



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων για την κάλυψη
των ενεργειακών αναγκών σε μονάδα τυποποίησης
ελαιόλαδου**

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΠΕΛΑΔΑΚΗΣ

A.M.: 2010010094

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΟΥΣΤΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΧΑΝΙΑ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2023

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ © 2023

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία και τα συμπεράσματά της σε οποιαδήποτε μορφή αποτελούν συνιδιοκτησία του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του πολυτεχνείου Κρήτης και του φοιτητή. Οι προαναφερόμενοι διατηρούν το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής (τμηματικά ή συνολικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, ο επιβλέπων και το εν λόγω τμήμα του πολυτεχνείου Κρήτης.

Η έγκριση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ο υποφαινόμενος δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Διπλωματική Εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και συγγράφηκε ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης. Δηλώνω υπεύθυνα ότι κατά τη συγγραφή ακολούθησα την πρόπαισα ακαδημαϊκή δεοντολογία αποφυγής λογοκλοπής. Έχω επίσης αποφύγει οποιαδήποτε ενέργεια που συνιστά παράπτωμα λογοκλοπής. Γνωρίζω ότι η λογοκλοπή μπορεί να επισύρει ποινή ανάκλησης του πτυχίου μου.

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση των σπουδών μου με την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας ευχαριστώ αρχικά όλους τους καθηγητές μου, που μοιράστηκαν τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους με τρόπο που να εμπνέουν κι όχι μόνο να διδάσκουν.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον επιβλέπων καθηγητή κ. Βασίλη Μουστάκη και τη κα Μαρία Μπακατσάκη με καθοδήγησαν στην συγγραφή της πτυχιακής με υπομονή, ευγένεια, ενθάρρυνση, άψογη συνεργασία και αδιάκοπη επικοινωνία.

Ευχαριστώ, ακόμα, την οικογένειά και τους φίλους μου, οι οποίοι με στήριξαν και με ενθάρρυναν καθ' όλο το διάστημα των σπουδών μου.

Γεώργιος Μπελαδάκης

Περίληψη

Η μελέτη για τη δημιουργία ενός τυποποιητήριου ελαιόλαδου στην Κρήτη, δημιούργησε την πρακτική ανάγκη για την εξέταση της απαίτησης των ενεργειακών αναγκών της μονάδας και τον τρόπο κάλυψης της με εναλλακτικές μορφές ενέργειας.

Η μελέτη της μονάδας ανέδειξε ότι τα τετραγωνικά μέτρα του θερμαινόμενου χώρου είναι 271.40 m² και με βάση το χώρο της μονάδας υπολογίστηκαν και οι ενεργειακές απαιτήσεις της, οι οποίες ανέρχονται στις 75.400 kWh/έτος.

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη σκίασης, ηλιασμού και χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών πάνελ στη μονάδα της βιοτεχνίας, μελετήσαμε τέσσερις διαφορετικές λύσεις ώστε να καλύψουμε της απαιτήσεις της μονάδας. Η χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών πάνελ έγινε στην ταράτσα της μονάδας, για καλύτερη εξοικονόμηση χώρου.

Με βάσει τα αποτελέσματα που λάβαμε, φαίνεται ότι το βέλτιστο σενάριο για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων της μονάδας είναι το τέταρτο, το οποίο περιλαμβάνει σταθερά πλαίσια μονής όψης δυναμικότητας 49.95 kW. Σε αυτό το συμπέρασμα καταλήξαμε καθώς αυτή η λύση καλύπτει επαρκώς τις ενεργειακές ανάγκες της μονάδας και έχει πολύ υψηλό εσωτερικό ποσοστό απόδοσης (IRR) (μικρή διαφορά δεύτερο στην κατάταξη των σεναρίων) και με μεγάλη διαφορά στην κατάταξη μεγαλύτερη Παρούσα Αξία (PW).

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	4
Λίστα εικόνων	7
Λίστα Πινάκων.....	9
Πίνακας διαγραμμάτων	9
Πρόλογος.....	11
1 Κεφάλαιο.....	12
1.1 Εισαγωγή.....	12
1.2 Ενέργεια.....	12
2 Κεφάλαιο - Ενεργειακός συμψηφισμός.....	14
2.1 Ενεργειακά συστήματα φωτοβολταϊκών στο κέλυφος του κτιρίου	14
2.2 Εισαγωγή τεχνολογίας νέων συστημάτων ενέργειας	14
2.3 Κίνητρα και εφαρμογή συστημάτων ενέργειας (net metering)	15
2.4 Ευρωπαϊκή νομοθεσία.....	15
2.5 Ελληνική νομοθεσία.....	16
2.6 Ανάλυση περιοχής Περιπτωσιολογικής Μελέτης	20
2.6.1 Ηλιακό δυναμικό ενέργειας στο χώρο μελέτης.....	23
2.6.2 Μοντελοποίηση σκιασμού.....	27
2.6.3 Μάσκες περιμετρικής σκίασης.....	29
2.6.4 Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες.....	31
2.6.5 Διάκριση φωτοβολταϊκών συλλεκτών.....	31
2.7 Επιλογή ισχύος μονάδας.....	34
2.8 Χωροθέτηση και επιλογή πλαισίων στο χώρο μελέτης.....	38
2.8.1 Γεωμετρική διάταξη και σύνδεση πλαισίων.....	40
2.9 Ηλιασμός και σκιασμός χωροθετημένων πλαισίων	45
2.10 Παραγωγή ηλιακής ενέργειας της μονάδας.....	50

3	Ενεργειακά συστήματα φωτοβολταϊκών με τη χρήση του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού	57
3.1	Ενεργειακά συστήματα φωτοβολταϊκών με τη χρήση του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού.	57
3.2	Κίνητρα και εφαρμογή συστημάτων ενέργειας (virtual net metering).....	57
3.3	Επιλογή ισχύος φωτοβολταϊκού σταθμού	58
3.4	Περιοχή μελέτης.....	58
3.4.1	Χαρακτηριστικά καταλληλότητας του αγροτεμαχίου στο χώρο μελέτης φωτοβολταϊκού σταθμού.....	59
3.4.2	Ηλιακό δυναμικό ενέργειας στο χώρο μελέτης φωτοβολταϊκού σταθμού.....	60
3.4.3	Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες.....	63
3.5	Χωροθέτηση πλαισίων στο χώρο μελέτης	64
3.5.	Ηλιασμός και σκιασμός χωροθετημένων πλαισίων	65
4	Αποτελέσματα	74
5	Συμπεράσματα.....	80
5.1	Σενάρια	85
	Βιβλιογραφικές Αναφορές	92

Λίστα εικόνων

Εικόνα 1 Διάγραμμα κάλυψης	21
Εικόνα 2 Κατεύθυνση και ένταση ανέμου	22
Εικόνα 3 Νοτιοδυτικά και δώμα.....	26
Εικόνα 4 Νοτιοανατολικά και δώμα	26
Εικόνα 5 Βορειοδυτικά και δώμα.....	26
Εικόνα 6 Ηλιακό δυν/ικό στο δώμα χειμώνα	26
Εικόνα 7 Ηλιακό δυν/ικό στο δώμα καλοκαίρι.....	27
Εικόνα 8 Χειμερινή σκίαση.....	28
Εικόνα 9 Καλοκαιρινή σκίαση	28
Εικόνα 10 Χειμερινή σκίαση και ηλιακό δυναμικό	28
Εικόνα 11 Καλοκαιρινή σκίαση και ηλιακό δυναμικό.....	29
Εικόνα 12 Περιμετρική μάσκα σκίασης (α)	29
Εικόνα 13 Περιμετρική μάσκα σκίασης (β)	30
Εικόνα 14 Περιμετρική μάσκα σκίασης (γ)	30
Εικόνα 15 Περιμετρική μάσκα σκίασης (δ)	30
Εικόνα 16 Φ/Β πάνελ πυριτίου.....	31
Εικόνα 17 Φ/Β σύστημα σταθερό	32
Εικόνα 18 Φ/Β σύστημα κινητών αξόνων.....	32
Εικόνα 19 Ενσωματωμένο σύστημα	32
Εικόνα 20 Προσαρμοσμένο σύστημα	33
Εικόνα 21 Αυτόνομο σύστημα. Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος.....	33
Εικόνα 22 Διασυνδεδεμένο Σύστημα: Φ/Β στοιχεία τα οποία μέσω αντιστροφέα είναι διασυνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο.....	33
Εικόνα 23 Υβριδικό Σύστημα: Υβριδικό σύστημα είναι το σύστημα που αποτελείται από την Φ/Β συστοιχία λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας (π.χ. λέβητα φυσικού αερίου).....	34
Εικόνα 24 Μονοκρυσταλλικό Φ/Β πλαίσιο Tiger Pro JKM540M-72HL4-BDVP	39
Εικόνα 25 Χωροθέτηση Φ/Β συστήματος.....	40
Εικόνα 26 Κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων	43
Εικόνα 27 Μετατροπέας Sunny Tripower 20000TL-30.....	44
Εικόνα 28 Μονογραμμικό σχέδιο.....	45
Εικόνα 29 Σκίαση 9:00 π.μ.....	46
Εικόνα 30 Σκίαση 12:00 μ.μ.....	46
Εικόνα 31 Σκίαση 15:00 μ.μ.....	46

Εικόνα 32 Σκίαση 9:00π.μ. -16:00μ.μ.	47
Εικόνα 33 Αποτύπωμα ηλιακής ενέργειας για τη χειμερινή περίοδο.....	47
Εικόνα 34 Σκίαση 8:00 π.μ.....	48
Εικόνα 35 Σκίαση 12:00 μ.μ.....	48
Εικόνα 36 Σκίαση 15:00 μ.μ.....	48
Εικόνα 37 Αποτύπωμα ηλιακής ενέργειας για τη θερινή περίοδο	49
Εικόνα 38 Αποτύπωμα άμεσης ηλιακής ενέργειας ετήσια περίοδος.....	49
Εικόνα 39 Αποτύπωμα διάχυτης ηλιακής ενέργειας ετήσια περίοδος	50
Εικόνα 40 Αποτύπωμα συνολικής ηλιακής ενέργειας ετήσια περίοδος.....	50
Εικόνα 41 Τοπογραφικό του αγροτεμαχίου μελέτης.....	61
Εικόνα 42 Ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο μελέτης.	62
Εικόνα 43 Πρώτη επιλογή του φωτοβολταϊκού σταθμού 49.95 kW.....	65
Εικόνα 44 Τελική επιλογή του φωτοβολταϊκού σταθμού εγκατάστασης	65
Εικόνα 45 Χαρακτηριστικά σκίασης του φωτοβολταϊκού μοντέλου.....	66
Εικόνα 46 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 12- 9.00 π.μ. και 21- 12- 12.00 μ.μ.....	66
Εικόνα 47 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 12- 15.00 μ.μ. και 21- 12- 16.25 μ.μ.....	67
Εικόνα 48 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 06- 9.00 π.μ. και 21- 06- 12.00 μ.....	67
Εικόνα 49 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 06- 15.00 μ.μ. και 21- 06- 19.00 μ.μ.....	68
Εικόνα 50 Μοντέλο Μετατροπέα SUN2000-15KTL-M0.....	68
Εικόνα 51 Το σύνολο των σειρών και των μετατροπέων της εγκατάστασης	69
Εικόνα 52 Το σύνολο των σειρών του πρώτου μετατροπέα για MPP1 και MPP2	69
Εικόνα 53 σειρά Α, 2 X10 MPP 1	69
Εικόνα 54 σειρά Β, 1 X17 MPP 2	69
Εικόνα 55 Το σύνολο των σειρών του δεύτερου μετατροπέα για MPP1 και MPP2.....	70
Εικόνα 56 σειρά Γ, 2 X10 MPP 1.....	70
Εικόνα 57 σειρά Δ, 1 X17 MPP 2	70
Εικόνα 58 Το σύνολο των σειρών του τρίτου μετατροπέα για MPP1 και MPP2	71
Εικόνα 59 σειρά Ε, 2 X10 MPP 1	71
Εικόνα 60 σειρά Ζ, 1 X17 MPP 2	71

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1 Περιγραφή μηχανολογικών συστημάτων.	35
Πίνακας 2 Καταναλώσεις ανά τετραγωνικό μέτρο.	36
Πίνακας 3 Χώροι κτιρίου σε τετραγωνικά	36
Πίνακας 4 Στοιχεία παροχών.....	37
Πίνακας 5 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού μοντέλου	39
Πίνακας 6 Ηλιακή διαδρομή ισημερίας	41
Πίνακας 7 Ηλιακή διαδρομή θερινού ηλιοστασίου.....	41
Πίνακας 8 Ηλιακή διαδρομή χειμερινού ηλιοστασίου	42
Πίνακας 9 Αποτελέσματα E1	51
Πίνακας 10 Στοιχεία Μοντέλου Tiger Pro JKM540M-72HL4-BDVP	52
Πίνακας 11 Στοιχεία Μοντέλου Tiger Pro JKM540M-72HL4-(V)	53
Πίνακας 12 Αποτελέσματα E3	55
Πίνακας 13 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού μοντέλου	64
Πίνακας 14 Αποτελέσματα T1 σταθερά πλαίσια	75
Πίνακας 15 Ποσοστιαίες αποδόσεις ανά μετατροπέα.....	75
Πίνακας 16 Αποτελέσματα T2 σε κινητά πλαίσια	77
Πίνακας 17 Πίνακας δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)	82
Πίνακας 18 Δεδομένα για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)	83
Πίνακας 19 Δεδομένα για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)	84
Πίνακας 20 Δεδομένα αξίας ηλεκτρικού ρεύματος (πηγή: ΔΕΔΔΗΕ).....	84

Πίνακας διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Ηλιακή ακτινοβολία	22
Διάγραμμα 2 Ποσότητα βροχοπτώσεων	22
Διάγραμμα 3 Προσομοίωση ηλιακού δυναμικού στη περιοχή μελέτης κατά την χειμερινή περίοδο	23
Διάγραμμα 4 Προσομοίωση ηλιακού δυναμικού στη περιοχή μελέτης κατά τη καλοκαιρινή περίοδο	24
Διάγραμμα 5 Ηλιακό δυναμικό (καλοκαίρι)	25
Διάγραμμα 6 Ηλιακό δυναμικό (χειμώνα)	25
Διάγραμμα 7 Ποσότητα ενέργειας ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους	51
Διάγραμμα 8 Ποσό ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντια και με κλίση επιφάνεια.....	52
Διάγραμμα 9 Καταγραφή θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και του πλαισίου	54
Διάγραμμα 10 Απόδοση του μετατροπέα στο χρόνο	54

Διάγραμμα 11 Πτώση απόδοσης του συστήματος κατά τη διάρκεια 25 ετών	55
Διάγραμμα 12 Καμπύλες καταγραφής μέγιστου ηλιακού ύψους και ποσότητα ενέργειας στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο καλοκαιρινή περίοδο.....	56
Διάγραμμα 13 Καμπύλες καταγραφής μέγιστου ηλιακού ύψους και ποσότητα ενέργειας στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο χειμερινή περίοδο.....	56
Διάγραμμα 14 Ηλιακή ακτινοβολία	59
Διάγραμμα 15 Γραφιστική απεικόνιση σύνδεσης καλωδιώσεων.....	72
Διάγραμμα 16 Μονογραμμικό Διάγραμμα.....	73
Διάγραμμα 17 Ποσότητα ενέργειας ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους	74
Διάγραμμα 18 Ακτινοβολία στην περιοχή της μονάδας.....	76
Διάγραμμα 19 Καταγραφή θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και του πλαισίου.	76
Διάγραμμα 20 Ποσότητα ενέργειας ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους.....	77
Διάγραμμα 21 Προτάσεις παραγωγής ενέργειας ανά λύση προτεινόμενου συστήματος.....	79
Διάγραμμα 22 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 1 (με τραπεζικά κεφάλαια)	85
Διάγραμμα 23 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)	86
Διάγραμμα 24 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 3 (με ίδια κεφάλαια).....	86
Διάγραμμα 25 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 4 (με ίδια κεφάλαια).....	87
Διάγραμμα 26 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 5 (με τραπεζικά κεφάλαια)	88
Διάγραμμα 27 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 6 (με τραπεζικά κεφάλαια)	88
Διάγραμμα 28 Ραβδόγραμμα δεδομένων (IRR) για τα οικονομικά σενάρια	89
Διάγραμμα 29 Ραβδόγραμμα δεδομένων (PW) για τα οικονομικά σενάρια	90

Πρόλογος

Η αλλαγή του κλίματος καθιστά σαφές πως οι βιομηχανίες σήμερα δεν ικανοποιούν τις προϋποθέσεις για οικολογική ενσωμάτωση και συνεργασία με το περιβάλλον του πλανήτη, με τη πάροδο του χρόνου και με τα περιβαλλοντικά προβλήματα να αναφύονται συνεχώς, αποτελεί ανάγκη η αλλαγή του σχεδιασμού της διαχείρισης και της αντιμετώπισής του παραγωγικού και οικονομικού μοντέλου μέσα σε ένα ξεκάθαρο πλαίσιο που λειτουργεί ρυθμίζοντας τα όρια που εξασφαλίζουν την άνεση, τη λειτουργικότητα, και το κατάλληλο επενδυτικό εύρος με σκοπό το περιορισμό της ενεργειακής σπατάλης και τη βέλτιστη διαχείριση των πόρων του οικοσυστήματος για ένα βιώσιμο μέλλον.

Η ανάγκη για ενέργεια αυξάνεται ολοένα και περισσότερο στο πλανήτη συμπαρασύροντας τεράστια ποσά ενέργειας, σύμφωνα με το διεθνή οργανισμό ενέργειας (IEA) η συνολική τελική κατανάλωση (Total Final Consumption) έχει διπλασιαστεί (2,25 φορές) από το 1971 έως το 2016 αγγίζοντας τα 9.555 Mtoe ή 400.048.740 TJ, ενώ η πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση το 2017 άγγιξε τα 13.555,2 Mtoe ή 567.529.114 TJ¹. Παράλληλα η πανδημία του COVID 19 φρέναρε την ανοδική πορεία των ενεργειακών τιμών ενώ σύμφωνα με διεθνείς μελέτες τα όρια παραγωγής και κατανάλωσης θα επανέλθουν σε ανοδικές τιμές στο τέλος του 2023 βάζοντας πάλι τη κατανάλωση και παραγωγή σε οριακά συστήματα διαχείρισης.

¹ International Energy Outlook, (IEO2019).

Η Αμερικανική Υπηρεσία Ενεργειακών Πληροφοριών ,συλλέγει, αναλύει και διαδίδει ανεξάρτητες και αμερόληπτες ενεργειακές πληροφορίες για την προώθηση ορθής χάραξης πολιτικής, αποτελεσματικών αγορών και κατανόησης του κοινού από την ενέργεια και την αλληλεπίδρασή της με την οικονομία και το περιβάλλον.

1 Κεφάλαιο

1.1 Εισαγωγή

Διανύοντας μια εποχή παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης, η ανάγκη για εναλλακτικές ενεργειακές προσεγγίσεις αποτελεί μείζων ζήτημα. Οι εφαρμογές διαφορετικών και βιώσιμων μορφών ενέργειας για την Ελλάδα, αλλά και την Ευρωπαϊκή Ένωση γενικότερα, είναι θεμελιώδους σημασίας. Παρ' όλα αυτά ο σχεδιασμός ενεργειακών αγορών, που συνδέεται άμεσα με τις οικονομικές τάσεις, την διαρκή εξέλιξη της τεχνολογίας, τα δημογραφικά δεδομένα καθώς και τη διαθεσιμότητα ενεργειακών πόρων, είναι συνεχώς μεταβαλλόμενος. Η ενεργειακή κρίση που διανύουμε επηρεάζεται φυσικά και από την πρόσφατη πανδημία. Πολλές εταιρίες ενέργειας μείωσαν την παραγωγή τους κατά τη διάρκεια του έτους 2020, γεγονός που οδήγησε τόσο σε αποθηκευτικά προβλήματα όσο και σε προβλήματα συντήρησης.

1.2 Ενέργεια

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Ενεργειακές Προοπτικές, που στόχο έχουν την ανάλυση της μακροπρόθεσμης ενεργειακής αγοράς μέχρι το έτος 2050, έχει στοχοποιηθεί η μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, επιφέροντας μία οικονομία κλιματικής ουδετερότητας. Σε όλη τη μεταβαλλόμενη ενεργειακή κρίση, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί για τη μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί όχι μόνο μία ανανεώσιμη πηγή, αλλά και μία οικονομικά ανταγωνιστική λύση, ιδιαίτερα όταν αναφερόμαστε στα Ελληνικά δεδομένα. Η Ευρωπαϊκή ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας, είναι ήδη καλπάζουσα. Η παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη από τη χρήση φωτοβολταϊκών αυξήθηκε κατά 10% μέσα στο έτος 2021, σε σχέση με το 2018. Επτά Ευρωπαϊκές χώρες, ανάμεσα τους η Ολλανδία Γερμανία, η Ισπανία, η Ελλάδα και η Ιταλία, παρήγαγαν πάνω από 10% της ενέργειας κατανάλωσης τους από φωτοβολταϊκά μεταξύ των μηνών Ιούνη- Ιούλη του 2021.

Φυσικά στην Ελλάδα, λόγω του υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, οι πιθανότητες ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τεράστιες. Λόγω των κλιματικών συνθηκών και της γεωγραφικής της θέσης, η Ελλάδα έχει άφθονη διαθεσιμότητα της ανανεώσιμης ηλιακής ενέργειας.

Σύμφωνα με τον Σύνδεσμο Εταιριών Φωτοβολταϊκών (HELAPSO), η Ελλάδα παρήγαγε 913 MW (Megawatt) ενεργειακής ισχύς φωτοβολταϊκών κατά τη διάρκεια του 2020. Όπως αναφέρεται στον «SolarPower Europe Προοπτικές της αγοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ηλιακή ενέργεια 2020-2024», η Ελλάδα στοχεύει στην εγκατάσταση 7,66 GW (Gigawatt)

χωρητικότητας ηλιακής ισχύος μέχρι το έτος 2030, όπως τονίζεται και στο Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος.

Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι κτηριακές καταναλώσεις ενέργειας αντιστοιχούν στο 40% του συνόλου, αντιλαμβανόμαστε την απαίτηση για βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Σύμφωνα με την Οδηγία 2018/2002/ ΕΕ του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα για τα έτη 2021-2030, η ενεργειακή εξοικονόμηση θα αγγίξει το 0,8% σε σχέση με την περίοδο 2016-2018. Μάλιστα, για την έκδοση κάθε οικοδομικής άδειας, από το 2020, είναι υποχρεωτική και η μελέτη ενεργειακής απόδοσης, για την διασφάλιση της λιγότερο δυνατής ενεργειακής κατανάλωσης.

2 Κεφάλαιο - Ενεργειακός συμψηφισμός

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ενεργειακά συστήματα και η εφαρμογή αυτών πάνω σε κτίρια με στόχο την ενεργειακή εξοικονόμηση. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στα ενεργητικά συστήματα, που θα εφαρμοστούν στο υπό μελέτη κτίριο, πραγματοποιούνται μελέτες (π.χ. φωτοβολταϊκών, ηλιασμού, σκιασμού, προσομοιώσεων, χωροθέτησης, κλιματικών δεδομένων κ.α.). Καταλήγοντας θα αναφέρουμε τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση τους.

2.1 Ενεργειακά συστήματα φωτοβολταϊκών στο κέλυφος του κτιρίου

Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν μία βιομηχανική επανάσταση διότι συνδυάζουν την ανάπτυξη της αιχμής της τεχνολογίας και τη φιλική χρήση προς το περιβάλλον. Η χρήση τέτοιων συστημάτων χαίρει ευρείας αποδοχής στην εφαρμογή τους στα κτίρια, στο δρόμο προς την αυτονόμηση τους [18], [25]. Η ενσωμάτωση στο κέλυφος και η δυνατότητα προσαρμογής τους ακόμα και σε πολύπλοκες αρχιτεκτονικές συνθέσεις (thin film) αποτελούν ισχυρό κίνητρο για τη γρήγορη επέκταση και εφαρμογή τους.

Τα βασικά πλεονεκτήματα που κάνουν ελκυστική αυτή τη τεχνολογία είναι :

- Το κόστος της παραγομένης ενέργειας εξαρτάται μόνο από το κόστος της αρχικής επένδυσης ενώ το λειτουργικό κόστος καθώς και η συντήρηση είναι σχεδόν μηδαμινά.
- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα σχεδιάζονται συνήθως με γνώμονα τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στο τόπο που χρησιμοποιείται.
- Μηδενική ρύπανση.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής 20 – 25 έτη.
- Αθόρυβη λειτουργία.
- Επέκταση του συστήματος.
- Πολλές εφαρμογές ενσωμάτωσης σε κτίρια. [1]

2.2 Εισαγωγή τεχνολογίας νέων συστημάτων ενέργειας

Τα κτίρια σήμερα έχουν στόχο τη μηδενική κατανάλωση ενέργειας, με τη βοήθεια νέων τεχνολογιών στο τομέα των ενεργητικών συστημάτων. Τα συστήματα που ενσωματώνονται είναι κυρίως φωτοβολταϊκά νέας γενιάς, οι οποίες αγγίζουν τις αποδόσεις της τάξεως του 25%, γεωθερμικές εγκαταστάσεις, ηλιακά συστήματα ZNX, αντλίες θερμότητας, μικρά αιολικά συστήματα κλπ. Η χρήση τους αποσκοπεί στην ενίσχυση του συστήματος, μέσω της

διασύνδεση τους στο δίκτυο, ισορροπώντας το ισοζύγιο ενέργειας σε κατοικίες και μικρομεσαίες βιομηχανικές εγκαταστάσεις .

Ο συνδυασμός ενεργητικών αλλά και παθητικών συστημάτων αποτελεί το ιδανικό μοντέλο συνεργασίας και στρατηγικής για το σχεδιασμό και τη δημιουργία χώρων με περιβαλλοντική ταυτότητα. Τα ενεργητικά συστήματα αποτελούν ένα βασικό παράγοντα ενίσχυσης του σχεδιασμού, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που οι κλιματικές συνθήκες δημιουργούν ένα κατάλληλο περιβάλλον εφαρμογής. [2][3]

2.3 Κίνητρα και εφαρμογή συστημάτων ενέργειας (net metering)

Σημαντικό κίνητρο για την εκκίνηση, αλλά και για την επίσπευση νέων τεχνολογιών ενέργειας αποτέλεσε η αναγνώριση του διεθνούς προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Ακόμα ένα κίνητρο αποτέλεσε η πολιτική απόφαση για τη σταδιακή απεξάρτηση των χωρών από τα ορυκτά καύσιμα. [4][5]

Υπό τις παρούσες συνθήκες, μπορεί να επισημανθεί ότι η ενέργεια είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που πρέπει να τεθεί υπό συζήτηση υπό το πρίσμα της αειφόρου ανάπτυξης. [6] Οι μεγαλύτερες ενδείξεις περιβαλλοντικών προβλημάτων οφείλονται σε ένα συνδυασμό πολλών παραγόντων· ο αντίκτυπος της ανθρωπογενούς δραστηριότητας, της τεράστιας αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού, της ενεργειακής κατανάλωσης, της βιομηχανικής δραστηριότητας, καθώς και της αλόγιστης και ασυλλόγιστης εκμετάλλευσης του φυσικού πλούτου κ.λπ.

Μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής, δημιουργήθηκε ο χώρος για τη ψήφιση αποφάσεων και οδηγιών, οι οποίες ενσωματώθηκαν σε δεύτερο βαθμό στην εθνική νομοθεσία των κρατών μελών. Ενδεικτικά, αναφέρονται οδηγίες που πλαισιώνουν το ρυθμιστικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και τη νομοθεσία της Ελλάδας, των οποίων πολιτική είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση εκπομπών αερίων, η εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων και η παροχή ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων.

2.4 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Παρακάτω παραθέτετε λίστα με τις βασικότερες Οδηγίες, που θεωρούμε ότι θα πρέπει να αναφερθούμε αναφορικά στην παρούσα πτυχιακή εργασία.

- **Οδηγία 92/75/ EOK (13-10-1992)**

Οδηγία με σκοπό την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας.

- **Οδηγία 93/76/ EOK (13-09-1993)**

Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

- **Οδηγία 2001/77/ ΕΚ (27-09-2001)**
Προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές
- **Οδηγία 2002/91/ ΕΚ (16-12-2002)**
Οδηγία που αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων
- **Οδηγία 2003/30/ ΕΚ (08-05-2003)**
Προώθηση χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές
- **Οδηγία 2004/8/ ΕΚ (11-02-2004)**
Προώθηση στη συμπαραγωγή ενέργειας
- **Οδηγία 2009/28/ ΕΚ (23-04-2009)**
Χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές
- **Οδηγία 2010/30/ ΕΚ (19-05-2010)**
Ένδειξη ενέργειας κατανάλωσης και λοιπών πόρων
- **Οδηγία 2010/31/ ΕΚ (19-05-2010)**
Ενεργειακή απόδοση κτιρίων **αναθεώρηση**
- **Οδηγία 2012/27/ ΕΚ (25-10-2012)**
Ενεργειακή απόδοση κτιρίων τροποποίηση 2010/31/ ΕΚ [7]

2.5 Ελληνική νομοθεσία

Παρακάτω παραθέτετε λίστα με τους βασικότερους νόμους που έχουν τεθεί σε λειτουργία στην Ελληνική επικράτεια και θεωρούμε ότι αξίζει να αναφερθούμε αναφορικά στην παρούσα πτυχιακή εργασία.

- **Ν.40/75 (ΦΕΚ90/Α/1975)**
Νόμος για τη λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας
- **Π.Δ. 106/04-07-79 (ΦΕΚ 362/΄Δ/04-07-1979)**
Κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων
- **Ν. 1512/1985 (ΦΕΚ 4/Α/1985)**
Κίνητρα για την εξοικονόμηση ενέργειας και κατανομή δαπανών κεντρικής θέρμανσης κτιρίων
- **Κ.Υ.Α. 54678/1986 (ΦΕΚ 938/Β/1986)**
Επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης
- **1996 Σχέδιο Δράσης <<Ενέργεια 2001>>**
Προώθηση τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας και χρήση ανανεώσιμων πηγών

- **K.Y.A. 21475/4707/1998 (ΦΕΚ 880/B/19-08-1998)**

Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με το καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων

- **K.Y.A. Δ6/B οικ. 11038/1999 (ΦΕΚ 1526/B/27-07-1999)**

Κανονισμός ενεργειακών επιθεωρήσεων

- **N. 3017/30-05-2002 (ΦΕΚ 117 /Α/30-05-2002)**

Επικύρωση του πρωτοκόλλου του Κιότο

- **N. 3175/28-08-2003 (ΦΕΚ 207 /Α/29-08-2003)**

Αξιοποίηση γεωθερμικού δυναμικού και τηλεθέρμανσης

- **N. 3468/27-06-2006 (ΦΕΚ 129 /Α/27-06-2006)**

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης

- **N. 3661/19-05-2008 (ΦΕΚ 89 /Α/19-05-2008)**

Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις

- **K.Y.A. Δ6/B/ 14826/2008 (ΦΕΚ 1122/B/17-06-2008)**

Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα

- **K.Y.A. 12323/ΓΓ175/2009 (ΦΕΚ 1079/B/04-06-2009)**

Ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων

- **K.Y.A. Δ6/B οικ. 5825/2010 (ΦΕΚ 407/B/09-04-2010)**

Εφαρμογή του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)

Το σημαντικό κτιριακό απόθεμα στην επικράτεια κάθε κράτους μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οδήγησε στην εκμετάλλευσης του κάθε κτιρίου και της επιφάνειας του με στόχο την ενίσχυση του ενεργειακού του προφίλ. Σύμφωνα με μελέτες, [8] το σύνολο των επιφανειών, αλλά και η συνεισφορά του κάθε κτιρίου στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας, αποτελεί μια τεράστια δεξαμενή ενέργειας, καθώς και δυναμικό έξυπνης εκμετάλλευσης απέναντι στις ενεργειακές προκλήσεις στο άμεσο μέλλον.

Στη κρίσιμη ενεργειακή σελίδα της χώρας προς την αλλαγή και την εδραίωση πολιτικών με στόχο την αιεφόρο ανάπτυξη, το κράτος παραμένει αρωγός μέσα από προγράμματα ενίσχυσης και χρηματοδότησης. Πολλά από τα προγράμματα αποτελούν κορμό αρωγής μέσω των Ευρωπαϊκών κονδυλίων, αλλά και εθνικές χρηματοδοτικές στρατηγικές.

Ενδεικτικά αναφέρεται ένα από τα πιο σημαντικά προγράμματα για το έτος 2021 (αναφορικά: Εργαλειοθήκη Ανταγωνιστικότητας Μικρών και πολύ μικρών επιχειρήσεων) και αφορά τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις στην ελληνική επικράτεια, όπως αυτή της περίπτωσης μελέτης της εργασίας. Τα επενδυτικά σχέδια αφορούσαν σχέδια υλοποίησης από 20.000 έως και 200.000 € με επιδότηση που κυμαινόταν από 50% έως 65% και με διαθέσιμα κεφάλαια 500.000.000 €. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αποτελούσε η επιδότηση, η οποία για πρώτη φορά αφορούσε όλο το σύστημα φωτοβολταϊκών, καθώς επίσης και όλα τα συστήματα εξοικονόμησης που θα ενσωματωθούν στο υπάρχον κτίριο. (III. Προμήθεια και εγκατάσταση εξοπλισμού για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης - εξοικονόμηση ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος).

Επίσης ιδιαίτερα στοχευμένος φαίνεται να είναι και ο νέος αναπτυξιακός που βρίσκεται σε διαβούλευση (ΜΕΡΟΣ Α' ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ – ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ – ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ (άρθρα 1-28) και δίνει προτεραιότητα στη πράσινη ανάπτυξη με ποσοστό επιδότησης της τάξης του 75% (έτος αναφοράς 2022). Σκοπός του είναι η προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας με τη χορήγηση κινήτρων σε συγκεκριμένες δραστηριότητες και κλάδους, προκειμένου να επιτευχθούν ο ψηφιακός και τεχνολογικός μετασχηματισμός των επιχειρήσεων, η πράσινη μετάβαση και η περιβαλλοντική αναβάθμιση επιχειρήσεων.

Η ενεργειακή πολιτική στην Ελλάδα προωθεί οδηγίες και νόμους, με σκοπό την ενίσχυση των επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το αντικείμενο μελέτης ενσωματωμένων φωτοβολταϊκών πλαισίων βρίσκει ώριμη τη πολιτική χρησιμοποίησης συστημάτων ενέργειας σε όλες τις κατηγορίες κτιρίων. Ενδεικτικά αναφέρονται σημαντικές αποφάσεις που αφορούν τις εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

- Νομοθεσία και οδηγίες φωτοβολταϊκών συστημάτων:
 - Ν.3468/2006,

“Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις”, ΦΕΚ 129Α/29-6-2006

- ΚΥΑ 12323/2009,

“Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων”, ΦΕΚ 1079Β’/4-6-2009

- Ν.3851/2010,

“Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής”, ΦΕΚ 85Α/4-6-2010

- ΥΑ 40158/2010,

“Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές”, ΦΕΚ 1556Β/22-9-2010

- ΥΑΠΕ/Φ1/1289/9012,

«Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδιαίτερα σε δώματα και στέγες κτιρίων», ΦΕΚ 1103Β’/02-05-2013

- ΥΑ Αριθμ. ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ. 24461,

“Εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας κατ’ εφαρμογή του άρθρου 14Α του Ν. 3468/2006”, ΦΕΚ 3583Β/31-12-2014

- ΥΑ 175067/2017

«Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών από αυτοπαραγωγούς με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού ή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού», ΦΕΚ 1547Β’, 5.5.2017

- Αριθμ. ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382,

ΦΕΚ 759Β’, 05.03.2019, «Εγκατάσταση σταθμών παραγωγής από αυτοπαραγωγούς με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού ή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού σύμφωνα με το άρθρο 14Α του ν. 3468/2006, όπως ισχύει, και από Ενεργειακές Κοινότητες με εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού σύμφωνα με το άρθρο 11 του ν. 4513/2018.»

- ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/74999/3024,

ΦΕΚ3971Β/30-8-2021. Τροποποίηση της υπό στοιχεία ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382/19.02.2019 υπουργικής απόφασης «Εγκατάσταση σταθμών παραγωγής από αυτοπαραγωγούς με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού ή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού σύμφωνα με το άρθρο 14Α του ν. 3468/2006, όπως ισχύει, και από

Ενεργειακές Κοινότητες με εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού σύμφωνα με το άρθρο 11 του ν. 4513/2018» (Β' 759).

Παρατηρώντας τα βήματα προσαρμογής ενός εκσυγχρονιστικού μοντέλου αειφόρου ανάπτυξης, γίνεται κατανοητό η αναγκαιότητα της εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το πόσο μεγάλη επιρροή θα ασκήσουν στο προσεχές μέλλον. Αναφέροντας τα τελευταία σημαντικά νομοθετικά βήματα, παρατηρείται πως η στοχευμένη εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκει πρόσφορο έδαφος και αναπτύσσεται διαρκώς. Η πολιτικές του ενεργειακού συμψηφισμού (net metering), καθώς και του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering), στην παρούσα φάση αποτελεί μέρος ενσωμάτωσης στα πλαίσια της μελέτης που διεξάγεται. Κύρια στόχευση του ενεργειακού συμψηφισμού αποτελεί η διερεύνηση παραγόντων και μοντέλων που οδηγούν σε ασφαλή επιστημονικά συμπεράσματα.

2.6 Ανάλυση περιοχής Περιπτώσιολογικής Μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο Νότιο τμήμα της Κρήτης, στο Δήμο Αρχανών Αστερουσίων. Το αγροτεμάχιο αποτελεί ιδιόκτητο περιουσιακό στοιχείο μέσα στο οποίο σχεδιάζονται εγκαταστάσεις παραγωγής και επεξεργασίας. Η ιδιοκτησία βρίσκεται εκτός των ορίων του οικισμού, με Νότιο – Νοτιοδυτικό προσανατολισμό και με ελάχιστη βλάστηση σε όμορα οικόπεδα, τα οποία χρησιμοποιούνται για μονοετής καλλιέργειες. Το αγροτεμάχιο διαθέτει δρόμο, σύμφωνα με το τοπογραφικό και το συμβόλαιο του ιδιοκτήτη, ενώ ταυτόχρονα βρίσκεται σε θέση ικανή να ηλεκτροδοτηθεί από το δίκτυο με δυνατότητα χρήσης του συστήματος ενεργειακού και εικονικού συμψηφισμού.

- Κλιματικές συνθήκες περιοχής μελέτης

Η διερεύνηση των κλιματικών συνθηκών της περιοχής αποσκοπεί στην ανάγνωση των στοιχείων, όπως στη συμπεριφορά των τεχνολογιών που θα χρησιμοποιηθούν, αλλά και στη προσομοίωση του ενεργειακού μοντέλου σε πρώτη φάση. Τα καιρικά φαινόμενα σε επίπεδο μικρο-κλίματος, αλλά και στον ευρύτερο χώρο της περιοχής, επιδρούν και ενισχύουν ή μειώνουν την απόδοση των συστημάτων ενέργειας.



Εικόνα 1 Διάγραμμα κάλυψης

Η φωτογραφία είναι απόσπασμα από το Διάγραμμα κάλυψης του αγροτεμάχιου που εφαρμόζεται η μελέτη (**Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**).

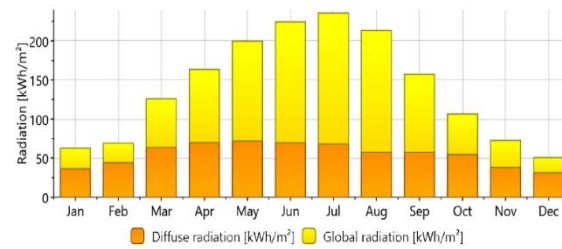
Το κλίμα της περιοχή μελέτης, χαρακτηρίζεται ως τυπικό μεσογειακό εύκρατο με ήπιους χειμώνες και ήπια καλοκαίρια. Κατά τη καλοκαιρινή περίοδο υπάρχει έντονη υγρασία, ιδιαίτερα στους πρόποδες ορεινών όγκων.

Στα νότια παράλια των Αστερουσίων, οι χαμηλές θερμοκρασίες έχουν πολύ μικρή διάρκεια με αποτέλεσμα ο χειμώνας να είναι σχεδόν άγνωστος.

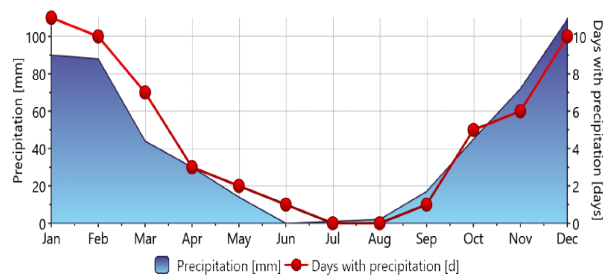
Οι βροχοπτώσεις είναι μέτριες, εκτός εξαιρέσεων, και χρονικά τοποθετημένες μεταξύ Νοεμβρίου και Μαρτίου. Οι χαμηλές σε διάρκεια βροχοπτώσεις δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη ενός επαρκούς υδρογραφικού δικτύου.

Ακολουθούν τα διαγράμματα για την ηλιακή ακτινοβολία (Διάγραμμα 1 Ηλιακή ακτινοβολία Διάγραμμα 1), την ποσότητα βροχοπτώσεων (Διάγραμμα 2) και η κατεύθυνση και

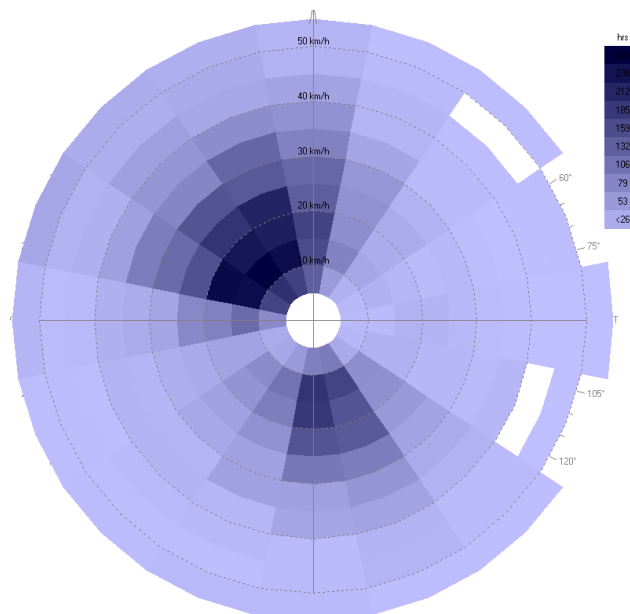
ένταση του ανέμου (Εικόνα 2) στην περιοχή μελέτης, που προκύπτουν από το λογισμικό PV SOLAR.



Διάγραμμα 1 Ηλιακή ακτινοβολία



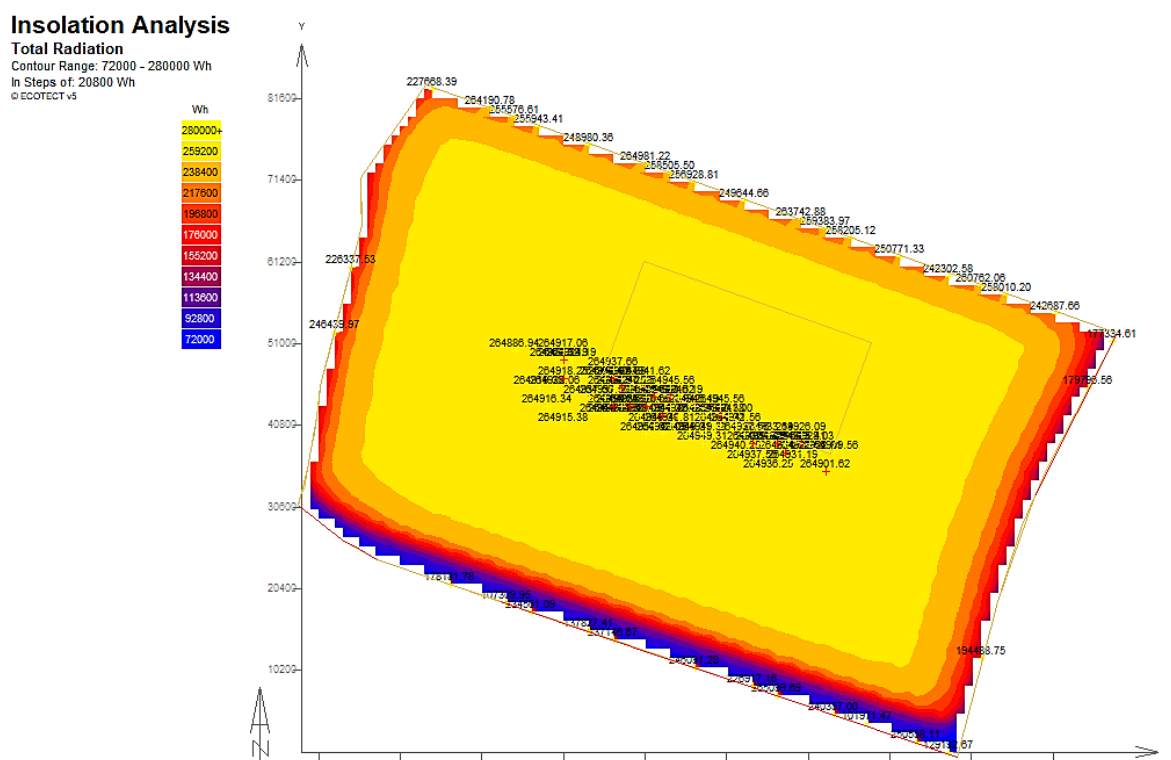
Διάγραμμα 2 Ποσότητα βροχοπτώσεων



Εικόνα 2 Κατεύθυνση και ένταση ανέμου

2.6.1 Ηλιακό δυναμικό ενέργειας στο χώρο μελέτης

Βασικό στοιχείο ανάγνωσης, για την εγκατάσταση συστημάτων ενέργειας και παραγωγής, αποτελεί η κίνηση του ήλιου στο σημείο αναφοράς καθώς επίσης και το ποσό ενέργειας που προκύπτει. Σημαντική εικόνα στο σύνολο της διαχείρισης, αποτελεί το κομμάτι της προσομοίωσης, που αναδεικνύει το ποσοστό και τη περιοχή καταλληλότητας των συστημάτων παραγωγής ενέργειας όπως οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες.



Διάγραμμα 3 Προσομοίωση ηλιακού δυναμικού στη περιοχή μελέτης κατά την χειμερινή περίοδο

Προϋπόθεση για τη σωστή ανάλυση του χώρου αποτελεί η εποχιακή επεξεργασία των δεδομένων ηλιακής πρόσπτωσης επάνω στη περιοχή μελέτης. Ειδικά ο χειμώνας και το καλοκαίρι αποτελούν δείκτες που αναδεικνύουν τα μέγιστα και τα ελάχιστα οφέλη ηλιακής ενέργειας στο σημείο αναφοράς. [9]

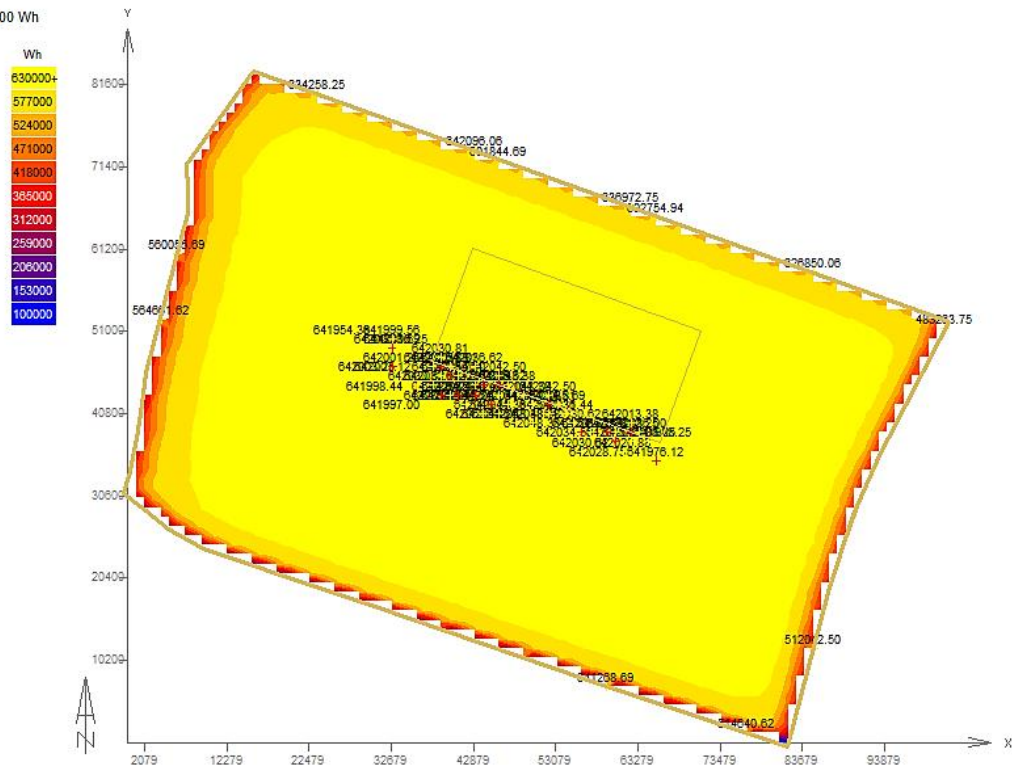
Insolation Analysis

Total Radiation

Contour Range: 100000 - 630000 Wh

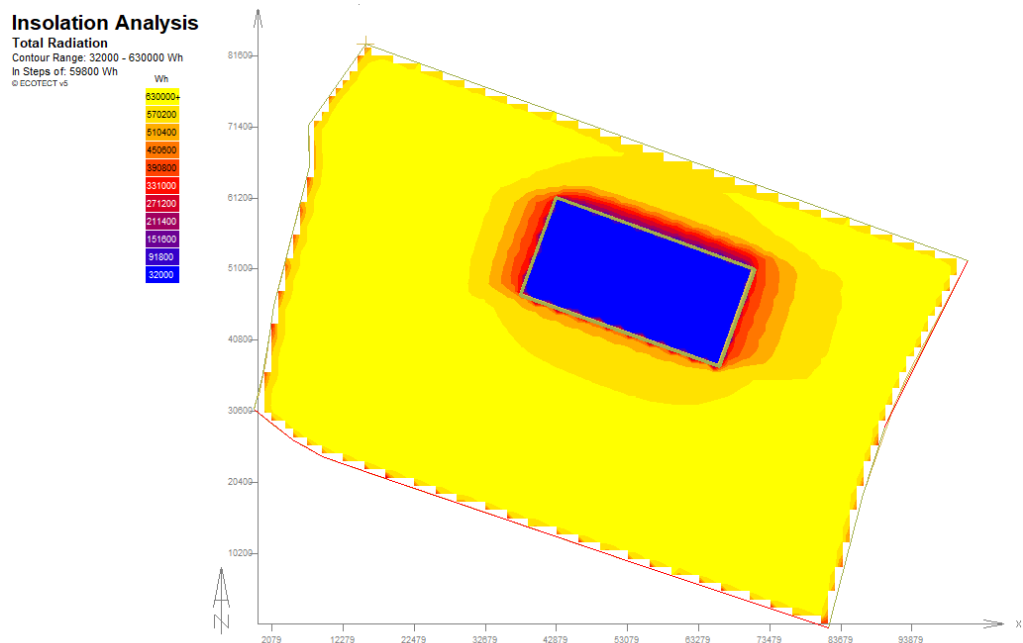
In Steps of: 53000 Wh

© ECOTECT v5

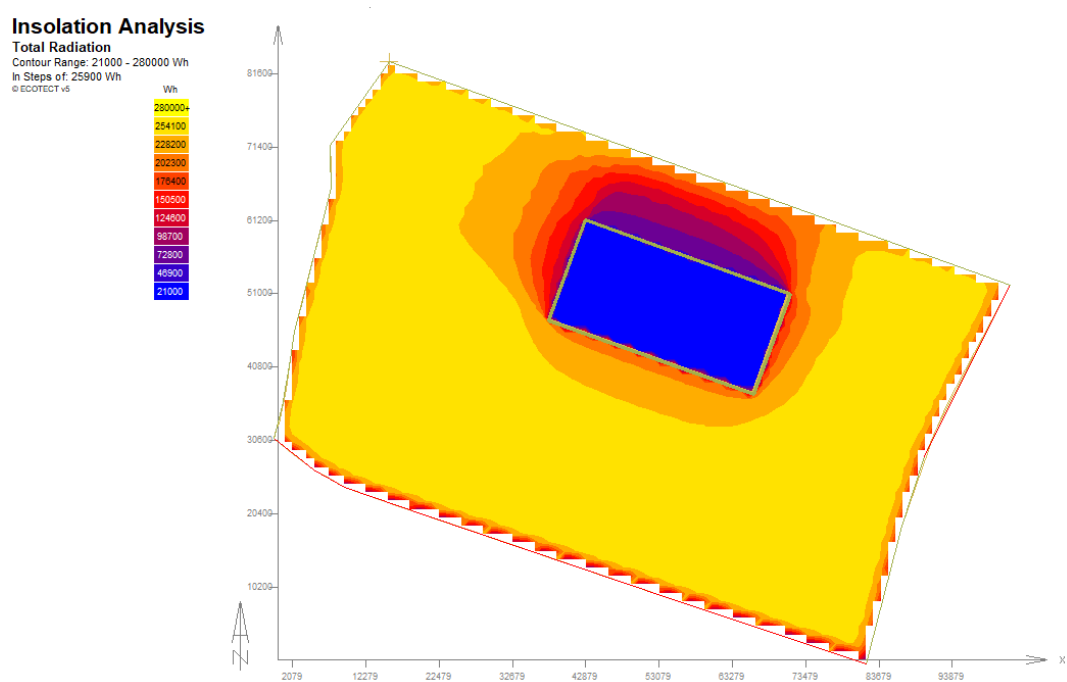


Διάγραμμα 4 Προσομοίωση ηλιακού δυναμικού στη περιοχή μελέτης κατά τη καλοκαιρινή περίοδο

Σύμφωνα με τα μοντέλα προσομοίωσης και ελέγχου για την χειμερινή περίοδο (Διάγραμμα 3) και την καλοκαιρινή περίοδο (Διάγραμμα 4), γίνεται κατανοητό πως κατά τον έλεγχο του αγροτεμαχίου υπάρχουν μεγάλα ποσοστά ενέργειας και στις δυο περιόδους του έτους. Το χειμώνα υπάρχει μια μικρή μείωση και το καλοκαίρι μία απρόσκοπτη ακτινοβολία με μεγάλα ποσά ενεργειακού δυναμικού. Τα περιμετρικά εμπόδια (βλάστηση) δεν αποτελούν πρόβλημα στη περιοχή, αφού το αποτέλεσμα της ενεργειακής μελέτης δε παρουσιάζει σημεία ενεργειακής πτώσης στο εσωτερικό της ιδιοκτησίας. Τα αποτελέσματα των προσεγγίσεων στο χώρο μέσω της μοντελοποίησης επιτρέπουν την επεξεργασία κατασκευών με αντικείμενο την παραγωγή ενέργειας στα πλαίσια της εξοικονόμησης.



Διάγραμμα 5 Ηλιακό δυναμικό (καλοκαίρι)

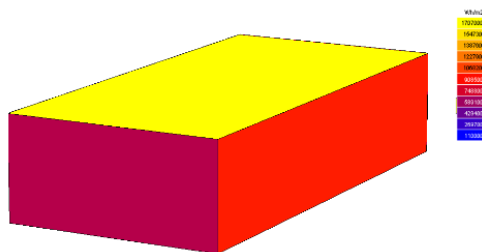


Διάγραμμα 6 Ηλιακό δυναμικό (χειμώνα)

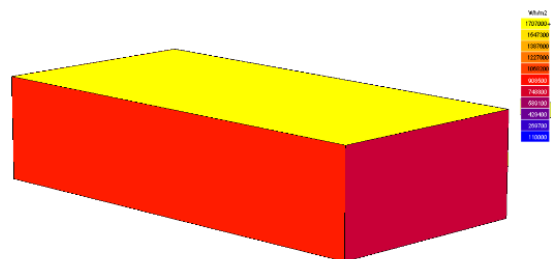
Η τοποθέτηση του κτιρίου στο χώρο διαφοροποιεί το ενεργειακό δυναμικό περιμετρικά της κατασκευής, έχοντας ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεταβλητές ροές ενέργειας σύμφωνα

με το προσανατολισμό του κτιρίου και τα επίπεδα σκίασης στο χώρο (Διάγραμμα 5, Διάγραμμα 6).

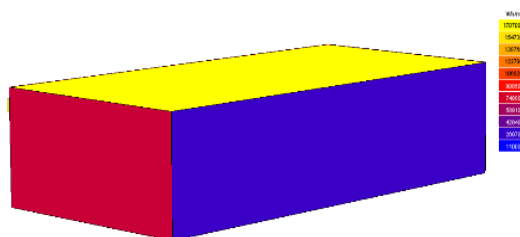
Στις ακόλουθες εικόνες φαίνεται το μοντέλο του κτηρίου στο PV SOLAR και η προσομοίωση της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε αυτό.



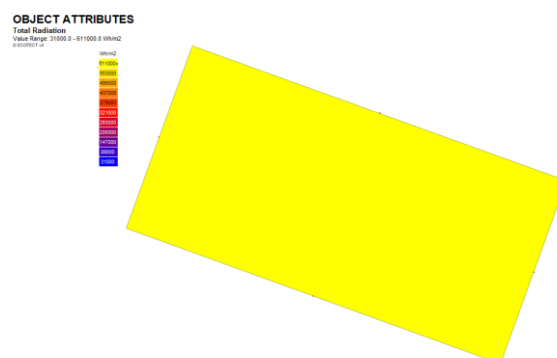
Εικόνα 3 Νοτιοδυτικά και δώμα



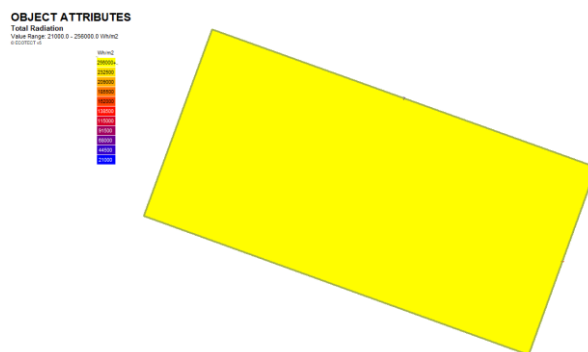
Εικόνα 4 Νοτιοανατολικά και δώμα



Εικόνα 5 Βορειοδυτικά και δώμα.



Εικόνα 6 Ηλιακό δυν/ικό στο δώμα χειμώνα



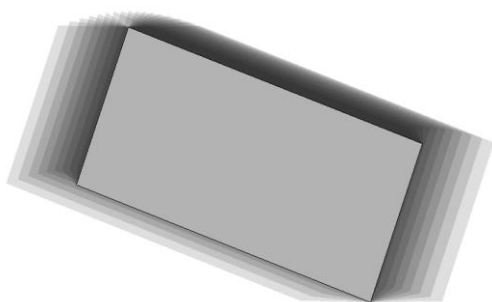
Εικόνα 7 Ηλιακό δυν/ικό στο δώμα καλοκαίρι

Η τοποθέτηση του κτιρίου γίνεται ώστε να παρατηρείται η προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια στις επιφάνειες της κατασκευής. Με την ανάλυση της προσπίπτουσας ενέργειας σε κάθε επιφάνεια προσεγγίζεται καλύτερα η καταλληλότητα τοποθέτησης φωτοβολταϊκών πλαισίων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που απεικονίζονται στις εικόνες Εικόνα 6 και Εικόνα 7 παρατηρείται πως το πιο μεγάλο ποσοστό προσπίπτει στο δώμα του κτιρίου τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Το επόμενο τμήμα που διαθέτει το μεγαλύτερο ποσοστό μετά το δώμα είναι η κάθετη επιφάνεια της Νότιας - Νοτιοδυτικής πλευράς (Εικόνα 3). Ακολουθούν η Δυτική και η Ανατολική πλευρά με τη Βόρεια να βρίσκεται στο χαμηλότερο επίπεδο ετήσιας ακτινοβολίας (Εικόνα 4, Εικόνα 5).

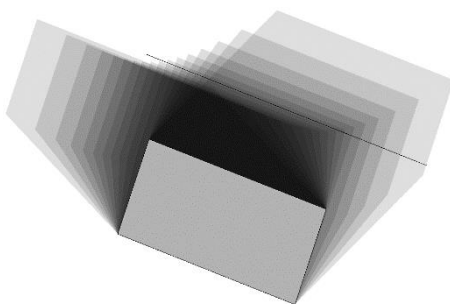
2.6.2 Μοντελοποίηση σκιασμού

Για τη δημιουργία καθαρού ηλιακού χώρου και δεδομένων υπάρχει η ανάγκη κατασκευής του διαγράμματος σκίασης. Η μοντελοποίηση της σκίασης πραγματοποιείται με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού με σκοπό την παράλληλη αποτύπωση του ενεργειακού δυναμικού. Ταυτόχρονα, η καταγραφή γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με έμφαση στους χειμερινούς μήνες, που η ηλιακή διαδρομή διαγράφει χαμηλή πορεία. Τα αποτελέσματα του κτιρίου αποτυπώνουν το ίχνος της κατασκευής στο περιβάλλοντα χώρο ενώ διαμορφώνουν αποτελεσματικά τις σκιάσεις που δημιουργούνται από τα αρχιτεκτονικά πετάσματα στη κατασκευή.

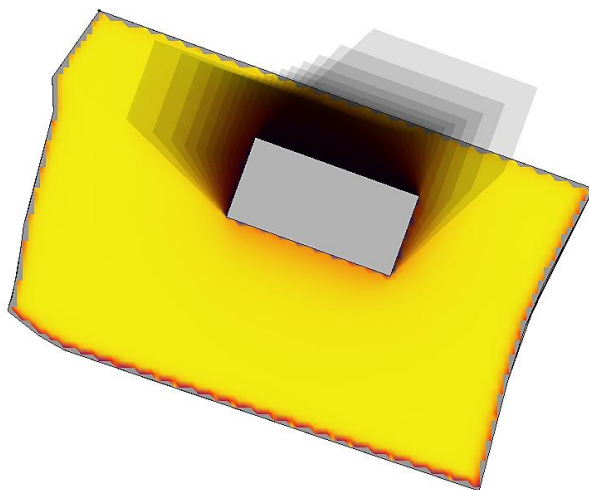
Στις εικόνες που ακολουθούν απεικονίζεται το μοντέλο του κτηρίου και οι σκιάσεις που δημιουργούνται από αυτό, την χειμερινή και τη καλοκαιρινή περίοδο. (Εικόνα 8, Εικόνα 9, Εικόνα 10, Εικόνα 11)



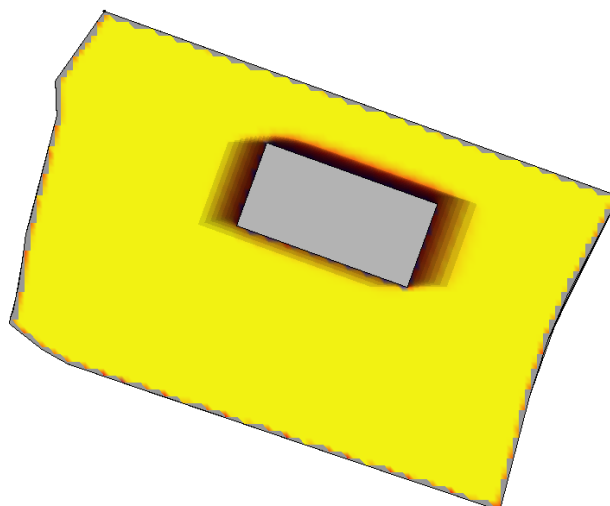
Εικόνα 8 Χειμερινή σκίαση



Εικόνα 9 Καλοκαιρινή σκίαση



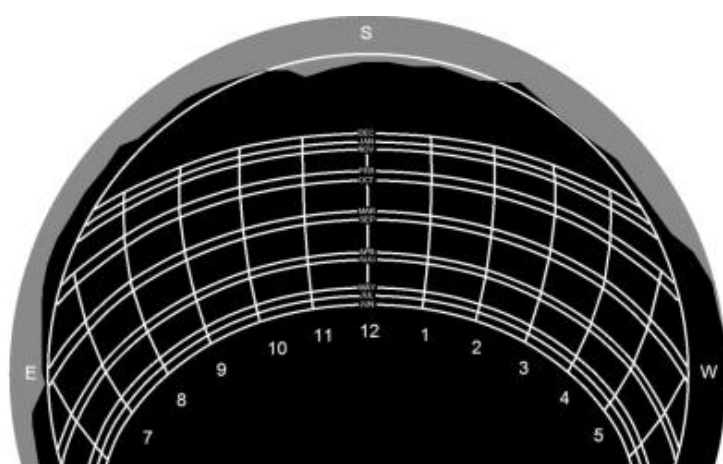
Εικόνα 10 Χειμερινή σκίαση και ηλιακό δυναμικό



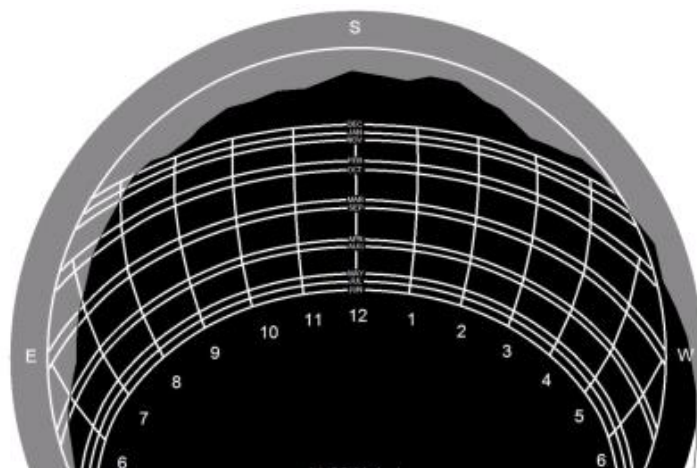
Εικόνα 11 Καλοκαιρινή σκίαση και ηλιακό δυναμικό

2.6.3 Μάσκες περιμετρικής σκίασης

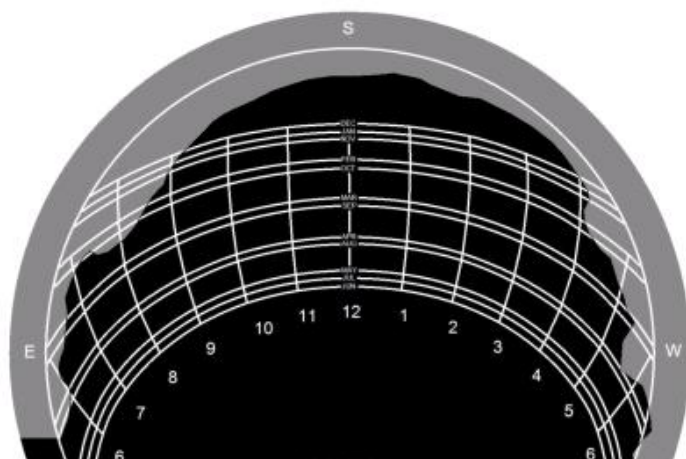
Η μοντελοποίηση της μάσκας σκίασης του κτιρίου δημιουργήθηκε με σκοπό την ετήσια ακρίβεια της ηλιακής πρόσπτωσης στο δώμα [10]. Παρατηρείται πως κατά την εφαρμογή της μελέτης διαπιστώθηκε η καθαρή επιφάνεια και η καταλληλότητα εφαρμογής φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Οι μάσκες ενημερώνουν, για την επίδραση φυσικών και κατασκευαστικών εμποδίων, που δημιουργούν ποσοστά σκίασης στο χώρο μελέτης κατά τη διάρκεια του έτους και κάθε ώρα του μήνα για το συγκεκριμένο Γεωγραφικό πλάτος και μήκος.



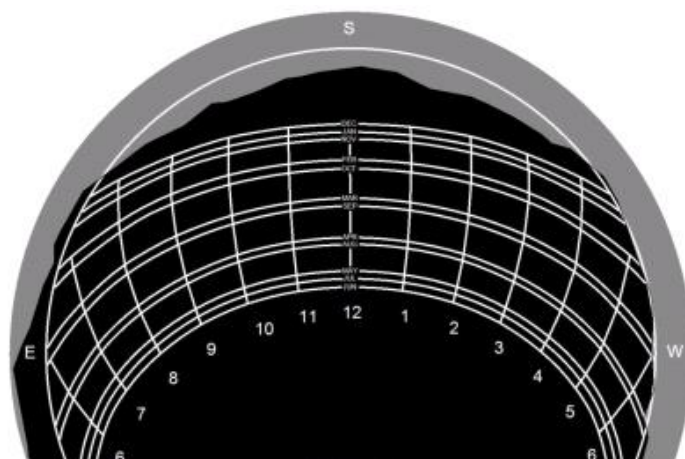
Εικόνα 12 Περιμετρική μάσκα σκίασης (α)



Εικόνα 13 Περιμετρική μάσκα σκίασης (β)



Εικόνα 14 Περιμετρική μάσκα σκίασης (γ)



Εικόνα 15 Περιμετρική μάσκα σκίασης (δ)

2.6.4 Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν ένα ενεργητικό σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας, αφού μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική με τη βοήθεια του φωτοηλεκτρικού φαινομένου (πηγή). Η ενέργεια αυτή φτάνει στη Γη μέσω του κενού με τη μορφή φωτονίων. Η ενέργεια ενός φωτονίου περιγράφεται από την εξής εξίσωση:

$$E = h * \nu$$

Όπου :

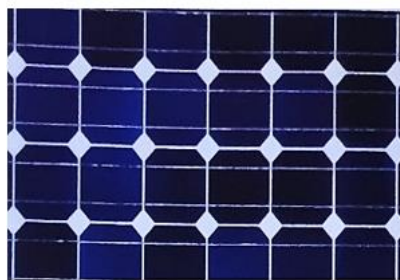
h: Η σταθερά του Planck με τιμή $6,626 * 10^{-34} \text{ joule} * \text{sec}$

ν : Η συχνότητα φωτονίου σε sec^{-1}

Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώματα ημιαγωγού υλικού, το οποίο συνήθως είναι του πυριτίου [11]. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση αυτών των δύο στρωμάτων παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα DC. Η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων εξαρτάται από το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους [12].

2.6.5 Διάκριση φωτοβολταϊκών συλλεκτών

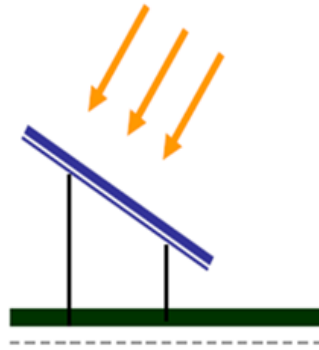
Οι πιο συνηθισμένοι τύποι φωτοβολταϊκών είναι τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου (Εικόνα 16) και τα άμορφα πολυκρυσταλλικά στοιχεία. Οι διαφορές τους έχουν να κάνουν τόσο ως προς τον τρόπο κατασκευής τους όσο και ως προς τα χαρακτηριστικά τους (χρώμα, ανακλαστικότητα, κλπ.).



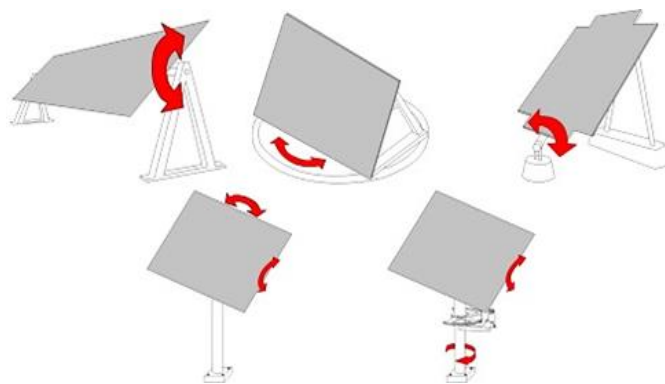
Εικόνα 16 Φ/Β πάνελ πυριτίου.

Ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται ένα σύστημα φωτοβολταϊκού για να δεσμεύσει την ηλιακή ενέργεια γίνεται :

- 1) Με ελεύθερη εγκατάσταση σε ανοικτό χώρο εξωτερικά (Εικόνα 17)
- 2) Με ενσωμάτωση του συστήματος επάνω σε κατασκευές (Εικόνα 18)



Εικόνα 17 Φ/Β σύστημα σταθερό



Εικόνα 18 Φ/Β σύστημα κινητών αξόνων

Στις ακόλουθες φωτογραφίες (Εικόνα 19, Εικόνα 20) απεικονίζονται διαφορετικά φωτοβολταϊκά συστήματα.



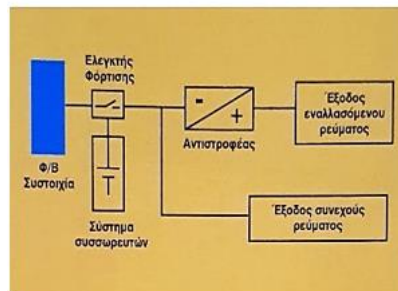
Εικόνα 19 Ενσωματωμένο σύστημα



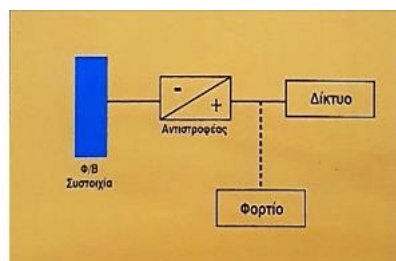
Εικόνα 20 Προσαρμοσμένο σύστημα

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και οι απαιτήσεις αυξάνονται ολοένα και περισσότερο, παρατηρείται η προσαρμογή προϊόντων, τα οποία ενώ υπήρχαν σε διαθεσιμότητα (Thin film) δεν ήταν τόσο εμπορικά. Ο λόγος ήταν ότι υστερούσαν σε απόδοση, ενώ δεν υπήρχαν τόσο εξειδικευμένα συνεργεία για να εκτελέσουν την εφαρμογή τους. Τα λεπτού υμένα ή εκτυπώσιμα φωτοβολταϊκά κερδίζουν έδαφος μέσα από νέες αρχιτεκτονικές συνθέσεις κτιρίων, τα οποία έχουν αρκετά μεγάλες απαιτήσεις (μικρότερο βάρος, τεράστια ικανότητα προσαρμογής στις επιφάνειες) [13].

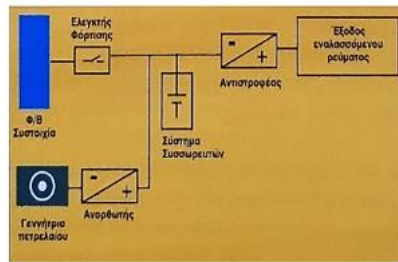
Οι βασικοί τύποι των φωτοβολταϊκών συστημάτων αναφορικά με τη σύνδεσή τους ή όχι με το δίκτυο, χωρίζονται στα Αυτόνομα Συστήματα (Εικόνα 21), τα Διασυνδεδεμένα (Εικόνα 22) και τέλος τα Υβριδικά (Εικόνα 23). [14]



Εικόνα 21 Αυτόνομο σύστημα. Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος.



Εικόνα 22 Διασυνδεδεμένο Σύστημα: Φ/Β στοιχεία τα οποία μέσω αντιστροφέα είναι διασυνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο



Εικόνα 23 Υβριδικό Σύστημα: Υβριδικό σύστημα είναι το σύστημα που αποτελείται από την Φ/Β συστοιχία λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας (π.χ. λέβητα φυσικού αερίου).

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούν μια τεχνολογία αιχμής με μεγάλες προοπτικές εξέλιξης και όλο και περισσότερες εφαρμογές στο χώρο των κατασκευών. Για ετήσια χρήση της τεχνολογίας των Φ/Β, με σκοπό την ηλεκτροπαραγωγή, η βέλτιστη κλίση του συστήματος είναι $20-36^\circ$ για γεωγραφικά πλάτη $41,5 - 35,0^\circ$ Β αντίστοιχα [15]. Η απόδοση ετήσιας χρήσης Φ/Β τεχνολογίας στην Ελλάδα σε ποσοστό 11-19%, εκτιμήθηκε ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας, ανέρχεται στις 160-300 kWh/m²/έτος αντίστοιχα, ή ανά μονάδα ισχύος ανέρχεται στις 1200-1800 kWh/kW έτος [16].

2.7 Επιλογή ισχύος μονάδας

Η επιλογή της ισχύος της μονάδας έχει ως σκοπό να καλύψει τις ανάγκες σε ενέργεια των εγκαταστάσεων της επιχείρησης. Η μελέτη βασίστηκε σε τρία σημεία αναφοράς, τα οποία είναι ένας συνδυασμός απαιτήσεων της ενέργειας και της νομοθεσίας. Τα βασικά στοιχεία των συνδυαστικών προσεγγίσεων είναι τα εξής:

- I. Οι ενεργειακές απαιτήσεις των εγκαταστάσεων της επιχείρησης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.
- II. Η καταλληλότητα της επιφάνειας και διαθεσιμότητα χώρου στο κτίριο μελέτης.
- III. Οι περιορισμοί νομοθετικού περιεχομένου με σκοπό τη σωστή διαχείριση του δικτύου σε όλη την επικράτεια και ιδιαίτερα στη περιοχή μελέτης στο νησί της Κρήτης.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις της εγκατάστασης αφορούν την υλικοτεχνική υποδομή των χρήσεων του κτιρίου (μηχανήματα, φωτισμός κλπ.). Επιπλέον πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διάρκεια και η ένταση της τυποποιητικής περιόδου, η οποία είναι σε σύνολο ετήσια και εξαρτάται από την εκάστοτε περιοχή των τύπων των ελαιώνων, την τοπογραφία κλπ. Ο μέσος χρόνος λειτουργίας ανέρχεται στις 312 περίπου μέρες το χρόνο. Η ανάγκη παραγωγής περιλαμβάνει την εγκατάσταση μηχανημάτων για τη διαχείριση της πρώτης ύλης. Στον

Πίνακας 1 γίνεται αναφορά σε μια τυπική διάταξη μηχανημάτων για την επεξεργασία των προϊόντων.

Πίνακας 1 Περιγραφή μηχανολογικών συστημάτων.

A/A	Περιγραφή	Ποσότητα	Κινητήρες	Ισχύς (HP)	Ισχύς kW)
1.	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΛΑΔΙΟΥ	1	-	-	-
2.	ΦΙΛΤΡΟ ΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	1	1	4,0	3,0
3.	ΓΚΡΟΥΠ ΦΙΛΤΡΟΠΡΕΣΑ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ	1	1	1,75	1,3
4.	ΓΚΡΟΥΠ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΩΜΑΤΙΣΜΟΥ	1	1	2,2	1,65
5.	ΓΕΜΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ (ΑΥΤΟΜΑΤΗ Ή ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΗ)	1	1	3	2,23
6.	ΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ (ΑΥΤΟΜΑΤΗ Ή ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΗ)	2	2	0,68	0,51
7.	ΕΤΙΚΕΤΕΖΑ (ΑΥΤΟΜΑΤΗ Ή ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΗ)	1	2	1,4	0,8
8.	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΗΣ Ή ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΟ	2	2	0,3	0,4
9.	ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΣ ΠΑΓΚΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Ή ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΔΙΣΚΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΓΕΜΑΤΩΝ	1	1	0,21	0,28
10.	ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΓΙΑ ΣΤΙΚΑΚΙΑ ΛΑΔΙΟΥ	2	2	4	3
11.	ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ	2	2	3	2,23
12.	ΜΟΝΟΜΠΛΟΚ ΛΑΔΙ ΞΥΔΙ	2	2	7,2	5,4
ΣΥΝΟ ΛΟ	17		16	27,74	20,8

Το ενεργειακό μέρος που αφορά της καταναλώσεις του κτιρίου (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός κλπ.), συνοψίζεται στον Πίνακα 2 με το σύνολο να φτάνει τις 47,9 kWh/m², ενώ η τιμή 16,3 kWh/m² αφορά τη χρήση ηλικοκικών για ΖΝΧ.

Πίνακας 2 Καταναλώσεις ανά τετραγωνικό μέτρο.

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	47.9
Ηλιακή ενέργεια	16.3
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο 47.9	

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του κτιρίου, τα συνολικά τετραγωνικά θερμαινόμενου χώρου είναι 271.40 m² (Πίνακας 3 **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**).

Πίνακας 3 Χώροι κτιρίου σε τετραγωνικά

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ²		
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m ²]	Σύνολο [m ²]
Γραφείων	271.40	271.40

Υπολογίζοντας το χρόνο λειτουργίας με μέσο όρο τον κύκλο εργασιών 90 ημερών, καθώς επίσης και το σύνολο κατανάλωσης ενέργειας στο χώρο του κτιρίου παρατηρείται η δημιουργία ενός ποσού ενέργειας απαιτήσεων της τάξης των:

$$E = V * d * g \Rightarrow V = 365 - 53 \text{ (Κυριακές)} - 12 \text{ (εορταστικές ημέρες υποχρεωτικές και κατ'έθιμον)} \Rightarrow 300$$

Όπου:

d = 10 ώρες

$g = 20,8$ ισχύς

$E =$ ενέργεια

Αρα $300 * 10 * 20,8 = 62.400$ kWh

Οπότε : $(271,4 * 47,9) + 62.400 = 75.400$ kWh

Με βάση τον Πίνακα 4 των τυποποιημένων παροχών της ΔΕΗ (πλέον ΔΕΔΔΗΕ) θα χρησιμοποιηθεί Παροχή Νο 6, ισχύος 135 kVA.

Πίνακας 4 Στοιχεία παροχών

Στοιχεία παροχών μεμονωμένων καταναλωτών Χ.Τ.
(Τροφοδότηση από ιδιαίτερα Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ ή από ιδιαίτερη αναχώρηση ΧΤ)

ΠΑΡΟΧΗ		ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ				(1) ΜΕΤΡΗΤΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ		ΕΛΑΧ. ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΙΝΑΚΑ-ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ	(2) ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ Μ/Σ
		Γενική εσωτ. εγκατάστασης	Μετρητής		Ελάχ. Αναγ. δίκτυου ΧΤ		Συγκεντρωικά θ.Ν. (Cu)	X - LPE		
			Ασφ.	Μικρ.						
No	kVA	A	A	A	A	A	mm ²	mm ²	mm ²	kVA
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ										
03	8	35	35	40	63 (40)	10/40 15/60	2 x 6	-	3 x 10	50 (25)
05	12	50	63	63	80	15/60	2 x 16	-	3 x 16	50
ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ										
1	15	25	-	25	63 (40)	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 6	50 (25)
2	25	35	-	40	63 (40)	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 10	50 (25)
3	35	50	-	-	63	3 x 20/60 3 x 10/60	4 x 16	-	5 x 16	50
4	55	80	-	-	100	3 x 50/100 3 x 20/100	4 x 25	-	3x25+16+16 ⁽⁶⁾	⁽⁴⁾ 100 (75)
5	85	125	-	-	⁽⁵⁾ 160	3 x 1.5/6 3x 1/6	4 x 50	3x95 Al + 35 Cu X - LPE	3x50+25+25 ⁽⁶⁾	100
6	135	200	-	-	⁽⁵⁾ 250	3 x 1.5/6 3x 1/6	⁽⁷⁾ Μονοπολ. 95 Cu	3x150 Al + 50 Cu X - LPE	3x120+70+70 ⁽⁶⁾	160
7	250	315 355	-	-	⁽⁵⁾ 400	⁽³⁾ 3 x 1.5/6 3x 1/6	⁽⁷⁾ Μονοπολ. 150 Cu	2 (3x150 Al + 50 Cu) X - LPE	3x240+120+120 ⁽⁶⁾ Μονοπ. 150 Cu ⁽⁷⁾	250

Η καταλληλότητα της διαθέσιμης επιφάνειας επάνω στο κέλυφος του κτιρίου είναι επίσης ένας πολύ καθοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή των ενεργειακών συστημάτων. Βέβαια, με την εξέλιξη της τεχνολογίας ο χώρος που απαιτούνταν πριν από δέκα χρόνια έχει υποδιπλασιαστεί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ενσωμάτωση και χρήση όλο και μεγαλύτερων συστημάτων. Τα ποσά ενέργειας που παράγονται δίνουν ολοένα και μεγαλύτερα νούμερα και καλύτερα ποσοστά ενεργειακής εξοικονόμησης στο σύνολο των εγκαταστάσεων. Σε

προηγούμενο έλεγχο διαπιστώθηκε ο απρόσκοπτος ηλιασμός του δώματος σε μια επιφάνεια με συνολικό εμβαδόν 452,96 m².

Σίγουρα το πιο καθοριστικό μέσο της πολιτείας είναι οι κανόνες, οι νόμοι, και οι οδηγίες, στα πλαίσια ενός οργανωμένου σχεδίου εφαρμογής πράσινων τεχνολογιών και όχι μόνο. Οι περιορισμοί νομοθετικού περιεχομένου αφορούν τα όρια, αλλά και το τρόπο εφαρμογής και εγκατάστασης των συστημάτων ενέργειας σε μια περιοχή σε ένα δήμο ή και μια ζώνη (NATURA, RAMSAR) ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής. Το υπό μελέτη σύστημα εφαρμογής εμπίπτει στη νομοθεσία περί ενεργειακού συμψηφισμού μέσω του οποίου η παραγωγή ενέργειας του αυτοπαραγωγού, σύμφωνα με το νόμο Ν. 3468/2006”, ΦΕΚ 3583B/31-12-2014, ΦΕΚ 3971B/30-8-2021, ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/74999/3024, συμψηφίζεται με τις καταναλώσεις ενέργειας. Η εφαρμογή του νόμου για τη περιοχή της Κρήτης ορίζει ως :

«Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και στο διασυνδεδεμένο δίκτυο και στη νήσο Κρήτη, ισχύουν τα εξής:

α. Στην περίπτωση του ενεργειακού συμψηφισμού, η ισχύς κάθε σταθμού παραγωγής που εγκαθίσταται στο πλαίσιο της παρούσας μπορεί να ανέρχεται μέχρι και το εκατό τοις εκατό (100%) της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης (Ισχύς σταθμού παραγωγής (kW) ≤ Συμφωνημένη Ισχύ Κατανάλωσης (kVa)).»

Σύμφωνα με τη παροχή ν. 6, 135 kVa, η ισχύς του σταθμού μπορεί να φτάσει στα 135 kW, το οποίο αποτελεί ένα καλό όριο που μπορεί να στηρίξει το ενεργειακό σύστημα μιας εγκατάστασης συμβάλλοντας στη μείωση του κόστους του παραγόμενου προϊόντος.

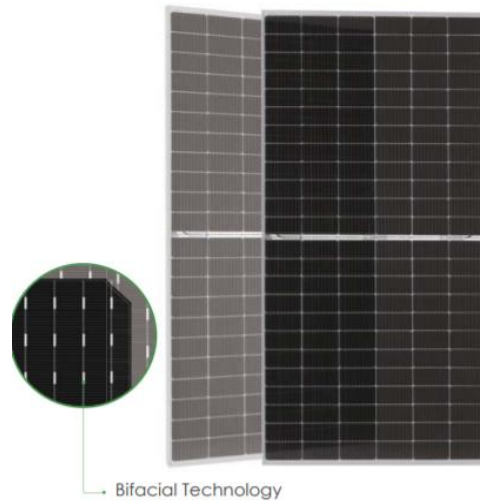
«Δικαίωμα ένταξης

- 1. α. Στην περίπτωση του ενεργειακού συμψηφισμού, δικαίωμα ένταξης έχουν φυσικά πρόσωπα (επιτηδευματίες ή μη) ή νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου τα οποία είτε έχουν στην κυριότητα τους τον χώρο στον οποίο εγκαθίσταται ο σταθμός παραγωγής είτε έχουν τη νόμιμη χρήση αυτού (π.χ. μέσω μίσθωσης, δωρεάν παραχώρησης κ.λπ.) και έχουν διασφαλίσει την έγγραφη συναίνεση του ιδιοκτήτη του χώρου.»*

2.8 Χωροθέτηση και επιλογή πλαισίων στο χώρο μελέτης

Οι περιορισμοί που προκύπτουν σύμφωνα με τα παραπάνω αφορούν το χώρο εγκατάστασης επάνω στο κτίριο όπου το εμβαδόν του δώματος δημιουργεί μια διαθεσιμότητα της τάξης των 452,96 m². Ο συνδυασμός του χώρου εγκατάστασης, των ενεργειακών αναγκών και το νομοθετικό πλαίσιο καθορίζουν το σύνολο του συστήματος που εγκαθίσταται.

Το πλαίσιο που επιλέχτηκε για την εγκατάσταση είναι της εταιρείας jingo, μοντέλο Tiger Pro JKM540M-72HL4-BDVP, που είναι μονοκρυσταλλικό διπλής όψης με διαστάσεις 1134 mm, 2274 mm, και βαθμό απόδοσης κοντά στο 21% (Εικόνα 24, Πίνακας 5).

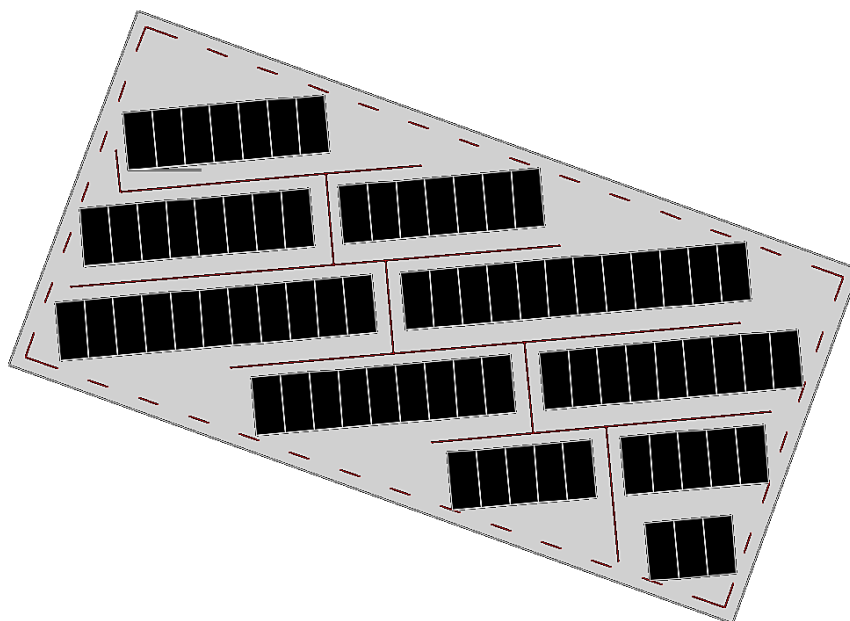


Εικόνα 24 Μονοκρυσταλλικό Φ/Β πλαίσιο Tiger Pro JKM540M-72HL4-BDVP

Πίνακας 5 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού μοντέλου

SPECIFICATIONS										
Module Type	JKM525M-72HL4-BDVP		JKM530M-72HL4-BDVP		JKM535M-72HL4-BDVP		JKM540M-72HL4-BDVP		JKM545M-72HL4-BDVP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.80V	37.81V	40.87V	37.88V	40.94V	37.94V	41.13V	38.08V	41.32V	38.25V
Maximum Power Current (Imp)	12.87A	10.33A	12.97A	10.41A	13.07A	10.49A	13.13A	10.55A	13.19A	10.60A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.42V	46.65V	49.48V	46.70V	49.54V	46.76V	49.73V	46.94V	49.92V	47.12V
Short-circuit Current (Isc)	13.63A	11.01A	13.73A	11.09A	13.83A	11.17A	13.89A	11.22A	13.95A	11.27A
Module Efficiency STC (%)	20.36%		20.55%		20.75%		20.94%		21.13%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									
BIFACIAL OUTPUT-REARSIDE POWER GAIN										
5%	Maximum Power (Pmax)	551Wp	557Wp	562Wp	567Wp	572Wp				
	Module Efficiency STC (%)	21.38%	21.58%	21.78%	21.99%	22.19%				
15%	Maximum Power (Pmax)	604Wp	610Wp	615Wp	621Wp	623Wp				
	Module Efficiency STC (%)	23.41%	23.64%	23.86%	24.08%	24.30%				
25%	Maximum Power (Pmax)	656Wp	663Wp	669Wp	675Wp	681Wp				
	Module Efficiency STC (%)	25.45%	25.69%	25.93%	26.18%	26.42%				

Ο προσανατολισμός των πλαισίων είναι Νότιος, και έγινε σύμφωνα με το Γεωγραφικό Βορρά, με απόκλιση $4^{\circ} 46'$ E από το μαγνητικό Βορρά. Το σύνολο των πλαισίων ($n=76$) που αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί καταλαμβάνει σχεδόν 200 m^2 , ενώ περιμετρικά διατηρείται η ζώνη των 50 εκατοστών που ορίζει η νομοθεσία ως απόσταση ασφαλείας. Επίσης η χωροθέτηση γίνεται δημιουργώντας κατάλληλες ζώνες ενδιάμεσα στις συστοιχίες των φωτοβολταϊκών με σκοπό τη προσέγγιση για τους τεχνικούς και τους συντηρητές, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 25 **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε..**



Εικόνα 25 Χωροθέτηση Φ/Β συστήματος

Οι κατάλληλες βάσεις και η σωστή χωροθέτηση δημιουργεί πλήρη και κενά σύμφωνα με τις ενδιάμεσες αποστάσεις που δημιουργούνται μετά τη γεωμετρική διάταξη της ηλιακής γεωμετρίας της περιοχής.

2.8.1 Γεωμετρική διάταξη και σύνδεση πλαισίων

Ο παράγοντας της ηλιακής γεωμετρίας αποτελεί δυναμικό στοιχείο για τη δημιουργία σωστών αποστάσεων μεταξύ των συστοιχιών αλλά και για τη μεγαλύτερη απόδοση της εγκατάστασης.

Εξετάσαμε τα δεδομένα που αφορούν τις περιόδους της ισημερίας, του θερινού ηλιοστασίου και του χειμερινού ηλιοστασίου. Η ηλιακή διαδρομή ενημερώνει για το ύψος του ήλιου τη δεδομένη στιγμή του χρόνου και συγκεκριμένα με βήμα τριάντα λεπτών (Πίνακας 6).

Η μεσουράνηση του ήλιου είναι με αζιμούθιο 180 μοιρών και πραγματοποιείται περίπου στις $12:00$ μμ, δίνει διαφορετικό ύψος ήλιου για κάθε ηλιοστάσιο και ισημερία με τα εξής αποτελέσματα (Πίνακας 6, Πίνακας 7, Πίνακας 8) :

- Ηλιακό ύψος

Χειμερινή ισημερία (Σεπτέμβριου): 54,5 μοίρες

Θερινό ηλιοστάσιο : (Ιουνίου): 78,1 μοίρες

Χειμερινό ηλιοστάσιο : (Δεκεμβρίου): 31,2 μοίρες

Πίνακας 6 Ηλιακή διαδρομή ισημερίας

Tabulated Daily Solar Data						
Latitude: 35.1° Longitude: 25.1° Timezone: 30.0° [+2.0hrs] Orientation: 0.0°		Date: 24th September Julian Date: 267 Sunrise: 07:12 Sunset: 19:11		Local Correction: -11.6 mins Equation of Time: 8.0 mins Declination: -0.2°		
Local	(Solar)	Azimuth	Altitude	HSA	VSA	Shading
07:30	(06:18)	92.8°	3.7°	92.8°	127.4°	[Behind]
08:00	(06:48)	97.2°	9.8°	97.2°	126.0°	[Behind]
08:30	(07:18)	101.7°	15.8°	101.7°	125.7°	[Behind]
09:00	(07:48)	106.6°	21.8°	106.6°	125.5°	[Behind]
09:30	(08:18)	111.8°	27.6°	111.8°	125.4°	[Behind]
10:00	(08:48)	117.6°	33.1°	117.6°	125.4°	[Behind]
10:30	(09:18)	124.2°	38.4°	124.2°	125.3°	[Behind]
11:00	(09:48)	131.8°	43.2°	131.8°	125.3°	[Behind]
11:30	(10:18)	140.6°	47.5°	140.6°	125.3°	[Behind]
12:00	(10:48)	150.8°	51.0°	150.8°	125.3°	[Behind]
12:30	(11:18)	162.4°	53.4°	162.4°	125.3°	[Behind]
13:00	(11:48)	175.0°	54.6°	175.0°	125.3°	[Behind]
13:30	(12:18)	-172.1°	54.5°	-172.1°	125.3°	[Behind]
14:00	(12:48)	-159.6°	53.0°	-159.6°	125.3°	[Behind]
14:30	(13:18)	-148.4°	50.3°	-148.4°	125.3°	[Behind]
15:00	(13:48)	-138.5°	46.6°	-138.5°	125.3°	[Behind]
15:30	(14:18)	-130.0°	42.2°	-130.0°	125.3°	[Behind]
16:00	(14:48)	-122.6°	37.2°	-122.6°	125.3°	[Behind]
16:30	(15:18)	-116.2°	31.9°	-116.2°	125.4°	[Behind]
17:00	(15:48)	-110.6°	26.3°	-110.6°	125.4°	[Behind]
17:30	(16:18)	-105.4°	20.4°	-105.4°	125.5°	[Behind]
18:00	(16:48)	-100.7°	14.5°	-100.7°	125.7°	[Behind]
18:30	(17:18)	-96.2°	8.4°	-96.2°	126.1°	[Behind]
19:00	(17:48)	-91.8°	2.3°	-91.8°	128.7°	[Behind]

Πίνακας 7 Ηλιακή διαδρομή θερινού ηλιοστασίου

Tabulated Daily Solar Data						
Latitude: 35.2° Longitude: 25.2° Timezone: 30.0° [+2.0hrs] Orientation: 0.0°		Date: 21st June Julian Date: 172 Sunrise: 05:09 Sunset: 19:31		Local Correction: -20.8 mins Equation of Time: -1.6 mins Declination: 23.4°		
Local	(Solar)	Azimuth	Altitude	HSA	VSA	Shading
05:30	(05:09)	63.8°	3.7°	63.8°	8.3°	--
06:00	(05:39)	67.8°	9.3°	67.8°	23.4°	--
06:30	(06:09)	71.7°	15.0°	71.7°	40.5°	--
07:00	(06:39)	75.4°	20.9°	75.4°	56.7°	--
07:30	(07:09)	79.2°	26.9°	79.2°	69.7°	--
08:00	(07:39)	82.9°	32.9°	82.9°	79.3°	--
08:30	(08:09)	86.9°	39.0°	86.9°	86.2°	--
09:00	(08:39)	91.1°	45.2°	91.1°	91.1°	--
09:30	(09:09)	95.8°	51.3°	95.8°	94.7°	--
10:00	(09:39)	101.5°	57.3°	101.5°	97.3°	--
10:30	(10:09)	108.6°	63.3°	108.6°	99.1°	--
11:00	(10:39)	118.4°	68.9°	118.4°	100.4°	--
11:30	(11:09)	133.4°	73.9°	133.4°	101.2°	--
12:00	(11:39)	157.6°	77.4°	157.6°	101.7°	--
12:30	(12:09)	-169.7°	78.1°	-169.7°	101.7°	--
13:00	(12:39)	-141.5°	75.5°	-141.5°	101.5°	--
13:30	(13:09)	-123.4°	70.9°	-123.4°	100.8°	--
14:00	(13:39)	-111.9°	65.5°	-111.9°	99.7°	--
14:30	(14:09)	-104.0°	59.6°	-104.0°	98.0°	--
15:00	(14:39)	-97.9°	53.6°	-97.9°	95.8°	--
15:30	(15:09)	-92.9°	47.5°	-92.9°	92.6°	--
16:00	(15:39)	-88.5°	41.4°	-88.5°	88.3°	--
16:30	(16:09)	-84.4°	35.3°	-84.4°	82.2°	--
17:00	(16:39)	-80.6°	29.2°	-80.6°	73.7°	--
17:30	(17:09)	-76.9°	23.2°	-76.9°	62.1°	--
18:00	(17:39)	-73.1°	17.3°	-73.1°	47.0°	--
18:30	(18:09)	-69.3°	11.5°	-69.3°	29.9°	--
19:00	(18:39)	-65.3°	5.8°	-65.3°	13.7°	--
19:30	(19:09)	-61.2°	0.4°	-61.2°	0.7°	--

Σύμφωνα με τα δεδομένα, το χαμηλότερο ύψος είναι το μήνα Δεκέμβριο και πιο συγκεκριμένα στις 21-24 του μήνα. Το ηλιακό ύψος μαζί με τη κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων καθορίζουν τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων της μονάδας. Η χρήση εξειδικευμένων προγραμμάτων (PVsyst – PVSOLAR) αποδεικνύει τη βέλτιστη κλίση για τη περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια του έτους [17].

Πίνακας 8 Ηλιακή διαδρομή χειμερινού ηλιοστασίου

Tabulated Daily Solar Data						
Latitude: 35.2° Longitude: 25.2° Timezone: 30.0° (+2.0hrs) Orientation: 0.0°			Date: 21st December Julian Date: 355 Sunrise: 07:28 Sunset: 17:05		Local Correction: -17.1 mins Equation of Time: 2.1 mins Declination: -23.5°	
Local	(Solar)	Azimuth	Altitude	HSA	VSA	Shading
07:30	(07:12)	119.4°	0.3°	119.4°	179.4°	--
08:00	(07:42)	123.9°	5.5°	123.9°	170.2°	--
08:30	(08:12)	128.7°	10.4°	128.7°	163.6°	--
09:00	(08:42)	134.0°	15.0°	134.0°	158.8°	--
09:30	(09:12)	139.7°	19.2°	139.7°	155.4°	--
10:00	(09:42)	145.9°	22.9°	145.9°	152.9°	--
10:30	(10:12)	152.6°	26.1°	152.6°	151.1°	--
11:00	(10:42)	159.8°	28.5°	159.8°	149.9°	--
11:30	(11:12)	167.5°	30.3°	167.5°	149.1°	--
12:00	(11:42)	175.4°	31.2°	175.4°	148.7°	--
12:30	(12:12)	-176.5°	31.2°	-176.5°	148.7°	--
13:00	(12:42)	-168.6°	30.5°	-168.6°	149.0°	--
13:30	(13:12)	-160.9°	28.8°	-160.9°	149.8°	--
14:00	(13:42)	-153.6°	26.5°	-153.6°	150.9°	--
14:30	(14:12)	-146.8°	23.4°	-146.8°	152.6°	--
15:00	(14:42)	-140.5°	19.8°	-140.5°	155.0°	--
15:30	(15:12)	-134.7°	15.6°	-134.7°	158.3°	--
16:00	(15:42)	-129.4°	11.1°	-129.4°	162.8°	--
16:30	(16:12)	-124.5°	6.2°	-124.5°	169.2°	--
17:00	(16:42)	-120.0°	1.0°	-120.0°	178.0°	--

Η διερεύνηση της κλίσης των πλαισίων έγινε με τη προσομοίωση των συστημάτων και των κλιματικών δεδομένων της περιοχής με σκοπό τη μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος σε ετήσιο κύκλο.

Η δημιουργία σωστών κλίσεων χρησιμοποιείται με σκοπό τη κατάλληλη απόσταση μεταξύ των σειρών με συλλέκτες έτσι ώστε τις δυσμενείς ημέρες (μέρες με ελάχιστο ηλιακό ύψος), η μέγιστη προβολή της υψηλότερης άκρης της μιας σειράς να φθάνει μέχρι την κάτω άκρη της επόμενης (Εικόνα 26). Για τα συστήματα η δυσμενέστερη μέρα είναι αυτή με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος.

- Σύμφωνα με τη προσομοίωση η τιμή που βρέθηκε είναι :

Χειμερινό ηλιοστάσιο : (Δεκεμβρίου): **31,2 μοίρες**

- Σύμφωνα με τη παρακάτω εξίσωση η τιμή που βρέθηκε είναι :

$$h_0 = 90 - (\text{γεωγραφικό πλάτος}) - 23,5$$

$$h_0 = 90 - 35,2 - 23,5$$

$$h_0 = 31,3 \text{ μοίρες}$$

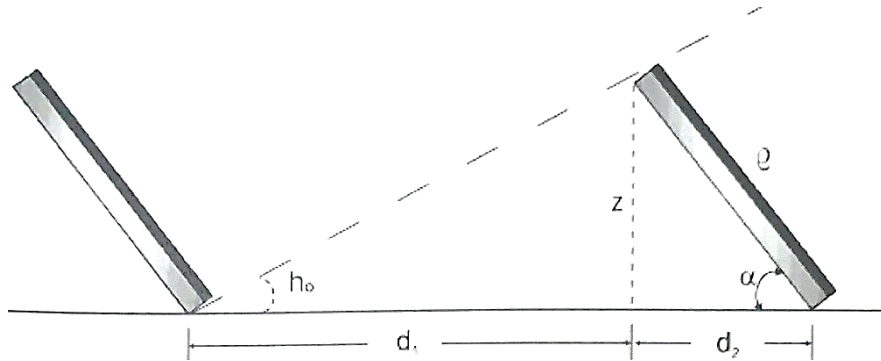
- Επιλογή κλίσης πλαισίων :

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 * \varphi$$

$$\varphi = \text{γεωγραφικό πλάτος περιοχής}$$

$$\text{οπότε : } \beta_{opt} = 3,7 + 0,69 * 35,2$$

$$\beta_{opt} = 27,98^\circ$$



Εικόνα 26 Κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Άρα σύμφωνα με τις μοίρες του ηλιακού ύψους και την εξίσωση :

$$d_1 + d_2 = d = 1 (\sin \alpha / \tan h_0 + \cos \alpha)$$

υπολογίζεται η απόσταση των σειρών που τοποθετούνται οι συλλέκτες.

$$d = 2,274 (\sin 27,98 / \tan 31,2 + \cos 27,98)$$

$$\mathbf{d = 3,78 \text{ m}}$$

το μήκος απόστασης διαμορφώνεται στα 3,78 m, καθώς το συνολικό τοποθετείται στα 4 m, διότι γίνεται προσαύξηση 5% για τις χαμηλές γωνίες του ήλιου τις πρωινές και απογευματινές ώρες.

Όσον αφορά το μετατροπέα, το μοντέλο που χρησιμοποιείται είναι ο Sunny Tripower 20000TL-30: τριφασικός με ονομαστική ισχύ 20.0 kW και μέγιστη φαινόμενη ισχύ 20.0 kVA (Εικόνα 27). Θα χρησιμοποιηθούν δύο στο σύνολο τριφασικοί μετατροπείς φόρτισης.

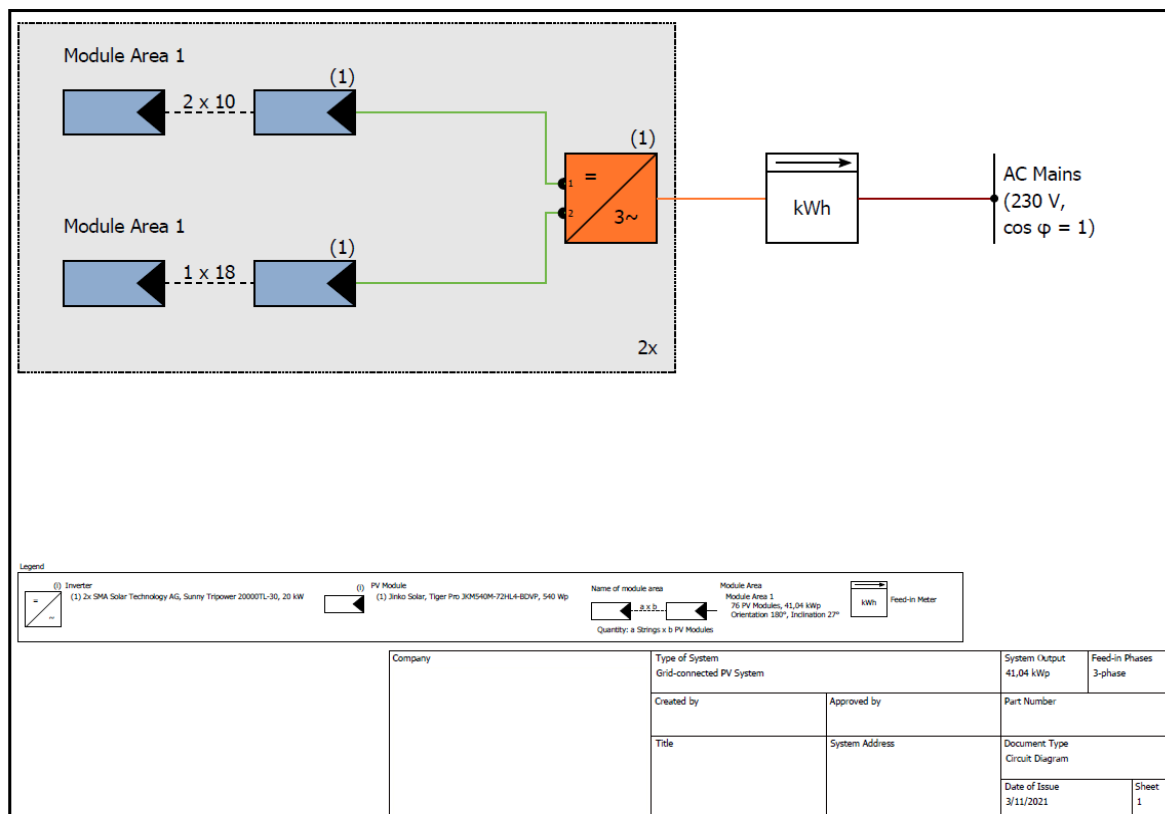


Εικόνα 27 Μετατροπέας Sunny Tripower 20000TL-30

Ο κάθε μετατροπέας περιλαμβάνει 2*10 πλαίσια MPP1 σε σειρά και 18 πλαίσια MPP2 επίσης σε σειρά, με σύνολο 38 σε κάθε μετατροπέα.

Η επιλογή των δύο μετατροπέων με MPP2 βοηθά στη σωστή διαχείριση, όπου με την επιλογή των διατάξεων του συστήματος (κλίση και αριθμός πλαισίων) μπορεί να προσφέρει αναβαθμισμένες αποδόσεις.

Παρακάτω απεικονίζεται το μονογραμμικό διάγραμμα (Εικόνα 28) που αναλύει και ενημερώνει για τις βασικές διατάξεις και συνδεσμολογίες του συστήματος εγκατάστασης στη περιοχή μελέτης.



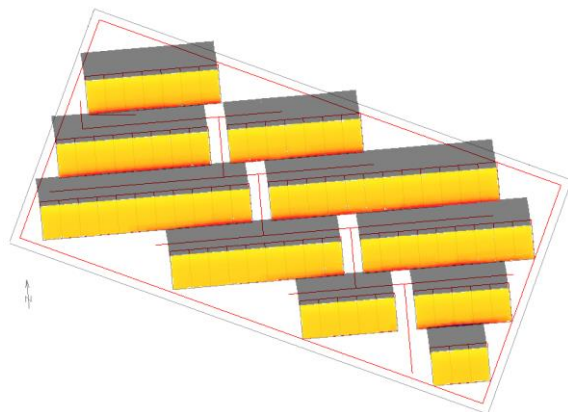
Εικόνα 28 Μονογραμμικό σχέδιο

2.9 Ηλιασμός και σκιασμός χωροθετημένων πλαισίων

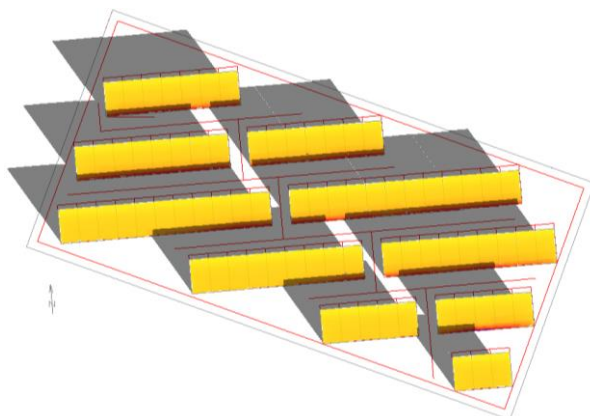
Η επιλογή των διατάξεων του συστήματος (κλίση, αριθμός πλαισίων, μετατροπέας κ.λπ.), η διάταξη των πλαισίων, η τήρηση της νομοθεσίας και η γεωμετρική κίνηση του ήλιου της περιοχής αποτελούν ένα σύνολο παραγόντων που ορίζουν για το μελετητή την καταλληλότητα των αποστάσεων του απρόσκοπτου ηλιασμού και της λειτουργικότητας του φωτοβολταϊκού σταθμού [18].

Η προσέγγιση της διάταξης των πλαισίων μέσω τεχνολογικών προγραμμάτων, στόχο έχει να αναδείξει τα αδύναμα σημεία και να συμβάλει στην καλύτερη αποτύπωση της σκιαγράφησης του ετήσιου ηλιακού κύκλου, καθώς και του ίχνους σκίασης επάνω στα πλαίσια. Παρακάτω αναλύεται και απεικονίζεται ανά περίοδο το σύστημα ηλιακού βηματισμού για την εγκατάσταση, σύμφωνα με τις διατάξεις και τις κατάλληλες αποστάσεις (Εικόνα 29, Εικόνα 30, Εικόνα 31, Εικόνα 32, Εικόνα 33, Εικόνα 34, Εικόνα 35, Εικόνα 36, Εικόνα 37, Εικόνα 38, Εικόνα 39, Εικόνα 40).

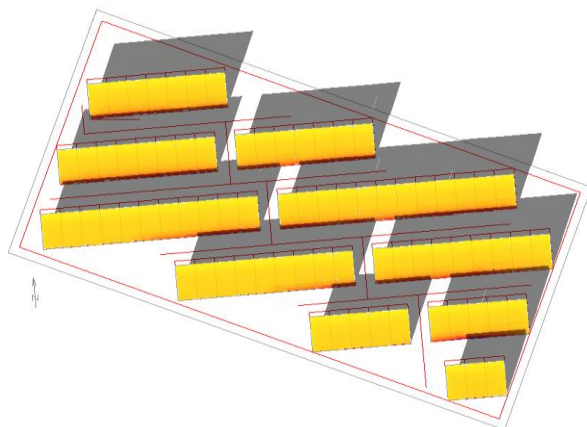
- Χειμερινή περίοδος, χειμερινό ηλιοστάσιο (21 -23 Δεκεμβρίου)



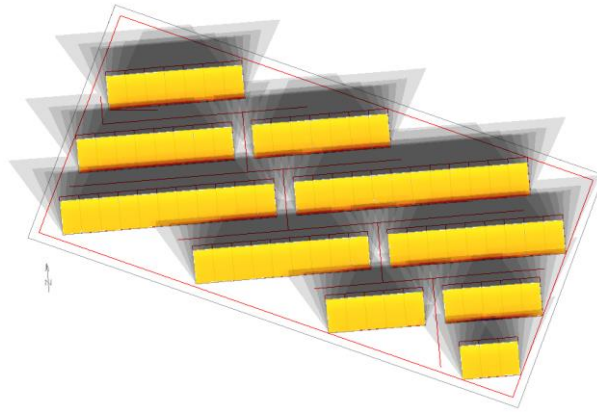
Εικόνα 29 Σκίαση 9:00 π.μ.



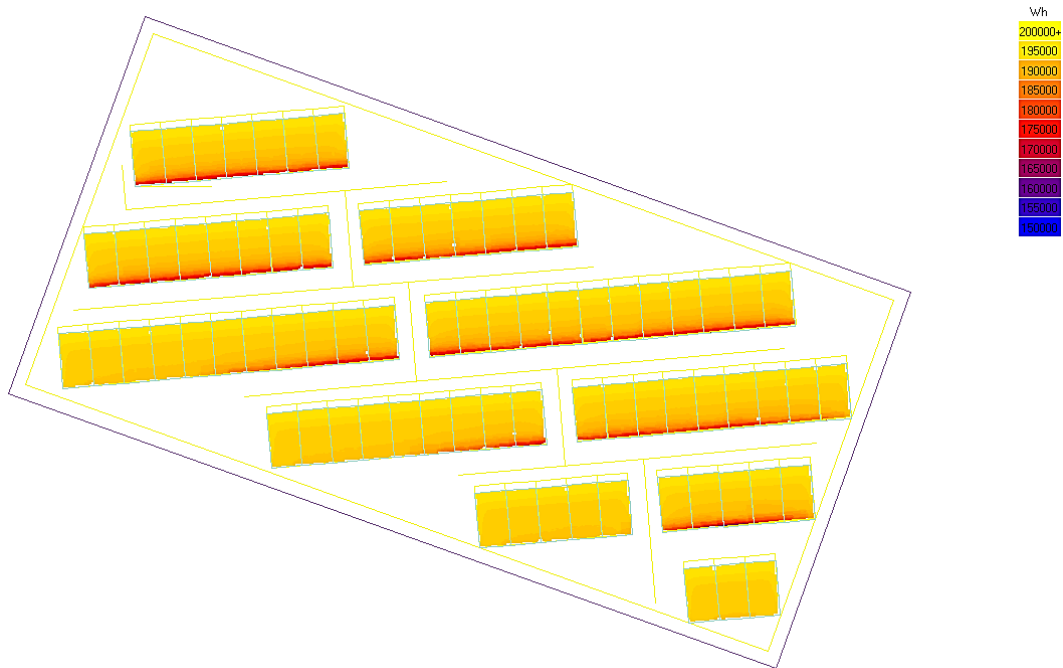
Εικόνα 30 Σκίαση 12:00 μ.μ



Εικόνα 31 Σκίαση 15:00 μ.μ.

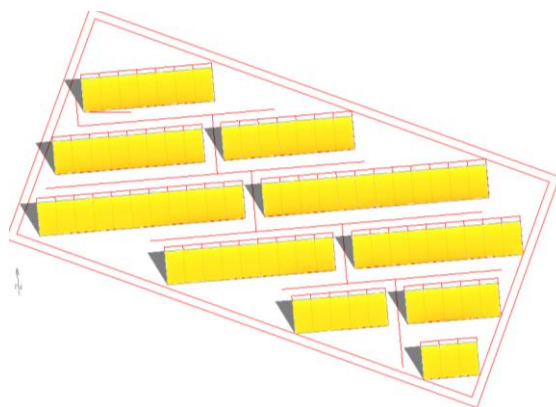


Εικόνα 32 Σκίαση 9:00π.μ. -16:00μ.μ.

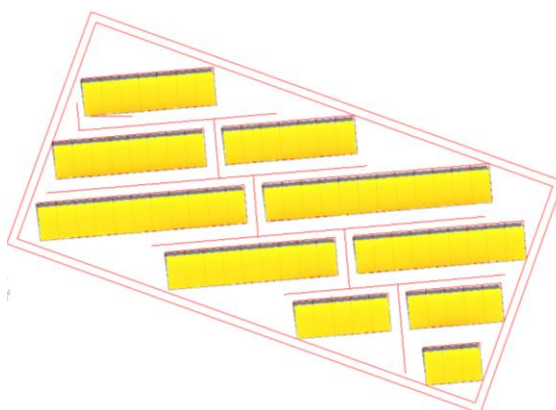


Εικόνα 33 Αποτύπωμα ηλιακής ενέργειας για τη χειμερινή περίοδο

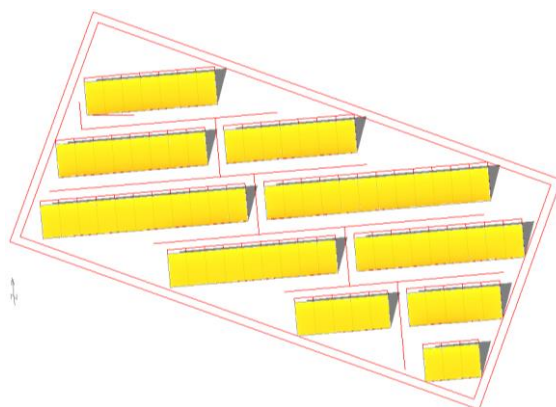
- Θερινή περίοδος, θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου)



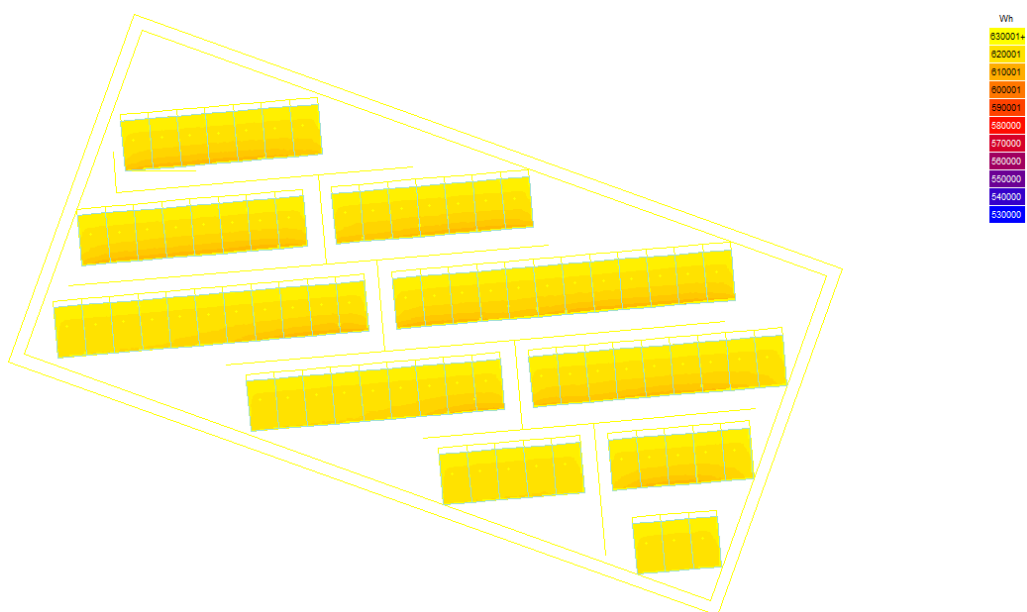
Εικόνα 34 Σκίαση 8:00 π.μ.



Εικόνα 35 Σκίαση 12:00 μ.μ.



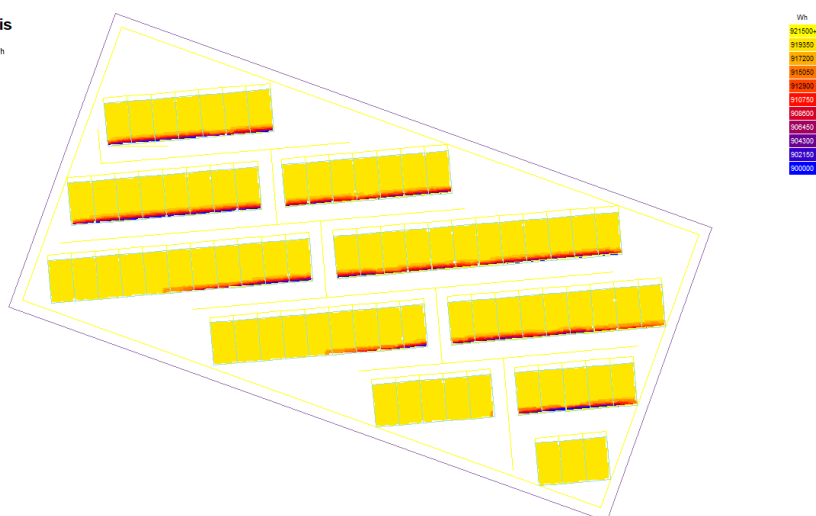
Εικόνα 36 Σκίαση 15:00 μ.μ.



Εικόνα 37 Αποτύπωμα ηλιακής ενέργειας για τη θερινή περίοδο

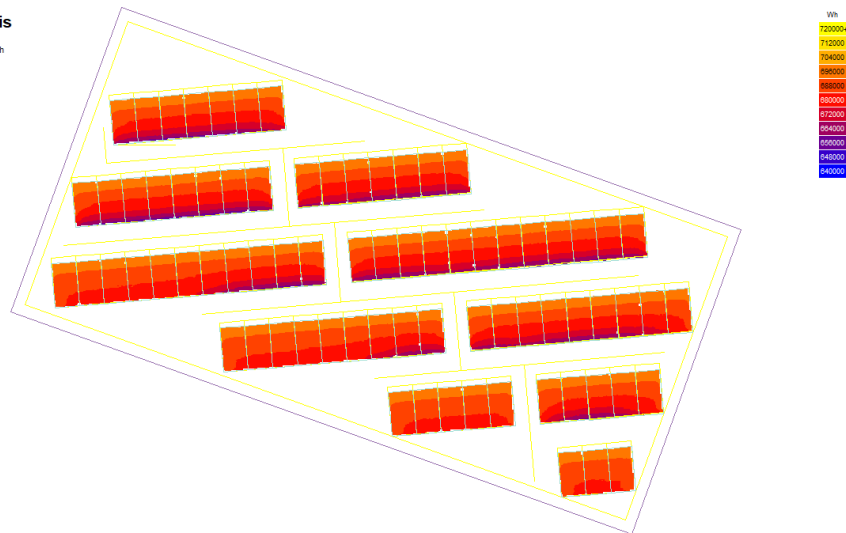
- Ετήσια περίοδος, (Ιανουάριος – Δεκέμβριος)

Insolation Analysis
 Total Direct Radiation
 Contour Range: 900000 - 921500 Wh
 In Steps of: 1500 Wh
 © ECOTECT v4



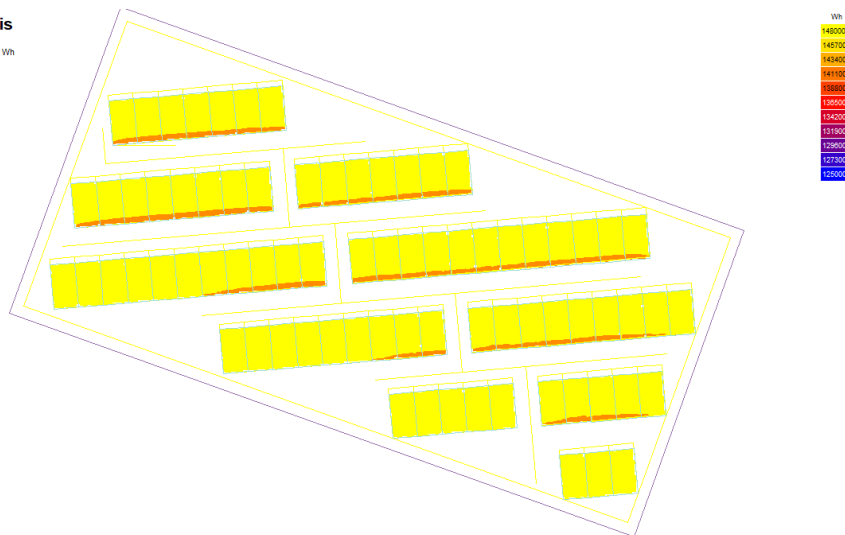
Εικόνα 38 Αποτύπωμα άμεσης ηλιακής ενέργειας ετήσια περίοδος

Insolation Analysis
Total Diffuse Radiation
 Contour Range: 640000 - 720000 Wh
 In Steps of: 8000 Wh
 © ECOTECT v8



Εικόνα 39 Αποτύπωμα διάχυτης ηλιακής ενέργειας ετήσια περίοδος

Insolation Analysis
Total Radiation
 Contour Range: 1250000 - 1480000 Wh
 In Steps of: 170000 Wh
 © ECOTECT v8

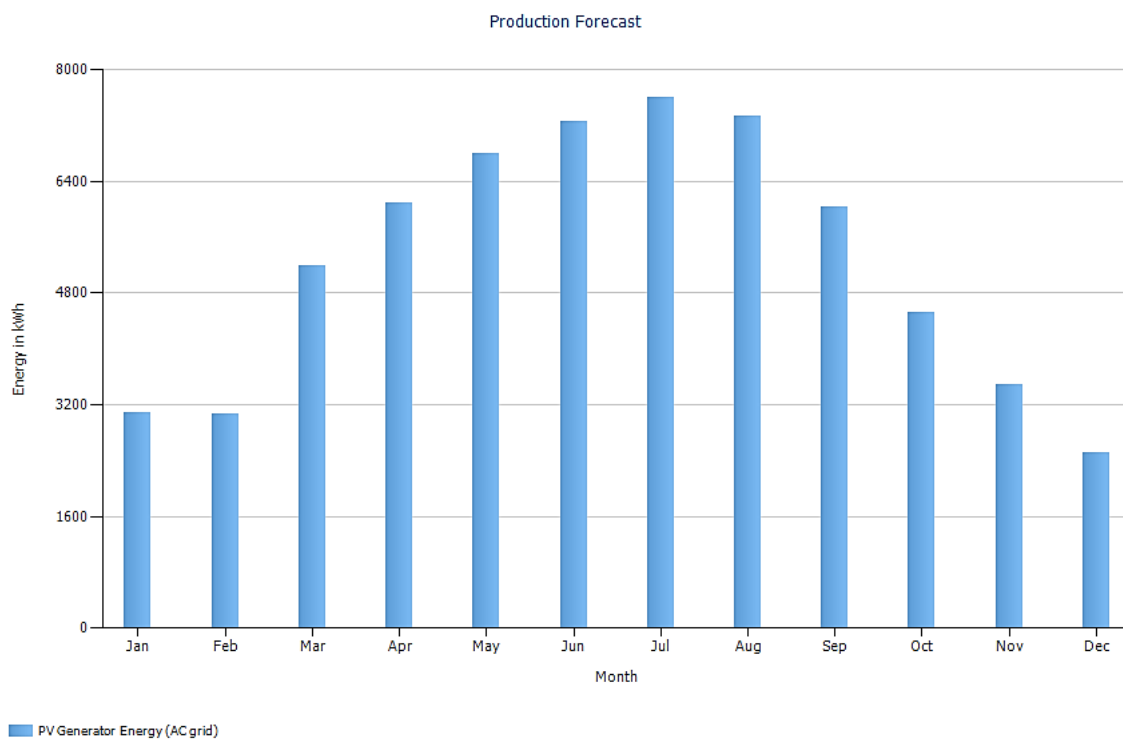


Εικόνα 40 Αποτύπωμα συνολικής ηλιακής ενέργειας ετήσια περίοδος

2.10 Παραγωγή ηλιακής ενέργειας της μονάδας

Η κατάλληλη επιλογή συστημάτων και μελέτης δημιουργεί τις συνθήκες για όσο το δυνατόν μεγαλύτερα ποσά παραγωγής ενέργειας [19].

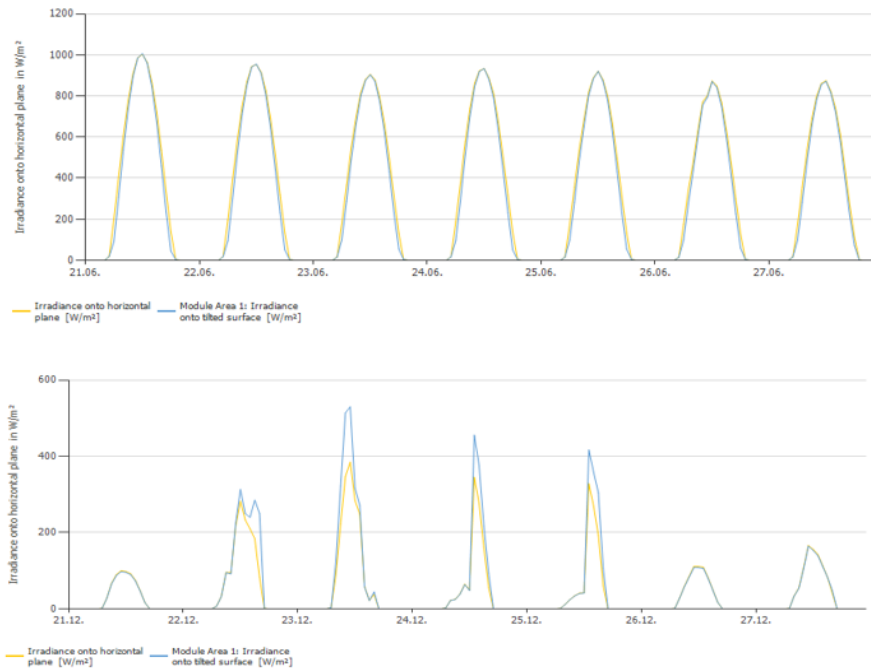
Ο ετήσιος κύκλος του συστήματος παράγει αναλυτικά τα συγκεκριμένα ποσά όπως αυτά παρατίθενται παρακάτω στη συνέχεια (Διάγραμμα 7, Πίνακας 9, Διάγραμμα 8, Πίνακας 10, Πίνακας 11, Διάγραμμα 9, Διάγραμμα 10, Πίνακας 12, Διάγραμμα 11, Διάγραμμα 12, Διάγραμμα 13).



Διάγραμμα 7 Ποσότητα ενέργειας ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους .

Πίνακας 9 Αποτελέσματα Ε1

PV Generator Energy (AC grid)			
Month	kWh	Month	kWh
Jan	3093,3	Jun	7305,6
Feb	3121,1	Jul	7685,1
Mar	5290,1	Aug	7425,3
Apr	6220,5	Sep	6150,8
May	6891,1	Oct	4572,4
Dec	2523,7	Nov	3539,3



Διάγραμμα 8 Ποσό ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντια και με κλίση επιφάνεια.

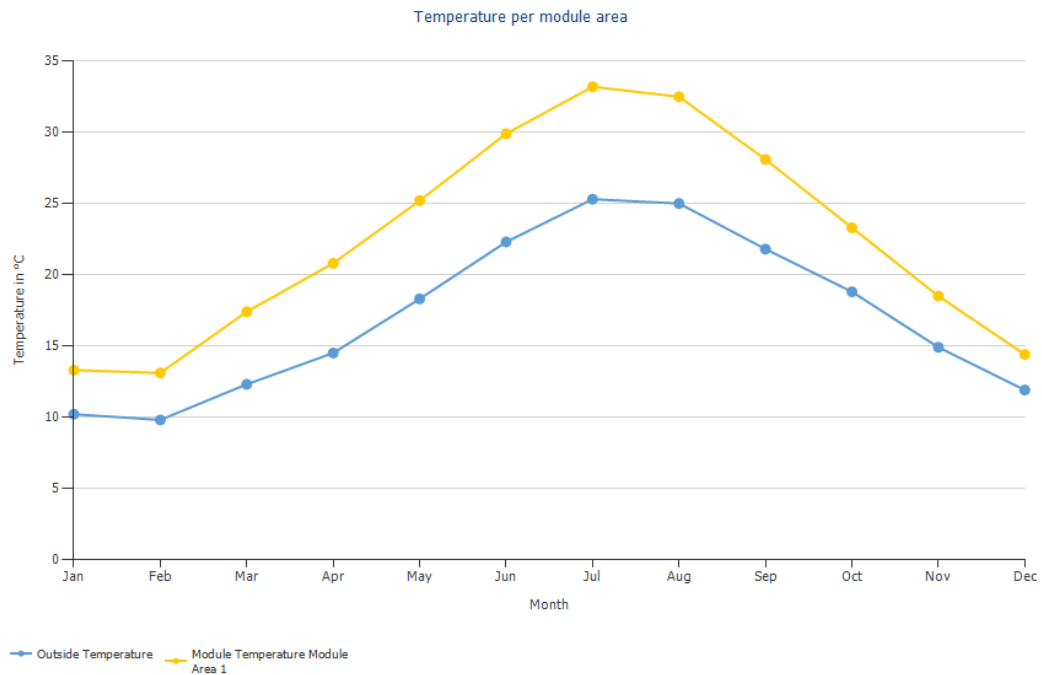
Πίνακας 10 Στοιχεία Μοντέλου Tiger Pro JKM540M-72HL4-BDVP

α/α	κλίση	Ετήσια Παραγωγή ενέργειας
1	20	62621
2	21	62807
3	22	62966
4	23	63137
5	24	63319
6	25	63462
7	26	63575
8	27	63701
9	28	63818 - επιλογή
10	29	63924
11	30	64014
12	31	64132
13	32	64188
14	33	64262
15	40	64496
16	41	64524 max

Πίνακας 11 Στοιχεία Μοντέλου Tiger Pro JKM540M-72HL4-(V)

α/α	κλίση	Ετήσια Παραγωγή ενέργειας
1	20	57887
2	21	57965
3	22	58043
4	23	58110
5	24	58168
6	25	58216
7	26	58255
8	27	58285
9	28	58552 max
10	29	58317
11	30	58320
12	31	58314
13	32	58302
14	33	58280
15	40	57849
16	41	57753

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας βασίστηκε στο μοντέλο Tiger Pro JKM540M-72HL4-BDVP (Πίνακας 10) το οποίο λειτουργεί με διπλή επιφάνεια και έχει τοποθετηθεί με κλίση 28 μοιρών σε νότιο προσανατολισμό. Το ποσό σε ετήσια βάση είναι 63818 kWh/έτος. Το αντίστοιχο ποσό ενέργειας με τη χρήση του μοντέλου Tiger Pro JKM540M-72HL4-(V) μονής όψης (Πίνακας 11) είναι 58552 kWh/έτος. Παρατηρείται μια πτώση σχεδόν 5000 kWh/έτος με τη χρήση μοντέλων πλαισίων με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Συμπερασματικά αναφέρεται πως το ενεργειακό ποσοστό που καλύπτει η εγκατάσταση είναι **88.14%.**

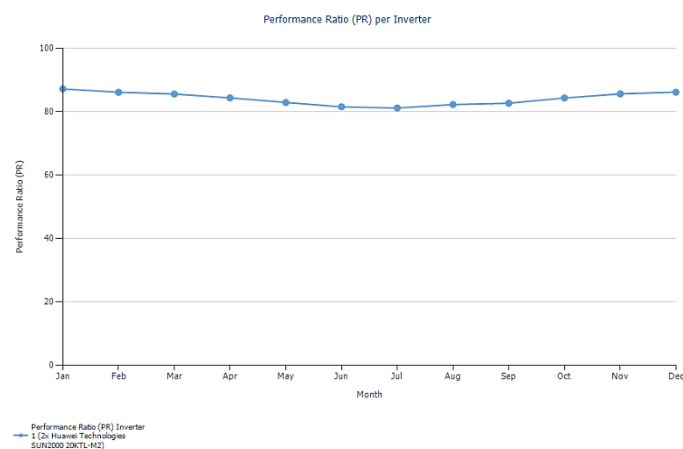


Διάγραμμα 9 Καταγραφή θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και του πλαισίου

Οι θερμοκρασιακοί δείκτες με καταγραφή έχουν σκοπό την ανάλυση του βαθμού επιρροής της αύξησης της θερμοκρασίας στη ποιοτική απόδοση του πλαισίου και το τρόπο εγκατάστασης.

- Σε επαφή με το κτίριο με μειωμένη ροή αέρα
- Σε κλίση ανεξάρτητο με αυξημένη ροή αέρα [20]

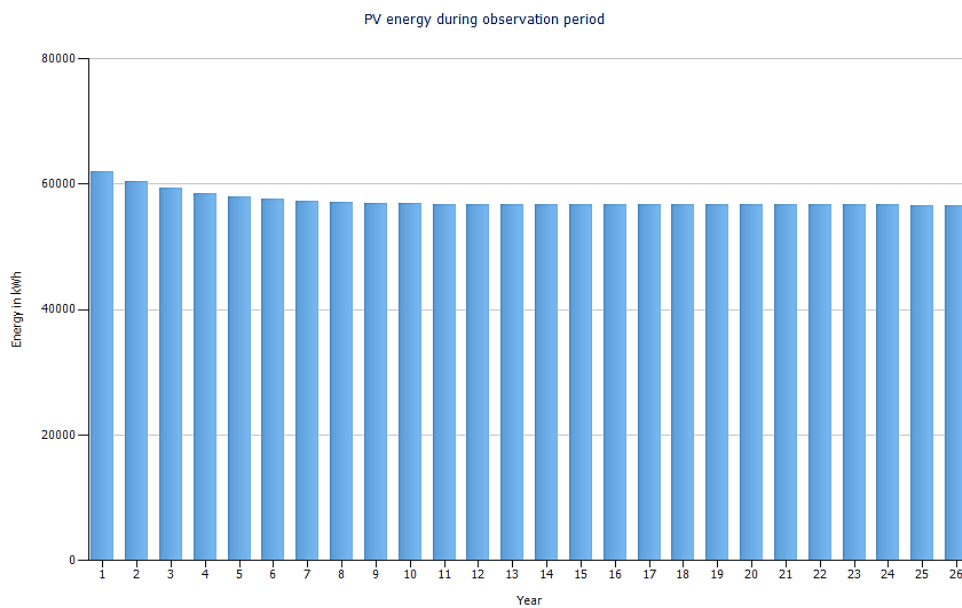
Αποδόσεις μετατροπέα (%) Ratio (PR) Inverter 1 (2x SMA Solar Technology AG Sunny Tripower 20000TL-30)



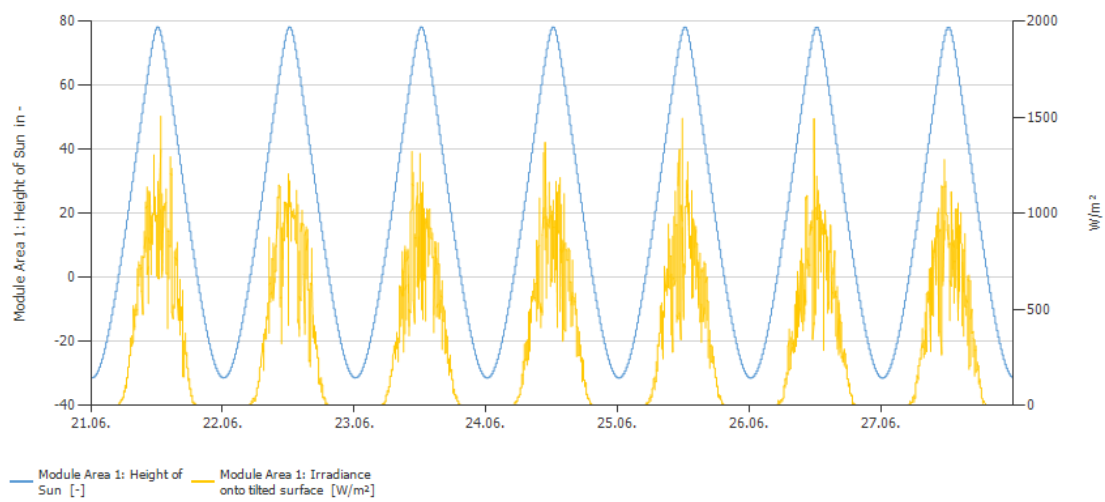
Διάγραμμα 10 Απόδοση του μετατροπέα στο χρόνο

Πίνακας 12 Αποτελέσματα E3

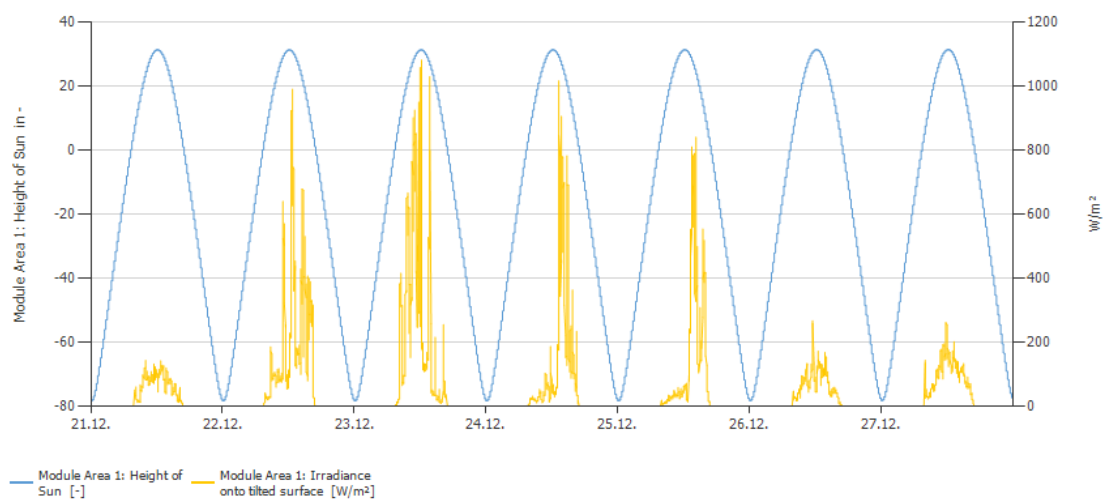
Ιανουάριος	87,17
Φεβρουάριος	86,15
Μάρτιος	85,59
Απρίλιος	84,37
Μάϊος	82,92
Ιούνιος	81,55
Ιούλιος	81,17
Αύγουστος	82,26
Σεπτέμβριος	82,67
Οκτώβριος	84,33
Νοέμβριος	85,64
Δεκέμβριος	86,17



Διάγραμμα 11 Πτώση απόδοσης του συστήματος κατά τη διάρκεια 25 ετών



Διάγραμμα 12 Καμπύλες καταγραφής μέγιστου ηλιακού ύψους και ποσότητα ενέργειας στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο καλοκαιρινή περίοδο



Διάγραμμα 13 Καμπύλες καταγραφής μέγιστου ηλιακού ύψους και ποσότητα ενέργειας στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο χειμερινή περίοδο

3 Ενεργειακά συστήματα φωτοβολταϊκών με τη χρήση του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ενεργειακά συστήματα και η εφαρμογή αυτών σε χώρους που αναφέρονται στην εγκατάσταση, τα οποία όμως δε βρίσκονται μέσα στον ίδιο (ή όμορο) χώρο με την εγκατάσταση κατανάλωσης. Επιπλέον, αυτά τα συστήματα δεν συνδέονται ηλεκτρικά με αυτή (σύνδεση στο δίκτυο μέσω της αυτής παροχής), όπως συμβαίνει στον κλασικό ενεργειακό συμψηφισμό έχοντας στόχο την ενεργειακή εξοικονόμηση. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στα ενεργητικά συστήματα που θα εφαρμοστούν στον υπό μελέτη χώρο, (φωτοβολταϊκών, ηλιασμού, σκιασμού, προσομοιώσεων, χωροθέτησης και κλιματικών δεδομένων) και κατόπιν αναφέρονται τα οφέλη που προκύπτουν από αυτά.

3.1 Ενεργειακά συστήματα φωτοβολταϊκών με τη χρήση του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού.

Οι σύγχρονες απαιτήσεις εγκαταστάσεων γεωργικής επεξεργασίας και τυποποίησης απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας, με ενδεχόμενη επαύξηση των απαιτήσεων λόγω μελλοντικών επενδύσεων και ανάπτυξης της επιχείρησης. Η αναβάθμιση του νομοθετικού περιεχομένου καθώς και η ωρίμανση της ενεργειακής χρήσης των Α.Π.Ε. ευνοούν τα ενεργειακά άλματα των υπό κατασκευή επιχειρήσεων στο τομέα της αγροτικής ανάπτυξης, το σύστημα που εξετάζεται αφορά τη χρήση του εργαλείου «ενεργειακός συμψηφισμός», με σκοπό την ενεργειακή εξοικονόμηση της επιχείρησης και τη δημιουργία ανταγωνιστικού πλαισίου. Το μοντέλο της επιχείρησης αναφέρεται στη κατασκευή ενός σύγχρονου τυποποιητηρίου με ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίου και μηχανικών εγκαταστάσεων σε ετήσιο κύκλο εργασιών 300 ημερών της τάξης των **75.400 kWh**.

3.2 Κίνητρα και εφαρμογή συστημάτων ενέργειας (virtual net metering)

Οι μελλοντικές αποσβέσεις, καθώς και η μελλοντική αναβάθμιση του συστήματος των εγκαταστάσεων δημιουργεί την ανάγκη μεγαλύτερου συστήματος παραγωγής ενέργειας, το οποίο οδηγεί την εταιρεία στο επενδυτικό σχέδιο εγκατάστασης ενεργειακού πάρκου σε όμορο αγροτεμάχιο τεσσάρων στρεμμάτων ιδιοκτησίας της επιχείρησης. Το μοντέλο ανάπτυξης και εξωστρέφειας της επιχείρησης αναβαθμίζεται με τη χρήση του εργαλείου του ενεργειακού συμψηφισμού. Η χρήση ενός αποκεντρωμένου συστήματος δημιουργεί νέο χώρο ευελιξίας στη διαχείριση ενέργειας.

«1. Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και στο διασυνδεδεμένο δίκτυο και στη νήσο Κρήτη, ισχύουν τα εξής:

α. Στην περίπτωση του **ενεργειακού συμψηφισμού**, η ισχύς κάθε σταθμού παραγωγής που εγκαθίσταται στο πλαίσιο της παρούσας μπορεί να ανέρχεται μέχρι και το εκατό τοις εκατό (100%) της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης (Ισχύς σταθμού παραγωγής (kW) ≤ Συμφωνημένη Ισχύ Κατανάλωσης (kVA)).

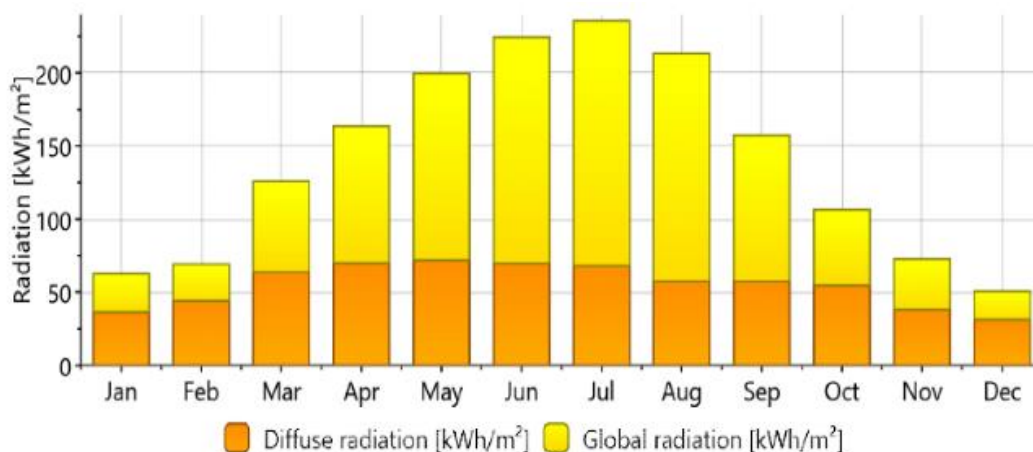
β. Στην περίπτωση του **εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού**, η ισχύς κάθε σταθμού παραγωγής που εγκαθίσταται στο πλαίσιο της παρούσας μπορεί να ανέρχεται μέχρι και το εκατό τοις εκατό (100%) του αθροίσματος της συμφωνημένης ισχύος του συνόλου των συμψηφιζόμενων καταναλώσεων (Ισχύς σταθμού παραγωγής (kW) ≤ Άθροισμα Συμφωνημένης Ισχύος Καταναλώσεων (kVA)).» [21]

3.3 Επιλογή ισχύος φωτοβολταϊκού σταθμού

Σύμφωνα με τη παροχή ν. 6, 135 kVA η ισχύς του σταθμού μπορεί να φτάσει στα 135 kW, ένα αρκετά καλό όριο που μπορεί να στηρίξει το ενεργειακό σύστημα μιας εγκατάστασης συμβάλλοντας στη μείωση του κόστους του παραγόμενου προϊόντος. Οι ανάγκες της επιχείρησης σύμφωνα με το επενδυτικό σχέδιο σε βάθος πενταετίας αναμένεται να διπλασιαστούν, με αποτέλεσμα την ανάγκη και ζήτηση για μεγάλα ποσά ενέργειας και αύξηση της ανταγωνιστικότητας. Η επιλογή της ισχύος του φωτοβολταϊκού σταθμού είναι στα 49.95 kW.

3.4 Περιοχή μελέτης

Το κλίμα στη περιοχή μελέτης διατηρεί το σύνολο των χαρακτηριστικών που αναφέρθηκαν στις εγκαταστάσεις του κτιρίου μελέτης με ενσωματωμένα τα στοιχεία παραγωγής ενέργειας. Συνοπτικά αναφέρεται πως χαρακτηρίζεται ως τυπικό μεσογειακό εύκρατο με μαλακούς χειμώνες και ήπια καλοκαίρια. Κατά τη καλοκαιρινή περίοδο υπάρχει έντονη υγρασία, ιδιαίτερα στους πρόποδες ορεινών όγκων. Το ηλιακό δυναμικό είναι έντονο με καθαρό ουρανό και απρόσκοπτη ηλιακή ενέργεια σε μεγάλο ποσοστό κατά τη διάρκεια του έτους (Διάγραμμα 14).



Διάγραμμα 14 Ηλιακή ακτινοβολία

3.4.1 Χαρακτηριστικά καταλληλότητας του αγροτεμαχίου στο χώρο μελέτης φωτοβολταϊκού σταθμού.

Η εξέταση των κριτηρίων επιλογής ενός κατάλληλου αγροτεμαχίου αποτελεί βασικό στοιχείο της μελέτης. Ο μηχανικός που εκπονεί τη μελέτη είναι υπεύθυνος για την επιλογή του αγροτεμαχίου και την καταλληλότητά του. Σαφώς, το αντικείμενο μελέτης αναφέρετε και σε άλλες ειδικότητες, όπως τοπογράφους μηχανικούς, δικηγόρους, συμβολαιογράφους, πολιτικούς μηχανικούς κ.λπ. Περιληπτικά αναφέρονται κάποιες από τις βασικές προϋποθέσεις επιλογής:

- Αγροτεμάχιο καθαρό από βάρη, φόρους και υποθήκες
- Συμβόλαια κατατεθειμένα στο υποθηκοφυλακείο
- Τοπογραφικό ΕΓΣΑ 87
- Βεβαίωση ΝΕΧΩΠ, υψηλής ή χαμηλής παραγωγικότητας
- Βεβαίωση από αρχαιολογία
- Βεβαίωση από νεότερων μνημείων
- Απαλλαγή ΕΠΟ
- Βεβαίωση δασαρχείου
- Βεβαίωση χρήσης γης
- Έλεγχος για ρέματα , πηγάδια κ.λπ.
- Ρεύματα χαμηλής τάσης

Στην Εικόνα 41 φαίνεται το τοπογραφικό του αγροτεμαχίου μελέτης.

3.4.2 Ηλιακό δυναμικό ενέργειας στο χώρο μελέτης φωτοβολταϊκού σταθμού.

Στοιχείο ανάγνωσης για την εγκατάσταση συστημάτων ενέργειας και παραγωγής αποτελεί η κίνηση του ήλιου στο σημείο αναφοράς, καθώς επίσης και το ποσό ενέργειας που προκύπτει. Σημαντική εικόνα στο σύνολο της διαχείρισης αποτελεί το κομμάτι της προσομοίωσης, που αναδεικνύει το ποσοστό και τη περιοχή καταλληλότητας των συστημάτων παραγωγής ενέργειας όπως οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες. Το αγροτεμάχιο ως χώρος μελέτης εξετάζεται με επί τόπου μετρήσεις, καθώς επίσης και με εισαγωγή δεδομένων σε ειδικό λογισμικό αναλύσεων (σκίαση, ηλιακό δυναμικό κ.λπ.). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής φαίνεται και στο μοντέλο που δημιουργήθηκε στο λογισμικό pv sol όπως φαίνεται στην Εικόνα 42 Ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο μελέτης.Εικόνα 42 παρακάτω.

Total Radiation

In Steps of: 81000 Wh



Εικόνα 42 Ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο μελέτης.

Το αντικείμενο μελέτης και ανάλυσης του χώρου αποτελεί ουσιαστικό εργαλείο για την επεξεργασία των χαρακτηριστικών ηλιακής πρόσπτωσης επάνω στο χώρο της εγκατάστασης. Ειδικά οι ετήσιοι ηλιακοί δείκτες (χειμώνας, καλοκαίρι, ισημερίες) αποτελούν τα σημεία τεκμηρίωσης για την έγκριση αλλά και τη ποσότητα παραγωγής ενέργειας, καθώς αναδεικνύουν τα μέγιστα και τα ελάχιστα οφέλη ηλιακής ενέργειας στο σημείο αναφοράς.

Σύμφωνα με τα μοντέλα προσομοίωσης και ελέγχου, γίνεται κατανοητό πως στον έλεγχο του αγροτεμαχίου υπάρχουν μεγάλα ποσά ενέργειας και στις δυο περιόδους του έτους. Τα περιμετρικά εμπόδια (βλάστηση) δεν αποτελούν πρόβλημα στη περιοχή αφού το αποτέλεσμα της ενεργειακής μελέτης, καθώς δεν παρουσιάζει σημεία ενεργειακής πτώσης στο εσωτερικό της ιδιοκτησίας. Τα αποτελέσματα των προσεγγίσεων στο χώρο μέσω μοντελοποίησης, επιτρέπουν την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού και κατασκευών με αντικείμενο τη παραγωγή ενέργειας στα πλαίσια της εξοικονόμησης.

3.4.3 Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα και τα πλαίσια που επιλέγονται για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού στο αγροτεμάχιο μελέτης, είναι παρόμοια με τα πλαίσια που εφαρμόστηκαν στο πρώτο σενάριο της ίδια εταιρείας, με δυνατότητα παραγωγής ενέργειας και στη μια όψη του πλαισίου. Το πλαίσιο που επιλέχτηκε για την εγκατάσταση είναι της εταιρείας jingo, μοντέλο Tiger LM 72HC 435-455 Watt, μονοκρυσταλλικό μονής όψης με διαστάσεις 1039 mm, 2096 mm, και βαθμό απόδοσης κοντά στο 21% (Πίνακας 13).

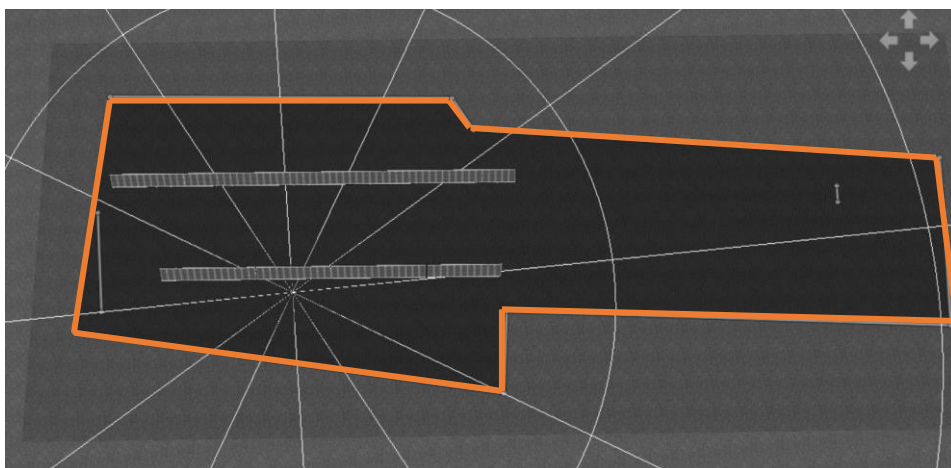
Πίνακας 13 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού μοντέλου

SPECIFICATIONS

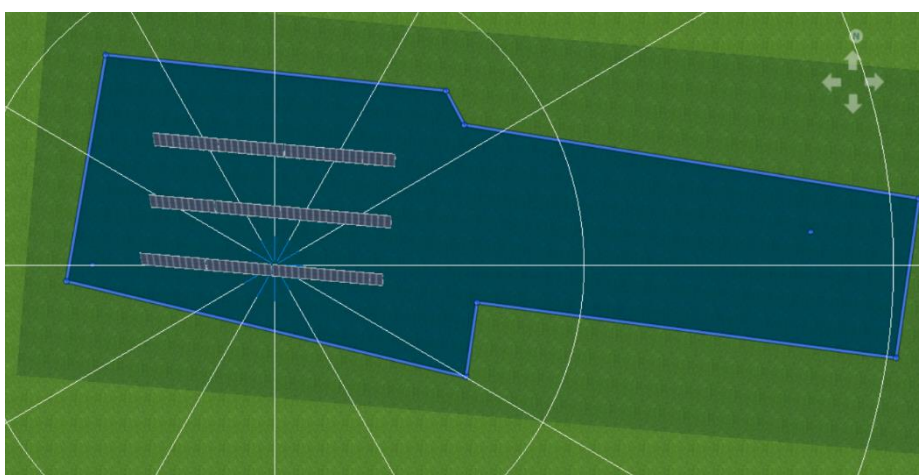
Module Type	MM435-72HLM-MB		MM440-72HLM-MB		MM445-72HLM-MB		MM450-72HLM-MB		MM455-72HLM-MB	
	MM435-72HLM-MBV	MM440-72HLM-MBV	MM445-72HLM-MBV	MM450-72HLM-MBV	MM455-72HLM-MBV	MM435-72HLM-MBV	MM440-72HLM-MBV	MM445-72HLM-MBV	MM450-72HLM-MBV	MM455-72HLM-MBV
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	435Wp	324Wp	440Wp	327Wp	445Wp	331Wp	450Wp	335Wp	455Wp	339Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.77V	37.76V	40.97V	37.89V	41.17V	38.10V	41.37V	38.31V	41.56V	38.47V
Maximum Power Current (Imp)	10.67A	8.57A	10.74A	8.64A	10.81A	8.69A	10.88A	8.74A	10.95A	8.80A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.67V	45.84V	48.87V	46.03V	49.07V	46.22V	49.27V	46.41V	49.46V	46.59V
Short-circuit Current (Isc)	11.32A	9.14A	11.39A	9.20A	11.46A	9.26A	11.53A	9.31A	11.60A	9.37A
Module Efficiency STC (%)	19.97%		20.20%		20.43%		20.66%		20.89%	
Operating Temperature(°C)	-40℃~+85℃									
Maximum System Voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
PowerTolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.35%/℃									
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/℃									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/℃									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2℃									

3.5 Χωροθέτηση πλαισίων στο χώρο μελέτης

Η έκταση του χώρου εγκατάστασης δεν περιορίζεται στο μικρό χώρο εγκατάστασης επάνω στο δώμα, με αποτέλεσμα ο χώρος να επαρκεί για την πλήρη εφαρμογή του συνόλου της ισχύος. Το εμβαδόν που καλύπτουν τα πλαίσια για την εγκατάσταση των 49.95 kW (111 πλαίσια), είναι της τάξης των 250 m² ενώ για την εγκατάσταση ενός σταθμού 100 kW περίπου στα 500 m² μαζί με τον βοηθητικό οικίσκο ελέγχου. Ο συνδυασμός του χώρου εγκατάστασης, των ενεργειακών αναγκών, και το νομοθετικό πλαίσιο καθορίζουν το σύνολο του συστήματος που εγκαθίσταται. Παρακάτω παρουσιάζονται η πρώτη διάταξη που είχε γίνει στην εφαρμογή των φωτοβολταϊκών (Εικόνα 43) και η τελική της μορφή που επιλέχθηκε (Εικόνα 44).



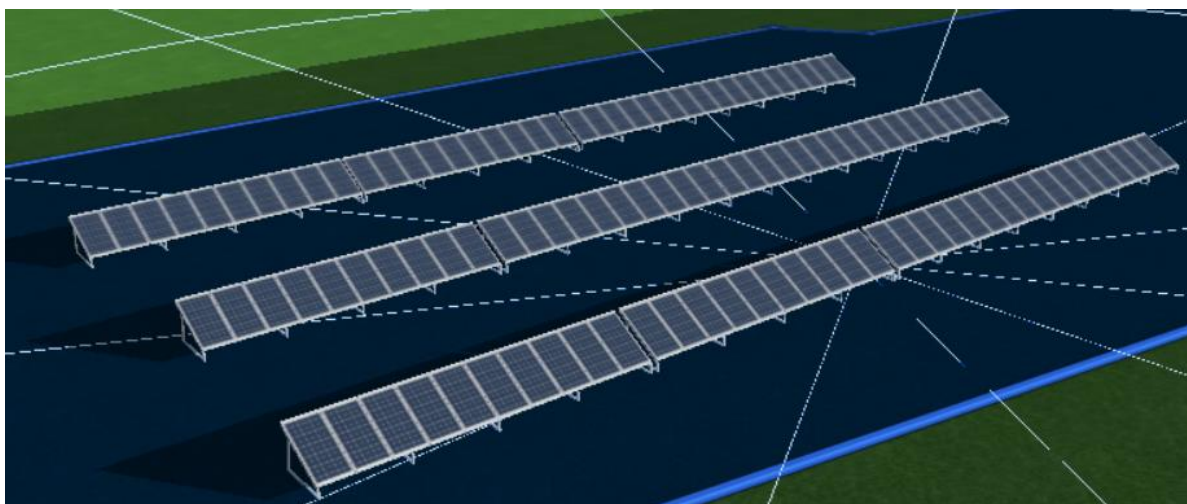
Εικόνα 43 Πρώτη επιλογή του φωτοβολταϊκού σταθμού 49.95 kW



Εικόνα 44 Τελική επιλογή του φωτοβολταϊκού σταθμού εγκατάστασης

3.5. Ηλιασμός και σκιασμός χωροθετημένων πλαισίων

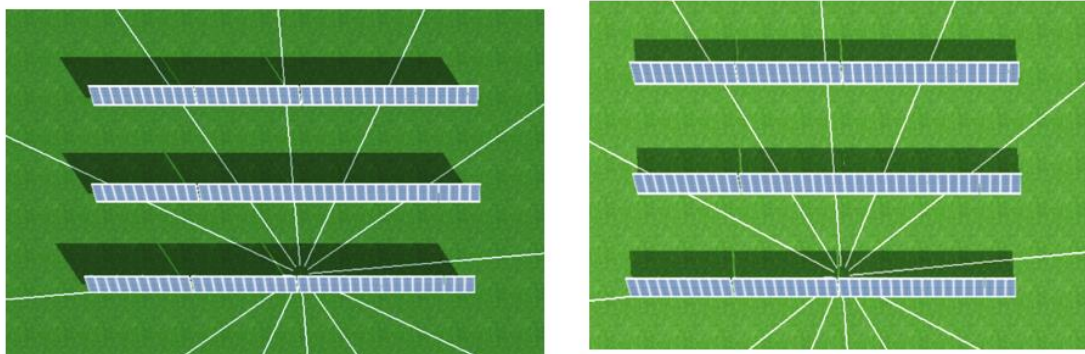
Η κατάλληλη επιλογή των διατάξεων του συστήματος (κλίση, αριθμός πλαισίων, μετατροπέας κ.λπ.), η διάταξη των πλαισίων η τήρηση της νομοθεσίας που αφορά την εγκατάσταση των συστημάτων εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, και η γεωμετρική κίνηση του ήλιου της περιοχής, προσομοιώνουν ένα σύνολο που δημιουργεί την κατάλληλη απόσταση των πλαισίων με σκοπό τον απρόσκοπτο ηλιασμό και τις ιδανικές συνθήκες λειτουργικότητας του φωτοβολταϊκού σταθμού.



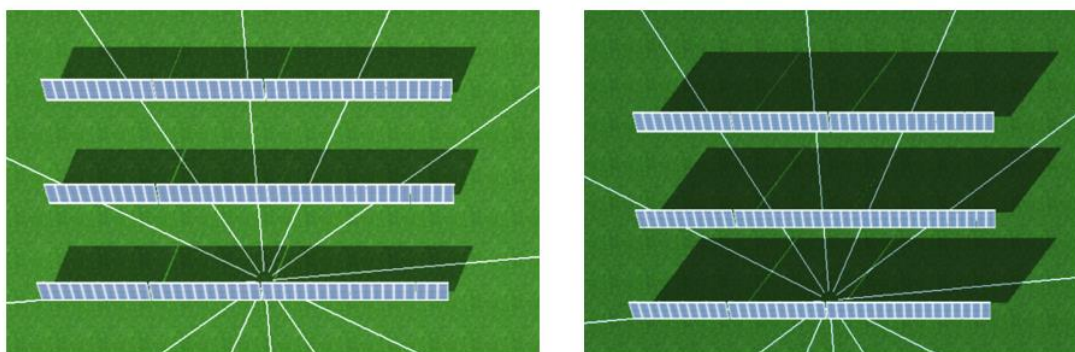
Εικόνα 45 Χαρακτηριστικά σκίασης του φωτοβολταϊκού μοντέλου

Όπως έχει αναφερθεί, μέσω των τεχνολογικών προγραμμάτων, μπορούν να αναδειχθούν τα αδύναμα σημεία και να έχουμε καλύτερη αποτύπωση της σκιαγράφησης του ετήσιου ηλιακού κύκλου, καθώς και του ίχνους σκίασης επάνω στα πλαίσια. Στη συνέχεια αναλύεται και απεικονίζεται ανά περίοδο το σύστημα ηλιακού βηματισμού για την εγκατάσταση, σύμφωνα με τις διατάξεις και τις κατάλληλες αποστάσεις

- Χειμερινή περίοδος, χειμερινό ηλιοστάσιο (21 -23 Δεκεμβρίου)



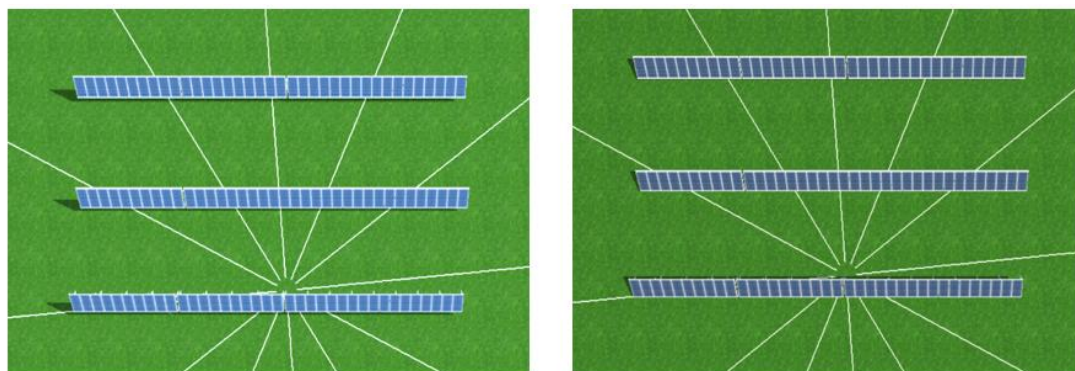
Εικόνα 46 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 12- 9.00 π.μ. και 21- 12- 12.00 μ.μ



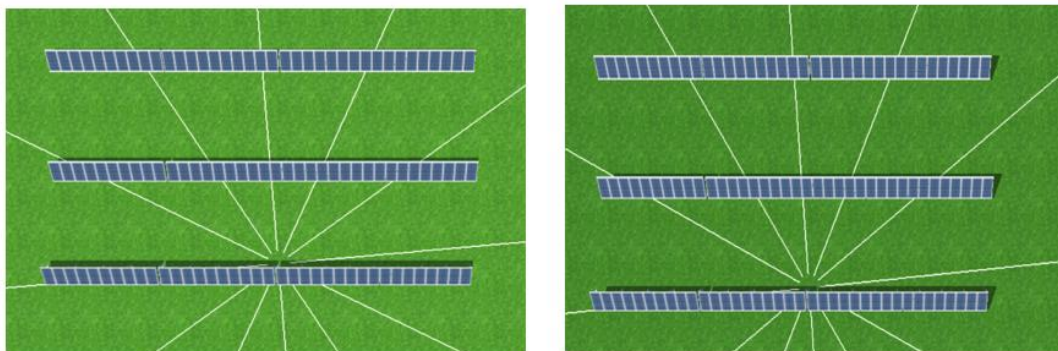
Εικόνα 47 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 12- 15.00 μ.μ. και 21- 12- 16.25 μ.μ

Οι ιδανικές συνθήκες των αποστάσεων δημιουργούν κατάλληλα ενεργειακά οφέλη, που έχουν ως αποτέλεσμα την άριστη λειτουργία του φωτοβολταϊκού πάρκου και κατ' επέκταση τα βέλτιστα ενεργειακά κέρδη σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες της περιοχής. Το χειμερινό μοντέλο εξέτασης είναι και εκείνο που συνήθως καθορίζει τα όρια σκίασης του συστήματος και διαφοροποιεί τις αλλαγές σε χωροταξικό επίπεδο. Παρατηρείται πως δεν υπάρχει πρόβλημα κατά τις ώρες που ο ήλιος βρίσκεται σε χαμηλές γωνίες με αποτέλεσμα την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης (Εικόνα 46, Εικόνα 47).

- Θερινή περίοδος, θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου)



Εικόνα 48 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 06- 9.00 π.μ. και 21- 06- 12.00 μ.



Εικόνα 49 Χαρακτηριστικά σκίασης στις 21- 06- 15.00 μ.μ. και 21- 06- 19.00 μ.μ

Κατά την καλοκαιρινή περίοδο ακόμα και τις ώρες, που ο ήλιος βρίσκεται σε χαμηλές γωνίες σύμφωνα με τις συνθήκες και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, παρατηρείται η παραγωγή μεγάλων ποσών ενέργειας που έχουν ως αποτέλεσμα την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης (Εικόνα 48, Εικόνα 49).

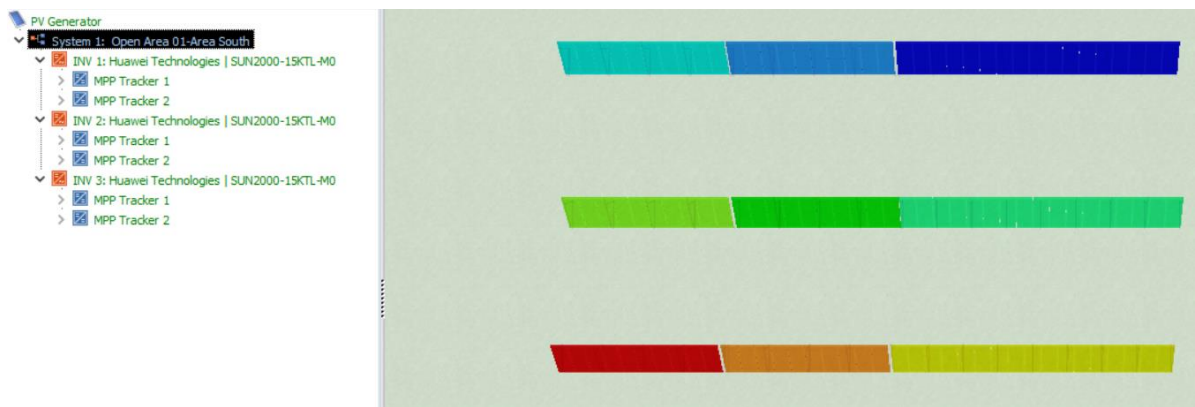
Παρακάτω αναλύονται τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για το Φ/Β σύστημα.



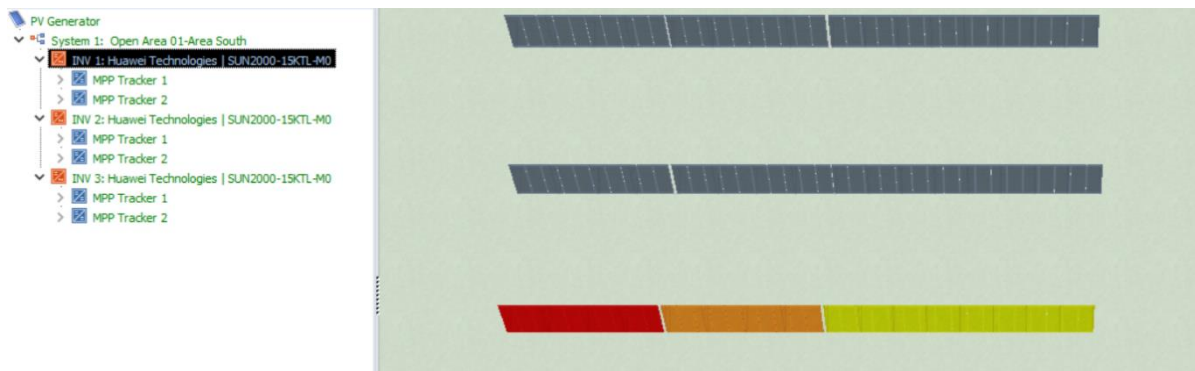
Εικόνα 50 Μοντέλο Μετατροπέα SUN2000-15KTL-M0

Όσον αφορά τον μετατροπέα, το μοντέλο που χρησιμοποιείται είναι το SUN2000-15KTL-M0 τριφασικός με ονομαστική ισχύ 15.0 kW και μέγιστη φαινόμενη 16.5 kVA (Εικόνα 50). Θα χρησιμοποιηθούν τρεις.

Ο κάθε μετατροπέας παραλαμβάνει στο MPP1 (2*10 πλαίσια σε σειρά) και στο MPP2 (17 πλαίσια σε σειρά) με σύνολο 37 σε κάθε μετατροπέα. Παρακάτω αποτυπώνονται ποιες σειρές κουμπώνουν επάνω στο κάθε μετατροπέα του συστήματος (Εικόνα 51, Εικόνα 52, Εικόνα 53, Εικόνα 54, Εικόνα 55, Εικόνα 56, Εικόνα 57, Εικόνα 58, Εικόνα 59, Εικόνα 60).



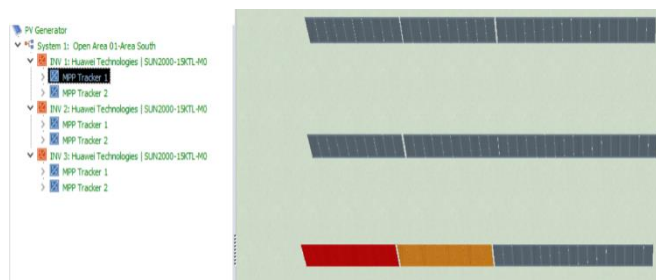
Εικόνα 51 Το σύνολο των σειρών και των μετατροπέων της εγκατάστασης



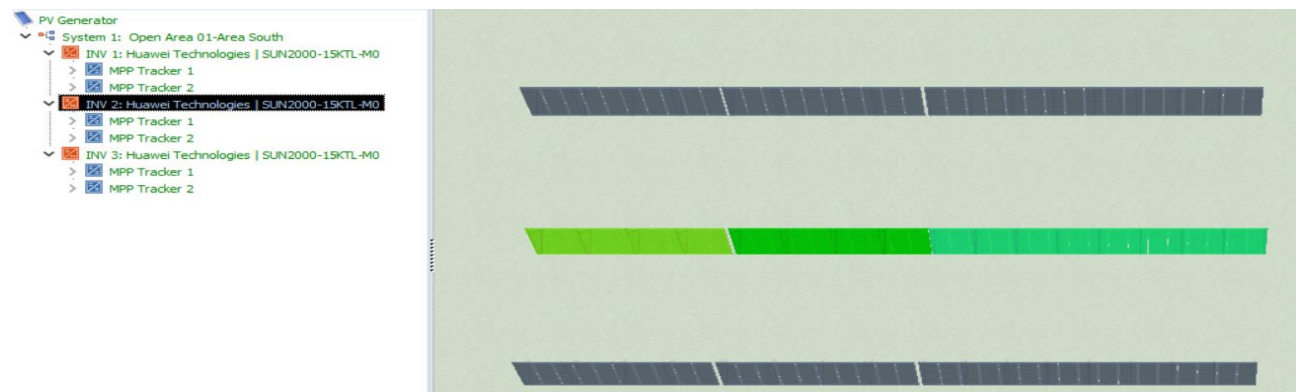
Εικόνα 52 Το σύνολο των σειρών του πρώτου μετατροπέα για MPP1 και MPP2



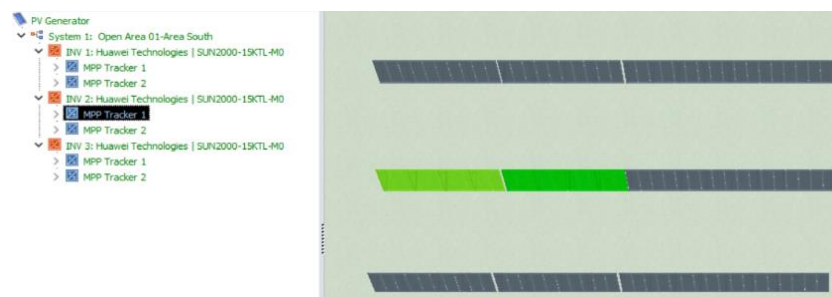
Εικόνα 53 σειρά A, 2 X10 MPP 1



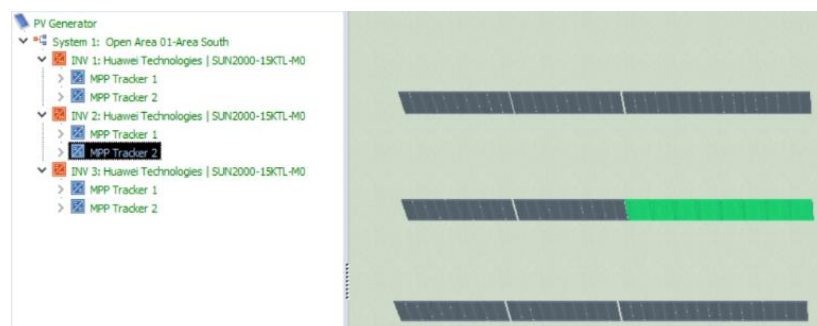
Εικόνα 54 σειρά B, 1 X17 MPP 2



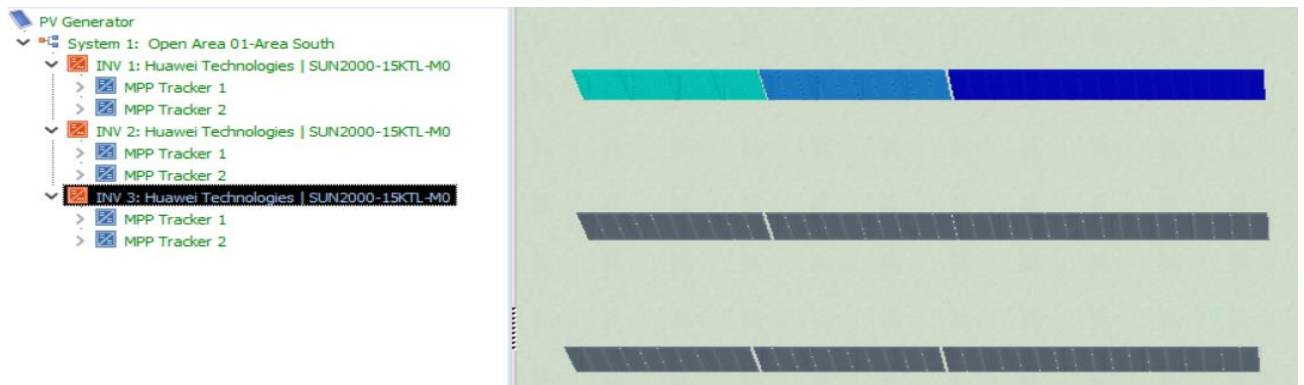
Εικόνα 55 Το σύνολο των σειρών του δεύτερου μετατροπέα για MPP1 και MPP2



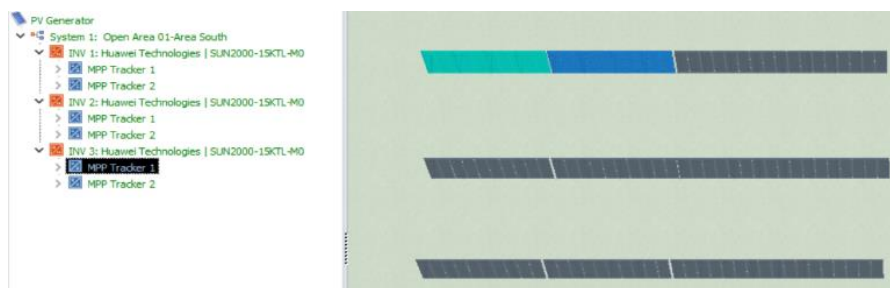
Εικόνα 56 σειρά Γ, 2 X10 MPP 1



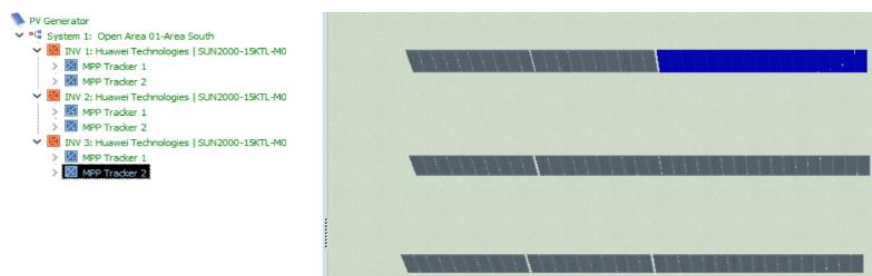
Εικόνα 57 σειρά Δ, 1 X17 MPP 2



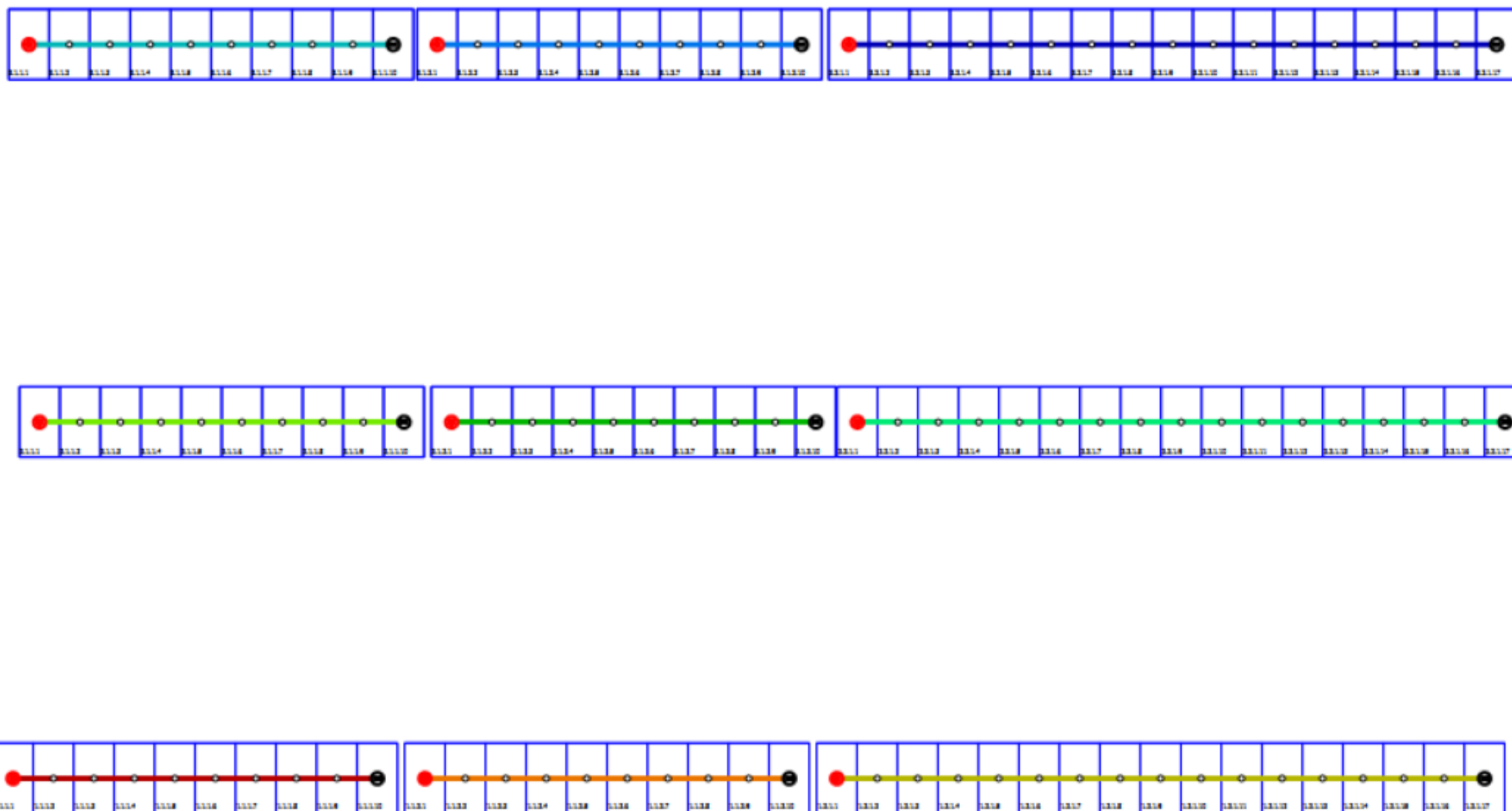
Εικόνα 58 Το σύνολο των σειρών του τρίτου μετατροπέα για MPP1 και MPP2



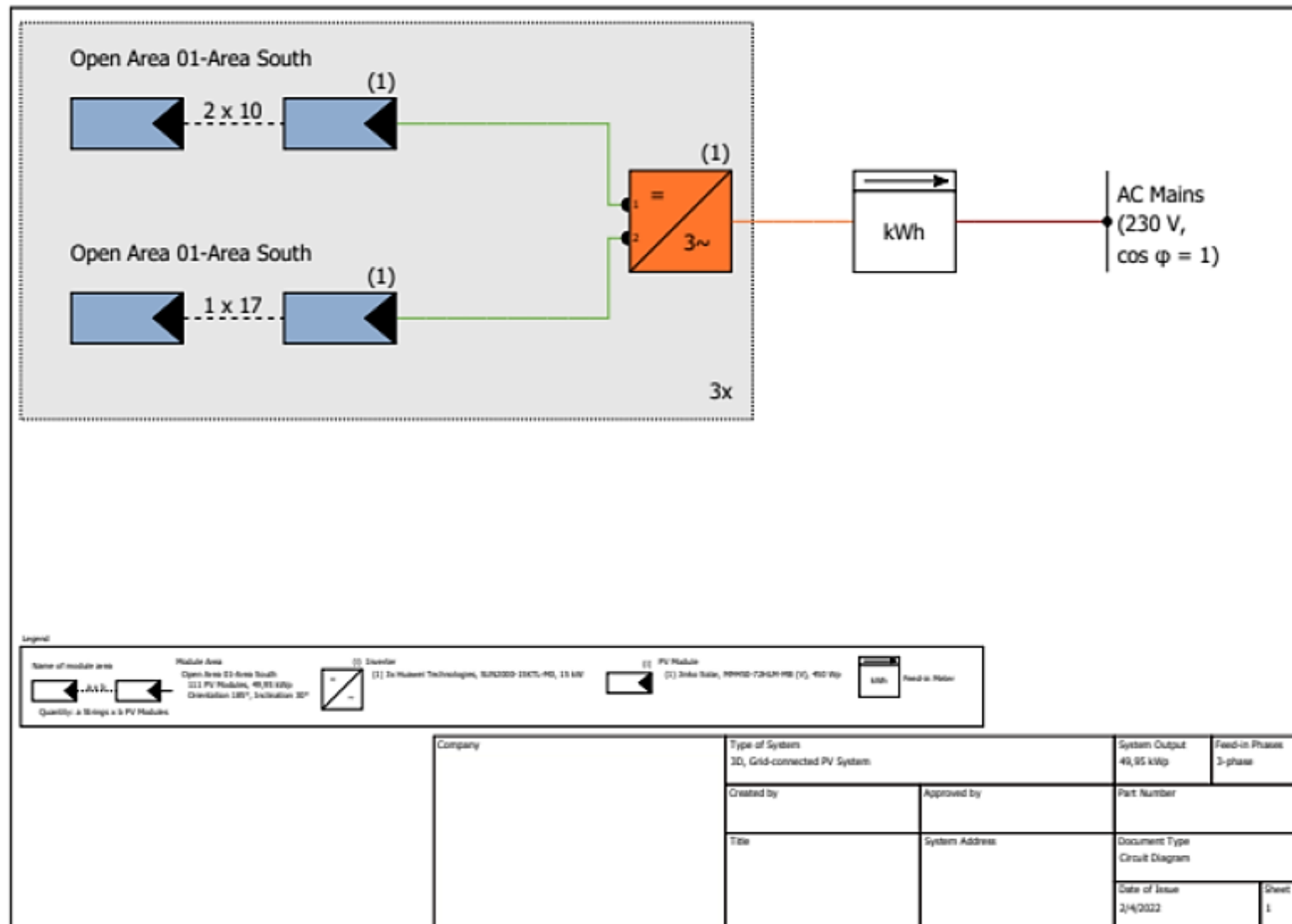
Εικόνα 59 σειρά E, 2 X10 MPP 1



Εικόνα 60 σειρά Z, 1 X17 MPP 2



Διάγραμμα 15 Γραφιστική απεικόνιση σύνδεσης καλωδιώσεων



Διάγραμμα 16 Μονογραμμικό Διάγραμμα

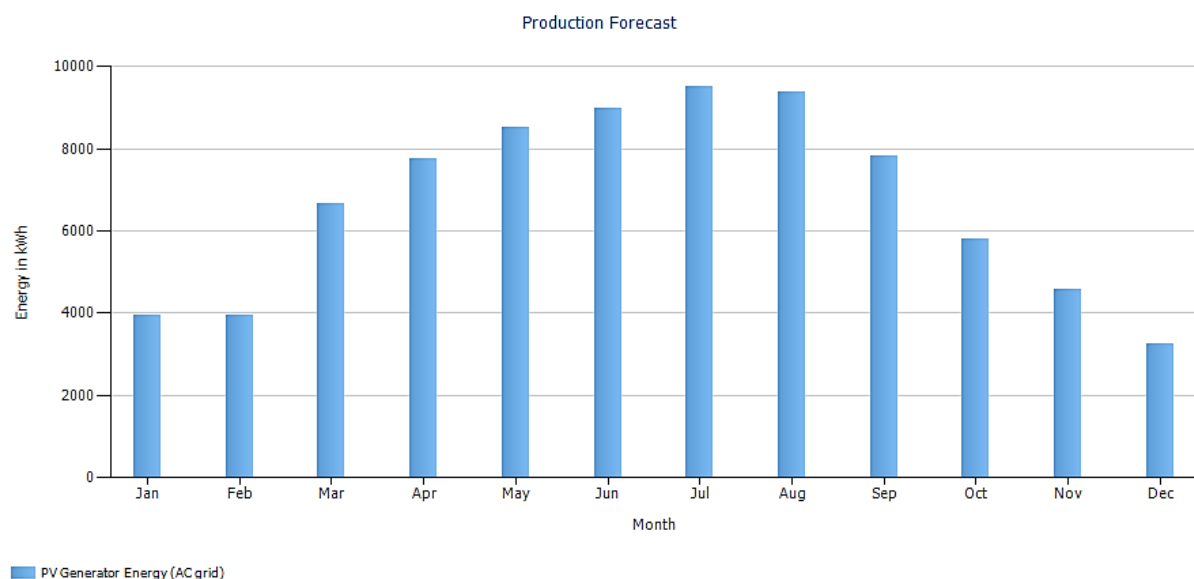
Η γραφική απεικόνιση των καλωδιώσεων (Διάγραμμα 15) καθώς και το μονογραμμικό διάγραμμα (Διάγραμμα 16) αναλύει και ενημερώνει για τις βασικές διατάξεις και συνδεσμολογίες του συστήματος εγκατάστασης στη περιοχή μελέτης.

4 Αποτελέσματα

Στο παρών κεφάλαιο αναλύουμε τα αποτελέσματα της μελέτης. Η κατάλληλη επιλογή συστημάτων και μελέτης, δημιουργεί τις συνθήκες για όσο το δυνατόν μεγαλύτερα ποσά παραγωγής ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά πάρκα. Η μελέτη των διατάξεων που τοποθετήθηκαν στην ταράτσα της μονάδας είχαν σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και οδήγησαν στα εξής αποτελέσματα.

Ο ετήσιος κύκλος παράγει αναλυτικά τα συγκεκριμένα ποσά όπως αυτά παρατίθενται παρακάτω :

- Για σταθερά πλαίσια
- Για κινητά πλαίσια



Διάγραμμα 17 Ποσότητα ενέργειας ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους .

Πίνακας 14 Αποτελέσματα T1 σταθερά πλαίσια

Μήνας	kWh	Μήνας	kWh
Ιανουάριος	3962,2	Ιούνιος	8982,6
Φεβρουάριος	3934,9	Ιούλιος	9505
Μάρτιος	6673,2	Αύγουστος	9363,4
Απρίλιος	7740	Σεπτέμβριος	7827,9
Μάιος	8518,6	Οκτώβριος	5799,3
Δεκέμβριος	3252,7	Νοέμβριος	4568,9

Σύνολο ενέργειας : 80.136 kWh/έτος βάσει του Πίνακας 14**Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης ης αναφοράς δεν βρέθηκε..**

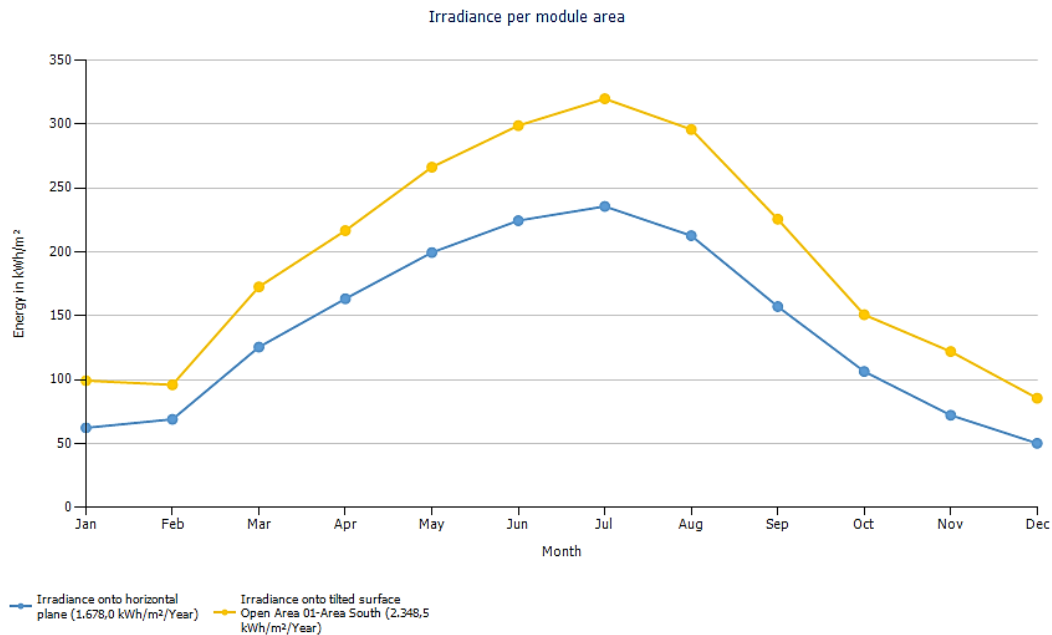
Αποδόσεις μετατροπεία επί τοις εκατό Ratio (PR) Inverter SUN2000-15KTL-M0 ανά inverter (Πίνακας 15):

- Performance Ratio (PR) Inverter 1 (1x Huawei Technologies SUN2000-15KTL-M0)
- Performance Ratio (PR) Inverter 2 (1x Huawei Technologies SUN2000-15KTL-M0)
- Performance Ratio (PR) Inverter 3 (1x Huawei Technologies SUN2000-15KTL-M0) *3

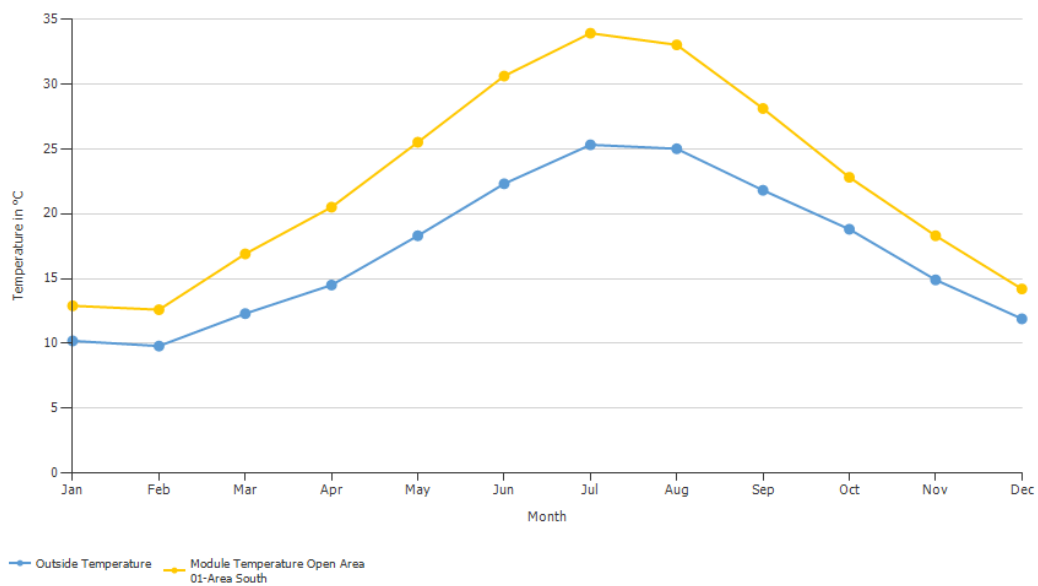
Πίνακας 15 Ποσοστιαίες αποδόσεις ανά μετατροπεία

Μήνας	Inverter 1	Inverter 2	Inverter 3
Ιανουάριος	95,43	94,22	94,39
Φεβρουάριος	95,09	94,57	94,59
Μάρτιος	94,19	93,86	93,86
Απρίλιος	93,0	92,75	92,75
Μάιος	91,46	91,22	91,22
Ιούνιος	90,22	90,02	90,02
Ιούλιος	89,29	89,11	89,11
Αύγουστος	89,47	89,31	89,31
Σεπτέμβριος	90,76	90,54	90,54
Οκτώβριος	92,35	92,03	92,03
Νοέμβριος	93,63	92,9	92,96

Δεκέμβριος	94,1	92,65	92,7
------------	------	-------	------



Διάγραμμα 18 Ακτινοβολία στην περιοχή της μονάδας

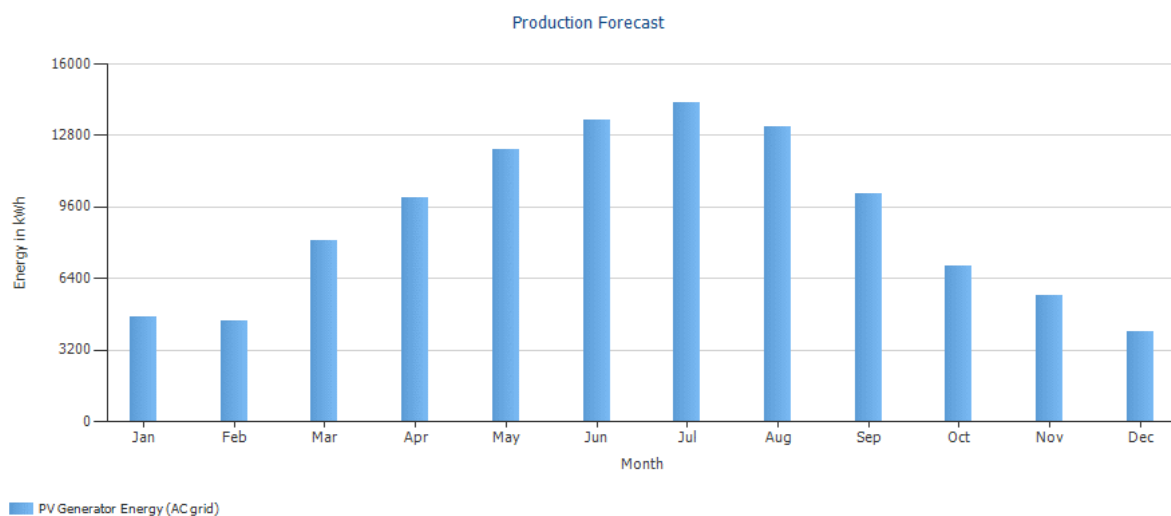


Διάγραμμα 19 Καταγραφή θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και του πλαισίου.

Δείκτες θερμοκρασιακοί με καταγραφή, με σκοπό την ανάλυση του βαθμού επιρροής της αύξησης της θερμοκρασίας στη ποιοτική απόδοση του πλαισίου και το τρόπο εγκατάστασης (Διάγραμμα 18, Διάγραμμα 19).

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας βασίστηκε στο μοντέλο Tiger LM 72HC 435-455 Watt, μονοκρυσταλλικό μονής όψης με διαστάσεις 1039 mm, 2096 mm, και βαθμό απόδοσης κοντά

στο 21%, έχει τοποθετηθεί με κλίση 28 μοιρών σταθερά σε νότιο προσανατολισμό. Το ποσό σε ετήσια βάση είναι 80.136 kWh/έτος. Παρατηρείται πως η δημιουργία και η κατασκευή του μικρού φωτοβολταϊκού πάρκου καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες της επιχείρησης σε ποσοστό πάνω από το 100% και στα όρια κατανάλωσης της μονάδας με αποτέλεσμα να μη δημιουργείται άσκοπη ροή ενέργειας στο δίκτυο δίχως αξιοποίησή της από την εταιρεία τυποποίησης. Η επιλογή και η μελέτη του σχεδιαστικού μοντέλου οριοθετεί τις ανάγκες με σκοπό τις γρήγορες αποσβέσεις του έργου και πλήρη αξιοποίηση της ενεργειακής παραγωγής. Συμπερασματικά αναφέρεται πως το ενεργειακό ποσοστό που καλύπτει η εγκατάσταση είναι **> 75.400 kWh/έτος** το οποίο σε ποσοστό ανέρχεται στο **106,3%** .



Διάγραμμα 20 Ποσότητα ενέργειας ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 16 Αποτελέσματα T2 σε κινητά πλαίσια

Μήνας	kWh	Μήνας	kWh
Ιανουάριος	4687,7	Ιούνιος	13457,6
Φεβρουάριος	4505,3	Ιούλιος	14240,1
Μάρτιος	8074,9	Αύγουστος	13187,8
Απρίλιος	9965,9	Σεπτέμβριος	10172,3
Μάιος	12127,2	Οκτώβριος	6918,4
Δεκέμβριος	4009,2	Νοέμβριος	5631,9

Βάσει του Πίνακα 16 το σύνολο ενέργειας είναι **106.978 kWh/έτος**.

Και σε αυτό το σενάριο μοντελοποίησης η ετήσια παραγωγή ενέργειας βασίστηκε στο μοντέλο Tiger LM 72HC 435-455 Watt, μονοκρυσταλλικό μονής όψης με διαστάσεις 1039 mm, 2096 mm, και βαθμό απόδοσης κοντά στο 21%, το οποίο εγκαταστάθηκε με ιχνηλάτηση διπλού άξονα σε νότιο προσανατολισμό. Το ποσό σε ετήσια βάση είναι 106.978 kWh/έτος. Παρατηρείται πως η δημιουργία και η κατασκευή του μικρού φωτοβολταϊκού πάρκου καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες της επιχείρησης σε ποσοστό πάνω από το 100% και κοντά στο 142% με αποτέλεσμα το ενεργειακό πλεόνασμα. Η επιλογή και η μελέτη του σχεδιαστικού μοντέλου οριοθετεί τις ανάγκες με σκοπό τη μελλοντική αναβάθμιση της εταιρείας και τη δημιουργία νέων καταναλώσεων αντίστοιχες με την επέκταση των εγκαταστάσεων της επιχείρησης με αυτή την επιλογή στα πλαίσια ενός σωστά τεκμηριωμένου επιχειρηματικού πλάνου δίδεται η επιλογή χρησιμοποίησης διαφορετικής τεχνολογίας βάσεων με αποτέλεσμα την αύξηση τη παραγωγής. Συμπερασματικά αναφέρεται πως το ενεργειακό ποσοστό που καλύπτει η εγκατάσταση είναι **> 75.400 kWh/έτος** το οποίο σε ποσοστό ανέρχεται στο **142%**.

Ολοκληρώνοντας τα αποτελέσματα της εργασίας μελετήσαμε τέσσερις προτάσεις για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της βιομηχανικής μονάδας. Οι ετήσιες ανάγκες σε κατανάλωση ενέργειας της μονάδας ανέρχονται στις 75,400 kWh/έτος. Η πρώτη πρόταση βελτίωσης της ενεργειακής κάλυψης αναγκών της βιομηχανίας αφορά φωτοβολταϊκά πλαίσια μονής όψης, τα οποία είναι τοποθετημένα σε κλίση 28° στην ταράτσα της μονάδας. Σε αυτήν την περίπτωση παράγονται μόνο 58,552 kWh/έτος, ενώ η μονάδα απαιτεί 75,400 kWh/έτος. Είναι προφανές ότι αυτή η λύση δεν είναι επαρκής για να καλύψει τις ανάγκες της μονάδας,

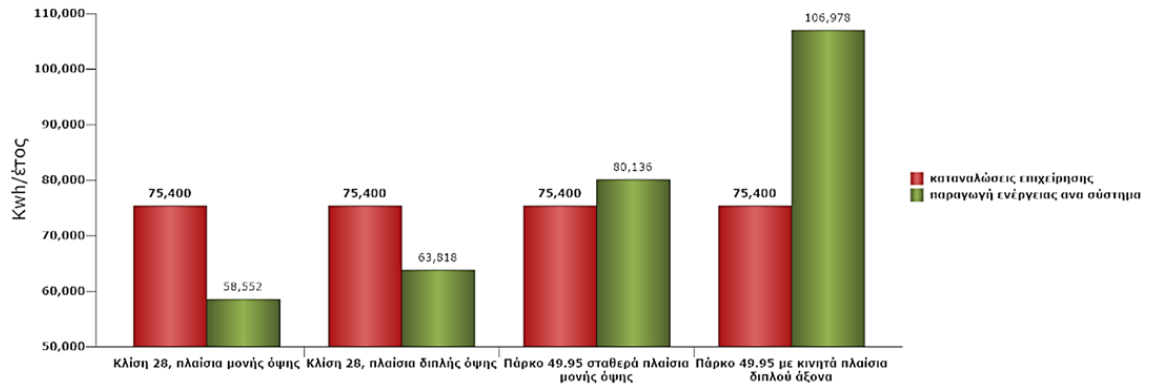
Η δεύτερη πρόταση αφορά πλαίσια διπλής όψης σε κλίση 28° στην ταράτσα της μονάδας, όπου φαίνεται να παράγει 63,318 kWh/έτος. Όπως φαίνεται και σε αυτή την περίπτωση η παραγωγή ενέργειας από το σύστημα δεν είναι επαρκής για να καλύψει τις 75,400 kWh/έτος που απαιτούνται από τη μονάδα.

Η τρίτη λύση εξετάζει την περίπτωση εγκατάστασης σταθερών πλαισίων μονής όψης 49.95 kW σε φωτοβολταϊκό πάρκο εγγύς της μονάδας τυποποίησης ελαιολάδου. Σε αυτήν την περίπτωση φαίνεται ότι επιτυγχάνουμε την παραγωγή ενέργειας που ζητάει η μονάδα για τις ανάγκες της, καθώς είναι της τάξεως των 80,136 kWh/έτος. Με αυτή την παραγωγή ενέργειας καλύπτεται το 106,3% των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας της μονάδας.

Τέλος, η τέταρτη και τελευταία εξετάζει κινητά φωτοβολταϊκά πλαίσια διπλού άξονα των 49.95 kW, σε φωτοβολταϊκό πάρκο εγγύς στη μονάδα τυποποίησης ελαιολάδου. Αυτή η λύση

παράγει 106,978 kWh/έτος, ποσό που καλύπτει στο 142% τις ανάγκες παραγωγής ενέργειας της μονάδας.

Συγκεντρωτικά, η παραγωγή ενέργειας για κάθε σενάριο φαίνεται στο Διάγραμμα 21.



Διάγραμμα 21 Προτάσεις παραγωγής ενέργειας ανά λύση προτεινόμενου συστήματος.

5 Συμπεράσματα

Το αντικείμενο επεξεργασίας επενδυτικών κινήσεων αποτελεί αδήριτη ανάγκη για κάθε επιχειρηματικό κλάδο και υγιή κοινωνική διεύρυνση. Η δραστηριότητα ενός κλάδου αποτελεί πεδίο στρατηγικών κινήσεων με τους ενδιαφερόμενους να αποτελούν πυλώνα ανάπτυξης του οικονομικού σχεδιασμού τοπικών κοινωνιών και κατ' επέκταση του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος μιας χώρας.

Η ανάλυση του οικονομικού μοντέλου της εργασίας αναφέρεται στα βασικά χαρακτηριστικά μέτρα οποία πρέπει να γίνει μια πρώτη προσέγγιση και αξιολόγηση των επιχειρηματικών επενδύσεων που σκοπό έχουν τη διεύρυνση και τη στήριξη της εκάστοτε επιχείρησης.

Συνοπτικά αναφέρεται πως σκοπός της οικονομικής περιγραφής είναι η οριοθέτηση του οικονομικού μοντέλου και η παρακολούθηση της χρηματοοικονομικής ροής για την σωστή αξιολόγηση της επένδυσης. Τα κύρια σενάρια τα οποία έλαβαν χώρα είναι τα εξής :

1. Το μοντέλο επένδυσης με **ίδια κεφάλαια** της κατασκευής φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 41,04 kW, εγκατεστημένο σε οροφή της εταιρείας με σκοπό την ηλιακή εκμετάλλευση και τον ενεργειακό συμψηφισμό των καταναλώσεων της παροχής του ηλεκτρικού.
2. Το μοντέλο επένδυσης με **κεφάλαια τραπεζικού δανεισμού** στο 100% της κατασκευής φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 41,04 kW, εγκατεστημένο σε οροφή της εταιρείας με σκοπό την ηλιακή εκμετάλλευση και τον ενεργειακό συμψηφισμό των καταναλώσεων της παροχής του ηλεκτρικού.
3. Το μοντέλο επένδυσης με **ίδια κεφάλαια** της κατασκευής φωτοβολταϊκού συστήματος (πάρκου) με **σταθερά συστήματα** έδρασης ισχύος 49,95 kW, εγκατεστημένο σε όμορο αγροτεμάχιο της εταιρείας με σκοπό την ηλιακή εκμετάλλευση και τον **εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό** των καταναλώσεων της παροχής του ηλεκτρικού.
4. Το μοντέλο επένδυσης με **ίδια κεφάλαια** της κατασκευής φωτοβολταϊκού συστήματος (πάρκου) με **κινητά συστήματα** έδρασης ισχύος 49,95 kW, εγκατεστημένο σε όμορο αγροτεμάχιο της εταιρείας με σκοπό την ηλιακή εκμετάλλευση και τον **εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό** των καταναλώσεων της παροχής του ηλεκτρικού.
5. Το μοντέλο επένδυσης με **κεφάλαια τραπεζικού δανεισμού** στο 100% της κατασκευής φωτοβολταϊκού συστήματος (πάρκου) με **σταθερά συστήματα** έδρασης ισχύος 49,95 kW, εγκατεστημένο σε όμορο αγροτεμάχιο της εταιρείας με σκοπό την ηλιακή

εκμετάλλευση και τον **εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό** των καταναλώσεων της παροχής του ηλεκτρικού.

6. Το μοντέλο επένδυσης με **κεφάλαια τραπεζικού δανεισμού** στο 100% της κατασκευής φωτοβολταϊκού συστήματος (πάρκου) με **κινητά συστήματα** έδρασης ισχύος 49,95 kW, εγκατεστημένο σε όμορο αγροτεμάχιο της εταιρείας με σκοπό την ηλιακή εκμετάλλευση και τον **εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό** των καταναλώσεων της παροχής του ηλεκτρικού.

Η διεξαγωγή των αναλύσεων συμπεριλαμβάνει σημαντικές παραδοχές για την οικονομική αξιολόγηση, παράδειγμα των δεδομένων που εισήχθησαν στα μοντέλα είναι τα εξής (Πίνακας 17, Πίνακας 18, και Πίνακας 19):

Πίνακας 17 Πίνακας δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)

Φωτοβολταϊκός Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας		
Γενικές Πληροφορίες		
Όνομα Έργου	Σταθμός	
Τύπος	Φωτοβολταϊκός	
Τοποθεσία	Π.Ε. Ηρακλείου	
Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά		
Ισχύς Φ/Β Πάνελ	MW	0,041
Παραγωγή & Έσοδα		
Ενεργειακή Απόδοση Φ/Β σταθμού	hours	1556,9
Παραγωγή Φ/Β σταθμού	MWh	63,89
Ετήσια απομείωση	%	0,40%
Βασικές Παραδοχές Οικονομικών Μεγεθών		
Φορολογικές Αποσβέσεις Εξοπλισμού		10,0%
Λοιπές Φορολογικές Αποσβέσεις		4,0%
Φορολογικός Συντελεστής		24,0%
Πληθωρισμός Λειτουργικών Εξόδων και Εσόδων	ανά έτος	2,5%
Πληθωρισμός Λειτουργικών Εξόδων και Εσόδων	ανά έτος	2,5%
Επιτόκιο Δανείου Τράπεζας		4,8%
Διάρκεια Δανείου Τράπεζας	έτη	5
Περίοδος χάριτος	έτη	1
Επιτόκιο Δανείου Μετόχων		--
Διάρκεια Δανείου Μετόχων	έτη	--
Περίοδος χάριτος δανείου μετόχων	έτη	--

Πίνακας 18 Δεδομένα για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)

Φωτοβολταϊκός Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας				
A/A	Περιγραφή Κεφαλαιουχικών Δαπανών Φ/Β	Εκτιμώμενο Κόστος / Estimate Cost '000 €	'000 €/MW (Εγκατεστημένη Ισχύς ΦΒ/ PV Install Capacity)	%
Φ/Β σταθμός		61,5	1.498,5	92,5%
1	Κόστος Προμήθειας και Μεταφοράς μηχανολογικού εξοπλισμού	55,4	1.348,7	83,2%
2	Κόστος κατασκευής Φ/Β	6,2	149,9	9,2%
Διασύνδεση Φ/Β με το Δίκτυο		1,0	24,4	1,5%
3	Διασυνδετική Γραμμή από το Φ/Β μέχρι τον υποσταθμό	1,0	24,4	1,5%
Κόστος Ανάπτυξης και Μελετών- Απρόβλεπτα		4,0	97,5	6,0%
4	Δασαρχείο Αποζημίωση - Μελέτη Αναδάσωσης & Εργασίες αποκατάστασης	-00	-00,0	0,0%
5	Πολεοδομική άδεια	-00	-00,0	0,0%
6	Μελέτες Ανάπτυξης (Αίτημα για Άδεια Παραγωγής, Περιβαλλοντικά, Άδεια εγκατάστασης κτλ)	3,0	73,1	4,5%
7	Απρόβλεπτα και Αποζημιώσεις Τοπικής Αυτοδιοίκησης	1,0	24,4	1,5%
Συνολικός Προϋπολογισμός		66,500	1.620,4	100,0%
Υπολογισμός ΦΠΑ 24%		2,7		
		69,176		

Γίνεται κατανοητό πως για την ορθά προσεγγιστική μέθοδο δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα λογιστικά πρότυπα με σκοπό τη σωστή ανάλυση των χαρακτηριστικών της επένδυσης. Τα βασικά χαρακτηριστικά όπως αναλύονται και στα λογιστικά φύλλα είναι :

- *ο τόπος που διεξάγεται η εγκατάσταση με σκοπό τη σωστή μέθοδο υπολογισμού της ηλιακής πρόσπτωσης,*
- *το μέγεθος του συστήματος,*
- *τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού,*
- *τα φορολογικά στοιχεία*
- *κόστος εξοπλισμού*
- *δάνεια και επιβαρύνσεις*
- *αποσβέσεις*
- *άδειες*
- *καθώς και απρόβλεπτα έξοδα μικρής και μεγάλης κλίμακας,*

Πίνακας 19 Δεδομένα για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)

Περιγραφή Ετήσιων Εξόδων	Μονάδα	Ποσό	Κόστος Μονάδας ('000 €)	Ετήσια Έξοδα ('000 €) Υ 1
Κόστος Συντήρησης Βάσεων Φ/Β	MW	0	-	0,0
Κόστος Συντήρησης Υπο/μού και Γραμμής Μεταφοράς	τμχ	1	-	0,0
Αποζημίωση Γης	000 m2	28	-	0,0
Καθαρισμός εδάφους και φύλαξη Φ/Β	τμχ	1	-	0,0
Συμμετοχή στην αγορά ενέργειας	τμχ	1	-	0,0
Κόστος Ασφάλισης	τμχ	1	1,00	1,0
Γενική Παρακολούθηση - Helioaiolis	τμχ	1	-	0,0
Λογιστική Παρακολούθηση	τμχ	1	-	0,0
Λοιπά Κόστη (Τηλεπικοινωνία, Ιδιοκαταναλώσεις, κτλ)	τμχ	1	0,50	0,5
Ετήσια Έξοδα				1,5

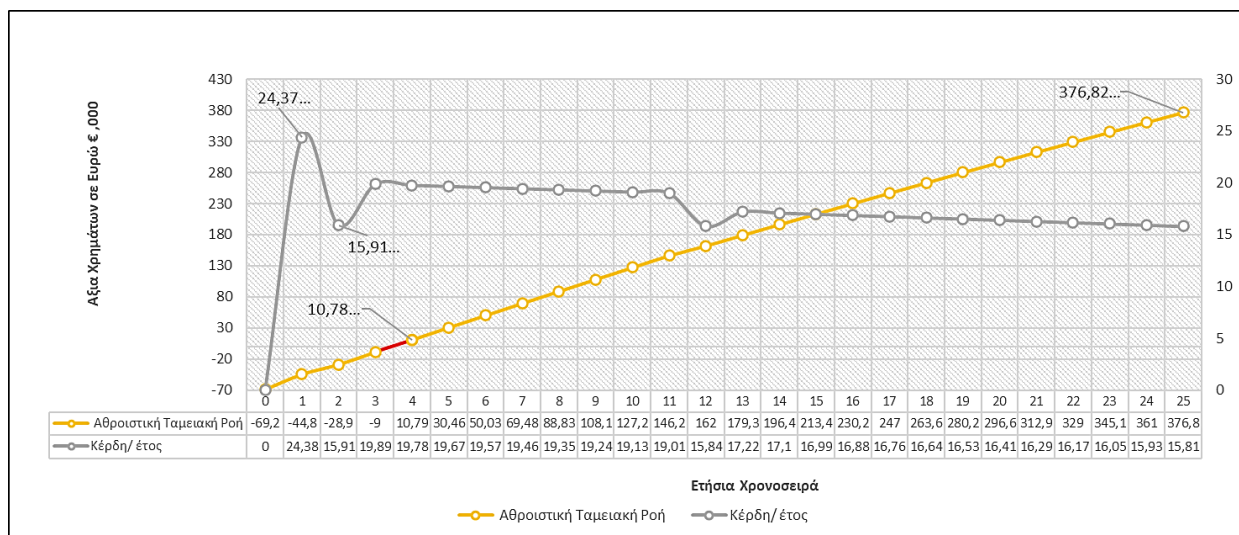
Τα αποτελέσματα των χρηματοοικονομικών ροών καθώς και των επενδυτικών δεικτών δημιουργούν τα όρια αποφάσεων για τη σωστή επιλογή επιχειρηματικών σχεδίων. Παρακάτω παρουσιάζονται τα τελικά διαγράμματα των ροών που εξατομικεύονται ανάλογα με το σενάριο επιλογής. Το κόστος του ρεύματος υπολογίστηκε με βάση τα τελευταία δεδομένα του 2022, όπου χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος τιμών 0,405 Οκτωβρίου και Νοεμβρίου (Πίνακας 20). Η τιμή του ρεύματος χρησιμοποιήθηκε ως έσοδο για την επιχείρηση δηλαδή ως κέρδος μετά την εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού.

Πίνακας 20 Δεδομένα αξίας ηλεκτρικού ρεύματος (πηγή: ΔΕΔΔΗΕ)

Χρέωση Προμήθειας για παροχές με συμφωνημένη ισχύ > 35KVA							
Μήνας	Πάγιο (€/μήνα)	Χρέωση Ενέργειας Ημέρας (€/kWh)	Χρέωση Ενέργειας Νύχτας (€/kWh)	Κρατική Επιδότηση TEM		Τελική Χρέωση Ενέργειας Ημέρας (€/kWh)	Τελική Χρέωση Ενέργειας Νύχτας (€/kWh)
				Κλιμάκια/kWh Μήνα	(€/kWh)		
Οκτώβριος 2022	1,5	0,64400	0,55400	Συνολικές kWh	0,23000	0,41400	0,32400
Νοέμβριος 2022	1,5	0,44600	0,35600	Συνολικές kWh	0,05000	0,39600	0,30600

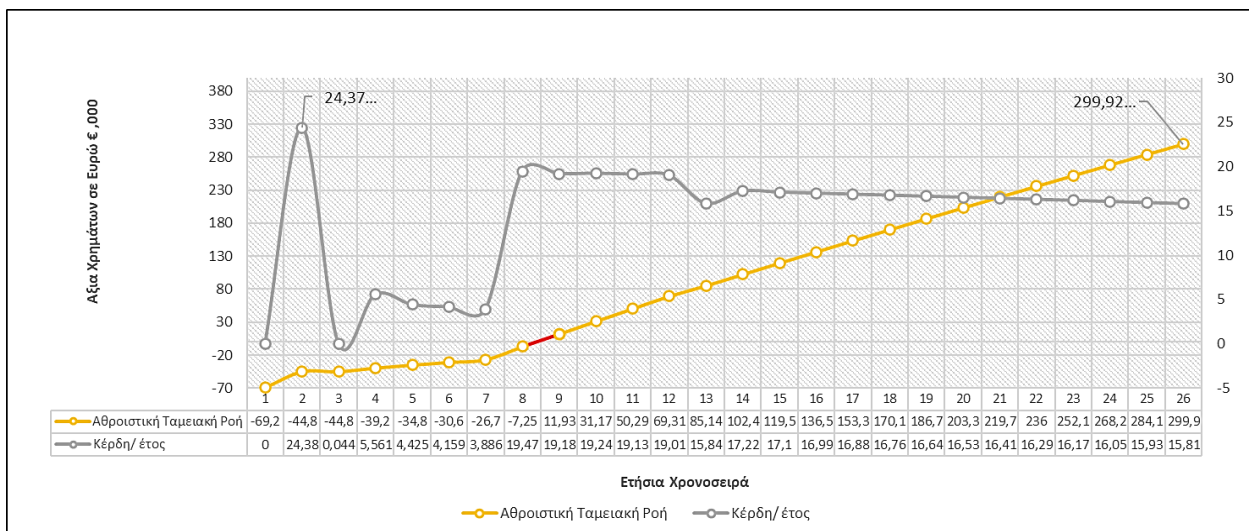
5.1 Σενάρια

ΣΕΝΑΡΙΟ 1: το μοντέλο εφαρμογής συστημάτων στο δώμα με σταθερό άξονα και χρηματοδότηση με ίδια κεφάλαια αποφέρει μια ταμειακή ροή 376.820 ευρώ σε βάθος 25 ετών. Στο πρώτο έτος υπάρχει ταμειακή ροή 24.377 ευρώ ενώ στη συνέχεια η φορολογία που εφαρμόζεται διατηρεί μια σχεδόν γραμμική τάση με μια μικρή καμπύλωση στο τέλος των αποσβέσεων στο 11^ο έτος. Η χρονική διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης γίνεται στο 4^ο έτος (Διάγραμμα 22 **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**).



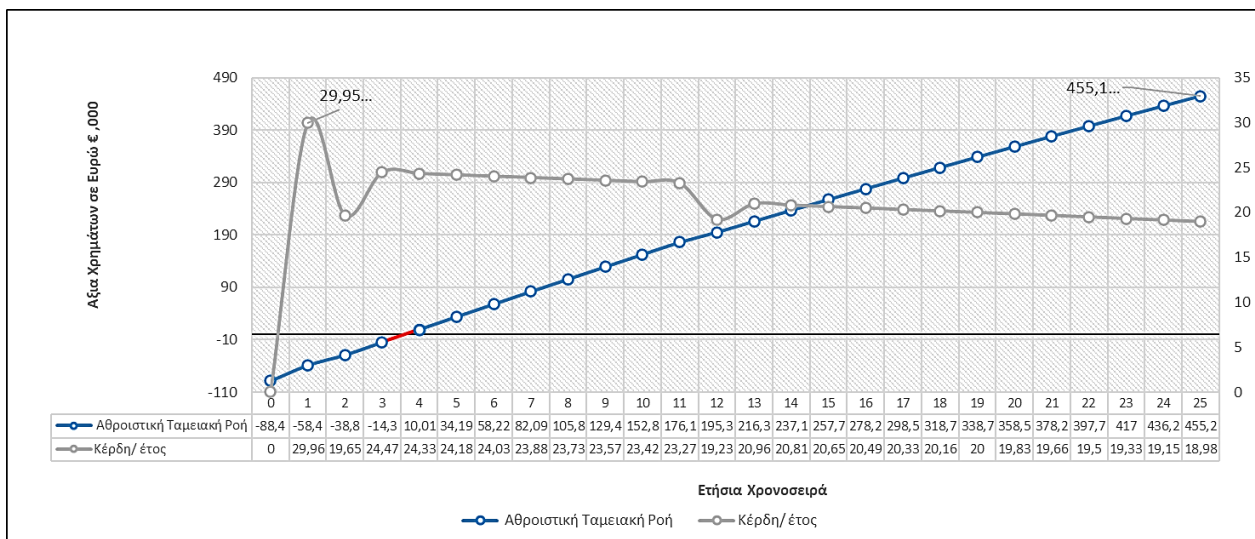
Διάγραμμα 22 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 1 (με τραπεζικά κεφάλαια)

ΣΕΝΑΡΙΟ 2: το μοντέλο εφαρμογής συστημάτων στο δώμα με σταθερό άξονα και χρηματοδότηση με τραπεζικά κεφάλαια αποφέρει μια ταμειακή ροή 299.920 ευρώ σε βάθος 25 ετών. Στο πρώτο έτος υπάρχει ταμειακή ροή 24.377 ευρώ λόγω περιόδου χάριτος ενός έτους, ενώ στη συνέχεια υπάρχουν διακυμάνσεις στη ταμειακή ροή λόγω της πληρωμής των δανειακών υποχρεώσεων, στη συνέχεια η φορολογία που εφαρμόζεται διατηρεί μια σχεδόν γραμμική τάση με μια μικρή καμπύλωση στο τέλος των αποσβέσεων στο 12^ο έτος. Η χρονική διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης γίνεται στο 9^ο έτος (Διάγραμμα 23).



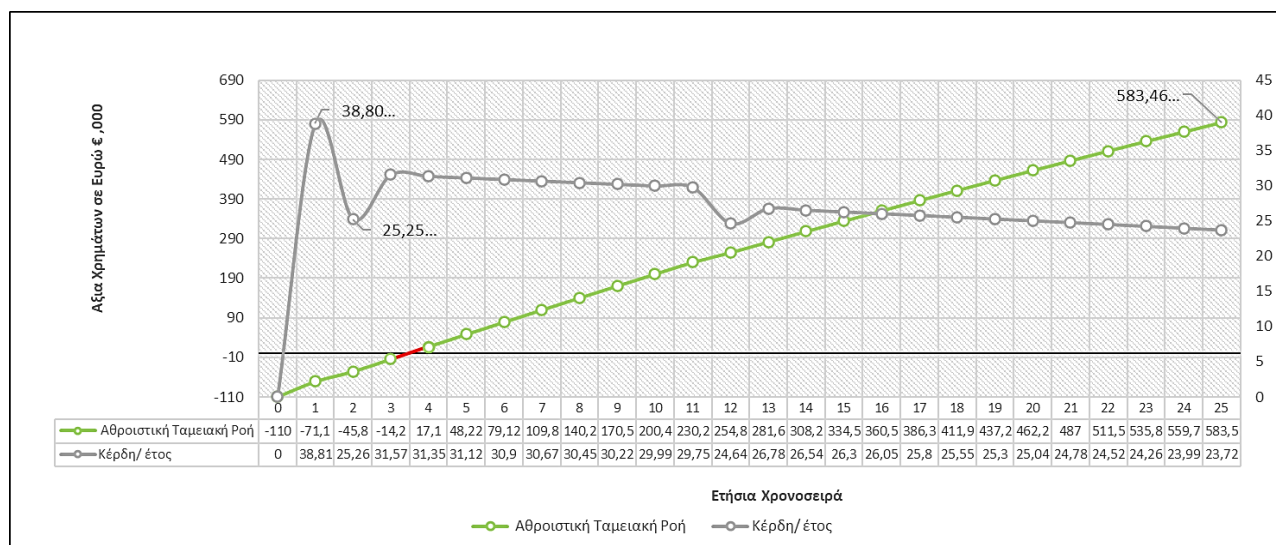
Διάγραμμα 23 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 2 (με τραπεζικά κεφάλαια)

ΣΕΝΑΡΙΟ 3: το μοντέλο εφαρμογής συστημάτων για εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό και τη λειτουργία πάρκου με σταθερό άξονα και χρηματοδότηση με ίδια κεφάλαια αποφέρει μια ταμειακή ροή 455.170 ευρώ σε βάθος 25 ετών. Στο πρώτο έτος υπάρχει ταμειακή ροή 29.957 ευρώ ενώ στη συνέχεια η φορολογία που εφαρμόζεται διατηρεί μια σχεδόν γραμμική τάση με μια μικρή καμπύλωση στο τέλος των αποσβέσεων στο 11^ο έτος. Η χρονική διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης γίνεται στο 3^ο με 4^ο έτος (Διάγραμμα 24).



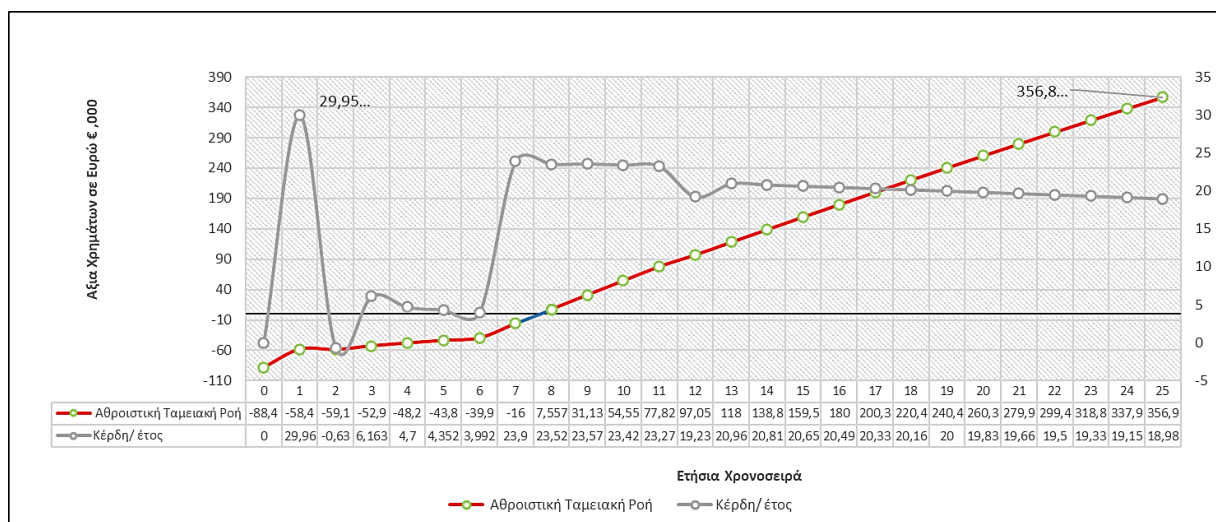
Διάγραμμα 24 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 3 (με ίδια κεφάλαια)

ΣΕΝΑΡΙΟ 4: το μοντέλο εφαρμογής συστημάτων για εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό και τη λειτουργία πάρκου με κινούμενο άξονα καθώς επίσης και χρηματοδότηση με ίδια κεφάλαια αποφέρει μια ταμειακή ροή 583.460 ευρώ σε βάθος 25 ετών. Στο πρώτο έτος υπάρχει ταμειακή ροή 38.827 ευρώ ενώ στη συνέχεια η φορολογία που εφαρμόζεται διατηρεί μια σχεδόν γραμμική τάση με μια μικρή καμπύλωση στο τέλος των αποσβέσεων στο 11^ο έτος. Η χρονική διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης γίνεται στο 3^ο με 4^ο έτος (Διάγραμμα 25).



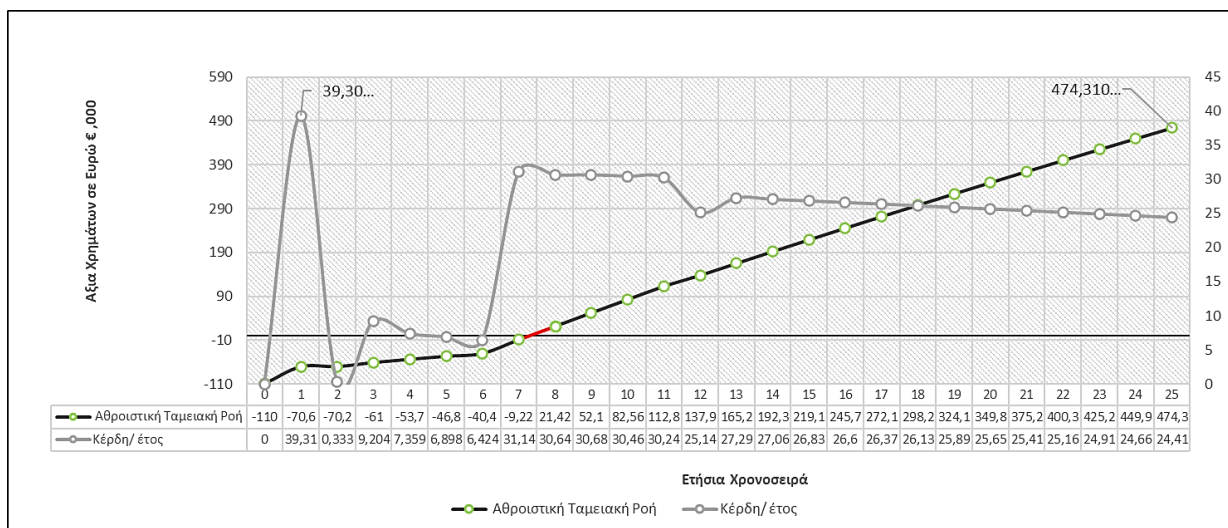
Διάγραμμα 25 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 4 (με ίδια κεφάλαια)

ΣΕΝΑΡΙΟ 5: το μοντέλο εφαρμογής συστημάτων για εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό και τη λειτουργία πάρκου με σταθερό άξονα και χρηματοδότηση με τραπεζικά κεφάλαια αποφέρει μια ταμειακή ροή 356.810 ευρώ σε βάθος 25 ετών. Στο πρώτο έτος υπάρχει ταμειακή ροή 29.957 ευρώ λόγω περιόδου χάριτος ενός έτους, ενώ στη συνέχεια υπάρχουν διακυμάνσεις στη ταμειακή ροή λόγω της πληρωμής των δανειακών υποχρεώσεων, στη συνέχεια η φορολογία που εφαρμόζεται διατηρεί μια σχεδόν γραμμική τάση με μια μικρή καμπύλωση στο τέλος των αποσβέσεων στο 11^ο έτος. Η χρονική διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης γίνεται στο 8^ο έτος (Διάγραμμα 26).



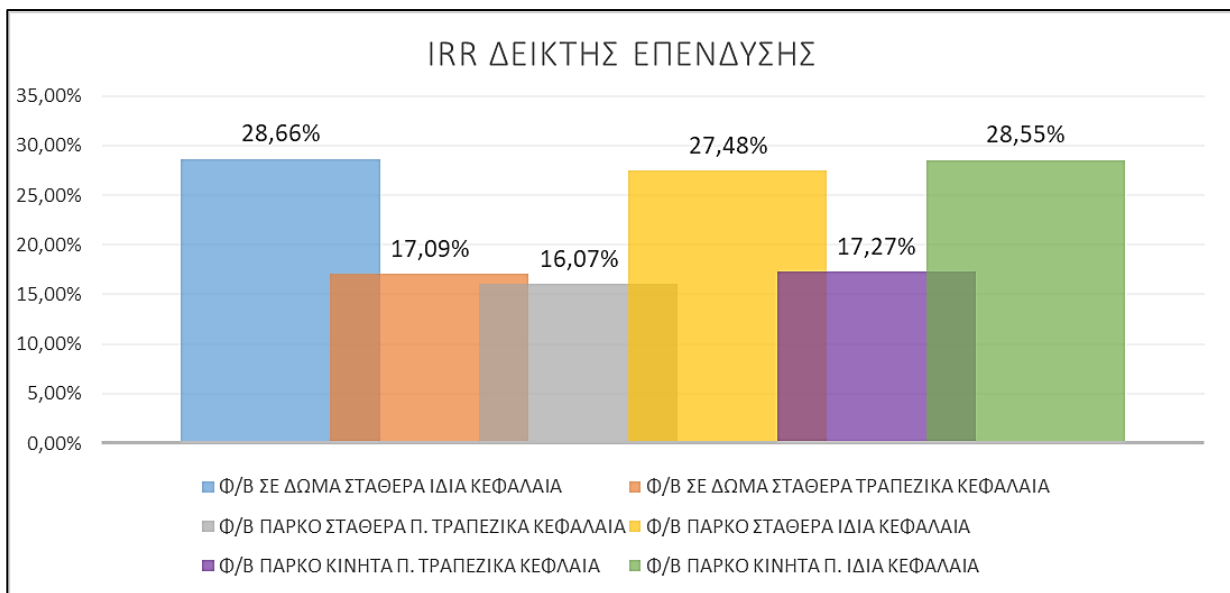
Διάγραμμα 26 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 5 (με τραπεζικά κεφάλαια)

ΣΕΝΑΡΙΟ 6: το μοντέλο εφαρμογής συστημάτων στο δώμα με σταθερό άξονα και χρηματοδότηση με τραπεζικά κεφάλαια αποφέρει μια ταμειακή ροή 474.310 ευρώ σε βάθος 25 ετών. Στο πρώτο έτος υπάρχει ταμειακή ροή 39.307 ευρώ λόγω περιόδου χάριτος ενός έτους, ενώ στη συνέχεια υπάρχουν διακυμάνσεις στη ταμειακή ροή λόγω της πληρωμής των δανειακών υποχρεώσεων, στη συνέχεια η φορολογία που εφαρμόζεται διατηρεί μια σχεδόν γραμμική τάση με μια μικρή καμπύλωση στο τέλος των αποσβέσεων στο 11^ο έτος. Η χρονική διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης γίνεται στο 8^ο έτος (Διάγραμμα 27 **Σφάλμα! Το αρχείο**



προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.).

Διάγραμμα 27 Διάγραμμα δεδομένων για το οικονομικό σενάριο 6 (με τραπεζικά κεφάλαια)



Διάγραμμα 28 Ραβδόγραμμα δεδομένων (IRR) για τα οικονομικά σενάρια

Στο Διάγραμμα 28 φαίνονται τα ραβδογράμματα με το IRR για κάθε σενάριο, βοηθώντας να αξιολογηθεί η εκάστοτε επένδυση.

Τα ραβδογράμματα με τους δείκτες παρουσιάζουν την αξιολόγηση της επένδυσης σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που αναπτύσσει το κάθε μοντέλο. Το **εσωτερικό ποσοστό απόδοσης (IRR)** είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο που καθορίζει την παρούσα αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών από ένα έργο στο μηδέν. Υψηλότερο ποσοστό IRR σημαίνει και αποδοτικότερη μορφή επένδυσης.

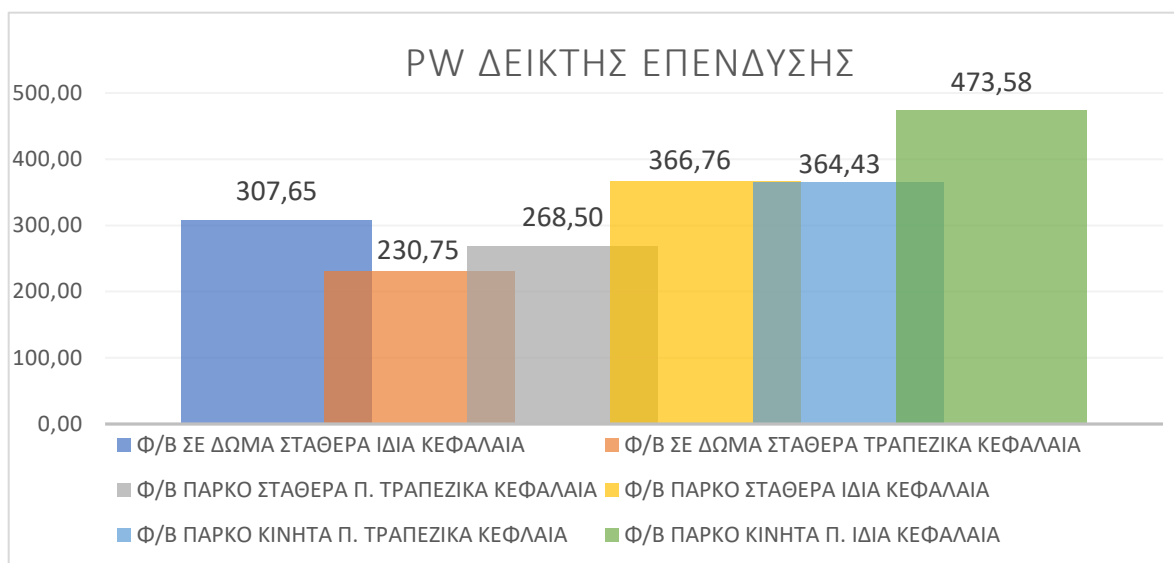
r = κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης τότε

$R > r$ εγκρίνεται η επένδυση

$R < r$ απορρίπτεται

$R = r$ είναι αδιάφορο

Επομένως, το ραβδόγραμμα του δείκτη μας ενημερώνει πως το σύστημα που θεωρείται ως καλύτερη επένδυση είναι αυτό με τα σταθερά φωτοβολταϊκά στο δώμα και τη χρηματοδότηση με τα ίδια κεφάλαια, αυτό που ακολουθεί είναι η εγκατάσταση πάρκου σε όμορο αγροτεμάχιο με κινούμενο άξονα, με ίδια κεφάλαια και πάλι και εφαρμογή του ενεργειακού συμψηφισμού, ακολουθούν το πάρκο με σταθερά πλαίσια και χρηματοδότηση με ίδια κεφάλαια ενώ τα επόμενα μοντέλα αφορούν τη χρηματοδότηση των κεφαλαίων με τραπεζικό δανεισμό.



Διάγραμμα 29 Ραβδόγραμμα δεδομένων (PW) για τα οικονομικά σενάρια.

Αντίστοιχα, στο Διάγραμμα 29 φαίνονται τα ραβδογράμματα PW για το κάθε σενάριο.

Η Present Worth (Παρούσα Αξία - ΠΑ) είναι το άθροισμα των παρούσων αξιών των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου όπως αυτή που εξετάζεται με την επένδυση σε ενεργειακά συστήματα.

Ο δείκτης μετράει το πλεόνασμα ή την έλλειψη ταμειακών ροών, σε όρους παρούσας αξίας, σε σχέση με το κόστος κεφαλαίων (cost of funds) που χρησιμοποιήθηκαν για μια επένδυση.

Η Παρούσα Αξία (ΠΑ) είναι ένα χρήσιμο εργαλείο που χρησιμοποιείται στην οικονομική επιστήμη (economics), στα χρηματοοικονομικά (finance) και στη λογιστική (accounting) για να καθοριστεί αν μια επένδυση ή ένα έργο κρίνεται συμφέρον για να χρηματοδοτηθεί ή όχι.

Το αποτέλεσμα των υπολογισμών όπως παρουσιάζεται παραπάνω μας ενημερώνει πως η επένδυση με τη μεγαλύτερη επενδυτική αξία είναι η δημιουργία φωτοβολταϊκού πάρκου με ίδια κεφάλαια και κινούμενο άξονα για παραγωγή μεγάλης ποσότητας ενεργειακού περιεχομένου. Παρατηρούμε πως ο δείκτης IRR ταυτίζεται σε ικανοποιητικό βαθμό με τα αποτελέσματα του δείκτη ΠΑ (για τον δείκτη IRR υπάρχει διαφορά μόλις 0,11% μεταξύ πρώτου και έκτου σεναρίου). Ως δεύτερη επιλογή για τον δείκτη ΠΑ παρουσιάζεται η δημιουργία πάρκου με ίδια κεφάλαια και σταθερά συστήματα ιχνηλάτησης και Τρίτη επιλογή στη σειρά το πάρκο με κινούμενο άξονα και τραπεζικό δανεισμό κεφαλαίων, στη συνέχεια και για την ολοκλήρωση της λογιστικής παλέτας τέταρτη θέση καταλαμβάνει η εγκατάσταση στο δώμα με σταθερά πλαίσια και ίδια κεφάλαια χρηματοδότησης, πέμπτο στη λίστα έρχεται το μοντέλο με το σενάριο του πάρκου με σταθερά πλαίσια και τραπεζικό δανεισμό ενώ τελευταίο

το σενάριο με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού στην οροφή και χρήση τραπεζικού δανείου για τη χρηματοδότηση της επένδυσης.

Συμπερασματικά, τεχνικά και οικονομικά οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως η πλέον συμφέρουσα επιλογή είναι η δημιουργία φωτοβολταϊκού πάρκου με ίδια κεφάλαια και κινούμενο άξονα (σενάριο 4), καθώς αυτή η λύση καλύπτει επαρκώς τις ενεργειακές ανάγκες της μονάδας και έχει πολύ υψηλό εσωτερικό ποσοστό απόδοσης (IRR) (μικρή διαφορά δεύτερο στην κατάταξη των σεναρίων) και με μεγάλη διαφορά στην κατάταξη μεγαλύτερη Παρούσα Αξία (PW).

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] https://issuu.com/4green.gr/docs/prasino_114_e-magazine τευχος 114 /2022
- [2] Kosmopoulos P. Perivallontikos schediasmos. 2nd ed. Θεσσαλονίκη: UNIVERSITY STUDIO PRESS; 2007.
- [3] Givoni B. Climate Considerations in Building and Urban Design. 1st ed. New York: Wiley and sons.; 1998.
- [4] International Energy Outlook 2019 [Internet]. Eia.gov. 2020 [cited 25 March 2020]. Available from: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>
- [5] https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/state_of_the_energy_union_report_2021.pdf
- [6] https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/state_of_the_energy_union_report_2021.pdf
- [7] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EL>
- [8] Balaras, C.A.; Gaglia, A.G.; Georgopoulou, E.; Mirasgedis, S.; Sarafidis, Y.; Lalas, D.P. European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings. Build. Environ. 2007, 42, 1298–1314.)
- [9] 13th International Conference on Protection and Restoration of the Environment: Towards a Zero Energy Demand Building, Recent data of the experimental prototype unit ZED-KIM) https://www.researchgate.net/publication/329178916_13th_International_Conference_on_Protection_and_Restoration_of_the_Environment_Towards_a_Zero_Energy_Demand_Building_Recent_data_of_the_experimental_prototype_unit_ZED-KIM
- [10] Α. Μουμτζάκης, Κ. Κουρτίδης, Π. Κοσμόπουλος, “ Διερεύνηση των δεικτών θερμικής άνεσης σε συνάρτηση με τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου με σκοπό τη βιοκλιματική αναβάθμιση της πλατείας Αριστοτέλους ”, 10ο Εθνικό Συνέδριο για τις ήπιες μορφές ενέργειας, Θεσσαλονίκη, 2014.
- [11] <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-cell-basics>
<https://news.energysage.com/types-of-solar-panels/>.
- [12] Solar Cells: In Research and Applications—A Review https://www.scirp.org/pdf/msa_2015122415145298.pdf
- [13] Kosmopoulos P. Perivallontikos schediasmos. 2nd ed. Θεσσαλονίκη: UNIVERSITY STUDIO PRESS; 2007.

- [14] Solar Cells: In Research and Applications—A Review
https://www.scirp.org/pdf/msa_2015122415145298.pdf
- [15] https://www.pvsyst.com/wp-content/uploads/2019/01/AMermoud_ShedsOptimization_Frankfurt_2012.pdf
- [16] ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΑΠΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ
<http://www.cres.gr/kafe/publications/photovol/RENES%20final.pdf>
- [17] https://www.pvsyst.com/wp-content/uploads/2019/01/thf_article_valence_2010.pdf
- [18] https://www.pvsyst.com/wp-content/uploads/2019/01/AMermoud_ShedsOptimization_Frankfurt_2012.pdf
- [19] <https://www.pvsyst.com/wp-content/uploads/2020/06/BifacialTrackersPVsystEUPVSEC2018.pdf>
- [20] <https://www.valentin-software.com/wp-content/uploads/legacy-downloads/handbuecher/en/manual-eng.pdf>
- [21] *ΦΕΚ_B_3971_30_08_2021*