



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
*Εργαστήριο Βιομηχανικής και Ενεργειακής  
Οικονομίας*

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΙΙ: ΑΝΑΛΥΣΗΣ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

---

**Διαχρονική τεχνικοοικονομική μελέτη  
φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα**

Διπλωματική Εργασία

**Μπούρτζινος Παναγιώτης**

Επιβλέπουσα: Δανάη Διακουλάκη

Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

**ΑΘΗΝΑ 2015**



## Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την υπεύθυνο της διπλωματικής εργασίας, Καθηγήτρια του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κα. Δανάη Διακουλάκη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση του θέματος, την επιστημονική υποστήριξη και καθοδήγηση καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές στην συγγραφή της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τους φίλους μου, τον πατέρα μου Νίκο, την μητέρα μου Ελένη, την αδερφή μου Θέκλι και την Άννα Μπ. για την πλήρη υποστήριξη που μου προσέφεραν όχι μόνο κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	2
Περιεχόμενα εικόνων.....	5
Περιεχόμενα πινάκων .....	8
Περίληψη .....	10
Abstract .....	12
1 Εισαγωγή.....	13
2 Διεθνής-Ευρωπαϊκή αγορά .....	15
2.1 Εξέλιξη αγοράς.....	15
2.2 Εξέλιξη κόστους.....	20
3 Συστήματα κινήτρων ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών .....	24
3.1 Συστήματα κινήτρων στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....	24
3.2 Σύστημα εγγυημένων τιμών FiTs (Feed-in Tariffs).....	25
3.3 Συστήματα ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας .....	26
3.4 Επιδοτήσεις κεφαλαίου και εκπτώσεις φόρων.....	28
4 Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα.....	29
4.1 Ελληνική αγορά.....	29
4.2 Θεσμικό πλαίσιο φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα.....	35
4.2.1 Εισαγωγή.....	35
4.2.2 Εξέλιξη νομοθετικού πλαισίου-τιμολόγησης.....	35
4.2.3 Εξέλιξη ειδικού Διαχειριστικού Λογαριασμού ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ του Άρθρου 40 του ν.2773/1999.....	49
4.2.4 Σύνοψη .....	52

5	Μελέτη περιπτώσεων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων .....	54
5.1	Δεδομένα και παραδοχές .....	54
5.1.1	Επιλογή περιπτώσεων .....	54
5.1.2	Δεδομένα και παραδοχές για την μονάδα ισχύος των 10 kW .....	55
5.1.3	Δεδομένα και παραδοχές για την μονάδα ισχύος των 100 kW ....	56
5.1.3	Δεδομένα και παραδοχές για την μονάδα ισχύος των 2 MW (Διασυνδεδεμένο) και 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο) .....	58
5.2	Τεχνικές οικονομικής αξιολόγησης.....	60
5.3	Αποτελέσματα τεχνικοοικονομικής ανάλυσης .....	62
5.4	Μελέτη και αξιολόγηση περιπτώσεων .....	63
5.4.1	Αξιολόγηση με κριτήριο τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (IRR) 63	
5.4.2	Αξιολόγηση επένδυσης των 10 kW .....	65
5.4.3	Αξιολόγηση επένδυσης των 100 kW .....	66
5.4.4	Αξιολόγηση επένδυσης των 2 MW (Διασυνδεδεμένο στο δίκτυο) 67	
5.4.5	Αξιολόγηση επένδυσης των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο στο δίκτυο) 68	
5.5	Μελέτη επίδρασης του μέτρου της έκτακτης εισφοράς .....	69
5.5.1	Εισαγωγή.....	69
5.5.2	Αξιολόγηση με κριτήριο τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (IRR) 70	
5.5.3	Αξιολόγηση με κριτήριο την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) .....	71
6	Συμπεράσματα.....	75
7	Βιβλιογραφία.....	78

## Περιεχόμενα εικόνων

<b>Εικόνα 1 :</b> Εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς φωτοβολταϊκών παγκοσμίως (EPIA).....	16
<b>Εικόνα 2 :</b> Εξέλιξη ετήσιας εγκατεστημένης ισχύς παγκοσμίως (EPIA) .....	17
<b>Εικόνα 3:</b> Εξέλιξη ετήσιας εγκατεστημένης ισχύς στην Ευρώπη (EPIA).....	18
<b>Εικόνα 4:</b> Εξέλιξη συνολικής εγκατεστημένης ισχύς στην Ευρώπη (EPIA).....	19
<b>Εικόνα 5:</b> Καμπύλη τιμής-εμπειρίας των ηλιακών πλαισίων για τις τεχνολογίες λεπτού φιλμ και πολύ-κρυσταλλικού πυριτίου (Bloomberg New Energy Finance and PV News).....	21
<b>Εικόνα 6:</b> Καμπύλες εξέλιξης κόστους ανά τεχνολογία και προέλευση κατασκευαστή (IRENA) .....	22
<b>Εικόνα 7:</b> Ροή εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας με χρήση του net-metering ....	27
<b>Εικόνα 8:</b> Εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύς φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα (Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014, Σ.Ε.Φ , 2-2-2015).....	31
<b>Εικόνα 9:</b> Φωτοβολταϊκά και θέσεις εργασίας (Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014, 2-2-2015, Σ.Ε.Φ).....	32
<b>Εικόνα 10:</b> Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία (Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014, 2-2-2015, Σ.Ε.Φ).....	32
<b>Εικόνα 11:</b> Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών αναλόγως με την σύνδεση ή μη με το δίκτυο (Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014, Σ.Ε.Φ , 2-2-2015).....	33
<b>Εικόνα 12:</b> Διάγραμμα Μηνιαίου Σωρευτικού Ελλείμματος του Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ (ΛΑΓΗΕ).....	51
<b>Εικόνα 13:</b> Η χρονική εξέλιξη του IRR των τεσσάρων περιπτώσεών μας.....	63
<b>Εικόνα 14:</b> Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 10 kW .....	65
<b>Εικόνα 15:</b> Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 100 kW .....	66
<b>Εικόνα 16:</b> Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 2 MW (Διασυνδεδεμένο).....	67
<b>Εικόνα 17:</b> Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο) .....	68

<b>Εικόνα 18:</b> Η χρονική εξέλιξη του IRR χωρίς την έκτακτη εισφορά των τριών περιπτώσεών μας.....	70
<b>Εικόνα 19:</b> Συγκριτική χρονική εξέλιξη των NPV με και χωρίς έκτακτη εισφορά για την εγκατάσταση των 100 kW.....	72
<b>Εικόνα 20:</b> Συγκριτική χρονική εξέλιξη των NPV με και χωρίς έκτακτη εισφορά για την εγκατάσταση των 2 MW (Διασυνδεδεμένο).....	72
<b>Εικόνα 21:</b> Συγκριτική χρονική εξέλιξη των NPV με και χωρίς έκτακτη εισφορά για την εγκατάσταση των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο).....	73





## Περιεχόμενα πινάκων

<b>Πίνακας 1:</b> Κατάσταση αδειοδοτικής εξέλιξης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων έως 31 Ιουνίου 2014 [www.ypeka.gr] .....	34
<b>Πίνακας 2:</b> Τιμολόγηση Α.Π.Ε σύμφωνα με τον νόμο 3468/2006.....	37
<b>Πίνακας 3:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010 .....	39
<b>Πίνακας 4:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010 .....	39
<b>Πίνακας 5:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012.....	40
<b>Πίνακας 6:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012 .....	41
<b>Πίνακας 7:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με την Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2300/16932 & 2301/16933 & 2302/16934 & 2303/16935 στις 10.08.2012 .....	42
<b>Πίνακας 8:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με την Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2300/16932 & 2301/16933 & 2302/16934 & 2303/16935 στις 10.08.2012.....	42
<b>Πίνακας 9:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε /Φ1/1288/9011 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1289/9012 του ΦΕΚ 1103B’/02.05.2013 .....	44
<b>Πίνακας 10:</b> Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε /Φ1/1288/9011 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1289/9012 του ΦΕΚ 1103B’/02.05.2013.....	44
<b>Πίνακας 11:</b> Δεδομένα και παραδοχές για τα 10 kW.....	55
<b>Πίνακας 12:</b> Δεδομένα και παραδοχές για τα 100 kW.....	56
<b>Πίνακας 13:</b> Δεδομένα και παραδοχές για τα 2 MW (Διασυνδεδεμένο) .....	58
<b>Πίνακας 14:</b> Δεδομένα και παραδοχές για τα 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο).....	59
<b>Πίνακας 15:</b> Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ανάλυσης και δεδομένων ...	62



## Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήσαμε και αξιολογήσαμε την οικονομική αποδοτικότητα τεσσάρων επενδυτικών σεναρίων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα με βάση το έτος υλοποίησης κάθε επένδυσης.

Αρχικά, παρουσιάσαμε στοιχεία της εξέλιξης της διεθνούς αγοράς στον τομέα των φωτοβολταϊκών εξετάζοντας την πορεία της εγκατεστημένης ισχύος παγκοσμίως και πανευρωπαϊκά. Αναφερθήκαμε επίσης και στην μεταβολή του κόστους εγκατάστασης των μονάδων τα τελευταία χρόνια. Θεωρήσαμε σημαντικό, να γίνει εκτενής αναφορά και στα συστήματα κινήτρων που υιοθετήθηκαν βοηθώντας στην ανάπτυξη του κλάδου.

Στην συνέχεια, παραθέσαμε στοιχεία για την εξέλιξη της ελληνικής αγοράς και αποτυπώσαμε λεπτομερώς τις αλλαγές του νομοθετικού πλαισίου, με άξονα την τιμολόγηση του συστήματος των εγγυημένων τιμών.

Τέλος, η οικονομική μας μελέτη βασίστηκε σε τέσσερα σενάρια επενδύσεων, των 10 kW, των 100 kW, των 2 MW (Διασυνδεδεμένο στο σύστημα) και των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο στο σύστημα). Μελετήσαμε την αποδοτικότητα τους για τα έτη 2008, 2010, 2012 και 2014. Χρησιμοποιήσαμε τα κριτήρια αξιολόγησης του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) και της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV), εξετάζοντας ταυτόχρονα και την χρονική μεταβολή του κόστους εγκατάστασης και των εγγυημένων τιμών, καθώς και την επιρροή του μέτρου της έκτακτης εισφοράς στην οικονομική απόδοση των σεναρίων μας.



## **Abstract**

The present diploma thesis examined the cost-effectiveness of four photovoltaic investment cases in Greece based on the year of their implementation.

Initially, reference to the international photovoltaic market data was made, considering the progress of the European and international installed capacity. The evolution of the installation cost was presented as well as the incentive schemes that were adopted in order to increase the development of the photovoltaic industry.

Then, the evolution of the Greek market as well as the legislative framework were presented, focussing on the pricing of the feed-in-tariff system.

Furthermore, the financial analysis was based on four investment cases: 10 kW, 100 kW, 2 MW (Interconnected System) and 2 MW (Not Interconnected to the system). We evaluated their profitability in 2008, 2010, 2012 and 2014 by using the financial indicators of the Internal Rate of Return (IRR) and Net Present Value (NPV). Finally, the evolution of the installation cost, the change in feed-in-tariffs and taxation were taken into consideration to the financial evaluation of the investments.

## 1 Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ιδιαίτερα η ηλιακή ενέργεια απασχόλησε ιδιαίτερα τους επιστήμονες. Έγιναν πολλές προσπάθειες για να αυξηθεί η διείσδυσή της στον τομέα της παραγωγής ενέργειας δημιουργώντας συνθήκες που ενίσχυαν την ανταγωνιστικότητά της. Ειδικότερα, για τον τομέα των φωτοβολταϊκών, αυξήθηκε η αποδοτικότητα των ηλιακών πάνελ, μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου το κόστος εγκατάστασης και υιοθετήθηκαν ελκυστικά συστήματα κινήτρων [M.Bortolini et al., 2013]. Πρωτοπόρος στην τεχνολογία αλλά και στην συνολική εγκατεστημένη ισχύ υπήρξε η Ευρώπη. Μεγάλες οικονομικές δυνάμεις όπως η Γερμανία και η Ιταλία ενίσχυσαν σημαντικά τον τομέα των φωτοβολταϊκών με την τεχνολογική τους πρόοδο πάνω στον τομέα όπως επίσης θέσπισαν κίνητρα για την προσέλκυση νέων επενδύσεων. Η ίδια πολιτική ακολουθήθηκε και στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, χωρίς να αποτελεί εξαίρεση και η Ελλάδα. Τα συστήματα κινήτρων και οι πολιτικές στην Ευρώπη σχολιάστηκαν και αξιολογήθηκαν σε πολλές εργασίες [L.Duschonnet et al., 2010, L.Duschonnet et al., 2015, Jordi de la Hoz et al., 2012]. Συγκεκριμένα οι πολιτικές που ακολουθήθηκαν στην χώρα μας απασχόλησαν και Έλληνες επιστήμονες [G.Tsilingiridis et al., 2013, M.Karteris et al., 2013] που μέσα από την μελέτη τους έβγαλαν ιδιαίτερος θετικά συμπεράσματα για την σύνδεση των κινήτρων με την αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος των τελευταίων χρόνων. Γίνεται αντιληπτή λοιπόν η άμεση σχέση των κινήτρων με την αποδοτικότητα των επενδύσεων στα φωτοβολταϊκά. Όσον αφορά την Ελλάδα, μέτρα όπως οι επιδοτήσεις και οι πολύ υψηλές εγγυημένες τιμές, βοήθησαν τα μέγιστα τα προηγούμενα χρόνια ώστε να αυξηθεί το επενδυτικό ενδιαφέρον. Όπως έδειξε και παλιότερη εργασία [S.Danchev et al., 2010] όπου μελετήθηκε η αποδοτικότητα επενδύσεων εκείνη την περίοδο, τα αποτελέσματά ήταν αξιοπρόσεκτα μιας και καταδείκνυαν τις θετικότερες οικονομικές αποδόσεις που απέφερε κάθε επένδυση στα φωτοβολταϊκά. Στην πορεία του χρόνου όμως, το σύστημα των εγγυημένων τιμών άρχισε να αναπροσαρμόζεται, με στόχο να συμπορευτεί με την αγορά και με το όλο και μειούμενο κόστος. Δυστυχώς, λόγω της καθυστέρησης της προσαρμογής αυτής, συνεχίστηκε για αρκετό καιρό η υλοποίηση πολλών επενδύσεων με μεγάλες εκτιμώμενες θετικές αποδόσεις, οδηγώντας έτσι σε ανισορροπία την ελληνική αγορά. Τό κόστος εγκατάστασης έπεφτε και οι εγγυημένες τιμές παρέμεναν υψηλές. Όταν

λοιπόν δημιουργήθηκε ένα ολοένα αυξανόμενο έλλειμα στον αρμόδιο φορέα, η λήψη μέτρων ήταν αναπόφευκτη. Τα τελευταία τρία χρόνια υπήρξε σωρεία νομοθετημάτων που προέβλεπαν συνεχείς μειώσεις των εγγυημένων τιμών, θέσπιση έκτακτης εισφοράς στους παραγωγούς ακόμα και αναστολή των αδειοδοτήσεων. Αυτή η πορεία λοιπόν της ελληνικής αγοράς φωτοβολταϊκών από το ζενίθ στο ναδίρ δίνει την ευκαιρία να εκπονήσουμε μια διαχρονική μελέτη. Θα εξετάσουμε αρχικά την πορεία του συστήματος των κινήτρων στην Ελλάδα μέσω της εξέλιξης του νομοθετικού πλαισίου. Οι συνεχείς αλλαγές και τα μέτρα που ελήφθησαν σίγουρα παίζανε καθοριστικό ρόλο στην οικονομική απόδοση των επενδύσεων. Για αυτό τον λόγο, η επιλογή χαρακτηριστικού μεγέθους επενδύσεων σε διαφορετικές περιόδους, θα δείξει ευκρινώς την επιρροή των κινήτρων αλλά ταυτόχρονα και τις όποιες διαχρονικές αλλαγές της αγοράς στην Ελλάδα. Είναι ενδιαφέρον να μελετήσουμε αν οι συμφέρουσες επενδύσεις των παλαιότερων χρόνων, όπως παρουσιάστηκαν σε εργασίες[S.Danchev *et al.*, 2010], ήταν όντως συμφέρουσες και αν η αλλαγή της αντιμετώπισης απέναντι στον κλάδο των φωτοβολταϊκών τα τελευταία χρόνια από την πολιτεία ήταν καθοριστική στην αποδοτικότητα των επενδύσεων.

## 2 Διεθνής-Ευρωπαϊκή αγορά

### 2.1 Εξέλιξη αγοράς

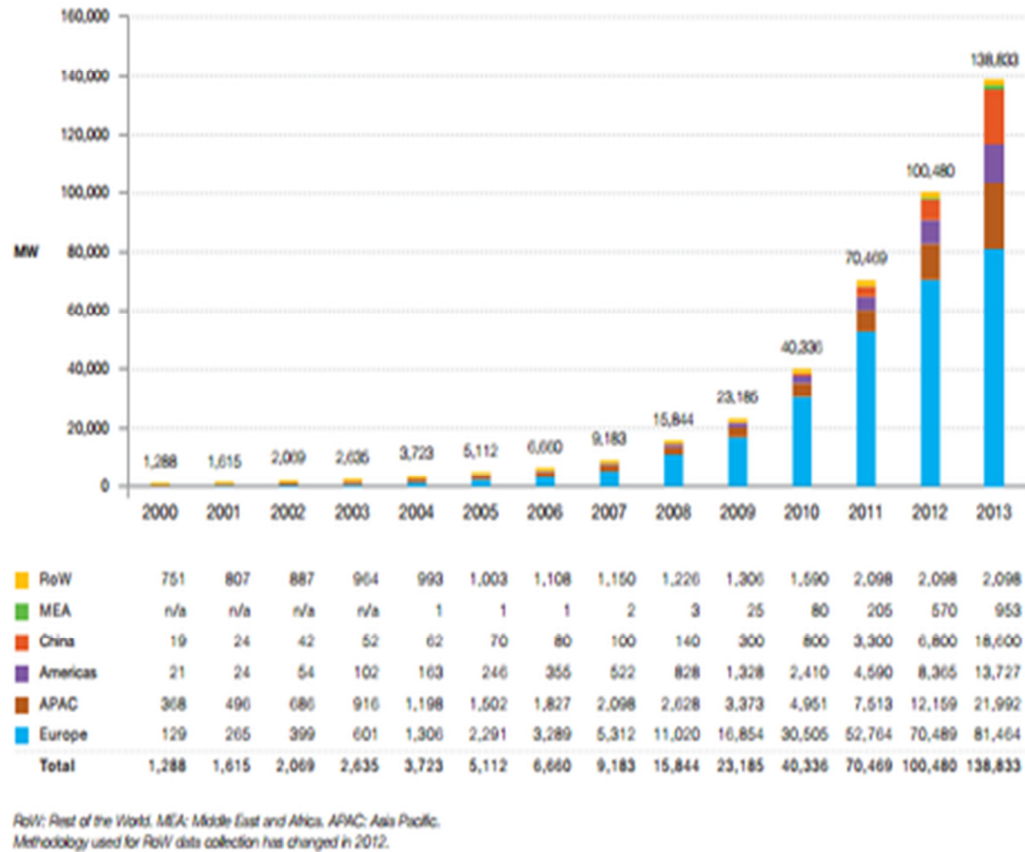
Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών γνώρισε ταχύ ρυθμό ανάπτυξης την τελευταία δεκαετία καθιστώντας την μία από τις μεγαλύτερες πηγές παραγωγής ενέργειας στον κόσμο. Η επιτυχία αυτή μπορεί να θεωρηθεί ακόμα πιο μεγάλη αν υπολογίσει κανείς και την οικονομική κρίση που βιώνουμε παγκοσμίως την τελευταία πενταετία και είναι ανασταλτικός παράγοντας επενδύσεων. Ενδεικτικά, το 2009 η εγκατεστημένη ισχύς ανήλθε κοντά στα 24 GW, τον επόμενο χρόνο αυξήθηκε στα 40.7 GW και τέλος το 2011 έφτασε τα 71.1 GW. Χρονιά ορόσημο στην πορεία αυτή υπήρξε το 2012 αφού η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ξεπέρασε τα 100GW. Την χρονιά αυτή η Ευρώπη κυριάρχησε έχοντας σε λειτουργία το 70% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς στον κόσμο και πιο συγκεκριμένα η Γερμανία και η Ιταλία πλησίασαν στο τέλος του 2012 να παράγουν μαζί σχεδόν το 50% της παγκόσμιας ισχύς από φωτοβολταϊκά. Πέρα από τη Ευρώπη, το 2012 προστέθηκαν παγκοσμίως 12.5 GW κυρίως από άλλες μεγάλες αγορές όπως η Κίνα(3.5 GW), οι Η.Π.Α(3.3 GW), η Ιαπωνία(1.7GW), η Αυστραλία(1 GW) και η Ινδία (σχεδόν 1 GW). Πρωταθλήτρια παρέμεινε όμως για έβδομη φορά τα τελευταία 13 χρόνια η Γερμανία που κατείχε 7.6 GW από τα νέα δίκτυα που συνδέθηκαν την χρονιά αυτή. Ακριβώς πίσω της ακολουθεί η Κίνα (5GW), η Ιταλία ( 3.4 GW), οι Η.Π.Α (3.3 GW) και η Ιαπωνία (2GW). [*global outlook for photovoltaics 2013-2017, www.epia.org*]

Παρόλο τον ενθουσιασμό για τα αποτελέσματα του 2012, σημαντικό είναι να καταγράψουμε την μικρή πτώση των νέων εγκαταστάσεων στην Ευρώπη σε σχέση με το 2011 που από τα 22.4 GW έπεσε στα 17.2 GW το 2012.Επίσης, αξίζει να επισημάνουμε τις δυνατότητες ανάπτυξης περιοχών χωρίς μεγάλη συμμετοχή στην παγκόσμια παραγωγή, όπως η Νότιος Αμερική και η Αφρική, που λόγω των αυξανόμενων απαιτήσεων σε ηλεκτρισμό τα επόμενα χρόνια έχουν οδηγήσει σε επενδύσεις στον τομέα των φωτοβολταϊκών που η υλοποίησή τους θα λάβει χώρα από το 2013 και μετά. [*global outlook for photovoltaics 2013-2017, www.epia.org*]

Στην εικόνα 1, έχουμε την εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς φωτοβολταϊκών από το 2000 ως το 2013 χωρισμένη σε 6 περιοχές της υφηλίου ανά έτος. Αυτές οι περιοχές είναι η Ευρώπη (Europe), η Κίνα (China), οι χώρες της

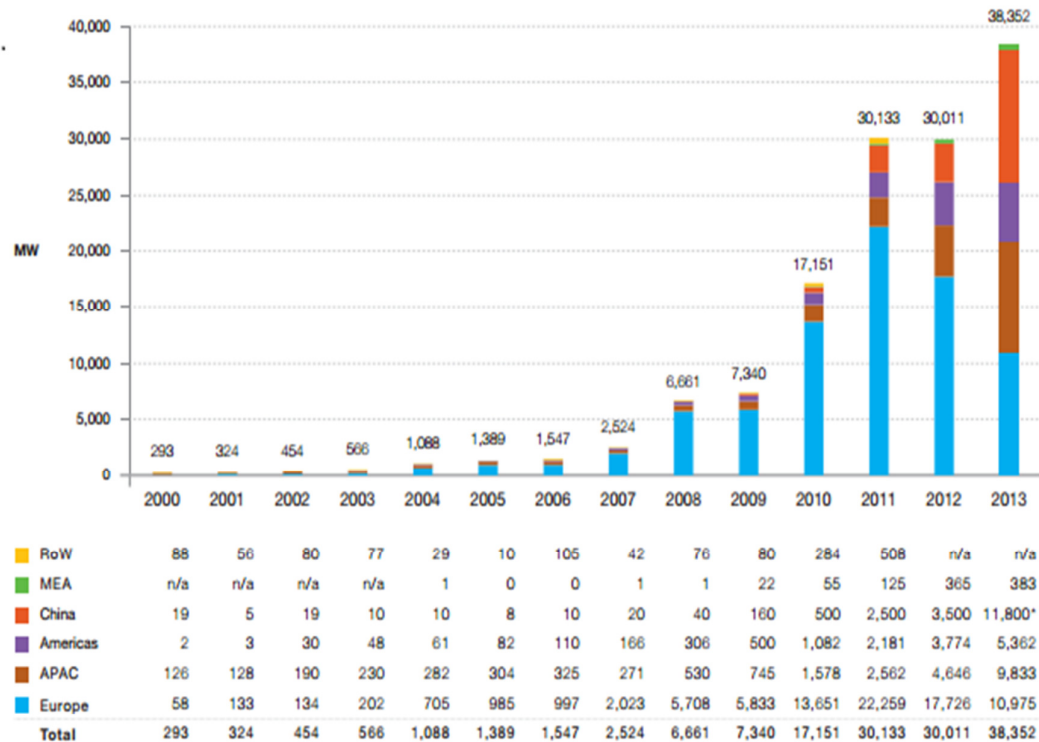


Βόρειας και Νότιας Αμερικής (Americas), οι χώρες της Ασίας και του Ειρηνικού όπως η Ιαπωνία, η Κορέα, η Ταϊβάν και η Αυστραλία (APAC), οι χώρες της Μέσης Ανατολής και η Βόρειος Αφρική (MENA) και ο υπόλοιπος κόσμος (ROW).



Εικόνα 1 : Εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκών παγκοσμίως (EPIA)

Στην εικόνα 2 παρατηρούμε λεπτομερώς την εξέλιξη της ετήσιας εγκατάστασης των περιοχών αυτών τα έτη 2000 με 2012:

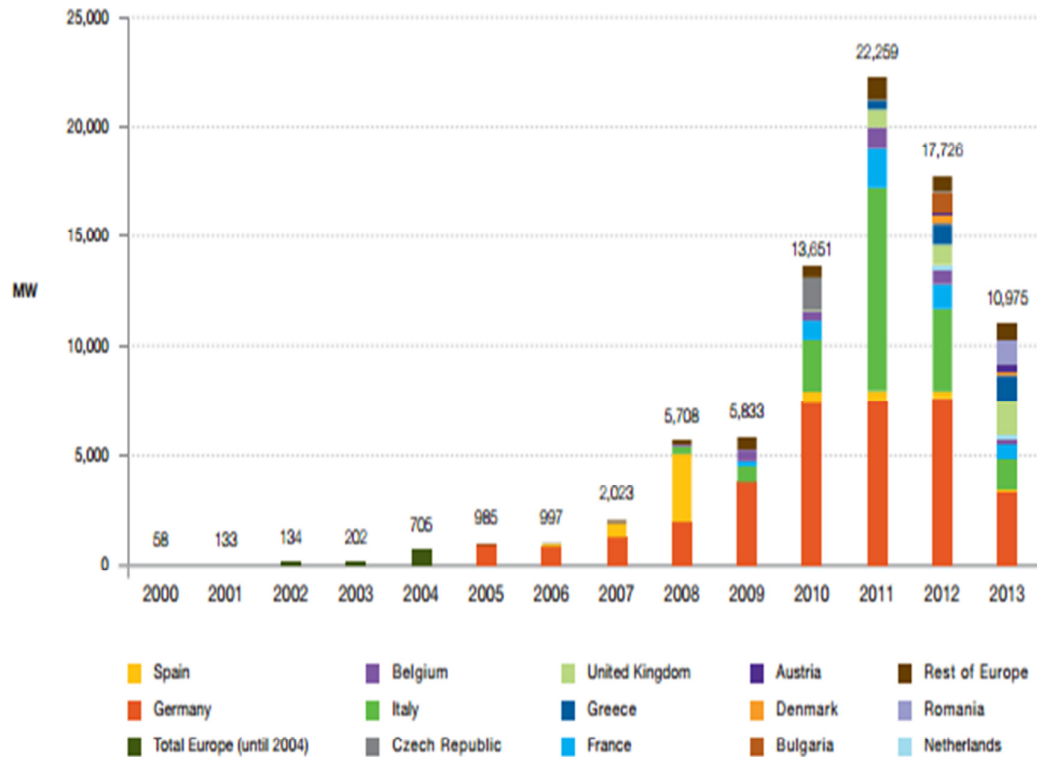


RoW: Rest of the World. MEA: Middle East and Africa. APAC: Asia Pacific.  
 Methodology used for RoW data collection has changed in 2012.  
 \*This number could be increased to 12,920 MW.

Εικόνα 2 : Εξέλιξη ετήσιας εγκατεστημένης ισχύος παγκοσμίως (EPIA)

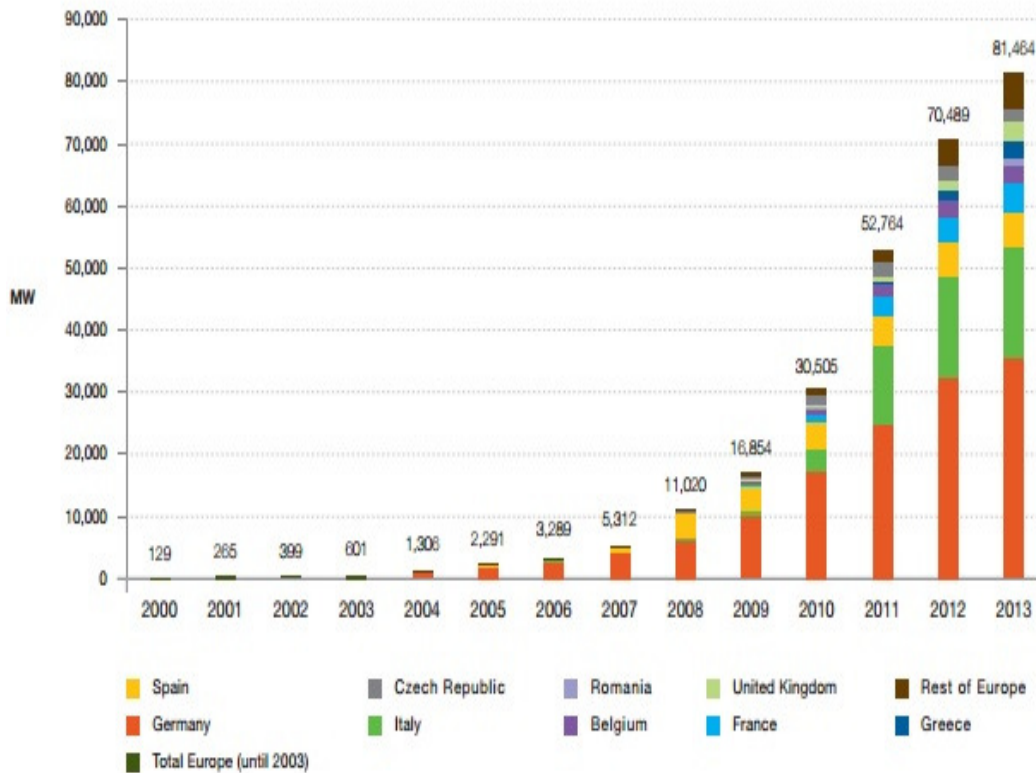
Κυρίαρχο ρόλο στην ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια παίζανε αρκετές χώρες με πρωταγωνίστρια την Γερμανία που έχει δείξει μία χρόνια αφοσίωση σε πολιτικές ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ήταν η μόνη χώρα, που μετά την έκρηξη της Ισπανίας το 2008, κράτησε τα σκήπτρα στον χώρο με μια σταθερά ανοδική πορεία τις επόμενες χρονιές ως το 2012. Υπήρξαν και άλλες χώρες με ραγδαία αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς σε συγκεκριμένες χρονιές, όπως η Τσεχία το 2010 και η Ιταλία το 2011. Μάλιστα, ειδικά για το 2011, η έκρηξη των νέων συνδέσεων στην Ιταλία και στην Γερμανία οδήγησε σε τεράστια ανάπτυξη του τομέα την χρονιά αυτή. Τέλος, όσον αφορά το 2012, η νέα εγκατεστημένη ισχύ ανήλθε σε 17.2 GW που από αυτά τα 11 GW ήταν παραγωγής της Ιταλίας και της Γερμανίας. Πίσω από αυτές τις δύο ακολούθησαν με συγκριτικά μεγάλη ανάπτυξη χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ελλάδα, η Βουλγαρία και το Βέλγιο. [global outlook for photovoltaics 2013-2017, www.epia.org]. Συγκεκριμένα νούμερα για όσα

καταγράψαμε παρατίθενται στην παρακάτω εικόνα 3 που δείχνει την ετήσια νέο-εγκατεστημένη ισχύ για την Ευρώπη στο διάστημα 2000 με 2013:



Εικόνα 3 Εξέλιξη ετήσιας εγκατεστημένης ισχύος στην Ευρώπη (ΕΡΙΑ)

Όπως θα δούμε παρακάτω, στην εικόνα 4, η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος στις χώρες της Ευρώπης ακολουθεί αυξητική τάση ως το 2013 όπου και σταθεροποιείται ο διαρκώς αυξανόμενος ρυθμός που είχε τα τελευταία χρόνια, αφού χώρες όπως η Γερμανία και η Ιταλία μετά από κάποιες ετήσιες ραγδαίες ανόδους ακολουθούν έναν σταθερό ρυθμό εγκατάστασης φωτοβολταϊκών μονάδων.



Εικόνα 4: Εξέλιξη συνολικής εγκατεστημένης ισχύος στην Ευρώπη (EPVA)

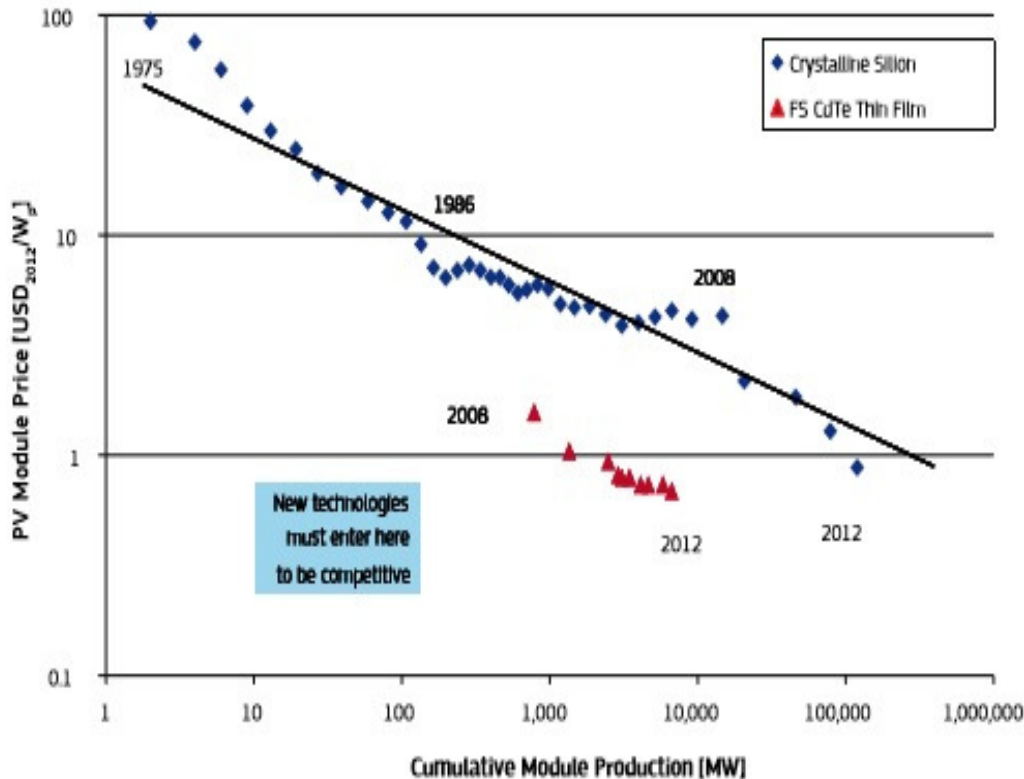
Η ανάπτυξη της αγοράς και της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την οικονομική πρόοδο κάθε χώρας. Η Γερμανία έχει σταθερή ανάπτυξη την τελευταία δεκαετία και είναι ξεκάθαρα η πιο ανεπτυγμένη αγορά φωτοβολταϊκών μέχρι σήμερα. Αν και άργησαν λίγο, αγορές όπως της Τσεχίας, της Ελλάδας, της Ιταλίας και του Βελγίου έφτασαν ταχύτατα σε αρκετά υψηλό επίπεδο. Αντιθέτως, η αγορά της Ισπανίας περιορίστηκε, και αγορές όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γαλλία δείχνουν να έχουν δυνατότητες ανάπτυξης στο μέλλον. [*global outlook for photovoltaics 2013-2017, www.epia.org*]

Συνοψίζοντας, χώρες που ήταν κάποτε πρωτοπόροι της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, όπως οι Η.Π.Α και η Ιαπωνία, έχουν μείνει πίσω όσον αφορά την διείσδυσή τους στην αγορά σε σχέση με την Ευρώπη. Μάλιστα, η Κίνα, έφτασε γρήγορα στα επίπεδα

τους με την ταχύτερη της ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Γενικά, η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών παγκοσμίως ήταν διαχρονικά συνυφασμένη μέχρι τώρα με το επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης ανά τον κόσμο. Αφού ξεκίνησε από οικονομικά ανεπτυγμένες και τεχνολογικά προηγμένες περιοχές του πλανήτη όπως η Ευρώπη, η Βόρειος Αμερική, η Ιαπωνία και η Αυστραλία άρχισε να προσεγγίζει και αναπτυσσόμενες χώρες. Ήδη η Κίνα και η Ινδία δραστηριοποιούνται έντονα δείχνοντας τον δρόμο σε χώρες όπως η Βραζιλία και η Ρωσία.[*global status report 2013, www.ren21.net*]. Αξίζει στο συγκεκριμένο σημείο να κάνουμε μια μικρή αναφορά στο το πρωτόκολλο του Κιότο που υιοθετήθηκε το 1997 με στόχο τον έλεγχο των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως. Στο πρωτόκολλο συμπεριλαμβανόταν, ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης(Clean Development Mechanism). Αυτός, δίνει την δυνατότητα σε ανεπτυγμένες χώρες, όπως αυτές που προαναφέραμε, να φτάσουν τους στόχους που είχαν θέσει όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κάνοντας επενδύσεις σε αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, οι ανεπτυγμένες χώρες πιάνουν τους στόχους των εκπομπών που θέτουν, αλλά παράλληλα δημιουργούν και ανάπτυξη στις αναπτυσσόμενες.[*David Watts et al., 2015*] Σίγουρα λοιπόν, για την ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας σε αναπτυσσόμενες χώρες, ο μηχανισμός αυτός έπαιξε ρόλο στο να πραγματοποιηθούν επενδύσεις από προηγμένες τεχνολογικά χώρες.

## 2.2 Εξέλιξη κόστους

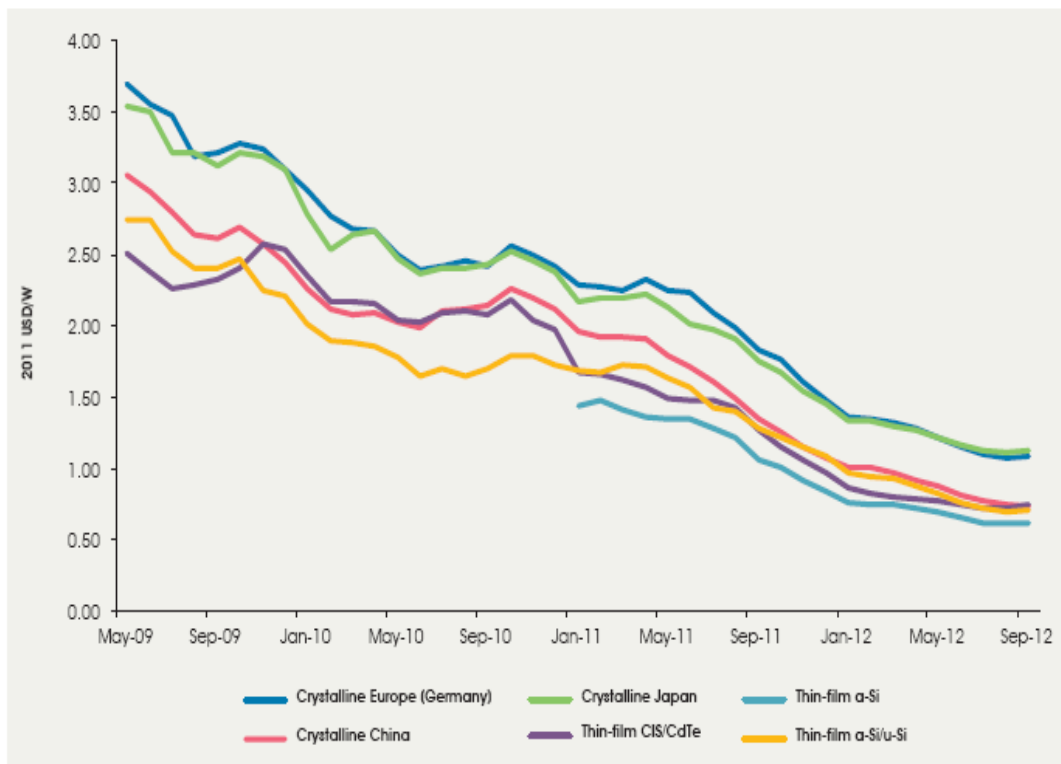
Τις τελευταίες 4 δεκαετίες, οι τιμές των ηλιακών πάνελ μειώθηκαν ακολουθώντας μια καμπύλη τιμής-εμπειρίας ή αλλιώς “μάθησης” με έναν μέσο ρυθμό “μάθησης” γύρω στο 80%. Αυτό σημαίνει πως η μέση τιμή πώλησης αυτών, μειωνόταν κατά 20% για κάθε διπλασιασμό του όγκου παραγωγής. Η εξέλιξη αυτή δεν συνέβη μόνο λόγω της τεχνολογικής προόδου αλλά και λόγω των εκάστοτε συνθηκών της αγοράς.



Εικόνα 5: Καμπύλη τιμής-εμπειρίας των ηλιακών πλαισίων για τις τεχνολογίες λεπτού φιλμ και πολύ-κρυσταλλικού πυριτίου (Bloomberg New Energy Finance and PV News)

Παρατηρούμε με ενδιαφέρον, πως μεταξύ του 2004 και 2008 η τιμή των πάνελ παρέμεινε σταθερή στα 4-4.5USD/W<sub>p</sub>, παρόλη την βελτίωση της κατασκευαστικής τεχνολογίας και της ολοένα αύξουσας παραγωγής. Ο λόγος ήταν οι αναπτυσσόμενες αγορές της Γερμανίας και της Ισπανίας, όπου οι εγγυημένες τιμές αγοράς στις χώρες αυτές επέτρεπαν στους επενδυτές να έχουν κέρδος σε αυτή την τιμή. Επίσης, έπαιξε σημαντικό ρόλο η προσωρινή έλλειψη πολύ-κρυσταλλικού πυριτίου μεταξύ 2004 και 2009, όπου περιορίσε την παραγωγή πυριτίου και απέτρεψε τον αποτελεσματικό ανταγωνισμό στις τιμές, αφήνοντας έτσι περιθώριο και σε τεχνολογίες όπως του λεπτού φιλμ να εισαχθούν στην αγορά φωτοβολταϊκών. Σαν συνέπεια αυτού, αναπτύχθηκαν εταιρείες που προσέφεραν ετοιμοπαράδοτες γραμμές παραγωγής ηλιακών κελιών λεπτού φιλμ που οδήγησαν σε μαζική έκρηξη επενδύσεων τέτοιας τεχνολογίας μεταξύ 2005 και 2009 φτάνοντας στα τέλη του 2009 να είναι σχεδόν το 20% του συνόλου.

Παρατηρώντας την τετραετία 2008-2012 πρέπει να επισημάνουμε την ραγδαία μείωση των τιμών των φωτοβολταϊκών πλαισίων κατά 80%, με το 20% της μείωσης αυτής να συμβαίνει μόνο μέσα στο 2012. [JRC scientific and policy report 2013, [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr)] Παραθέτουμε την εικόνα 5, που απεικονίζει ανάγλυφα, την έντονα πτωτική τάση των τιμών των πάνελ που προαναφέραμε. Παρουσιάζεται το κόστος ανά Watt σε δολάρια Η.Π.Α των τριών τελευταίων χρόνων ως τα τέλη του 2012. [Renewable Power Generation Costs 2012, [www.irena.org](http://www.irena.org)] Διακρίνουμε επίσης τις διαφορετικές τάσεις των καμπυλών ανάλογα με την τεχνολογία και την προέλευση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.



Εικόνα 6: Καμπύλες εξέλιξης κόστους ανά τεχνολογία και προέλευση κατασκευαστή (IRENA)

Αυτή η κατηφόρα των τιμών των πλαισίων, που είναι ένα από τα κυριότερα κομμάτια ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, επηρέασε προφανώς και την τιμή αυτού. Η μείωση ήταν σημαντική αλλά πιο ήπια σε σχέση με αυτή των πλαισίων. Αυτή η παρατήρηση γίνεται εμφανής κοιτάζοντας το μερίδιο του κόστους των πλαισίων σε ένα σύστημα, που άλλαξε από 70% το 2008 σε λιγότερο από 50% το 2013. [JRC scientific and policy report 2013, [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr)]

Παρόλο που στην παγκόσμια αγορά οι τιμές για τα υλικά στοιχεία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, όπως για παράδειγμα τα πλαίσια, οι αντιστροφείς και τα καλώδια, είναι περίπου παρόμοιες, το κόστος εγκατάστασης των συστημάτων διαφέρει σημαντικά. Οι λόγοι για αυτό είναι πολλοί και ποικίλουν από τις διαφορετικές νομικές απαιτήσεις για την αδειοδότηση και σύνδεση με το δίκτυο σε κάθε περιοχή καθώς και από την ωριμότητα της εκάστοτε τοπικής αγοράς φωτοβολταϊκών.[*Renewable Power Generation Costs 2012*, [www.irena.org](http://www.irena.org)] Εν κατακλείδι, οι αλλαγές των τιμών των συστημάτων είναι ταχύτατες, δίνοντας την ευκαιρία στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία να γίνει μία από τις μεγαλύτερες πηγές ηλεκτρισμού στο εγγύς μέλλον παγκοσμίως.



## 3 Συστήματα κινήτρων ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών

### 3.1 Συστήματα κινήτρων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η ανάπτυξη του τομέα των φωτοβολταϊκών ισχυροποιήθηκε την τελευταία δεκαετία από την εφαρμογή διαφόρων κινήτρων με στόχο την μείωση της διαφοράς του κόστους της παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά σε σύγκριση με τα υπόλοιπα συμβατικά μέσα παραγωγής ενέργειας. Τα κίνητρα αυτά, είχαν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη του επενδυτικού ενδιαφέροντος αφού εξασφάλιζαν ικανοποιητικότητες οικονομικές αποδόσεις. Έτσι, πολλές χώρες τα 2-3 τελευταία χρόνια καλύπτουν ήδη μεγάλο μέρος των συνολικών ενεργειακών τους αναγκών από τα φωτοβολταϊκά. Ακόμα και έτσι, η αγορά πρέπει να γίνει ακόμα πιο ανταγωνιστική μειώνοντας ακόμα περισσότερο το κόστος εγκατάστασης και απλοποιώντας τις γραφειοκρατικές διαδικασίες σύνδεσης που στέκονται εμπόδιο στο επενδυτικό ενδιαφέρον.

Την τελευταία δεκαετία, εμφανίστηκαν διάφορα κίνητρα και μορφές χρηματοδότησης των επενδύσεων : οι επιδοτήσεις κεφαλαίου, η μείωση του VAT(Value Added Tax, ειδικός φόρος κατανάλωσης σε κάποιες χώρες όπως η Μ.Βρετανία), οι εκπτώσεις φόρου, τα RPS(Renewable Portfolio Standards, κυρίως στις Η.Π.Α), ο συμψηφισμός εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας (net-metering) και το σύστημα εγγυημένων τιμών FiTs (Feed-in Tariffs). Για παράδειγμα, στις Η.Π.Α, η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών βασίστηκε στις εκπτώσεις φόρου, στον συμψηφισμό εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας και στα RPS κίνητρα που διαφέρουν σε κάθε πολιτεία. Αντιθέτως, στην Ευρώπη κυρίαρχο ρόλο έπαιξαν το σύστημα εγγυημένων τιμών και το μετρητικό σύστημα.

Οικονομικές μελέτες για την αγορά των φωτοβολταϊκών στην Ευρώπη έχουν δείξει πως ο αποτελεσματικότερος τρόπος για την ώθηση της παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά προϋποθέτει επιδοτήσεις κεφαλαίου, δάνεια με ευνοϊκούς τραπεζικούς όρους καθώς και το σύστημα εγγυημένων τιμών. Επισημαίνουν επίσης πως για να υπάρχει πετυχημένο πρόγραμμα στήριξης τέτοιων επενδύσεων, πρέπει να υπάρχει σύνδεση της οικονομικής στήριξης με την τοποθεσία της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και τις διαφορετικές παραμέτρους που την συνοδεύουν. Σημαντικό ρόλο σε μια τέτοια επένδυση, παίζουν και παράγοντες όπως η αστάθεια του

συστήματος κινήτρων διαχρονικά καθώς και διοικητικά και γραφειοκρατικά εμπόδια που σε κάποιες περιπτώσεις αποβαίνουν καθοριστικότερα από κίνητρα με σταθερό όφελος όπως οι FiTs.

Μελετώντας την επιρροή των κινήτρων παγκοσμίως, το πιο διαδεδομένο είναι το σύστημα εγγυημένων τιμών καλύπτοντας το 60% του συνόλου των κινήτρων που ακολουθούνται [*Trends 2013 in photovoltaic applications-Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2012, www.iea-pvps.org, 2013*]. Οι επιδοτήσεις κεφαλαίου και οι εκπτώσεις φόρου είναι στην δεύτερη θέση με 20%, ακολουθεί η ιδιοκατανάλωση (self-consumption) με 12%, τα RPS με 4% και ο συμψηφισμός εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας με 2%. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα συστήματα αποζημίωσης ηλεκτρικής ενέργειας όπως η ιδιοκατανάλωση και ο συμψηφισμός εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας έχουν αυξήσει το μερίδιό τους την τελευταία δεκαετία από το 4% στο 14% το 2012. Αυτή τους η αύξηση συνοδεύτηκε από ταυτόχρονη μείωση της χρήσης των FiTs που έχασαν 10% στο μερίδιό τους στην παγκόσμια αγορά. Το αποτέλεσμα αυτό, οφείλεται στην μείωση του κόστους των φωτοβολταϊκών, που ανάγκασε πολλές κυβερνήσεις να μειώσουν ή ακόμα και να εξαλείψουν τον μηχανισμό των εγγυημένων τιμών και στην θέση του να εισάγουν συστήματα και κανόνες βασισμένους στην ιδιοκατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας [*L.Dusonchet et al., 2014*].

### **3.2 Σύστημα εγγυημένων τιμών FiTs (Feed-in Tariffs)**

Ο μηχανισμός του συστήματος εγγυημένων τιμών βασίζεται στην υποχρέωση του εκάστοτε δικτύου να αγοράσει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από κάποια εγκατάσταση ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, σε τιμή ορισμένη από την εκάστοτε Δημόσια Αρχή και εγγυημένη για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι FiTs είναι ο επικρατέστερος μηχανισμός στήριξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ευρώπη όπως και στις Η.Π.Α. Χρησιμοποιείται σε 20 κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε 63 χώρες παγκοσμίως [*A.Campoccia et al., 2014*]. Η αξία των FiTs αντιπροσωπεύει την τιμή αγοράς που προσφέρει το δίκτυο σε έναν ανεξάρτητο παραγωγό για κάθε kWh ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει και διοχετεύει στο

δίκτυο. Συνήθως η τιμή αυτή είναι υψηλότερη από την συμβατική τιμή αγοράς, Αυτό όμως αποκλείει τον παραγωγό από εκπτώσεις φόρου ή άλλες επιδοτήσεις στην παραγωγή που χορηγούνται από την κυβέρνηση. Οι τιμές των FiTs καθορίζονται από την κάθε χώρα βασιζόμενες κυρίως στα κόστη κατασκευής και συντήρησης των εγκαταστάσεων. Αυτό διασφαλίζει επαρκή αποζημίωση για τον παραγωγό. Τα πιο πετυχημένα παραδείγματα αυτής της πολιτικής στην Ευρωπαϊκή Ένωση εμφανίζονται στην Γερμανία και την Ιταλία.

Το σύστημα εγγυημένων τιμών είναι ένα πολύ απλό εργαλείο για την ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, αλλά πρέπει να ρυθμίζεται σε συνεχή βάση έτσι ώστε να αποφεύγεται η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη της αγοράς. Για παράδειγμα, στην Γερμανία οι τιμές αναπροσαρμόζονται μηνιαίως ανάλογα με τον βαθμό επίτευξης του στόχου που έχει θέσει η κυβέρνηση για τα φωτοβολταϊκά. Λίγες χώρες έχουν θέσει γεωγραφικές παραμέτρους για τις τιμές ούτως ώστε να προσαρμόζονται σύμφωνα με τον μέσο όρο ηλιακής ακτινοβολίας κάθε περιοχής.

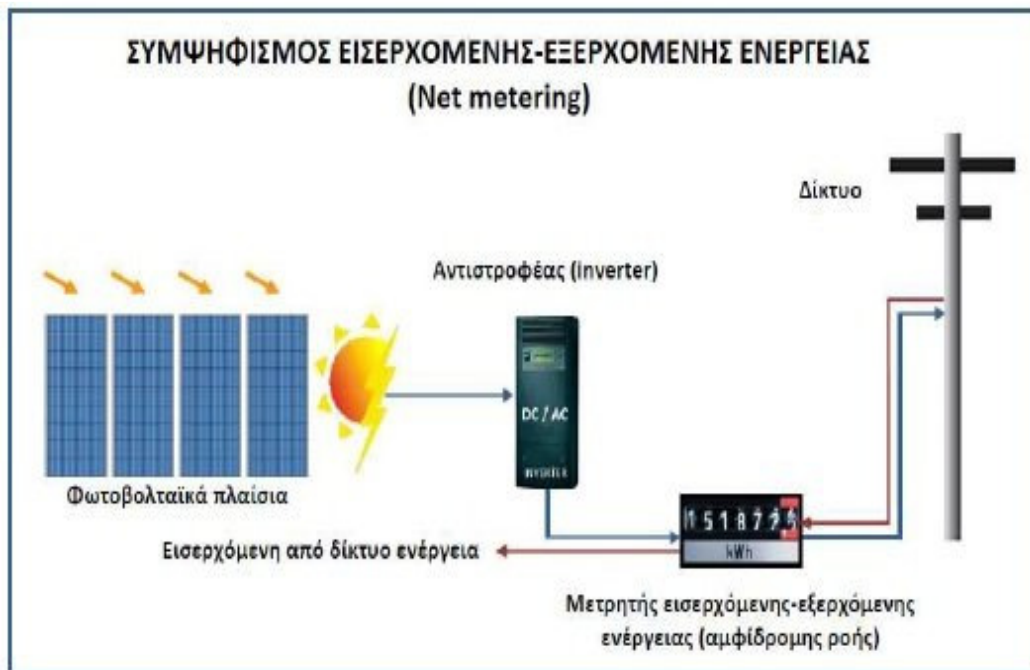
Συνοψίζοντας, το σύστημα εγγυημένων τιμών παραμένει το πιο δημοφιλές από τα συστήματα κινήτρων για μικρής εως μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο [L.Dusonchet et al., 2014].

### 3.3 Συστήματα ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Πολλές χώρες, λόγω της συνεχιζόμενης μείωσης του κόστους των φωτοβολταϊκών έχουν ξεκινήσει να θεσπίζουν κανόνες που επιτρέπουν την άμεση τοπική κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Αυτοί οι κανόνες είναι γνωστοί ως ιδιοκατανάλωση ή συμψηφισμός εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας. Αυτοί οι δύο επιτρέπουν την μείωση του λογαριασμού του ηλεκτρικού ρεύματος του παραγωγού, εκμεταλλευόμενοι την χρήση της παραγόμενης ενέργειας σε για άμεση ηλεκτρική κατανάλωση.

Η ιδιοκατανάλωση είναι ένα σύστημα αποζημίωσης που επιτρέπει στον παραγωγό να κάνει χρήση της παραγόμενης ενέργειας άμεσα ή μέσα σε χρονικό περιθώριο 15 λεπτών [L.Dusonchet et al., 2014].

Ο συμψηφισμός εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας (net-metering), είναι ένα απλό τυποποιημένο πρωτόκολλο συμψηφισμού της παραγόμενης και καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από παραγωγούς σε κατοικίες. Όταν ισχύει ο συμψηφισμός, η παραγόμενη ενέργεια εισρέει στο δίκτυο και αποκτά ίδια οικονομική αξία με την ενέργεια που καταναλώνεται από όλους τους καταναλωτές του δικτύου. Η ηλεκτρική κατανάλωση και παραγωγή του ιδιοκτήτη της εγκατάστασης συμψηφίζονται για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που ορίζεται από τις εκδόσεις των λογαριασμών του δικτύου, χωρίς να παίζει ρόλο πότε η ενέργεια καταναλώθηκε ή παράχθηκε. Η περισσευούμενη ενέργεια, αν υπάρχει, αποθηκεύεται προσωρινά στο δίκτυο. Για αυτό τον λόγο, χρησιμοποιείται γενικώς ένας μετρητής αμφίδρομης ροής ενέργειας, ικανός να μετρήσει την ροή ενέργειας και στις δύο κατευθύνσεις [A. Campocchia et al., 2014]. Οι πάροχοι εκμεταλλεύονται το σύστημα αυτό καθώς σε περιόδους υψηλής παραγωγής αποθηκεύουν και έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν μεγάλα ποσά ενέργειας.



Εικόνα 7: Ροή εισερχόμενης-εξερχόμενης ενέργειας με χρήση του net-metering

### 3.4 Επιδοτήσεις κεφαλαίου και εκπτώσεις φόρων

Αν και η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος συντήρησης και μη χρήση καυσίμων για την λειτουργία της, χρειάζεται μια σχετικά υψηλού κόστους αρχική επένδυση. Αυτό έκανε πολλές κυβερνήσεις, όπως του Βελγίου, της Γαλλίας, της Γερμανίας, της Ολλανδίας, της Ιταλίας και της Σουηδίας να μειώσουν το βάρος της αρχικής επένδυσης. Ειδικά, τέτοια κίνητρα βοήθησαν την επένδυση σε εγκαταστάσεις μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο, αφού αυτές δεν υπάγονται στην κατηγορία που μπορεί να κάνουν χρήση, για παράδειγμα, του συστήματος εγγυημένων τιμών. Επιπροσθέτως, εκπτώσεις φόρου έχουν θεσμοθετηθεί σε χώρες όπως το Βέλγιο, η Γαλλία, η Ιταλία, η Ολλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι εκπτώσεις αυτές, όπως και οι επιδοτήσεις του αρχικού κεφαλαίου, εξαρτώνται άμεσα από τον κρατικό προϋπολογισμό και επηρεάζονται έντονα από το πολιτικό σκηνικό [L.Dusonchet et al., 2014].

## 4 Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα

### 4.1 Ελληνική αγορά

Η αγορά των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα γνώρισε ιδιαίτερη άνθιση τα προηγούμενα χρόνια. Ο δρόμος άνοιγε περίπου οκτώ χρόνια πριν, με τον νόμο **3468/2006** όπου ξεκίνησε η πρώτη φάση θέσπισης κινήτρων για την αύξηση του ενδιαφέροντος για την υλοποίηση επενδύσεων. Αρχικά, χορηγήθηκαν επιδοτήσεις κεφαλαίου και οι επενδυτές πριμοδοτήθηκαν με υψηλές εγγυημένες τιμές. Αυτό είχε σαν συνέπεια την αύξηση των αιτήσεων για νέες εγκαταστάσεις. Τα επόμενα χρόνια παρέμειναν οι πολύ υψηλές εγγυημένες τιμές και σε συνδιασμό με την πτώση του κόστους υπήρξε εκρηκτικό ενδιαφέρον για τις φωτοβολταϊκές επενδύσεις. Αποτέλεσμα αυτού ήταν και η μεγάλη αναμονή για τις εγκρίσεις αδειοδότησης που έφτανε μέχρι και τα δύο χρόνια. Η προώθηση τέτοιων μηχανισμών στήριξης είχε σαν αποτέλεσμα την επίτευξη των εθνικών στόχων για την κάλυψη του ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές, το 2013 αντί του 2020. Είναι σημαντικό να επισημάνουμε πως η Ελλάδα μέχρι τότε:

- Κατάφερε να καλύπτει το 5% των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια με φωτοβολταϊκά.
- Βρισκόταν στην 5<sup>η</sup> θέση παγκοσμίως σε ότι αφορά την ανά κάτοικο εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών.
- Ήταν για τρία συναπτά έτη (2010-2013) στις δέκα πρώτες χώρες διεθνώς σε ότι αφορά στη νέα εγκατεστημένη ισχύ.

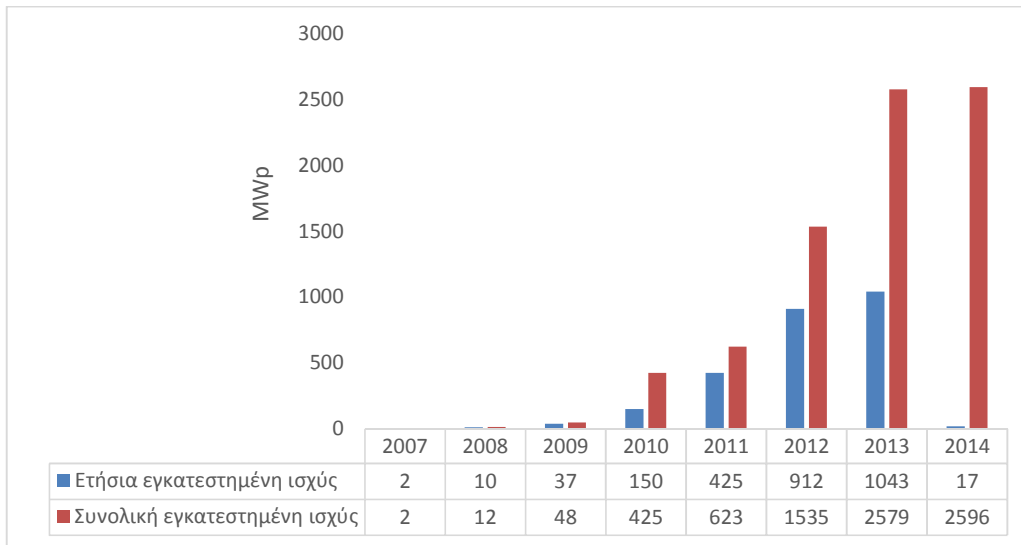
Η εξέλιξη της αγοράς τα τελευταία χρόνια είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη της βιομηχανίας με αντικείμενο τα φωτοβολταϊκά. Σαν συνέπεια, στην Ελλάδα υπάρχει παραγωγή πλαισίων, βάσεων στήριξης (σταθερές και κινούμενες), μετασχηματιστών και καλωδίων και γενικότερα σχετικού ηλεκτρολογικού υλικού, καθώς και δημιουργία software τηλεμετρίας και εξοπλισμού τηλεπικοινωνιών. Το ενδιαφέρον για την αγορά των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα αναδεικνύεται ακόμα περισσότερο αν λάβουμε υπόψη μας τις 1670 εταιρίες στις αρχές του 2013 που ασχολούνται μόνο με τις οικιακές εγκαταστάσεις. [[www.cres.gr](http://www.cres.gr)] Σε αυτές πρέπει να συνυπολογίσουμε και αρκετές ακόμη που ασχολούνται μόνο με μεγαλύτερα έργα, φτάνοντας έτσι έναν

διόλου ευκαταφρόνητο αριθμό που μας επισημαίνει ξεκάθαρα την ραγδαία άνοδο της συγκεκριμένης αγοράς στην χώρα μας.

Συνεχίζοντας, αξίζει να αναφέρουμε κάποια οικονομικά στοιχεία που αναδεικνύουν το μέγεθος των επενδύσεων στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία:

- Μέχρι το πρώτο 4μηνο του 2013 είχαν γίνει επενδύσεις σχεδόν 4,5 δις. € εκ των οποίων το 0,5 δις. € αφορά στην κατασκευή νέων ή στην ενίσχυση υπαρχόντων δικτύων. Το ποσό αυτό είναι 35% μεγαλύτερο από τις συνολικές επενδύσεις σε όλες τις άλλες ΑΠΕ την τελευταία 20ετία.
- Μόνο το 2012, επενδύθηκαν περίπου 1,6 δις. € δηλαδή σχεδόν το 0,8% του ΑΕΠ της χώρας.
- Την ίδια χρονιά, τα δημόσια έσοδα αυξήθηκαν κατά 105 εκατ. € από τον ΦΠΑ νέων εγκαταστάσεων, κατά 40 εκατ. € από την φορολόγηση των εταιριών και κατά 50 εκατ. € από την φορολόγηση των νέων παραγωγών χωρίς να υπολογίσουμε και τα έσοδα από την έκτακτη εισφορά. [Στατιστικά στοιχεία ΙΑΝ.-ΣΕΠ. 2013, Η προστιθέμενη αξία των φωτοβολταϊκών 2013, Σ.Ε.Φ, [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr) ]

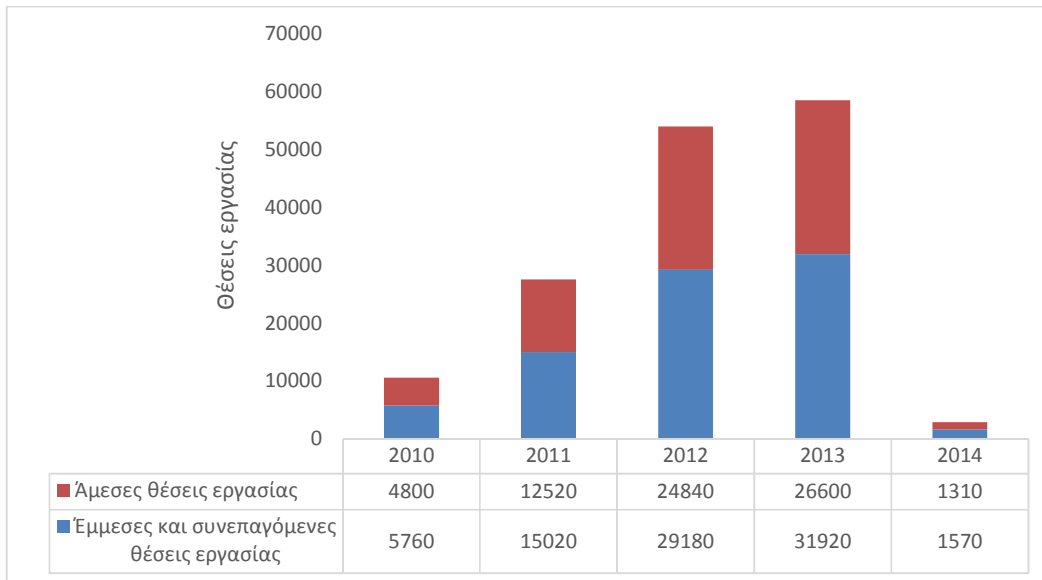
Παρακάτω έχουμε την δυνατότητα να δούμε την σημαντική εξέλιξη των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στην ελληνική αγορά όσον αφορά και την ετήσια και την συνολική εγκατεστημένη ισχύ τα τελευταία χρόνια. Αξιοπρόσεκτη είναι η ιδιαίτερα ραγδαία άνοδος από το 2010 ως το 2013 και η τεράστια πτώση το 2014:



Εικόνα 8: Εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύς φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα (helarpo)

Το 2014 ήταν μια πολύ κακή χρονιά για την αγορά φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα. Εγκαταστάθηκαν ελάχιστα συστήματα (το μέγεθος της αγοράς ήταν μόλις 1,5% της αντίστοιχης του 2013), ενώ χάθηκαν χιλιάδες θέσεις εργασίας. Αιτίες υπήρξαν, η κατακόρυφη πτώση των εγγυημένων τιμών, η αναστολή αδειοδότησης νέων έργων και η επιβάρυνση από την ήδη επιβαλλόμενη από το 2012 έκτακτη εισφορά που επηρέασαν αρνητικά το επενδυτικό κλίμα. Στόχος αυτών των κινήσεων ήταν η διόρθωση της αγοράς που λόγω των κινήτρων, στην ουσία των υψηλότερων εγγυημένων τιμών, είχε καταλήξει να προσφέρει θετικές υπερ-αποδόσεις στους επενδυτές δημιουργώντας τεράστιο έλλειμμα στο ταμείο του αρμόδιου φορέα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρόλα αυτά και, λόγω της πρότερης εντυπωσιακής ανάπτυξης, το 2014, τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν το 7% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, περισσότερο από κάθε άλλη τεχνολογία ΑΠΕ, φέρνοντας την Ελλάδα (για δεύτερη συνεχή χρονιά) στη δεύτερη θέση διεθνώς σε ότι αφορά στη συμβολή των φωτοβολταϊκών στη συνολική κατανάλωση ενέργειας [Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014, 2-2-2015, Σ.Ε.Φ]. Όσον αφορά τις θέσεις εργασίας και ιδιαίτερα την απώλεια χιλιάδων θέσεων τα δύο τελευταία χρόνια ενδεικτικό είναι το παρακάτω διάγραμμα που δείχνει την πορεία της απασχόλησης στον κλάδο:

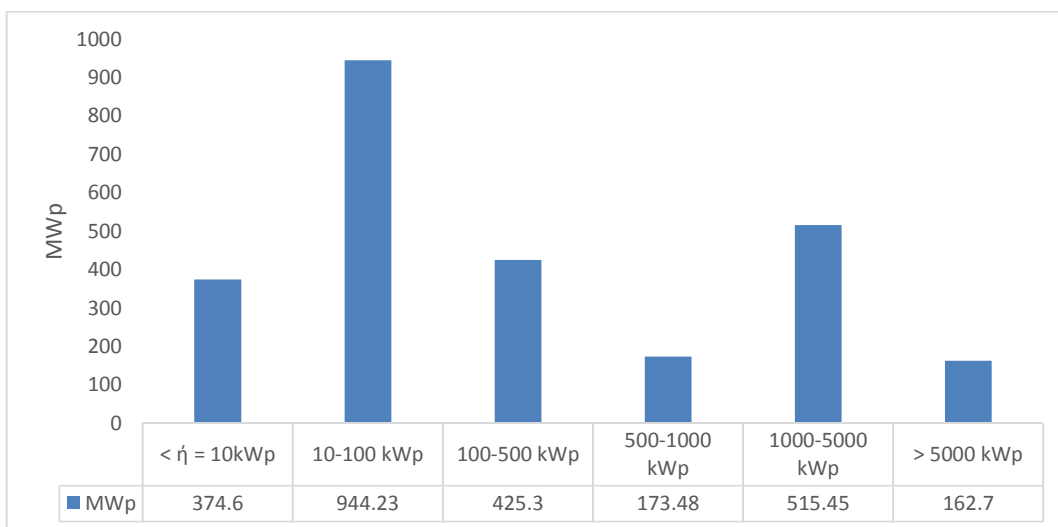




Εικόνα 9: Φωτοβολταϊκά και θέσεις εργασίας (helarco)

Το 2014 φαίνεται καθαρά η επίπτωση που είχε στην απασχόληση η αναστολή αδειοδότησης νέων έργων, η οποία ξεκίνησε τον Αύγουστο του 2012 και ίσχυσε έως τον Απρίλιο του 2014. Η απασχόληση το 2013 βασίστηκε ουσιαστικά σε έργα που είχαν ωριμάσει αδειοδοτικά από παλιά και απλώς εκτελέστηκαν αυτή την περίοδο.

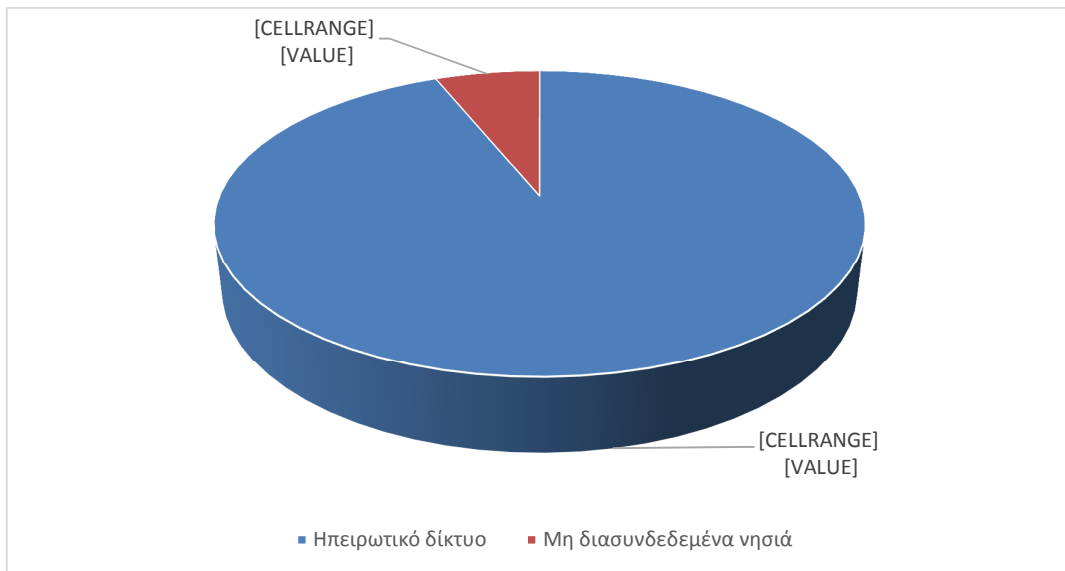
Συνεχίζοντας, για να έχουμε μια πιο λεπτομερή εικόνα της συνολικής ισχύς των εγκατεστημένων δικτύων σήμερα, παραθέτουμε παρακάτω έναν διάγραμμα που τα διαχωρίζει σε κατηγορίες, σύμφωνα με το μέγεθος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης:



Εικόνα 10: Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία (helarco)

Όπως παρατηρούμε την μερίδα του λέοντος έχουν οι μικρομεσαίες εγκαταστάσεις από 10-100 kWp με 944,23 kWp και ακολουθούν οι υπόλοιπες με περίπου την μισή εγκατεστημένη ισχύ σε σχέση με την κατηγορία αυτή.

Ενδιαφέρον έχει ακόμα να δούμε, στην παρακάτω εικόνα, τα ποσοστά που καταλαμβάνουν οι εγκαταστάσεις που είναι διασυνδεδεμένες στο ηπειρωτικό δίκτυο και αυτές των μη διασυνδεδεμένων νήσων, στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύς σήμερα:



Εικόνα 11: Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών αναλόγως με την σύνδεση ή μη με το δίκτυο (helarpc)

Είναι εμφανής η χαοτική διαφορά τους καθώς μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό ανήκει στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

Τελειώνοντας, ενδιαφέρον έχει να παρατηρήσουμε επίσης στον πίνακα 2, την κατανομή του πλήθους και της ισχύς των υπό αδειοδότηση αλλά και των λειτουργούντων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων έως τον Ιούνιο του 2014. Τα αιτήματα χορήγησης σύνδεσης αναφέρονται στα εκκρεμή αιτήματα που είχαν υποβληθεί στους Διαχειριστές έως εκείνη την ημερομηνία. Η στήλη που αναφέρεται στην δεσμευτική προσφορά σύνδεσης αφορά έργα για τα οποία έχει προσδιοριστεί από τον αρμόδιο Διαχειριστή το που και πως θα συνδεθούν και έχει δοθεί η σχετική έγκριση που δεσμεύει τους Διαχειριστές.

Πίνακας 1 Κατάσταση αδειοδοτικής εξέλιξης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων έως 31 Ιουνίου 2014  
[www.ypeka.gr]

Είδος-Μέγεθος	Πλήθος/ Ισχύς	Αιτήματα για χορήγηση σύνδεσης		Με μη δεσμευτική προσφορά σύνδεσης			Με δεσμευτική προσφορά σύνδεσης		Σε λειτουργία	
			εώς 31/6/14	εώς 31/3/13	εώς 31/6/14	εώς 31/3/13	εώς 31/6/14	εώς 31/3/13	εώς 31/6/14	
Κτίρια <=10 kW	Πλήθος	-	2583	-	-	-	4626	37620	41197	
	Ισχύς(MW)	-	22,8	-	-	-	42,65	359,94	371,94	
Αγροτικά <= 100 kW	Πλήθος	-	46	-	-	-	-	2290	2853	
	Ισχύς(MW)	-	4,58	-	-	-	-	220	285	
Λοιπά Φ/Β	Πλήθος	-	1154	-	7	-	54	11073	11326	
	Ισχύς(MW)	-	358,23	-	0,8	92,51	23,15	1164,19	1255,99	
Φ/Β >1 MW	Πλήθος	-	227	-	180	-	264	233	252	
	Ισχύς(MW)	-	771,83	-	1211,23	1362	1488,38	606,8	675,2	
	Σύνολο πλήθους	-	4010	-	187	-	4944	51216	55628	
	Σύνολο ισχύος(MW)	-	1157,44	-	1212,03	1454,51	1554,18	2350,93	2588,13	

## 4.2 Θεσμικό πλαίσιο φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα

### 4.2.1 Εισαγωγή

Σε υλοποίηση ευρωπαϊκών οδηγιών σχετικών με τους στόχους για το έτος 2020 περί συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μίγμα ηλεκτροπαραγωγής, η πολιτεία εφάρμοσε ένα σύνολο νομοθετημάτων, με το οποίο διαμόρφωσε το πλαίσιο και τους κανόνες διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα. Οι επεμβάσεις αυτές αφορούν την απλοποίηση της αδειοδοτικής διαδικασίας αλλά και κυρίως τον καθορισμό επιδοτούμενων τιμών αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (εγγυημένες τιμές, feed-in-tariff) από τον λειτουργό της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΛΑΓΗΕ). Η μεγάλη ανατροπή διαπιστώθηκε στην απότομη διείσδυση των φωτοβολταϊκών, καθώς τα αιολικά και μικρά υδροηλεκτρικά παρέμειναν ανεπηρέαστα, ενώ η βιομάζα και η συμπαραγωγή παραμένουν σε αμελητέα επίπεδα. Τα φωτοβολταϊκά από πανάκριβη τεχνολογία, απολύτως εκτός ανταγωνισμού, με τις κατάλληλες επιδοτήσεις και την θέσπιση υψηλών εγγυημένων τιμών σε σχέση με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές, διείσδυσε εν τέλει στην παραγωγή ενέργειας, παρά τη γραφειοκρατία, τροφοδοτώντας αντανακλαστικά αντίστροφο κύμα νομοθετικών ανασχέσεων[*Επίδραση του νομοθετικού πλαισίου στη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, Ε.Τζαννίνη, Ζ.Μαρούλης, Α.Μοροπούλου, Γλ.Σιούτη, 9ο ΠΕΣΧΜ: Η Συμβολή της Χημικής Μηχανικής στην Αειφόρο Ανάπτυξη*]. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα εξετάσουμε την εξελικτική πορεία του νομοθετικού πλαισίου καθώς και τον συνεχή καθορισμό και επανακαθορισμό των εγγυημένων τιμών από το κράτος.

### 4.2.2 Εξέλιξη νομοθετικού πλαισίου-τιμολόγησης

Η Ελλάδα εφαρμόζει από το 1994 ένα σύστημα εγγυημένων σταθερών τιμών FiTs(Feed-In-Tariffs) που εισήχθη με τον νόμο **2244/1994**. Μέχρι το 2006 το ύψος των FiTs ήταν ενιαίο για όλες τις τεχνολογίες και οριζόταν για το μεν

Διασυνδεδεμένο Σύστημα ως το 90% του τιμολογίου της γενικής χρήσης στην μέση τάση για τα δε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά ως το 90% του τιμολογίου γενικής χρήσης στην χαμηλή τάση. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως η αναπροσαρμογή των τιμών ήταν άμεσα συνδεδεμένη με την αύξηση του τιμολογίου λιανικής πώλησης της ΔΕΗ. Παράλληλα, για τις εγκαταστάσεις στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα προέβλεπε μια πρόσθετη μικρή αποζημίωση για την μέγιστη παρεχόμενη ισχύ. Η σύμβαση πώλησης ενέργειας είχε διάρκεια 10 ετών με δικαίωμα ανανέωσης στη βάση νέας σύμβασης.

Με τον νόμο **3468/2006** καθορίστηκαν σημαντικά υψηλότερες τιμές για τα φωτοβολταϊκά σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ κάνοντας το πρώτο βήμα για την αύξηση του επενδυτικού ενδιαφέροντος. Στον ίδιο νόμο προβλέφθηκε ετήσια αναπροσαρμογή του ύψους των FiTs με βάση την μεσοσταθμική αναπροσαρμογή των τιμολογίων της ΔΕΗ κατά το προηγούμενο έτος, η οποία αποφασιζόταν από τον τότε Υπουργό Ανάπτυξης, διατηρώντας έτσι αναλλοίωτη την φιλοσοφία της ετήσιας αναπροσαρμογής της προηγούμενης περιόδου. Το συμβόλαιο πώλησης ενέργειας είχε διάρκεια 10 ετών με μονομερές δικαίωμα ανανέωσης του παραγωγού για άλλα 10 χρόνια. Παρακάτω, βλέπουμε τον πίνακα τιμολόγησης των Α.Π.Ε συμπεριλαμβανομένων και των φωτοβολταϊκών όπως προβλέπεται από τον νόμο **3468/2006**:

Πίνακας 2: Τιμολόγηση Α.Π.Ε σύμφωνα με τον νόμο 3468/2006

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
(α) Αιολική ενέργεια	73	84,6
(β) Αιολική ενέργεια από αιολικά πάρκα στη θάλασσα	90	
(γ) Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ	73	84,6
(δ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των εκατό (100) kW, οι οποίες εγκαθίστανται σε ακίνητης ιδιοκτησίας ή νόμιμης κατοχής ή όμορα ακίνητα του ίδιου ιδιοκτήτη ή νόμιμου κατόχου	450	500
(ε) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των εκατό (100) kW	400	450
(στ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ ως πέντε (5) MWe	250	270
(ζ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των πέντε (5) MWe	230	250
(η) Γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια	73	84,6
(θ) Λοιπές Α.Π.Ε	73	84,6
(ι) Σ.Η.Θ.Υ.Α	73	84,6

Το 2009 με τον νόμο **3734/2009** θεσπίστηκε για πρώτη φορά μηχανισμός αυτόματης απομείωσης της τιμής που καθορίστηκε σε ετήσιο ποσοστό 11% και επιμερίστηκε ανά εξάμηνο για τις νέες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις. Παράλληλα, καταργήθηκε και ο περιορισμός της ανώτατης συνολικής ισχύος 700 MW στην επικράτεια. Επίσης, για τα έργα άνω των 10 MW προβλέφθηκε διαγωνιστική διαδικασία. Προκειμένου να επιτευχθεί ταχύτερη προσαρμογή των τιμών των FiTs στο μειούμενο κόστος τεχνολογίας, καθορίστηκε ότι η ετήσια αναπροσαρμογή τους θα γίνεται μόλις με το 25% του ετήσιου πληθωρισμού. Τέλος, για πρώτη φορά στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ εισάγεται η έννοια της αποζημίωσης με χρήση μιας μορφής premium, καθώς οι τιμές των FiTs των φωτοβολταϊκών από το 2015 και μετά θα υπολογίζονταν με προσάυξηση της μέσης ΟΤΣ (Οριακή Τιμή Συστήματος) κατά 30%-50%, ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ και με το αν οι σταθμοί εγκαθίστανται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα ή τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά.[ Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης, Απρίλιος 2012]

Αξίζει να αναφέρουμε πως το ίδιο έτος, με την ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση) **12323/2009** καταρτίζεται για πρώτη φορά ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 KW σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Το πρόγραμμα αυτό αφορούσε όλη την Επικράτεια, εξαιρουμένων των μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, για εγκαταστάσεις σε δώματα ή στέγες κτιρίων που παρήγαγαν ενέργεια που εγχεόταν στο Δίκτυο. Η τιμή της παραγόμενης ενέργειας ορίστηκε στα 0,55 €/KWh για τις συμβάσεις που συνάπτονταν τα έτη 2009,2010,2011 και η τιμή μειωνόταν για τα επόμενα έτη μέχρι το 2019 κατά 5% ετησίως.

Ένα χρόνο μετά, ήρθε ο νόμος **3851/2010**, όπου καθόρισε την 20ετή σύμβαση για όλες τις ΑΠΕ εκτός από τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις κτιρίων όπου καθορίστηκαν τα 25 χρόνια. Η μέθοδος αναπροσαρμογής των τιμών εξακολούθησε να υπολογίζεται με βάση το 25% του ΔTK (Δείκτη Τιμών Καταναλωτή). Επίσης, το 2010 υπήρξε ριζικός ανασχεδιασμός των σχημάτων επιδότησης του κεφαλαιουχικού κόστους επένδυσης για όλες τις ΑΠΕ. Ειδικά στα φωτοβολταϊκά θεωρήθηκε εύλογη η κατάργηση της δημόσιας ενίσχυσης στο κόστος κεφαλαίου λόγω της πτώσης του κόστους εξοπλισμού, γεγονός που ισοδυναμούσε κατά μέσο όρο με έμμεση μείωση

των εγγυημένων τιμών κατά 20%-25% [ Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης, Απρίλιος 2012]. Παραθέτουμε τους πίνακες τιμολόγησης σε €/MWh των ΑΠΕ σύμφωνα με τον νόμο **3851/2010**, που συμπεριλαμβάνουν τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις ως 10 KW στον οικιακό τομέα και σε μικρές επιχειρήσεις στον πίνακα 3, καθώς και τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας διασυνδεδεμένες στο δίκτυο, χωρισμένες σε εγκαταστάσεις μεγαλύτερες των 100 KW και μικρότερες ή ίσες των 100 KW, όπως επίσης και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις ανεξαρτήτου ισχύος που δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο στον πίνακα 4:

**Πίνακας 3: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010**

Φωτοβολταϊκά έως 10 kW στον οικιακό τομέα και σε μικρές επιχειρήσεις (σύμφωνα με το ειδικό πρόγραμμα σε κτιριακές εγκαταστάσεις – ΚΥΑ 12323/ΓΓ175/4.6.2009, Β' 1079)	<b>Τιμή Ενέργειας (€/MWh)</b>	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
	550	

**Πίνακας 4: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010**

Έτος / Μήνας	Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο
	A	B	Γ (ανεξαρτήτως ισχύος)
	>100kW	<=100kW	
2009 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00
2009 Αύγουστος	400,00	450,00	450,00
2010 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00
2010 Αύγουστος	392,04	441,05	441,05
2011 Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43
2011 Αύγουστος	351,01	394,89	394,89
2012 Φεβρουάριος	333,81	375,54	375,54
2012 Αύγουστος	314,27	353,55	353,55
2013 Φεβρουάριος	298,87	336,23	336,23
2013 Αύγουστος	281,38	316,55	316,55
2014 Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56
2014 Αύγουστος	260,97	293,59	293,59
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	$1,3 \times \mu\text{OTS}_{\nu-1}$	$1,4 \times \mu\text{OTS}_{\nu-1}$	$1,4 \times \mu\text{OTS}_{\nu-1}$

$\mu\text{OTS}_{\nu-1}$ : Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1



Το 2012, υπήρξε αναπροσαρμογή των τιμών, βάσει των Υπουργικών Αποφάσεων **Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012** και **Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012**, με τις οποίες υπήρξε μείωση του ύψους των FiTs για τους νεοεισερχόμενους φωτοβολταϊκούς σταθμούς, πέραν της ήδη προβλεπόμενης απομείωσης. Η μείωση 12.5% σε σχέση με τις τιμές του νόμου 3734/2009, κρίθηκε εύλογη λόγω της μείωσης του κόστους των συστημάτων την τριετία 2009-2011. [ Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης, Απρίλιος 2012, [www.yrpeka.gr](http://www.yrpeka.gr)]. Η τιμολόγηση για τις εγκαταστάσεις ως 10 KW σύμφωνα με αυτές τις Υ.Α.Π.Ε διαμορφώθηκε όπως δείχνει ο πίνακας 5:

**Πίνακας 5: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012**

Έτος / Μήνας	Τιμή (€/MWh)
2012 Φεβρουάριος	495,00
2012 Αύγουστος	470,25
2013 Φεβρουάριος	446,74
2013 Αύγουστος	424,40
2014 Φεβρουάριος	403,18
2014 Αύγουστος	383,02
2015 Φεβρουάριος	363,87
2015 Αύγουστος	345,68
2016 Φεβρουάριος	328,39
2016 Αύγουστος	311,97
2017 Φεβρουάριος	296,37
2017 Αύγουστος	281,56
2018 Φεβρουάριος	267,48
2018 Αύγουστος	254,10
2019 Φεβρουάριος	241,40
2019 Αύγουστος	229,33

Ο πίνακας 6 που ακολουθεί υποδεικνύει τις τιμές για τους υπόλοιπους φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε €/MWh:

Πίνακας 6: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012

Έτος / Μήνας	Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο
	A	B	Γ (ανεξαρτήτως ισχύος)
	>100kW	<=100kW	
2012 Φεβρουάριος	292,08	328,60	328,60
2012 Αύγουστος	271,64	305,60	305,60
2013 Φεβρουάριος	252,62	284,20	284,20
2013 Αύγουστος	234,94	264,31	264,31
2014 Φεβρουάριος	218,49	245,81	245,81
2014 Αύγουστος	203,20	228,60	228,60
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3μΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4μΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4μΟΤΣ <sub>ν-1</sub>

μΟΤΣ<sub>ν-1</sub> :Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1

Τον ίδιο χρόνο, με νέα Υπουργική Απόφαση, την **Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2300/16932 & 2301/16933 & 2302/16934 & 2303/16935**, στις 10.08.2012, ανεστάλη η διαδικασία αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, πλην των εγκαταστάσεων ως 10 KW, καθώς η συνολική ηλεκτρική ισχύς των σταθμών για τους οποίους έχει υπογραφεί σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας υπερκάλυψε το όριο για την εγκατεστημένη ισχύ το 2014 και ξεπέρασε ακόμη και το όριο για το 2020, όπως αυτά είχαν οριστεί με Υπουργική Απόφαση το 2010. Είχαμε επίσης και νέα αλλαγή των τιμών για τις κτιριακές εγκαταστάσεις ως 10 KW καθώς και για τους υπόλοιπους φωτοβολταϊκούς σταθμούς όπως φαίνεται στους πίνακες 7 και 8 αντίστοιχα:

Πίνακας 7: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με την Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2300/16932 & 2301/16933 & 2302/16934 & 2303/16935 στις 10.08.2012

Έτος / Μήνας	Τιμή (€/MWh)
2012 Αύγουστος	250,00
2013 Φεβρουάριος	238,75
2013 Αύγουστος	228,01
2014 Φεβρουάριος	217,75
2014 Αύγουστος	207,95
2015 Φεβρουάριος	198,59
2015 Αύγουστος	189,65
2016 Φεβρουάριος	181,12
2016 Αύγουστος	172,97
2017 Φεβρουάριος	165,18
2017 Αύγουστος	157,75
2018 Φεβρουάριος	150,65
2018 Αύγουστος	143,87

Πίνακας 8: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με την Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2300/16932 & 2301/16933 & 2302/16934 & 2303/16935 στις 10.08.2012

Έτος / Μήνας	Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο
	A	B	Γ (ανεξαρτήτως ισχύος)
	>100kW	<=100kW	
2012 Αύγουστος	180,00	225,00	225,00
2013 Φεβρουάριος	171,90	214,88	214,88
2013 Αύγουστος	164,16	205,21	205,21
2014 Φεβρουάριος	156,78	195,97	195,97
2014 Αύγουστος	149,72	187,15	187,15
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3xμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4xμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4xμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>

μΟΤΣ<sub>ν-1</sub> : Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1

Το Νοέμβριο του 2012, με τον νόμο **4093/2012**, επιβλήθηκε για πρώτη φορά έκτακτη ειδική εισφορά αλληλεγγύης στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ. Ο υπολογισμός της οριζόταν ως το εκατοστιαίο ποσοστό επί του, προ ΦΠΑ, τιμήματος των πωλήσεων ηλεκτρικής ενέργειας που λάμβανε χώρα το διάστημα από 1/7/2012 ως και 30/6/2014 και αφορούσε λειτουργούντες σταθμούς καθώς και όσους ενεργοποιούνταν στο δίκτυο από εκεί και έπειτα. Τα ποσοστά αυτά ανερχόντουσαν:

1. Σε 25% για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς που ενεργοποιήθηκε η σύνδεσή τους ως 31/12/2011.
2. Σε 30% για αυτούς που ενεργοποιήθηκαν μετά την 1/1/2012 και η αποζημίωση της παραγόμενης ενέργειά τους υπολογιζόταν με βάση την τιμή αναφοράς του πίνακα του άρθρου 27Α του νόμου **3734/2009**, όπως κάθε φορά ίσχυε, που αντιστοιχούσε σε μήνα προγενέστερο του Φεβρουαρίου του 2012.
3. Σε 27% για αυτούς που ενεργοποιήθηκαν μετά την 1/1/2012 και η αποζημίωση της παραγόμενης ενέργειά τους υπολογιζόταν με βάση την τιμή αναφοράς του πίνακα του άρθρου 27Α του νόμου **3734/2009**, όπως κάθε φορά ίσχυε, που αντιστοιχούσε στο διάστημα μεταξύ Φεβρουαρίου 2012 και 9 Αυγούστου 2012.

Για τους σταθμούς που η αποζημίωση της παραγόμενης ενέργειας υπολογιζόταν βάσει της τιμής αναφοράς του πίνακα του άρθρου 27Α του νόμου **3734/2009** και αντιστοιχούσε σε ημερομηνίες μεταγενέστερες της 9 Αυγούστου 2012 καθώς και για τα φωτοβολταϊκά σε κτιριακές εγκαταστάσεις δεν επιβλήθηκε η εισφορά.

Όπως παρατηρήσαμε παραπάνω, το έτος 2012 συνέβησαν πολλές αλλαγές και τροποποιήσεις σε θεσμικό επίπεδο στον τομέα των φωτοβολταϊκών. Αυτό δεν άλλαξε και το 2013, καθώς τον Μάιο, με τις **Υ.Α.Π.Ε /Φ1/1288/9011** και **Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1289/9012** του **ΦΕΚ 1103Β'02.05.2013**, υπήρξε νέα αλλαγή στις τιμές αποζημίωσης της παραγόμενης ενέργειας όπως παρατηρούμε στον πίνακα 9 για τις κτιριακές εγκαταστάσεις και στον πίνακα 10 για το υπόλοιπο δίκτυο:

Πίνακας 9: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών έως 10 kW σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε /Φ1/1288/9011 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1289/9012 του ΦΕΚ 1103Β'/02.05.2013

Έτος / Μήνας	Τιμή (€/MWh)
2013 Φεβρουάριος	125,00
2013 Αύγουστος	125,00
2014 Φεβρουάριος	120,00
2014 Αύγουστος	120,00
2015 Φεβρουάριος	115,00
2015 Αύγουστος	115,00
2016 Φεβρουάριος	110,00
2016 Αύγουστος	110,00
2017 Φεβρουάριος	105,00
2017 Αύγουστος	100,00
2018 Φεβρουάριος	95,00
2018 Αύγουστος	90,00
2019 Φεβρουάριος	85,00
2019 Αύγουστος	80,00

Πίνακας 10: Τιμολόγηση φωτοβολταϊκών αναλόγως με την ισχύ και την διασύνδεσή τους ή μη με το δίκτυο σύμφωνα με τις Υ.Α.Π.Ε /Φ1/1288/9011 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1289/9012 του ΦΕΚ 1103Β'/02.05.2013

Έτος / Μήνας	Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο
	A	B	Γ (ανεξαρτήτως ισχύος)
	>100kW	<=100kW	
2013 Φεβρουάριος	95,00	120,00	100,00
2013 Αύγουστος	95,00	120,00	100,00
2014 Φεβρουάριος	90,00	115,00	95,00
2014 Αύγουστος	90,00	115,00	95,00
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3xμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4xμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4xμΟΤΣ <sub>ν-1</sub>

μΟΤΣ<sub>ν-1</sub> :Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1

Τον ίδιο μήνα, δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα της κυβέρνησης ο **νόμος 4152/2013**, με τον οποίο αναστάλη εκ νέου η αδειοδότηση των φωτοβολταϊκών σταθμών, εκτός αυτών σε κτιριακές εγκαταστάσεις, ως τις 31/12/2013. Επίσης επιβλήθηκαν νέα ποσοστά έκτακτης εισφοράς στις περιπτώσεις 2 και 3 που αναφέραμε παραπάνω στην παράγραφο για τον νόμο 4093/2012. Αυτά διαμορφώθηκαν:

- Σε 37% και 34% αντίστοιχα για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς που συνδέθηκαν από 1/1/2013 ως 30/6/2013 καθώς και για τις πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας που θα λάμβαναν χώρα μετά την 1η Ιανουαρίου του 2013, με εξαίρεση φωτοβολταϊκούς σταθμούς κατ' επάγγελμα αγροτών και σταθμών που βρίσκονται σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά.
- Σε 42% και 40% αντίστοιχα ειδικά για φωτοβολταϊκούς σταθμούς που θα συνδέονταν μετά την 1η Ιουλίου του 2013.

Με τον **νόμο 4223/2013**, που δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα της κυβέρνησης την τελευταία ημέρα του 2013, ανανεώθηκε η αναστολή σύναψης συμβάσεων σύνδεσης φωτοβολταϊκών σταθμών με το Σύστημα ή το Δίκτυο συμπεριλαμβανομένου και του Δικτύου των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων ως την 31 Δεκεμβρίου του 2014. Για άλλη μια φορά εξαιρέθηκαν τα φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Μιας και συναντάμε για 3η φορά την απόφαση αυτή στην εξέλιξη της νομοθετικής δραστηριότητας τα τελευταία χρόνια οφείλουμε να αναφέρουμε πως ο κυριότερος λόγος ψήφισής της, ήταν το διαρκώς αυξανόμενο έλλειμμα του κρατικού αρμόδιου φορέα (ΛΑΓΗΕ) για τις αποζημιώσεις των παραγωγών. Η οικονομική αυτή τρύπα προήλθε κυρίως, από την κακή εκτίμηση και αδράνεια των κυβερνήσεων στην προσαρμογή των εγγυημένων τιμών των τελευταίων χρόνων, αφού το κόστος των φωτοβολταϊκών στην αγορά είχε έντονα καθοδική πορεία και οι αποζημιώσεις των παραγωγών παρέμεναν σε υψηλά επίπεδα.

Συνεχίζοντας, τον Απρίλιο του 2014 έγινε το λεγόμενο «New Deal» στα φωτοβολταϊκά. Με την ψήφιση του **νόμου 4254/2014** συνέβησαν μια σειρά από αλλαγές που επηρεάζουν την συνέχεια του κλάδου. Αξίζει λοιπόν να αναφέρουμε κάποια σημαντικά στοιχεία του νομοσχεδίου αυτού:

- Κατ' αρχήν, έγινε άρση της αναστολής για την είσοδο νέων φωτοβολταϊκών στο σύστημα όπως προβλεπόταν με τον **νόμο 4223/2013**. Η αναστολή άρχισε να ισχύει από την ψήφιση του νόμου, αλλά παράλληλα τέθηκε πλαφόν στα 200 MW όσον αφορά την συνολική ετήσια εγκατεστημένη ισχύ που θα υπάγεται στο σύστημα των εγγυημένων τιμών. Η επιλογή των 200 MW ετησίως θα γίνεται μέσω διαγωνιστικών διαδικασιών.
- Κουρευτήκαν, αναλόγως την ειδική κατηγορία που ανήκει κάθε φωτοβολταϊκός σταθμός, οι τιμές που προβλέπονται από το σύστημα εγγυημένων τιμών. Μεσοσταθμικά το κούρεμα άγγιξε το 30%. Στο κούρεμα αυτό, δεν αποτέλεσαν εξαίρεση τα φωτοβολταϊκά στις στέγες. Τα φωτοβολταϊκά των αγροτών και τα μικρά φωτοβολταϊκά κάτω από 20 kW είχαν προσαύξηση 10% στις νέες μειωμένες τιμές. Στόχος των νέων τιμών ήταν και είναι η μη δημιουργία ελλείματος στον ειδικό λογαριασμό των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας του ΛΑΓΗΕ. Πρακτικά οι μειωμένες τιμές επιτυγχάνουν το ίδιο αποτέλεσμα με την έκτακτη εισφορά αλλά γίνεται διαφορετική, παραμετροποιημένη, κατανομή των βαρών στις διάφορες κατηγορίες φωτοβολταϊκών επενδύσεων επιδιώκοντας ομοιομορφία στις αποδόσεις των επενδύσεων.
- Έγινε αυτόματη επέκταση της σύμβασης πώλησης των φωτοβολταϊκών σταθμών που λειτουργούν για λιγότερο από 12 χρόνια με σημείο αναφοράς την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2014 και της σύμβασης συμψηφισμού του «ειδικού προγράμματος ανάπτυξης φωτοβολταϊκών στα κτίρια», κατά 7 χρόνια. Για το ίδιο χρονικό διάστημα ανανεώθηκαν και οι αντίστοιχες άδειες παραγωγής και λειτουργίας για εγκατεστημένη ισχύ που είναι ίση με την εγκατεστημένη ισχύ κατά την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2014 για τον κάθε σταθμό. Για την περίοδο που περιλαμβάνει η ανανέωση, δόθηκε η δυνατότητα στους παραγωγούς να επιλέξουν είτε την πώληση της παραγόμενης ενέργειας με τους εκάστοτε όρους λειτουργίας του συστήματος και της αγοράς, είτε την πώλησή της κατά προτεραιότητα και με τιμή 90 €/MWh, για μέγιστη ετήσια ποσότητα ενέργειας που υπολογίζεται από την σχέση:

Ενέργεια (kWh) = Εγκατεστημένη Ισχύς (kW) × Συντελεστής Απόδοσης

Ο Συντελεστής Απόδοσης για τα φωτοβολταϊκά έχει μονάδες kWh/kW και τιμές:

Για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα: 1500

Για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς στο μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα: 1700

Για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς του Ειδικού Προγράμματος Στεγών: 1400

- Τέλος, επιβλήθηκε επιστροφή εσόδων από τους παραγωγούς προς τον ΛΑΓΗΕ μέσω πιστωτικού τιμολογίου, προκειμένου να καλυφθεί το συσσωρευμένο έλλειμμα. Εξαιρέθηκαν τα φωτοβολταϊκά στα κτίρια. Η επιστροφή αυτή υπολογίστηκε ποσοστιαία επί της συνολικής αξίας της εγγεόμενης κατά το 2013 ενέργειας στο Σύστημα και διαμορφώθηκε ως εξής:

1. Στο 34% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς που συνδέθηκαν έως 31.12.2009.
2. Στο 35% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς που συνδέθηκαν από 1.1.2010 έως 31.12.2011.
3. Στο 37% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς που συνδέθηκαν από 1.1.2012 έως 31.12.2012.
4. Στο 37,5% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς που συνδέθηκαν από 1.1.2013 έως 31.12.2013.
5. Στο 20% ειδικά για φωτοβολταϊκούς σταθμούς έως και 100 kW (συμπεριλαμβανομένων των σταθμών που ανήκουν σε κατ' επάγγελμα αγρότες). [[www.taxheaven.gr](http://www.taxheaven.gr)]

Αξίζει να επισημάνουμε πως οι παραγωγοί δεν πλήρωσαν έκτακτη εισφορά για τα ποσά που επέστρεψαν, οπότε αυτή υπολογίστηκε για το 2013 επί των μειωμένων εσόδων.

Τέλος, στις 31 Δεκεμβρίου 2014, δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα της κυβέρνησης η **Υπουργική Απόφαση Αριθμ. ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461** με τίτλο « Εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας κατ'εφαρμογή του άρθρου 14Α του Ν.3468/2006» ρυθμίζοντας έτσι, δύο χρόνια μετά την ψήφιση του



**N.4203/2013** που περιελάμβανε τις διατάξεις για το net metering, τις λεπτομέρειες για την αυτοπαραγωγή ενέργειας με φωτοβολταϊκά μέσω του συστήματος του συμψηφισμού ενέργειας. Έτσι, ξεκίνησε και επίσημα ένα νέο κεφάλαιο στον τομέα των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα που όλα αυτά τα χρόνια στηρίχθηκε κυρίως στο κίνητρο του συστήματος των εγγυημένων τιμών. Επιγραμματικά, η Απόφαση προέβλεπε τα εξής:

- Η αυτοπαραγωγή να γίνεται στην Μέση και Χαμηλή Τάση.
- Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς να είναι τα 20 kW ή αν τα ξεπερνά να είναι μέχρι το 50% της συμφωνηθείσας ισχύος κατανάλωσης της παροχής.
- Τα όρια να διαφέρουν για το Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα με ανώτατη μεν για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά τα 20 kW ενώ για την Κρήτη τα 50 kW.
- Για φορείς που επιτελούν κοινωφελές έργο υπό τις οριζόμενες από τον Νόμο προϋποθέσεις η Απόφαση επιτρέπει να αξιοποιηθεί το σύνολο της συμφωνηθείσας ισχύος κατανάλωσης της παροχής.
- Δίνεται η δυνατότητα σε οποιονδήποτε να εγκαταστήσει σύστημα αυτοπαραγωγής στα σημεία που επιτρέπεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του νόμου. Συνεπώς, δεν αφορά μόνο εγκαταστάσεις στις στέγες.
- Οι αυτοπαραγωγοί θα καταβάλλουν ETMEAP (Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπής Αερίων Ρύπων) μόνο για την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφούν από το Δίκτυο. Το ETMEAP καταβάλλεται από όλους τους χρήστες του Δικτύου ή Συστήματος.
- Ο συμψηφισμός παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας θα γίνεται ετησίως στον λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος του αυτοπαραγωγού.[[www.energypress.gr](http://www.energypress.gr)]

#### **4.2.3 Εξέλιξη ειδικού Διαχειριστικού Λογαριασμού ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ του Άρθρου 40 του ν.2773/1999**

Όπως αναφέραμε στην εξέλιξη του νομοθετικού πλαισίου, οι πολιτικές που ακολουθήθηκαν είχαν σαν αποτέλεσμα την συσσώρευση ελλείματος στον ειδικό λογαριασμό των Α.Π.Ε. Είναι απαραίτητο λοιπόν να δούμε κατά περιόδους τα μέτρα που υιοθετήθηκαν για την αντιμετώπισή του τα τελευταία τρία χρόνια και την εξέλιξη της πορείας του.

##### Περίοδος I: Ιανουάριος 2012 – Ιανουάριος 2013

Η Ελληνική Πολιτεία, λαμβάνοντας υπόψη τη δύσκολη δημοσιονομική κατάσταση, τους δεσμευτικούς ευρωπαϊκούς στόχους της χώρας σχετικά με τη διείσδυση των ΑΠΕ καθώς και την ανάγκη εξυγίανσης του μηχανισμού στήριξης των ΑΠΕ, προχώρησε ήδη από τις αρχές του 2012, με απώτερο στόχο τη σταδιακή απόσβεση του ελλείματος έως τον Δεκέμβριο του 2014, στην ανάληψη των παρακάτω μέτρων:

1. Αναπροσαρμογή των εγγυημένων τιμών πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς (Ιανουάριος 2012).
2. Επιβολή ειδικού τέλους στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από λιγνίτη (Φεβρουάριος 2012)
3. Αναπροσαρμογή των εγγυημένων τιμών πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς (Αύγουστος 2012).
4. Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς (Αύγουστος 2012).
5. Προσδιορισμός ποσοστού (25%) της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. ως έσοδο του Ειδικού Λογαριασμού (Αύγουστος 2012).
6. Επιβολή έκτακτης ειδικής εισφοράς αλληλεγγύης στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ (Νοέμβριος 2012).

7. Κατάργηση της πρόβλεψης, που αφορά στους Φ/Β σταθμούς, για διατήρηση της τιμής αποζημίωσης για 18 ή 36 μήνες από την υπογραφή της σύμβασης πώλησης μεταξύ παραγωγού και ΛΑΓΗΕ Α.Ε. (Νοέμβριος 2012).

Επιπλέον, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας προχώρησε σε :

8. Αύξηση του Ειδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΤΜΕΑΡ) του άρθρου 143 του **v. 4001/2011**.

#### Περίοδος II: Μάιος 2013 – Μάρτιος 2014

1. Επιβολή επιπλέον έκτακτης ειδικής εισφοράς αλληλεγγύης στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς που είχαν εξασφαλίσει τιμές προ 10/8/2012 και συνδέθηκαν μετά την 1η Ιανουαρίου 2013 (**v. 4152/ Μάιος 2013**).

2. Αναστολή σύναψης συμβάσεων σύνδεσης και πώλησης φωτοβολταϊκών σταθμών έως 31 Δεκεμβρίου 2013 (**v. 4152/ Μάιος 2013**).

3. Ελάχιστη εισροή προς τον ειδικό λογαριασμό από το σύστημα συναλλαγών (ΗΕΠ& Μηχανισμός Αποκλίσεων) το Μεσοσταθμικό Μεταβλητό Κόστος των εν λειτουργία θερμικών συμβατικών σταθμών στο διασυνδεδεμένο σύστημα κατά την αντίστοιχη Περίοδο Κατανομής (ώρα). (**v.4152/ Μάιος 2013**).

4. Αναπροσαρμογή των εγγυημένων τιμών πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς συμπεριλαμβανομένων των στεγών(**Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1288/9011 & Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1289/9012 / Μάιος 2013**).

5. Αύξηση του Ειδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΤΜΕΑΡ) του άρθρου 143 του **v. 4001/2011**.

#### Περίοδος III: από Απρίλιο 2014 μέχρι σήμερα

1. Έκδοση εκπαιδευτικών τιμολογίων επί της αξίας της πωληθείσας ενέργειας από ΑΠΕ/ΣΗΘΥΑ για το 2013 (**v.4254/ Απρίλιος 2014**).

2. Μόνιμη αναπροσαρμογή (μείωση) των τιμών αποζημίωσης της παραγόμενης από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ ενέργειας από την 1η Απριλίου 2014 με ταυτόχρονη κατάργηση

της έκτακτης εισφοράς και αυτοδίκαιη επέκταση των συμβάσεων πώλησης και συμψηφισμού κατά επτά (7) χρόνια (ν.4254/ Απρίλιος 2014).

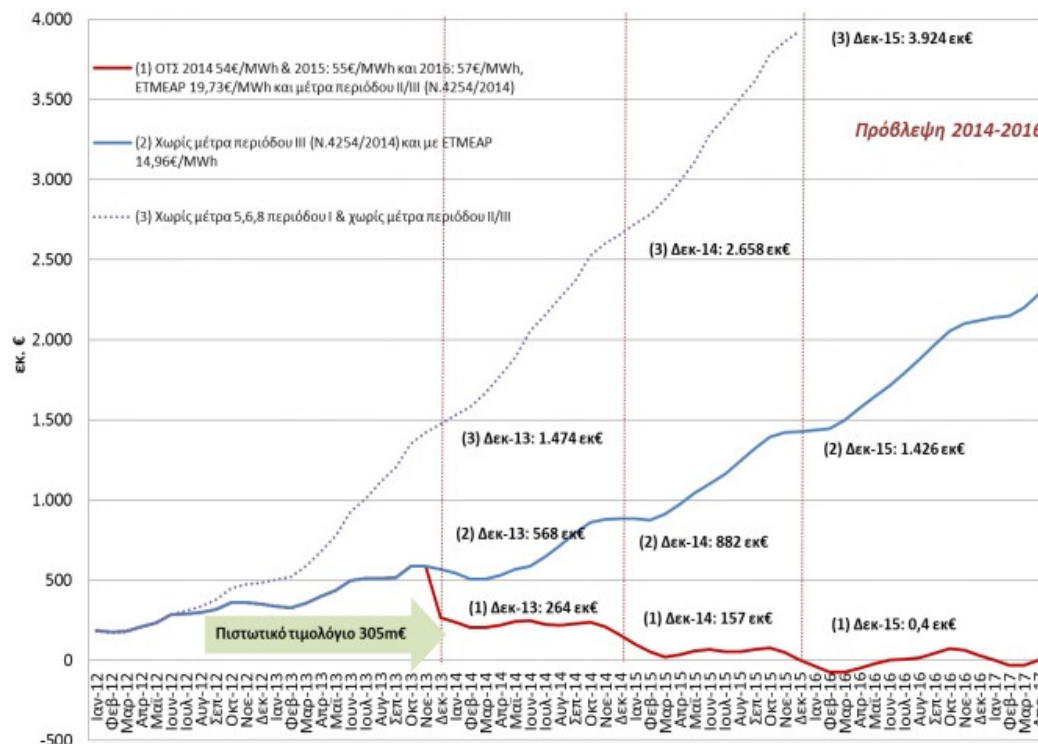
3. Καταργείται η αναστολή της διαδικασίας αδειοδότησης, χορήγησης προσφορών σύνδεσης και υπογραφής νέων συμβάσεων σύνδεσης και πώλησης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

4. Εισαγωγή ετήσιου «πλαφόν» στα επίπεδα ισχύος ηλιοθερμικών σταθμών, σταθμών βιομάζας και σταθμών βιοαερίου από βιομάζα, που τίθενται σε λειτουργία και η παραγόμενη ενέργεια των οποίων αποζημιώνεται με τις ισχύουσες τιμές αναφοράς.

Επιπλέον, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας προχώρησε σε :

5. Αύξηση του Ειδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΤΜΕΑΡ) του άρθρου 143 του ν. 4001/2011.

Τέλος, στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το μηνιαίο σωρευτικό έλλειμμα του ειδικού λογαριασμού όπως εκτιμάται ότι θα εξελιχθεί.



Εικόνα 12: Διάγραμμα Μηνιαίου Σωρευτικού Ελλείμματος του Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ (ΛΑΓΗΕ)

Καμπύλη 1: Με το ισχύον νομοθετικό και ρυθμιστικό πλαίσιο, μετά την επίδραση του ν. 4254/2014 (New Deal) και της αύξησης του ETMEAP από 1 Απριλίου 2014. Το σφραγματικό έλλειμμα και μηδενίζεται τέλος του 2015. Ο Ειδικός Λογαριασμός παραμένει θετικός στο πρώτο εξάμηνο του 2016 παρόλο της παύσης της σημαντικής εισροής από τα έσοδα διάθεσης Δικαιωμάτων Εκπομπής Αερίων Θερμοκηπίου.

Καμπύλη 2: Εκτίμηση για το Έλλειμμα χωρίς την ψήφιση του ν. 4254/2014 και της αναπροσαρμογής του ETMEAP.

Καμπύλη 3: Εκτίμηση για το Έλλειμμα εάν δεν λάμβαναν χώρα νομοθετικές και ρυθμιστικές παρεμβάσεις από τον Ιανουάριο 2012 (παραδοχές εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκών και φωτοβολταϊκών στεγών 2.322 MW και 560 MW αντίστοιχα στο τέλος του 2014 και οριακή τιμή συστήματος 40€/MWh).

[*Ενημερωτικό Δελτίο Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ&ΣΗΘΥΑ, ΛΑΓΗΕ, Μάιος 2015*]

#### 4.2.4 Σύνοψη

Η εξέλιξη του νομοθετικού πλαισίου όπως είναι εύκολα κατανοητό υπήρξε διαρκής και χαρακτηρίστηκε από πολλές αλλαγές διαμορφώνοντας έτσι ένα ιδιαίτερα ευμετάβλητο επενδυτικό περιβάλλον. Υπήρξε λοιπόν, μια αρχική περίοδος με σημείο αναφοράς τον νόμο **3468/2006** όπου υπήρξαν μέτρα απλοποίησης των αδειοδοτήσεων και θέσπιση υψηλών εγγυημένων τιμών με στόχο την αύξηση του επενδυτικού ενδιαφέροντος. Αυτή η πολιτική προώθησης συνεχίστηκε για έξι περίπου χρόνια με αποτέλεσμα την συσσώρευση επενδυτών που αποσκοπούσαν σε σίγουρες και μεγάλες οικονομικές αποδόσεις. Αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί και ως η περίοδος άνθησης του τομέα των φωτοβολταϊκών στην χώρα μας. Στην συνέχεια όμως, η κακή εκτίμηση της επιρροής των κινήτρων και ιδιαίτερα του συστήματος εγγυημένων τιμών από τις εκάστοτε κυβερνήσεις συνέβαλε τα μέγιστα στην δημιουργία ελλείματος στον αρμόδιο λειτουργό (ΛΑΓΗΕ). Μόνο τα τελευταία χρόνια, που έγινε αυτό αντιληπτό, παρατηρήσαμε νομοθετικές κινήσεις με κατεύθυνση την εξισορρόπηση της αγοράς με αποτέλεσμα όμως βιαίες προσαρμογές των επενδυτών στο μεταβαλλόμενο αυτό οικονομικό περιβάλλον. Από το 2012 και έπειτα, υπήρξε πολύ συχνή αναπροσαρμογή των εγγυημένων τιμών προς τα κάτω

καθώς και μέτρα όπως η αναστολή αδειοδότησης έργων και η έκτακτη εισφορά. Η πορεία αυτή, με τις συνεχείς αλλαγές, καθιστούν την διαχρονική μελέτη της αποδοτικότητας των φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην χώρα μας ιδιαίτερος ενδιαφέροντα. Τελειώνοντας, η μελλοντική μελέτη του συστήματος του net metering που θεσμοθετήθηκε πρόσφατα, αποκτά σίγουρα ενδιαφέρον, μιας και σηματοδοτεί μια νέα αρχή για τις επενδύσεις φωτοβολταϊκών που παύουν πλέον να στηρίζονται στο σύστημα εγγυημένων τιμών.

## 5 Μελέτη περιπτώσεων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων

### 5.1 Δεδομένα και παραδοχές

#### 5.1.1 Επιλογή περιπτώσεων

Η οικονομική αξιολόγηση και μελέτη που θα πραγματοποιήσουμε βασίζεται στην επιλογή τεσσάρων χαρακτηριστικών επενδύσεων. Αρχικά, η επιλογή αυτή, βασίζεται στο μέγεθος της ισχύς των εγκαταστάσεων αυτών. Οι μονάδες αυτές είναι:

- 10kW
- 100kW
- 2MW (Διασυνδεδεμένο στο Σύστημα)
- 2MW (Μη Διασυνδεδεμένο στο Σύστημα)

Η επιλογή των συγκεκριμένων μονάδων με τις συγκεκριμένες εγκατεστημένες ισχύες έγινε με κριτήριο τον διαχωρισμό των κατηγοριών τιμολόγησης της παραγόμενης ενέργειας από το ελληνικό κράτος σύμφωνα με το προβλεπόμενο σύστημα εγγυημένων τιμών. Τα 10 kW είναι η μέγιστη ισχύς που προβλέπεται για την ειδική κατηγορία των οικιακών φωτοβολταϊκών σε στέγες, τα 100kW είναι η μέγιστη οριακή ισχύς όπου από αυτή την ισχύ και πάνω αλλάζει η εγγυημένη τιμή, καθώς επίσης εκφράζει μια μέσης ισχύος μονάδα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών. Όσον αφορά την επιλογή των δύο μονάδων ισχύς 2 MW, αντιπροσωπεύουν παραδείγματα επενδύσεων μεγάλης κλίμακας και έχοντας πάλι κριτήριο την κατηγοριοποίηση της κρατικής τιμολόγησης των εγγυημένων τιμών επιλέξαμε την μία να είναι διασυνδεδεμένη στο σύστημα και την άλλη όχι. Στην συνέχεια, παρατηρώντας πως οι παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη των επενδύσεων στο τομέα των φωτοβολταϊκών είναι αρκετοί, με καθοριστικότερους τις εγγυημένες τιμές και το κόστος εγκατάστασης, θεωρούμε σημαντικό να εξετάσουμε την αποδοτικότητα των τεσσάρων επενδύσεων στην πορεία του χρόνου. Γι' αυτό τον λόγο επιλέξαμε τέσσερις χαρακτηριστικές χρονολογίες, το 2008, το 2010, το 2012 και το 2014, που απέχουν χρονικό διάστημα δύο χρόνων μεταξύ τους βοηθώντας την μελέτη μας και βγάζοντας χρήσιμα συμπεράσματα. Αξίζει να σημειώσουμε πως για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σε στέγη των 10kW για το έτος 2008 δεν έχουμε δεδομένα και

δεν το λαμβάνουμε υπόψη μας στην μελέτη μας καθώς δεν συμπεριλαμβανόταν αυτή η περίπτωση στο μέχρι τότε νομοθετικό πλαίσιο για τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις.

### 5.1.2 Δεδομένα και παραδοχές για την μονάδα ισχύος των 10 kW

Πίνακας 11: Δεδομένα και παραδοχές για τα 10 kW

		2008	2010	2012	2014
10 kW	Κόστος επένδυσης (€/kW)	-	4100	2400	1600
	Ετήσιος συντελεστής ισχύος (%)	-	16,5	16,5	16,5
	Λειτουργικό κόστος (%)	-	1	1	1
	Επιτόκιο δανεισμού (%)	-	6	6	6
	Επιτόκιο προεξόφλησης (%)	-	10	10	10
	Επιδότηση επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	-	-	-	-
	Δάνειο επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	-	50	50	50
	Υπολειμματική αξία επένδυσης (%)	-	15	15	15
	Εγγυημένη τιμή (€/MWh)	-	550	495	120
	Φόρος (%)	-	-	-	-
	Έκτακτη εισφορά (%)	-	-	-	-

#### Παρατηρήσεις:

- Η τιμή για το κόστος επένδυσης των πλαισίων προσαρμόστηκε και υπολογίστηκε συνυπολογίζοντας την εξέλιξη των τιμών και τα δεδομένα που αναφέρονται στις εκθέσεις του Υ.Π.Ε.Κ.Α με τίτλο [Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης, Απρίλιος 2012] καθώς και στην έκθεση με τίτλο [Έκθεση για τις Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Στέγες, Μάιος 2013].



- Ο φόρος είναι μηδενικός καθώς οι ιδιοκτήτες των φωτοβολταϊκών σε στέγες φορολογούνται μόνο επί του εισοδήματός τους.
- Το μέσο επιτόκιο δανεισμού υπολογίστηκε στο 6% για δάνειο με όρους στεγαστικού και εγγυήσεις με χρονικό ορίζοντα αποπληρωμής σε βάθος δεκαετίας.
- Οι τιμές πώλησης ορίστηκαν σύμφωνα με την τιμολόγηση στον Νόμο υπ' αριθμόν 3851/2010, τις Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012 και Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012 και τις Υ.Α.Π.Ε /Φ1/1288/9011 και στην Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1289/9012.
- Δεν επιβλήθηκε έκτακτη εισφορά στα φωτοβολταϊκά σε στέγες.

### 5.1.3 Δεδομένα και παραδοχές για την μονάδα ισχύος των 100 kW

Πίνακας 12: Δεδομένα και παραδοχές για τα 100 kW

		2008	2010	2012	2014
100 kW	Κόστος επένδυσης (€/kW)	3900	3000	2000	1200
	Ετήσιος συντελεστής ισχύος (%)	16,5	16,5	16,5	16,5
	Λειτουργικό κόστος (%)	2	1	1	1
	Επιτόκιο δανεισμού (%)	6	6	6	6
	Επιτόκιο προεξόφλησης (%)	10	10	10	10
	Επιδότηση επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	40	-	-	-
	Δάνειο επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	35	50	50	50
	Υπολειμματική αξία επένδυσης (%)	15	15	15	15
	Εγγυημένη τιμή (€/MWh)	450	450	328,6	115
	Φόρος (%)	25	24	20	26
	Έκτακτη εισφορά (%)	-	-	27	40

#### Παρατηρήσεις:

- Για το κόστος επένδυσης των πλαισίων για το 2008 βασιστήκαμε στις τιμές που αναφέρονται σε εισηγητικό σημείωμα ανώνυμης εταιρείας παραγωγής

και εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας ανανεώσιμων πηγών (ΤΡΟΠΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε) για χορήγηση επιδότησης από το Υπουργείο Οικονομίας Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας στις 12-8-2008. Η μονάδα εγκατάστασης ήταν ισχύς 842,4kW και ο υπολογισμός της δαπάνης για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια από την εταιρεία απείχε αρκετά από τον αντίστοιχο υπολογισμό της Υπηρεσίας. Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος αυτών των δύο και στην δικιά μας περίπτωση λόγω σχετικά μικρότερης ισχύς της μονάδας μας , χρησιμοποιήθηκε η παραδοχή πως λόγω χρήσης λιγότερων πλαισίων το κόστος τους θα ήταν λίγο μεγαλύτερο από τον υπολογισμένο μέσο όρο του κόστους επένδυσης της συγκεκριμένης μονάδας και ίσο με 3900 €/kW.

- Η τιμή για το κόστος επένδυσης των πλαισίων το 2010, 2012 και 2014 προσαρμόστηκε και υπολογίστηκε συνυπολογίζοντας την εξέλιξη των τιμών και τα δεδομένα που αναφέρονται στις εκθέσεις του Υ.Π.Ε.Κ.Α με τίτλο [*Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης, Απρίλιος 2012*] καθώς και στην έκθεση με τίτλο [*Έκθεση για τις Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Στέγες, Μάιος 2013*].
- Υπολογίσαμε φόρο 25%, 24%, 20% και 26% για Α.Ε τα έτη 2008, 2010, 2012 και 2014 αντίστοιχα[[www.taxisheaven.gr](http://www.taxisheaven.gr)] και κάναμε παραδοχή πως στα επόμενα από το 2014 χρόνια θα κυμανθεί γύρω στο 20%.
- Ορίσαμε ένα μέσο επιτόκιο 6% για δάνειο με όρους στεγαστικού και εγγυήσεις με χρονικό ορίζοντα αποπληρωμής σε βάθος δεκαετίας.
- Οι τιμές πώλησης ορίστηκαν σύμφωνα με την τιμολόγηση στον νόμο υπ'αριθμόν 3468/2006, στον νόμο υπ'αριθμόν 3851/2010, στον ΦΕΚ Β'/1103 και στις Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012, Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012.
- Για το 2008, 2010 υπολογίσαμε ειδική έκτακτη εισφορά 25% από το 2012 και έπειτα σύμφωνα με τον Νόμο υπ'αριθμόν 4093/2012 θεωρώντας πως θα έχει ισχύ μέχρι και το 2016 υποθέτοντας πως είναι μέτρο έκτακτου και όχι μόνιμου χαρακτήρα.

- Για το 2012 και 2014 υπολογίστηκε ειδική έκτακτη εισφορά 27% και 40% αντίστοιχα σύμφωνα με τους νόμους υπ' αριθμόν 4093/2012 και υπ' αριθμόν 4152/2013 θεωρώντας πως θα έχει και σε αυτές τις περιπτώσεις ισχύ μέχρι και το 2016.

### 5.1.3 Δεδομένα και παραδοχές για την μονάδα ισχύος των 2 MW (Διασυνδεδεμένο) και 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο)

Πίνακας 13: Δεδομένα και παραδοχές για τα 2 MW (Διασυνδεδεμένο)

		2008	2010	2012	2014
<b>2 MW (Διασυνδεδεμένο)</b>	Κόστος επένδυσης (€/kW)	3600	2800	1600	1000
	Ετήσιος συντελεστής ισχύος (%)	16,5	16,5	16,5	16,5
	Λειτουργικό κόστος (%)	2	2	2	2
	Επιτόκιο δανεισμού (%)	6	6	6	6
	Επιτόκιο προεξόφλησης (%)	10	10	10	10
	Επιδότηση επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	40	-	-	-
	Δάνειο επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	35	50	50	50
	Υπολλειματική αξία επένδυσης (%)	15	15	15	15
	Εγγυημένη τιμή (€/MWh)	400	400	292,08	90
	Φόρος (%)	25	24	20	26
	Έκτακτη εισφορά (%)	-	-	27	40

Πίνακας 14: Δεδομένα και παραδοχές για τα 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο)

		2008	2010	2012	2014
<b>2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο)</b>	Κόστος επένδυσης (€/kW)	3600	2800	1600	1000
	Ετήσιος συντελεστής ισχύος (%)	16,5	16,5	16,5	16,5
	Λειτουργικό κόστος (%)	2	2	2	2
	Επιτόκιο δανεισμού (%)	6	6	6	6
	Επιτόκιο προεξόφλησης (%)	10	10	10	10
	Επιδότηση επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	40	-	-	-
	Δάνειο επί του αρχικού κεφαλαίου (%)	35	50	50	50
	Υπολλειματική αξία επένδυσης (%)	15	15	15	15
	Εγγυημένη τιμή (€/MWh)	450	450	328,6	95
	Φόρος (%)	25	24	20	26
	Έκτακτη εισφορά (%)	-	-	27	40

Παρατηρήσεις:

- Για το κόστος επένδυσης των πλαισίων για το 2008, όπως και στα 100 kW, βασιστήκαμε στις τιμές που αναφέρονται σε εισηγητικό σημείωμα ανώνυμης εταιρείας παραγωγής και εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας ανανεώσιμων πηγών (ΤΡΟΠΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε) για χορήγηση επιδότησης από το Υπουργείο Οικονομίας Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας στις 12-8-2008. Η μονάδα εγκατάστασης ήταν ισχύς 842,4kW και ο υπολογισμός της δαπάνης για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια από την εταιρεία απείχε αρκετά από τον αντίστοιχο υπολογισμό της Υπηρεσίας. Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος αυτών των δύο και στην δικιά μας περίπτωση λόγω αρκετά μεγαλύτερης ισχύος των

μονάδων μας, χρησιμοποιήθηκε η παραδοχή πως λόγω χρήσης περισσότερων πλαισίων το κόστος τους θα ήταν λίγο μικρότερο από τον υπολογισμένο μέσο όρο του κόστους επένδυσης της συγκεκριμένης μονάδας και ίσο με 3600 €/kW.

- Όσον αφορά τα υπόλοιπα στοιχεία, οι παρατηρήσεις της μονάδας των 100 kW καλύπτουν πλήρως και την μονάδα των 2 MW (Διασυνδεδεμένο στο σύστημα) και την μονάδα των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο στο σύστημα).

## 5.2 Τεχνικές οικονομικής αξιολόγησης

Τα περισσότερα επενδυτικά σχέδια συχνά αξιολογούνται από δύο κριτήρια: την ΚΠΑ(Καθαρή Παρούσα Αξία) ή NPV(Net Present Value) όπως επίσης και τον ΕΒΑ(Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης) ή IRR(Internal Rate Value). Αυτά τα δύο χρηματοοικονομικά εργαλεία αξιολόγησης θα χρησιμοποιήσουμε και στην δικιά μας τεχνικοοικονομική μελέτη και σύγκριση των σεναρίων που έχουμε επιλέξει.

Η NPV μιας σειράς μελλοντικών καθαρών ταμειακών ροών ορίζεται ως το άθροισμα των παρούσων αξιών της κάθε μελλοντικής καθαρής ταμειακής ροής της ίδιας αξίας.

Ειδικότερα, η NPV ορίζεται ως:  $NPV(C, R_1 \dots R_T, \rho, T) = C + \sum_{t=1}^T \frac{R_t}{(1+\rho)^t}$ ,

όπου το  $C < 0$ , είναι τα κόστη επένδυσης την χρονική στιγμή  $t=0$ , το στοιχείο  $R_t$  είναι η καθαρή ταμειακή ροή την κάθε χρονική στιγμή  $t=1, \dots, T$ , και το  $\rho$  είναι το επιτόκιο προεξόφλησης της επένδυσης. Σύμφωνα με την NPV, η επένδυση είναι οικονομικά συμφέρουσα αν η  $NPV > 0$ . Το επιτόκιο προεξόφλησης συνυπολογίζει τις εναλλακτικές χρήσεις του αρχικού κεφαλαίου κάθε επένδυσης ή ακόμα και την ελάχιστη απόδοση που πρέπει να προσφέρει μια επένδυση ούτως ώστε να εξισωθεί με μια επένδυση ίσης διάρκειας και ρίσκου στην αγορά. Για αυτό τον λόγο, η NPV λαμβάνει επίσης υπόψιν της τα έσοδα που λείπουν και προκύπτουν από εναλλακτικές χρήσεις του κεφαλαίου. Αν η επένδυση λοιπόν, που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε έχει  $NPV > 0$ , δεν είναι μόνο συμφέρουσα απο χρηματοοικονομικής πλευράς, αλλά μπορεί επίσης να είναι και πιο συμφέρουσα από άλλες επενδύσεις με παρόμοια

χαρακτηριστικά. Αντιθέτως, με  $NPV < 0$ , η επένδυση είναι λιγότερο συμφέρουσα από μία αντίστοιχων χαρακτηριστικών.

Όσον αφορά τον IRR, είναι ένας δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας και αντιπροσωπεύει την αποδοτικότητα μιας επένδυσης. Ο IRR μιας επένδυσης ορίζεται ως το ετήσιο εσωτερικό επιτόκιο της επένδυσης που επιτυγχάνεται στο κεφάλαιο που έχει επενδυθεί στην αρχή κάθε περιόδου. Είναι το επιτόκιο εκείνο που εξισώνει την παρούσα αξία των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης με το αρχικό κεφάλαιο. [Διακουλάκη Δ., Μανδαράκα Μ., Οικονομική ανάλυση βιομηχανικών αποφάσεων, Αθήνα, Απρίλιος 2009]. Εναλλακτικά ο IRR μπορεί να θεωρηθεί ως εκείνο το επιτόκιο  $r$  το οποίο:

$$NPV(C, R_1, \dots, R_T, r, T) = 0$$

Ο τρόπος υπολογισμού του IRR είναι:

$$C + \sum_{t=1}^T \frac{R_t}{(1+r)^t} = 0$$

Όταν ο IRR είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο προεξόφλησης η επένδυση είναι συμφέρουσα:

$$r > \rho$$

Όταν είναι ίσος με το επιτόκιο προεξόφλησης η επένδυση θεωρείται οριακή και ο επενδυτής μένει αδιάφορος:

$$r = \rho$$

Ενώ όταν είναι μικρότερος από το προεξοφλητικό επιτόκιο η επένδυση δεν πρέπει να γίνει αποδεκτή, επειδή η απόδοση που αναμένουμε από την επένδυση είναι μικρότερη από την απόδοση που απαιτούμε από αυτήν [Γεώργιος Λαζαρίκος, 2008]:

$$r < \rho$$

### 5.3 Αποτελέσματα τεχνικοοικονομικής ανάλυσης

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα και τις παραδοχές που αναφέρονται στο αντίστοιχο υποκεφάλαιο και κάνοντας χρήση των δύο τεchnο-οικονομικών εργαλείων, της NPV και του IRR, προέκυψαν αποτελέσματα όσον αφορά την μελέτη των τεσσάρων περιπτώσεων που έχουν επιλεγεί. Έχουμε τιμές για την NPV και τον IRR έτσι ώστε να γίνει η επιθυμητή αξιολόγηση των επενδύσεων ως προς την αποδοτικότητά τους σε βάθος χρόνου και αναλόγως της χρονιάς που υλοποιήθηκαν. Παρακάτω, παραθέτουμε έναν συγκεντρωτικό πίνακα με τα αποτελέσματα για την NPV και τον IRR συμπεριλαμβανομένων δύο άλλων στοιχείων που θα μας βοηθήσουν στην αξιολόγησή μας, του κόστους εγκατάστασης κάθε μονάδας όπως επίσης και της εγγυημένης τιμής που εξασφαλιζόταν από το κράτος για την κάθε περίπτωση την χρονική περίοδο της υλοποίησης κάθε επένδυσης.

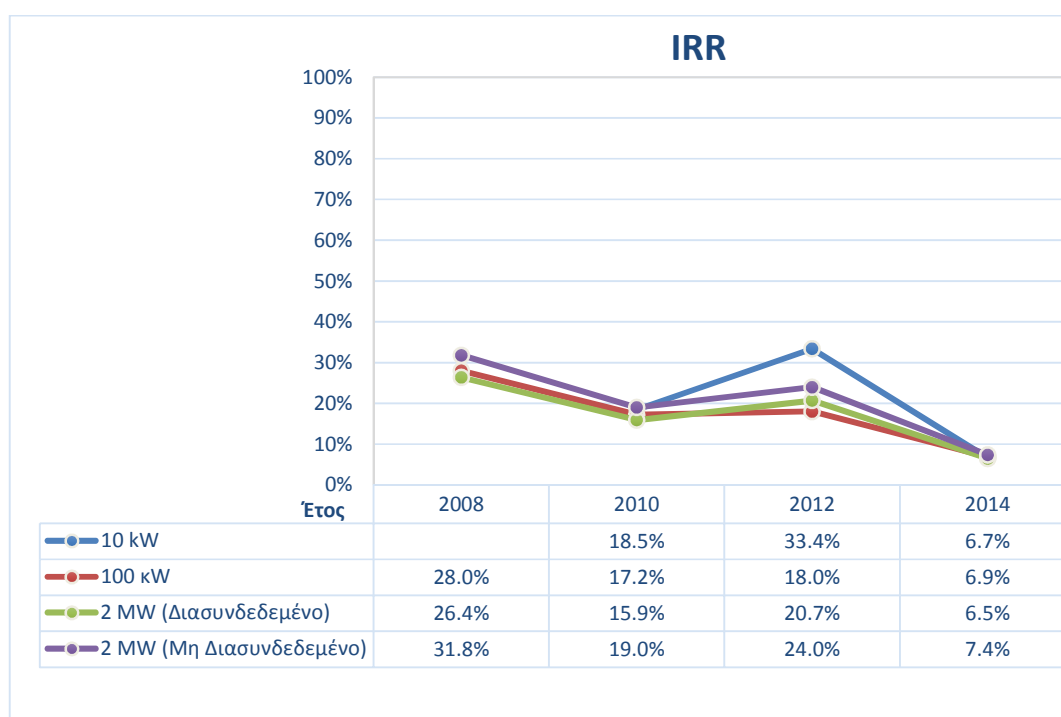
Πίνακας 15: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ανάλυσης και δεδομένων

		2008	2010	2012	2014
<b>10 kW</b>	NPV (χιλ.€)	-	16,3	25,8	-2,4
	IRR (%)	-	18,5	33,4	6,7
	Κόστος εγκατάστασης (χιλ.€)	-	41	24	16
	FiT (€/MWh)	-	550	495	120
<b>100 Kw</b>	NPV (χιλ.€)	171,3	104,9	85,6	-18,2
	IRR (%)	28	17,2	18	6,9
	Κόστος εγκατάστασης (χιλ.€)	390	300	200	120
	FiT (€/MWh)	450	450	328,6	115
<b>2 MW (Διασυνδεδεμένο)</b>	NPV (χιλ.€)	2900	1620	1848,5	-355,8
	IRR (%)	26,4	15,9	20,7	6,5
	Κόστος εγκατάστασης (χιλ.€)	7200	5600	3200	2000
	FiT (€/MWh)	400	400	292,08	90
<b>2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο)</b>	NPV (χιλ.€)	3751,2	2465	2447,5	-273
	IRR (%)	31,8	19	24	7,4
	Κόστος εγκατάστασης (χιλ.€)	7200	5600	3200	2000
	FiT (€/MWh)	450	450	328,6	95

## 5.4 Μελέτη και αξιολόγηση περιπτώσεων

### 5.4.1 Αξιολόγηση με κριτήριο τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (IRR)

Οι τέσσερις περιπτώσεις που θα αξιολογηθούν είναι των 10 kW, που ανήκει στην κατηγορία των φωτοβολταϊκών σε στέγες, των 100 kW και δύο επενδύσεις των 2 MW, μιας διασυνδεδεμένης και μίας μη διασυνδεδεμένης στο δίκτυο. Το πρώτο κριτήριο που θα μας δείξει την αποδοτικότητα των εξεταζόμενων περιπτώσεων στην πορεία του χρόνου είναι ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης.



Εικόνα 13: Η χρονική εξέλιξη του IRR των τεσσάρων περιπτώσεών μας

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω διάγραμμα, η πορεία των τεσσάρων καμπυλών είναι παρόμοια την χρονική περίοδο που εξετάζουμε την εξέλιξη του IRR, από το 2008 έως το 2014. Όπως έχουμε προαναφέρει, το 2008 δεν υπήρχε πρόβλεψη για επενδύσεις φωτοβολταϊκών σε στέγες για αυτό δεν έχουμε τιμή για την συγκεκριμένη χρονολογία. Η κοινή ανοδική και πτωτική εξελικτική πορεία του IRR των περιπτώσεών μας οφείλεται σε κάποιους παράγοντες που επηρέασαν εξίσου και τις τέσσερις επενδύσεις. Κατ' αρχήν, όσον αφορά το 2008, υπήρχε επιδότηση κάποιου



μέρους του αρχικού κεφαλαίου της επένδυσης, όπου σε συνδιασμό με τον δανεισμό, έκανε πολύ ελκυστικές τις επενδύσεις οδηγώντας στο να έχουν πολύ μεγάλους IRR. Όπως βλέπουμε στο διάγραμμα, και στις τρεις επενδύσεις, ο IRR ξεκινάει από το 26,4% για τα 2 MW διασυνδεδεμένο και φτάνει στο 31,8% για τα 2 MW μη διασυνδεδεμένο στο δίκτυο. Οι τιμές αυτές ξεπερνούν κατα πολύ το 10% που έχουμε ορίσει ως επιτόκιο προεξόφλησης, οπότε καταλαβαίνουμε πως κάποιος που επένδυσε το 2008 προσέβλεπε σε μεγάλες οικονομικές αποδόσεις. Μάλιστα, τέτοιες υψηλές τιμές IRR, οδηγούν σε ταχύτατους χρόνους αποπληρωμής της επένδυσης αγγίζοντας μόλις τα 3-4 χρόνια. Το 2010, οι τιμές του IRR ακολουθούν μια μικρή πτωτική πορεία, καθώς, αν και το κόστος επένδυσης πέφτει, δεν υπάρχουν πλέον επιδοτήσεις κάνοντας έτσι τους επενδυτές να συνεισφέρουν περισσότερο στο αρχικό κεφάλαιο ή να πάρουν μεγαλύτερο δάνειο, μειώνοντας έτσι την θετική οικονομική απόδοση. Επίσης, την ίδια χρονιά μπαίνουν στο παιχνίδι και τα φωτοβολταϊκά σε στέγες δίνοντας IRR 18,5%, δίνοντας έτσι μία ακόμα επιλογή για μια συμφέρουσα επένδυση. Το 2012, οι επενδύσεις κρατούν πάνω κάτω τις ίδιες τιμές IRR με το 2010, παραμένοντας συμφέρουσες, λόγω ενός συνδιασμού πραγμάτων. Οι υψηλές εγγυημένες τιμές από το κράτος, που ήταν και ο βασικός μοχλός ανάπτυξης του τομέα, αρχίζουν και αναπροσαρμόζονται ταχύτατα προς τα κάτω, καθώς το έλλειμμα στον ειδικό λογαριασμό των ανανεώσιμων πηγών μεγαλώνει. Βέβαια, όσοι υλοποίησαν επενδύσεις το 2012, ήταν ακόμα στην αρχή της προσαρμογής των εγγυημένων τιμών, οπότε οι προβλεπόμενες αποδόσεις ήταν ακόμα μεγάλες. Έτσι, οι επενδύσεις κρατούν υψηλές τιμές IRR, συνεπικουρούμενες από την ραγδαία πτώση του κόστους εγκατάστασης που φέρνει η εξέλιξη της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας και της αγοράς. Αξίζει να αναφέρουμε όμως, πως από το 2012, θεσπίζεται το μέτρο της ετήσιας έκτακτης εισφοράς έχοντας μάλιστα και αναδρομική ισχύ. Το πλήγμα στους επενδυτές που είχαν επενδύσει ως εκείνη την στιγμή καθώς και για τους επομένους ήταν μεγάλο επηρεάζοντας άμεσα την απόδοση της επένδυσής τους. Η μεγάλη αλλαγή στο σκηνικό των επενδύσεων γίνεται στις περιπτώσεις των επενδύσεων που υλοποιούνται το 2014. Την διετία 2012-2014 η πτώση των εγγυημένων τιμών είναι ραγδαία και σε συνδιασμό με την πτωτική αλλά παράλληλα και σταθεροποιητική τάση του κόστους εγκατάστασης, οι επενδύσεις που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν την χρονιά αυτή έχουν αρνητικές αποδόσεις δίνοντας IRR από 6-7,4%, αρκετά κάτω από το 10% του επιτοκίου προεξόφλησης όπου είναι το αποδεκτό όριο για την αποδοτικότητα μιας επένδυσης. Παρακάτω, θα εξετάσουμε ξεχωριστά κάθε επένδυση

ως προς την αποδοτικότητα της, έχοντας τώρα ως κριτήριο την καθαρή παρούσα αξία της και παρατηρώντας ταυτόχρονα την χρονική εξέλιξη δύο καθοριστικών παραμέτρων, του κόστους εγκατάστασης και της εγγυημένης τιμής.

#### 5.4.2 Αξιολόγηση επένδυσης των 10 kW

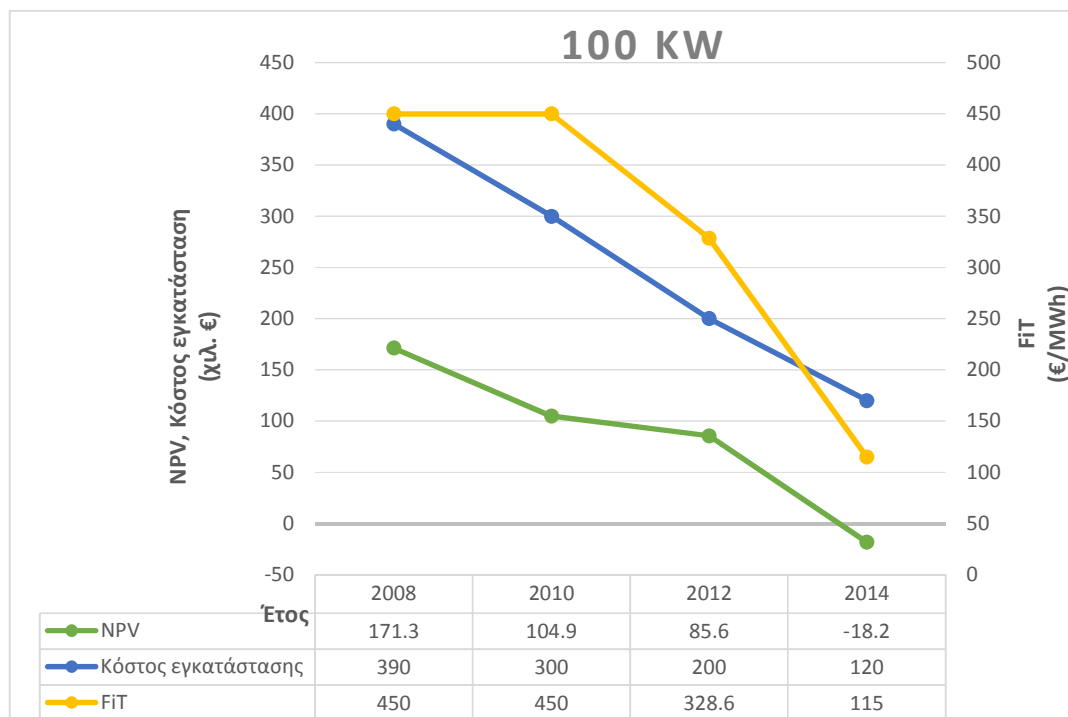


Εικόνα 14: Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 10 kW

Ξεκινώντας τον σχολιασμό μας από την καμπύλη της εγγυημένης τιμής, είναι φανερό πέραν της πτωτικής τάσης της από το 2010 ως το 2014, πως για τα εξεταζόμενα σενάρια επενδύσεων για το 2010 και το 2012 δεν μεταβλήθηκε αισθητά. Αυτό φαίνεται και από τα στοιχεία που συνοδεύουν το διάγραμμα αφού βλέπουμε πως ο επενδυτής είχε εξασφαλίσει από το κράτος εγγυημένη τιμή 550 €/MWh και 495 €/MWh αντίστοιχα. Αυτές οι υψηλές τιμές, έκαναν τις επενδύσεις το 2010 και το 2012 ιδιαίτερα συμφέρουσες. Έτσι λοιπόν, για τα σενάρια επένδυσης του 2010 και του 2012, οδηγούμαστε σε θετικές NPV. Η αύξηση της τιμής της NPV το 2012 οφείλεται κατα κύριο λόγο στην πτώση του κόστους εγκατάστασης όπως φαίνεται από την αντίστοιχη καμπύλη και όχι τόσο στην εγγυημένη τιμή η οποία όπως

προαναφέραμε δεν άλλαξε ιδιαίτερα. Για το 2014, είναι φανερό από τις τρεις καμπύλες, πως το επενδυτικό κλίμα αλλάζει δραματικά. Η πτώση του κόστους συνεχίζεται, όχι όμως με τον ίδιο ρυθμό των προηγούμενων χρόνων, δίνοντας την εντύπωση πως η θετική απόδοση για μια τέτοια επένδυση θα συνεχιζόταν και για το σενάριο υλοποίησης του 2014. Αντιθέτως, η βίαιη αλλαγή προς τα κάτω των εγγυημένων τιμών όπως φαίνεται ξεκάθαρα απο την αντίστοιχη καμπύλη, που από εγγυημένες τιμές 550 €/MWh και 495 €/MWh οδηγούμαστε σε τιμή 120 €/MWh, αποβαίνει καθοριστική για την αποδοτικότητα μιας τέτοιας επένδυσης αφού την καθιστά ασύμφορη. Η NPV αποκτά αρνητικό πρόσημο και φτάνει τις -2,4 χιλ. €. Συνεπώς, το σενάριο του 2014, αξιολογείται αρνητικά, σε αντίθεση με τα δύο του 2012 και 2010 τα οποία προσφέρουν καλές οικονομικές αποδόσεις.

#### 5.4.3 Αξιολόγηση επένδυσης των 100 kW

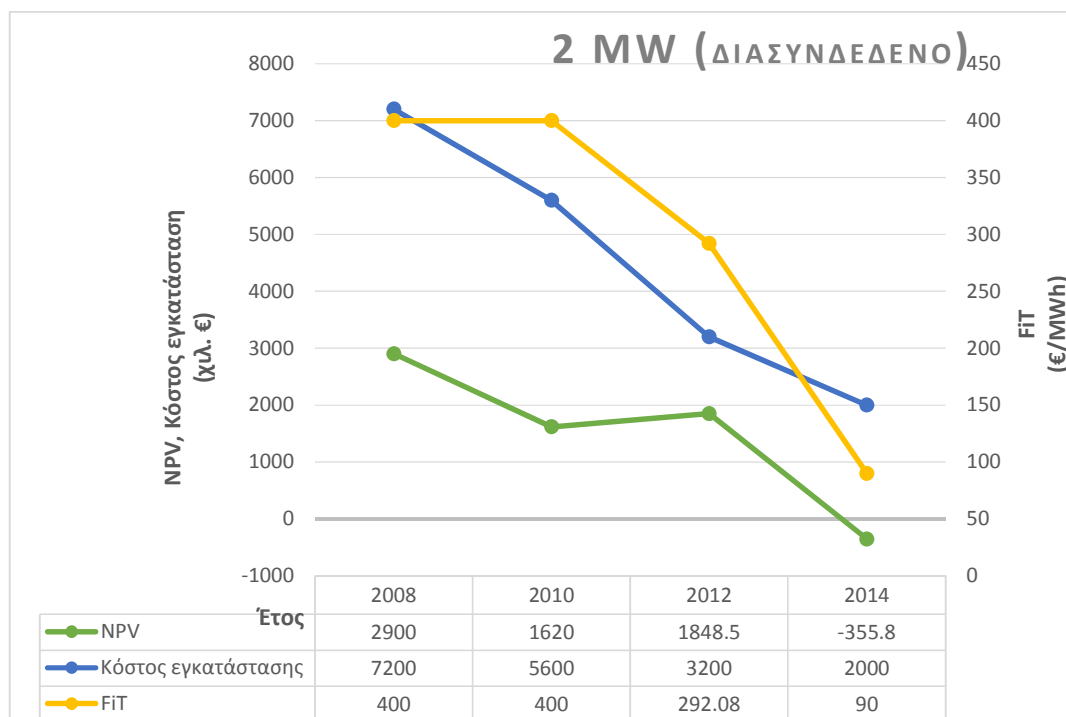


Εικόνα 15: Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 100 kW

Για την εγκατάσταση των 100 kW, η καμπύλη του κόστους εγκατάστασης στην πορεία του χρόνου έχει σταθερά πτωτική πορεία, ξεκινώντας το 2008 από την τιμή

των 390 χιλ. € και φτάνοντας το 2014 τις 120 χιλ. €. Όσον αφορά στην καμπύλη που χαρακτηρίζει την αλλαγή των εγγυημένων τιμών ακολουθεί και αυτή πτωτική πορεία, με αποκορύφωμα την απότομη πτώση από τα 328,6 €/MWh το 2012 στα 115 €/MWh. Για άλλη μια φορά παρατηρούμε την μεγάλη επίδραση της αλλαγής των εγγυημένων τιμών στην απόδοση των επενδύσεων κάθε χρονιάς. Η καμπύλη της NPV, ακολουθεί την πορεία της καμπύλης του κόστους εγκατάστασης και στις τέσσερις περιπτώσεις. Το 2008, το 2010 και το 2012, που οι εγγυημένες τιμές ακολουθούν λογική πτωτική πορεία, οι εξεταζόμενες επενδύσεις έχουν θετικές NPV με την αναμενόμενη βέβαια αντίστοιχη πτώση λόγω της προσαρμογής των εγγυημένων τιμών προς τα κάτω. Το 2014 όμως, που η εγγυημένη τιμή της επένδυσης πέφτει περίπου στο 1/3 από αυτήν του 2012, η NPV γίνεται αρνητική για την επένδυσή μας και φτάνει τις -18,2 χιλ. €.

#### 5.4.4 Αξιολόγηση επένδυσης των 2 MW (Διασυνδεδεμένο στο δίκτυο)

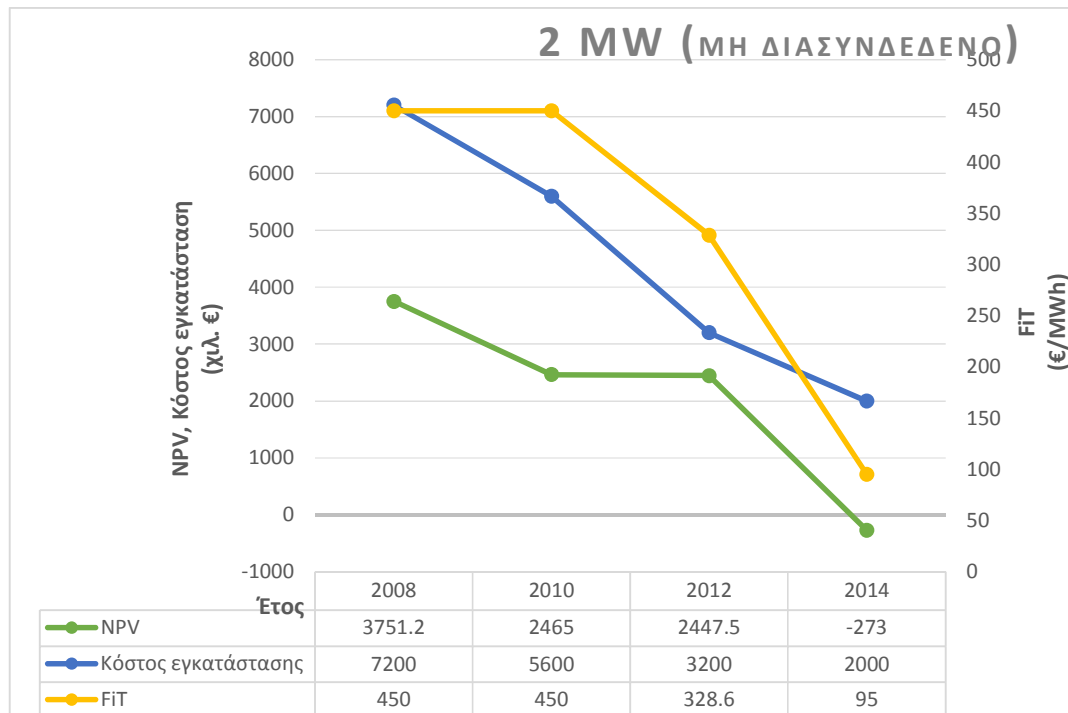


Εικόνα 16: Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 2 MW (Διασυνδεδεμένο)

Συνεχίζοντας την αξιολόγηση των σεναρίων μας, πηγαίνουμε στην μελέτη μιας αρκετά μεγαλύτερης μονάδας σε σχέση με τις δύο προηγούμενες περιπτώσεις των 10 kW και 100 kW. Έχουμε την εξέλιξη των τριών παραγόντων που εξετάζουμε, για μια

μονάδα 2 MW διασυνδεδεμένης στο δίκτυο. Αν και το μέγεθός της είναι πολύ μεγαλύτερο, οι καμπύλες μας έχουν παρόμοιο μοτίβο με τις προηγούμενες περιπτώσεις. Έχουμε θετικές NPV για τα σενάρια του 2008, 2010 και 2012 λόγω της πτωτικής πορείας του κόστους εγκατάστασης και της ομαλής πτωτικής προσαρμογής των εγγυημένων τιμών. Η μεγαλύτερη NPV ανήκει στο επενδυτικό σενάριο του 2008 φτάνοντας τις 2900 χιλ. €, μιας και έπαιξε σημαντικό ρόλο η επιδότηση κεφαλαίου που υπήρχε εκείνη την περίοδο, ακόμα και αν το κόστος ήταν το μεγαλύτερο από τις τέσσερις περιπτώσεις. Εν αντιθέσει, η σταθεροποίηση του ρυθμού πτώσης του κόστους από το 2012 στο 2014 σε σχέση με την πιο απότομη πτωτική πορεία των προηγούμενων χρόνων, σε συνδιασμό με την τεράστια πτώση της εγγυημένης τιμής το 2014, επέφερε εξαιρετικά αρνητική NPV ίση με -355,8 χιλ. €, κάνοντας απόλυτα ασύμφορη μια επένδυση τέτοιου μεγέθους το 2014.

#### 5.4.5 Αξιολόγηση επένδυσης των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο στο δίκτυο)



Εικόνα 17: Η χρονική εξέλιξη των τριών ποσοτήτων για την εγκατάσταση των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο)

Τελειώνοντας, η τελευταία περίπτωση εγκατάστασης που εξετάζουμε είναι των 2 MW που δεν είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο. Τα χαρακτηριστικά της είναι ίδια με την περίπτωση της εγκατάστασης των 2 MW που είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο απλά θεωρήσαμε καλό να εξεταστεί μιας και διαφέρουν στο ύψος των τιμών των FiTs, που είναι καθοριστικός παράγοντας για την αποδοτικότητα των εξεταζόμενων επενδύσεων. Για ακόμη μια φορά, όπως σε όλα τα σενάρια που έχουμε αξιολογήσει, τα διαγράμματά μας, έχουν παρόμοιας μορφής καμπύλες. Αξίζει να παρατηρήσουμε, σε σύγκριση με την αντίστοιχη μονάδα που είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο, πως οι μικρές διαφορές στις εγγυημένες τιμές τα έτη 2008,2010 και 2012, όπου για τα δύο πρώτα έτη είναι 50€ παραπάνω και για το 2012 περίπου 40€, οδηγούμαστε σε αρκετά μεγαλύτερες NPV που φτάνουν τα 3751,2 χιλ. € για το επενδυτικό σενάριο του 2008. Ενώ αντίστοιχα, για την εγκατάσταση που είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο, η NPV το ίδιο έτος είναι 2900 χιλ. €. Για την επένδυση του 2014, η κατάσταση είναι η ίδια όπως και για τα τέσσερα επενδυτικά σενάρια. Οδηγούμαστε σε αρνητικές τιμές NPV, όπου στο συγκεκριμένο σενάριο φτάνει τα -273 χιλ. €.

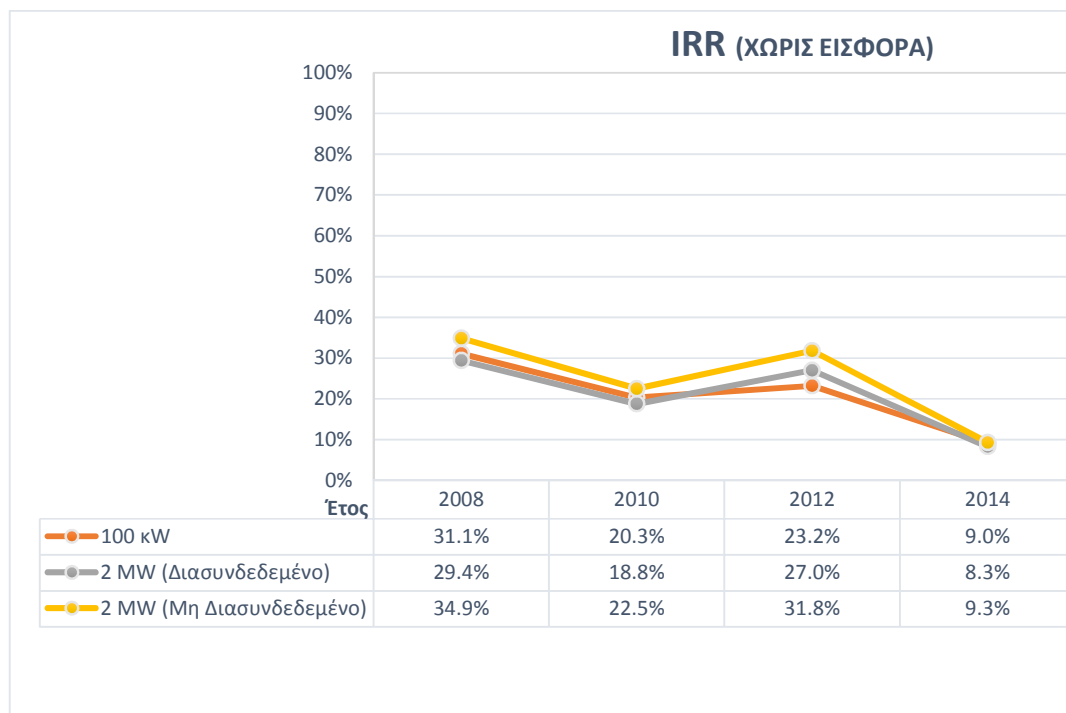
## **5.5 Μελέτη επίδρασης του μέτρου της έκτακτης εισφοράς**

### **5.5.1 Εισαγωγή**

Το μέτρο της έκτακτης εισφοράς όπως έχουμε προαναφέρει θεσπίστηκε το 2012, έχοντας αναδρομική ισχύ και συνεχίζεται, σαν μέτρο αντιμετώπισης του ελλείματος που έχει δημιουργηθεί στον αρμόδιο φορέα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ένα έλλειμα που ήταν αποτέλεσμα των ακολουθούμενων πολιτικών των τελευταίων χρόνων όσον αφορά τις πολύ υψηλές εγγυημένες τιμές, οι οποίες δεν προσαρμόστηκαν εγκαίρως στην εξέλιξη της αγοράς. Συνεπώς, συνυπολογίστηκε στα σενάρια που εξετάσαμε και προφανώς είχε επίδραση μαζί με τους υπόλοιπους παράγοντες στην οικονομική μας αξιολόγηση. Θεωρούμε όμως, πως αξίζει να εξετάσουμε τα σενάρια των επενδύσεών μας αν δεν υπήρχε το μέτρο αυτό. Είναι ενδιαφέρον να δούμε το πόσο αλλάζει η αποδοτικότητα των επενδύσεων, μιας και ειδικά για τα έτη 2012 και 2014 το ποσοστό της εισφοράς ήταν πολύ μεγάλο, αφήνοντας μας να θεωρήσουμε πως επηρέασε σημαντικά την απόδοση των επενδύσεων. Επιπροσθέτως, άλλος ένας λόγος εξέτασης του σεναρίων χωρίς την

έκτακτη εισφορά, είναι ο έκτακτός του χαρακτήρας, οπότε ήταν ένας παράγοντας που δεν ήταν στον επενδυτικό προγραμματισμό των επενδυτών. Οπότε, παρακάτω θα έχουμε την ευκαιρία να δούμε πόσο επηρέασε τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης των επενδυτικών σεναρίων μας, όπως και τις καθαρές παρούσες αξίες και αν τελικώς θα υπήρχε άλλη τροπή στα αποτελέσματα των οικονομικών αποδόσεων που υπολογίσαμε. Τελειώνοντας, αξίζει να αναφέρουμε πάλι, πως το μέτρο αυτό δεν εφαρμόστηκε στα φωτοβολταϊκά σε στέγες, οπότε η μελέτη μας θα περιοριστεί στις υπόλοιπες τρεις περιπτώσεις μας.

### 5.5.2 Αξιολόγηση με κριτήριο τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (IRR)



Εικόνα 18: Η χρονική εξέλιξη του IRR χωρίς την έκτακτη εισφορά των τριών περιπτώσεών μας

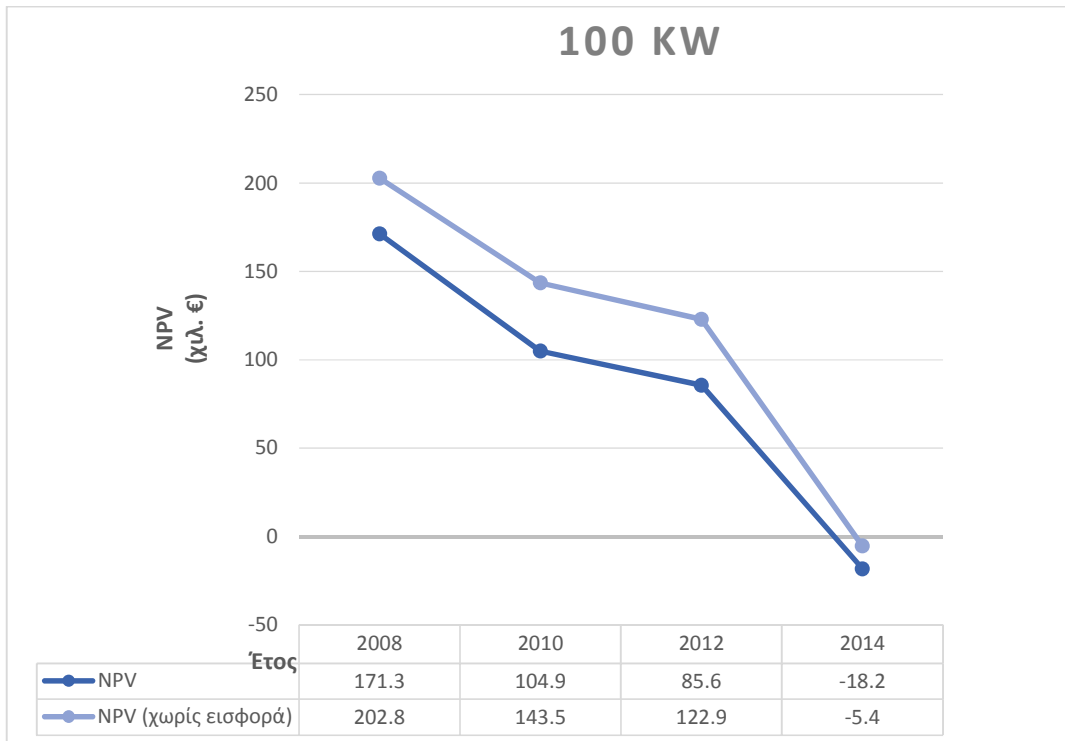
Παρατηρώντας το διάγραμμά μας, είναι φανερό πως σε σχέση με το αντίστοιχο διάγραμμα IRR της μελέτης μας που συνυπολογίσαμε την έκτακτη εισφορά υπάρχει αναλογική αύξηση στις τιμές του IRR και στις τρεις περιπτώσεις μας και για τα τέσσερα έτη που εξετάζουμε. Ο μέσος όρος αύξησης κυμαίνεται στο 3%, δείχνοντάς

μας πως υπήρξε επιρροή στην αποδοτικότητα των επενδύσεών μας σε έναν μικρό αλλά αξιόλογο βαθμό. Το μόνο βέβαιο είναι, όπως και περιμέναμε, πως όχι μόνο κράτησε με θετικές αποδόσεις τις ήδη συμφέρουσες επενδύσεις, αλλά τις ενίσχυσε περαιτέρω. Οι μεγαλύτερη ποσοστιαία θετική διαφορά εντοπίζεται στο 2012. Εκεί οι επενδύσεις μας αυξάνουν το IRR τους κατά 6-7%. Αυτό συμβαίνει καθώς, όπως έχουμε αναφέρει, οι εγγυημένες τιμές ήταν σε φάση αναπροσαρμογής προς τα κάτω, αλλά ακόμα δεν είχε συμβεί η ραγδαία πτώση που ακολούθησε. Οπότε κρατούσαν ακόμα επενδυτικά συμφέρουσες τιμές. Επίσης, από το 2012 και έπειτα, τα ποσοστά της έκτακτης εισφοράς αλλάξαν κατα πολύ φτάνοντας μέχρι και το ποσοστό του 40% επί του ετήσιου εισοδήματος που προέκυπτε από την επένδυση. Συνεπώς, είναι λογικό, πως με τον μη υπολογισμό της εισφοράς, το IRR να αυξάνεται σημαντικά. Παρατηρώντας τις επενδύσεις του 2014, όπως προαναφέραμε υπάρχει μια αύξηση 2-3%, που θεωρητικά θα μπορούσε να κάνει τις επενδύσεις μας να λάβουν θετικές οικονομικές αποδόσεις. Στα σενάρια που εξετάσαμε όμως πήραν τιμές IRR από 6,9-7,4%, οπότε ακόμα και χωρίς την έκτακτη εισφορά η μέγιστη τιμή IRR που φτάνουν είναι το 9,3%, κάτω από το επιτόκιο προεξόφλησης που ορίστηκε ίσο με 10%. Κατά συνέπεια, η υλοποίηση των επενδυτικών σεναρίων μας για το 2014 οδηγεί πάλι σε μη συμφέρουσες αποδόσεις.

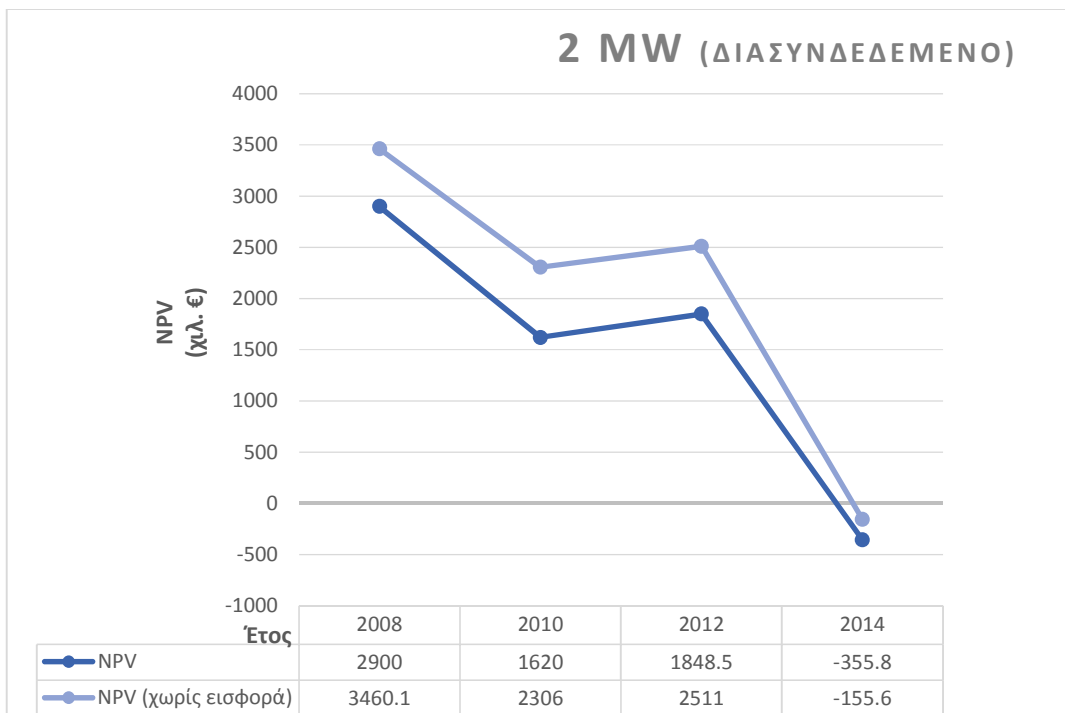
### **5.5.3 Αξιολόγηση με κριτήριο την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)**

Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε τις αλλαγές των NPV των τριών εξεταζόμενων σεναρίων χωρίς τον υπολογισμό της έκτακτης εισφοράς. Για αυτό τον λόγο παραθέτουμε τρία συγκριτικά διαγράμματα με την αλλαγή της NPV σε κάθε περίπτωση.

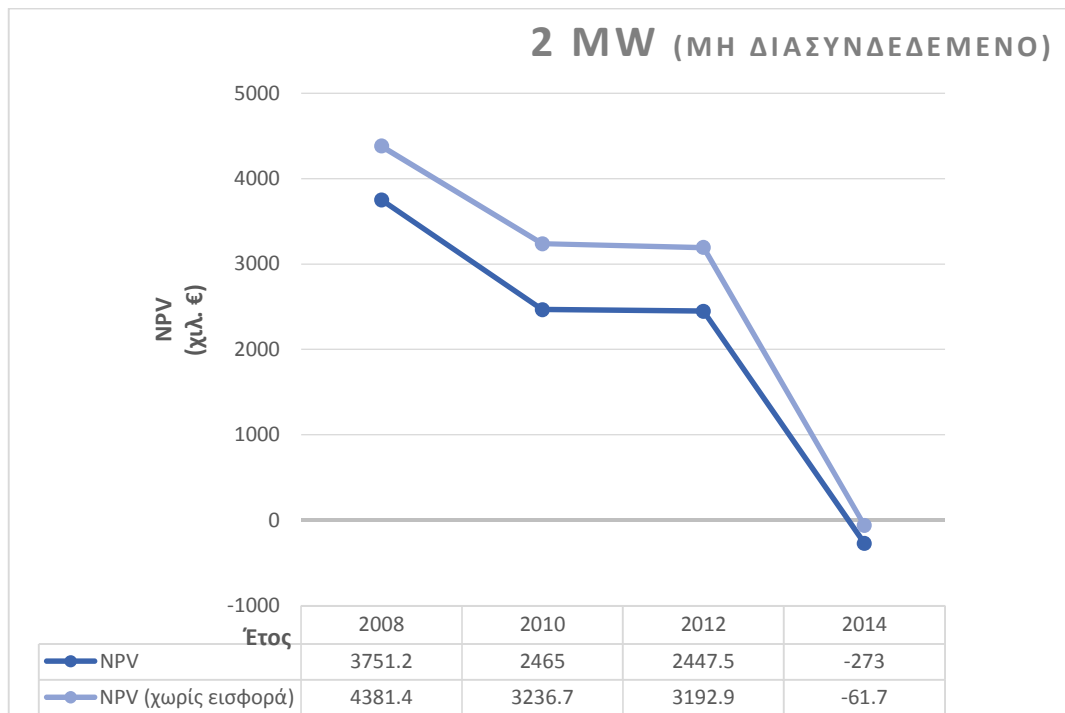




Εικόνα 19: Συγκριτική χρονική εξέλιξη των NPV με και χωρίς έκτακτη εισφορά για την εγκατάσταση των 100 kW



Εικόνα 20: Συγκριτική χρονική εξέλιξη των NPV με και χωρίς έκτακτη εισφορά για την εγκατάσταση των 2 MW (Διασυνδεδεμένο)



**Εικόνα 21: Συγκριτική χρονική εξέλιξη των NPV με και χωρίς έκτακτη εισφορά για την εγκατάσταση των 2 MW (Μη Διασυνδεδεμένο)**

Όπως αναμενόταν, η καμπύλη που ανήκει στην NPV χωρίς την έκτακτη εισφορά, είναι εμφανώς πάνω από την καμπύλη της NPV που υπολογίστηκε κατά την μελέτη των περιπτώσεών μας, και στις τέσσερις επιλεγμένες χρονολογίες και για τις τρεις εγκαταστάσεις μας. Οι τιμές των NPV παρέμειναν θετικές για το 2008, 2010 και 2012 και είχαν μάλιστα μια σημαντική αύξηση όπως μας δείχνουν τα στοιχεία των διαγραμμάτων. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις επιτυγχάνονται τα έτη 2010 και 2012 έχοντας σαν αποτέλεσμα να έχουμε ακόμα αποδοτικότερες επενδύσεις. Σημαντικός όμως είναι ο σχολιασμός των τριών επενδύσεων του 2014. Έχουμε ήδη καταλήξει από την μελέτη μας πως όλα τα σενάρια αυτού του έτους έχουν ασύμφορες αποδόσεις και όπως παρατηρούμε από τα στοιχεία των διαγραμμάτων μας έχουν και πολύ αρνητικές NPV. Συνεπώς, αν και είναι αξιοπρόσεκτη η αλλαγή σε πολύ μικρότερες αρνητικές NPV μη υπολογίζοντας την έκτακτη εισφορά, η οποία ήταν πολύ μεγάλη τα έτη 2012 και 2014, καταλήγουμε πάλι σε επενδύσεις με NPV που έχουν αρνητικό πρόσημο. Εν κατακλείδι, η επιρροή του μέτρου της έκτακτης εισφοράς είναι σημαντική, καθώς μειώνει την αποδοτικότητα των επενδύσεων. Η διαφορά

εντοπίζεται στα έτη 2008,2010 και 2012 όπου αν και επιβάλλεται, δεν αλλάζει το αποτέλεσμα, αφού παραμένουν συμφέρουσες οι επενδύσεις, ενώ στα σενάρια του 2014 το μόνο που επιφέρει η έκτακτη εισφορά είναι να επιτείνει τις ήδη αρνητικές αποδόσεις των τριών επενδύσεων.

## 6 Συμπεράσματα

Η μελέτη μας είχε ως στόχο την αξιολόγηση της αποδοτικότητας τεσσάρων χαρακτηριστικών περιπτώσεων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων αναλόγως του έτους πραγματοποίησης κάθε επένδυσης.

Η πρώτη χαρακτηριστική περίπτωση που μελετήθηκε ήταν των 10 kW, που ανήκει στην ειδική κατηγορία των φωτοβολταϊκών σε στέγες. Οι τρεις χρονιές που εξετάστηκαν ήταν το 2010, 2012 και 2014, σε αντίθεση με τις άλλες τρεις περιπτώσεις που συμπεριλάβαμε και το έτος του 2008. Σύμφωνα με την οικονομική αξιολόγηση που πραγματοποιήσαμε, τα έτη 2010 και 2012 οι εγγυημένες αποδόσεις της συγκεκριμένης περίπτωσης ήταν ιδιαίτερος υψηλές. Το IRR το 2010 έφτανε το 18,5% και το 2012 το 33,4%, δείχνοντας πως τα φωτοβολταϊκά σε στέγες αποτέλεσαν επενδυτική ευκαιρία, καθώς είχαν χρόνο αποπληρωμής έως και 5 χρόνια δίνοντας την ευκαιρία για σίγουρα και μεγάλα εισοδήματα σε βάθος χρόνου. Σημαντική αντίθεση παρατηρήθηκε για το σενάριο του 2014 αφού και οι δύο οικονομικοί μας δείκτες μας οδήγησαν σε αρνητικές αποδόσεις.

Το υπόλοιπο της μελέτης μας επικεντρώθηκε σε μεγαλύτερου μεγέθους εγκαταστάσεις, των 100 kW και των 2 MW. Είναι σημαντικό να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα της μελέτης μας για αυτά τα σενάρια αφού αποτελούν χαρακτηριστικά μεγέθη επενδύσεων της αγοράς, καθώς ανήκουν στην πλειονότητα των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων της χώρας μας. Αρχικά, παρατηρήσαμε μεγάλες οικονομικές αποδόσεις το 2008. Με IRR από 28-31,8% εμφανίστηκε ξανά το φαινόμενο πολύ μικρών περιόδων αποπληρωμής της επένδυσης και η εξασφάλιση πολύ μεγάλων εσόδων στους παραγωγούς. Ειδικά για τα 2 MW, υπολογίσαμε ιδιαίτερα υψηλές NPV, 2900 χιλ.€ και 3751 χιλ.€ για την διασυνδεδεμένη και για την μη διασυνδεδεμένη εγκατάσταση αντίστοιχα. Για τα υπόλοιπα χρόνια εκτός του 2014 οι οικονομικοί μας δείκτες κατέδειξαν επίσης θετικότερες αποδόσεις, όχι όμως παρόμοιες με του 2008. Όσον αφορά το 2014, το αποτέλεσμα της οικονομικής απόδοσης των σεναρίων μας ακολουθεί το αντίστοιχο των φωτοβολταϊκών σε στέγες. Καταλήγουμε σε μη συμφέρουσες επενδύσεις με χαμηλούς δείκτες IRR και αρνητικές NPV.

Εκτιμώντας τα αποτελέσματα για τα έτη που εξετάσαμε και σε συνδιασμό με τα διαχρονικά στοιχεία της αγοράς και των ακολουθούμενων πολιτικών που αναφέρθηκαν στην παρούσα εργασία εξήχθησαν σημαντικά συμπεράσματα για την εξέλιξη του επενδυτικού κλίματος στην χώρα μας. Αρχικά, πρέπει να αναφέρουμε την στήριξη του φωτοβολταϊκού τομέα σε ένα σύστημα κινήτρων τα τελευταία οκτώ περίπου χρόνια βασισμένο στο κίνητρο των εγγυημένων τιμών. Αδιαμφισβήτητα, επικουρικό ρόλο έπαιξε και το μέτρο της επιδότησης στις επενδύσεις, κάτι που φαίνεται και από τις αποδόσεις των επενδύσεων το 2008 που το μέτρο ήταν ακόμα σε ισχύ. Πυλώνας όμως της εκρηκτικής ανόδου του ενδιαφέροντος των επενδυτών ήταν οι υψηλότερες εγγυημένες τιμές που προβλέπονταν από το κράτος. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα από την μελέτη μας, αφού τουλάχιστον μέχρι το 2012 είχαμε επενδύσεις με υψηλούς βαθμούς απόδοσης. Βοηθητικό ρόλο είχε και το διαρκώς μειούμενο κόστος των εγκαταστάσεων κάνοντας ακόμα πιο ελκυστικές τις επενδύσεις.

Σημείο καμπής υπήρξε η διαρκής αλλαγή του νομοθετικού πλαισίου από το 2012 και μετά. Οι παρεμβάσεις του με στόχο την μείωση των εγγυημένων τιμών, υπήρξαν καθοριστικές πλήττοντας το βασικό κίνητρο της ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών επενδύσεων. Συνδιαστικά με αυτή την πολιτική μείωσης, θεσπίστηκαν μέτρα όπως η αναστολή αδειοδότησης αλλά και το μέτρο της έκτακτης εισφοράς. Υπήρξε πίεση, καθώς η μη προσαρμογή των τιμών στις συνθήκες της αγοράς, οδήγησε σε διόγκωση του ελλείματος του ΛΑΓΗΕ δημιουργώντας μεγάλο οικονομικό πρόβλημα. Η λογική των κινήσεων αυτών ήταν η προσαρμογή των παράλογα υψηλών εγγυημένων τιμών, που οδήγησαν σε μεγάλες αποδόσεις όπως διαπιστώσαμε και στην μελέτη μας, με έναν όμως άκομψο τρόπο. Η προσαρμογή ήταν βίαιη οδηγώντας έτσι σε δυσχερή θέση τους ήδη παραγωγούς και αποθαρρύνοντας τους νέους επενδυτές αφού κατέστησαν ασύμφορη όποια επένδυση, όπως φάνηκε και από την μελέτη των σεναρίων του 2014.

Ιδιαίτερη βαρύτητα στα μέτρα προσαρμογής, είχε η έκτακτη εισφορά. Τα μεγάλα της ποσοστά και η αναδρομική της ισχύ έπληξε παλιούς και νέους επενδυτές επηρεάζοντας άμεσα την αποδοτικότητα των επενδύσεων. Για αυτό τον λόγο μελετήσαμε και τις αποδόσεις των σεναρίων μας χωρίς να λάβουμε υπόψη την

επιβολή της. Τα αποτελέσματά έδειξαν πως ο μη υπολογισμός της είχε θετική επίπτωση στους οικονομικούς δείκτες. Στις επενδύσεις του 2008, 2010 και 2012 ενίσχυσε τις ήδη αρκετά υψηλές αποδόσεις. Όσον αφορά το 2014, που είχαμε αρνητικές αποδόσεις, ήταν ενδιαφέρον να μελετήσουμε αν η μη επιβολή της θα άλλαζε το αποτέλεσμα. Τελικώς, όπως παρατηρήσαμε στα διαγράμματα του IRR και των NPV, το αποτέλεσμα για τις επενδύσεις του 2014 δεν άλλαξε αφού τα IRR τους δεν άγγιξαν το όριο του 10% για να γίνουν επενδυτικά αποδεκτές και οι NPV παραμένουν με αρνητικό πρόσημο.

Τελειώνοντας, είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως με την θέσπιση το 2014 ενός νέου κινήτρου για την Ελλάδα, αυτού του net-metering, αλλάζει άρδην το επενδυτικό περιβάλλον στα φωτοβολταϊκά, αφήνοντας πίσω το σύστημα των κινήτρων που βασιζόταν στις εγγυημένες τιμές. Συνεπώς, σε συνδιασμό με την συνεχή εξέλιξη της αγοράς, δημιουργείται ευκαιρία για την εκπόνηση νέων τεχνικοοικονομικών μελετών με βάση τα νέα δεδομένα στις επενδύσεις φωτοβολταϊκών.

## 7 Βιβλιογραφία

A.Campoccia, L. Dusonchet, E. Telaretti, G.Zizzo, *An analysis of feed' in tariffs for solar PV in six representative countries of the European Union*, 2014, *Solar Energy* 107(2014), 530-542

D. Watts, C. Albornoz, A. Watson, *Clean Development Mechanism (CDM) after the first commitment period: Assessment of the world's portfolio and the role of Latin America Review Article*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 41, January 2015, Pages 1176-1189

G. Tsilingiridis, A. Ikonopoulou, *First results of incentives policy on grid interconnected photovoltaic systems development in Greece*, *Energy Policy* Volume 58, July 2013, Pages 303–311

Jordi de la Hoza, H. Martín, B. Martins, J. Matas, J. Maria Guerrerod, *Comments on "Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in western European Union countries" by Luigi Dusonchet and Enrico Telaretti*, *Energy Policy* Volume 48, September 2012, Pages 846–849

L. Dusonchet, E. Telaretti, *Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in western European Union countries*, *Energy Policy* Volume 38, Issue 7, July 2010, Pages 3297–3308

L. Dusonchet, E. Telaretti, *Comparative economic analysis of support policies for solar PV in the most representative EU countries*, 2014, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(2015), 986-998

L. Dusonchet, E. Telaretti, *Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in eastern European Union countries*, *Energy Policy* Volume 38, Issue 8, August 2010, Pages 4011–4020

M. Bortolini, , M. Gamberi, A. Graziani, , Cr. Mora, , A. Regattieri, *Multi-parameter analysis for the technical and economic assessment of photovoltaic systems in the main European Union countries*, *Energy Conversion and Management*, Volume 74, October 2013, Pages 117–128

S. Danchev, G. Maniatis, A. Tsakanikas, *Returns on investment in electricity producing photovoltaic systems under de-escalating feed-in tariffs: The case of Greece*, Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 14, Issue 1, January 2010, Pages 500–505

[www.cres.gr](http://www.cres.gr)

[www.energypress.gr](http://www.energypress.gr)

[www.epia.org](http://www.epia.org), *global outlook for photovoltaics 2013-2017*

[www.helapco.gr](http://www.helapco.gr), *JRC scientific and policy report 2013, Στατιστικά στοιχεία ΙΑΝ.-ΣΕΠ. 2013, Η προστιθέμενη αξία των φωτοβολταϊκών 2013*

[www.helapco.gr](http://www.helapco.gr), **Θεσμικό πλαίσιο:** Νόμος 2244/1994, Νόμος 3468/2006, Νόμος 3734/2009, ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση) 12323/2009, Νόμος 3851/2010, Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2262/31.01.2012, Υ.Α.Π.Ε/Φ1/ΟΙΚ.2262/30.01.2012, Υ.Α.Π.Ε/Φ1/2300/16 932 & 2301/16933 & 2302/16934 & 2303/16935, Νόμος 4093/2012, Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1288/9011, Υ.Α.Π.Ε/Φ1/1289/9012, Νόμος 4152/2013, Νόμος 4223/2013, Νόμος 4254/2014, Υ.Α Αριθμ. ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461

[www.iea-pvps.org](http://www.iea-pvps.org), *Trends 2013 in photovoltaic applications-Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2012*, 2013

[www.irena.org](http://www.irena.org), *Renewable Power Generation Costs 2012*

[www.lagie.gr](http://www.lagie.gr), *Ενημερωτικό Δελτίο Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ&ΣΗΘΥΑ*, Μάιος 2015

[www.mindev.gov.gr](http://www.mindev.gov.gr), Υπουργείο Οικονομίας Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας, *Εισηγητικό σημείωμα ανώνυμης εταιρείας παραγωγής και εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας ανανεώσιμων πηγών (ΤΡΟΠΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε) για χορήγηση επιδότησης*, 12-8-2008

[www.ren21.net](http://www.ren21.net), *global status report 2013*

[www.sef.gr](http://www.sef.gr), *Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014*, 2-2-2015

[www.taxheaven.gr](http://www.taxheaven.gr)



[www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr), Έκθεση για τις Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Στέγες, Μάιος 2013

[www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr), Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης, Απρίλιος 2012

Γεώργιος Λαζαρίκος, Χρηματοοικονομική ανάλυση επιχειρησιακού σχεδίου ίδρυσης και λειτουργίας μονάδας παραγωγής φωτοβολταϊκού ρεύματος, Μεταπτυχιακή ερευνητική εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών: Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, 2008

Διακουλάκη Δ., Μανδαράκα Μ., Οικονομική ανάλυση βιομηχανικών αποφάσεων, Αθήνα, Απρίλιος 2009

Ε.Τζαννίνη, Ζ.Μαρούλης, Α.Μοροπούλου, Γλ.Σιούτη, Επίδραση του νομοθετικού πλαισίου στη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, 9ο ΠΕΣΧΜ: Η Συμβολή της Χημικής Μηχανικής στην Αειφόρο Ανάπτυξη, Μάιος 2013