



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Μελέτη και χρηματοοικονομική ανάλυση οικιακού
φωτοβολταϊκού συστήματος 10kWp»*

*«Study and financial analysis of a 10kWp
domestic PV system»*

Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Κωνσταντίνου Παναγιωτόπουλου

Επιβλέπων

ΚΑΡΑΪΣΑΣ ΠΕΤΡΟΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, 21.11.2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Καραϊσάς Πέτρος
2. Μαλατέστας Παντελής
3. Συγγερίδου Ολυμπιάδα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κωνσταντίνος Παναγιωτόπουλος, με αριθμό μητρώου 41, φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Διαχείρισης και Βελτιστοποίησης Ενεργειακών Συστημάτων του τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών της σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και 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 σύνολο 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

Κων/νος Παναγιωτόπουλος



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:	«Μελέτη και χρηματοοικονομική ανάλυση οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος 10kWp»
ΦΟΙΤΗΤΗΣ:	Παναγιωτόπουλος Κωνσταντίνος
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:	ΚΑΡΑΪΣΑΣ ΠΕΤΡΟΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ:	2020-2021

Σύνοψη

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ενός οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος έως 10kWp διασυνδεδεμένου με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ενός διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος πωλείται στον προμηθευτή του δικτύου, επιτρέποντας έτσι στον ιδιοκτήτη της εγκατάστασης να αντιμετωπίζει το έργο ως ένα επενδυτικό σχέδιο. Η παρούσα εργασία μελετά, λοιπόν, τις προοπτικές που έχει η επένδυση σε ένα σύστημα Φ/Β για έναν οικιακό καταναλωτή χαμηλής τάσης στην Ελλάδα, υπό την πολιτική της πώλησης της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο και την πολιτική του ενεργειακού συμψηφισμού (net metering). Το περιεχόμενο αυτής της έρευνας οργανώνεται σε πέντε ενότητες.

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εισαγωγή στο ερευνητικό ζήτημα, ορίζοντας το αντικείμενο και τους στόχους της έρευνας, εξετάζοντας το θεωρητικό συγκείμενο μέσω μίας βιβλιογραφικής ανασκόπησης και σύνθεσης του ερευνητικού θέματος, επιλέγοντας την αρμόζουσα μεθοδολογία και την προεπισκόπηση της δομής της διπλωματικής εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο διερευνάται η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων μέσω επισκόπησης και σύνθεσης της βιβλιογραφίας ως προς τις νέες τεχνολογίες και εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Επιπλέον, μελετώνται οι μελλοντικές τάσεις εξέλιξης της τεχνολογίας και της αγοράς των Φ/Β και οι επακόλουθες εξελίξεις στην ενέργεια στον κόσμο και την Ελλάδα. Η βιβλιογραφία αφορά την θεωρητική διερεύνηση του θέματος μέσω εκθέσεων φορέων και οργανισμών και στατιστικών στοιχείων προερχόμενα από εγχώριες και διεθνείς πηγές.

Το τρίτο κεφάλαιο εξετάζει το θέμα των οικιακών φωτοβολταϊκών, παραθέτοντας διεξοδικά τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά μιας εγκατάστασης Φ/Β, το νομοθετικό - κανονιστικό πλαίσιο που διέπει την ασφαλή εγκατάσταση, αλλά και τα οικονομικά στοιχεία που καθιστούν ικανή την οικονομική βιωσιμότητα μίας φωτοβολταϊκής επένδυσης. Η συγκεκριμένη ανάλυση διεξάγεται μέσω εμπειρικής γνώσης και παράθεσης παραδειγμάτων, θεωρητικής διερεύνησης και κειμένων πολιτικής (νόμοι, αποφάσεις, κ.λπ.) προερχόμενα από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την μελέτη εγκατάστασης στα Καλύβια Θορικού που πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων υπολογιστικών εργαλείων (PVsyst και SUNNY DESIGN) και αφορά, μεταξύ άλλων, την χωροθέτηση, την μελέτη σκίασης και των υπολογισμό των δεικτών απόδοσης. Επιπλέον, πραγματοποιείται μια εκτενής οικονομική ανάλυση του έργου με παρουσίαση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την οικονομική απόδοση του έργου.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο εξάγονται ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία στοχεύουν σε διαπιστώσεις και λύσεις σχετικά με το ζήτημα και προέκυψαν κατά την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ενώ επίσης εξετάζονται οι μελλοντικές προοπτικές των επενδύσεων στα οικιακά φωτοβολταϊκά.

Λέξεις Κλειδιά: φωτοβολταϊκά, διασυνδεδεμένο σύστημα, αυτοπαραγωγή, μελέτη εγκατάστασης, χρηματοοικονομική ανάλυση



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

<i>POST-GRADUATE THESIS:</i>	«Study and financial analysis of a 10kWp domestic PV system»
<i>STUDENT:</i>	Panagiotopoulos Konstantinos
<i>SUPERVISOR:</i>	Karaisas Peter, Associate Professor, PADA
<i>ACADEMIC YEAR:</i>	2020-2021

Summary

This master's thesis deals with the installation design and feasibility study of a 10kWp grid-tied, residential photovoltaic (PV) system. The electricity generated by the grid-connected PV system is fed back into the grid and can be compensated with a monetary reward or other financial incentives, therefore decreasing the payback time of the PV system and in turn making the ownership of a PV system a profitable and secure investment. This thesis researches the prospects of investing in a PV system for low-voltage residential consumption in Greece under the scheme of selling the generated energy to the grid at the retail electricity rate and the net metering method. The content of this research is organized into five sections.

The first chapter includes the introduction to the research topic, defining the subject and objectives of the research, examining the theoretical context through a scholarly review and synthesis of the research topic, selecting the appropriate methodology and previewing the structure of the dissertation.

The second chapter explores the technology of PV systems through an overview and synthesis of the literature on new technologies and applications of PV systems. In addition, future development trends of both PV technology and the financial market are analysed, as well as subsequent developments in the energy sector globally and, particularly, in Greece.

The third chapter examines the topic of residential PV, listing in detail the technological characteristics of a PV installation, the legal-regulatory framework that defines their safe installation, but also the financial incentives that enable the financial viability of a PV investment.

The fourth chapter includes the installation design carried out through appropriate computing tools (PVsyst and SUNNY DESIGN) and concerns, among others, the location, the shading study, etc. In addition, an extensive financial analysis is performed by presenting all the parameters that affect the financial performance of the project.

The fifth and final chapter draws some conclusions, which aim at solutions to the issues that arose during the implementation of this thesis, while also examining the future prospects of investments in residential PV systems.

Keywords: photovoltaics, grid-connected systems, PV installation design, PV feasibility study



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"**

Copyright © Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολής Μηχανικών, Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, Σχολής Μηχανικών, Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον κ. Παντελή Μαλατέστα, Κοσμήτορα της Σχολής, για τις γνώσεις που αποκόμισα από εκείνον μέσα από τις διαλέξεις του.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον κ. Πέτρο Καραϊσά, επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την εμπιστοσύνη και την συνεχή καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την διάρκεια εκπόνησής της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους καθηγητές και το προσωπικό του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών για την υποστήριξη και την συμπαράσταση που μου έδειξαν κατά την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Α΄ΜΕΡΟΣ: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

<u>Κεφάλαιο 1</u> Εισαγωγή	9
1.1 Επισκόπηση Ερευνητικού Πεδίου	9
1.2 Σκοπός της Έρευνας	13
1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα	15
1.4 Μεθοδολογία	15
1.5 Δομή και Οργάνωση Εργασίας	16
<u>Κεφάλαιο 2</u> Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	17
2.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα	17
2.2 Τεχνολογική Επισκόπηση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	20
2.3 Εφαρμογές Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	25
2.4 Παγκόσμιες Εξελίξεις	30
2.5 Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα	31
<u>Κεφάλαιο 3</u> Οικιακά Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά	34
3.1 Η Άνοδος των Οικιακών Φωτοβολταϊκών	34
3.2 Ισορροπία Συστήματος (ΙΣ)	36
3.3 Βασικά Οικονομικά Στοιχεία.....	37
3.4 Νομοθετικό - Κανονιστικό Πλαίσιο	40

Β΄ΜΕΡΟΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 10 kWp ΣΤΑ ΚΑΛΥΒΙΑ ΘΟΡΙΚΟΥ

<u>Κεφάλαιο 4</u> Μελέτη Εγκατάστασης Οικιακού Φωτοβολταϊκού.....	42
4.1. Αναφορά Περιοχής Εγκατάστασης	42
4.2 Μελέτη Εφαρμογής Εγκατάστασης	52
4.3 Οικονομική Ανάλυση Επένδυσης	70



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"**

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα 98

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. 1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

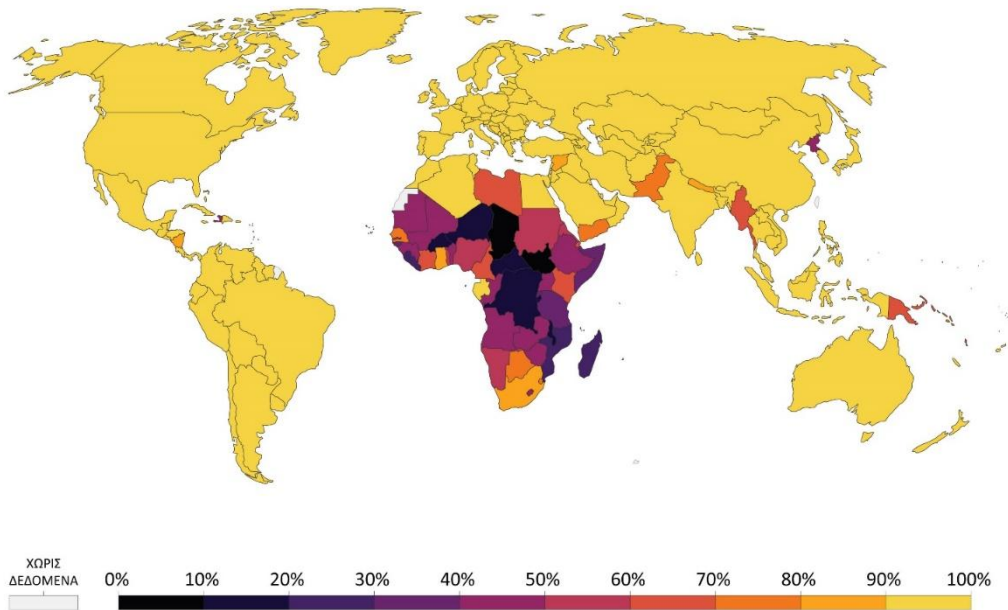
Η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και η σημαντική τεχνολογική πρόοδος που σημειώθηκαν τον περασμένο αιώνα, εξασφαλίζοντας την ευημερία του ανθρώπου, έχουν τις βάσεις τους στην οικονομικά προσιτή και αξιόπιστη παροχή ενέργειας. Συγκεκριμένα, τα κεντρικά συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργούν στις περισσότερες σύγχρονες οικονομίες επέτρεψαν ορισμένα από τα σημαντικότερα τεχνολογικά, κατασκευαστικά και κοινωνικά επιτεύγματα στον κόσμο. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια νέες οικονομικές, περιβαλλοντολογικές και πολιτικές δυναμικές πιέζουν για μία μεταστροφή σε πιο ασφαλείς, δίκαιες και περιβαλλοντικά βιώσιμες μορφές ενέργειας. [1]

Σύμφωνα με τον ΟΗΕ, 940 εκατομμύρια άνθρωποι -κυρίως στην υποσαχάρια Αφρική και άλλες χώρες του Διεθνούς Νότου- ζουν χωρίς πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα και εκατοντάδες εκατομμύρια άνθρωποι έχουν μόνο πρόσβαση σε πολύ περιορισμένη ηλεκτρική ενέργεια. [2]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΕ ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑ

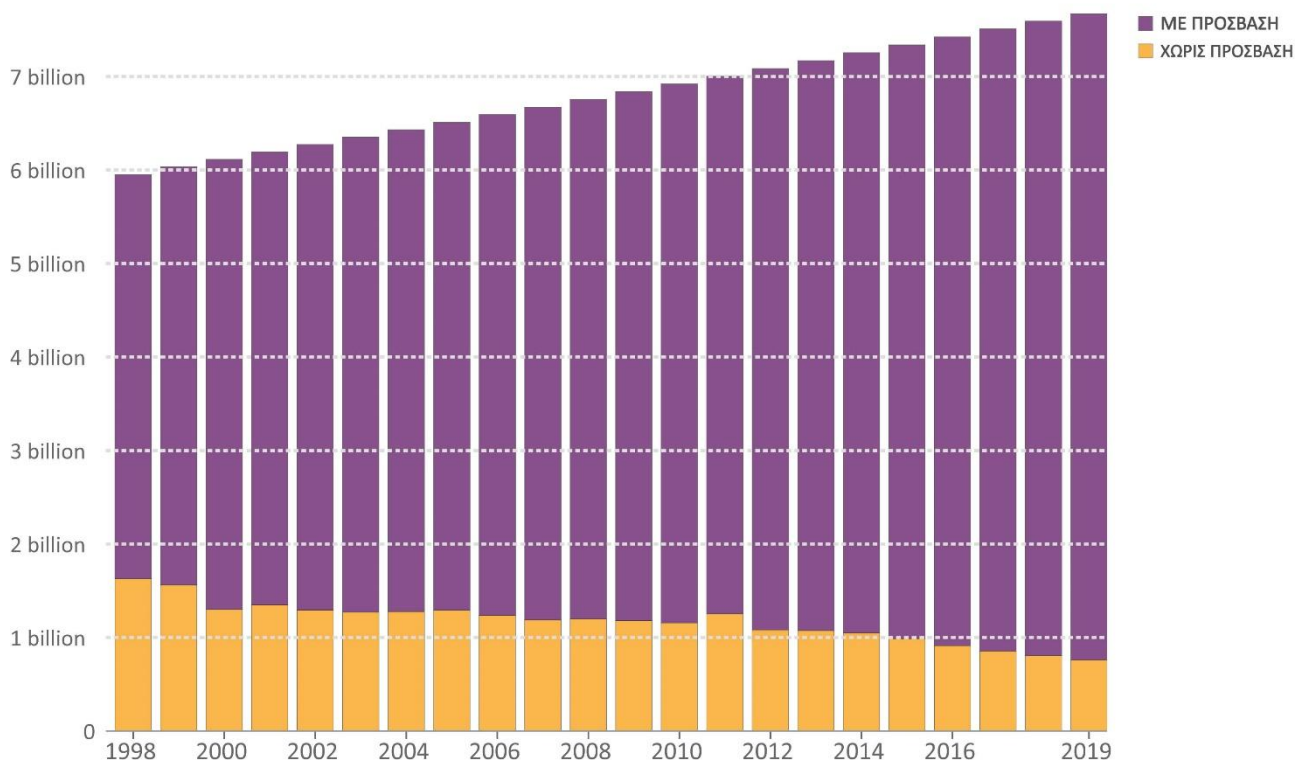


Εικόνα 1

Με τον παγκόσμιο πληθυσμό να εκτιμάται ότι θα αυξηθεί σε 9 δισεκατομμύρια ανθρώπους έως το 2040 και τις αναδυόμενες οικονομίες να επιδιώκουν μεγαλύτερη πρόσβαση σε σύγχρονες υπηρεσίες παροχής ενέργειας, η παγκόσμια παραγωγή ενέργειας θα πρέπει να διπλασιαστεί πριν από τα μέσα αυτού του αιώνα για να καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση, καθιστώντας δύσκολη την παροχή ασφαλούς και δίκαιης ηλεκτρικής ενέργειας. [3][4]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΜΕ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΕΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Εικόνα 2

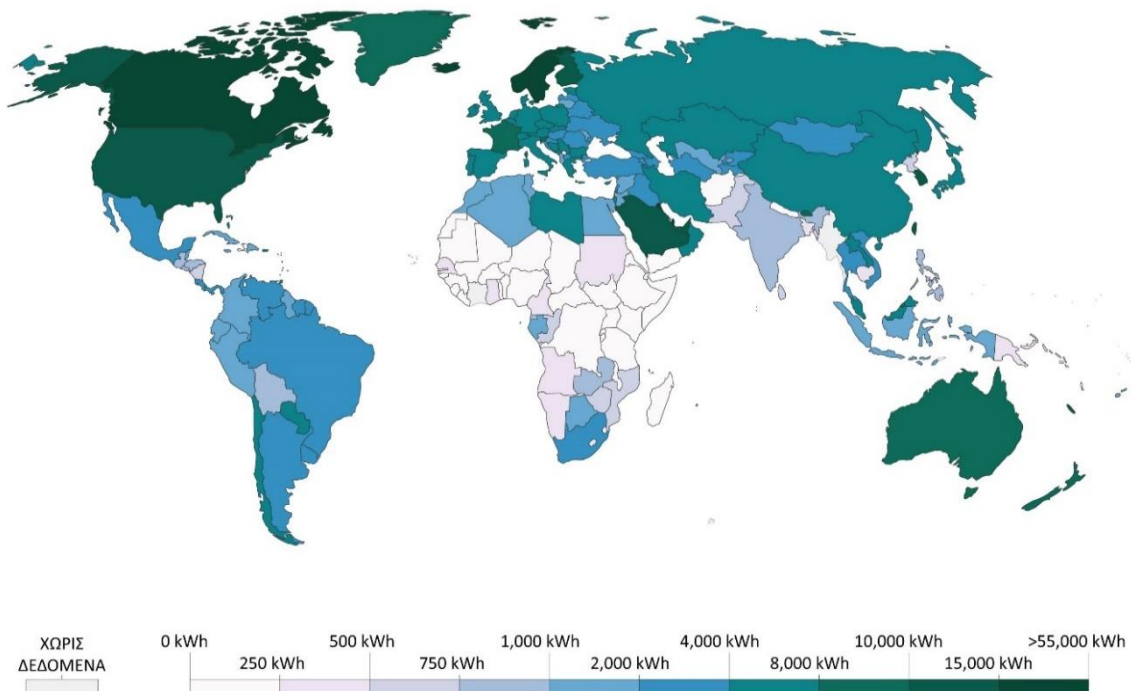
Ακόμα, στην Ευρώπη, η συλλογική ανάκαμψη από την κρίση της πανδημίας του κορωνοϊού οδήγησε σε άνοδο της ζήτησης και των τιμών της ενέργειας, τόσο στην βιομηχανία, όσο και στους οικιακούς καταναλωτές. Αποτέλεσμα των αυξανόμενων τιμών χονδρικής του φυσικού αερίου, είναι η στροφή των περισσότερων επιχειρήσεων στον άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επιβραδύνοντας την μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οδηγώντας πολλές χώρες σε αναθεώρηση της πολιτικής για τη μείωση των εργοστασίων παραγωγής πυρηνικής ενέργειας.

Επιπλέον, επιτακτική είναι η ανάγκη μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, γεγονός που επηρεάζει τα συστήματα ενέργειας σε όλο τον κόσμο. Η παραγωγή ενέργειας είναι υπεύθυνη για το μεγαλύτερο μερίδιο των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, με το 82% του συνολικού ενεργειακού εφοδιασμού που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα να συμβάλλει σχεδόν στα δύο τρίτα των συνολικών εκπομπών.[5] Πιο συγκεκριμένα, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συνεισφέρει περισσότερο από το 40% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με την ενέργεια. [6]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

ΚΑΤΑ ΚΕΦΑΛΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΚΑΤΑ ΚΕΦΑΛΗΝ ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΕΣ (kWh) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2020



Εικόνα 3

Καθώς οι ανθρωπογενείς αιτίες της κλιματικής αλλαγής γίνονται πιο κατανοητές, αυξάνεται η ανάγκη για επείγουσα δράση, καθιστώντας τον ενεργειακό τομέα πρωταρχικό στόχο για μεγαλύτερες μειώσεις εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτή η επιτακτική ανάγκη αντικατοπτρίζεται στην Συμφωνία του Παρισιών για την αλλαγή του κλίματος, τη νομικά δεσμευτική διεθνή συμφωνία που αποσκοπεί στην ενίσχυση της παγκόσμιας δράσης απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Η συμφωνία που τέθηκε σε ισχύ τον Νοέμβριο του 2016 επιδιώκει να ελαχιστοποιήσει την απειλή της κλιματικής αλλαγής «περιορίζοντας την αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας στους 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα» [7] μέσα από μία σειρά τεχνολογικών μέτρων, τα οποία περιλαμβάνουν μία «μετασχηματιστική αλλαγή στον ενεργειακό τομέα» [6].

Ενώ βρίσκονται σε εξέλιξη σημαντικές προσπάθειες για την αποσυμπίεση των κεντρικών συστημάτων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, τα περισσότερα σενάρια δείχνουν ότι ο ρυθμός αλλαγής είναι πολύ αργός και τα υπάρχοντα μέτρα δεν επαρκούν για την αποφυγή των χειρότερων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Αυτό συμβαίνει επειδή τα δύο τρίτα της

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

παραγωγής ενέργειας εξακολουθούν να βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα, παρά την ταχεία ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) τα τελευταία χρόνια [6]. Εάν η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα δεν αλλάξει, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την ενέργεια θα αυξηθούν κατά περισσότερο από 80% έως το 2050 [5]. Σε αυτό το σενάριο, η προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία πιθανότατα θα ξεπεράσει τους 2 ° C έως το 2100, θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή. Ταυτόχρονα, η παγκόσμια οικονομία αναμένεται να αναπτυχθεί κατά 150% δημιουργώντας επιπλέον πίεση στα υπάρχοντα ενεργειακά αποθέματα [4] οδηγώντας σε μία επέκταση της ενεργειακής υποδομής, η οποία θα πρέπει να πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο των μεταβαλλόμενων κοινωνικών προσδοκιών, της μείωσης των ενεργειακών πόρων και της μετατόπισης γεωπολιτικών δυναμικών.

Σε αυτό το ταχέως εξελισσόμενο περιβάλλον, είναι σαφές ότι εάν πρόκειται να αντιμετωπιστούν τα ζητήματα που ενυπάρχουν στο ενεργειακό ζήτημα, απαιτείται μια υποδειγματική αλλαγή της δομής και λειτουργίας του υπάρχοντος κεντρικού συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, η οικονομική αβεβαιότητα και η επακόλουθη μετατόπιση προτεραιοτήτων της μεταπανδημικής εποχής, τα μεταβαλλόμενα γεωπολιτικά συμφέροντα, οι περίπλοκες σχέσεις μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών φορέων και τα όρια της διαθέσιμης τεχνολογίας καθιστούν δύσκολη την μετάβαση σε ένα πιο "πράσινο" παγκόσμιο ενεργειακό σύστημα.

Παρόλο που η βιομηχανία και οι κυβερνήσεις αγωνίζονται να αναπτύξουν συνεπείς λύσεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής πρόκλησης, **η εμφάνιση μιας μεγάλης οικιακής αυτοπαραγωγικής και ιδιοκαταναλωτικής βάσης θα μπορούσε να δώσει την ώθηση για μετασχηματιστικές αλλαγές στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.** Αυτή η εξέλιξη είναι ένα σχετικά νέο φαινόμενο, το οποίο ενεργοποιείται από οικονομικά αποδοτικές ενεργειακές τεχνολογίες από πλευράς ζήτησης, αλλά και από την απελευθέρωση των αγορών ενέργειας από το νεοφιλελεύθερο κράτος, και θα μπορούσε να δώσει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να αλλάξουν τη σχέση τους με το υπάρχον σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η πρόσφατη παγκόσμια ανάπτυξη των οικιακών φωτοβολταϊκών αντικατοπτρίζει τόσο τη δύναμη των καταναλωτών να στηρίξουν την ενεργειακή μετάβαση, όσο και την πρόκληση να βελτιστοποιηθεί αυτή η μετάβαση. Η παγκόσμια δυναμικότητα φωτοβολταϊκών αυξήθηκε από 1,3 gigawatt (GW) το 2000 σε 770 GW το 2020 [8]. Ωστόσο, παρά τα πολλά οφέλη της, η ταχεία ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στα υπάρχοντα κεντρικά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας δεν ήταν πάντα η βέλτιστη και σε ορισμένες περιπτώσεις είχε αρνητικές συνέπειες. Αυτές περιλάμβαναν οικονομικές επιπτώσεις για τους συμμετέχοντες στον τομέα της ηλεκτρικής

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

ενέργειας (παρόχους και κατασκευαστές εξοπλισμού), ζητήματα ποιότητας ενέργειας και σταθερότητας του συστήματος, αύξηση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και αρνητικά αποτελέσματα κοινωνικής ισότητας [9].

Με τις κατάλληλες αλλαγές η τεχνολογία των οικιακών φωτοβολταϊκών θα επιτρέψει στους καταναλωτές να ανταγωνίζονται άμεσα τις κατεστημένες επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, κάμπτοντας την κερδοφορία τους και ενδεχομένως επηρεάζοντας τη λειτουργία και τη δομή του υπάρχοντος συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Τελικά, αυτή η εξέλιξη θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια μεγάλη αλλαγή με τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας να αναδιαρθρώνεται ουσιαστικά για να προσαρμοστεί στη νέα "πράσινη" πραγματικότητα.

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η δυσκολία του κράτους και των επίσημων φορέων να διαχειριστούν άμεσα την μελλοντική εκτεταμένη ενσωμάτωση οικιακών φωτοβολταϊκών στο υπάρχον σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, θα μπορούσε να οδηγήσει σε ουσιαστικές ανεπάρκειες κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης του κόστους ηλεκτρικού ρεύματος. Η δυσκολία αυτή έγκειται στην φύση των ενεργειακών συστημάτων, που αν και συχνά ορίζονται ως ένα τεχνοοικονομικό φαινόμενο, το οποίο μελετάται από μηχανικούς, οικονομολόγους και τεχνοκράτες, ουσιαστικά επηρεάζονται άμεσα από την κοινωνία και την πολυπλοκότητα του πραγματικού κόσμου. [10]

Για αυτόν τον λόγο, η πράσινη μετάβαση στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι εξαιρετικά δυναμική και αντιμετωπίζει πολλαπλές προκλήσεις, που άπτονται διαφορετικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ τεχνολογίας, οικονομίας και κοινωνίας. Συνεπώς, στην έρευνα της διαχείρισης και βελτιστοποίησης των ενεργειακών συστημάτων απαιτούνται διεπιστημονικές τεχνικές, ικανές να συλλάβουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των προαναφερθέντων τεχνολογικών, οικονομικών, κοινωνικών και θεσμικών παραγόντων.[11]

Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα οικιακά φωτοβολταϊκά, όπου η επιτυχία του επικείμενου μετασχηματισμού του συγκεκριμένου τομέα, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ενέργειες των καταναλωτών, ιδίως την επιλογή που κάνουν σχετικά με τον τύπο των φωτοβολταϊκών πλαισίων που αγοράζουν, του αντιστροφέα, των βάσεων στήριξης, κ.λπ., τις επιλογές διασύνδεσης ή μη με το δίκτυο, τις διαθέσιμες επιδοτήσεις για οικιακά φωτοβολταϊκά, το μέγεθος της οικονομικής ελάφρυνσης, τα φορολογικά κίνητρα εγκατάστασης οικιακού φωτοβολταϊκού, τις αμοιβές μηχανικού και εγκαταστάτη, κ.λπ.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Για αυτόν τον λόγο, η παρούσα διπλωματική, επιχειρεί να συνδέσει την εμπειρική γνώση της αγοράς με την ακαδημαϊκή μέθοδο ανάλυσης και σύνθεσης, ώστε να γίνουν κατανοητές οι προοπτικές εγκατάστασης οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος έως 10 kWp για τον Έλληνα αυτοπαραγωγό ενέργειας.

Για την αποσαφήνιση του σκοπού της διπλωματικής εργασίας και του ερευνητικού πεδίου, θα ασχοληθούμε κυρίως με τις εξής έννοιες:

– Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Θα μας απασχολήσουν η υιοθέτηση και η διασύνδεση της ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα (συνολική εγκατάσταση 900 MW το 2020), η οποία διαθέτει συμβατικά κεντρικά συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (λιγνιτικά εργοστάσια).

– Ιδιοπαραγωγή Ενέργειας

Η διαθεσιμότητα ενεργειακών τεχνολογιών, όπως τα φωτοβολταϊκά, από την πλευρά της ζήτησης, έχει οδηγήσει στη δημιουργία μιας νέας κατηγορίας παραγωγών και καταναλωτών ενέργειας, τους «ιδιοπαραγωγούς».[9] Διερευνάται, λοιπόν, η δυναμική του οικιακού τομέα και συγκεκριμένα, η πολυπλοκότητα, η έλλειψη ομοιογένειας και η διαφορά κλίμακας σε επίπεδο νοικοκυριού, σ' ό,τι αφορά την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, καθώς και τις προκλήσεις που ενυπάρχουν για τα νοικοκυριά στην υιοθέτηση της αυτοπαραγωγής ενέργειας.

1.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία μελετά την χρήση οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα, και συγκεκριμένα τους οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς παράγοντες που θα μπορούσαν να ενισχύσουν άμεσα και έμμεσα την υιοθέτηση ενός οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος 10kWp.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Συνεπώς, η εργασία επιδιώκει να απαντήσει στο εξής ερώτημα:

- Ποιες προοπτικές έχει η επένδυση σε ένα σύστημα Φ/Β για έναν οικιακό καταναλωτή χαμηλής τάσης υπό την πολιτική της πώλησης της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο και την πολιτική του ενεργειακού συμψηφισμού (net metering) στην Ελλάδα;

και στα ακόλουθα υποερωτήματα:

- Ποιο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελεί την καλύτερη επιλογή, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και ποια είναι η βέλτιστη διαδικασία διασύνδεσης με το κεντρικό σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να επιτυγχάνεται το μέγιστο οικονομικό όφελος για τον οικιακό αυτοπαραγωγό;

- Ποιες είναι οι εναλλακτικές πολιτικές στήριξης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος ενεργειακού συμψηφισμού και ποια μεγιστοποιεί το οικονομικό όφελος του οικιακού αυτοπαραγωγού; Πώς θα μπορούσαν οι πολιτικές στήριξης να επηρεάσουν τα ποσοστά ανάπτυξης των οικιακών φωτοβολταϊκών και ποιες είναι οι επιπτώσεις μιας ευρύτερης μετάβασης στα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα;

1.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις του θέματος, η εργασία χρησιμοποιεί σύγχρονα επιστημονικά εργαλεία, όπως την ενδεδειγμένη βιβλιογραφική μελέτη και την ανάλυση των τελευταίων ακαδημαϊκών ερευνών στον τομέα των φωτοβολταϊκών συστημάτων, εξειδικευμένο λογισμικό, όπως το PVsyst και το Sunny Design για την μελέτη εφαρμογής και, τέλος, την διασταύρωση των εγχώριων κειμένων πολιτικής-νομοθεσίας και των οικονομικών στοιχείων από φορείς της αγοράς, όπως μελετητικά γραφεία, προμηθευτές και τραπεζικά ιδρύματα. Για την ευκολότερη κατανόηση του κόστους υλοποίησης και του χρόνου απόσβεσης μιας επένδυσης οικιακού φωτοβολταϊκού, παρατίθεται μία περιπτωσιολογική μελέτη (case study) της εγκατάστασης ενός οικιακού φωτοβολταϊκού έως 10kWp σε μία κατοικία στην δημοτική ενότητα των Καλυβίων Θορικού.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

1.5 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το περιεχόμενο αυτής της έρευνας οργανώνεται σε δύο μέρη, αποτελούμενα από πέντε ενότητες, όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

Το παρόν πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εισαγωγή στο ερευνητικό ζήτημα, ορίζοντας το αντικείμενο και τους στόχους της έρευνας, εξετάζοντας το θεωρητικό συγκείμενο μέσω μιας βιβλιογραφικής ανασκόπησης και σύνθεσης του ερευνητικού θέματος, επιλέγοντας την αρμόζουσα μεθοδολογία και την προεπισκόπηση της δομής της διπλωματικής εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο διερευνάται η τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων μέσω επισκόπησης και σύνθεσης της βιβλιογραφίας ως προς τις νέες τεχνολογίες και εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Επιπλέον, μελετώνται οι μελλοντικές τάσεις εξέλιξης της τεχνολογίας και της αγοράς των Φ/Β και οι επακόλουθες εξελίξεις στην ενέργεια στον κόσμο και την Ελλάδα. Η βιβλιογραφία αφορά την θεωρητική διερεύνηση του θέματος μέσω εκθέσεων φορέων και οργανισμών και στατιστικών στοιχείων προερχόμενα από εγχώριες και διεθνείς πηγές.

Το τρίτο κεφάλαιο εξετάζει το θέμα των οικιακών φωτοβολταϊκών, παραθέτοντας διεξοδικά τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά μιας εγκατάστασης Φ/Β, το νομοθετικό - κανονιστικό πλαίσιο που διέπει την ασφαλή εγκατάσταση, αλλά και τα οικονομικά στοιχεία που καθιστούν ικανή την οικονομική βιωσιμότητα μιας φωτοβολταϊκής επένδυσης. Η συγκεκριμένη ανάλυση διεξάγεται μέσω εμπειρικής γνώσης και παράθεσης παραδειγμάτων, θεωρητικής διερεύνησης και κειμένων πολιτικής (νόμοι, αποφάσεις, κ.λπ.) προερχόμενα από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την μελέτη εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού έως 10 kWp που πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων υπολογιστικών εργαλείων (PVsyst και SUNNY DESIGN) και αφορά, μεταξύ άλλων, την χωροθέτηση, την μελέτη σκίασης και των υπολογισμό των δεικτών απόδοσης. Επιπλέον, πραγματοποιείται μια εκτενής οικονομική ανάλυση του έργου με παρουσίαση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την οικονομική απόδοση του έργου.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο εξάγονται ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία στοχεύουν σε διαπιστώσεις και λύσεις σχετικά με το ζήτημα και προέκυψαν κατά την πραγματοποίηση

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ενώ επίσης εξετάζονται οι μελλοντικές προοπτικές των επενδύσεων στα οικιακά φωτοβολταϊκά.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν μία σειρά ευαίσθητων στο φως ημιαγωγών για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναδειχθεί ως μια οικονομικά αποδοτική τεχνολογία χαμηλών εκπομπών που θα αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο παράγεται η ενέργεια σε όλο τον κόσμο.

Τα Φ/Β είναι μια ευέλικτη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς κινούμενα μέρη και θόρυβο, η οποία δεν παράγει απόβλητα κατά τη λειτουργία της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σχεδόν σε οποιοδήποτε περιβάλλον. Αποτελούνται από επιμέρους δομοστοιχεία -modules- και έτσι μπορούν να τροποποιηθούν υπό κλίμακα, ώστε να ανταποκρίνονται σε απαιτήσεις φορτίου, οι οποίες κυμαίνονται από ορισμένα watt, π.χ. αριθμητικοί υπολογιστές τσέπης και μικρά φωτιστικά κήπου, έως μερικές εκατοντάδες megawatt, π.χ. τροφοδοσία νησιών και μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων.

Από μια ευρύτερη κοινωνικοοικονομική άποψη, τα Φ/Β μπορούν να παγιώσουν την ενεργειακή ασφάλεια, δηλαδή την αξιόπιστη και επαρκή προμήθεια ενέργειας σε λογικές τιμές, να αυξήσουν την αειφορία του ενεργειακού τομέα, να εξασφαλίσουν την πρόσβαση στην ενέργεια -ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές, καθώς και να δημιουργήσουν μία νέα αγορά και θέσεις εργασίας.[12] Επιπλέον, ενθαρρύνουν τους καταναλωτές να ασχοληθούν ενεργά με τη διαχείριση της ενέργειάς τους και τους παρέχουν μεγαλύτερη επιλογή και έλεγχο στους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς ηλεκτροπαραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Ως τεχνολογία χαμηλών εκπομπών, τα Φ/Β προσφέρουν επίσης σημαντικές δυνατότητες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Κατά την λειτουργία της, μια φωτοβολταϊκή συστοιχία δεν εκπέμπει αέρια του θερμοκηπίου και κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής της επιστρέφει την ενέργεια και τις εκπομπές που επενδύθηκαν στη συναρμολόγησή της πολλές φορές. [13]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

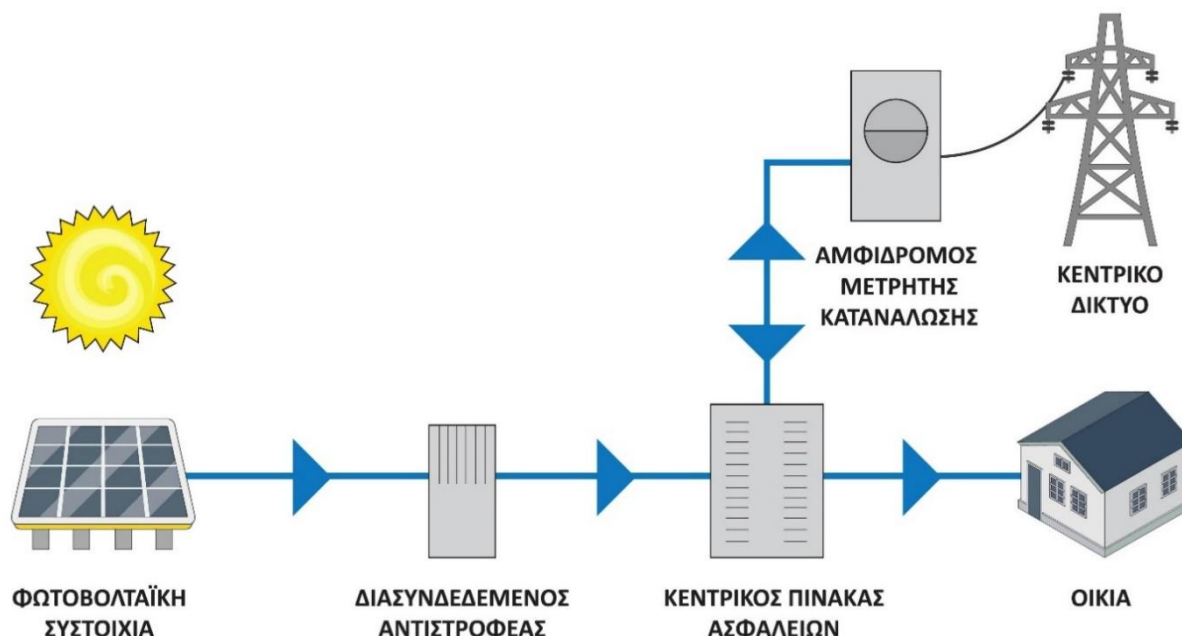
Με βάση την αξιολόγηση του κύκλου ζωής, οι μέσες εκπομπές των Φ/Β ισοδυναμούν με λιγότερο από 50 γραμμάρια ισοδύναμου CO₂ ανά κιλοβατώρα (gCO₂e kWh). Για σύγκριση, ο παγκόσμιος μέσος όρος για τα κεντρικά συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας είναι 532 gCO₂e kWh. [14]

Τα φωτοβολταϊκά ταξινομούνται ως μια μορφή κατανεμημένης παραγωγής (*διεσπαρμένης ή/και αποκεντρωμένης*), με την έννοια ότι η πηγή ενέργειας βρίσκεται κοντά στο σημείο κατανάλωσης, δηλαδή η παραγόμενη ισχύς ενός κατανεμημένου σταθμού παρέχεται σε τοπικό επίπεδο. [15] Σε ένα κατανεμημένο σύστημα, η παραγωγή γίνεται με μικρές μονάδες και έτσι αποφεύγονται οι μεγάλες κεντρικές μονάδες και τα ακριβά δίκτυα, που συνεπάγονται μεγάλες απώλειες.

Για οικιακά συστήματα, η ισχύς που μπορεί να παράγει μια Φ/Β γεννήτρια μετριέται σε κιλοβάτ (kW) και η παραγωγή ορίζεται ως η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε διάστημα μιας ώρας και μετριέται σε κιλοβατώρες (kWh). Σε οικιακούς χώρους, οι συστοιχίες φωτοβολταϊκών κυμαίνονται σε μέγεθος από λιγότερο του 1 kW έως περίπου 10 kW, με το εμβαδόν της στέγης ή της πλάκας να περιορίζει τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις.

Σχεδόν όλα τα φωτοβολταϊκά συστήματα στις σύγχρονες οικονομίες είναι «συνδεδεμένα με το δίκτυο», πράγμα που σημαίνει ότι η κατοικία, αν και αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια μέσω της φωτοβολταϊκής μετατροπής, παραμένει συνδεδεμένη με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. [16] Η ισχύς που παράγεται από την ηλιακή συστοιχία χρησιμοποιείται πρώτα από το σπίτι, ενώ η περίσσεια εξάγεται στο δίκτυο. Όταν η οικιακή ζήτηση υπερβαίνει την ισχύ που παράγεται από τη συστοιχία, οποιαδήποτε επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια απαιτείται, παρέχεται από το δίκτυο.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Εικόνα 4 «Καταναμημένο φωτοβολταϊκό σύστημα»

Στην Ελλάδα ο συμψηφισμός παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας (net-metering) αποτελεί ένα εργαλείο προώθησης της αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης με φωτοβολταϊκά συστήματα. Ο ενεργειακός συμψηφισμός δίνει την δυνατότητα στον καταναλωτή να καλύψει ένα σημαντικό μέρος των ιδιοκαταναλώσεών του, ενώ παράλληλα του επιτρέπει να κάνει χρήση του δικτύου για έμμεση αποθήκευση της παραγόμενης «πράσινης» ενέργειας. Ωστόσο, ο αριθμός έργων αυτοπαραγωγής στην Ελλάδα παραμένει μικρός, σε σύγκριση με το ηλιακό δυναμικό της χώρας, καθώς «ο αριθμός των εγκαταστάσεων net-metering ανήλθε σε 362 το 2019¹, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 9.57 MW, ενώ στον οικιακό τομέα έχει εγκατασταθεί μόλις το 10% περίπου των συστημάτων ιδιοπαραγωγής με κριτήριο τα εγκατεστημένα MW».[17]

Παρόλα αυτά, η μεγάλη ηλιοφάνεια στην Ελλάδα -περίπου 3000 ώρες σε πολλές περιοχές- ευνοεί την εγκατάσταση οικιακών φωτοβολταϊκών [17], και ιδιαίτερα σε απομονωμένες περιοχές, όπως σε μη διασυνδεδεμένα νησιά και δύσβατες ορεινές περιοχές, όπου το υφιστάμενο κεντρικό δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ δεν επαρκεί και υπάρχουν μικροί και διάσπαρτοι οικισμοί, με μικρά συνήθως φορτία. Η καταναμημένη παραγωγή των φωτοβολταϊκών θα

¹ Αφορά τις συνολικά εγκατεστημένες ΑΠΕ, όχι μόνο τις φωτοβολταϊκές μονάδες



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

μπορούσε να αποτρέψει πολλές από τις συνήθεις διακοπές ρεύματος και να συμβάλλει στην εξοικονόμηση εκατομμυρίων ευρώ, κυρίως στην τουριστική, αλλά ενεργειακά αδύναμη νησιωτική Ελλάδα.

2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

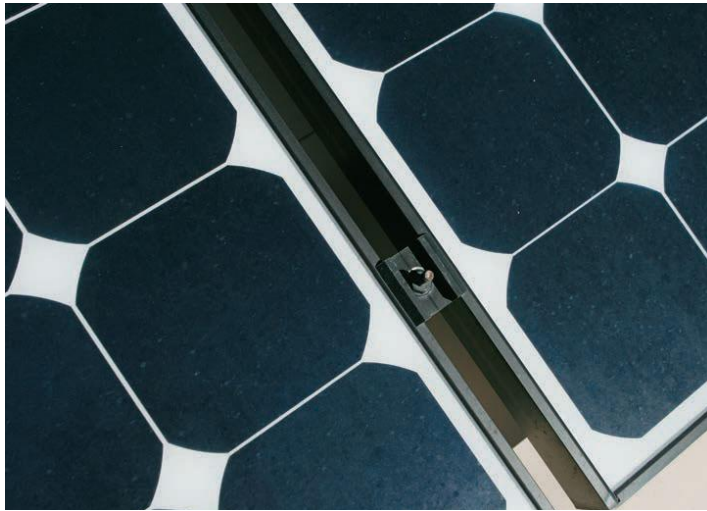
Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών βασίζεται σε μια κβαντική διεργασία, γνωστή ως φωτοβολταϊκό φαινόμενο ή φαινόμενο Becquerel, η οποία περιγράφει την πόλωση των ηλεκτρικών φορτίων που συμβαίνει σε συγκεκριμένα υλικά όταν αυτά εκτεθούν σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τον ήλιο. [18], [19]

Ενώ το φωτοβολταϊκό φαινόμενο παρατηρήθηκε για πρώτη φορά πριν από σχεδόν διακόσια χρόνια, από τον Γάλλο επιστήμονα, Edmond Becquerel, μόλις τη δεκαετία του 1950 αναπτύχθηκε το σύγχρονο Φ/Β στοιχείο. [18] Τα πρώιμα Φ/Β στοιχεία κατασκευάζονταν από πυρίτιο (Si), ένα υλικό ημιαγωγών, είχαν πολύ χαμηλή απόδοση μετατροπής της ηλιακής ενέργειας που έπεφτε επάνω τους σε ηλεκτρική ενέργεια και ήταν ακριβά, κοστίζοντας χίλιες φορές περισσότερο από τα σύγχρονα Φ/Β κύτταρα. [18]

Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες, η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών έχει εξελιχθεί ραγδαία. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι εμπορικά διαθέσιμης τεχνολογίας φωτοβολταϊκών: Το κρυσταλλικό πυρίτιο (c-Si) κυριαρχεί στην αγορά και αποτελεί περισσότερο από το 90% των συνολικών εγκατεστημένων Φ/Β, ενώ οι τεχνολογίες φωτοβολταϊκών λεπτού υμενίου (*thin film*) αντιπροσωπεύουν την άλλη κοινή κατηγορία Φ/Β και αποτελούν περίπου το 10% του συνολικού μεριδίου αγοράς. [19]

Η χρήση του πυριτίου, ως βασικού υλικού παραγωγής των Φ/Β αποτελεί βασικό πλεονέκτημα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, καθώς πάνω από το 90% του φλοιού της Γης αποτελείται από πυριτιούχα ορυκτά, γεγονός που καθιστά το πυρίτιο σε αφθονία ως το δεύτερο κατά μάζα χημικό στοιχείο του πλανήτη (περίπου 28% κατά μάζα).

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι τεχνολογίας φωτοβολταϊκών κρυσταλλικού πυριτίου: μονοκρυσταλλικά στοιχεία που κατασκευάζονται από ένα μόνο κομμάτι πυριτίου (monoc-Si) και έχουν υψηλότερη απόδοση -ενεργειακή πυκνότητα- και πολυκρυσταλλικά στοιχεία, τα οποία είναι κατασκευασμένα από πολύπλευρο κρυσταλλικό πυρίτιο (polyc-Si) και ελαφρώς οικονομικότερα.²

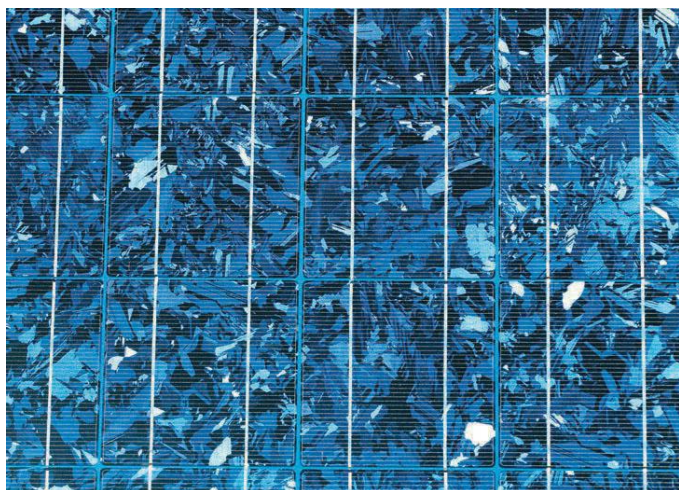
Εικόνα 5 Μονοκρυσταλλικό Στοιχείο

Ενώ η αποδοτικότητα μετατροπής της ενέργειας του ήλιου που πέφτει πάνω τους για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου έχει αποδειχθεί εργαστηριακά έως και 27,6% για μονοκρυσταλλικά (και έως 23,3% για πολυκρυσταλλικά),³ τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μαζικής παραγωγής τείνουν να επιτυγχάνουν απόδοση περίπου 16%. [20] Αυτά τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μπορούν να λειτουργήσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα, με τους περισσότερους κατασκευαστές να εγγυώνται ότι θα παράγουν τουλάχιστον το 80% της ονομαστικής τους παραγωγής σε βάθος εικοσαετίας. Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι τα Φ/Β στοιχεία υποβαθμίζονται στην πραγματικότητα ακόμη πιο αργά με απώλειες απόδοσης μόνο 0,5% ετησίως.

² Το μεγαλύτερο μέρος του υψηλού κόστους οφείλεται στην παραγωγή καθαρού πυριτίου σε κρυσταλλική δομή και αποτελεί τον βασικό λόγο που οι πολυκρυσταλλικές γεννήτριες κατέχουν υψηλότερο ποσοστό μεριδίου αγοράς σε σχέση με τις μονοκρυσταλλικές.

³ Τιμές απόδοσης με χρήση της τεχνολογίας των συγκεντρωτικών φωτοβολταϊκών (CPV).

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Εικόνα 6 Πολυκρυσταλλικό Στοιχείο

Ένα παράγωγο της τεχνολογίας φωτοβολταϊκών στοιχείων κρυσταλλικού πυριτίου είναι η ταινία πυριτίου (ribbon-Si)⁴, η οποία προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών κυψελών πυριτίου, συμβάλλοντας έτσι θεαματικά στην μείωση του κόστους.⁵ Η απόδοση για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας πυριτίου έχει φτάσει πλέον γύρω στο 13-15%, ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 19%. [20]

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτού υμενίου περιέχουν λεπτά στρώματα φωτοβολταϊκών υλικών όπως το άμορφο πυρίτιο (a-Si), ο δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe₂ ή CIS, με προσθήκη γαλλίου CIGS) και το τελλουριούχο κάδμιο (CdTe) ή το αρσενικούχο γάλλιο (GaAs) σε υποστρώματα χαμηλού κόστους όπως γυαλί, ανοξείδωτο χάλυβα ή πλαστικό [21]. Ενώ έχουν χαμηλότερα μέσα επίπεδα απόδοσης, τυπικά μεταξύ 7% και 16,8%, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτού υμενίου είναι φθηνότερα στην παραγωγή, ελαφρύτερα και πιο εύκαμπτα από τα στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου. [21]

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ			
ΤΥΠΟΣ	ΛΕΠΤΟΥ ΥΜΕΝΙΟΥ	ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ	ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ
ΕΜΦΑΝΙΣΗ			
ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	7% - 16,8%	23,3%	27,6%
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΝΑ kWp	9 - 25m ²	7 - 9m ²	5,5 - 9m ²

Εικόνα 7 «Συγκριτικός πίνακας εμπορικών τεχνολογιών φωτοβολταϊκών στοιχείων»

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πολλαπλών επαφών (*multijunction*) αποτελούν ένα παράγωγο της τεχνολογίας λεπτού υμενίου, και χρησιμοποιούν πολλαπλά λεπτά στρώματα διαφορετικών υλικών για να συλλάβουν ένα μεγαλύτερο φάσμα ενέργειας. Η τεχνολογία πολλαπλών επαφών είναι ακριβή, αλλά εξαιρετικά αποδοτική και μπορεί να ξεπεράσει το 47%. [20]

4 Διαδικασίες παραγωγής Φ/Β ταινίας πυριτίου: String Ribbon (STR) Process και Edge-Defined, Film-Fed Growth (EFG) Process.

5 Το πάχος του στοιχείου είναι λιγότερο των 0,3 χιλιοστών.

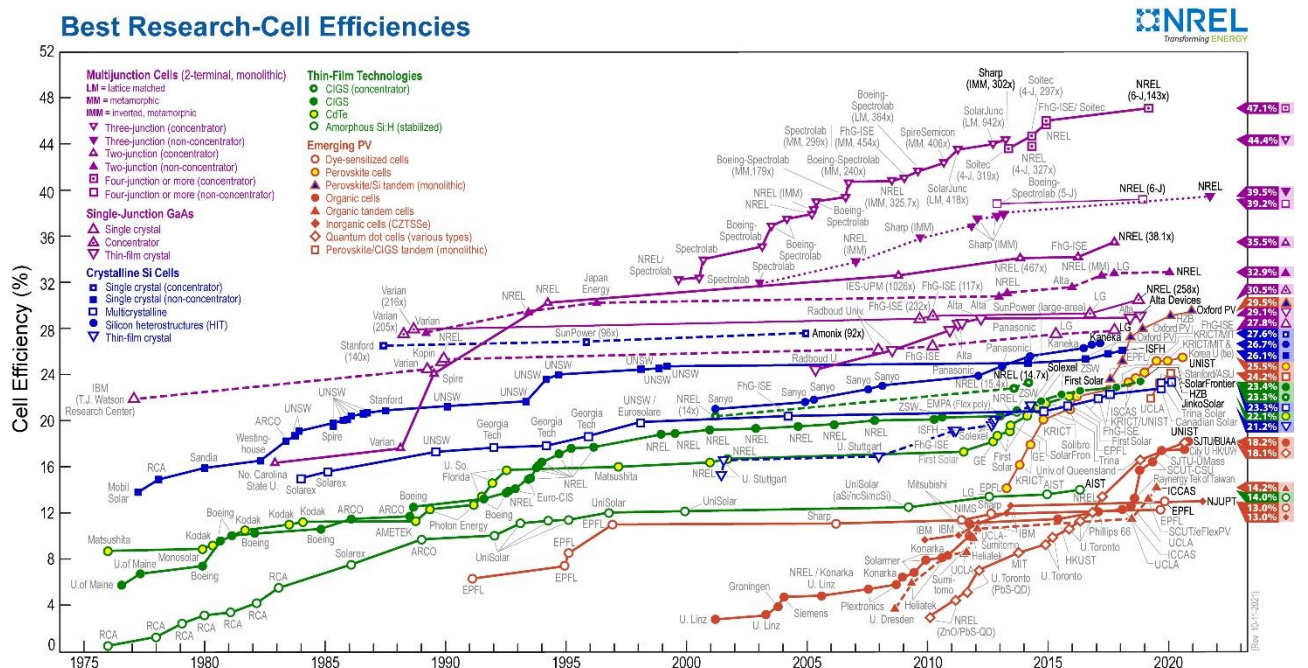
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Μια άλλη υβριδική τεχνολογία φωτοβολταϊκών υψηλής απόδοσης στην διαχεόμενη ακτινοβολία είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία που αποτελούνται από ενδογενείς στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών HIT (*heterojunction with intrinsic thin layer*). Τα πιο γνωστά εμπορικά φωτοβολταϊκά στοιχεία ετεροενώσεων αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου, πάνω και κάτω, ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. [22]

Εκτός από τις βασικές εμπορικές τεχνολογίες, υπάρχουν πολυάριθμες αναδυόμενες τεχνολογίες Φ/Β, οι οποίες διερευνώνται σε εργαστήρια σε όλον τον κόσμο.

Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα ηλιακά κύτταρα περοβσκίτη (*ορυκτό οξείδιο του ασβεστίου και του τιτανίου*). Χαρακτηρίζονται από μια συγκεκριμένη κρυσταλλική δομή που βασίζεται σε οργανικά και ανόργανα συστατικά και μπορούν να κατασκευαστούν φθηνότερα από τα παραδοσιακά κύτταρα με βάση το πυρίτιο. Αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά το 2009 επιτυγχάνοντας απόδοση 3%. Σε μόλις δέκα χρόνια, η απόδοση του περοβσκίτη αυξήθηκε περισσότερο από 26%. [20] Με την επιφύλαξη της αντιμετώπισης τεχνικών εμποδίων που σχετίζονται με τη σταθερότητα των κυψελών, οι περοβσκίτες αποτελούν ένα παράδειγμα τεχνολογίας φωτοβολταϊκών που όταν διατεθεί στο εμπόριο, θα μπορούσε να φέρει περαιτέρω επανάσταση στον τομέα.



Εικόνα 8 «Πίνακας απόδοσης ηλιακών κυψελών - NREL»

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

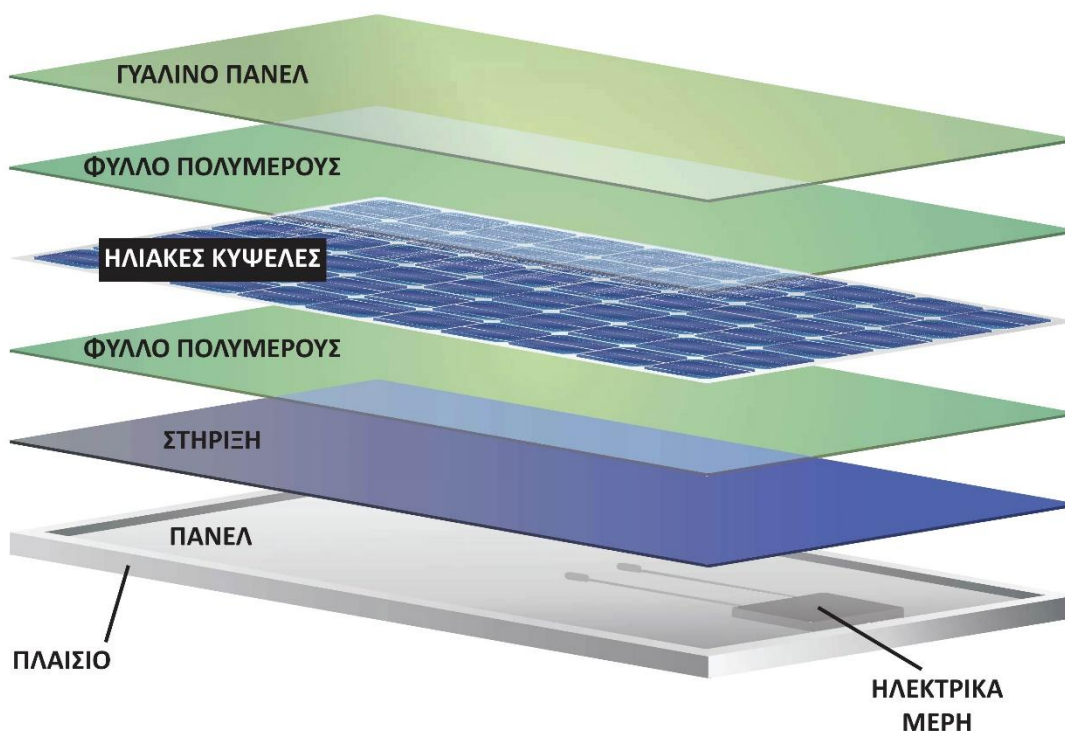
Ακόμα τεχνολογίες, όπως τα φωτοβολταϊκά στοιχεία βαφής (*dye-sensitized cells*) και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κβαντικών τελειών (*quantum dot cells*) με αποδόσεις φωτοβολταϊκής μετατροπής 13% και 18,1% αντίστοιχα [20], αποτελούν πολλά υποσχόμενα παραδείγματα με μεγάλα περιθώρια βελτίωσης των αποδόσεών τους.

Επίσης, τα οργανικά ηλιακά κύτταρα (*organic solar cells*) είναι μια από τις αναδυόμενες τεχνολογίες εκτυπώσιμων φωτοβολταϊκών, η οποία υπόσχεται οικονομική προσιτότητα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας, με την ενδεικτική τους απόδοσή μετατροπής να πλησιάζει το 14,2% στο εργαστήριο.

Όλες οι παραπάνω αποδόσεις βελτιώνονται θεαματικά με χρήση της τεχνολογίας των συγκεντρωτικών φωτοβολταϊκών (*concentrating solar power - CSP ή CPV*). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία συγκέντρωσης χρησιμοποιούν οπτικά μέσα, όπως κάτοπτρα, φακούς, καμπύλους καθρέπτες και ενίοτε, ακριβή παρακολούθηση (*tracking*) του ήλιου ή ένα σύστημα παθητικής ψύξης, προκειμένου να επιτευχθεί εστίαση του ηλιακού φωτός σε μικρά, αλλά εξαιρετικά αποδοτικά, φωτοβολταϊκά στοιχεία αυξάνοντας την συνολική απόδοση. [22]

Συγκρίνοντας τις αποδόσεις των αναδυόμενων τεχνολογιών φωτοβολταϊκών από το γράφημα του NREL, διαπιστώνουμε ότι το τεχνολογικό δυναμικό και το μέλλον των φωτοβολταϊκών είναι πολύ σχετικό. Καθώς τα φωτοβολταϊκά συνεχίζουν να εξελίσσονται, αναμένεται να γίνουν φθηνότερα, αποτελεσματικότερα και πιο ευέλικτα. Για παράδειγμα, η πρόοδος στα εκτυπώσιμα, οργανικά φωτοβολταϊκά σημαίνει ότι τα Φ/Β θα μπορούσαν να ενσωματωθούν πιο αποτελεσματικά στις επιφάνειες κτηρίων με χαμηλό κόστος, γεγονός που θα τα καταστήσει προσιτά σε μία ευρύτερη κοινωνική μερίδα. Στο μέλλον, αυτές οι εξελίξεις θα μπορούσαν να παρέχουν στους καταναλωτές νέες επιλογές για να παράγουν περισσότερη δική τους ενέργεια και τελικά να μειώσουν την εξάρτησή τους από τα υπάρχοντα κεντρικά συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλο που η παρούσα έρευνα λαμβάνει υπόψιν της την απόδοση και το κόστος των πιο διαδεδομένων εμπορικών φωτοβολταϊκών συστημάτων, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι όταν επέλθουν οι αναμενόμενες αλλαγές στην ανάπτυξη της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών, και τα δύο αυτά μεγέθη - απόδοση και κόστος- θα αλλάξουν θεαματικά.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

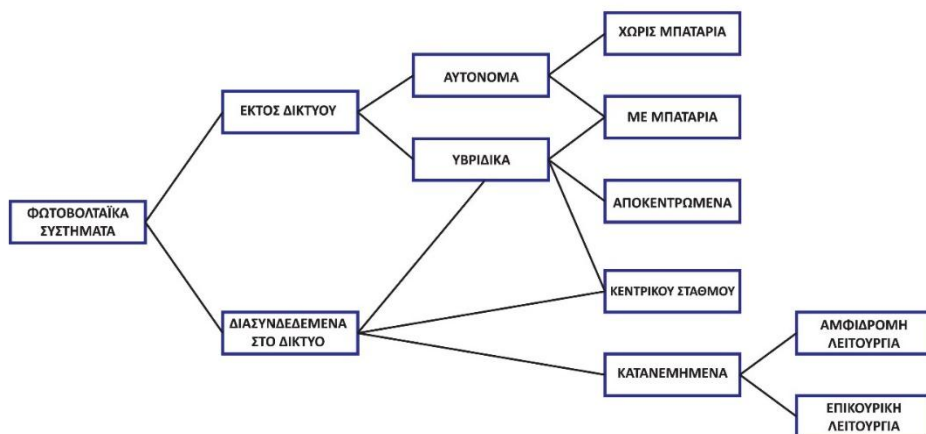


Εικόνα 9 Φωτοβολταϊκό Πάνελ

2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χαρακτηρίζονται από μεγάλο εύρος εφαρμογών με κριτήριο την απαίτηση ισχύος. Μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες λειτουργίας μικρών καταναλωτικών προϊόντων, να τροφοδοτήσουν με ηλεκτρική ενέργεια περιοχές απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής, ενώ ενσωματωμένα σε κτίρια (στην στέγη ή στις προσόψεις) αποτελούν την κύρια ή βοηθητική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.

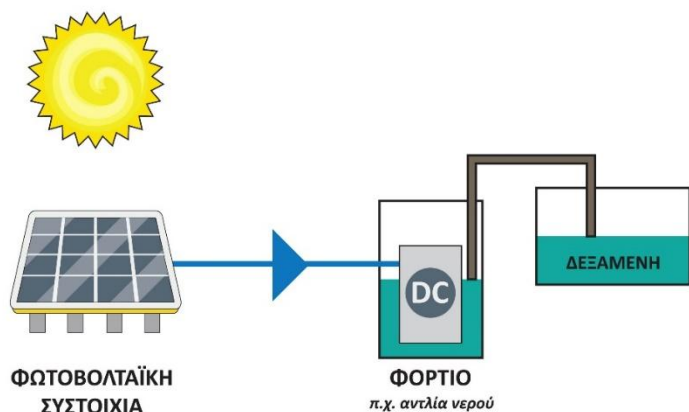
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Εικόνα 10 «Ταξινόμηση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων»

Ανεξαρτήτως της χρήσης τους, η κύρια ταξινόμηση των φωτοβολταϊκών είναι στα συνδεδεμένα στο δίκτυο παραγωγής ηλεκτρισμού (*grid-connected systems*) και στα μη συνδεδεμένα (*off-grid systems*). Η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος γίνεται με βάση την ανάγκη για πλήρη ή μερική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από το φωτοβολταϊκό σύστημα. [23]

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκτός δικτύου διακρίνονται σε αυτόνομα (*standalone systems*), στα οποία η φωτοβολταϊκή συστοιχία είναι η αποκλειστική πηγή ενέργειας και σε υβριδικά (*hybrid systems*) τα οποία τροφοδοτούνται και από άλλη πηγή ΑΠΕ ή συμβατική ηλεκτρική πηγή. [23]



Εικόνα 11 «Σύστημα άμεσης τροφοδοσίας φορτίου»

Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να αποτελούνται αποκλειστικά από φωτοβολταϊκές μονάδες και ένα φορτίο -συστήματα άμεσης τροφοδοσίας του φορτίου- ή να περιλαμβάνουν συσσωρευτές - μπαταρίες- για αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα αυτόνομα συστήματα *μη αποθήκευσης* του φορτίου αποδίδουν απευθείας στην κατανάλωση την



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

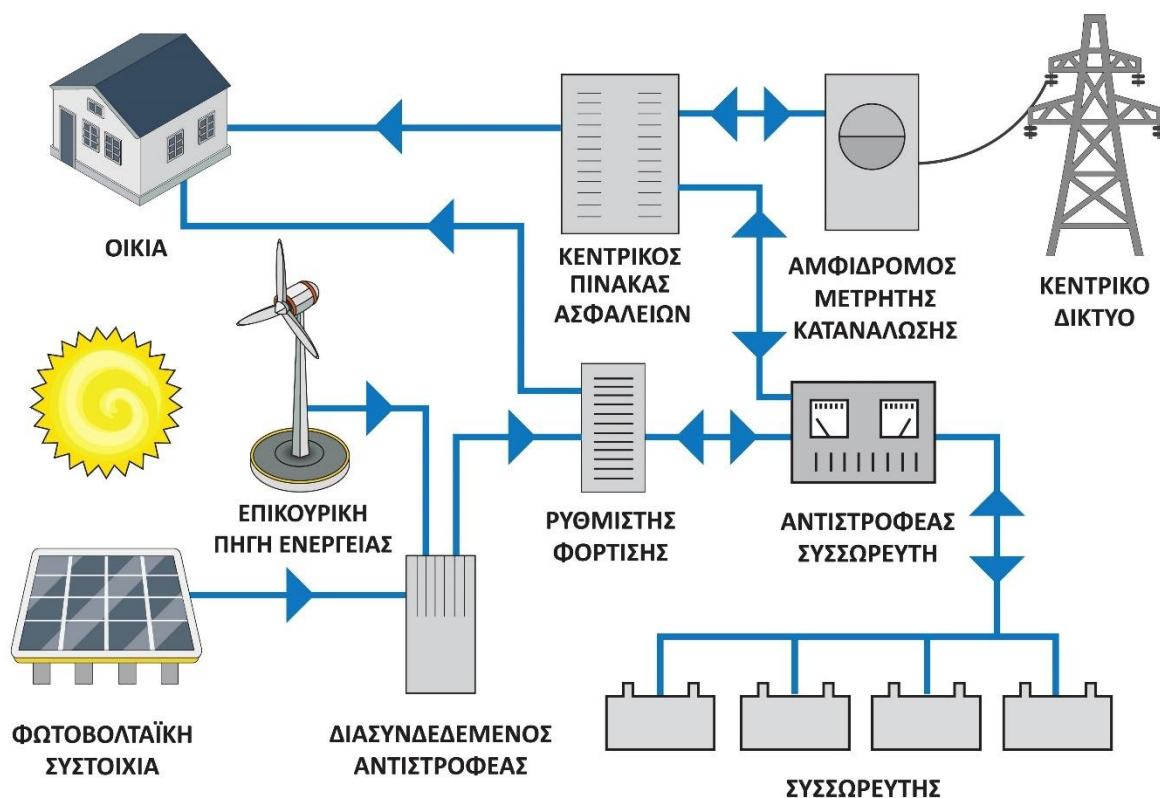
παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, χωρίς να αποθηκεύουν ενέργεια σε μπαταρίες και συνήθως χρησιμοποιούνται για εργασίες που δεν χρειάζεται τακτική λειτουργία του συστήματος, όπως π.χ. το πότισμα καλλιεργειών. Το σχήμα 17.1 δείχνει μια σχηματική αναπαράσταση ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος συνεχούς ρεύματος χωρίς συσσωρευτή.

Τα αυτόνομα συστήματα αποθήκευσης περιλαμβάνουν ελεγκτές φόρτισης, οι οποίοι αποσυνδέουν τις μπαταρίες όταν αυτές φορτίσουν πλήρως ή αποσυνδέουν το φορτίο, ώστε να αποτρέψουν την αποφόρτιση των μπαταριών κάτω από ένα συγκεκριμένο όριο. Οι συσσωρευτές οφείλουν να έχουν αρκετή χωρητικότητα για να αποθηκεύουν την ενέργεια που παράγεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, ώστε να χρησιμοποιηθεί τη νύχτα και σε περιόδους κακών καιρικών συνθηκών, όπως π.χ. στα συστήματα φωτισμού των οδών.

Τα υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυάζουν τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες με μια συμπληρωματική μέθοδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων. Προκειμένου να βελτιστοποιηθούν οι συνυπάρχουσες, διαφορετικές μέθοδοι μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας, τα υβριδικά συστήματα απαιτούν συνήθως πιο εξελιγμένους ελέγχους από τα φωτοβολταϊκά συστήματα και συνήθως προβλέπουν την ύπαρξη μπαταριών για την αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Μια σχηματική αναπαράσταση ενός υβριδικού συστήματος φαίνεται στο σχήμα 17.5.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Το συνδεδεμένο στο δίκτυο σύστημα αποτελείται από την φωτοβολταϊκή συστοιχία, τον διασυνδεδεμένο με το δίκτυο αναστροφέα τάσεως DC-AC (grid-tied inverter)⁶, και τους σχετικούς ρυθμιστές. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 17.3, τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα συνδέονται στο δίκτυο μέσω αναστροφένων τάσεως, που μετατρέπουν την ισχύ του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα.



Εικόνα 13 «Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα»

Σε κατανεμημένα διασυνδεδεμένα συστήματα, όπως αυτά που είναι εγκατεστημένα σε κατοικίες, ο αναστροφέας τάσεως συνδέεται με τον πίνακα διανομής, από όπου η ισχύς που παράγεται από το Φ/Β μεταφέρεται στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ή σε συσκευές AC στο σπίτι. [23] Αυτά τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν απαιτούν συσσωρευτές (batteries), καθώς είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο, στο οποίο μεταφέρεται η υπερπροσφορά ρεύματος, ενώ επίσης τροφοδοτεί την κατοικία με ηλεκτρισμό σε περιόδους ανεπαρκούς παραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά. Παρόλα αυτά, όλο και περισσότερα συστήματα που

⁶ Στα ελληνικά χρησιμοποιούνται εξίσου οι όροι αντιστροφέας ή/και μετατροπέας.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

συνδέονται με το δίκτυο έχουν συσσωρευτές για αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και αύξηση της ιδιοκατανάλωσης.

Τα καταναμεμημένα οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αναπτυχθεί στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία με την αρωγή υποστηρικτικών πολιτικών και ευνοϊκών νομοθετικών κανονισμών. Ως εκ τούτου, η ΔΕΗ, αλλά και οι περισσότερες ιδιωτικές εταιρείες κοινής ωφέλειας έχουν αποκτήσει σημαντική εμπειρία στην αντιμετώπιση των προκλήσεων, που προκύπτουν από την ενσωμάτωση των οικιακών ηλιακών φωτοβολταϊκών στο δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης, το οποίο δεν έχει σχεδιαστεί για μεγάλης κλίμακας καταναμεμημένη παραγωγή.

2.4 ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

Μέχρι πρόσφατα, το υψηλό κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων αποτελούσε το κύριο εμπόδιο στην ανάπτυξη του κλάδου. Με τα Φ/Β να κοστίζουν σχεδόν 100\$/W το 1975, η τεχνολογία παραμένει σε μεγάλο βαθμό μη διαθέσιμη στο κοινό, έως ότου η πτώση των τιμών αρχίζει να επιταχύνεται στις αρχές της χιλιετίας [13]. Αυτή η εξέλιξη πυροδοτείται από τις γενναιόδωρες επιδοτήσεις των φωτοβολταϊκών σε χώρες, όπως η Γερμανία, όπου προσφέρονται πολυετή συμβόλαια σταθερών εγγυημένων τιμών -FiT (*feed-in tariff*) σε ιδιώτες παραγωγούς φωτοβολταϊκού ρεύματος, ώστε να αναπτυχθεί η παραγωγική ικανότητα και η ευρύτερη αλυσίδα εφοδιασμού των φωτοβολταϊκών. [21]

Την τελευταία δεκαετία, περισσότερες από 75 χώρες εισάγουν κάποιας μορφής επιδότηση των φωτοβολταϊκών. Αυτή η κίνηση, σε συνδυασμό με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής, τις βελτιώσεις στην απόδοση των πλαισίων, την τυποποίηση των τεχνολογιών και τις φθηνότερες πρώτες ύλες έχει ως αποτέλεσμα να πέσουν οι τιμές των φωτοβολταϊκών κάτω από 0,70 \$/W. [13] Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δέκα ετών, η μέση τιμή των φωτοβολταϊκών μειώνεται κατά 20% με κάθε διπλασιασμό της εγκατεστημένης ισχύος. [6]

Κατά συνέπεια, η παγκόσμια αγορά φωτοβολταϊκών αυξάνεται εκθετικά από περίπου 1,3 gigawatt (GW) το 2000 σε σχεδόν 770 GW μέχρι το τέλος του 2020, συμβάλλοντας πάνω από 2% στην παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.[8] Ταυτόχρονα, εκτιμάται ότι τα φωτοβολταϊκά είναι υπεύθυνα για αποφευχθείσες εκπομπές άνω των 140 εκατομμυρίων τόνων ισοδυνάμου CO₂. [5] Οι μειώσεις των εκπομπών αναμένεται να συνεχίσουν να

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

αυξάνονται ως συνάρτηση της βελτιστοποίησης στην παραγωγή των φωτοβολταϊκών με την αύξηση των αποδόσεων των εμπορικών φωτοβολταϊκών. Για παράδειγμα, μια πρόσφατη μελέτη διαπιστώνει ότι για κάθε διπλασιασμό της εγκατεστημένης ισχύος ΦΒ, το κόστος χρήσης ενέργειας και εκπομπών που σχετίζονται με την παραγωγή ΦΒ μειώνονται έως και 13% και 24% αντίστοιχα. [13]

Παρά την τόσο ταχεία ανάπτυξη, δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι η αγορά των φωτοβολταϊκών θα κορεστεί σύντομα. Μόνο το 2020, εγκαθίστανται περισσότερα από 107 GW παγκοσμίως [8] και οι προβλέψεις από βασικούς φορείς του κλάδου εκτιμούν ότι θα συνεχιστούν τα υψηλά ποσοστά εγκατάστασης. Αν και είναι απίθανο το κόστος των φωτοβολταϊκών να πέσει όσο και την περασμένη δεκαετία, οι αναλυτές προτείνουν ότι οι πτωτικές τάσεις των τιμών θα συνεχιστούν με τα φωτοβολταϊκά να γίνονται ανταγωνιστικά ως προς το κόστος με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας τα επόμενα χρόνια. Εάν συμβεί αυτό, εκτιμάται ότι τα φωτοβολταϊκά θα μπορούσαν να παράγουν έως και το 20% της παγκόσμιας ενέργειας έως το 2050. [24]



Εικόνα 14 «Γράφημα βασισμένο στα reports του IRENA (2016) και IEA (2014)»

2.5 ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η απαρχή της ανάπτυξης του κλάδου των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα τοποθετείται στο 2006, με τον πρώτο νόμο που ανοίγει τον δρόμο για την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών, τον Ν.3468/2006. Μέσα σε μόλις πέντε χρόνια, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της χώρας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

δεκαπλασιάζεται και ο ρυθμός ανάπτυξης αυξάνεται ακόμα περισσότερο -παρά την οικονομική κρίση που κορυφώνεται την ίδια χρονική περίοδο- φτάνοντας από τα 200 MWp εγκατεστημένης ισχύος στις αρχές του 2011 έως τα 1.000 MWp στα μέσα του 2012.

Αρχικά, μεταξύ των ετών 2008 -2011, το βάρος ανάπτυξης του κλάδου πέφτει στα «αγροτικά» φωτοβολταϊκά, δηλαδή εγκαταστάσεις έως 100 kWp επί εδάφους, οι οποίες καλύπτουν τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια αγροτών και κτηνοτρόφων για «την λειτουργία αντλιοστασίων, την άρδευση των χωραφιών, πτηνοτροφικών και κτηνοτροφικών μονάδων, θερμοκηπίων, κ.λπ.» μειώνοντας σημαντικά το κόστος λειτουργίας τους. Κατά την περίοδο 2011-2013 παρατηρείται επίσης έντονη ανάπτυξη στα μικρά «οικιακά» φωτοβολταϊκά, εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων έως 10 kWp στην στέγη ή το δώμα κατοικιών. Αυτή η μεγάλη άνθιση των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα οφείλεται στο ευνοϊκό νομικό πλαίσιο σε συνδυασμό με την μεγάλη οικονομική ελκυστικότητα των επενδύσεων, με επιδοτήσεις και συμβόλαια σταθερών εγγυημένων τιμών - FiT. [17]

Ωστόσο, η άνθιση αποδεικνύεται βραχύβια, καθώς καταλήγει μακροπρόθεσμα σε σημαντική επιβάρυνση των λογαριασμών ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών ως συνέπεια του αυξημένου ειδικού τέλους των ΑΠΕ. Επιπλέον, οι φορείς διαμόρφωσης πολιτικών, ανησυχώντας για αυτή την εξέλιξη και θέλοντας να διορθώσουν τις παλαιότερες θεσμικές αστοχίες, αντιδρούν παγώνοντας τις νέες μεγάλες και μεσαίες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, ακόμα και αν αυτές απαιτούν ένα μικρό ποσοστό αποζημίωσης σε σχέση με τις προηγούμενες εγκαταστάσεις. Το αποτέλεσμα είναι να εγκατασταθούν το 2014 ελάχιστα συστήματα, με το μέγεθος της αγοράς να φτάνει μόλις το 1,5% της αντίστοιχης του 2013, ενώ χάνονται χιλιάδες θέσεις εργασίας στον κλάδο. [17]

Φτάνοντας στο 2015 -σύμφωνα με τον Σύνδεσμο Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ)- συνεχίζεται η καθοδική πορεία της ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, ο σύνδεσμος παρατηρεί ότι η αγορά επιστρέφει στα επίπεδα του 2008, αφού εγκαθίστανται ελάχιστα συστήματα, ενώ συνεχίζεται η απώλεια θέσεων εργασίας στον κλάδο. Δύο βασικές αιτίες για τα αποθαρρυντικά αυτά αποτελέσματα υπήρξαν η καθυστέρηση στην υιοθέτηση νέου νομοθετικού-θεσμικού πλαισίου και η επιβολή των capital controls. Ωστόσο, λόγω της αξιοσημείωτης ανάπτυξης του κλάδου τα προηγούμενα χρόνια, και κατά την διάρκεια των ετών 2015-2017, τα φωτοβολταϊκά καλύπτουν το 7,1% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, φέρνοντας την Ελλάδα για συναπτά έτη στην δεύτερη θέση διεθνώς σε ό,τι αφορά στη συμβολή των φωτοβολταϊκών στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. [17]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Μέσα στο 2018 αδειοδοτούνται τα πρώτα φωτοβολταϊκά πάρκα με το καινούριο καθεστώς στήριξης, που ορίζει την αποζημίωση των έργων μέσω ενός μοντέλου εγγυημένων διαφορικών προσαυξήσεων επί της αγοραίας τιμής (feed-in premium -FiP) και μέσω προγραμματισμένων διαγωνισμών. [17]

Το 2019, η αγορά των φωτοβολταϊκών δείχνει τα πρώτα σημάδια ανάκαμψης, καθώς προσβλέπει στην επάνοδο μεγεθών της τάξης των εκατοντάδων MW ετησίως. Το 2019, η αγορά των συστημάτων αυτοπαραγωγής παρουσιάζει μια αύξηση της τάξεως του 3.1% σε σύγκριση με το 2018, παραμένει όμως σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα από το εγχώριο ενεργειακό δυναμικό. Για ακόμη μία χρονιά, τα φωτοβολταϊκά καλύπτουν περίπου το 7% των αναγκών της Ελλάδας σε ηλεκτρική ενέργεια, κατατάσσοντας την χώρα στην τέταρτη θέση διεθνώς σε ό,τι αφορά στη συμβολή των φωτοβολταϊκών στη συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. [17]

Συγκεκριμένα, η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στο εγχώριο διασυνδεδεμένο σύστημα φτάνει τις 12.2 TWh το 2019, αυξημένη από τις 11.1 TWh το 2018, συνέπεια της ταχείας ανάπτυξης της εγκατεστημένης ισχύος ηλιακής ενέργειας και της μείωσης της συνολικής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας κατά την τελευταία δεκαετία. Η ηλεκτροπαραγωγή της Ελλάδας από φωτοβολταϊκά διασυνδεδεμένου συστήματος προσεγγίζουν τις 3.2 GWh το 2019 .

Με βάση στοιχεία του συνοπτικού πληροφοριακού δελτίου του ΔΑΠΕΕΠ μηνός Δεκεμβρίου 2019, «η συνολική εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ σε λειτουργία στο διασυνδεδεμένο σύστημα της Ελλάδας και φωτοβολταϊκών σε στέγες μικρότερων των 10 kW ανέρχεται σε 6,249 MW το 2019», με τα φωτοβολταϊκά να αποτελούν το 36.6% των ΑΠΕ. [17]

Η εμπειρία των τελευταίων ετών δείχνει ότι «οι ραγδαία εξελισσόμενες τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών επιτυγχάνουν πολύ χαμηλές και ανταγωνιστικές τιμές με μια έντονη διείσδυση στο ηλεκτρικό δίκτυο, το οποίο μετασχηματίζεται με καινοτόμες τεχνολογίες για να ενσωματώσει την αυξανόμενη ανάπτυξη των ΑΠΕ με υψηλή απόδοση, αξιοπιστία και με νέες υπηρεσίες στους καταναλωτές, ενώ η αγορά μεταρρυθμίζεται και αναζητά νέα εργαλεία για να ανταποκριθεί στις νέες προκλήσεις για την λειτουργία της». [17] Στα πλαίσια, λοιπόν, αυτής της δραστηριότητας, έχει αναπτυχθεί στην Ελλάδα μια ισχυρή τεχνογνωσία γύρω από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, τόσο σε τεχνικό επίπεδο, όσο και σε οικονομικό-επενδυτικό παρέχοντας ένα πλαίσιο για μία μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη στον κλάδο των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

3. ΟΙΚΙΑΚΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

3.1 Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ

Το 1973, ένα οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα ενσωματώθηκε -παράλληλα με συμβατική ενεργειακή τροφοδοσία- στον σχεδιασμό μίας κατοικίας στην αμερικάνικη πόλη Newark της πολιτείας Delaware. Το Πανεπιστήμιο του Delaware κατασκεύασε το "Solar One", μια από τις πρώτες κατοικίες στον κόσμο που τροφοδοτούνται από φωτοβολταϊκά παράλληλα με την σύνδεσή τους στο κεντρικό δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ενσωματωμένες στην οροφή της κατοικίας φωτοβολταϊκές συστοιχίες τροφοδοτούσαν την πλεονάζουσα παραγόμενη ισχύ στο δίκτυο μέσω ενός μετρητή, ενώ κατά την διάρκεια της νύκτας η κατοικία κατανάλωνε ρεύμα από το κεντρικό δίκτυο. Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών που ακολούθησαν την πειραματική κατοικία στην πολιτεία Delaware, επιστήμονες και μηχανικοί ανέπτυξαν βελτιωμένες φωτοβολταϊκές κυψέλες και οικιακά συστήματα για την οικιακή αυτοπαραγωγή και ιδιοκατανάλωση ενέργειας. [26]

Σχεδόν πενήντα χρόνια μετά το πρώτο διασυνδεδεμένο οικιακό φωτοβολταϊκό, τα οικιακά φωτοβολταϊκά χαίρουν ευρείας αποδοχής σε πολλές χώρες του πλανήτη. Ο στόχος των οικιακών φωτοβολταϊκών είναι να καλύπτουν τις ενεργειακές αιχμές των κατοικιών, παράλληλα με την τροφοδοσία από το κεντρικό δίκτυο ενέργειας. Η λογική συνίσταται στην ιδιοκατανάλωση της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ενέργειας, στην πώληση της περίσσειας στον πάροχο του δικτύου και στην κάλυψη των επιπλέον ενεργειακών αναγκών της εκάστοτε κατοικίας από το δίκτυο. Η βιωσιμότητα της επένδυσης σε ένα οικιακό φωτοβολταϊκό εξαρτάται από το τιμολογιακό καθεστώς για την παραγόμενη ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο, την τιμή της αγοράς από τον πάροχο του δικτύου, και από την τρέχουσα τιμή πώλησης της ενέργειας από τον πάροχο.

Η εξάρτηση αυτή από το κεντρικό σύστημα διανομής ρεύματος και τις διακυμάνσεις της ενεργειακής αγοράς σε συνάρτηση με το αρχικό υψηλό κόστος αγοράς και τοποθέτησης σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ, αλλά και συμβατικής παραγωγής ενέργειας, καθιστά δύσκολη την εδραίωση των οικιακών φωτοβολταϊκών σε μία ανταγωνιστική αγορά με χαμηλές τιμές. Εντούτοις, τα οικιακά φωτοβολταϊκά εμπίπτουν σε πολλά θεσμικά υποστηρικτικά μέτρα, με την μορφή οικονομικών κινήτρων και επιδοτήσεων, ώστε να γίνουν ένα προσιτό εργαλείο εξοικονόμησης ενέργειας για τον μέσο οικιακό καταναλωτή.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Ένας από τους πιο αποτελεσματικούς μηχανισμούς υποστήριξης των οικιακών φωτοβολταϊκών είναι αυτός των καθορισμένων τιμών αναφοράς (T.A.) ή FiT (feed-in tariff) για την αγορά της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο. Οι συμβάσεις μεταξύ οικιακού αυτοπαραγωγού και παρόχου του δικτύου είναι συνήθως πολυετείς και οι τιμές αγοράς του ρεύματος συνήθως ξεπερνούν κατά πολύ την μέση τιμή πώλησης ρεύματος στην χαμηλή τάση. Με αυτόν τον τρόπο επιδοτούνται έμμεσα οι νέες άδειες φωτοβολταϊκών και η επένδυση σε ένα οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα αποβαίνει κερδοφόρος.

Ένα άλλο εργαλείο που ευνοεί την υιοθέτηση οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ο ενεργειακός συμψηφισμός (net-metering), της παραγόμενης με την καταναλισκόμενη ενέργεια. Συγκεκριμένα η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ιδιοκαταναλώνεται, και ο καταναλωτής χρεώνεται από τον πάροχο του δικτύου μόνο για την ενέργεια που απορροφά από το δίκτυο, όταν η παραγωγή υπολείπεται της κατανάλωσης.

Η Ελλάδα, όπως και πολλές άλλες χώρες, ωφελήθηκε από τα γενναιόδωρα καθεστώτα των επιδοτήσεων και την επακόλουθη μείωση των τιμών των φωτοβολταϊκών -αποτέλεσμα της τεχνολογικής προόδου, της διευρυμένης ζήτησης και της αύξησης της κλίμακας παραγωγής των φωτοβολταϊκών, αλλά και της μείωσης του κόστους εγκατάστασης και αδειοδότησης/διασύνδεσης-απόρροια της κερκτημένης τεχνογνωσίας και της εξοικείωσης με την νέα τεχνολογία.

Η ολοένα και αυξανόμενη υιοθέτηση οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων οφείλεται κυρίως στην αναμενόμενη εξοικονόμηση του κόστους ηλεκτρικού ρεύματος, την ανάγκη για εναλλακτικές πηγές ανανεώσιμης ενέργειας και την επιθυμία να μετριαστεί ο κίνδυνος της κλιματικής αλλαγής. Τα επόμενα χρόνια η ζήτηση για οικιακά φωτοβολταϊκά στις στέγες και τα δώματα αναμένεται να αυξηθεί, λόγω του μειωμένου κόστους της τεχνολογίας, των υποστηρικτικών κυβερνητικών πολιτικών, των προγραμμάτων και των κινήτρων με καθορισμένες τιμές αναφοράς πώλησης του ρεύματος και των στόχων που έχουν τεθεί από διάφορες κυβερνήσεις για την μετάβαση στην ηλιακή ενέργεια. Το ταχύτατα μειούμενο κόστος της αγοράς ενός φωτοβολταϊκού και ακολούθως της εγκατάστασής του, είχε ως αποτέλεσμα τη μαζική αύξηση της δυναμικότητας των οικιακών φωτοβολταϊκών παγκοσμίως, φτάνοντας τα 580 GW το 2019.

Καθώς μεγαλώνει η αγορά των οικιακών φωτοβολταϊκών, υπάρχει ένα μεγάλο φάσμα προκλήσεων που πρέπει να αντιμετωπισθούν, όπως είναι οι σημαντικές επιπτώσεις των

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

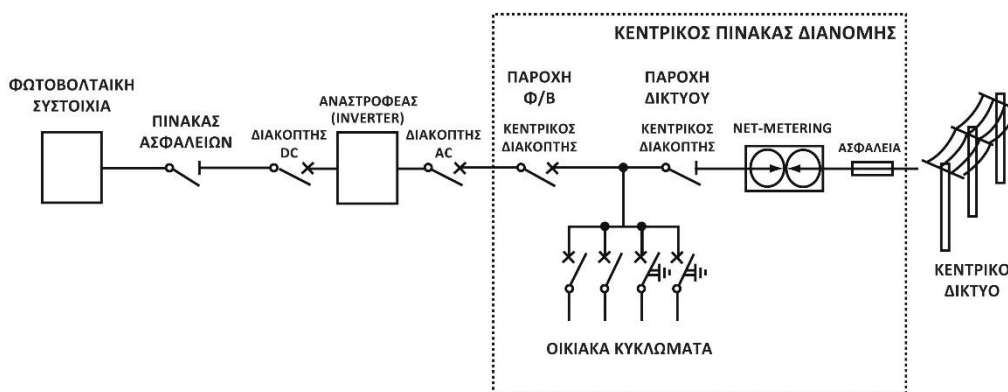
διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών στη λειτουργία του δικτύου και των συμβατικών μονάδων, καθ' όλα απαραίτητων για να καλύπτουν τις απαιτήσεις της ζήτησης τις ώρες που δεν παράγουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, καθώς και για τη ζήτηση του ισοζυγίου παραγωγής και φορτίου.

3.2 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (BoS)

Εκτός από την φωτοβολταϊκή συστοιχία, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα απαιτεί μία ποικιλία από επιπλέον εξοπλισμό και εξαρτήματα - τα οποία υπόκεινται στους εθνικούς κανονισμούς και κώδικες- για να λειτουργήσει, γνωστά ως Ισορροπία Συστήματος (Balance of System ή Balance of Plant). Η Ισορροπία Συστήματος περιλαμβάνει:

- Αναστροφέα τάσεως, διασυνδεδεμένο με το δίκτυο (grid-tied inverter)

Οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες παράγουν συνεχές ρεύμα (DC), ενώ το ηλεκτρικό δίκτυο έχει εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), οπότε για να διασφαλιστεί ότι η τάση που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία θα διοχετευτεί στο δίκτυο, είναι απαραίτητο ένας αναστροφέας τάσεως να μετατρέψει την τάση συνεχούς ρεύματος που παράγεται από το φωτοβολταϊκό πλαίσιο σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Επιπλέον, ο αναστροφέας επιτελεί δύο ακόμα σημαντικές λειτουργίες: η πρώτη αφορά τη συνεχή παρακολούθηση και ρύθμιση του ρεύματος και της τάσης που παρέχεται από τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες, ώστε να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη πρόσληψη ισχύος προς μετατροπή (βέλτιστο σημείο λειτουργίας - μέγιστης ισχύος) και η δεύτερη έχει να κάνει με την ασφάλεια και αφορά την αποτροπή του φαινομένου της νησιδοποίησης.



Εικόνα 15 Διασυνδεδεμένο Φωτοβολταϊκό

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

- Σταθερή κατασκευή στήριξης, ώστε να διασφαλίζεται σωστός προσανατολισμός και κλίση, ή βάσεις επί διατάξεων παρακολούθησης της πορείας του ήλιου, αναφερόμενες συνήθως ως συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου (trackers)
- Καλωδίωση συνεχούς ρεύματος, η οποία οδεύει μέσα στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο και αποτελείται κατά κύριο λόγο από καλώδια χαμηλής τάσης, κατάλληλα για υπόγεια όδευση. Οι διατομές τους διαφέρουν ανάλογα με την ένταση του ρεύματος από την οποία διαρρέονται. Επίσης, καλώδια που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των διαφόρων μονάδων και στοιχειοσειρών των φωτοβολταϊκών μεταξύ τους. Ακόμα, καλώδια για την σύνδεση κάθε σειράς φωτοβολταϊκών στοιχείων με τον αναστροφέα. Καλώδια γείωσης για τη συστοιχία, στην περίπτωση που απαιτούνται από τον κατασκευαστή.
- Καλωδίωση εναλλασσόμενου ρεύματος, που συνδέει τον αναστροφέα με τον μετρητή και τον μετρητή στο κεντρικό δίκτυο. Ακόμα, καλωδίωση υψηλής ισχύος για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τον κεντρικό πίνακα στο δίκτυο διανομής ενέργειας.
- Αμφίδρομο μετρητή, για την καταμέτρηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος.
- Εξοπλισμό παρακολούθησης και τηλεμετρίας, ο οποίος λαμβάνει και αποθηκεύει όλες τις τρέχουσες τιμές μέτρησης και δεδομένα, βοηθώντας τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων.

Επιπλέον, πολλές φορές η ισορροπία συστήματος περιλαμβάνει συσκευές αντικεραυνικής προστασίας, συστήματα ελέγχου, αποθηκευτικά μέσα, αν υπάρχουν, και ακόμα, το κόστος γης, όπου θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση.

3.3 ΒΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Παρόλο που η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί μία ελεύθερη και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος ικανού να εκμεταλλευτεί αυτή την ενέργεια, είναι μία αρκετά δαπανηρή υπόθεση. Είναι γεγονός, ότι ενώ η ενέργεια από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα κοστίζει, αυτά είναι τόσο καλά εδραιωμένα, ώστε αυτή τη στιγμή είναι λιγότερο ακριβό να συνεχιστεί η χρήση ορυκτών καυσίμων παρά η κατασκευή νέας υποδομής για την ενσωμάτωση παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Ωστόσο, όπως κάθε νέα, αναδυόμενη τεχνολογία, τα φωτοβολταϊκά χρειάζονται υποστήριξη για να εδραιωθούν, ώστε να δημιουργήσουν μία ανταγωνιστική και καινοτόμο αγορά με χαμηλές τιμές. Η υποστήριξη που διατίθεται στα Φ/Β από το κράτος έχει την μορφή οικονομικών κινήτρων και επιδοτήσεων. Έτσι μειώνεται σημαντικά ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης, καθιστώντας κερδοφόρο και ασφαλή την ιδιοκτησία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Για να αποτιμήσουμε ένα οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα, θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας τις εξής τρεις δαπάνες που συνιστούν το πλήρες κόστος του συστήματος:

Κόστος αγοράς: Η εξ'ολοκλήρου αγορά ενός φωτοβολταϊκού, που συμπεριλαμβάνει την φωτοβολταϊκή συστοιχία και την ισορροπία συστήματος, ανέρχεται στο ~80% του συνολικού κόστους αγοράς και εγκατάστασης. Το κόστος του φωτοβολταϊκού συστήματος ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με την περιοχή και την τοπική αγορά φωτοβολταϊκών, καθώς όσο πιο πολλές διαφορετικές εταιρείες δραστηριοποιούνται σε μία αγορά, τόσο πιο χαμηλές τείνουν να είναι οι τιμές λόγω του υψηλού ανταγωνισμού. Η φωτοβολταϊκή συστοιχία είναι μακράν το πιο ακριβό τμήμα του συνολικού συστήματος, αλλά και οι αναστροφείς τάσεως είναι εξίσου δαπανηροί. Το κόστος που σχετίζεται με τα επιμέρους εξαρτήματα του φωτοβολταϊκού συστήματος, επίσης, πρέπει να αναλύεται, προκειμένου να εκτιμηθεί το πλήρες κόστος του συστήματος. Το κόστος εγκατάστασης αποτελεί το υπόλοιπο ~20% της συνολικής δαπάνης.

Κόστος συντήρησης: Συνήθως το 1% του κόστους του φωτοβολταϊκού συστήματος συνιστά το κόστος συντήρησής του. Η συντήρηση θα πρέπει να πραγματοποιείται κάθε 6-12 μήνες, αλλά η ανάγκη συντήρησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εγκατάσταση της φωτοβολταϊκής συστοιχίας. Εάν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και ο αναστροφέας τάσεως έχουν εγκατασταθεί σωστά, το κόστος συντήρησης θα πρέπει να είναι ελάχιστο. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έχουν χρόνο ζωής τουλάχιστον τα 20 χρόνια και τα περισσότερα πλαίσια καλύπτονται από εγγύηση 20-25 ετών. Επομένως, εάν συμβεί κάποια πρόωρη βλάβη, είναι δυνατή η αντικατάσταση ή η δωρεάν επισκευή των πλαισίων, εφόσον καλύπτονται από την εγγύηση. Αντίστοιχα, και οι αναστροφείς έχουν γενικά εγγύηση 5-10 ετών με δυνατότητα επέκτασης, καθώς είναι πιο σύνηθες ένας αναστροφέας να χρειαστεί επισκευή τουλάχιστον μία φορά κατά την διάρκεια ζωής του.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Κόστος αντικατάστασης: Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι τουλάχιστον 25-30 έτη και αυτή των περισσότερων εξαρτημάτων του συστήματος φτάνει τα 20 έτη. Οι αναστροφείς τάσεως έχουν εγγυήσεις που συνήθως διαρκούν 5-10 χρόνια, αλλά μπορούν να επισκευαστούν ως επί το πλείστον, εάν παρουσιάσουν κάποια βλάβη αφού παρέλθει η περίοδος εγγύησης. Εφόσον ο εξοπλισμός που εγκαθιστούμε - καλωδίωση, βάσεις στήριξης, ασφαλειοαποζευκτικό υλικό, κ.λπ.- έχει μικρότερη αναμενόμενη διάρκεια ζωής από αυτή του συστήματος πανέλων - αναστροφέα, καλό θα είναι να λαμβάνουμε υπόψιν μία αντικατάστασή τους στην κοστολόγηση του συστήματος.

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η αποτίμηση της επένδυσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι μια σημαντική διαδικασία που επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ο υπολογισμός για την εκτίμηση του συνολικού αρχικού κόστους επένδυσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι σε ευρώ ανά watt (€/W) και ως εκ τούτου εξετάζει μόνο το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης του συστήματος.

Για τον υπολογισμό του αρχικού κόστους επένδυσης σε €/W χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$\frac{\text{€}}{\text{W}} = \frac{\text{ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ (€)}}{\text{ΤΙΜΗ ΚΟΡΥΦΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ (W)}}$$

Γενικά λοιπόν το κόστος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος στην ελληνική αγορά κυμαίνεται από 3.000 έως 5.500 ευρώ ανα kW. Φυσικά, η αναλογία τιμή/watt μειώνεται όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της εγκατάστασης.

ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΙΝΗΤΡΑ

Τα οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια επένδυση, για αυτόν τον λόγο είναι σκόπιμο να υπολογίζεται ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης, δηλαδή ο αριθμός των ετών που χρειάζεται να λειτουργεί το φωτοβολταϊκό έως ότου αποπληρωθεί το αρχικό του κόστος. Οικονομικά κίνητρα με την μορφή καθορισμένων τιμών αναφοράς αγοράς (net FiT, gross FiT



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

και FiP) του παραγόμενου ρεύματος, επιδοτήσεων αγοράς και εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος, φοροελαφρύνσεων και επιστροφών φόρου, δανείων με χαμηλό επιτόκιο και επιβράβευσης με πιστοποιητικά ΑΠΕ για τις εταιρείες που έχουν φωτοβολταϊκά έργα στα χαρτοφυλάκιά τους, έχουν στόχο να μειώσουν τον χρόνο απόσβεσης της επένδυσης, καθιστώντας την επένδυση βιώσιμη.

Γενικά, ο χρόνος απόσβεσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{ΧΡΟΝΟΣ (T)} = \frac{\text{ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ (€)}}{\text{ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)}}$$

Το αρχικό κόστος επένδυσης της εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων διαχρονικά έχει την τάση να φθίνει και μελλοντικά αναμένεται περαιτέρω μείωσή του. Ειδικότερα, οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν οδηγήσει στο πέρασμα των ετών σε κατακόρυφη μείωση των τιμών στα φωτοβολταϊκά συστήματα και η αλματώδης βελτίωση της τεχνολογίας πλαισίων, καθώς και η μεγάλη κλίμακα ζήτηση πρόκειται στο προσεχές μέλλον να μειώσουν περαιτέρω το μέσο επενδυτικό κόστος μιας Φ/Β εγκατάστασης.

3.4 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ - ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Μέχρι το 2005 οι συνθήκες για τα οικιακά φωτοβολταϊκά δεν ήταν ευσύνετες στην Ελλάδα, καθώς η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας για τα διασυνδεδεμένα συστήματα κυμαινόταν από 0,06 έως 0,08€/KWh. Οι νέες καθορισμένες τιμές της KWh εισήχθησαν με τον Ν 3468/2006 και διαμορφώθηκαν από 0,40 έως 0,50 ευρώ, επομένως το 2007 είναι η πρώτη χρονιά που τα διασυνδεδεμένα συστήματα στην Ελλάδα υπερτερούν σαφώς των αυτόνομων (διασυνδεδεμένα 1.69 MW που αντιστοιχεί στο 68% και αυτόνομα 0,785 MW που αντιστοιχεί στο 32%). [17]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Η ανάπτυξη των οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 kWp ρυθμίζεται από το ΦΕΚ 1079/B/04.06.2009, το οποίο εισάγει ένα "Ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 kWp" με έμφαση στις κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων. Το ΦΕΚ καταρτίζει ένα πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων - συνδεδεμένων στο Δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης- σε κτιριακές εγκαταστάσεις, που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων. Η παραγόμενη ενέργεια συμψηφίζεται με την κατανάλωση και ως επακόλουθο έχει τη μείωση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας για τον παραγωγό. Η τιμή της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο ορίζεται σε 0,55 €/kWh για τα έτη 2009, 2010, 2011, ενώ η τιμή μειώνεται κατά 5% ετησίως για τις συμβάσεις συμψηφισμού που συνάπτονται το διάστημα από 1.1.2012 μέχρι και 31.12.2019. Οι συμβάσεις ισχύουν για είκοσι πέντε (25) έτη και ο ιδιοκτήτης του φωτοβολταϊκού συστήματος δεν επιβαρύνεται με φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας στο δίκτυο, καθιστώντας το πρόγραμμα αυτό ένα από τα καλύτερα στην Ευρώπη. Συμπληρωματικά, το ΦΕΚ 1557/B/22.09.2010 τροποποιεί ορισμένα άρθρα του 1079B/2009.

Με το ΦΕΚ 2317/B/10.08.2012 αναστέλλονται οι διαδικασίες αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς και γίνονται τροποποιήσεις των καθορισμένων τιμών αναφοράς, οι οποίες τώρα κυμαίνονται από 0,25 €/kWh έως 0,14387€/kWh -τιμές πολύ κατώτερες των αρχικά συμφωνηθέντων.

Το ΦΕΚ 3583/B/31.12.2014 διευκρινίζει το πλαίσιο για την εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με το επιτυχημένο εργαλείο προώθησης των φωτοβολταϊκών, τον συμψηφισμό ενέργειας (net-metering) στις βάσεις του Ν. 3468/2006. Τρία χρόνια αργότερα, το ΦΕΚ 1547/B/5.5.2017 εισάγει τον μηχανισμό της εικονικής αυτοπαραγωγής (virtual net-metering), ο οποίος επιτρέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος σε διαφορετικό σημείο του δικτύου από εκεί που πραγματοποιείται η κατανάλωση (π.χ. σε άλλο κτίριο ή οικόπεδο). Η ενέργεια που θα παράγεται από το φωτοβολταϊκό σύστημα θα μπορεί να συμψηφίζεται "εικονικά" με την κατανάλωση του κτηρίου που επιλέγουμε, μειώνοντας τον λογαριασμό ηλεκτρικού ρεύματος με παρόμοιο τρόπο όπως συμβαίνει και με την απλή αυτοπαραγωγή. Από το 2018 (άρθρο 23 του ν. 4513/2018) επιτρέπεται πλέον η αποθήκευση μέρους της ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας που συνδέονται στην χαμηλή ή μέση τάση, έτσι ώστε να έχει κανείς την δυνατότητα να αποθηκεύει ενέργεια παράλληλα με την αυτοπαραγωγή και τον ενεργειακό συμψηφισμό.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Ο Ν.4736/2020 δίνει εκ νέου την δυνατότητα σε οικιακούς καταναλωτές να πωλούν το σύνολο της παραγόμενης από φωτοβολταϊκά ενέργειας στο δίκτυο έναντι μιας καθορισμένης τιμής. Η νέα ρύθμιση αφορά σε ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται με φωτοβολταϊκούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 6 kWp, που είναι συνδεδεμένοι με παροχή οικιακής χρήσης και η τιμή πώλησης καθορίστηκε στα 0,87 €/kWh. Επιπλέον, με το πρόγραμμα επιδότησης της ενεργειακής αναβάθμισης κατοικιών "Εξοικονομώ-Αυτονομώ" περιλαμβάνονται και τα οικιακά φωτοβολταϊκά με τον μηχανισμό ενεργειακού συμψηφισμού, με την επιδότηση να φτάνει το 85% του συνολικού κόστους.

Β. ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΙΑΚΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 10 Kw ΣΤΑ ΚΑΛΥΒΙΑ ΘΟΡΙΚΟΥ

4.1. ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για να εξασφαλιστεί ότι η μελέτη θα ανταποκρίνεται, στα πλαίσια του εφικτού, στις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν στην ελληνική αγορά, επιλέχθηκε για την εγκατάσταση του οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος 10kWp η Δημοτική Ενότητα των Καλυβίων Θορικού στον Δήμο Σαρωνικού. Ο Δήμος αυτός της Ανατολικής Αττικής βρίσκεται πίσω από τον Υμηττό σε απόσταση 33 χλμ. από την Αθήνα, μεταξύ Μεσογείων και Λαυρεωτικής.



Τα Καλύβια Θορικού έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία 30 χρόνια με την σταδιακή μετατροπή αγροτικών και παραθεριστικών περιοχών -μέσω της δόμησης σε εκτός σχεδίου οικόπεδα- σε αστικές περιοχές και περιαστικούς οικισμούς, όπως π.χ. η Λυκουρίζα, το Λαγονήσι, η Αγία Τριάδα, οι Ταξιάρχες, η Βαλομάνδρα κ.α. Αυτή η έντονη προαστιοποίηση έχει μεγάλο αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας των νοικοκυριών, καθώς δεν υπήρξε πολεοδομικός σχεδιασμός, και κατ'επέκταση σχεδιασμός δικτύων και υποδομών. Σύμφωνα με μελέτες, η αποκέντρωση και η άναρχη αστική εξάπλωση συντελούν σε μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με κατοικίες εντός των πόλεων, και ειδικά σε γειτονίες με υψηλή αστική πυκνότητα. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω των απαιτήσεων σε μεγαλύτερα μήκη γραμμών και σωλήνων ηλεκτρικής ενέργειας, διαμορφώνοντας υψηλότερα κόστη συντήρησης.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας επαρκεί για την κάλυψη των σημερινών αναγκών του Δήμου Σαρωνικού, με τον ρυθμό όμως της πολεοδομικής ανάπτυξης δεν είναι σίγουρο ότι θα καλύπτει τις ανάγκες των νεόδμητων περιοχών στο μέλλον. Επίσης, από την περιοχή διέρχεται δίκτυο υπερυψηλής τάσης της ΔΕΗ. Το εγκεκριμένο Γ.Π.Σ. του Δήμου Καλυβίων Θορικού προβλέπει μεταξύ άλλων την μετατροπή των εναέριων δικτύων μέσης τάσης στα πυκνοδομημένα τμήματα του Δήμου σε υπόγεια δίκτυα, αλλά και την δημιουργία δικτύου τηλεθέρμανσης με ζεστό νερό ή ατμό από τον παρακείμενο ατμοηλεκτρικό σταθμό Λαυρίου.

Η τοποθεσία που επιλέχθηκε, βρίσκεται εκτός του αστικού ιστού, αλλά με εγγύτητα σε αυτόν, καθώς έτσι επιτυγχάνεται η απρόσκοπτη εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών, χωρίς να τίθενται ζητήματα χώρου, προσανατολισμού και επιπλέον δομικών παρεμβάσεων. Επιπλέον, η επιλεγθείσα περιοχή βρίσκεται σε αραιοκατοικημένο, αγροτικού χαρακτήρα οικισμό με απουσία βιοτεχνιών ή βιομηχανικών μονάδων. και συνεπώς, δεν ανήκει στις κορεσμένες περιοχές από άποψη ηλεκτρικής ενέργειας, διευκολύνοντας έτσι την πώληση του ρεύματος στο κεντρικό δίκτυο της ΔΕΗ.

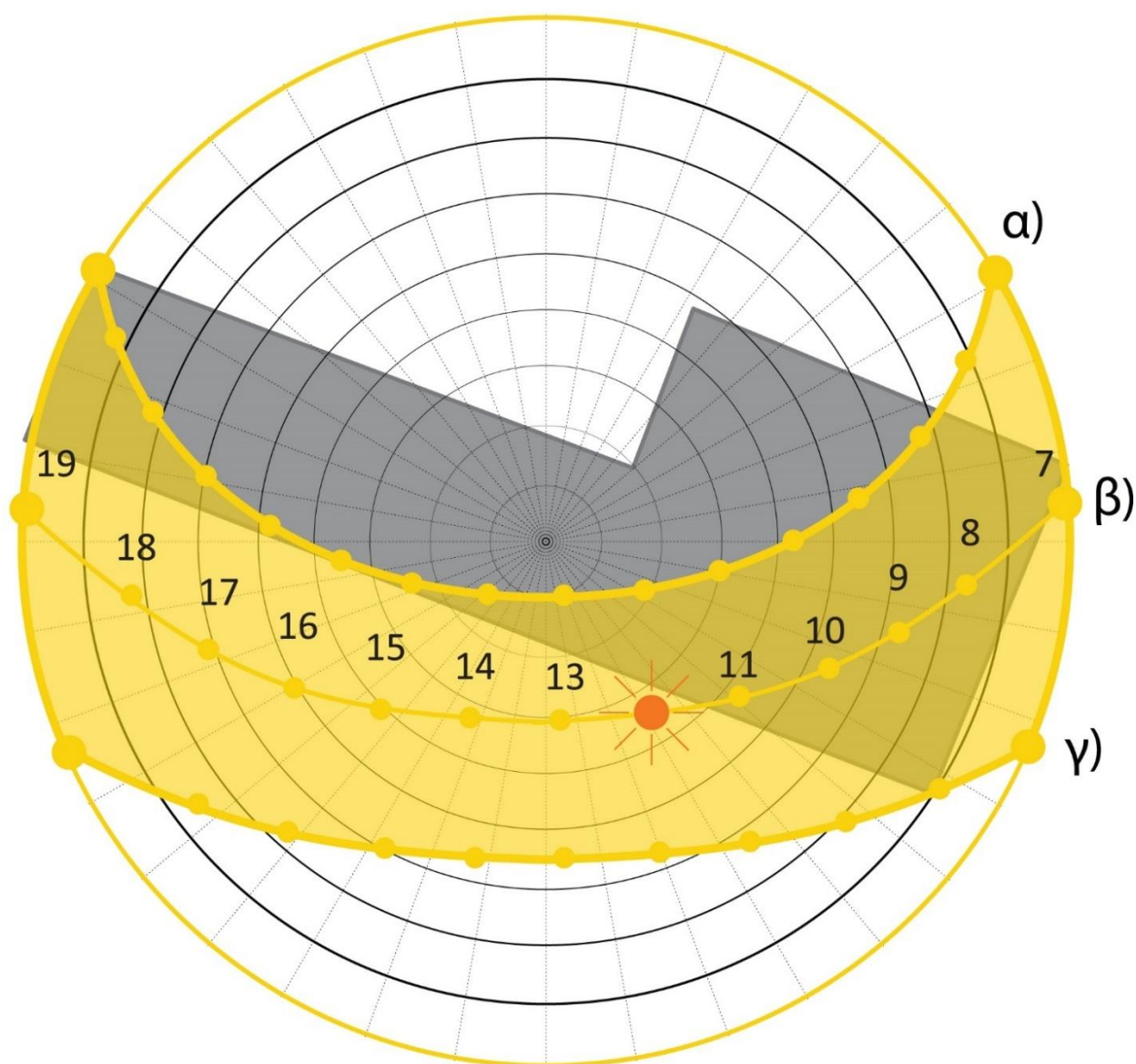
Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα εγκατασταθεί σε ένα αγροτεμάχιο επί της κεντρικής οδού με άμεση πρόσβαση στο ηλεκτρικό δίκτυο, όπως φαίνεται και στην αεροφωτογραφία Αρ. 3.2 Το αγροτεμάχιο βρίσκεται σε πεδινή περιοχή μακριά από εμπόδια που μειώνουν την απόδοση του εν λόγω συστήματος φωτοβολταϊκών, όπως συστάδες δέντρων, λόφοι και όμορα ψηλά κτίσματα. Το φωτοβολταϊκό θα τοποθετηθεί επί της στέγης κτίσματος στην τοποθεσία που υποδεικνύεται. Η τοποθεσία επιλέχθηκε με βάση το αυξημένο ηλιακό δυναμικό της περιοχής (βλ. σχήμα), αλλά και τις προοπτικές ανάπτυξης, καθώς σημειώνεται σημαντική τάση εγκατάστασης νέων κατοικιών, ενώ σημαντική είναι η ανάπτυξη του νέου οδικού δικτύου στην περιοχή.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Εικόνα 17 Αεροφωτογραφία της τοποθεσίας με ένδειξη τοποθέτησης και προσανατολισμού

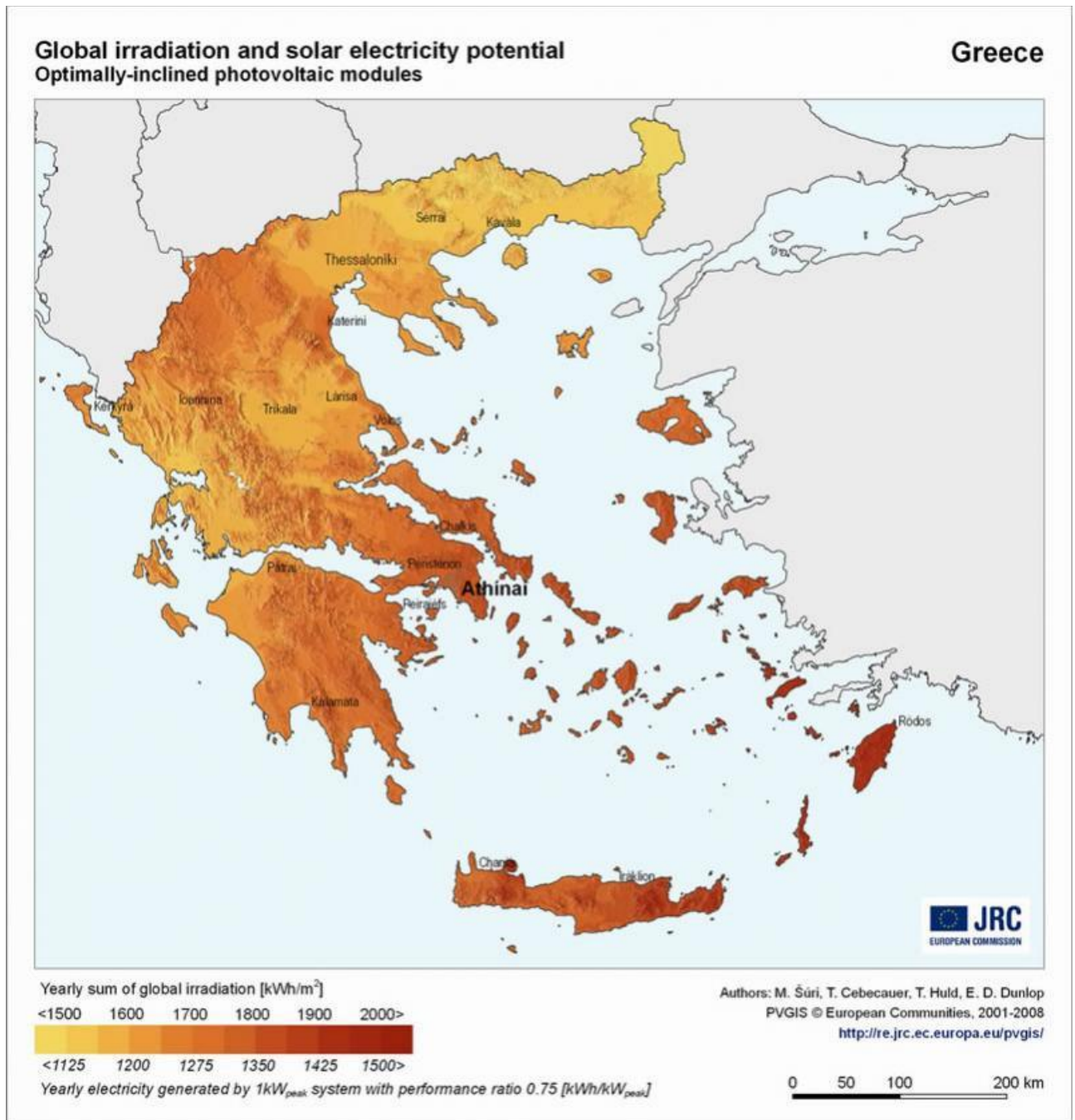
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Εικόνα 18 Ηλιασμός και θέση οικοπέδου

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Στην σελίδα της Ευρωπαϊκής επιτροπής μπορούμε να βρούμε δεδομένα για την ηλιακή ακτινοβολία ανά χώρα ή και ανά περιοχή .



Εικόνα 19 Χάρτης ηλιακής ακτινοβολίας για την Ελλάδα [commission 08/2019]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Monthly irradiation data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

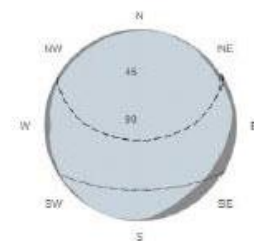
Provided inputs

Latitude/Longitude:	37.827, 23.906
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-CMSAF
Start year:	2007
End year:	2016

Variables included in this report:

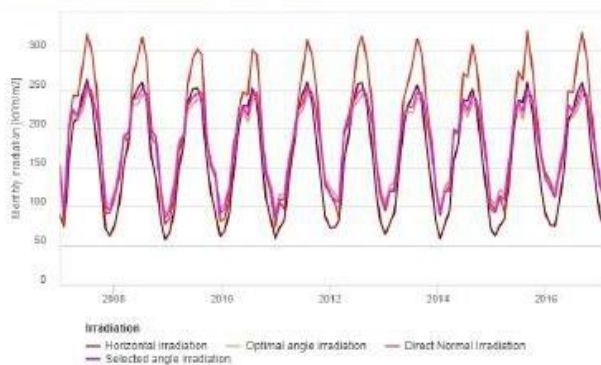
Global horizontal irradiation:	Yes
Direct normal irradiation:	Yes
Global irradiation optimum angle:	Yes
Global Irradiation at 25°:	Yes
Diffuse/global ratio:	Yes
Average temperature:	Yes

Outline of horizon at chosen location:



■ Horizon height
— Sun height, June
--- Sun height, December

Monthly solar irradiation estimates



Εικόνα 20 Δεδομένα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Από την σελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής μπορούμε να κατεβάσουμε και δεδομένα για την ηλιακή ακτινοβολία και θερμοκρασία για την περιοχή της μελέτης μας με μετρήσεις από το 2007 έως το 2016. Για δεδομένα όπως η απευθείας ακτινοβολία, με την βέλτιστη γωνιά πρόσπτωσης και με την γωνιά που έχουμε θέσει εμείς για την εφαρμογή μας.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Global horizontal irradiation

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	89.4	76.9	66.5	68.9	73.4	73.5	79.4	77.1	76.2	75.5
February	74.1	105	97.2	92.4	82.8	82.7	92.2	95.1	83.8	106
March	160	154	148	149	137	158	145	159	131	148
April	206	181	180	198	174	191	202	183	194	211
May	218	238	233	230	224	232	230	237	236	224
June	245	252	251	228	244	257	242	235	234	248
July	263	259	252	252	260	259	255	251	260	259
August	235	233	234	234	234	231	234	226	228	230
September	186	163	163	169	187	181	178	172	171	174
October	130	136	116	110	131	122	133	124	123	124
November	71.7	82.9	90.8	85.2	86.2	79.9	83.1	73.3	90.3	84.5
December	62.3	58.4	61.6	59.6	72.8	65.4	60.1	62.5	76.7	70.8

Direct Normal irradiation

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	152	113	86	84	105	104	120	119	112	112
February	75	137	113	111	97	84	119	120	93	141
March	205	191	170	176	149	197	165	199	139	173
April	242	183	189	222	183	216	237	194	212	248
May	242	209	258	247	236	249	259	271	273	246
June	282	292	289	243	273	304	285	266	263	295
July	321	317	302	301	314	319	315	308	325	323
August	299	287	295	295	294	288	296	280	283	288
September	251	198	192	214	253	239	231	220	221	223
October	178	190	151	138	178	162	191	162	165	168
November	91	118	141	120	129	112	125	98	141	122
December	92	78	81	74	118	95	90	92	131	110

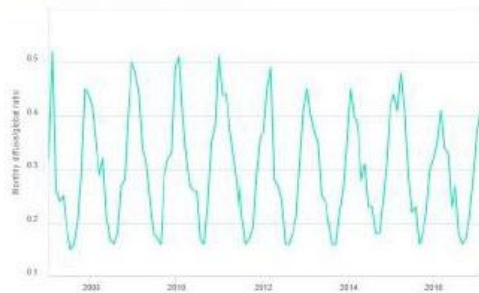
Global irradiation optimum angle

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	151	122	101	103	116	116	127	125	122	121
February	98.1	149	134	128	115	109	131	133	113	151
March	202	193	183	182	165	190	178	197	158	182
April	223	195	192	214	186	206	217	197	209	229
May	210	231	224	222	217	226	221	229	229	215
June	225	231	231	209	224	235	220	215	213	226
July	247	243	237	236	244	243	238	234	243	242
August	244	241	243	242	243	239	243	234	236	238
September	222	189	192	189	225	216	212	204	202	207
October	178	189	156	148	180	166	187	167	168	170
November	106	127	145	130	135	121	130	110	144	130
December	102	91.4	96.7	91.7	124	106	98.3	102	133	118

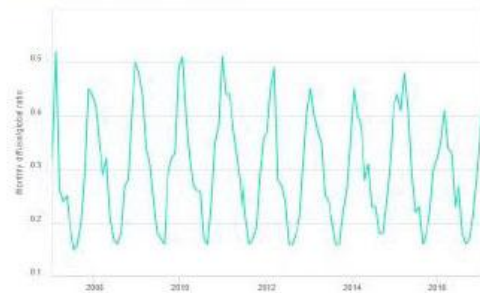
Global at user angle

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	141	115	95.5	97.4	109	109	119	117	114	113
February	94.6	142	128	123	110	106	125	128	109	144
March	197	189	179	178	162	192	174	193	155	178
April	224	195	193	215	187	207	218	198	210	230
May	216	237	230	228	223	232	227	235	235	221
June	234	240	240	217	232	245	228	223	222	235
July	255	251	245	245	252	251	246	242	252	251
August	247	244	246	246	246	242	246	237	240	242
September	219	187	189	197	221	213	209	201	200	204
October	172	181	151	143	173	160	179	161	162	164
November	101	120	136	123	127	115	123	104	135	123
December	95.2	86	90.9	86.4	115	99.2	91.9	95.6	124	110

Monthly average diffuse to global ratio



Monthly average diffuse to global ratio



Diffuse/global ratio

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	0.32	0.42	0.48	0.51	0.44	0.45	0.4	0.4	0.41	0.41
February	0.52	0.35	0.44	0.4	0.44	0.49	0.37	0.38	0.48	0.34
March	0.26	0.29	0.34	0.32	0.38	0.28	0.35	0.28	0.41	0.33
April	0.24	0.32	0.31	0.27	0.33	0.27	0.25	0.31	0.29	0.23
May	0.25	0.21	0.24	0.26	0.28	0.24	0.24	0.23	0.22	0.27
June	0.19	0.17	0.18	0.26	0.21	0.16	0.2	0.23	0.23	0.18
July	0.15	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.18	0.16	0.16
August	0.16	0.18	0.16	0.16	0.17	0.18	0.16	0.18	0.18	0.17
September	0.2	0.27	0.29	0.24	0.19	0.21	0.22	0.24	0.22	0.22
October	0.29	0.28	0.32	0.35	0.29	0.31	0.26	0.31	0.3	0.29
November	0.45	0.41	0.33	0.38	0.36	0.41	0.35	0.42	0.32	0.37
December	0.44	0.5	0.49	0.51	0.37	0.45	0.45	0.44	0.35	0.41

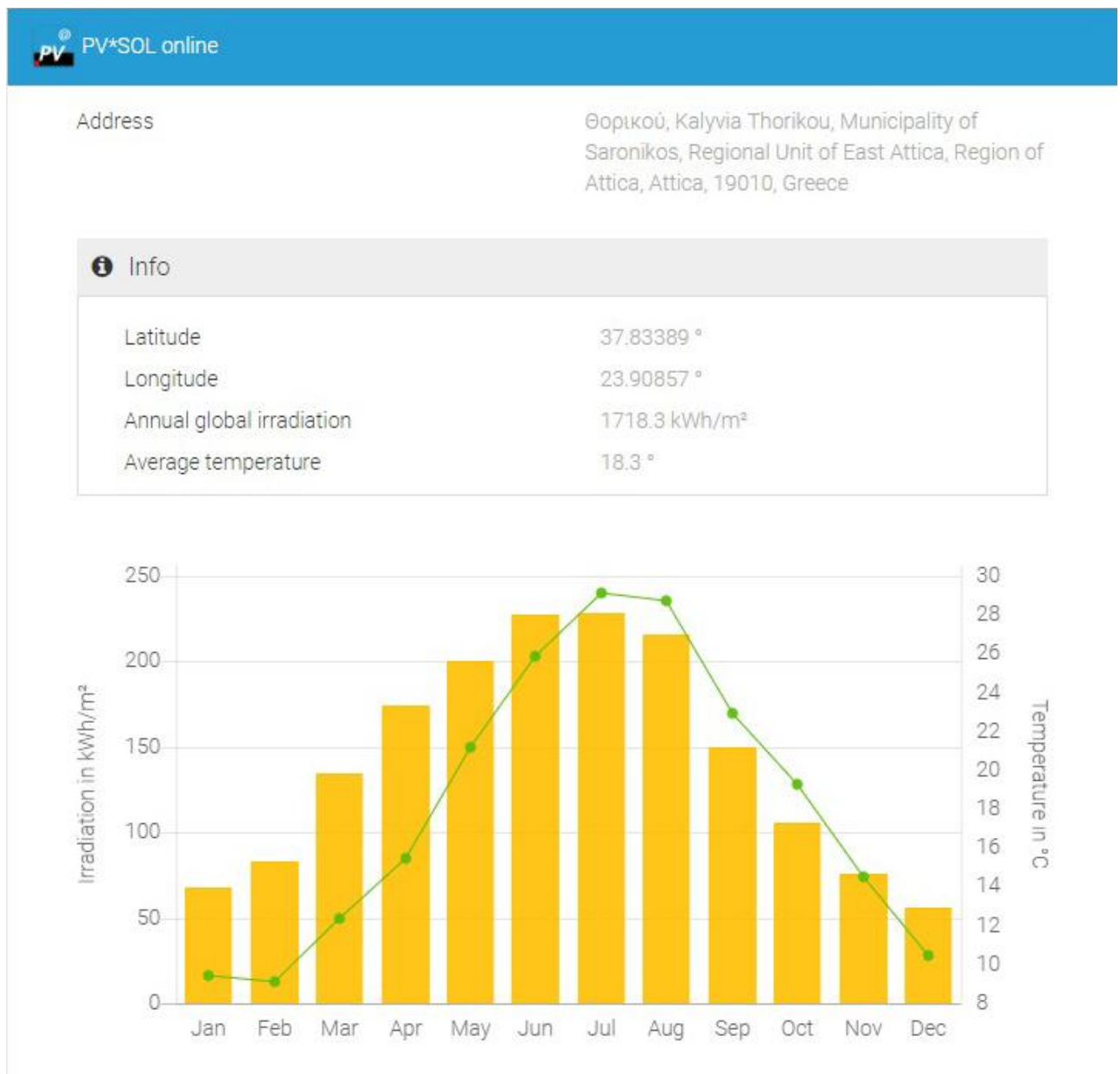
Diffuse/global ratio

Month	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
January	0.32	0.42	0.48	0.51	0.44	0.45	0.4	0.4	0.41	0.41
February	0.52	0.35	0.44	0.4	0.44	0.49	0.37	0.38	0.48	0.34
March	0.26	0.29	0.34	0.32	0.38	0.28	0.35	0.28	0.41	0.33
April	0.24	0.32	0.31	0.27	0.33	0.27	0.25	0.31	0.29	0.23
May	0.25	0.21	0.24	0.26	0.28	0.24	0.24	0.23	0.22	0.27
June	0.19	0.17	0.18	0.26	0.21	0.16	0.2	0.23	0.23	0.18
July	0.15	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.18	0.16	0.16
August	0.16	0.18	0.16	0.16	0.17	0.18	0.16	0.18	0.18	0.17
September	0.2	0.27	0.29	0.24	0.19	0.21	0.22	0.24	0.22	0.22
October	0.29	0.28	0.32	0.35	0.29	0.31	0.26	0.31	0.3	0.29
November	0.45	0.41	0.33	0.38	0.36	0.41	0.35	0.42	0.32	0.37
December	0.44	0.5	0.49	0.51	0.37	0.45	0.45	0.44	0.35	0.41

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που έχουμε για την τοποθεσία της εφαρμογής μας και έχοντας μια ευρεία γκάμα επιλογών σε ανοικτές εφαρμογές μπορούμε να λάβουμε δεδομένα από διάφορες σελίδες και προγράμματα.

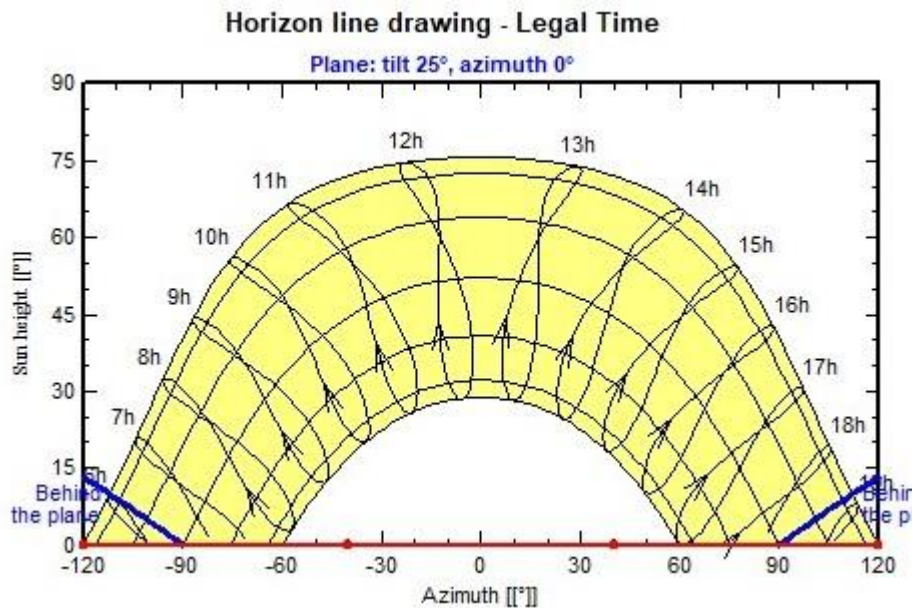
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Χρησιμοποιώντας το PVSOL μπορούμε να δούμε σε γράφημα την ετήσια ακτινοβολία.



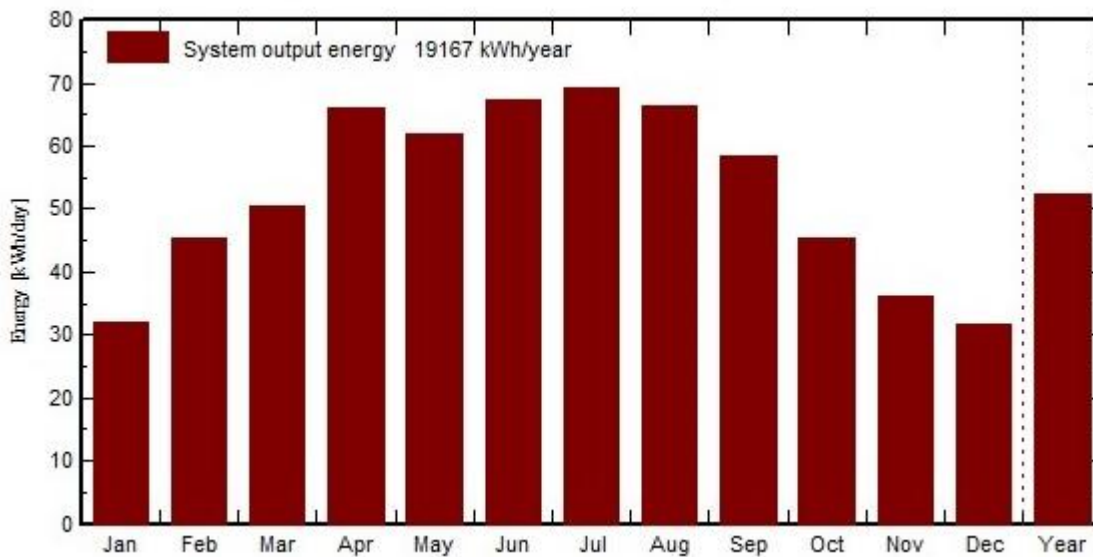
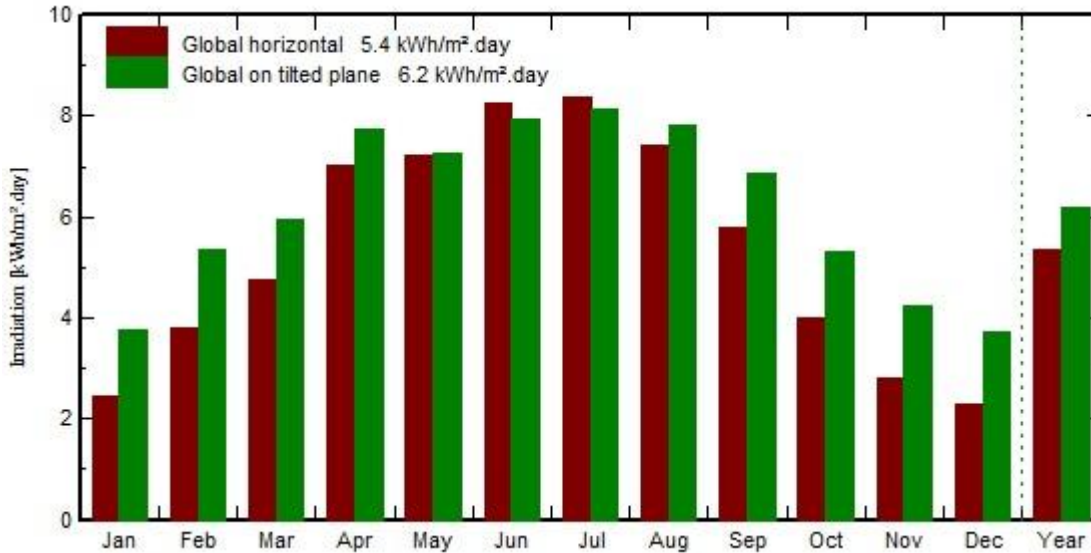
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Ενώ χρησιμοποιώντας την demo εφαρμογή PVSYST μπορούμε να λάβουμε δεδομένα όπως την ημερήσια ηλιοφάνεια με την πορεία του ήλιου και τις σκιάσεις του ορίζοντα. Την εκτιμώμενη απόδοση του πάρκου μας σε συνδυασμό με την πραγματική ακτινοβολία ανά ημέρα και ανά μήνα. Και γραφήματα για την σύγκριση της ακτινοβολίας και την ετήσια απόδοση.



	Gl. horiz. kWh/m ² .day	Coll. Plane kWh/m ² .day	System output kWh/day	System output kWh
Jan.	2.44	3.77	32.09	995
Feb.	3.79	5.34	45.41	1271
Mar.	4.77	5.93	50.48	1565
Apr.	7.03	7.75	65.98	1979
May	7.23	7.26	61.76	1915
June	8.27	7.93	67.46	2024
July	8.35	8.13	69.16	2144
Aug.	7.42	7.80	66.37	2058
Sep.	5.80	6.86	58.36	1751
Oct.	4.00	5.33	45.37	1406
Nov.	2.82	4.24	36.08	1082
Dec.	2.28	3.70	31.52	977
Year	5.36	6.17	52.51	19167

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

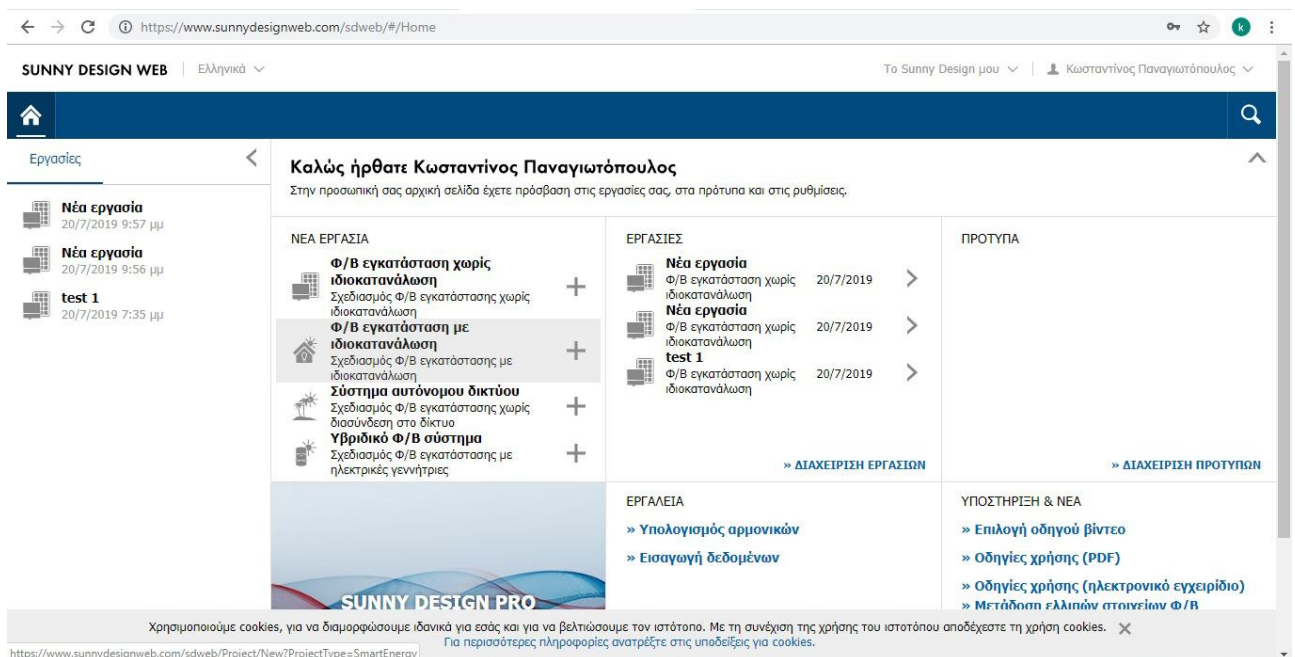


ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

4.2. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για την εκπόνηση της μελέτης εφαρμογής της εγκατάστασης είναι το λογισμικό **SUNNY DESIGN** της εταιρείας SMA, η ανοιχτή πρόσβαση στο οποίο γίνεται μέσω του συνδέσμου <https://www.sunnydesignweb.com>.

Το λογισμικό SUNNY DESIGN είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα, προσβάσιμη από όλους, η οποία απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε μηχανικούς και σχεδιαστές εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών συστημάτων και διευκολύνει την μελέτη νέων εγκαταστάσεων, κυρίως μέσω παραμέτρων που ρυθμίζουν την διαστασιολόγηση και απόδοση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.



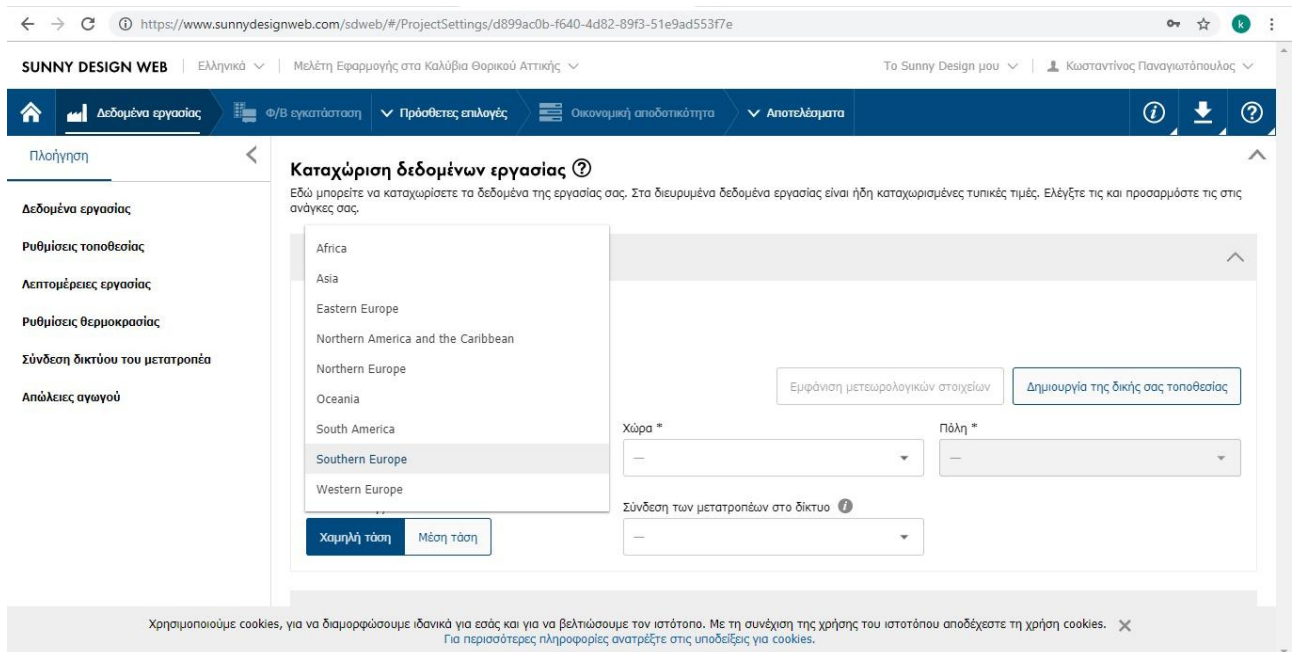
The screenshot shows the SUNNY DESIGN WEB interface. At the top, there is a navigation bar with the logo and language options. Below it, a header section displays the user's name, 'Κωσταντίνος Παναγιωτόπουλος', and a welcome message. The main content area is divided into several sections: 'NEA ΕΡΓΑΣΙΑ' (New Work) with a list of projects including 'Φ/Β εγκατάσταση χωρίς ιδιοκατανάλωση', 'Φ/Β εγκατάσταση με ιδιοκατανάλωση', 'Σύστημα αυτόνομου δικτύου', and 'Υβριδικό Φ/Β σύστημα'. To the right, there is a 'ΠΡΟΤΥΠΑ' (Templates) section. At the bottom, there are links for 'ΕΡΓΑΛΕΙΑ' (Tools) and 'ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ & ΝΕΑ' (Support & News). A footer contains a cookie consent notice.

Εικόνα 21 *Εικόνα 22 Σχήμα 2.1 «Αρχική οθόνη προγράμματος SUNNY DESIGN» [1]*

Στην εισαγωγική οθόνη καλούμαστε να επιλέξουμε το είδος του φωτοβολταϊκού συστήματος που πρόκειται να εγκαταστήσουμε. Οι επιλογές αφορούν: Φωτοβολταϊκή εγκατάσταση χωρίς ιδιοκατανάλωση, Φωτοβολταϊκή εγκατάσταση με ιδιοκατανάλωση, Σύστημα αυτόνομου δικτύου, Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα, κ.λπ. Αρχικά επιλέγουμε «*φωτοβολταϊκή εγκατάσταση χωρίς ιδιοκατανάλωση*».

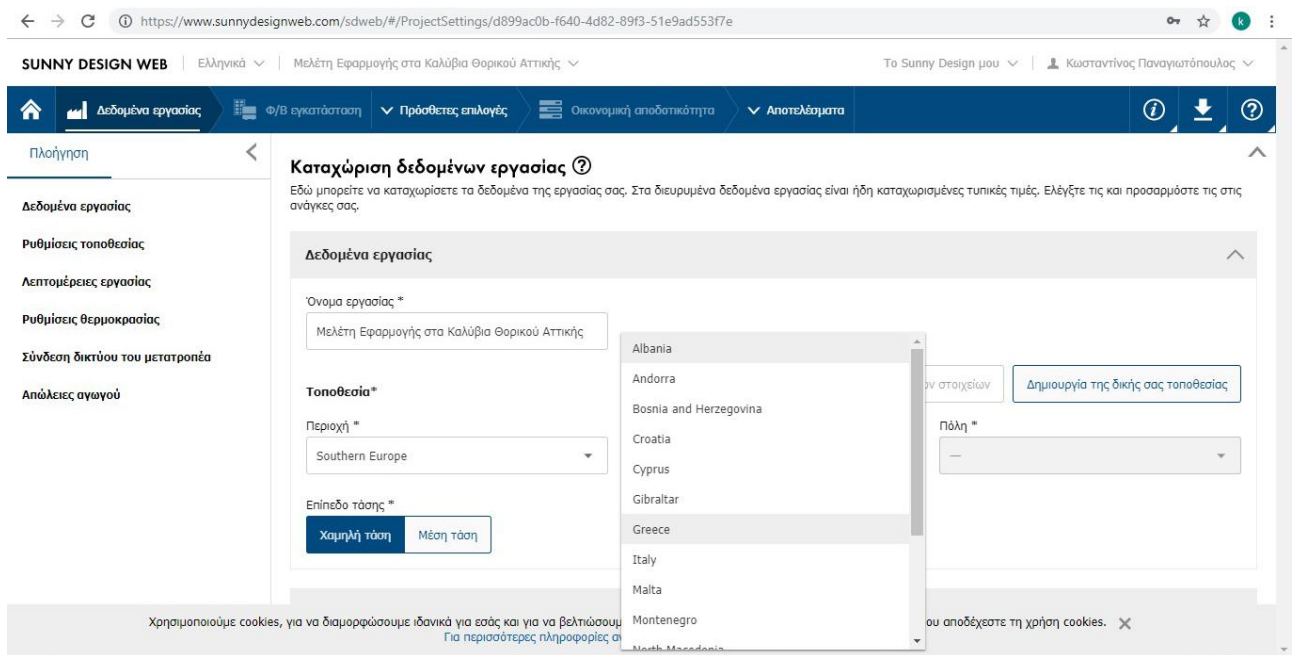
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Έπειτα, στην επόμενη σελίδα καταχωρούμε τα γεωγραφικά δεδομένα και άλλες πληροφορίες, που αφορούν την τοποθεσία της μελλοντικής φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και είναι απαραίτητες για την διεξαγωγή της προσομοίωσης που εκπονεί το λογισμικό για να πραγματοποιήσει την μελέτη. Επιλέγουμε ήπειρο, χώρα, πόλη εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού, καθώς αυτές τα γεωγραφικά δεδομένα καθορίζουν την συνολική ηλιακή ακτινοβολία και θερμοκρασία και κατ'έπείτα, την απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος.



The screenshot shows the 'SUNNY DESIGN WEB' interface. The main content area is titled 'Καταχώριση δεδομένων εργασίας' (Job Data Entry). It contains a dropdown menu for selecting a region, with options: Africa, Asia, Eastern Europe, Northern America and the Caribbean, Northern Europe, Oceania, South America, Southern Europe, and Western Europe. Below the dropdown, there are input fields for 'Χώρα *' (Country) and 'Πόλη *' (City), both currently empty. There is also a dropdown for 'Σύνδεση των μετατροπέων στο δίκτυο' (Grid connection of inverters) with a help icon. A button 'Εμφάνιση μετεωρολογικών στοιχείων' (Show weather data) and a button 'Δημιουργία της δικής σας τοποθεσίας' (Create your own location) are also visible. The interface is in Greek and includes a footer with a cookie notice.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



← → ↻ <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/ProjectSettings/d899ac0b-f640-4d82-89f3-51e9ad553f7e> ☰ ☆ k ⋮

SUNNY DESIGN WEB | Ελληνικά | Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής | Το Sunny Design μου | Κωσταντίνος Παναγιωτόπουλος

🏠 **Δεδομένα εργασίας** | 📄 Φ/Β εγκατάσταση | ⚙️ Πρόσθετες επιλογές | 📊 Οικονομική αποδοτικότητα | 📄 Αποτελέσματα | ⓘ ⬇️ ?

Πλοήγηση

- Δεδομένα εργασίας
- Ρυθμίσεις τοποθεσίας
- Λεπτομέρειες εργασίας
- Ρυθμίσεις θερμοκρασίας
- Σύνδεση δικτύου του μετατροπέα
- Απώλειες ανωτού

Καχώριση δεδομένων εργασίας

Εδώ μπορείτε να καταχωρίσετε τα δεδομένα της εργασίας σας. Στα διευρυμένα δεδομένα εργασίας είναι ήδη καταχωρισμένες τυπικές τιμές. Ελέγξτε τις και προσαρμόστε τις στις ανάγκες σας.

Δεδομένα εργασίας

Όνομα εργασίας *
Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής

Τοποθεσία*

Περιοχή *
Southern Europe

Επίπεδο τάσης *
Χαμηλή τάση Μέση τάση

Albania
Andorra
Bosnia and Herzegovina
Croatia
Cyprus
Gibraltar
Greece
Italy
Malta
Montenegro

Εμφάνιση μετεωρολογικών στοιχείων | Δημιουργία της δικής σας τοποθεσίας

Πόλη *
—

Χρησιμοποιούμε cookies, για να διαμορφώσουμε ιδανικά για εσάς και για να βελτιώσουμε. Για περισσότερες πληροφορίες...

Καχώριση δεδομένων εργασίας

Εδώ μπορείτε να καταχωρίσετε τα δεδομένα της εργασίας σας. Στα διευρυμένα δεδομένα εργασίας είναι ήδη καταχωρισμένες τυπικές τιμές. Ελέγξτε τις και προσαρμόστε τις στις ανάγκες σας.

Δεδομένα εργασίας

Όνομα εργασίας *
Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής

Τοποθεσία* Εμφάνιση μετεωρολογικών στοιχείων Δημιουργία της δικής σας τοποθεσίας

Περιοχή *
Southern Europe

Χώρα *
Greece

Πόλη *
Athens
Crete
Salonika
Tripoli

Επίπεδο τάσης *
Χαμηλή τάση Μέση τάση

Σύνδεση των μετατροπέων στο δίκτυο ⓘ
—

Στην συνέχεια επιλέγουμε τον τρόπο σύνδεσης στο δίκτυο, που στην δική μας περίπτωση είναι στην χαμηλή τάση με τριφασική σύνδεση.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Το υψόμετρο το βρίσκουμε από την δικτυακή εφαρμογή Google Earth και εισάγουμε τα νέα δεδομένα στην εφαρμογή.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Καταχωρίστε την τοποθεσία της Φ/Β εγκατάστασης επιλέγοντας την περιοχή, τη χώρα και την πόλη. Εφόσον υπάρχουν προεπιλογές για τη συγκεκριμένη χώρα, μπορείτε να τις επιλέξετε εδώ. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.

Περιοχή *

Southern Europe

Χώρα *

Greece

Πόλη *

Athens

Υψόμετρο από τη ΜΣΘ *

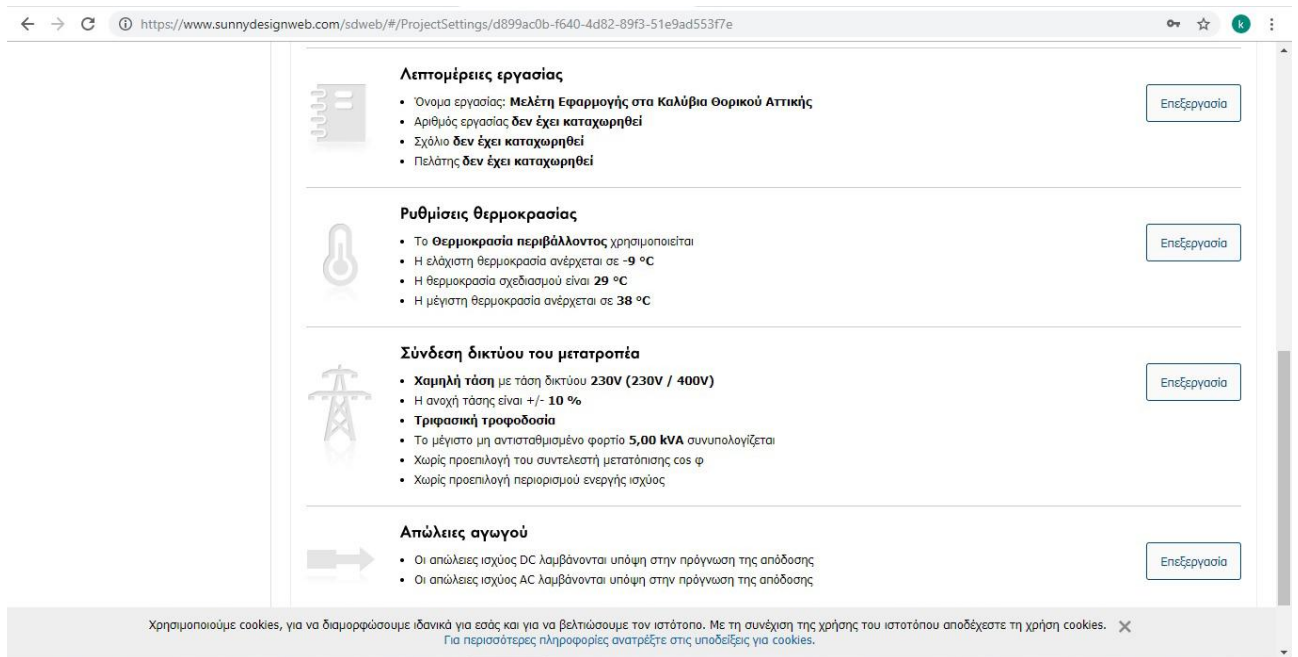
m

Κλιμάκωση δεδομένων ακτινοβολίας *

%

Στην δεύτερη σελίδα έχουμε την δυνατότητα να αλλάξουμε το όνομα της έργου-εργασίας, την τοποθεσία, την εκτιμώμενη θερμοκρασία περιβάλλοντος που το λογισμικό έχει ήδη λάβει από τα δεδομένα της τοποθεσίας, τις ρυθμίσεις του δικτύου μας (τάσης, ανοχή τάσης, τροφοδοσία, κ.α.) και του φορτίου. Στην τελευταία επιλογή έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε, εάν θα ληφθούν υπόψιν οι απώλειες των αγωγών, κάτι που στα πλαίσια της παρούσας μελέτης κρίνεται σκόπιμο, ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν πιο καλή πρόγνωση της απόδοσης του φωτοβολταϊκού.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

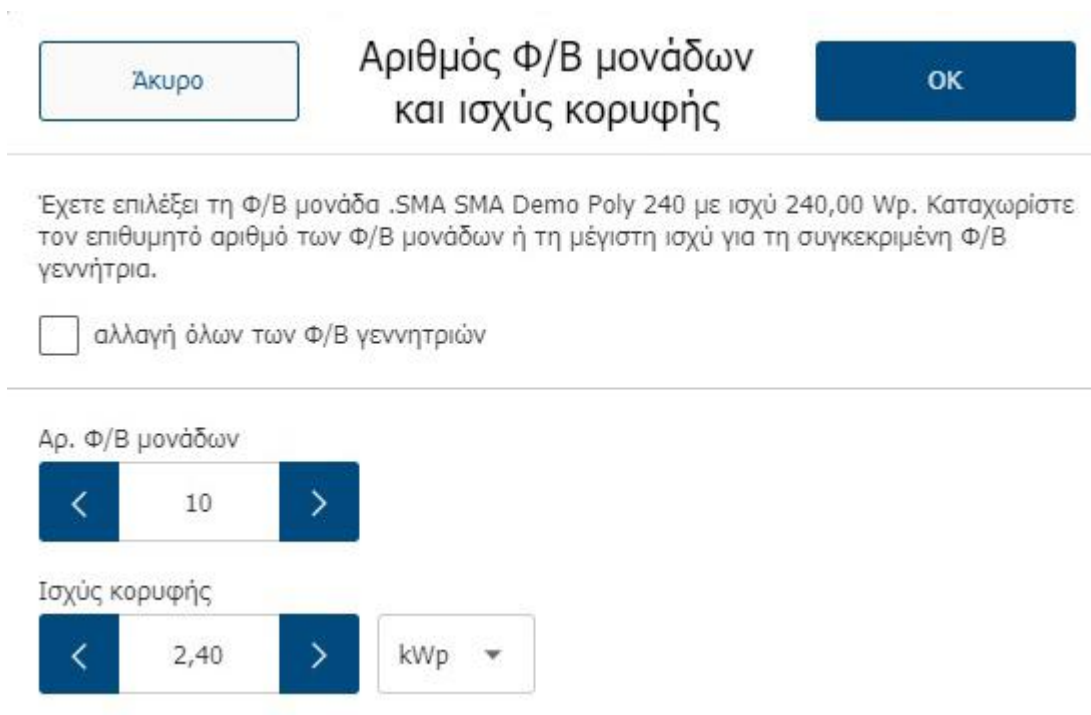


The screenshot shows the 'Project Settings' page in the Sunny Design Web application. The browser address bar displays the URL: <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/ProjectSettings/d899ac0b-f640-4d82-89f3-51e9ad553f7e>. The page is divided into several sections, each with a list of parameters and a 'Eπεξεργασία' (Edit) button:

- Λεπτομέρειες εργασίας** (Job Details):
 - Όνομα εργασίας: Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής
 - Αριθμός εργασίας δεν έχει καταχωρηθεί
 - Σχόλιο δεν έχει καταχωρηθεί
 - Πελάτης δεν έχει καταχωρηθεί
- Ρυθμίσεις θερμοκρασίας** (Temperature Settings):
 - Το θερμοκρασία περιβάλλοντος χρησιμοποιείται
 - Η ελάχιστη θερμοκρασία ανέρχεται σε -9 °C
 - Η θερμοκρασία σχεδιασμού είναι 29 °C
 - Η μέγιστη θερμοκρασία ανέρχεται σε 38 °C
- Σύνδεση δικτύου του μετατροπέα** (Inverter Grid Connection):
 - Χαμηλή τάση με τάση δικτύου 230V (230V / 400V)
 - Η ανοχή τάσης είναι +/- 10 %
 - Τριφασική τροφοδοσία
 - Το μέγιστο μη αντισταθμισμένο φορτίο 5,00 kVA συνυπολογίζεται
 - Χωρίς προεπιλογή του συντελεστή μετατόπισης cos φ
 - Χωρίς προεπιλογή περιορισμού ενεργής ισχύος
- Απώλειες αγωγού** (Cable Losses):
 - Οι απώλειες ισχύος DC λαμβάνονται υπόψη στην πρόγνωση της απόδοσης
 - Οι απώλειες ισχύος AC λαμβάνονται υπόψη στην πρόγνωση της απόδοσης

At the bottom of the page, there is a cookie consent banner: "Χρησιμοποιούμε cookies, για να διαμορφώσουμε ιδανικά για εσάς και για να βελτιώσουμε τον ιστότοπο. Με τη συνέχιση της χρήσης του ιστοτόπου αποδέχεστε τη χρήση cookies. Για περισσότερες πληροφορίες ανατρέξτε στις υποδείξεις για cookies."

Στην τρίτη σελίδα επιλέγουμε την επιθυμητή ισχύ κορυφής, τα 10 kWp, και αυτόματα γίνεται ο υπολογισμός του συνολικού αριθμού των πάνελων: **42**.



The screenshot shows the configuration screen for the PV system. It features a modal dialog with the title "Αριθμός Φ/Β μονάδων και ισχύς κορυφής" (Number of PV units and peak power). The dialog has two buttons: "Άκυρο" (Cancel) and "OK". Below the dialog, there is a text box with the following text: "Έχετε επιλέξει τη Φ/Β μονάδα .SMA SMA Demo Poly 240 με ισχύ 240,00 Wp. Καταχωρίστε τον επιθυμητό αριθμό των Φ/Β μονάδων ή τη μέγιστη ισχύ για τη συγκεκριμένη Φ/Β γεννήτρια." (You have selected the PV unit .SMA SMA Demo Poly 240 with a power of 240,00 Wp. Register the desired number of PV units or the maximum power for the specific PV generator.) Below this text is a checkbox labeled "αλλαγή όλων των Φ/Β γεννητριών" (change all PV generators). At the bottom of the screen, there are two input fields: "Αρ. Φ/Β μονάδων" (Number of PV units) with a value of 10, and "Ισχύς κορυφής" (Peak power) with a value of 2,40 kWp.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Έπειτα επιλέγουμε τον τρόπο τοποθέτησης το αζιμούθιο, την γωνία τοποθέτησης και αν θα έχουν την δυνατότητα παρακολούθησης της πορείας του ήλιου (*tracking*).

Άκυρο


Αλλαγή προσανατολισμού/τρόπου
τοποθέτησης


OK


Εδώ μπορείτε να αλλάξετε το αζιμούθιο και την κλίση των Φ/Β μονάδων ή να επιλέξετε, εάν θα κινούνται οι Φ/Β μονάδες. Ο τρόπος εγκατάστασης επηρεάζει τη θέρμανση των ηλιακών κυψελών σε σχέση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.


Αλλαγή όλων των Φ/Β γεννητριών

Τρόπος τοποθέτησης



Ελεύθερη
τοποθέτηση


Στέγη


Πρόσοψη


Ενσωμάτωση

Αζιμούθιο



<

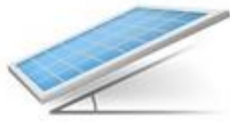
0

>

°

με ιχνηλάτηση

Κλίση



<

25

>

°

με ιχνηλάτηση

Στην δική μας περίπτωση που έχουμε νότιο προσανατολισμό το αζιμούθιο είναι 0, ενώ τα πάνελ θα είναι σε σταθερή βάση με γωνία 25°. Εικ. 3.2

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Στην συνέχεια επιλέγουμε τον αυτόματο σχεδιασμό και τις βελτιωμένες προτάσεις.

Κλείσιμο	Σχεδιασμός	OK
----------	------------	----

Εδώ μπορείτε να προσαρμόσετε τις προεπιλογές για τον αυτόματο σχεδιασμό και τις προτάσεις σχεδιασμού.

Μέγιστος αριθμός τύπων μετατροπών στις προτάσεις σχεδιασμού

1	2	3
---	---	---

Συντελεστής μετατόπισης $\cos \varphi$





+	-	<	1,00	>
---	---	---	------	---

Ταχύτερος υπολογισμός (επιλεγμένες προτάσεις)
Ισορροπημένη
Βελτιωμένες προτάσεις (περισσότερος χρόνος υπολογισμού)

Εμφανίζονται οι προτεινόμενες επιλογές μετατροπέα (inverter). Σε αρκετές περιπτώσεις είναι καλό να μην προτιμάται ένας μόνο μετατροπέας, ώστε να αποφευχθεί η ολική απώλεια παραγωγής, αλλά όπως φαίνεται και στις ακόλουθες εικόνες η επιλογή δυο μετατροπέων επηρεάζει, εκτός από το κόστος, την απόδοση της εγκατάστασης. Για αυτό τον λόγο θα παραμείνουμε στην αρχική επιλογή.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Μετατροπέας

Τύπος	1. Φ/Β γεννήτρια 1 42 / 42	2.	3.	Συντελεστής μετατόπισης cos φ 1,00	Περιορισμός ενεργής ισχύος AC 10,00 kW
 1 x STP10.0-3AV-40 Τμηματική εγκατάσταση 1 Φ/Β μετατροπέας συμβατός	A: 2 x 21			1,00	10,00 kW 

Λεπτομέρειες **Ισχύς κορυφής: 10,08 kWp** **Λόγος ονομ. ισχύος: 101 %** **Συντ.ενεργ. χρήσης: 99,9 %**

Απόδοση ✔ Φ/Β μετατροπέας συμβατός

Λόγος ονομ. ισχύος: 101 %

▼

135 % 97 %

Βαθμός απόδοσης μετατροπέα: 97,9 %

▼

90 % 100 %

Ετήσια ενεργειακή απόδοση: 17.007,32 kWh

Ειδ. ενεργειακή απόδοση: 1687 kWh/kWp

Ποσοστό απόδοσης: 89,1 %

Ώρες πλήρους φορτίου: 1700,7 h

Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας): 0,17 %

Παράμετροι	Μετατροπέας	Είσοδος A	Είσοδος B	Είσοδος C
Μέγ. ισχύς DC	10,20 kW	10,08 kWp	---	---
Ελάχ. τάση DC	125 V	542 V	---	---
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση		✔ 574 V	---	---
Μέγ. τάση DC (Φ/Β)	1000 V	✔ 857 V	---	---
Μέγ. ρεύμα εισόδου ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος	20/12 A	✔ 16,2 A	---	---
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος	30/18 A	✔ 16,9 A	---	---

Στην παραπάνω οθόνη βλέπουμε την απόδοση του μετατροπέα. Και ακολούθως, η αλλαγή σε δυο μετατροπείς και η απόδοση τους.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Άκυρο
Μετατροπέας
OK

Εδώ μπορείτε να αλλάξετε τον επιλεγμένο τύπο μετατροπέα και τον αριθμό των μετατροπέων.

Περιορισμός μετατροπέα

Οικογένεια προϊόντων SMA

- Sunny Boy
- Sunny Tripower
- Sunny Mini Central
- Sunny Central

Ιδιότητες

- Μόνο με μετασχηματιστή
- Μόνο χωρίς μετασχηματιστή
- Με δυνατότητα άεργου ισχύος
- Multi-String
- Εσωτερικού χώρου
- Εξωτερικού χώρου
- Μόνο μετατροπείς Φ/Β μονάδας
- Μόνο με ενσωματωμένο ασσωρευτή
- Μόνο μετατροπείς με τιμές

Περιορισμοί

- Συνυπολογισμός μόνο εγκεκριμένων για την τοποθεσία μετατροπέων

Τρέχων σχεδιασμός

Μετατροπέας Αριθμός Φ/Β μετατροπέων *

STP10.0-3AV-40

<
2
>

Όνομα


Τμηματική εγκατάσταση 1

Περισσότεροι μετατροπείς


Μετατροπέας	Μέγ. ισχύς AC	Σύνδεση AC	Μέγ. βαθμός απόδοσης
<input checked="" type="checkbox"/> STP5.0-3AV-40	5,00 kW	τριφασική	98,2 %
<input type="checkbox"/> SB6.0-1AV-41	6,00 kW	μονοφασική	97,1 %
<input type="checkbox"/> STP6.0-3AV-40	6,00 kW	τριφασική	98,2 %
<input type="checkbox"/> STP8.0-3AV-40	8,00 kW	τριφασική	98,3 %











ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Μετατροπέας

Τύπος	1. Φ/Β γεννήτρια 1 42 / 42	2.	3.	Συντελεστής μετατόπισης cos φ	Περιορισμός ενεργής ισχύος AC
 2 x STP5.0-3AV-40 Τμηματική εγκατάσταση 1 Φ/Β μετατροπέας συμβατός	A: 1 x 16 B: 1 x 5			1,00	5,00 kW

Λεπτομέρειες **Ισχύς κορυφής: 10,08 kWp** **Λόγος ονομ. ισχύος: 103 %** **Συντ.ενεργ. χρήσης: 99,9 %**

Απόδοση  **Φ/Β μετατροπέας συμβατός**

Λόγος ονομ. ισχύος: 103 %	Παράμετροι	Μετατροπέας	Είσοδος A	Είσοδος B	Είσοδος C
 135 % 97 %	Μέγ. ισχύς DC	5,18 kW	3,84 kWp	1,20 kWp	
Βαθμός απόδοσης μετατροπέα: 96,8 %  90 % 100 %	Ελάχ. τάση DC	125 V	413 V	129 V	
Ετήσια ενεργειακή απόδοση: 16.800,65 kWh	Χαρακτηριστική Φ/Β τάση		 437 V	 137 V	
Ειδ. ενεργειακή απόδοση: 1667 kWh/kWp	Μέγ. τάση DC (Μετατροπέας)	850 V	 653 V	 204 V	
Ποσοστό απόδοσης: 88 %	Μέγ. ρεύμα εισόδου ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος	12/12 A	 8,1 A	 8,1 A	
Ωρες πλήρους φορτίου: 1680,1 h	Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος	18/18 A	 8,5 A	 8,5 A	
Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας): 0,26 %					

Στα επόμενα βήματα θα επιλεγθεί η διαστασιολόγηση των αγωγών. Οι αγωγοί DC παραμένουν σύμφωνα με την προεπιλογή, ωστόσο οι αγωγοί της χαμηλής τάσης είναι μεγαλύτεροι σε μήκος (30μ), οπότε καταχωρούμε την αλλαγή.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

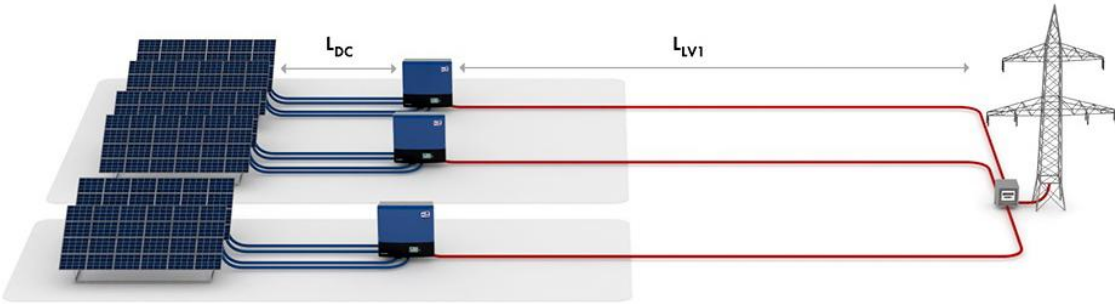
Γράφημα

✓ DC (συνεχές ρεύμα)

Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία: 0,19 %

✓ LV (χαμηλή τάση)

Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία: 0,72 %



Διαμόρφωση

✓ Αγωγοί DC
 ✓ Αγωγοί LV1
 ✓ Αγωγοί LV2
 ✓ Αγωγός LV3
 ✓ Αγωγός μέσης τάσης

Υλικό αγωγού
Απλό μήκος
Διατομή
Ρεύμα
Τάση
Πτώση τάσης
Σχετ. απώλεια ισχύος

Άκυρο

Αγωγοί LV1

OK

Αλλαγή όλων των αγωγών σε LV1

Υλικό αγωγού

Χαλκός
Αλουμίνιο

Απλό μήκος αγωγών

<
30,00
>
m

Διατομή αγωγού

2,5 mm²
▼

Αυτόματα το λογισμικό ειδοποιεί, πως υπάρχει σφάλμα από τις απώλειες των αγωγών, εφόσον αυξάνεται το μήκος τους.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Διαμόρφωση									
	Αγωγοί DC		Αγωγοί LV1		Αγωγοί LV2		Αγωγός LV3		Αγωγός μέσης τάσης
Υλικό αγωγού	Απλό μήκος	Διατομή	Ρεύμα	Τάση	Πτώση τάσης	Σχετ. απώλεια ισχύος			
Νέα εργασία							2,60 %		^
Τμηματική εργασία 1							2,60 %		^
	1 x SB 2.0-1VL-40 Τμηματική εγκατάσταση 1	Χαλκός	30,00 m	1,5 mm ²	8,70 A	1 ~ 230 V	6 V	2,60 %	

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Διαμόρφωση							
<input checked="" type="checkbox"/> Αγωγοί DC	<input checked="" type="checkbox"/> Αγωγοί LV1	<input checked="" type="checkbox"/> Αγωγοί LV2	<input checked="" type="checkbox"/> Αγωγός LV3	<input checked="" type="checkbox"/> Αγωγός μέσης τάσης			
Υλικό αγωγού	Απλό μήκος	Διατομή	Ρεύμα	Τάση	Πτώση τάσης	Σχετ. απώλεια ισχύος	
Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής						0,81 %	<input checked="" type="checkbox"/>
Τμηματική εργασία 1						0,81 %	<input checked="" type="checkbox"/>
1 x STP10.0-3AV-40 Τμηματική εγκατάσταση 1	Χαλκός	30,00 m	4 mm ²	43,46 A	3 ~ 230 V	1,9 V	0,81 % <input checked="" type="checkbox"/>

Επομένως, αλλάζουμε την διατομή των αγωγών και με τον νέο υπολογισμό γίνεται απαλοιφή των σφαλμάτων.

Και οι απώλειες διαμορφώνονται ως εξής:

Διαστασιολόγηση αγωγών [?]

Εδώ υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού της απώλειας ισχύος της επιλεγμένης διαστασιολόγησης αγωγού. Η εταιρεία SMA Solar Technology AG συνιστά μία σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία μικρότερη από 1% στην πλευρά AC ή στην πλευρά DC. Στην τριφασική σύνδεση δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση διαφόρων συντελεστών μετατόπισης. Κατά την επιλογή της διατομής των αγωγών λαμβάνετε υπόψη τις εθνικές και τις διεθνείς οδηγίες (π.χ. VDE, NEC κτλ.).

Επισκόπηση			
<input type="checkbox"/> Διαθέσιμος υποδιανομέας εργασίας (LV3)	Υποδιανομείς τμηματικής εργασίας (LV2) μπορούν να διαμορφωθούν στην καρτέλα «Αγωγοί LV2».		
	<input checked="" type="checkbox"/> DC (συνεχές ρεύμα)	<input checked="" type="checkbox"/> LV (χαμηλή τάση)	<input checked="" type="checkbox"/> Συνολικά
Απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	19,61 W	72,20 W	91,81 W
Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	0,19 %	0,72 %	0,91 %
Συνολικό μήκος αγωγού	40,00 m	10,00 m	50,00 m
Διατομές αγωγών	2,5 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ² 1,5 mm ²

Γράφημα

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Στην συνέχεια επιλέγουμε την επιλογή «μετάβαση στη διαχείριση ενέργειας» και έπειτα εισάγουμε τις προσωπικές μας ρυθμίσεις. Επιλέγουμε τις συγκεκριμένες ρυθμίσεις, καθώς η τοποθεσία είναι κατοικήσιμη και η επέμβαση θα μπορούσε να είναι άμεση για την συντήρηση της εγκατάστασης. Η επιλογή «μέτρηση καθολικής ενεργείας» επιλέχθηκε, ώστε να γνωρίζουμε την απόδοση του πάρκου μας σε σχέση με την πραγματική ακτινοβολία.

Σχεδιασμός διαχείρισης ενέργειας ②

Εδώ μπορείτε να προσθέσετε στο σύστημα ενέργειας προϊόντα επικοινωνίας (υλικό και λογισμικό) για την επιτήρηση της εγκατάστασης, τον έλεγχο, τη διαχείριση ενέργειας και την απεικόνιση σημαντικών δεδομένων της εγκατάστασης.

Προεπιλογές	
Εδώ μπορείτε να επιλέξετε τις απαιτήσεις και τις προϋποθέσεις της σχεδιαζόμενης επιτήρησης εγκατάστασης. Τα στοιχεία συνοπλογογίζονται κατά τον αυτόματο σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης.	
Απαιτήσεις	Προϋποθέσεις
<input type="checkbox"/> Βελτιστοποίηση της ιδιοκατανάλωσης	<input checked="" type="checkbox"/> Διαθέσιμη πρόσβαση στο Διαδίκτυο
<input type="checkbox"/> Ανάλυση κατανάλωσης και έλεγχος ηλεκτρικών καταναλωτών	<input type="checkbox"/> Διαθέσιμο ιδιόκτητο σύστημα διαχείρισης λειτουργίας
<input checked="" type="checkbox"/> Επιτήρηση εγκαταστάσεων μέσω Διαδικτύου και απεικόνιση δεδομένων εγκατάστασης	<input type="checkbox"/> Διαθέσιμη διεπαφή μετρητή S0
<input type="checkbox"/> Αρχειοθέτηση Online	<input type="checkbox"/> Διαθέσιμη διεπαφή μετρητή D0
<input type="checkbox"/> Τηλεδιάγνωση	
<input type="checkbox"/> Απεικόνιση δεδομένων εγκατάστασης επιτόπου	
<input checked="" type="checkbox"/> Επιτόπου συντήρηση και ρύθμιση παραμέτρων της εγκατάστασης	
<input type="checkbox"/> Επιτόπου αποθήκευση δεδομένων εγκατάστασης	
<input checked="" type="checkbox"/> Μέτρηση καθολικής ακτινοβολίας	
<input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος μετρητών	
<input type="checkbox"/> Ασύρματη μετάδοση δεδομένων	
<input type="checkbox"/> Ενημέρωση για βλάβες	

Με την επιλογή «αυτόματος σχεδιασμός» μας παρουσιάζονται τα δεδομένα από τις καταχωρημένες επιλογές.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Σχεδιασμός ^

Με τη λειτουργία "Αυτόματος σχεδιασμός" μπορείτε να ζητήσετε τη δημιουργία μιας πρότασης σχεδιασμού της επιτήρησης εγκατάστασης με βάση τα στοιχεία σας. Επιπλέον μπορείτε να επιλέξετε περαιτέρω εναλλακτικούς σχεδιασμούς ή να προσθέσετε χειροκίνητα περαιτέρω προϊόντα επικοινωνίας.

Συνοπολογισμός μόνο των τρεχόντων προϊόντων επικοινωνίας

Αυτόματος σχεδιασμός

Εναλλακτικοί σχεδιασμοί

Προσθήκη προϊόντος επικοινωνίας

Κατάργηση επιτήρησης εγκατάστασης

Αποτέλεσμα ^

Τμηματική εργασία 1

1 x STP10.0-3AV-40
Τμηματική εγκατάσταση 1

Εσωτερικά στην εγκατάσταση


1 x SMA Energy Meter 🔒 ✕

1 x Sunny Explorer 🔒 ✕


1 x SMA Data Manager M 🔒 ✕

Εξωτερικά

1 x SUNNY PORTAL
powered by ennexOS 🔒 ✕



Speedwire



Internet

Στην επισκόπηση βλέπουμε τις επιλογές μας και τα αποτελέσματα, όπως την «εκτιμώμενη ενεργειακή απόδοση ανά μήνα».

Αποτελέσματα



Σε αυτή την επισκόπηση εμφανίζονται οι καταχωρίσεις, τα αποτελέσματα και οι τρέχουσες υποδείξεις για τον σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης. Ελέγξτε τα στοιχεία.

Πληροφορίες εργασίας			
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων	42	Ετήσια ενεργειακή απόδοση	17.006,28 kWh
Ισχύς κορυφής	10,08 kWp	Συντ.ενεργ. χρήσης	99,9 %
Αριθμός Φ/Β μετατροπέων	1	Ποσοστό απόδοσης	89,1 %
Ονομαστική ισχύς AC των Φ/Β μετατροπέων	10,00 kW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση	1687 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC	10,00 kW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας)	0,17 %
Σχέση ενεργής ισχύος	99,2 %	Μη αντισταθμισμένο φορτίο	0,00 VA

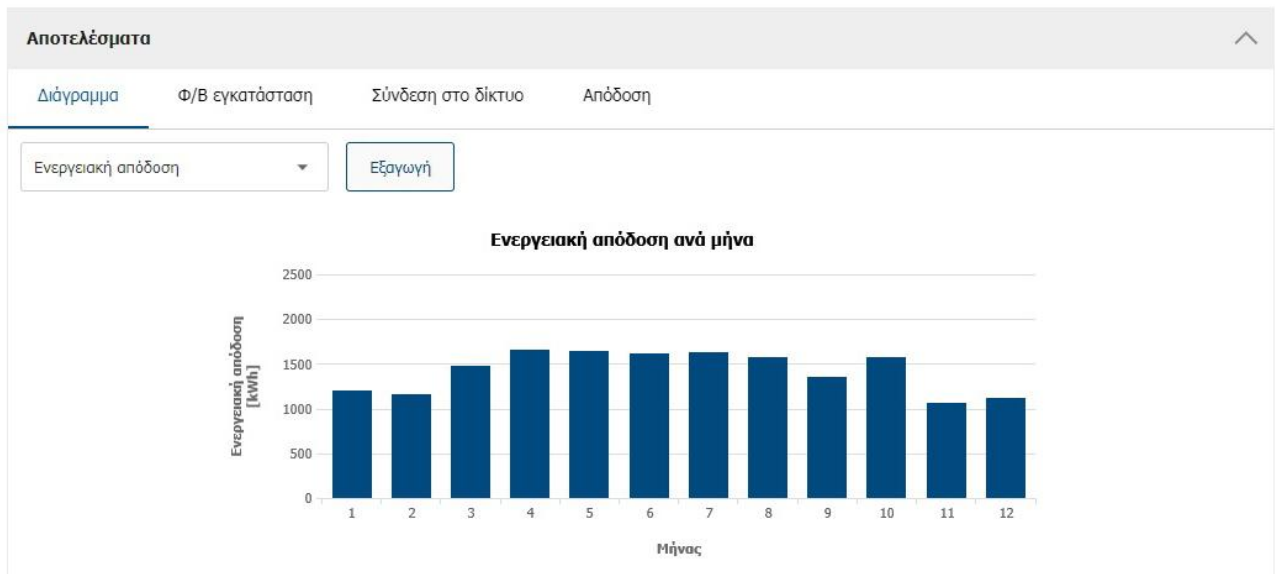
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Υποδείξεις (0 Προειδοποιήσεις, 0 Σφάλμα)		^
Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής		^
✓ Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής		^
✓ Τμηματική εργασία 1 (0 Προειδοποιήσεις, 0 Σφάλμα)		^
✓ Φ/Β γεννήτρια 1		
✓ 1 x STP10.0-3AV-40 Τμηματική εγκατάσταση 1		
✓	SMA Data Manager M	Για τον περιορισμό της τροφοδοσίας ενεργής ισχύος από το SMA Data Manager M είναι απαραίτητη η χρήση ενός SMA Energy Meter ή ενός υποστηριζόμενου μετρητή Modbus/TCP.

Δεδομένα εργασίας		^
<p>Ρυθμίσεις τοποθεσίας</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η τοποθεσία είναι Athens στην Greece (Southern Europe) • Το υψόμετρο από τη ΜΣΘ ανέρχεται σε 97 m • Η κλιμάκωση της ακτινοβολίας ανέρχεται σε 100 % <p>Ρυθμίσεις θερμοκρασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το Θερμοκρασία περιβάλλοντος χρησιμοποιείται • Η ελάχιστη θερμοκρασία ανέρχεται σε -9 °C • Η θερμοκρασία σχεδιασμού είναι 29 °C • Η μέγιστη θερμοκρασία ανέρχεται σε 38 °C 	<p>Λεπτομέρειες εργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> • Όνομα εργασίας: Μελέτη Εφαρμογής στα Καλύβια Θορικού Αττικής • Αριθμός εργασίας δεν έχει καταχωρηθεί • Σχόλιο δεν έχει καταχωρηθεί • Πελάτης δεν έχει καταχωρηθεί <p>Σύνδεση δικτύου του μετατροπέα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Χαμηλή τάση με τάση δικτύου 230V (230V / 400V) • Η ανοχή τάσης είναι +/- 10 % • Τριφασική τροφοδοσία • Το μέγιστο μη αντισταθμισμένο φορτίο 5,00 kVA συνυπολογίζεται • Χωρίς προεπιλογή του συντελεστή μετατόπισης $\cos \phi$ • Χωρίς προεπιλογή περιορισμού ενεργής ισχύος 	

Επισκόπηση συστήματος		^
Φ/Β γεννήτριες:	42 x .SMA SMA Demo Poly 240 (Φ/Β γεννήτρια 1) Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 25 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 10,08 kWp	
Φωτοβολταϊκός μετατροπέας:	1 x STP10.0-3AV-40	
Διαχείριση ενέργειας:	 SMA Data Manager M  SUNNY PORTAL powered by ennexOS  SMA Energy Meter  Sunny Explorer	

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Διαστασιολόγηση αγωγών

	✓ DC (συνεχές ρεύμα)	✓ LV (χαμηλή τάση)	✓ MV (μέση τάση)	✓ Συνολικά
Απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	19,61 W	81,22 W	---	100,83 W
Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	0,19 %	0,81 %	---	1,00 %
Συνολικό μήκος αγωγού	40,00 m	30,00 m	---	70,00 m
Διατομές αγωγών	2,5 mm ²	4 mm ²	---	2,5 mm ² 4 mm ²

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

4.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Το επόμενο βήμα στην εφαρμογή είναι η οικονομική αποδοτικότητα.

Προβολή αποδοτικότητας

Εδώ μπορείτε να επεξεργαστείτε τα στοιχεία για τη διάρθρωση του κόστους και να εξετάσετε μια ανάλυση της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εργασίας.

Διάρθρωση κόστους

Κόστος Φ/Β συστήματος

- Το συνολικό κόστος για τις Φ/Β μονάδες ανέρχεται σε ---
- Η μέση υποβάθμιση ισχύος των Φ/Β μονάδων ανέρχεται σε **0,50 %**
- Το συνολικό κόστος για τους μετατροπείς και την επιτήρηση της εγκατάστασης ανέρχεται σε ---
- Το κόστος για τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση ανέρχεται σε ---
- Τα ετήσια πάγια έξοδα ανέρχονται σε **196,56 EUR**
- Η συνολική επένδυση ανέρχεται σε **13.104,00 EUR**
- Το ειδικό κόστος επένδυσης της ολοκληρωμένης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης (CapEx / kWp) ανέρχεται σε **1.300,00 EUR/kWp**

Χρηματοδότηση

- Το νόμισμα είναι **EUR**
- Το ποσοστό ίδιων κεφαλαίων ανέρχεται σε **100 %**
- Το ποσοστό ξένων κεφαλαίων ανέρχεται σε **0 %**
- Το σύνολο της επιδότησης ανέρχεται σε **0,00 EUR**
- Ο πληθωρισμός ανέρχεται σε **3,00 %**
- Η περίοδος εξέτασης της οικονομικής αποδοτικότητας ανέρχεται σε **20 έτη**
- Επιλεγμένο είδος του δανείου: **Δάνειο ετήσ. απόδ.**
- Η διάρκεια του δανείου ανέρχεται σε **10 έτη**
- Η περίοδος χάριτος ανέρχεται σε **0 έτη**
- Το επιτόκιο ανέρχεται σε **4,0 %**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Στην επιλογή κόστος του φωτοβολταϊκού συστήματος θα χρησιμοποιηθούν τιμές από πραγματικές προσφορές και κόστη από καταλόγους προϊόντων που λήφθηκαν μέσα στο έτος 2019. Οι τιμές αυτές δεν αντιστοιχούν στα προτεινόμενα από το πρόγραμμα υλικά, αλλά σε υλικά με αντίστοιχη λειτουργία.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΤΕΜΑΧΙΟ (€)	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΙΣ Φ.Π.Α.	Φ.Π.Α. 24%	ΤΕΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
PANEL	78,00	42,00	3276,00	786,24	4062,24
INVERTER	2210,00	1,00	2210,00	530,40	2740,40
ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	807,69	1,00	807,69	193,85	1001,54
ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΡΙΓΩΝΟΥ/2 ΠΑΝΕΛ	86,29	21,00	1812,09	434,90	2246,99
MOUNTING EQUIPMENT	100,00	1,00	100,00	24,00	124,00
				ΣΥΝΟΛΟ	10175,17

Εικόνα 23 κόστος υλικών

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΚΑΘΑΡΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)	Φ.Π.Α. 24%	ΤΕΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ (ΕΡΓΑΣΙΑ, ΥΛΙΚΑ & ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΑΝΕΛ)	2000,00	480,00	2480,00
ΜΕΛΕΤΗ	500,00	120,00	620,00
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ	500,00	120,00	620,00
		ΣΥΝΟΛΟ	3720,00
ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΔΕΗ			1000,00
		ΣΥΝΟΛΟ	4720,00

Εικόνα 24 κόστος εργασιών

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Το συνολικό κόστος διαμορφώνεται στα **14895,17€**, ενώ λαμβάνοντας υπόψιν απρόβλεπτα 3%, το τελικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στα **15342,02€**.

Άκυρο
Κόστος Φ/Β συστήματος
OK

Απλοποιημένη καταχώρηση κόστους
Αναλυτική καταχώρηση κόστους

Καταχωρήστε εδώ το κόστος Φ/Β συστήματος των επιμέρους στοιχείων. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.

Φ/Β μονάδες	Κόστος ανά τεμάχιο*	Συνολικό κόστος*
.SMA SMA Demo Poly 240W	<input type="text" value="96,72"/> EUR x 42	<input type="text" value="4062,24"/> EUR
Συνολικό κόστος Φ/Β μονάδων		4.062,24 EUR
Μέση υποβάθμιση ισχύος των Φ/Β μονάδων ανά έτος		<input type="text" value="0,50"/> %
<hr/>		
Μετατροπείς και επιτήρηση εγκατάστασης	Κόστος ανά τεμάχιο*	Συνολικό κόστος*
STP10.0-3AV-40	<input type="text" value="2740,40"/> EUR x 1	<input type="text" value="2740,40"/> EUR
Προϊόντα για την επιτήρηση εγκατάστασης		<input type="text" value="1001,54"/> EUR
Συνολικό κόστος μετατροπέων και επιτήρησης εγκατάστασης		3.741,94 EUR
<hr/>		
Σχεδιασμός, εγκατάσταση και λειτουργία	Συνολικό κόστος	
Σχεδιασμός και εγκατάσταση		<input type="text" value="7537,85"/> EUR
Ετήσια πάγια έξοδα	<input type="text" value="230,13"/> EUR	<input type="text" value="1,50"/> %
Συνολική επένδυση		15.342,03 EUR

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Τα στοιχεία οικονομικής απόδοσης της εγκατάστασης μάς δίνονται από την εφαρμογή. Εδώ καταχωρούμε την τιμή λήψης ρεύματος από την ΔΕΗ για μια κατανάλωση μεταξύ 1601 – 2000kWh, την αποζημίωση τροφοδοσίας και την διάρκεια αποζημίωσης σε έτη. Την διάρκεια αποζημίωσης την θέτουμε στα 25 έτη, όσο είναι και το συμβόλαιο για την πώληση ρεύματος.

Άκυρο

Τιμή λήψης ρεύματος και αποζημίωση τροφοδοσίας

OK

Καταχωρήστε εδώ τα τιμολόγια για τη λήψη από το δίκτυο και την τροφοδοσία στο δίκτυο. Ορίστε ένα βασικό τιμολόγιο καθώς και, εάν χρειάζεται, διαφορετικά ειδικά τιμολόγια. Για τα ειδικά τιμολόγια μπορείτε να ορίσετε δικά σας χρονικά διαστήματα ισχύος. Όλες οι τιμές πρέπει να καταχωρούνται ως καθαρές τιμές. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.

Βασικό τιμολόγιο		
Τιμή λήψης ρεύματος*	<input type="text" value="0,18518"/>	EUR/kWh
Ετήσιος ρυθμός ανατίμησης ρεύματος*	<input type="text" value="3,0"/>	%
Αποζημίωση τροφοδοσίας*	<input type="text" value="0,08000"/>	EUR/kWh
Διάρκεια της αποζημίωσης τροφοδοσίας σε έτη*	<input type="text" value="20"/>	
Σε περίπτωση ιδιοκατανάλωσης: μείωση τιμής ή αποζημίωση τροφοδοσίας*	<input type="text" value="0,00000"/>	EUR/kWh
Η πρόσδοδος από το ρεύμα μετά τη λήξη της αποζημίωσης τροφοδοσίας*	<input type="text" value="0,05000"/>	EUR/kWh

Οι επιλογές που υπάρχουν στην χρηματοδότηση μια επένδυσης είναι

- A) Με ίδια κεφάλαια
- B) Με κοινή χρηματοδότηση
- Γ) Με εξ'ολοκλήρου τραπεζική χρηματοδότηση
- Δ) Με ίδια κεφάλαια και επιδότηση
- Ε) Με τραπεζική χρηματοδότηση και επιδότηση

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Α)Με ίδια κεφάλαια

Αρχικά επιλέγουμε στην εφαρμογή το είδος της χρηματοδότησης και τα ποσοστά.

<input type="button" value="Άκυρο"/>	Χρηματοδότηση	<input type="button" value="OK"/>
<p>Εδώ μπορείτε να επιλέξετε το νόμισμα που θέλετε να χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της εργασίας και μπορείτε να καταχωρίσετε πρόσθετες οικονομικές λεπτομέρειες. Από το «To Sunny Design μου» > «Οικονομική αποδοτικότητα» μπορείτε να ορίσετε τις προεπιλογές. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.</p>		
Νόμισμα	<input type="text" value="EUR"/>	
Ποσοστό ιδίων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης	<input type="text" value="100"/> %	15.342,03 EUR
Ποσοστό ξένων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης	<input type="text" value="0"/> %	0,00 EUR
Σύνολο επιδότησης	<input type="text" value="0,00"/> EUR	
Ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού	<input type="text" value="3,00"/> %	
Περίοδος εξέτασης της οικονομικής αποδοτικότητας σε έτη	<input type="text" value="25"/>	
Είδος του δανείου	<input checked="" type="radio"/> Δάνειο ετήσ. απόδ. <input type="radio"/> Τοκοχρ/κό δάνειο	
Διάρκεια του δανείου σε έτη	<input type="text" value="10"/>	
Περίοδος χάριτος σε έτη	<input type="text" value="0"/>	
Ετήσιο επιτόκιο	<input type="text" value="4,0"/> %	

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Και λαμβάνουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Συνολική πρόσοδος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)

31.888 EUR

Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) i

16

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) i

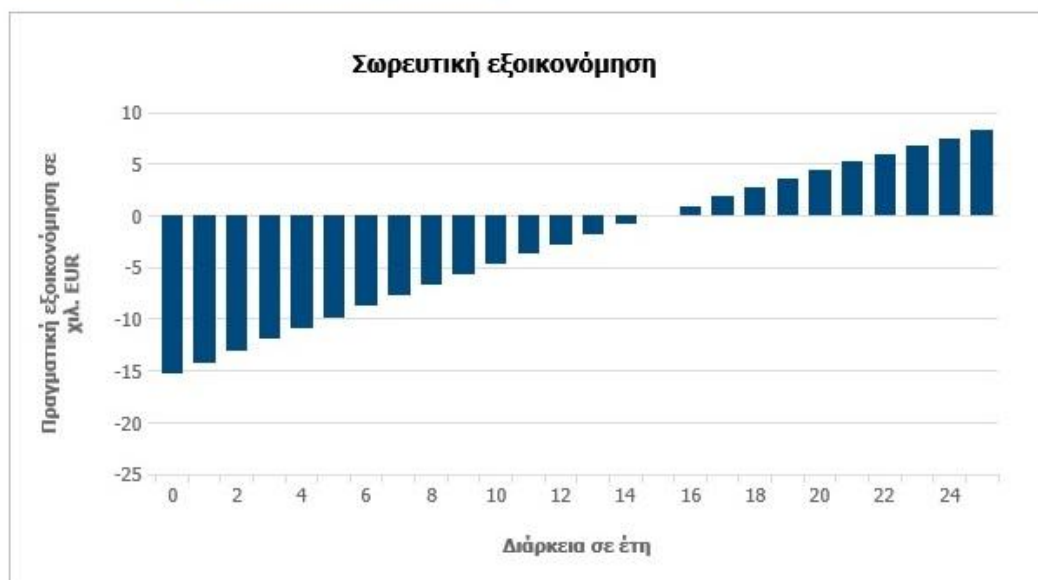
0,060 EUR/kWh

Ετήσια απόδοση κεφαλαίου i

1,37 %

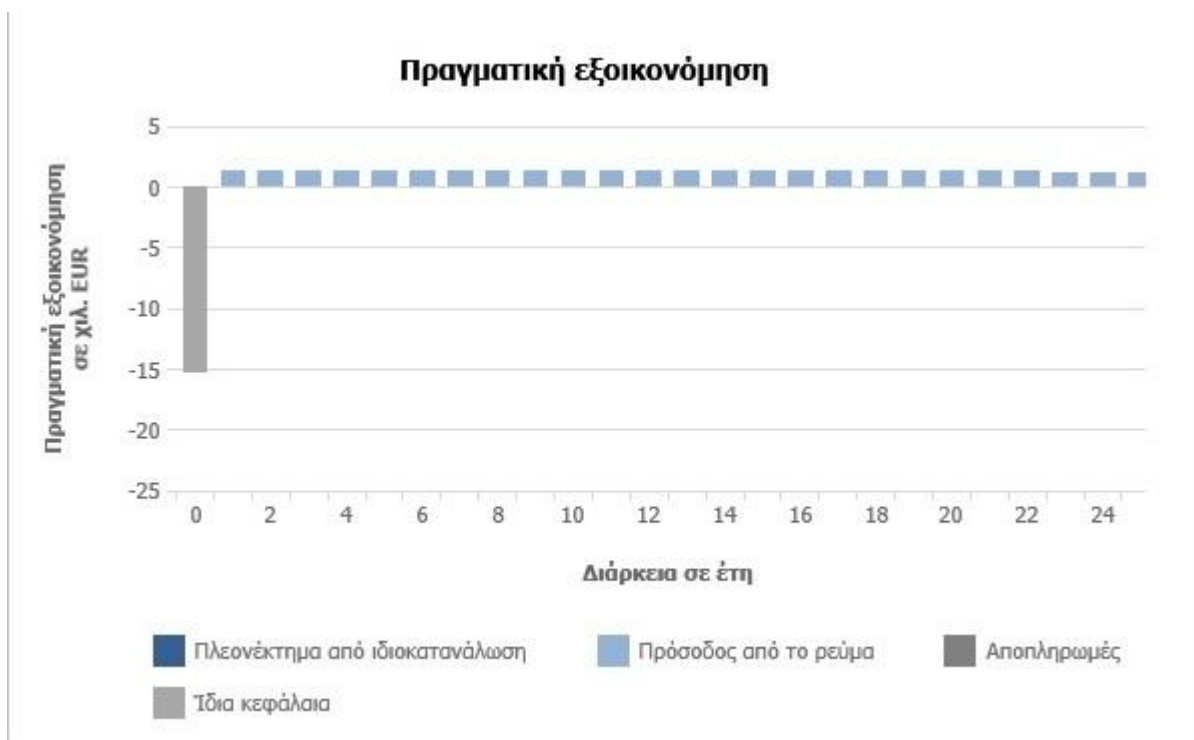
Εξοικονόμηση

Σωρευτική εξοικονόμηση



Παρατηρούμε, πως η συνολική απόδοση από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτη είναι **31888€**, ενώ η απόσβεση του κεφαλαίου θα γίνει σε 16 έτη. Ακολουθεί και το διάγραμμα της πραγματικής εξοικονόμησης.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



Β)Με κοινή χρηματοδότηση

Στην κοινή χρηματοδότηση έχουμε 50% ίδια κεφάλαια και 50% δανεισμό από κάποια τράπεζα. Το ετήσιο επιτόκιο 8% που έχει τεθεί, έχει προκύψει από τον μέσο όρο των επιτοκίων τριών από τις μεγαλύτερες Ελληνικές τράπεζες από έρευνα τον Αύγουστο του 2019 και περιλαμβάνει το τέλος εισφοράς. Η διάρκεια του δανεισμού τέθηκε στα 10 έτη, ούτως ώστε να παραμένει μια μικρή απόδοση μετά την αποπληρωμή του και να μην χρειάζονται ενέσεις ιδίου κεφαλαίο, αλλά και να μην έχει πολύ μεγάλη διάρκεια, η οποία είναι αποτρεπτική για νέες επενδύσεις.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Άκυρο

Χρηματοδότηση

OK

Εδώ μπορείτε να επιλέξετε το νόμισμα που θέλετε να χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της εργασίας και μπορείτε να καταχωρίσετε πρόσθετες οικονομικές λεπτομέρειες. Από το «Το Sunny Design μου» > «Οικονομική αποδοτικότητα» μπορείτε να ορίσετε τις προεπιλογές. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.

Νόμισμα

EUR

Ποσοστό ίδιων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης

50

%

7.671,02 EUR

Ποσοστό ξένων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης

50

%

7.671,02 EUR

Σύνολο επιδότησης

0,00

EUR

Ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού

3,00

%

Περίοδος εξέτασης της οικονομικής αποδοτικότητας σε έτη

25

Είδος του δανείου

Δάνειο ετήσ. απόδ.

Τοκοχρ/κό δάνειο

Διάρκεια του δανείου σε έτη

10

Περίοδος χάριτος σε έτη

0

Ετήσιο επιτόκιο

8,0

%

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Συνολική πρόσδοος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)

31.888 EUR

Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) ⓘ

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) ⓘ

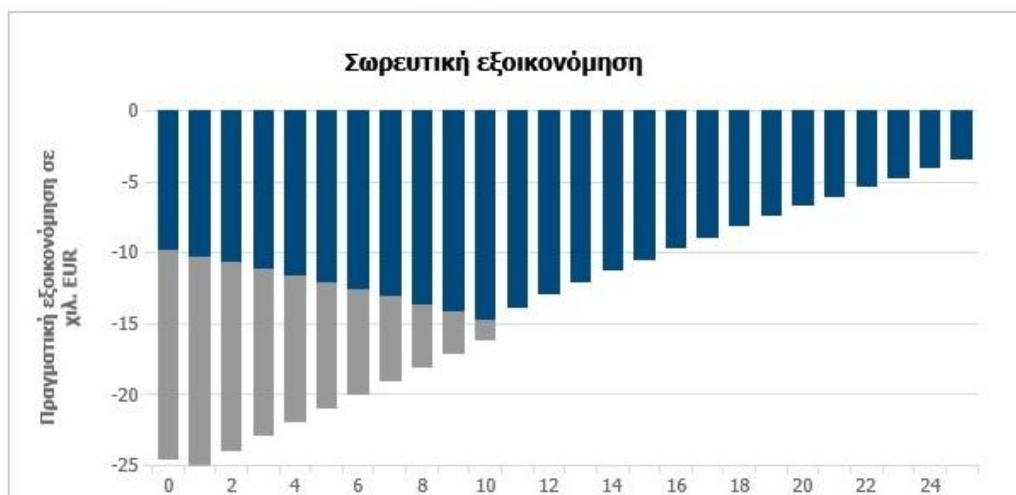
0,089 EUR/kWh

Ετήσια απόδοση κεφαλαίου ⓘ

-0,40 %

Εξοικονόμηση

Σωρευτική εξοικονόμηση



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Συνολική πρόσδοος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)

31.888 EUR

Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) i

20

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) i

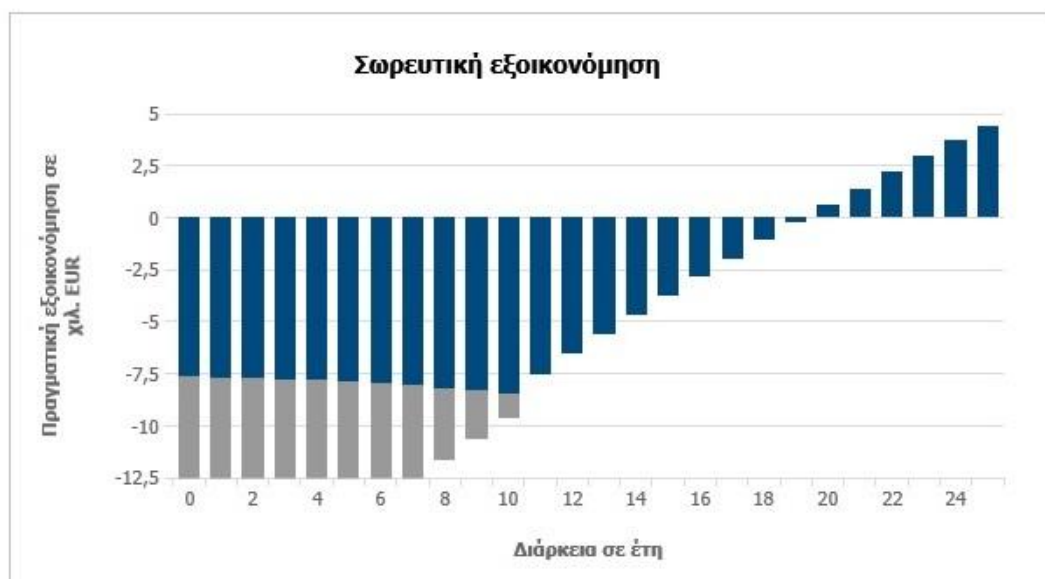
0,069 EUR/kWh

Ετήσια απόδοση κεφαλαίου i

0,64 %

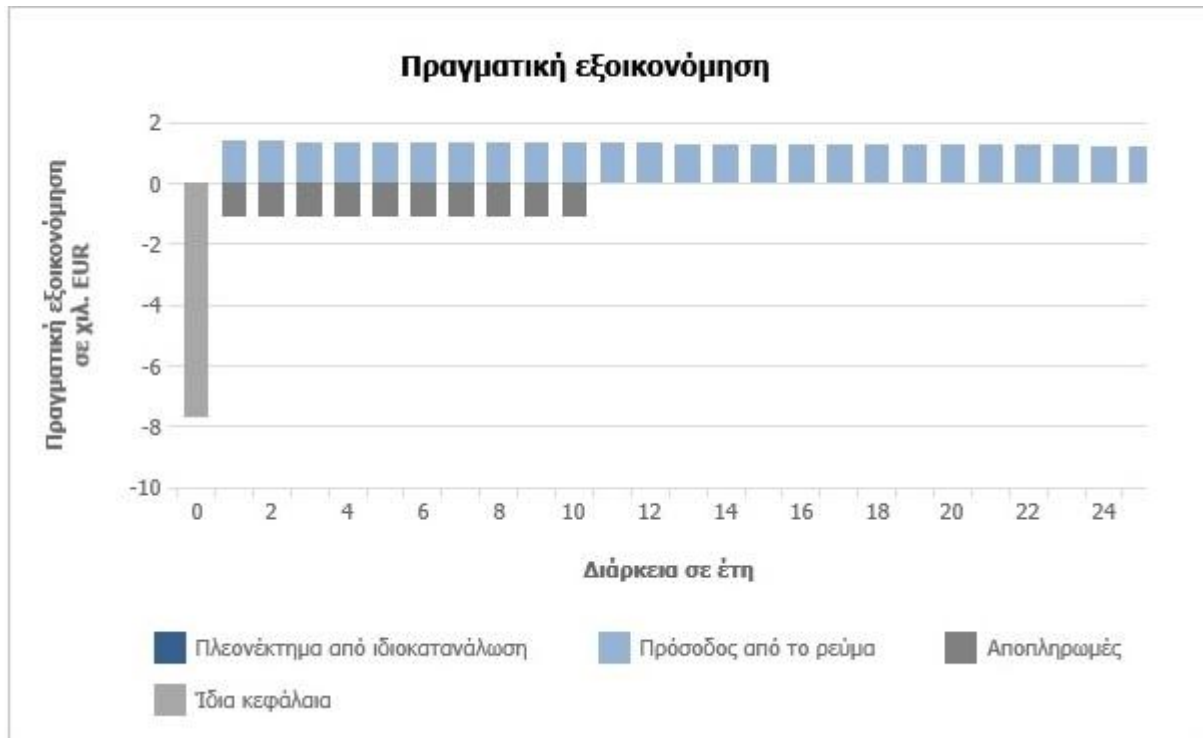
Εξοικονόμηση

Σωρευτική εξοικονόμηση



Σε αυτήν την περίπτωση η απόσβεση δεν είναι εφικτή μέσα στα 20 έτη, ενώ η πραγματική εξοικονόμηση είναι:

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Γ) Με εξ'ολοκλήρου τραπεζική χρηματοδότηση

Σε αυτήν την περίπτωση η χρηματοδότηση προέρχεται εξολοκλήρου από δανεισμό από κάποιο τραπεζικό οίκο.

	Άκυρο	Χρηματοδότηση	OK
<p>Εδώ μπορείτε να επιλέξετε το νόμισμα που θέλετε να χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της εργασίας και μπορείτε να καταχωρίσετε πρόσθετες οικονομικές λεπτομέρειες. Από το «Το Sunny Design μου» > «Οικονομική αποδοτικότητα» μπορείτε να ορίσετε τις προεπιλογές. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.</p>			
Νόμισμα		EUR	
Ποσοστό ίδιων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης		0 %	0,00 EUR
Ποσοστό ξένων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης		100 %	15.342,03 EUR
Σύνολο επιδότησης		0,00	EUR
Ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού		3,00	%
Περίοδος εξέτασης της οικονομικής αποδοτικότητας σε έτη		25	
Είδος του δανείου		<input checked="" type="radio"/> Δάνειο ετήσ. απόδ.	<input type="radio"/> Τοκοχρ/κό δάνειο
Διάρκεια του δανείου σε έτη		10	
Περίοδος χάριτος σε έτη		0	
Ετήσιο επιτόκιο		8,0	%

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Συνολική πρόσοδος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)

31.890 EUR

Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) i

25

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) i

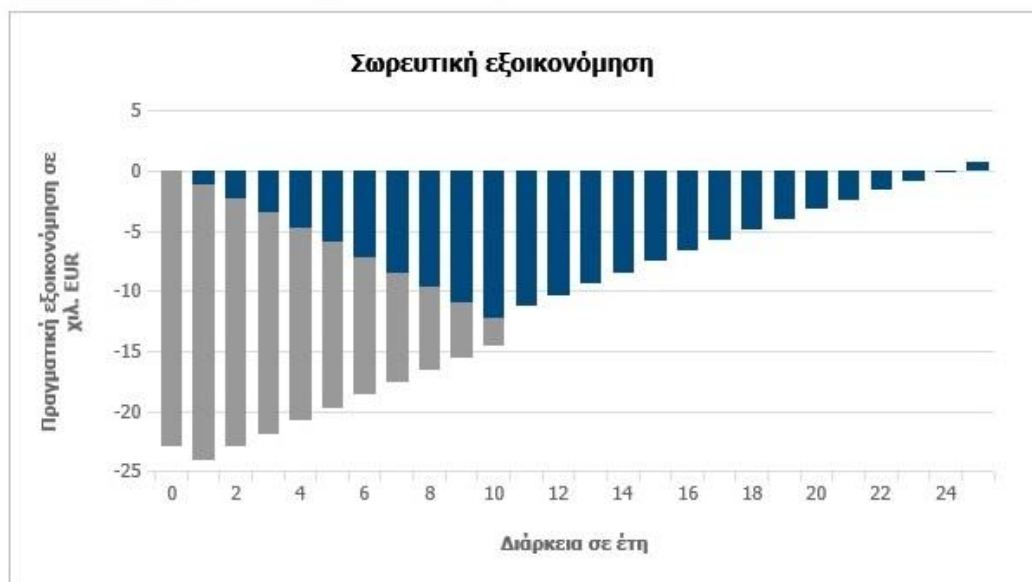
0,078 EUR/kWh

Ετήσια απόδοση κεφαλαίου i

0,08 %

Εξοικονόμηση

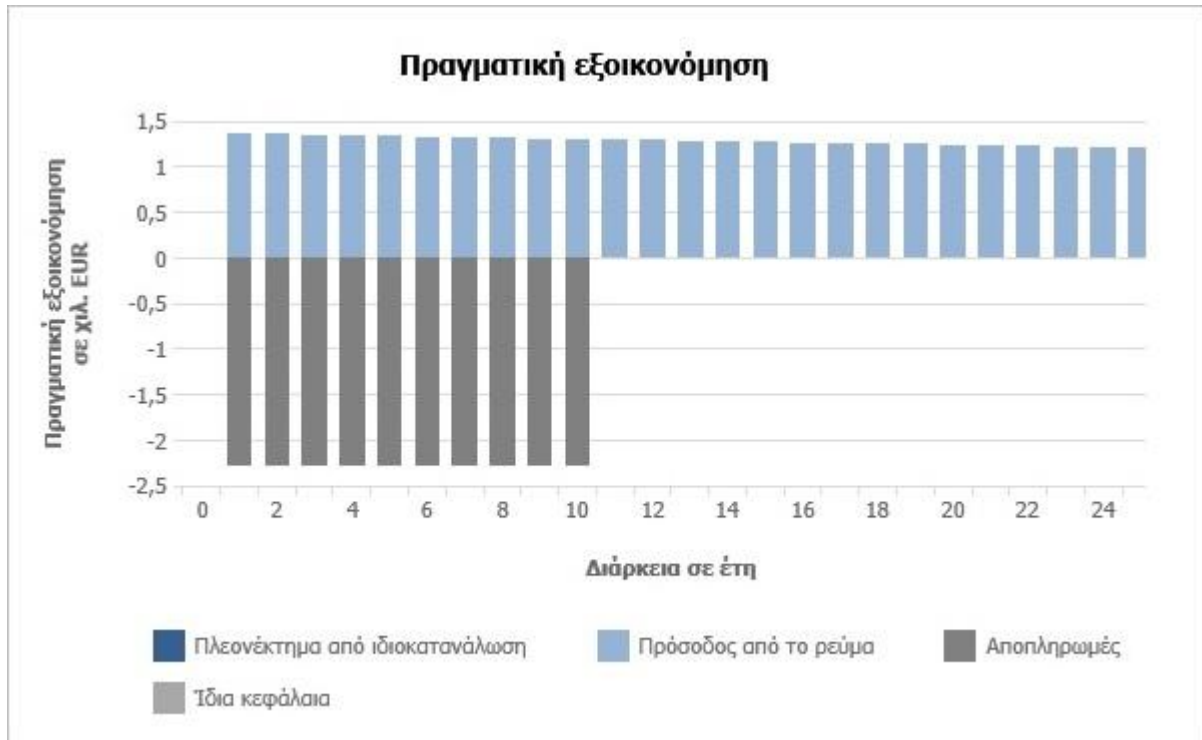
Σωρευτική εξοικονόμηση



Παρατηρούμε, πως στην περίπτωση της συνολικής χρηματοδότησης από ξένα κεφάλαια, κατά τη διάρκεια του δεκαετούς δανείου, θα πρέπει να καταβληθούν περισσότερα χρήματα από ότι λαμβάνουμε, ενώ η απόσβεση είναι εφικτή στα 25 έτη.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Η πραγματική εξοικονόμηση διαμορφώνεται ως εξής:



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Δ) Με ίδια κεφάλαια 50% και επιδότηση 50%

Σε αυτήν την περίπτωση, το απαιτούμενο κεφάλαιο προέρχεται από 50% ίδια κεφάλαια και τα υπόλοιπα από *πράσινη* επιδότηση.

<input type="button" value="Άκυρο"/>	Χρηματοδότηση	<input type="button" value="OK"/>
επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.		
Νόμισμα	EUR	
Ποσοστό ιδίων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης	<input type="text" value="100"/> %	15.342,03 EUR
Ποσοστό ξένων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης	<input type="text" value="0"/> %	0,00 EUR
Σύνολο επιδότησης	<input type="text" value="7671,01"/> EUR	
Ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού	<input type="text" value="3,00"/> %	
Περίοδος εξέτασης της οικονομικής αποδοτικότητας σε έτη	<input type="text" value="25"/>	
Είδος του δανείου	<input checked="" type="radio"/> Δάνειο ετήσ. απόδ. <input type="radio"/> Τσοκρ/κό δάνειο	
Διάρκεια του δανείου σε έτη	<input type="text" value="10"/>	
Περίοδος χάριτος σε έτη	<input type="text" value="0"/>	
Ετήσιο επιτόκιο	<input type="text" value="4,0"/> %	

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Συνολική πρόσδοος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)

31.888 EUR

Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) ?

8

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) ?

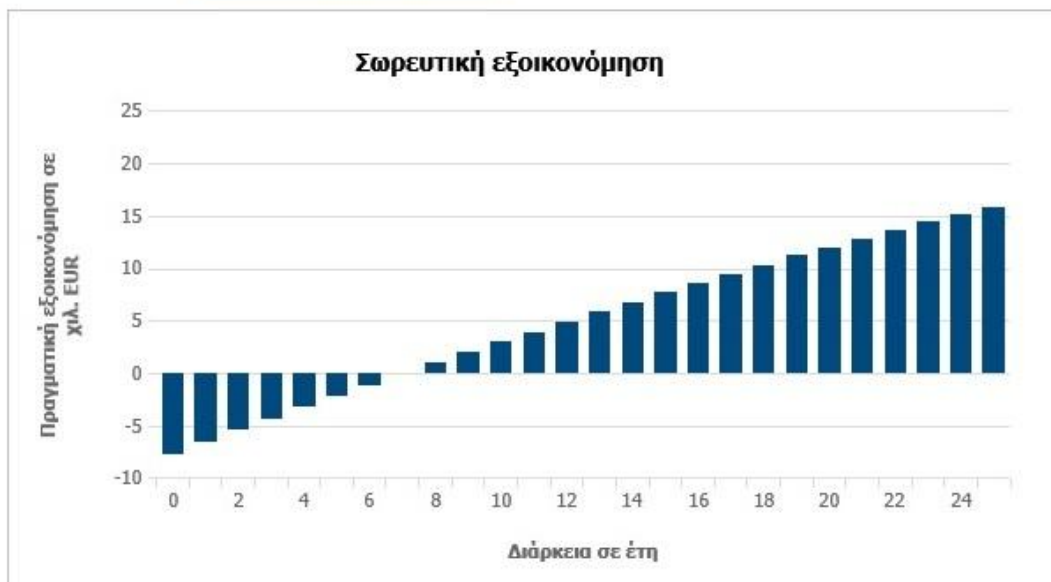
0,040 EUR/kWh

Ετήσια απόδοση κεφαλαίου ?

3,94 %

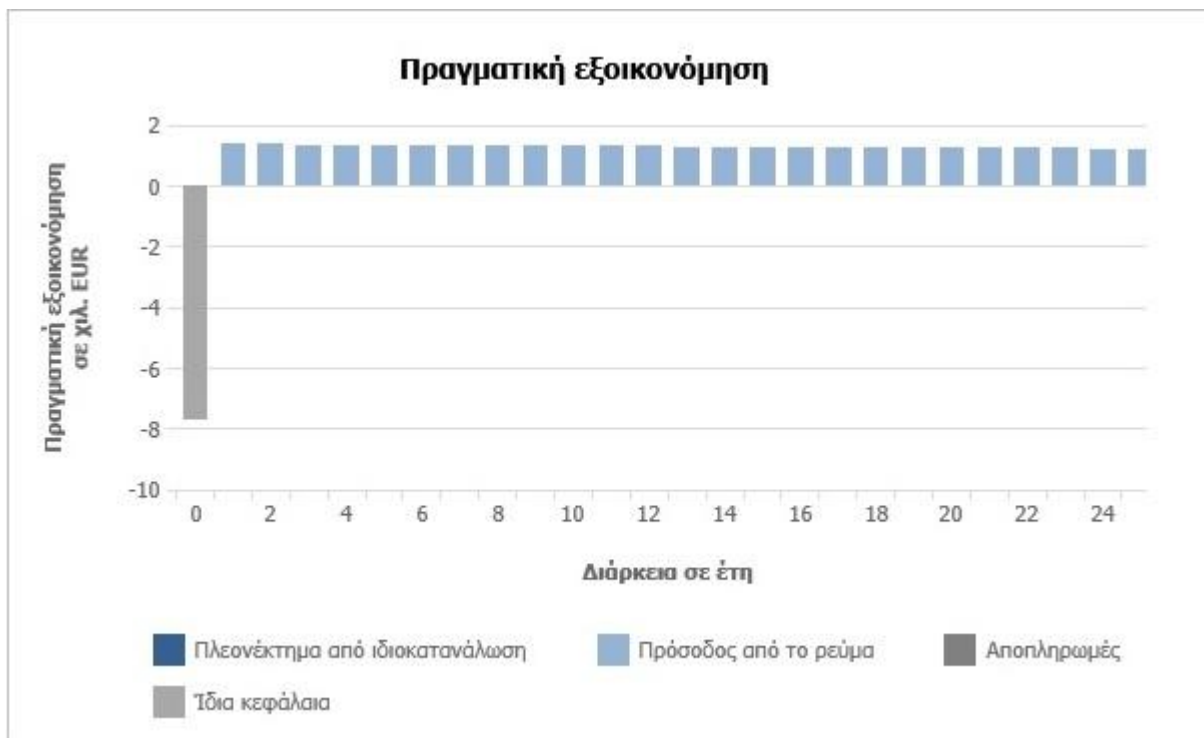
Εξοικονόμηση

Σωρευτική εξοικονόμηση



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Παρατηρούμε, πως σε αυτήν την εκδοχή επένδυσης, η απόσβεση θα επιτευχθεί σε 8 έτη και το γράφημα της πραγματικής εξοικονόμησης είναι:



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Ε) Με τραπεζική χρηματοδότηση και επιδότηση

Σε αυτήν την μορφή χρηματοδότησης τα κεφάλαια προέρχονται 50% από τραπεζική χρηματοδότηση και 50% από επιδότηση.

<input type="button" value="Άκυρο"/>	Χρηματοδότηση	<input type="button" value="OK"/>
<p>Εδώ μπορείτε να επιλέξετε το νόμισμα που θέλετε να χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της εργασίας και μπορείτε να καταχωρίσετε πρόσθετες οικονομικές λεπτομέρειες. Από το «To Sunny Design μου» > «Οικονομική αποδοτικότητα» μπορείτε να ορίσετε τις προεπιλογές. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.</p>		
Νόμισμα	<input type="text" value="EUR"/>	
Ποσοστό ιδίων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης	<input type="text" value="0"/> %	0,00 EUR
Ποσοστό ξένων κεφαλαίων στο κόστος επένδυσης	100 %	15.342,03 EUR
Σύνολο επιδότησης	<input type="text" value="7671,01"/> EUR	
Ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού	<input type="text" value="3,00"/> %	
Περίοδος εξέτασης της οικονομικής αποδοτικότητας σε έτη	<input type="text" value="25"/>	
Είδος του δανείου	<input checked="" type="radio"/> Δάνειο ετήσ. απόδ. <input type="radio"/> Τοκοχρ/κό δάνειο	
Διάρκεια του δανείου σε έτη	<input type="text" value="10"/>	
Περίοδος χάριτος σε έτη	<input type="text" value="0"/>	

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Συνολική πρόσδοος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)
31.231 EUR

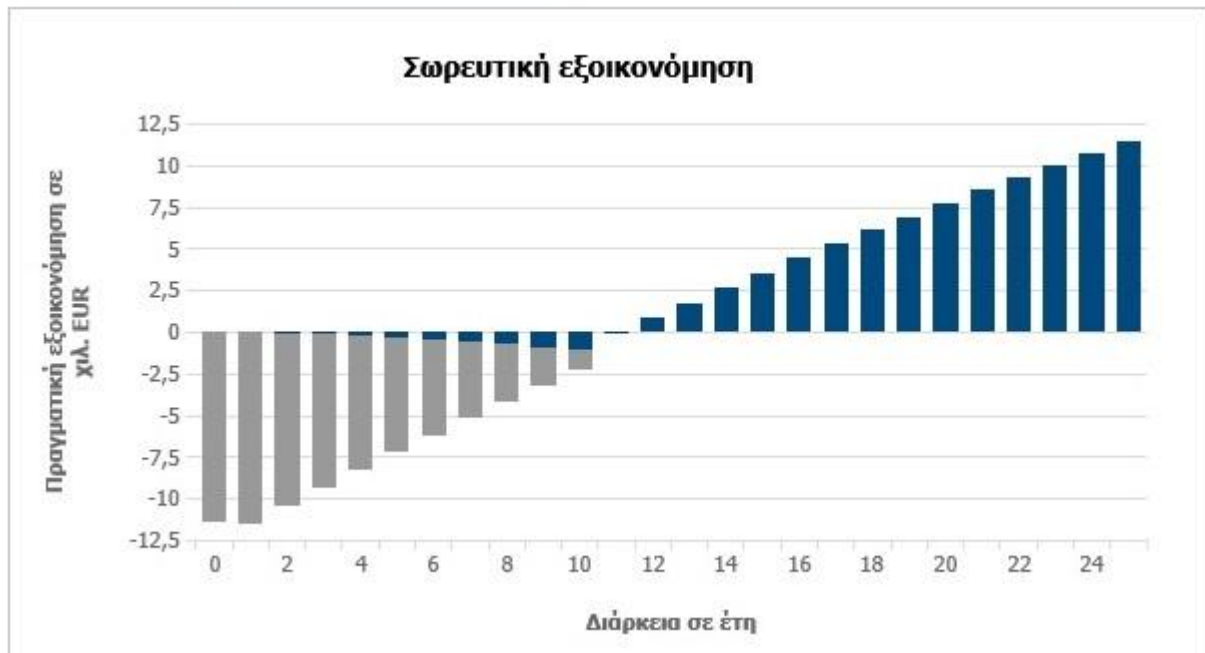
Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) ⓘ
12

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) ⓘ
0,051 EUR/kWh

Ετήσια απόδοση κεφαλαίου ⓘ
2,30 %

Εξοικονόμηση

Σωρευτική εξοικονόμηση



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Συνολική πρόσοδος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)
31.231 EUR

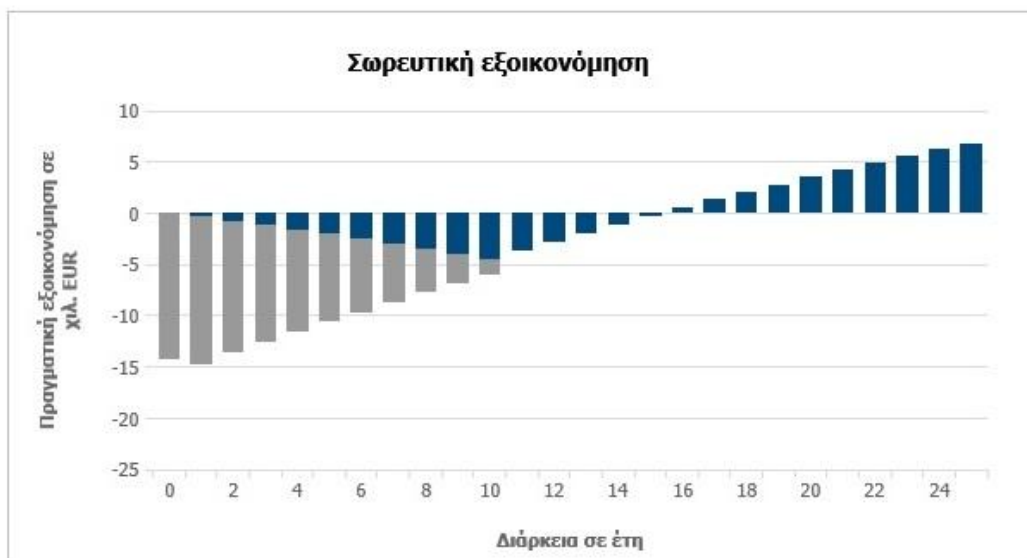
Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) ⓘ
16

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) ⓘ
0,063 EUR/kWh

Ετήσια απόδοση κεφαλαίου ⓘ
1,10 %

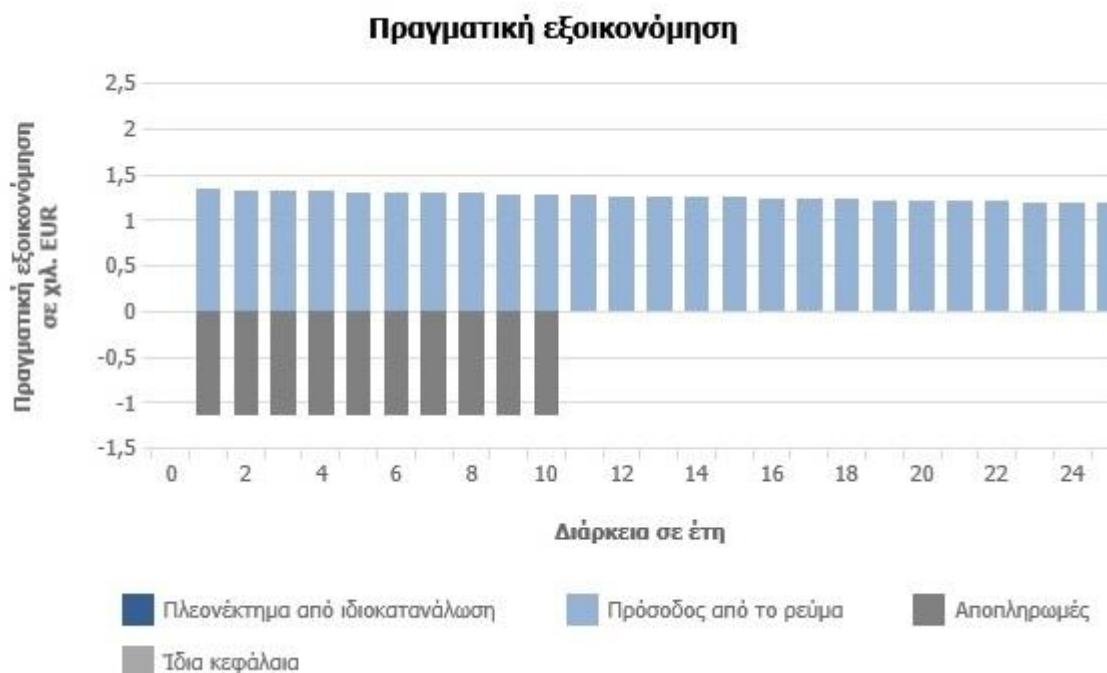
Εξοικονόμηση

Σωρευτική εξοικονόμηση



Από τα αποτελέσματα προκύπτει, πως η απόσβεση επιτυγχάνεται σε διάστημα 12 ετών και το γράφημα της πραγματικής εξοικονόμησης γίνεται:

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΕ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Καθώς την παρούσα χρονική περίοδο δεν υπάρχει κάποιο πρόγραμμα επιδότησης, συγκρίνοντας τις ανωτέρω τρεις περιπτώσεις χρηματοδότησης παρατηρούμε πως η πιο συμφέρουσα είναι η περίπτωση της ίδιας χρηματοδότησης με απόσβεση κεφαλαίου στα 16 έτη.

Παρατηρούμε όμως, πως η τιμή αγοράς από τον εκάστοτε φορέα είναι μικρότερη από την τιμή πώλησης και εφόσον η εφαρμογή μας ορίζεται σαν οικιακή εγκατάσταση, είναι συμφέρον να καταναλώνουμε την δική μας παραγομένη ενέργεια και να μην την αγοράζουμε ακριβότερα από το κεντρικό δίκτυο διανομής.

Η εφαρμογή λοιπόν αυτή επιτυγχάνεται με την ιδιοκατανάλωση.

Για τον υπολογισμό της απόδοσης της επένδυσης θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν την κατανάλωση της οικίας. Για αυτόν τον λόγο αναζητήσαμε την μέση ετήσια κατανάλωση σε μια οικία με τέσσερα μέλη, δυο ενήλικες και δυο παιδιά στην σχολική ηλικία. Για την παρούσα εφαρμογή λαμβάνουμε την ετήσια κατανάλωση των 4005 kWh που προκύπτει από μελέτη του ΚΑΠΕ το έτος 2016.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Θέτουμε τα δοθέντα στοιχεία στην εφαρμογή μας με τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά, ενώ στο προφίλ του φορτίου θέτουμε τα στοιχεία μας και αλλάζουμε την ετήσια κατανάλωση στα δικά μας δεδομένα:

Ορισμός προφίλ φορτίου [?]

Εδώ μπορείτε να ορίσετε το δικό σας προφίλ φορτίου και, προαιρετικά, να προσθέσετε ειδικούς καταναλωτές. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.

Στοιχεία για το προφίλ φορτίου

Τύπος προφίλ φορτίου*

Ιδιωτική κατοικία Προσωπικό προφίλ φορτίου + Νέο προφίλ φορτίου

Προφίλ φορτίου Ετήσια κατανάλωση ενέργειας

2 ενήλικες, και οι δύο εργάζονται, 2 παιδιά < 3600 > kWh Επεξεργασία προφίλ φορτίου

Περιγραφή

Νοικοκυριό μίας οικογένειας. Και οι δύο σύζυγοι εργάζονται. Τα παιδιά βρίσκονται σε ηλικία υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Πληροφορίες προφίλ

Στη συνέχεια έχουμε την δυνατότητα να προσθέσουμε στοιχεία της εγκατάστασης που θα επηρέαζαν το φορτίο μας, δηλαδή, ειδικούς καταναλωτές. Σαν ειδικοί καταναλωτές χαρακτηρίζονται εφαρμογές που χρησιμοποιούν ηλεκτρικό όχημα, έχουν ηλιακό θερμοσίφωνο, αντλία θερμότητας, κ.ο.κ.

Ειδικοί καταναλωτές

Εδώ μπορείτε να προσθέσετε στο προφίλ φορτίου πρόσθετους καταναλωτές. Έτσι αυξάνονται οι συνολικές ανάγκες ενέργειας. Οι καταναλωτές λαμβάνονται υπόψη στην πρόγνωση ιδιοκατανάλωσης.

Αντλία θερμότητας Θέρμανση + Ζεστό νερό χρή...

Προεπιλογή θερμικής ισχύος [?] < > kW Προεπιλογή συντελεστή απόδοσης (COP) σε A2/W35 * [?] < >

Βελτιστοποίηση ιδιοκατανάλωσης με Sunny Home Manager [?]

Ανάγκες ζεστού νερού χρήσης

Αριθμός ατόμων < 4 > Ανάγκες ζεστού νερού χρήσης ανά άτομο και ημέρα < 50 > l/d

Στοιχεία για το κτίριο

Τύπος κτιρίου Παθητικό σπίτι Περιγραφή

Μονοκατοικία χωρίς κλασική θέρμανση κτιρίου. Συνολική ενεργειακή απόδοση περ. 40 kWh/m²/έτος για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης

Αριθμός ορόφων < 2 > Επιφάνεια ορόφου [?] < 100 > m² Πληροφορίες προφίλ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Ηλεκτρικό όχημα ^

Συνυπολογισμός ηλεκτρικού οχήματος

Προφίλ παρείας *

Εργαζόμενος που απουσιάζει τις ώρες 8:00 έως 17:00

Επιλογή προτύπου

Αποθήκευση ως πρότυπο

Αντλία φόρτισης *

11 kW (AC Typ2)



Νέα αντλία φόρτισης

Μέγιστη ισχύς φόρτισης

11,0 kW

Αριθμός σημείων φόρτισης

1

Μέγ. ισχύς φόρτισης ανά σημείο φόρτισης

11,0 kW

Τύπος οχήματος *

Renault ZOE (22 kWh)



Νέο ηλεκτρικό όχημα

Κατανάλωση *

< 12,0 >

kWh/100 km

Μέγιστη ισχύς φόρτισης

20,0 kW

Μέγεθος συσσωρευτή

20,0 kWh

Μέσος όρος διανυθέντων χιλιομέτρων ανά ημέρα [?]

< >

Απουσίες [?]

Προφίλ χρήσης [?]

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Δευτέρα																								
Τρίτη																								
Τετάρτη																								
Πέμπτη																								
Παρασκευή																								
Σάββατο																								
Κυριακή																								



Παρεία



Φόρτιση επιτόπου



Φόρτιση εξωτερικά

Υπολογισμένα διανυθέντα χιλιόμετρα ανά έτος

Υπολογισμένες ενεργειακές ανάγκες ανά έτος

--- (Επιτόπου: ---, Εξωτερικά: ---)

+ Νέο χρονικό παράθυρο

Περίληψη ^

Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας του προφίλ φορτίου ανά έτος:

3.600 kWh

Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας της αντλίας θερμότητας ανά έτος:

Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας του ηλεκτρικού οχήματος ανά έτος (επιτόπου):

Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος συνολικά:

3.600 kWh

Πληροφορίες προφίλ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Λαμβάνουμε τα αποτελέσματα από τις επιλογές αυτές:

Αποτελέσματα





Σε αυτή την επισκόπηση εμφανίζονται οι καταχωρίσεις, τα αποτελέσματα και οι τρέχουσες υποδείξεις για τον σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης. Ελέγξτε τα στοιχεία.

Πληροφορίες εργασίας			
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων	42	Ποσοστό απόδοσης	87,3 %
Ισχύς κορυφής	10,08 kWp	Ειδ. ενεργειακή απόδοση	1652 kWh/kWp
Αριθμός Φ/Β μετατροπέων	1	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας)	0,17 %
Ονομαστική ισχύς AC των Φ/Β μετατροπέων	10,00 kW	Μη αντισταθμισμένο φορτίο	0,00 VA
Ενεργή ισχύς AC	10,00 kW	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	4.005 kWh
Σχέση ενεργής ισχύος	99,2 %	Ιδιοκατανάλωση	1.747,59 kWh
Ετήσια ενεργειακή απόδοση	16.656,28 kWh	Ποσοστό ιδιοκατανάλωσης	10,5 %
Συντ.ενεργ. χρήσης	100 %	Ποσοστό αυτάρκειας	43,6 %

Σε αυτήν την σελίδα θα μπορούσαμε να κάνουμε βελτιστοποίηση της ιδιοκατανάλωσης ρυθμίζοντας τα φορτία μας. Στην παρούσα εφαρμογή θα κινηθούμε χωρίς βελτιστοποίηση σε μια τυπική οικία.

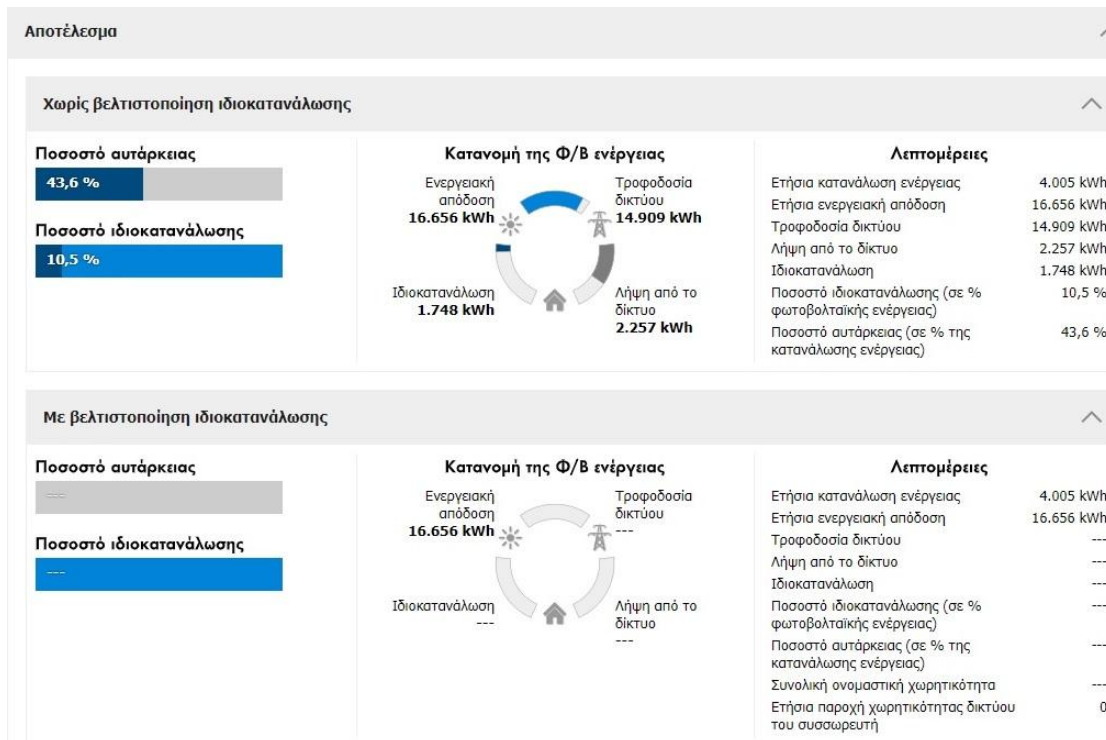
Βελτιστοποίηση ιδιοκατανάλωσης

Φίλτρο συσκευών

Αύξηση της ιδιοκατανάλωσης με	Συσκευή	Περιγραφή	Ρυθμίσεις
<input type="checkbox"/> Διαχείριση ενέργειας	 Sunny Home Manager 2.0	Το κέντρο ελέγχου με ενσωματωμένη διάταξη μέτρησης για την εξυπνη διαχείριση της ενέργειας	Χρονικό παραθύρο φόρτισης συσσωρευτή: ---
Το Sunny Home Manager σας προσφέρει ολοκληρωμένη οπτικοποίηση των ροών ενέργειας στην κατοικία. Βλ. παραδείγματα εγκαταστάσεων στο www.SunnyPortal.com .			
<input type="checkbox"/> Ενδιάμεση συσσώρευση πλεονάζουσας Φ/Β ενέργειας	 Sunny Boy Storage 2.5	Για βελτιστοποίηση της ιδιοκατανάλωσης για μονοκατοικίες με συσσωρευτή λιθίου υψηλής τάσης. Εύρος τάσης συσσωρευτή: 120 - 500 V	Συσσωρευτές: Λιθίου Χωρητικότητα: 7,00 kWh Εκ των οποίων 92 % για χρήση:
Για βελτιστοποίηση της ιδιοκατανάλωσης χρειάζεστε επιπλέον ένα SMA Energy Meter.			
<input type="checkbox"/> Ειδικό καταναλωτές	 Αντλία θερμότητας	Αντλία θερμότητας για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης Ονομαστική ισχύς: 0,0 W Ανάγκες ηλεκτρ. ενέργειας: --- Ηλιακός βαθμός κάλυψης: ---	Κτίριο: Παθητικό σπίτι Θερμαινόμενη επιφάνεια: --- Ζεστό νερό χρήσης: ---
<input type="checkbox"/> Ηλεκτρικό όχημα		Μέγεθος συσσωρευτή: --- Χιλιόμετρα ανά έτος: --- Ηλιακός βαθμός κάλυψης: --- Αριθμός των προγραμματισμένων φορτίσεων: --- (---)	Τύπος αντλίας φόρτισης: --- Ονομαστική ισχύς της αντλίας φόρτισης: --- Φορτίο συσσωρευτή: ---

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Τα αποτελέσματα της ιδιοκατανάλωσης είναι:



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Έπειτα δίνουμε δεδομένα τιμολόγησης του ρεύματος, αγορά και πώληση, όπως διαμορφώνονται σήμερα στην αγορά.

Άκυρο

Τιμή λήψης ρεύματος και αποζημίωση
τροφοδοσίας

OK

Καταχωρήστε εδώ τα τιμολόγια για τη λήψη από το δίκτυο και την τροφοδοσία στο δίκτυο. Ορίστε ένα βασικό τιμολόγιο καθώς και, εάν χρειάζεται, διαφορετικά ειδικά τιμολόγια. Για τα ειδικά τιμολόγια μπορείτε να ορίσετε δικά σας χρονικά διαστήματα ισχύος. Όλες οι τιμές πρέπει να καταχωρούνται ως καθαρές τιμές. Τα πεδία που επισημαίνονται με * είναι υποχρεωτικά πεδία.

Βασικό τιμολόγιο

Τιμή λήψης ρεύματος*	0,18518	EUR/kWh
Ετήσιος ρυθμός ανατίμησης ρεύματος*	3,0	%
Αποζημίωση τροφοδοσίας*	0,08000	EUR/kWh
Διάρκεια της αποζημίωσης τροφοδοσίας σε έτη*	25	
Σε περίπτωση ιδιοκατανάλωσης: μείωση τιμής ή αποζημίωση τροφοδοσίας*	0,08000	EUR/kWh
Η πρόσδοδος από το ρεύμα μετά τη λήξη της αποζημίωσης τροφοδοσίας*	0,08000	EUR/kWh

Και τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας είναι :

Αποτελέσματα

Σε αυτή την επισκόπηση μπορείτε να εξετάσετε τα αποτελέσματα της οικονομικής αποδοτικότητας της Φ/Β εγκατάστασης.

Σύγκρ. ετήσιου κόστους ρεύμ.

Σήμερα χωρίς Φ/Β εγκατάσταση ⓘ

742 EUR

Σε 25 έτος(-η) χωρίς Φ/Β εγκατάσταση ⓘ

1.553 EUR

Σήμερα με Φ/Β εγκατάσταση ⓘ

-895 EUR

Εξοικονόμηση κόστους λήψης ρεύματος το πρώτο έτος ⓘ

324 EUR

Συνολική εξοικονόμηση μετά από 25 έτος(-η) ⓘ

19.564 EUR

Εξοικονόμηση κόστους λήψης ρεύματος μετά από 25 έτος(-η) ⓘ

12.064 EUR

Συνολική πρόσδοδος από την τροφοδοσία στο δίκτυο μετά από 25 έτος(-η)

27.759 EUR

Αναμενόμενη περίοδος απόσβεσης σε έτη (περ.) ⓘ

11

Κόστος παραγωγής ρεύματος για 25 έτος(-η) (περ.) ⓘ

0,061 EUR/kWh

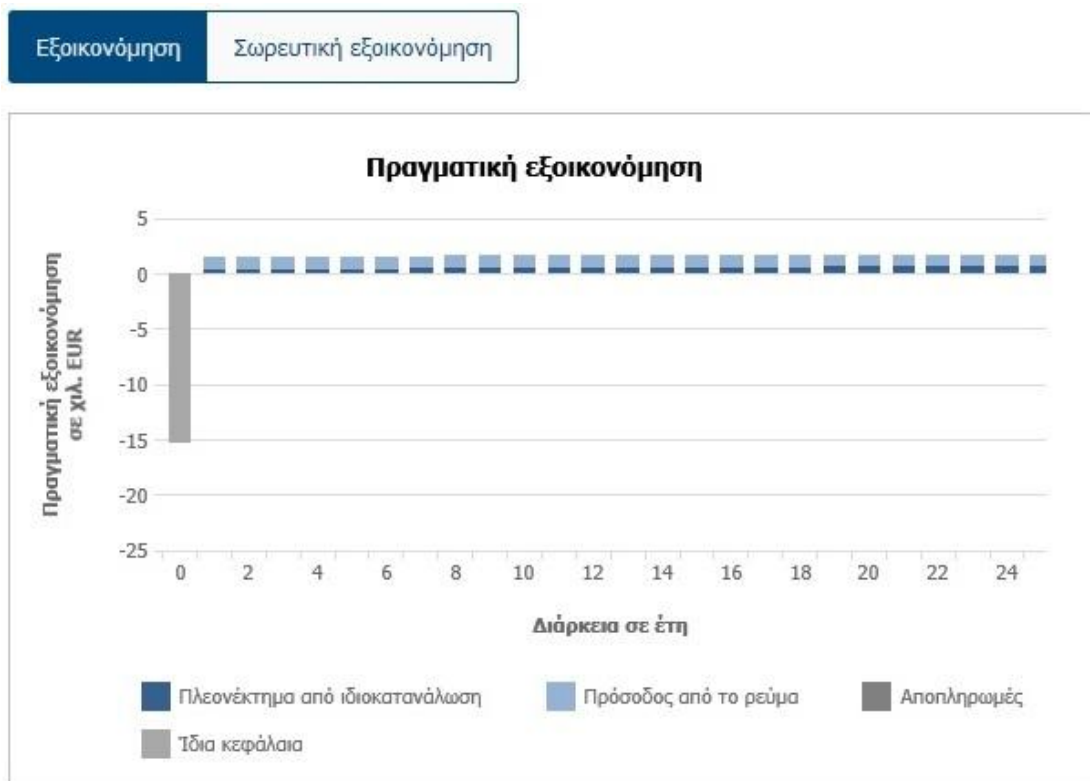
Ετήσια απόδοση κεφαλαίου ⓘ

3,30 %

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Παρατηρούμε πως η απόσβεση επιτυγχάνεται σε 11 χρόνια λειτουργίας, έναντι των 16 ετών στην περίπτωση χωρίς ιδιοκατανάλωση. Ενδεικτικά βλέπουμε πως, εάν σήμερα είχαμε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση το κόστος για την ετήσια κατανάλωση θα ήταν με κέρδος 895 €, ενώ χωρίς την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση το κόστος θα ήταν 742 €.

Παίρνουμε το διάγραμμα της πραγματικής εξοικονόμησης:

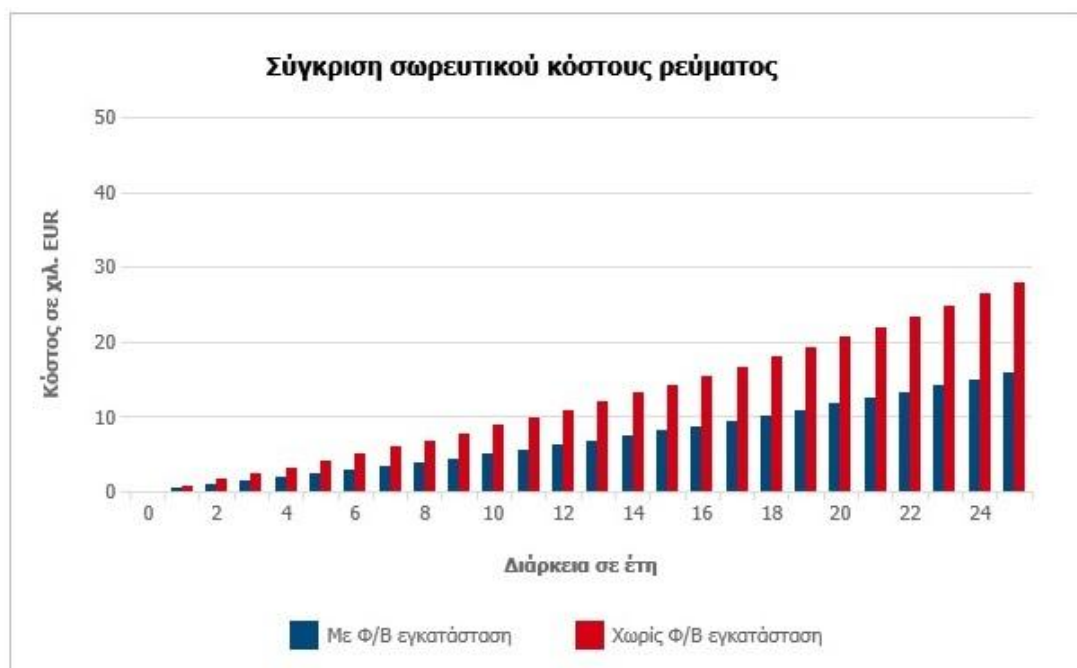
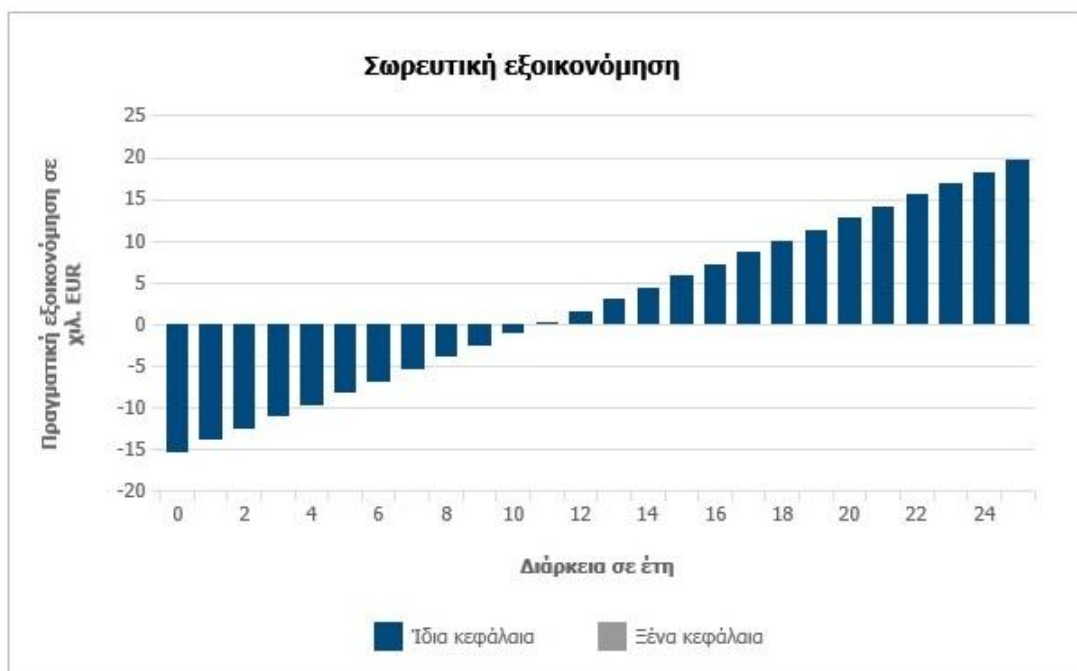


ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Και τα δυο διαγράμματα της σωρευτικής που παρατηρούμε την διαφορά στο κόστος ρεύματος εάν δεν είχαμε την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.

Εξοικονόμηση

Σωρευτική εξοικονόμηση



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

5.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ευρεία αποδοχή των οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει τις βάσεις της στο αφήγημα ότι η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία παράγεται από το φωτοβολταϊκό σύστημα, ιδιοκαταναλώνεται, η πλεονάζουσα ενέργεια πωλείται στην πάροχο του δικτύου, ενώ οι επιπλέον ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας καλύπτονται από τον πάροχο του δικτύου και ο καταναλωτής χρεώνεται μόνο για την ενέργεια που απορροφά από το δίκτυο. Στα οικιακά διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα η περίοδος άμεσης κατανάλωσης από το φωτοβολταϊκό εκτείνεται κατά την διάρκεια της ημέρας, ενώ το βράδυ -τις ώρες απόσυρσης των φωτοβολταϊκών- οι αιχμές ζήτησης καλύπτονται από το δίκτυο. Επομένως, η βιωσιμότητα της επένδυσης σε ένα οικιακό φωτοβολταϊκό εξαρτάται από το τιμολογιακό καθεστώς για την ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις - η τιμή αγοράς του ρεύματος από τον πάροχο του δικτύου- και από την τρέχουσα τιμή της αγοράς για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας υπό χαμηλή τάση.

Οι επιλογές που έχουμε σε σχέση με την αξιοποίηση της παραγόμενης ενέργειας ενός διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι η πώληση της ενέργειας στο δίκτυο με σταθερές τιμές ανά κιλοβατώρα ή η ιδιοκατανάλωση της ενέργειας με ενεργειακό συμψηφισμό (net-metering).

Η πρώτη επιλογή εξαρτάται από την τιμή αγοράς του ρεύματος από τον πάροχο του δικτύου και την τιμή πώλησης στους οικιακούς καταναλωτές. Την περίοδο συγγραφής της παρούσας εργασίας, τα μεγέθη αγοράς και πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα είναι τα εξής: τιμή λήψης ρεύματος 0,18518€/kWh

τιμή αποζημίωσης τροφοδοσίας 0,08000€/kWh

Από τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης προκύπτει το εξής ενδιαφέρον ζήτημα: ενώ με την πάροδο του χρόνου το κόστος για την εγκατάσταση ενός οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος σταδιακά μειώνεται όλο και περισσότερο, ακολουθώντας την απαρχαίωση της τεχνολογίας, εντούτοις η επένδυση σε αυτό με σκοπό τη χρήση του για πώληση ενέργειας αποδεικνύεται μη βιώσιμη, με πιο συμφέρουσα περίπτωση να είναι αυτή της ίδιας χρηματοδότησης με απόσβεση κεφαλαίου στα 16 έτη.

Η καλύτερη λύση εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων, τελικά, είναι η ιδιοκατανάλωση με ενεργειακό συμψηφισμό, καθώς προσφέρει στον καταναλωτή τη δυνατότητα να εξοικονομήσει ένα σημαντικό ποσοστό των χρημάτων που διαφορετικά πληρώνει σε λογαριασμούς ρεύματος.

Θα μπορούσαμε να συνοψίσουμε ότι η ιδιοκατανάλωση με ενεργειακό συμψηφισμό είναι πιο συμφέρουσα, όταν έχουμε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τα πάγια, όπως σε μόνιμες κατοικίες και επιχειρήσεις, ενώ το πρόγραμμα πώλησης είναι πιο αποδοτικό, όταν έχουμε μικρή κατανάλωση ρεύματος και υψηλά πάγια π.χ. σε εξοχικά και σπίτια που δεν κατοικούνται μόνιμα.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Βιβλιογραφία

[1] United Nations, Sustainable Development Goals 7: Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy.

Ανακτήθηκε από: DOI <<http://www.un.org/sustainabledevelopment/energy/>>

[2] IEA, IRENA, UNSD, WB, WHO (2019), Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2019, Washington DC

[3] Riesz, J.; Hindsberger, M.; Gilmore, J.; Riedy, C.; 2014, 'Perfect Storm or Perfect Opportunity? Future Scenarios for the Electricity Sector. από τον συλλογικό τόμο Distributed Generation and its Implications for the Utility Industry, Academic Press, Boston, σελ. 453-474,

Ανακτήθηκε από: DOI <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800240-7.00023-0>>

[4] World Energy Council, World Energy Trilemma Index 2021, 2021.

Ανακτήθηκε από: DOI <<http://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2021>>

[5] IEA (International Energy Agency), Greenhouse Gas Emissions from Energy: Overview, 2021, Paris

Ανακτήθηκε από: DOI <<http://www.iea.org/reports/greenhouse-gas-emissions-from-energy-overview>>

[6] IEA (International Energy Agency), Energy Technology Perspectives 2020, 2020, Paris

Ανακτήθηκε από: DOI <<http://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>>

[7] UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) 2015, Adoption of the Paris Agreement

Ανακτήθηκε από: DOI

<http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1&Lang=E>.

[8] IEA (International Energy Agency), Solar PV, 2021, Paris

Ανακτήθηκε από: DOI <<http://www.iea.org/reports/solar-pv>>

[9] Kotilainen K. (2020) Energy Prosumers' Role in the Sustainable Energy System. In: Leal Filho W., Azul A., Brandli L., Özuyar P., Wall T. (eds) Affordable and Clean Energy. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham.

Ανακτήθηκε από: DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71057-0_11-1>

[10] Miller, Clark; Richter, Jennifer; O'Leary, Jason. / Socio-energy systems design : A policy framework for energy transitions. In: Energy Research and Social Science. 2015 ; Vol. 6. pp. 29-40.

[11] Bale, Catherine; Varga, Liz; Foxon, Timothy, Energy and complexity: New ways forward, Applied Energy, 2014, vol. 138, no. 0, σελ. 150-159.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

- [12] Sener, C., & Fthenakis, V.M. (2014). Energy policy and financing options to achieve solar energy grid penetration targets: Accounting for external costs. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 32, 854-868.
- [13] Louwen, A, van Sark, WGJHM, Faaij, APC & Schropp, REI 2016, 'Re-assessment of net energy production and greenhouse gas emissions avoidance after 40 years of photovoltaics development', *Nature Communications*, vol. 7, 13728.
Ανακτήθηκε από: <<http://doi.org/10.1038/ncomms13728>>
- [14] Nugent, D & Sovacool, B 2014, 'Assessing the lifecycle greenhouse gas emissions from solar PV and wind energy: A critical meta-survey', *Energy Policy*, vol. 65, pp. 229-44.
- [15] Ackermann, T, Andersson, G & Söder, L 2001, 'Distributed generation: A definition', *Electric Power Systems Research*, vol. 57, no. 3, pp. 195-204.
- [16] Luthander, R., Widén, J., Nilsson, D. and Palm, J. (2015) Photovoltaic Self-Consumption in Buildings: A Review. *Applied Energy*, 142, 80-94.
- [17] Ινστιτούτο Ενέργειας ΝΑ Ευρώπης (IENE)- Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας: Ετήσια Έκθεση 2020
- [18] Mertens, Konrad, 2013, Photovoltaik - Grundlagen, Technologie und Praxis, 5., aktualisierte Auflage 2020, VDE Verlag
- [19] IRENA International Renewable Energy Agency (2016), 'Letting in the Light: How solar PV will revolutionise the electricity system,' Abu Dhabi.
- [20] DOI <<http://www.nrel.gov/pv/assets/pdfs/best-research-cell-efficiencies-rev211011.pdf>>
- [21] Kirkegaard, JF, Hanemann, T, Weischer, L & Miller, M (Peterson Institute for International Economics) 2010, Toward a Sunny Future?: Global Integration in the Solar PV Industry
- [22] Neill, Susan; Stapleton, Geoff, Grid-connected solar electric systems the Earthscan expert handbook for planning, design, and installation, 2012, Routledge
- [23] Smets, Arno; Jäger, Klaus; Isabella, Olindo; van Swaaij, René; Zeman, Miro: Solar energy: the physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems, 2016, UIT Cambridge
- [24] IRENA (2021), World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- [25] IEA (2017), Energy Policies of IEA Countries: Greece 2017 Review, IEA, Paris
Ανακτήθηκε από: DOI <<https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-greece-2017-review>>
- [26] NREL (1984), Photovoltaics for Residential Applications.