy point, τεύχος 29, σελ. 30-32.
- [2] Στέλιος Ψωμάς, Φεβρουάριος 2005. «Η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας», Σύμβουλος Συνδέσμου Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ), [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr).
- [3] D. M. Kammen, K. Karadia, and M. Fripp, 13 Απριλ 2004, 'Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate?' RAEL Report, University of California, Berkeley.
- [4] Στάθης Τσελεπής, Οκτώβριος 2008, «Μελέτη κόστους – οφέλους για τη μεγάλη διείσδυση των φωτοβολταϊκών», ΚΑΠΕ. Περιοδικό Energy point, τεύχος 16.
- [5] "An Implementation Plan for the Strategic Research Agenda of the European Photovoltaic Technology Platform", European Photovoltaic Technology Platform, August 2009, <http://www.eupvplatform.org/>.
- [6] [NPVTP], A calculation model for feed-in tariffs developed by the European Photovoltaic Technology Platform, downloadable at <http://www.eupvplatform.org/home.html#c1193>.