

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ  
ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ»

Όνοματεπώνυμο: ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ

Επιβλέπων:

Γεώργιος Πρινιωτάκης  
Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION  
ENGINEERING

DIPLOMA THESIS

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DECENTRALIZED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS,  
INTEGRATED IN BUILDINGS

STUDENT'S NAME AND SURNAME: EFTHIMIOS PAPAGEORGOPOULOS

Supervisor:

Georgios Priniotakis  
Professor

ATHENS 2022

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε με επιτυχία από την παρακάτω Εξεταστική Επιτροπή:

Α/Α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΡΙΝΙΩΤΑΚΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α' ΒΑΘΜΙΔΑΣ	
2	ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α' ΒΑΘΜΙΔΑΣ	
3	ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΠΑΛΛΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α' ΒΑΘΜΙΔΑΣ	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο Κάτωθι Υπογεγραμμένος Ευθύμιος Παπαγεωργόπουλος του Γεωργίου, με Αριθμό Μητρώου 701252017120 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής μηχανικών του Τμήματος βιομηχανικής σχεδίασης και παραγωγής.

Δηλώνω Υπεύθυνα Ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Ευθύμιος Παπαγεωργόπουλος

Copyright © Papageorgopoulos Efthimios, 2022. All rights reserved.



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Μέσα από τα παρακάτω λόγια, νιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Καθ. Γεώργιο Πρινιωτάκη για την βοήθεια που μου προσέφερε με σκοπό την επίτευξη της διπλωματικής μου εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής εξέτασης αυτής της εργασίας. Τέλος θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες μέσα από τα βάθη της καρδιάς μου στην οικογένεια μου για την υποστήριξη, και την συμπαράσταση που μου έδειξαν όλα τα χρόνια των φοίτησής μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο προσδιορισμός του κυρίου θέματος είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ενσωματωμένων σε κτήρια. Το συγκεκριμένο θέμα είναι σημαντικό στις μέρες μας διότι ζούμε σε εποχή οικονομικής κρίσης και κλιματικής αλλαγής, με αποτέλεσμα να υπάρχει επιτακτική ανάγκη εγκατάστασης τέτοιων συστημάτων. Κατά την διάρκεια της μελέτης μου λόγω της ενεργειακής κρίσης του 2022 το θέμα της διπλωματικής μου αποτέλεσε ένα εξαιρετικά πολυσυζητημένο αντικείμενο.

Ο σκοπός της ερευνάς ήταν η εξερεύνηση σε έναν νέο τρόπο παραγωγής ενέργειας, των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ο οποίος σύμφωνα με μελέτες, είναι πιο αποδοτικός σε σχέση με άλλα είδη παραγωγής βιώσιμης ενέργειας.

Με βάση τα παραπάνω, η έρευνα αυτή στοχεύει στο να συγκρίνει τα φωτοβολταϊκά συστήματα με άλλες πηγές ενέργειας και να αποδείξει ότι η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας είναι πιο επωφελής και οικονομική. Ακόμη θα παρατεθούν οι τρόποι εγκατάστασης αυτών των συστημάτων, καθώς και περισσότερες πληροφορίες για αυτά όπως οι οικονομικές ανάγκες εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών πάρκων, οι εφαρμογές και τα χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών καθώς και για το φωτοβολταϊκά φαινόμενο.

Ως μεθοδολογία ακολουθήθηκε βιβλιογραφική έρευνα, σύγκριση και αντιπαράθεση. Συγκεκριμένα, έγινε έρευνα μέσω προηγούμενων διπλωματικών εργασιών πάνω στο συγκεκριμένο θέμα, από τις οποίες εμπλουτίστηκε η μελέτη, προσθέτοντας δε και στοιχεία από αρκετές άλλες επιστημονικές μελέτες και δημοσιευμένα άρθρα.

Συλλέχθηκαν στοιχεία από την εταιρεία HELAPCO, τα οποία αφορούν τις διαθέσιμες θέσεις εργασίας της συγκεκριμένης εταιρείας, καθώς και τα στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα από το 2010 έως το 2020 μέσω μια σειράς από πίνακες και σχεδιαγράμματα, παρουσιάζοντάς τα με ακρίβεια.

Με βάση τα εμπειρικά ευρήματα και την οικονομική ανάλυση εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, η έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα, ότι ενώ για να εγκατασταθεί ένα τέτοιο σύστημα είναι χρονοβόρο και κοστοβόρο, σε βάθος χρόνου θα μπορέσει να αποσβέσει όλο αυτό το κόστος, αλλά και θα αποφέρει να κέρδος στον ιδιοκτήτη του αλλά και στο περιβάλλον.

Στη βάση των στοιχείων και των πληροφοριών, οι οποίες αναφέρθηκαν στην εργασία αυτή, σε ό,τι αφορά τα φωτοβολταϊκά καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα φωτοβολταϊκά και γενικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια πάρα πολύ τόσο σε κατοικίες όσο και σε επαγγελματικούς χώρους. Ακόμη τα φωτοβολταϊκά προσφέρουν πάρα πολύ ως προς την κατασκευή τους γιατί είναι εύκολη αυτή η διαδικασία και έχουν θετικό πρόσημο ως προς την αγορά και χρήση διότι το κόστος τους δεν είναι υπερβολικό και η χρήση τους είναι εύκολη και κατανοητή. Είναι φιλικά προς το περιβάλλον, διότι κατά την εγκατάστασή τους δεν δημιουργούν πρόβλημα ούτε επηρεάζουν το μικροκλίμα και ευνοούν το περιβάλλον.

Επίσης ως αναφορά τις εφαρμογές και τις χρήσεις τους αυτές είναι ποικίλες και ως προς την λειτουργία τους είναι αθόρυβη και τοποθετούνται εκτός κατοικημένων περιοχών χωρίς σημαντικές παρεμβάσεις.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Ενεργειακές ανάγκες Ελλάδας, Φωτοβολταϊκό φαινόμενο, Αυτοπαραγωγή (Net Metering), Σύνθεση φωτοβολταϊκού συστήματος, Αρχές λειτουργίας φωτοβολταϊκών, Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος, Οικονομική ανάλυση φωτοβολταϊκών συστημάτων, Φωτοβολταϊκό πάρκο.

## **Abstract**

The determination of the main topic is the development and application of photovoltaic systems, integrated in buildings. This specific issue is important nowadays because we live in an era of economic crisis and climate change, as a result of which there is a need to install such systems, so that people save not only energy, but also money.

The purpose of the research is to explore a new way of producing energy, photovoltaic systems, which according to studies, seems to be more economical than other types of energy. Based on the above, this research aims to compare photovoltaic systems with other energy sources and prove that this particular energy source is more useful and economical. The ways of installing these systems will also be listed, as well as more information about them such as the financial needs of installing photovoltaic parks, the applications and characteristics of photovoltaics as well as the photovoltaic effect.

The methodology followed was the bibliographic research. In particular, research was done through some diplomatic theses on the specific topic, which enriched the research, adding elements from other scientific studies and articles.

Information was collected from the company HELAPCO, which concerns the available jobs of this company, as well as the statistics of the market for photovoltaic systems in Greece from 2010 to 2020 through a series of tables and diagrams, presenting them accurately.

Based on the empirical findings and the economic analysis of the installation of a photovoltaic system, the research concludes that while such a system is time-consuming and costly to install, in the long run it will be able to pay off all these costs, but even better it will succeed to save both energy and money.

On the basis of the facts and information, which were mentioned in this paper, regarding photovoltaics we come to the conclusion that photovoltaics and in general renewable energy sources have been used in recent years a lot by the world and in the professional sector. Even photovoltaics offer a lot in terms of their construction because this process is easy and they have a positive sign in terms of purchase and use because they do not cost a lot of money and their use is easy and understandable. They are environmentally friendly, because during their installation they do not create a problem nor do they affect the climate or the environment. Also, as a reference, their applications and uses are varied and in terms of their operation, they are silent and are placed outside inhabited areas, resulting in their smooth operation.

### **Keywords**

Energy needs of Greece, Photovoltaic phenomenon, Self-production (Net Metering), Photovoltaic system composition, Photovoltaic operating principles, Photovoltaic system installation study, Economic analysis of photovoltaic systems, Photovoltaic park.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> :ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ-ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ .....</b>	<b>20</b>
1.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ - ΟΡΙΣΜΟΣ.....	20
1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	21
1.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	21
1.2.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	21
1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	22
1.4 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....</b>	<b>23</b>
2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	23
2.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	24
2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	24
2.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	25

2.5	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ.....	25
2.6	ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ.....	26
2.7	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΜΕ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	29
2.8	ΣΥΝΘΕΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	30
2.9	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ.....</b>		<b>32</b>
3.1	ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	32
3.2	ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	33
3.3	ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	33
3.4	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>:ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΡΚΟ.....</b>		<b>35</b>
4.1	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΡΚΟ- ΟΡΙΣΜΟΣ.....	35
4.2	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 500 ΚWP.....	35
4.3	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 100 ΚWP.....	41
4.4	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ 100 ΚWP.....	41
4.5	ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΡΚΑ.....	42

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ- ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ.....</b>	<b>43</b>
5.1 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ- ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ.....	43
5.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΤΗΝ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΔΕΚΑΕΤΙΑ 2010- 2020.....	44
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	81

### **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ:**

Εικόνα 1: Διαδικασία εφαρμογής του φωτοβολταϊκού φαινομένου.....	16
Εικόνα 2: Σχήμα Φωτοβολταϊκού φαινομένου.....	17
Εικόνες 3 και 4: Διαδικασία Net Metering.....	19-20
Εικόνα 5: Πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου.....	27
Εικόνα 6: Πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου.....	28
Εικόνα 7: Φωτοβολταϊκό Πάρκο 20 kWp.....	36
Εικόνα 8: Φωτοβολταϊκό Πάρκο 45 kWp.....	37
Εικόνα 9: Φωτοβολταϊκό Πάρκο 85 kWp.....	37
Εικόνα 10: Φωτοβολταϊκό Πάρκο 100 kWp.....	38
Εικόνες 11 και 12: Φωτοβολταϊκό πάρκο 100kWp στην Αγία Λάρισα.....	39-40
Εικόνα 13: Φωτοβολταϊκό πάρκο 500kWp στον Αυλώνα Αττικής.....	41

### **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ:**

Πίνακας 1: Εξαγωγές φωτοβολταϊκών προϊόντων και θέσεις εργασίας για το 2010.....	46
Πίνακας 2: Εξαγωγές φωτοβολταϊκών προϊόντων και θέσεις εργασίας για το 2011.....	48
Πίνακας 3: Διασυνδεδεμένα συστήματα για το 2013.....	50
Πίνακας 4: Διασυνδεδεμένα συστήματα ανά κατηγορία για το 2013.....	50
Πίνακας 5: Αριθμός φωτοβολταϊκών πάρκων για το 2013.....	50
Πίνακας 6: Συμβολή φωτοβολταϊκών στο ενεργειακό ισοζύγιο για το 2013.....	51
Πίνακας 7: Top 10 χωρών παγκοσμίως ανά νέα εγκατεστημένη ισχύ για το 2013.....	51
Πίνακας 8: Διασυνδεδεμένα συστήματα για το 2014.....	56
Πίνακας 9: Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών για το 2014.....	61
Πίνακας 10: Διασυνδεδεμένα συστήματα για το 2015.....	63
Πίνακας 11: Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών για το 2015.....	67
Πίνακας 12: Διασυνδεδεμένα συστήματα για το 2016.....	69
Πίνακας 13: Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής για τα έτη 2015- 2016.....	69
Πίνακας 14: Μέση ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών για τα έτη 2014- 2016.....	74
Πίνακας 15: Διασυνδεδεμένα συστήματα για το 2017.....	76

Πίνακας 16:Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής για τα έτη 2015-2017.....	76
Πίνακας 17:Μέση ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών για τα έτη 2014-2017.....	76
Πίνακας 18:Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών για το 2017.....	77
Πίνακας 19:Διασυνδεδεμένα συστήματα για το 2018.....	78
Πίνακας 20:Νέες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών για το 2018.....	78
Πίνακας 21:Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής για τα έτη 2015-2018.....	78
Πίνακας 22:Διασυνδεδεμένα συστήματα για το 2019.....	81
Πίνακας 23:Νέες εγκαταστάσεις που διασυνδέθηκαν εντός το 2019.....	81
Πίνακας 24:Νέες εγκαταστάσεις που διασυνδέθηκαν εντός το 2019 ανά τάση σύνδεσης.....	81
Πίνακας 25:Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής για τα έτη 2015-2019.....	82

### **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ:**

Σχημα 1:Διάγραμμα κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανά ενεργειακή πηγή.....	14
Σχήμα 2:Διάγραμμα ενεργειακής κατανάλωσης στα ελληνικά κτήρια.....	14
Σχήμα 3:Κατανομή Διασυνδεδεμένων συστημάτων ανά ισχύ για το 2010.....	46
Σχήμα 4:Κατανομή Διασυνδεδεμένων συστημάτων ανά ισχύ για το 2011.....	47
Σχήμα 5:Κατανομή Διασυνδεδεμένων συστημάτων ανά ισχύ για το 2012.....	49
Σχήμα 6:Κατανομή Διασυνδεδεμένων συστημάτων ανά ισχύ για το 2013.....	50
Σχήμα 7:Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία για το 2013.....	52
Σχήμα 8:Κατηγορίες φωτοβολταϊκών σταθμών για το 2013.....	53
Σχήμα 9:Παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά για το 2013.....	53
Σχήμα 10:Κατηγοριοποίηση φωτοβολταϊκών ανά τάση σύνδεσης για το 2013.....	54
Σχήμα 11:Φωτοβολταϊκά επί στεγών ανά τάση σύνδεσης για το 2013.....	56
Σχήμα 12:Φωτοβολταϊκά εδάφους ανά τάση σύνδεσης για το 2013.....	56
Σχήμα 13:Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία για το 2014.....	57
Σχήμα 14:Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών για το 2014.....	58
Σχήμα 15:Κατηγορίες φωτοβολταϊκών σταθμών για το 2014.....	59
Σχήμα 16:Παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά για το 2014.....	60
Σχήμα 17:Μερίδιο τεχνολογιών στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ για το 2014.....	61
Σχήμα 18:Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία για το 2015.....	63
Σχήμα 19:Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών για το 2015.....	64
Σχήμα 20:Κατηγορίες φωτοβολταϊκών σταθμών για το 2015.....	64
Σχήμα 21:Κατηγοριοποίηση φωτοβολταϊκών ανά τάση σύνδεσης για το 2015.....	65
Σχήμα 22:Παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά για το 2015.....	66



Σχήμα 23:Μερίδιο τεχνολογιών στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απο ΑΠΕ για το 2015.....	67
Σχήμα 24:Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία για το 2016.....	70
Σχήμα 25:Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών για το 2016.....	71
Σχήμα 26:Κατηγορίες φωτοβολταϊκών σταθμών για το 2016.....	71
Σχήμα 27:Κατηγοριοποίηση φωτοβολταϊκών ανά τάση σύνδεσης για το 2016.....	72
Σχήμα 28:Παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά για το 2016.....	73
Σχήμα 29:Μερίδιο τεχνολογιών στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ για το 2016.....	74

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια αποτελεί την ικανότητα που έχει ένα σώμα ή ένα σύστημα να παράγει έργο. Είναι είτε βαθμωτό είτε μονόμετρο μέγεθος. Η γη ως πλανήτης λαμβάνει ενέργεια πλήρως εξαρτώμενη από τον πλανήτη του ήλιου. Η ενέργεια χαρακτηρίζεται, ως την ποσότητα από το έργο που είναι απαραίτητη ώστε να πραγματοποιηθεί η μετάβαση του συστήματος από την αρχική στην τελική του κατάσταση. Αναλόγως του τρόπου απόκτησης, ανταλλαγής ή αποθήκευσης, διακρίνεται πλήθος μορφών ενέργειας:

1. Μηχανική, συνδυασμός κινητικής και δυναμικής.
2. Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, συνδυασμός ηλεκτρικής και φωτεινής ή ενέργειας ακτινοβολίας,
3. Πυρηνική ενέργεια
4. Θερμική ενέργεια
5. Χημική ενέργεια
6. Υλο-ενέργεια

Η σημαντικότερη ιδιότητά της είναι ότι προκειμένου για κλειστά κυκλώματα, διατηρείται σταθερό το ύψος της συνολικής ενέργειας, όπως αποδεικνύεται από πολλά πειράματα. Αυτή η ιδιότητα συνιστά μία εκ των θεμελιωδών αρχών διατήρησης στη φυσική.<sup>1</sup>

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Η παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα προσφέρεται από τη ΔΕΗ . Στο ξεκίνημα του 2021 το 67, 15% του μεριδίου αγοράς για τη ζήτηση ενέργειας με χρήση λιγνίτη ανήκε στη ΔΕΗ.. Και ενώ η μισή από την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια προκύπτει από τον λιγνίτη (48%), ελαφρώς μειωμένη σε σχέση με το 2009 (51,6%) η Eurostat αναφέρει πως η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αγγίζει το 19,7%.

Όσον αφορά την εγχώρια ηλεκτρική ενέργεια, σημειώνεται πως το 12% αυτής προκύπτει από τη χρήση υδρουλεκτρικών εργοστασίων και 20% αυτής από χρήση φυσικού αερίου. Τη χρονιά 2009-2010, ανεξάρτητες εταιρείες συνέδραμαν στην παραγωγή ενέργειας περισσότερο κατά 56%, τις 2709 Μεγαλοβατώρες το 2009, σε 4232 Μεγαβατώρες το 2010.

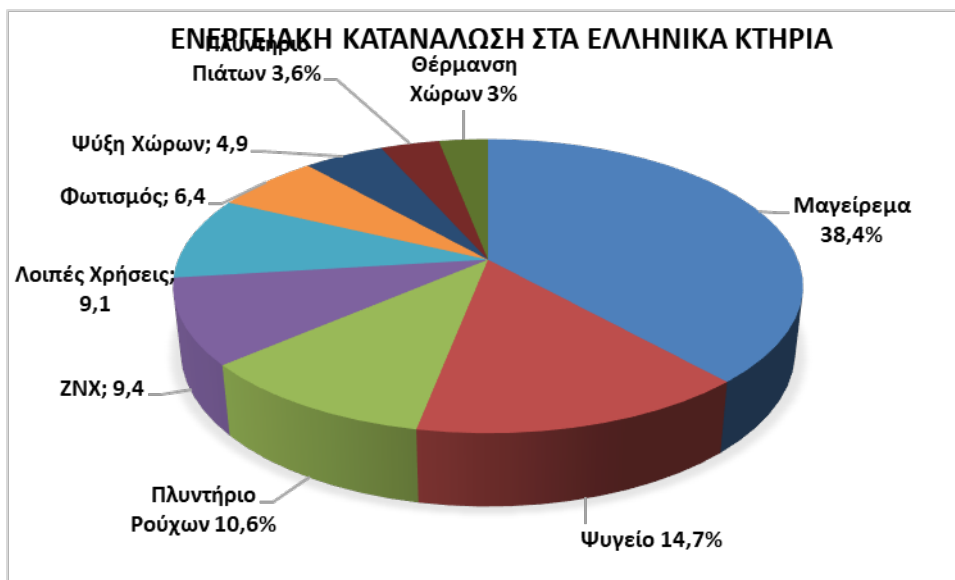
Από τη συνολική κατανάλωση ενέργειας το 2008 , μόλις το 8% προερχόταν από χρήση ανανεώσιμων πηγών, ποσοστό που σημείωσε μικρή αύξηση σε σχέση με το 7,2% του 2006. Έτσι, η από την ηλιακή ενέργεια προκύπτει το 10%, και η μεγαλύτερη ποσότητα από χρήση βιομάζας και ανακυκλώμενα απόβλητα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εκδώσει σχετική οδηγία προς την Ελλάδα ώστε μέχρι το 2020 να παράγει το 18% της ενέργειάς της από χρήση ανανεώσιμων πηγών.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://el.wikipedia.org/wiki/Ενέργεια>, Alekseev G. N., Energy and Entropy, Mir Publishers, Moscow, 1986.

<sup>2</sup> <http://www.epaggelmaties.com/anthis/eksikonomisi.html>, Δημήτρης Ανθής, Μελέτη Επίβλεψη και Κατασκευή Ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων.



ΣΧΗΜΑ 1: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ ΑΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΗΓΗ



ΣΧΗΜΑ 2: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

ΠΗΓΗ ΤΩΝ 2 ΣΧΗΜΑΤΩΝ: <http://www.indeepanalysis.gr/perivallon/energeiakh-katanalwsh-sta-ellhnika-kthria>

### ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ ΑΠΕ

Η δέσμευση της Ε.Ε. για αύξηση της συνολικής καταναλώμενης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε κατ' ελάχιστο 27% μέχρι το 2030 είναι υπαρκτή, και βασίζεται στις κάτωθι προσεγγίσεις: να δοθεί στο καταναλωτικό κοινό δυνατότητα για απλοποιημένες διαδικασίες σχετικά με το σύνολο

των εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας, αλλά και να καταστήσει σαφή τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις των καταναλωτών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές καθώς και των κοινοτήτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ακόμα συνεπής με τις υποσχέσεις της αντί της ΕΕ για την εισβολή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας είναι η Ελλάδα, σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat. Το 2020 ένα μέρος των ΑΠΕ στο σύνολο της ΕΕ θα πρέπει να περάσει το 20%. Για να συμβεί αυτό κάθε χώρα έχει υποχρεωθεί σε συγκεκριμένους στόχους η Ελλάδα για ένα μέρος τουλάχιστον 18% το 2020. Σύμφωνα με τα νεότερα στοιχεία της Eurostat, το 2017 ένα μέρος των ΑΠΕ έφτασε στην Ελλάδα το 16,95% στο σύνολο της παραγωγής (από 15,08% από ότι ήταν το 2016) και το 24,48% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (από 22,66% που ήταν το 2016).<sup>3</sup>

ΜΕΡΙΔΙΟ ΑΠΕ(%)	2005	2010	2015	2016	2017
ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	8,21%	12,31%	22,09%	22,66%	24,48%
ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	0,05%	1,91%	1,08%	1,61%	4%
ΣΕ ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	12,76%	17,91%	25,76%	24,57%	26,57% <sup>4</sup>

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

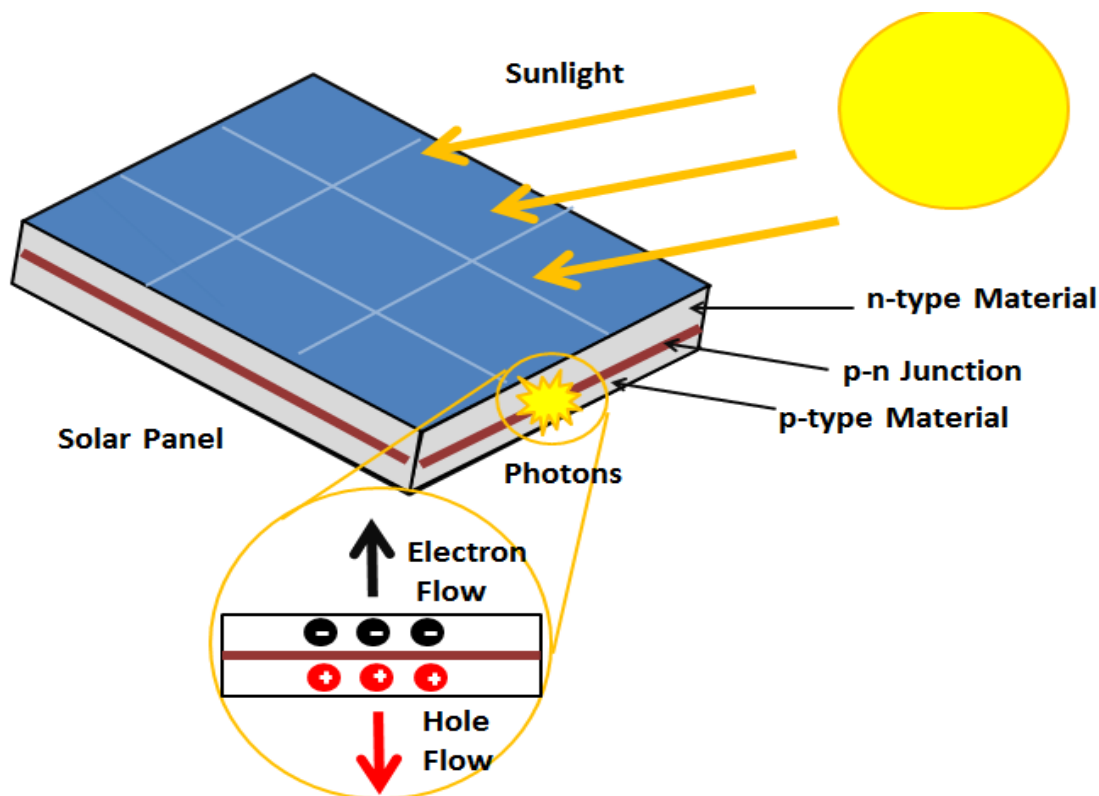
Κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας με ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, έχει την δυνατότητα να απορροφηθεί σε ένα χημικό δεσμό και να ελευθερώσει. Έτσι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια παρεκτρέπονται προς το τμήμα τύπου  $\Omega$  και οι οπές παρεκτρέπονται προς το τμήμα τύπου  $p$ , με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες των δύο τμημάτων της διόδου. Έτσι λοιπόν, η εκδήλωση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις δύο όψεις του φωτιζόμενου δίσκου, ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Η ηλιακή ενέργεια που μετατρέπεται σε ηλεκτρική συνιστά το στοιχείο του φωτοβολταϊκού φαινομένου, το οποίο ανακάλυψε το 1839 ο Εντμόντ Μπεκερέλ. Σύμφωνα με το φαινόμενο, απορροφάται η ενέργεια του φωτός από το σύνολο των ηλεκτρονίων των ατόμων του  $\Phi/B$  στοιχείου, και ακολούθως τα ηλεκτρόνια ξεφεύγουν των κανονικών τους θέσεων ώστε να δημιουργείται τελικά ρεύμα. Στο  $\Phi/B$  στοιχείο υπάρχει ήδη ηλεκτρικό πεδίο και οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο. Επιπρόσθετα, γίνεται λόγος για φωτοβολταϊκά φαινόμενα όταν αναφέρεται κανείς στη φυσική διαδικασία κατά την οποία ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο ή φωτοβολταϊκό στοιχείο ή μια φωτοβολταϊκή κυψέλη μετατρέπει το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Σύνολο φωτονίων συνθέτουν το ηλιακό φως, τα οποία περιέχοντας ποσά ενέργειας αντιστοιχούν στα διάφορα μήκη κύματος του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας.

<sup>3</sup> <https://www.venman.gr/desmefsi-tis-e-e-gia-pososto-27-energeias-apo-ananeosimes-piges-eos-to-2030-2/>, VENMAN, Δέσμευση της Ε.Ε. για Ποσοστό 27% Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές έως το 2030, 2020.

<sup>4</sup> <https://ypen.gov.gr/i-ellada-synepis-me-tis-desmefseis-tis-gia-tin-anaptyxi-ton-ape/>, Γραφείο Τύπου, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Η Ελλάδα συνεπής με τις δεσμεύσεις της για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, 21 Απριλίου 2019.

Αυτά που απορροφώνται υποχρεώνουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού κυττάρου να μετακινηθούν και έτσι δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα.<sup>5</sup>

Για την κατασκευή σύγχρονων φωτοβολταϊκών κυττάρων προκρίνεται η χρήση υλικών ημιαγωγών και κυρίως πυριτίου. Διακρίνονται δύο μορφές ημιαγωγών: οι ημιαγωγοί τύπου-N (type-N), στους οποίους υπάρχουν ηλεκτρόνια σχεδόν ελεύθερα, και οι ημιαγωγοί τύπου-Π (type-P) στους οποίους υπάρχουν πολλές ελεύθερες οπές οι οποίες ονομάζονται έτσι γιατί τα ηλεκτρόνια έχουν ελευθερώσει τις θέσεις τους, για αυτό το λόγο οι ημιαγωγοί τύπου-Π έχουν θετικό φορτίο.<sup>6</sup>

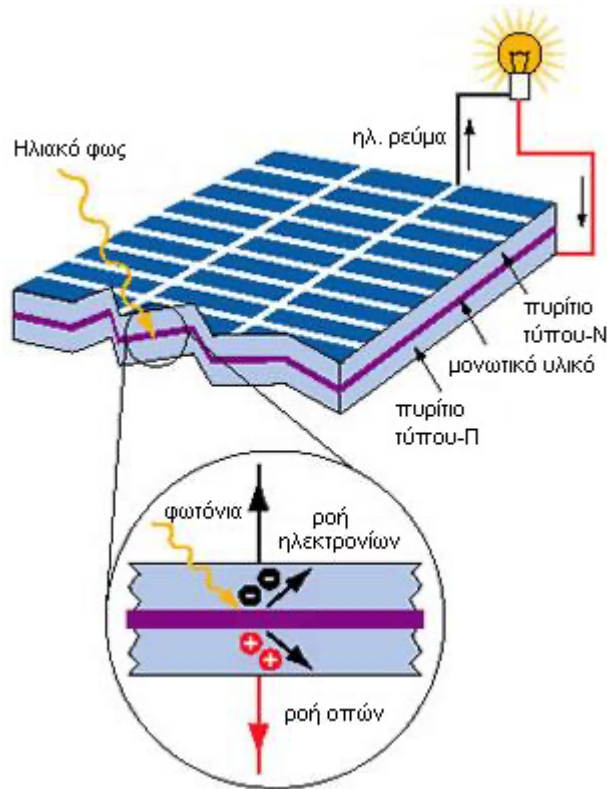


Εικόνα 1-Σχήμα: Διαδικασία εφαρμογής του φωτοβολταϊκού φαινομένου

ΠΗΓΗ: <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-75521565087a3ff01811d300da8111f3>

<sup>5</sup> [https://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc\\_ape11.pdf](https://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc_ape11.pdf), Το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο.

<sup>6</sup> <http://www.ostriasolar.gr/index.php/2011-03-04-23-37-35>, Ostria Solar, Μελέτη και Κατασκευή Φωτοβολταϊκών Μονάδων, Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο, 2011.



Εικόνα 2-Σχήμα Φωτοβολταϊκού φαινομένου

ΠΗΓΗ: <http://www.ostrisolar.gr/index.php/2011-03-04-23-37-35>

## ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Τα βασικά μέρη ενός κλασσικού φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι:

1. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία
2. Υλικό EVA για την ενθυλάκωση των ΦΒ στοιχείων
3. Το ειδικό γυαλί στο εμπρόσθιο μέρος
4. Το ειδικό φύλλο προστασίας στο πίσω μέρος
5. Το πλαίσιο αλουμινίου
6. Το κουτί σύνδεσης<sup>7</sup>

Ακόμα έχουν τα φωτοβολταϊκά πάνελ τα οποία έχουν την ευθύνη να απορροφώνται ορθά οι ηλιακές ακτινοβολίες και να αποστέλλονται στον μετατροπέα. Δεύτερον έχουν τον μετατροπέα, ο οποίος έχει την ευθύνη μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια και αποστολής της ενέργειας στο τρίτο τμήμα του φωτοβολταϊκού συστήματος, την μπαταρία. Η μπαταρία είναι υπεύθυνη για να αποθηκευτεί ορθά η ενέργεια όταν δεν υπάρχει δυνατότητα ολοκληρωτικής φόρτισης του φωτοβολταϊκού συστήματος από την ηλιακή ακτινοβολία. Τέλος, υπάρχουν τα

<sup>7</sup> [https://selasenergy.gr/fv\\_panels.php](https://selasenergy.gr/fv_panels.php), HelioSystems, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Φωτοβολταϊκά Πάνελ-Τεχνικά Χαρακτηριστικά, 2019.

ηλεκτρικά αντικείμενα τα οποία τροφοδοτούνται από την ενέργεια πχ. συνδέονται στον μετρητή του δικτύου ή απευθείας με τις υποδοχές και τις συσκευές.<sup>8</sup>

## NET METERING- ΑΥΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

Είναι ένα νέο πρόγραμμα που αφορά στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για να καλυφθούν οι ανάγκες καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας, με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού το οποίο άρχισε να ισχύει από τον Μάιο του 2015. Ο όρος net προκύπτει από το γεγονός ότι η χρέωση του καταναλωτή αφορά στην διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Η ιδέα του συγκεκριμένου προγράμματος είναι ότι κάθε επιχείρηση ή σπίτι που ηλεκτροδοτείται έχει τη δυνατότητα εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος μειώνοντας από την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, την ενέργεια που παρήγαγε το φωτοβολταϊκό. Και λόγω αυτού, στο τέλος του έτους, ο καταναλωτής θα χρεώνεται από την ΔΕΗ μόνο για το μέρος της κατανάλωσης που ξεπερνά την παραγωγή του, εξοικονομώντας αρκετά μεγάλο τμήμα του λογαριασμού ηλεκτρικού ρεύματος. Τέλος, το net metering παρέχει την ευκαιρία στον καταναλωτή παραγωγής του δικού του ρεύματος, το οποίο καταναλώνει στο σπίτι του ή στην επιχείρησή του και όταν παράγεται και έχει περίσσειμα ρεύματος το δίνει στην ΔΕΗ για να το πάρει πίσω το βράδυ.<sup>9</sup>



<sup>8</sup> <https://www.fotovoltaiika-systems.gr/blog/fotovoltaiikasysthmata/>, Green System, Πληροφορίες για τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα, 23 Οκτωβρίου 2012.

<sup>9</sup> <https://www.pytech.gr/solar/net-metering>, PVtech, Τεχνολογία και Περιβάλλον, Πρόγραμμα Net Metering, 2015.



## Τι είναι το Net Metering



Εικόνες 3 και 4: Διαδικασία Net Metering

ΠΗΓΗ: <https://inntensol.gr/gr/3/net-metering.php>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφέρουμε τον ορισμό των φωτοβολταϊκών, έπειτα θα παρατεθεί το σύνολο των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των συγκεκριμένων συστημάτων. Τέλος, θα αναλύσουμε τις κατηγορίες και τα είδη των φωτοβολταϊκών.

### 1.1 Φωτοβολταϊκά-Ορισμός

#### ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ-ΟΡΙΣΜΟΣ

Τα φωτοβολταϊκά συνιστούν μια εκ των σημαντικότερων εφαρμογών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εκμεταλλεύοντας το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή. Με τον όρο φωτοβολταϊκά προσδιορίζονται οι βασικές διατάξεις πολλών φωτοβολταϊκών στοιχείων σε μια σειρά. Στην έννοια πρόκειται για τεχνητούς ημιαγωγούς κυρίως πυριτίου οι οποίοι συνδέονται με αποτέλεσμα να φτιάξουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά έχοντας ως βάση τους το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.<sup>10</sup>

### 1.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών

#### 1.2.1 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκών

#### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Είναι φιλικά προς το περιβάλλον, γιατί δεν δημιουργούνται ρύποι κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

<sup>10</sup> <https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1149/Papadopoulos%20Ilias.pdf?>, Ηλιάς Παπαδόπουλος, Διπλωματική Εργασία: Παραμετρική Ανάλυση N-Πλήθους Υβριδικών Φωτοβολταϊκών/Θερμικών Συλλεκτών Νερού Συνδεδεμένων σε Σειρά, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Κοζάνη, 2017-2018, σελίδα 8.



- Η υπηρεσία τους είναι εντελώς αθόρυβη.
- Έχουν σε μεγάλο βαθμό μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής(20-30 χρόνια).
- Μπορούν να τοποθετηθούν σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές όπως σε μια στέγη σπιτιού ή σε μια πρόσοψη ενός κτηρίου.
- Η τοποθέτηση τους δεν ζητά ενίσχυση του δικτύου διανομής.
- Αντιδρούν γρήγορα σε απότομη αλλαγή της ηλιοφάνειας.
- Παρέχουν ικανότητα στις εφαρμογές, διότι μπορούν να λειτουργούν ως αυτόνομα συστήματα, αλλά και ως υβριδικά σε περίπτωση ένωσης με άλλες πηγές ενέργειας και με άλλες μπαταρίες ώστε να αποθηκευτεί η παραχθείσα ενέργεια .
- Δουλεύουν με νεφελώδη ουρανό, αλλά και με διάχυτη ακτινοβολία.
- Είναι ελεύθερα από ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα.<sup>11</sup>

### 1.2.2 Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Έχουν υψηλό κόστος επένδυσης όπως και όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Επειδή η ηλιακή ενέργεια διακυμαίνεται, υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, διαδικασία με αυξημένο κόστος.
- Επειδή η ηλιακή ακτινοβολία έχει μικρή πυκνότητα ισχύος, είναι αναγκαίο να χρησιμοποιούνται μεγάλες επιφάνειες.
- Τα φωτοβολταϊκά πάνελ δεν λειτουργούν την νύχτα
- Τα φωτοβολταϊκά πάνελ δεν έχουν καλή αίσθηση και πιάνουν αρκετό χώρο
- Δεν είναι αποτελεσματικά στις περισσότερες οροφές, διότι υπάρχει πρόβλημα με τους κοινόχρηστους χώρους.
- Έχουν επίπτωση στο περιβάλλον.
- Δεν είναι όλα υψηλής ποιότητας.<sup>12</sup>

<sup>11</sup>file:///C:/Users/nikos/Downloads/Passisis\_Spyridon\_Dip\_2018%20.pdf ,Πασσίσης Σπυρίδων,Διπλωματική Εργασία:Οικονομοτεχνική Μελέτη Διαστασιολόγησης Φωτοβολταϊκών Στέγης για Διασύνδεση με το Ηλεκτρικό Δίκτυο, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών,Χανιά,Ιούνιος 2018

<sup>12</sup> <https://newpost.gr/energeia/60c36ae7a6951c463c0decad/ta-yper-kai-ta-kata-ton-fotovoltaiikon-ti-na-prosexete-prin-apofasiseite>, NEWPOST, Οικονομοτεχνική Μελέτη Διαστασιολόγησης Φωτοβολταϊκών Στέγης για Διασύνδεση με το Ηλεκτρικό Δίκτυο,11 Ιουνίου 2021.

### 1.3 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών

#### ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα. Στην συγκεκριμένη κατηγορία η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, ενισχύουν τα ηλεκτρικά φορτία και η ηλεκτρική ενέργεια που περισσεύει αν υπάρχει μεταδίδεται και πωλείται στο δίκτυο. Σε περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν είναι αρκετή για να καλύψει τα φορτία τότε το δίκτυο προσφέρει την ενέργεια. Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας υπολογίζει την ενέργεια που παρέχεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που δίνει το δίκτυο. Ακόμη στα συγκεκριμένα συστήματα δεν ζητείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που μειώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης αλλά και το κόστος συντήρησης.
- Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα. Στις μέρες μας υπάρχουν πολλά μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα επί κεραιών που ανήκουν σε σταθμούς τηλεπικοινωνίας, εξοχικά σπίτια, αντλίες άντλησης νερού, χιονοδρομικά κέντρα, τροχόσπιτα, φάρους, σε μετεωρολογικούς σταθμούς και άλλα τα οποία καθίστανται ενεργειακά αυτόνομα. Επίσης, η ένωση αυτόνομων συστημάτων με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τα κατατάσσει στην κατηγορία των υβριδικών συστημάτων.
- Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα. Είναι αυτόνομα συστήματα τα οποία απαρτίζονται από την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε συνεργασία με άλλες πηγές ενέργειας όπως μια γεννήτρια πετρελαίου.<sup>13</sup>

### 1.4 Είδη φωτοβολταϊκών

#### ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Φ/Β Ημιαγωγοί Λεπτών Υμενίων. Είναι ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες δημιουργούνται με την κατάσταση ημιαγωγικού υλικού όπως για παράδειγμα το πυρίτιο, επί υποστρώματος υποστήριξης, χαμηλότερου κόστους, όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Εξαιτίας της λιγότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται, η τιμή τους είναι αρκετά χαμηλότερη. Τα αποτελέσματα που πετυχαίνονται με την χρήση του συγκεκριμένου είδους φωτοβολταϊκού κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6 έως 8%. Το βασικότερο πλεονέκτημα για την συγκεκριμένη κατηγορία είναι ότι δεν επιδρούν πάνω τους οι υψηλές θερμοκρασίες και το μειονέκτημά τους είναι η ελάχιστη ενεργειακή τους πυκνότητα πράγμα που σημαίνει για να δημιουργήσουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε περίπου την διπλάσια επιφάνεια συγκριτικά με τα μονοκρυσταλλικά ή πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.
- Φ/Β Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου. Το συγκεκριμένο είδος φτιάχνεται από κυψέλες που έχουν αφαιρεθεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο από πυρίτιο. Κατατάσσονται στα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποτελέσματα της κλίμακας του 15%. Ως αναφορά την κατασκευή του είναι πιο δύσκολη διότι χρειάζεται την κατασκευή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αιτία υψηλότερου κόστους κατασκευής.

<sup>13</sup> <http://www.solar-systems.gr/solar-panel-pv-9.html>, Solar Systems, Βασικοί Τύποι Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.

- Φ/Β Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου. Δημιουργούνται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Ως αναφορά την κατασκευή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε μικρά κομμάτια από τα οποία παράγεται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η επεξεργασία τους είναι πιο απλή από τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά και έτσι έχουν χαμηλότερο κόστος παραγωγής. Έχουν όμως μικρότερη απόδοση της κλίμακας 12%.
- Φ/Β Άμορφου πυριτίου. Απαρτίζονται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει δημιουργηθεί ποικιλόμορφα σε συγκεκριμένο στήριγμα. Ως στήριγμα έχει την δυνατότητα να αξιοποιηθεί μια τεράστια ποικιλία από άκαμπτα και ελαστικά υλικά με συμπέρασμα να συναντήσει μεγάλη γκάμα εφαρμογών, κυρίως σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Παρόλα αυτά η απόδοση των συγκεκριμένων φωτοβολταϊκών είναι λιγότερη σε σχέση με των κρυσταλλικών δηλαδή γύρω στο 6%. Τέλος λόγω του φθηνού κόστους παραγωγής χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που δεν είναι αναγκαία η υψηλή απόδοση.<sup>14</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά τις χρήσεις και τις εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τις βασικές απώλειες των φωτοβολταϊκών και θα αναφέρουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών. Τέλος, θα περιγράψουμε τους βασικούς τύπους ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, θα κάνουμε μια σύγκριση μεταξύ των φωτοβολταϊκών με τις ανεμογεννήτριες και θα εξηγήσουμε την σύνθεση του φωτοβολταϊκού συστήματος.

#### 2.1 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών

- PM, δηλαδή η μέγιστη ισχύς σε Watt
- $V_{pm}$ , είναι η τάση που συμπίπτει με την μέγιστη ισχύς σε Volt
- $I_{pm}$ , είναι η ένταση του ρεύματος που συμπίπτει με την μέγιστη ισχύς σε Ampere
- $V_{oc}$ , είναι η τάση ανοιχτού κυκλώματος σε Volt
- $I_{sc}$ , είναι η ένταση ρεύματος βραχυκυκλώματος σε Ampere
- $V_{max}$ , είναι η μέγιστη τάση συστήματος σε Volt
- $T_{coe}$ , είναι οι παράγοντες που επιδρούν την θερμοκρασία
- Εγγύηση απόδοσης φωτοβολταϊκών

<sup>14</sup> <https://sites.google.com/site/photovoltaicssystems93/eide-photovoltaikon-systematon>, PHOTOVOLTAICS SYSTEMS, Είδη Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.

- Εγγύηση κατασκευής προϊόντος<sup>15</sup>

## 2.2 Χρήσεις των φωτοβολταϊκών

Τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται σε συσσωρευτές για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μεγάλης κλίμακας. Χρησιμοποιούνται στην συγκεκριμένη μορφή για να μεταφέρουν ενέργεια σε δορυφόρους, διαστημόπλοια, αλλά και σε πιο απλές εφαρμογές, για παράδειγμα για να δοθεί ενέργεια σε τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης σε εθνικές οδούς και σε σπίτια. Ακόμη η θερμοκρασία είναι από τις σημαντικότερες παράγοντες λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού. Δηλαδή, ο συντελεστής θερμοκρασίας που αφορά την τάση είναι σχεδόν ίσος με  $-2.3 \text{ mV}/\text{oC}$  για καθένα ηλιακό στοιχείο. Έτσι, ο συντελεστής τάσης μιας συγκεκριμένης μονάδας είναι αρνητικός και μεγαλύτερος αφού συνδέονται σε σειρά 33 ως 36 ηλιακά στοιχεία. Όμως ο συντελεστής ρεύματος είναι θετικός και μικρότερος σε σχέση με τον συντελεστή τάσης, είναι σχεδόν ίσος με  $6 \text{ }\mu\text{A}/\text{oC}$  ανά τετραγωνικό εκατοστό της μονάδας. Για αυτό τον λόγο λοιπόν, η μεταβολή της τάσης λαμβάνεται υπόψη συγκριτικά με της θερμοκρασίας. Επίσης, κατά την σχεδίαση ενός φωτοβολταϊκού συνηθίζεται να μην λαμβάνεται υπόψη η μεταβολή της τάσης αλλά να λαμβάνεται το ρεύμα βραχυκυκλώματος αντίστοιχο με την ακτινοβολία.<sup>16</sup>

## 2.3 Εφαρμογές φωτοβολταϊκών

- Τηλεπικοινωνίες
- Είναι χρήσιμα στην λειτουργία μικρών φορτιστών και επαναφορτιζόμενων συσκευών
- Χρησιμοποιούνται στην λειτουργία σήμανσης φωτός σε οδικές και σιδηροδρομικές αρτηρίες
- Παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια που αποκτούν από τον ήλιο σε μικρά πλοία και ηλεκτροκίνητα οχήματα
- Καλύπτουν τις ανάγκες κατοικιών ή μικρών οικισμών ως αναφορά σε ηλεκτρική ενέργεια
- Παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια όλο το εικοσιτετράωρο στους δορυφόρους.
- Καταναλωτικά προϊόντα σε περιοχές που δεν έχουν σύνδεση με το δίκτυο όπως τροχόσπιτα, σκάφη ώστε να εξυπηρετούν ανάγκες φωτισμού και ψύξης
- Σε αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα δηλαδή:
- Αφαλάτωση-καθαρισμός νερού
- Φωτισμό σε δρόμους, πάρκα, αεροδρόμια
- Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού

<sup>15</sup> [www.eco2day.gr/φωτοβολταϊκά-πάνελ/](http://www.eco2day.gr/φωτοβολταϊκά-πάνελ/) ,SOLARZONE CLEAN ENERGY,Φωτοβολταϊκά Πάνελ.

<sup>16</sup><https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1149/Papadopoulos%20Ilias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>,Ηλιάς Παπαδόπουλος,Διπλωματική Εργασία:Παραμετρική Ανάλυση N-Πλήθους Υβριδικών Φωτοβολταϊκών/Θερμικών Συλλεκτών Νερού Συνδεδεμένων σε Σειρά,Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας,Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,Κοζάνη,2017-2018,σελίδες 17-18.

- Συστήματα σηματοδότησης δηλαδή σε οδικές κυκλοφορίες, στην ναυτιλία και στην αεροναυτιλία
- Ψύξη σε αγροτικά προϊόντα και σε φάρμακα<sup>17 18</sup>

#### 2.4 Βασικές απώλειες

- Απώλειες εξαιτίας της ανόδου της θερμοκρασίας
- Απώλειες εξαιτίας της ρύπανσης
- Άμα ένα σύστημα δεν διαθέτει ρυθμιστή ισχύος, όταν λειτουργεί θα αποκλίνει από τις σημαντικές συνθήκες, που έχει ως αποτέλεσμα την ανάλογη απώλεια στην δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας.
- Απώλειες εξαιτίας της αποδυνάμωσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων και στα υπόλοιπα μέρη του. Με το πέρασμα του χρόνου εντοπίζεται μια ελάχιστη ραγδαία πτώση στο μέγεθος της ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί, η οποία υπολογίζεται στο 1% έως 2% ετησίως.
- Κατά την μέτρηση της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών συλλεκτών που απαιτείται είναι απαραίτητο να γίνει πρόβλεψη, σύμφωνα με την κάλυψη από όλες αυτές τις απώλειες, που κυμαίνονται σχεδόν γύρω του 205 έως 30% της ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί ή και κάτι παραπάνω.<sup>19</sup>

#### 2.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών

- Χωματοουργικές εργασίες για τον σχηματισμό του κομματιού
- Χωματοουργικές εργασίες για τις θέσεις των βάσεων
- Περίφραξη κομματιού
- Εγκατάσταση βάσεων αλουμινίου στήριξης πλαισίων
- Προσαρμογή της μεταλλικής κατασκευής
- Τοποθέτηση καλωδίων και γειώσεων

---

<sup>17</sup> <http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/1401/1/012009132.pdf>, Τουρκομανώλης Ιωάννης, Διπλωματική Εργασία: Σύγχρονα Φ/Β Συστήματα και Εφαρμογές τους, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, Σ.Τ.Εφ., Τμήμα Ηλεκτρολογίας, σελίδα 70.

<sup>18</sup>

[http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1204/hlg\\_00811.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1204/hlg_00811.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Μανωλόπουλος Νικηφόρος, Πτυχιακή Εργασία: Φωτοβολταϊκά Συστήματα, ΤΕΙ Πειραιά, Σ.Τ.Εφ, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Τρίπολη 2013, σελίδα 23.

<sup>19</sup> [http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1204/hlg\\_00811.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1204/hlg_00811.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Μανωλόπουλος Νικηφόρος, Πτυχιακή Εργασία: Φωτοβολταϊκά Συστήματα, ΤΕΙ Πειραιά, Σ.Τ.Εφ, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Τρίπολη 2013.

- Εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Δημιουργία υποσταθμού της ΑΗΚ στον οποίο θα διατίθεται τουαλέτα και γραφείο
- Εγκατάσταση μετρητών για την επιτήρηση της ενέργειας
- Συσχέτιση μερών του συστήματος
- Επιτήρηση λειτουργίας του συγκεκριμένου έργου
- Σύνδεση με το δίκτυο της ΑΗΚ<sup>20</sup>

## 2.6 Βασικοί τύποι ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου

Ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη χρησιμοποιεί thick film, η οποία βρίσκει εφαρμογή σε οικιακές χρήσεις, ενώ η δεύτερη κατηγορία χρησιμοποιεί thin film. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία δημιουργούνται με βάση το πυρίτιο, συνδέονται όμως και με άλλα υλικά, όπως θειούχο κάδμιο, αρσενιούχο γάλλιο, τελουριούχο κάδμιο, χαλκού-ινδίου-θείου και χαλκού-γάλλιου-δισεληνίου. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία διακρίνονται στις κάτωθι μορφές:

**Μονοκρυσταλλικού πυρίτιου:** Το υλικό κατασκευής της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Τα συγκεκριμένα υλικά έχουν μεγάλο σχετικά πάχος, περί τα 300μm. Η απόδοση των συγκεκριμένων φωτοβολταϊκών με την μορφή πλαισίων διακυμαίνονται από 13 έως 18% και εξαρτάται από το υψηλό κόστος κατασκευής.



<sup>20</sup> [file:///C:/Users/nikos/Downloads/ΜΕΛΕΤΗ%20Π.Ε.%20ΓΙΑ%20ΕΡΓΑΣΙΕΣ%20-%20ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ\\_ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ%202021.pdf](file:///C:/Users/nikos/Downloads/ΜΕΛΕΤΗ%20Π.Ε.%20ΓΙΑ%20ΕΡΓΑΣΙΕΣ%20-%20ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ_ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ%202021.pdf), Αντρη Κουρούση, Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Πάρκου 900KW στην Περιοχή Νάτα της Επαρχίας Πάφου, Φεβρουάριος 2018, σελίδα 52.

Εικόνα 5:Πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου

ΠΗΓΗ:[www.emimikos.gr/SOLARFAM-SZ-20-36M-12V-MONO/](http://www.emimikos.gr/SOLARFAM-SZ-20-36M-12V-MONO/)

**Πολυκρυσταλλικού πυριτίου:**Η κατασκευή του συγκεκριμένου τύπου φωτοβολταϊκών σε σύγκριση με τα φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι πιο γρήγορη και το κόστος είναι μικρότερο.Τα συγκεκριμένα στοιχεία κόβονται σε μορφή τετραγώνου και απαρτίζονται από λεπτά στρώματα με πάχος από 10 έως 50μm. Επίσης υπάρχει στενή σχέση μεταξύ των διαστάσεων των μονοκρυσταλλικών σημείων του πολυκρυσταλλικού φωτοβολταϊκού πλαισίου και της απόδοσής του, με τις μεγαλύτερες διαστάσεις να οδηγούν σε μεγαλύτερα επίπεδα απόδοσης. Τα συστήματα της εν λόγω κατηγορίας έχουν απόδοση από 10 έως 14% με την μορφή πλαισίου.



Εικόνα 6:Πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου



Ένας ακόμη τύπος ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι του άμορφου πυριτίου. Τα φωτοβολταϊκά αυτού του τύπου έχουν χαμηλότερες αποδόσεις συγκριτικά με τις προηγούμενες κατηγορίες. Έγκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων με πάχος  $10^{-4}$ mm οι οποίες δημιουργούνται με την κατάσταση πυριτίου πάνω σε ένα υπόστρωμα από γυαλί ή αλουμίνιο με πάχος 1 έως 3mm. Η απόδοση του συγκεκριμένου τύπου φωτοβολταϊκών διακυμαίνεται από 6 έως 8 % όμως σε περιβάλλον εργαστηρίου έχουν εκπληρωθεί αποδόσεις μεγαλύτερες που πλησιάζουν το 15%. Τέλος μια επιπλέον κατηγορία φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτού υμενίου. Στα φωτοβολταϊκά αυτού του τύπου εκτός από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου λεπτής επίστρωσης ταιριάζουν και φωτοβολταϊκά στοιχεία φτιαγμένα από διάφορα υλικά. Τα βασικότερα υλικά κατασκευής της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι η ένωση  $Cu^2/Cds$ , ο δισεληνοϊνδιούχος χαλκός, το τελουριούχο κάδμιο και το αρσενικό γάλλιο. Η απόδοση των συγκεκριμένων στοιχείων διακυμαίνεται από 10 έως 25 % και δείχνουν βασικά πλεονεκτήματα συγκριτικά με το πυρίτιο.<sup>21</sup>

## 2.7 Σύγκριση φωτοβολταϊκών με ανεμογεννήτριες

Βασικά χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας. Ως αναφορά τα φωτοβολταϊκά ισχύουν τα εξής:

- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι πιο αξιόπιστα και ζουν γύρω στα 25 χρόνια.
- Δρουν ακόμα και όταν δεν υπάρχει 100% ηλιοφάνεια.
- Είναι εφικτό να υπολογιστεί η ετήσια παραγόμενη ενέργεια με χρήση δεδομένων από τη μετεωρολογία της τοποθεσίας
- Ως αναφορά την εγκατάσταση το μέγεθός της είναι μικρότερο και το πιο βασικό είναι ότι δεν διαθέτει κινητά τμήματα και έτσι μια τέτοια εγκατάσταση έχει υψηλά επίπεδα καταλληλότητας και ασφάλειας για αστικές περιοχές.
- Η τοποθέτηση γίνεται επί της οροφής του σπιτιού και έτσι δεν χρειάζεται έξτρα διαθέσιμος χώρος εντός του σπιτιού.
- Έχουν μικρό κόστος για να συντηρηθούν.
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη σε ποσοστό 100%.
- Ως αναφορά την εγκατάσταση η ολοκλήρωσή της είναι πιο ταχύς και χρειάζεται λιγότερα καλώδια.
- Το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι υψηλότερο.

Ως αναφορά τις ανεμογεννήτριες υπάρχουν τα κάτωθι δεδομένα:

---

<sup>21</sup><http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4057/ΣΧΕΔΙΑΣΗ%20ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ%20ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ%20ΦΒ%20ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.pdf?;Zήρας%20Κοσμάς,Διπλωματική%20Εργασία:Σχεδίαση%20Αυτόνομου%20Υβριδικού%20Φωτοβολταϊκού%20Συστήματος,Τ.Ε.Ι.Πειραιά,Σ.Τ.Εφ.,Τμήμα%20Ηλεκτρολόγων%20Μηχανικών,Αιγάλεω%202017,σελίδες%2022-23>



- Το αρχικό κόστος για να εγκατασταθούν είναι μικρότερο.
- Δεν χρειάζεται συγκεκριμένος προσανατολισμός. Αυτό που απαιτείται είναι μια έκταση ελεύθερη σε οποιοδήποτε σημείο του οικισμού στην οποία θα ενταχθεί ο πύργος. Ο πύργος θα πρέπει να διαθέτει τέτοιο ύψος ώστε να μην αναμειγνύονται εμπόδια μεταξύ των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας και του αέρα. Αυτός λοιπόν είναι και ένας λόγος ώστε να μην εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.
- Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε πυκνοκατοικημένες περιοχές δεν υφίσταται λόγω ασφάλειας και αισθητικής.
- Για να λειτουργήσει η ανεμογεννήτρια θα πρέπει η ταχύτητα του ανέμου να υπερβαίνει το 6m/sec.
- Υπάρχει αστάθεια της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καθώς καταγράφονται μεταβολές της ταχύτητας και της φοράς του αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Η αιολική ενέργεια διαθέτει χαμηλό συντελεστή απόδοσης ο οποίος κυμαίνεται από 30 έως 35% ή λιγότερο, αναλόγως της ποιότητας και του μεγέθους της ανεμογεννήτριας.
- Επιβάλλεται να συντηρείται τακτικά η ανεμογεννήτρια, καθώς η χρήση οδηγεί σε φθορά των κινητών μερών της.
- Οι ανεμογεννήτριες έχουν δυσφημηθεί από διάφορες περιβαλλοντικές οργανώσεις ως ακατάλληλες για την πανίδα διότι τα πτερύγια των ανεμογεννητριών προκαλούν τραυματισμούς των πουλιών.

Ενώνοντας τα δύο σημαντικότερα χαρακτηριστικά μεταξύ των φωτοβολταϊκών με τις ανεμογεννήτριες καταλήγουμε στον εξής κανόνα: η διαμονή σε μέρος με επίπεδα ηλιοφάνειας αστικής ως έντονης ετήσια, όπου σημειώνονται χαμηλοί άνεμοι, ενδείκνυται για να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά για να παραχθεί ενέργεια. Αντιθέτως, η διαμονή σε μέρη αγροτικά με δυνατούς ανέμους καθιστά τις ανεμογεννήτριες την ιδανική λύση.<sup>22</sup>

## 2.8 Σύνθεση φωτοβολταϊκού συστήματος

Υπάρχουν τρεις τρόποι σύνθεσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος οι οποίοι είναι οι εξής:

- Σταθερές συστοιχίες. Ο πιο εύκολος τρόπος μιας συστοιχίας ενός φωτοβολταϊκού είναι ο σταθερός, που έχει το πλεονέκτημα τα τμήματα του να μένουν αμετακίνητα και το μειονέκτημά του είναι ότι δεν είναι εκτεθειμένο 100% στον ήλιο. Τα πλαίσια του εγκαθίστανται με πρόσοψη προς τον νότο και στρέφονται υπό μια γωνία ως προς την επιφάνεια της γης, η οποία πλησιάζει την γωνία του γεωγραφικού πλάτους. Την ίδια στιγμή, ο μακρής άξονας της φωτοβολταϊκής συστοιχίας έχει προσανατολισμό από την ανατολή στην δύση. Λόγω του ελαφρού τους βάρους και η απλότητα τους τις αποκαθιστά χρήσιμες για οικιακές χρήσεις.
- Συστοιχίες με ανακλαστήρες. Ο συγκεκριμένος τρόπος σύνθεσης βοηθά στο να αυξηθεί η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος με την χρήση ανακλαστήρων/κατόπτρων. Κατασκευάζονται σε ποικίλες μορφές όπως κοίλα, παραβολικά, ελλειπτικά, τριγωνικά και

<sup>22</sup> <https://www.in.gr/2011/07/01/greece/perivallon/anemogennitries-vs-fwtoiboltaika-poio-einai-katallilo-gia-esas/.in.gr>, Σταύρος Ζαμπέλης, Ενεργειακός Ηλεκτρολόγος Μηχανικός: Ανεμογεννήτριες vs Φωτοβολταϊκά: Ποιό είναι κατάλληλο για εσάς;, 1/7/2011.

κωνικά και ο σκοπός τους είναι να εμπλουτίζουν και να δίνουν προσοχή στο ποσό του ηλιακού φωτός προς τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και επίσης αυξάνουν την ένταση φωτός που προσπίπτει κατά ένα τρίτο. Επειδή το κόστος τους δεν τα κάνει ελκυστικά, με αποτέλεσμα αρκετές φορές να παίρνουν την θέση τους οι φακοί Fresnel, οι οποίοι ταιριάζουν το χαμηλό κόστος με την παράλληλη απόδοση οπτικής συγκέντρωσης. Οι φακοί αυτοί είναι φτιαγμένοι από ακρυλικό υλικό και πωλούνται στην αγορά σε δύο τύπους. Ο ένας τύπος που κατασκευάζεται με έγχυση σε παλούκι, προσφέρει μια συγκέντρωση 400 με απόδοση 85%, όμως ο δεύτερος κατασκευάζεται από λεπτά φύλλα και προσφέρει χαμηλότερη συγκέντρωση με απόδοση γύρω στο 90%.

- **Περιστροφικές συστοιχίες.** Οι συστοιχίες αυτές οι οποίες ακολουθούν τον ήλιο περιστρέφονται γύρω από άξονες και απαιτούν την χρήση συστημάτων προσανατολισμού με σκοπό την στόχευση και την παρακολούθηση του ήλιου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται υψηλή απόδοση συγκέντρωσης ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Στα συστήματα προσανατολισμού η συμβουλή των μηχανισμών γίνεται με την βοήθεια θερμοϋδραυλικών διατάξεων, μικροϋπολογιστών έτσι ώστε να προβλέπουν την αστρονομική θέση του ήλιου και των ηλιακών αισθητήρων, όπως φωτοαντιστάσεις και φωτοτρανζίστορ. Έτσι λοιπόν και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούν κινητά μέρη, ωστόσο το πλεονέκτημα της χρήσης των κινητών κατόπτρων αντί για κινητές συστοιχίες είναι ότι η καταπόνηση η οποία επιφέρεται στην συστοιχία αποφεύγεται. Ακόμη ένα πλεονέκτημα είναι ότι οι ανακλαστήρες θα πρέπει να περιστρέφονται το μισό από ότι οι συστοιχίες την στιγμή κατά την οποία η ανάκλαση διπλασιάζεται το φαινόμενο της κίνησης του κατόπτρου.<sup>23</sup>

## 2.9 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Οι βασικοί παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στην απόδοση των φωτοβολταϊκών είναι η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία. Ακόμη υπάρχουν και άλλοι παράγοντες όπως ο αέρας η βροχή και η μεταφορά ηλιακού φάσματος οι οποίοι επιδρούν αρνητικά την θερμοκρασία. Κάποιοι παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στην απόδοση των φωτοβολταϊκών είναι οι εξής:

### 1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία στην οποία τα φωτοβολταϊκά λειτουργούν σημαντικά είναι 25°C. Όμως κατά την θερινή περίοδο η θερμοκρασία των φωτοβολταϊκών συστημάτων διαφέρει. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία μειώνεται η διαφορά δυναμικού της ηλιακής κυψέλης, κ έτσι η σύνδεση ενός φορτίου επί των άκρων του μειώνει τη διαφορά δυναμικού. Επίσης υπάρχει περίπτωση όταν τα φωτοβολταϊκά λειτουργούν σε θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους 25°C τότε η ενέργεια που παράγουν μειώνεται αισθητά ξεπερνώντας και το 14%.

### 2. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η παραγόμενη ενέργεια σε ένα φωτοβολταϊκό ετησίως συνδέεται με την ηλιακή ακτινοβολία και συνδέεται άμεσα με την γεωγραφική θέση του φωτοβολταϊκού. Όταν αυξάνεται η ηλιακή

<sup>23</sup> [http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3809/auto\\_30172-](http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3809/auto_30172-31781.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[31781.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3809/auto_30172-31781.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Κόλλια Φωτεινή, Βασιλείου Ιωάννης, Πτυχιακή Εργασία: Λειτουργία των Φωτοβολταϊκών Στοιχείων και η Τεχνολογική Εξέλιξή τους σε Υβριδικά Φωτοβολταϊκά/Θερμικά Ηλιακά Συστήματα Νερού και Αέρα, Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολόγων Αυτοματισμού, σελίδες 19-21.

ακτινοβολία τότε έχουμε μεγαλύτερη αύξηση του ηλεκτρικού ρεύματος η οποία οφείλεται στην ανοδική παραγωγή ηλεκτρονίων.

### 3. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ

Η ταχύτητα του ανέμου είναι πολύ σημαντικός παράγοντας ως αναφορά τον καθορισμό της θερμοκρασίας ενός φωτοβολταϊκού δίοτι υψηλές ταχύτητες, προκαλούν χαμηλές θερμοκρασίες ως προς την λειτουργία τους. Ακόμα, η ύπαρξη ψυχρών ανέμων οδηγεί σε λειτουργία των φωτοβολταϊκών σε χαμηλότερες θερμοκρασίες συγκριτικά με αυτές που θα λειτουργούσαν όταν θα είχε άπνοια.

### 4. ΡΥΠΑΝΣΗ

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενδέχεται να ελαττωθεί εάν συσσωρευθεί σκόνη, φύλλα από χιόνι, αλάτι της θάλασσας, έντομα και άλλες βρωμικές επί της επιφάνειάς τους. Η ρύπανση είναι σημαντικό να μειωθεί σε αστικές και βιομηχανικές πόλεις εξαιτίας της αιθάλης που υπάρχει στην ατμόσφαιρα και είναι κολλημένη στην πλαστική ή γυάλινη επιφάνεια των φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα όταν βρέχει να μην μπορεί να ξεπλυθεί επαρκώς. Στην συγκεκριμένη περίπτωση λοιπόν απαιτείται σταδιακός καθαρισμός των φωτοβολταϊκών με απορρυπαντικό. Επίσης σε περιοχές που συνηθίζει να χιονίζει και να έχει έντονες ανεμοθύελλες τα φωτοβολταϊκά εγκαθίστανται με κλίση 90 μοιρών, ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση χιονιού, ή έστω με κλίση 45 μοιρών έτσι ώστε να περιορίζεται η σκόνη.

### 5. ΓΗΡΑΝΣΗ

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και τα λοιπά εξαρτήματα φθείρονται, φθορά που οδηγεί σε μια σταδιακή μείωση ως αναφορά την ποσότητα παραγωγής ηλεκτρονικού ισχύος, που ετησίως κυμαίνεται από 1% μέχρι 2%.

### 6. ΣΚΙΑΣΗ

Ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο απαρτίζεται από ηλιακές κυψέλες ίδιων χαρακτηριστικών τα οποία είναι συνδεδεμένα σε σειρά. Για αυτό τον λόγο είναι αρκετή η σκίαση ή η βλάβη μιας κυψέλης προκαλώντας έτσι την αχρήστευση του πλαισίου. Ακόμη όταν σκιάζεται μια κυψέλη σε σύνδεση με το με τον δυνατό φωτισμό υπάρχει πιθανότητα να καταστραφεί η κυψέλη και λόγω αυτού να αχρηστευτεί το πλαίσιο, διότι δεν μπορεί να αντικατασταθεί η κυψέλη που καταστράφηκε. Το συγκεκριμένο συμβάν λέγεται φαινόμενο θερμής κηλίδας. Για να μην συμβεί το συγκεκριμένο φαινόμενο πρέπει το φωτοβολταϊκό πλαίσιο να τροφοδοτηθεί με διόδους οι οποίες πρέπει να συνδεθούν παράλληλα με τα μέρη των κυψελών παρέχοντας την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το φωτοβολταϊκό πλαίσιο, ασχέτως με τον αν μια κυψέλη έχει καταστραφεί.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup>[dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/46426/ABUFARHA%20ISSA%20%20CERGASIA%20\(03111717\).pdf?sequence=1](https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/46426/ABUFARHA%20ISSA%20%20CERGASIA%20(03111717).pdf?sequence=1), Abufarha Issa, Διπλωματική Εργασία: Έλεγχος και Πιστοποίηση της Ποιότητας στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, Αθήνα, Αύγουστος 2017, σελίδες 43-46.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΝΟΜΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

### 3.1 Αρχή λειτουργίας των φωτοβολταϊκών

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο πρωτοεμφανίστηκε το 1839 από τον γάλλο φυσικό Έντμοντ Μπεκερέλ. Πάνω στο συγκεκριμένο φαινόμενο στηρίχτηκε η λειτουργία των φωτοβολταϊκών στο οποίο δημιουργείται ηλεκτρικό δυναμικό φορτίο μεταξύ δύο ανόμοιων υλικών, όταν η ίδια τους σύνδεση λαμβάνει ακτινοβολία φωτονίων. Τα υλικά αυτά δημιουργούνται από αλλοιωμένο πυρίτιο, κατά την δημιουργία των διόδων και των διπολικών τρανζίστορ. Ως συμπέρασμα, το ένα υλικό έχει έλλειψη από ένα ηλεκτρόνιο σθένους και απαρτίζει το p υλικό της διάταξης, καθώς το άλλο έχει επιπλέον ένα ηλεκτρόνιο σθένους και απαρτίζει το n υλικό. Όταν το φως του ήλιου αφομοιώνεται από την σύνδεση, η ενέργεια των απορροφόμενων φωτονίων μετακινείται στο υλικό του στοιχείου. Αφορά την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα ηλεκτρόνια των ατόμων του φωτοβολταϊκού στοιχείου και την δραπέτευση των ηλεκτρονίων από τα βασικά τους σημεία με αποτέλεσμα την παραγωγή ρεύματος.<sup>25</sup>

### 3.2 Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκού συστήματος

Η απόδοση των φωτοβολταϊκών προσδιορίζεται ως εξής:

$\eta = P_{out}/P_{in}$ , όπου  $P_{out}$  είναι η ηλεκτρική ισχύς εξόδου του φωτοβολταϊκού πλαισίου και  $P_{in}$  είναι το σύνολο της ισχύος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο πάνελ. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η απόδοση των φωτοβολταϊκών δεν εξαρτάται από την προσπίπτουσα ακτινοβολία σε αυτά.<sup>26</sup>

### 3.3 Μελέτη εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

Η μελέτη της εγκατάστασης περιλαμβάνει μια σειρά σταδίων, που θα οδηγήσουν στην εγκατάσταση. Είναι απαραίτητο να ακολουθούν μια ορισμένη αλληλουχία, που αρχίζει με την περιφέρεια του χώρου, τη μελέτη σκίασης, τη χωροθέτηση, τον υπολογισμό και τη διαστασιολόγηση της φωτοβολταϊκής μονάδας με βάση την χωροθέτηση χώρου που έχουμε κάνει, τη μέτρηση των DC και AC καλωδιώσεων αλλά και των διατάξεων προστασίας και την κατασκευή αντικευρανικής προστασίας αν αυτό είναι απαραίτητο από τους αντίστοιχους κανονισμούς, με βάση τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης

---

<sup>25</sup> <http://ikee.lib.auth.gr/record/291589/files/1.pdf>, Βουλβουκέλης Χρήστος, Διπλωματική Εργασία: Σχεδίαση, Μελέτη και Ανάλυση Φωτοβολταϊκού Συστήματος στην Περιοχή «Κούκος» της Κρήτης και Σύγκριση των Αποτελεσμάτων με τα Πραγματικά, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Θεσσαλονίκη 2013, σελίδα 5.

<sup>26</sup> <http://ikee.lib.auth.gr/record/291589/files/1.pdf>, Βουλβουκέλης Χρήστος, Διπλωματική Εργασία: Σχεδίαση, Μελέτη και Ανάλυση Φωτοβολταϊκού Συστήματος στην Περιοχή «Κούκος» της Κρήτης και Σύγκριση των Αποτελεσμάτων με τα Πραγματικά, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Θεσσαλονίκη 2013, σελίδα 9.

Τέλος εφόσον η εγκατάσταση είναι έτοιμη για να συνδεθεί με το δίκτυο και να τεθεί σε λειτουργία είναι απαραίτητος ο έλεγχος της σωστής λειτουργίας με την βοήθεια κατάλληλων μετρήσεων. Τα οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αποδεκτά από όλους και συμβάλλουν στην ανανέωση της ενέργειας και στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμη ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα που είναι 1 κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, τόσο όσο θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Όμως η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η μόλυνση της ατμόσφαιρας έχει σοβαρά αποτελέσματα στην υγεία και το περιβάλλον. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου ευθύνεται πλέον, σε παγκόσμιο αλλά και σε τοπικό επίπεδο, για τις απότομα αυξημένες θερμοκρασίες, ειδικά την καλοκαιρινή περίοδο, για την αυξημένη ξηρασία, αλλά είναι υπεύθυνο ακόμα και για την αύξηση της δύναμης των καιρικών συνθηκών, όπως για παράδειγμα τις απότομες και καταστροφικές πλημμύρες. Εν τέλει, το φωτοβολταϊκό σύστημα το οποίο έχει συνδεθεί με το δίκτυο περιλαμβάνει την φωτοβολταϊκή συστοιχία, τον μετατροπέα τάσεως DC-AC και δύο μετρητές για την ηλεκτρική ενέργεια που εξέρχεται και εισέρχεται<sup>27</sup>.

### 3.4 Οικονομική ανάλυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Η οικονομική αξιολόγηση μιας φωτοβολταϊκής επένδυσης ενός συστήματος υλοποιείτε με τα εξής οικονομικά στοιχεία:

Συνολικό κόστος αγοράς φωτοβολταϊκών συλλεκτών	25760.00 ευρώ
Συνολικό κόστος εγκατάστασης συλλεκτών	10120.00 ευρώ
Κόστος μετατροπέα τάσεων DC-AC	18000.00 ευρώ
Κόστος ελέγχου και προστασίας	5500.00 ευρώ
Κόστος μετρητή ΔΕΗ	6300.00 ευρώ
Κόστος γραμμής μεταφοράς προς το δίκτυο της ΔΕΗ	0.00 ευρώ
Κόστος οικοπέδου	0.00 ευρώ
Συνολικό κόστος εγκατάστασης	65680.00 ευρώ
Ποσοστό επιδότησης για την περιοχή	0.00 %
Ποσοστό επιδότησης για το είδος της επιχείρησης	0.00 %
Πληθωρισμός	0.00 %
Διάρκει δανείου	0 χρόνια
Ετήσιο κόστος συντήρησης της εγκατάστασης	0.00 ευρώ
Ετήσιο κόστος φύλαξης χώρου	0.00 ευρώ

<sup>27</sup>[https://www.dimostempon.gr/images/news/2020/07/Gymnasio-Lykeio\\_Gonnwn/meleth\\_FB\\_NEO.pdf](https://www.dimostempon.gr/images/news/2020/07/Gymnasio-Lykeio_Gonnwn/meleth_FB_NEO.pdf), Βασιλική Μπαρμπούτη Πολιτικός Μηχανικός Τ.Ε., Γεωργία Χαδούλου Μηχανολογός Μηχανικός Π.Ε., Μελέτη: Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας και Εφαρμογής Τεχνολογιών Α.Π.Ε. στο Γυμνάσιο – Λύκειο Γόννων, Δήμος Τεμπών, Γόννοι Λάρισας, Απρίλιος 2019, σελίδες 6-7.

Περίοδος χάριτος δανείου	0
Τιμή αγοράς kwh από την ΔΕΗ	0.08 ευρώ
Ρυθμός αύξησης τη ζητιμής αγοράς ρεύματος	0.00 %
Ετήσιο τραπεζικό επιτόκιο	0.00 %
Διάρκεια ζωής εγκατάστασης	25 χρόνια

Από τα παραπάνω στοιχεία που καταγράφηκαν υπολογίζονται τα οικονομικά μεγέθη που είναι υπεύθυνα για την βιωσιμότητα της εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος:

Καθαρά παρούσα αξία	59031.17 ευρώ
Απόσβεση	15 χρόνια
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης της επένδυσης	5.20 <sup>28</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ

### 4.1 Φωτοβολταϊκό πάρκο-Ορισμός

- Τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι συγκεκριμένες μονάδες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη την ηλιακή ενέργεια, η οποία προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία. <sup>29</sup> Τα φωτοβολταϊκά πάρκα για να υλοποιηθούν χρειάζονται συγκεκριμένο εξοπλισμό ο οποίος είναι ο εξής:
- Φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Αναστροφείς
- Βάσεις που στηρίζονται τα πλαίσια
- Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός όπως καλωδιώσεις dc και ac, ασφαλειοδιακόπτες, μετασχηματιστής σύνδεσης με το δίκτυο ή μπαταρίες.
- Προστασία από τους κεραυνούς
- Συστήματα ανίχνευσης ηλιακής ενέργειας-θερμοκρασίας δεν είναι υποχρεωτικός ο εξοπλισμός αυτός.
- Συστήματα αυτόματης καταγραφής παραγωγής ενέργειας. <sup>30</sup>

<sup>28</sup> [https://www.dimostempon.gr/images/news/2020/07/Gymnasio-Lykeio\\_Gonnwn/meleth\\_FB\\_NEO.pdf](https://www.dimostempon.gr/images/news/2020/07/Gymnasio-Lykeio_Gonnwn/meleth_FB_NEO.pdf), Βασιλική Μπαρμπούτη Πολιτικός Μηχανικός Τ.Ε., Γεωργία Χαδούλου Μηχανολόγος Μηχανικός Π.Ε., Μελέτη: Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας και Εφαρμογής Τεχνολογιών Α.Π.Ε. στο Γυμνάσιο – Λύκειο Γόννων, Δήμος Τεμπών, Γόννοι Λάρισας, Απρίλιος 2019, σελίδα 16.

<sup>29</sup> <http://www.bener.gr/φωτοβολταϊκά-πάρκα/>, ΜΠΕΝΕΡ Α.Ε., Φωτοβολταϊκά Πάρκα.

<sup>30</sup> <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CMNG2115/2015/ΑΝΟΙΚΤΑ%20ΜΑΘΗΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ/Μάθημα%204%20-%20Φωτοβολταϊκά%20Πάρκα.pdf>, Ελευθέριος Αμμανατίδης, Ήπιες Μορφές Ενέργειας Ενότητα 4: Φωτοβολταϊκά Πάρκα, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, σελίδα 9.

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα τοποθετούνται εντός αγροτεμαχίων, χωραφιών, οικοπέδων και η ισχύς τους είναι 500kW ή 100kW και η συγκεκριμένη έκταση που χρειάζεται για να καλύψουν τα 500kW χρειάζονται 7,5 στρέμματα και πάνω, όμως για την κάλυψη των 100kW χρειάζονται 3 στρέμματα. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα τοποθετούνται εκ μέρους ιδιωτών και αγροτών για τους οποίους υπάρχει έξτρα επιδότηση για τα πάρκα αυτά.<sup>31</sup>

#### 4.2 Φωτοβολταϊκό πάρκο 500 kWp

Για την εγκατάσταση του συγκεκριμένου τύπου φωτοβολταϊκού πάρκου απαιτούνται κάποια συγκεκριμένα βήματα τα οποία είναι τα κάτωθι:

- Βεβαίωση απαλλαγής από Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων με συγκεκριμένες εξαιρέσεις όπου χρειάζεται η ΕΠΟ, η οποία δαπανείται από την αρμόδια περιφέρεια.
- Έγκριση μικρών εργασιών από την πολεοδομία
- Προσφορά σε όρους σύνδεσης από την ΔΕΔΔΗΕ
- Υπογραφή της σύμβασης της αγοραπωλησίας με τον ΔΑΠΕΕΠ δηλαδή τον διαχειριστή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εγγύησης προέλευσης.

Όμως για την παραγωγή φωτοβολταϊκού πάρκου με ισχύ μικρότερη ή ίση με 1MW επιτρέπεται σε αγροτεμάχια που χαρακτηρίζονται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας με την προϋπόθεση ότι τα φωτοβολταϊκά πάρκα στα οποία δαπανούνται κάποιες προσφορές σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή υποστηρίζουν αγροτικές εκτάσεις πολυαριθμιζόμενες με αγροτικές εκτάσεις που υποστηρίζουν φωτοβολταϊκά πάρκα που έχουν τεθεί σε λειτουργία ή τους έχουν δαπανηθεί προσφορές σύνδεσης και έτσι με αυτό τον τρόπο δεν ξεπερνούν το 1% του συνόλου των εκτάσεων που έχουν καλλιεργηθεί από την κάθε περιφερειακή ενότητα.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> <https://selasenergy.gr/interconnected.php>, HelioSystems, Φωτοβολταϊκά Πάρκα, 2020.

<sup>32</sup> [https://www.sunwindenergy.gr/services\\_more.php?id=50171523186352](https://www.sunwindenergy.gr/services_more.php?id=50171523186352), SUNWIND ENERGY FOR ALL, Φωτοβολταϊκό Πάρκο 500KW, Καλαμαρία 2020.





Εικόνα 7: Φωτοβολταϊκό Πάρκο 20 kWp



Εικόνα 8: Φωτοβολταϊκό Πάρκο 40 kWp





Εικόνα 9:Φωτοβολταϊκό Πάρκο 85 kWp



Εικόνα 10:Φωτοβολταϊκό Πάρκο 100 kWp

ΠΗΓΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ:<https://selasenergy.gr/interconnected.php>







Εικόνες 11 και 12: Φωτοβολταϊκό πάρκο 100kWp στην Αγιά Λάρισα

ΠΗΓΗ: <https://sunen.gr/ergo/100kw-f-v-parko-agia-larisa/>



Εικόνα 13:Φωτοβολταϊκό πάρκο 500kwp στον Αυλώνα Αττικής

ΠΗΓΗ:<http://www.temek.gr/myportfolio/fotovoltaiko-parko-500kwp-aulona-attikis/>



### 4.3 Φωτοβολταϊκό πάρκο 100 kWp

Η διαδικασία εγκατάστασης για τον συγκεκριμένο τύπο φωτοβολταϊκού είναι η εξής:

- Μελέτη δηλαδή η βελτιστοποίηση μεταξύ των φωτοβολταϊκών γεννητριών και μετατροπών δικτύου για τον χώρο επένδυσης. Ακόμη η χωροταξική τοποθέτηση του υλικού για την αριστοποίηση της κάλυψης και την μείωση των απωλειών
- Πραγματοποίηση κατασκευής της βάσης δηλαδή συναρμολόγηση
- Στήριξη των φωτοβολταϊκών γεννητριών στις βάσεις
- Πραγματοποίηση καλωδίωσης μεταξύ των φωτοβολταϊκών και των μετατροπέων ισχύος. Ακόμη γίνεται σύνδεση των μεταλλικών στηρίξεων με την γείωση του πάρκου.
- Διατάξεις ζεύξης/απόζευξης των φωτοβολταϊκών.
- Πίνακες συνδέσεων των φωτοβολταϊκών
- Πραγματοποίηση καλωδίωσης μεταξύ των μετατροπέων ισχύος με βασικό πίνακα AC.
- Βασικός πίνακας AC. Αν το φωτοβολταϊκό πάρκο έχει μεγαλύτερη ισχύς από 100kWp τότε η εγκατάσταση περιλαμβάνει και τις διατάξεις ανύψωσης.

Για την υλοποίηση ενός φωτοβολταϊκού πάρκου υπάρχουν κάποια επιπλέον κόστη που επηρεάζουν είτε λίγο είτε πολύ την τελική κοστολόγηση. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής:

- Άδειες και προετοιμασία χαρτιών και φακέλων. Για να ολοκληρωθούν οι διαδικασίες απαιτούνται κάποιες άδειες και ίσως κάποιες μελέτες.
- Να διαμορφωθεί το οικόπεδο, δηλαδή περαιώση χωματουργικών εργασιών, καθώς και εργασιών υποδομής όπως βάσεις μπετού, σωληνώσεις για τις καλωδιώσεις, φρεάτια, περιφράξεις.
- Γείωση. Ως αναφορά την γείωση είναι σοβαρή περίπτωση κοστολόγησης διότι συνδέεται άμεσα με την κατάσταση του εδάφους και δεν υπάρχει από την αρχή κάποια ένδειξη κόστους.
- Προστασία από κεραυνούς. Και σε αυτήν την περίπτωση επηρεάζεται το έδαφος και για αυτό δεν υπάρχει παγιωμένο κοστολόγιο.
- Φύλαξη και επίβλεψη του χώρου. Με αποδεκτά στοιχεία ότι το συνολικό κόστος επένδυσης κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα θα πρέπει να γίνει μέριμνα από τον τελικό επενδυτή ώστε να φυλάξει και να επιβλέψει την παρουσία του.
- Σύνδεση με την ΔΕΗ που αφορά του μετρητές ώστε να έχουν σταθερό τιμολόγιο.

### 4.4 Τεχνική περιγραφή φωτοβολταϊκού πάρκου 100 kWp

- Το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό πάρκο πραγματοποιείται με χρήση 570 συνολικά φωτοβολταϊκών γεννητριών από την εταιρεία Sharp, με μέγιστη ισχύ 175 Wp με μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Η μέγιστη ισχύ του πάρκου είναι 99,75 kWp. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα τοποθετηθούν σε μεταλλική κατασκευή της εταιρείας Conergy. Η συγκεκριμένη μεταλλική κατασκευή είναι κατάλληλα σχεδιασμένη για ανάλογης κλίμακας φωτοβολταϊκά πάρκα όπως είναι αυτά και έχουν δοκιμαστεί σε πολλά φωτοβολταϊκά έργα σε Ελλάδα και Ευρώπη. Επί κάθε μεταλλικής κατασκευής εγκαθίστανται 33 φωτοβολταϊκές γεννήτριες του παραπάνω τύπου. Στο σύνολο απαιτούνται 18 τέτοιες κατασκευές με αποτέλεσμα 17 βάσεις του παραπάνω τύπου με εγκατεστημένες 33 φωτοβολταϊκές γεννήτριες και 1 βάση με τις υπόλοιπες

9 να είναι εγκατεστημένες. Για την άμμεση απόδοση στην ενέργεια που παράγεται αλλά και στην μείωση των απωλειών εξαιτίας των αποστάσεων και του κόστους των καλωδίων συνεχούς ρεύματος, συνιστάται να χρησιμοποιηθούν πολλοί μετατροπείς δικτύου τύπου string αντί να χρησιμοποιηθούν κεντρικοί μετατροπείς δικτύου. Στους 10 με 15 μετατροπείς SMC 600 TL θα συνδεθούν 39 φωτοβολταϊκές γεννήτριες σε 3 σειρές και θα αποτελούνται από 13 γεννήτριες σε σειρά συνδεσμολογία. Στους υπόλοιπους 5 μετατροπείς θα συνδεθούν 36 γεννήτριες σε 3 σειρές και θα αποτελούνται από 12 γεννήτριες σε σειρά συνδεσμολογία. Ο χώρος που χρειάζεται για την πραγματοποίηση του παραπάνω φωτοβολταϊκού πάρκου είναι περίπου 1.450 τετραγωνικά μέτρα. Στην συγκεκριμένη έκταση έχουν γίνει οι κατάλληλες προβλέψεις ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο σκίασης των φωτοβολταϊκών αλλά και των ανάλογων διαδρόμων για την επίσκεψη σε διάφορα μέρη του πάρκου. Τέλος οι εγγυήσεις του εξοπλισμού είναι οι εξής:

- Φωτοβολταϊκές γεννήτριες: 2 χρόνια για το υλικό, 10 χρόνια για ελάχιστη απόδοση 90% και 25 χρόνια για ελάχιστη απόδοση 80%
- Μετατροπείς ισχύος 5 χρόνια για το υλικό
- Βάση στήριξης 10 χρόνια<sup>33</sup>

Η έκταση που απαιτείται για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου είναι ο χώρος που έχει σκιά και έτσι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει να τοποθετούνται με κατεύθυνση τον νότο και με κλίση 30°. Ως αναφορά το κόστος ενός φωτοβολταϊκού πάρκου είναι γύρω στα 2 ευρώ το W δηλαδή αν είναι 100 kWp τότε κοστίζει 20.000 ευρώ. Η δανειοδότηση που συνήθως παρέχεται από την τράπεζα είναι περίπου το 75% του συνολικού κόστους και με επιτόκιο γύρω στο 7 με 8%. Τα συγκεκριμένα ποσοστά όμως δεν είναι ίδια για όλους και διαφοροποιούνται αναλόγως της τράπεζας και του πελάτη ή επενδυτή.<sup>34</sup>

#### 4.5 Επενδυτικός σταθμός για φωτοβολταϊκά πάρκα

Βλέπουμε ότι τα τελευταία χρόνια οι άνθρωποι επενδύουν στα φωτοβολταϊκά και έτσι το θεσμικό πλαίσιο αναπροσαρμόζεται συνέχεια και μπαίνει σε μια νέα πραγματικότητα. Υπάρχουν λοιπόν κάποιες συγκεκριμένες επιλογές οι οποίες διαφοροποιούνται αναλόγως του είδους και του μεγέθους της επένδυσης που θέλουν να κάνουν. Αυτές οι επιλογές είναι οι εξής:

1. Πώληση της ενέργειας που παράγεται στο δίκτυο
  - 1.1 Δηλαδή με σταθερές τιμές ανά κιλοβατώρα οι οποίες αναφέρονται σε συστήματα ισχύος έως 500 kWp ή 1 MWp απαραίτητα στις ενεργειακές κοινότητες.
  - 1.2 Συμμετέχουν σε διαδικασίες ανταγωνισμού που αφορούν τα συστήματα ισχύος μεγαλύτερης των 500 kWp ή 1 MWp.
  - 1.3 Συμμετέχουν απευθείας στις χονδρεμπορικές αγορές του χρηματιστηρίου ενέργειας
  - 1.4 Με συννένωση ιδιωτικών συμβάσεων που αφορούν την πώληση με του καταναλωτές που ενδιαφέρονται για αυτήν την πώληση.

<sup>33</sup> [http://1-solar.gr/product\\_6/index.htm](http://1-solar.gr/product_6/index.htm), 1-Solar Network, Πληροφορίες Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκού Πάρκου 100KW.

<sup>34</sup> [http://www.helios-energeiaki.gr/PVparks\\_faq.htm](http://www.helios-energeiaki.gr/PVparks_faq.htm), Helios Ενεργειακή Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Τί κόστος έχει ένα Φωτοβολταϊκό Πάρκο; Υπάρχει επιδότηση για μια τέτοια επένδυση; Τι δυνατότητες υπάρχουν για Δανειοδότηση;, 2011.

## 2. Ιδιοκατανάλωση παραγώμενης ενέργειας

### 2.1 Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό

2.2 Αυτοπαραγωγή πουλώντας έως και το 20% της ενέργειας που παράγεται το οποίο αφορά κυρίως τις επιχειρήσεις.<sup>35</sup>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ-ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ**

**5.1** Σύμφωνα με τον τρόπο σύνδεσης των φωτοβολταϊκών υπάρχουν δύο τρόποι σύνδεσης ο ένας είναι σε συνδυασμό με τον ΔΕΔΔΗΕ και ο άλλος είναι ανεξάρτητα από τον ΔΕΔΔΗΕ. Ένα σύστημα που παράγει ηλεκτρισμό με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συσχετισμό με τον ΔΕΔΔΗΕ και αυτό το σύστημα ονομάζεται διασυνδεδεμένο. Στο συγκεκριμένο σύστημα κάποιος είναι υποχρεωμένος να δώσει το ηλιακό ρεύμα στο δίκτυο αντίτιμο μιας συγκεκριμένης τιμής που σου ορίζει ο νόμος συνεχίζοντας όμως να αγοράζει ρεύμα από την ΔΕΗ μέχρι και στις μέρες μας για να υποστηρίξει κάποιες δικές του ανάγκες εφόσον προκύψουν. Έχει έναν μετρητή ο οποίος μετράει την εισερχόμενη και την εξερχόμενη ενέργεια. Ο δεύτερος τρόπος σύνδεσης είναι αυτόνομα χωρίς την βοήθεια του ΔΕΔΔΗΕ καλύπτοντας έτσι τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής ανάγκης. Ακόμη ως αναφορά την διαρκή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, θα πρέπει ως αναφορά την εγκατάσταση να διαθέτει μια μονάδα αποθήκευσης όπως για παράδειγμα τις μπαταρίες ελέγχοντας και την ενέργεια. Τέλος σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συστήματα παροχής αδιάκοπης ενέργειας. Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν το σύστημα μπορεί να είναι σε σύνδεση με τον ΔΕΔΔΗΕ, όμως προσφέρει μπαταρίες έτσι ώστε να επωμίζεται στην κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση που υπάρξει διακοπή ρεύματος ανεξάρτητα από το πόσο θα κρατήσει αυτή.

Τώρα ως αναφορά τις προδιαγραφές των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις ώστε να διατεθούν στην αγορά. Τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά θα πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές όπως CEC 503 ή EN 61215 ή IEC 61215 ή ισοδύναμες, όμως του λεπτού υμενίου την προδιαγραφή IEC 61646 ή ισοδύναμες και οι αντιστροφείς την προδιαγραφή του προτύπου DIN EN 60529. Οι συγκεκριμένες προδιαγραφές, εκτιμούν μια σειρά από πειράματα τα οποία διαβεβαιώνουν με αυτό τον τρόπο την καλή λειτουργία και την αντοχή των πλαισίων. Τα πειράματα αυτά περιέχουν δοκιμές σε ειδικευμένα εργαστήρια έχοντας ως στόχο την αντοχή των πλαισίων σε υπερβολικές συνθήκες, επίπεδα υψηλών ή χαμηλών θερμοκρασιών, κατάσταση υψηλής υγρασίας, περιπτώσεις χαλαζόπτωσης, πιέσεις, περιπτώσεις ελκυσμών και ταλαντώσεων. Έτσι σύμφωνα με τις παραπάνω δοκιμές το πλαίσιο δεν καταφέρει να περάσει τα πειράματα τότε το συγκεκριμένο είδος δεν παίρνει την πιστοποίηση και έχοντας έτσι μη εμπορικό μέλλον<sup>36</sup>.

---

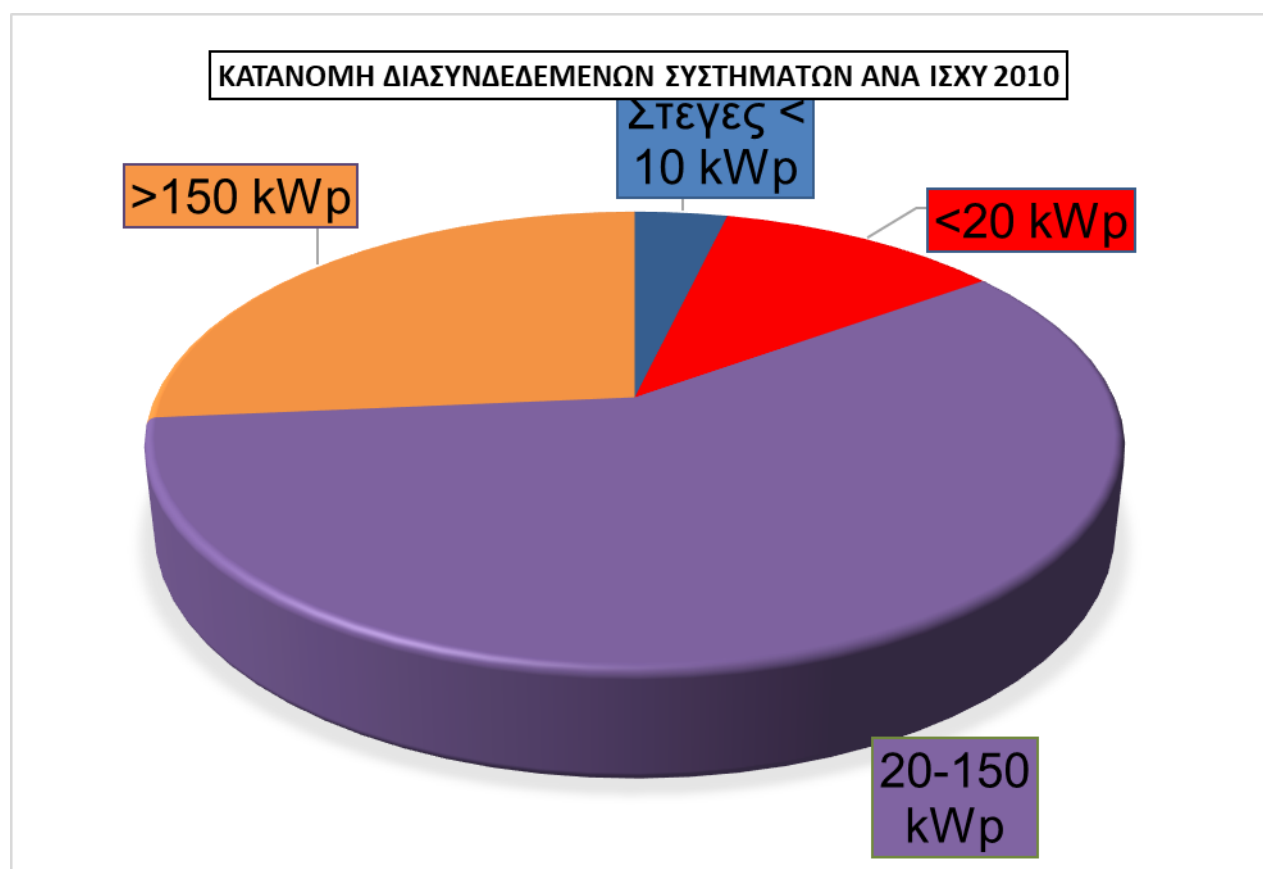
<sup>35</sup> [helapco.gr/pdf/HELAPCO\\_PV\\_Investment\\_Guide.pdf](http://helapco.gr/pdf/HELAPCO_PV_Investment_Guide.pdf), Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Ένας πρακτικός οδηγός για επενδύσεις στα φωτοβολταϊκά, Αθήνα, Νοέμβριος 2011, σελίδα 2.

<sup>36</sup> [helapco.gr/pdf/PV\\_Guide\\_Aug\\_2013.pdf](http://helapco.gr/pdf/PV_Guide_Aug_2013.pdf), Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Φωτοβολταϊκά: Ένας Πρακτικός Τεχνικός Οδηγός, Αθήνα, Αύγουστος 2013, σελίδες 11-12 και 24.

## 5.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΤΗΝ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΔΕΚΑΕΤΙΑ 2010-2020

### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2010

Στέγες < 10 kWp	3.7
<20 kWp	11.4
20-150 kWp	58.9
>150 kWp	26.0



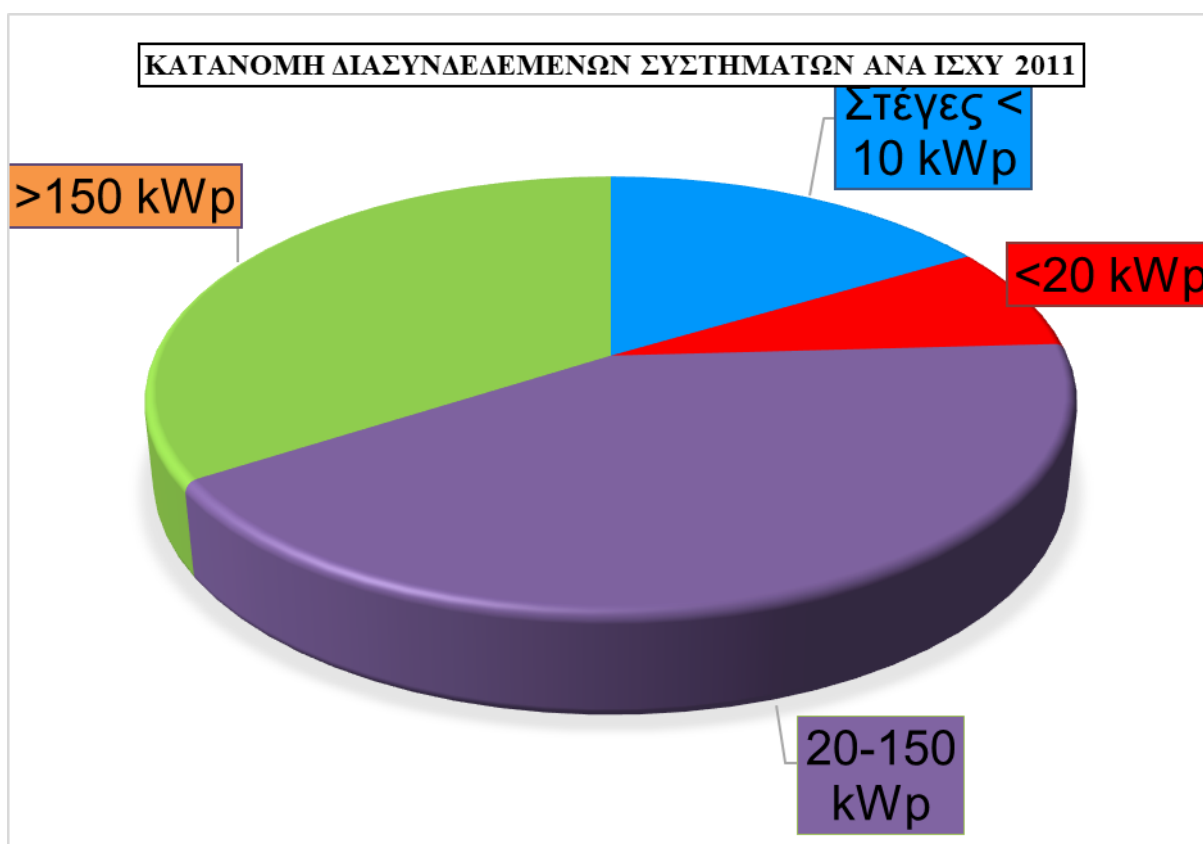
Μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών	Προϊόντα	Περιοχή	Ετήσια δυναμικότητα	Παραγωγή 2010	Αριθμός εργαζομένων
Exel Group	Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Κιλκίς	50 MW	50 MW	50 MW
Heliosphera	Thin Film	Τρίπολη	60 MW	24	197
Silcio/Piritium	Cells, Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Πάτρα	29/9,5 MW	20,2/7,76	122
Solar Cells Hellas	Wafers, Cells, Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Πάτρα και Θήβα	80/80/80MW	50/48/10	320
Stel Solar	Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Κιλκίς	10 MW	1,3	25



Την συγκεκριμένη χρονιά οι εξαγωγές που έγιναν ως αναφορά τα πάνελ ήταν 40 MW, τα κελιά ήταν 48 MW και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ήταν 19 MW. Τέλος ως αναφορά τις θέσεις εργασίας στον τομέα των φωτοβολταϊκών προσλήφθηκαν για πλήρη απασχόληση 4.250 άτομα.

### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2011

Στέγες < 10 kWp	16.4
<20 kWp	7.7
20-150 kWp	41.8
>150 kWp	34.1



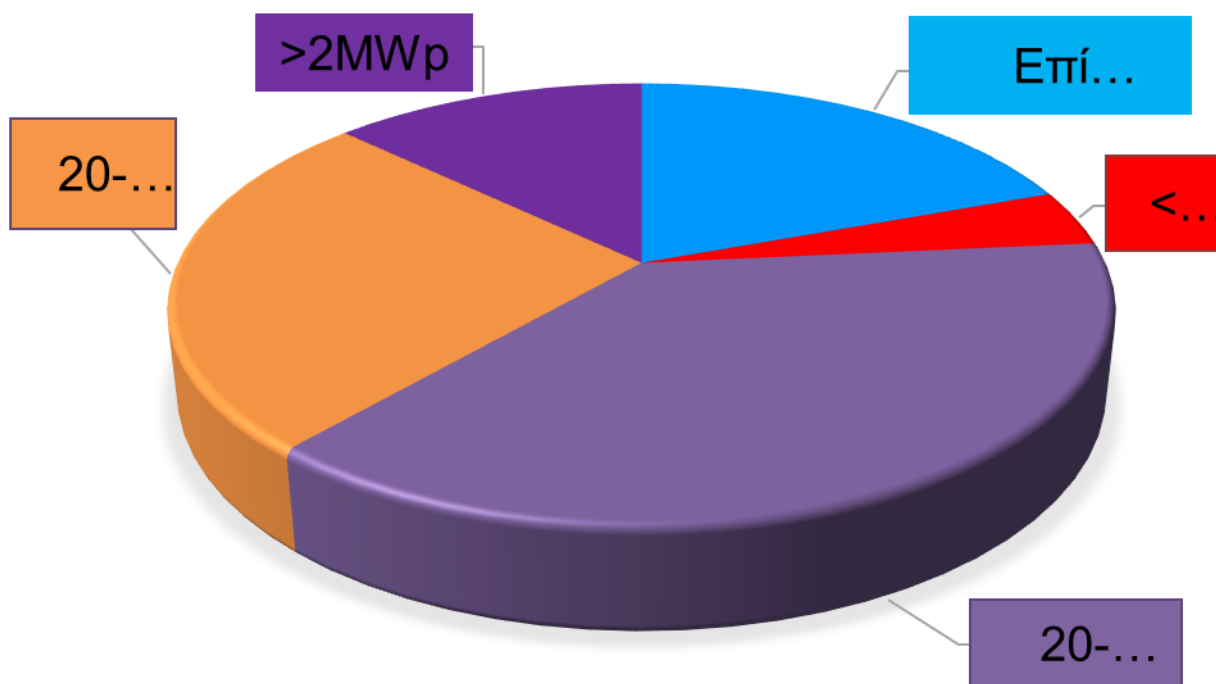
Μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών	Προϊόντα	Περιοχή	Ετήσια δυναμικότητα
Exel Group	Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Κιλκίς	50 MW
Heliosphera	Thin Film	Τρίπολη	60 MW
Silcio/Piritium	Cells, Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Πάτρα	30/20 MW
Solar Cells Hellas	Wafers, Cells, Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Πάτρα και Θήβα	80/80/60MW
Stel Solar	Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Κιλκίς	10 MW

Η συγκεκριμένη χρονιά ήταν ποιο παραγωγική από την προηγούμενη ως αναφορά την παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων καθώς παράχθηκαν 68 MW 20 MW περισσότερα από ότι πέρσι και το ποσοστό των εξαγωγών αυτής της χρονιάς ανέρχεται σε ποσοστό 15%. Τέλος οι θέσεις εργασίας στις οποίες προσλήφθηκαν άτομα για πλήρη απασχόληση ανέρχεται σε 8.425 διπλάσια από την προηγούμενη χρονιά.

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2012

Επί στεγών <10 kWp	19.4
<20 kWp	4.1
20-150 kWp	37.9
150 kWp-2 MWp	25.7
>2MWp	12.9

**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΙΣΧΥ 2012**

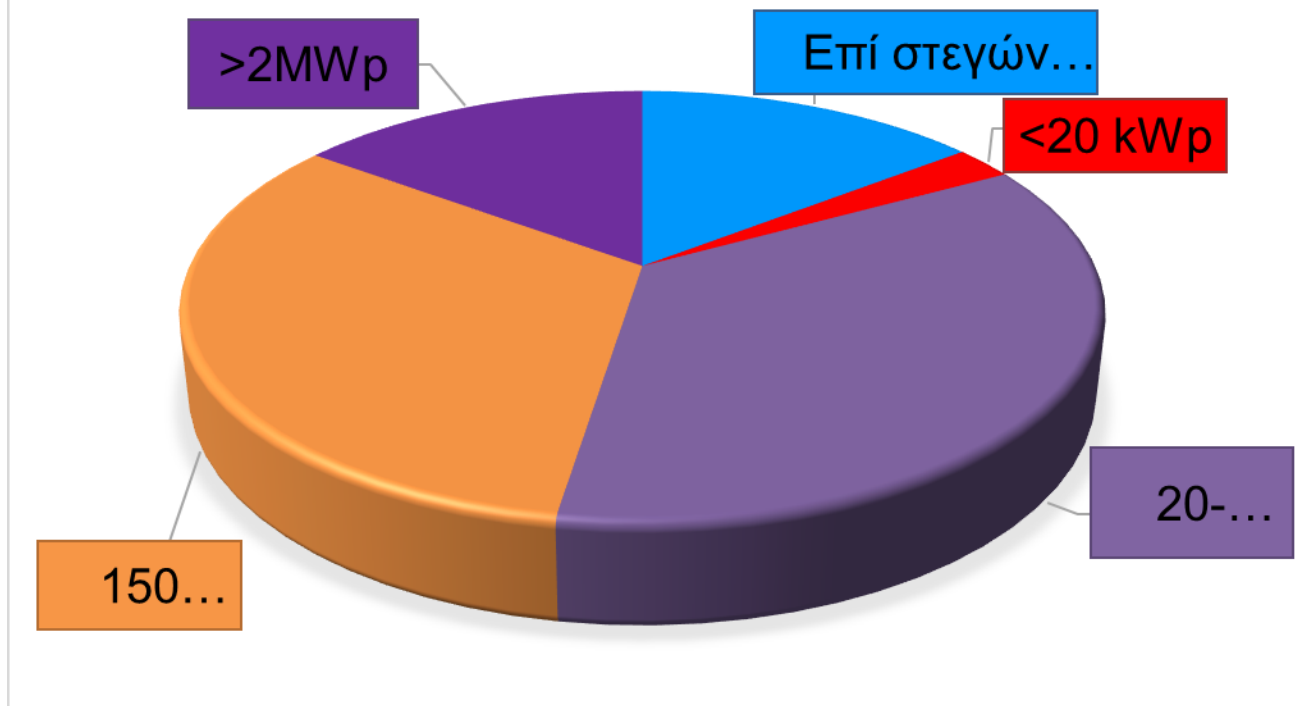


**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2013**

Σε αυτή την χρονία σε ότι αφορά την προσφορά των φωτοβολταϊκών στα δημόσια έσοδα στην Ελλάδα παράχθηκε το 0,84% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο οποίο το 40% έχει σχέση με την προστιθέμενη εγχώρια αξία. Ακόμη εισπράχθηκε ΦΠΑ το λιγότερο 10 εκατομμύρια ευρώ από τις νέες εγκαταστάσεις. Τέλος δημιουργήθηκαν έσοδα που άγγιξαν τα 10 εκατομμύρια ευρώ και την πενταετία 2008-2013 καλύφθηκαν 5 δισεκατομμύρια ευρώ στα φωτοβολταϊκά στην Ελλάδα.

Επί στεγών <10 kWp	14.5
<20 kWp	2.5
20-150 kWp	35.5
150 kWp-2 MWp	32.6
>2MWp	14.9

**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΙΣΧΥ 2013**



Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2013	1.042,5
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2013	2.578,8

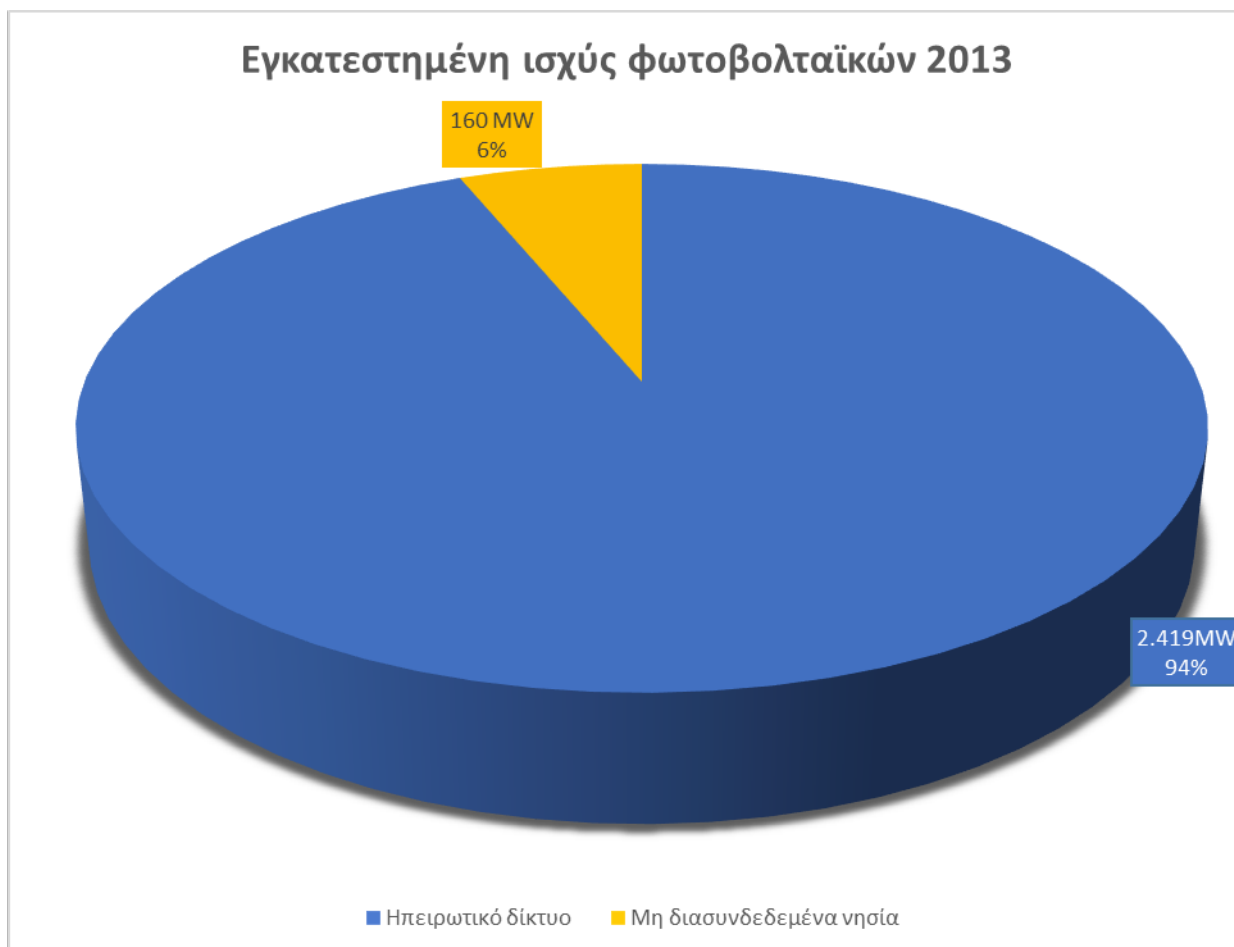
Διασυνδεδεμένα συστήματα ανά κατηγορία	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (MWp)
Στέγες <10 kWp	372,7
<20 kWp	65
20-150 kWp	917
150 kWp-2 MWp	843,2
>2 MWp	380,9

Αριθμός φωτοβολταϊκών πάρκων	14.417
Αριθμός οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων	41.217
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών σταθμών	55.634

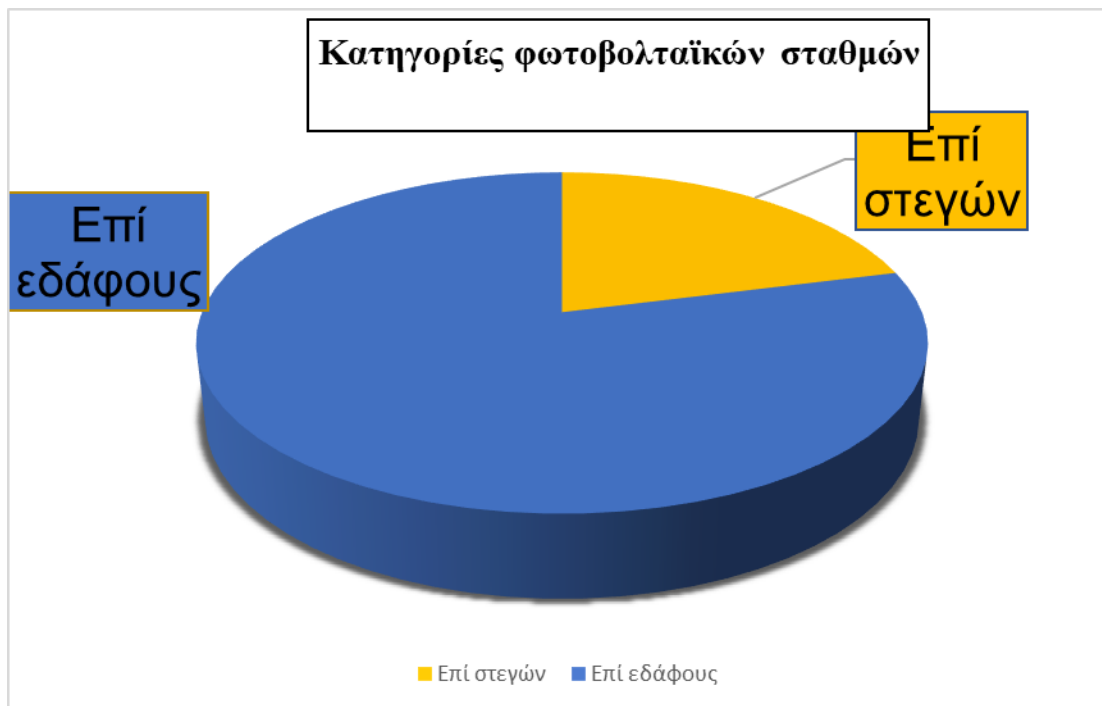
Συμβολή φωτοβολταϊκών στο ενεργειακό ισοζύγιο	
Ποσοστό επί της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το 2013	6,73%
Ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας το 2013	6,67%

Top-10	Χώρα	Νέα εγκατεστημένη ισχύς (GWp) το 2013
1	Κίνα	12,9
2	Ιαπωνία	6,9
3	ΗΠΑ	4,8
4	Γερμανία	3,3
5	Βρετανία	1,55
6	Ιταλία	1,45
7	Ινδία	1,1
8	Ρουμανία	1,1
9	<b>Ελλάδα</b>	1,04
10	Αυστραλία	0,8

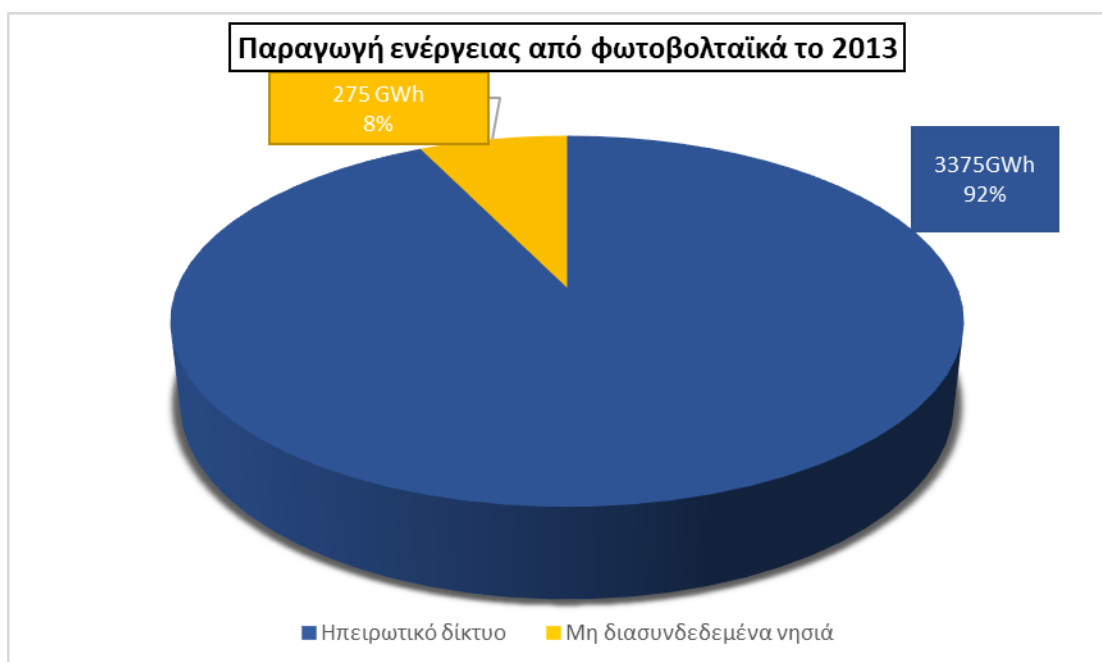
160 MW	6
2.419 MW	94



533 MW	21.0
2046 MW	79.0

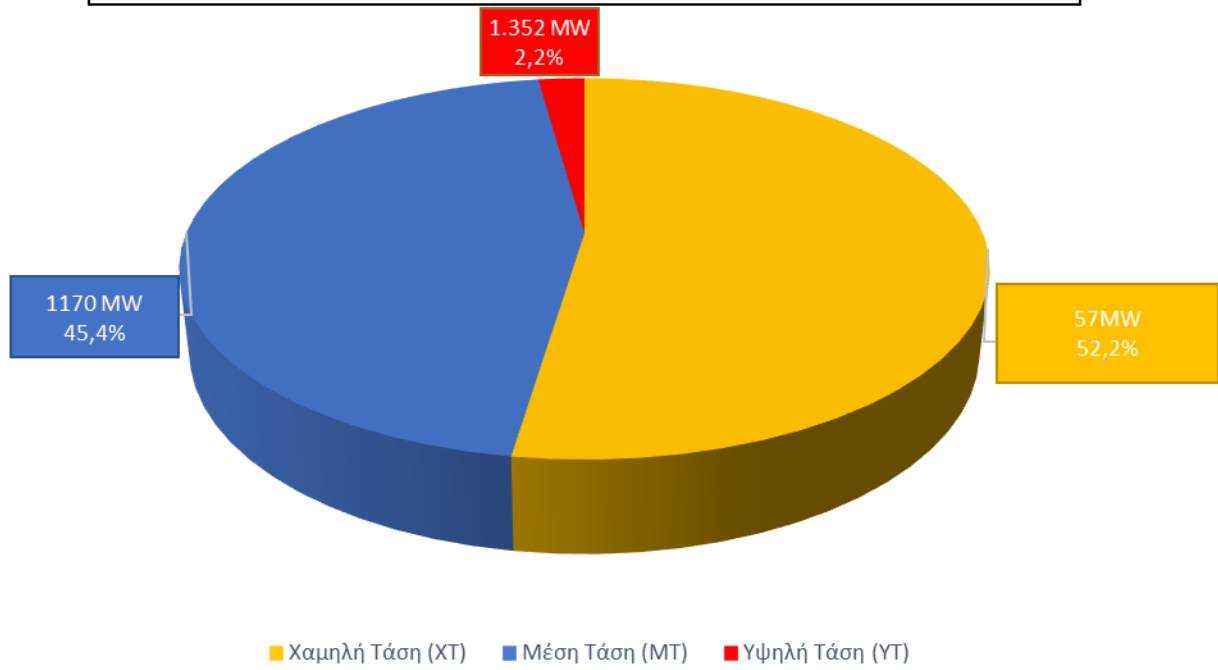


3375GWh	92
275GWh	8

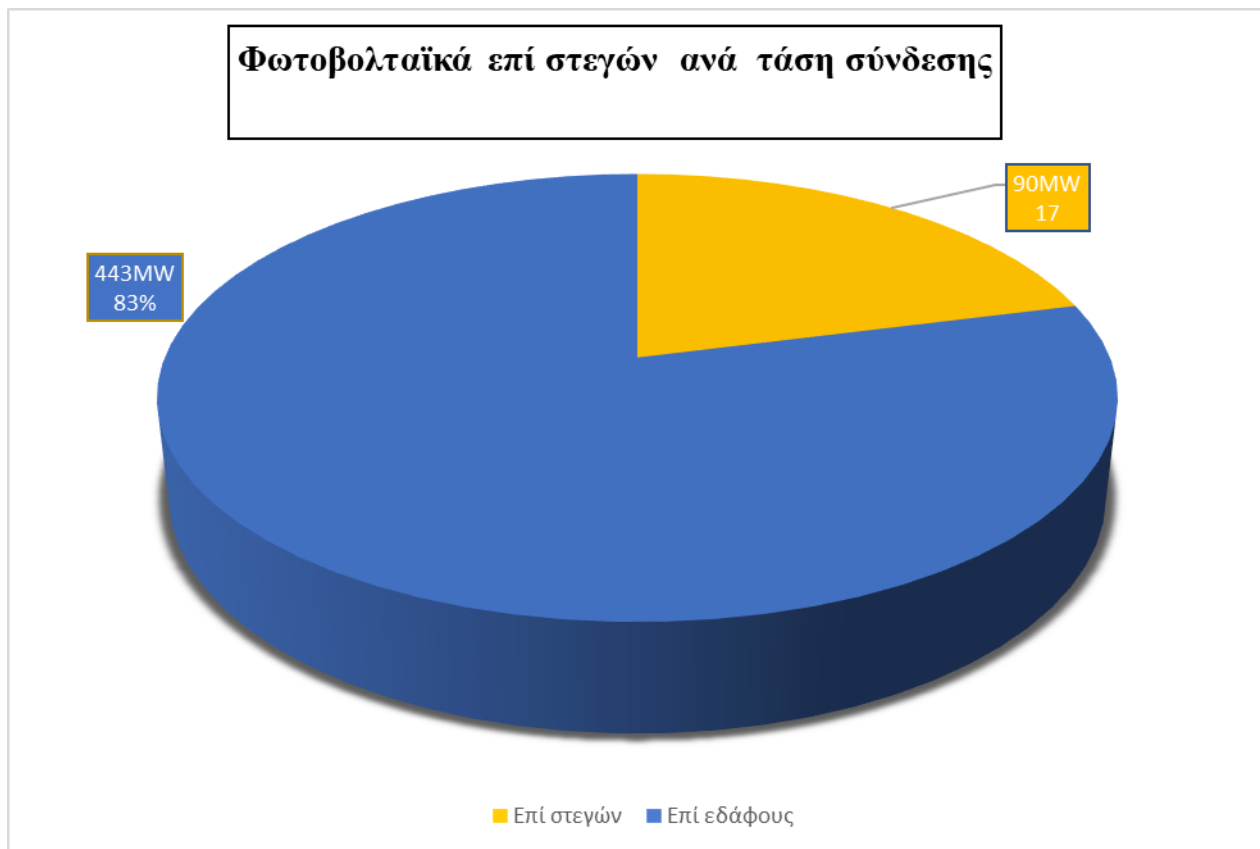


1.352 MW	52.4
1.170 MW	45.4
57 MW	2.2

### Κατηγοριοποίηση φωτοβολταϊκών ανά τάση σύνδεσης

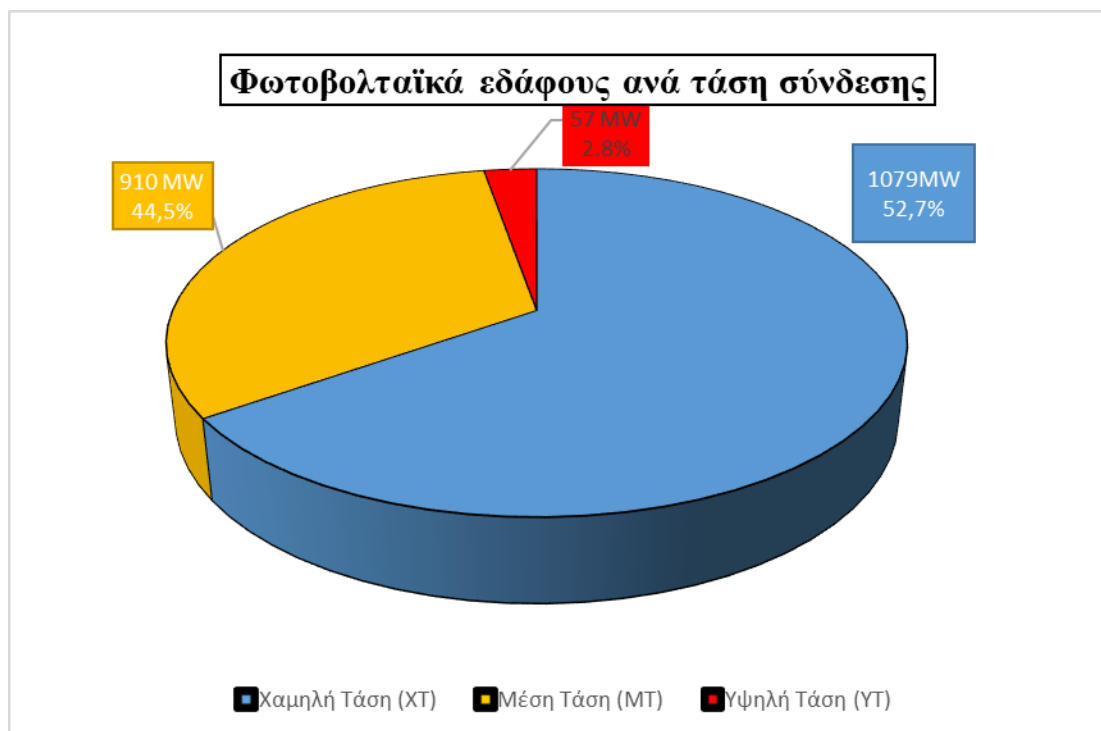


90 MW	17
443 MW	83





1.079 MW	52.7
910 MW	44.5
57MW	2.2

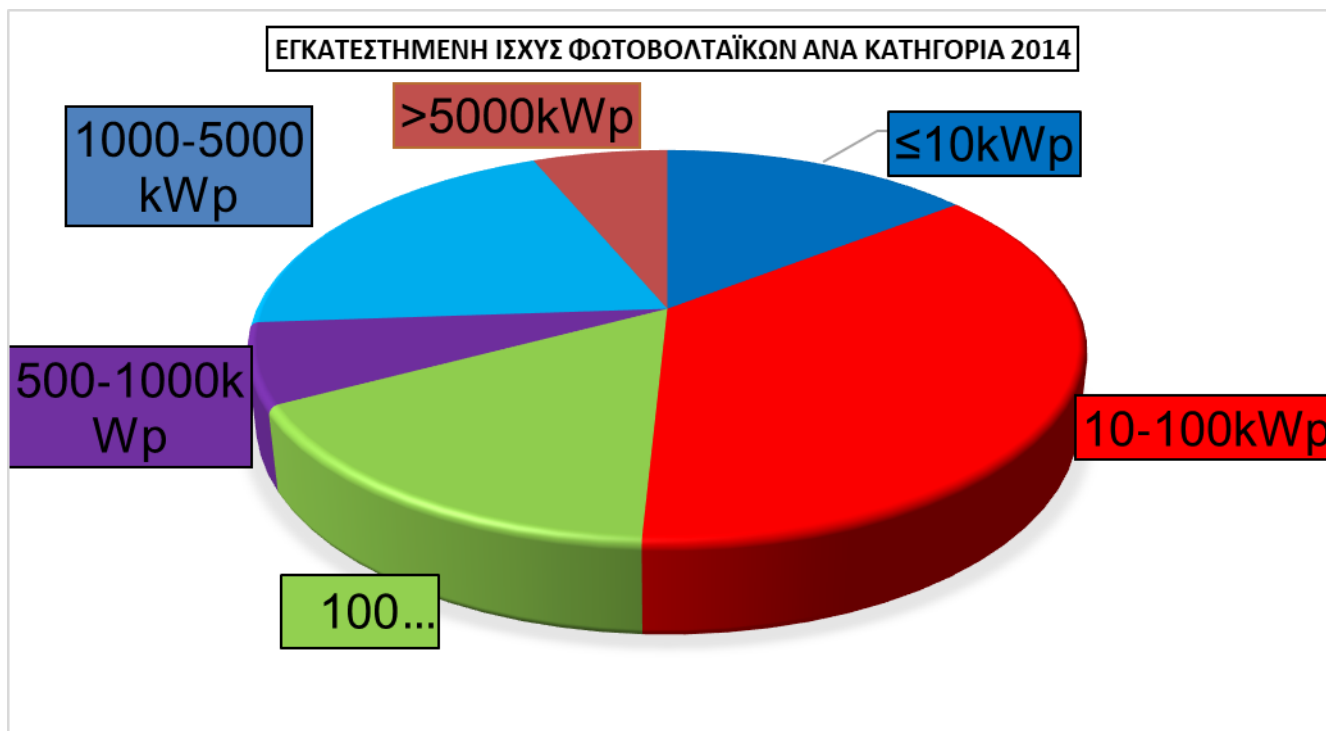


## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ ΕΤΟΥΣ 2014

Αυτή η χρονιά ήταν η χειρότερη ως αναφορά την αγορά των φωτοβολταϊκών στη Ελλάδα καθώς εγκαταστήθηκαν πολύ λίγα συστήματα, ενώ ταυτόχρονα χάθηκαν θέσεις εργασίας στον συγκεκριμένο κλάδο. Αιτία της αδράνειας αυτής στα φωτοβολταϊκά υπήρξε η πολιτική που ακολουθήθηκε προκειμένου να φτιάξουν κάποια λάθη ως αναφορά το θεσμικό πλαίσιο. Όμως, εξαιτίας της ανάπτυξης που προηγήθηκε το 2014 καλύφθηκε το 7% από τα φωτοβολταϊκά περισσότερο από τις άλλες τεχνολογίες που αφορούν τις ΑΠΕ και έτσι με αυτά τα στατιστικά η Ελλάδα καταλαμβάνει για δεύτερη συνεχόμενη χρονιά την δεύτερη θέση παγκοσμίως σε ότι έχει σχέση την κατανάλωση ενέργειας των φωτοβολταϊκών.

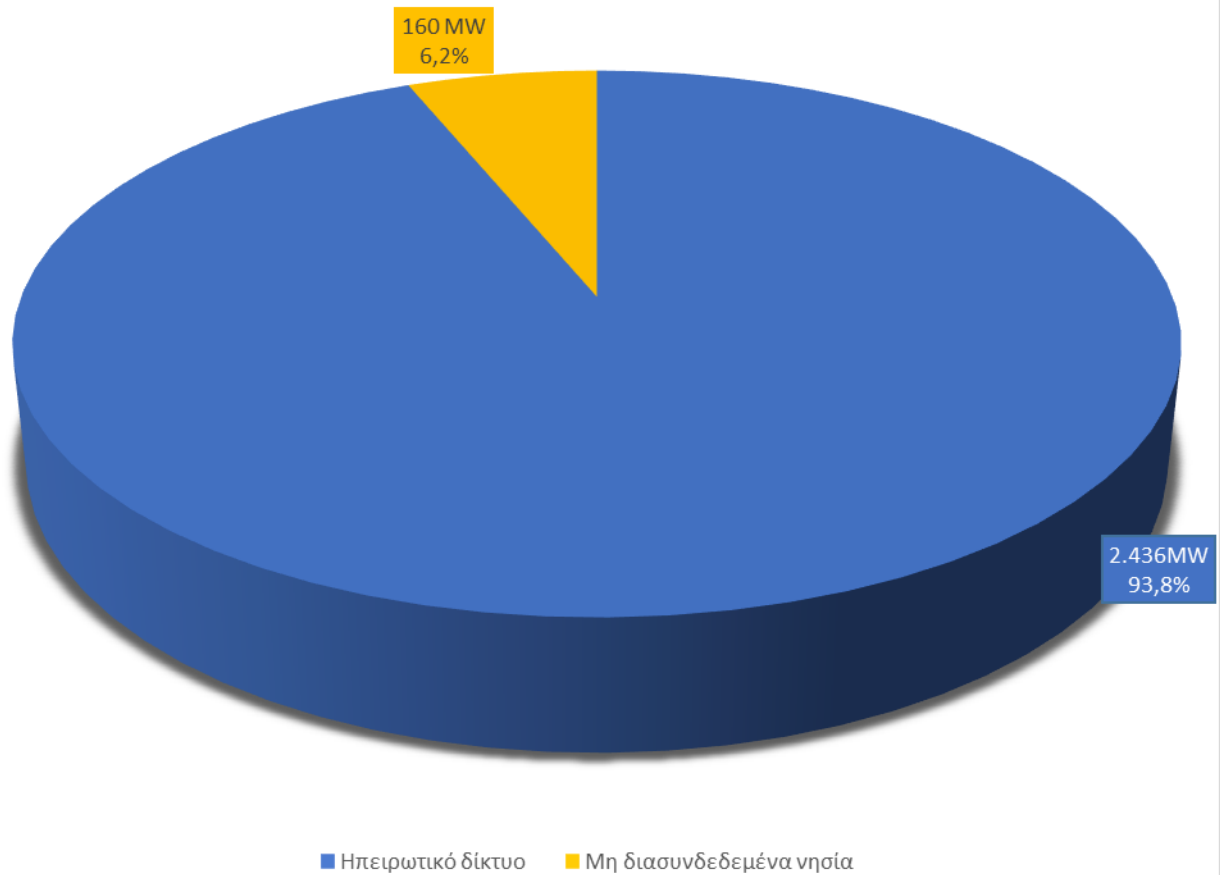
Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2014	16,95
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2014	2.595,75

≤10kWp	14.43
10-100kWp	36.38
100-500kWp	16.38
500-1000kWp	6.68
1000-5000kWp	19.86
>5000kWp	6.27

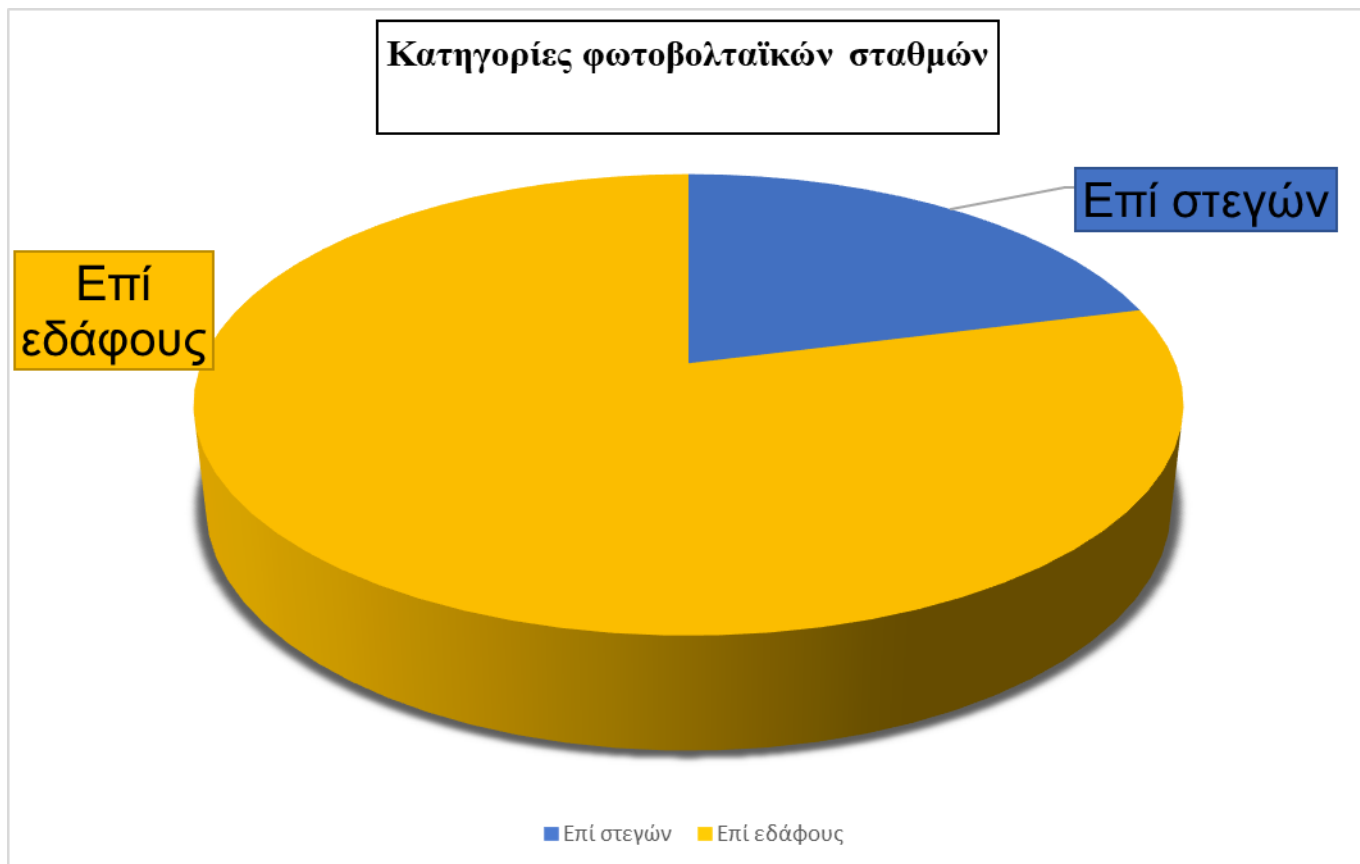


160 MW	6.2
2.436 MW	93.8

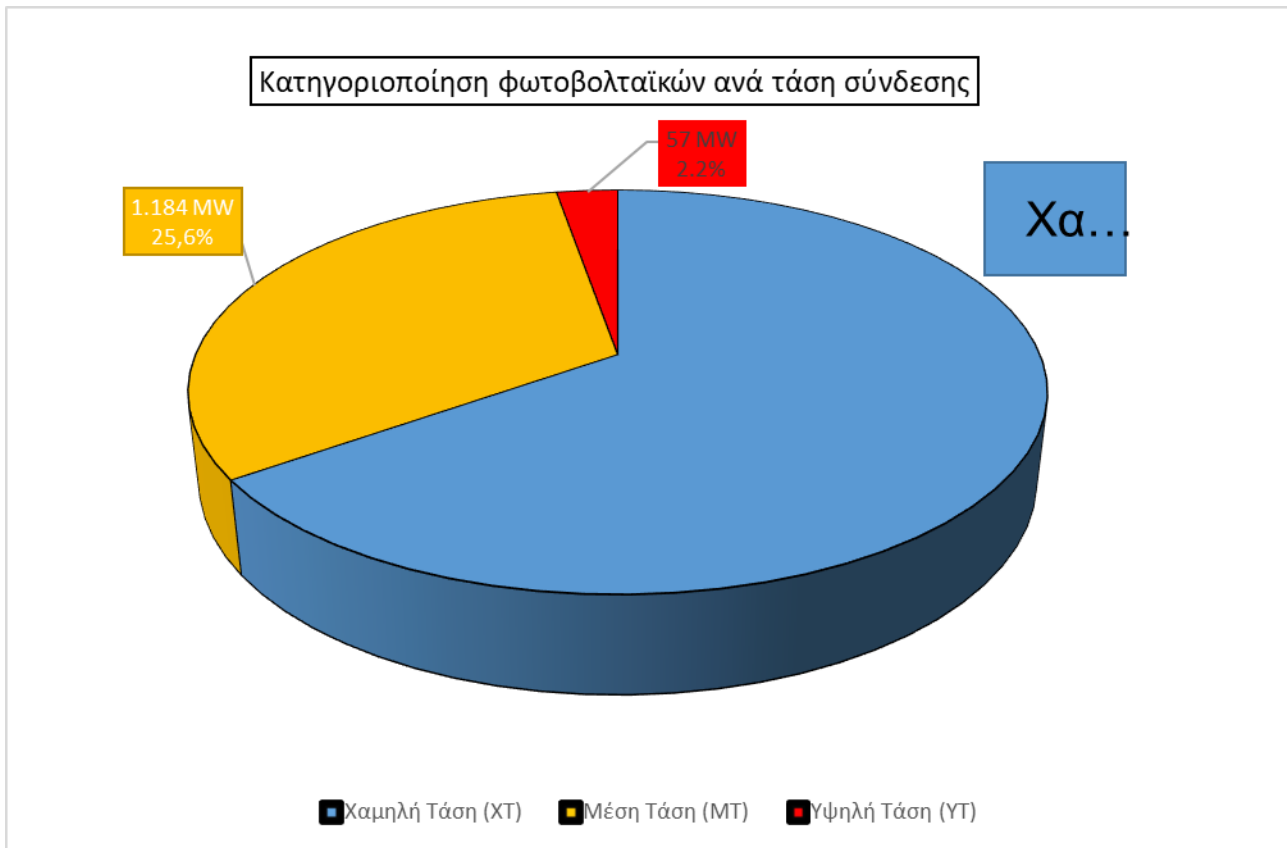
### Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών 2014



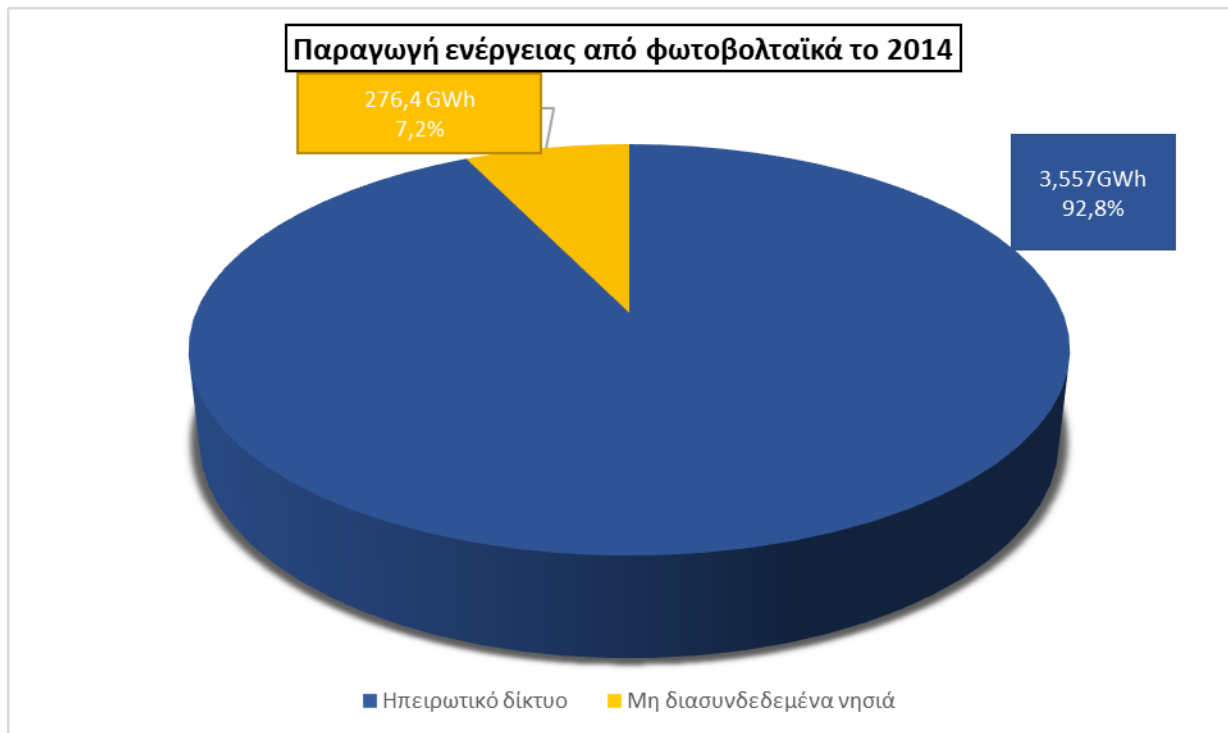
535 MW	21.0
2.061 MW	79.0



1.355 MW	52.2
1.184 MW	25.6
57 MW	2.2



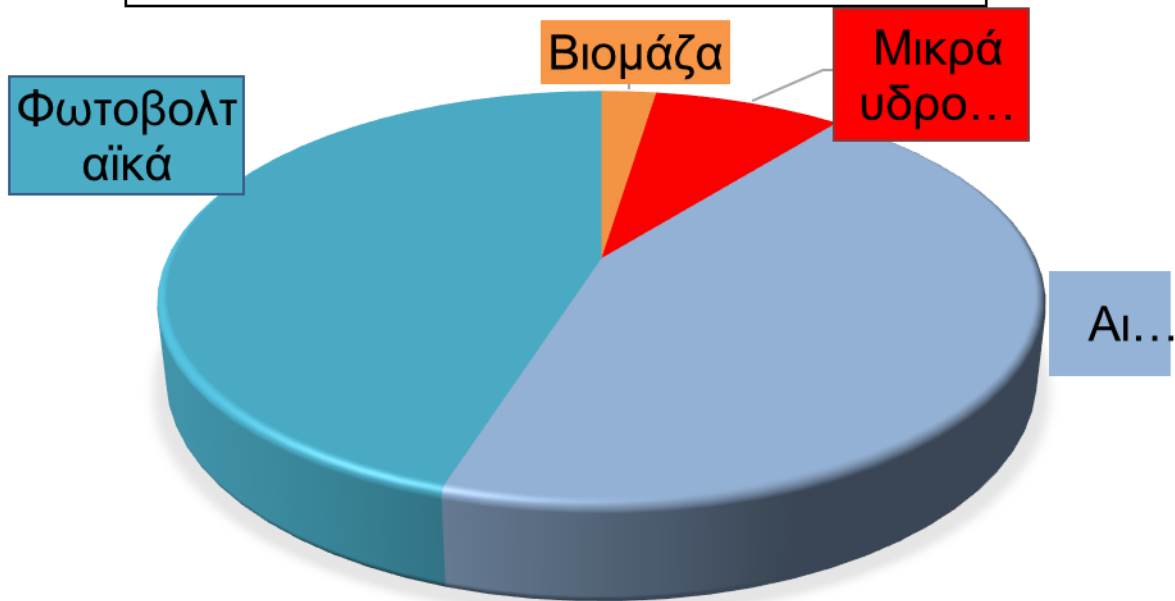
3,557GWh	92.8
276,4GWh	7.2



Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών 2014 (kWh/kWp-έτος)			
	Πάρκα	Οικιακά	Μέσος όρος
Ηπειρωτική χώρα (Σύστημα)	1.485	1.345	1.465
Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	1.725	1.525	1.695
Επικράτεια	1.500	1.355	1.480

Βιομάζα	2.4
Μικρά υδροηλεκτρικά	8.3
Αιολικά	44.2
Φωτοβολταϊκά	45.1

**ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ ΤΟ 2014**



## **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2014**

Στην χώρα μας έχουν τοποθετηθεί μέχρι σήμερα 2.596 MWp φωτοβολταϊκά, από τα οποία τα 2.061 MWp στο έδαφος και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων.

### **1. Δεσμεύσεις της γης**

Η περιοχή που καλύπτουν τα 2.061 MWp φωτοβολταϊκά είναι συνολικά 40.000 στρέμματα, όσο είναι η συνολική έκταση του δήμου Αθηναίων. Συγκριτικά, η έκταση που περικλύουν οι σταθμοί που παράγουν λιγνίτη και τα ορυχεία που επίσης παράγουν λιγνίτη, σύμφωνα με την ΔΕΗ είναι 253.000 στρέμματα, πιο συγκεκριμένα είναι 6,3 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά. Με βάση τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, η Ελλάδα ως προς την γεωργία αγγίζει τα 36,8 εκατομμύρια στρέμματα, από τα οποία καλλιεργούνται τα 31,7 εκατομμύρια στρέμματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φωτοβολταϊκά να καλλιεργούν το 0,1% της γης ή το 0,03% της έκτασης της χώρας και έτσι η έκταση που δεν καλλιεργείται είναι 125 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά.

### **2. Κατανάλωση νερού**

Ως αναφορά το καθάρισμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων χρειάζονται περίπου 0,114 m<sup>3</sup> νερού ανά παραγόμενη MWh. Η συγκεκριμένη ποσότητα είναι 24 φορές μικρότερη ανά παραγόμενη MWh σε ένα σταθμό που παράγει λιγνίτη. Το έτος 2014 παράχθηκαν 3.833.428 MWh από τα φωτοβολταϊκά που ήδη έχουν εγκατασταθεί, πιο συγκεκριμένα χρειάστηκαν σχεδόν 437.010 m<sup>3</sup> νερού για το καθάρισμα τους, δηλαδή όσο καταναλώνουν 4.285 σπίτια τον χρόνο.

### 3. Αποφυγή εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

Ως προς την παραγωγή ενέργειας για το 2014 απέτρεψε την απελευθέρωση σχεδόν 3,4 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου στην ατμόσφαιρα.

### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2015

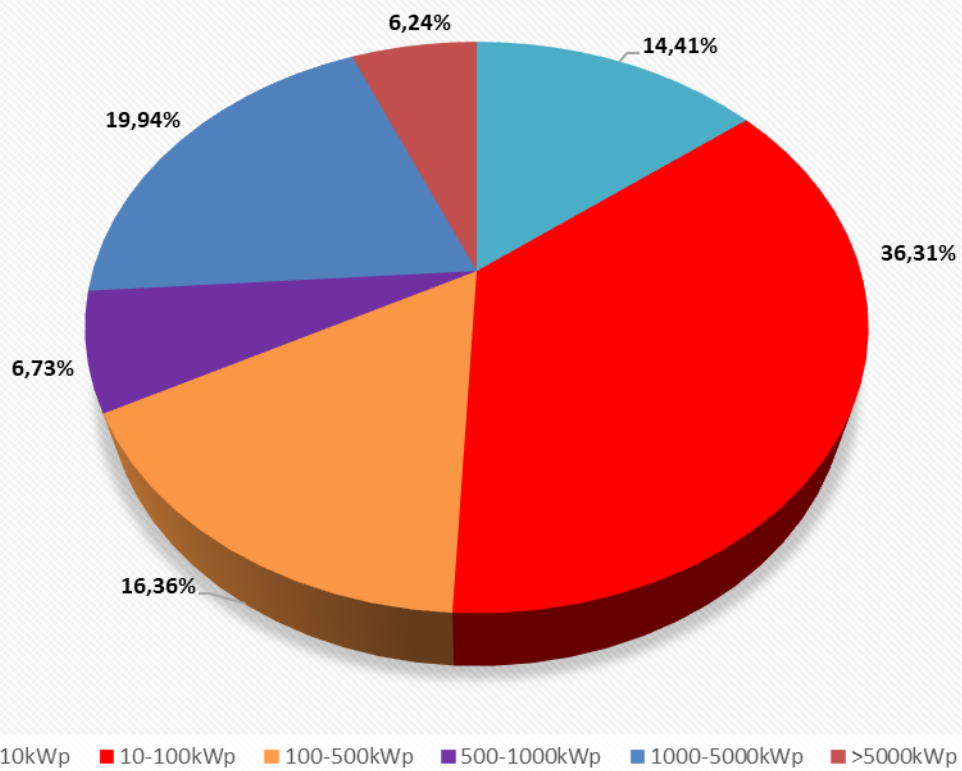
Το 2015 ήταν ακόμη μια κακή χρονιά ως αναφορά την αγορά των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα και σε αυτό συνέβαλλε σε μεγάλο βαθμό η άθλια πολιτική των τελευταίων χρόνων και είχε ως αποτέλεσμα να κολλήσει η αγορά των φωτοβολταϊκών. Λόγω του ότι εγκαταστάθηκαν λίγα συστήματα η αγορά θύμιζε την χρονιά του 2008 η οποία είχε ποσοστό 1% ποσοστό που είχαμε και το 2013 και δεν υπήρξαν αντίστοιχες θέσεις εργασίας. Ακόμη βασικοί παράγοντες που οδήγησαν σε αυτά τα χαμηλά στατιστικά την συγκεκριμένη χρονιά ήταν τα κάπιταλ κοντρόλς και η παράταση στην αναγνώριση καινούργιου θεσμικού πλαισίου μέσα στο έτος 2015 ήταν αρκετά στο να οδηγήσουν σε αυτήν την καταστροφή. Ωστόσο, εξαιτίας της προηγούμενης ανάπτυξης, τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν το 7,1% ηλεκτρικής ενέργειας που έχει ανάγκη η χώρα και έτσι για τρίτη συνεχόμενη χρονιά η Ελλάδα βρέθηκε στην δεύτερη θέση παγκοσμίως σε ότι έχει σχέση με την βοήθεια των φωτοβολταϊκών στην ηλεκτρική ενέργεια.

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2015	10,3
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2015	2.605,6

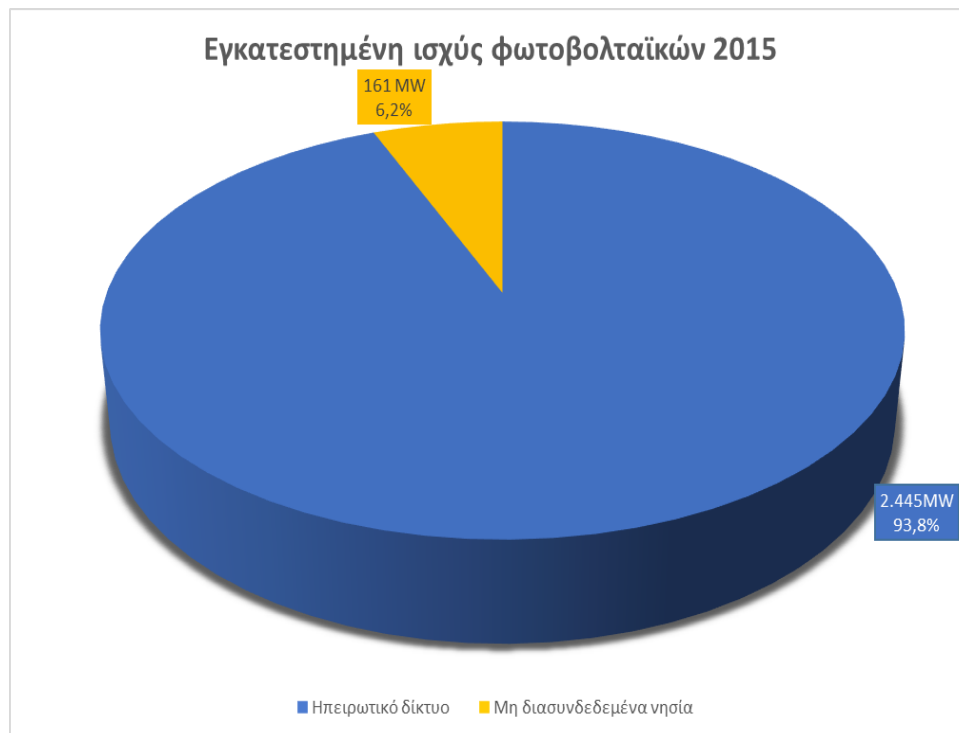
≤10kWp	19.94
10-100kWp	36.31
100-500kWp	16.36
500-1000kWp	6.73
1000-5000kWp	19.94
>5000kWp	6.24



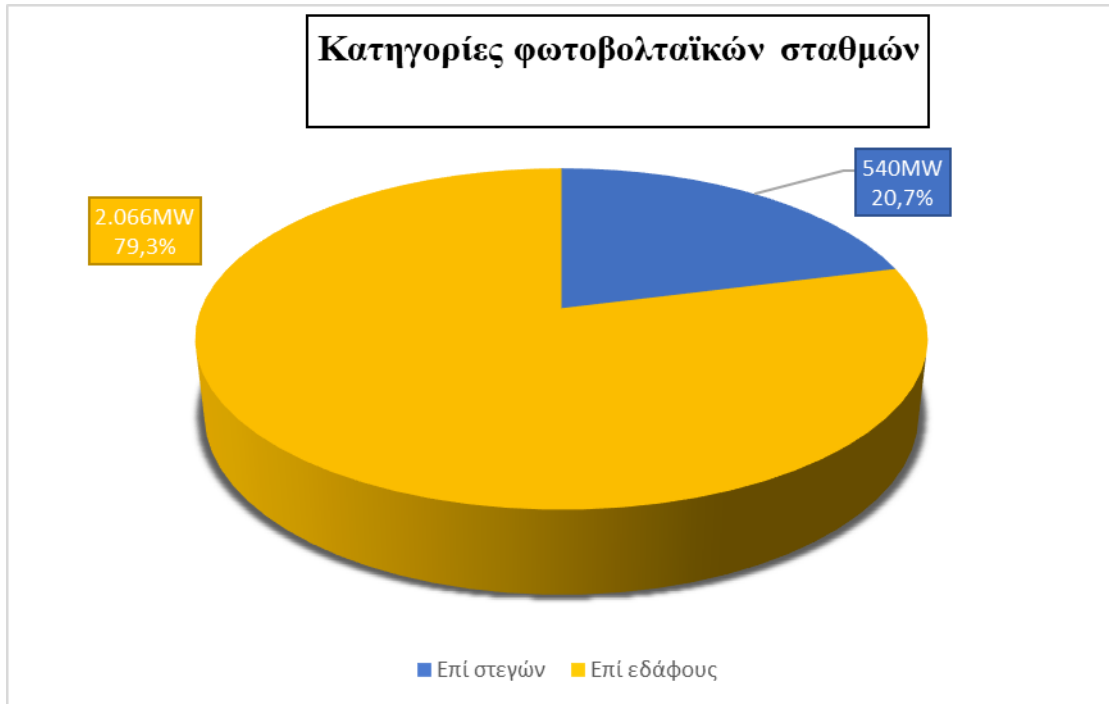
### Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία 2015



161 MW	6.2
2.445 MW	93.8

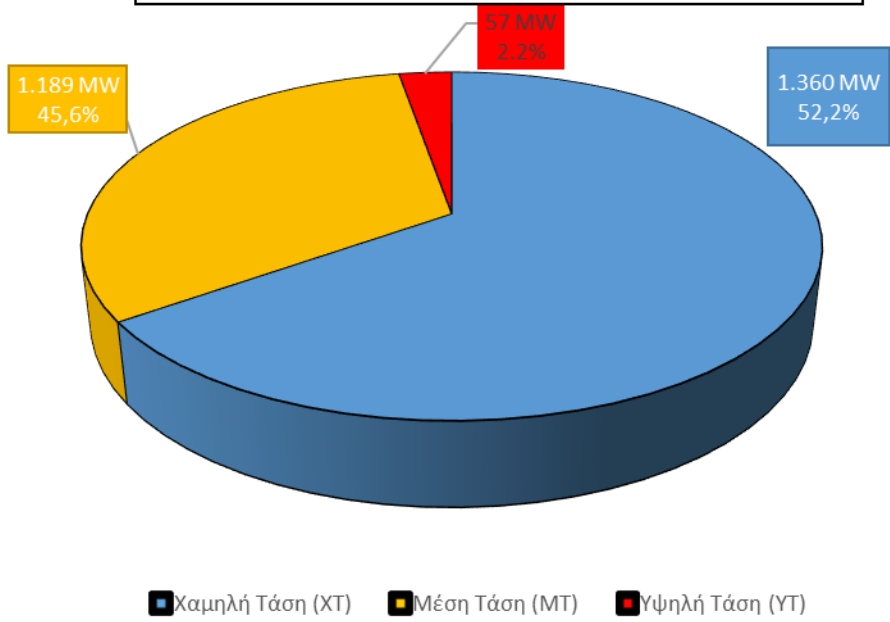


540 MW	20.7
2.066 MW	79.3



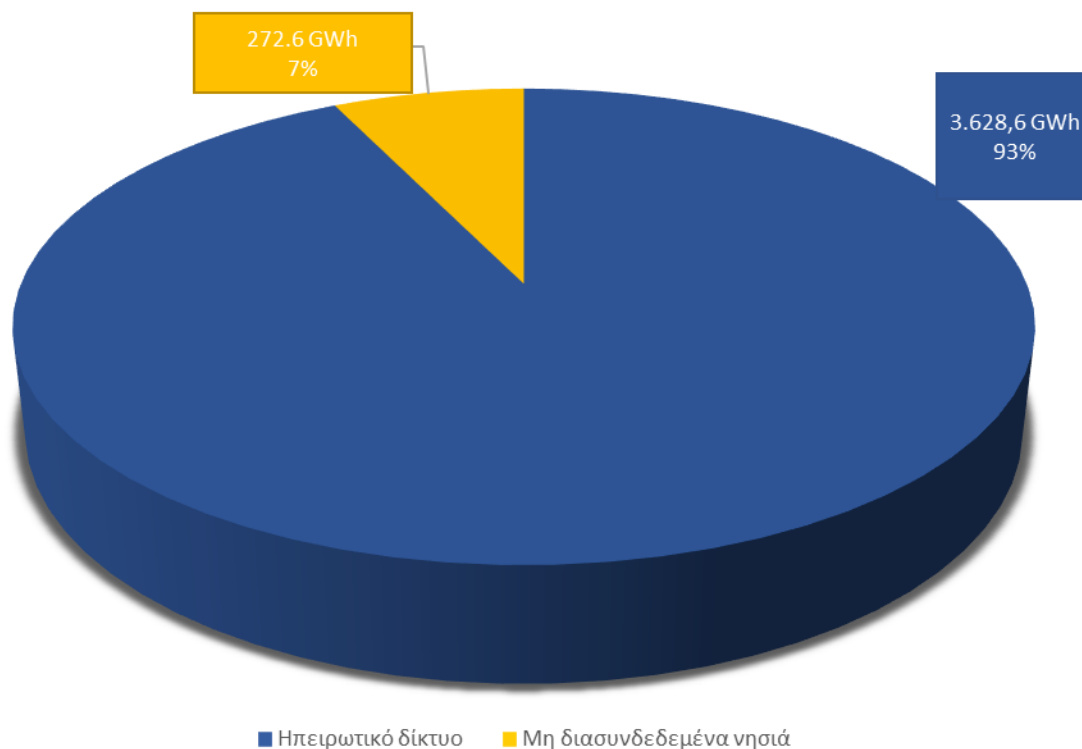
1.360 MW	52.2
1.189 MW	45.6
57 MW	2.2

Κατηγοριοποίηση φωτοβολταϊκών ανά τάση σύνδεσης



3,628,6 GWh	93.0
272.6 GWh	7.0

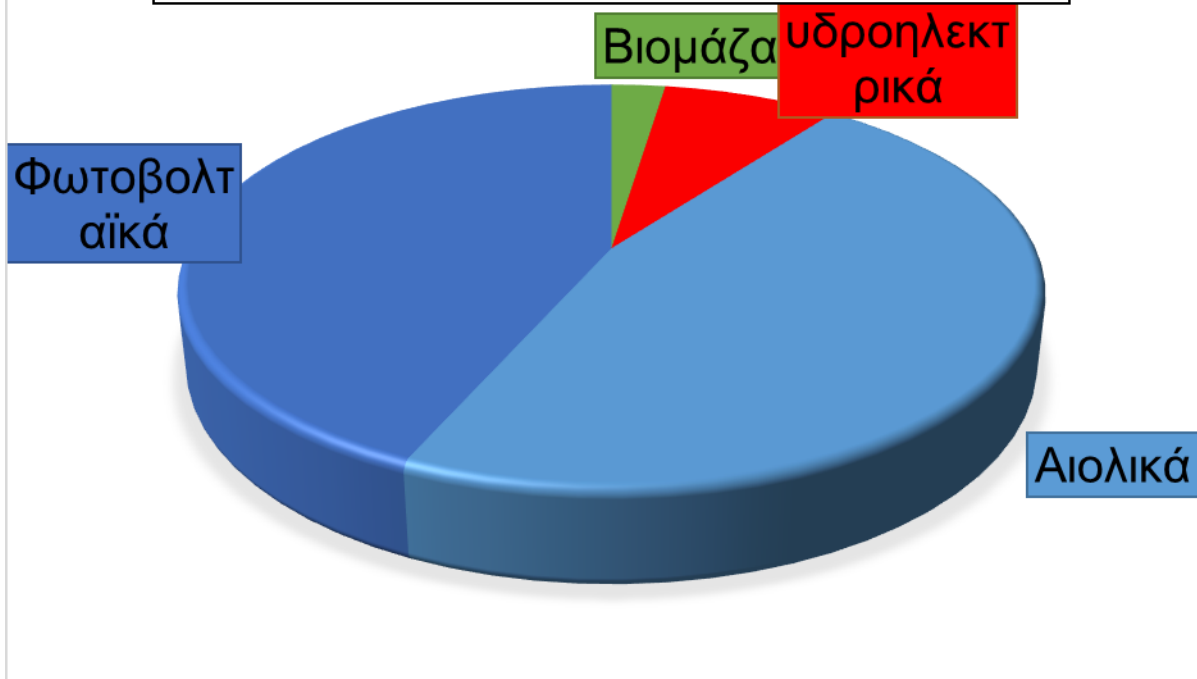
### Παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά το 2015



Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών 2015 (kWh/kWp-έτος)			
	Πάρκα	Οικιακά	Μέσος όρος
Ηπειρωτική χώρα (Σύστημα)	1.515	1.305	1.485
Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	1.725	1.495	1.690
Επικράτεια	1.530	1.315	1.500

Βιομάζα	2.3
Μικρά υδροηλεκτρικά	7.5
Αιολικά	44.2
Φωτοβολταϊκά	41.3

## ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ ΤΟ 2015



## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2015

Στην χώρα μας έχουν τοποθετηθεί το έτος 2015 2.606 MWp φωτοβολταϊκά, από τα οποία τα 2.066 MWp στο έδαφος και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων.

### 1. Δεσμεύσεις της γης

Η περιοχή που καλύπτουν τα 2.606 MWp φωτοβολταϊκά είναι συνολικά 40.000 στρέμματα, όσο είναι η συνολική έκταση του δήμου Αθηναίων. Συγκριτικά, η έκταση που περικλύουν οι σταθμοί που παράγουν λιγνίτη και τα ορυχεία που επίσης παράγουν λιγνίτη, σύμφωνα με την ΔΕΗ είναι 253.000 στρέμματα, πιο συγκεκριμένα είναι 6,3 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά. Με βάση τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, η Ελλάδα ως προς την γεωργία αγγίζει τα 36,8 εκατομμύρια στρέμματα, από τα οποία καλλιεργούνται τα 31,7 εκατομμύρια στρέμματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φωτοβολταϊκά να καλλιεργούν το 0,1% της γης ή το 0,03% της έκτασης της χώρας και έτσι η έκταση που δεν καλλιεργείται είναι 125,5 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά.

### 2. Κατανάλωση νερού

Ως αναφορά το καθάρισμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων χρειάζονται περίπου 0,114 m<sup>3</sup> νερού ανά παραγόμενη MWh. Η συγκεκριμένη ποσότητα είναι 28 φορές μικρότερη ανά παραγόμενη MWh σε ένα σταθμό που παράγει λιγνίτη. Το έτος 2015 παράχθηκαν 3.901.157 MWh από τα φωτοβολταϊκά που ήδη έχουν εγκατασταθεί, πιο συγκεκριμένα χρειάστηκαν σχεδόν 444.730 m<sup>3</sup> νερού για το καθάρισμα τους, δηλαδή όσο καταναλώνουν 4.533 σπίτια τον χρόνο.

### 3. Αποφυγή εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

Ως προς την παραγωγή ενέργειας για το 2015 απέτρεψε την απελευθέρωση σχεδόν 3,5 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου στην ατμόσφαιρα.

### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ 2016

Η συγκεκριμένη χρονιά ήταν η χειρότερη για τα φωτοβολταϊκά ως προς την αγορά τους διότι η αγορά έπιασε τα ποσοστά του 2007,δηλαδή πριν την ουσιαστική αναπτυξή της.Οι βασικοί παράγοντες που οδήγησαν σε αυτά τα χαμηλά στατιστικά την συγκεκριμένη χρονιά ήταν τα κάπιταλ κοντρός και η παράταση στην αναγνώριση καινούργιου θεσμικού πλαισίου μέσα στο έτος 2015 ήταν αρκετά στο να οδηγήσουν σε αυτήν την καταστροφή.Ωστόσο,εξαιτίας της προηγούμενης ανάπτυξης,τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν το 7,05% ηλεκτρικής ενέργειας που έχει ανάγκη η χώρα και έτσι για τρίτη συνεχόμενη χρονιά η Ελλάδα βρέθηκε στην τρίτη θέση παγκοσμίως σε ότι έχει σχέση με την βοήθεια των φωτοβολταϊκών στην ηλεκτρική ενέργεια.

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2016	5,42
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2016	2.611

Έτος	Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής	Ισχύς (kWp)	Μέση ισχύς ανά σύστημα (kWp)
2015	115	1.816,26	15,79
2016	432	5.419,43	12,54

≤10kWp	14.45
10-100kWp	36.37
100-500kWp	16.33
500-1000kWp	6.72
1000-5000kWp	19.90
>5000kWp	6.23

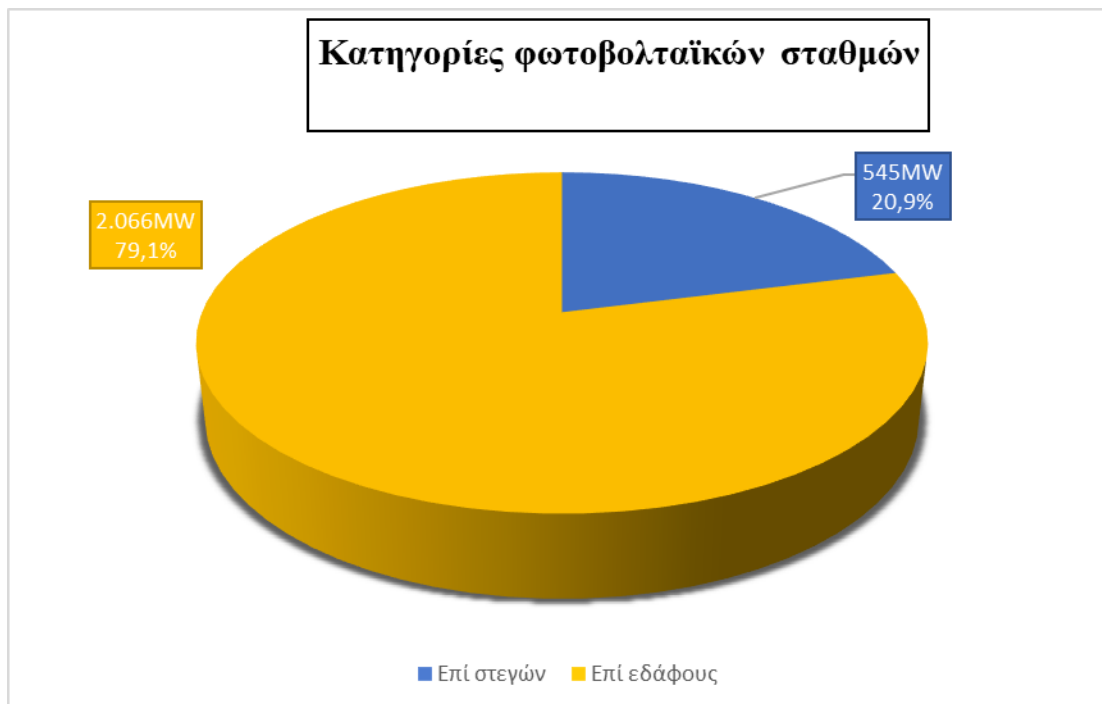




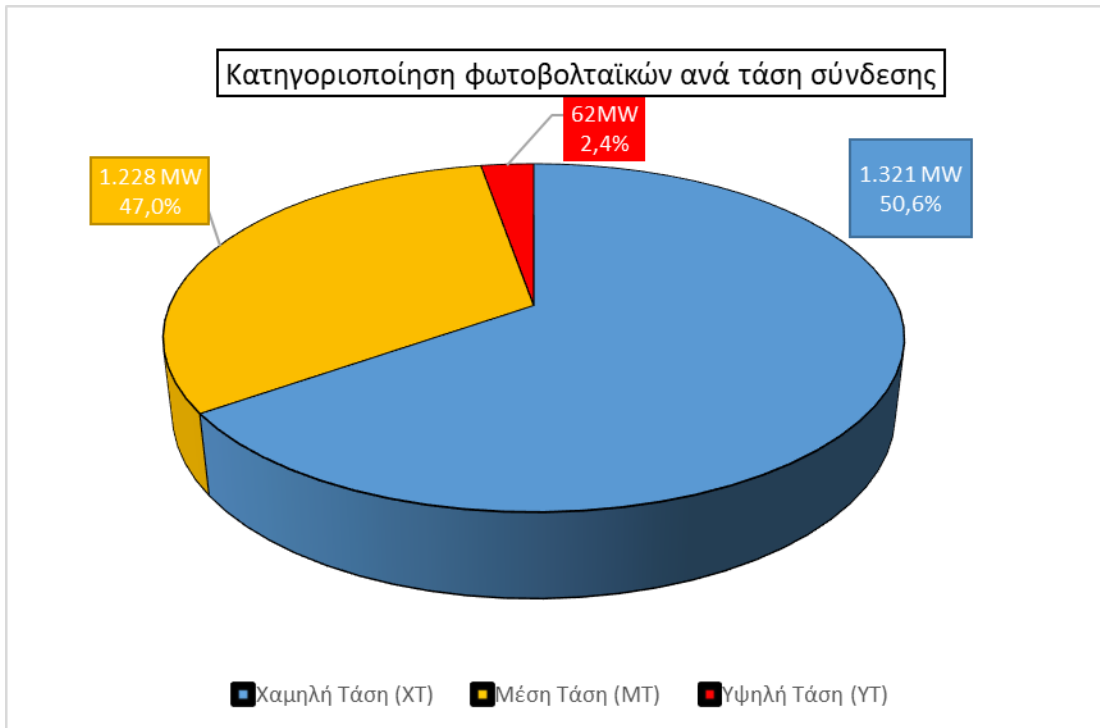
160.3 MW	6.1
2.450,7 MW	93.9



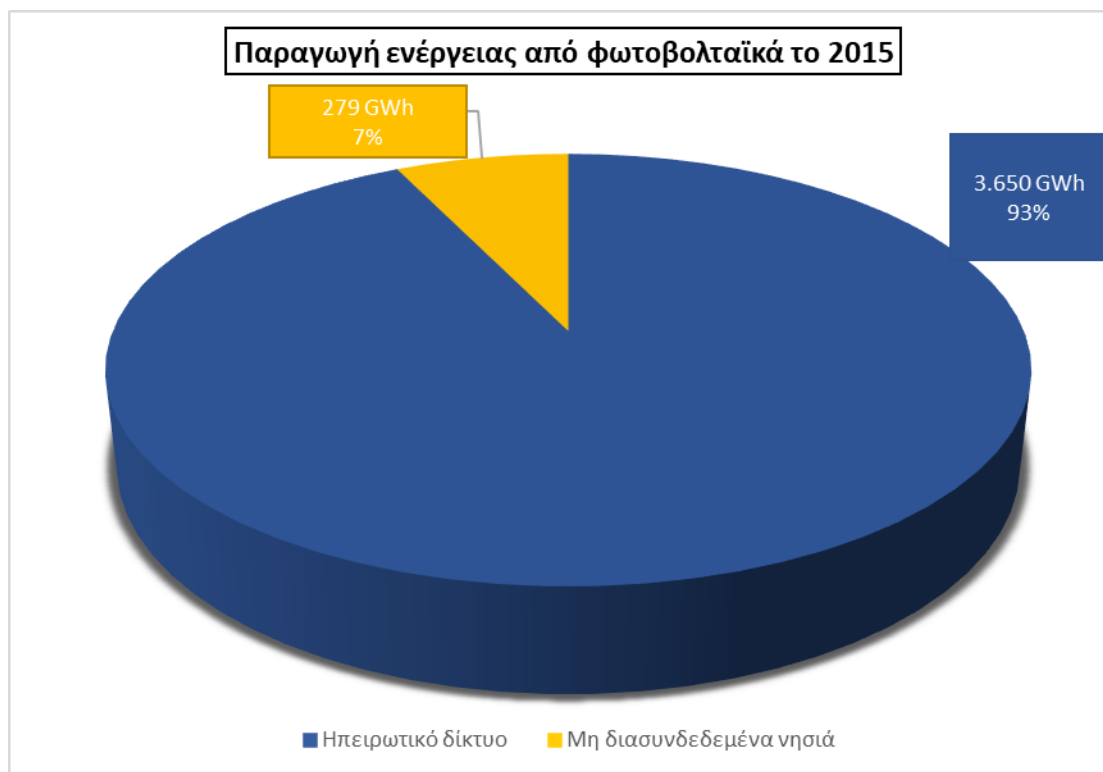
545 MW	20.9
2.066 MW	79.1



1.321 MW	50.6
1.228 MW	47.0
62 MW	2.4



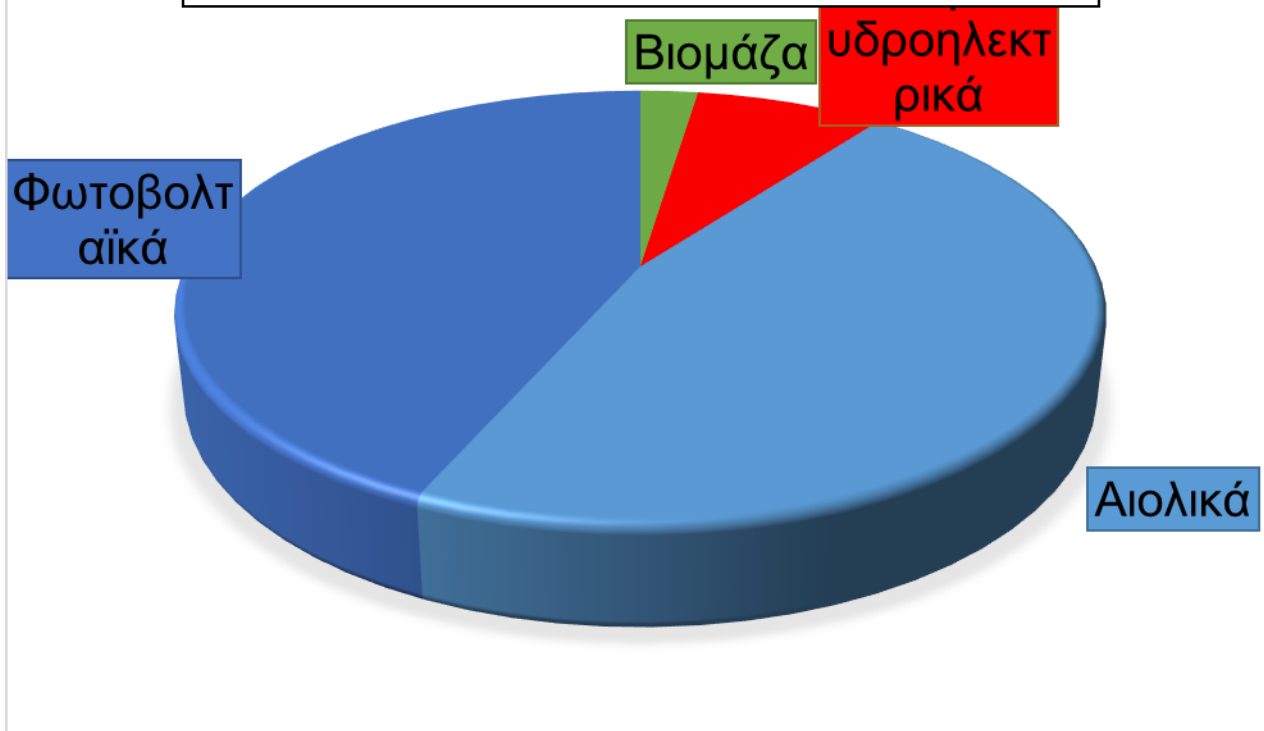
3.650 GWh	93.0
279 GWh	7.0



Μέση ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών (MWh/MWp)	Πάρκα		Οικιακά	
	Ηπειρωτική χώρα (Σύστημα)	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	Ηπειρωτική χώρα (Σύστημα)	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
2014	1.485	1.725	1.345	1.525
2015	1.515	1.725	1.305	1.495
2016	1.517	1.787	1.355	1.535
Μέσος όρος	1.506	1.746	1.335	1.518

Βιομάζα	2.5
Μικρά υδροηλεκτρικά	7.2
Αιολικά	51.2
Φωτοβολταϊκά	39.1

## ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ ΤΟ 2016



## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2016

Στην χώρα μας έχουν τοποθετηθεί το 2016 2.611 MWp φωτοβολταϊκά, από τα οποία τα 2.066 MWp στο έδαφος και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων.

### 1. Δεσμεύσεις της γης

Η περιοχή που καλύπτουν τα 2.606 MWp φωτοβολταϊκά είναι συνολικά 40.000 στρέμματα, όσο είναι η συνολική έκταση του δήμου Αθηναίων. Συγκριτικά, η έκταση που περικλύουν οι σταθμοί που παράγουν λιγνίτη και τα ορυχεία που επίσης παράγουν λιγνίτη, σύμφωνα με την ΔΕΗ είναι 253.000 στρέμματα, πιο συγκεκριμένα είναι 6,3 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά. Με βάση τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, η Ελλάδα ως προς την γεωργία αγγίζει τα 36,8 εκατομμύρια στρέμματα, από τα οποία καλλιεργούνται τα 31,7 εκατομμύρια στρέμματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φωτοβολταϊκά να καλλιεργούν το 0,1% της γης ή το 0,03% της έκτασης της χώρας και έτσι η έκταση που δεν καλλιεργείται είναι 125,5 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά.

### 2. Κατανάλωση νερού

Ως αναφορά το καθάρισμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων χρειάζονται περίπου 0,114 m<sup>3</sup> νερού ανά παραγόμενη MWh. Η συγκεκριμένη ποσότητα είναι 29 φορές μικρότερη ανά παραγόμενη MWh σε ένα σταθμό που παράγει λιγνίτη. Το έτος 2016 παράχθηκαν 3.929.716 MWh από τα φωτοβολταϊκά που ήδη έχουν εγκατασταθεί, πιο συγκεκριμένα χρειάστηκαν σχεδόν 448.000 m<sup>3</sup> νερού για το καθάρισμα τους, δηλαδή όσο καταναλώνουν 4.570 σπίτια τον χρόνο.

### 3.Αποφυγή εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

Ως προς την παραγωγή ενέργειας για το 2016 απέτρεψε την απελευθέρωση σχεδόν 3,8 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου στην ατμόσφαιρα.

### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ 2017

Την συγκεκριμένη χρονιά δημιουργήθηκαν για πρώτη φορά φωτοβολταϊκοί σταθμοί καθώς ως προς την αγορά τους παρουσιάστηκε μια αύξηση της τάξεως 14% στα συστήματα αυτοπαραγωγής καλύπτοντας για ακόμη μια φορά το 7% ηλεκτρικής ενέργειας που έχει ανάγκη η χώρα και έτσι τη Ελλάδα βρέθηκε στις πρώτες θέσεις παγκοσμίως σε ότι έχει σχέση με την βοήθεια των φωτοβολταϊκών στην ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, το 2017 τελείωσε η δημιουργία τριών φωτοβολταϊκών σταθμών με συνολική ισχύς 8,6 MWp, αλλά μόνο οι δύο από τους τρεις σταθμούς προκάλεσαν ένταση το 2017.

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2017	12,9
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2017	2.624

Έτος	Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής	Ισχύς (kWp)	Μέση ισχύς ανά σύστημα (kWp)
2015	116	1.821,16	15,7
2016	447	5.686,13	12,7
2017	360	6.489,50	18,0
Σύνολο	923	13.996,79	15,2

Μέση ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών (MWh/MWp)				
	Πάρκα		Οικιακά	
	Ηπειρωτική χώρα (Σύστημα)	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	Ηπειρωτική χώρα (Σύστημα)	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
2014	1.485	1.725	1.345	1.525
2015	1.515	1.725	1.305	1.495
2016	1.517	1.787	1.355	1.535
2017	1.549	1.742	1.355	1.519
Μέσος όρος	1.517	1.745	1.340	1.520

Ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών 2017 (kWh/kWp-έτος)			
	Πάρκα	Οικιακά	Μέσος όρος
Ηπειρωτική χώρα (Σύστημα)	1.549	1.355	1.541
Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	1.742	1.519	1.710
Επικράτεια	1.561	1.365	1.532

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2017

Στην χώρα μας έχουν τοποθετηθεί το έτος 2017 2.624 MWp φωτοβολταϊκά, από τα οποία τα 2.072 MWp στο έδαφος και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων.

### 1. Δεσμεύσεις της γης

Η περιοχή που καλύπτουν τα 2.072 MWp φωτοβολταϊκά είναι συνολικά 40.000 στρέμματα, όσο είναι η συνολική έκταση του δήμου Αθηναίων. Συγκριτικά, η έκταση που περικλύουν οι σταθμοί που παράγουν λιγνίτη και τα ορυχεία που επίσης παράγουν λιγνίτη, σύμφωνα με την ΔΕΗ είναι 253.000 στρέμματα, πιο συγκεκριμένα είναι 6,3 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά. Με βάση τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, η Ελλάδα ως προς την γεωργία αγγίζει τα 32,8 εκατομμύρια στρέμματα, από τα οποία καλλιεργούνται τα 29,2 εκατομμύρια στρέμματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φωτοβολταϊκά να καλλιεργούν το 0,12% της γης ή το 0,03% της έκτασης της χώρας και έτσι η έκταση που δεν καλλιεργείται είναι 92 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά.

### 2. Κατανάλωση νερού

Ως αναφορά το καθάρισμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων χρειάζονται περίπου 0,114 m<sup>3</sup> νερού ανά παραγόμενη MWh. Η συγκεκριμένη ποσότητα είναι 30,5 φορές μικρότερη ανά παραγόμενη MWh σε ένα σταθμό που παράγει λιγνίτη. Το έτος 2017 παράχθηκαν σχεδόν 4 TWh από τα φωτοβολταϊκά που ήδη έχουν εγκατασταθεί, πιο συγκεκριμένα χρειάστηκαν σχεδόν 456.000 m<sup>3</sup> νερού για το καθάρισμα τους, δηλαδή όσο καταναλώνουν 4.650 σπίτια τον χρόνο.

### 3. Αποφυγή εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

Ως προς την παραγωγή ενέργειας για το 2017 απέτρεψε την απελευθέρωση σχεδόν 3,96 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου στην ατμόσφαιρα.

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ 2018

Το συγκεκριμένο έτος τελείωσε η δημιουργία των φωτοβολταϊκών σταθμών εκτός από έναν καθώς ως προς την αγορά τους παρουσιάστηκε μια αύξηση της τάξεως 11,8% στα συστήματα αυτοπαραγωγής καλύπτοντας για ακόμη μια φορά το 7% ηλεκτρικής ενέργειας που έχει ανάγκη η χώρα και έτσι τη Ελλάδα βρέθηκε στην τέταρτη θέση παγκοσμίως σε ότι έχει σχέση με την βοήθεια των φωτοβολταϊκών στην ηλεκτρική ενέργεια. Ως αναφορά των θέσεων εργασίας προσφέρθηκαν 3.700 θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης.

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2018	41,1
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2018	2.665



Νέες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών 2018		
	MWp	Αριθμός συστημάτων
Φωτοβολταϊκά Πάρκα (Ηπειρωτικό σύστημα)	33,723	15
Net-metering (Ηπειρωτικό σύστημα)	6,181	276
Εικονικό Net-metering(Ηπειρωτικό σύστημα)	0,116	5
Ειδικό Πρόγραμμα(Ηπειρωτικό σύστημα)	0,065	8
Φωτοβολταϊκά Πάρκα (Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά)	0,036	2
Net-metering (Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά)	0,958	78
Ειδικό Πρόγραμμα (Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά)	0,035	4
	41,114	388

Έτος	Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής	Ισχύς (kWp)	Μέση ισχύς ανά σύστημα (kWp)
2015	116	1.821,2	15,7
2016	447	5.686,1	12,7
2017	360	6.489,5	18,0
2018	359	7.255,2	20,2
Σύνολο	1.282	21.252	16,6

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2018

Στην χώρα μας έχουν τοποθετηθεί το έτος 2018 2.665 MWp φωτοβολταϊκά, από τα οποία τα 2.106 MWp στο έδαφος και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων.

### 1. Δεσμεύσεις της γης

Η περιοχή που καλύπτουν τα 2.072 MWp φωτοβολταϊκά είναι συνολικά 40.000 στρέμματα, όσο είναι η συνολική έκταση του δήμου Αθηναίων. Συγκριτικά, η έκταση που περικλύουν οι σταθμοί που παράγουν λιγνίτη και τα ορυχεία που επίσης παράγουν λιγνίτη, σύμφωνα με την ΔΕΗ είναι 253.000 στρέμματα, πιο συγκεκριμένα είναι 6,3 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά. Με βάση τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, η Ελλάδα ως προς την γεωργία αγγίζει τα 32,54 εκατομμύρια στρέμματα, από τα οποία καλλιεργούνται τα 29 εκατομμύρια στρέμματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φωτοβολταϊκά να καλλιεργούν το 0,12% της γης ή το 0,03% της έκτασης της χώρας και έτσι η έκταση που δεν καλλιεργείται είναι 88 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά.

### 2. Κατανάλωση νερού

Ως αναφορά το καθάρισμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων χρειάζονται περίπου 0,114 m<sup>3</sup> νερού ανά παραγόμενη MWh. Η συγκεκριμένη ποσότητα είναι 30,5 φορές μικρότερη ανά παραγόμενη MWh σε ένα σταθμό που παράγει λιγνίτη. Το έτος 2018 παράχθηκαν σχεδόν 3,82 TWh από τα φωτοβολταϊκά που ήδη έχουν εγκατασταθεί, πιο συγκεκριμένα χρειάστηκαν σχεδόν 435.000 m<sup>3</sup> νερού για το καθάρισμα τους, δηλαδή όσο καταναλώνουν 4.500 σπίτια τον χρόνο.

### 3.Αποφυγή εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

Ως προς την παραγωγή ενέργειας για το 2018 απέτρεψε την απελευθέρωση σχεδόν 3,3 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου στην ατμόσφαιρα.

### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ 2019

Η χρονιά αυτή άρχισε να δείχνει κάποια στοιχεία αντίδρασης ως προς την αγορά καθώς ως προς την αγορά τους παρουσιάστηκε μια αύξηση της τάξεως 3,1 συγκριτικά με το προηγούμενο έτος,στα συστήματα αυτοπαραγωγής καλύπτοντας για ακόμη μια φορά το 7% ηλεκτρικής ενέργειας που έχει ανάγκη η χώρα και έτσι τη Ελλάδα βρέθηκε στην τέταρτη θέση παγκοσμίως σε ότι έχει σχέση με την βοήθεια των φωτοβολταϊκών στην ηλεκτρική ενέργεια.Ως αναφορά των θέσεων εργασίας προσφέρθηκαν 9.000 θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης.

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2019	160
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2019	2.828

Νέες εγκαταστάσεις που διασυνδέθηκαν εντός το 2019	Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής	Ισχύς (kWp)
Φωτοβολταϊκά πάρκα	246	150,29
Net-metering	362	9,57
Φωτοβολταϊκά Ειδικό Πρόγραμμα (έληξε 31.12.2019)	17	0,16
Γενικό Σύνολο	625	160,02

Νέες εγκαταστάσεις που διασυνδέθηκαν		Εντός του 2019	
		Αριθμός συστημάτων	Ισχύς (MWp)
	Φωτοβολταϊκά πάρκα	38	3,61
Χαμηλή Τάση	Φωτοβολταϊκά Ειδικού Προγράμματος (έληξε 31.12.2019)	17	0,16
	Φωτοβολταϊκά Net Metering	344	4,98
	<b>Σύνολο</b>	399	8,76
	Φωτοβολταϊκά πάρκα	208	146,68
Μέση Τάση	Φωτοβολταϊκά Net Metering	18	4,59
	<b>Σύνολο</b>	266	151,27
	<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>	625	160

Έτος	Αριθμός νέων λειτουργούντων συστημάτων αυτοπαραγωγής	Ισχύς (kWp)	Μέση ισχύς ανά σύστημα (kWp)
2015	116	1.821	15,7
2016	447	5.686	12,7
2017	360	6.490	18,0
2018	420	9.281	22,1
2019	362	9.570	26,4
Σύνολο	1.705	32.848	19,3

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2019

Στην χώρα μας έχουν τοποθετηθεί το έτος 2019 2.828 MWp φωτοβολταϊκά, από τα οποία τα 2.255 MWp στο έδαφος και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων.

### 1. Δεσμεύσεις της γης

Η περιοχή που καλύπτουν τα 2.255 MWp φωτοβολταϊκά είναι συνολικά 40.000 στρέμματα, όσο είναι η συνολική έκταση του δήμου Αθηναίων. Συγκριτικά, η έκταση που περικλύουν οι σταθμοί που παράγουν λιγνίτη και τα ορυχεία που επίσης παράγουν λιγνίτη, σύμφωνα με την ΔΕΗ είναι 253.000 στρέμματα, πιο συγκεκριμένα είναι 6,3 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά. Με βάση τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, η Ελλάδα ως προς την γεωργία αγγίζει τα 32,8 εκατομμύρια στρέμματα, από τα οποία καλλιεργούνται τα 29,2 εκατομμύρια στρέμματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φωτοβολταϊκά να καλλιεργούν το 0,12% της γης ή το 0,03% της έκτασης της χώρας και έτσι η έκταση που δεν καλλιεργείται είναι 90 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά.

### 2. Κατανάλωση νερού

Ως αναφορά το καθάρισμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων χρειάζονται περίπου 0,114 m<sup>3</sup> νερού ανά παραγόμενη MWh. Η συγκεκριμένη ποσότητα είναι 31,4 φορές μικρότερη ανά παραγόμενη MWh σε ένα σταθμό που παράγει λιγνίτη. Το έτος 2019 παράχθηκαν σχεδόν 3,962 TWh από τα φωτοβολταϊκά που ήδη έχουν εγκατασταθεί, πιο συγκεκριμένα χρειάστηκαν σχεδόν 451.650 m<sup>3</sup> νερού για το καθάρισμα τους, δηλαδή όσο καταναλώνουν 4.670 σπίτια τον χρόνο.

### 3. Αποφυγή εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

Ως προς την παραγωγή ενέργειας για το 2019 απέτρεψε την απελευθέρωση σχεδόν 3,72 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου στην ατμόσφαιρα.

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ 2020

Η συγκεκριμένη χρονιά ήταν πολύ δύσκολη ως προς την αγορά των φωτοβολταϊκών διότι επηρεάστηκε και μεγάλο βαθμό από την πανδημία. Επίσης την χρονιά αυτή τοποθετήθηκαν 780 συστήματα με συνολική ισχύς 453,8 MWp και ως αναφορά την αγορά των φωτοβολταϊκών αυτή διπλασιάστηκε συγκριτικά με την περσινή χρονιά. Πιο αναλυτικά, τοποθετήθηκαν 17 MWp συστήματα με ενεργειακό και με εικονικό συμψηφισμό, αυξάνοντας έτσι την ισχύ στα 51 MWp και καλύπτοντας το 90% της συγκεκριμένης ισχύος με αποτέλεσμα τα οικιακά συστήματα να μειονεκτούν αρκετά. Τελος, ως αναφορά των θέσεων εργασίας προσφέρθηκαν 42.200 θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης.<sup>37</sup>

## Συμπεράσματα

Στη βάση των στοιχείων και των πληροφοριών, οι οποίες αναφέρθηκαν στην εργασία μου σε ό,τι αφορά τα φωτοβολταϊκά καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα φωτοβολταϊκά και γενικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια πάρα πολύ από τον κόσμο και στον επαγγελματικό κλάδο. Ακόμη τα φωτοβολταϊκά προσφέρουν πάρα πολύ ως προς την κατασκευή τους γιατί είναι εύκολη αυτή η διαδικασία και έχουν θετικό πρόσημο ως προς την αγορά και χρήση διότι δεν κοστίζουν πολλά χρήματα και η χρήση τους είναι εύκολη και κατανοητή. Είναι φιλικά προς το περιβάλλον, διότι κατά την εγκατάστασή τους δεν δημιουργούν πρόβλημα ούτε επηρεάζουν το κλίμα αλλά ούτε και το περιβάλλον.

Επίσης ως αναφορά τις εφαρμογές και τις χρήσεις τους αυτές είναι ποικίλες και ως προς την λειτουργία τους είναι αθόρυβες και τοποθετούνται εκτός κατοικημένων περιοχών με αποτέλεσμα την ομαλή τους λειτουργία.

---

<sup>37</sup> ΠΗΓΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ: <https://helapco.gr/statistika-ellhnikhs-agoras-fwtovoltaikwn/>, helapco.gr, Στατιστικά Στοιχεία για τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα από το 2010 έως το 2020.

## Βιβλιογραφία - Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/Ενέργεια>, Alekseev G. N., Energy and Entropy, Mir Publishers, Moscow, 1986.
2. <http://www.epaggelmaties.com/anthis/eksikonomisi.html>, Δημήτρης Ανθής, Μελέτη Επίβλεψη και Κατασκευή Ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων.
3. <https://www.venman.gr/desmefsi-tis-e-e-gia-pososto-27-energeias-apo-ananeosimes-piges-eos-to-2030-2/>, VENMAN, Δέσμευση της Ε.Ε. για Ποσοστό 27% Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές έως το 2030, 2020.
4. <https://ypen.gov.gr/i-ellada-synepis-me-tis-desmfseis-tis-gia-tin-anaptyxi-ton-ape/>, Γραφείο Τύπου, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Η Ελλάδα συνεπής με τις δεσμεύσεις της για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, 21 Απριλίου 2019.
5. [https://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc\\_ape11.pdf](https://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc_ape11.pdf), Το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο.
6. <http://www.ostriasolar.gr/index.php/2011-03-04-23-37-35>, Ostria Solar, Μελέτη και Κατασκευή Φωτοβολταϊκών Μονάδων, Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο, 2011.
7. [https://selasenergy.gr/fv\\_panels.php](https://selasenergy.gr/fv_panels.php), HelioSystems, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Φωτοβολταϊκά Πάνελ-Τεχνικά Χαρακτηριστικά, 2019.
8. <https://www.fotovoltaiika-systems.gr/blog/fotovoltaiikasysthmata/>, Green System, Πληροφορίες για τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα, 23 Οκτωβρίου 2012.
9. <https://www.pvtech.gr/solar/net-metering>, PVtech, Τεχνολογία και Περιβάλλον, Πρόγραμμα Net Metering, 2015.
10. <https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1149/Papadopoulos%20Ilias.pdf?>, Ηλιάς Παπαδόπουλος, Διπλωματική Εργασία: Παραμετρική Ανάλυση N-Πλήθους Υβριδικών

Φωτοβολταϊκών/Θερμικών Συλλεκτών Νερού Συνδεδεμένων σε Σειρά, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Κοζάνη, 2017-2018, σελίδα 8.

11. [file:///C:/Users/nikos/Downloads/Passisis\\_Spyridon\\_Dip\\_2018%20.pdf](file:///C:/Users/nikos/Downloads/Passisis_Spyridon_Dip_2018%20.pdf), Πασσίσης Σπυρίδων, Διπλωματική Εργασία: Οικονομοτεχνική Μελέτη Διαστασιολόγησης Φωτοβολταϊκών Στέγης για Διασύνδεση με το Ηλεκτρικό Δίκτυο, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Χανιά, Ιούνιος 2018.
12. <https://newpost.gr/energeia/60c36ae7a6951c463c0decad/ta-yper-kai-ta-kata-ton-fotovoltaikon-ti-na-prosexete-prin-apofasiseite>, NEWPOST, Οικονομοτεχνική Μελέτη Διαστασιολόγησης Φωτοβολταϊκών Στέγης για Διασύνδεση με το Ηλεκτρικό Δίκτυο, 11 Ιουνίου 2021.
13. <http://www.solar-systems.gr/solar-panel-pv-9.html>, Solar Systems, Βασικοί Τύποι Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.
14. <https://sites.google.com/site/photovoltaicssystems93/eide-photovoltaikon-systematon>, PHOTOVOLTAICS SYSTEMS, Είδη Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.
15. [www.eco2day.gr/φωτοβολταϊκά-πάνελ/](http://www.eco2day.gr/φωτοβολταϊκά-πάνελ/), SOLARZONE CLEAN ENERGY, Φωτοβολταϊκά Πάνελ.
16. <https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1149/Papadopoulos%20Ilias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Ηλιάς Παπαδόπουλος, Διπλωματική Εργασία: Παραμετρική Ανάλυση Ν-Πλήθους Υβριδικών Φωτοβολταϊκών/Θερμικών Συλλεκτών Νερού Συνδεδεμένων σε Σειρά, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Κοζάνη, 2017-2018, σελίδες 17-18.
17. <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/1401/1/012009132.pdf>, Τουρκομανώλης Ιωάννης, Διπλωματική Εργασία: Σύγχρονα Φ/Β Συστήματα και Εφαρμογές τους, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, Σ.Τ.Ε.Φ., Τμήμα Ηλεκτρολογίας, σελίδα 70.
18. [http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1204/hlg\\_00811.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1204/hlg_00811.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Μανωλόπουλος Νικηφόρος, Πτυχιακή Εργασία: Φωτοβολταϊκά Συστήματα, ΤΕΙ Πειραιά, Σ.Τ.Ε.Φ., Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Τρίπολη 2013, σελίδα 23.
19. [file:///C:/Users/nikos/Downloads/MEΛETH%20Π.Ε.%20ΓΙΑ%20ΕΡΓΑΣΙΕΣ%20-%20ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ\\_ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ%202021.pdf](file:///C:/Users/nikos/Downloads/MEΛETH%20Π.Ε.%20ΓΙΑ%20ΕΡΓΑΣΙΕΣ%20-%20ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ_ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ%202021.pdf), Αντρη Κουρούση, Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Πάρκου 900KW στην Περιοχή Νάτα της Επαρχίας Πάφου, Φεβρουάριος 2018, σελίδα 52.
20. <http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4057/ΣΧΕΔΙΑΣΗ%20ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ%20ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ%20ΦΒ%20ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.pdf>, Ζήρας Κοσμάς, Διπλωματική Εργασία: Σχεδίαση Αυτόνομου Υβριδικού Φωτοβολταϊκού Συστήματος, Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σ.Τ.Ε.Φ., Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Αιγάλεω 2017, σελίδες 22-23.
21. <https://www.in.gr/2011/07/01/greece/perivallon/anemogennitries-vs-fwtoboltaika-poio-einai-katallilo-gia-esas/>, in.gr, Σταύρος Ζαμπέλης, Ενεργειακός Ηλεκτρολόγος Μηχανικός: Ανεμογεννήτριες vs Φωτοβολταϊκά: Ποιό είναι κατάλληλο για εσάς;, 1/7/2011.

22. [http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3809/auto\\_30172-31781.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3809/auto_30172-31781.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Κόλλια Φωτεινή, Βασιλείου Ιωάννης, Πτυχιακή Εργασία: Λειτουργία των Φωτοβολταϊκών Στοιχείων και η Τεχνολογική Εξέλιξή τους σε Υβριδικά Φωτοβολταϊκά/Θερμικά Ηλιακά Συστήματα Νερού και Αέρα, Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολόγων Αυτοματισμού, σελίδες 19-21.
23. <http://ikee.lib.auth.gr/record/291589/files/1.pdf>, Βουλβουκέλης Χρήστος, Διπλωματική Εργασία: Σχεδίαση, Μελέτη και Ανάλυση Φωτοβολταϊκού Συστήματος στην Περιοχή «Κούκος» της Κρήτης και Σύγκριση των Αποτελεσμάτων με τα Πραγματικά, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Θεσσαλονίκη 2013, σελίδα 5 και σελίδα 9.
24. [https://www.dimostempon.gr/images/news/2020/07/Gymnasio-Lykeio-Gonnwn/meleth\\_FB\\_NEO.pdf](https://www.dimostempon.gr/images/news/2020/07/Gymnasio-Lykeio-Gonnwn/meleth_FB_NEO.pdf), Βασιλική Μπαρμπούτη Πολιτικός Μηχανικός Τ.Ε., Γεωργία Χαδούλου Μηχανολόγος Μηχανικός Π.Ε., Μελέτη: Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας και Εφαρμογής Τεχνολογιών Α.Π.Ε. στο Γυμνάσιο – Λύκειο Γόννων, Δήμος Τεμπών, Γόννοι Λάρισας, Απρίλιος 2019, σελίδες 6-7 και σελίδα 16.
25. <http://www.bener.gr/φωτοβολταϊκά-πάρκα/>, ΜΠΕΝΕΡ Α.Ε., Φωτοβολταϊκά Πάρκα.
26. [https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CMNG2115/2015/ΑΝΟΙΚΤΑ%20ΜΑΘΗΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ/Μάθημα%204%20\\_Φωτοβολταϊκά%20Πάρκα.pdf](https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CMNG2115/2015/ΑΝΟΙΚΤΑ%20ΜΑΘΗΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ/Μάθημα%204%20_Φωτοβολταϊκά%20Πάρκα.pdf), Ελευθέριος Αμανατίδης, Ηπιες Μορφές Ενέργειας Ενότητα 4: Φωτοβολταϊκά Πάρκα, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, σελίδα 9.
27. [https://www.sunwindenergy.gr/services\\_more.php?id=50171523186352](https://www.sunwindenergy.gr/services_more.php?id=50171523186352), SUNWIND ENERGY FOR ALL, Φωτοβολταϊκό Πάρκο 500KW, Καλαμαρία 2020.
28. [http://1-solar.gr/product\\_6/index.htm](http://1-solar.gr/product_6/index.htm), 1-Solar Network, Πληροφορίες Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκού Πάρκου 100KW.
29. [http://www.helios-energeiaki.gr/PVparks\\_faq.htm](http://www.helios-energeiaki.gr/PVparks_faq.htm), Helios Ενεργειακή: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Τί κόστος έχει ένα Φωτοβολταϊκό Πάρκο; Υπάρχει επιδότηση για μια τέτοια επένδυση; Τι δυνατότητες υπάρχουν για Δανειοδότηση;, 2011.
30. [helarco.gr/pdf/HELAPCO\\_PV\\_Investment\\_Guide.pdf](http://helarco.gr/pdf/HELAPCO_PV_Investment_Guide.pdf), Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Ένας πρακτικός οδηγός για επενδύσεις στα φωτοβολταϊκά, Αθήνα, Νοέμβριος 2011, σελίδα 2.
31. [helarco.gr/pdf/PV\\_Guide\\_Aug\\_2013.pdf](http://helarco.gr/pdf/PV_Guide_Aug_2013.pdf), Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Φωτοβολταϊκά: Ένας Πρακτικός Τεχνικός Οδηγός, Αθήνα, Αύγουστος 2013, σελίδες 11-12 και 24.

## Πηγές Φωτογραφικού Υλικού

1. <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-75521565087a3ff01811d300da8111f3>
2. <http://www.ostrisolar.gr/index.php/2011-03-04-23-37-35>
3. [www.emimikos.gr/SOLARFAM-SZ-20-36M-12V-MONO/](http://www.emimikos.gr/SOLARFAM-SZ-20-36M-12V-MONO/)
4. [www.elektriko.gr/index.php?route=product/product&product\\_id=392](http://www.elektriko.gr/index.php?route=product/product&product_id=392)
5. <https://selasenergy.gr/interconnected.php>
6. <https://sunen.gr/ergo/100kw-f-v-parko-agia-larisa/>
7. <http://www.temek.gr/myportfolio/fotovoltaiko-parko-500kwp-aulona-attikis/>

## Πηγές Σχημάτων

- <http://www.indeepanalysis.gr/perivallon/energeiakh-katanalwsh-sta-ellhnika-kthria>
- <https://helapco.gr/statistika-ellhnikhs-agoras-fwtovoltaikwn/>, helapco.gr, Στατιστικά Στοιχεία για τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα από το 2010 έως το 2020.