



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Υπότιτλος

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΚΤΕΟ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

ΧΑΣΙΩΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων: ΤΣΙΑΜΗΤΡΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΟΖΑΝΗ / 18/2/2023



HELLENIC DEMOCRACY
UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL
& COMPUTER ENGINEERING

TITLE

STUDY AND INSTALLATION OF PRIVATE VEHICLES TECHNICAL CONTROL CENTER
WITH PV NET-METERING SYSTEM

CHASIOTIS ATHANASIOS

SUPERVISOR: TSIAMITROS DIMITRIOS

Academic Position

KOZANI 18/2/2023



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΚΤΕΟ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ**

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. **ΤΣΙΑΜΗΤΡΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ** αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το 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 τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) ΧΑΣΙΩΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ & ΤΣΙΑΜΗΤΡΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ , 2023 ΚΟΖΑΝΗ

Υπογραφή Φοιτητή:

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	8
2	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	8
2.1	Ηλιακή Ενέργεια	8
2.2	Υδροηλεκτρική Ενέργεια	9
2.3	Γεωθερμία	11
2.4	Βιομάζα	12
2.5	Σύνοψη	14
3	Ηλιακή Ενέργεια.....	15
3.1	Βασικά Στοιχεία	15
4	Φωτοβολταικά	17
4.1	Ιστορία.....	17
4.2	Είδη Φωτοβολταικών	18
4.2.1	Μονοκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ	18
4.2.2	Πολυκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ.....	19
4.2.3	Ηλιακά πάνελ Thin-Film	19
4.2.4	Ηλιακά πάνελ άμορφου πυριτίου.....	20
4.2.5	Ηλιακά πάνελ τελλουρίου καδμίου.....	20
4.3	Τρόπος Λειτουργίας.....	21
5	Μελέτη Φωτοβολταικού σταθμού σε ΚΤΕΟ	22
5.1	Θέση Εγκατάστασης	22
5.2	Ενδεικτικός Εξοπλισμός.....	22
5.2.1	Πλαίσια	22
5.2.2	Inverter	24
5.2.3	Καλωδιώσεις.....	28
5.3	Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη	28
5.4	Καταγραφή στοιχείων ΚΤΕΟ	32
	Ιδιοκτήτης ✓ Καταναλωτής ✓	32
	Όνομα ή Επωνυμία / Επώνυμο	32
	ΙΚΤΕΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΕΠΕ	32
5.5	Πρωτόκολλο σε ισχύ	34
	Ιδιοκτήτης ✓ Καταναλωτής ✓	34
	Όνομα ή Επωνυμία / Επώνυμο	34

Όνομα / Επώνυμο	34
5.6 Αποφυγή φαινομένου Νησιδοποίησης.....	37
6 Προσομοίωση Παραγωγής	39
6.1 Προσομοίωση PVGIS	39
6.2 Προσομοίωση PVSYST	40
6.2.1 Πιθανό Σενάριο	40
6.2.2 Απαισιόδοξο σενάριο	45
6.2.3 Αισιόδοξο σενάριο	50
6.2.4 Σύγκριση σεναρίων	55
6.3 Οικονομική Αξιολόγηση Επένδυσης	55
6.4 Συνολικό Όφελος	55
6.5 Όφελος μετά την αφαίρεση λειτουργικών εξόδων.....	56
6.6 Ετήσιο Καθαρό όφελος	56
6.7 Αξιολόγηση Επένδυσης	57
7 Συμπεράσματα.....	58
8 Βιβλιογραφία	59

1 Εισαγωγή

Μία εργασία σχετικά με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού (ΦΒ) σταθμού στη στέγη μιας μικρής επιχείρησης (ΚΤΕΟ) θα μπορούσε να εξετάσει τα οφέλη και τις προκλήσεις της εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας σε ένα εμπορικό περιβάλλον. Η έρευνα αναλύει τον πιθανό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας της επιχείρησης, στην εξοικονόμηση κόστους και στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα μέσω προσομοιώσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Θα μπορούσε επίσης να αξιολογήσει τη σκοπιμότητα και την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού σταθμού, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης τοποθεσίας, της επιλογής εξοπλισμού και των κανονιστικών απαιτήσεων.

Επιπλέον, η μελέτη αυτή διερευνεί τα οφέλη τέτοιων εγκαταστάσεων για τις μικρές επιχειρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ενεργειακής ανεξαρτησίας, του μειωμένου ενεργειακού κόστους και της βελτιωμένης βιωσιμότητας.

Επιπλέον οι προσομοιώσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα περιλαμβάνουν τη μοντελοποίηση και την πρόβλεψη της αναμενόμενης ενεργειακής απόδοσης του Φ/Β σταθμού με βάση διάφορους παράγοντες όπως η τοποθεσία, το μέγεθος του σταθμού και ο τύπος των πάνελ που χρησιμοποιούνται. Αυτό θα επέτρεπε μια πιο ακριβή αξιολόγηση των πιθανών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της εγκατάστασης.

Τέλος, η εργασία στοχεύει να δώσει πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού σταθμού στην οροφή μιας μικρής επιχείρησης και να αναδείξει τα οφέλη και τις προκλήσεις από αυτήν.

2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν κρίσιμο συστατικό των προσπαθειών μας για τη μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα και την οικοδόμηση ενός πιο βιώσιμου ενεργειακού συστήματος χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν την ηλιακή, την αιολική, την υδροηλεκτρική, τη γεωθερμία και τη βιομάζα, μεταξύ άλλων, και χαρακτηρίζονται από την ικανότητά τους να αναπληρώνονται φυσικά με την πάροδο του χρόνου. Αυτό τα καθιστά ελκυστική εναλλακτική λύση στα πεπερασμένα ορυκτά καύσιμα, τα οποία τελικά θα εξαντληθούν και θα οδηγήσουν σε αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

2.1 Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια από τις πιο ευρέως αναγνωρισμένες και ευρέως χρησιμοποιούμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα ηλιακά πάνελ, τα οποία μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια, είναι ένα κρίσιμο συστατικό του συστήματος ηλιακής

ενέργειας και διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της εξάρτησής μας από τα ορυκτά καύσιμα (National Renewable Energy Laboratory, 2018). Η αιολική ενέργεια, μια άλλη ευρέως αναγνωρισμένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, παράγεται από ανεμογεννήτριες, οι οποίες συλλαμβάνουν την κινητική ενέργεια του ανέμου και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Η αιολική ενέργεια είναι ιδιαίτερα ελκυστική επειδή ο άνεμος είναι άφθονος και διανέμεται ευρέως σε όλο τον κόσμο, καθιστώντας την προσβάσιμη σε πολλές περιοχές (National Renewable Energy Laboratory, 2018).

2.2 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροενέργεια παράγεται από την κίνηση του νερού, όπως από ένα φράγμα ή έναν καταρράκτη, και χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Η υδροενέργεια είναι μια ελκυστική εναλλακτική λύση για τα ορυκτά καύσιμα επειδή είναι σχετικά χαμηλού κόστους και μπορεί να παραχθεί με συνέπεια με την πάροδο του χρόνου, καθιστώντας την μια αξιόπιστη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2018). Η υδροηλεκτρική ενέργεια, επίσης γνωστή ως υδροενέργεια ενέργεια, είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που αξιοποιεί την ενέργεια του νερού που πέφτει για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η ενέργεια παράγεται από υδροστρόβιλους, οι οποίοι μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του νερού που πέφτει σε περιστροφική ενέργεια που στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την κίνηση των γεννητριών και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (International Hydropower Association, 2018).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα που δεν παράγει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, καθιστώντας την κρίσιμη συνιστώσα των προσπαθειών για τη μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα και τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (International Hydropower Association, 2018). Επιπλέον, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ευέλικτη και αξιόπιστη πηγή ενέργειας, παρέχοντας ισχύ βασικού φορτίου που μπορεί να αποσταλεί για να καλύψει τις ανάγκες του δικτύου (International Hydropower Association, 2018).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια παράγεται από την κίνηση του νερού μέσω φραγμάτων, είτε μέσω μεγάλων φραγμάτων που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για ολόκληρες περιοχές είτε μέσω μικρών υδροηλεκτρικών έργων που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για μεμονωμένες κοινότητες ή επιχειρήσεις (International Hydropower Association, 2018). Ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός χτίστηκε το 1882 στις Ηνωμένες Πολιτείες και από τότε, η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει γίνει μια ευρέως χρησιμοποιούμενη πηγή ενέργειας σε όλο τον κόσμο, παρέχοντας πάνω από το 20% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας (International Hydropower Association, 2018).

Ένα από τα βασικά οφέλη της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η ικανότητά της να αποθηκεύει ενέργεια. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να αποθηκεύουν ενέργεια με τη μορφή νερού σε δεξαμενές, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να απελευθερωθεί όταν απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό επιτρέπει στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς να ανταποκρίνονται γρήγορα στις αλλαγές στη ζήτηση ενέργειας, καθιστώντας τους κρίσιμο συστατικό του ενεργειακού δικτύου (International Hydropower Association, 2018).

Εκτός από τα οφέλη της, υπάρχουν επίσης ορισμένες προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι ο αντίκτυπος των φραγμάτων στα ποτάμια και τα οικοσυστήματα. Η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων μπορεί να αλλάξει τη ροή των ποταμών και να διαταράξει τα φυσικά οικοσυστήματα, επηρεάζοντας τα πρότυπα μετανάστευσης των ψαριών και άλλων υδρόβιων ειδών (International Hydropower Association, 2018).

Μια άλλη πρόκληση που σχετίζεται με την υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ο αντίκτυπος της στις τοπικές κοινωνίες. Η κατασκευή φραγμάτων μπορεί να οδηγήσει στον εκτοπισμό των τοπικών κοινοτήτων, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου τα οφέλη της υδροηλεκτρικής ενέργειας συχνά δεν μοιράζονται δίκαια (International Hydropower Association, 2018).

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι κυβερνήσεις και οι οργανισμοί σε όλο τον κόσμο εργάζονται για να αναπτύξουν πιο βιώσιμες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες προσεγγίσεις για την ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη μικρών υδροηλεκτρικών έργων, τα οποία έχουν μικρότερο αντίκτυπο σε ποτάμια και οικοσυστήματα, και την εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των μεγάλων φραγμάτων στις τοπικές κοινωνίες (International Hydropower Association, 2018).

Συμπερασματικά, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα που αποτελεί σημαντική συνιστώσα των προσπαθειών για τη μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα και τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ενώ υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση του, τα οφέλη της υδροηλεκτρικής ενέργειας, όπως η ευελιξία και η αξιοπιστία της, την καθιστούν ελκυστική εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα. Αναπτύσσοντας πιο βιώσιμες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες προσεγγίσεις για την ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας, μπορούμε να βοηθήσουμε να διασφαλιστεί ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια θα συνεχίσει να διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στο ενεργειακό μείγμα του μέλλοντος.

2.3 Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται από θερμότητα από το εσωτερικό της Γης και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας κτιρίων και βιομηχανικών διεργασιών. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ιδιαίτερα ελκυστική επειδή είναι μια σταθερή, αξιόπιστη πηγή ενέργειας που δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες (National Renewable Energy Laboratory, 2018). Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που αξιοποιεί τη θερμότητα που παράγεται από τον πυρήνα της Γης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η θερμότητα δημιουργείται από τη φυσική διάσπαση ραδιενεργών στοιχείων στον μανδύα της Γης και μεταφέρεται στην επιφάνεια της Γης με ρεύματα μεταφοράς στον λιωμένο πυρήνα της Γης (International Geothermal Association, 2018). Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας, που παράγει ελάχιστες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και μειώνει την εξάρτησή μας από τα ορυκτά καύσιμα (Διεθνής Γεωθερμική Ένωση, 2018). Επιπλέον, η γεωθερμική ενέργεια είναι μια αξιόπιστη πηγή ενέργειας, παρέχοντας ισχύ βασικού φορτίου που είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα (International Geothermal Association, 2018).

Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται με τη χρήση της φυσικής θερμότητας της Γης, είτε με τη γεώτρηση φρεατίων σε δεξαμενές ζεστού νερού ή ατμού, είτε με τη χρήση αντλιών θερμότητας για την εξαγωγή θερμότητας από το ρηχό υπόγειο της Γης (International Geothermal Association, 2018). Η θερμότητα που παράγεται από αυτές τις πηγές χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως παραγωγής ενέργειας δυαδικού κύκλου, η οποία χρησιμοποιεί έναν εναλλάκτη θερμότητας για να μεταφέρει θερμότητα από το ζεστό νερό ή τον ατμό σε ένα λειτουργικό ρευστό, το οποίο στη συνέχεια οδηγεί έναν στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. (International Geothermal Association, 2018).

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια καθιερωμένη πηγή ενέργειας, με την πρώτη γεωθερμική μονάδα παραγωγής ενέργειας να κατασκευάζεται στην Ιταλία το 1904 (Διεθνής Γεωθερμική Ένωση, 2018). Εκτοτε, η γεωθερμική ενέργεια έχει γίνει μια ευρέως χρησιμοποιούμενη πηγή ενέργειας, με τους σταθμούς γεωθερμίας να παρέχουν πάνω από 70 GW ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως (International Geothermal Association, 2018).

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της γεωθερμικής ενέργειας είναι η αξιοπιστία της. Σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή, η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα, καθιστώντας την ένα κρίσιμο στοιχείο του ενεργειακού δικτύου (International Geothermal Association, 2018).

Επιπλέον, η γεωθερμική ενέργεια είναι μια πηγή ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα, που παράγει ελάχιστες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και μειώνει την εξάρτησή μας από τα ορυκτά καύσιμα (International Geothermal Association, 2018).

Παρά τα οφέλη της, υπάρχουν επίσης ορισμένες προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι το υψηλό κόστος της γεώτρησης και της κατασκευής γεωθερμικών σταθμών, το οποίο μπορεί να δυσκολέψει τη γεωθερμική ενέργεια να ανταγωνιστεί άλλες μορφές ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα (International Geothermal Association, 2018).

Μια άλλη πρόκληση που σχετίζεται με τη γεωθερμική ενέργεια είναι η πιθανότητα περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η γεώτρηση γεωθερμικών πηγαδιών μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση αερίων του θερμοκηπίου, όπως διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο, και μπορεί επίσης να επηρεάσει τα τοπικά οικοσυστήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλή γεωθερμική δραστηριότητα (International Geothermal Association, 2018).

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι κυβερνήσεις και οι οργανισμοί σε όλο τον κόσμο εργάζονται για να αναπτύξουν πιο βιώσιμες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες προσεγγίσεις για την ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη βελτιωμένων γεωθερμικών συστημάτων, τα οποία χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνικές γεώτρησης για την εξαγωγή θερμότητας από βαθύτερα μέσα στη Γη, και τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, που μπορούν να εξάγουν θερμότητα από το ρηχό υπόγειο της Γης χωρίς την ανάγκη γεώτρησης (Διεθνής Γεωθερμική Ένωση, 2018).

Συμπερασματικά, η γεωθερμική ενέργεια είναι μια καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας που παρέχει μια αξιόπιστη και χαμηλών εκπομπών άνθρακα εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα. Ενώ υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση της, τα οφέλη της γεωθερμικής ενέργειας, όπως η αξιοπιστία της και οι χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, την καθιστούν ελκυστική εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα. Αναπτύσσοντας πιο βιώσιμες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες προσεγγίσεις για την ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας, μπορούμε να βοηθήσουμε να διασφαλιστεί ότι η γεωθερμική ενέργεια θα συνεχίσει να διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στο ενεργειακό μείγμα του μέλλοντος.

2.4 Βιομάζα

Η ενέργεια από βιομάζα παράγεται από την καύση οργανικών υλικών, όπως το ξύλο, οι καλλιέργειες ή τα απόβλητα, και είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Η ενέργεια από βιομάζα είναι ιδιαίτερα

ελκυστική επειδή είναι μια πηγή ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα που μπορεί να παραχθεί χρησιμοποιώντας τοπικά διαθέσιμα υλικά (National Renewable Energy Laboratory, 2018). Η ενέργεια από βιομάζα είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που αξιοποιεί την ενέργεια που αποθηκεύεται στην οργανική ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η οργανική ύλη, γνωστή ως βιομάζα, μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών, των δασικών υπολειμμάτων, των γεωργικών αποβλήτων, ακόμη και των λυμάτων (Biomass Energy Centre, 2020).

Η ενέργεια από βιομάζα είναι μια καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας, που παράγει ελάχιστες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και μειώνει την εξάρτησή μας από τα ορυκτά καύσιμα (Biomass Energy Centre, 2020). Επιπλέον, η ισχύς από βιομάζα είναι μια ευέλικτη πηγή ενέργειας, ικανή να παρέχει τόσο βασικό φορτίο όσο και ισχύ αιχμής, ανάλογα με τον τύπο της βιομάζας που χρησιμοποιείται (Biomass Energy Centre, 2020).

Η ενέργεια από βιομάζα παράγεται μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως καύσης, η οποία περιλαμβάνει την καύση βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Biomass Energy Centre, 2020). Αυτή η θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βράσει το νερό και να παράγει ατμό, ο οποίος οδηγεί έναν στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Biomass Energy Centre, 2020). Εναλλακτικά, η θερμότητα που παράγεται από την καύση βιομάζας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως αεριοποίησης, κατά την οποία η βιομάζα μετατρέπεται σε συνθετικό αέριο, το οποίο στη συνέχεια καίγεται για την παραγωγή θερμότητας, η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Βιομάζα Ενέργειας Κέντρο, 2020).

Η ενέργεια από βιομάζα έχει μακρά ιστορία, με τις πρώτες μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα να κατασκευάζονται στα τέλη του 19ου αιώνα (Biomass Energy Centre, 2020). Σήμερα, η ενέργεια από βιομάζα είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη πηγή ενέργειας, παρέχοντας πάνω από το 10% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας (Biomass Energy Centre, 2020).

Ένα από τα βασικά οφέλη της ενέργειας από βιομάζα είναι η βιωσιμότητά της. Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς μπορεί να αναπληρωθεί με την πάροδο του χρόνου μέσω της ανάπτυξης των καλλιεργειών, των δασών και άλλων οργανικών υλών (Biomass Energy Centre, 2020). Επιπλέον, η ενέργεια από βιομάζα είναι μια πηγή ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα, που παράγει ελάχιστες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και μειώνει την εξάρτησή μας από τα ορυκτά καύσιμα (Biomass Energy Centre, 2020).

Παρά τα οφέλη του, υπάρχουν επίσης ορισμένες προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση της ενέργειας από βιομάζα. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι η διαθεσιμότητα πρώτων υλών βιομάζας, η οποία μπορεί να περιοριστεί σε ορισμένες περιοχές, ιδιαίτερα σε περιοχές με χαμηλές βροχοπτώσεις ή κακή ποιότητα εδάφους (Biomass Energy Centre, 2020).

Μια άλλη πρόκληση που σχετίζεται με την ενέργεια από βιομάζα είναι η πιθανότητα περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η παραγωγή πρώτων υλών από βιομάζα, όπως οι καλλιέργειες, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή φυσικών οικοσυστημάτων, όπως τα δάση και οι υγράτοποι, σε γεωργική γη (Biomass Energy Centre, 2020). Επιπλέον, η καύση βιομάζας μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση ρύπων, όπως σωματίδια και οξείδια του αζώτου, που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα και τη δημόσια υγεία (Biomass Energy Centre, 2020).

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι κυβερνήσεις και οι οργανισμοί σε όλο τον κόσμο εργάζονται για να αναπτύξουν πιο βιώσιμες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες προσεγγίσεις για την ανάπτυξη ενέργειας από βιομάζα. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών και βιώσιμων μεθόδων παραγωγής βιομάζας, όπως η αγροδοασοκομία και η χρήση απορριμμάτων ως πρώτης ύλης (Biomass Energy Centre, 2020).

Συμπερασματικά, η ενέργεια από βιομάζα είναι μια καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας που παρέχει μια εναλλακτική λύση χαμηλών εκπομπών άνθρακα στα ορυκτά καύσιμα. Ενώ υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση της, τα οφέλη της ενέργειας από βιομάζα, όπως η βιωσιμότητα και οι χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, την καθιστούν ελκυστική εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα. Αναπτύσσοντας πιο βιώσιμες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες προσεγγίσεις για την ανάπτυξη ενέργειας από βιομάζα, μπορούμε να βοηθήσουμε να διασφαλίσουμε ότι η ενέργεια από βιομάζα θα συνεχίσει να διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στο ενεργειακό μείγμα του μέλλοντος.

2.5 Σύνοψη

Εκτός από τα οφέλη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, διαδραματίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αντί των ορυκτών καυσίμων μειώνει την ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας στην επιβράδυνση του ρυθμού της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, 2014).

Παρά τα πολλά οφέλη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, υπάρχουν επίσης ορισμένες προκλήσεις που σχετίζονται με την υιοθέτησή τους. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι το κόστος, καθώς οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να είναι πιο ακριβές στην

εγκατάσταση και τη συντήρηση από τις παραδοσιακές τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων (National Renewable Energy Laboratory, 2018). Μια άλλη πρόκληση είναι η διαλείπουσα χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που σημαίνει ότι δεν είναι πάντα διαθέσιμες όταν τις χρειαζόμαστε, όπως τις συννεφιασμένες μέρες ή τη νύχτα (National Renewable Energy Laboratory, 2018).

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι κυβερνήσεις και οι οργανισμοί σε όλο τον κόσμο εργάζονται για να αναπτύξουν πιο προηγμένες και οικονομικά αποδοτικές τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να υποστηρίξουν την ανάπτυξή τους μέσω κινήτρων και κανονισμών. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να βοηθήσουμε στην επιτάχυνση της μετάβασης σε ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα χαμηλών εκπομπών άνθρακα και να συμβάλουμε στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Συμπερασματικά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν σημαντικό στοιχείο των προσπαθειών μας για την οικοδόμηση ενός πιο βιώσιμου ενεργειακού συστήματος χαμηλών εκπομπών άνθρακα και για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ενώ υπάρχουν προκλήσεις που συνδέονται με την υιοθέτησή τους, τα οφέλη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ικανότητά τους να μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και η δυνατότητά τους να παρέχουν μια αξιόπιστη πηγή ενέργειας, τις καθιστούν ελκυστική εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα.

3 Ηλιακή Ενέργεια

3.1 Βασικά Στοιχεία

Ηλιακή ενέργεια είναι η ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνικά με τη μορφή ηλεκτρικής, θερμότητας ή χημικής ενέργειας. Ηλιακή ακτινοβολία είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εμφανίζεται στην επιφάνεια του ήλιου ως ακτινοβολία μαύρου σώματος λόγω της θερμοκρασίας του περίπου 5500 °C , η οποία τελικά επιστρέφει στις διαδικασίες πυρηνικής σύντηξης στο εσωτερικό του ήλιου (καύση υδρογόνου).

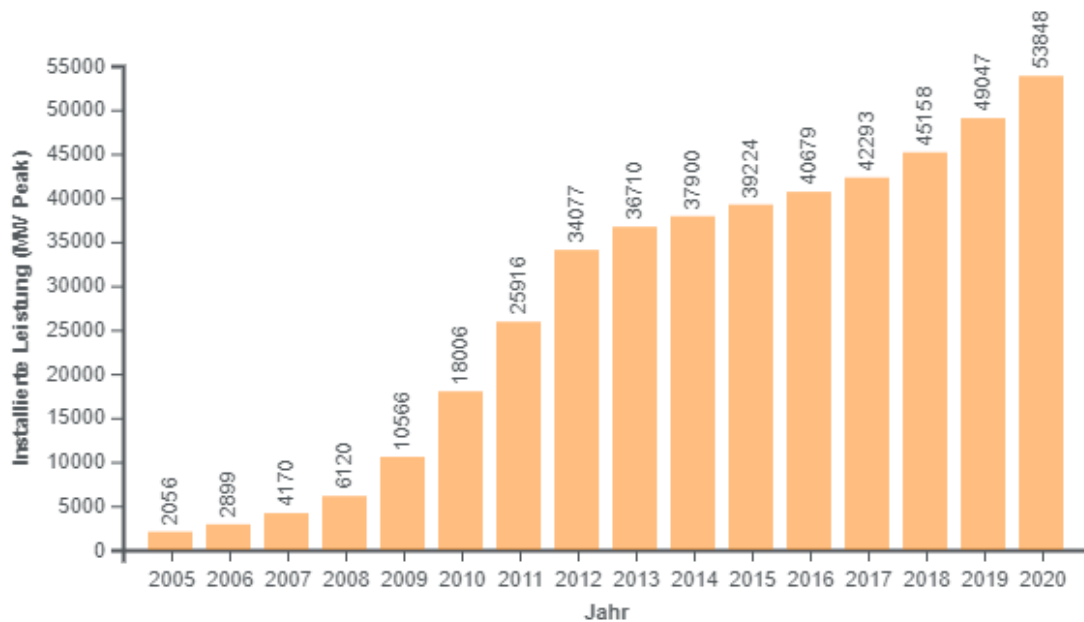
Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανεξάντλητη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για τα ανθρώπινα δεδομένα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο άμεσα (π.χ. με φωτοβολταϊκά συστήματα ή ηλιακούς συλλέκτες) όσο και έμμεσα (π.χ. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι ένα παράδειγμα σύγχρονης τεχνολογίας backstop).

Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον καιρό και τη θέση του ήλιου . Λόγω της εκκεντρότητας της τροχιάς της Γης , αυτή κυμαίνεται σχεδόν κατά 7% κατά τη διάρκεια του έτους. Η μέση ένταση της

ηλιακής ακτινοβολίας στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας είναι περίπου 1361 W/m^2 . Αυτή η τιμή είναι επίσης γνωστή ως ηλιακή σταθερά. Μέρος της ακτινοβολούμενης ενέργειας διασκορπίζεται και ανακλάται από την ατμόσφαιρα από στερεά (π.χ. κρύσταλλοι πάγου, σκόνη) ή υγρά αιωρούμενα σωματίδια και από τα αέρια συστατικά. Ένα άλλο μέρος απορροφάται από την ατμόσφαιρα και μετατρέπεται σε θερμότητα εκεί. Το υπόλοιπο περνά από την ατμόσφαιρα και φτάνει στην επιφάνεια της γης. Εκεί εν μέρει ανακλάται και εν μέρει απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμότητα. Μεταξύ άλλων, αυτή η ενέργεια καθίσταται αξιοποιήσιμη στη φωτοσύνθεση, τη φωτοθερμία και τα φωτοβολταϊκά. Η ποσοστιαία κατανομή της ακτινοβολίας στην ανάκλαση, την απορρόφηση και τη μετάδοση εξαρτάται από την αντίστοιχη κατάσταση της ατμόσφαιρας. Εδώ παίζει ρόλο η υγρασία του αέρα, η συννεφιά και το μήκος της διαδρομής που διανύουν οι ακτίνες στην ατμόσφαιρα. Η ακτινοβολία που χτυπά την επιφάνεια της γης εξακολουθεί να είναι περίπου 165 W/m^2 σε ημερήσιο μέσο όρο (βάσει 24 ωρών) παγκοσμίως (με σημαντικές διακυμάνσεις ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο και τον καιρό). Η συνολική ποσότητα ενέργειας που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης είναι περισσότερο από πέντε χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από τις ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας. Τελικά, όλη η ενέργεια του ήλιου απελευθερώνεται πίσω στο διάστημα με τη μορφή ανακλώμενου φωτός και θερμικής ακτινοβολίας.

Όσον αφορά την ποσότητα, η μεγαλύτερη περιοχή χρήσης της ηλιακής ενέργειας είναι η θέρμανση της γης, ώστε να είναι δυνατή η βιολογική ύπαρξη με τις γνωστές μορφές στην περιοχή κοντά στην επιφάνεια, ακολουθούμενη από τη φωτοσύνθεση φυκών και ανώτερων φυτών. Οι περισσότεροι οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, εξαρτώνται από την ηλιακή ενέργεια είτε άμεσα (ως φυτοφάγα) είτε έμμεσα (ως σαρκοφάγα). Από αυτό προέρχονται επίσης καύσιμα και οικοδομικό υλικό. Η ενέργεια του ήλιου είναι επίσης υπεύθυνη για τη δημιουργία διαφορών στην πίεση του αέρα στην ατμόσφαιρα που οδηγούν στον άνεμο. Ο κύκλος του νερού της γης τροφοδοτείται επίσης από την ηλιακή ενέργεια.

Εκτός από αυτές τις «φυσικές» επιπτώσεις, υπάρχει αυξανόμενη τεχνική χρήση, ειδικά στον τομέα του ενεργειακού εφοδιασμού. Στο Μεσαίωνα, όμως, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιήθηκε ήδη στη φαρμακευτική και την αλχημεία που χρησιμοποιείται για την απόσταξη ηλιακής θερμότητας. Δεδομένου ότι η ηλιακή ενέργεια είναι μια αναγεννητική πηγή ενέργειας, η χρήση της προωθείται σε πολλές χώρες, για παράδειγμα στη Γερμανία από τον Νόμο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (EEG).



Εικόνα 3.1.1 Ηλιακά Συστήματα στην Γερμανία

4 Φωτοβολταϊκά

4.1 Ιστορία

Η ιστορία των ηλιακών κυψελών χρονολογείται από το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός Antoine Becquerel ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το οποίο είναι η μετατροπή του φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο Μπεκερέλ διαπίστωσε ότι ορισμένα υλικά παράγαν ηλεκτρικό ρεύμα όταν εκτέθηκαν στο φως. Αυτή η ανακάλυψη έθεσε τα θεμέλια για την ανάπτυξη των ηλιακών κυψελών.

Στις αρχές του 20ου αιώνα, ερευνητές όπως ο Άλμπερτ Αϊνστάιν και ο Τσαρλς Φριτς συνέχισαν να εξερευνούν το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, αλλά μόλις τη δεκαετία του 1950 αναπτύχθηκε το πρώτο πρακτικό ηλιακό στοιχείο. Το 1954, ο Daryl Chapin, ο Calvin Fuller και ο Gerald Pearson στα Bell Laboratories δημιούργησαν το πρώτο ηλιακό στοιχείο με απόδοση 4%.

Τα ηλιακά κύτταρα αρχικά είχαν περιορισμένη χρήση λόγω του υψηλού κόστους και της χαμηλής τους απόδοσης. Ωστόσο, το κόστος των ηλιακών κυψελών μειώθηκε δραματικά τις επόμενες δεκαετίες και χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές όπως οι διαστημικοί δορυφόροι και τα συστήματα ισχύος εκτός δικτύου.

Στη δεκαετία του 1970, η πετρελαϊκή κρίση οδήγησε σε ένα ανανεωμένο ενδιαφέρον για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ενέργειας. Η κυβέρνηση

των ΗΠΑ εγκαινίασε το Ινστιτούτο Έρευνας Ηλιακής Ενέργειας (SERI), το οποίο αργότερα μετονομάστηκε σε Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (NREL), για να προωθήσει την ανάπτυξη της ηλιακής τεχνολογίας. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, σημειώθηκαν σημαντικές πρόοδοι στην απόδοση και την απόδοση των ηλιακών κυψελών.

Στη δεκαετία του 1980, η πρόοδος στις διαδικασίες παραγωγής οδήγησε στην ευρεία χρήση του πυριτίου ως το κύριο υλικό για τα ηλιακά κύτταρα. Τα ηλιακά κύτταρα πυριτίου ήταν φθηνότερα στην παραγωγή και πιο αποτελεσματικά από τις προηγούμενες γενιές ηλιακών κυψελών.

Στη δεκαετία του 1990, η χρήση ηλιακών κυψελών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας άρχισε να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς. Η αύξηση της ζήτησης για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η βελτίωση της τεχνολογίας των ηλιακών κυψελών οδήγησαν στην ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας ηλιακών σταθμών παραγωγής ενέργειας.

Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη ηλιακών κυψελών υψηλής απόδοσης, όπως οι μονοκρυσταλλικές και πολυκρυσταλλικές κυψέλες πυριτίου, και η ανάπτυξη της βιομηχανίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση της χρήσης ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ηλιακά πάνελ χρησιμοποιούνται πλέον σε σπίτια, επιχειρήσεις και σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής σε κλίμακα κοινής ωφέλειας σε όλο τον κόσμο.

Το μέλλον των ηλιακών κυψελών φαίνεται πολλά υποσχόμενο, με τις εξελίξεις στα υλικά και τις διαδικασίες παραγωγής να αναμένεται να αυξήσουν την απόδοση και να μειώσουν το κόστος. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κόσμου και στη μείωση της εξάρτησής μας από τα ορυκτά καύσιμα

4.2 Είδη Φωτοβολταϊκών

Τα ηλιακά πάνελ αποτελούν σημαντικό μέρος του συστήματος ηλιακής ενέργειας και διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών, ο καθένας με το δικό του μοναδικό σύνολο πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Σε αυτό το άρθρο, θα ρίξουμε μια ματιά στους διαφορετικούς τύπους ηλιακών συλλεκτών και θα συζητήσουμε τα χαρακτηριστικά τους.

4.2.1 Μονοκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ

Οι μονοκρυσταλλικοί ηλιακοί συλλέκτες κατασκευάζονται από μια ενιαία κρυσταλλική δομή και είναι ο πιο αποδοτικός τύπος ηλιακών συλλεκτών. Έχουν ομοιόμορφο σκούρο χρώμα και χαρακτηριστική εμφάνιση λόγω της ομοιομορφίας της κυτταρικής τους δομής. Αυτά τα πάνελ

έχουν απόδοση 15-20%, που είναι υψηλότερη σε σύγκριση με άλλους τύπους πάνελ. Είναι επίσης ο πιο ακριβός τύπος ηλιακού πάνελ.

Πλεονεκτήματα:

- Υψηλής απόδοσης
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Καλή απόδοση σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού

Μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος
- Απαιτεί μεγάλο χώρο

4.2.2 Πολυκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ

Τα πολυκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ είναι κατασκευασμένα από πολλαπλές κρυσταλλικές δομές και έχουν μια ξεχωριστή εμφάνιση λόγω των ποικίλων κρυστάλλινων σχεδίων. Είναι λιγότερο αποδοτικά σε σύγκριση με τα μονοκρυσταλλικά πάνελ και έχουν απόδοση 13-16%. Είναι επίσης λιγότερο ακριβά από τα μονοκρυσταλλικά πάνελ.

Πλεονεκτήματα:

- Χαμηλότερο κόστος
- Καλή απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες

Μειονεκτήματα:

- Χαμηλότερη απόδοση
- Η απόδοση μπορεί να υποβαθμιστεί με την πάροδο του χρόνου

4.2.3 Ηλιακά πάνελ Thin-Film

Οι ηλιακοί συλλέκτες λεπτής μεμβράνης κατασκευάζονται από ένα λεπτό στρώμα φωτοβολταϊκού υλικού και είναι ο λιγότερο αποδοτικός τύπος ηλιακού πάνελ. Έχουν απόδοση 7-10%. Ωστόσο, είναι επίσης ο φθηνότερος τύπος ηλιακού πάνελ και μπορούν να είναι ευέλικτοι, καθιστώντας τα κατάλληλα για μια ποικιλία εφαρμογών.

Πλεονεκτήματα:

- Χαμηλό κόστος
- Εύκαμπος
- Μπορεί να κατασκευαστεί σε διάφορα σχήματα και μεγέθη

Μειονεκτήματα:

- Χαμηλή απόδοση

- Η απόδοση μπορεί να υποβαθμιστεί με την πάροδο του χρόνου
- Μπορεί να είναι λιγότερο ανθεκτικό σε σύγκριση με άλλους τύπους πάνελ

4.2.4 Ηλιακά πάνελ άμορφου πυριτίου

Τα ηλιακά πάνελ άμορφου πυριτίου κατασκευάζονται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου και είναι ο παλαιότερος τύπος πάνελ λεπτής μεμβράνης. Έχουν απόδοση 5-7% και χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρές εφαρμογές όπως αριθμομηχανές και μικρές συσκευές ηλιακής ενέργειας.

Πλεονεκτήματα:

- Χαμηλό κόστος
- Μπορεί να κατασκευαστεί σε διάφορα σχήματα και μεγέθη

Μειονεκτήματα:

- Χαμηλή απόδοση
- Η απόδοση μπορεί να υποβαθμιστεί με την πάροδο του χρόνου
- Μπορεί να είναι λιγότερο ανθεκτικό σε σύγκριση με άλλους τύπους πάνελ

4.2.5 Ηλιακά πάνελ τελλουρίου καδμίου

Τα ηλιακά πάνελ Cadmium Telluride είναι ένας τύπος πάνελ λεπτής μεμβράνης και είναι πιο αποτελεσματικοί σε σύγκριση με τα πάνελ άμορφου πυριτίου. Έχουν απόδοση 10-12%. Ωστόσο, είναι επίσης πιο ακριβά και μπορεί να είναι λιγότερο φιλικά προς το περιβάλλον λόγω της χρήσης καδμίου.

Πλεονεκτήματα:

- Υψηλότερη απόδοση σε σύγκριση με τα πάνελ άμορφου πυριτίου

Μειονεκτήματα:

- Υψηλότερο κόστος
- Περιβαλλοντικές ανησυχίες λόγω της χρήσης καδμίου
- Η απόδοση μπορεί να υποβαθμιστεί με την πάροδο του χρόνου

Συμπερασματικά, ο τύπος ηλιακού πάνελ που θα επιλέξετε θα εξαρτηθεί από τις συγκεκριμένες ανάγκες και απαιτήσεις σας. Τα μονοκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ είναι τα πιο αποδοτικά αλλά και τα πιο ακριβά. Τα πολυκρυσταλλικά πάνελ προσφέρουν μια καλή ισορροπία μεταξύ κόστους και απόδοσης, ενώ τα πάνελ λεπτής μεμβράνης είναι τα λιγότερο ακριβά αλλά και τα λιγότερο αποδοτικά. Τα πάνελ άμορφου πυριτίου και τελλουρίου καδμίου

προσφέρουν μοναδικά πλεονεκτήματα, αλλά έχουν και τα δικά τους μειονεκτήματα. Είναι σημαντικό να λάβετε υπόψη όλους αυτούς τους παράγοντες όταν επιλέγετε τον σωστό τύπο ηλιακού πάνελ για την ηλιακή σας ενέργεια

4.3 Τρόπος Λειτουργίας

Τα ηλιακά πάνελ λειτουργούν με τη χρήση φωτοβολταϊκών (PV) κυψελών για τη μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα βασικά στοιχεία ενός ηλιακού πάνελ είναι οι φωτοβολταϊκές κυψέλες, ένα πλαίσιο, ένα γυάλινο κάλυμμα και η καλωδίωση. Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα είναι κατασκευασμένα από υλικά όπως το πυρίτιο και είναι σχεδιασμένα να απορροφούν το ηλιακό φως και να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Όταν το ηλιακό φως χτυπά τα φωτοβολταϊκά κύτταρα, αναγκάζει τα ηλεκτρόνια μέσα στα κύτταρα να διεγερθούν και να αρχίσουν να κινούνται. Αυτή η κίνηση των ηλεκτρονίων δημιουργεί ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο στη συνέχεια συλλαμβάνεται από την καλωδίωση μέσα στο ηλιακό πάνελ και στέλνεται σε έναν μετατροπέα. Ο μετατροπέας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος (DC) που παράγεται από το ηλιακό πάνελ σε ηλεκτρική ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από σπίτια και επιχειρήσεις.

Σύμφωνα με μελέτη του Εθνικού Εργαστηρίου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (NREL) το 2018, τα ηλιακά πάνελ έχουν μέση απόδοση 15-20% (NREL, 2018). Αυτό σημαίνει ότι το 15-20% του ηλιακού φωτός που προσπίπτει στο ηλιακό πάνελ μετατρέπεται σε χρησιμοποιήσιμο ηλεκτρισμό, ενώ το υπόλοιπο αντανακλάται ή απορροφάται.

Η απόδοση ενός ηλιακού πάνελ επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως ο τύπος της φωτοβολταϊκής κυψέλης που χρησιμοποιείται, η θερμοκρασία του πάνελ και η ποσότητα του ηλιακού φωτός που δέχεται. Για παράδειγμα, τα μονοκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ είναι συνήθως πιο αποτελεσματικά από τα πολυκρυσταλλικά πάνελ ή τα πάνελ λεπτής μεμβράνης, καθώς είναι κατασκευασμένα από μια ενιαία κρυσταλλική δομή και μπορούν να απορροφήσουν πιο αποτελεσματικά το ηλιακό φως (NREL, 2018).

Η θερμοκρασία του ηλιακού πάνελ μπορεί επίσης να επηρεάσει την απόδοσή του. Καθώς τα ηλιακά πάνελ θερμαίνονται, η απόδοσή τους μειώνεται, καθώς η θερμοκρασία αναγκάζει τα ηλεκτρόνια μέσα στα φωτοβολταϊκά κύτταρα να γίνονται λιγότερο ενεργά και να παράγουν λιγότερο ηλεκτρισμό (NREL, 2018). Για να μετριαστεί αυτό, πολλά ηλιακά πάνελ είναι εξοπλισμένα με συστήματα ψύξης που βοηθούν στη ρύθμιση της θερμοκρασίας και στη διατήρηση της απόδοσης.

Εκτός από την απόδοση του ηλιακού πάνελ, η ποσότητα του ηλιακού φωτός που δέχεται μπορεί επίσης να επηρεάσει την απόδοσή του. Τα ηλιακά πάνελ είναι πιο αποτελεσματικά όταν δέχονται άμεσο, ανεμπόδιο ηλιακό φως και η απόδοσή τους μειώνεται καθώς αυξάνεται η ποσότητα της σκίασης ή της νεφοκάλυψης (NREL, 2018).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα ηλιακά πάνελ δεν παράγουν ηλεκτρική ενέργεια τη νύχτα ή τις συννεφιασμένες μέρες, όταν δεν υπάρχει αρκετό ηλιακό φως. Για να εξασφαλιστεί η συνεχής παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, πολλά συστήματα ηλιακής ενέργειας είναι εξοπλισμένα με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, όπως μπαταρίες, που μπορούν να αποθηκεύσουν την περίσσεια ενέργειας που παράγεται κατά τη διάρκεια της ημέρας για χρήση όταν ο ήλιος δεν λάμπει.

Συνολικά, τα ηλιακά πάνελ είναι ένα κρίσιμο συστατικό του συστήματος ηλιακής ενέργειας και διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά κύτταρα για τη σύλληψη και τη μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια, τα ηλιακά πάνελ συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησής μας από τα ορυκτά καύσιμα και υποστηρίζουν την ανάπτυξη καθαρών, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

5 Μελέτη Φωτοβολταϊκού σταθμού σε ΚΤΕΟ

5.1 Θέση Εγκατάστασης

Η θέση εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού είναι τα Μελίσσια Κοζάνης επί στέγη σταθμού ΚΤΕΟ.

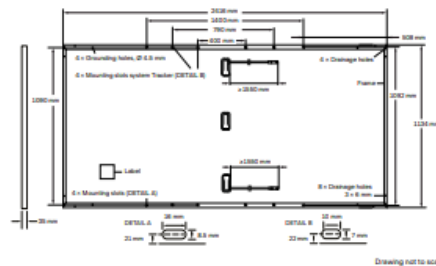
5.2 Ενδεικτικός Εξοπλισμός

5.2.1 Πλαίσια

1. Σημειώνεται πως θεωρήθηκε εξοπλισμός διαθέσιμος στην ελληνική αγορά προκειμένου να είναι δυνατοί οι υπολογισμοί και η εξαγωγή του τυπικού προφίλ ενέργειας.
2. Ονομαστική ισχύς φωτοβολταϊκού πλαισίου (W_p) σε συνθήκες STC είναι 540 Wp
3. Τάση ανοικτού κυκλώματος και σημείου μέγιστης ισχύος ($V_{oc}=49,28$ V & $V_{mpp}=41,10$ V)
4. Ρεύμα βραχυκύκλωσης και σημείου μέγιστης ισχύος ($I_{sc}=13,89$ A & $I_{mpp}=13,15$ A)
5. Μέγιστο ρεύμα επιστροφής φωτοβολταϊκού πλαισίου $R=25$ A
6. Μέγιστη επιτρεπτή τάση συστήματος ίση με 1500 V

7. Συντελεστής πλήρωσης φωτοβολταϊκού στοιχείου (FF Factor). Ο συντελεστής πλήρωσης στο προσφερόμενο φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι ίσος με 0,78957. Υπολογίζεται ως εξής: $FF = (V_{mpp} \times I_{mpp}) / (V_{oc} \times I_{sc}) = (41,10 \times 13,15) / (49,28 \times 13,89) = 0,78957$
8. Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκού πλαισίου σε STC1 συνθήκες είναι ίσος με 21,15 %
9. Πλήθος διόδων παράκαμψης ανά κυτίο σύνδεσης φωτοβολταϊκού πλαισίου: 3 διόδους Shottky
10. Θερμοκρασίες λειτουργίας φωτοβολταϊκού πλαισίου -40 οC έως 85 οC
11. Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος βραχυκυκλώσεως (%/οC) ίσος με 0,049%/οC
12. Θερμοκρασιακός συντελεστής Τάσης Ανοικτού Κυκλώματος (%/οC) ίσος με - 0,285%/οC
13. Θερμοκρασιακός συντελεστής μέγιστης ισχύος (%/οC) πλαισίου ίσος με - 0,360%/οC
14. Βαθμός στεγανότητας από υγρασία και σκόνη (P) ίση με P67.
15. Μηχανική αντοχή μεταλλικού πλαισίου ίση με 5400 Pa
16. Απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου εγγυημένη για 25 έτη από την ημερομηνία εγκατάστασης, ίση με 80% το 25ο έτος.
17. Εγγύηση κατασκευής των φωτοβολταϊκών πλαισίων ίση με 15 έτη.

MECHANICAL SPECIFICATION	
Format	2416mm x 1134mm x 35mm (including frame)
Weight	30.7kg
Front Cover	3.2mm thermally pre-stressed glass with anti-reflection technology
Back Cover	Composite film
Frame	Anodised aluminium
Cell	6 x 26 monocrystalline PERC solar half cells
Junction box	53-101mm x 32-60mm x 15-18mm Protection class IP67, with bypass diodes
Cable	4mm ² Solar cable; (+) ≥1550mm, (-) ≥1550mm
Connector	Stäubli MC4-Evo2, Hanwha Q CELLS HQC4; IP68

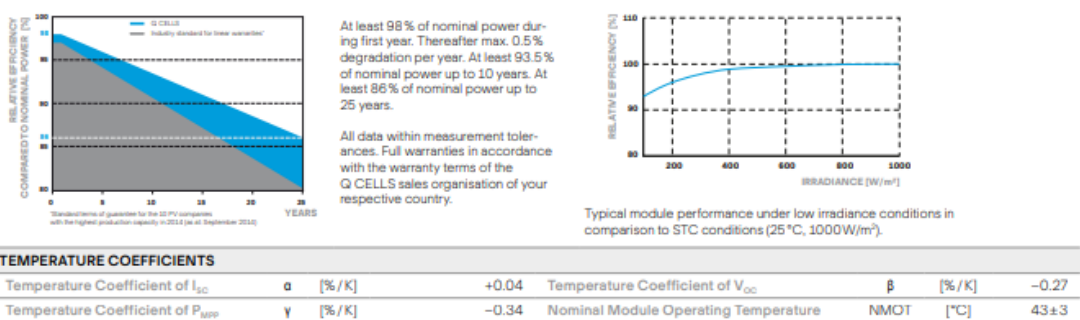


Εικόνα 5.2.1 Χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίων

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

POWER CLASS		570	575	580	585	590	
MINIMUM PERFORMANCE AT STANDARD TEST CONDITIONS, STC ¹ (POWER TOLERANCE +5W / -0W)							
Minimum	Power at MPP ²	P_{MPP} [W]	570	575	580	585	590
	Short Circuit Current ²	I_{SC} [A]	13.49	13.51	13.54	13.57	13.59
	Open Circuit Voltage ²	V_{OC} [V]	53.59	53.62	53.64	53.67	53.70
	Current at MPP	I_{MPP} [A]	12.82	12.87	12.92	12.97	13.01
	Voltage at MPP	V_{MPP} [V]	44.46	44.68	44.90	45.12	45.33
	Efficiency ²	η [%]	≥ 20.8	≥ 21.0	≥ 21.2	≥ 21.4	≥ 21.5
MINIMUM PERFORMANCE AT NORMAL OPERATING CONDITIONS, NMOT ²							
Minimum	Power at MPP	P_{MPP} [W]	427.6	431.4	435.1	438.9	442.6
	Short Circuit Current	I_{SC} [A]	10.87	10.89	10.91	10.93	10.95
	Open Circuit Voltage	V_{OC} [V]	50.54	50.56	50.59	50.62	50.64
	Current at MPP	I_{MPP} [A]	10.09	10.13	10.17	10.22	10.26
	Voltage at MPP	V_{MPP} [V]	42.39	42.58	42.77	42.96	43.14
	¹ Measurement tolerances $P_{MPP} \pm 3\%$; I_{SC} ; $V_{OC} \pm 5\%$ at STC: 1000W/m ² , 25±2°C, AM 1.5 according to IEC 60904-3 • ² 800W/m ² , NMOT, spectrum AM 1.5						
Q CELLS PERFORMANCE WARRANTY			PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE				

Εικόνα 5.2.2 Χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίων



Εικόνα 5.2.3 Χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίων

PROPERTIES FOR SYSTEM DESIGN				
Maximum System Voltage	V_{SYS} [V]	1500	PV module classification	Class II
Maximum Reverse Current	I_R [A]	20	Fire Rating based on ANSI / UL 61730	C / TYPE 1
Max. Design Load, Push / Pull	[Pa]	3600 / 1600	Permitted Module Temperature on Continuous Duty	-40°C - +85°C
Max. Test Load, Push / Pull	[Pa]	5400 / 2400		

QUALIFICATIONS AND CERTIFICATES

IEC 61215:2016;
IEC 61730:2016.
This data sheet complies
with DIN EN 50380.



Εικόνα 5.2.4 Χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίων

5.2.2 Inverter

Οι αντιστροφείς που θεωρήθηκαν είναι τριφασικοί, άνευ μετασχηματιστή απομόνωσης, ονομαστικής ισχύος 20 kW έκαστος, 2 στο σύνολο.

Efficiency				
Max. efficiency	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
European weighted efficiency	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%

Input				
Recommended max. PV power ¹	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp
Max. input voltage ²	1,080 V			
Operating voltage range ³	160 V – 950 V			
Start-up voltage	200 V			
Rated input voltage	600 V			
Max. input current per MPPT	22 A			
Max. short-circuit current	30 A			
Number of MPP trackers	2			
Max. number of inputs	4			

Output				
Grid connection	Three phase			
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz			
Max. output current	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging			
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %			

Features & Protections	
Input-side disconnection device	Yes
Anti-islanding protection	Yes
AC over-current protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
AC over-voltage protection	Yes
DC reverse-polarity protection	Yes
DC surge protection	TYPE II
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11
Residual current monitoring unit	Yes
Arc fault protection	Yes
Ripple receiver control	Yes
Integrated PID recovery ⁴	Yes

General Data	
Operation temperature range	-25 – +60 °C (-13 °F – 140 °F)
Relative humidity	0 % RH – 100% RH
Max. operating altitude	0 – 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)
Cooling	Natural Convection
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Weight (with mounting plate)	25 kg
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	525 x 470 x 262 mm (20.7 x 18.5 x 10.3 inch)
Degree of protection	IP65
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W ⁵

Optimizer Compatibility	
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P

Standard Compliance (more available upon request)	
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid connection standards	G98, G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777.2, C10/11, ABNT, VFR 2019, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA

¹ Inverter max input PV power is 40,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

⁴ SUN2000-12~20KTL-M2 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly)

⁵ <10 W when PID recovery function is activated.

Εικόνα 5.2.5 Χαρακτηριστικά Ηλιακού Αναστροφέα

Εναλλακτικός inverter:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΙΣΟΔΟΥ	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Μέγιστο ρεύμα εισόδου ($I_{dc\ max\ 1} / I_{dc\ max\ 2}^{(1)}$)	16,0 A / 16,0 A					
Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης Φ/B γεννήτριας (MPP ₁ /MPP ₂ ⁽¹⁾)	24,0 A / 24,0 A					
Ελάχιστη τάση εισόδου ($U_{dc\ min}$)	150 V					
Τάση έναρξης τροφοδοσίας ($U_{dc\ start}$)	200 V					
Ονομαστική τάση εισόδου ($U_{dc\ n}$)	595 V					
Μέγιστη τάση εισόδου ($U_{dc\ max}$)	1.000 V					
Εύρος τάσης MPP ($U_{mppt\ min} - U_{mppt\ max}$)	200 - 800 V	250 - 800 V	300 - 800 V	150 - 800 V		
Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP	1			2		
Αριθμός εισόδων DC	3			2+2		
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΞΟΔΟΥ	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Ονομαστική ισχύς AC ($P_{ac,n}$)	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Μέγιστη ισχύς εξόδου	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Μέγιστο ρεύμα εξόδου ($I_{ac\ max}$)	4,8 A	5,9 A	7,2 A	4,8 A	5,9 A	7,2 A
Εύρεση δικτύου (εύρος τάσης)	3-NPE 400 V / 230 V ή 3-NPE 380 V / 220 V (+20% / -30%)					
Συχνότητα (εύρος συχνότητας)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Ευντελεστής παραμόρφωσης	< 3 %					
Ευντελεστής ισχύος (συνφ _{ac})	0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.		
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Διαστάσεις (Ύψος x Πλάτος x Βάθος)	645 x 431 x 204 mm					
Βάρος	16,0 kg			19,9 kg		
Βαθμός προστασίας	IP 65					
Κλάση προστασίας	1					
Κατηγορία υπέρτασης (DC / AC) ⁽²⁾	2 / 3					
Νυχτερινή κατανάλωση	< 1 W					
Τοπολογία μετατροπής	Χωρίς μετασχηματιστή					
Σύστημα ψύξης	Ρυθμιζόμενη ψύξη με αέρα					
Τοποθέτηση	Τοποθέτηση σε εσωτερικό και εξωτερικό χώρο					
Εύρος θερμοκρασίας περιβάλλοντος	-25 - +60 °C					
Επιτρεπόμενη υγρασία αέρα	0 - 100 %					
Μέγιστο ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας	2.000 m / 3.400 m (απεριοριστο / περιορισμένο εύρος τάσης)					
Εύρεση DC	3 DC+ και 3 DC- βιδωτές κλέμες 2,5 - 16 mm ²			4 DC+ και 4 DC- βιδωτές κλέμες 2,5 - 16mm ² ⁽³⁾		
Εύρεση AC	5-πολική βιδωτή κλέμα AC 2,5 - 16 mm ²			5-πολική βιδωτή κλέμα AC 2,5 - 16mm ² ⁽³⁾		
Πιστοποιητικά και συμμόρφωση με πρότυπα	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 ⁽⁴⁾ , CEI 0-21 ⁽⁵⁾					

Εικόνα 5.2.6 Στοιχεία Εναλλακτικού Inverter

PROJECT

Country	Greece
Project name	2022-02-15_1228

PV MODULE

Modul manufacturer	Hanwha Q.Cells GmbH
Model	Q.PEAK DUO XL-G11.7 575
Min. / Max. module temperature	-10 °C / 70 °C
Add bifacial module gain	0%

INVERTER

Inverter type	Symo 20.0-3-M
---------------	---------------

SUMMARY

Inverter ratio	101%	
Pmpp at 25 °C	20.70 kWp	
MPPT	PV1: 2x12	PV2: 1x12
Current Factor	1.00	

MPPT DETAILS

	PV1	PV2
String (str. x mod.)	2 x 12	1 x 12
Isc at 25 °C	27.02 A	13.51 A
Ump at 70 °C	457.98 V	457.98 V
Uoc at -10 °C	704.25 V	704.25 V
Ump at 25 °C	536.16 V	536.16 V
Pmpp at 25 °C	13.80 kWp	6.90 kWp
String fuses required	no	no
String combiner required	no	no
Loss of yield	no	no

Εικόνα 5.2.7 Στοιχεία Εναλλακτικού Inverter

5.2.3 Καλωδιώσεις

Σημειώνεται ότι το μέγιστο ρεύμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, όπως προκύπτει από τα τεχνικά φυλλάδια είναι 13,89 Α.

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente in aria libera Current rating free in air	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	Singolo cavo Single cable 60°C	2 cavi adiacenti 2 adjacent cables 60°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
1 x 1,5	1,5	0,7	0,8	4,7	34	13,7	30	24
1 x 2,5	2,1	0,7	0,8	5,2	47	8,21	40	33
1 x 4	2,5	0,7	0,8	5,8	58	5,09	55	44
1 x 6	3,0	0,7	0,9	6,5	80	3,39	70	70
1 x 10	4,0	0,7	1,0	7,9	127	1,95	95	95
1 x 16	5,0	0,7	1,0	8,8	180	1,24	130	107
1 x 25	6,2	0,9	1,1	10,6	270	0,795	180	142
1 x 35	7,6	0,9	1,1	12,0	360	0,565	220	176
1 x 50	8,9	1,0	1,2	14,1	515	0,393	280	221
1 x 70	10,5	1,1	1,2	15,9	720	0,277	350	278
1 x 95	12,5	1,1	1,3	17,7	915	0,210	410	333
1 x 120	13,7	1,2	1,3	19,8	1160	0,164	480	390
1 x 150	16,1	1,4	1,4	21,7	1460	0,132	566	453
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,1	1780	0,108	644	515
1 x 240	19,9	1,7	1,7	26,7	2310	0,082	775	620

5.3 Υπέυθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ (ΥΔΕ)

Μη οριστικοποιημένη

Οριστικοποιημένη

Συμπληρώνεται υποχρεωτικά ένα από τα πεδία: «Μη οριστικοποιημένη» ή «Οριστικοποιημένη»

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ	
ΟΝΟΜΑ	ΧΑΣΙΩΤΗΣ
ΕΠΩΝΥΜΟ	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΑΡ. ΔΕΛΤΙΟΥ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ	ΑΜ 394664
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΔΡΑΣ / ΕΠΑΓΓ. ΕΓΚ/ΣΗΣ	ΣΑΡΑΝΤΑΡΗ ΓΕΩΡΓΙΟΥ 21
ΤΗΛΕΦΩΝΟ	2461039059/6973036555
e- mail	sakishasiotis@windowslive.com
ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ / ΒΕΒ. ΑΝΑΓΓΕΛΙΑΣ	ΚΟ:26265 / 45420
ΑΔΑ (Δι@ύγεια)
ΕΚΔΟΥΣΑ ΑΡΧΗ	ΔΙΕΥΘΗΝΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΙΕ ΚΟΖΑΝΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	9/5/2008 / 20/07/2020
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ / ΟΜΑΔΑ	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ Α' ΤΑΞΗΣ / Α

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	1η
ΤΥΠΟΣ & ΑΡ. ΦΟΡ. ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΤΠΥ Νο 2 07/02/2024

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ και ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ	
Όνομα ή Επωνυμία / Επώνυμο Ιδιοκτήτη Ι.ΚΤΕΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	e-mail: ikteo277@gmail.com Τηλέφωνο: 2461 075000
Όνομα ή Επωνυμία / Επώνυμο Καταναλωτή (συμπληρώνεται εφόσον δε συμπίπτει με τα στοιχεία του ιδιοκτήτη) 	e-mail: Τηλέφωνο: 697617220

ΤΥΠΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	
ΑΡΧΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	<input type="checkbox"/>
ΤΑΚΤΙΚΟΣ ΕΠΑΝΕΛΕΓΧΟΣ	<input type="checkbox"/>
ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	<input checked="" type="checkbox"/>
Αιτία έκτακτου ελέγχου :ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	

ΕΠΟΜΕΝΟΣ ΤΑΚΤΙΚΟΣ ΕΠΑΝΕΛΕΓΧΟΣ	
μέχρι :	07/02/2025
Αιτιολόγηση χρονικού διαστήματος (εφόσον απαιτείται) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ 27079785
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ / Κωδικός ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΟΧΗΜΑΤΩΝ/58
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗ / ΔΙΟΙΚ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΟΖΑΝΗΣ/ΜΕΛΙΣΣΙΩΝ
ΟΔΟΣ – ΑΡΙΘΜΟΣ – Τ.Κ. ΑΝΕΥ ΟΔΟΥ
ΟΡΟΦΟΣΙΣΟΓΕΙΟ.. ΑΡ.

ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ/ΝΕΣ (για αυτόνομη ηλεκτρ. εγκ/ση)

.....

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τάση (V) / Φάσεις(η) / Συχνότ. (Hz) / d.c ή a.c : 400 / 3 / 50 /
ac
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς ενεργός / φαινόμενη : KW 132.27 /
KVA
Ανάλυση εγκατεστημένης ισχύος (KW) : Φωτισμού και σταθ. ηλ.
συσκευών : 40.32
Ηλεκτρικών Μηχανημάτων :
91.95
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς παραγωγικής διαδικασίας : KW (όπου
εφαρμόζεται)
Ισχύς μεγαλύτερου κινητήρα : 11 KW (εάν υπάρχει)
Ηλεκτροδότηση πίνακα ανελκυστήρα : ΝΑΙ
ΟΧΙ
Ηλεκτροδότηση σταθμού ή σταθμών φόρτισης Η/Ο : ΝΑΙ
ΟΧΙ
Γραμ. γενικ. πίνακα. – μετρητή (πλήθος x διατ.αγωγών) : 5 x 50 mm²

Περιγραφή γεν. ασφάλ. ή αυτ. διακ/τη ισχύος γεν. πίνακα : ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 3Χ160 Α

Σύστημα σύνδεσης γείωσης : (Αμειση) TT (Ουδετ/ση) TN
IT

ΑΥΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ:

Διασυνδεδεμένο σύστημα (π.χ. φωτοβολταϊκό) Παραγ. Ισχύς
20,7 kw
Αυτόνομη ηλεκτρική εγκατάσταση Παραγ. Ισχύς
kw
Εφεδρικά συστήματα (H/Z) Παραγ. Ισχύς
kw

Ο συντάκτης της παρούσας Υπεύθυνης Δήλωσης (ΥΔΕ), ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης με τα ανωτέρω στοιχεία, δηλώνω υπεύθυνα, με γνώση των συνεπειών του νόμου για ψευδή δήλωση, ότι:

1. Διαθέτω άδεια/βεβαίωση αναγγελίας η οποία δεν έχει ανακληθεί.
2. Η περιγραφόμενη ηλεκτρική εγκατάσταση (ΕΗΕ) παραδίδεται από εμένα σήμερα σε ασφαλή λειτουργία, όπως αναλύεται και περιγράφεται στη συνοδευτική τεκμηρίωση της ΥΔΕ.
3. Δίνω την εγγύηση, σύμφωνα με τα άρθρα 2 και 3 του νόμου 4483/1965, όπως ισχύει, ότι αυτή η ηλεκτρική εγκατάσταση θα λειτουργήσει με ασφάλεια και απρόσκοπτα.
4. Έχουν εφαρμοσθεί οι διατάξεις της τεχνικής νομοθεσίας για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, έχουν εκτελεστεί, εντός των επιτρεπόμενων ορίων της άδειας / βεβαίωσης αναγγελίας που διαθέτω, οι ηλεκτρικές εργασίες που περιγράφονται στην παρούσα Δήλωση, έχω συμπληρώσει το(α) πρωτόκολλο(α) ελέγχου που αφορά(ούν) στην ηλεκτρική εγκατάσταση και την κρίνω ασφαλή και κατάλληλη για χρήση. Τα αποτελέσματα του οπτικού ελέγχου, των δοκιμών και των μετρήσεων είναι σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και αναλύονται στο(α) Πρωτόκολλο(α) Ελέγχου.
5. Έχω ενημερώσει τον ιδιοκτήτη και τον καταναλωτή για την υποχρέωση τακτικού επανελέγχου της ηλεκτρικής εγκατάστασης με βάση την κείμενη νομοθεσία.
6. Αντίγραφο της ΥΔΕ και της παρακάτω συνοδευτικής τεκμηρίωσης, παραδίδονται στον ιδιοκτήτη και στον καταναλωτή και αναλαμβάνω την ευθύνη της τήρησης πλήρους αντιγράφου των παραπάνω έως την ημερομηνία του επόμενου τακτικού επανελέγχου της εγκατάστασης.

Εγκατάσταση με ηλεκτροδότηση κατά τον έλεγχο: ΝΑΙ ΟΧΙ*

*Απαιτείται η υποβολή οριστικοποιημένης ΥΔΕ εντός χρονικού διαστήματος σαράντα πέντε (45) ημερών από την ηλεκτροδότηση της εγκατάστασης, με Πρωτόκολλο (ή Πρωτόκολλα) Ελέγχου συμπληρωμένο σε όλα τα πεδία του

ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

1. Μονογραμμικό(ά) εγκατάστασης (κατά CENELEC)	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Μονογραμμικό(ά) πίνακα(ων) (κατά CENELEC)	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Πρωτόκολλο(α) ελέγχου: ΚΕΗΕ (σελ 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
ΕΛΟΤ HD 384 (σελ.) <input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ 60364 (σελ.) <input type="checkbox"/>	
(σύμφωνα με τα άρθρα 3 και 4 της παρούσας)	
4. Καταγραφή στοιχείων ΕΗΕ (σελ. 1)	<input checked="" type="checkbox"/>

Ο Δηλών ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης

(Όνομα, επώνυμο, ημερομηνία, σφραγίδα)

KOZANH 07/02/2023

Θεωρήθηκε (άρθρο 2, παράγ. 2, του ν.4483/1965, όπως ισχύει)

Αριθ. πρωτοκόλλου θεώρησης.....

ΤόποςΗμερ/νία

.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
.....																				
Η ονομαστική ισχύς μονοφασικού ρευματοδότη συνιστάται κατ' ελάχιστον 0,2 KW. Συντελεστής ετεροχρονισμού για όλη την εγκατάσταση δεν υπολογίζεται.	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (KW) κατηγορίας φορτίων (μερικό άθροισμα σελίδας)																15.5	66.15		
																	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (KW) εγκατάστασης (μερικό άθροισμα σελίδας)		81.65	

5.5 Πρωτόκολλο σε ισχύ

Πρωτόκολλο Ελέγχου Εσωτερικής Ηλεκτρικής Εγκατάστασης κατά ΕΛΟΤ HD 384

Πρωτόκολλο ελέγχου Νο 14 <i>με βάση την κείμενη νομοθεσία</i>	Ιδιοκτήτης ✓ Καταναλωτής ✓ Όνομα ή Επωνυμία / Επώνυμο Ι.ΚΤΕΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΕΠΕ		Αρ. παροχής: 27079785 Διεύθυνση: ΜΕΛΙΣΣΙΑ ΚΟΖΑΝΗΣ	
	Αρχικός έλεγχος (*) <input type="checkbox"/> Τακτικός επανέλεγχος <input type="checkbox"/> Έκτακτος έλεγχος ✓ <i>Αιτία έκτακτου ελέγχου:</i> ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ		Ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης Όνομα / Επώνυμο ΧΑΣΙΩΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	
Ονομαστική τάση: 400		Κατηγορία εγκατάστασης: ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ		
Δίκτυο		ΤΤ -Σύστημα <input type="checkbox"/> TN- <input checked="" type="checkbox"/> IT- <input type="checkbox"/>		
1. Οπτικός έλεγχος: Συμμόρφωση		Συμμόρφωση		
1.1. Μέτρα προστασίας έναντι		1.5. Όργανα διακοπής &		1.9. Κύρια & συμπληρωματικές
1.2. Μέτρα προστασίας έναντι		1.6. Επιλογή υλικού βάσει		1.10. Σχέδια, διαγράμματα, πινακίδα
1.3. Επιλογή διατομών αγωγών		1.7. Αναγνώριση αγωγών N &		1.11. Επάρκεια συνδέσεων αγωγών
1.4. Επιλογή & ρύθμιση των διατάξεων		1.8. Δυνατότητα αναγνώρισης κυκλωμάτων		1.12. Δυνατότητα πρόσβασης & χειρισμών

Παρατηρήσεις:											
2. Δοκιμές:		Συμμόρφωση " <input checked="" type="checkbox"/>		Συμμόρφωση " <input checked="" type="checkbox"/>		Συμμόρφωση <input checked="" type="checkbox"/>					
2.1. Έλεγχος, δοκιμές πολικότητας (άρθρο 612.7)				2.3. Κατεύθυνση φοράς των 3φ κινητήρων				2.5. Δοκιμές λειτουργίας (άρθρο 612.8)			
2.2. Δοκιμές λειτουργίας διατάξεων διαφορικού ρεύματος (παράγραφος 531.2.1.5)		<input checked="" type="checkbox"/>		2.4. Κατεύθυνση πεδίου φοράς 3φ πριζών		<input checked="" type="checkbox"/>		2.6. Δοκιμές διακοπής & απομόνωσης <input checked="" type="checkbox"/>			
3. Συμμόρφωση <input checked="" type="checkbox"/>	3.1 Συνέχει Παρατηρήσεις:										
3.5. Αντίσταση	Είδος γείωσης: θεμελιακή <input checked="" type="checkbox"/> ράβδος ηλεκτρόδιο <input type="checkbox"/> άλλο <input type="checkbox"/>										
Μέθοδος μέτρησης: ΔΕΝ ΗΤΑΝ ΔΥΝΑΤΗ Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ											
		Γραμμή		3.2		Διάταξη		3.3 Διάταξη		3.4	
Χώρος /Τμήμα εγκατάστασης, Χρήση		Τύπος καλωδίου				Είδος/ Χαρακτηριστική		Ονομαστικό ρεύμα $I_{\Delta N}$ (mA)		I_m ess (mA) U_m ess (V)	
						I_n (A)				Z_s (Ω) ή I_k (A)	
Συμπληρώνεται σε επόμενη/ες σελίδα/ες του παρόντος πρωτοκόλλου ελέγχου.											
Παρατηρήσεις :											
Χρησιμοποιηθέντα	Όργανο Τύπος Σειριακός αριθμός			Όργανο Τύπος Σειριακός αριθμός							

όργανα μετρήσεω ν	MACRO TEST 5035 11108677
-------------------------	---------------------------------------	-------------------------

Συστάσεις και υποδείξεις για αναβάθμιση του επιπέδου ασφάλειας της ΕΗΕ (δεν αφορά σε μη συμμορφώσεις):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<p><u>Π Ρ Ο Σ Ο Χ Η :</u></p> <p>Τυχόν μη συμμορφώσεις που αφορούν στα ως άνω πεδία 1, 2 και 3 και διαπιστώθηκαν κατά τον έλεγχο, αναφέρονται στα σχετικά πεδία παρατηρήσεων και αποκαθίστανται πριν την υποβολή του παρόντος.</p>	<p>Επικόλληση ετικέτας ελέγχου στον κεντρικό πίνακα διανομής με αναγραφή της ημερομηνίας ελέγχου και της ημερομηνίας του επόμενου τακτικού επανελέγχου ✓</p>	<p>Διενέργεια επόμενου τακτικού επανελέγχου έως:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">07/02/2025</div>
---	--	---

Από τον διενεργηθέντα έλεγχο προκύπτει ότι η περιγραφόμενη ΕΗΕ, κατά τον χρόνο ελέγχου, ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας

Ο ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης Χασιώτης Αθανάσιος
 Ο παραλαμβάνων το πρωτόκολλο ελέγχου ιδιοκτήτης / καταναλωτής

(Σφραγίδα, Υπογραφή)

(Όνομα, Επώνυμο Υπογραφή)

Τόπος ΚΟΖΑΝΗ Ημερ/νία ελέγχου 07/02/2023

Τόπος 07/02/2023 Ημερ/νία 07/02/2023

5.6 Αποφυγή φαινομένου Νησιδοποίησης

Η προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης επιτυγχάνεται, σύμφωνα με τις οδηγίες τις ΔΕΗ, κατά VDE 0126-1-1. Είναι άμεσου διεγέρσεως από το δίκτυο, με ενσωματωμένο αυτόματο διακόπτη προστασίας διαρροής ως προς γη. Στο τμήμα της συνεχούς τάσης (DC) περιέχει ειδική προστασία για τυχόν υπερτάσεις με ενσωματωμένους θερμικά ελεγχόμενους varistors. Σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η δυνατότητα απόζευξης του σταθμού από το σύστημα σε περίπτωση έλλειψης τάσης από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. (προς αποφυγή του φαινομένου της νησιδοποίησης) όσο και στην περίπτωση που η τάση και η συχνότητα αποκλίνουν των ορίων του συστήματος. Η πρόσθετη προστασία έναντι νησιδοποίησης ακολουθεί το γερμανικό πρότυπο DIN VDE 0126, με χρήση της διάταξης ENS (MSD – σε αγγλικούς όρους) που καθορίζεται στο πρότυπο αυτό. Η διάταξη συνιστά ενεργή μέθοδο προστασίας, μέσω της έγχυσης ενός μικρού ρεύματος στο δίκτυο παρακολουθεί τις μεταβολές στη σύνθετη αντίσταση, και στην περίπτωση της απώλειας του δικτύου λαμβάνουν σημαντικές τιμές οπότε και ο αντιστροφέας τίθεται εκτός σε χρόνο 0,5 s. Ο χρόνος επανασύνδεσης είναι τουλάχιστον ίσος ή μεγαλύτερος των 180 s. Σημειώνεται ότι η διάταξη ενσωματώνει και την προστασία ορίων τάσης και συχνότητας. Πλήρης περιγραφή του τρόπου προστασίας:

α. Προστασία νησιδοποίησης Η μέθοδος προστασίας έναντι του

φαινομένου της νησιδοποίησης (Islanding) είναι η ενεργός μέθοδος μέτρησης της φαινόμενης αντίστασης του δικτύου. Η φαινόμενη αντίσταση είναι το άθροισμα των καλωδιώσεων της εγκατάστασης και του δικτύου. Ο μηχανισμός αυτόματης απόζευξης αποτελείται από δύο ανεξάρτητα τμήματα τα οποία λειτουργούν σε σειρά και ελέγχουν την κατάσταση των αγωγών τροφοδοσίας και τον ουδέτερο. Ο μηχανισμός αυτός έχει την δυνατότητα αυτοελέγχου πριν από κάθε ζεύξη με το δίκτυο. Η λειτουργία του μηχανισμού βασίζεται στην έκχυση μικρής ποσότητας ρεύματος ώστε να γίνει η μέτρηση της φαινόμενης αντίστασης του δικτύου. Το κύκλωμα είναι σχεδιασμένο ώστε να αντιλαμβάνεται μεταβολές της αντίστασης σε μικρό χρονικό διάστημα. Όταν η μεταβολή της αντίστασης είναι μεγαλύτερη από $\Delta Z_{ac} > 0.5 \text{ ohms}$ ενεργοποιείται η αυτόματη απόζευξη. Ο διακόπτης (φάσεων και ουδέτερου) που χρησιμοποιείται στον μηχανισμό έχει ηλεκτρομηχανικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με την ονομαστική ισχύ εξόδου του αντιστροφέα. Ο αντιστροφέας έχει υποβληθεί σε έλεγχο των κυκλωμάτων του σε μέγιστη ισχύ εξόδου. β. Παρακολούθηση κατάστασης δικτύου Over/under AC voltage Η τάση του δικτύου μπορεί να έχει τιμές σε εύρος 184 έως 264,5 VAC. Αν η τιμή της τάσης βρεθεί εκτός αυτού του εύρους τότε ο αντιστροφέας αποσυνδέει την εγκατάσταση από το δίκτυο σε χρόνο 0.5 sec. Over/under grid frequency Η διακύμανση της συχνότητας του δικτύου μπορεί να είναι στο εύρος 49,5- 50,5 Hz. Όταν η συχνότητα του δικτύου βρεθεί εκτός αυτών των ορίων τότε ο αντιστροφέας αποσυνδέει την εγκατάσταση από το δίκτυο σε χρόνο 0.5 sec. Rate of change of frequency Σε περίπτωση δραστηκής μεταβολής κατά την λειτουργία της συχνότητας του δικτύου ο αντιστροφέας αποσυνδέει την εγκατάσταση από το δίκτυο σε χρόνο 0.5 sec. Σε κάθε περίπτωση σφάλματος ο αντιστροφέας αποσυνδέεται σε 0.5 sec και η επανασύνδεση γίνεται σε τουλάχιστον 180 sec από την αποκατάσταση του σφάλματος. Συνυποβάλλονται πιστοποιητικά συμμόρφωσης με τα διεθνή πρότυπα και τα τεχνικά εγχειρίδια του μετατροπέα.

6 Προσομοίωση Παραγωγής

6.1 Προσομοίωση PVGIS

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

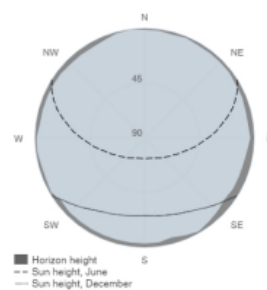
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 40.336, 21.807
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-CMSAF
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 20 kWp
 System loss: 10 %

Simulation outputs

Slope angle: 12 °
 Azimuth angle: 0 °
 Yearly PV energy production: 27306.97 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1756.89 kWh/m²
 Year-to-year variability: 697.76 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -3.11 %
 Spectral effects: 0.69 %
 Temperature and low irradiance: -11.49 %
 Total loss: -22.29 %

Outline of horizon at chosen location:

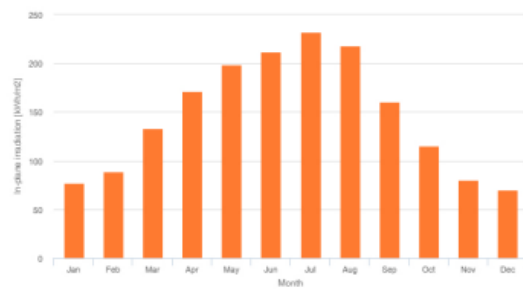


Εικόνα 6.1.1 Δεδομένα PVGIS

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Εικόνα 6.1.2 Δεδομένα PVGIS

Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	1307.2	77.1	219.5
February	1486.6	88.4	237.8
March	2180.3	133.3	201.4
April	2699.4	171.2	229.5
May	3052.2	198.8	146.1
June	3165.4	211.7	204.9
July	3414.2	232.2	167.3
August	3215.7	218.4	98.2
September	2442.8	160.1	186.3
October	1841.5	115.5	221.8
November	1320.6	80.2	169.4
December	1181.0	69.9	194.5

E_m: Average monthly electricity production from the given system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

Εικόνα 6.1.3 Δεδομένα PVGIS

6.2 Προσομοίωση PVSYS

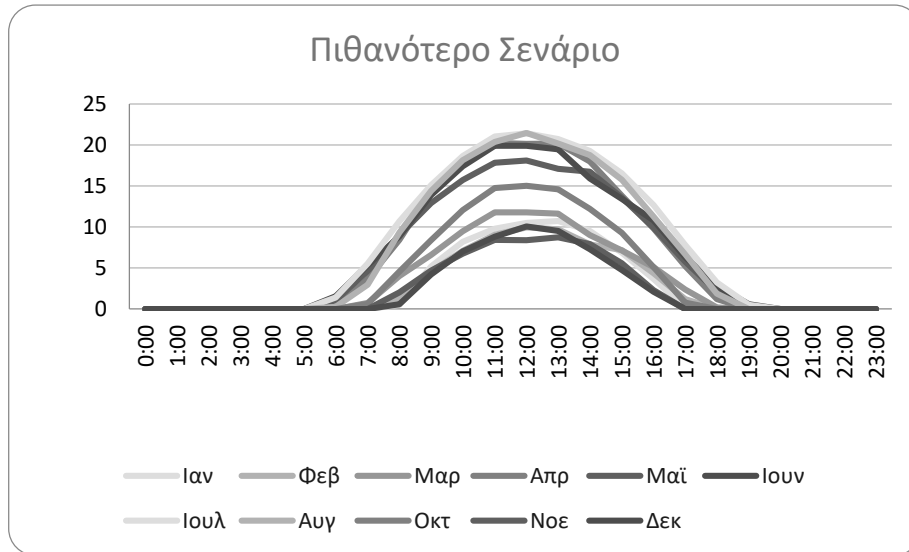
6.2.1 Πιθανό Σενάριο

Παραγωγή στο πιθανότερο σενάριο (kWh)												
Ωρα/ Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0

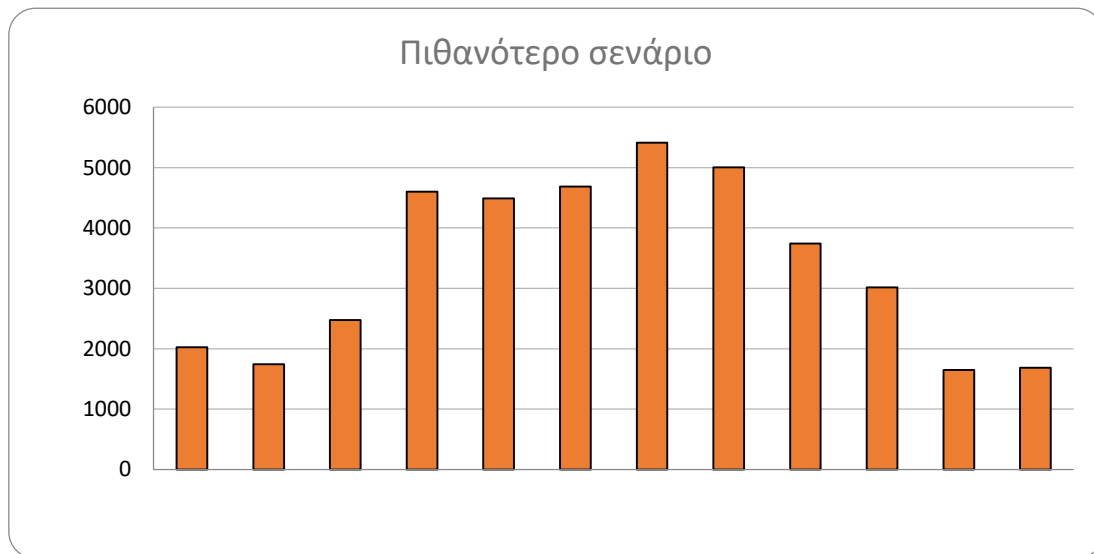
7:00	0	0	1	4	5	5	6	3	3	1	0	0
8:00	1	1	4	8	9	9	11	9	7	5	2	1
9:00	5	5	7	14	13	14	15	14	11	8	5	4
10:00	8	7	9	18	16	17	19	18	15	12	7	7
11:00	10	9	12	20	18	20	21	20	17	15	8	9
12:00	10	10	12	20	18	20	21	21	17	15	8	10
13:00	11	10	12	20	17	19	21	20	18	15	9	10
14:00	10	8	9	18	17	16	19	19	15	12	8	7
15:00	7	7	7	14	14	13	17	16	11	9	6	5
16:00	4	4	5	10	10	11	13	11	8	5	2	2
17:00	0	1	2	5	6	6	8	7	4	1	0	0
18:00	0	0	0	1	2	3	3	2	0	0	0	0

19:00	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ	65	62	80	153	145	156	175	162	125	97	55	54
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ	2022	1744	2476	4601	4489	4486	5413	5008	3741	3018	1646	1687

Πίνακας 6.2.1 Παραγωγή στο πιθανότερο σενάριο



Γράφημα 6.2.1 Παραγωγή στο πιθανότερο σενάριο



Γράφημα 6.2.2 Παραγωγή στο πιθανότερο σενάριο

Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
1743	2476	4604	4489	4686	5413	5008	3741	3018	1687	1687	1743

Πίνακας 6.2.2 Παραγωγή στο πιθανότερο σενάριο

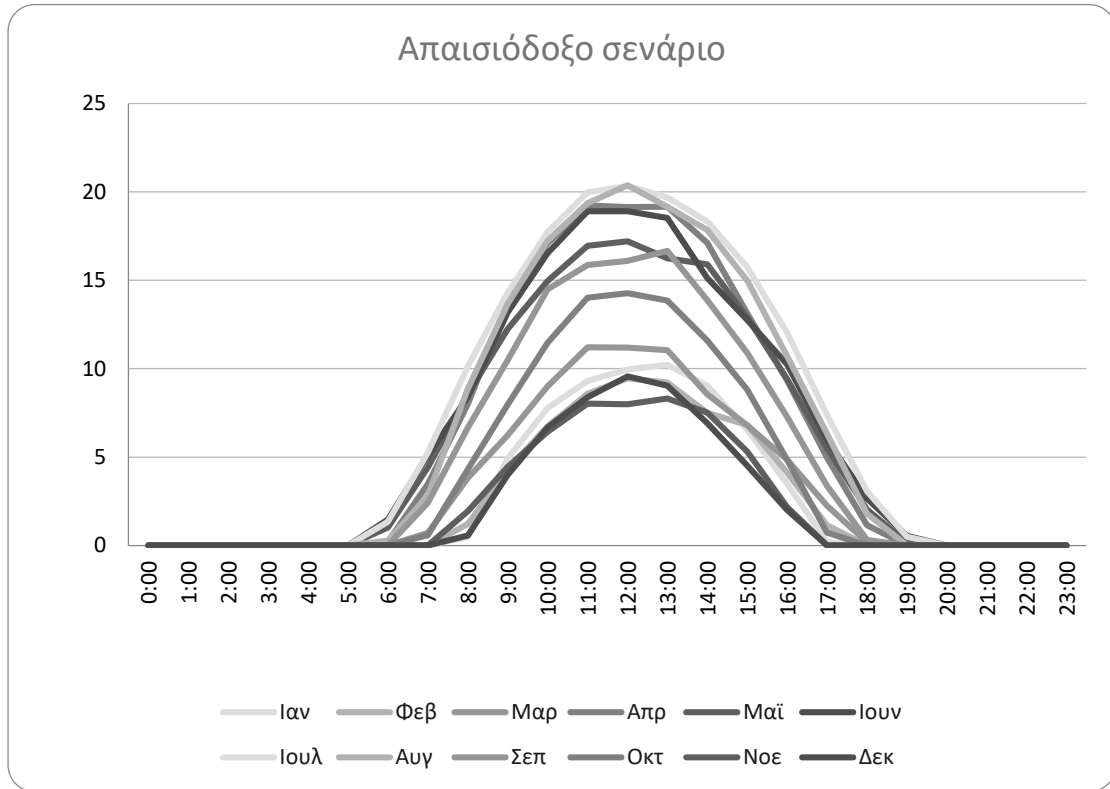
6.2.2 Απαισιόδοξο σενάριο

Παραγωγή στο απαισιόδοξο σενάριο (kWh)												
Ωρα/ Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
7:00	0	0	1	3	4	5	5	3	2	1	0	0

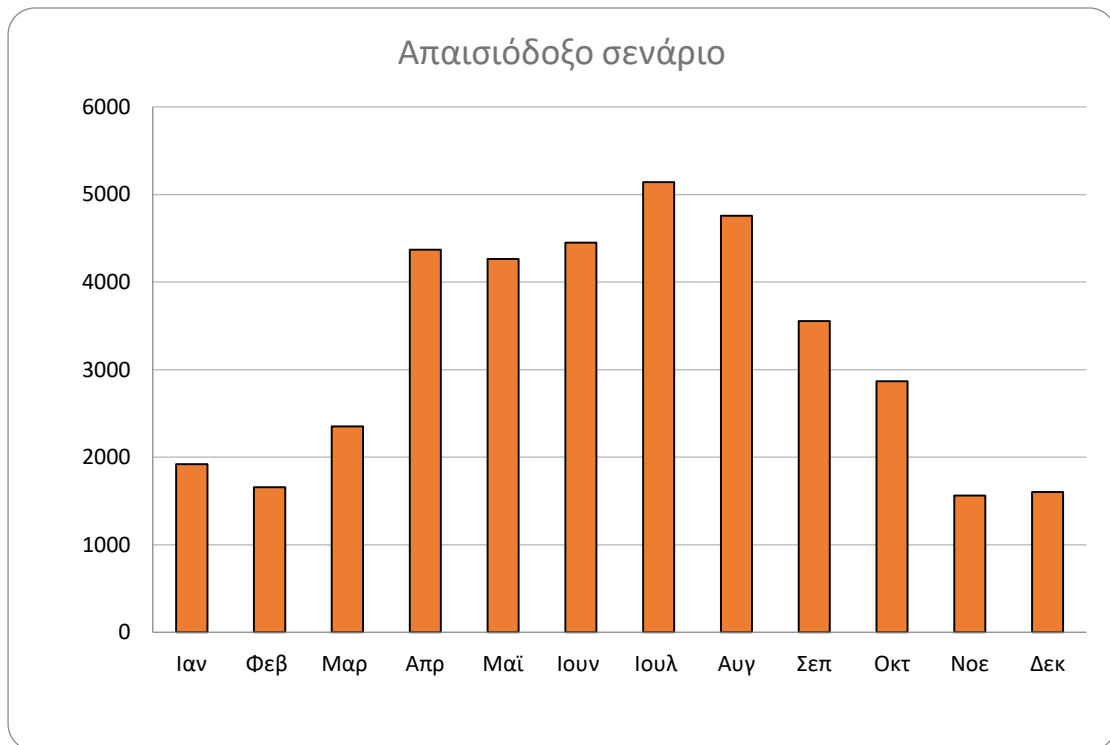
8:00	0	1	4	8	9	8	10	9	7	4	2	1
9:00	5	4	6	14	12	13	14	14	11	8	4	4
10:00	8	7	9	17	15	17	18	17	14	11	6	7
11:00	9	9	11	19	17	19	20	19	16	14	8	8
12:00	10	9	11	19	17	19	20	20	16	14	8	10
13:00	10	9	11	19	16	19	20	19	17	14	8	9
14:00	9	7	9	17	16	15	18	18	14	12	8	7
15:00	7	7	7	13	13	13	16	15	11	9	5	5
16:00	4	4	5	9	9	10	12	11	7	5	2	2
17:00	0	1	2	5	5	6	7	6	3	1	0	0
18:00	0	0	0	1	2	3	3	2	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ	62	59	76	146	138	148	166	153	118	32	52	52
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ	1921	1656	2352	4371	4264	4451	5142	4757	3554	2867	1564	1603

Γράφημα 6.2.3 Παραγωγή στο απαισιόδοξο σενάριο



Γράφημα 6.2.4 Παραγωγή στο απαισιόδοξο σενάριο



Πίνακας 6.2.3 Παραγωγή στο απαισιόδοξο σενάριο

	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δε
576	1655,65628	2351,87018	4371,3681	4264,39255	4451,4063	5142,17429	4757,20234	3554,1825	2867,2985	1563,8403	1602

Πίνακας 6.2.4 Παραγωγή στο απαισιόδοξο σενάριο

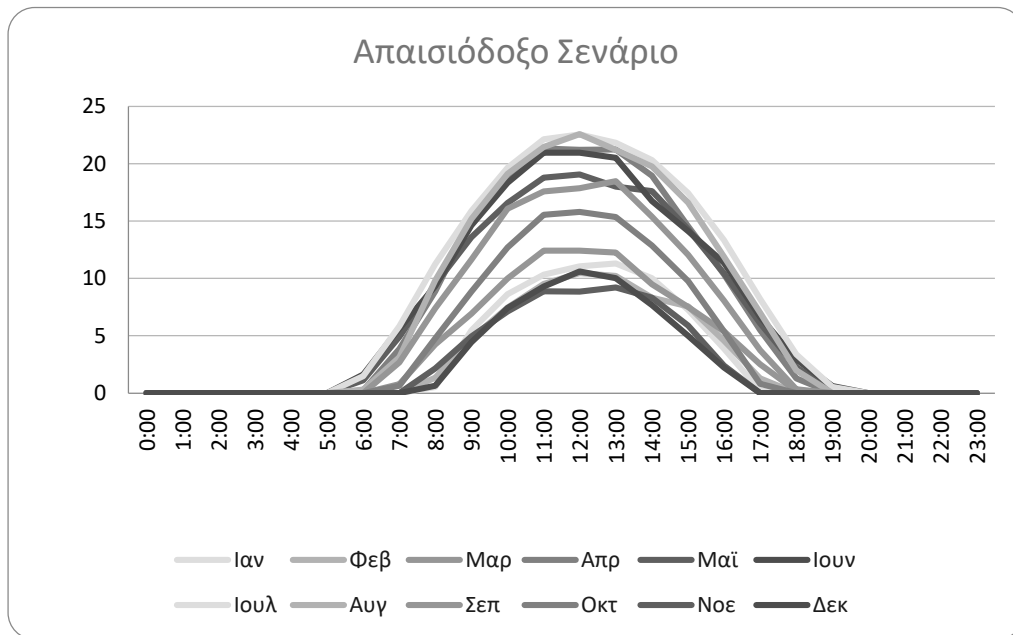
6.2.3 Αισιόδοξο σενάριο

Παραγωγή στο αισιόδοξο σενάριο (kWh)												
Ωρα/ Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
7:00	0	0	1	4	5	6	6	3	3	1	0	0

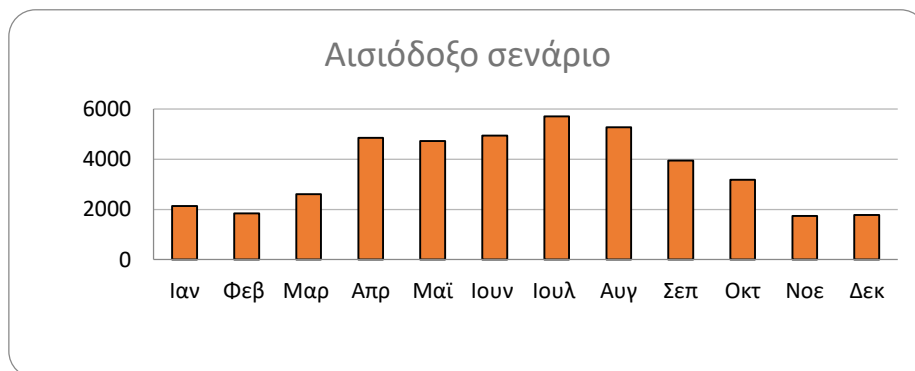
8:00	1	1	4	9	9	9	11	10	7	5	2	1
9:00	5	5	7	15	14	15	16	15	12	9	5	4
10:00	9	7	10	19	17	18	20	19	16	13	7	7
11:00	10	10	12	21	19	21	22	21	18	16	9	9
12:00	11	10	12	21	19	21	23	23	18	16	9	11
13:00	11	10	12	21	18	21	22	21	18	15	9	10
14:00	10	8	9	19	18	17	20	20	15	13	8	8
15:00	7	8	8	15	14	14	17	17	12	10	6	5
16:00	4	5	5	10	10	11	13	12	8	5	2	2
17:00	0	1	2	5	6	7	8	7	4	1	0	0
18:00	0	0	0	1	2	3	3	2	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ	69	66	84	161	152	164	184	170	131	102	58	57
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ	2129	1834	2606	4844	4725	4932	5698	5271	3938	3177	1733	1776

Πίνακας 6.2.5 Παραγωγή στο αισιόδοξο σενάριο



Γράφημα 6.2.5 Παραγωγή στο αισιόδοξο σενάριο

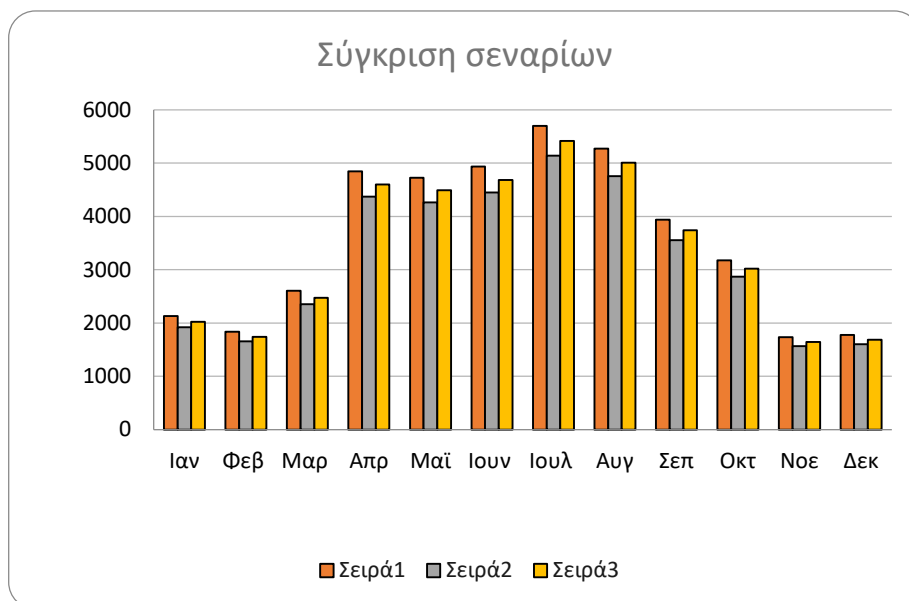


Γράφημα 6.2.6 Παραγωγή στο αισιόδοξο σενάριο

Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
2128,5	1834,49	2605,95	4843,62	4725,09	4932,31	5697,7	5271,14	3938,15	3177,06	1732,79	1775,8

Πίνακας 6.2.6 Παραγωγή στο αισιόδοξο σενάριο

6.2.4 Σύγκριση σεναρίων



6.3 Οικονομική Αξιολόγηση Επένδυσης

6.4 Συνολικό Όφελος

Αν θεωρήσουμε πως υπάρχει ένας συντελεστής ταυτοχρονισμού ίσος με 80% και τιμή προμήθεια της Ηλ. Ενέργειας ίση με 0,2€ /kWh τότε:

Ενέργεια που ιδιοκαταναλώνεται (kWh)	Ενέργεια που εγχέεται στο Δίκτυο (kWh)	Όφελος ιδιοκατανάλωσης [€]	Όφελος συμψηφισμού [€]	Συνολικό όφελος [€]
34.129	8.532	6.825	1.706	8.532

Η ενέργεια που ιδιοκαταναλώνεται αφορά στην ενέργεια που λόγω ταυτοχρονισμού παραγωγής και ζήτησης καταναλώνεται την στιγμή της παραγωγής της. Η ενέργεια που

εγγέεται στο δίκτυο αφορά την ενέργεια για την οποία δεν υπάρχει ταυτοχρονισμός και συνεπώς εγγέεται στο δίκτυο το οποίο και χρησιμοποιείται σαν «αποθήκη». Για τον λόγο αυτό και το όφελος είναι μικρότερο.

6.5 Όφελος μετά την αφαίρεση λειτουργικών εξόδων

Όφελος μετά από αφαίρεση των λειτουργικών δαπανών:

Όφελος [€]	Κόστος συντήρησης [€]	Κόστος ασφάλισης [€]	Κόστος επέκτασης εγγύησης inverter [€]	Συνολικά κόστη [€]	Καθαρό όφελος [€]
8.532€	2000 €	1500€	832€	4332€	4.200€

6.6 Ετήσιο Καθαρό όφελος

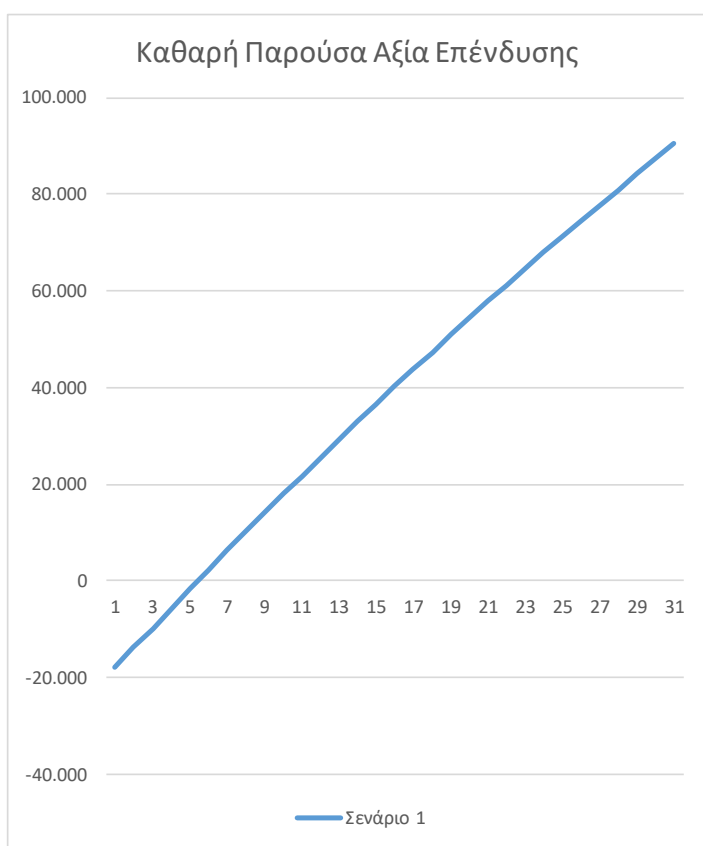
Το συνολικό κόστος της συγκεκριμένης επένδυσης ανέρχεται στα 18.000 € με ετήσια οφέλη:

Ενέργεια που ιδιοκαταναλώνεται (kWh)	Ενέργεια που εγγέεται στο Δίκτυο (kWh)	Όφελος ιδιοκατανάλωσης [€]	Όφελος συμψηφισμού [€]	Συνολικό όφελος [€]
34.129	8.532	3.360 €	840€	4.200€

6.7 Αξιολόγηση Επένδυσης

Η επένδυση αξιολογείται με βάση τον δείκτη IRR καθώς και την Καθαρή Παρούσα Αξία για Χρονικό ορίζοντα 20 ετών.

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης		
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης		
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία, d		1,0%
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή, φ		0%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου, v		20
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης, ε		0%
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, C , EUR	18.000,00 €	
Ετήσιο λειτουργικό όφελος, EUR	4.200,00 €	Ετος
Ετήσιο καθαρό όφελος κατά το έτος t, F_t=f_t-φ*(f_t-C/v) , EUR	4.158,42 €	1
	4.117,24 €	2
	4.076,48 €	3
	4.036,12 €	4
	3.996,16 €	5
	3.956,59 €	6
	3.917,42 €	7
	3.878,63 €	8
	3.840,23 €	9
	3.802,21 €	10
	3.764,56 €	11
	3.727,29 €	12
	3.690,38 €	13
	3.653,84 €	14
	3.617,67 €	15
	3.581,85 €	16
	3.546,39 €	17
	3.511,27 €	18
	3.476,51 €	19
	3.442,09 €	20
	3.408,01 €	21
	3.374,26 €	22
	3.340,86 €	23
	3.307,78 €	24
	3.275,03 €	25
	3.242,60 €	26
	3.210,50 €	27
	3.178,71 €	28
	3.147,24 €	29
	3.116,08 €	30
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB		4,4 έτη
Καθαρή παρούσα αξία, NPV		57.800,00 €
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR		23,29%



Γράφημα 6.7.1 ΚΠΑ Επένδυσης

7 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών (ΦΒ) πάνελ στην ταράτσα μιας μικρής επιχείρησης (ΚΤΕΟ) μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Μέσω προσομοιώσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η μελέτη έδειξε ότι η αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας του Φ/Β σταθμού μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας της επιχείρησης και στην εξοικονόμηση κόστους.

Επιπλέον, η ανάλυση της οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης έδειξε ένα ευνοϊκό εσωτερικό ποσοστό απόδοσης (IRR), υποδεικνύοντας ότι η επένδυση σε τεχνολογία φωτοβολταϊκών μπορεί να είναι ένα αξιόλογο εγχείρημα για την επιχείρηση. Ωστόσο, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι συγκεκριμένες προκλήσεις και απαιτήσεις για την εγκατάσταση, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης του χώρου, της επιλογής εξοπλισμού και των κανονιστικών απαιτήσεων, προκειμένου να διασφαλιστεί η επιτυχία του έργου.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της μελέτης υποδηλώνουν ότι η εγκατάσταση ενός Φ/Β σταθμού στη στέγη μιας μικρής επιχείρησης μπορεί να είναι μια οικονομικά αποδοτική και βιώσιμη λύση για τη μείωση του ενεργειακού κόστους και την αύξηση της ενεργειακής ανεξαρτησίας.

8 Βιβλιογραφία

Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (NREL). (2018). Βασικά φωτοβολταϊκά (ΦΒ). Ανακτήθηκε από <https://www.nrel.gov/workingwithus/re-photovoltaics.html>

Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος. (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Ανακτήθηκε από <https://www.ipcc.com>

Διεθνής Ένωση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας. (2018). Υδροηλεκτρική ενέργεια. Ανακτήθηκε από <https://www.hydropower.org/resources/what-is-hydropower>

International Geothermal Association. (2018). Γεωθερμική ενέργεια. Ανακτήθηκε από <https://www.geothermal-energy.org/what-is-geothermal-energy/>

Ενεργειακό Κέντρο Βιομάζας. (2020). Ενέργεια Βιομάζας. Ανακτήθηκε από τη διεύθυνση <https://www.biomassenergycentre.org.uk/what-is>